

Analiza ulova neciljane entomofaune kornjaša (Coleoptera) u sustavu feromonskog monitoringa NP Paklenica

Lovrić, Valentina

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:574100>

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](#)



**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE SVEUČILIŠTA U
ZAGREBU**

ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ

URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

VALENTINA LOVRIĆ

**ANALIZA ULOVA NECILJANE ENTOMOFAUNE KORNJAŠA
(COLEOPTERA) U SUSTAVU FEROMONSKOG MONITORINGA U NP
PAKLENICA**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2021.

**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE SVEUČILIŠTA U
ZAGREBU**

ŠUMARSKI ODSJEK

ZAVOD ZA ZAŠTITU ŠUMA I LOVNO GOSPARENJE

**ANALIZA ULOVA NECILJANE ENTOMOFAUNE KORNJAŠA
(COLEOPTERA) U SUSTAVU FEROMONSKOG MONITORINGA U NP
PAKLENICA**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Integrirana zaštita šuma u zaštićenim područjima

Ispitno povjerenstvo: 1. Doc. dr. sc. Milivoj Franjević

2. Doc. dr. sc. Marko Vucelja

3. Dr. sc. Jelena Kranjec Orlović

Student: Valentina Lovrić

JMBAG: 0068227973

Broj indeksa: 1084/19

Datum odobrenja teme: 04.05.2021.


Datum predaje rada: 25.08.2021.

Datum obrane rada: 24.09.2021.

ZAGREB, rujan 2021.

Dokumentacijska kartica

Naslov	Analiza ulova neciljane entomofaune kornjaša (Coleoptera) u sustavu feromonskog monitoringa u NP Paklenica
Title	Catch analysis of non-target entomofauna of beetles (Coleoptera) in the pheromone monitoring system of NP Paklenica
Autor	Valentina Lovrić
Adresa autora	N. Š. Zrinski bb. Busovača, Bosna i Hercegovina
Mjesto izrade	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Doc. dr. sc. Milivoj Franjević
Komentorica	
Godina objave	2021.
Obujam	Stranica: 50 , slika: 26, tablica: 6, grafikona: 19, navoda literature: 37
Ključne riječi	Neciljana entomofauna, NP Paklenica, feromonski monitoring, predatori potkornjaka, Buprestidae, <i>Thanasimus femoralis</i> , <i>Thanasimus formicarius</i> , <i>Nemosoma elongata</i> , <i>Temnochila caerulea</i>
Key words	Non-target entomofauna, NP Paklenica, pheromone monitoring system, <i>Thanasimus femoralis</i> , <i>Thanasimus formicarius</i> , <i>Nemosoma elongata</i> , <i>Temnochila caerulea</i>
Sažetak	Na području NP Paklenica 2019. godine uspostavljen je monitoring borovih potkornjaka. Analizom ulova feromonskih klopki utvrđen je udio neciljane entomofaune u ukupnom ulovu za 2019., 2020. i 2021. godinu. Posebna pozornost bila je posvećena predatorskim vrstama koje su činile značajan udio kolateralnog ulova. Utvrđena je sezonska dinamika i parametri populacije za najznačajnije vrste pronađene u klopka: <i>Nemosoma elongatum</i> , <i>Temnochila caerulea</i> , <i>Thanasimus formicarius</i> i <i>Thanasimus femoralis</i> . Od ostalih vrsta kornjaša u većem broju bile su zastupljene vrste <i>Chalcophora mariana</i> (Buprestidae) i <i>Spondylis buprestoides</i> (Cerambycidae). Posebno je značajno utvrđivanje <i>Thanasimus femoralis</i> u analiziranim uzorcima. Analiza ulova pokazala je da pojedine vrste prevladavaju u kolateralnom ulovu na pojedinim lokacijama tijekom cijelog razdoblja istraživanja. Prikazana je i prostorno vremenska analiza dinamike populacija predator/potkornjak te utvrđen ukupni udio neciljane entomofaune u ukupnom ulovu za razdoblje od 2019. do 2021. godine.

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	OB ŠF 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 28.06.2017.

„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“.

vlastoručni potpis

Valentina Lovrić

U Zagrebu, 24.09.2021.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Nacionalni park Paklenica	1
1.2. Feromonski monitoring u integriranoj zaštiti šuma.....	4
1.3. Najčešća kolateralna entomofauna u feromonskim klopka	4
2. CILJ RADA.....	6
3. MATERIJALI I METODE	7
3.1. Šume i kulture borova u Nacionalnom parku Paklenica	7
3.2. Lokacije klopki u sustavu feromonskog monitoringa u NP Paklenica.....	9
3.3. Tipovi naletno barijernih klopki	11
3.4. Laboratorijska analiza uzoraka	13
4. REZULTATI.....	14
4.1. Rezultati ulova u naletno barijernim klopka za 2019. godinu	14
4.2. Rezultati ulova u naletno barijernim klopka za 2020. godinu	17
4.3. Rezultati ulova u naletno barijernim klopka za 2021. godinu	20
4.4. Vrste kornjaša (Coleoptera) u ulovu feromonskih klopki	23
4.5. Značajne regulacijske vrste u ulovu neciljane entomofaune	32
4.4.1. Rezultati ulova predatorskih vrsta za 2019. godinu	36
4.4.2. Rezultati ulova predatorskih vrsta za 2020. godinu	38
4.4.3. Rezultati ulova predatorskih vrsta za 2021. godinu	40
5. RASPRAVA.....	42
5.1. Usporedba dinamike populacije potkornjaka i predatora	44
6. ZAKLJUČAK.....	46
7. LITERATURA.....	47

POPIS SLIKA

Slika 1. Geografski položaj NP Paklenica u Republici Hrvatskoj	1
Slika 2. Prostorni obuhvat NP Paklenica	3
Slika 3. Šume crnog bora (<i>Pinus nigra</i>) u NP Paklenica	7
Slika 4. Kulture alepskog bora (<i>Pinus halepensis</i>) u NP Paklenica.....	8
Slika 5. Lokacije barijernih klopki u sustavu feromonskog monitoringa u NP Paklenica.....	10
Slika 6. Teoretski princip lova barijerne klopke	11
Slika 7. Bakkeova klopka na lokaciji Pjeskovita kosica	12
Slika 8. Naletno barijerna klopka tipa Theysohn (mokra) na lokaciji Ramići	12
Slika 9. Sušenje uzoraka u entomološkom laboratoriju Laboratorija za patologiju drveća Šumarskog odsjeka Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije	13
Slika 10. Izgled vrste <i>C. mariana</i>	24
Slika 11. Izgled vrste <i>B. haemorrhoidalis</i>	24
Slika 12. Izgled vrste <i>B. octoguttata</i>	25
Slika 13. Izgled vrste <i>B. dalmatina</i>	26
Slika 14. Izgled vrste <i>C. chrysostigma</i>	26
Slika 15. Izgled vrste <i>D. berolinensis</i>	27
Slika 16. Izgled vrste <i>A. aedilis</i>	28
Slika 17. Izgled vrste <i>A. carinulatus</i>	29
Slika 18. Izgled vrste: <i>A. reticulatus</i>	29
Slika 19. Izgled vrste <i>M. sutor</i>	30
Slika 20. Izgled vrste <i>R. inquisitor</i>	31
Slika 21. Izgled vrste <i>S. buprestoides</i>	31
Slika 22. Izgled vrste <i>N. elongatum</i>	32
Slika 23. Izgled vrste <i>T. caerulea</i>	33
Slika 24. <i>T. cerulaea</i> u kori odumrlog crnog bora na ulazu u kanjon Velike Paklenice.....	33
Slika 25. <i>T. formicarius</i> lijevo: dorzalna strana s karakterističnim prugama; desno: ventralna strana crvenosmeđe obojana.....	34
Slika 26. <i>T. femoralis</i> , lijevo: dorzalna strana s karakterističnim prugama; desno: ventralna strana s crnim meta- i mezosternumom.....	35

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz zbirnog ulova kornjaša po lokacijama u NP Paklenica (2019)	14
Tablica 2. Prikaz zbirnog ulova kornjaša po lokacijama u NP Paklenica (2020)	17
Tablica 3. Prikaz zbirnog ulova kornjaša po lokacijama u NP Paklenica (2021)	20
Tablica 4. Prikaz vrsta predatora u kolateralnom ulovu za 2019. godinu	36
Tablica 5. Prikaz vrsta predatora u kolateralnom ulovu za 2020. godinu	38
Tablica 6. Prikaz vrsta predatora u kolateralnom ulovu za 2021. godinu	40

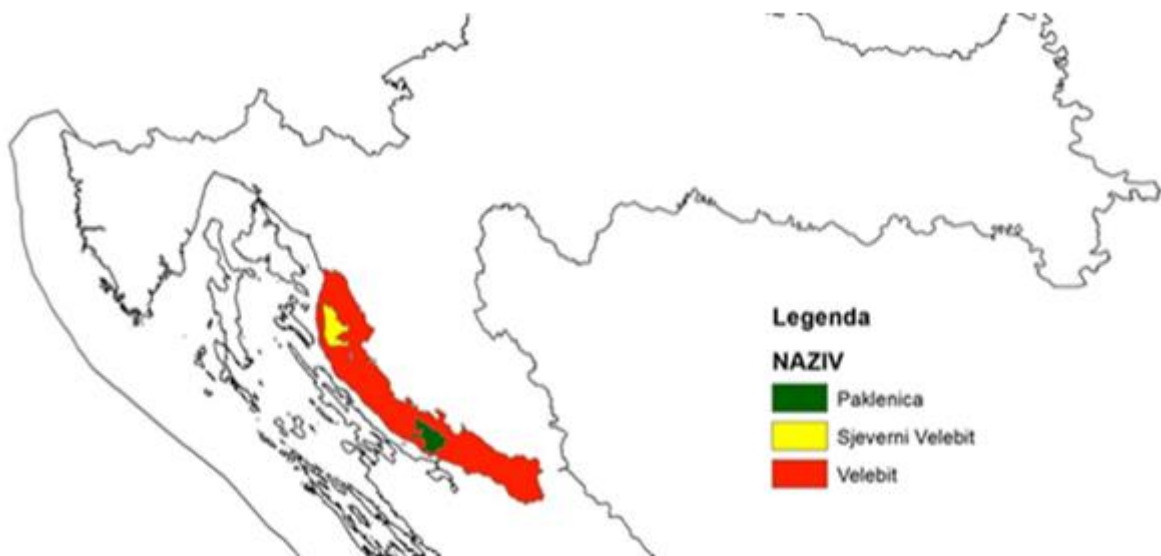
POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prikaz udjela neciljane entomofaune u ukupnom ulovu 2019. godine	15
Grafikon 2. Prikaz udjela pojedine porodice kornjaša u kolateralnom ulovu 2019. godine	15
Grafikon 3. Prikaz zbirnog ulova neciljane entomofaune za pojedinu lokaciju (2019).....	16
Grafikon 4. Prikaz udjela neciljane entomofaune u ukupnom ulovu 2020. godine	18
Grafikon 5. Prikaz udjela pojedine porodice kornjaša u kolateralnom ulovu 2020. godine	18
Grafikon 6. Prikaz zbirnog ulova neciljane entomofaune za pojedinu lokaciju (2020).....	19
Grafikon 7. Prikaz udjela neciljane entomofaune u ukupnom ulovu 2021. godine	21
Grafikon 8. Prikaz udjela pojedine porodice kornjaša u kolateralnom ulovu 2021. godine	21
Grafikon 9. Prikaz zbirnog ulova neciljane entomofaune za pojedinu lokaciju (2021).....	22
Grafikon 10. Prikaz udjela pojedine vrste predatora u kolateralnom ulovu za 2019. godinu .	37
Grafikon 11. Prikaz dinamike populacije pojedine vrste predatora za 2019. godinu	37
Grafikon 12. Prikaz udjela pojedine vrste predatora u kolateralnom ulovu za 2020. godinu .	39
Grafikon 13. Prikaz dinamike populacije pojedine vrste predatora za 2020. godinu	39
Grafikon 14. Prikaz udjela pojedine vrste predatora u kolateralnom ulovu za 2021. godinu .	41
Grafikon 15. Prikaz dinamike populacije pojedine vrste predatora za 2021. godinu	41
Grafikon 16. Udio predatora potkornjaka u zbirnom ulovu (2019., 2020. i 2021. god.).....	43
Grafikon 17. Usporedba dinamike populacije potkornjaka i predatorskih vrsta (2019).....	44
Grafikon 18. Usporedba dinamike populacije potkornjaka i predatorskih vrsta za (2020)	44
Grafikon 19. Usporedba dinamike populacije potkornjaka i predatorskih vrsta za (2021)	45

1. UVOD

1.1. Nacionalni park Paklenica

Nacionalni park Paklenica, kojeg čini šuma (55%) zajedno sa kanjonima Velike i Male Paklenice, kao predjelima naročite prirodne ljepote i znanstvenog značaja, utemeljen je 1949. godine. Područje Nacionalnog parka prostire se na površini od 95 km² u rasponu od 30 do 1757 m/nv na primorskoj padini južnog Velebita od naselja Starigrad-Paklenica i Seline do vršnog prostora južnog Velebita i njegovih najvećih vrhova: Vaganski vrh (1757 m), Sveto brdo (1753 m), Babin vrh (1744 m) i Malovan (1704 m). Administrativno se proteže na dvije županije, Ličko-senjsku i Zadarsku – gdje je od 1956. godine u Starigradu smještena samostalna uprava nacionalnog parka.



Slika 1. Geografski položaj NP Paklenica u Republici Hrvatskoj (izvor: Šikić, 2007)

Primarni razlog proglašenja ovog područja nacionalnim parkom prvenstveno su bile očuvane šume bukve i crnog bora koje svojom površinom od oko 2 031,78 ha čine gotovo dvije trećine parkovne površine (uključujući i degradirane šume) (Španjol i dr., 2003) te su i danas jedan od najočuvanijih šumskih kompleksa na području Dalmacije.

Uz bogatu i raznoliku šumsku i nešumsku vegetaciju unutar koje se može izdvojiti čak 67 endemičnih biljnih svojti (Šikić, 2007), prostor nacionalnog parka odlikuje se i iznimnim bogatstvom geomorfoloških pojava i oblika. Najistaknutiji među njima su kanjoni Velika i Mala Paklenica. Njihove strme padine oblikovane su erozijskim i korozijskim djelovanjem bujičnih tokova koji se spuštaju od najviših dijelova Velebita prema moru te su duboko urezane u južnu padinu Velebita (Bognar, 1994).

Najveći dio Nacionalnog parka izgrađuju karbonatne stijene od kojih se ističu dolomiti, karbonatne breče i vapnenci koji pogoduju formiranju različitih krških reljefnih oblika. Pod utjecajem vode i temperature, kroz dugu geološku prošlost, oblikovali su se brojni egzogeni i endogeni krški oblici. Tako se, ovisno o dijelu Parka, može uočiti velik broj ponikava, kukova, škrapa, siga i dr. od kojih su mnogi od njih reprezentativni oblici (Kalcina, 2020).

Sveukupna posebnost ovog krškog područja, koje je od izuzetnog značaja ne samo za Hrvatsku nego i Europu, je prisutnost brojnih geomorfoloških pojava i oblika, raznoliki biljni i životinjski svijet, atraktivni krajolici i netaknuta priroda na relativno malom području.



Slika 2. Prostorni obuhvat NP Paklenica (izvor: <https://www.np-paklenica.hr/hr/penjanje-hr1/penjali%C5%A1te/item/833-karta-parka>)

1.2. Feromonski monitoring u integriranoj zaštiti šuma

Dosadašnje iskustvo o reagiranju brojnih vrsta kukaca na fizikalne i kemijske podražaje za pronalaženje partnera, agregaciju ili disperziju, omogućilo je upotrebu sintetičkih feromona kao suvremene biotehničke metode u integriranoj zaštiti šuma. 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-prognozne svrhe, kao nadomjestak za kemijska tretiranja, te u zaštiti korisnih vrsta (predatora, parazitoida) (Pernek, 2000) ili za pravovremenu detekciju invazivnih vrsta.

Jedinstveno svojstvo svih feromona 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 (Hrašovec, 1995). Unatoč visokoj selektivnosti nekih feromonskih pripravaka, u klopka su česte vrste "slučajnog" ulova. To je vjerojatno posljedica sposobnosti sapsilnih vrsta kornjaša (*Coleoptera*) da iskoriste feromone drugih vrsta kako bi locirali svoj plijen ili stanište (Allison i dr., 2004). Drugi uzrok tome bi mogli biti lažni odgovori mužjaka neciljanih vrsta na sintetske feromone promatrane vrste ili prisutnost zajedničkih komponenti u feromonima za promatranu vrstu (Hrudova, 2003) što je karakteristično za predatore potkornjaka za koje je poznato da ih feromonske komponente kairomonski privlače (Schroeder 2003, Pajares i dr. 2004, prema: Pernek i dr., 2020).

