

Monitoring borovih potkornjaka i njihov utjecaj na zdravstveno stanje kultura bora (*Pinus* spp.) na području NP Paklenica 2020.godine

Hatvalić, Tena

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:108:879469>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



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

TENA HATVALIĆ

**MONITORING BOROVIH POTKORNJAKA I NJIHOV
UTJECAJ NA ZDRAVSTVENO STANJE KULTURA BORA
(PINUS SPP.) NA PODRUČJU NP PAKLENICA 2020. GODINE**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2021.

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

ŠUMARSKI ODSJEK

**ZAVOD ZA UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM
GOSPODARENJEM**

**MONITORING BOROVIH POTKORNJAKA I NJIHOV UTJECAJ NA
ZDRAVSTVENO STANJE KULTURA BORA (PINUS SPP.) NA
PODRUČJU NP PAKLENICA 2020. GODINE**

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: Tena Hatvalić

JMBAG: 0068225365

Broj indeksa: 1080/19

Datum odobrenja teme: 04.05.2021.

Datum predaje rada: 25.08.2021.

Datum obrane rada: 10.09.2021.

ZAGREB, rujan 2021.

Dokumentacijska kartica

Naslov	Monitoring borovih potkornjaka i njihov utjecaj na zdravstveno stanje kultura bora (<i>Pinus</i> spp.) na području NP Paklenica 2020. godine
Title	Monitoring of pine bark beetles and their impact on the health status of pine cultures (<i>Pinus</i> spp.) in NP Paklenica for year 2020.
Autor	Tena Hatvalić
Adresa autora	Dr. Franje Tuđmana 12, 31300 Beli Manastir
Mjesto izrade	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Prof. dr. sc. Danko Diminić
Komentor	Doc. dr. sc. Milivoj Franjević
Izradu rada pomogao	Doc. dr. sc. Milivoj Franjević
Godina objave	2021.
Obujam	Stranica: 60, slika: 18, tablica: 31, grafikona: 31, navoda korištene literature: 31
Ključne riječi	Monitoring, Nacionalni park Paklenica, <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus nigra</i> , borov potkornjak, klimatske promjene
Key words	Monitoring, National park Paklenica, <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus nigra</i> , pine bark beetle, climate changes
Sažetak	Cilj istraživanja je utvrditi štetnost i utjecaj borovih potkornjaka (<i>Tomicus destruens</i> , <i>Orthotomicus erosus</i> , <i>Ips sexdentatus</i> , <i>Ips bidentatus</i> , <i>Hylurgus ligniperda</i> , <i>Hylurgus miklitzi</i>) u kulturama alepskog i crnog bora na području Nacionalnog parka Paklenica. U ovom istraživanju, štetnost borovih potkornjaka promatrana je kroz sinergizam s drugim nepovoljnim i biotički i abiotičkim čimbenicima koji doprinose fiziološkom slabljenju stabala alepskog i crnog bora te njihovoj podložnosti napadu potkornjaka. Cilj ovog istraživanja je utvrditi optimalno razdoblje za provođenje mjera zaštite u kulturama alepskog i crnog bora praćenjem fenologije potkornjaka.

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

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

vlastoručni potpis

Tena Hatvalić

U Zagrebu, 10.09.2021.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Općenito o Nacionalnom parku Paklenica	1
1.2. Općenito o potkornjacima (Scolytidae)	3
1.3. Vrste potkornjaka na borovima u Hrvatskoj	4
1.4. Ekološki značaj potkornjaka u Hrvatskoj	7
2. CILJ RADA	9
3. MATERIJALI I METODE	10
3.1. Lokacije klopki u Nacionalnom parku Paklenica	10
3.2. Atraktivna sredstva i tipovi klopki	12
3.3. Laboratorijska analiza uzoraka	15
4. REZULTATI	16
4.1. Ulovi vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima 2020. godine	16
4.2. Ulovi vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima 2020. godine	22
4.3. Ulovi vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima 2020. godine	28
4.4. Ulovi vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima 2020. godine	34
4.5. Zbirni ulov potkornjaka na borovima po lokacijama u 2020. godini	40
5. RASPRAVA	51
5.1. Ekologija i dinamika populacije potkornjaka	51
5.2. Godišnji prikaz temperature zraka i količine oborina na području Nacionalnog parka Paklenica	57
6. ZAKLJUČAK	59
7. LITERATURA	60

POPIS SLIKA

Slika 1. Položaj Nacionalnog parka Paklenica	1
Slika 2. Rasprostranjenost šume crnog bora u Nacionalnom parku Paklenica.....	2
Slika 3. Rasprostranjenost kulture alepskog bora u NP Paklenica	3
Slika 4. <i>Pityogenes bidentatus</i> (Herbst 1783) - borov dvozubi potkornjak (Autor: M. Franjević)	4
Slika 5. <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) - borov korjenar (Autor: M. Franjević)	5
Slika 6. <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) - mediteranski borov potkornjak (Autor: M. Franjević)	6
Slika 7. <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) - veliki šestozubi borov potkornjak (Autor: M. Franjević)	7
Slika 8. Park šuma Marjan prije i nakon napada potkornjaka <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) (Izvor: Google Earth).....	8
Slika 9. Lokacije na kojima su postavljene naletno barijerne klopke i uspostavljen monitoring	11
Slika 10. Naletno barijerna klopka tipa Theysohn postavljena pomoću drvenih kolaca na predjelu Ramići 12.03.2020. godine (Autor: T. Hatvalić)	11
Slika 11. Prikaz feromona Tomowit i Gallopro-Pinowit korištenih u istraživanju (Autor: T. Hatvalić).....	13
Slika 12. Prikaz feromona korištenih u istraživanju (Autor: T. Hatvalić).....	13
Slika 13. Postavljanje mokre Theysohn naletno barijerne feromonske klopke pomoću drvenih kolaca i žice na predjelu Ramići 12.03.2020. godine (Autor: T. Hatvalić)	14
Slika 14. Postavljena Bakkeova klopka na lokaciji Pjeskovita kosica (Autor: T. Hatvalić) ...	15
Slika 15. Prikaz prelaska iz endemske u epidemičku fazu tijekom sinkroniziranih gradacija vrste <i>Ips typographus</i> u Češkoj, Bavarskoj i Austriji (Kautz et al. 2014) (Seidl et al. 2014). 52	
Slika 16. Prikaz utjecaja potkornjaka, ksilofagnih kukaca, šiškarica, kukaca koji se hrane sisanjem sokova i defolijatora s obzirom na izloženost stabala suši (Gely 2020).	53
Slika 17. Prikaz srednje temperature zraka za 2020. godinu (Izvor: DHMZ)	57
Slika 18. Prikaz količine oborina za 2020. godinu (Izvor: DHMZ)	57

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Velika Pakleinaca 2020. godine.....	16
Tablica 2. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine	17
Tablica 3. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka).....	18
Tablica 4. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	19
Tablica 5. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine	20
Tablica 6. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine	21
Tablica 7. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine.....	22
Tablica 8. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine	23
Tablica 9. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka).....	24
Tablica 10. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792.) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	25
Tablica 11. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine	26
Tablica 12. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine	27
Tablica 13. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine.....	28
Tablica 14. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine	29
Tablica 15. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka).....	30
Tablica 16. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	31
Tablica 17. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine	32
Tablica 18. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine	33
Tablica 19. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine	34
Tablica 20. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775.) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine	35

Tablica 21. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka).....	36
Tablica 22. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	37
Tablica 23. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine.....	38
Tablica 24. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine.....	39
Tablica 25. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine.....	40
Tablica 26. Prikaz ulova potkornjak na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine.....	42
Tablica 27. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka).....	43
Tablica 28. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	45
Tablica 29. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Ramići 2020. godine.....	47
Tablica 30. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine.....	48
Tablica 31. Prikaz ulova potkornjaka po tjednima u 2020. godini.....	50

POPIS GRAFIKONA

Graf 1. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine	16
Graf 2. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine	17
Graf 3. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)	18
Graf 4. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	19
Graf 5. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine	20
Graf 6. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine	21
Graf 7. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine.....	22
Graf 8. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine	23
Graf 9. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka).....	24
Graf 10. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	25
Graf 11. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792.) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine	26
Graf 12. Prikaz ulova vrste <i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine	27
Graf 13. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine.....	28
Graf 14. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine	29
Graf 15. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka).....	30
Graf 16. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	31
Graf 17. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine	32
Graf 18. Prikaz ulova vrste <i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine	33
Graf 19. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine	34
Graf 20. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine	35

Graf 21. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)	36
Graf 22. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	37
Graf 23. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine	38
Graf 24. Prikaz ulova vrste <i>Ips sexdentatus</i> (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine	39
Graf 25. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine.....	40
Graf 26. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine	42
Graf 27. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka).....	43
Graf 28. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka).....	45
Graf 29. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Ramići 2020. godine	47
Graf 30. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine.....	48
Graf 31. Prikaz ulova potkornjaka po tjednima u 2020. godini	50

1. UVOD

1.1. Općenito o Nacionalnom parku Paklenica

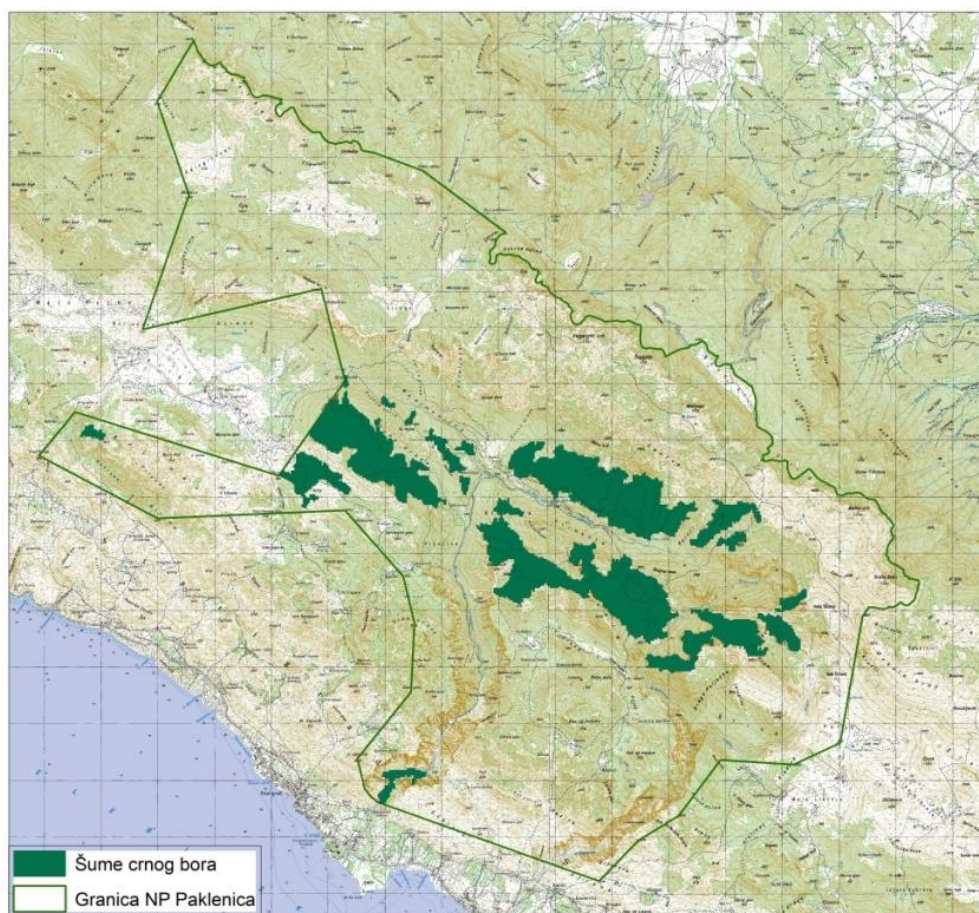
Paklenica je prvi put proglašena nacionalnim parkom 1929. godine. Službeno, Paklenica je proglašena nacionalnim parkom 19. listopada 1949. godine. Prema proglašenju, drugi je nacionalni park u Hrvatskoj, nakon Plitvičkih jezera. Pravni akti koji reguliraju status nacionalnog parka su Zakon o proglašenju šume Paklenica nacionalnim parkom (NN 84/49) i Zakon o izmjenama Zakona o proglašenju šume Paklenica nacionalnim parkom (NN 15/97).

Nacionalni park prostire se na obroncima južnog Velebita, na površini od 95 km². Većim dijelom, Nacionalni park nalazi se u Zadarskoj županiji (64 km²), a sjeverni dio smješten je u Ličko-senjskoj županiji (31 km²). Predstavlja jedinstveno područje koje spaja more i planinu, od istočnih obala Jadranskog mora do najviših vrhova Velebita, Vaganskog vrha (1757 m) i Svetog brda (1753 m). Geografski položaj Nacionalnog parka Paklenica je između 15°23' i 15°35' istočne geografske dužine te između 44°18' i 44°25' sjeverne geografske širine.



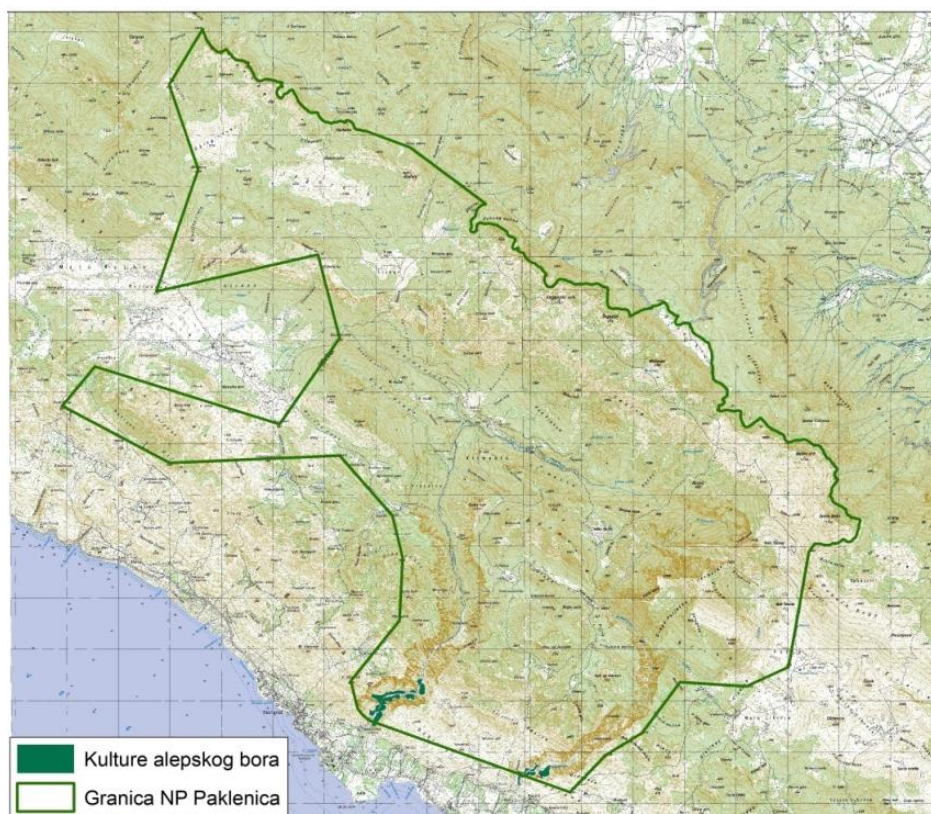
Slika 1. Položaj Nacionalnog parka Paklenica

Park obuhvaća područje prepoznatljivih kanjona Velike i Male Paklenice s njihovim geološkim, hidrološkim, florističkim i faunističkim obilježjima. Na području Nacionalnog parka razlikuje se sedam šumskih zajednica. Širok raspon nadmorskih visina (20-1757m/nv), uvjetovao je raznolikost šumskog pokrova, kao i razlike u geološkoj podlozi te prisutnost stalnih i povremenih tokova u pojedinim dijelovima Parka. Posebno se ističu šume crnog bora (*Pinus nigra*) (Slika 2.).



