

Feromonski monitoring borovih potkornjaka, *Orthotomicus erosus* i *Ips sexdentatus* u JP Hrvatske šume d.o.o.

Jakobašić, Tea

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:108:467428>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-05**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

TEA JAKOBAŠIĆ

FEROMONSKI MONITORING BOROVIH POTKORNJAKA,
Orthotomicus erosus I *Ips sexdentatus* U JP HRVATSKE ŠUME D.O.O.

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

FEROMONSKI MONITORING BOROVIH POTKORNJAKA,
***Orthotomicus erosus* I *Ips sexdentatus* U JP HRVATSKE ŠUME D.O.O.**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Integrirana zaštita šuma u zaštićenim područjima (UD40001)

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

2. Doc. dr. sc. Milivoj Franjević

3. Doc. dr. sc. Marko Vucelja

4. Dr. sc. Linda Bjedov

Studentica: Tea Jakobašić

JMBAG: 0068227947

Broj indeksa: 1130/20

Datum odobrenja teme: 29. travnja 2021.

Datum predaje rada: 29. kolovoza 2022.

Datum obrane rada: 23. rujna 2022.

Zagreb, rujna 2022.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Feromonski monitoring borovih potkornjaka, <i>Orthotomicus erosus</i> i <i>Ips sexdentatus</i> u JP Hrvatske šume d.o.o.
Autor	Tea Jakobašić
Adresa autora	Đure Deželića 77, Selište, Kutina 44320
Mjesto izrade	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Prof. dr. sc. Boris Hrašovec
Izradu rada pomogao	Doc. dr. sc. Mario Ančić
Godina objave	2022.
Obujam	Broj stranica 60, slika 23, grafova 57, tablica 4, navoda literature 32
Ključne riječi	feromonski monitoring, borovi potkornjaci, <i>Orthotomicus erosus</i> , <i>Ips sexdentatus</i> , klopke
Sažetak	<p>Štetnost borovih potkornjaka uvjetovana je porastom temperatura i promjenom klimatskih uvjeta koji djeluju povoljno na sve potkornjake mediteranskog područja pa tako i vrste <i>Orthotomicus erosus</i> i <i>Ips sexdentatus</i>. Na području JP Hrvatske šume d.o.o. uspostavljen je monitoring borovih potkornjaka radi praćenja dinamike populacije. Definiran je sustav feromonskog monitoringa, njegova svrha te kako se provodi. Iz različitih izvora su opisani uspostavljeni feromonski monitorinzi u JP Hrvatske šume. U monitoringu borovih potkornjaka na području JP hrvatskih šuma koristile su se oba tipa feromonskih klopki WitaTrap® i MultiWit®. Opisani su tipovi korištenih klopki i feromona od proizvođača Witasek. Ovaj rad se bavi analizom ulova iz klopki te uspoređivanjem sa uzetim ulovima istih GJ Hrvatske šume u trajanju od četiri godine. Prikazana je i prostorno vremenska analiza dinamike populacija potkornjaka te utvrđen ukupni udio entomofaune u ukupnom ulovu za razdoblje od 2018. do 2021. godine. Analizom ulova feromonskih klopki utvrđen je udio ciljane i neciljane entomofaune u ukupnom ulovu za 2019. godinu. U razdoblju u trajanju od četiri godine ukazalo je na značajno smanjenje broja postavljenih klopki u JP Hrvatske šume. Podaci su uspoređeni sa sličnim istraživanjima drugih autora radi usporedbe dobivenih fenoloških podataka. Populacije potkornjaka imaju sposobnost nagle gradacije nakon sušnih sezona pa je iz tog razloga potrebno daljnje praćenje kako bi se moglo na vrijeme pravilno reagirati ako dođe do neželjenih masovnih pojava ovih štetnika.</p>

BASIC DOCUMENTATION CARD

Title	Pheromone monitoring of pine bark beetles <i>Orthotomicus erosus</i> and <i>Ips sexdentatus</i> in Hrvatske šume LLC
Author	Tea Jakobašić
Adress of author	Đure Deželića 77, Selište, Kutina 44320
Thesis performed at	The Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb
Publication tipe	Master thesis
Supevisor	Prof. Boris Hrašovec
Assistant	Assist. Mario Ančić
Publication year	2022.
Volume	Number of pages 60, pictures 23, figures 57, tables 4, references 32
Key words	pheromone monitoring, pine bark beetles, <i>Orthotomicus erosus</i> , <i>Ips Sexdentatus</i> , traps
Abstract	<p>The harmfulness of pine bark beetles is conditioned by the rise in temperature and the change in climatic conditions, which have a favorable effect on all bark beetles of the Mediterranean area, including the species <i>Orthotomicus erosus</i> and <i>Ips sexdentatus</i>. In the area of JP Hrvatske šume d.o.o. monitoring of pine bark beetles was established in order to follow the dynamics of the population. The pheromone monitoring system, its purpose and how it is implemented are defined. Established pheromone monitoring in JP Hrvatske šume has been described from various sources. Both types of pheromone traps WitaTrap® and MultiWit® were used in the monitoring of pine bark beetles in the area of JP Croatian forests. The types of used traps and pheromones from the manufacturer Witasek are described. This paper deals with the analysis of catches from traps and comparison with the catches of the same GJ Croatian Forest during four years. A spatio-temporal analysis of the dynamics of bark beetle populations and the determined total share of entomofauna in the total catch for the period from 2018 to 2021 are also presented. Analysis of the catch of pheromone traps determined the share of targeted and non-targeted entomofauna in the total catch for 2019. In a period lasting four years, it indicated a significant decrease in the number of traps set in the JP Croatian Forests. The data were compared with similar</p>

	<p>research by other authors in order to compare the obtained phenological data. Bark beetle populations have the ability to rapidly gradate after dry seasons, and for this reason, further monitoring is necessary in order to be able to react properly in time if unwanted mass occurrences of these pests occur.</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, 23. rujna 2022. godine

vlastoručni potpis

Tea Jakobašić

ZAHVALA

Željela bih izraziti nekoliko riječi zahvale onim ljudima bez kojih ne bih bila to što jesam i ovdje gdje jesam.

Prvenstveno zahvaljujem svom mentoru i profesoru dr. sc. Borisu Hrašovcu što mi je pružio veliku čast da izradim ovaj diplomski rad pod njegovim vodstvom. Hvala Vam na brojnim stručnim savjetima, ukazanom povjerenju, razumijevanju, strpljenju i potpori tijekom izrade ovog rada. Prenošenje znanja prihvatio je kao ozbiljan zadatak.

Isto tako, zahvaljujem se i svim drugim profesorima i djelatnicima Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije, koji su mi tijekom studiranja pomogli pri stjecanju znanja iz struke i obogatili moj život novim znanjima.

Veliko hvala i svojim prijateljicama na strpljenju i prenijetom znanju, koje su sa mnom proživljavale studentske dane i s kojima sam provela nebrojeno mnogo radnih sati tijekom studiranja, a osobito Agičić Karli, Klišanin Zdravki, Privari Josipi i Šiltić Renati. Uz njih je studiranje i putovanje do fakulteta bilo znatno lakše i zabavnije, a konstantna podrška i dobra energija uvijek pomognu olakšati sve.

Želim zahvaliti Darku Pleskaltu, dipl. ing. šum., djelatniku Hrvatskih šuma d.o.o. čiji su podaci bili od velike pomoći pri uspješnom pisanju ovog diplomskog rada.

Za kraj, najveće hvala svojim roditeljima Janji i Ivanu što su mi dali sve, a moje je bilo samo da učim. Riječi hvale ne postoje za moje roditelje. Posebno hvala sestri Emanuely na bezgraničnoj ljubavi i strpljenju, te pruženoj pomoći i podršci u svim situacijama u životu. Također, hvala svojem zaručniku, bez čije ljubavi i podrške niti jedan uspjeh ne bi bio važan, pa tako ni ovaj. Zahvaljujem ti što si uvijek vjerovao u mene i pružao mi potporu tijekom cijelog razdoblja studiranja. Zahvala mojoj obitelji, što ste uvijek tu za mene i zajedno sa mnom se veselite mojim uspjesima, bez njih ovo do sad ostvareno ne bi bilo moguće.

Veliko hvala SVIMA.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Feromonski monitoring u službi zaštite šuma od potkornjaka	3
1.2. Postojeći (uspostavljeni) sustavi monitoringa feromonima u JP Hrvatske šume	5
1.3. Razlozi uvođenja feromonskog monitoringa borovih potkornjaka u JP Hrvatske šume.....	6
1.3.1. <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston, 1857) – mediteranski borov potkornjak ...	8
1.3.2. <i>Ips sexdentatus</i> (Börner, 1776) – veliki šestozubi borov potkornjak	9
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	11
3. MATERIJALI I METODE.....	12
3.1. Tipovi korištenih klopki.....	12
3.2. Feromoni.....	18
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	24
5. ZAKLJUČCI	56
6. LITERATURA	58

POPIS SLIKA

Slika 1 Shematski prikaz složenosti i međutjecaja različitih vanjskih čimbenika na vitalitet šuma.....	2
Slika 2 <i>Orthoticus erosus</i> ; lijevo: bočno, desno: dorzalno, dolje: skup	9
Slika 3 <i>Ips sexdentatus</i> ; lijevo: dorzalno, desno: skup	10
Slika 4 Prikaz klopki za potkornjake s glavnim dijelovima, WitaTrap® (lijevo) i MultiWit® (desno)	12
Slika 5 Prikaz razlika između suhe i mokre metode hvatanja. Lijevo: mokri način hvatanja (čepovi su pričvršćeni na dva donja izlaza ladice za hvatanje); u sredini: metoda suhog hvatanja s žlijebom (poklopci nisu potrebni); desno: metoda suhog hvatanja bez žlijeba (čepovi su pričvršćeni na dva gornja izlaza ladice za hvatanje)	13
Slika 6 Prikaz uspravne pojedinačne zamke	14
Slika 7 Prikaz WitaTrap® klopke u sustavu od triju klopki postavljenih u zvijezdu	15
Slika 8 Prikaz uputa za postavljanje klopke u sustavu od triju klopki	16
Slika 9 Prikaz pozicije feromona	17
Slika 10 Prikaz izgleda cjevastog dozatora.....	18
Slika 11 Prikaz izgleda standardnog dozatora	19
Slika 12 Prikaz izgleda ampulskog dozatora	19
Slika 13 Prikaz izgleda feromonskog čepa	20
Slika 14 Prikaz izgleda feromonskog štapića	20
Slika 15 Prikaz izgleda boce feromona	21
Slika 16 Prikaz izgleda bočice feromona.....	21
Slika 17 Naletno barijerna feromonska klopka MultiWit® u GJ Borovača	22
Slika 18 Pakiranje feromonskog pripravka Erosowit (lijevo) i standardna feromonska ampula (desno)	23
Slika 19 Terensko sakupljanje ulova iz spremnika MultiWit® klopke.....	23
Slika 20 Ukupan broj ulova <i>O.erosus</i> po tjednima u 2018. godini u privatnim šumama na području općine Brele.....	50
Slika 21 Prosječni broj ulova <i>O.erosus</i> po tjednu u 2018. godini u državnim šumama na području općine Brele.....	50
Slika 22 Razlike u veličini imaga <i>O. erosus</i> , <i>H. miklitzi</i> i <i>H. ligniperda</i>	54
Slika 23 Razlike u veličini imaga <i>O. erosus</i> i 6 drugih vrsta borovih potkornjaka Sredozemlja	55

POPIS GRAFOVA

Graf 1 Prikaz ukupnog broja klopki pojedinih gospodarskih jedinica u razdoblju 2018. – 2021.	26
Graf 2 Prikaz ukupnog broja klopki i gospodarskih jedinica po pojedinim godinama	27
Graf 3 Prikaz ukupnog ulova jedinki pojedinih gospodarskih jedinica za 2018. godinu	28
Graf 4 Prikaz ukupnog ulova jedinki pojedinih gospodarskih jedinica za 2019. godinu	29
Graf 5 Prikaz ukupnog ulova jedinki pojedinih gospodarskih jedinica za 2020. godinu	
Graf 6 Prikaz ukupnog ulova jedinki pojedinih gospodarskih jedinica za 2021. godinu	30
Graf 7 Prikaz ukupnog broja ulova pojedinih gospodarskih jedinica u razdoblju 2018. – 2021.	32
Graf 8 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Bačina	33
Graf 9 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Badnjevica	33
Graf 10 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Baščanski gaj	33
Graf 11 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Biograd	34
Graf 12 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Blatska gora-Bugari	34
Graf 13 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Debelo brdo	34
Graf 14 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Dol	35
Graf 15 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Drvenik-Plana	35
Graf 16 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Guduća	35
Graf 17 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Hartić	36
Graf 18 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Hvar-Stari grad	36
Graf 19 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Jamina	36
Graf 20 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Jasenice	37
Graf 21 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Kamešnica	37
Graf 22 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Kijevo-Glavaš	37
Graf 23 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Kuna	38
Graf 24 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Laškovića	38
Graf 25 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Maglaj-Kruškovnik	38
Graf 26 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Marina	39
Graf 27 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Matokit	39
Graf 28 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Medviđa-Kruševo	39
Graf 29 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Milna-Splitska	40
Graf 30 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Mosor-Perun	40
Graf 31 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Nin Kožino	40
Graf 32 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Omiška Dinara	41
Graf 33 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Oton	41
Graf 34 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Pašman-Vrgada	41
Graf 35 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Polača	42
Graf 36 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Promina	42
Graf 37 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Pupnatska luka	42

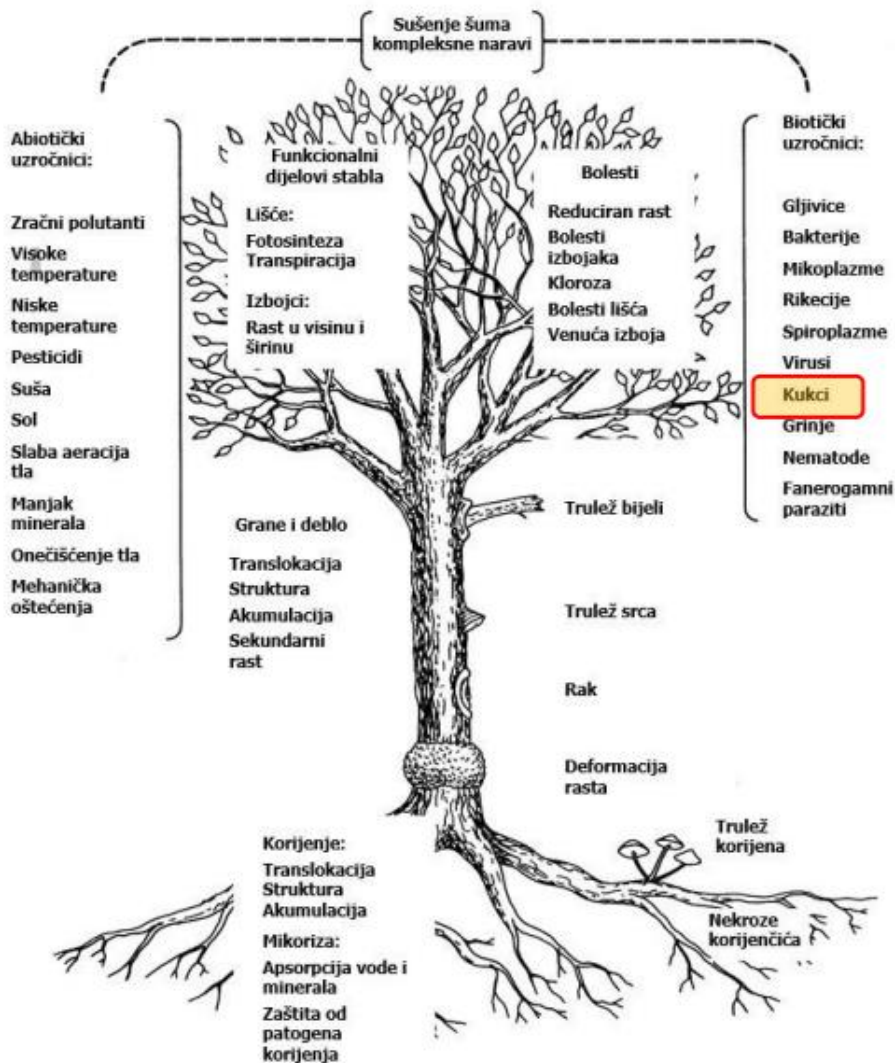
Graf 38 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Slivno.....	43
Graf 39 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Splitske šume	43
Graf 40 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Srednja poljica.....	43
Graf 41 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Starigrad.....	44
Graf 42 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Surdup.....	44
Graf 43 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Sveti Nikola	44
Graf 44 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Šaknja rat	45
Graf 45 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Šibenske šume dio.	45
Graf 46 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Turanj	45
Graf 47 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Ugljan-Pašman	46
Graf 48 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Vela luka-Blato	46
Graf 49 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Vidova gora.....	46
Graf 50 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Zagorje.....	47
Graf 51 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki <i>O.erosus</i> u GJ Zmištak	47
Graf 52 Zbirni ulov neciljanih vrsta po GJ 2018. godine	49
Graf 53 Prikaz ulova vrste <i>O. erosus</i> po mjesecima 2018. godine	51
Graf 54 Prikaz ulova vrste <i>O. erosus</i> po mjesecima 2019. godine	51
Graf 55 Prikaz ulova vrste <i>O. erosus</i> po mjesecima 2020. godine	52
Graf 56 Prikaz ulova vrste <i>O. erosus</i> po mjesecima 2021. godine	52
Graf 57 Godišnji ulov <i>O.erosus</i> po tjednima u 2019. Godini na području općine Brela	53

POPIS TABLICA

Tablica 1 Ukupan broj klopi pojedinih gospodarskih jedinica u razdoblju 2018. – 2021.....	24
Tablica 2 Ukupan broj klopi i gospodarskih jedinica po pojedinim godinama	27
Tablica 3 Zbirni ulov neciljanih vrsta po GJ 2018. godine	48
Tablica 4 Godišnji fenološki prikaz ulova <i>O. erosus</i>	53

1. UVOD

Zbog svoje iznimne raznolikosti, šume predstavljaju jedan od najsloženijih ekosustava na našem planetu te su od neprocjenjive važnosti za očuvanje bioraznolikosti Zemlje. Važne zadaće šumskih stručnjaka koje su bitne za opstanak šumskih sastojina jesu očuvanje prirodnih optimalnih uvjeta te gospodarenje ovim prirodnim resursom prema načelima potrajnosti. U šumi postoji velik broj čimbenika, koji štetno djeluju na šumu, a na njezinu stabilnost utječu negativni antropogeni, biotski i abiotski čimbenici (Slika 1). Na zdravstveno stanje šuma i stabilnost šuma najviše utječu antropogeni čimbenici. Čovjek samo svojim postojanjem oblikuje okoliš i prilagođava ga svojim potrebama. Prema tome, aktivnosti, poput uzgojnih i gospodarskih zahvata, poremetnje vodnog režima, neodgovorno ponašanje i nesmotreno korištenje prirodnih resursa, izazivanje požara i slično, sve to utječe i pridonosi činjenici da su šume sve više ugrožene. Biotski negativni čimbenici kao što su: kukci, glodavci, divljač, gljive, virusi, bakterije uz nepovoljne abiotske čimbenike (ekstremne temperature, nedostatak vode, suše, vjetar i sl.) mogu izazvati velike poremećaje u šumskim ekosustavima. Kako bi se spriječio razvoj najvažnijih i najčešćih biljnih bolesti i štetnika u šumama, potrebno je redovito praćenje. Tradicijska i suvremena integrirana zaštita šuma ima pristup zaštiti kao dijelu integriranog gospodarenja šumama. Integrirana zaštita šuma predstavlja sustav koji kombinira sve raspoložive metode zaštite bilja sa ciljem sprječavanja ekonomskih šteta, uz što manje poremećaje u povoljnom uplivu prirodnih neprijatelja i što manjim onečišćenjem okoliša, te što nižim utroškom energije (Kasumović 2016, prema: Maceljki i sur. 1983). Ona obuhvaća znanja iz različitih područja šumarstva kao što su botanika, entomologija, fitofarmacija, fitopatologija, osnivanje šuma, uzgajanje šuma, itd. Osim što takva zaštita ima svrhu zaštite stabala od nepovoljnih abiotskih i biotskih čimbenika, ima također i ulogu očuvanja i ostalih dijelova ekosustava. Takvim pristupom se pokušava što manje nepovoljno djelovati na ostale komponente ekosustava (Premuž 2019). U koncept integrirane zaštite šuma sve više se nastoji uvesti i ekološki prihvatljive metode zaštite kakve su primjerice feromonske klopke (Pernek i Hrašovec 2005).



Slika 1 Shematski prikaz složenosti i međuučejaja različitih vanjskih čimbenika na vitalitet šuma (Izvor: Paul D. Manion 1981 (Tree disease concepts))

1.1. Feromonski monitoring u službi zaštite šuma od potkornjaka

Zbog učestalih problema s potkornjacima posljednjih godina u Hrvatskoj, postavlja se pitanje njihovog učinkovitog suzbijanja. Potkornjaci su prirodni sekundarni štetnici, a mogu postati i primarni štetnici uslijed većih prirodnih katastrofa poput suša, vjetroizvala i ledoloma. Neke vrste u takvim okolnostima počinju napadati i zdrava stabla, a njihov povećani broj može dovesti do narušavanja šumskog sustava i gospodarskih šteta. Monitoring stanja populacija potkornjaka sustavima klopki opremljenih feromonskim pripravcima svojevrsna je dopuna uzgojno-tehničkim i mehaničko-tehničkim mjerama u sustavu integrirane zaštite šuma od potkornjaka (Kasumović 2016, prema: Maceljki i sur. 1983). Feromonski monitoring kukaca ključan je za upravljanje i očuvanje prirodnih ekosustava, a predstavlja osnovu u nadzoru populacija potencijalno štetnih vrsta kukaca. Monitoring populacije takvih štetnih vrsta kukaca služi za pridobivanje podataka o fluktuacijama unutar populacija tijekom vremena, što može predstavljati temelj za predviđanje njihova rasta i prognozu napada. Na taj način može se pravovremeno reagirati i smanjiti rizik od napada, a u nekim slučajevima i spriječiti napad, čime se izbjegavaju potencijalne štete ili kalamitete. Isto tako, monitoringom kukaca mogu se na vrijeme otkriti invazivne vrste kukaca koje u velikom broju slučajeva ugrožavaju autohtonu floru i faunu (Katić 2021). Za razliku od mnogih važnih negativnih čimbenika stresa (klima, polutanti) na koje gotovo da nema mogućnosti protudjelovanja, na potkornjake se može uspješno djelovati poduzimanjem čitavog spektra preventivnih i represivnih zaštitnih mjera koje imaju za cilj održavanje njihovih populacija na niskim razinama. Jedna od ekološki najprihvatljivijih metoda unutar tog koncepta svakako je primjena feromona (Pernek i Hrašovec 2005). Kako bi feromonski monitoring uspješno funkcionirao potrebne su kemijske tvari koje se nazivaju semiokemikalije. Semiokemikalije jesu biokemijski spojevi koje proizvode i otpuštaju neki organizmi i njima utječu na fiziologiju i ponašanje drugih organizama. Mogu se podijeliti na feromone i alokemikalije, a po djelovanju mogu biti: atraktivne i repelentne. Prednost je semiokemikalija što nisu otrovne poput pesticida koji ujedno ubijaju i korisne i štetne kukce, a feromoni su djelotvorni u vrlo malim količinama te djeluju samo na ciljane vrste (Kemijska ekologija, Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, 2022.). Kod potkornjaka feromoni predstavljaju orijentacijsku tvar na koju pozitivno reagiraju podjednako ženke i mužjaci pa ih se naziva populacijskim ili agregacijskim feromonima. Postoje i drugi principi nastanka feromona kao i njihova različita djelovanja na ponašanje kukaca, no jedinstveno im je da djeluju u izuzetno malim koncentracijama, da su često specifični na razini vrste i da ih kukci mogu nepogrešivo razabrati u obilju drugih tvari. Vrlo je važna pritom činjenica da kukci nisu svjesna bića te da im je hijerarhijski najvažniji osjet mirisa. To ima za posljedicu da na feromone reagiraju jednoznačno što ih čini upravljivima i predvidivima u ponašanju (Hrašovec 1995). Osim agregacijskih ili populacijskih feromona, postoje još i seksualni, alarmirajući, obilježavajući i nekromoni. Danas na tržištu nalazimo različite proizvođače feromonskih pripravaka ili disperzera. Kemijskim se sastavom feromonskog pripravka nastoji što je više moguće oponašati prirodan spoj. Međutim, tu još uvijek ima prostora za razvoj boljih i prirodi sličnijih preparata. Od prve feromonske klopke, 1979. godine, do danas obavljena su mnoga istraživanja u cilju postizavanja što boljeg kvantitativnog i selektivnog ulova. Feromonske klopke se po načinu rada mogu podijeliti u dvije osnovne skupine: doletne i naletne ili barijerne. Osnovna je razlika u principu lovljenja.

Dok na doletnu klopku (obično cjevastog oblika) potkornjak mora sletjeti i potražiti otvor kako bi ušao i pao u klopku, na barijernu on nalijeće, udara i pada u nju. Vjerojatnost ulova potkornjaka u barijernu klopku znatno je veća, jer nema čimbenika traženja ulaza koji može utjecati na kvantitativni ulov. Vrijeme od slijetanja na klopku do trenutka ulaza dovoljno je da kukac promijeni cilj i odleti dalje. K tome se može dodati kako takve improvizirane klopke, vrlo često kriju greške u konstrukciji. To su najčešće loš poklopac (ulazi vlaga i ulov brzo počinje truliti, a to ima repelentni učinak), nema konstruiran put kretanja kukaca (teško pronalazi otvor), premali otvor (nema ulaza), prevelik otvor (neželjeni ulovi) itd. (Pernek 2000). U šumarstvu Hrvatske u zaštiti šuma od smrekovih potkornjaka uglavnom se koristi naletno barijerna feromonska klopka Theysohn®. Klopke se izrađuju od plastike što ih čini prikladnim za terensku uporabu, lagane su i otporne na vremenske uvjete. Kako bi učinkovitost ulova bila veća određeno je da budu tamno obojene klopke, odnosno crna boja plastike. U unutrašnji dio klopke stavlja se feromonski dispenzer koji se ne smije otvarati. Sami feromoni dostupni su u različitim pakiranjima. Često su to komadići sintetskog materijala natopljeni feromonom i "zavareni" u prozirni i za feromon propusni paketić. U posljednje vrijeme, za hvatanje potkornjaka prevladavaju plastične ampule sa dugotrajnim hlapivim djelovanjem. Svim klopkama je zajedničko da potkornjaci, privučeni feromonom, pri pokušaju slijetanja, "otkliznu" unutra i upadnu u lovnu posudu na dnu klopke (Hrašovec 2016). Molekule feromona polako hlape prodirući kroz polietilensku stijenku koja djeluje kao gusto sito, sprječavajući prebrzo hlapljenje i gubitak djelotvornosti aktivne tvari. Privučeni mirisom, potkornjaci slijeću na površinu klopke, ulaze u unutrašnjost i padaju na dno gdje ostaju konzervirani do obilaska osobe zadužene za sabiranje imaga i vođenje brige oko postavljanja i održavanja klopki. Redovnim obilaskom klopki (svakih nekoliko dana), može se dobiti realna slika dinamike njihova rojenja, dok je za potrebe evidencije gustoće njihove populacije dovoljna i manja učestalost sakupljanja ulovljenih imaga. Uredno sakupljena imaga potrebno je izbrojati (najčešće se koristi volumetrijska metoda - odnos broja imaga po jedinici volumena), a po potrebi osušiti ili konzervirati u 75% alkoholu i poslati nadležnoj službi (Hrašovec 1995). Lovne posude uglavnom se dijele na "suhi" i "mokri" tip. Razlika između ova dva tipa jest u tome je li se iz posude voda ocjeđuje ili zadržava do određene razine. Postoji i kombinacija oba rješenja poput MultiWit® klopke. Svakako je važno da se klopke ne postavljaju preblizu zdravim smrekama, preporuča se ne bliže od 25 metara. Ponekad broj ulovljenih potkornjaka može biti impresivan (i preko 1000 jedinki u tjedan dana), one nisu primarno namijenjene suzbijanju potkornjaka već im je glavna zadaća da na jednostavan način detektiramo prvu pojavu i razdoblja naleta potkornjaka. Kad u proljeće na klopkama ulovimo prve potkornjake možemo biti sigurni da će uskoro (tjedan do dva kasnije) započeti prva ubušivanja u nova smrekova stabla. Ljeti, nalet je gotovo konstantan. Tjedni obilazak mreže feromonskih klopki, pražnjenje i volumetrijsko brojanje ulova temelj su kvalitetnog i sustavnog monitoringa potkornjaka (Hrašovec 2016). Klopke se mogu postavljati pojedinačno (najčešće u našoj praksi) ili u skupinama oblika slova »Y«, čime se postiže optimum iskorištenja klopke posebno u uvjetima visokih gustoća populacija potkornjaka. Važan je i odabir mjesta postavljanja klopke, odnosno udaljenost do obližnjih stabala. Treba paziti da klopka oko koje se roji veliki broj potkornjaka ne postane uzrokom napada istih tih potkornjaka radi premale udaljenosti između klopke i stabala.

Ta se udaljenost kreće od 5 m u starim sastojinama, do preko 15 m u mlađim (u situaciji povećane opasnosti i preko 40 m!). Mjesto na kojem će se postaviti klopka u svrhu utvrđivanja brojnosti potkornjaka također ne bi trebalo biti pod neposrednim sunčevim osvjetljenjem, jer se zbog tamne boje klopke feromonski disperzer previše zagrijava i hlapljenje feromona je prebrzo. Gustoća postavljanja klopki kod praćenja populacija potkornjaka varira od njihove brojnosti i ugroženosti sastojina prema njihovom napadu (monokulture nasuprot mješovitim crnogorično-bjelogoričnim sastojinama), a kreće se od 50 m na više. U našim uvjetima, gustoća postavljanja klopki je daleko manja jer je i opasnost od jačeg napada potkornjaka manja, ali u uvjetima dugotrajnog stresa (npr. sušnih godina), te kroničnog slabljenja vitaliteta stabala i posebice u akutnim stresnim situacijama (snjegoizvale, snjegolomi, vjetroizvale i dr.) javlja se potreba za postavljanjem dodatnih klopki i lovnih mjesta. U Hrvatskoj se kao i većem dijelu Europe feromonskim klopka prate tri osnovna potkornjaka, štetnika obične smreke i jele. Potrebno je naglasiti da uporaba feromonskih klopki usprkos svojoj uspješnosti i izvanrednoj prikladnosti u uvjetima zaoštavanja unošenja štetnih tvari u okoliš ipak ne rješava u potpunosti probleme zaštite šuma od napada potkornjaka. Ona omogućuje relativno jednostavan i jeftin uvid u prostor i vremenski raspored određenih vrsta potkornjaka, ali ne uspijeva precizno odrediti njihovu gustoću populacije. Vrijeme i intenzitet rojenja mogu se u potpunosti i točno odrediti kao i još neki parametri populacije (seksualni indeks, fertilitet, i dr.) no ulovom samo ciljanih vrsta gubi se spoznaja o ostalim štetnim i pritajenim vrstama potkornjaka koji žive u šumskom ekosustavu (Hrašovec 1995). Prema Pernek i dr. (2006.) feromonske klopke u svrhu praćenja populacija (motrenje) kako u svijetu, tako i u nas imaju svoju primjenu naročito za smrekove potkornjake (*Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L.; Coleoptera: Scolytidae).