1.3. Najčešća kolateralna entomofauna u feromonskim klopka

Ciljane vrste kukaca su prioritetne u feromonskim klopka. Uz njih, znatan udio u ulovu čini i kolateralna, neciljana entomofauna. Prema Pernek i Hrašovec (2003) u feromonskim klopka namjenjenim ulovu smrekinog pisara od ukupno ulovljenih 82 050 jedinki, udio neciljanih vrsta kukaca iznosio je 1,21% od čega na predatorske kukce otpada 0,5%, što se smatralo dovoljno dobrim s obzirom na selektivnost. U drugom slučaju, odnos ulova neciljane entomofaune naspram potkornjaka iznosio je 10% ukupnog ulova, što je

neprihvatljivo visoka vrijednosti (Pernek i Hrašovec, 2005). Kao razlog velike razlike u udjelu kolateralne entomofaune u ulovu smatra se korištenje nedovoljno selektivnih klopki, a to može imati nepovoljne posljedice po ekološki balans jer se radi o važnim regulacijskim vrstama, predatorima potkornjaka: *Thanasimus formicarius* (L.), *Thanasimus femoralis* (Zett.) (Coleoptera; Cleridae), *Temnochila caerulea* (Olivier.) (Coleoptera; Trogossitidae) i *Nemosoma elongatum* (L.) (Coleoptera; Trogossitidae). Uz njih, kao neželjene vrste koje se često pojavljuju u klopka su i saproksilični kukci koji pomoću feromona lociraju domaćina (uglavnom oslabljena stabla napadom potkornjaka) te zbog toga bivaju privučeni sintetičkim feromonima koji se koriste u klopka namjenjenim za potkornjake (Bracalini i dr., 2021). Najvećim dijelom pripadaju porodicama *Lathridiidae*, *Liodidae*, *Cisidae*, *Elateridae*, *Staphylinidae*, *Cerambycidae*, *Buprestidae* te *Rhizophagidae*. Osim predatorskih vrsta koje su usko vezane uz potkornjake, i nepredatorske vrste koje su dio kolateralnog ulova, u većoj ili manjoj mjeri su vezane za potkornjake svojim načinom života. Kukci iz porodice *Liodidae*: rod *Agathidium* sp. koji je u klopka inače lovljen u velikom broju, hrane se gljivicama što često pridolaze na stablima u kojima su bili ubušeni potkornjaci. Kukci iz porodice *Lathridiidae*, predstavljeni najčešće rodovima *Encimus*, *Corticaria* i *Lathridius*, te kukci iz porodice *Cisidae* žive u hodnicima potkornjaka hraneći se gljivama. Iz porodice *Cerambycidae* česte su vrste roda *Rhagium*, *Monochamus* te vrste *Acanthocinus griseus* (Fabricius) i *Oxypleurus nodieri* (Mulsant). Porodica *Buprestidae* najčešće je zastupljena vrstama *Buprestis novemmaculata* (Linnaeus), *Buprestis dalmatina* (Mannerheim), *Chalcophora detrita* (Klug) i *Chalcophora mariana* (Linnaeus).

2. CILJ RADA

Cilj ovog diplomskog rada je analizirati ulove kornjaša iz sustava naletno barijernih klopki koji se koristi za monitoring potkornjaka u kulturama alepskog i crnog bora na području Nacionalnog parka Paklenica za 2019., 2020. i 2021. godinu.

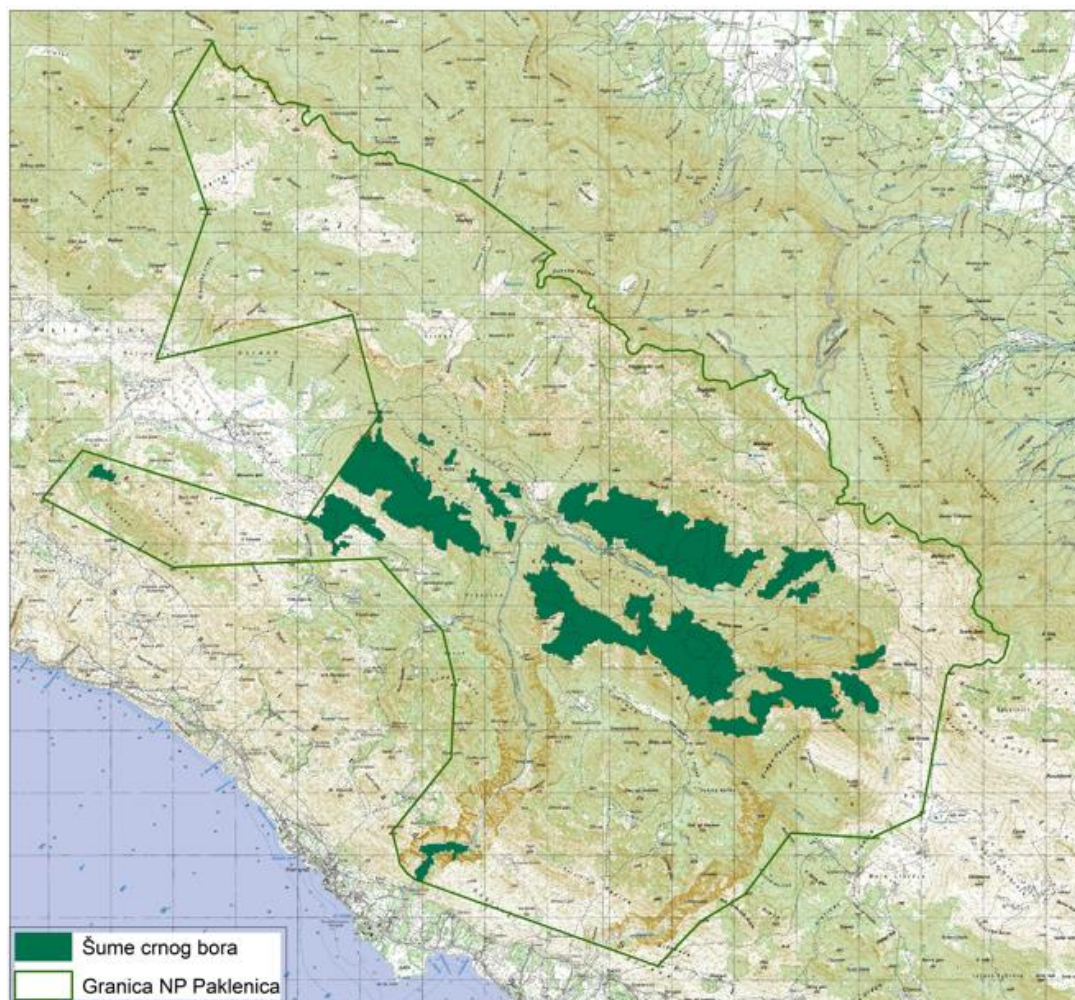
Ciljane vrste u sustavu monitoringa su *Tomicus destruens*, *Orthotomicus erosus*, *Ips sexdentatus*, *Ips bidentatus*, *Hylurgus ligniperda*, *Hylurgus miklitzii*.

Svrha rada je na temelju analiziranih uzoraka utvrditi zastupljenost i značaj pojedinih vrsta neciljane entomofaune u odnosu na ukupan ulov u sustavu monitoringa.

3. MATERIJALI I METODE

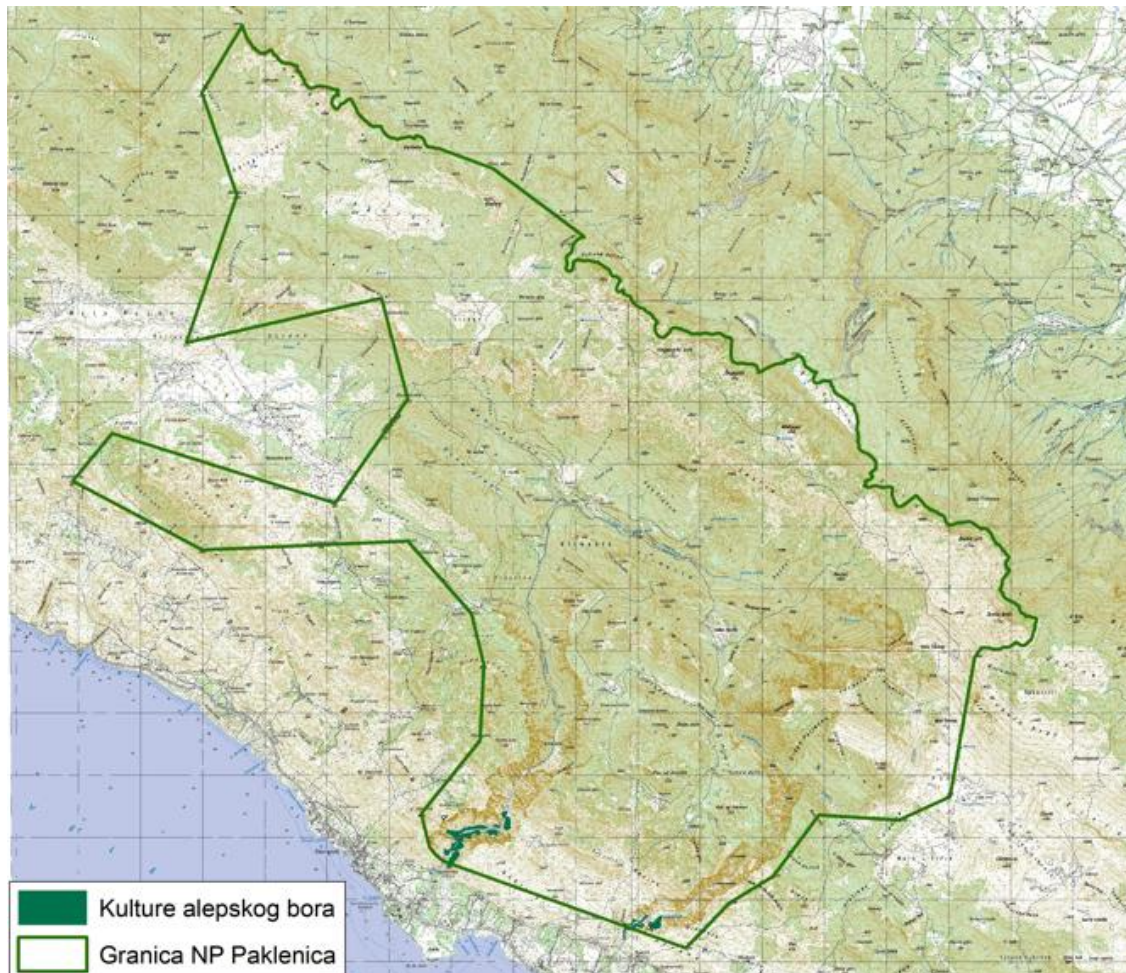
3.1. Šume i kulture borova u Nacionalnom parku Paklenica

Crni bor, kao jedna od najzastupljenijih vrsta šumskog drveća u Parku, tvori zajednicu crnog bora i mušmulice (*Cotoneastro tomentos-Pinetum nigrae* Horvat 1938). Raste na nadmorskim visinama od 700 do 1200 metara na ekstremno plitkim skeletnim i suhim tlima kao što su rendzina i smeđe tlo povrh dolomita (Vukelić, 2012). Rasprostranjena je na području Velike i Male Paklenice na više lokaliteta, na kamenim padinama iznad Golića i Jerkovca, na zaravnima i grebenju Velikog i Malog Mozga, na Borovniku, Crnom Vrh, Velikim i Malim Močilima, Vlaškom Gradu, Jablanuši, Pod Planom, Kreneškom Borovniku, Borovničiću i na padinama Stražbenice iznad Velikog Rujna (Bijelić i dr., 2005, prema: Žarković, 2021) (Slika 3). Osim zajednice *Cotoneastro tomentos-Pinetum nigrae* crni bor tvori i čiste kulture u kanjonu Velike Paklenice.



Slika 3. Šume crnog bora (*Pinus nigra*) u NP Paklenica

Kulture alepskog bora nalazimo na području Velike Paklenice uz kulture crnog bora te u kanjonu Male Paklenice.



Slika 4. Kulture alepskog bora (*Pinus halepensis*) u NP Paklenica

3.2. Lokacije klopki u sustavu feromonskog monitoringa u NP Paklenica

Naletno barijerne klopke postavljenе su 07. ožujka 2019. godine na ulazu u kanjon Velike i Male Paklenice te u kulturi alepskog bora iznad Starigrad Paklenice. Klopka na predjelu Zubkov dočić u izgorenoj šumi crnog bora postavljena je 09. ožujka 2019. godine, a 16. ožujka 2019. godine postavljenе su klopke iznad zaseoka Ramići u vršnom dijelu kanjona Velike Paklenice i na Pjeskovitoj kosici. Prvi uzorci sa lokacija ulaznih dijelova kanjona Velike i Male Paklenice te Starigrada Paklenice prikupljeni su 15. ožujka 2019.

Za monitoring u 2020. i 2021. godini predviđene su iste lokacije te su klopke komplementirane atraktivnim sredstvima i pripremljene za upotrebu 12. ožujka 2020. i 11. ožujka 2021. godine. Na predjelu Pjeskovita kosica pridodana je mokra klopka tipa Theysohn radi komparacije ulova s ulovom iz klopke tipa Bakke. Sakupljanje uzoraka 2020. godine započelo je 7. travnja zbog hladnog proljeća i izostanka aktivnosti potkornjaka, a 2021. godine prvi uzorci sakupljeni su 11. ožujka.

Svakoј lokaciji je dodijeljena šifra i određena nadmorska visina, a njihov prostorni razmještaj vidljiv je na slici 5:

1. VP - Ulazni dio kanjona Velike Paklenice – 40 m/nv, Theysohn klopka (mokra)

Koodinate: X =5.536.834,560 Y = 4.905.606,892

Tip šume: južniji dio kultura alepskog bora, na istočnom dijelu kanjona kultura crnog bora

2. MP - Ulazni dio kanjona Male Paklenice – 75 m/nv Theysohn klopka (mokra)

Koodinate: X=5.539.853,622 Y= 4.904.697,037

Tip šume: kultura alepskog bora, na sjeveroistočnom dijelu kanjona kultura crnog bora

3. PK – Pjeskovita kosica 410 m/nv Theysohn klopka (mokra)

Koodinate: X=5.538.302,734 Y=4.910.569,734

Tip šume: prirodna šuma crnog bora u enklavama s listačama (crni grab, medunac, bukva).

4. PK – Pjeskovita kosica 410 m/nv Bakkeova klopka

Koodinate: X=5.538.302,734 Y=4.910.569,734

Tip šume: prirodna šuma crnog bora u enklavama s listačama (crni grab, medunac, bukva).

5. RA – Iznad zaseoka Ramići 615 m/nv Theysohn klopka (mokra)

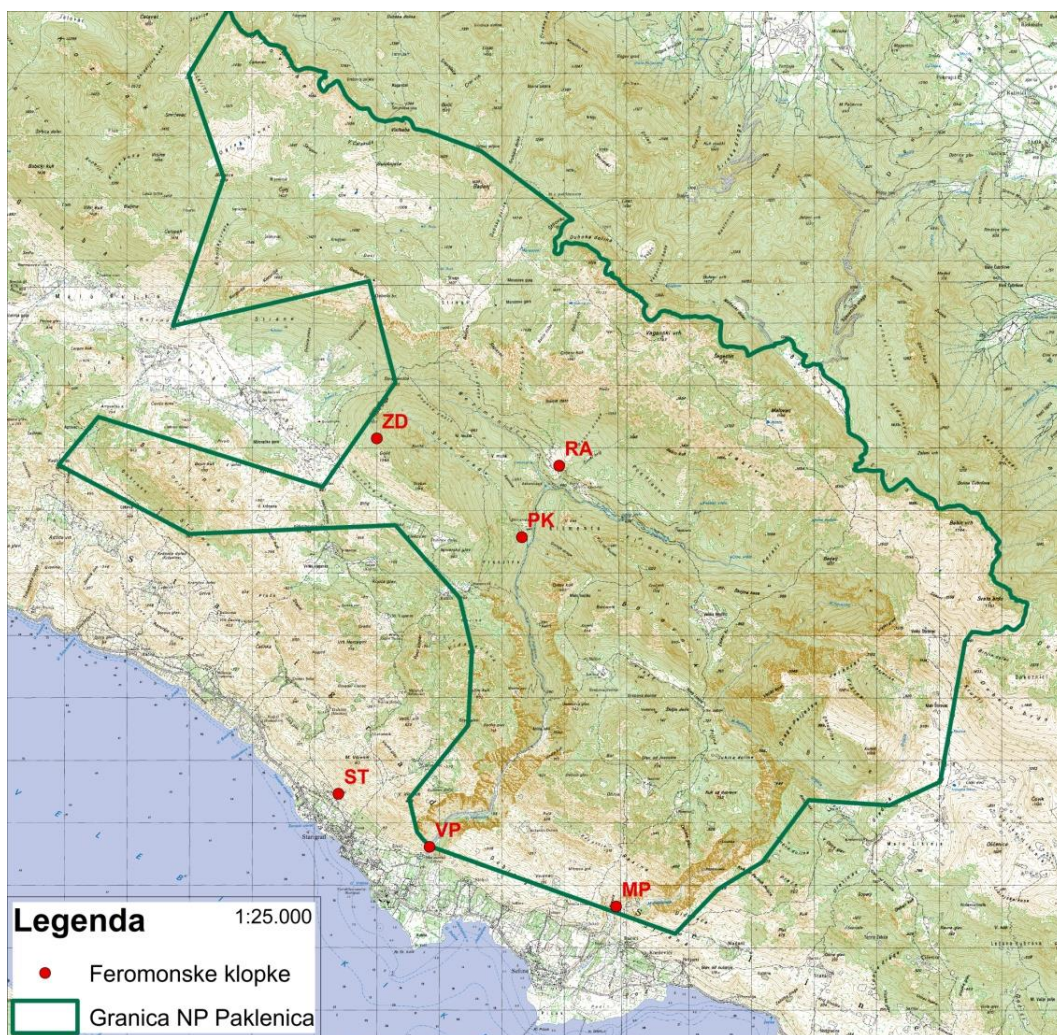
Koodinate: X=5.538.902,411 Y=4.911.707,052

Tip šume: prirodna šuma crnog bora; zapadno, sjeverno i južno u enklavama s listačama

6. ZD – Zubkov dočić – 1150 m/nv Theysohn klopka (mokra)

Koodinate : X= 5.536.048,776 Y= 4.912.182,658

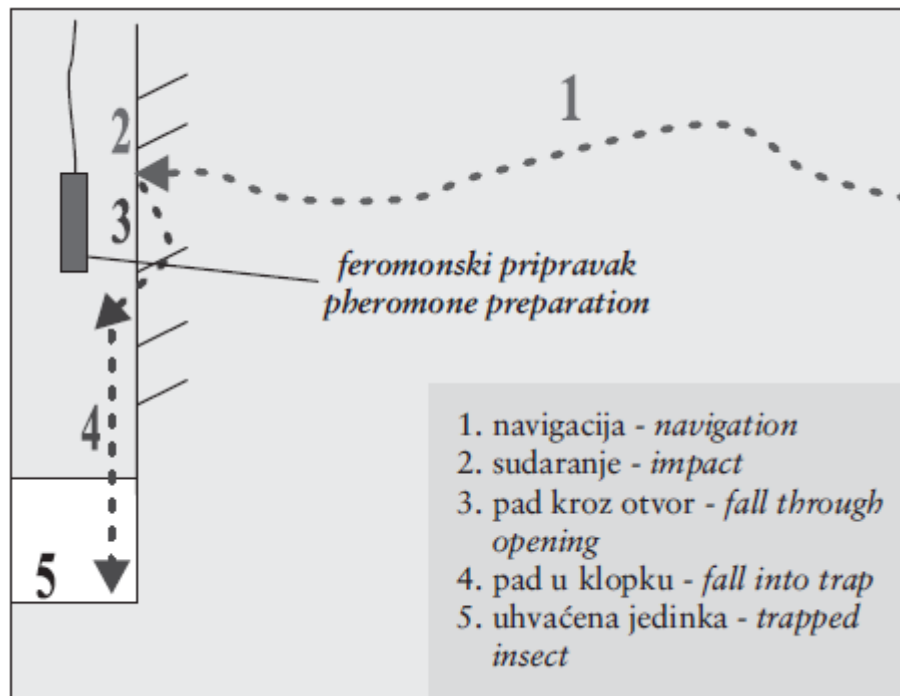
Tip šume: prirodna šuma crnog bora nastradala od požara.