Slika 2. Rasprostranjenost šume crnog bora u Nacionalnom parku Paklenica

Velik dio prostora Parka zauzimaju šume bukve, crnog bora, njihove miješane šume, šume u kojima se nalaze vrste submediteranskog područja kao što su hrast medunac (*Quercus pubescens*) i crni grab (*Ostrya carpinifolia*) te eumediteranskog područja alepski bor (*Pinus halepensis*) (Slika 3.). Gornju granicu šuma u manjem postotku čini planinski bor (*Pinus mugo*), a u većem postotku livade i pašnjaci.



Slika 3. Rasprostranjenost kulture alepskog bora u NP Paklenica

Naziv Paklenica potječe od pakline, odnosno smole crnog bora, koju je lokalno stanovništvo koristilo u različite svrhe (medicinske svrhe, za osvjetljavanje i premazivanje brodova).

1.2. Općenito o potkornjacima (Scolytidae)

Potkornjaci pripadaju u najznačajniju porodicu šumskih štetnika kornjaša (Coleoptera) (Jurić 2009). Radi se o malim kukcima, veličine 1 – 8 milimetara, valjkastoga, jajolikog ili okruglastog oblika, uglavnom crne ili smeđe boje (Jurić 2009). Ličinke su bijele boje, glava im je tamna, slijepe su i nemaju noge. Glava potkornjaka je kratka i uvučena pod vratni štit, a ticala imaju proširenu kijačicu (Jurić 2009). Iako imaju razvijena krila, neki mužjaci ipak ne mogu letjeti (Jurić 2009). Kratka i čvrsta gornja čeljust omogućuje grizenje drva zbog čega su tipični štetnici drva, odnosno ksilofagi, život provode pod korom ili u samom drvu (Jurić 2009). Sekundarni su štetnici, iako u povoljnim uvjetima mogu biti i primarni. Prema načinu oštećivanja, specijalizirani su s obzirom na dijelove stabla koje oštećuju (korijen, deblo, grane, plod itd.) (Jurić 2009). Tri najvažnija čimbenika koji utječu na pojavu potkornjaka su: klima, zdravstveno stanje i sastav šume. Potkornjaci žive u sustavima hodnika pod korom ili u drvu. Svaka vrsta izgriza specifičan oblik hodnika, što uvelike pomaže u determinaciji. Grizotina se sastoji od centralnog dijela ili materinskog hodnika. Ženka jaja odlaže u stijenke hodnika, u posebne udubine. U usporedbi s ostalim kukcima, ženka potkornjaka odlaže

relativno mali broj jaja, u prosjeku 50 (Jurić 2009). Ličinke izgrizaju zasebne hodnike na kraju kojih se i kukulje. Razvijeni kornjaši izlaze kroz poseban otvor iznad mjesta kukuljenja ili kroz kukuljične zipke (Jurić 2009). S obzirom na mjesto grizotine, dijele se na koraše i drvaše. Prema vremenu pojavljivanja, potkornjaci mogu biti rani (veljača-ožujak) ili kasni (travanj-svibanj). Potkornjaci imaju tri faze životnog ciklusa: reproduktivnu fazu, razvojnu fazu i fazu sazrijevanja i širenja (Sauvard 2004). Mogu biti monogamni i poligamni. Kod monogamnih potkornjaka, ženke izrađuju hodnik koji vodi do galerije gdje se odvija kopulacija, a kod poligamnih vrsta potkornjaka, mužjaci izrađuju hodnik koji vodi do komore za kopulaciju. Potkornjaci se međusobno po spolu razlikuju kemijskim ili zvučnim signalima (Sauvard 2004). S obzirom na način prehrane, potkornjaci mogu biti drvaši (ksilofagi) ili gljivaši (ksilomicetofagi). Ličinke drvaša hrane se drvnim sokom, dok se ličinke gljivaša hrane gljivicama grupe *Ambrosia* (Jurić 2009). U općenitom razvojnom ciklusu, razlikujemo dvije vrste leta: let pri izlasku i let za potrebe kopulacije. Kopuliranje se može odvijati i za vrijeme sazrijevanja i za vrijeme širenja (Sauvard 2004). Potkornjaci su u prvom redu fiziološki štetnici. Većim dijelom napadaju crnogorične vrste, a tek manjim dijelom bjelogorične.

1.3. Vrste potkornjaka na borovima u Hrvatskoj

Pityogenes bidentatus (Herbst 1783) - borov dvozubi potkornjak

U odnosu na ženku, mužjak na obronku pokrila ima zavinut, dugačak i tanak zub. Duljine je 2-2,8 mm. Napada različite vrste borova, zatim ariš, smreku, jelu i duglaziju. Ima dvije generacije godišnje te se roji u kasno proljeće i ponovno tijekom ljeta. Na granama pravi zvjezdaste hodnike s bračnom komoricom u sredini, od koje se odvaja 3 do 7 materinskih hodnika duljine do 5 cm, od kojih se nadalje odvajaju vijugavi larvalni hodnici. Regeneracijsko i dopunsko žderanje obavlja u hodnicima koji uslijed toga imaju razna proširenja. Nije isključivo sekundaran, već i primaran štetnik na granama četinjača, jer ulazi i u potpuno zdrave grane te dovodi do postupnog slabljenja stabla. Počinjava velike štete u borovim kulturama. Ima velik broj prirodnih neprijatelja, osobito među parazitičkim osama i grabežljivim kornjašima.



Slika 4. *Pityogenes bidentatus* (Herbst 1783) - borov dvozubi potkornjak
(Autor: M. Franjević)

Hylurgus ligniperda (Fabricius 1792) - borov korjenar

Borov korjenar je potkornjak produljenog, valjkastog tijela. Crnosmeđe je boje sa svjetlijim ticalima i nogama te dlakama na hrptu, zakrivljenog zatka, duljine oko 5 mm. U Hrvatskoj dolazi na borovima i smrekama. Od ostalih vrsta potkornjaka, razlikuje se po tome što pripada u grupu korjenara - hodnike pravi na glavi korijena, obično plitko ispod površine tla, ponekad i niže na glavnom korijenu. Dopunsko žderanje obavlja u donjim dijelovima, iznad glave korijena, gdje je moguće naći veći broj imaga kako izgrizaju hodnike provlačeći se jedan iza drugoga. Ne stvara veće štete ukoliko napadne starija stabla, panjeve ili trupce. U mladim kulturama napada drveće i izgriza hodnike na glavi korijena te su štete puno veće jer je biljka osjetljivija i napadnuto se drvo obično suši. Radi sprječavanja eventualne pojave potkornjaka korjenara potrebno je otkorati panjeve u sječinama.



Slika 5. *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) - borov korjenar
(Autor: M. Franjević)

Hylurgus miklitzi (Wachtl 1881) – sredozemni borov korjenar

Distribucija ove vrste je mediteranska regija Europe; Mala Azija; Kavkaz; Sjeverna Afrika (Pfeffer 1995). U mediteranu nalazimo ga na području Hrvatske, Francuske, Grčke, Italije, Malte, Španjolske, Alžira, Egipta, Libije, Maroka, Tunisa, Izraela, Turske (Knížek 2011). Glavni domaćini *H. miklitzi* su borovi, živi isključivo na vrstama roda *Pinus* i to uglavnom na *P. halepensis* i *P. brutia*, ali povremeno i na *P. pinaster*, *P. pinea* i *P. nigra* (Grüne 1979; Pfeffer 1995). Biologija i ekologija su vrlo slični *H. ligniperda* i često se smatra samo za južni oblik, od kojeg se uglavnom razlikuje po manjoj veličini. Opće ponašanje i biologija ove vrste vrlo je slična onoj kod *H. ligniperda*. Nema ekonomske važnosti jer se napadi događaju samo u umirućem drveću ili u biljkama koje su već napale druge agresivnije vrste poput *T. destruens*. U Alžiru *H. miklitzi* je široko rasprostranjen duž obale, u plantažama alepskog bora.

Orthotomicus erosus (Wollaston 1857) - mediteranski borov potkornjak

Tipični je štetnik Mediterana. Dolazi na gotovo svim vrstama borova u primorskim krajevima. Vrsta je koja može dovesti do odumiranja stabla, osobito onih koja su posađena na niskim nadmorskim visinama i suhom tlu. Smatra se sekundarnim štetnikom koji pridolazi s drugim potkornjacima i štetnicima na borovima koji su izvaljeni. Naročito je opasan u kulturama borova. Poznati potkornjaci ovog roda također su i *O. proximus* koji dolazi na mladim borovima, zatim *O. laricis* koji dolazi na borovima i smrekama, a rjeđe na arišu i jeli te *O. saturalis* koji dolazi na borovima i smrekama, rjeđe na arišu.



Slika 6. *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) - mediteranski borov potkornjak (Autor: M. Franjević)

Ips sexdentatus (De Geer 1775) - veliki šestozubi borov potkornjak

Potkornjak crne boje i pokriven smeđim dlakama. Noge i ticala rđasti. Posebno se ističe zupcima na obronku pokrila, šest ih je sa svake strane, a po njima je i dobio naziv „šestozubi“. Duljina tijela kreće se od 6 do 8 mm. Dolazi na borovima, jeli, smreci i arišu, na starijim stablima s debelom korom. Pod korom pravi do 30 cm dugačke materinske hodnike. Hodnici su uzdužni, a mogu biti širine od 4 do 5 mm. Uvijek imaju veći broj zračnih otvora. Larvalni hodnici su razmjerno kratki, od 1 do 3 cm te se nalaze sa strane materinskih. Cijela grizotina se nalazi u kori. Mladi potkornjaci vrše dopunsko žderanje u produženju zipke. Ima dvije generacije godišnje. Proljetno rojenje odvija se u travnju, a ljetno u srpnju. Tipičan je sekundarni štetnik, jer u prvom redu napada ležeća stabla, a zatim bolesna stabla koja se suše.



Slika 7. *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) - veliki šestozubi borov potkornjak
(Autor: M. Franjević)

1.4. Ekološki značaj potkornjaka u Hrvatskoj

Na području UŠP Split primjećeno je intenzivno sušenje borova. Sušenja su zabilježena na Marjanu, Korčuli i Pašmanu, a moguća su i na drugim lokalitetima na području Dalmacije.

Pretpostavlja se da je već 2016. godine započelo pojedinačno sušenje stabala alepskog bora na području Park šume Marjan. U 2017. godini oboreno je nekoliko stabala zaraženih borova, s kojih su sakupljeni uzorci sa simptomima bolesti iglica i grana. Iz svih dijelova stabala izašli su potkornjaci *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) i *Pityogenes calcaratus* (Eichhoff 1878).

Klimatske su promjene stvorile povoljne uvjete za masovnu pojavu štetnika *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857). Visoke temperature i razdoblja eksteremne suše stvaraju kumulativni stres na stabla. Kukci su, s druge strane, poikilotermne životinje. Brzo reagiraju na promjene u temperaturi, što kod vrsta s visokim biološkim potencijalom, poput nekih vrsta potkornjaka, može dovesti do brze populacijske i prostorne gradacije.

U 2017. godini na Marjanu se osušilo oko 7.500 stabala borova, što predstavlja 13 % od ukupno 64.000 stabala. Sušenje se nastavilo i u sljedećim godinama, kumulativno je doseglo 17 % u 2018. te 23 % u 2019. godini. Uzrok sušenja borova na Marjanu je nizanje nekoliko nepovoljnih čimbenika (suša, produljenje vegetacije uslijed promjena u klimi), a rezultat je gradacija potkornjaka *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) (Pernek i sur. 2019).



Slika 8. Park šuma Marjan prije i nakon napada potkornjaka *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) (Izvor: Google Earth)

2. CILJ RADA

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi utjecaj i štetnost borovih potkornjaka (*Tomicus destruens*, *Orthotomicus erosus*, *Ips sexdentatus*, *Ips bidentatus*, *Hylurgus ligniperda*, *Hylurgus miklitzi*) u kulturama alepskog i crnog bora na području Nacionalnog parka Paklenica 2020. godine.

Štetnost borovih potkornjaka praćena je kroz sinergizam s drugim nepovoljnim biotičkim i abiotičkim čimbenicima koji doprinose fiziološkom slabljenju stabala alepskog i crnog bora te njihovoj podložnosti napadu potkornjaka.

Istraživanjem fenologije borovih potkornjaka, cilj je utvrditi optimalno razdoblje za provođenje mjera zaštite u kulturama alepskog i crnog bora.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Lokacije klopki u Nacionalnom parku Paklenica

Klopke postavljene na području Nacionalnog parka Paklenica u 2019. godini, također su predviđene i za upotrebu u monitoringu i projektu u 2020. godini zbog povoljnih lokacija i rezultata monitoringa iz 2019. godine. Na predjelu Pjeskovita kosica postavljena je mokra klopka tipa Theysohn, kako bi se provela komparacija s ulovom iz klopke tipa Bakke. Klopke su kompletirane atraktivnim sredstvima i pripremljene za upotrebu 12. ožujka 2020. godine. Sakupljanje uzoraka započelo je 07. travnja 2020. godine zbog hladnog proljeća i izostanka aktivnosti potkornjaka.

Za sve lokacije određene su šifre te su utvrđene nadmorske visine (Slika 9.):

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. 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.

4. 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).

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

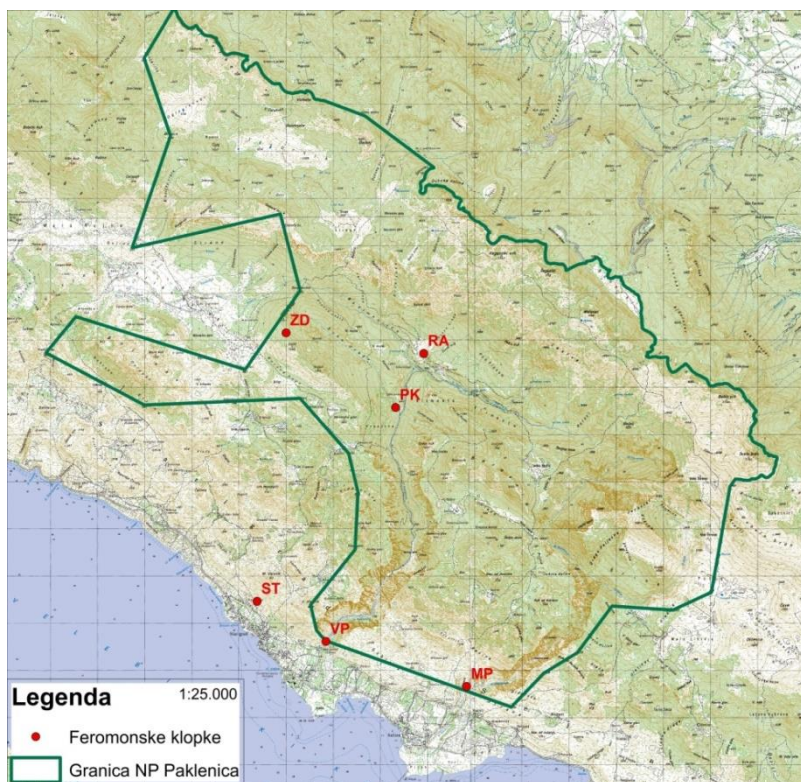
Koodinate: X=5.538.302,734 Y=4.910.569,734

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

6. 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 u istočnom dijelu većinom crni bor na predjelu Cipalište, zapadno, sjeverno i južno u enklavama s listačama.