1.2. Postojeći (uspostavljeni) sustavi monitoringa feromonima u JP Hrvatske šume

Ishod naglog povećanja sušaca uslijed naglog povećanja populacije potkornjaka doveo je do postavljanja feromonskih klopki u Hrvatskoj u svrhu monitoringa u sklopu mjere zaštite za suzbijanje mediteranskog potkornjaka. Prema Pernek i dr. (2006.) pokus je postavljen u više odjela na Litoriću (Šumarija „Vrbovsko“, Uprava šuma područnica „Delnice“) i trajao je 2 godine (2004.-2005.). U objema godinama korištena su dva tipa klopki: Theysohn® i IPM, a u 2005. dodana je još modificirana Theysohn®. Kako klasična Theysohn® klopka nije predviđena za hvatanje kukaca tekućinom (voda + deterdžent) kao IPM, modificirana je na način da su u posudici začepljeni odvodi. Nakon toga u nju se stavila tekućina medij u koju su se hvatali kukci. Klopke su postavljene na razmaku minimalno 15m od šume i između njih. U 2004. godini postavljeno je ukupno 20, dok je u 2005. postavljeno 15 feromonskih klopki. U pokusu je u svim klopka korišten feromonski disperzer trgovačkog imena Curviwit® (Witasek®, Feldkirchen, Austrija), deklariran kao feromon potkornjaka *P. curvidens*, s aktivnim komponentama metilbutenol i ipsenol (2-metil-6-metililen-2, 7-oktadien-4-ol) i hlapljenjem („ratio rate“) 1mg/dan pri 24°C. Klopke su kontrolirane i pražnjene svakih 7-8 dana.

Ulovljeni potkornjaci konzervirani su u etanolu (50%) te su dalje laboratorijski analizirani. Laboratorijska analiza obuhvatila je determinaciju potkornjaka prema vrstama i spolovima. U 2004. godini ulovljeno je ukupno 3.854 jedinki *P. curvidens* u 20 klopki, dok je u 2005. taj broj narastao na 20.259 u samo 15 klopki. Prosječni ulovi za Theysohn® klopku bili su u 2005. godini sedmerostruko veći u odnosu na 2004, dok je kod IPM ta razlika bila četverostruka. U 2004. godini između dvaju tipova klopki (Theyson®, IPM) nije bila značajna razlika u ulovima ni ukupno ni po spolovima. U 2004. godini između dvaju tipova (Theyson®, IPM) klopki nije bila značajna razlika u ulovima ni ukupno ni po spolovima. Usporedbom istih klopki u 2005. godini, vidljivo je kako su Theyson® klopke pokazale bolje rezultate. Modifikacijom klopke Theysohn® postignuti su daleko najbolji rezultati ulova. Nakon spomenutog perioda i nakon zamjene feromona ulovi nisu bili značajni, što upućuje na nedostatke feromona ili znatno manje rojenje ljetne generacije te bi trebalo obaviti dodatno istraživanje. U pokusu su u osnovi upotrebljavana dva tipa klopke u trima izvedbama. IPM i modificirana Theysohn® klopka imaju u posudici tekućinu u koju padaju kukci nakon što udare o barijeru tijela klopke. U tekućini kukci vrlo brzo ugibaju. Posve je drukčije u Theysohn® klopki gdje potkornjaci mogu duže živjeti i tražiti izlaz. Jedan dio ulovljenih kukaca očito uspijeva naći izlaz iz klopke. To međutim ne objašnjava znatno bolji rezultat Theysohn® pred IPM klopkom. Tu je “suha“ klopka bila bolja u 2005. godini, dok je u 2004. imala lošiji količinski ulov. Theysohn® klopke su manje-više najčešće korištene protiv potkornjaka u Europi. Pretpostavljamo kako su Theysohn® klopke u stanovitoj prednosti pred drugim klopkama radi dizajna koji omogućuje optimalno isparivanje feromona i dobru siluetu za potkornjake. Nedostatak je, kako je vidljivo iz ovog rada, izlazak određene količine kukaca iz klopke.

1.3. Razlozi uvođenja feromonskog monitoringa borovih potkornjaka u JP Hrvatske šume

Znanstveno je potvrđeno da se u budućnosti na području Sredozemlja, kojemu pripada i Hrvatska, može očekivati povećana temperatura zraka kao i smanjenje količine oborine, a time i češće i intenzivnije pojave suše (Cindrić Kalin 2020). Poznato je da nepovoljna odstupanja temperatura i oborina povećavaju rizik opstanka za mnoge šumske vrste drveća. S jedne strane, stabla u takvim uvjetima fiziološki slabe, s druge strane, štetni organizmi najčešće imaju povoljnije uvjete za razvoj (Wilf i Labandeira 1999). Nepovoljne posljedice povećanja temperature i utjecaj suša nisu vidljive odmah, već nakon nekog vremena, obično nekoliko godina. Šume borova priobalnog pojasa općenito imaju izrazitu općekorisanu funkciju (Sabadi i dr. 1988, Prpić i dr. 2005) s naglašenom zaštitnom, ekološkom i socijalnom ulogom, a zbog svojeg položaja pod jakim su antropogenim utjecajem. Borovim sastojinama, koje su najčešće umjetno podignute, uloga, uglavnom, nije gospodarska, već se u Sredozemlju puno više ističe njihova zaštitna funkcija (protuerozijska, hidrološka i vodozaštitna) (Matić i dr. 2005).

Klimatske promjene mogu nepovoljno utjecati na borove na dva načina: i) izravno, preko fiziološkog slabljenja stabala; ii) neizravno poboljšanjem uvjeta za razvoj raznih vrsta štetnih kukaca. Intenzitet i frekvencija suše povećali su se u Dalmaciji, koja je dio prirodnog areala potkornjaka *O. erosus*, a poznato je da aridifikacija uzrokuje kumulativni stres stablima (Spaić 1964). Usto, sve je više dokaza da klimatske promjene utječu na populacijsku dinamiku šumskih kukaca (Franjević i dr. 2012, Lieutier i Paine 2016, Battisti i dr. 2006, Nealis i Peter 2009). Temperatura je primarni čimbenik koji utječe na razvoj kukaca kao poiklotermnih organizama te oni brzo reagiraju na promjene u temperaturi (Bale i dr. 2002). Te reakcije odražavaju se kroz promjene u gustoći populacije i području pridelaska utjecane vrste (Pureswaran et al. 2018). Općenito, u umjerenim zonama porast temperature povezan s klimatskim promjenama može rezultirati promjenama u osobinama kukaca kao što su: širenje geografskog rasprostranjenja, povećanje uspješnosti prezimljavanja, povećanje broja generacije, produljenje sezone razvoja itd. (Hill i dr. 2011). Pernek i dr. (2012) smatraju da za sušenje borova u Dalmaciji ne postoji jedan izraziti biotički čimbenik, već se sušenje borova treba gledati kao kompleksan fenomen, što znači da dolazi do ulančavanja nepovoljnih utjecaja abiotičkih i biotičkih čimbenika. U sklopu Izvještajno prognoznih poslova (IPP) u Hrvatskoj u 2018. godini postavljen je veći broj feromonskih klopki za ulov mediteranskog potkornjaka diljem Dalmacije (Štetnici Hr, 2016). Ulovi su se jako međusobno razlikovali s obzirom na lokaciju postavljanja, ali je zapažen iznimno velik broj jedinki na nekim lokacijama koji je dosegao i do 30.000 jedinki tjedno (Pernek 2018). Kombinacija nepovoljnih čimbenika kao što su klimatske promjene povezane sa monokulturom, te sekundaran napad potkornjaka, uzrokom su početnog sušenja alepskih borova (*Pinus halepensis* Mill.) u Dalmaciji krajem 2016. To je dovelo do početka gradacije mediteranskog potkornjaka, *Orthotomicus erosus* Wollaston u 2017. godini (Pernek 2018, Pernek i sur. 2019). Ova vrsta potkornjaka može u određenim uvjetima prijeći u primarne štetnike te početi napadati i potpuno zdrava stabla, što je poznato kod nekih vrsta potkornjaka (Wermelinger 2002). U mediteranskom području tome posebice pogoduje aridifikacija, budući da se poboljšavaju uvjeti za preživljavanje, reprodukciju, voltinizam i prostorno širenje potkornjaka (Battisti i Larson 2016). Prirodni neprijatelji nisu u stanju pratiti naglo povećanje populacije mediteranskog potkornjaka, stoga je rezultat naglo povećanje suhih stabala. Ova dotada nezabilježena pojava na hrvatskom Mediteranu pojavila se u cijeloj Dalmaciji južno od Zadra sa blažim ili jačim intenzitetom, ovisno o lokaciji. Ova vrsta u Europi ima najviše dvije generacije godišnje, zbog klimatskih promjena, na Mediteranu je moguće dvije do sedam generacija (u najtoplijim dijelovima Mediterana). Na stablima se izlazne rupe najprije pojavljuju u krošnji što znači da je mediteranski potkornjak najprije prisutan u tom dijelu stabla, a nakon što slomi otpor stabla ubušuje se i u donje dijelove. Ovo je važno, stoga što se donji nezaraženi dijelovi stabla mogu koristiti kao lovna stabla, koja su važan dio integrirane zaštite šuma. Tako se izbjegava rušenje potpuno zdravih stabala. Također, vrlo je važno prepoznavati stabla iz kojih je potkornjak izašao. Takva stabla ne predstavljaju nikakvu opasnost za širenje zaraze, naprotiv, mogu biti važna za razvoj i širenje prirodnih neprijatelja. Stoga stabla koja su mrtva treba rušiti iz estetskih ili protupožarnih razloga, ali nikako ne prioritetno kao preventivnu mjeru zaštite, jer tu funkciju ne ispunjava. Trenutno je primarna upotreba feromona u integriranoj zaštiti šuma prikupljanje informacija o potencijalno štetnim vrstama entomofaune.

Iako se prikupljenim podacima ne omogućuje izravno definiranje stanja populacije štetnika, osobito u zaštićenim područjima s različitim pristupom aktivnoj/pasivnoj zaštiti (Grodzki 2021), dugoročnim monitoringom se može odrediti dinamika populacije tijekom određenog vremena. Tako dobiveni rezultati pomažu u pravovremenom donošenju odluka o primjeni optimalnih mjera zaštite (Baker i Heath 2005) kojima se nastoji smanjiti intenzitet napada i izbjeći neučinkovito korištenje sredstava za zaštitu. Tako feromonska klopka može služiti u dijagnostično-prognoznoj svrhi, kao nadomjestak za kemijska tretiranja, te u zaštiti korisnih vrsta (predatora, parazitoidea) (Pernek 2000) ili za pravovremenu detekciju invazivnih vrsta. Sve to dovelo je do napora djelatnika Hrvatskih šuma da se na području zahvaćenom prenamnoženjima borovih potkornjaka pokrene sustav njihova feromonskog sustava. Kao i svake godine, djelatnici Hrvatskih šuma na šumarijama pratili su pojavu i brojno stanje štetnika, raznih defolijatora. Prikupljeni podaci upisani su u registar Izvještajno prognoznih poslova u šumarstvu (IPP), pa se tako dobila potpuna slika o potrebama suzbijanja štetnika na određenim površinama.

1.3.1. *Orthotomicus erosus* (Wollaston, 1857) – mediteranski borov potkornjak

Mediteranski potkornjak kornjaš je crvenkasto smeđe boje, čiji se hodnici nalaze u živom dijelu kore dužine 2,7–3,5 mm. Ličinke su bijele i bez nogu, dužine oko 2,7–3,5 mm, a izgled se ne mijenja rastom. Jajašca su bijele boje, dijelom prozirna, dužine od oko 1 mm. Rasprostranjen je u Sredozemlju i južnoj Europi, te Aziji i sjevernoj Africi. Sekundarni je štetnik koji se nalazi na nedavno mrtvim ili oborenim stablima, ali može napasti i oslabljena živa stabla. U slučaju većeg broja populacije može napasti zdrava stabla i prouzrokovati njihovo odumiranje. Nakon sušnih razdoblja ili požara u toplijim dijelovima mediteranske regije može doći do teških izbijanja. *O. erosus*, koji inficira alepski bor te može razviti do 4 generacije godišnje ili čak do 7 generacija, dok je u Hrvatskoj opisano samo 2 do 3 generacije. Vrijeme razvojnog ciklusa traje 26-76 dana. Mužjaci *O. erosus* buše kroz koru u kambiju gdje se pare s nekoliko ženki. Ženke grade jajne galerije i mogu smjestiti do 75 jajašaca u udubljenjima duž galerija. Ličinke prolaze kroz tri stadija i grizu svoje galerije okomito na one materinske hodnike. Imaga sazrijevaju tako što se hrane ispod još vlažne kore, a ako je kora previše suha, prelaze na drugo stablo. Prezimljavaju u stadiju imaga i aktivni su u rasponu temperature 14- 38 °C. Za razmnožavanje biraju grube stabljike debla i grane promjera većeg od 5 cm. Dijelovi debla od glatke kore koriste se za hranjenje do sazrijevanja, dok donji dijelovi starih stabala s previše gustom korom nisu pogodni za napad (Pernek i dr. 2019). Mediteranski borov potkornjak dolazi na gotovo svim vrstama borova u primorskim krajevima te je zbog toga tipičan štetnik Mediterana (Jakobašić 2020). Imaga su snažni letači, sposobni prijeći područje od nekoliko kilometara u potrazi za pogodnim domaćinom. Mužjak najprije kolonizira stablo i stvara bračnu komoru, koju potom nastanjuju, najčešće, dvije ženke. Ženke polažu od 26 do 75 jajašaca, po jedno u svojoj niši. Larvalni hodnici nalaze se u živom dijelu kore (floemu). Nakon što ličinke izađu iz jajeta hrane se floemom i s bračnom komoricom te materinskim hodnicima stvaraju specifičan, prepoznatljiv uzorak.

Kad su ličinke spremne za kukuljenje, buše hodnike prema kori, osobito ako je floem deblji. Nakon što se razviju u odrasle jedinke, izlaze iz stabala ostavljajući za sobom malene okrugle izlazne bušotine promjera oko 1,6 mm. Te mlade odrasle jedinke mogu nanovo kolonizirati ista stabla ili prelaze na druga (Pernek i dr. 2019). Na područjima na kojima je prirodno rasprostranjen, mediteranski potkornjak radi štete na raznim vrstama bora (*Pinus* spp.), a pronađen je i na smreci (*Picea* spp.), jeli (*Abies* spp.), čempresu (*Cupressus* spp.) i cedru (*Cedrus* spp.). Od alohtonih vrsta domaćin mu je duglazija (*Pseudotsuga* spp.) (Mendel 1988).



Slika 2 *Orthotomicus erosus*; lijevo: bočno, desno: dorzalno, dolje: skup (Izvor: BugGuide, <https://bugguide.net/node/view/1707511> (Pristupljeno: 05.09.2022.))

1.3.2. *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. Ovaj potkornjak crne boje pokriven je smečkastim dlakama, a noge i ticala su rdaste. Ističe se zupcima na obronku pokrivanja kojih nalazimo po šest sa svake strane po kojima je dobio ime. Duljina tijela je od 6 do 8 mm pa je ujedno veliki potkornjak. Ima do 6 generacija godišnje, ovisno o temperaturi i ostalim klimatskim uvjetima. Pod korom radi do 30 cm dugačke materinske hodnike koji su uzdužni, a mogu biti 4-5 mm široki. Larvalni hodnici se nalaze sa strane materinskih i razmjerno su kratki, tek 1-3 cm. Uvijek imaju veći broj zračnih otvora i čitava se grizotina nalazi u kori. Mladi potkornjaci vrše dopunsko prežderavanje u produženju zipke. U Hrvatskoj ima dvostruku generaciju gdje se proljetno rojenje zbiva u travnju, a ljetno u srpnju. Roji se na temperaturi iznad 20 °C, pritom imago ima sposobnost da preživi na temperaturi do -19 °C, a ličinka do -9 °C. Kod ove vrste je specifično što može letjeti do 50 km.

Tipičan je sekundarni štetnik jer u prvom redu napada ležeća stabla, a zatim bolesna koja se suše. Može ga se naći često u nagorenim, još živim stablima borova (Jakobašić 2020).



Slika 3 Ips sexdentatus; lijevo: dorzalno, desno: skup (Izvor: Wikimedia, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Ips_sexdentatus_%28Boerner%2C_1767%29.png (Pristupljeno: 05.09.2022.); vlastiti izvor)

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je analizirati i utvrditi intenzitet ulova kornjaša iz sustava naletno barijernih klopki koji su uvršteni u sustav monitoringa potkornjaka u kulturama alepskog i crnog bora na području kojim gospodari JP Hrvatske šume za 2018., 2019., 2020. i 2021. godinu. Ciljane vrste u sustavu monitoringa su *Orthotomicus erosus* i *Ips sexdentatus*. Svrha uspostavljenog monitoringa, kako je zamišljen i koncipiran prema uputama Hrvatskog šumarskog instituta, jest po prvi puta utvrditi stanje populacija potkornjaka na području JP Hrvatskih šuma, njihovu relativnu brojnost, najčešće i najvažnije vrste opasne za kulture alepskog i crnog bora. Također, na temelju analiziranih uzoraka utvrditi zastupljenost i značaj pojedinih vrsta ciljane i neciljane entomofaune u odnosu na ukupan ulov u sustavu monitoringa. Ukupni ulovi dominantnih štetnih vrsta pokazuju (ne)stabilnost šumskih ekosustava u Dalmaciji. U sklopu mjera zaštite za suzbijanje mediteranskog potkornjaka u 2018. godini u Hrvatskoj postavljene su feromonske klopke u svrhu monitoringa. Naglo povećanje populacije potkornjaka prirodni neprijatelji nisu u stanju pratiti, a najčešća posljedica je naglo povećanje borovih sušaca. S obzirom na klimatske okolnosti u posljednja dva desetljeća, populacije potkornjaka iskazuju nepredvidljivi karakter i iznenadna prenamnoženja nakon sušnih sezona. Iz tog je razloga potrebno daljnje praćenje kako bi se moglo na vrijeme pravilno reagirati ako dođe do neželjene masovne pojave ovih štetnika.

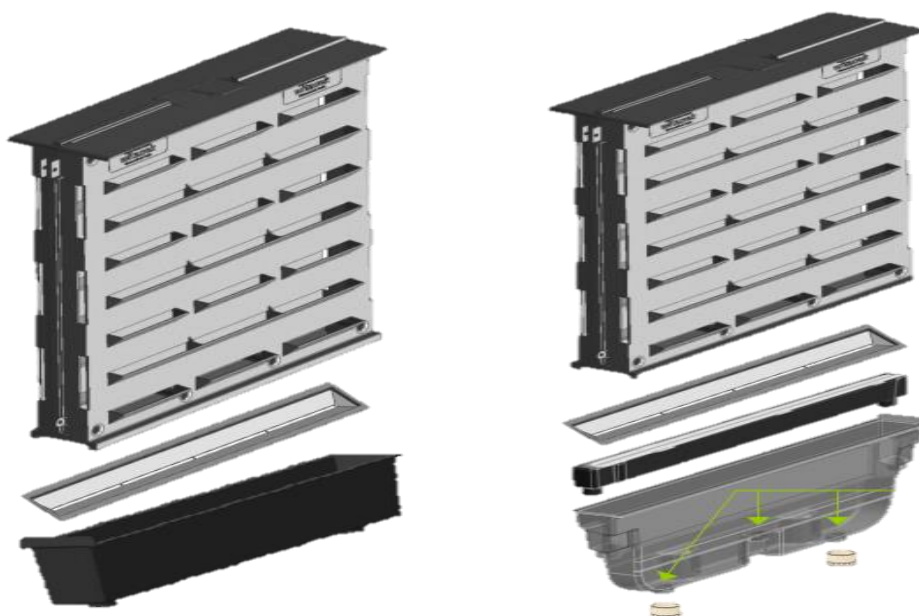
Istraživanje je imalo slijedeće konkretne ciljeve:

1. Popisati sve lokacije obavljanja feromonskog monitoringa na obali i otocima od početka monitoringa 2018. godine do posljednjih dostupnih podataka iz 2021. godine
2. Tablično i grafički obraditi ulove po vrstama i lovnim pozicijama
3. Usporediti ulove iz različitih područja monitoringa
4. Analizirati zastupljenost dvije vrste borovih potkornjaka, učinkovitost korištenih feromonskih pripravaka i komentirati svrhovitost cijelog sustava

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Tipovi korištenih klopki

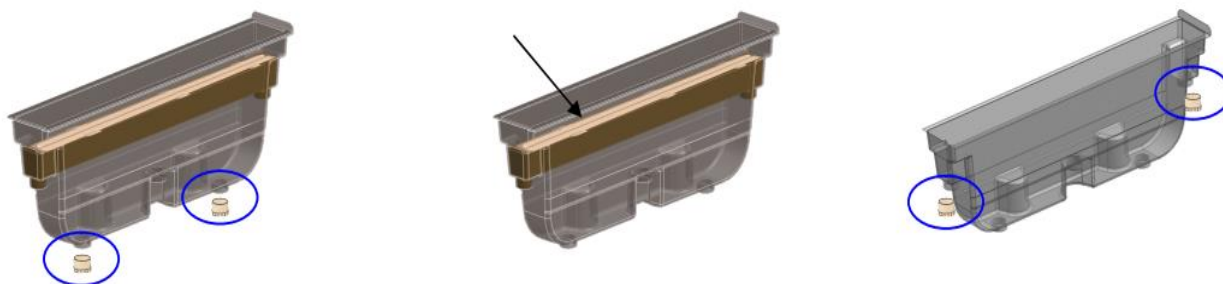
Feromonske klopke opremljene s feromonom koriste se u sustavu integrirane zaštite šuma za monitoring populacije potkornjaka, ali i za masovni izlov i prekid infestacije. U posljednja dva desetljeća šumarska operativa u Hrvatskoj uglavnom koristiti crnu naletno barijernu Theysohn® feromonsku klopku za monitoring populacija potkornjaka. Prema Pernek (2000.) feromonska klopka daje odgovore o dinamici razvoja i biološkim značajkama određenih vrsta kukaca, što će povećati spoznaje o njima, u svrhu što boljeg rješavanja problema suzbijanja štetne entomofaune. Ovisno o štetočini, Witasek® koristi specifičnu mješavinu feromona i kairomona (= atraktora prekrivenih drvećem) najviše čistoće, koji osiguravaju izvrstan rezultat ulova. Feromonske klopke opremljene s feromonima ključan su faktor u monitoringu populacija i procjeni rizika nastajanja šteta uzrokovanih potkornjacima. Stoga je mnogo važnije osim efikasnosti feromonske klopke utvrditi prag epidemije za svaku agresivnu vrstu potkornjaka na temelju broja ulovljenih jedinki u feromonskoj klopki. Postoje više klopki za potkornjake, a dvije koje su korištene jesu: MultiWit® i WitaTrap® klopka za potkornjake. Razlika između ove dvije klopki jest što je WitaTrap® jedna od klopki za potkornjake, koja se može koristiti u suhom načinu ulova. MultiWit® je za razliku od WitaTrap®, klopka koja može koristiti u mokrom i suhom načinu ulova. Također, vidljiva je razlika u različitoj boji spremnika. MultiWit® nema klasičnu tamnu boju ladice već proziran spremnik čime je lakše i točnije određivanje količine zarobljenih kornjaša.



Slika 4 Prikaz klopki za potkornjake s glavnim dijelovima, WitaTrap® (lijevo) i MultiWit® (desno)(Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/03/02/65/2019-06_Aufstellenanleitung_MultiWit-BK_Schlitzfalle_grau_en_Mail.pdf (pristupljeno 06.09.2022.))

U monitoringu borovih potkornjaka na području JP hrvatskih šuma koristile su se oba tipa feromonskih klopki (koriste se i danas). Korištene su feromonske klopke “MultiWit“ tvrtke Witasek® koje se mogu koristiti za monitoring (suhi ulov) i masovni ulov potkornjaka (mokri ulov). Korišteni su feromonski disperzeri Erosowit tube i Sexowit od firme Witasek GmbH te su oba od početka u uporabi.

Spremnik za prikupljanje MultiWit® klopke dizajniran je tako da omogući prijelaz sa suhog hvatanja na mokro. Kada se koristi metoda mokrog hvatanja, posude je potrebno provjeravati i prazniti svakih samo 4-8 tjedana jer zarobljeni kornjaši se čuvaju u vodenoj otopini soli koja sprječava stvaranje bilo kakvog mirisa truljenja koji bi odvrćao novopridošle kornjaše. Za metodu mokrog hvatanja, dvije kapice se pričvršćuju na dva donja izlaza i ulijeva se otopina ulovne slane vode. Ta otopina se može miješati ili izravno u ladici za hvatanje ili alternativno u zasebnom spremniku. Žlijeb nije potrebno uklanjati kada se koristi metoda mokrog hvatanja. Sva kišnica koja prodire s vrha će se odvoditi kroz nju sprječavajući razrjeđivanje, a time i smanjeni učinak otopine za hvatanje.



Slika 5 Prikaz razlika između suhe i mokre metode hvatanja.

Lijevo: mokri način hvatanja (čepovi su pričvršćeni na dva donja izlaza ladice za hvatanje);
u sredini: metoda suhog hvatanja s žlijebom (poklopci nisu potrebni);

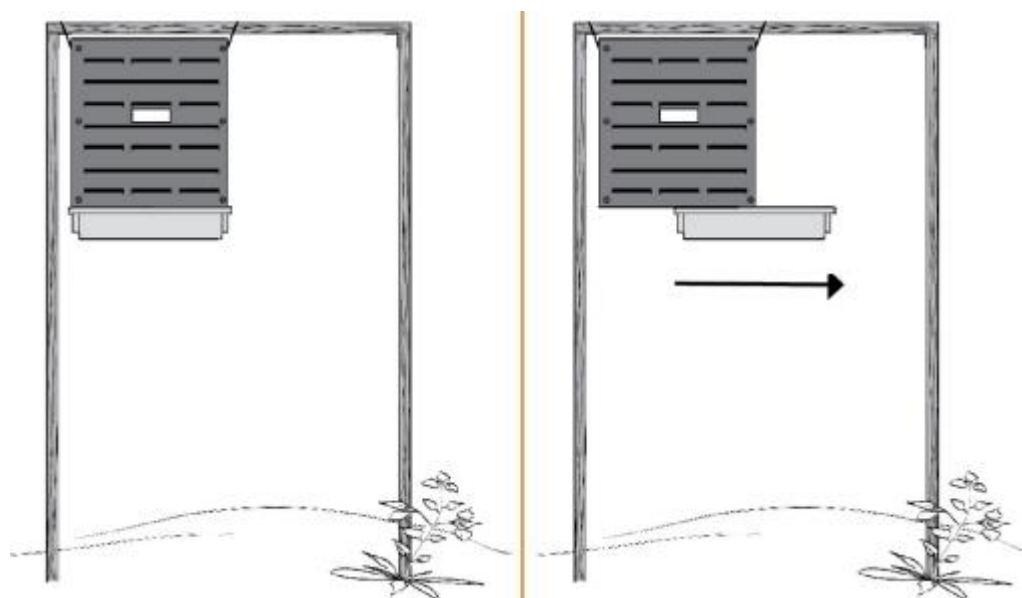
desno: metoda suhog hvatanja bez žlijeba (čepovi su pričvršćeni na dva gornja izlaza ladice za hvatanje) (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/03/02/65/2019-06_Aufstellenleitung_MultiWit-BK_Schlitzfalle_grau_en_Mail.pdf (pristupljeno 06.09.2022.))

Kada se koristi metoda suhog hvatanja, odnosno WitaTrap®, ladicu je potrebno provjeravati i prazniti jednom tjedno tijekom glavnog razdoblja leta potkornjaka. To je posebno važno za vlažnog vremena jer zarobljeni kornjaši počinju trunuti što će odvrćati novopridošle kornjaše. Prilikom brojanja pomoću mjerne posudice, 1 ml ulova odgovara cca. 50 potkornjaka smrekovog pisara ili cca. 600 šestozubih smrekinih potkornjaka. Witatrap® se sastoji od 3 glavna dijela, a to su: “tijelo“ klopke s utorima (boja mora biti tamnija radi boljeg ulova pa su najčešće tamnosmeđe ili crne boje), lijevak (uklonjiv) i 2 sita od nehrđajućeg čelika (zavareni).

Prednosti korištenja WitaTrap® klopke:

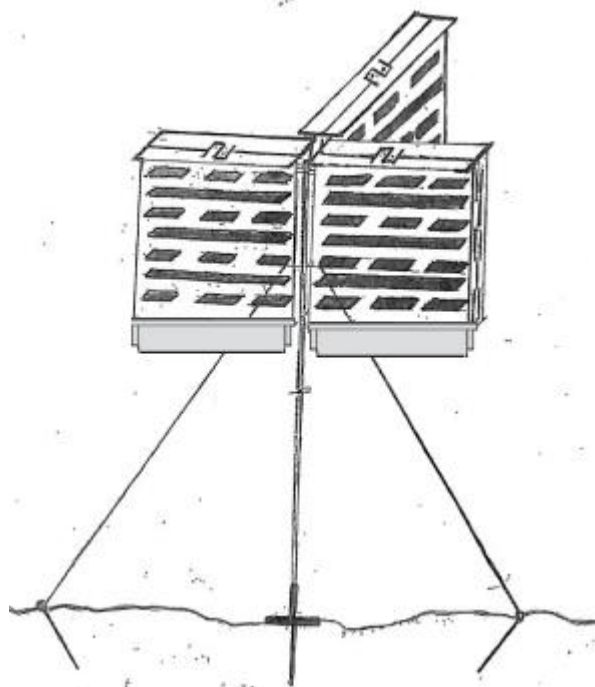
- ✓ Glatka površina za koju se kornjaši ne mogu prilijepiti
- ✓ Poboľšani učinak hvatanja za masovno hvatanje i praćenje u metodi suhog hvatanja
- ✓ Nekoliko primjena (jedna klopka/ klopka u sustavu od triju klopki postavljenih u zvijezdu)
- ✓ UV stabilan
- ✓ Visoka funkcionalna pouzdanost – trajno zavareni zasloni od nehrđajućeg čelika osiguravaju pouzdanu odvodnju vode
- ✓ Bez utjecaja zbog vjetrova, kiše ili snijega
- ✓ Lako se kombiniraju u zvijezdu s tri zamke kako bi se povećao učinak hvatanja
- ✓ Smanjenje populacije potkornjaka – ako se zamka s prorezima pravilno koristi i kombinira s odgovarajućom profesionalnom higijenom šuma, zaraza se može značajno smanjiti u kratkom vremenu.