Slika 5. Lokacije naletno barijernih klopki u sustavu feromonskog monitoringa u NP Paklenica

3.3. Tipovi naletno barijernih klopki

S obzirom na princip lovljenja, klopke se dijele u dvije osnovne grupe: doletna i naletna ili barijerna klopka. Na doletnu klopku, koja je obično cjevastog oblika, potkornjak mora sletjeti i potražiti otvor kako bi ušao i pao u klopku, dok na barijernu on nalijeće, udara i pada u nju (slika 6). Vjerojatnost ulova potkornjaka u barijernu klopku znatno je veća jer nema čimbenika traženja ulaza koji može utjecati na kvantitativni ulov (Pernek, 2000).



Slika 6. Teoretski princip lova barijerne klopke (izvor: Pernek, 2000)

U ovom istraživanju korištene su naletno barijerna klopka tipa Theysohn i Bakkeova klopka. Pri postavljanju Bakkeovih klopki korišteni su kolci koji su stabilizirani u tlu (Slika 7), a vješanje naletno barijernih klopki Theysohn bilo je pomoću metalne žice (Slika 8). Klopke su na svakoj lokaciji postavljane na istovjetan način kako bi se isključio utjecaj načina postavljanja klopke na rezultate ulova.

Oba oblika navedenih klopki izrađene su od plastike što ih čini prikladnim za terensku uporabu i otpornim na djelovanje atmosferilija. Obojane su u crno zbog čega su, prema nekim autorima, efikasnije i selektivnije. U unutrašnjost klopki postavljen je feromonski disperzer koji kroz polietilensku stijenkicu postepeno otpušta molekule feromona. Korištena su dva feromonska pripravka: Tomowit i Gallopro-Pinowit.



Slika 7. Bakkeova klopka na lokaciji Pjeskovita kosica



Slika 8. Naletno barijerna klopka tipa Theysohn (mokra) na lokaciji Ramići (autor: M. Franjević)

Prilikom sakupljanja, uhvaćene jedinke u klopama stavljene su u etanol (70%) i spremljene u plastične posude radi očuvanja uzoraka i daljnje laboratorijske analize.

3.4. Laboratorijska analiza uzoraka

Laboratorijska analiza obavljena je na fakultetu Šumarstva i drvne tehnologije. Dopremljeni uzorci su najprije procijeđeni, očišćeni od pijeska i organskih otpadaka (lišća, iglica) te stavljeni na filter papir radi sušenja (Slika 9).

Determinaciji ne ciljane entomofaune prethodilo je odvajanje potkornjaka kao ciljanih vrsta feromonskog monitoringa. Za determinaciju ostalih vrsta kornjaša korišteni su ključevi Sama (2002): Atlas of the Cerambycidae of Europe and the Mediterranean Area te Muskovits i Hegyessy (2002): Jewel Beetles of Hungary (Coleoptera: Buprestidae).



Slika 9. Sušenje uzoraka u entomološkom laboratoriju Laboratorija za patologiju drveća Šumarskog odsjeka Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije

4. REZULTATI

Tijekom trogodišnjeg feromonskog monitoringa ulovljeno je ukupno 25 556 jedinki od čega su 22 604 jedinke ciljanih vrsta potkornjaka (Scolytidae) i 2 952 jedinke vrsta iz četiri porodice kornjaša (Coleoptera): Buprestidae, Cerambycidae, Cleridae i Trogossitidae, koji se smatraju kolateralnim ulovom. Osim kornjaša, u ulovima su se pojavljivali primjerci opnokrilaca (Hymenoptera) i stjenica (Heteroptera) koji nisu determinirani i nisu uzeti u obzir ovog istraživanja.

Rezultati su prikazani tablično i grafički za pojedinu godinu po lokacijama u vremenskom periodu od ožujka do rujna. Predatori potkornjaka istaknuti su u posebnom poglavlju zbog značajne prisutnosti u ulovima i njihove ekološke važnosti.

4.1. Rezultati ulova u naletno barijernim klopama za 2019. godinu

U periodu od ožujka do kraja kolovoza 2019. godine ulovljeno je ukupno 10 904 jedinke ili 91% ciljanih vrsta potkornjaka i 1 102 jedinke ili 9% determinirane neciljane entomofaune u 6 naletno barijernih klopki tipa Theysohn i Bakke (Grafikon 1). Najzastupljenije porodice u kolateralnom ulovu bile su Trogossitidae sa 704 jedinke i Cleridae sa 294 jedinke, dok je najmanje zastupljena bila porodica Cerambycidae sa 17 jedinki (Tablica 1) (Grafikon 2).

Tablica 1. Prikaz zbirnog ulova kornjaša (Coleoptera) po lokacijama u NP Paklenica za 2019. godinu

Lokacije	Buprestidae	Cerambycidae	Cleridae	Trogossitidae	NE – ukupno	Scolytidae
Starigrad	0	3	0	179	182	3179
VP	0	0	5	201	202	1994
MP	0	7	80	233	320	2667
PB	72	6	8	40	119	468
Ramići	0	1	12	19	32	1259
Zubkov dočić	3	12	189	32	233	1337
Ukupno	75	29	294	704	1102	10904

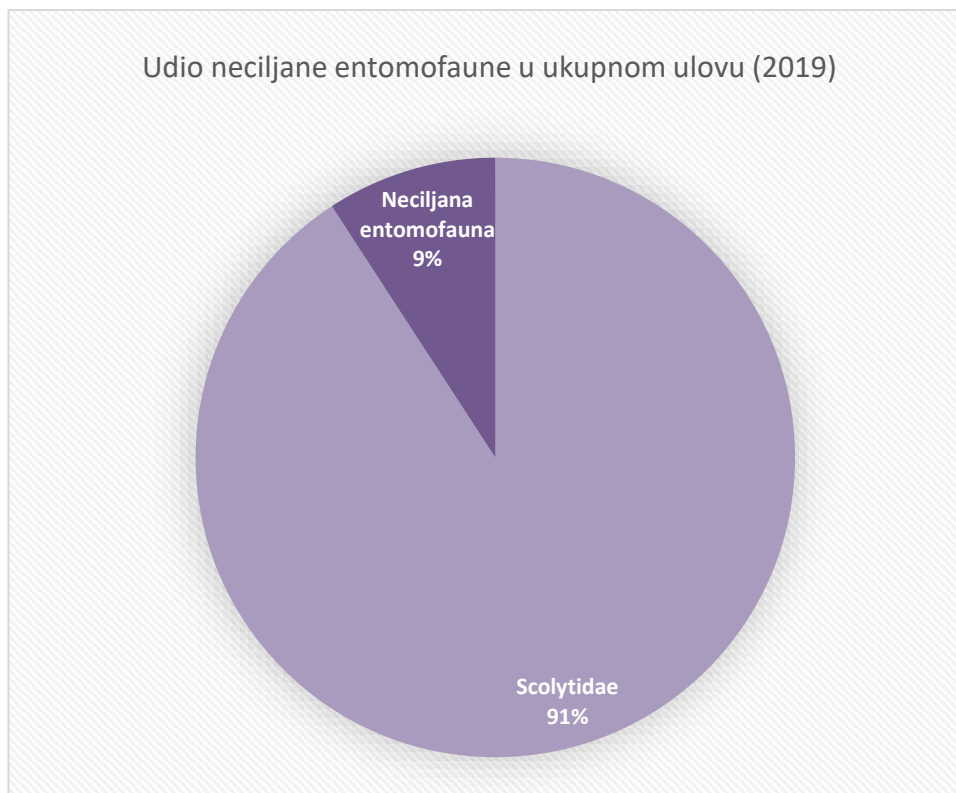
Legenda:

NE – Neciljana entomofauna

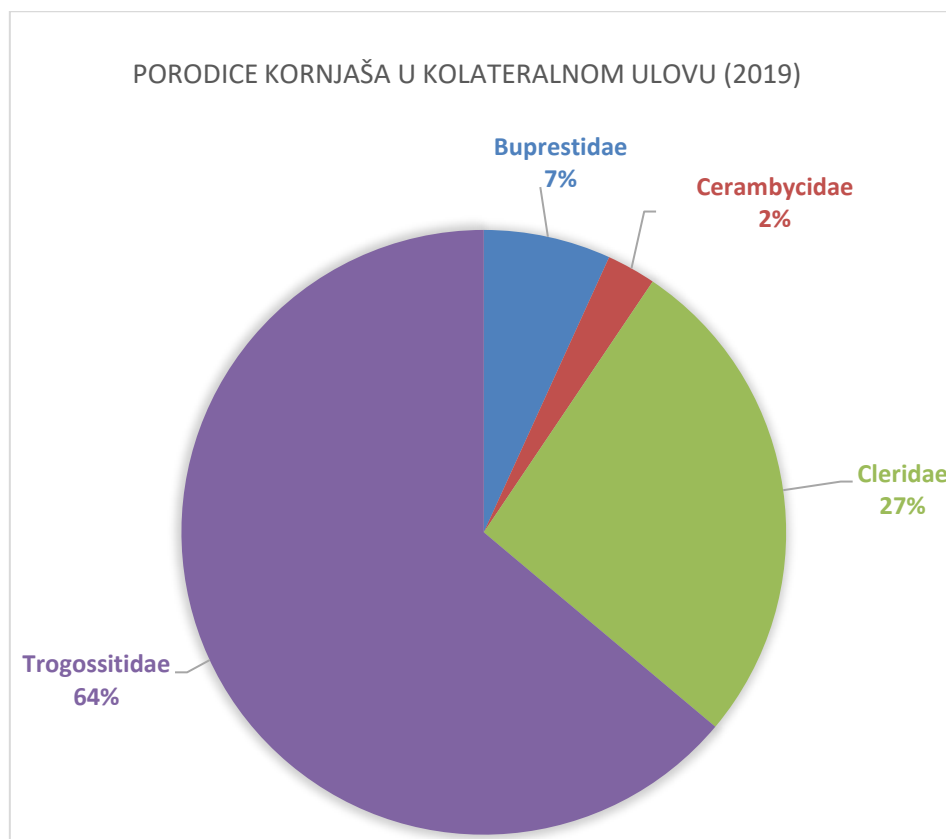
VP – Ulazni dio kanjona Velike Paklenice

MP – Ulazni dio kanjona Male Paklenice

PB – Pjeskovita kosica Bakkeova klopka

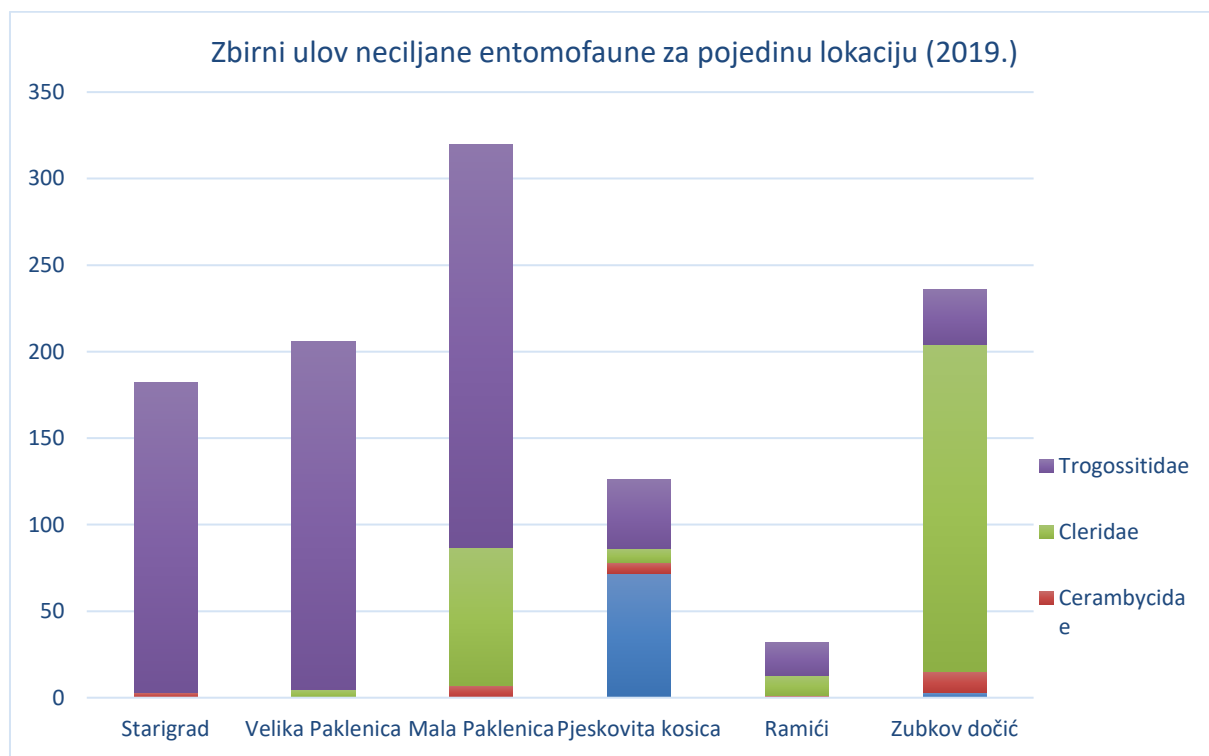


Grafikon 1. Prikaz udjela neciljane entomofaune u ukupnom ulovu 2019. godine



Grafikon 2. Prikaz udjela pojedine porodice kornjaša u kolateralnom ulovu 2019. godine

Porodica krasnika (Buprestidae) je u kolateralnom ulovu bila je zastupljena u manjem postotku (7%) ali u odnosu na druge porodice prevladavala je na lokaciji Pjeskovita kosica na nadmorskoj visini od 410 metara gdje je postavljena Bakkeova klopka (Grafikon 2). Na lokacijama nižih nadmorskih visina, Velika Paklenica – 40 m/nv, Mala Paklenica – 75 m/nv i Starigrad-Paklenica prevladavala je porodica Trigossitidae.



Grafikon 3. Prikaz zbirnog ulova neciljane entomofaune za pojedinu lokaciju u 2019. godini

4.2. Rezultati ulova u naletno barijernim klopama za 2020. godinu

Tijekom 2020. godine, u periodu od ožujka do kraja rujna ulovljeno je ukupno 5 055 jedinki ciljanih vrsta potkornjaka i 1 288 jedinki ostalih vrsta kornjaša u 5 naletno barijernih klopki tipa Theysohn i jednoj Bakkeovoj klopki. Time je udio neciljane entomofaune iznosio čak 20% ukupnog godišnjeg ulova (Grafikon 4). Kao i u 2019. godini porodica Trogossitidae prednjačila je sa 623 jedinke u kolateralnom ulovu, dok je porodica Buprestidae bila zastupljena sa 275 jedinki, za 203 više nego 2019. godine, koje su najvećim dijelom ulovljene u Bakkeovoj klopki na Pjeskovitoj kosici (Grafikon 6).