Slika 9. Lokacije na kojima su postavljene naletno barijerne klopke i uspostavljen monitoring

Zadnje sakupljanje uzoraka i skidanje klopki obavljeno je 09. listopada 2020. godine. Za istraživanja potkornjaka na borovima koristimo naletno barijerne klopke tipa Theysohn. Naletno barijerne klopke uvijek su postavljane na isti način, zbog isključivanja utjecaja načina postavljanja klopki na ulove (Slika 10.). Kod postavljanja klopki korišteni su kolci i metalne žice. Kolce je potrebno stabilizirati u tlu.



Slika 10. Naletno barijerna klopka tipa Theysohn postavljena pomoću drvenih kolaca na predjelu Ramići 12.03.2020. godine (Autor: T. Hatvalić)

3.2. Atraktivna sredstva i tipovi klopki

Na ponašanje potkornjaka svakako utječe prisutnost pojedinih spojeva kao što su lineatin, određeni terpeni i druge organske hlapljive tvari u drvetu, a koje pripadaju grupi agregacijskih feromona. Visoka koncentracija navedenih tvari potkornjacima ukazuje na svjež materijal koji treba "odležati" kako bi postao idealan za stvaranje potomstva (Borden 1988). Pogodnost srušenog stabla povezana je s povećanjem koncentracije etanola (Graham 1968) i promjenama u vlažnosti drveta (Kinghorn 1956; Chararas 1962). Takvi spojevi stimuliraju komunikaciju među pripadnicima istih ili različitih vrsta. Termin semiokemikalije odnosi se na više grupa kemijskih tvari koje imaju specifično djelovanje (npr. feromoni, alomoni, kairomoni, sinomoni). Prema djelovanju, dijele se na atraktivne i repelentne tvari. Semiokemikalije su kemijske komponente ili smjese komponenti koje organizam u okolini može osjetiti te utječu na njegovo ponašanje ili fiziologiju. Dijelev se u dvije skupine - feromone i alelokemikalije.

Feromon je kemijski spoj koji proizvodi kukac te ga luči izvan tijela da bi privukao ili stimulirao drugog kukca iste vrste. Feromone najčešće izlučuje ženka kako bi je mužjak mogao pronaći.

Dijelev se na:

seksualne feromone – potiču pronalaženje partnera

agregacijske feromone – povećavaju brojnost jedinki na izvoru feromona

alarmirajuće feromone – potiču bijeg ili obrambene reakcije

obilježavajuće feromone – ispuštaju ih zadružni kukci kako bi usmjerili druge jedinke prema hrani ili novoj koloniji

nekromone – omogućuju prepoznavanje uginulih pripadnika iste vrste koji se uklanjaju iz zajednice ili upozoravaju na predatore (oleinska kiselina, linolenska kiselina)

Termin alelokemikalije predložio je Whittaker (Whittaker i dr. 1971) za opisivanje kemijskih tvari koje sudjeluju u međuvrstoju komunikaciji.

Dijelev se na:

alomone – tvari koje pogoduju izvoru, ali ne i primatelju (agregacijski feromoni potkornjaka drvaša u velikim koncentracijama, antibiotici i antixenotici)

kairomone – tvari koje pogoduju primatelju, ali ne i izvoru (ukazuju predatoru na prisutnost plijena)

sinamone – tvari koje posreduju zajedničku interakciju, dobrobit izvoru i primatelju

U istraživanju su korišteni feromoni Tomowit i Gallopro-Pinowit (Slika 11. i 12.).



Slika 11. Prikaz feromona Tomowit i Gallopro-Pinowit korištenih u istraživanju (Autor: T. Hatvalić)



Slika 12. Prikaz feromona korištenih u istraživanju (Autor: T. Hatvalić)

Feromonske klopke upotrebljavaju se u integriranoj zaštiti od početka sedamdesetih godina 20. stoljeća (Moeck, H. 1970, 1971) (McLean, J.A. & Borden, J.H., 1975). U Hrvatskoj ovaj način istraživanja počinje sredinom devedesetih, istraživanjima iz eko fiziologije i etologije kukaca, odnosno njihovom reakcijom na kemijske i fizikalne podražaje (Hrašovec 1995). 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. Međutim, puno je važnije kod feromonske klopke njezina selektivnost, budući da se isključivanjem

predatora iz populacije onemogućuje njihov pozitivan utjecaj u prirodi (Weslien i Regnander 1992).

Dosadašnja iskustva upotrebe feromonskih klopki ukazuju da njihova primjena nije uvijek učinkovita i s trenutnim efektom, kao što je to kod kemijskih metoda. Provedena istraživanja pokazuju da se u feromonskim klopkama, nakon ispuštanja kornjaša, ulovi od 3 do 14 % prvobitno ulovljenih jedinki (Lindelöw, Weslien 1986).

U ovom istraživanju korištene su mokra Theysohn naletno barijerna feromonska klopka i Bakkeova klopka (Slika 13. i 14.).



Slika 13. Postavljanje mokre Theysohn naletno barijerne feromonske klopke pomoću drvenih kolaca i žice na predjelu Ramići 12.03.2020. godine (Autor: T. Hatvalić)



Slika 14. Postavljena Bakkeova klopka na lokaciji
Pjeskovita kosica (Autor: T. Hatvalić)

3.3. Laboratorijska analiza uzoraka

Prikupljeni uzorci ulova potkornjak dopremljeni su u laboratorij. Iz posude u kojima su dopremljeni s terena potrebno je procijediti uzorke, očistiti ih od prljavštine i organskih otpadaka (lišća, iglica, pijeska) te staviti na sušenje na filter papir kako bi se lakše prebrojavali. Prvi korak kod prebrojavanja samih potkornjaka je odvajanje ciljanih vrsta koje dominiraju u ulovima naletno barijernih klopki. Najprije se izdvoje vrste koje se mogu razlikovati golim okom kao što je veliki borov krasnik *Calcophora mariana*, *Temnochila caerulea*, *Thanasimus formicarius* te druge vrste kukaca koje se odvajaju u kolateralni ulov. Zatim se potkornjaci koji su ciljane vrste ovog istraživanja odvoje u petrijevu zdjelicu te se pod lupom determiniraju različite vrste potkornjaka. Potrebno je koristiti lupu zbog njihovih malih dimenzija i razlika koje golom ljudskom oku nisu vidljive. Kod spremanja svakog uzorka potrebno je na papiru evidentirati datum i lokaciju sakupljanja za potrebe kasnije analize uzoraka.

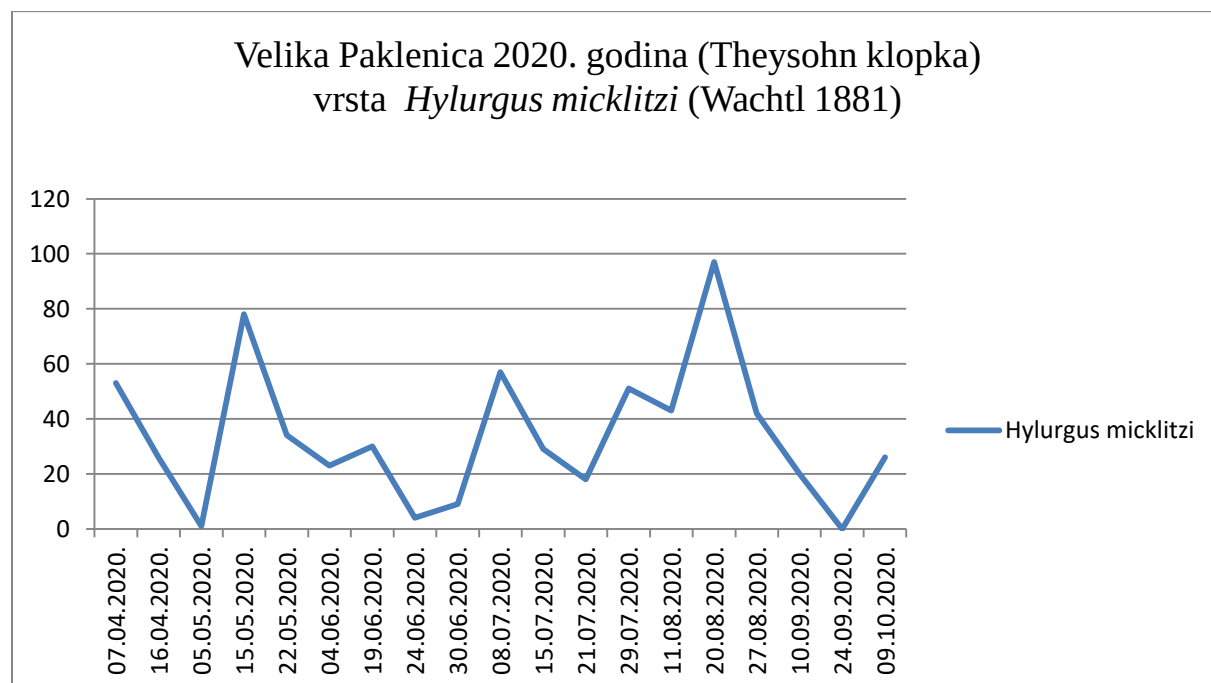
4. REZULTATI

4.1. Ulovi vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima 2020. godine

U navedenom poglavlju prikazani su tjedni ulovi vrste *Hylurgus micklitzi* u kulturama crnog i alepskog bora od početka sakupljanja uzoraka 07. travnja 2020. godine do završetka monitoringa 09. listopada 2020. godine.

Tablica 1. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Velika Pakleinaca 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus micklitzi</i>	53	26	1	78	34	23	30	4	9	57	29	18	51	43	97	42	20	0	26

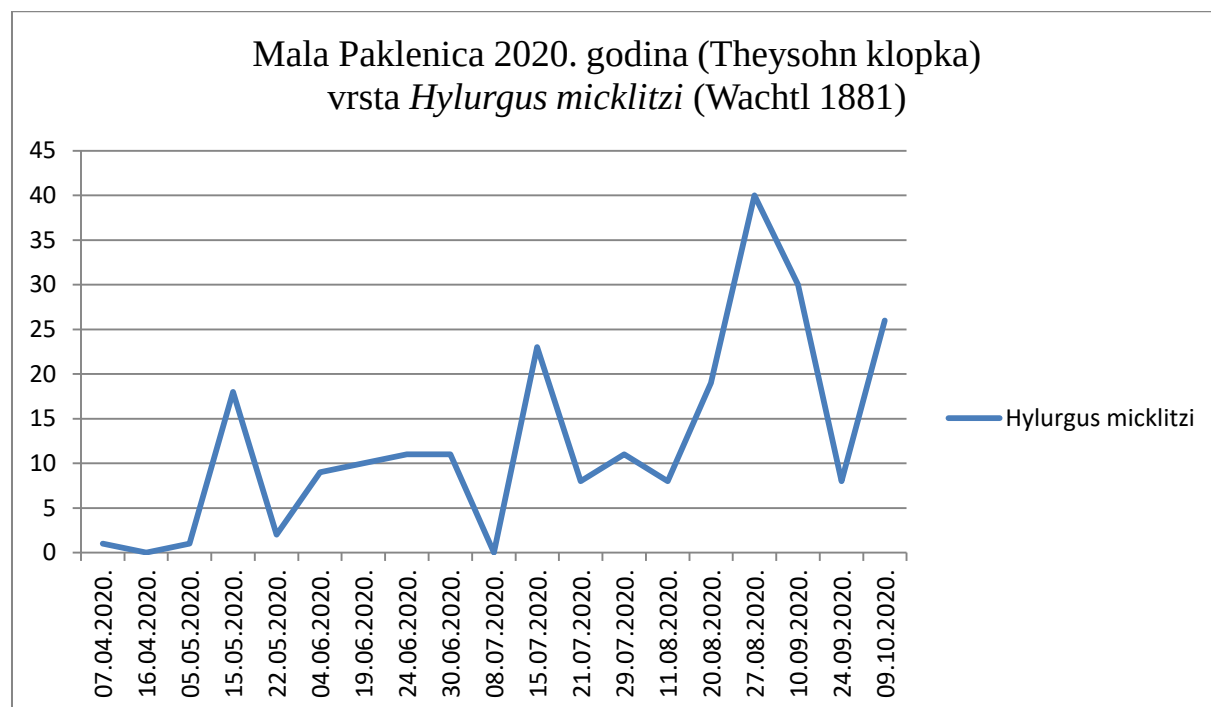


Graf 1. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine

Iz prikazanih rezultata ulova na lokaciji Velika Paklenica (40 m/nv) (Tablica 1.) vidljiv je početak prvog rojenja 15. svibnja 2020. godine (78). Sljedeće, odnosno drugo rojenje uočavamo 08. srpnja 2020. godine (57), a treće rojenje, koje je ujedno i najznačajnije, 20. kolovoza 2020. godine (97) (Graf 1.).

Tablica 2. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus micklitzi</i>	1	0	1	18	2	9	10	11	11	0	23	8	11	8	19	40	30	8	26



Graf 2. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

Za lokaciju Mala Paklenica (75 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 2.) početak prvog rojenja primjećujemo 15. svibnja 2020. godine (18). Drugo rojenje uočavamo 15. srpnja 2020. godine (23), a najznačajnije treće rojenje 27. kolovoza 2020. godine (40) (Graf 2.).

Tablica 3. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus micklitzi</i>	2	12	3	4	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0

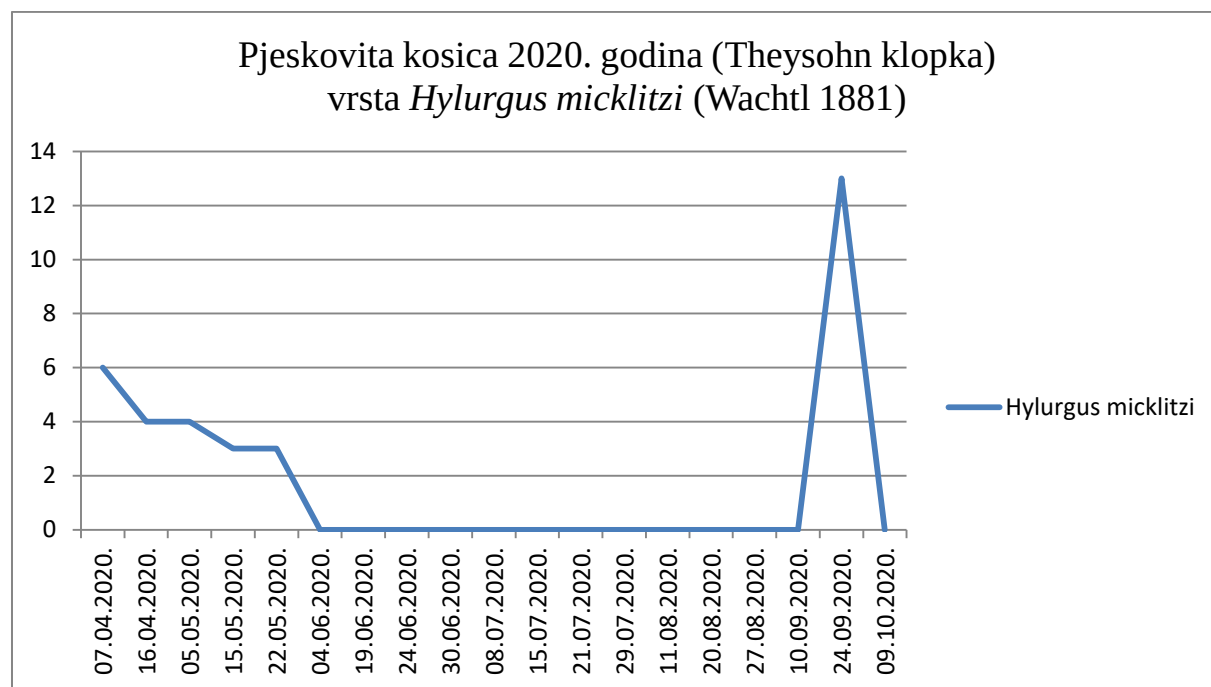


Graf 3. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

Za lokaciju Pjeskovita kosica (410 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 3.) početak prvog rojenja primjećujemo 16. travnja 2020. godine (12), zatim slijedi drugo rojenje 08. srpnja 2020. godine (19) (Graf 3.).