U daljnjem tekstu prikazane su upute za ugradnju i korištenje klopke kao jednostruka klopka ili klopka u sustavu od triju klopki postavljenih u zvijezdu. Za uspravnu jednostruku zamku, krovne letve se mogu koristiti za izgradnju strukture nalik vratima kao DIY instalacija. Klopka se obavezno treba učvrstiti tako da bilo kakvo kretanje na vjetru bude svedeno na minimum. Klopka se postavlja na dovoljnu visinu kako ne bi bila prekrivena prizemnom vegetacijom, grmljem ili drvećem. Dozator se pričvršćuje dovoljno nisko tako da slobodno visi u unutrašnjosti klopke cca. na visini četvrtog reda proreza od vrha. Na taj način neće se zalijepiti za unutarnje zidove u vlažnim uvjetima, a kako bi to bilo učinkovitije potrebno je provjeravati stanje tijekom određenog perioda.



Slika 6 Prikaz uspravne pojedinačne zamke (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/03/02/65/2019-06_Aufstellenleitung_MultiWit-BK_Schlitzfalle_grau_en_Mail.pdf (pristupljeno 06.09.2022.))

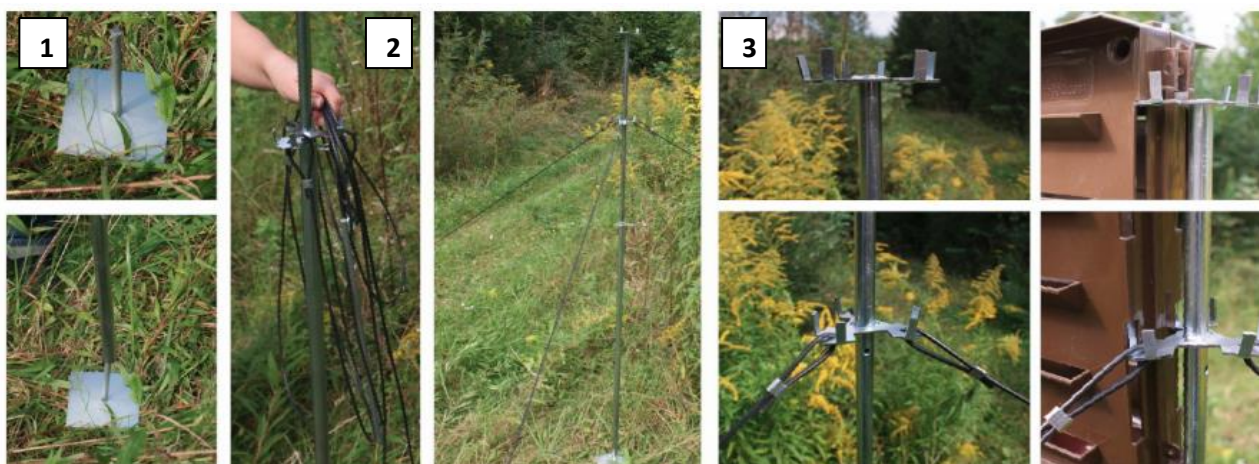
Tri pojedinačne WitaTrap® klopki potkornjaka mogu se kombinirati s WitaTrap® klopkom u sustavu od triju klopki postavljenih u zvijezdu. Kako su površine za ulov raspoređene po 360°, ovakva klopka dala je bolje rezultate ulova u usporedbi s jednostrukom klopkom u testovima. Učinak ulova ove feromonske klopke kreće se između 150 % i 250 % rezultata ulova postignuto pojedinačnim klopka ulova. Još jedna velika prednost je činjenica da je dovoljan jedan feromon kako bi privukao određene vrste kukaca. Stalac s tri klopke za potkornjake WitaTrap® dizajniran je tako da omogući pričvršćivanje zamki s utorima izravno na postolje. Radi bolje stabilizacije se mogu koristiti kliješta kako bi se malo savinule kuke za vješanje u svrhu lakšeg pričvršćivanja. Inače, nisu potrebni pričvršćivači ili slično. Prilikom postavljanja, odnosno vješanja ove klopke, potrebno je obratiti pozornost na stranu koja je postavljena. Potrebno je osigurati da se WitaTrap® posuda za zamke može ukloniti sa sva tri tijela klopke u bilo kojem trenutku, npr. tijekom pražnjenja ulova potkornjaka. Klin se zabija u tlo i montira se trostruki stalak sa zamkama. Uz klin se upotrebljava užad za zatezanje i sidro za tlo kako bi se stabiliziralo postolje za otpornost na vremenske uvjete. Materijal stalka je pocinčan kako bi se spriječila pojava hrđe.



Slika 7 Prikaz WitaTrap® klopke u sustavu od triju klopki postavljenih u zvijezdu (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/03/02/65/2019-06_Aufstellanleitung_MultiWit-BK_Schlitzfalle_grau_en_Mail.pdf (pristupljeno 06.09.2022.))

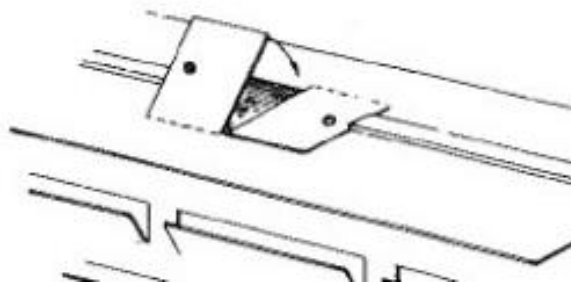
Klopka na terenu postavlja se u razdoblju sredine ili kraja ožujka kada govorimo o smrekovom pisaru (*Ips typographus*). Feromon se pričvršćuje prije prvog leta potkornjaka gdje je poželjna prosječna temperatura od 15-16°C u sjeni. Ovisno o podacima pakiranja feromona, drugi feromon se dodaje nakon završetka efektivnog razdoblja kako bi se povećao učinak atraktanta.

Prema tome koriste se dva standardna feromona koji su potrebni za dva leta godišnje, dok su tri feromona potrebna za tri leta godišnje. Na svježe očišćenim područjima (npr. vjetrolomi) gdje postoji velika mogućnost zaraze potkornjakom od smreke, klopke trebaju biti raspoređene u nizu ispred postojećih granica i na granicama izloženosti suncu. Ako su područja male površine onda je dovoljna ugradnja samo jedne klopke. Udaljenost klopki do zdravih stabala treba biti deset do dvanaest metara. Udaljenost između klopki (odnosi se na obje klopke) ne bi trebala prelaziti 50 m za nisku zaraženost, 30 m za srednju zarazu i 20 m za visoku zarazu. U slučaju vrlo velike gustoće zaraze preporuča se korištenje klopke u sustavu od triju klopki. Slika 4, prikazuje prvi korak gdje je potrebno pronaći stabilnu poziciju kako bi se sidro moglo zabiti u tlo. Zatim se, drugi korak, postavlja stalak u uspravnom položaju zajedno s tri užadi koja moraju biti dovoljno zategnuta. Prethodno zategnuta užad također se usidri u tlo pomoću klinova. Klopke s utorima, treći korak, se postavljaju na prethodno postavljen stalak na tzv. "udice". Prilikom postavljanja klopke s utorima za lakše provlačenje navoja koristi se kliještima kako bi se lagano savinule "udice" prema van.



Slika 8 Prikaz uputa za postavljanje klopke u sustavu od triju klopki (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/03/02/65/2019-06_Aufstellenanleitung_MultiWit-BK_Schlitzfalle_grau_en_Mail.pdf (pristupljeno 06.09.2022.))

Kada se radi o jednostrukoj klopki, feromon se napuni od vrha kroz jezičke u unutrašnjost klopke tako da je slobodno obješena na visini četvrtog reda proreza od vrha. Kod korištenja klopke u sustavu od triju klopki, potreban je samo jedan feromon koji je osiguran između tri klopke (na visini četvrtog reda proreza od vrha) na strani zasjenjenja stalka.



Slika 9 Prikaz pozicije feromona (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/03/02/65/2019-06_Aufstellenleitung_MultiWit-BK_Schlitzfalle_grau_en_Mail.pdf (pristupljeno 06.09.2022.))

Klopke za *Pityogenes chalcographus* postavljaju se u ili na šikarama, drvetu ili zrelom drvu smreke gdje je zaražena od strane smrekovog šestozubog potkornjaka otkrivena tijekom tekuće ili prethodne godine. Broj postavljenih klopki ovisit će o veličini površine, a udaljenost klopki do zdravih stabala nalazi se na deset do dvanaest metara. Klopke se postavljaju u ožujku nakon prvih dana bez mraza. Prije leta *Pityogenes chalcographus* u klopku se postavlja odgovarajući feromon. Ponovno punjenje feromonom nije potrebno jer će jedan feromon biti dovoljan za njihovo letno razdoblje. Klopke se postavljaju u postojeće šume smreke ako je zaraza otkrivena u ležećoj šumi tijekom tekuće ili prethodne godine. Udaljenost prostora za skladištenje drva korištenih u prethodnoj godini do novih skladišnih površina treba biti najmanje 50 m. Populacija kornjaša u skladištima drva korištenim u prethodnoj godini, trebala bi biti smanjena jer će kornjaši od srpnja prezimiti u šumskom tlu. Na taj način se može smanjiti nova zaraza u sljedećoj godini. Zamke se uvijek postavljaju u prošlogodišnja skladišta za drva. Klopke u sustavu od triju klopki se obavezno koriste ako su populacije kornjaša vrlo velike ili na mjestima gdje je veliki broj ulova identificiranih u kontrolnim zamkama (1000 kornjaša ili više). Klopke se postavljaju najmanje 30-40 m od granice u unutrašnjosti postojeće šume te se ne postavljaju neposredno uz stabla (udaljenost od debla najmanje 1 m). Udaljenost do skladišta drva treba biti cca. 50 m, razmak između zamki trebao bi biti između 15 m (za klopke u sustavu od triju klopki, a posebno za skladišta drva) do 30 m (za pojedinačne zamke). Kada se koristi samo jedna klopka, feromon se postavlja odozgo kroz jezičke u unutrašnjost klopke tako da bude obješen na visini četvrtog reda proreza. Kada se ipak koristi klopka u sustavu od triju klopki, potreban je samo jedan feromon, tj. da bude osiguran između tri klopke (na visini četvrtog reda proreza od vrha) na postolju. Glavno razdoblje leta različitih kornjaša varirat će ovisno o klimatskim uvjetima. Kako bi se odredilo približno letno razdoblje, može se radi dodatne sigurnosti, postaviti nekoliko zamki uz često provjeravanje. Uz to se preporuča i provjeravati susjedna stabla na moguće zaraze.

3.2. Feromoni

Feromonima i univerzalnim atraktivnim tvarima za suzbijanje štetočina mogu se posebno privući određene vrste štetočina ili kombinacija štetnih kukaca u zamku. Proizvodi se moraju čuvati u originalnom pakiranju (obično aluminijskom) na hladnom, suhom i dobro prozračenom mjestu te biti zaštićeni od topline i izvora paljenja. Feromon koji je korišten kao atraktant jest Erosowit Tube, odnosno to je atraktivni feromon za privlačenje europskog borovog potkornjaka (*Orthotomicus erosus*). Feromonska cijev ili cjevasti dozator (npr. Kombiwit cijev) je dozator zatvoren u aluminijskoj vrećici i otvarati se smije samo aluminijska vrećica. Posebna plastika osigurava sporu difuziju feromona prema van te se ovakva vrsta feromona ne smije oštetiti, rezati ili probušiti. Ako je vrećica oštećena, tekući feromoni bi isparili unutar nekoliko dana i određeno trajanje učinka više nije onako kako je propisano. Feromonska cijev je obješena unutar klopke prema opisu odgovarajućeg proizvoda, a u slučaju MultiWit® klopke potkornjaka, na primjer, feromon je obješen u donjoj trećini klopke. Također kao i u slučaju standardnog dozatora, neiskorišteni feromoni uvijek se moraju čuvati na temperaturama ispod nule. Otpuštanje feromona traje 6-8 tjedana.



Slika 10 Prikaz izgleda cjevastog dozatora (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/d0/07/80/2019_Storage-handling-of-pheromones_Witasek_Mail_en.pdf (Pristupljeno 06.09.2022.))

Postoje više oblika dozatora, a to su: standardni dozator, ampulski dozator, feromonski čep, feromonski štapić, feromonska boca i bočica. Standardni dozator (npr. Ipsowit Standard®, Chalcowit Standard®) je feromonska “tvar” koja je zatvorena u prozirnu plastičnu vrećicu. Zapakirana je u aluminijskom pakiranju i otvara se samo aluminijska vrećica. Zbog posebne vrste plastike osigurana je kontrolirana difuzija feromona prema van. U slučaju ako je vrećica oštećena, tekući feromoni bi isparili u roku od nekoliko dana od navedenog trajanja učinka. Ako je feromon neiskorišten, uvijek se mora čuvati na temperaturama ispod nule.



Slika 11 Prikaz izgleda standardnog dozatora (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/d0/07/80/2019_Storage-handling-of-pheromones_Witasek_Mail_en.pdf (Pristupljeno 06.09.2022.))

Ampula feromona, odnosno ampulski dozator (npr. Pheroprax®, Chalcoprax®) je dozator zatvoren u aluminijskoj vrećici. Posebna plastika osigurava sporu difuziju feromona prema van te se ovakva vrsta feromona ne smije oštetiti, rezati ili probušiti. Ako je vrećica oštećena, tekući feromoni bi isparili unutar nekoliko dana i određeno trajanje učinka više nije onako kako je propisano. Feromonska cijev je obješena unutar klopke prema opisu odgovarajućeg proizvoda, a u slučaju MultiWit® klopke potkornjaka, na primjer, feromon je obješen u donjoj trećini klopke. Također kao i u slučaju cjevastog dozatora, neiskorišteni feromoni uvijek se moraju čuvati na temperaturama ispod nule.



Slika 12 Prikaz izgleda ampulskog dozatora (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/d0/07/80/2019_Storage-handling-of-pheromones_Witasek_Mail_en.pdf (Pristupljeno 06.09.2022.))

Jedan od dozatora jest feromonski čep koji se vadi iz aluminijske ambalaže i umeće u klopku prema odgovarajućem opisu. U slučaju WitaTrap Delta Super®, feromonski čep je prilijepljen na središte ljepljive baze. Neiskorišteni feromoni uvijek se moraju čuvati na temperaturama ispod nule te ne smiju biti probušeni ili razrezani.



Slika 13 Prikaz izgleda feromonskog čepa (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/d0/07/80/2019_Storage-handling-of-pheromones_Witasek_Mail_en.pdf (Pristupljeno 06.09.2022.))

Sljedeći od dozatora jest feromonski štap koji se također nalazi u aluminijskoj ambalaži i umeće u klopku prema odgovarajućem opisu. Feromonski štapić ne smije se bušiti ili rezati i uvijek se mora čuvati na temperaturama ispod nule.



Slika 14 Prikaz izgleda feromonskog štapića (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/d0/07/80/2019_Storage-handling-of-pheromones_Witasek_Mail_en.pdf (Pristupljeno 06.09.2022.))

Boca feromona (npr. GLV Plus) jest vrsta dozatora koja je zatvorena u prozirnoj plastičnoj boci. Ovaj dozator se isporučuje npr. u aluminijskom pakiranju u bijelom spremniku. Samo aluminijska vrećica i vanjska ambalaža (npr. bijeli spremnik) mogu se otvoriti. Ovakva boca feromona se ne smije rezati, bušiti ili na drugi način oštetiti. Kod ove boce je specifično što se ne smije uklanjati čep već postoji posebna plastika koja osigurava kontroliranu difuziju feromona prema van.

Ako je vrećica oštećena, tekući feromoni će ispariti unutar nekoliko dana i navedeno trajanje učinka više nije isto. Boca feromona obješena je u klopki s priloženom žicom. Feromoni koji su neiskorišteni čuvaju se na temperaturama ispod nule.



Slika 15 Prikaz izgleda boce feromona (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/d0/07/80/2019_Storage-handling-of-pheromones_Witasek_Mail_en.pdf (Pristupljeno 06.09.2022.))

Zadnja navedena vrsta dozatora jest feromonska bočica, gdje je prilikom isporuke, bočica s feromonom (npr. Bactrowit®, Dipowit®) zatvorena u aluminijsku vrećicu. Za željeni učinak privlačnosti određene vrste kukaca, potrebno je koristiti 2 ml tekućine bočice ili prema uputama koje se nalaze na stranicama bočice. Tekućina nije vidljiva i ima lagani miris. Osigurana je kontrolirana difuzija feromona prema van zbog posebne vrste plastike od koje je izrađena. Bočica feromona obješena je u klopki s priloženom žicom ili koncem. Neiskorišteni feromon se mora nalaziti na temperaturama ispod nule niti se proizvod ne smije oštetiti (u slučaju oštećenosti, atraktant isparava brže od navedenog trajanja učinka).



Slika 16 Prikaz izgleda bočice feromona (Izvor: Witasek, https://www.witasek.com/media/pdf/d0/07/80/2019_Storage-handling-of-pheromones_Witasek_Mail_en.pdf (Pristupljeno 06.09.2022.))

Osim feromona Erosowit Tube korišten je i semiokemikalijski pripravak Sexowit® koji je korišten kao atraktant. Ovaj pripravak koristi se kao agregacijski feromon za hvatanje velikog šestozubog borovog potkornjaka (*Ips sexdentatus*). Korišten je standardni feromonski paketić, koji prilikom postavljanja mora ostati u originalnoj prozirnoj foliji, jer ona dozira otpuštanje feromona tijekom dužeg vremena. Otpuštanje feromona traje 8-9 tjedana. Proizvod se čuva u dobro zatvorenoj originalnoj ambalaži (obično aluminijskoj ambalaži), na dobro prozračenom mjestu, na hladnom i suhom mjestu. Držati podalje od izvora topline i paljenja te je preporučeno skladištenje na temperaturama ispod nule, u zamrzivaču.



Slika 17 Naletno barijerna feromonska klopka MultiWit® u GJ Borovača (Autor: Hrašovec B.)



Slika 18 Pakiranje feromonskog pripravka Erosowit (lijevo) i standardna feromonska ampula (desno) (Autor: Hrašovec B.)



Slika 19 Terensko sakupljanje ulova iz spremnika MultiWit® klopke

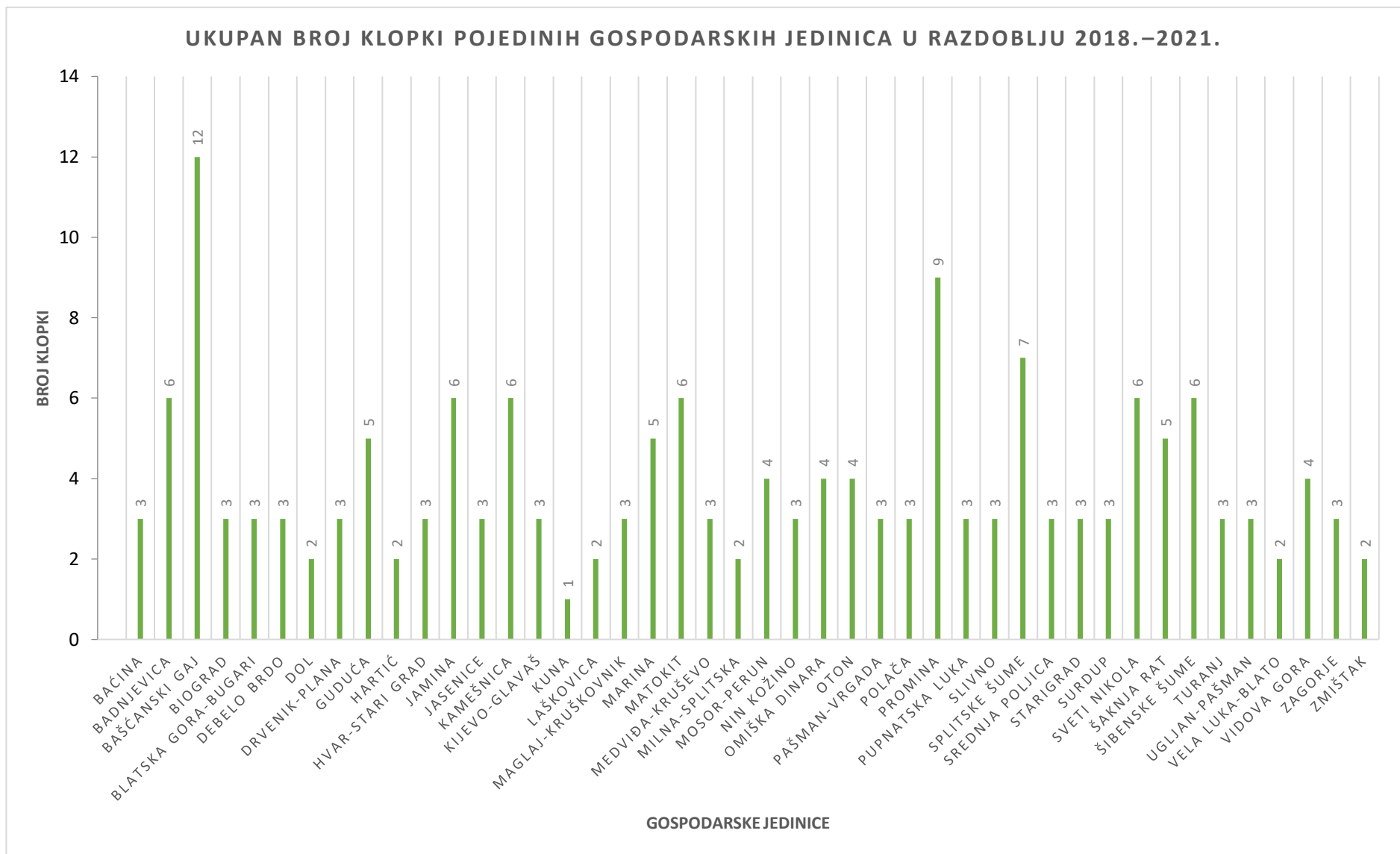
4. REZULTATI I RASPRAVA

U Hrvatskoj je tijekom 2018. godine započeo sustav praćenja dvaju vrsta borovih potkornjaka gdje je postavljen veći broj feromonskih klopki u primorskim i dalmatinskim upravama šuma. Podaci su uzeti i obrađeni iz digitalnih računalnih baza Odjela za ekologiju i zaštitu šuma pri Direkciji Hrvatskih šuma. U tablici 1 brojčano je prikazano kako je rastao broj klopki po pojedinim godinama, odnosno gospodarskim jedinicama.

Tablica 1 Ukupan broj klopki pojedinih gospodarskih jedinica u razdoblju 2018. – 2021.

GOSPODARSKA JEDINICA		GODINE				Σ
		2018.	2019.	2020.	2021.	
1.	<i>Baćina</i>	1	1	1	0	3
2.	<i>Badnjevica</i>	2	2	2	0	6
3.	<i>Bašćanski gaj</i>	4	4	4	0	12
4.	<i>Biograd</i>	1	1	1	0	3
5.	<i>Blatska gora-Bugari</i>	1	1	1	0	3
6.	<i>Debelo brdo</i>	1	1	1	0	3
7.	<i>Dol</i>	0	1	1	0	2
8.	<i>Drvenik-Plana</i>	1	1	1	0	3
9.	<i>Guduća</i>	2	2	1	0	5
10.	<i>Hartić</i>	1	1	0	0	2
11.	<i>Hvar-Stari grad</i>	2	1	0	0	3
12.	<i>Jamina</i>	2	2	2	0	6
13.	<i>Jasenice</i>	1	1	1	0	3
14.	<i>Kamešnica</i>	3	3	0	0	6
15.	<i>Kijevo-Glavaš</i>	1	1	1	0	3
16.	<i>Kuna</i>	1	0	0	0	1
17.	<i>Laškovica</i>	1	1	0	0	2
18.	<i>Maglaj-Kruškovnik</i>	1	1	1	0	3
19.	<i>Marina</i>	2	2	1	0	5

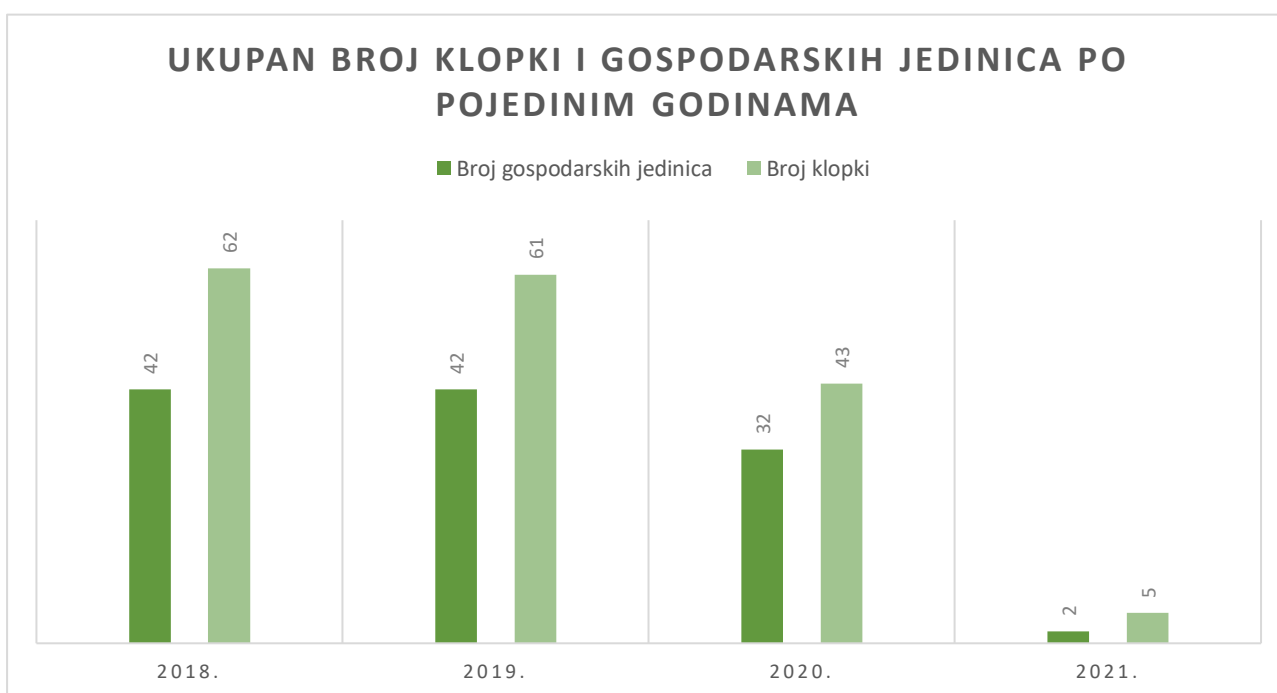
20.	<i>Matokit</i>	4	2	0	0	6
21.	<i>Medviđa-Kruševo</i>	1	1	1	0	3
22.	<i>Milna-Splitska</i>	1	1	0	0	2
23.	<i>Mosor-Perun</i>	1	2	1	0	4
24.	<i>Nin Kožino</i>	1	1	1	0	3
25.	<i>Omiška Dinara</i>	0	2	2	0	4
26.	<i>Oton</i>	1	2	1	0	4
27.	<i>Pašman-Vrgada</i>	1	1	1	0	3
28.	<i>Polača</i>	1	1	1	0	3
29.	<i>Promina</i>	3	3	3	0	9
30.	<i>Pupnatska luka</i>	1	1	1	0	3
31.	<i>Slivno</i>	1	1	1	0	3
32.	<i>Splitske šume</i>	2	2	0	3	7
33.	<i>Srednja poljica</i>	1	1	1	0	3
34.	<i>Starigrad</i>	1	1	1	0	3
35.	<i>Surdup</i>	1	1	1	0	3
36.	<i>Sveti Nikola</i>	2	2	2	0	6
37.	<i>Šaknja rat</i>	1	1	3	0	5
38.	<i>Šibenske šume</i>	2	2	0	2	6
39.	<i>Turanj</i>	1	1	1	0	3
40.	<i>Ugljan-Pašman</i>	2	1	0	0	3
41.	<i>Vela luka-Blato</i>	2	0	0	0	2
42.	<i>Vidova gora</i>	1	2	1	0	4
43.	<i>Zagorje</i>	1	1	1	0	3
44.	<i>Zmištak</i>	1	1	0	0	2
Σ		62	61	43	5	171



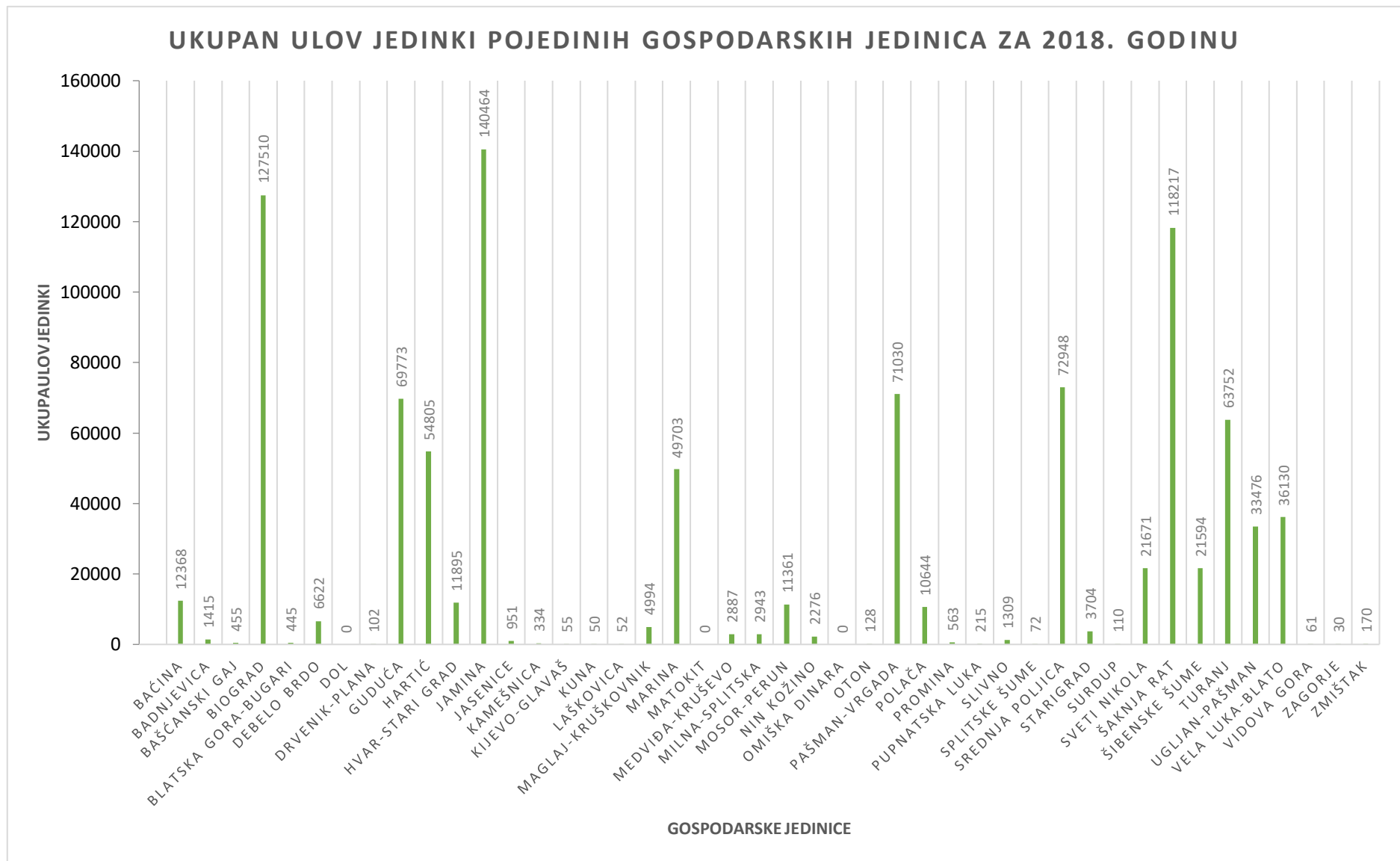
Graf 1 Prikaz ukupnog broja klopki pojedinih gospodarskih jedinica u razdoblju 2018. – 2021.