Tablica 2. Prikaz zbirnog ulova kornjaša (Coleoptera) po lokacijama u NP Paklenica za 2020. godinu

Lokacije	Buprestidae	Cerambycidae	Cleridae	Trogossitidae	NE - ukupno	Scolytidae
VP	1	3	0	111	115	911
MP	1	3	1	411	416	1154
PB	252	22	11	19	304	169
PT	21	17	23	27	88	715
Ramići	0	21	33	37	91	1050
ZD	0	3	253	18	274	1056
Ukupno	275	69	321	623	1288	5055

Legenda:

NE – Neciljana entomofauna

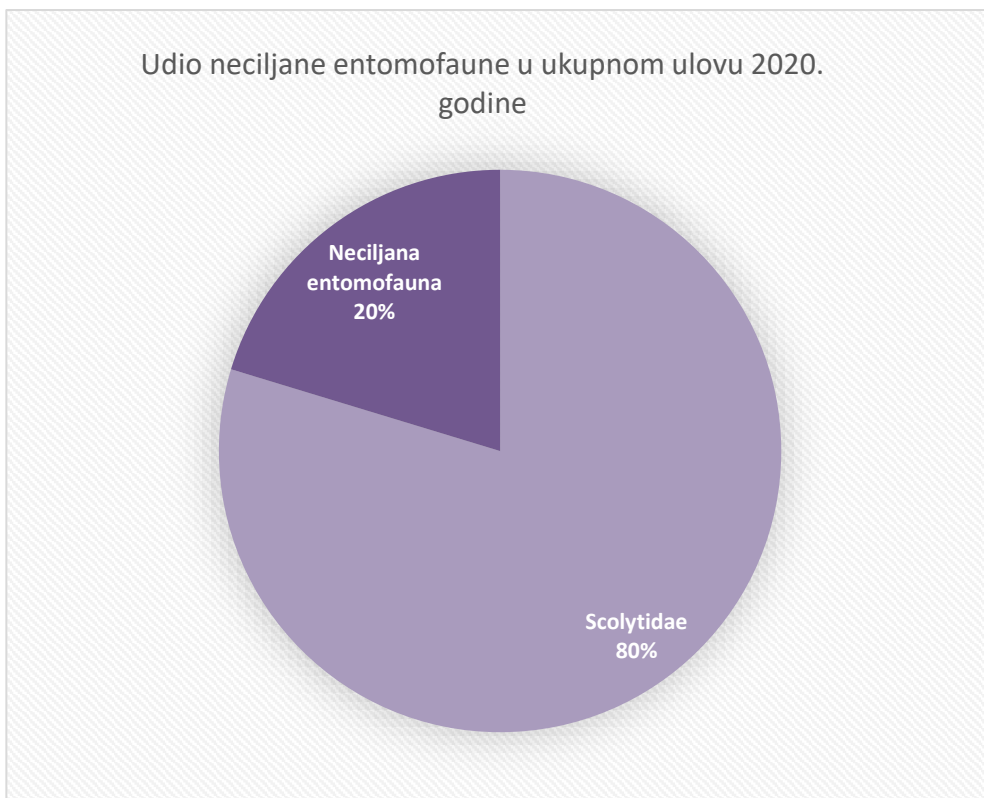
VP – Ulazni dio kanjona Velike Paklenice

MP – Ulazni dio kanjona Male Paklenice

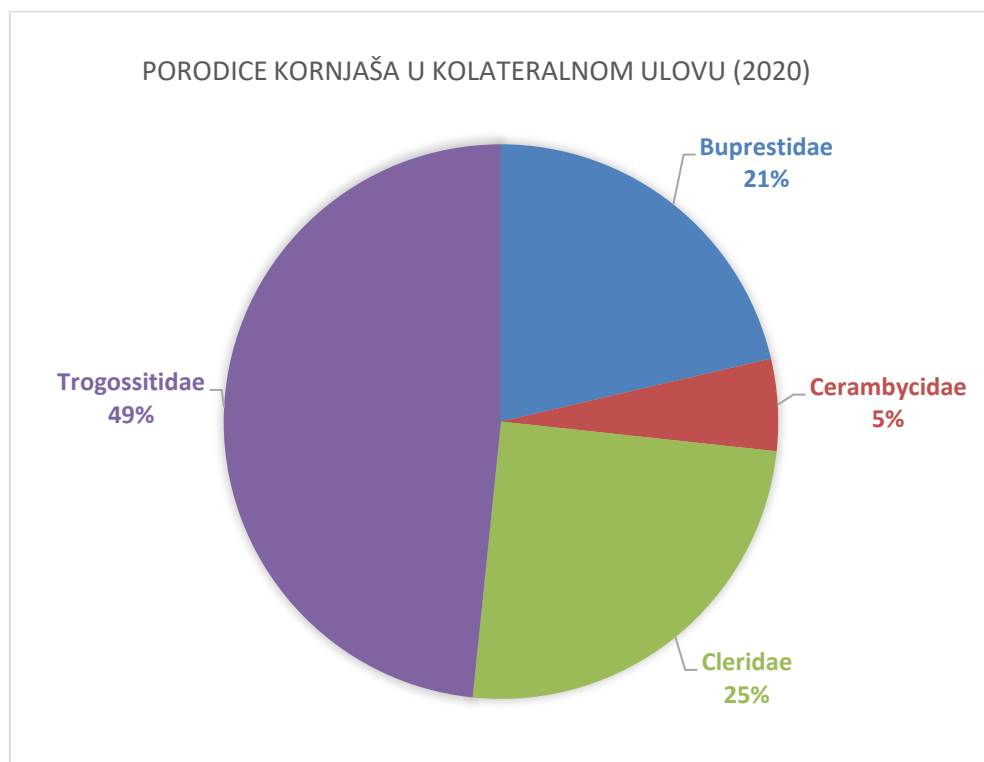
PB – Pjeskovita kosica Bakkeova klopka

PT – Pjeskovita kosica Theysohn klopka

ZD – Zubkov dočić

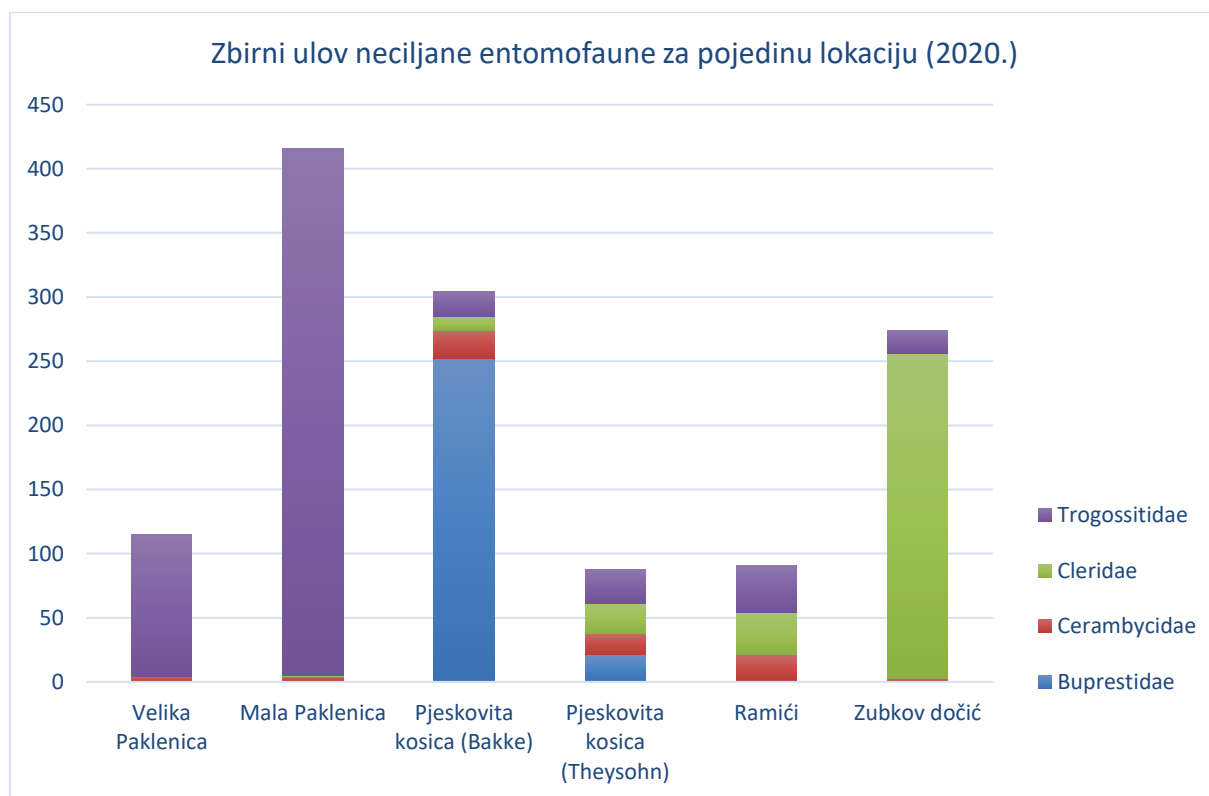


Grafikon 4. Prikaz udjela neciljane entomofaune u ukupnom ulovu 2020. godine



Grafikon 5. Prikaz udjela pojedine porodice kornjaša u kolateralnom ulovu 2020. godine

U većem omjeru nego 2019. godine bila je zastupljena i porodica Cleridae te je dominirala u ulovu na lokaciji Zubkov dočić, dok su se Cerambycidae javile ponovno u najmanjem broju, sporadično na svim lokacijama.



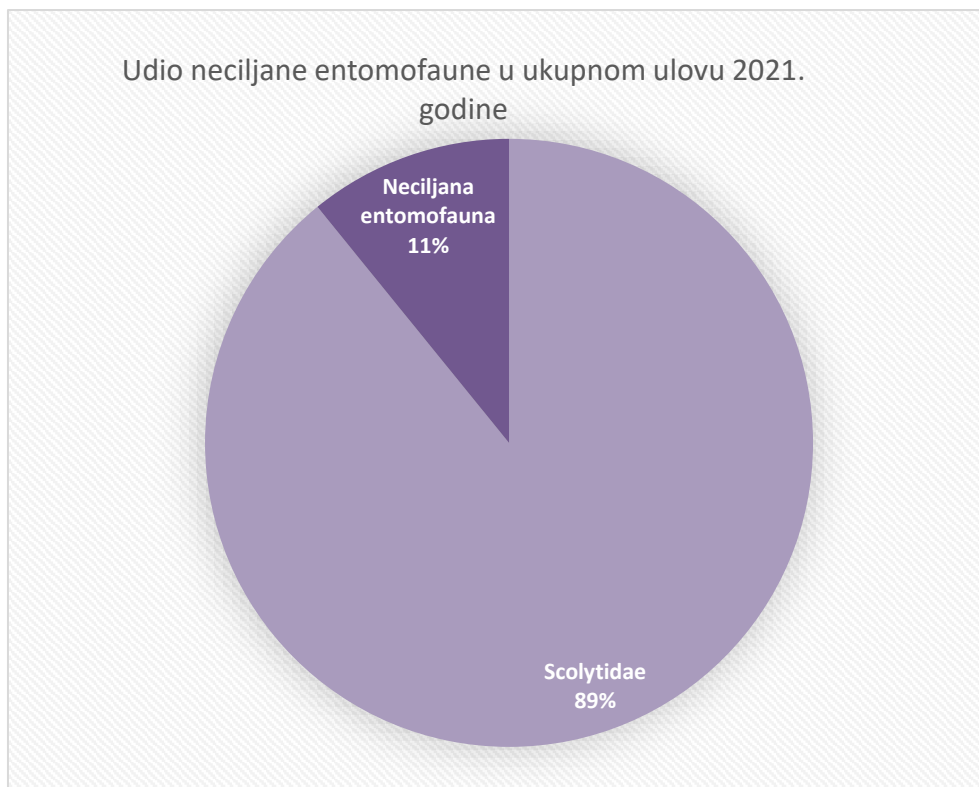
Grafikon 6. Prikaz zbirnog ulova neciljane entomofaune za pojedinu lokaciju u 2020. godini

4.3. Rezultati ulova u naletno barijernim klopnama za 2021. godinu

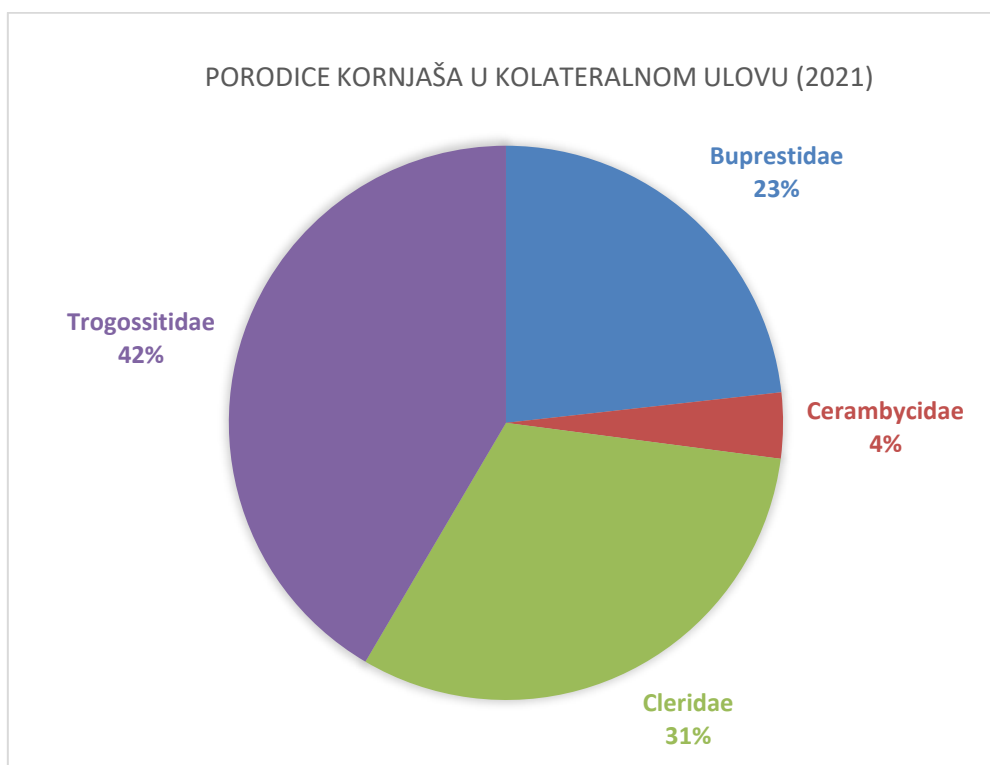
U feromonskim klopnama namjenjenim ulovu potkornjaka u periodu od ožujka do kraja kolovoza 2021. godine ulovljeno je 6 645 jedinki potkornjaka, dok je broj neciljanih vrsta kukaca iznosio 809 (Tablica 3). Udio kolateralog ulova iznosio je 11% u odnosu na ukupan ulov (Grafikon 7). Udio vrsta porodice Trogossitidae u kolateralnom ulovu ostao je dominantan, ali u nešto manjem postotku nego 2019. i 2020. godine, dok je broj vrsta iz porodica Cleridae i Buprestidae bio u ponovnom rastu u odnosu na prethodne dvije godine (Grafikon 8).

Tablica 3. Prikaz zbirnog ulova kornjaša (Coleoptera) po lokacijama u NP Paklenica za 2021. godinu

Lokacije	Buprestidae	Cerambycidae	Cleridae	Trogossitidae	NE - ukupno	Scolytidae
VP	6	3	7	95	111	979
MP	0	1	0	155	156	1085
PB	177	11	1	29	218	143
PT	3	1	5	5	14	472
Ramići	1	6	19	10	36	1388
ZD	1	9	222	42	274	2578
Ukupno	188	31	254	336	809	6645

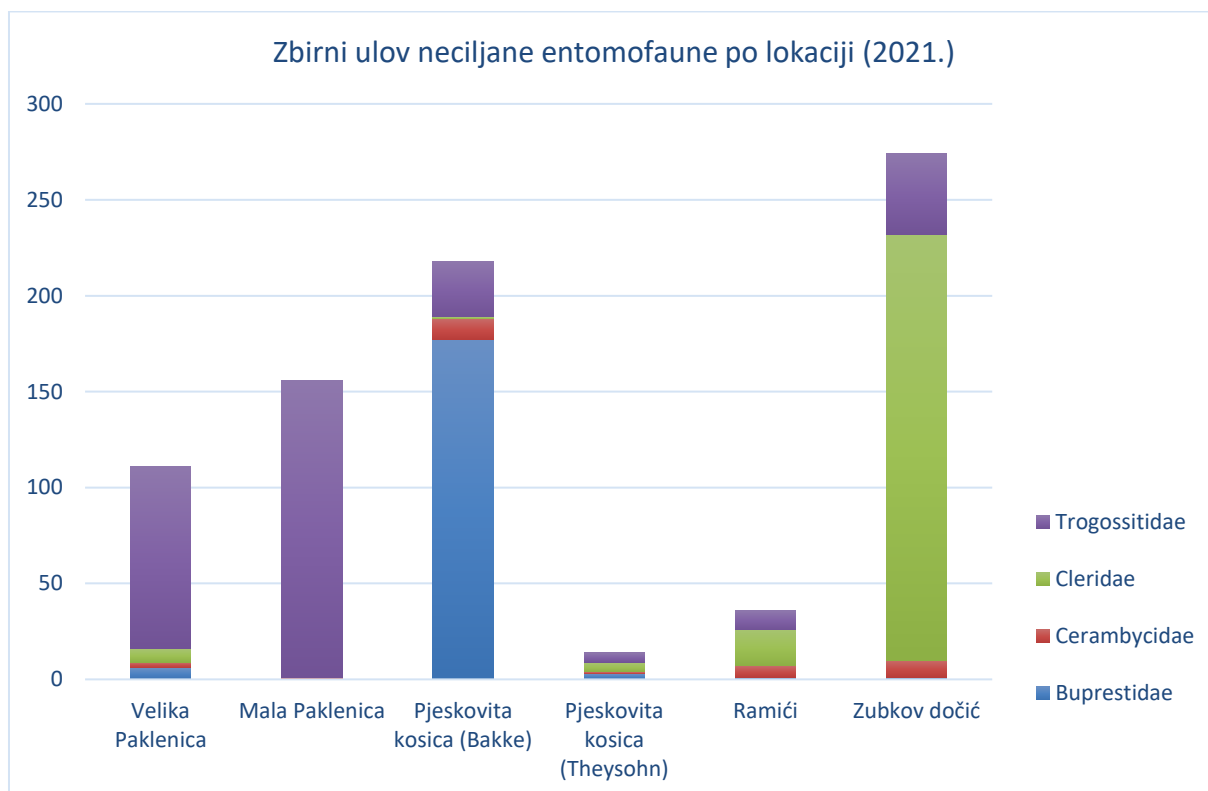


Grafikon 7. Prikaz udjela neciljane entomofaune u ukupnom ulovu 2021. godine



Grafikon 8. Prikaz udjela pojedine porodice kornjaša u kolateralnom ulovu 2021. godine

Iz rezultata prikazanih na Grafikonu 9 vidljivo je da su vrste iz porodice Cleridae bile dominantne u ulovu na lokacijama viših nadmorskih visina: Ramići (615 m/nv) i Zubkov dočić (1150 m/nv). Jednako tako su vrste porodice Trogossitidae bile dominantne na lokacijama nižih nadmorskih visina: Velika Paklenica (40 m/nv) i Mala Paklenica – (75 m/nv).