Tablica 4. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus micklitzi</i>	6	4	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0

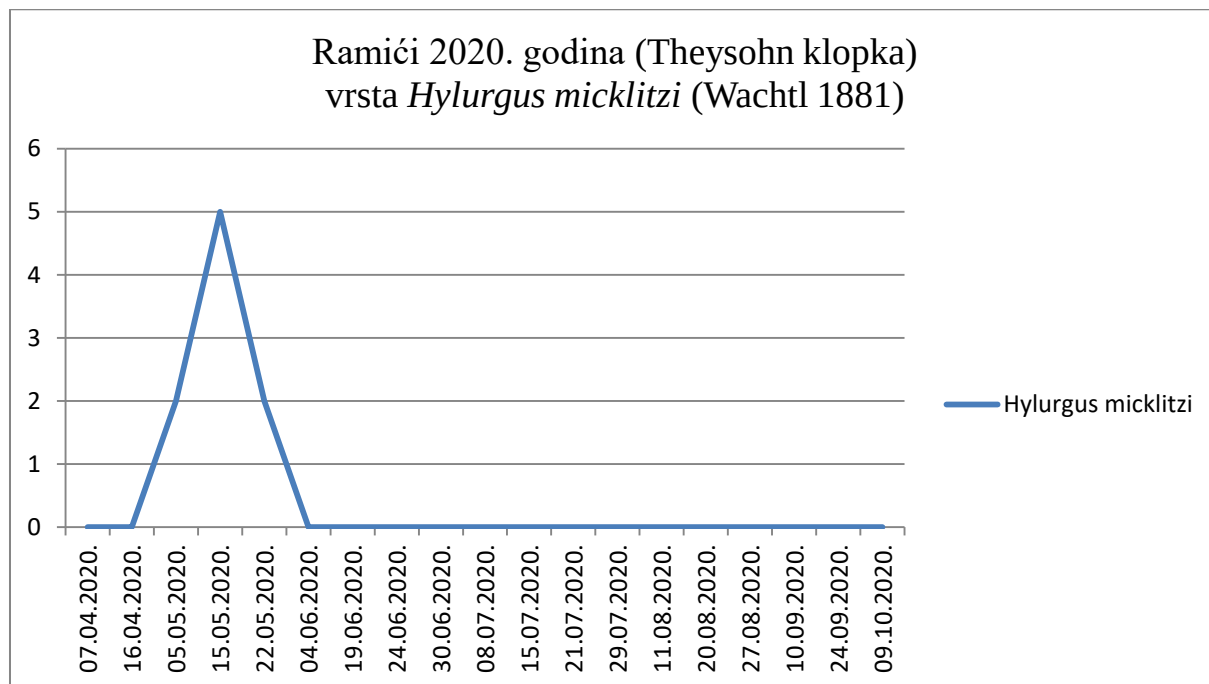


Graf 4. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

Za lokaciju Pjeskovita kosica (410 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 4.) primjećujemo početak prvog rojenja 7. travnja 2020. godine (6). Sljedeće rojenje zabilježeno je 24. rujna 2020. godine (13) (Graf 4.).

Tablica 5. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus micklitzi</i>	0	0	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Graf 5. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine

Iz prikazanih rezultata za lokaciju Ramići (615 m/nv) (Tablica 5.) početak prvog rojenja primjećujemo 15. svibnja 2020. godine (5) (Graf 5.).

Tablica 6. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus micklitzi</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0



Graf 6. Prikaz ulova vrste *Hylurgus micklitzi* (Wachtl 1881) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

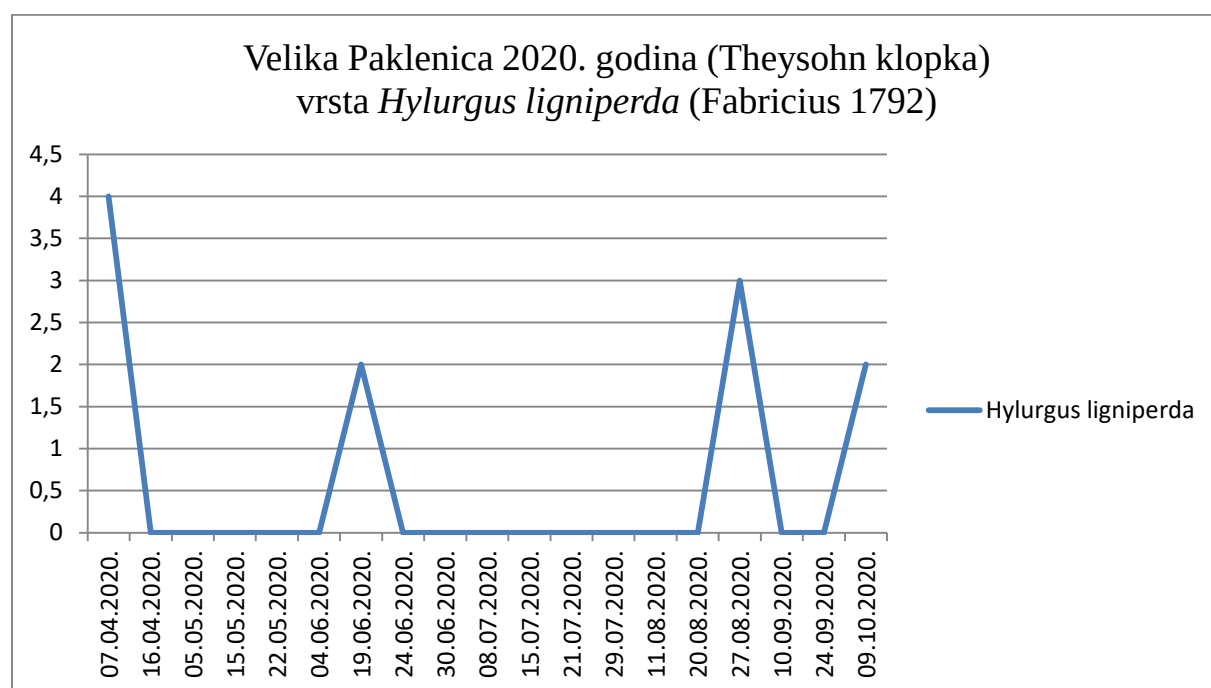
Za lokaciju Zubkov dočić (1150 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 6.) početak prvog rojenja primjećujemo 15. svibnja 2020. godine (3), nakon toga slijedi drugo rojenje 30. lipnja 2020. godine (3) (Graf 6.).

4.2. Ulovi vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima 2020. godine

U navedenom poglavlju prikazani su tjedni ulovi vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) u kulturama crnog i alepskog bora od početka sakupljanja uzoraka 07. travnja 2020. godine do završetka monitoringa 09. listopada 2020. godine.

Tablica 7. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus ligniperda</i>	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2

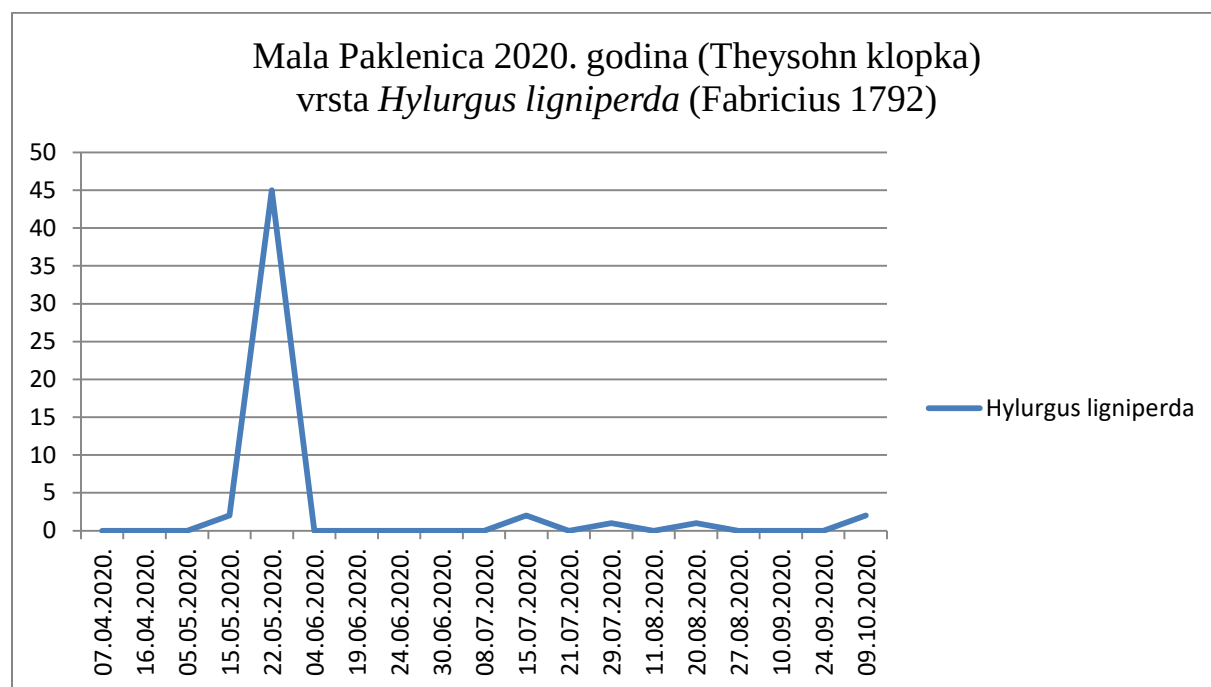


Graf 7. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine

Iz prikazanih rezultata ulova za lokaciju Velika Paklenica (40 m/nv) (Tablica 7.) početak prvog rojenja primjećujemo 7. travnja 2020. godine (4), zatim slijedi drugo rojenje 19. lipnja 2020. godine (2) te treće rojenje 27. kolovoza 2020. godine (3) (Graf 7.).

Tablica 8. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus ligniperda</i>	0	0	0	2	45	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	2

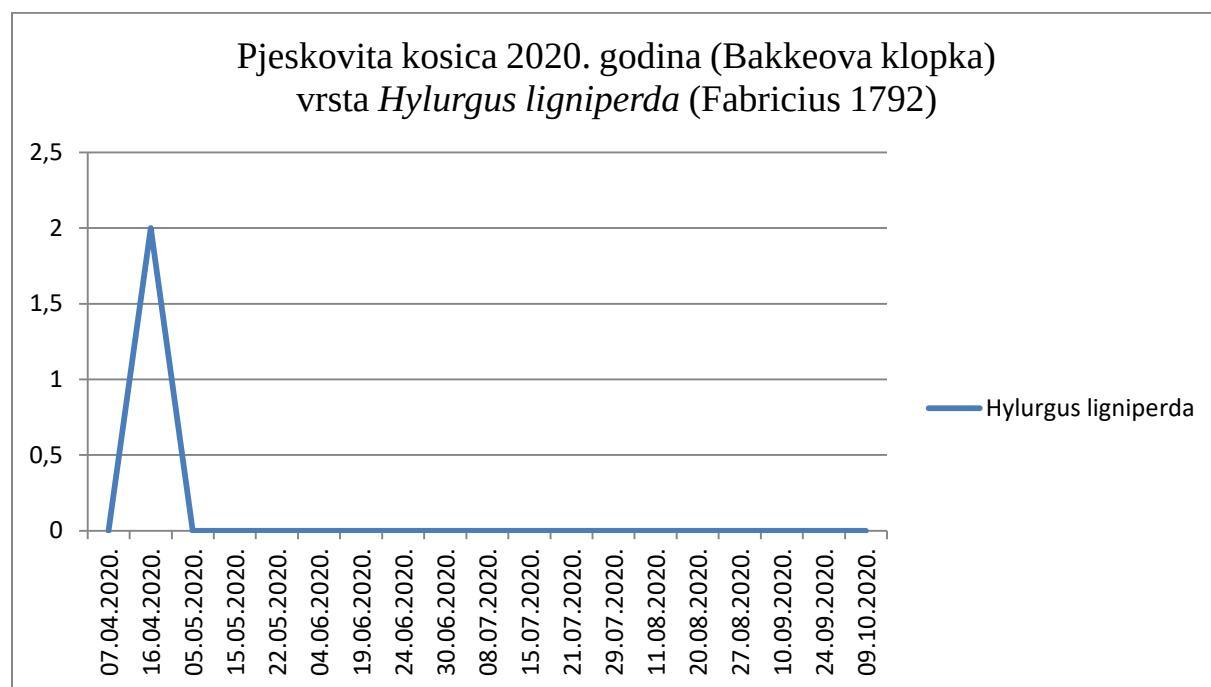


Graf 8. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

Za lokaciju Mala Paklenica (75 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 8.) početak prvog rojenja uočavamo 22. svibnja 2020. godine (45), a sljedeće rojenje zabilježeno je 15. srpnja 2020. godine (2) (Graf 8.).

Tablica 9. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus ligniperda</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Graf 9. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

Za lokaciju Pjeskovita kosica (410 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 9.) početak rojenja primjećujemo 16. travnja 2020. godine (2) (Graf 9.).

Tablica 10. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792.) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus ligniperda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

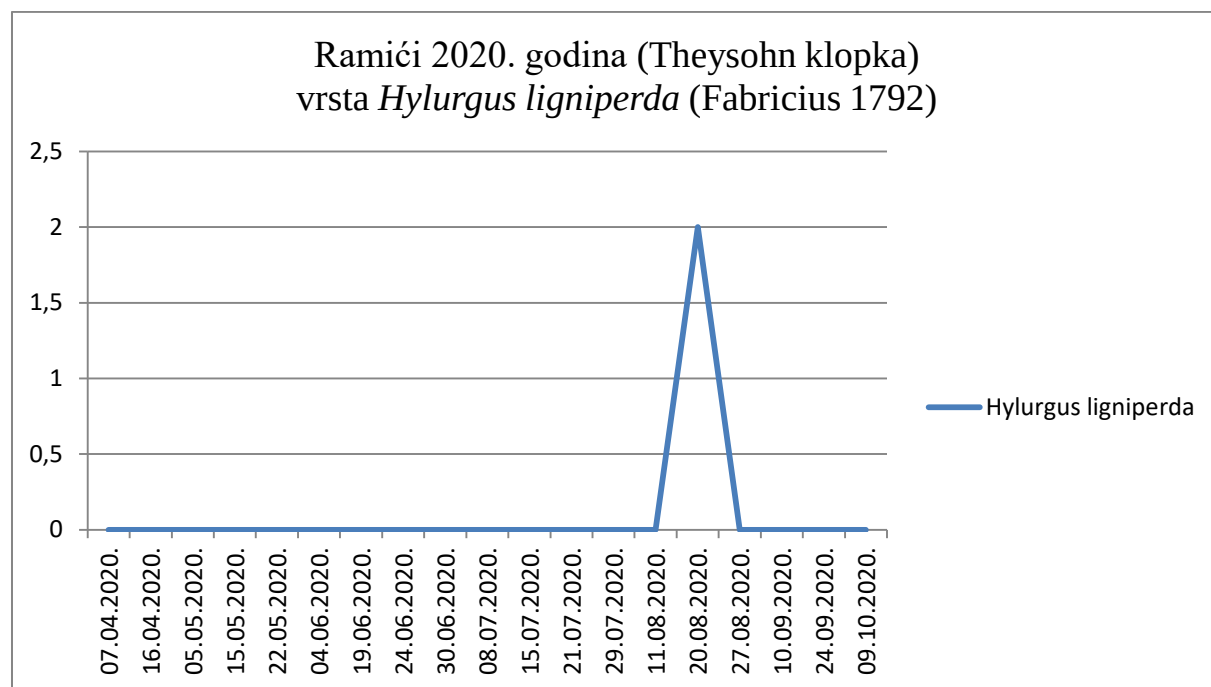


Graf 10. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

Na lokaciji Pjeskovita kosica (410 m/nv) (Tablica 10.) nije bilo ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Graf 10.).