Tablica 2 Ukupan broj klopki i gospodarskih jedinica po pojedinim godinama

GODINE	BROJ GOSPODARSKIH JEDINICA	BROJ KLOPKI
2018.	42	62
2019.	42	61
2020.	32	43
2021.	2	5
Σ	118	171

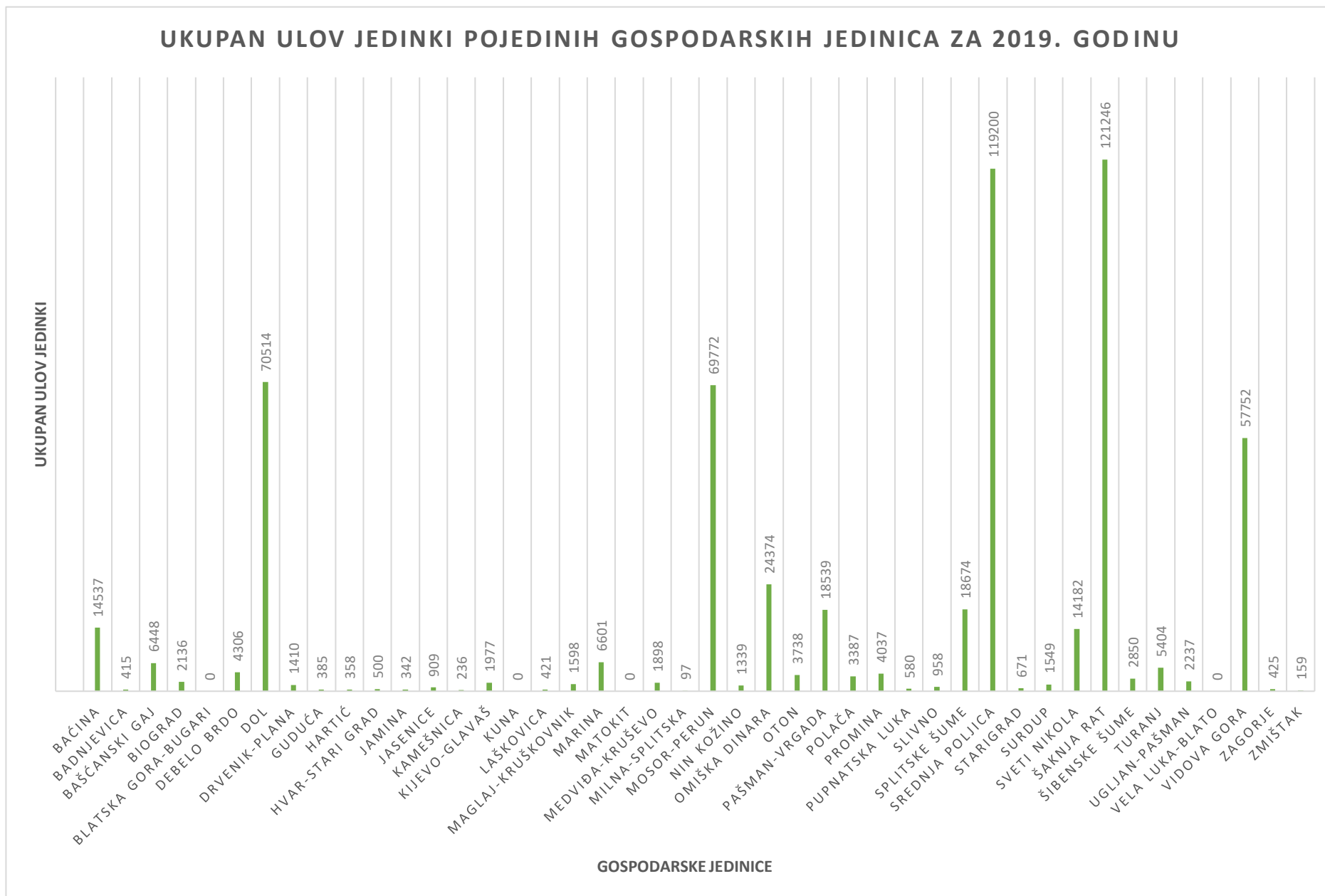


Graf 2 Prikaz ukupnog broja klopki i gospodarskih jedinica po pojedinim godinama



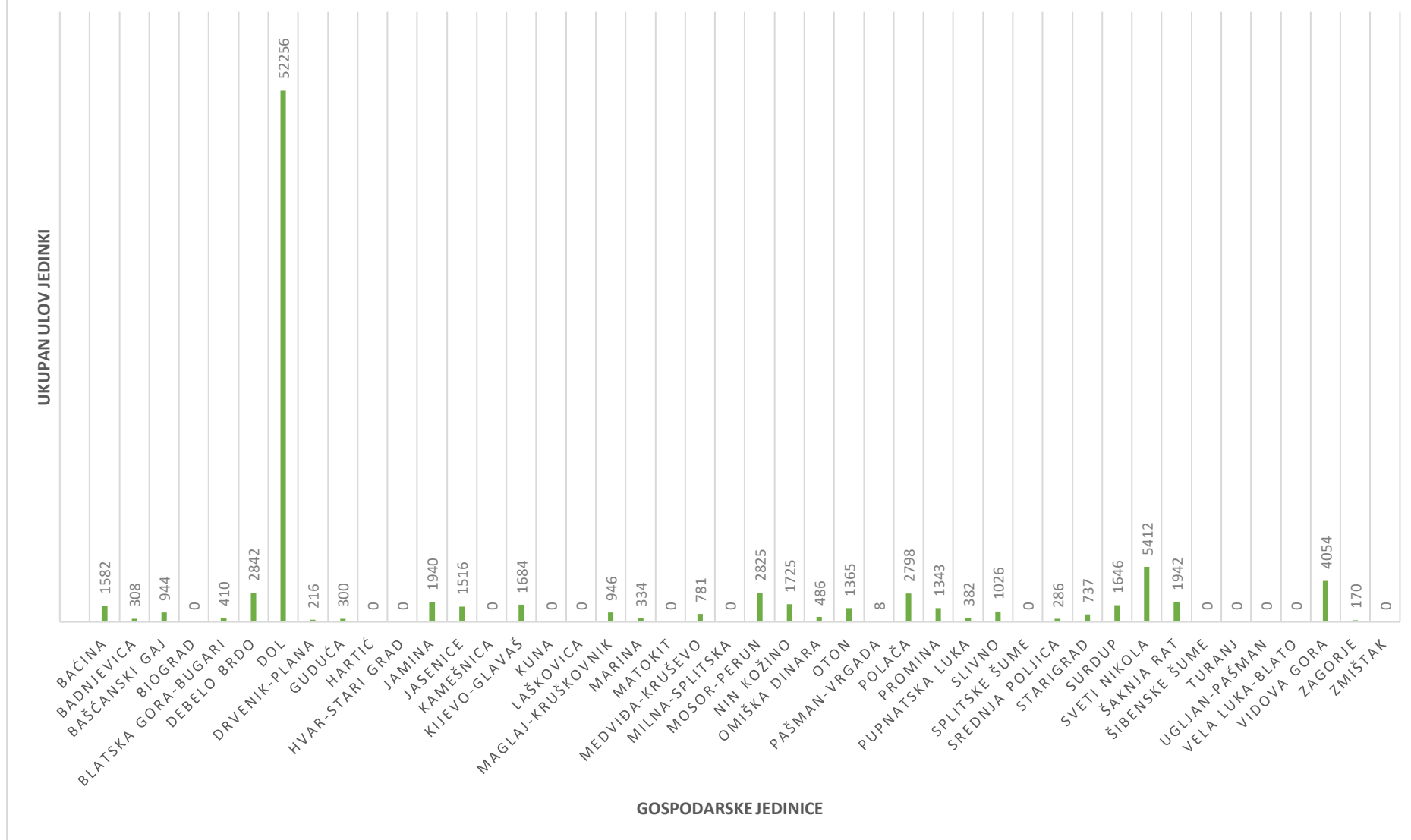
Graf 3 Prikaz ukupnog ulova jedinki pojedinih gospodarskih jedinica za 2018. godinu

UKUPAN ULOV JEDINKI POJEDINIH GOSPODARSKIH JEDINICA ZA 2019. GODINU



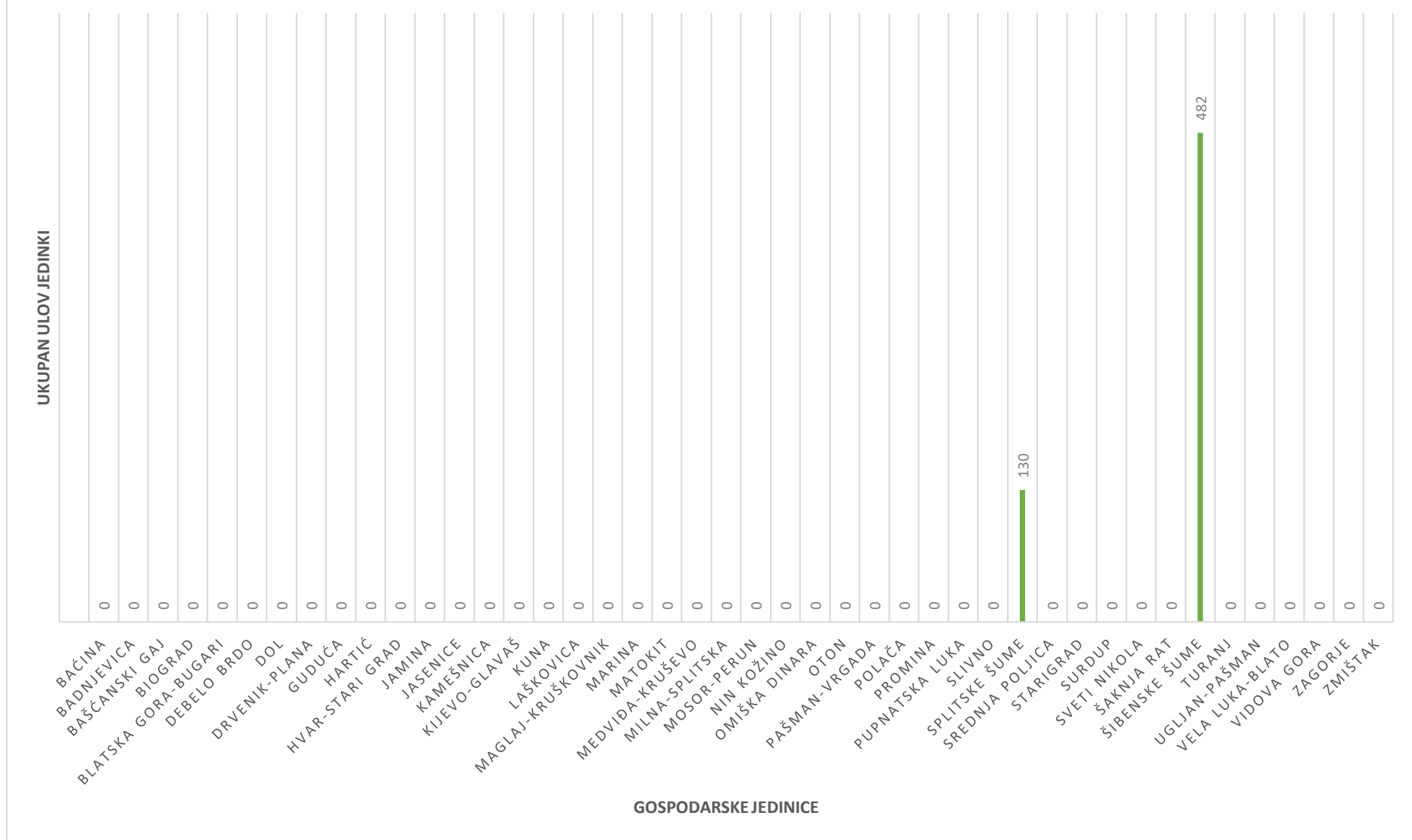
Graf 4 Prikaz ukupnog ulova jedinki pojedinih gospodarskih jedinica za 2019. godinu

UKUPAN ULOV JEDINKI POJEDINIH GOSPODARSKIH JEDINICA ZA 2020. GODINU

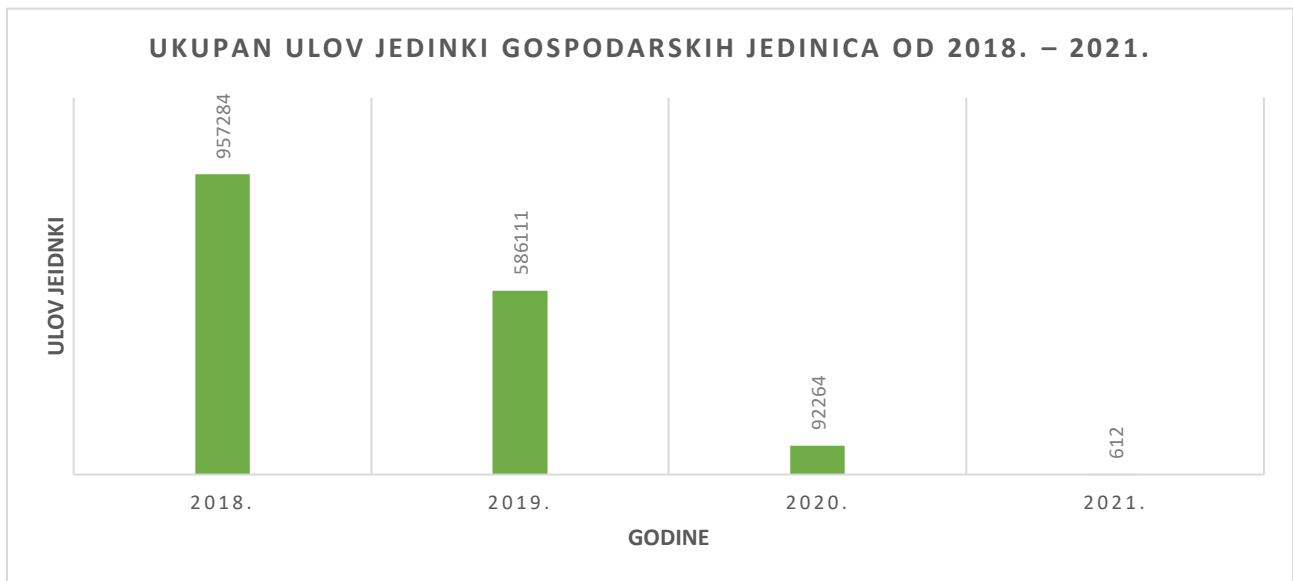


Graf 5 Prikaz ukupnog ulova jedinki pojedinih gospodarskih jedinica za 2020. godinu

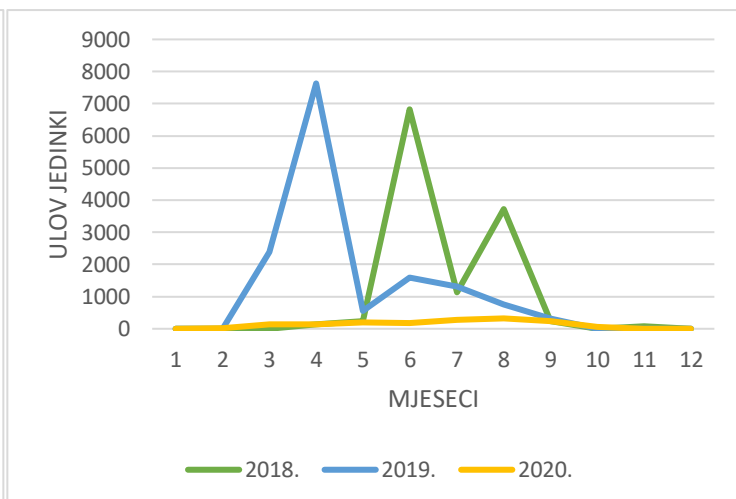
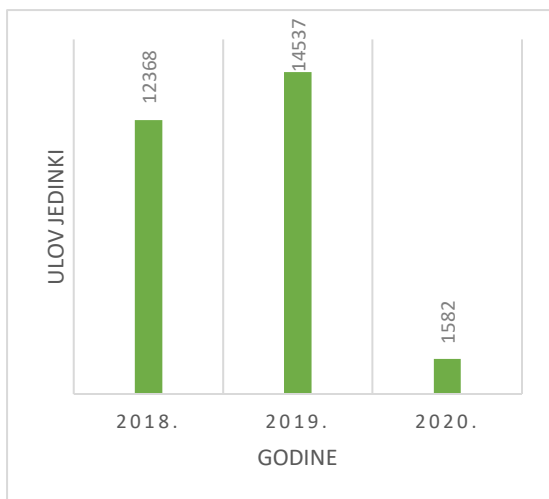
UKUPAN ULOV JEDINKI POJEDINIH GOSPODARSKIH JEDINICA ZA 2021. GODINU



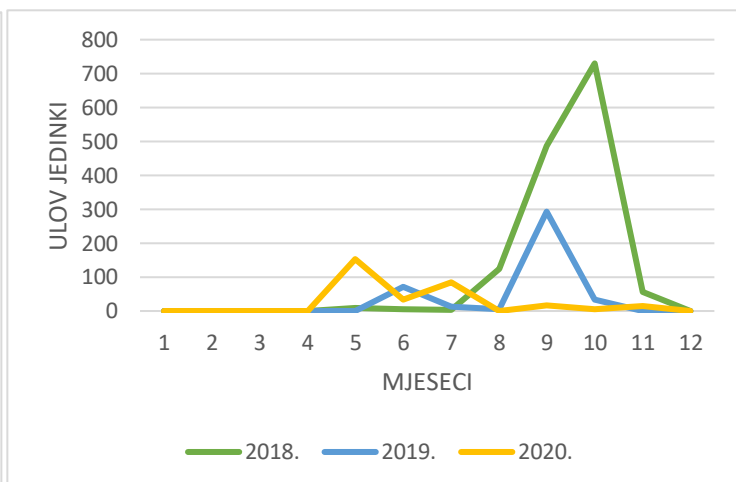
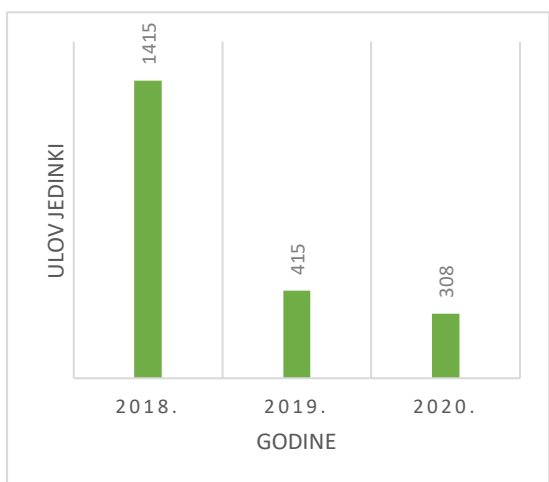
Graf 6 Prikaz ukupnog ulova jedinki pojedinih gospodarskih jedinica za 2021. godinu



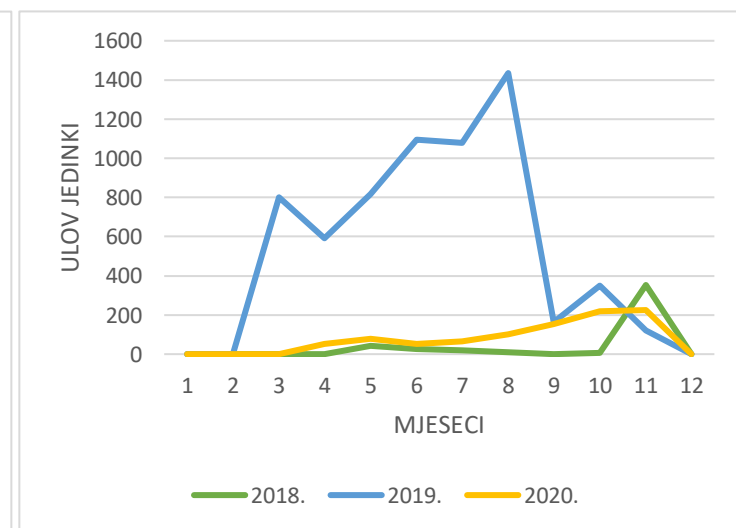
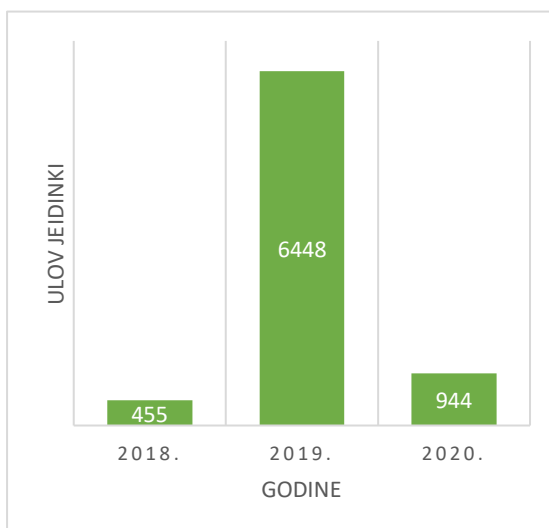
Graf 7 Prikaz ukupnog broja ulova pojedinih gospodarskih jedinica u razdoblju 2018. – 2021.



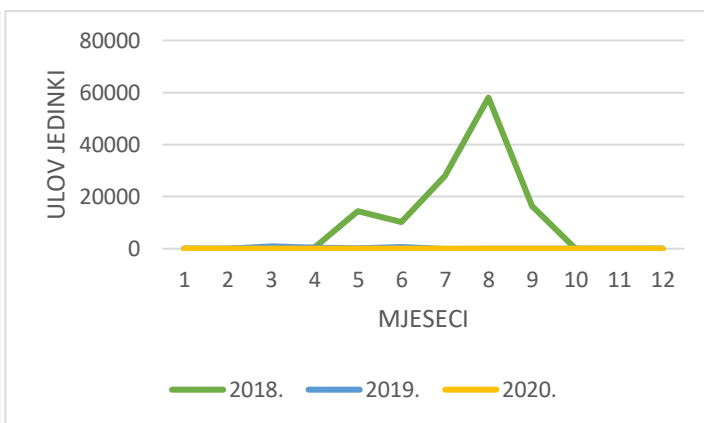
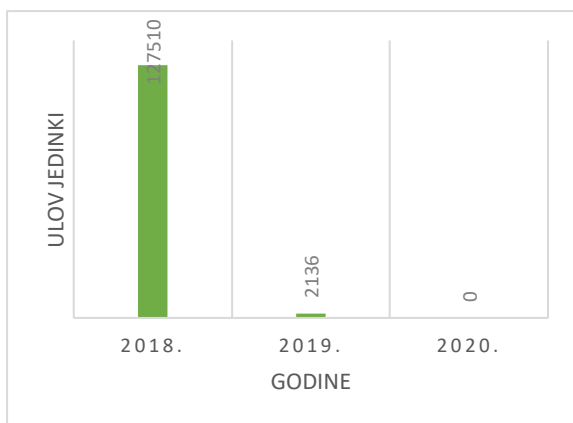
Graf 8 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Bačina



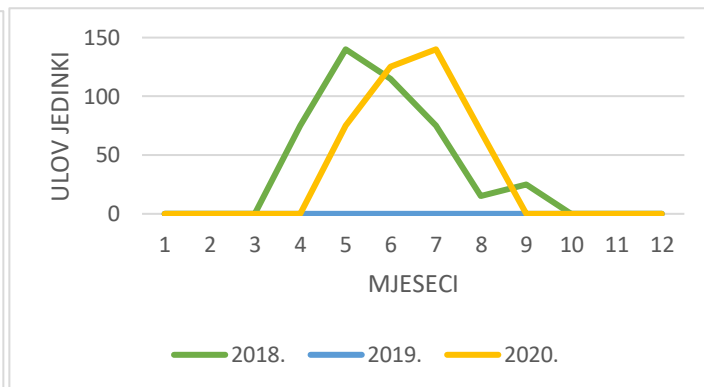
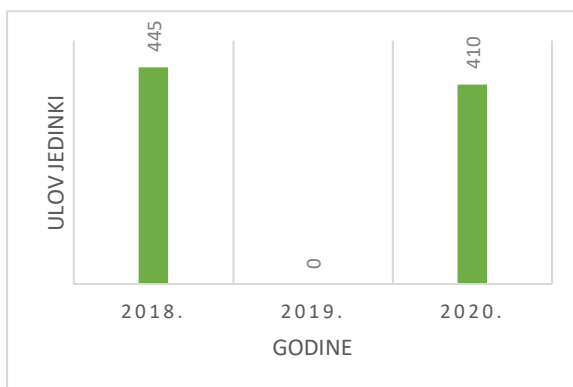
Graf 9 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Badnjevica



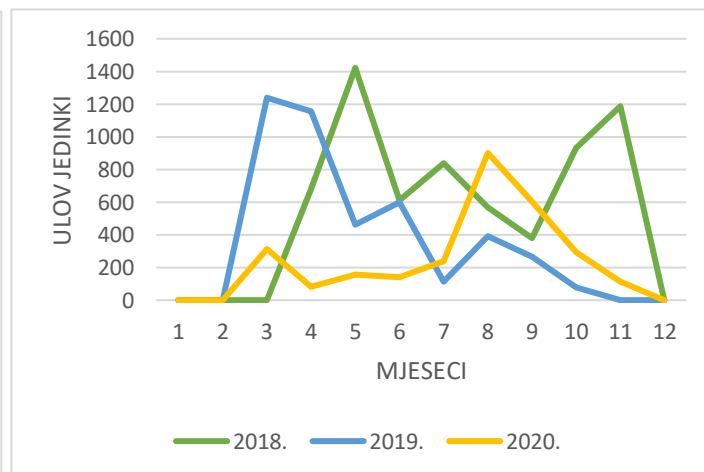
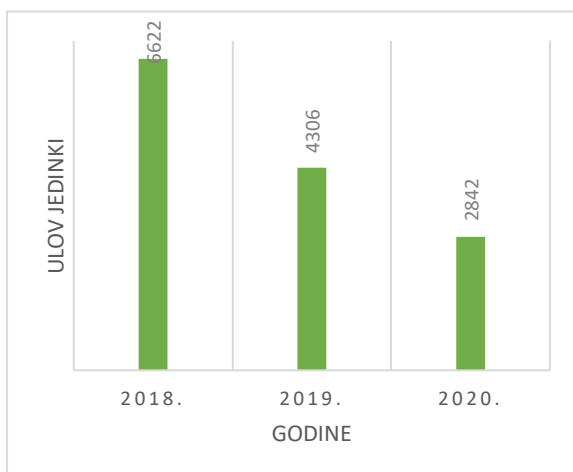
Graf 10 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Baščanski gaj



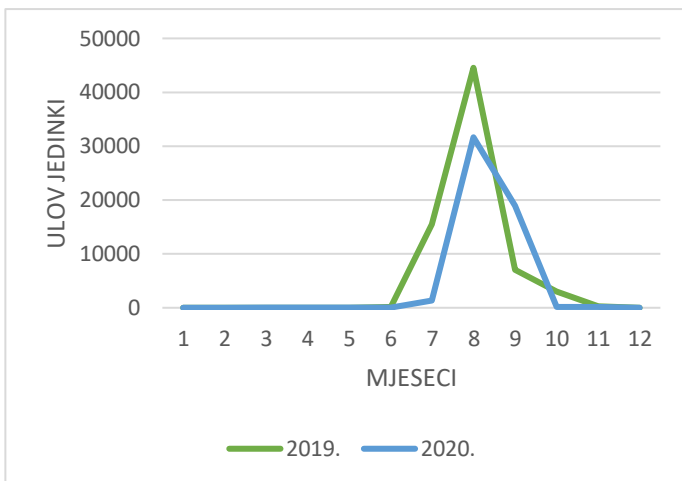
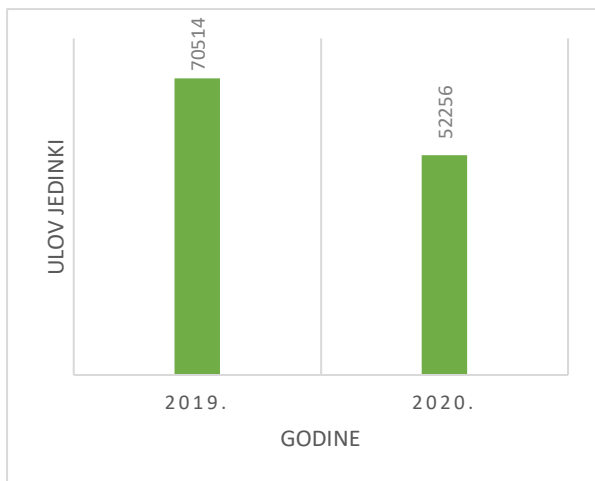
Graf 11 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Biograd