Grafikon 9. Prikaz zbirnog ulova neciljane entomofaune za pojedinu lokaciju u 2021. godini

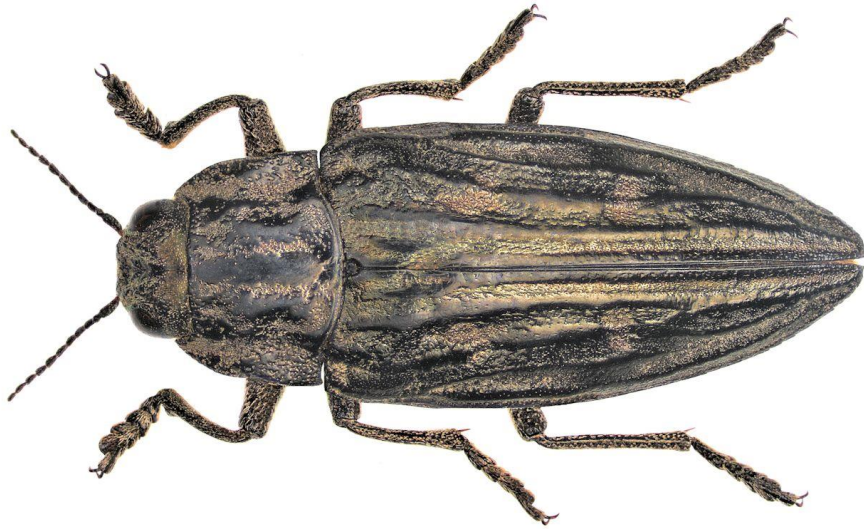
4.4. Vrste kornjaša (Coleoptera) u ulovu feromonskih klopki

Kornjaši ili tvrdokrilci su kukci kojima su prednja krila hitinizirana u tvrdo pokrildje i čine najbrojniji i najvažniji red, osobito u šumarstvu. Red predstavlja oko 40% svih poznatih vrsta kukaca s ukupno 360 000 vrsta svrstanih u 166 porodica. Neke od najvažnijih porodica kornjaša u šumarstvu su Anobiidae, Buprestidae, Cerambycidae, Curculionidae, Elateridae, Scarabaeidae i Scolytidae koji se većinom smatraju štetnicima, te porodice u koje su svrstani najznačajniji prirodni neprijatelji tih štetnika: Cleridae, Trogossitidae i Rhizophagidae.

Rezultati determinacije vrsta u ulovu ne ciljane entomofaune pokazali su najveću zastupljenost vrsta iz porodica Cleridae i Trogossitidae. Porodica Buprestidae je u ulovu najvećim dijelom predstavljena vrstom *Chalcophora mariana* (Linnaeus 1758). Osim nje, determinirane su i sljedeće vrste: *Buprestis dalmatina* (Mannerheim, 1837), *Buprestis haemorrhoidalis* (Herbst, 1780), *Buprestis octoguttata* (Linnaeus, 1758), *Chrysobothris chrysostigma* (Linnaeus, 1758), *Dicerca berolinensis* (Herbst, 1779). Porodicu Cerambycidae su u ulovu činile sljedeće vrste u pojedinim primjercima: *Acanthocinus aedilis* (Linnaeus, 1758), *Acanthocinus carinulatus* (Gebler, 1833), *Acanthocinus reticulatus* (Razoumowsky, 1789), *Monochamus saltuarius* (Gebler, 1830), *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758), *Pogonocherus perroudi* (Mulsant, 1839), *Rhagium inquisitor* (Linnaeus, 1758), *Tetropium fuscum* (Fabricius, 1787), *Trinophylum cribratum* (Bates, 1878), te vrsta *Spondylis buprestoides* (Linnaeus, 1758) u nešto većem broju od ostalih. Od porodice Curculionidae su determinirane dvije vrste s jednim primjerkom, a to su: *Ottiorhynchus niger* (Fabricius, 1775) i *Hylobius abietus* (Linnaeus, 1758).

Chalcophora mariana (Linnaeus 1758)

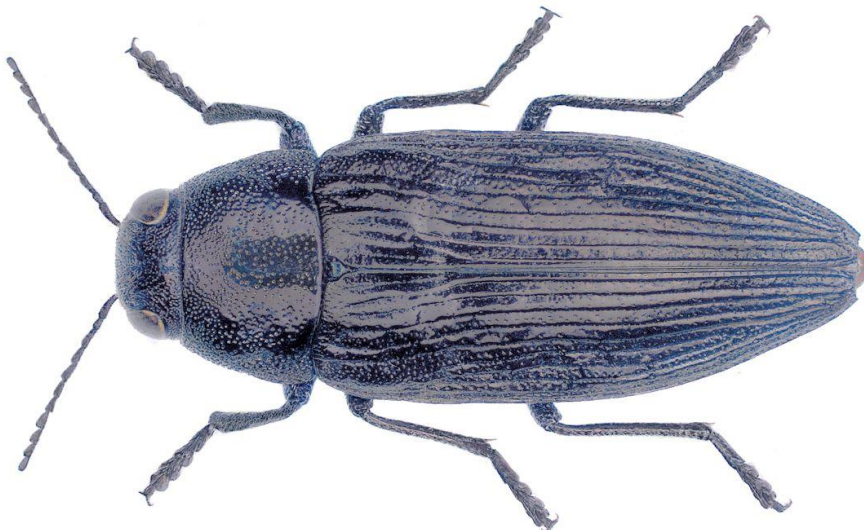
Jedan je od najvećih europskih krasnika veličine 22-32 mm. Vrh pokrildja je blago zaobljen, nije nazubljen, s malim tupim šiljkom s obje strane (Slika 10). Gornji dio tijela je bakreno brončane boje sa uzdužnim izbočinama na pokrildju, a donji dio tijela je sjajno brončane boje. Ovaj krasnik se često cijelom površinom presijava, a ponekad je presvučen tankim bjelkastim slojem. Ličinke žive u drvu borova (*Pinus nigra*, *P. sylvestris*) i razvoj im traje 3-6 godina (Bily, 2002). Odrasle ličinke se kukulje u jesen blizu površine drva gdje prezimljuju. Imaga se mogu naći na trupcima i panjevima od kraja travnja do kraja kolovoza pretežno u nizinama i područjima do 600 m n/v.



Slika 10. Izgled vrste *C. mariana* (izvor: www.kaefer-der-welt.de)

Buprestis haemorrhoidalis (Herbst, 1780)

Tijelo je uglavnom tamno brončane metalik boje, ponekad zelenkastog ili plavkastog odsjaja, veličine 14-20 mm. Linčinke se razvijaju 2-3 godine u suhom drvu borova od kojih najviše preferiraju obični bor (*P. sylvestris*). Imaga se mogu vidjeti u srpnju i kolovozu na trupcima ili svježim panjevima (Slika 11).



Slika 11. Izgled vrste *B. haemorrhoidalis* (izvor: www.kaefer-der-welt.de)

Buprestis octoguttata (Linnaeus, 1758)

Tijelo je 9-15 mm dugo i metalik plave boje. Pokrilje je u osnovi tamno smeđe ili plavo i prekriveno je s osam žutih točaka (Slika 12). Ličinke se razvijaju na različitim vrstama borova u deblu, trupcima, granama i korjenju koje je iznad tla, primarno na običnom i crnom boru, a ponekad i na običnoj smreci (*Picea abies*). Razvoj ličinke traje 2-3 godine. Kukulji se tijekom svibnja i lipnja i stadij traje 30-40 dana. Imaga se pojavljuju u lipnju i srpnju.



Slika 12. Izgled vrste *B. octoguttata* (izvor: www.kaefer-der-welt.de)

Buprestis dalmatina (Mannerheim, 1837)

Tijelo ove vrste je relativno vitko, skoro tri puta duže od svoje širine (13-19 mm). Zelenkasto bakrene je boje, ponekad presijava ljubičasto. Između očiju se mogu vidjeti dvije žute mrlje, a protoraks je omeđen sa strana s dvije žute pruge s prekidima. Pokrilje je glatko, bez udubljenja i ponekad se na njemu mogu vidjeti žute nepravilne pruge (Slika 13). Ličinke se razvijaju na više vrsta borova, a njihov točan razvoj nije do kraja poznat. Imaga se javljaju na trupcima ili odumirućim stablima borova u lipnju i srpnju.



Slika 13. Izgled vrste *B. dalmatina* (izvor: www.kaefer-der-welt.de)

Chrysobothris chrysostigma (Linnaeus, 1758)

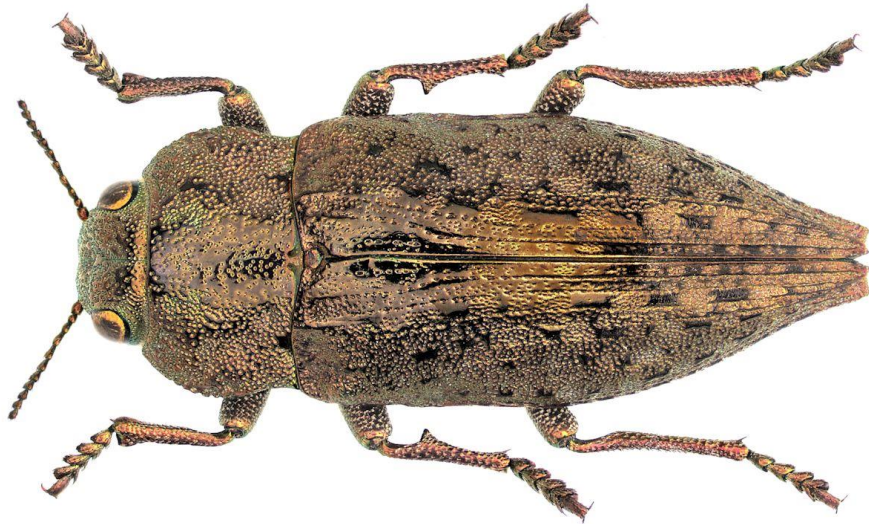
Tijelo je 10-17 mm dugo. Na pokrildu su naglašene uzdužne brazde između kojih su gusto šupljikava područja. Dorzalna strana tijela je sjajno brončana, dok se ventralna strana i noge presijavaju zlatno do ljubičasto (Slika 14). Razvoj ličinki traje dvije do tri godine uglavnom na običnoj jeli i rjeđe na običnoj smreci, a kukulji se u lipnju. Imaga se pojavljuju od sredine lipnja do kraja rujna. U srednjoj Europi je to većinom u sprnju. *C. chrysostigma* je montanska vrsta koja preferira veće nadmorske visine, uglavnom do 1000 metara (Bily, 2002).



Slika 14. Izgled vrste *C. chrysostigma* (izvor: www.kaefer-der-welt.de)

Dicerca berolinensis (Herbst, 1779)

D. berolinensis je eurosibirska vrsta koja preferira listopadne šume na toplijim ekspozicijama do 800 m/nv. Tijelo odrasle jedinke je 19-25 mm dugo s pokrildjem čija je površina blago šupljikava i na kojem se žlijebovi jedva primjećuju (Slika 15). Razvijaju se na javoru (*Acer campestre*), običnom grabu (*Carpinus betulus*), crnom grabu (*Ostrya carpinifolia*) i običnoj bukvi (*Fagus sylvatica*). Razvoj ličinki traje 4-10 godina ovisno o vlažnosti drveta (Bily, 2002). Odrasli se pojavljuju od travnja do rujna s maksimumom u lipnju.



Slika 15. Izgled vrste *D. berolinensis* (izvor: www.kaefer-der-welt.de)

Acanthocinus aedilis (Linnaeus, 1758)

Dužina tijela kreće se od 12 do 24 mm. Sivkastosmeđe je boje, a na pronotumu su 4 žućkaste prugaste mrlje. Ticala su 3 do 5 puta veća od dužine tijela kod mužjaka ili 1,5 do 2 puta duža od dužine tijela kod ženki (Slika 16). Široko je rasprostranjena euroazijska vrsta i tipičan stanovnik borovih šuma. Životni ciklus traje dvije godine. Nakon izlijeganja, ličinke se hrane ispod kore mrtvih stabala i poslije 4 mjeseca razvoja kukulje se u drvu (ako je kora tanka), ispod ili negdje u kori (ako je kora debela). Prezimljuju u stadiju kukuljice ili izlaze u kasno ljeto/ranu jesen i hiberniraju.



Slika 16. Izgled vrste *A. aedilis* (izvor. http://www.cerambyx.uochb.cz/acanthocinus_aedilis.php)

Acanthocinus carinulatus (Gebler, 1833)

Odrasle jedinke su duge 10-14 mm. Pokrilje je tamno do crvenkasto smeđe boje prekriveno s kratkim bijelim dlačicama koje tvore bijele pruge i brojne mrlje. Ticala su naizmjenično tamnosmeđa i bijela te duža od dužine tijela za 2,5 puta kod mužjaka i oko 1,5 puta kod ženki (Yuan, 2008). Razvija se na četinjačama, uglavnom na arišu (*Larix* sp.) i smreci (*Picea* sp.). Kukulji se u proljeće a odrasle jedinke su aktivne od svibnja do kolovoza.



Slika 17. Izgled vrste *A. carinulatus* (izvor: https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/aca_car.htm)

Acanthocinus reticulatus (Razoumowsky, 1789)

Odrasle jedinke duge su 10-15 mm. Rijetka je europska vrsta povezana sa šumama obične jele (*Abies alba*) i grčke jele (*A. alba*). Razvojni ciklus traje 1-2 godine. Ličinke se razvijaju pod korom fiziološki oslabljenog ili svježeg mrtvog stabla. Hodnici ličinki i rupe pripremljene za izlazak imaga iz kukuljice zatvorene su piljevinom i vidljive su ispod kore. Prvu godinu razvoja prezimljuju u stadiju ličinke, a odrasle jedinke se pojavljuju u ljetnim mjesecima od lipnja, a ponegdje i u kolovozu.



Slika 18. Izgled vrste: *A. reticulatus* (izvor: https://baza.biomap.pl/en/taxon/species-acanthocinus_reticulatus)

Monochamus sutor (Linnaeus, 1758)

M. sutor je vrsta euroazijskog crnogoričnog pojasa čiji su primarni domaćini *Picea* i *Pinus* u Europi, a na području Sibira *Larix* (Bense, 1995). Odrasle jedinke su dužine 15-26 mm i crne su boje sa žutom mrljom na šiljcima vratnog štita i s tri poprečne bjelkaste pruge dlačica na elitri (Novak, 1976). Ticala su duža od dužine tijela kod mužjaka za 2,5 puta a kod ženki manje od 1,5 puta (Slika 19). Razvojni ciklus traje 1-3 godine, ovisno o lokalnim uvjetima. Odrasli su aktivni od lipnja do sredine rujna i hrane se korom i floemom grančica u krošnjama četinjača. Privlače ih oslabljena, umiruća ili svježe odumrla stabla za parenje i odlaganje jaja (Cherepanov, 1990).



Slika 19. Izgled vrste *M. sutor* (izvor: https://baza.biomap.pl/en/taxon/species-mono-chamus_sutor_sutor/photos)

Rhagium inquisitor (Linnaeus, 1758)

Euroazijska je vrsta, iznimno polifagna, može se naći i na listačama, ali preferira obični bor i ostale vrste četinjača. Odrasle jedinke su duge 12-15 mm, a ticala su 2 puta kraća od tijela. Boja pokrivanja varira zbog udjela svijetlih i tamnih dlačica (Slika 20). Tamnije jedinke su dominantnije u sjevernom dijelu areala, dok je pokrivanje jedinki (uglavnom mužjaka) populacije južne Europe i Mediterana prekrivena svijetlijim dlačicama. Životni ciklus traje 1-3 godine ovisno o vremenskim uvjetima. Napada oslabljena ili odumiruća stabla, a pri velikoj gustoći može biti antagonist u stadiju ličinke drugim sekundarnim štetnicima poput *Tomicus piniperda* ili *Ips sexdentatus*.