Tablica 11. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus ligniperda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0



Graf 11. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792.) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine

Za lokaciju Ramići (615 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 11.) početak rojenja primjećujemo 20. kolovoza 2020. godine (2) (Graf 11.).

Tablica 12. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Hylurgus ligniperda</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0



Graf 12. Prikaz ulova vrste *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1792) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

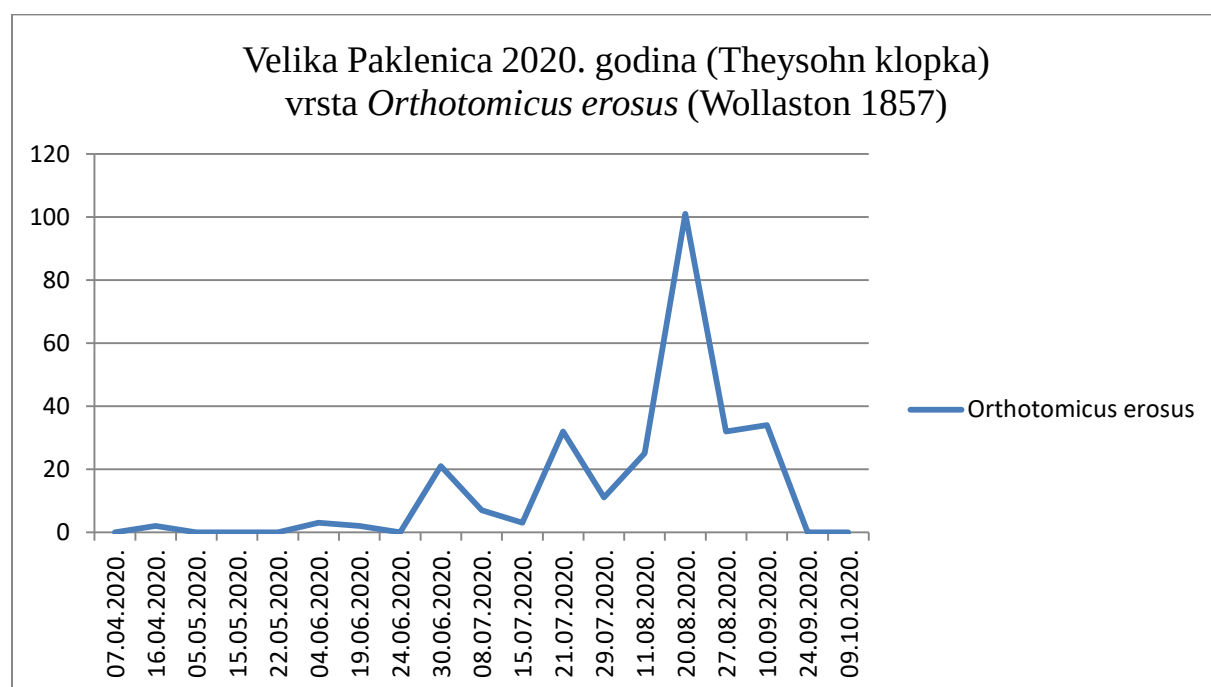
Za lokaciju Zubkov dočić (1150 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 12.) uočavamo početak prvog rojenja 10. travnja 2020. godine (2), nakon toga slijedi drugo rojenje 24. rujna 2020. godine (2) (Graf 12.).

4.3. Ulovi vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima 2020. godine

U navedenom poglavlju prikazani su tjedni ulovi vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) u kulturama crnog i alepskog bora od početka sakupljanja uzorka 7. travnja 2020. do završetka monitoringa 9. listopada 2020. godine.

Tablica 13. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Orthotomicus erosus</i>	0	2	0	0	0	3	2	0	21	7	3	32	11	25	101	32	34	0	0

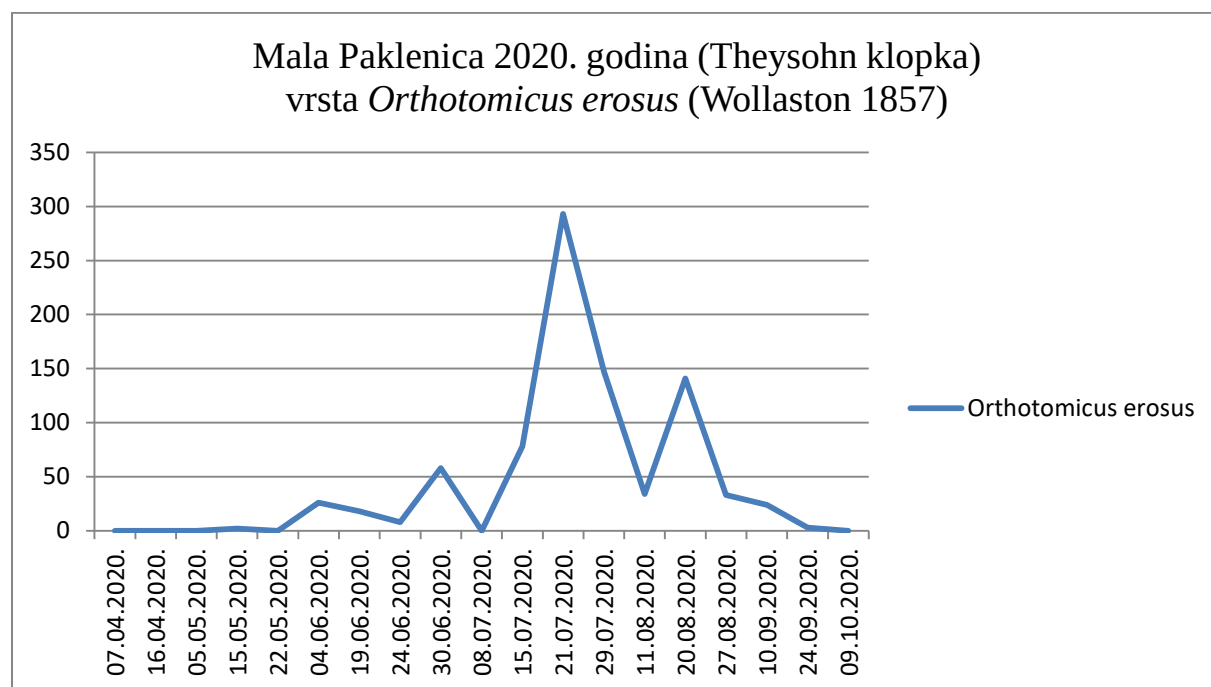


Graf 13. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine

Za lokaciju Velika Paklenica (40 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 13.) početak prvog rojenja primjećujemo 30. lipnja 2020. godine (21). Drugo rojenje uočavamo 20. kolovoza 2020. godine (101) (Graf 13.).

Tablica 14. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Orthotomicus erosus</i>	0	0	0	2	0	26	18	8	58	0	78	293	147	34	141	33	24	3	0



Graf 14. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

Za lokaciju Mala Paklenica (75 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 14.) početak prvog rojenja primjećujemo 4. lipnja 2020. godine (26), zatim slijedi drugo rojenje 21. srpnja 2020. godine (293) (Graf 14.).

Tablica 15. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Orthotomicus erosus</i>	0	0	1	0	0	0	2	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0



Graf 15. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

Za lokaciju Pjeskovita kosica (410 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 15.) početak prvog rojenja primjećujemo 5. svibnja 2020. godine (1). Drugo rojenje uočavamo 19. lipnja 2020. godine (2), a treće rojenje 29. srpnja 2020. godine (3) (Graf 15.).

Tablica 16. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Orthotomicus erosus</i>	1	5	1	6	2	6	4	0	15	5	8	0	45	27	53	8	1	51	0

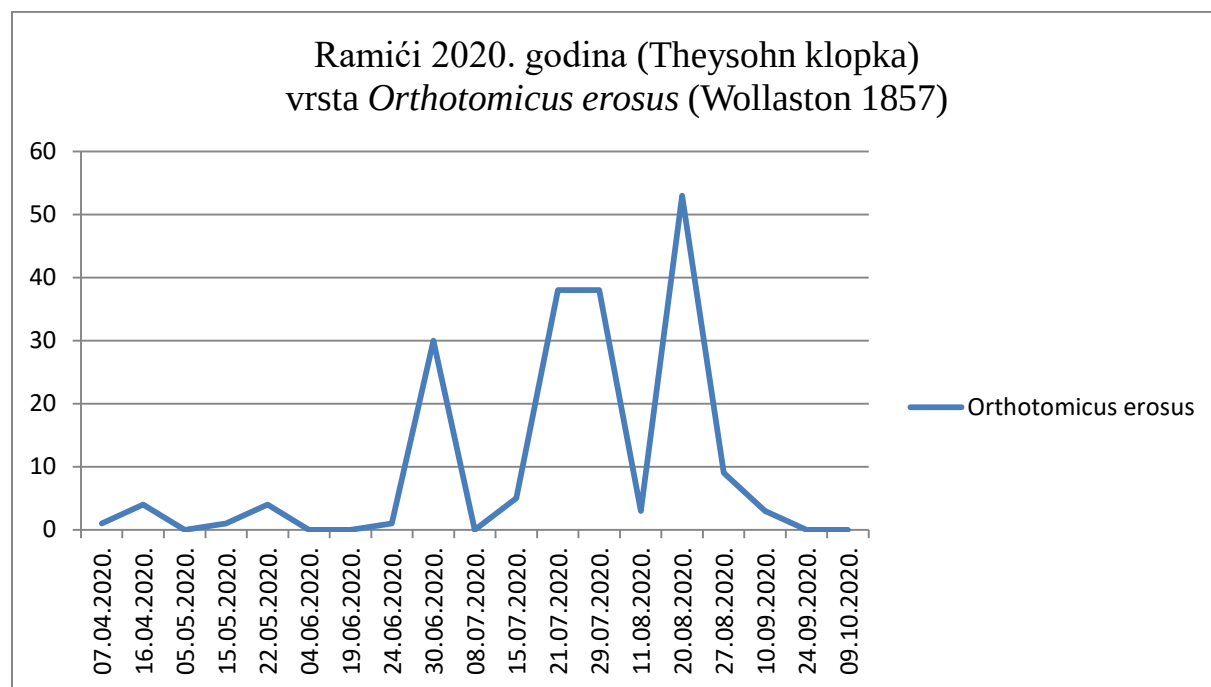


Graf 16. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

Za lokaciju Pjeskovita kosica (410 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 16.) početak prvog rojenja primjećujemo 7. travnja 2020. godine (1). Početak drugog rojenja uočavamo 30. lipnja 2020. godine (15), a treće rojenje 20. kolovoza 2020. godine (53) (Graf 15.).

Tablica 17. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Orthotomicus erosus</i>	1	4	0	1	4	0	0	1	30	0	5	38	38	3	53	9	3	0	0

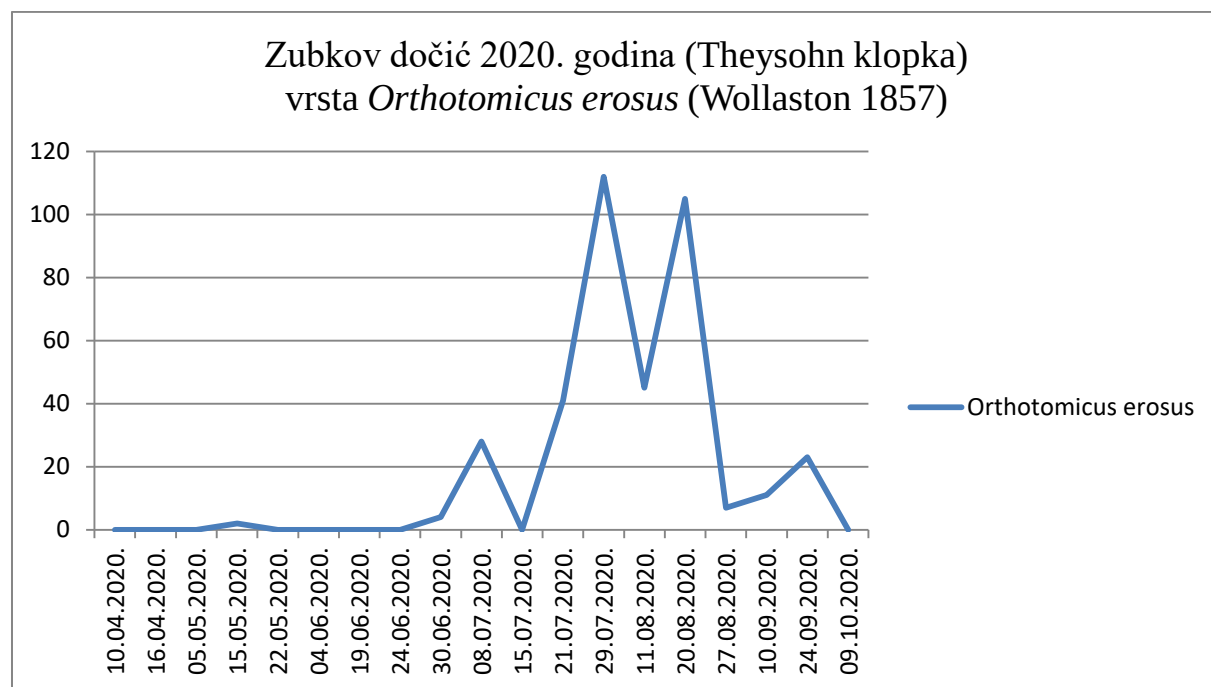


Graf 17. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine

Za lokaciju Ramići (615 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 17.) početak prvog rojenja primjećujemo 30. lipnja. 2020. godine (30). Drugo rojenje uočavamo 20. kolovoza 2020. godine (53) (Graf 17.).

Tablica 18. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Orthotomicus erosus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	4	28	0	41	112	45	105	7	11	23	0



Graf 18. Prikaz ulova vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

Za lokaciju Zubkov dočić (1150 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 18.) početak prvog rojenja primjećujemo 8. srpnja 2020. godine (28), zatim slijedi drugo 20. kolovoza 2020. godine (105) (Graf 18.).

4.4. Ulovi vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima 2020. godine

U navedenom poglavlju prikazani su tjedni ulovi vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) u kulturama crnog i alepskog bora od početka sakupljanja uzorka 7. travnja 2020. do završetka monitoringa 9. listopada 2020. godine.