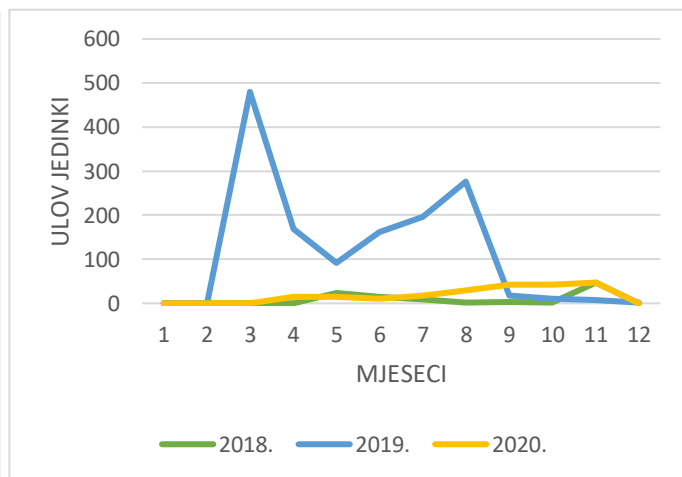
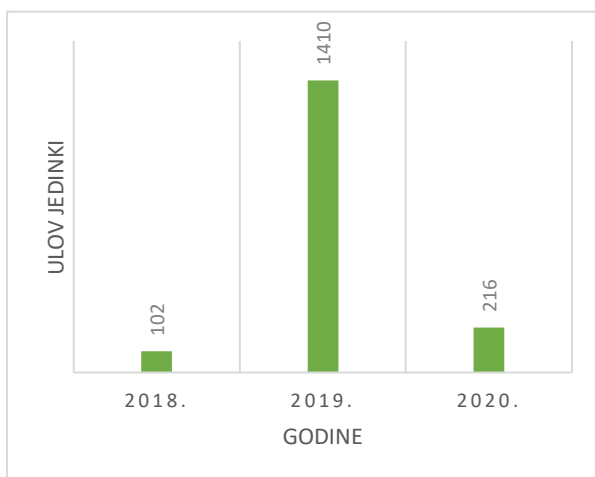
Graf 12 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Blatska gora-Bugari



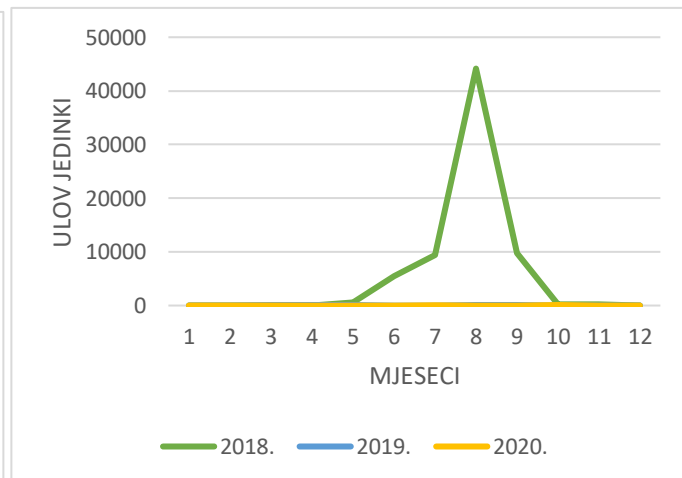
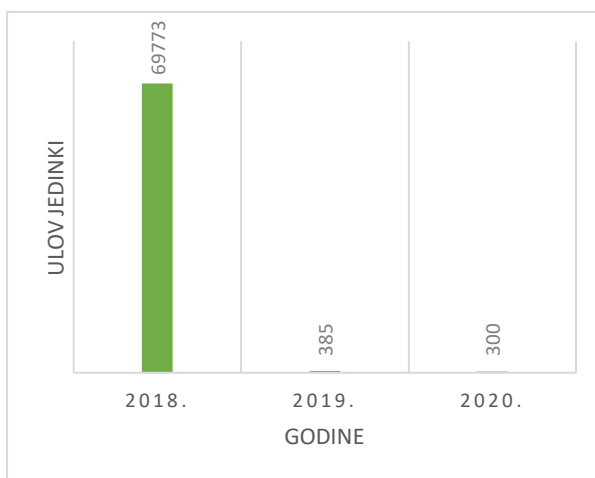
Graf 13 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Debelo brdo



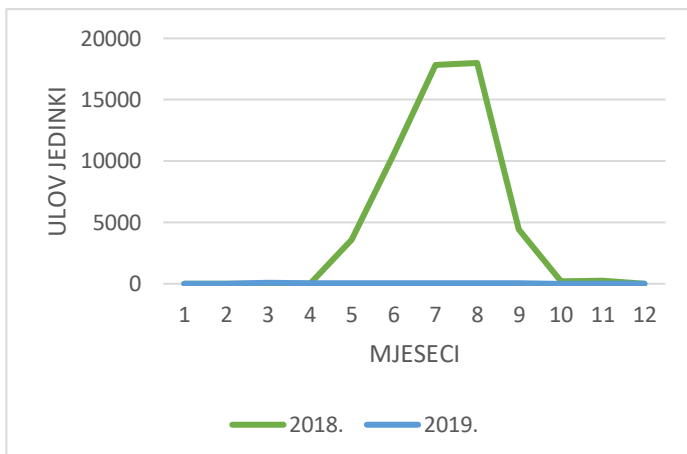
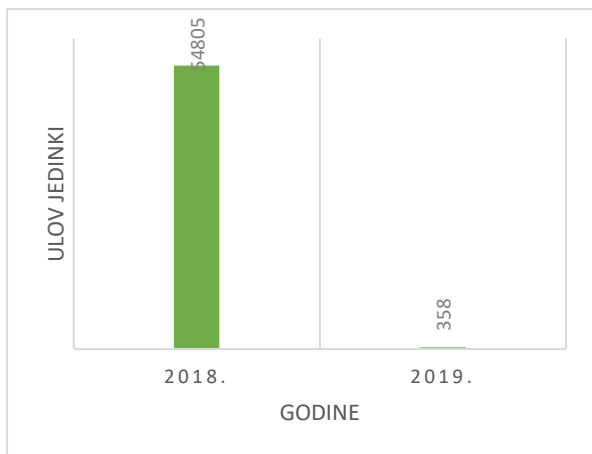
Graf 14 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Dol



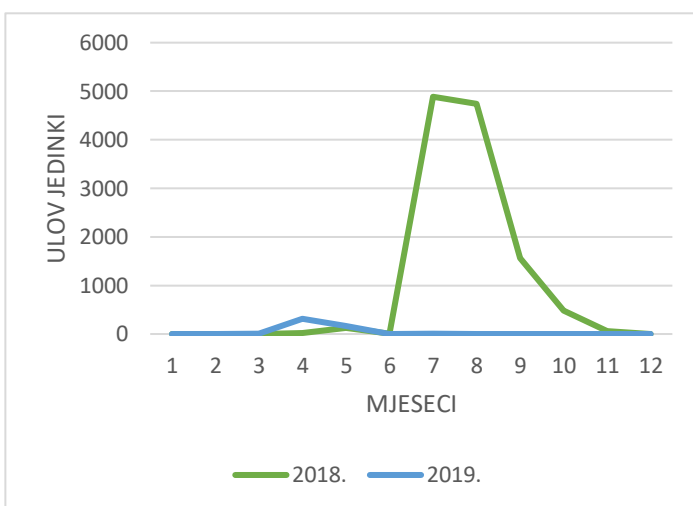
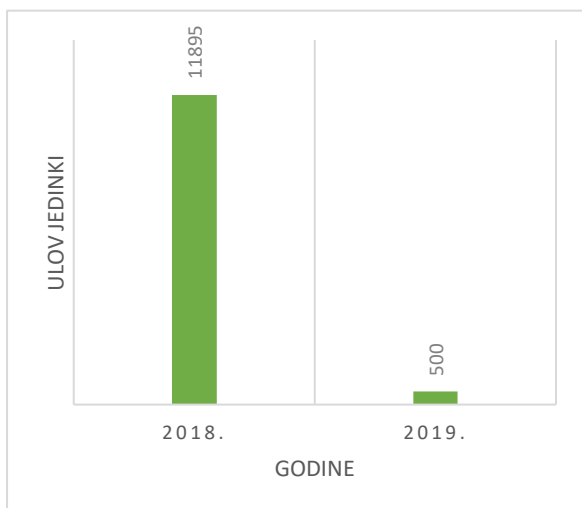
Graf 15 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Drvenik-Plana



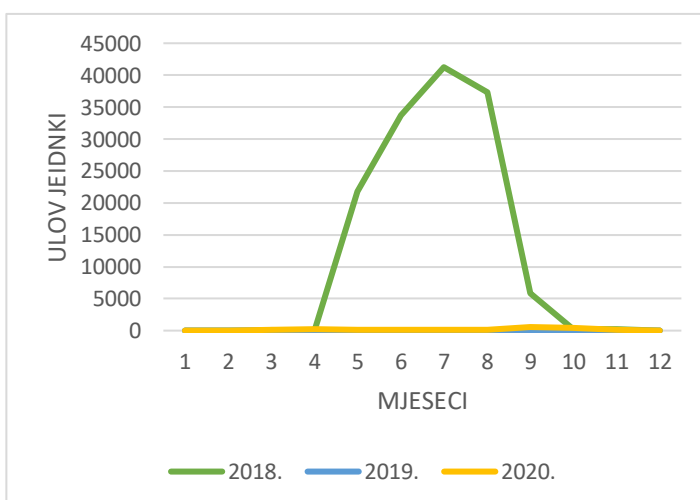
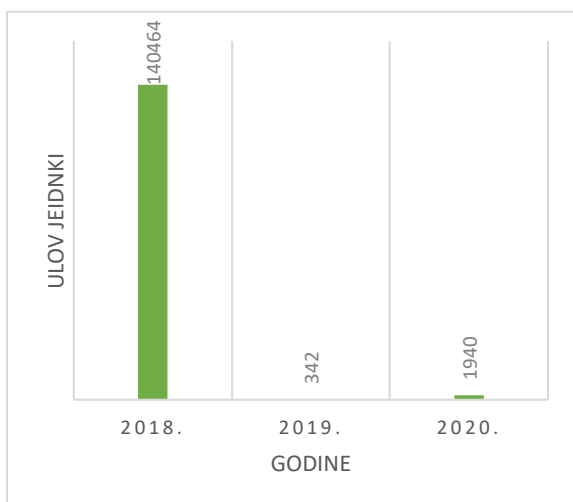
Graf 16 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Guduća



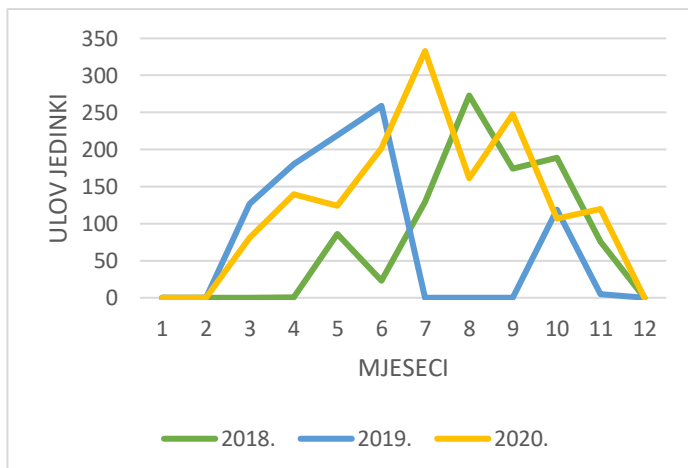
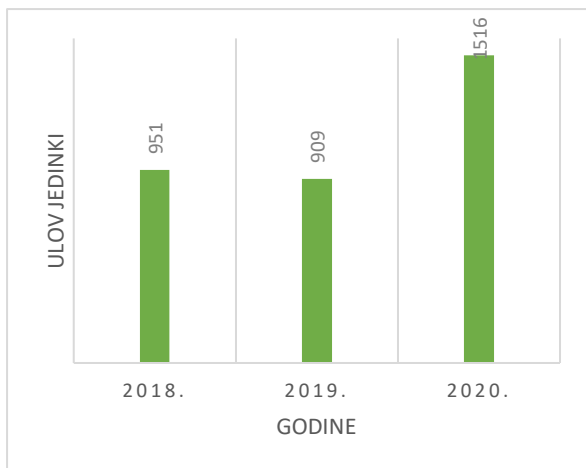
Graf 17 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Hartić



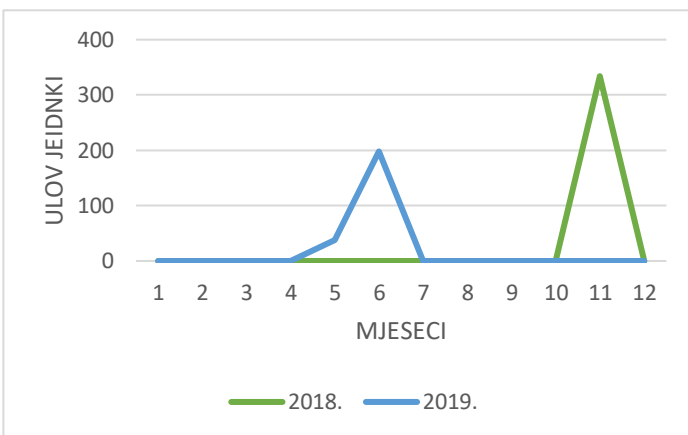
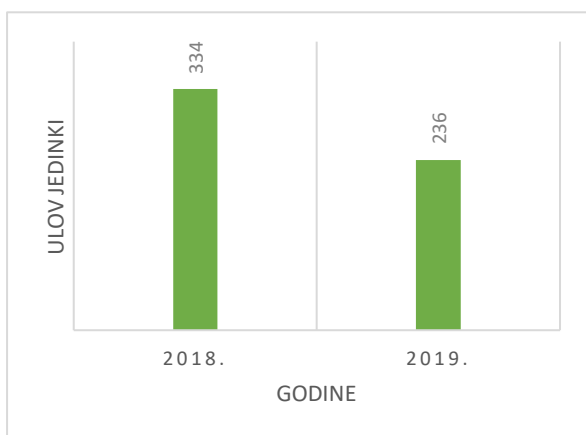
Graf 18 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Hvar-Stari grad



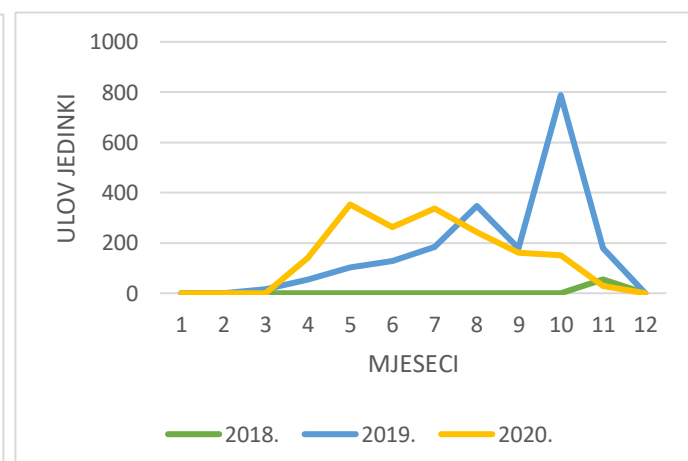
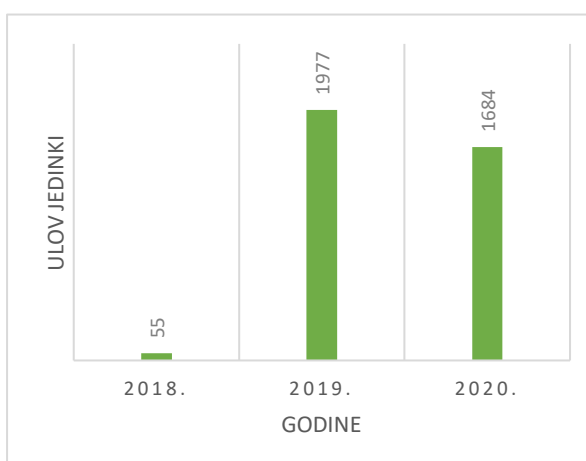
Graf 19 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Jamina



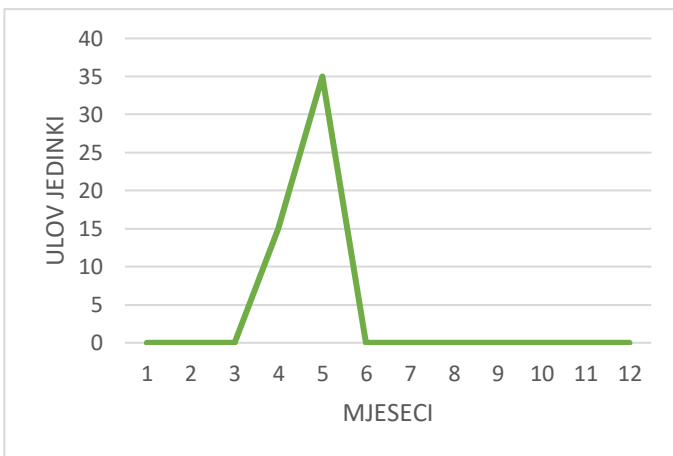
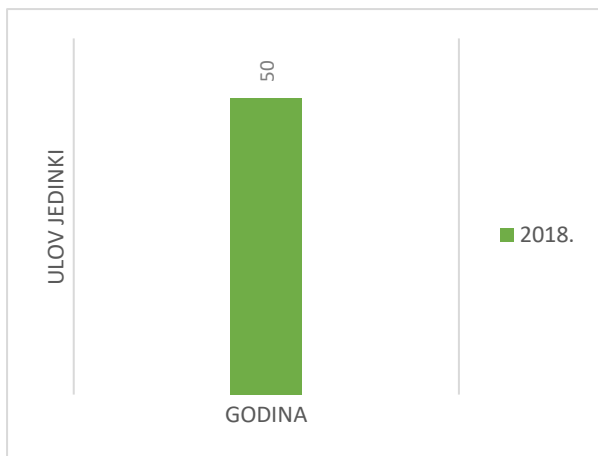
Graf 20 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Jasenice



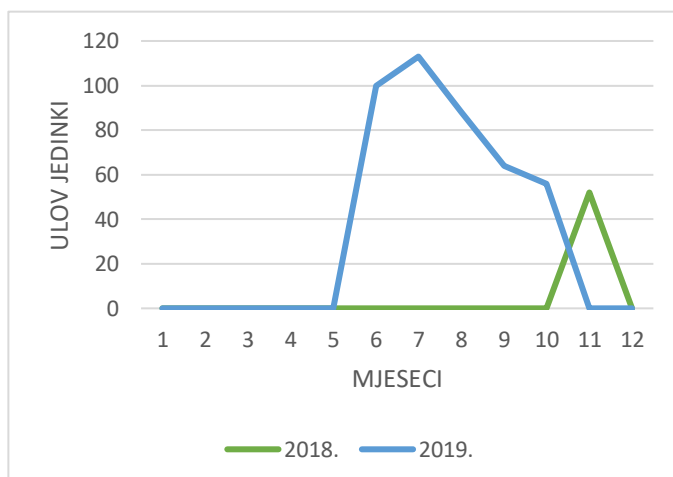
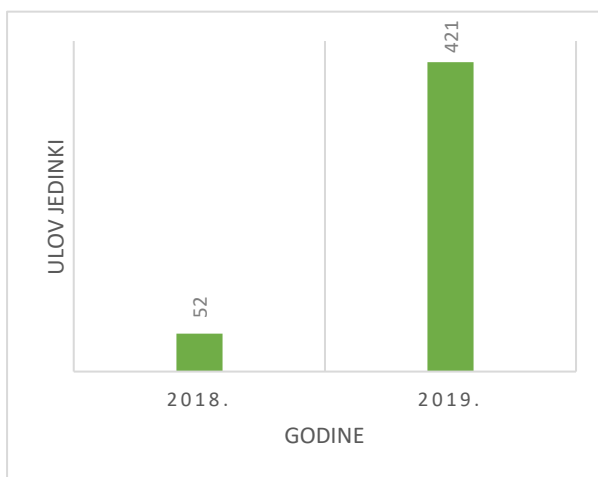
Graf 21 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Kamešnica



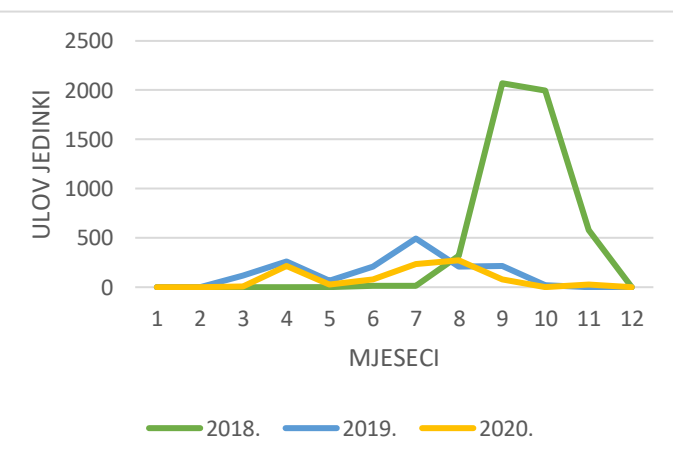
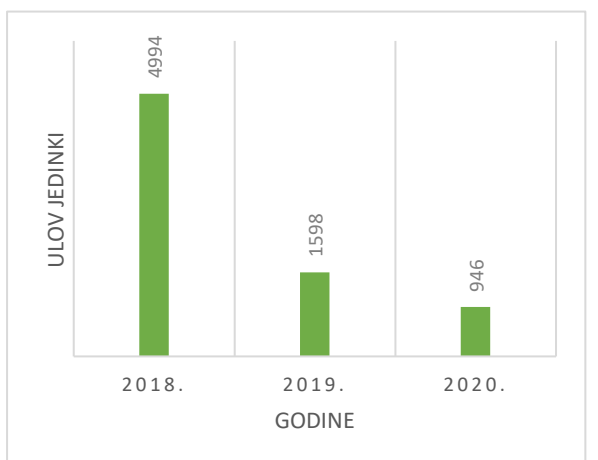
Graf 22 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Kijevo-Glavaš



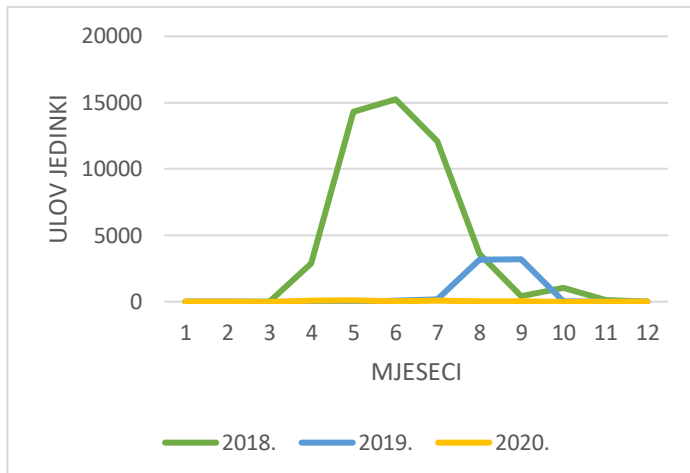
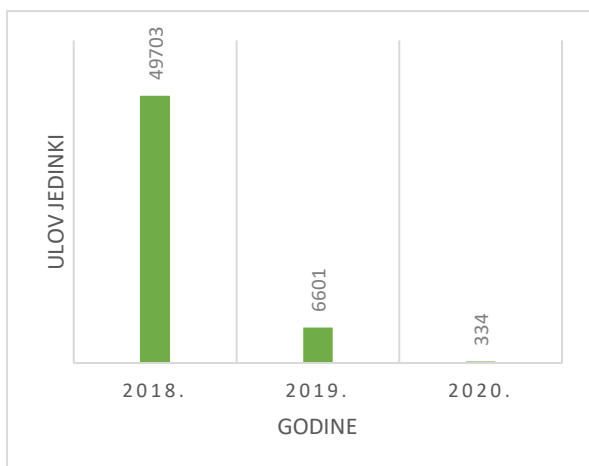
Graf 23 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Kuna



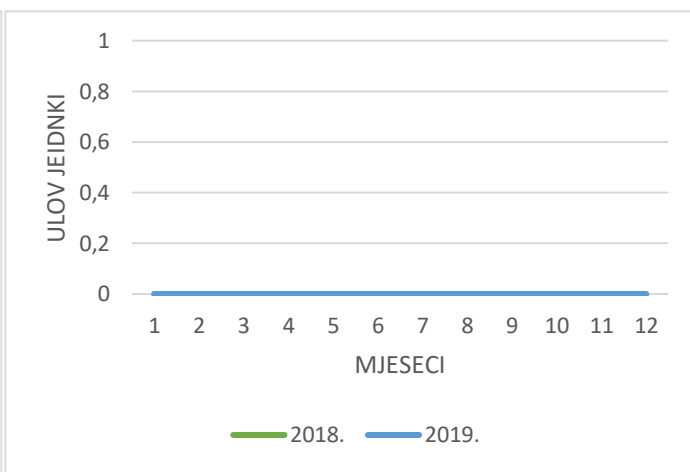
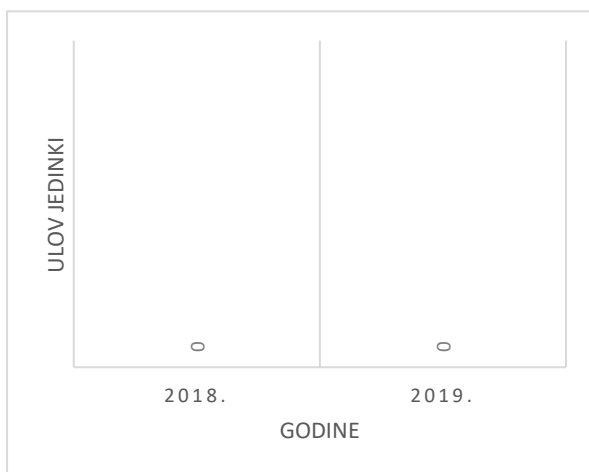
Graf 24 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Laškovic



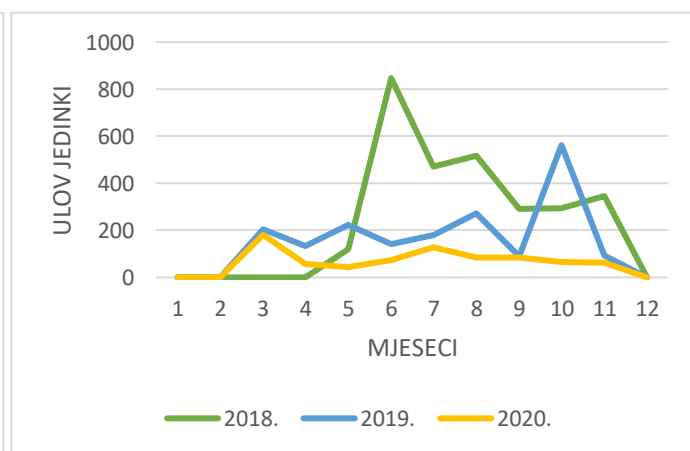
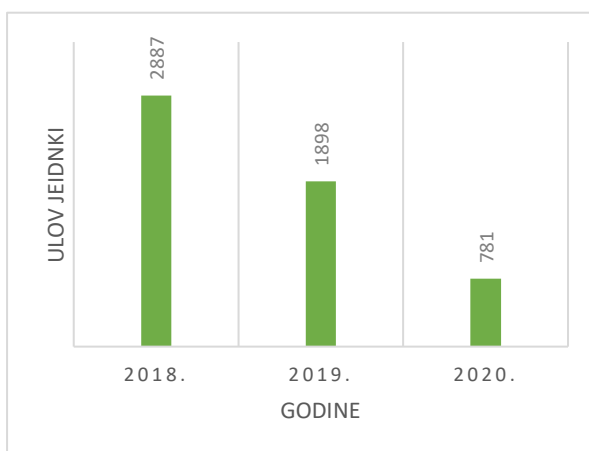
Graf 25 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Maglaj-Kruškovnik



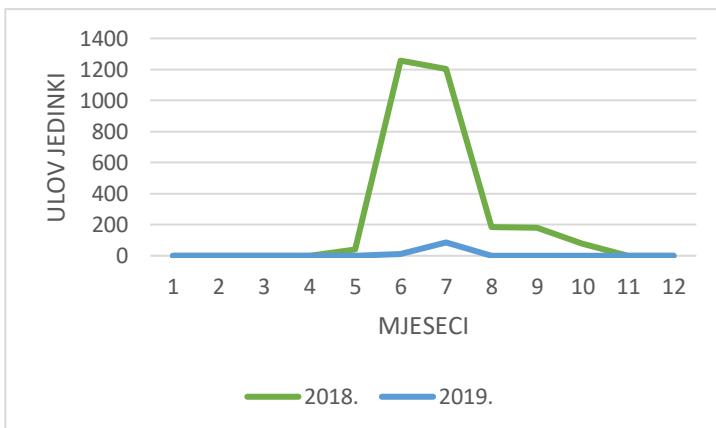
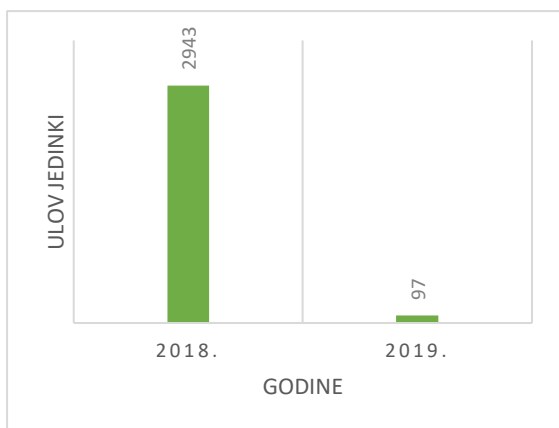
Graf 26 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Marina