Slika 20. Izgled vrste *R. inquisitor* (izvor: https://www.kaefer-der-welt.de/rhagium__inquisitor.htm)

Spondylis buprestoides (Linnaeus, 1758)

Uobičajena je euroazijska vrsta koja se razvija na četinjačama, najčešće na borovima i jeli. Odrasle jedinke su duge 10-25 mm i imaju čvrsto tijelo blago sjajne crne boje. Ticala su im kratka a elitre na sebi imaju dvije paralelne prugaste izbočine (Slika 21). Ova vrsta ima jednu generaciju u 3-4 godine. Ličinke se najprije hrane pod korom potom ulaze u drvo. Odrasle jedinke su aktivne od svibnja do kraja kolovoza. Ne smatra se važnim štetnikom jer ima pozitivnu ulogu u procesu raspadanja drva, no povremeno može uzrokovati tehnička oštećenja drva u sastojinama znatno oslabljenim požarom, vjetrom ili defolijatorima (Kolk, 1996).



Slika 21. Izgled vrste *S. buprestoides* (izvor: https://www.kaefer-der-welt.de/spondylis_buprestoides.htm)

4.5. Značajne regulacijske vrste u ulovu neciljane entomofaune

Predatori su definirani kao organizmi mesojedi koji se hrane drugim organizmima (plijenom) tijekom svog razvoja. Predatori iz reda kornjaša su među najvažnijim i najistraženijim predatorima potkornjaka. Plijen lociraju pomoću semiokemikalija (feromona) potkornjaka ili tvari koje ispušta biljka domaćin koju su napali potkornjaci pa na nova zaražena stabla pridalaze često istodobno s plijenom (Kenis i dr., 2004). Najčešće imaju samo jednu generaciju godišnje (Nicolai, 1996). Njihove ličinke i adulti se hrane ličinkama i adultima potkornjaka. Najopsežnije istražene vrste kornjaša su *Nemosoma elongatum* (L.) (Trogossitidae), *Temnochila caerulea* (Olivier.) i *Thanasimus* sp.

Nemosoma elongatum (Linnaeus, 1761) (Coleoptera: Trogossitidae)

Predator je duguljastog izgleda veličine 4-6 mm (Slika 22) i rasprostranjen na području Europe. Živi ispod kore i hrani se jajima, ličinkama i odraslim jedinkama više vrsta potkornjaka na četinjačama i listačama: *Ips sexdentatus*, *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Xyleborinus saxesenii*. Smatra se vrlo važnom regulacijskom vrstom smrekinih potkornjaka. Jedna ženka ovog predatora odlaže po 150 jaja. Njegove ličinke žderu u svim stadijima prosječno 44,7 jedinki potkornjaka, a svaki imago za hranu prosječno treba 1-3 imaga na dan. Prema tome, teoretski broj jedinki šesterozubih potkornjaka koje uništava jedan par *N. elongatum* je 6 951, što znači da 1 000 parova uništava gotovo 7 milijuna jedinki potkornjaka (Baier, 1994).



Slika 22. Izgled vrste *N. elongatum* (izvor: <http://www.bookofinsect.com/determination/nemosoma-elongatum-966.html>)

Temnochila caerulea (Olivier, 1790) (Coleoptera: Trogossitidae)

Cijelo tijelo, uključujući noge i ticala, je metalik plave boje, rijetko zelene i 11-18 mm dugo (Slika 23). Živi u i ispod kore četinjača te ga se često može naći na svježim oborenim borovima i smrekama. Predator je na ksilofagnim kornjašima, uglavnom potkornjacima (*Orthotomicus erosus*, *Pityokteines curvidens*, *Tomicus minor*) a smatra se glavnom regulacijskom vrstom smrekinog šesterozubnog potkornjaka (*Ips sexdentatus*).



Slika 23. Izgled vrste *T. caerulea* (izvor: https://de.wikipedia.org/wiki/Temnochila_caerulea)



Slika 24. *T. cerulaea* u kori odumrlog crnog bora na ulazu u kanjon Velike Paklenice

Thanasimus formicarius (Linnaeus, 1758)

T. formicarius je duljine 7 -11 mm. Ima tipičan i dobro poznat uzorak: glava, ticala i noge su crne boje s crnom središnjom do apikalnom prugom na elitri. Boja oponaša vrste roda *Mutilla* spp. (Hymenoptera: Mutillidae) za koje je poznato da imaju bolan ubod (Thomaes i dr., 2017). Ventralna strana i gornji dio pokrivanja su crvenkastosmeđe boje. Na pokrivanju su prisutne dvije bijele pruge. Gornja je djelomično ili u potpunosti crno obrubljena sa svoje gornje strane (Slika 25). Uz veličinu tijela, koja je ponekad varijabilna, to su dvije osnovne razlike između *T. formicarius* i srodne mu vrste *T. femoralis*.

Predator je potkornjaka i saproksilnih kukaca i kao imago i kao ličinka, češće u borovim nego u smrekovim šumama. Imaga *T. formicarius* ubijaju više potkornjaka nego što su u stanju pojesti zbog čega je značajan prirodni neprijatelj u kontroli potkornjaka (Hilszczajski i dr., 2007). Gaus (1954) spominje više od 20 vrsta potkornjaka u sljedećim rodovima: *Ips*, *Pityogenes*, *Tomicus*, *Polygraphus*, *Hylesinus*, *Hylastes*, *Scolytus*, *Dendroctonus* kojima se hrani i na taj način sudjeluje u njihovoj prirodnoj redukciji. Eksperimentalna istraživanja pokazala su da može smanjiti leglo *Tomicus piniperda* za 81% (Schroeder, 1997) i leglo *Ips typographus* za 18% (Mills, 1985). Od ostalih predatora potkornjaka razlikuje se zbog dugog razdoblja leta (više od četiri mjeseca) koje počinje u isto vrijeme kao i kod najranijih potkornjaka i nastavlja se do kraja ljeta.



Slika 25. *T. formicarius* lijevo: dorzalna strana s karakterističnim prugama; desno: ventralna strana crvenosmeđe obojana (izvor: Thomaes i dr, 2017)

Thanasimus femoralis (Zetterstedt, 1828) (syn. *Thanasimus rufipes* (Brahm, 1797))

Vrsta je srodna *T. formicarius*, ali je u većini slučajeva manjih dimenzija 5,5-9,5 mm. Ima karakterističan uzorak kao i *T. formicarius*, no bijela traka u ovom slučaju uvijek izravno graniči sa smećkastim gornjim dijelom pokrivanja bez crnog obruba. Za razliku od *T. formicarius* koji ima kontrastno crne noge u odnosu na crvenu ventralnu stranu, kod *T. femoralis* meta- i mezosternum su tamnosmeđe do crne boje dok su noge i ticala smeđe boje (Thomaes i dr., 2017).

Nastanjuje crnogorične šume a njegove ličinke žive pod korom drveća najčešće obične jele i običnog bora. Ličinke i imaga se hrane potkornjacima, osobito *I. Typographus*. Osim toga, zabilježeno je da napada *Phaenops cyanea* (Fabricius, 1775), vrstu iz porodice krasnika i *Magdalis* sp. iz porodice pipa (Curculionidae) (Doychev, 2008).



Slika 26. *T. femoralis*, lijevo: dorzalna strana s karakterističnim prugama; desno: ventralna strana s crnim meta- i mezosternumom (izvor: Thomaes i dr, 2017)

Rezultati ulova predatorskih vrsta po udjelu u ukupnom ulovu ne ciljane entomofaune prikazani su za pojedinu godinu. Za razdoblje istraživanja napravljena je vremenska analiza dinamike populacija predator/potkornjak.

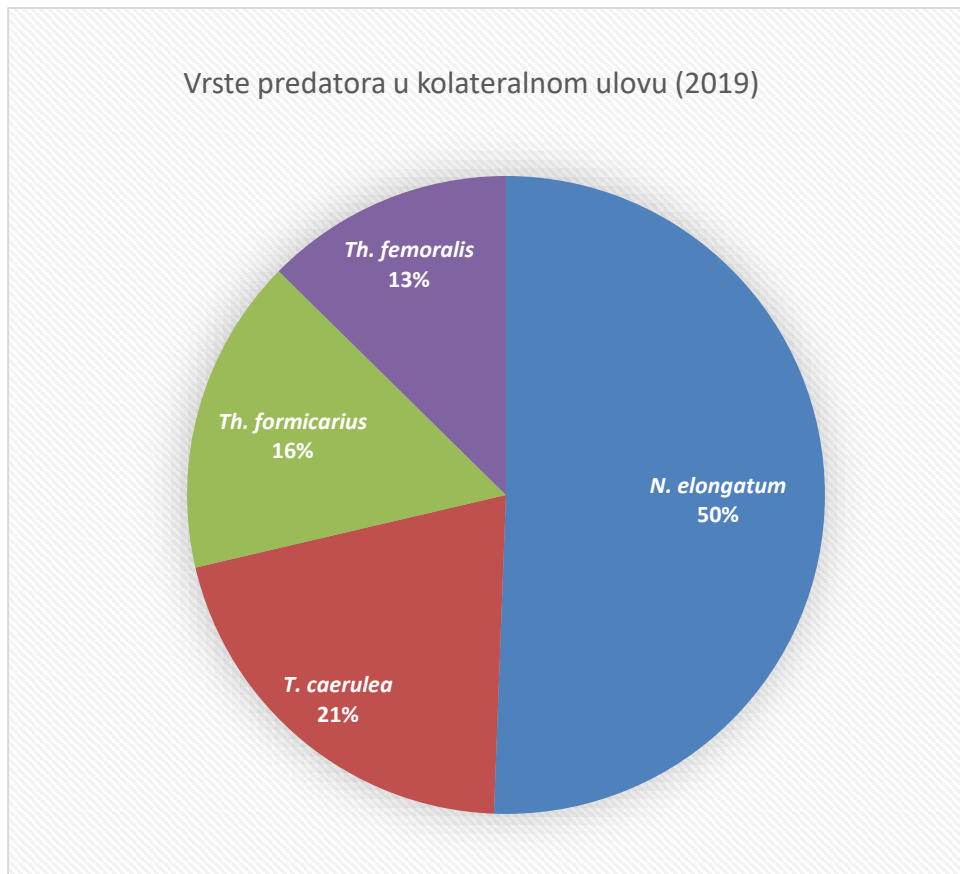
4.4.1. Rezultati ulova predatorskih vrsta za 2019. godinu

U razdoblju od ožujka do kraja kolovoza 2019. godine u ulovu neciljane entomofaune bilo je ukupno 998 jedinki predatorskih vrsta kornjaša. Od toga čak 50% ili 505 jedinki otpada na vrstu *Nemosoma elongatum*, dok je *Temnochila caerulea* bila zastupljena sa 21% ili 207 jedinki. *Thanasimus formicarius* i *Th. femoralis* su bili brojčano nešto manje zastupljeni s udjelom od 16% i 13% (Tablica 4 i Graf 10).

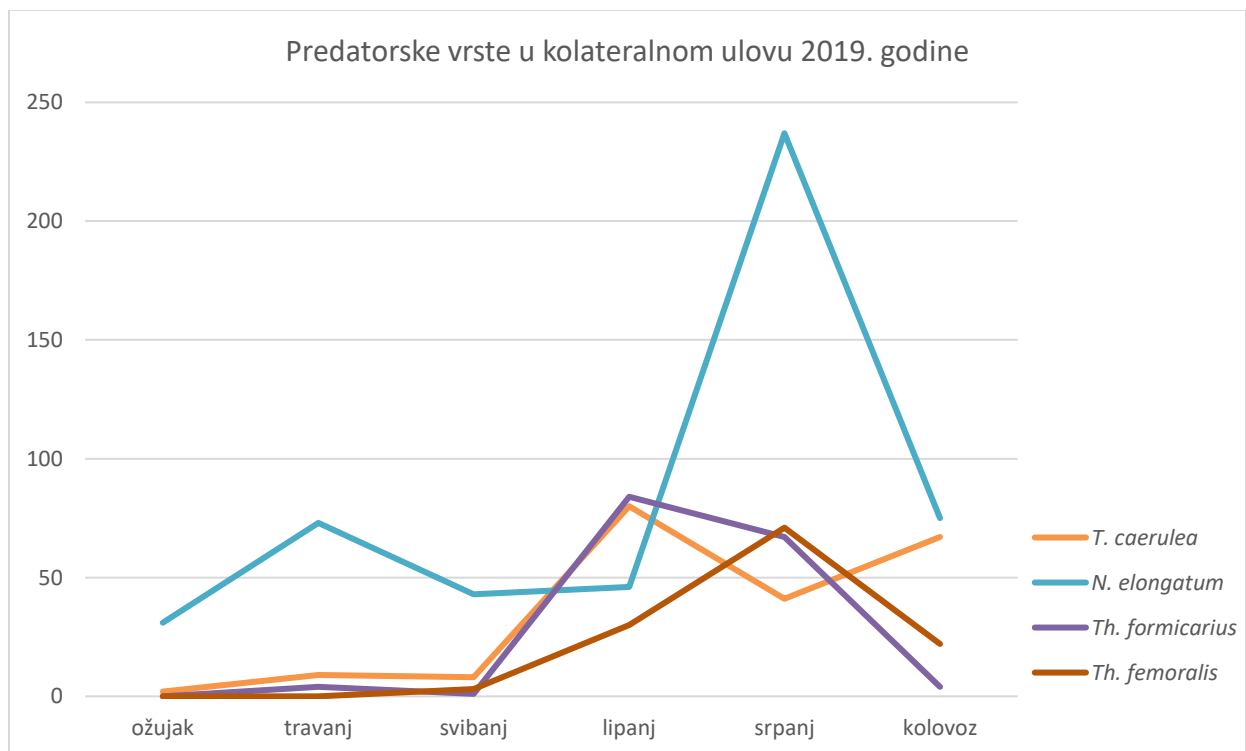
Tablica 4. Prikaz vrsta predatora u kolateralnom ulovu za 2019. godinu

2019	<i>N. elongatum</i>	<i>T. caerulea</i>	<i>T. formicarius</i>	<i>T. femoralis</i>	Predatori - ukupno	<i>O. erosus</i>
ožujak	31	2	0	0	33	113
travanj	73	9	4	0	86	214
svibanj	43	8	1	3	55	70
lipanj	46	80	84	30	240	448
srpanj	237	41	67	71	416	1161
kolovoz	75	67	4	22	168	337
Ukupno	505	207	160	126	998	2343

Najveći ulovi svih vrsta predatora su bili u lipnju i srpnju. Na Grafikonu 11 se vidi nagli rast populacije najprije u proljeće tijekom travnja, zatim tijekom ljeta u srpnju. Kako je *N. elongatum* bila najzastupljenija vrsta kolateralnog ulova tako je i rast populacije tijekom ljeta kod te vrste najizraženiji.



Grafikon 10. Prikaz udjela pojedine vrste predatora u kolateralnom ulovu za 2019. godinu



Grafikon 11. Prikaz dinamike populacije pojedine vrste predatora za 2019. godinu

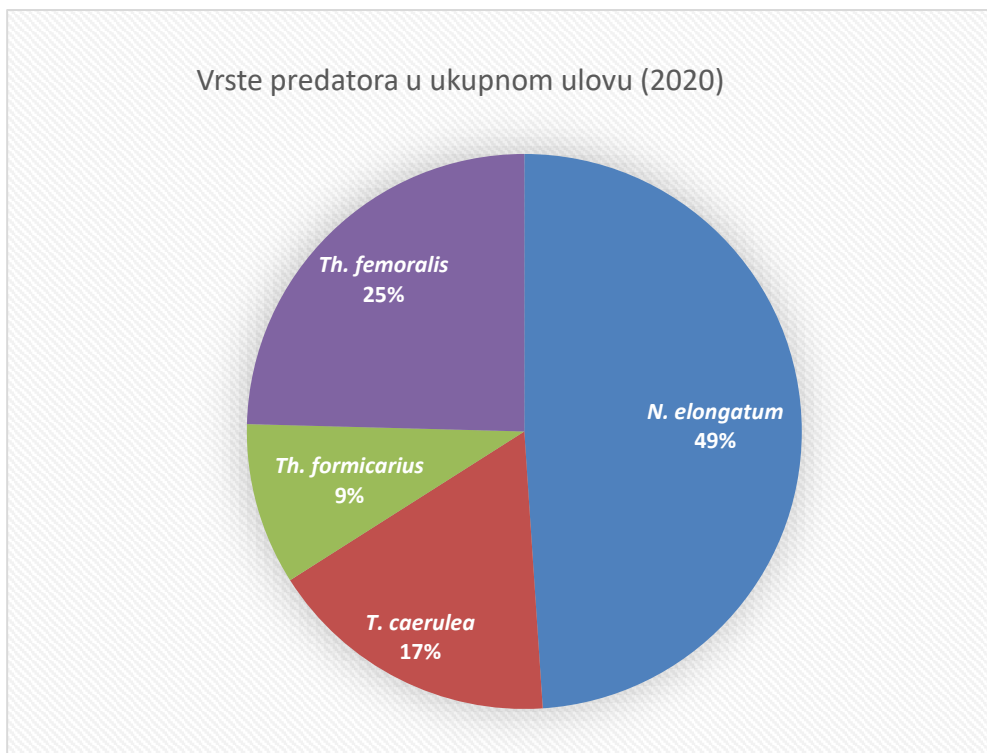
4.4.2. Rezultati ulova predatorskih vrsta za 2020. godinu

U razdoblju od travnja do kraja rujna 2020. godine ukupno je ulovljeno 944 jedinke predatorskih vrsta u feromnskim klopama. *N. elongatum*, kao i 2019. godine, čini gotovo 50% kolateralnog ulova s 462 ulovljene jedinke (Tablica 5). U ulovu je bila 161 jedinka predatora *T. caerulea* što je za 4% manje nego prethodne godine. Predator *Th. femoralis* je činio četvrtinu kolateralnog ulova sa 232 jedinke te je time bio zastupljen skoro duplo više u odnosu na prethodnu godinu, a i više nego *Th. formicarius* u 2020. godini kojeg je bilo samo 9% (Grafikon 12).