Tablica 19. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Ips sexdentatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	5	1	4	2

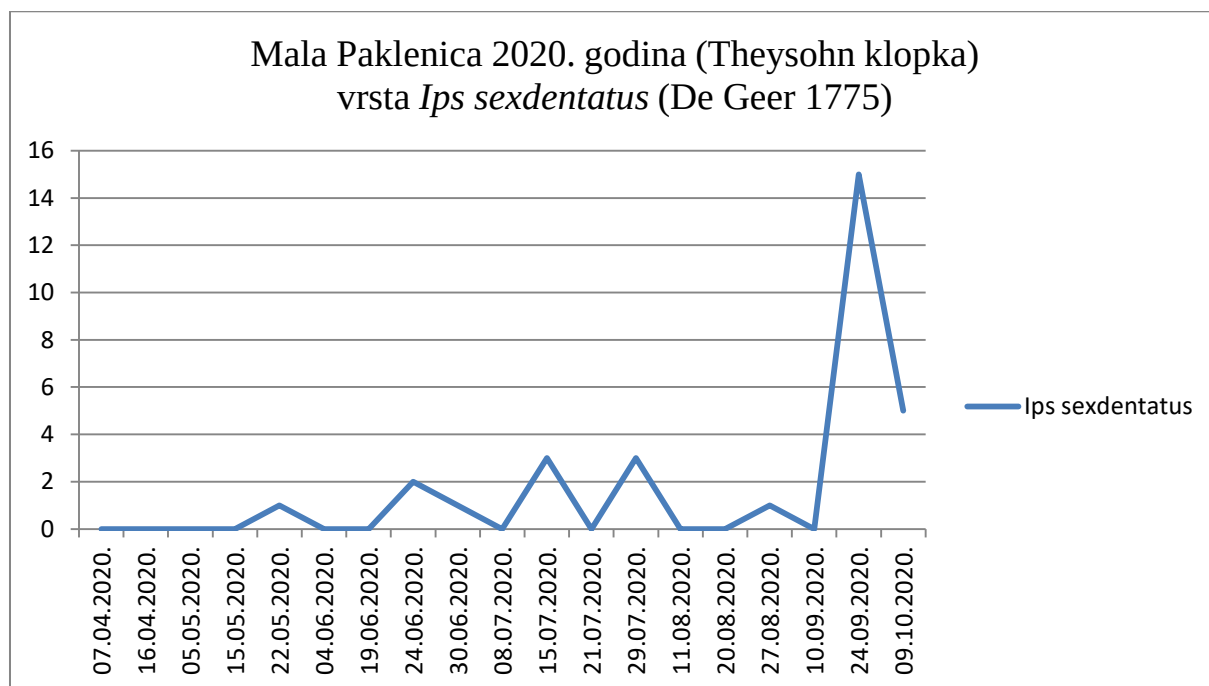


Graf 19. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine

Za lokaciju Velika Paklenica (40 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 19.) početak prvog rojenja primjećujemo 7. travnja 2020. godine (1). Početak drugog rojenja uočavamo 24. lipnja 2020. godine (1), a treće rojenje 27. kolovoza 2020. godine (5) (Graf 19.).

Tablica 20. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775.) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Ips sexdentatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	3	0	3	0	0	1	0	15	5



Graf 20. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

Za lokaciju Mala Paklenica (75 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 20.) početak prvog rojenja primjećujemo 22. svibnja 2020. godine (1). Početak drugog rojenja uočavamo 15. srpnja 2020. godine (3), a treće rojenje 24. rujna 2020. godine (15) (Graf 20.).

Tablica 21. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Ips sexdentatus</i>	4	1	0	14	11	0	4	5	15	0	11	1	21	0	15	15	1	1	0



Graf 21. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

Za lokaciju Pjeskovita kosica (410 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 21.) početak prvog rojenja primjećujemo 15. svibnja 2020. godine (14). Početak drugog rojenja uočavamo 30. lipnja 2020. godine (15), a treće rojenje 20. kolovoza 2020. godine (15) (Graf 21.).

Tablica 22. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Ips sexdentatus</i>	1	5	4	23	11	18	22	15	58	43	41	1	73	73	32	2	1	18	1

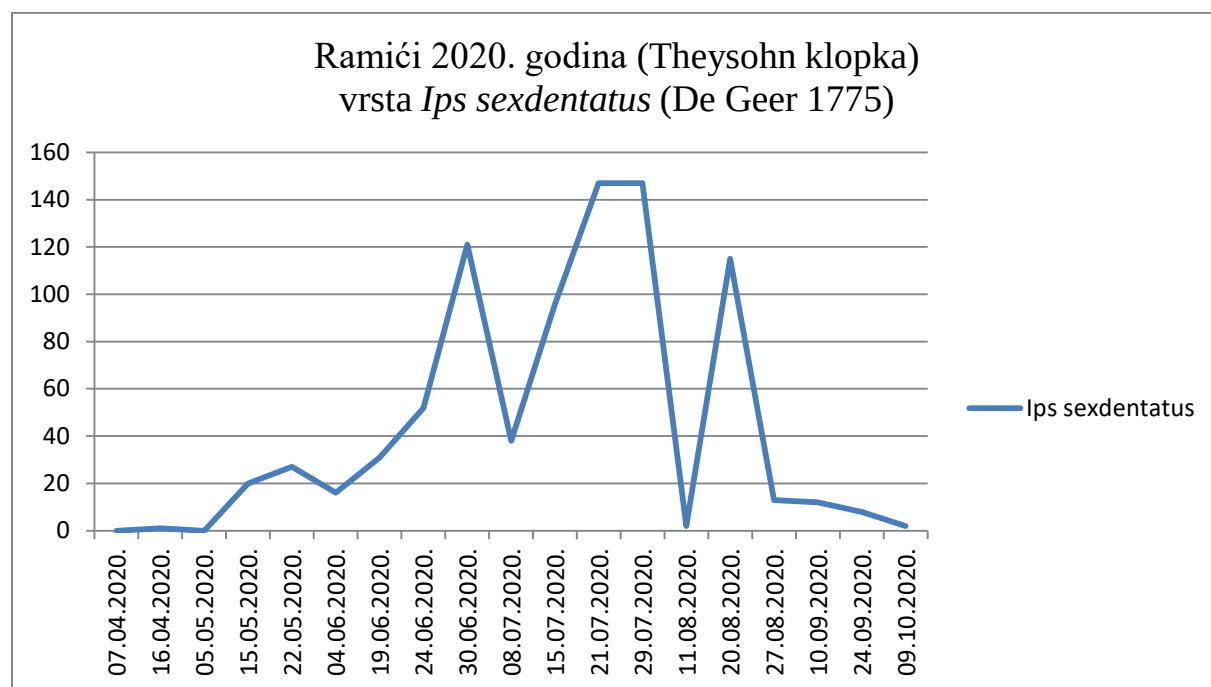


Graf 22. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

Za lokaciju Pjeskovita kosica (410 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 22.) početak prvog rojenja primjećujemo 15. svibnja 2020. godine (23). Početak drugog rojenja uočavamo 30. lipnja 2020. godine (58), a treće rojenje 11. kolovoza (73) (Graf 22.).

Tablica 23. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Ips sexdentatus</i>	0	1	0	20	27	16	31	52	121	38	96	147	147	2	115	13	12	8	2



Graf 23. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Ramići 2020. godine

Za lokaciju Ramići (615 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 23.) početak prvog rojenja primjećujemo 15. svibnja 2020. godine (20). Početak drugog rojenja uočavamo 15. srpnja 2020. godine (96), a treće rojenje 20. kolovoza 2020. godine (115) (Graf 23.).

Tablica 24. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

Datum (2020.)	07.04.	16.04.	05.05.	15.05.	22.05.	04.06.	19.06.	24.06.	30.06.	08.07.	15.07.	21.07.	29.07.	11.08.	20.08.	27.08.	10.09.	24.09.	09.10.
<i>Ips sexdentatus</i>	1	0	0	2	4	2	18	9	89	67	0	103	103	49	167	13	24	15	2



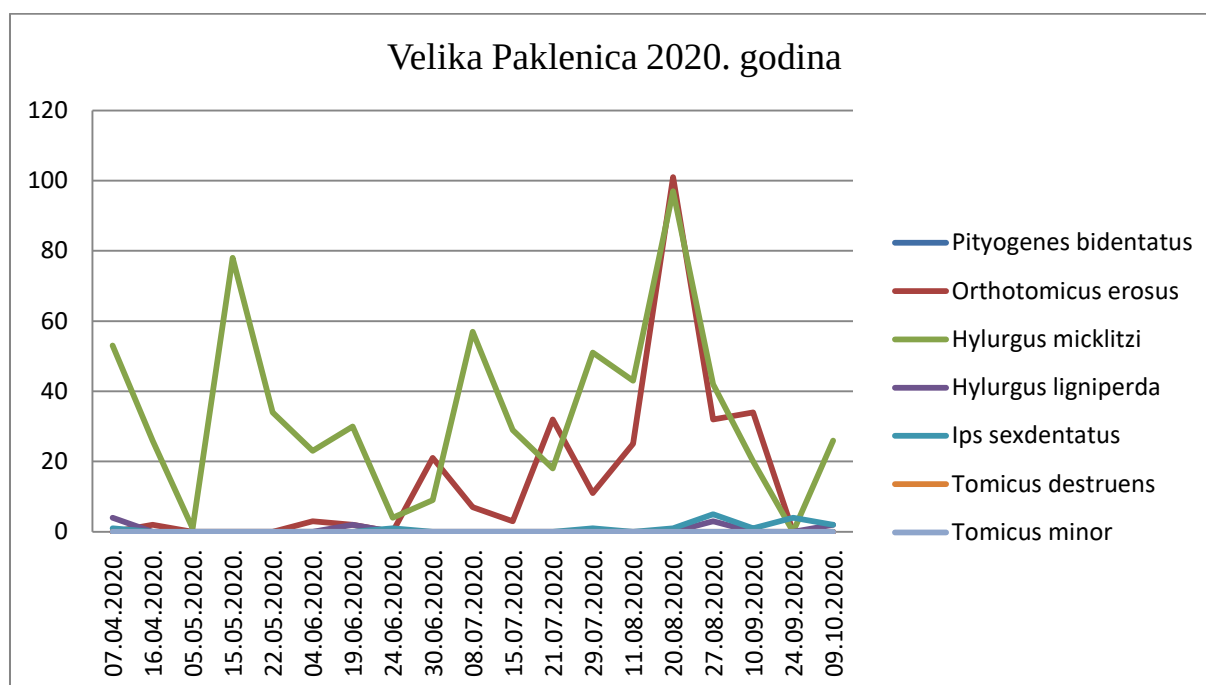
Graf 24. Prikaz ulova vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) po tjednima na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

Za lokaciju Zubkov dočić (1150 m/nv) iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 24.) početak prvog rojenja primjećujemo 30. lipnja 2020. godine (89). Nakon toga sljedeće, odnosno drugo rojenje uočavamo 20. kolovoza 2020. godine (167) (Graf 24.).

4.5. Zbirni ulov potkornjaka na borovima po lokacijama u 2020. godini

Tablica 25. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine

DATUM	<i>Pityogenes bidentatus</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Hylurgus micklitzi</i>	<i>Hylurgus ligniperda</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Tomicus destruens</i>	<i>Tomicus minor</i>
07.04.2020.	0	0	53	4	1	0	0
16.04.2020.	0	2	26	0	0	0	0
05.05.2020.	0	0	1	0	0	0	0
15.05.2020.	0	0	78	0	0	0	0
22.05.2020.	0	0	34	0	0	0	0
04.06.2020.	0	3	23	0	0	0	0
19.06.2020.	0	2	30	2	0	0	0
24.06.2020.	0	0	4	0	1	0	0
30.06.2020.	0	21	9	0	0	0	0
08.07.2020.	0	7	57	0	0	0	0
15.07.2020.	0	3	29	0	0	0	0
21.07.2020.	0	32	18	0	0	0	0
29.07.2020.	0	11	51	0	1	0	0
11.08.2020.	0	25	43	0	0	0	0
20.08.2020.	0	101	97	0	1	0	0
27.08.2020.	0	32	42	3	5	0	0
10.09.2020.	0	34	20	0	1	0	0
24.09.2020.	0	0	0	0	4	0	0
09.10.2020.	0	0	26	2	2	0	0

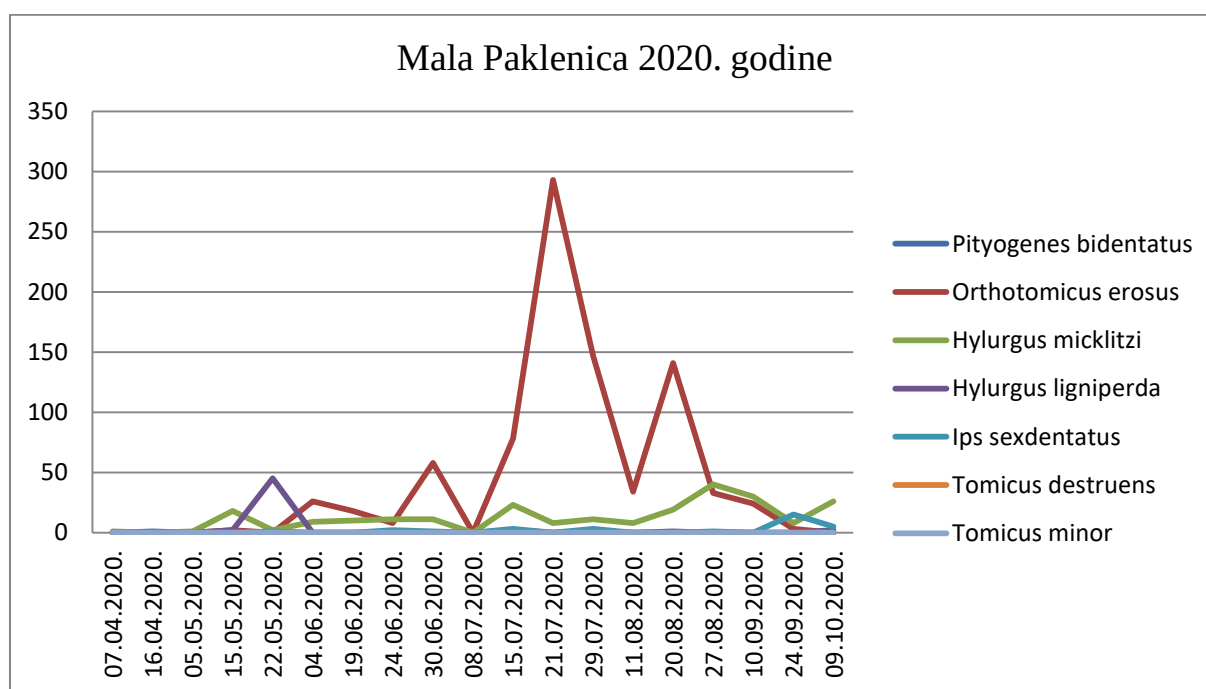


Graf 25. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Velika Paklenica 2020. godine

Iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 25.) vidljive su dvije dominantne vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) i *Hylurgus miklitzi* (Wachtl 1881). Kod vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) zabilježena su tri rojenja. Prvo rojenje započelo je 30. lipnja 2020. godine, drugo rojenje odvijalo se 21. srpnja 2020. godine, a treće rojenje 20. kolovoza 2020. godine. Kod vrste *Hylurgus miklitzi* (Wachtl 1881) također su zabilježena tri rojenja. Prvo rojenje započelo je 15. svibnja 2020. godine, drugo rojenje 08. srpnja 2020. godine te treće rojenje 20. kolovoza 2020. godine (Graf 25.).