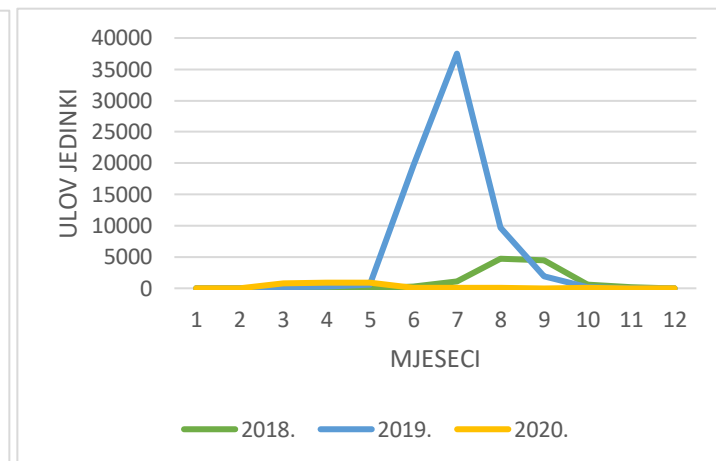
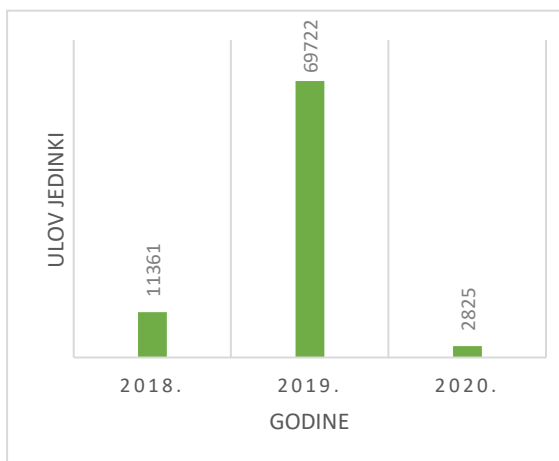
Graf 27 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Matokit



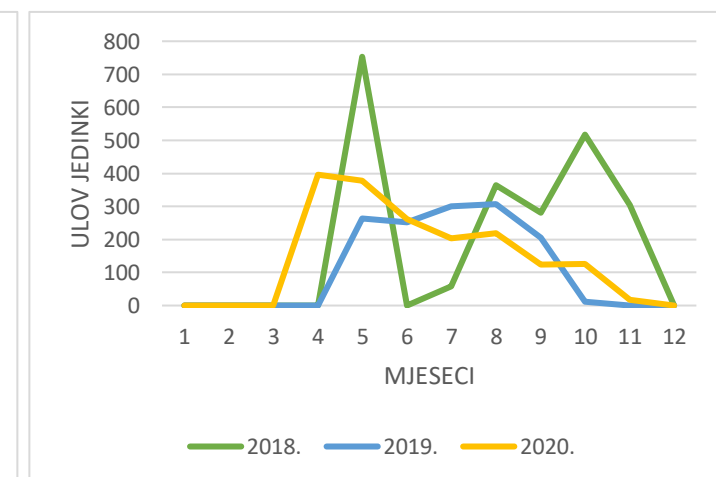
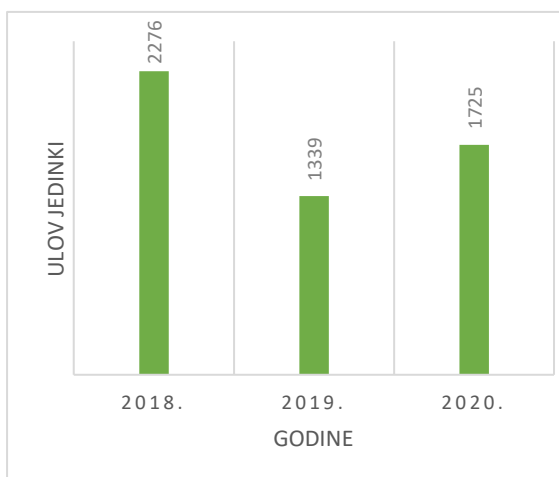
Graf 28 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Medviđa-Kruševo



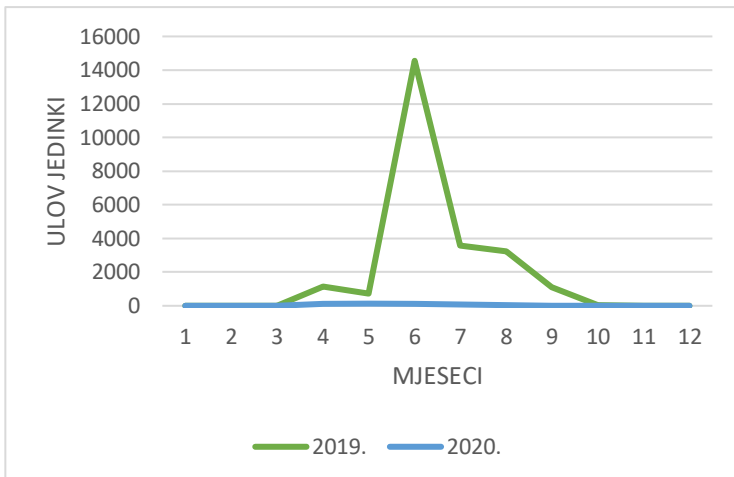
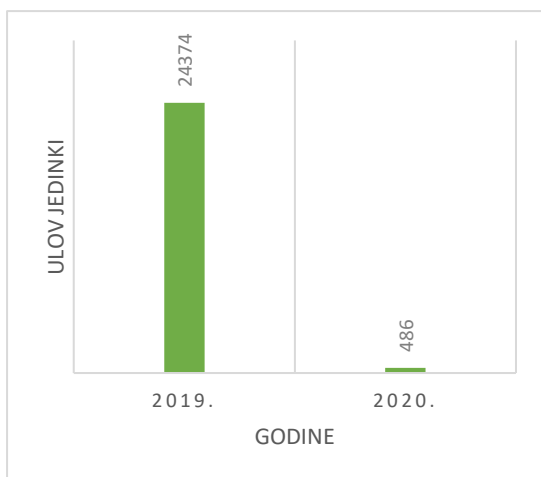
Graf 29 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Milna-Splitska



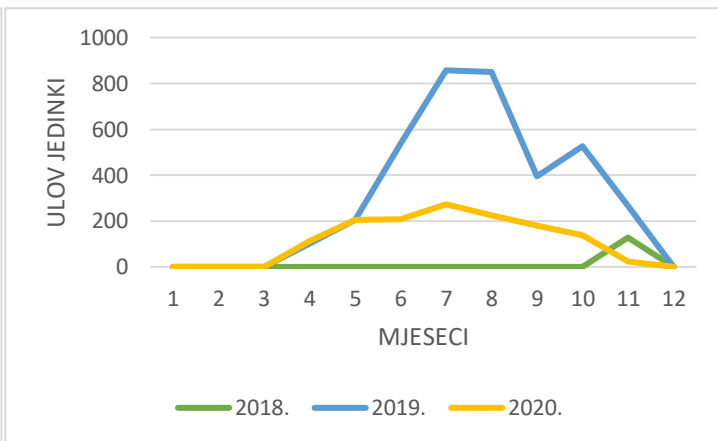
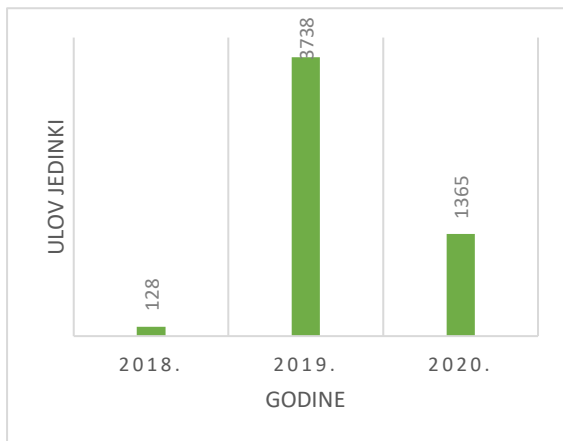
Graf 30 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Mosor-Perun



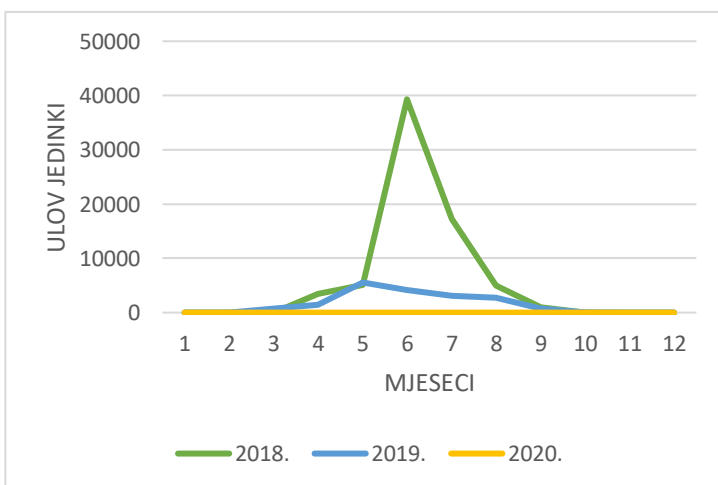
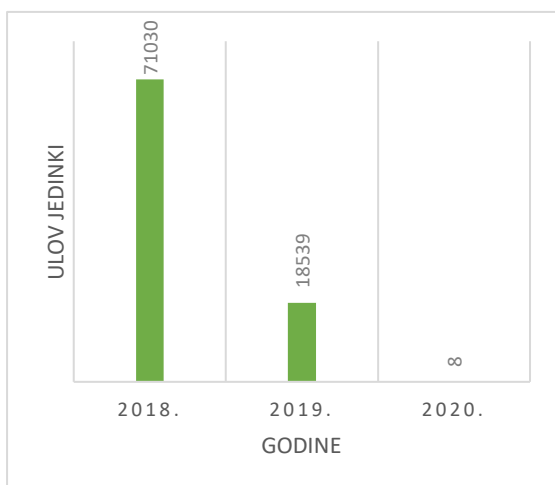
Graf 31 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Nin Kožino



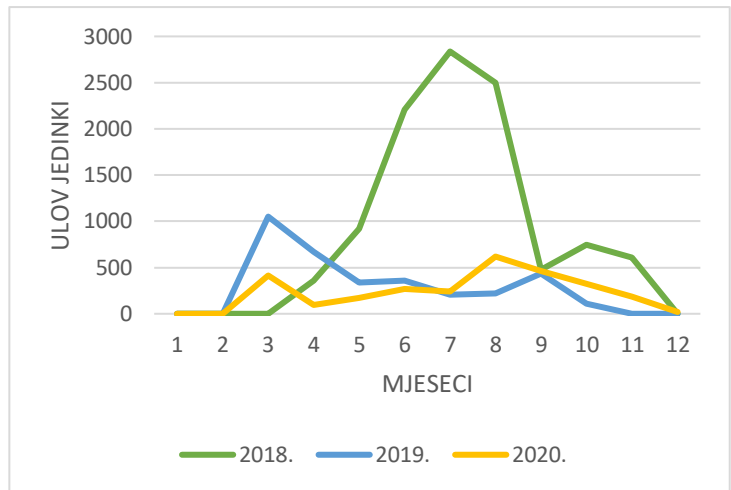
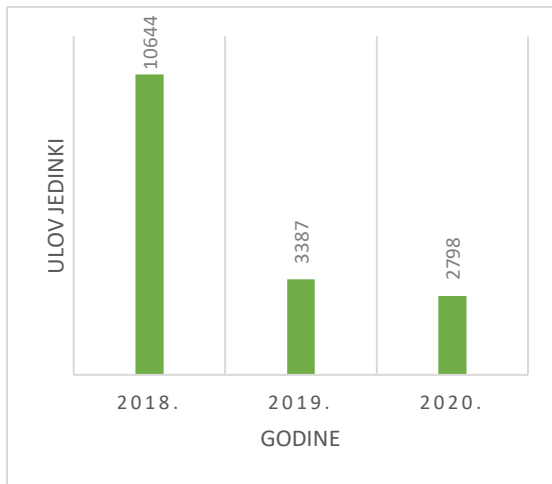
Graf 32 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Omiška Dinara



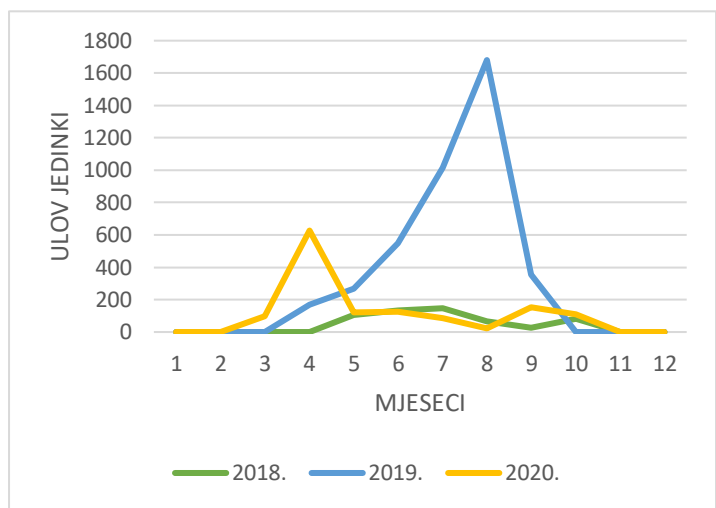
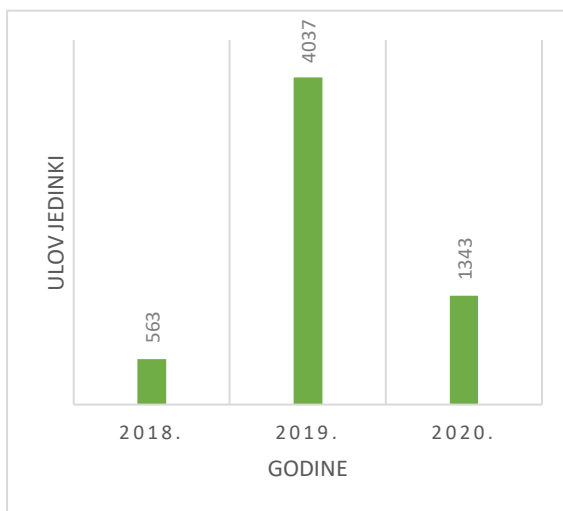
Graf 33 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Oton



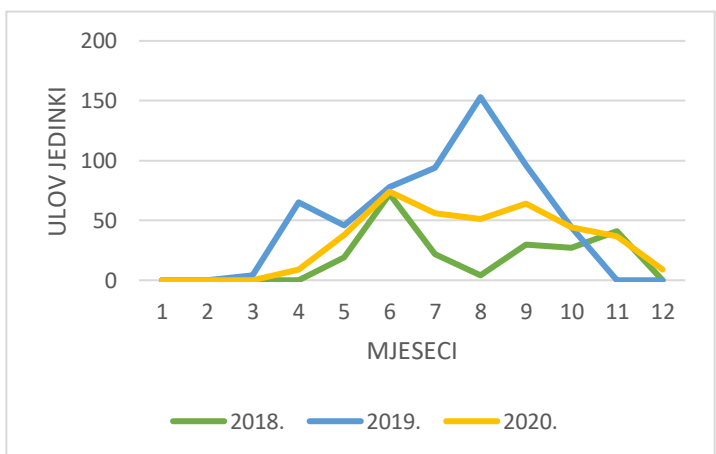
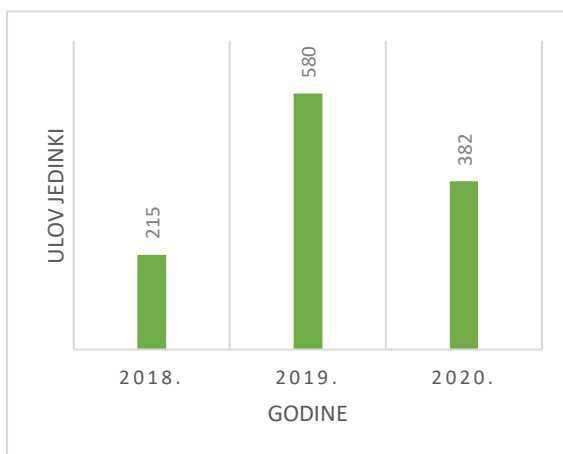
Graf 34 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Pašman-Vrgada



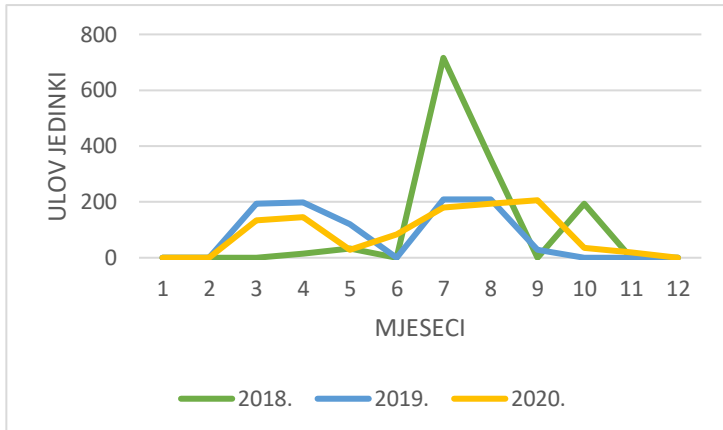
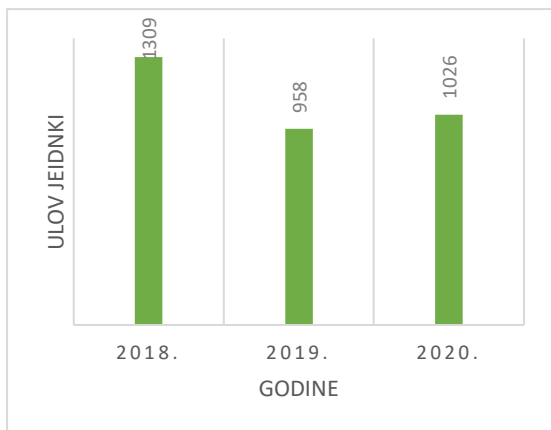
Graf 35 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Polača



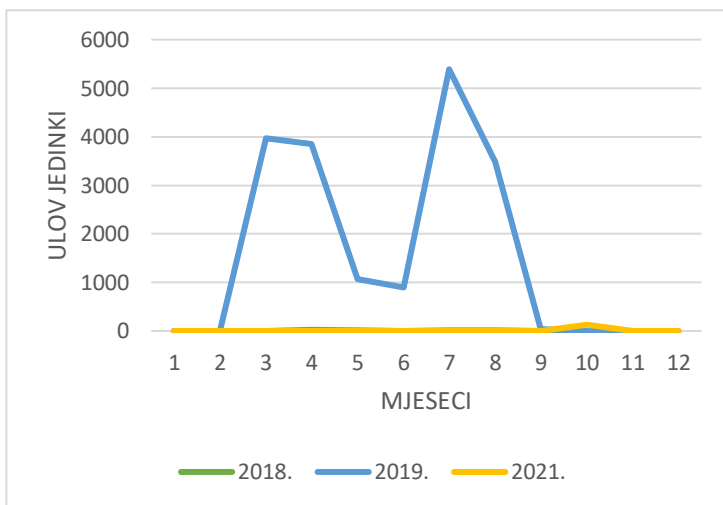
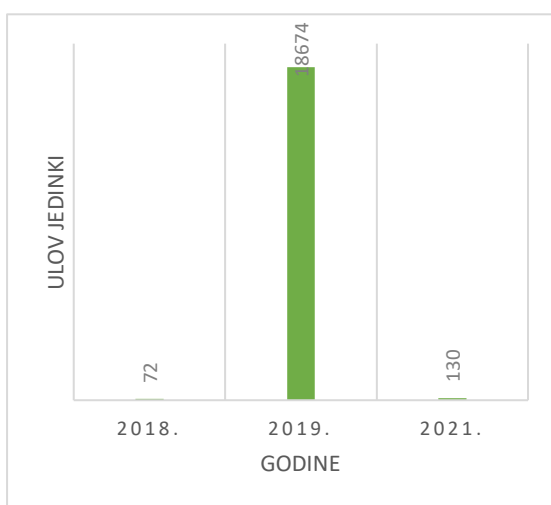
Graf 36 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Promina



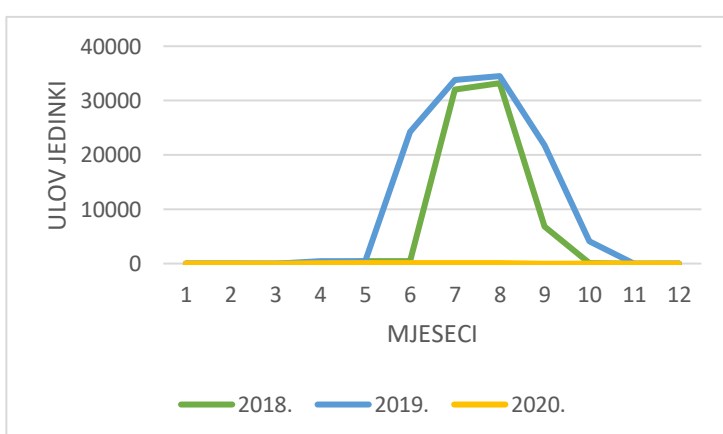
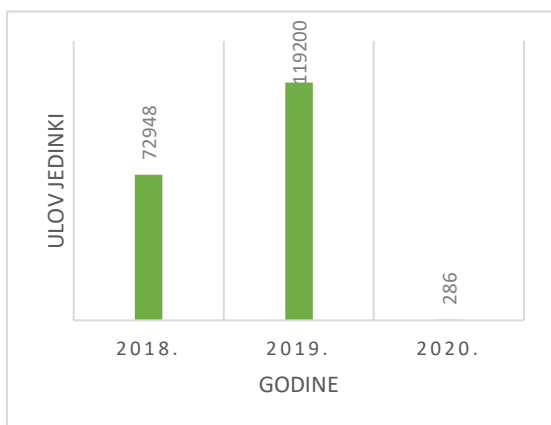
Graf 37 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Pupnatska luka



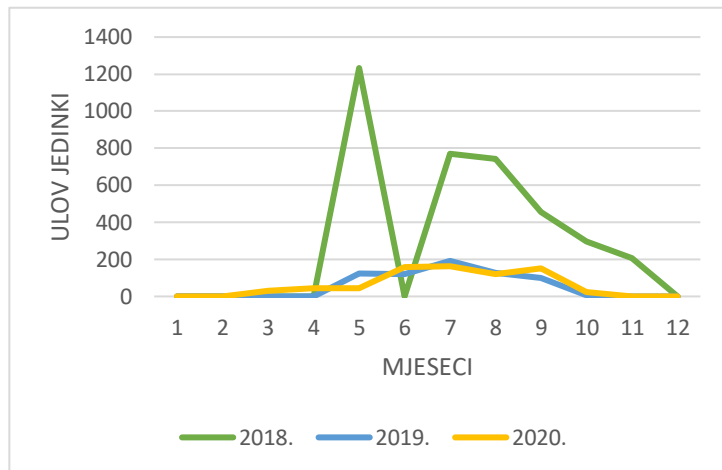
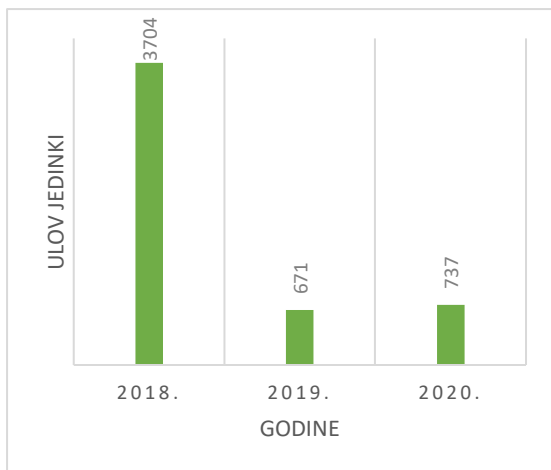
Graf 38 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Slivno



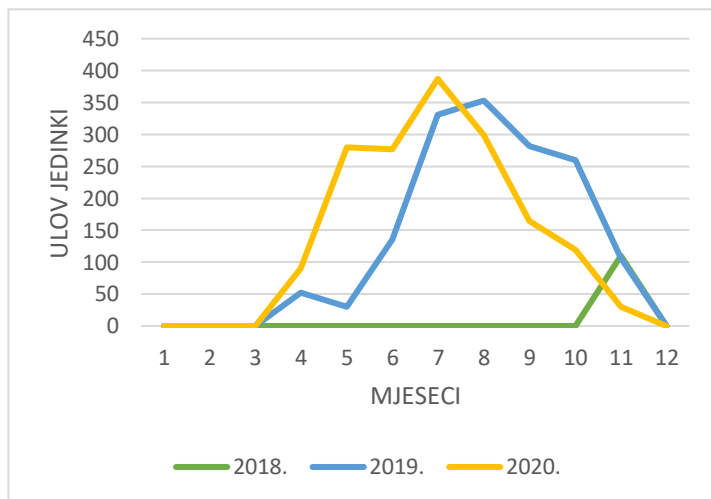
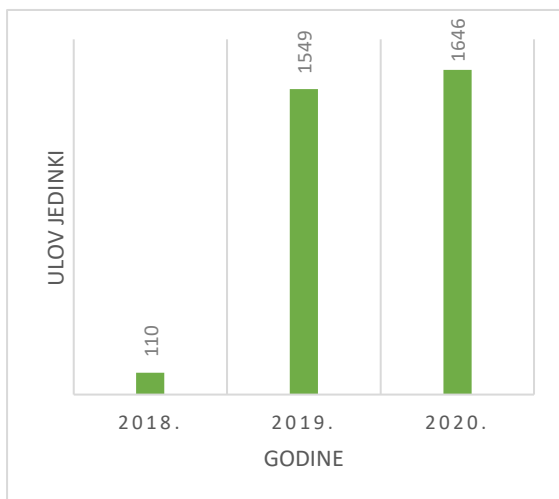
Graf 39 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Splitske šume



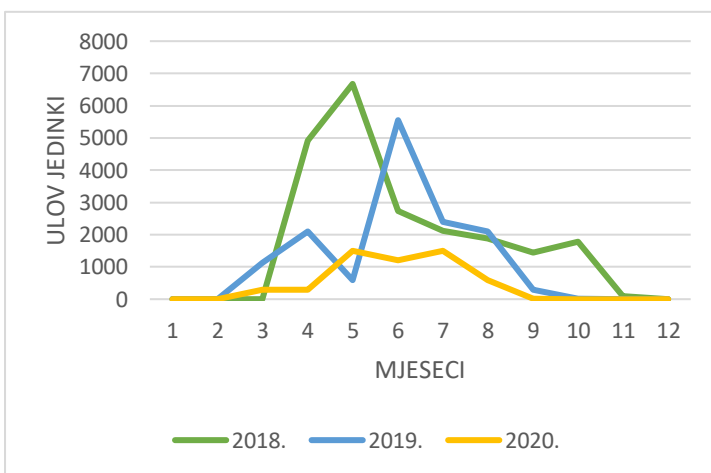
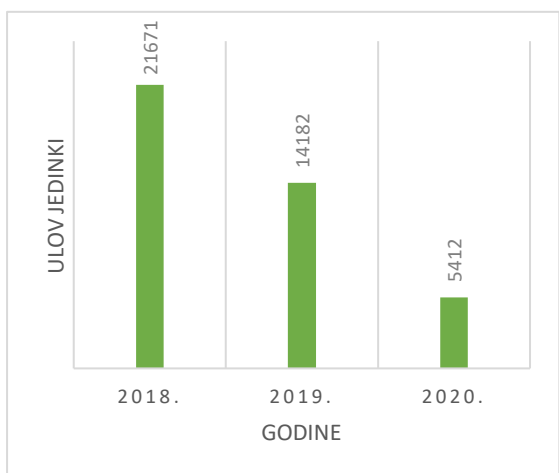
Graf 40 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Srednja poljica



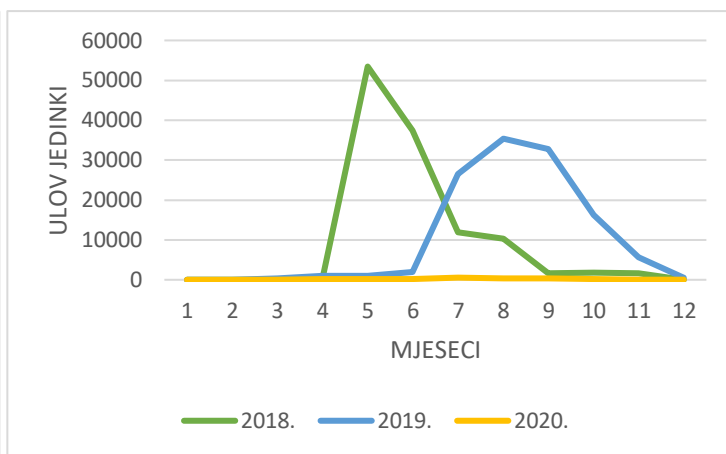
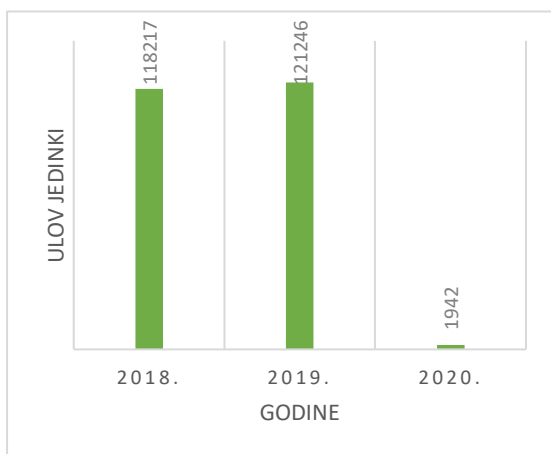
Graf 41 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Starigrad