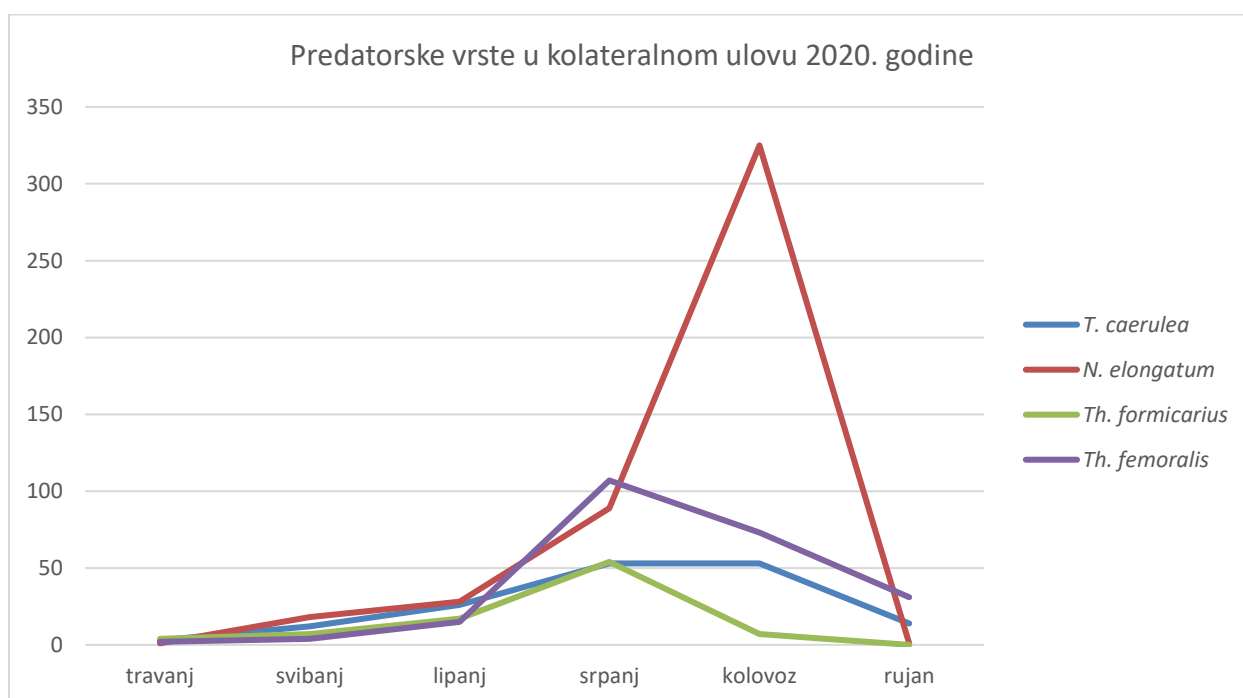
Tablica 5. Prikaz vrsta predatora u kolateralnom ulovu za 2020. godinu

2020	<i>N. elongatum</i>	<i>T. caerulea</i>	<i>Th. formicarius</i>	<i>Th. femoralis</i>	Predatori-ukupno	<i>O. erosus</i>
travanj	1	3	4	2	10	13
svibanj	18	12	7	4	41	19
lipanj	28	26	17	15	86	200
srpanj	89	53	54	107	303	894
kolovoz	325	53	7	73	458	676
rujan	1	14	0	31	46	150
Ukupno	462	161	89	232	944	1952

Najveći ulovi svih vrsta predatora bili su u srpnju i kolovozu. Prema grafikonu 13 bilježi se postepeni rast svih populacija od svibnja te nagli rast populacija *Thanasimus* sp. u srpnju. Od svih vrsta *N. elongatum* ima najizraženiji rast populacije u kolovozu kao i prethodne 2019. godine.



Grafikon 12. Prikaz udjela pojedine vrste predatora u kolateralnom ulovu za 2020. godinu



Grafikon 13. Prikaz dinamike populacije pojedine vrste predatora za 2020. godinu

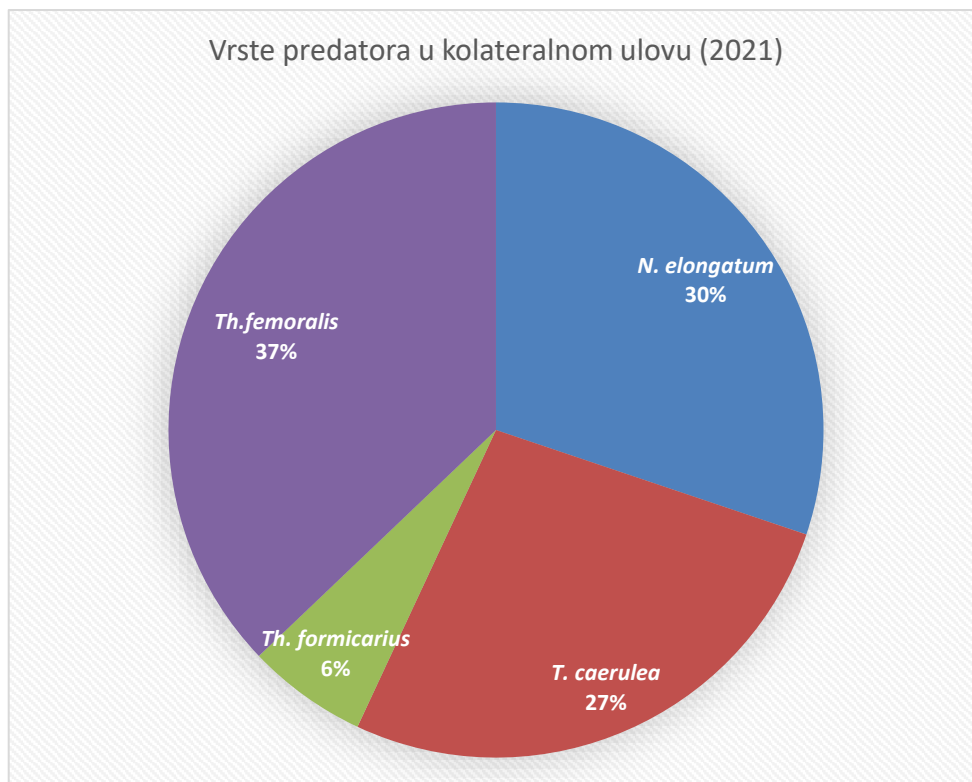
4.4.3. Rezultati ulova predatorskih vrsta za 2021. godinu

Tijekom 2021. godine nisu zabilježeni ulovi niti jedne vrste predatora tijekom ožujka. Od travnja do kraja kolovoza ulovljeno je ukupno 590 jedinki. Za razliku od prethodne dvije godine gdje je bila dominantna vrsta *N. elongatum*, 2020. godine bilježi se najveći broj vrste *Th. femoralis* sa 219 jedinki ili 36% udjela u ulovu. Predatora *Th. formicarius* je bilo najmanje, samo 6%, dok je vrste *N. elongatum* bilo u dosta manjem broju u odnosu na 2019. godinu, 178 jedinki. Ulovljeno je i 158 jedinki *T. caerulea* što čini 27% kolateralnog ulova.

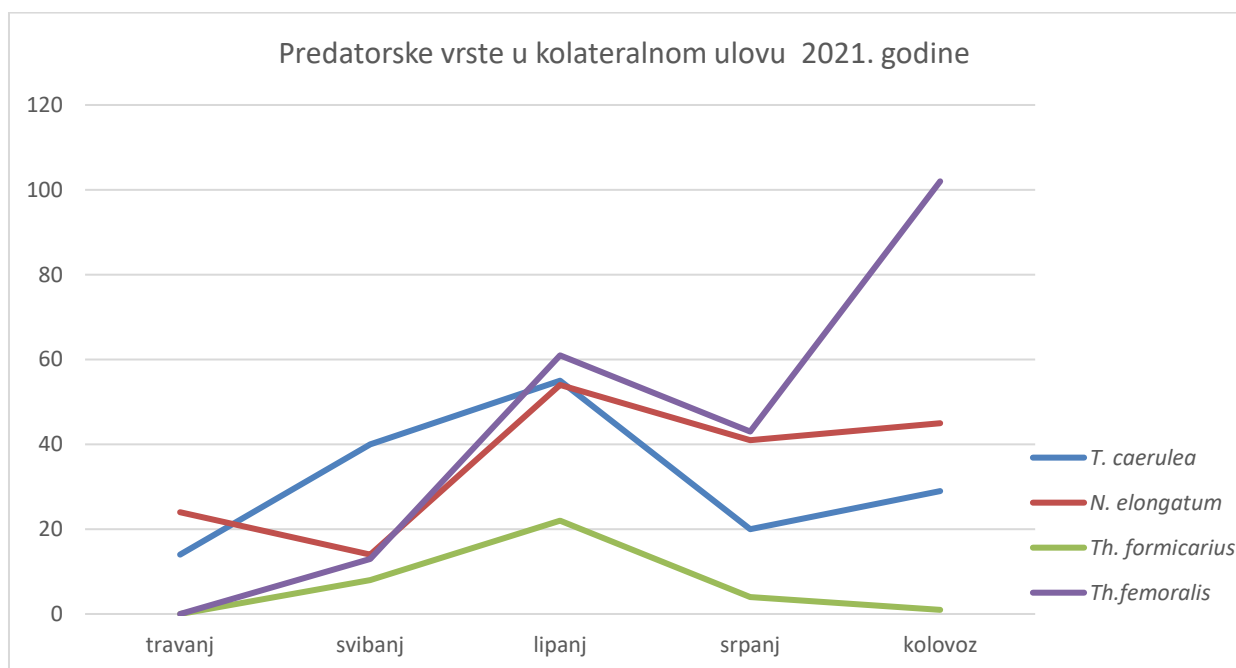
Tablica 6. Prikaz vrsta predatora u kolateralnom ulovu za 2021. godinu

2021	<i>N. elongatum</i>	<i>T. caerulea</i>	<i>Th. formicarius</i>	<i>Th. femoralis</i>	Predatori-ukupno	<i>O. erosus</i>
ožujak	0	0	0	0	0	8
travanj	24	14	0	0	38	121
svibanj	14	40	8	13	75	10
lipanj	54	55	22	61	192	981
srpanj	41	20	2	43	108	554
kolovoz	45	29	1	102	177	801
Ukupno	178	158	33	219	590	2475

Najveći ulov svih vrsta predatora bio je u kolovozu. Tijekom lipnja se bilježi nagli rast populacija svih vrsta, a tijekom kolovoza je znatno povećan samo broj *Th. femoralis*, dok su populacije ostalih vrsta samo u blažem porastu.



Grafikon 14. Prikaz udjela pojedine vrste predatora u kolateralnom ulovu za 2021. godinu



Grafikon 15. Prikaz dinamike populacije pojedine vrste predatora za 2021. godinu

5. RASPRAVA

Analizom ulova neciljane entomofaune u feromonskim klopama za monitoring potkornjaka na području NP Paklenica utvrđen je njezin udio u ukupnom ulovu od 9% za 2019. godinu, 20% za 2020. godinu i 11% za 2021. godinu. Veće odstupanje u 2020. godini posljedica je manjeg udjela potkornjaka u ulovu koje su vjerojatno predatori, osobito u suhoj Bakkeovoj klopki, pojeli. U svezi s tim, vrlo je teško odgovoriti na pitanje u kojoj mjeri pojedini prirodni neprijatelji potkornjaka, koji su činili veliki dio kolateralnog ulova, utječu na mortalitet ili na smanjenje populacije zbog manjka detaljnije spoznaje o njihovoj biologiji i ekologiji.

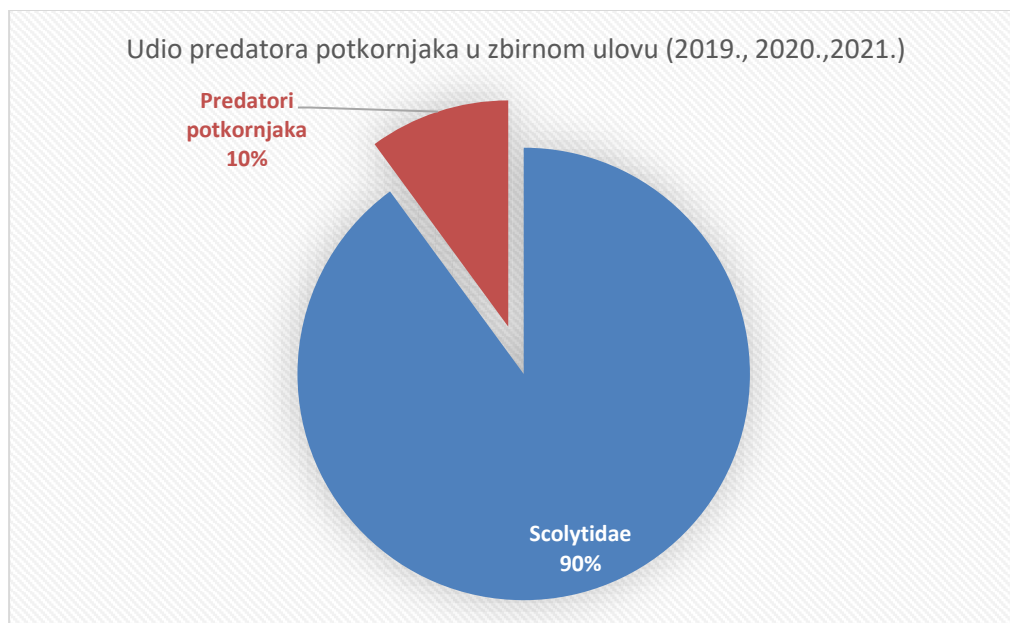
Kolateralni ulov su najvećim dijelom činili predatori potkornjaka od kojih je najzastupljenija bila vrsta *Nemosoma elongatum*. Posebno je značajno utvrđivanje vrste *Thanasimus femoralis* u ulovu, koja sa vrstom *Th. formicarius*, već utvrđenom u brojnim istraživanjima selektivnosti feromonskih klopki (Kazumović, 2016; Panzavolta, 2014), dijeli veliku morfološku sličnost.

Udio predatorskih vrsta u zbirnom ulovu za cijeli period istraživanja od tri godine iznosio je 10% (Grafikon 16). Dobivena vrijednost može se smatrati prihvatljivom u smislu zadovoljavajuće selektivnosti feromonskih klopki. Pernek i Hrašovec (2005) taj postotak smatraju kritičnim, tj. neprihvatljivim. U istraživanju o negativnom utjecaju feromonskih klopki na saproksilne i druge kornjaše, Bracalini (2021) također naglašava kako metode suzbijanja moraju biti održive i utjecati samo na ciljane vrste te da bi smanjenje populacije predatora moglo dovesti do udvostručenja populacije štetnika. Dok se metodologija tih istraživanja temeljila na 7-dnevnom sakupljanju uzoraka, u ovom istraživanju su se uzorci sakupljali svakih 14, rjeđe 7 dana. Posljedično su prethodno ulovljene jedinice svojim raspadanjem bile izvor dodatnog privlačenja predatora pa je feromonska klopka imala veći utjecaj nego obično.

Krasnici (Buprestidae) su činili oko 20% kolateralnog ulova, osim 2019. godine kada ih je bilo svega 7%. Prevladavali su u odnosu na druge porodice na lokaciji Pjeskovita kosica (410 m/nv) što govori da je suha Bakkeova klopka produktivnija u ulovu kukaca većih dimenzija u odnosu tip klopke Theysohn. To je najvećim dijelom bila *Chalcophora mariana* uz koju su se sporadično javljale i ostale vrste poput *Buprestis octoguttata*, *B. dalmatina*, *B. haemorrhoidalis*, *Chrysobothris chryso stigma* i *Dicerca berolinensis*. *C. intermedia* nije

utvrđena u ulovu unatoč svom mediteranskom karakteru i velikoj morfološkoj sličnosti s *C. mariana* zbog čega je bilo potrebno provesti detaljniju determinaciju tih jedinki.