Tablica 26. Prikaz ulova potkornjak na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

DATUM	<i>Pityogenes bidentatus</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Hylurgus micklitzi</i>	<i>Hylurgus ligniperda</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Tomicus destruens</i>	<i>Tomicus minor</i>
07.04.2020.	0	0	1	0	0	0	0
16.04.2020.	1	0	0	0	0	0	0
05.05.2020.	0	0	1	0	0	0	0
15.05.2020.	0	2	18	2	0	0	0
22.05.2020.	0	0	2	45	1	0	0
04.06.2020.	0	26	9	0	0	0	0
19.06.2020.	0	18	10	0	0	0	0
24.06.2020.	0	8	11	0	2	0	0
30.06.2020.	0	58	11	0	1	0	0
08.07.2020.	0	0	0	0	0	0	0
15.07.2020.	0	78	23	2	3	0	0
21.07.2020.	0	293	8	0	0	0	0
29.07.2020.	1	147	11	1	3	0	0
11.08.2020.	0	34	8	0	0	0	0
20.08.2020.	0	141	19	1	0	0	0
27.08.2020.	0	33	40	0	1	0	0
10.09.2020.	0	24	30	0	0	0	0
24.09.2020.	0	3	8	0	15	0	0
09.10.2020.	0	0	26	2	5	0	0



Graf 26. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Mala Paklenica 2020. godine

Iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 26.) vidljivo je da je dominantna vrsta *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) s tri rojenja. Prvo rojenje započelo je 30. lipnja 2020. godine, drugo rojenje odvijalo se 21. srpnja 2020. godine, a treće rojenje 20. kolovoza 2020. godine (Graf 26.).

Tablica 27. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

DATUM	<i>Pityogenes bidentatus</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Hylurgus micklitzi</i>	<i>Hylurgus ligniperda</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Tomicus destruens</i>	<i>Tomicus minor</i>
07.04.2020.	0	0	2	0	4	0	0
16.04.2020.	0	0	12	2	1	0	0
05.05.2020.	0	1	3	0	0	0	0
15.05.2020.	0	0	4	0	14	0	0
22.05.2020.	0	0	0	0	11	0	0
04.06.2020.	0	0	0	0	0	0	0
19.06.2020.	0	2	0	0	4	0	0
24.06.2020.	0	0	0	0	5	0	0
30.06.2020.	0	2	0	0	15	0	0
08.07.2020.	0	0	19	0	0	0	0
15.07.2020.	0	0	0	0	11	0	0
21.07.2020.	0	0	0	0	1	0	0
29.07.2020.	0	3	0	0	21	0	0
11.08.2020.	0	0	0	0	0	0	0
20.08.2020.	0	0	0	0	15	0	0
27.08.2020.	0	0	0	0	15	0	0
10.09.2020.	0	0	0	0	1	0	0
24.09.2020.	0	0	0	0	1	0	0
09.10.2020.	0	0	0	0	0	0	0



Graf 27. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Bakkeova klopka)

Iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 27.) vidljive su dvije dominantne vrste *Hylurgus miklitzi* (Wachtl 1881.) i *Ips sexdentatus* (De Geer 1775). Kod vrste *Hylurgus miklitzi* (Wachtl 1881) zabilježena su dva rojenja. Prvo rojenje započelo je 16. travnja 2020. godine, a drugo rojenje 08. srpnja 2020. godine. Kod vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) zabilježena su tri rojenja. Prvo rojenje započelo je 15. svibnja 2020. godine, drugo rojenje 08. srpnja 2020. godine te treće rojenje 20. kolovoza 2020. godine (Graf 27.).

Tablica 28. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

DATUM	<i>Pityogenes bidentatus</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Hylurgus micklitzi</i>	<i>Hylurgus ligniperda</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Tomicus destruens</i>	<i>Tomicus minor</i>
07.04.2020.	0	1	6	0	1	1	0
16.04.2020.	0	5	4	0	5	0	0
05.05.2020.	0	1	4	0	4	0	0
15.05.2020.	0	6	3	0	23	0	0
22.05.2020.	0	2	3	0	11	0	0
04.06.2020.	0	6	0	0	18	0	0
19.06.2020.	0	4	0	0	22	1	0
24.06.2020.	0	0	0	0	15	0	0
30.06.2020.	0	15	0	0	58	0	0
08.07.2020.	0	5	0	0	43	0	0
15.07.2020.	0	8	0	0	41	1	0
21.07.2020.	0	0	0	0	1	0	0
29.07.2020.	0	45	0	0	73	0	0
11.08.2020.	0	27	0	0	73	0	0
20.08.2020.	0	53	0	0	32	0	0
27.08.2020.	0	8	0	0	2	0	0
10.09.2020.	0	1	0	0	1	0	0
24.09.2020.	0	51	13	0	18	0	0
09.10.2020.	0	0	0	0	1	0	0

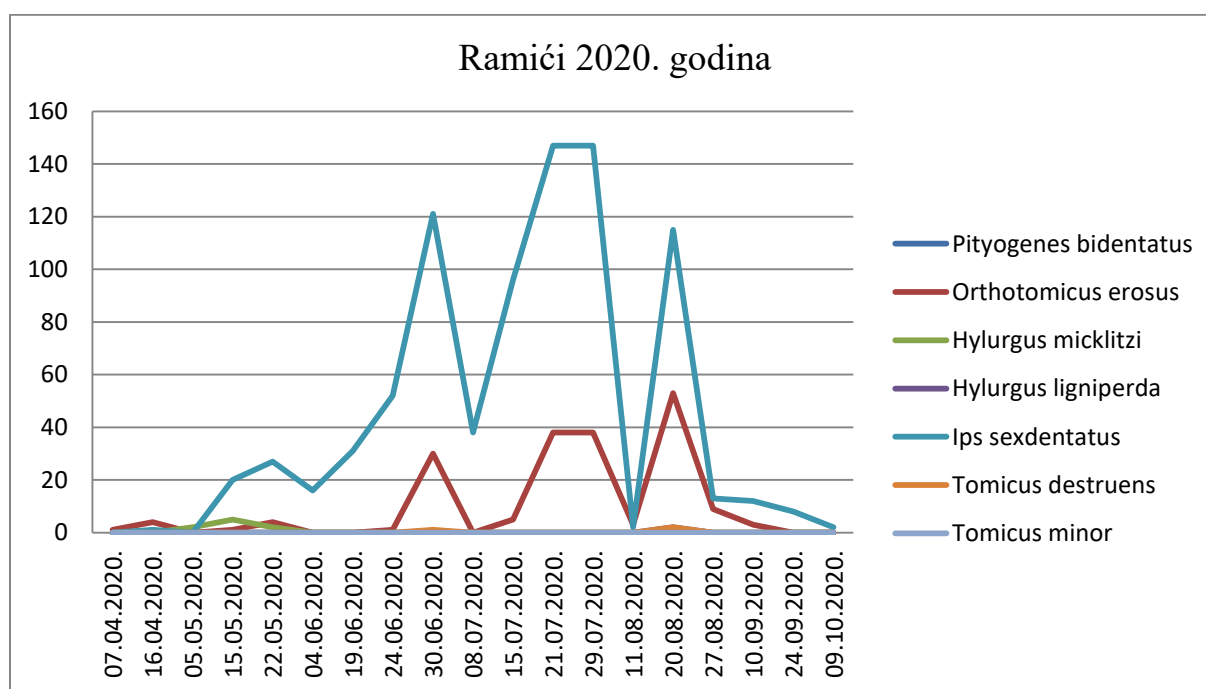


Graf 28. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Pjeskovita kosica 2020. godine (Theysohn klopka)

Iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 28.) vidljive su dvije dominantne vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) i *Ips sexdentatus* (De Geer 1775.). Kod vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) zabilježena su tri rojenja. Prvo rojenje započelo je 30. lipnja 2020. godine, drugo rojenje 11. kolovoza 2020. godine te treće rojenje 24. rujna 2020. godine. Kod vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775). zabilježena su također tri rojenja. Prvo rojenje započelo je 15. svibnja 2020. godine, drugo rojenje 30. lipnja 2020. godine, a treće rojenje 11. kolovoza 2020. godine (Graf 28.).

Tablica 29. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Ramići 2020. godine

DATUM	<i>Pityogenes bidentatus</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Hylurgus micklitzi</i>	<i>Hylurgus ligniperda</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Tomicus destruens</i>	<i>Tomicus minor</i>
07.04.2020.	0	1	0	0	0	0	0
16.04.2020.	0	4	0	0	1	0	0
05.05.2020.	0	0	2	0	0	0	0
15.05.2020.	0	1	5	0	20	0	0
22.05.2020.	0	4	2	0	27	0	0
04.06.2020.	0	0	0	0	16	0	0
19.06.2020.	0	0	0	0	31	0	0
24.06.2020.	0	1	0	0	52	0	0
30.06.2020.	0	30	0	0	121	1	0
08.07.2020.	0	0	0	0	38	0	0
15.07.2020.	0	5	0	0	96	0	0
21.07.2020.	0	38	0	0	147	0	0
29.07.2020.	0	38	0	0	147	0	0
11.08.2020.	0	3	0	0	2	0	0
20.08.2020.	0	53	0	2	115	2	0
27.08.2020.	0	9	0	0	13	0	0
10.09.2020.	0	3	0	0	12	0	0
24.09.2020.	0	0	0	0	8	0	0
09.10.2020.	0	0	0	0	2	0	0



Graf 29. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Ramići 2020. godine

Iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 29.) vidljive su dvije dominantne vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) i *Ips sexdentatus* (De Geer 1775). Kod obje vrste zabilježena su dva rojenja. U oba slučaja prvo rojenje započelo je 30. lipnja 2020. godine, a drugo rojenje 20. kolovoza 2020. godine (Graf 29.).

Tablica 30. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

DATUM	<i>Pityogenes bidentatus</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Hylurgus micklitzi</i>	<i>Hylurgus ligniperda</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Tomicus destruens</i>	<i>Tomicus minor</i>
07.04.2020.	0	0	0	2	1	0	0
16.04.2020.	0	0	0	0	0	0	0
05.05.2020.	0	0	0	0	0	0	0
15.05.2020.	0	2	3	0	2	0	0
22.05.2020.	0	0	0	0	4	0	0
04.06.2020.	0	0	0	0	2	0	0
19.06.2020.	0	0	0	0	18	0	0
24.06.2020.	0	0	0	0	9	0	0
30.06.2020.	0	4	3	0	89	0	0
08.07.2020.	0	28	0	0	67	0	0
15.07.2020.	0	0	0	0	0	0	0
21.07.2020.	0	41	1	0	103	0	0
29.07.2020.	0	112	0	0	103	0	0
11.08.2020.	0	45	0	0	49	0	0
20.08.2020.	0	105	0	1	167	0	0
27.08.2020.	0	7	0	0	13	0	0
10.09.2020.	0	11	0	0	24	0	0
24.09.2020.	0	23	0	2	15	0	0
09.10.2020.	0	0	0	0	2	0	0

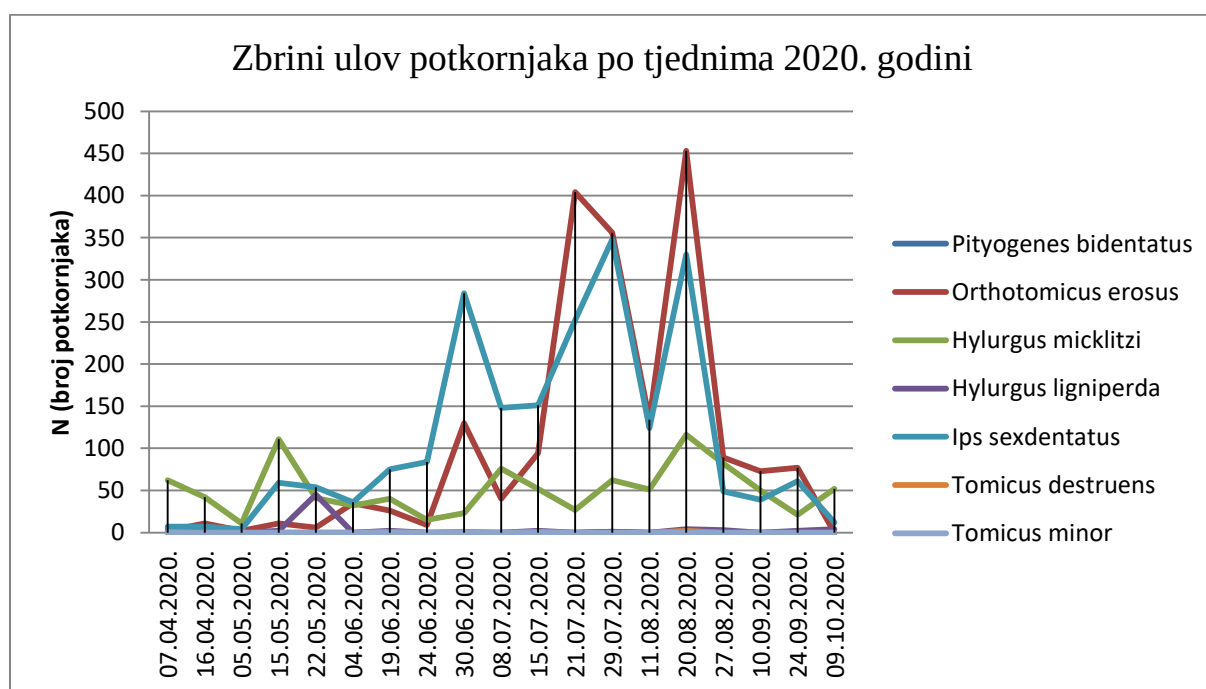


Graf 30. Prikaz ulova potkornjaka na lokaciji Zubkov dočić 2020. godine

Iz prikazanih rezultata ulova (Tablica 30.) vidljive su dvije dominantne vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) i *Ips sexdentatus* (De Geer 1775). Kod vrste *Orthotomicus erosus* (Wollaston 1857) zabilježena su tri rojenja. Prvo rojenje započelo je 08. srpnja 2020. godine, drugo rojenje 20. kolovoza 2020. godine te treće rojenje 24. rujna 2020. godine. Kod vrste *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) zabilježena su dva rojenja. Prvo rojenje započelo je 30. lipnja 2020. godine, a drugo rojenje 20. kolovoza 2020. godine (Graf 30.).