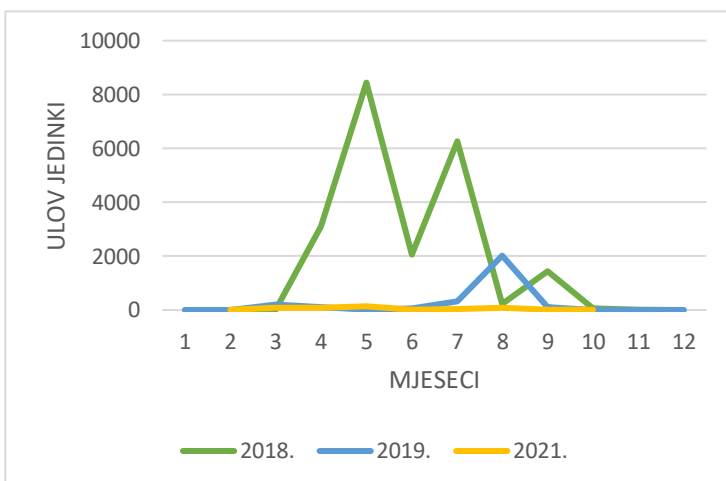
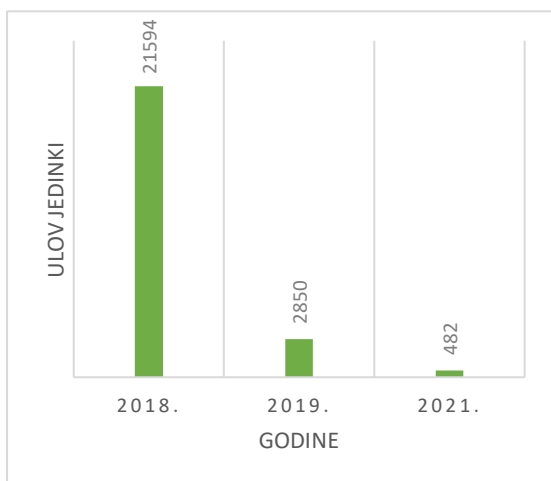
Graf 42 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Surdup



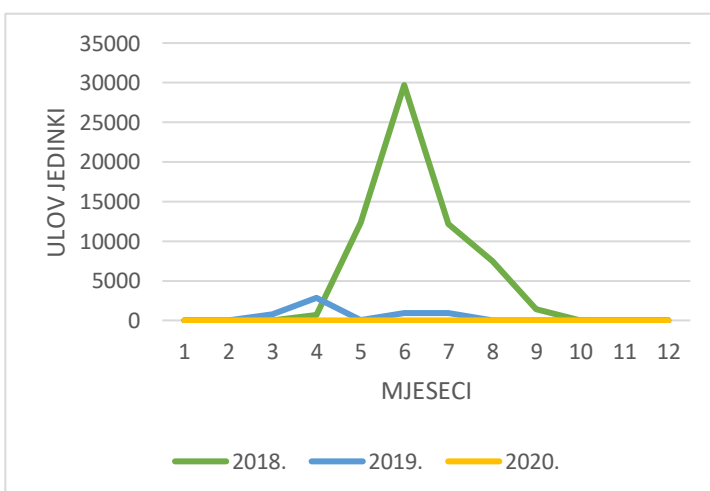
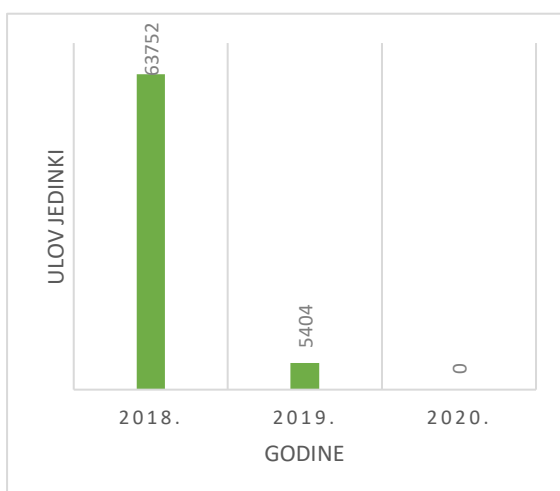
Graf 43 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Sveti Nikola



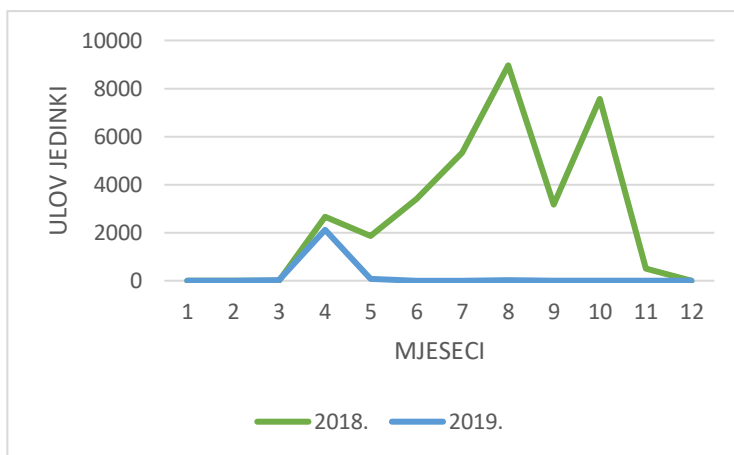
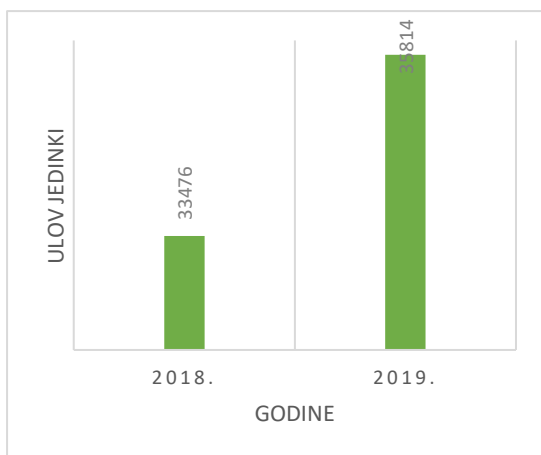
Graf 44 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Šaknja rat



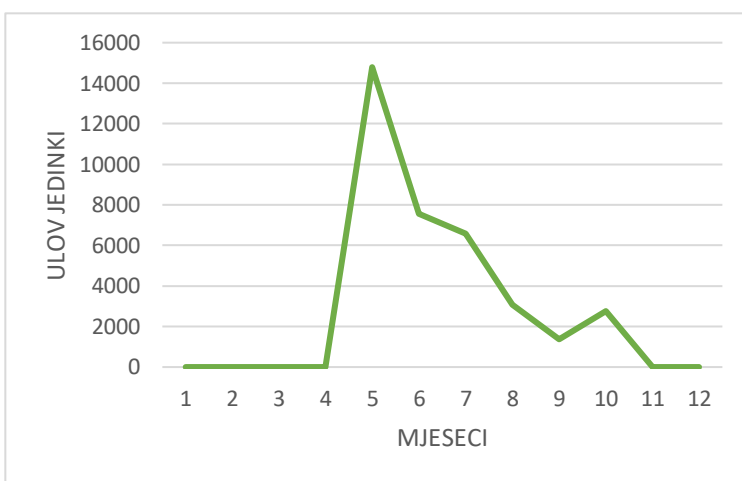
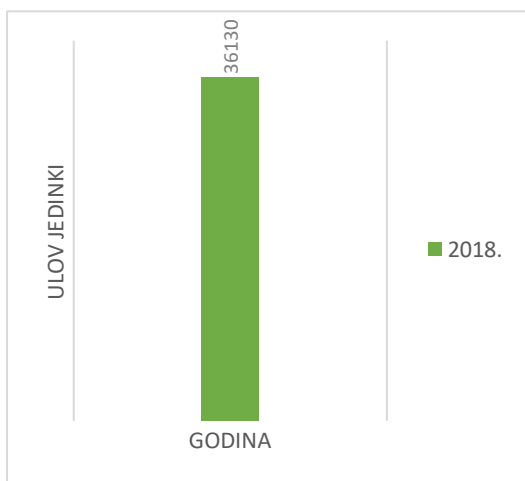
Graf 45 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Šibenske šume dio



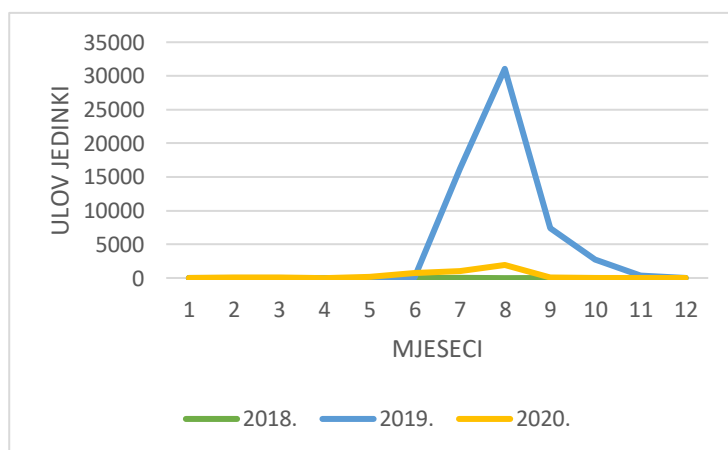
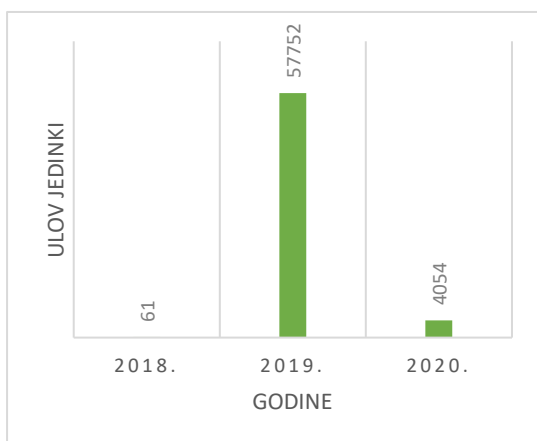
Graf 46 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Turanj



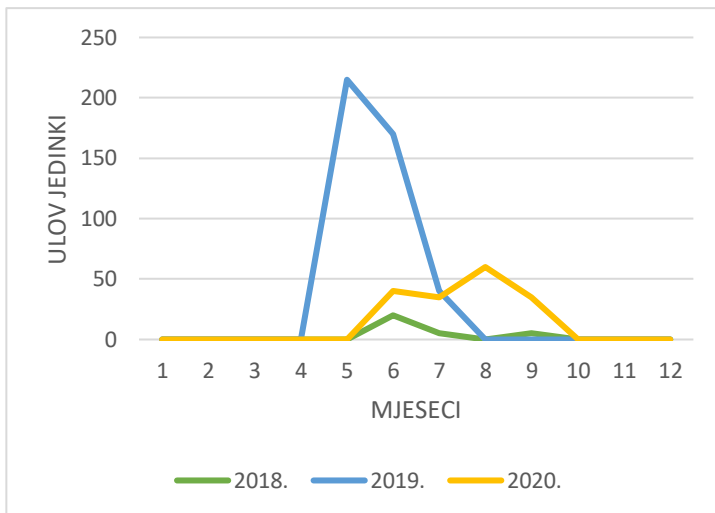
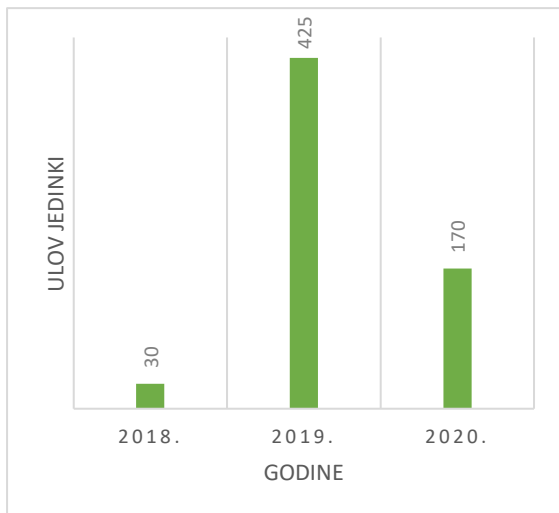
Graf 47 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Ugljan-Pašman



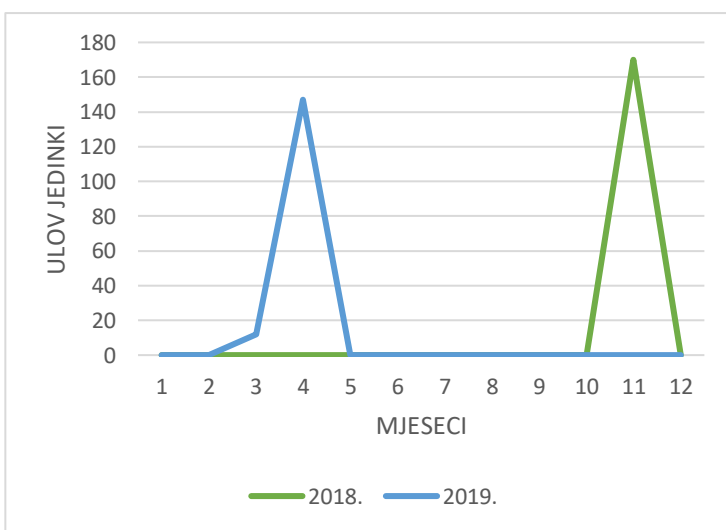
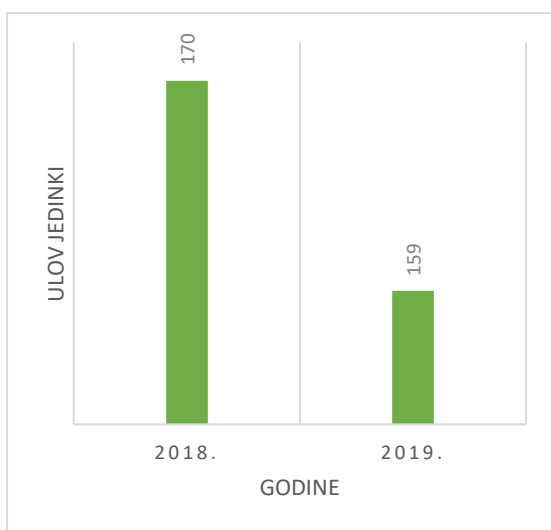
Graf 48 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Vela luka-Blato



Graf 49 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Vidova gora



Graf 50 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Zagorje

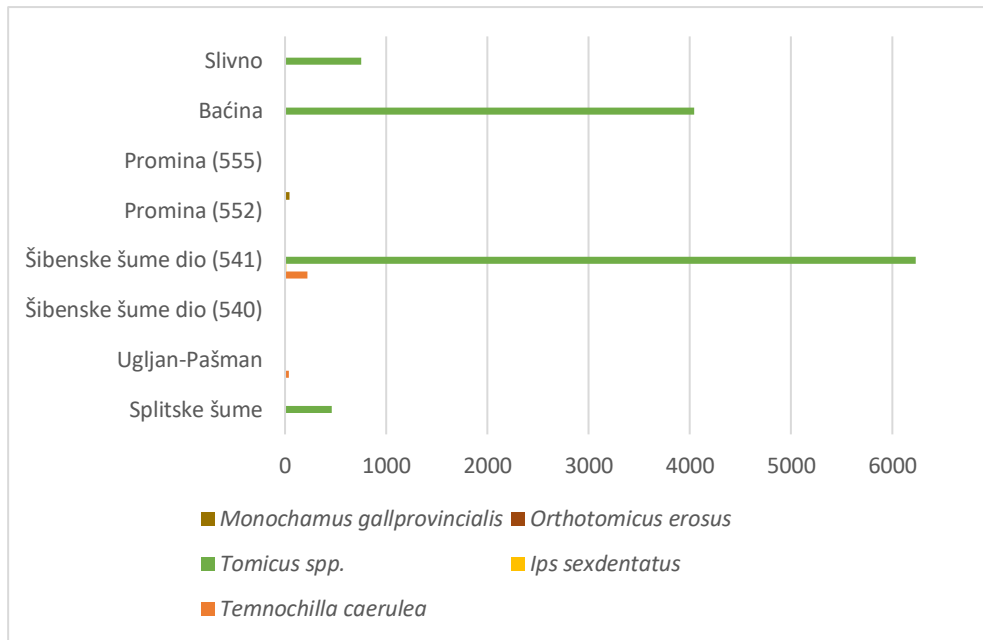


Graf 51 Ukupni višegodišnji i jednogodišnji ulov jedinki *O.erosus* u GJ Zmištak

S ekološke točke gledišta potkornjaci su ključna točka funkcioniranja šumskih ekosustava: započinju i ubrzavaju proces raspadanja drva, tkiva koje se inače dosta teško razgrađuje; čine povoljne mikrouvjete za sapsoksilne kukce; napadaju i usmrćuju oslabljena stabla te na taj način vrše selekciju genotipova stabala koja su primjerena staništu; utječu na kruženje dušika; signifikantno utječu na porast bioraznolikosti i na posljednju stabilnosti šumskih ekosustava. S druge strane, s ekonomske točke gledišta potkornjaci pripadaju najvažnijim šumskim štetnicima jer uzrokuju značajno propadanje šuma i gubitak drvne tvari. Sve ove okolnosti nameću potrebu istraživanja biologije odnosno razvojnoga ciklusa potkornjaka i razvoj novih metoda integrirane zaštite šuma od napada potkornjaka. Dinamika potkornjaka uvelike ovisi o temperaturi zraka. Ona igra važnu ulogu u preživljavanju i razvoju potkornjaka. U mediteranskim šumama, klima zimi ne predstavlja neke velike probleme iz razloga što potkornjaci prezimljuju ispod kore ili u leglu gdje su zaštićeni od niskih temperatura. Na ljetne temperature su prilagođene mnoge vrste mediteranskih potkornjaka i ona mora doseći određenu razinu kako bi se omogućio razvoj. Povećanjem temperatura smanjuje se razdoblje razvoja potkornjaka i time se povećava broj godišnjih generacija. Na broj produciranog potomstva također utječe promjer stabala i debljina kore, što je promjer stabala i debljina kore veća, to je i broj potomstva veći. Razne vremenske nepogode, oluja, suša, vjetrolovi mogu dovesti do fiziološkog slabljenja tako kvalitetnog i punog drva što je povoljno za povećanje populacije potkornjaka. U optimalnim uvjetima populacija potkornjaka se može povećati više od 15 puta što znači povećanje od 225 puta u broju potkornjaka unutar jedne godine za vrste koje imaju dvije generacije godišnje. Također, suša i manjak oborina mogu dovesti do stresa i fiziološkog slabljenja stabala što opet dovodi do napada potkornjaka. Čak kad je drveće i prilagođeno na klimatske uvjete okoline, oborine su važan faktor jer u suprotnom može uvjetovati uspjeh napada potkornjaka. Feromonske klopke kao dio integrirane zaštite šuma služe isključivo sustavu monitoringa te daju sliku i uvid u populacijsku dinamiku potkornjaka. Količina ulova u različitim tipovima klopki može se bitno razlikovati, ali ipak je vidljivo stanje populacije potkornjaka. Feromonske klopke uglavnom nemaju kurativnu funkciju (Vaupel 1991). Ipak, u ulovima se želi dobiti veći broj ciljanih kukaca jer se oni na taj način isključuju iz populacije.

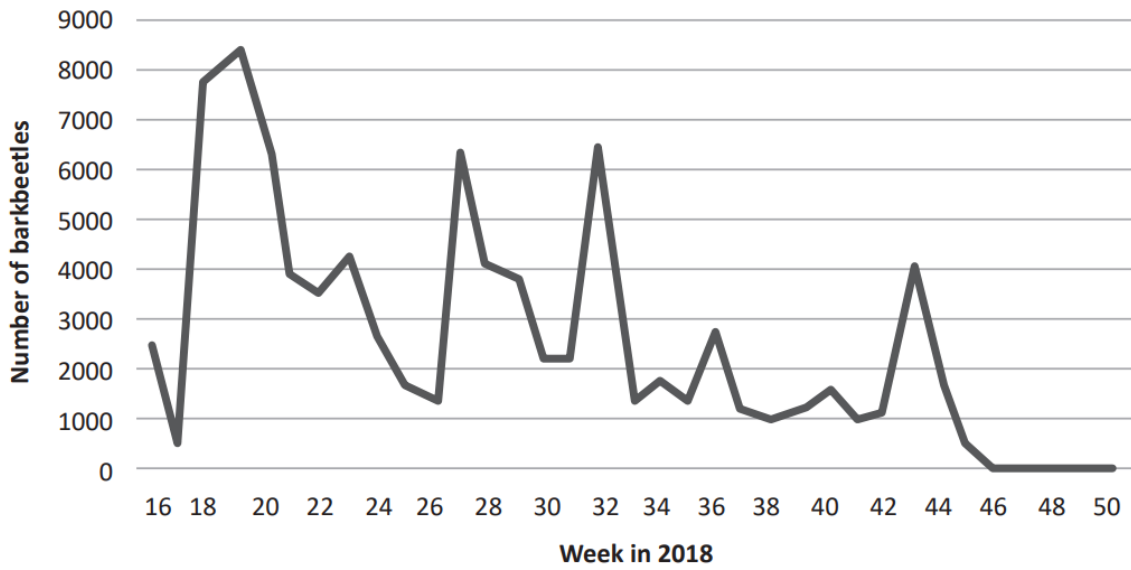
Tablica 3 Zbirni ulov neciljanih vrsta po GJ 2018. godine

GOSPODARSKA JEDINICA	<i>Temnochilla caerulea</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Tomicus spp.</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Monochamus gallprovincialis</i>	Σ
SPLITSKE ŠUME	5	8	460	0	0	473
UGLJAN- PAŠMAN	36	0	0	0	0	36
ŠIBENSKE ŠUME DIO (540)	0	3	0	5	0	8
ŠIBENSKE ŠUME DIO (541)	220	13	6232	0	7	6472
PROMINA (552)	0	0	0	0	46	46
PROMINA (555)	0	0	0	0	9	9
BACINA	0	0	4044	0	0	4044
SLIVNO	0	0	751	0	0	751

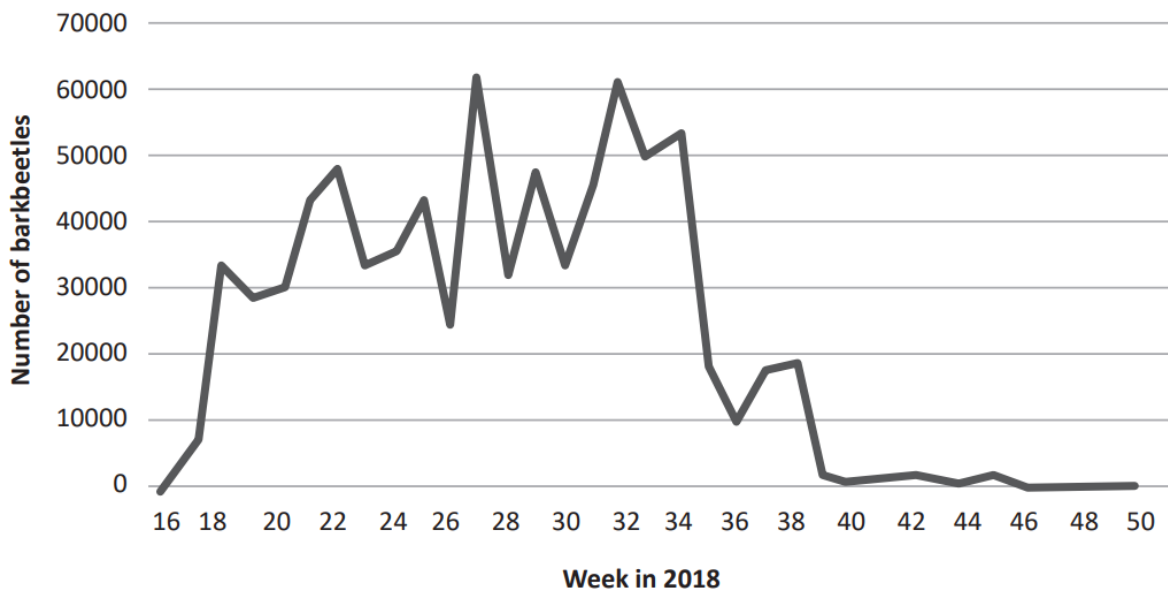


Graf 52 Zbirni ulov neciljanih vrsta po GJ 2018. godine

Iz rezultata prikazanih u tablici (Tablica 3) vidljivo je da je najveća brojnost različitih ulova na lokaciji Šibenske šume dio (šifra obrasca 541) s 6472 jedinki, zatim GJ Baćina s 4044 jedini. Nakon toga po brojnosti slijedi lokacija Slivno, Splitske šume i Promina (552). GJ Šibenske šume dio (540), Promina (555) i Ugljan-Pašman imaju najmanju brojnost različitih ulova. Vrsta *Tomicus spp.* je na lokaciji Šibenske šume dio (541) i Baćina bila brojnija nego na ostalim lokacijama, dok su vrste *Temnochilla caerulea* i *Ips sexdentatus* najbrojnije u GJ Šibenske šume dio (541).

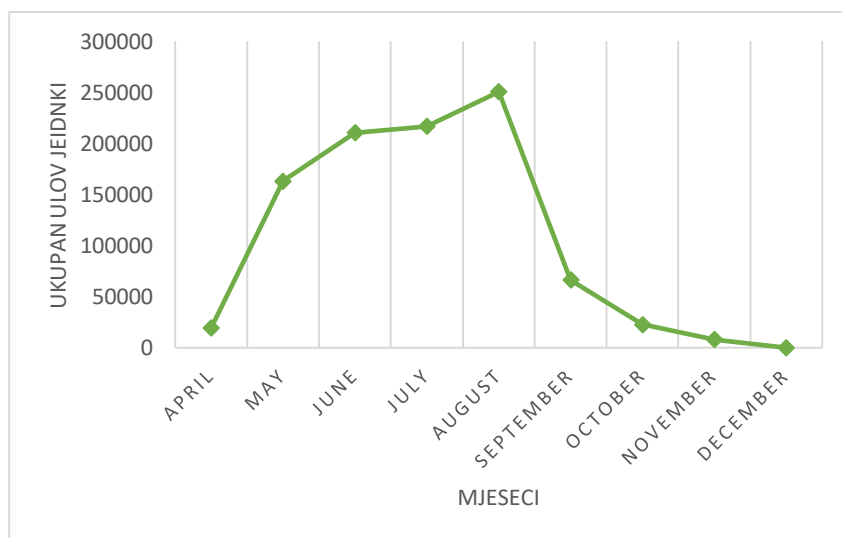


Slika 20 Ukupan broj ulova *O.erosus* po tjednima u 2018. godini u privatnim šumama na području općine Brele (Izvor: Pernek i dr. 2019)



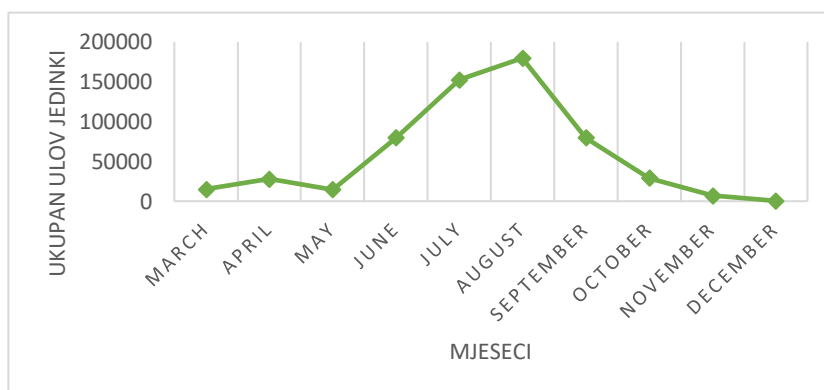
Slika 21 Prosječni broj ulova *O.erosus* po tjednu u 2018. godini u državnim šumama na području općine Brele (Izvor: Pernek i dr. 2019)

Kako bi usporedili ulove iz različitih područja monitoringa za usporedbu je korišten izvorni znanstveni rad Pernek i dr. 2019. te završni rad Mihalinec (2020). Nakon iznenađujućeg zapisa o šteti koju je napravio *O. erosus* u 2017. godini, pokrenut je monitoring praćenja ulova potkornjaka. Feromonske klopke s feromonom Erosowit® za praćenje brojnosti *O. erosus* u šumama alepskog bora u Dalmaciji postavljene su na ukupno 13 lokacija (u državnim i privatnim šumama). Ulovi u klopkama su prikupljeni i tjedno su brojane odrasle jedinke *O. erosus* kako bi se utvrdila brojnost štetnika na promatranim mjestima, kao i da bi se dobile prve informacije o dinamici i gustoći populacije. Naši podaci pokazuju da je nekoliko generacija (najmanje 5 generacija godišnje) bilo prisutno u 2018. godini (Slika 20 i 21) te ove podatke treba dodatno potvrditi i pratiti u godinama koje slijede. (Pernek i dr. 2019)



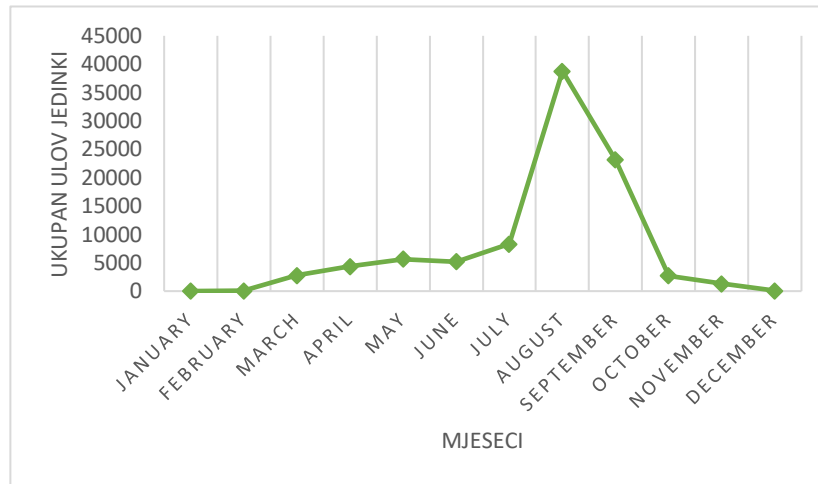
Graf 53 Prikaz ulova vrste *O. erosus* po mjesecima 2018. godine

Cjelogodišnjim monitoringom *O. erosus* u 2018. godini dobili smo jasnu sliku o dominantnom razdoblju porasta broja ulova jedinki gdje je tijekom kolovoza broj ulovljenih jedinki dosegnuo najveći broj koji je iznosio 250 572 jedinki (Graf 53).