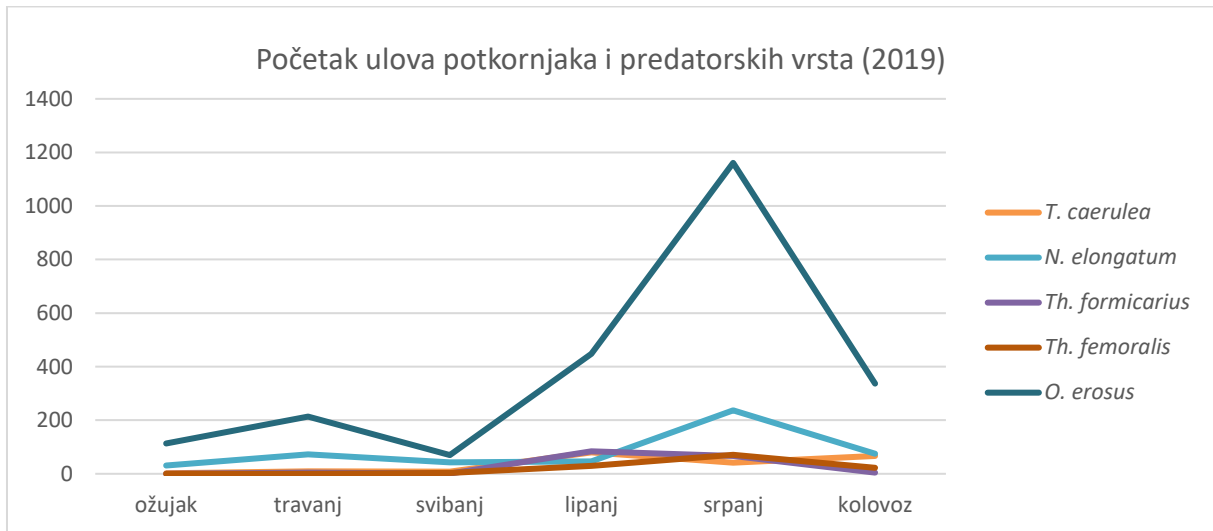
Prema informacijama Državnog hidrometeorološkog zavoda za područje NP Paklenica tijekom 2019., 2020. i 2021. nije zabilježeno ekstremno nepovoljno odstupanje temperature zraka niti oborina. U skladu s tim trenutno možemo isključiti fiziološko slabljenje borova izazvano sušom. Zbog dobrog zdravstvenog stanja borovih šuma procijenjenog tijekom terenskih istraživanja u NP Paklenica i populacije potkornjaka koja nije gradacijskog karaktera, može se reći da su šume i kulture proučavanog područja stabilne.



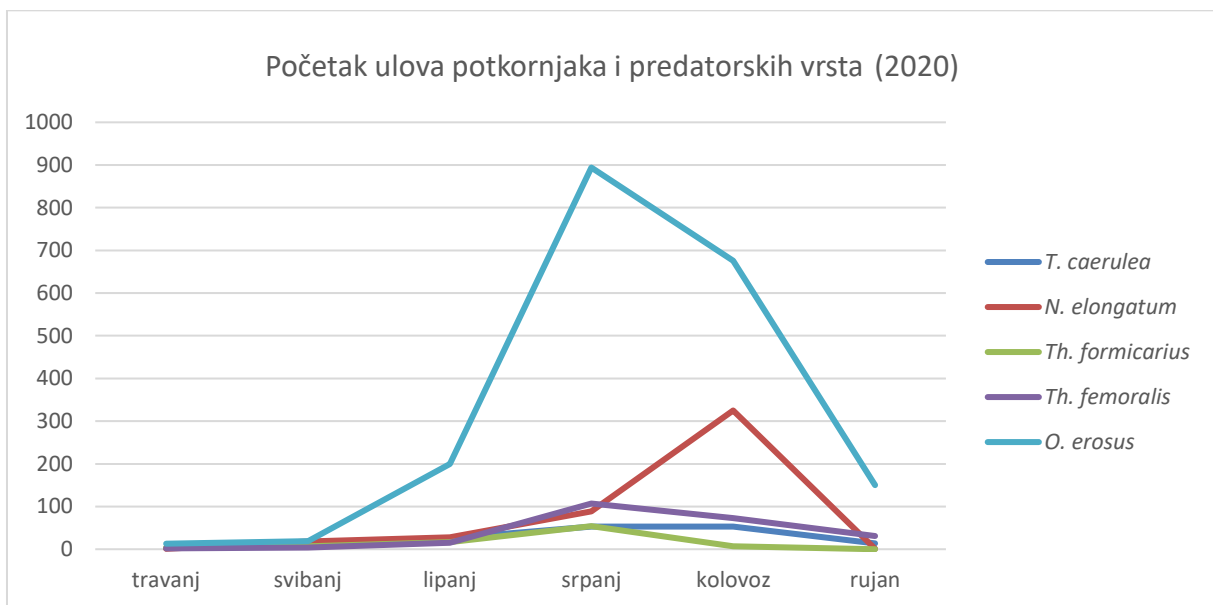
Grafikon 16. Udio predatora potkornjaka u zbirnom ulovu (2019., 2020. i 2021. god.)

5.1. Usporedba dinamike populacije potkornjaka i predatora

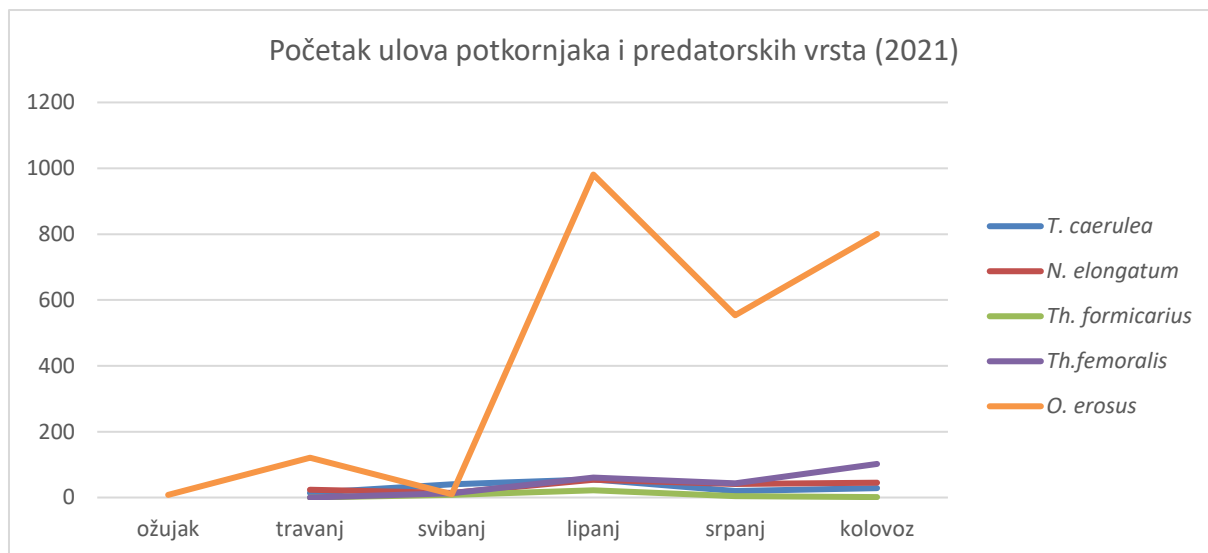
Rezultati su potvrdili korelaciju između pojave predatora i potkornjaka tijekom cijelog perioda monitoringa. Maksimalni ulovi *O. erosus* popraćeni su maksimalnim ulovima *N. elongatum* i ostalih predatora u nešto manjoj mjeri.



Grafikon 17. Usporedba dinamike populacije potkornjaka i predatorskih vrsta za 2019. godinu



Grafikon 18. Usporedba dinamike populacije potkornjaka i predatorskih vrsta za 2020. godinu



Grafikon 19. Usporedba dinamike populacije potkornjaka i predatorskih vrsta za 2021. godinu

6. ZAKLJUČAK

Integrirana zaštita šuma na području od velikog značaja kao što je zaštićeno područje Nacionalnog parka Paklenica predstavlja za struku svojevrsni izazov. Zbog ograničenih mogućnosti djelovanja feromonski monitoring se pokazao dobrom metodom za praćenje populacije štetnika *Tomicus destruens*, *Orthotomicus erosus*, *Ips sexdentatus*, *Ips bidentatus*, *Hylurgus ligniperda* i *Hylurgus miklitzi* ali i za razumijevanje fenomena vezanih za njihov razvoj. Tijekom trogodišnjeg monitoringa ulovljeno je 25 556 jedinki od čega su 22 604 jedinke ciljanih vrsta potkornjaka (Scolytidae; Coleoptera) i 2 952 jedinke neciljane entomofaune kornjaša (Coleoptera). Osim kornjaša, u ulovima su se pojavljivali primjerci opnokrilaca (Hymenoptera) i stjenica (Heteroptera) koji zbog sporadične pojave i nerelevantnosti za područje istraživanja nisu dalje determinirani.

Najveći udio kolateralnog ulova u ukupnom ulovu bio je 2020. godine. Mogući razlog je manji ulov potkornjaka u cijeloj godini u odnosu na 2019. i 2021. godinu te visok ulov krasnika u suhoj Bakkeovoj klopki na lokaciji Pjeskovita kosica koja se pokazala najproduktivnijom glede krasnika.

U kolateralnom ulovu najviše su bili zastupljeni predatori potkornjaka od kojih je najdominantnija bila *Nemosoma elongatum*, značajna regulacijska vrsta koja u stadiju ličinke pojede prosječno 44,7 ličinki potkornjaka, a odrasle jedinke prosječno 1-3 odrasla potkornjaka na dan. Dobiven je i visok ulov predatora *Temnochila caerulea* i *Thanasimus formicarius* koji može smanjiti populaciju štetnika *Tomicus piniperda* za 81% i *Ips typographus* za 18%. Posebno je značajno bilo utvrđivanje vrste *Thanasimus femoralis* koja sa vrstom *Th. formicarius* dijeli veliku morfološku sličnost.

Ako uzmemo u obzir zbirni ulov za cijeli period istraživanja od tri godine onda udio predatora iznosi 10%. Dobivena vrijednost smatra se prihvatljivom zbog velikog područja istraživanja i samim tim veće gustoće populacije predatora te zbog atraktivnosti velike količine plijena koji se uz feromone nalazio ulovljen u klopnama.

Od krasnika je u najvećem broju bila zastupljena vrsta *Chalcophora mariana* dok su ostale vrste utvrđene mjestimično od kojih najčešće *Buprestis octoguttata*. Od cvilidreta je češće utvrđena vrsta bila *Spondylis buprestoides* i u nešto manjem broju *Rhagium inquisitor*. Ostale vrste cvilidreta ulovljene su u manjem broju ili pojedinačnim primjercima.

7. LITERATURA

Allison J., Borden J., S. Seybold, 2004: A review of the chemical ecology of the Cerambycidae (Coleoptera). *Chemoecology* 14, 123-150.

Baier, P., 1994: Untersuchungen zur abundanzdynamischen Relevanz der Beifänge von *Nemosoma elongatum* L. (Col., Ostomidae) in Chalcoprax beködeten Flugbarrierfallen für *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Z. ang. Ent.* 117, 51-57.

Baker, T., J.J. Heath, 2005: Pheromones: function and use in insect control. *Comprehensive Molecular Insect Science* Vol. 6, 407 - 459. Elsevier, Amsterdam, Nizozemska.

Bense, U., 1995: Longhorn beetles. Illustrated key to the Cerambycidae and Vesperidae of Europe. Weikersheim, Germany: Margraf Verlag.

Bijelić, R. i dr., 2005: Procjena ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije za NP „Paklenica“, „Zagrebinspekt“ d.o.o. za kontrolu i inženjering, Zagreb.

Bílý S., 2002: Summary of the bionomy of the Buprestid beetles of Central Europe (Coleoptera: Buprestidae) - *Acta Ent. Musei Nat. Pragae*.

Bognar, A., 1994: Temeljna skica geokoloških osobina Velebita, Senjski zbornik: prilozi za geografiju, etnologiju, gospodarstvo, povijest i kulturu, 21(1), 1-8.

Bracalini, M., Croci, F., Ciardi, E., Mannucci, G., Papucci, E., Gestri, G., Tiberi, R., Panzavolta, T., 2021: *Ips sexdentatus* Mass-Trapping: Mitigation of Its Negative Effects on Saproxylic Beetles Larger Than the Target. *Forests*, 12, 175.

Cherepanov AI., 1990: Cerambycidae of northern Asia. Volume 3, Lamiinae, Part I. New Delhi, India: Amerind Publishing Company Pvt. Ltd.

Doychev D.D., Ovcharov D.V., 2008: First Report of *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt) (Coleoptera, Cleridae) for the Bulgarian Fauna. *Acta Zoologica Bulgarica*, Suppl. 2, 2008: 331-332.

Evans H., Moraal L., J. Pajares, 2007: Biology, Ecology and Economic Importance of Buprestidae and Cerambycidae. In: Lieutier F., Day K.R., Battisti A., Grégoire JC., Evans H.F. (eds) *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis*. Springer, Dordrecht.

- 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.
- Hilszczajski J., Gibb H., Bystrowski C., 2007: Insect natural enemies of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytinae) in managed and unmanaged stands of mixed lowland forest in Poland. *Journal of Pest Science*, 80: 99-107.
- Hrašovec, B., 1995: Feromonske klopke – suvremena biotehnička metoda u integralnoj zaštiti šuma od potkornjaka. *Šumarski list*, broj: 1-2, 27-31.
- Hrudova E., 2003: The presence of non-target lepidopteran species in pheromone traps for fruit tortricidmoths. *Plant Protect Sci.*, 39: 126-131.
- Kalcina, L. 2020: Morfološke značajke i prostorna distribucija speleoloških objekata na području NP Paklenica, Diplomski rad, Sveučilište u Zadru.
- Kasumović, L., Hrašovec, B., A. Jazbec, 2016: Učinkovitost suhих i mokrih naletno barijernih Theysohn feromonskih klopki u lovu smrekovih potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. *Šumarski List*, 140, 477-483.
- Kenis M., Wermelinger B., J Gregoire, 2004: Research on parasitoids and predators of Scolytidae in living trees in Europe – a review. In: Lieutier F., Day K., Battisti A., Grégoire J., Evans H. (Eds). - *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis*. Kluwer, Dordrecht, 237–290.
- Kolk A., J. R Starzyk., 1996: *The Atlas of Forest Insect Pests*. The Polish Forest Research Institute. Multico Warszawa. 705 pp.
- Milan Pernek, Marta Kovač, Nikola Lacković, 2020: Testiranje biološke učinkovitosti feromona i klopki za ulov mediteranskog potkornjaka *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae). *Š.L.* 7-8, s.339.
- Mills, N.J., 1985: Some observations on the role of predation in the natural regulation of *Ips typographus* populations. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 99, 209-15.
- Muskovits, J., G. Hegyessy, 2002: Magyarország díszbogarai (Coleoptera:Buprestidae). *Jewel Beetles of Hungary (Coleoptera: Buprestidae)*. Grafon Kiado, Nagykovácsi, Hungary.
- Novak, V., 1976: *Atlas of insects harmful to forest trees*, Vol. 1. Amsterdam: Elsevier.

- Panzavolta, T., Bracalini, M., Bonuomo, L., Croci, F., R. Tiberi, 2014: Field response of non-target beetles to *Ips sexdentatus* aggregation pheromone and pine volatiles. *Journal of Applied Entomology*, 138.
- Pernek, M., 2000: Feromonske klopke u integralnoj zaštiti smrekovih šuma, *Rad. Šumarski institut*. 35 (2): 89-100, Jastrebarsko.
- Pernek, M., Hrašovec, B., 2003: Istraživanje selektivnosti feromonskih pripravaka i Theysohn klopki namijenjenih ulovu smrekinih potkornjaka. *Rad. Šumar. inst.* . 38(1): 5-21, Jastrebarsko.
- Pernek, M., 2002: Analiza biološke učinkovitosti feromonskih pripravaka i tipova klopki namijenjenih lovu potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera; Scolytidae) *Rad. Šumar. Inst.*. 37 (1): 61-83, Jastrebarsko.
- Pernek, M., Hrašovec, B., 2005: Istraživanje feromonskih pripravaka i klopki namijenjenih ulovu jelovih krivozubih potkornjaka. *Rad. Šumar. Inst.* 40(1): 31-42, Jastrebarsko.
- Pajares, J.A., Ibeas F., Diez J.J., D. Gallego, 2004: Attractive responses by *Monochamus galloprovincialis* (Col., Cerambycidae) to host and bark beetle semiochemicals, *Journal of Applied Entomology*, 128(9-10): 633–638.
- Sama G., 2002: Atlas of the Cerambycidae of Europe and the Mediterranean Area. Volume 1: Northern, Western, Central and Eastern Europe. British Isles and Continental Europe from France (excl. Corsica) to Scandinavia and Urals. Nakladatelství Kabourek, Zlín, 173.
- Schroeder, L.M., 2003: Differences in response to α -pinene and ethanol, and flight periods between the bark beetle predators *Thanasimus femoralis* and *T. formicarius* (Col.: Cleridae), *For.Ecol. Manag.*, 177: 301–311.
- Schroeder, L. M., 1997: Impact of natural enemies on *Tomicus piniperda* offspring production. In. Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests, Vallombrosa, 1-4.
- Šikić, Z. 2007: Nacionalni park Paklenica: Plan upravljanja, Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Starigrad Paklenica.
- Španjol, Ž., D. Barčić, R. Rosavec, 2003: Zaštićeni dijelovi prirode na Velebitu. *Šumarski list*, broj: 13: 93.

Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet i Državni zavod za zaštitu prirode, 403 str., Zagreb.

Žarković, I. 2021: Zaštita od požara na području NP Paklenica, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.

Yuan, F.L., You-qing S, Juan & Keliövaara, Kari & Qi, Guo-xin & Chen, Yu-jie & Ma, Lingyun, 2008: Biological characteristics of *Acanthocinus carinulatus*, a new record insect pest in Aershan, Inner Mongolia. *Forestry Studies in China*. 10. 14-18.