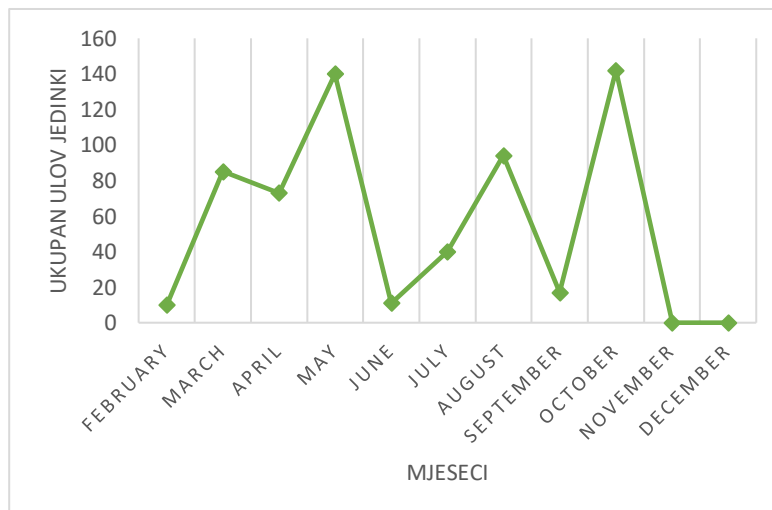
Graf 54 Prikaz ulova vrste *O. erosus* po mjesecima 2019. godine

Na grafu 54 prikazan je blagi porast ulovljenih jedinki u travnju gdje se bilježi 27847 jedinki i porast krivulje s kulminacijom u kolovozu, također kao i u 2018. godini gdje se bilježi 179 656 ulovljenih jedinki. Za razliku od 2018. godine, uočen je pad broja ulova jedinki potkornjaka.



Graf 55 Prikaz ulova vrste *O. erosus* po mjesecima 2020. godine

Na grafu 55 se jasno prikazuje veliki pad ulovljenog broja jedinki potkornjaka 2020. godine u odnosu na 2018. i 2019. godinu. Početak rasta broja ulovljenih jedinki uočen je u veljači gdje dostiže kulminaciju u srpnju gdje broj ulova iznosi 38 783 jedinki *O. erosus* pa sve do prosinca gdje je zabilježen manji broj jedinki (49).

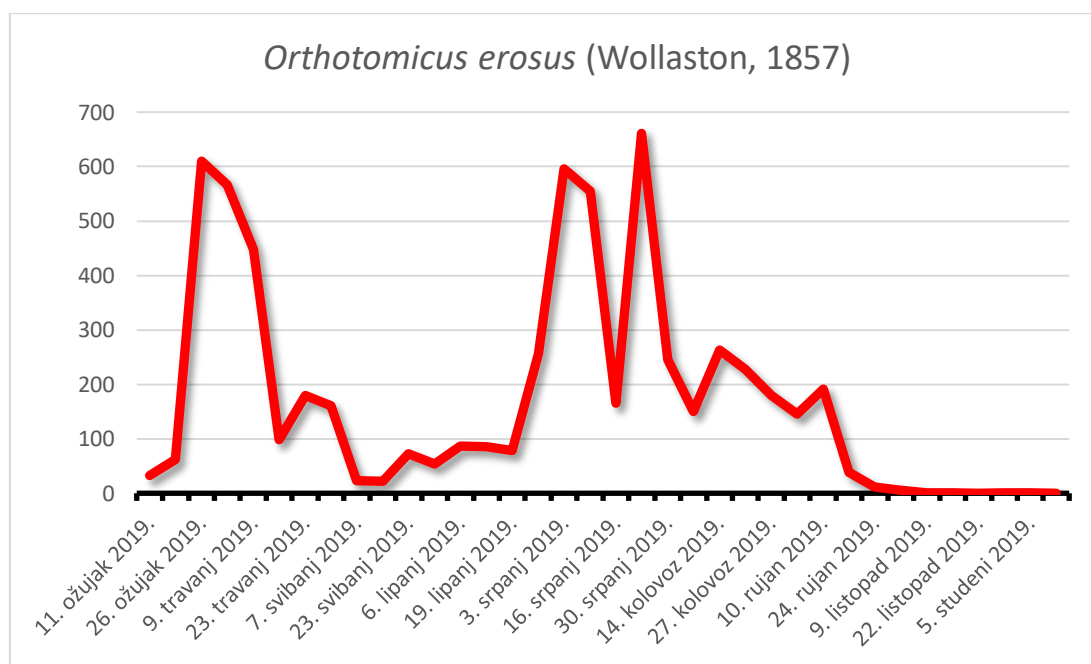


Graf 56 Prikaz ulova vrste *O. erosus* po mjesecima 2021. godine

Iz prikazanih rezultata ulova primjećuju se najmanje tri generacije koje su bile prisutne u 2021. godini. Početak rasta krivulje vidljiv je u veljači s kulminacijom u svibnju gdje je zabilježeno 150 jedinki, a također je uočen porast u lipnju gdje je dosegnuta kulminacija u kolovozu od 94 jedinki te je najveća kulminacija zabilježena u listopadu gdje je broj ulovljenih jedinki za 2021. godinu iznosio 142.

Tablica 4 Godišnji fenološki prikaz ulova *O. erosus* (Izvor: Mihalinec 2020.)

DATUM	Σ
11.03.2019.	57
26.03.2019.	610
01.04.2019.	561
09.04.2019.	451
03.07.2019.	371
09.07.2019.	510
24.07.2019.	441
30.07.2019.	142
14.08.2019.	131
21.08.2019.	98
27.08.2019.	71
04.09.2019.	58
10.09.2019.	46
17.09.2019.	32

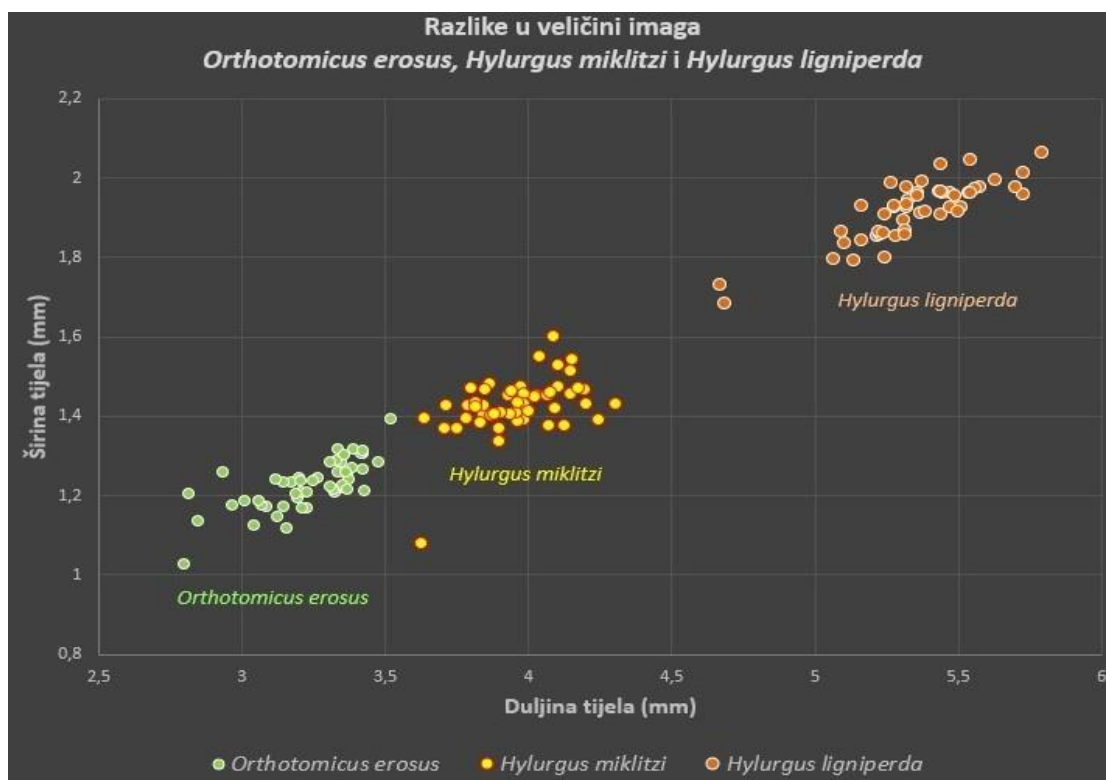


Graf 57 Godišnji ulov *O.erosus* po tjednima u 2019. godini na području općine Brela (Izvor: Mihalinec 2020.)

Cjelogodišnjim monitoringom *O. erosus* dobila se jasna slika o dva dominantna razdoblja rojenja. Tijekom ožujka i travnja te srpnja i kolovoza broj ulovljenih jedinki eksponencijalno raste (Graf 57) prema Mihalinec 2020. Uspoređujući podatke koji su dobiveni tijekom 2019. godine (Graf 54) s podacima prema Mihalinec 2020., vidljivo je kako se donekle poklapaju razdoblja porasta broja ulova jedinki *O. erosus*.

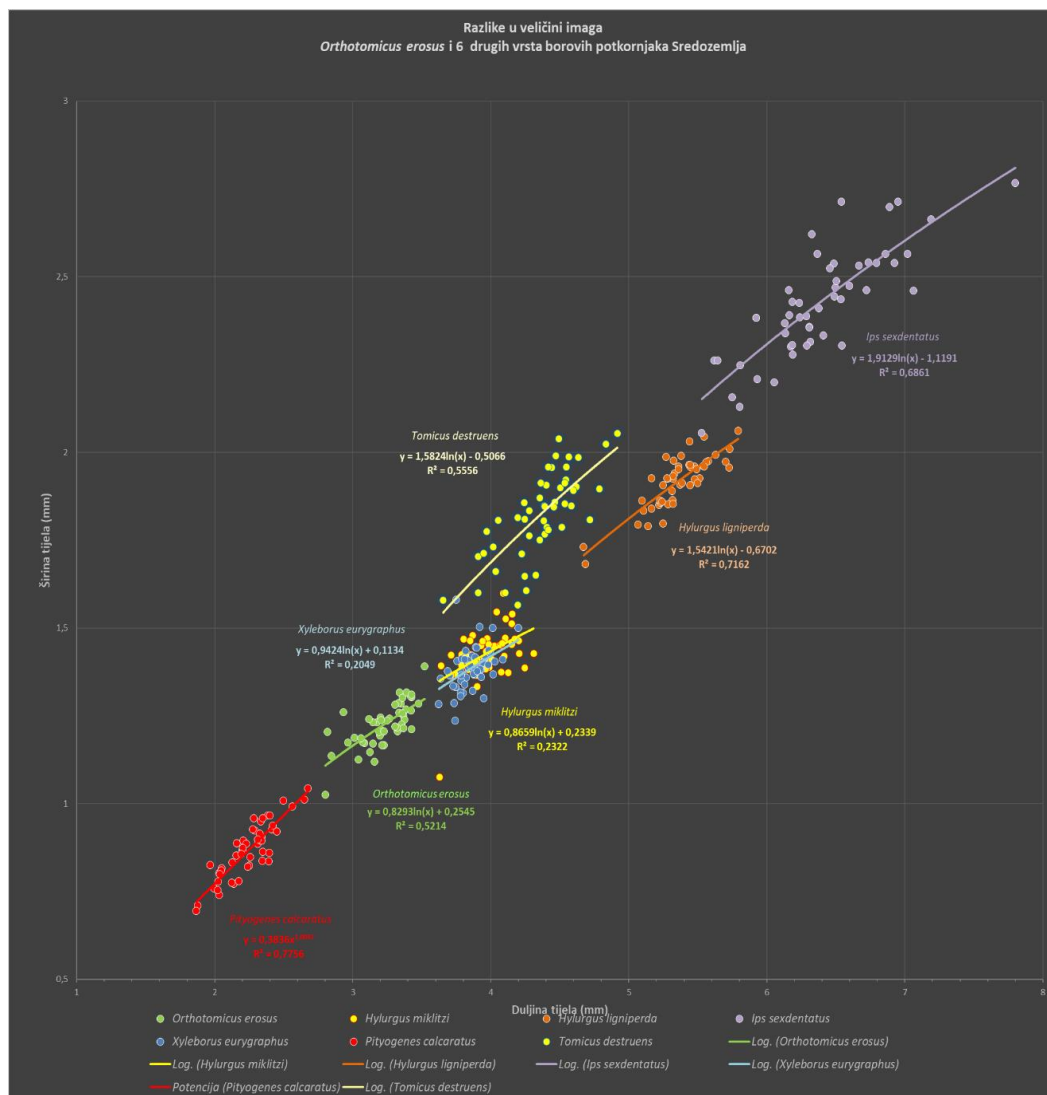
Ono što se znatno razlikuje jest broj jedinki, odnosno prema Mihalinec (2020.) nije zabilježen broj jedinki od listopada, dok se prema grafu 54 broj ulova jedinki pojavljuje kroz cijelu godinu.

Feromonske klopke koriste se u integriranoj zaštiti od potkornjaka drvaša od početka 70-tih godina 20. stoljeća (Moeck 1970, 1971), (McLean i Borden 1975). U Hrvatskoj istraživanja vezana uz ovaj način integrirane zaštite počinju sredinom devedesetih istraživanjima iz eko fiziologije i etologije kukaca odnosno njihovim reagiranjem na fizikalne i kemijske podražaje (Hrašovec 1995). Dosadašnja iskustva upotrebe feromonskih klopki pokazuju da njihova primjena nema uvijek učinkovitost i trenutni efekt kao kemijske metode. Istraživanja pokazuju da se u feromonskim klopka kod ponovnog ispuštanja kornjaša ulovi od 3 do 14 % prvobitno uhvaćenih jedinki (Lindelöw, Weslien 1986). Feromonske klopke pružaju jednostavan i razmjerno realan uvid u prostorni i vremenski tijek i pojavu određenih vrsta potkornjaka iako preciznije ne mogu odrediti njihovu gustoću populacije pa se postavlja pitanje mogućnosti rješavanja problema ulovljenih vrsta koje su "višak" tokom konačnog ulova feromonskih klopki. Odnosno, radi se o razmjernoj neselektivnosti feromona zbog koje su u ulovu na Mediteranu javlja kolateralna, neciljana skupina kukaca, a vrlo često i brojno pronalazimo vrstu *Hylurgus miklitzii*. Prema Jakobašić (2020.) podaci u ovom radu poslužiti će u praktičnom smislu boljoj kvantifikaciji feromonskih ulova na području Dalmacije gdje se u postojećem tipu klopki i korištenjem feromona u pravilu u ulovima pojavljuje nekoliko vrsta potkornjaka različitih dimenzija, od kojih je *H. miklitzii* najbliži ciljnom potkornjaku *O. erosus*. Mediteranski potkornjak može postati ozbiljna šumska štetočina u Hrvatskoj, stoga su potrebni kvalitetni i svježiji podaci o njegovoj biologiji, ekologiji, prirodnim neprijateljima i ostalim najvažnijim stimulativnim i reduktivnim čimbenicima kako bi se predvidjelo njegovo daljnje širenje i predložile održive i učinkovite mjere kontrola njegovih populacija.



Slika 22 Razlike u veličini imaga *O. erosus*, *H. miklitzii* i *H. ligniperda* (Jakobašić 2020.)

Određivanjem morfometrijskih i volumetrijskih obilježja te kvantifikacijom zajedničkog volumetriranja pokušalo se pridonijeti boljoj interpretaciji feromonskih ulova. S obzirom kako se ne raspolaže usko selektivnim feromonima (ili klopka) koje bi zasebno i samo hvatale ciljanu vrstu postavljenog monitoringa, a također ulov kao takav nije precizan iz razloga što se općenito usredotočuje na ulov najčešće na samo jednu vrstu npr. *O. erosus* ili *Ips sexdentatus*. Iako, pod pretpostavkom da se radi o mogućnosti gdje su ulovi primarno očišćeni i prosijani ulovi iz kojih su izuzeta onečišćenja poput iglica i suhih ostataka biljaka, preostaje volumetriranje gdje je činjenica kako se ono obavlja na način da se volumetriraju pomiješane jedinice. Ovakav način "ciljanog" ulova nije rješenje i sasvim je jasno kako JP Hrvatskih šuma imaju svoje nedostatke. Sve ostale vrste krupnijih i sitnijih potkornjaka i ostale neciljane entomofaune, mogu se preciznije "prevesti" u stvarne ulove na temelju sada poznatih odnosa u dimenzijama između *Orthotomicus erosus* i podjednako zastupljene vrste *Hylurgus miklitzii*. Kombinacijom fenoloških spoznaja (kada se dominantno koja vrsta pojavljuje u klopka) i rezultata provedenih morfometrijskih i volumetrijskih mjerenja već sada daje mogućnost preciznijeg kvantificiranja pročišćenih ulova.



Slika 23 Razlike u veličini imaga *O. erosus* i 6 drugih vrsta borovih potkornjaka Sredozemlja (Jakobašić 2020.)

5. ZAKLJUČCI

Temeljem postavljenih ciljeva provedenim istraživanjem dolazi se do slijedećih zaključaka:

Dobivenim podacima na temelju četverogodišnjeg monitoringa JP Hrvatske šume imaju i svoje nedostatke koje je važno spomenuti. Naime, situacija je takva da se mora redovito provoditi stanje u pojedinim GJ uslijed nepovoljnih čimbenika kao što su suše te produljenje vegetacije uslijed kojih dolazi posljedica povećanja populacije štetnih vrsta, a samim time dovodi se u pitanje opstanak šuma u Hrvatskoj.

Obrađeni podaci broja ulova nisu u potpunosti detaljni, iako dobiveni podaci redovno prikazuju ukupan broj ulova po mjesecima, ali ne i konkretno o kojim vrstama se radi. Također, u podacima se pojavljuju pojedini mjeseci zabilježeni bez ikakvog ulova, osim ako se ne radi o postavljenoj klopki koja je naknadno srušena ili iz nekog razloga lovna posudica nije dobro postavljena, napunjena je vodom do vrha posudice i sl.

Nadalje, vrlo bitna stvar u ovakvim podacima jest lokacija, odnosno koordinate postavljenih klopki. Uspješno hvatanje entomofaune uvelike ovisi o odabiru lokacije klopki. Kako današnja tehnologija napreduje velikom brzinom neobično je, odnosno poražavajuće kako se u pojedinim GJ ne mogu dobiti lokacije postavljenih klopki unutar same GJ, ako ne već precizne koordinate, barem približno područje. Provjerom samih upisanih koordinata nije bilo moguće dobiti koordinate pojedinih klopki unutar Republike Hrvatske (greška u višku/manjku brojki u koordinatama, nema upisanih koordinata i sl.), te samim time nije moguće odrediti približno područje unutar GJ Hrvatske šume. Primjerice, koordinate za GJ Promina u Drnišu spadaju unutar granice BiH dok klopke kod Imotskog “padaju“ na teritorij Turske. Upravo bi se iz tih razloga valjalo posvetiti “sitnicama“ koje bi olakšale brži pronalazak željene klopke, ali i samo manipuliranje podacima koje nam internet danas nudi.

U GJ kao što su Splitske šume, Šibenske šume, Ugljan-Pašman, Promina, Bašćanski gaj, Drvenik-Plana te Baćina vrijedno je pohvaliti redovne naknadne zapise po mjesecima gdje osim ciljanog ulova mogu prikazati i ostale vrste ulova kukaca koje su se našle u ulovima tijekom 2018. godine, ali ne i ostalih godina. Njihova prisutnost nije značajna u tolikoj mjeri da bi se na taj način mogli masovno riješiti potkornjaka, no ipak su korisne vrste u programima biološke kontrole. Nadalje, u evidenciji djelatnika Hrvatskih šuma d.o.o. podaci koji su prikazani sadrže nepotpune nazive vrsta ulovljenih kukaca, odnosno nedostaje stručni naziv istima. Nedovoljno je zapisati naziv “predatori potkornjaka i mnogo krilaca“ jer takvu pojavu u postavljenim klopka i očekujemo, time se može reći kako je stručnost djelatnika pri identifikaciji vrste ulova umanjena.

Iz rezultata ulova dobivenih ovim istraživanjem, pomoću naletno barijernih klopki i atraktivnim komponentama, primjećuje se prisutnost raznolike entomofaune. Osim potkornjaka, prisutne su i

druge vrste iz reda Coleoptera (Cerambycidae, Buprestidae) koje čine štetu u borovim šumama na području Hrvatskih šuma. Uz štetne vrste, u ulovima naletno barijernih klopki bile su i korisne vrste, predatori ličinka i adulta potkornjaka, kao što su *Thanasimus formicarius* L. i *Temnochila caerulea*.

Metoda volumetrijske izmjere, korištena za potrebe određivanja brojnosti vrste *O. erosus*, pokazala se konzistentnom (Jakobašić 2020). Prebrojavanje volumetrijskom metodom funkcionira na način da se ručno broji uzorak koji zauzima određeni prostor u menzuri. Pomoću te metode može se puno brže i jednostavnije odrediti broj jedinki mediteranskog potkornjaka kada imamo velik broj potkornjaka, što olakšava posao nakon provedenog istraživanja. Glavna prednost je kraće vrijeme potrebno za prebrojavanje mediteranskog potkornjaka. Glavni je nedostatak metode to što i pri dovoljnoj preciznosti, minimalnim pogreškama doziranja u menzuri možemo dobiti značajne razlike u broju jedinki mjerene vrste. Problemi koji se javljaju u procesu sortiranja sitom te prebrojavanja volumetrijskom metodom najviše ovise o dimenzijama potkornjaka na kojima je testiranje izvršeno. Dimenzije traženih vrsta, *O. erosus* i *H. miklitzi* veoma su slične i samim je time otežan je proces određivanja optimalne metode sortiranja i prebrojavanja. Vidljivo na slici 23, samo se na jednom mjestu u krivulji dimenzije tih dvaju spomenutih potkornjaka preklapaju pa se prema tome dolazi do zaključka da se ipak može odrediti najbolja metoda sortiranja i prebrojavanja na parametru dužine i širine tijela potkornjaka. Prednost sita je što su dostupna u svakom većem dućanu mješovite robe. Prije svega, ovdje se radi o materijalu koji nije pročišćen te svaki postupak zahtijeva određeno vrijeme (micanje iglica, pomiješane vrste i sl.), zbog toga se takav postupak očekuje od djelatnika Hrvatskih šuma.

Konačno, smisao monitoringa omogućuje u vrijeme produžene i intenzivne suše pravodobnu reakciju suzbijanja nekontroliranog širenja štetnih vrsta i njihovih žarišta. Feromonske klopke kao dio integrirane zaštite šuma daju sliku i uvid u populacijsku dinamiku potkornjaka. U istraživanjima je prikazano kako jedno stablo ugroženo potkornjacima promjera 40 centimetara može napasti čak 50-60 stabla u idućoj godini, što je iznimno veliki broj (Turković 2017). Sa šumarskog aspekta potkornjaci predstavljaju štetnike jer smanjuju vrijednost drvene mase i negativno utječu na prirast, međutim sa biološkog aspekta potkornjaci u uvjetima latentnih populacija imaju obilježja sekundarnih štetnika i pozitivno utječu na održavanje biološke raznolikosti u šumskim područjima.

6. LITERATURA

1. Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., But-terfield, J., Buse, A., Coulson, J. C., Farrar, J., Good, J.E. G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T. H., Lindroth, R. L., Press, M. C., Symrnioudis, I., Watt, A. D., Whittaker, J. B., 2002.: Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8(1): 1–16.
2. Battisti, A., Larsson, S., 2015.: Climate change and insect distribution range. *Climate change and insect pests*. Ur. Björkman, C.; Niemelä, P. CABI. Wallingford. 1–16
3. Cindrić Kalin, K., 2020.: Metode analize trajanja sušnih razdoblja pomoću teorije ekstrema. Sveučilište u Zagrebu. Prirodoslovno-matematički fakultet, disertacija. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:040872>
4. Franjević, M., Pernek, M., Hrašovec, B., 2012.: Bark beetle populations in Croatia during the period 2008-2009 – monitoring data and research observations. *Forstschutz Aktuell* 55:26–27. https://bfw.ac.at/400/pdf/fsaktuell_55_9.pdf
5. Grodzki, W., 2021.: Do pheromone trapping always reflect *Ips typographus* (L.) population level? A study from the Tatra National Park in Poland. *Folia forestalia Polonica*, 63, 36-47. <https://sciendo.com/article/10.2478/ffp-2021-0004>
6. Hatvalić, T., 2021.: Monitoring borovih potkornjaka i njihov utjecaj na zdravstveno stanje kultura bora (*Pinus* spp.) na području NP Paklenica 2020.godine. Sveučilište u Zagrebu. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, diplomski rad. <https://repositorij.sumfak.unizg.hr/islandora/object/sumfak%3A2710/datastream/PDF/view>
7. Hill, J. K., Griffiths, H. M., Thomas, C.D., 2011.: Climate change and evolutionary adaptations at species' range margins. *Annual Review of entomology* 56: 143–159. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-ento-120709-144746>
8. Hrašovec, B., 1995.: Feromonske klopke - suvremena biotehnička metoda u integralnoj zaštiti šuma od potkornjaka. *Šumarski list*, 1–2: 27–31. <https://www.sumari.hr/sumlist/pdf/199500270.pdf>
9. Hrašovec, B., 2016.: Smrekov pisar (*Ips typographus*) razvojni ciklus, simptomi napada, monitoring populacije, mjere suzbijanja. Hrvatski šumarski institut, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, brošura.
10. Jakobašić, T., 2020.: Volumetrijska i morfometrijska obilježja najvažnijih vrsta Sredozemnih potkornjaka s naglaskom na vrste *Orthotomicus erosus* i *Hylurgus miklitzi*. Sveučilište u Zagrebu. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, završni rad. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:496745>
11. Kasumović, L., 2016.: Učinkovitost suhih i mokrih naletno barijernih Theysohn® feromonskih klopki u lovu smrekovih potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. *Šumarski list*, 9–10 (2016): 477–484. <https://hrcak.srce.hr/file/248110>
12. Katić, P., 2021.: Primjena suvremenih sustava feromonskog monitoringa s namjenom prevencije i smanjenja šteta od borovih potkornjaka na primjeru G.j. "Borovača", UŠP Split. Sveučilište u Zagrebu. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, diplomski rad. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:883273>

13. Manion, P. D., 1981.: Tree disease concepts. <https://archive.org/details/treediseaseconce0000mani/page/n1/mode/2up>
14. Matic, S., Anić, I., Oršanić, M. 2005.: Uzgojni zahvati u funkciji poboljšanja protuerozijske i vodozaštitne uloge šume. Šumarski list 13: 17–30. <https://www.sumari.hr/sumlist/200513.pdf>
15. McLean, J.A., Borden, J.H. 1975: Gnathotrichus sulcatus attack and breeding in freshly sawn lumber. Journal of Economic Entomology 68, 605-606. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19760066446>
16. Mendel, Z. 1988.: Attraction of *Orthotomicus erosus* and *Pityogenes calcaratus* to a synthetic aggregation pheromone of *Ips typographus*. Phytoparasitica 16(2): 109–117. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02980465>
17. Mihalinec, M., 2020.: Praćenje fenologije sredozemnog potkornjaka *Orthotomicus erosus* na području Brela 2019. godine metodom feromonskih klopki. Sveučilište u Zagrebu. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, završni rad. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:018205>
18. Moeck, H.A. 1970: Ethanol as the primary attractant for the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae). Canadian Entomologist, 102, 985-994. <https://www.cabi.org/isc/abstract/19700606520>
19. Moeck, H.A. 1971: Field test of ethanol as scolytid attractant, Canada Dept. Fish. And For., Bi-mon. Res. Notes 27: 11-12. <https://scf.rncan.gc.ca/publications?id=28392>
20. Pernek, M., 2000.: Feromonske klopke u integralnoj zaštiti smrekovih šuma od potkornjaka. Rad Šumarskog instituta. Jastrebarsko. 35(2): 89–100. <https://doi.org/10.15177/seefor.19-05>
21. Pernek, M., Matošević, D., Hrašovec, B., 2006.: Istraživanje feromona i klopki za prognozu jelovog potkornjaka *Pityokteines curvidens* Germar (Coleoptera, Scolytidae). Šumarski institut. Jastrebarsko. 9: 213–222. <https://hrcak.srce.hr/26025>
22. Pernek, M. i Hrašovec, B., 2005.: Istraživanje feromonskih pripravaka i klopki namijenjenih ulovu jelovih krivozubih potkornjaka. Rad šumarskog instituta. Jastrebarsko. 40 (1): 31–42. <https://www.bib.irb.hr/201240?rad=201240>
23. 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. Original scientific paper. <https://doi.org/10.15177/seefor.19-05>
24. Pernek, M., Novak-Agbaba, S., Lacković, N., Đođ, N., Lukić, I., Wirth, S., 2012.: Uloga biotičkih čimbenika u sušenju borova (*Pinus* spp.) na području Sjeverne Dalmacije. Šumarski list 7–8:343–354. <https://hrcak.srce.hr/file/129461>
25. Portal izvještajno-prognoznih poslova u šumarstvu, 2016.: Štetnici Hr. <https://stetnici.sumins.hr/> (Pristupljeno: 14.09.2022.)
26. Premuž, T., 2019.: Mjere zaštite šuma tijekom 2018. godine u šumama Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, diplomski rad. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/sumfak%3A1723/datastream/PDF/view>
27. Prpić, B., Jurjević, P., Jakovac, H., 2005.: Procjene vrijednosti protuerozijske, hidrološke i vodozaštitne uloge šume. Šumarski list 13: 186–194. <https://www.sumari.hr/sumlist/200513.pdf>

28. Pureswaran, D. S., Roques, A., Battisti, A., 2018.: Forest insects and climate change. *Current Forestry Reports* 4(2): 35–50. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40725-018-0075-6>
29. Sabadi, R., Krznar, A., Jakovac, H., 1988.: Koliko društvena zajednica pridonosi održanju i proširenju potencijala općih koristi od šuma? *Šumarski list* 5–6: 255–265. <https://www.sumari.hr/sumlist/198805.pdf>
30. Spaić, I. 1964.: Pokusi suzbijanja potkornjaka na alepskom boru metodom prstenovanja. *Šumarski list* 1–2: 226–236. <https://www.sumari.hr/sumlist/gootxt.asp?id=196405&s=64&s2=74>
31. Turković, T. 2017: Utjecaj potkornjaka na šumska područja Gorskog Kotara. Veleučilište u Karlovcu, završni rad. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:993916>
32. Wilf, P., Labandeira, C. C. 1999.: Response of plant-insect associations to Paleocene-eocenewarming. *Science* 284(5423): 2153–2156. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10381875/>