Tablica 31. Prikaz ulova potkornjaka po tjednima u 2020. godini

DATUM	<i>Pityogenes bidentatus</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Hylurgus micklitzi</i>	<i>Hylurgus ligniperda</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Tomicus destruens</i>	<i>Tomicus minor</i>
07.04.2020.	0	2	62	6	7	1	0
16.04.2020.	1	11	42	2	7	0	0
05.05.2020.	0	2	11	0	4	0	0
15.05.2020.	0	11	111	2	59	0	0
22.05.2020.	0	6	41	45	54	0	0
04.06.2020.	0	35	32	0	36	0	0
19.06.2020.	0	26	40	2	75	1	0
24.06.2020.	0	9	15	0	84	0	0
30.06.2020.	0	130	23	0	284	1	0
08.07.2020.	0	40	76	0	148	0	0
15.07.2020.	0	94	52	2	151	1	0
21.07.2020.	0	404	27	0	252	0	0
29.07.2020.	1	356	62	1	348	0	0
11.08.2020.	0	134	51	0	124	0	0
20.08.2020.	0	453	116	4	330	2	0
27.08.2020.	0	89	82	3	49	0	0
10.09.2020.	0	73	50	0	39	0	0
24.09.2020.	0	77	21	2	61	0	0
09.10.2020.	0	0	52	4	12	0	0



Graf 31. Prikaz ulova potkornjaka po tjednima u 2020. godini

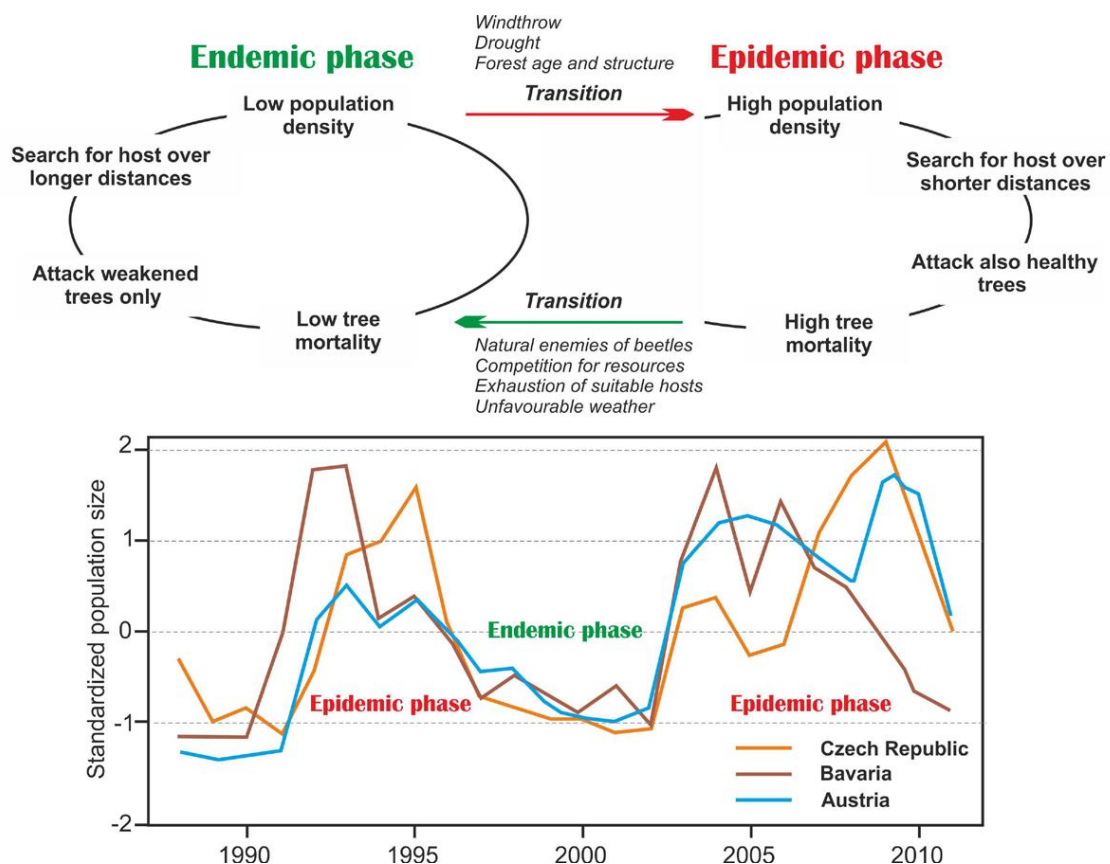
Iz priložene tablice i grafa (Tablica 31.) (Graf 31.) vidljivo je kako je najbrojnija vrsta u ulovima *Ips sexdentatus* (De Geer 1775) s ukupno 2 124 uhvaćene jedinke. Najbrojniji ulov zabilježen je 29. srpnja 2020. godine kada je izbrojano 348 jedinki.

5. RASPRAVA

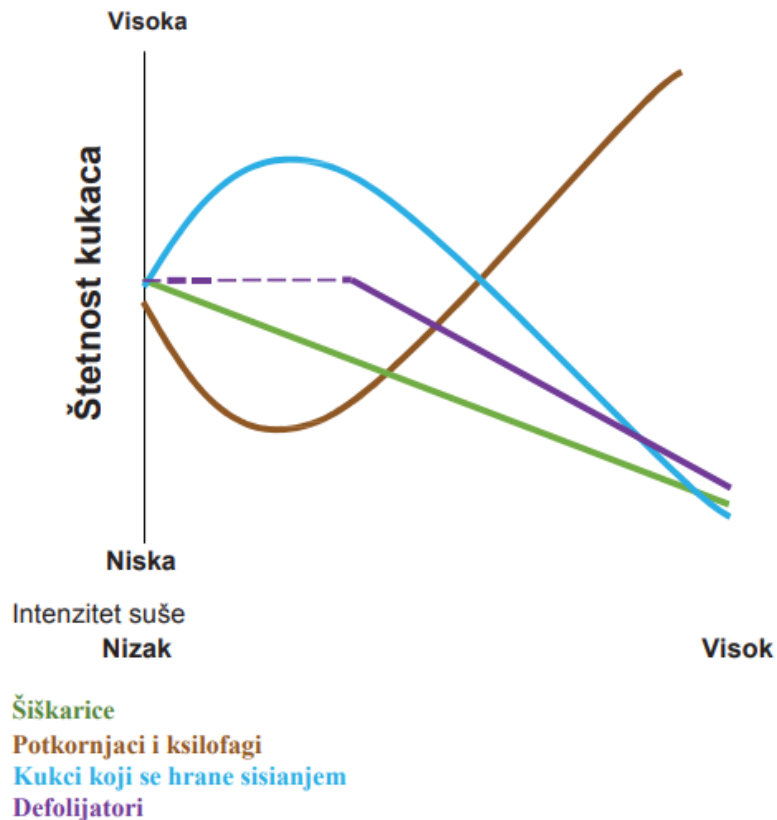
5.1. Ekologija i dinamika populacije potkornjaka

Dinamika populacije potkornjaka ovisi o klimatskim prilikama i stanišnim čimbenicima. Brzina razvoja potkornjaka, a ponekad i godišnji broj generacija, raste s temperaturom te je očekivano njihovo povećanje s obzirom na klimatske promjene. Uspješna kolonizacija zdravih stabala od strane potkornjaka je obično smrtonosna jer masovni napadi potkornjaka uništavaju unutrašnjost kore i poremete protok hranjiva do korijena. Potkornjaci inficiraju stabla s patogenim gljivama koji u konačnici blokiraju transport hranjiva u bjeliku. Svaka vrsta potkornjaka koja je sposobna ubiti stablo obično se razmnožava samo u jednom rodu stabala i može iskoristiti stablo za razvoj samo jedne generacije prije nego što iscrpi domaćina. Broj produciranog potomstva raste s promjerom stabla i debljinom kore. U povoljnim prilikama populacija potkornjaka se može povećati više od 15 puta iz prve generacije u sljedeću, što zapravo znači povećanje od 225 puta u broju potkornjaka unutar jedne godine za vrste koje imaju dvije generacije godišnje. Razvoj većine potkornjaka povezan je s prisustvom mikroorganizama gljiva i bakterija. Ova povezanost varira od usputnih i varijabilnih odnosa gdje mikroorganizmi najčešće koriste potkornjake kao transport, sve do specifičnih mutualističkih odnosa gdje obje strane imaju koristi od interakcije. Gljive koje izazivaju modriilo drveta i drugi mikroorganizmi pomažu potkornjacima u opskrbljivanju hranjivima za ličinke te potpomažu svladati obrambene mehanizme stabla, štiteći ih od patogena i povećavajući njihovu otpornost na niske temperature. Potkornjaci imaju velik broj prirodnih neprijatelja kao što su predatori (prvenstveno djetlići, kornjaši, muhe, grinje), paraziti (ose, nematode) i patogeni. Paraziti ubijaju dio generacije potkornjaka tijekom faze razvoja i raspršivanja. Vrste potkornjaka koje mogu uzrokovati odumiranje stabla doživljavaju velike gubitke prilikom razmnožavanja u mrtvim stabilima. Razlog za to je kompeticija s drugim kukcima koji su specijalizirani za ovakav izvor hrane. Stabla imaju vrlo sofisticirane kemijske, anatomske i fiziološke mehanizme obrane koji im omogućuju otpornost na napad potkornjaka u većini slučajeva. Primjeri obrambenih mehanizama su nekrotične lezije koje se formiraju oko mjesta napada potkornjaka, a one su povezane s produkcijom terpena i drugih toksičnih kemikalija. Ovi obrambeni mehanizmi mogu biti smrtonosni za adulte, njihovo potomstvo i gljive s kojima su povezani. Potkornjaci imaju dva glavna načina razmnožavanja bez obzira na obrambene mehanizme stabla. Oni mogu izbjeći obrambene mehanizme stabla ulazeći samo u stabla koja su već mrtva, primjerice stabla stradala od vjetrolova ili stabla koja su pod jakim fiziološkim stresom, primjerice zbog suše. U drugom slučaju potkornjaci mogu iscrpiti obrambene mehanizme stabla masovnim napadom koji je kombiniran emitiranjem snažnih agregacijskih feromona (kemijskih signala) koji u kratkom veremenu usmjeravaju napad stotine potkornjaka na pojedino stablo. Stablo može izdržati određeni broj napada, ali brojke koje prelaze prag dovode do uspjeha potkornjaka (Slika 16.). Sposobnost masovnog napada potkornjaka je ključna prilagodba koja omogućuje gradacije vrsta potkornjaka i sposobnost da ubiju zdrava stabla. Na razini sastojine, lokalna populacija potkornjaka može biti u epidemičkom ili gradacijskom karakteru (kada potkornjaci mogu uspješno kolonizirati zdrava

stabla) ili u endemskoj fazi (gdje većina stabala može izdržati napad, a potkornjaci se moraju razmnožavati u mrtvim ili fiziološki oslabljenim stablima) (Slika 15.).



Slika 15. Prikaz prelaska iz endemske u epidemičku fazu tijekom sinkroniziranih gradacija vrste *Ips typographus* u Češkoj, Bavarskoj i Austriji (Kautz et al. 2014) (Seidl et al. 2014).



Slika 16. Prikaz utjecaja potkornjaka, ksilofagnih kukaca, šiškarica, kukaca koji se hrane sisanjem sokova i defolijatora s obzirom na izloženost stabala suši (Gely 2020).

Kod vrste *Ips typographus* epidemička faza traje nekoliko godina. Populacija potkornjaka se smanjuje i prelazi nazad u endemsku fazu (gradacija prestaje), a pokrenuta je čimbenicima kao što su prirodni neprijatelji, unutarvrсна kompeticija, nepovoljne vremenske prilike ili nestanak pogodnih stabala domaćina. Vrijednosti populacije su sinkronizirane za usporedbu u regiji (Seidl et al. 2014). U većini slučajeva otpornost stabala, struktura sastojina, vremenske prilike, kompeticijske vrste i prirodni neprijatelji zadržavaju populaciju potkornjaka na endemskim razinama (Raffa et al. 2008). Unatoč tome, učestale promjene u klimatskim prilikama mogu uvjetovati gradacije potkornjaka smanjujući otpornost stabala i/ili povećavajući brojnost potkornjaka. Prisutnost pogodnih stabala domaćina je ključni čimbenik u određivanju sposobnosti populacije potkornjaka da prijeđu iz endemskog u epidemički karakter te prijeđu u gradaciju. Specifični pokretači gradacije potkornjaka mogu biti velike vjetroizvale koje omogućuju prisutnost velikog broja pogodnih domaćina koji nisu zaštićeni. Također, jake suše i starost stabala mogu ugroziti otpornost stabala, a tople zime mogu umanjiti mortalitet potkornjaka i ubrzati njihov razvoj. Nadalje, načini gospodarenja koji omogućuju razmnožavanje potkornjaka i imigraciju dovode do gradacije potkornjaka. Jak utjecaj i gradacije potkornjaka su neizbježni događaji razdvojeni dugim endemskim

razdobljima s niskom brojnosti populacije potkornjaka. Ovaj obrazac vrijedi za sve vrste potkornjaka koji imaju gradacijski karakter. Kada potkornjaci prijeđu epidemičku razinu prestaju biti usmjereni isključivo na oslabljela stabla što potiče visoku produkciju potomstva i stvara pozitivan odaziv. Gradacije uobičajeno imaju trajanje sve dok ima povoljnih domaćina za razvoj ili su preostala stabla premala da bi podržavala produkciju potomstva. Isto tako, gradacija može prestati i zbog nepovoljnih vremenskih prilika primjerice niske temperature. Iako postoji duga povijest istraživanja gradacije potkornjaka malo je poznato kako zapravo gradacije prestaju. Poremećaji će lakše uzrokovati gradaciju potkornjaka iznad epidemičke razine u homogenim sastojinama jer velik broj podjednakih stabala potiče istovremeni porast populacije. U suprotnosti, heterogene sastojine pokazuju relativno slab porast populacije nakon kojeg slijedi opadanje brojnosti uzrokovano iscrpljivanjem pogodnog materijala za razvoj stabala koja su pogodna za napad. Dodatni poremećaji koji uzrokuju ozljeđivanje stabala, a koji su prostorno određeni, primjerice šumski požari, rijetko kada mogu podići brojnost potkornjaka iznad epidemičke razine, čak i u relativno homogenim sastojinama (Powell et al. 2012). Iako je bitno prepoznati da mnoge vrste potkornjaka doživljavaju porast populacije nakon stanišnih promjena, većina vrsta nema samogenerirajuću dinamiku napadanja zdravih stabala nego se populacije povećavaju i smanjuju s brojem stabala izloženih stresu tijekom ovih poremećaja (Raffa et al. 2008). Sposobnost vrste da zadrži dugotrajnu gradaciju u zdravoj sastojini treba se predvidjeti bez dodatnih istraživanja i analiza.

Tijekom prošlih godina više znanstvenih disciplina razjasnilo je povijesnu ulogu potkornjaka u različitim regijama svijeta. Dendrokronološka rekonstrukcija gradacije potkornjaka na planinskom boru u Sjevernoj Americi pokazuje visoku sinkroniziranost vrsta na velikom području tijekom prošlih stoljeća (Jarvis and Kulakowski 2015). Ove velike gradacije su imale važnu ulogu u oblikovanju izgleda šuma u prošlosti. Rekonstrukcija gradacije u Europi za običnu smreku pokazuje neredovite umjerene do jake prirodne gradacije uzrokovane vjetroizvalama i porastom brojnosti populacije potkornjaka (Čada et al. 2016). Za primjer, Češka šuma je doživjela barem pet jakih gradacija potkornjaka između 1700. i 1900. Slični dokazi postoje i u planinskim regijama Karpata. Ova otkrića pokazuju da slično drugim prirodnim poremećajima kao što su požari ili vjetar, gradacije potkornjaka značajno utječu na dinamiku šumskih ekosustava čak i u vremenima kada ljudska aktivnost nije značajno utjecala na poremećaje u okolišu. Poremećaji uzrokovani od strane potkornjaka su se znatno pojačali u Europi u zadnjim desetljećima. Udio smreke i bora oštećenog od potkornjaka povećao se približno 700% u zadnja četiri desetljeća, od 2,1 milijuna kubika godišnje (1971.-1980.) do 14,5 milijuna kubika godišnje (2002.-2010.) (Seidl et al. 2014). Ovaj porast je djelomično uzrokovan promjenom kompozicije i strukture šuma jer su eurposke šume znatno pod utjecajem čovjeka u posljednjem stoljeću. Isto tako sađenje obične smreke izvan područja prirodne rasprostranjenosti dovelo je do povećanja drvne zalihe i promjene u distribuciji dobnih razreda, što je doprinijelo da europske šume budu izolženije gradacijama potkornjaka. Ukupne promjene u strukturi i sastavu sastojina su odgovorne za približno pola uočenog porasta brojnosti populacije potkornjaka u zadnjem desetljeću (Seidl et al. 2011). Druga polovica povećanja brojnosti potkornjaka uvjetovana je promjenom klimatskih prilika i vremenskih ekstrema te interakcijom ovih čimbenika. Čimbenici koji doprinose povećanju

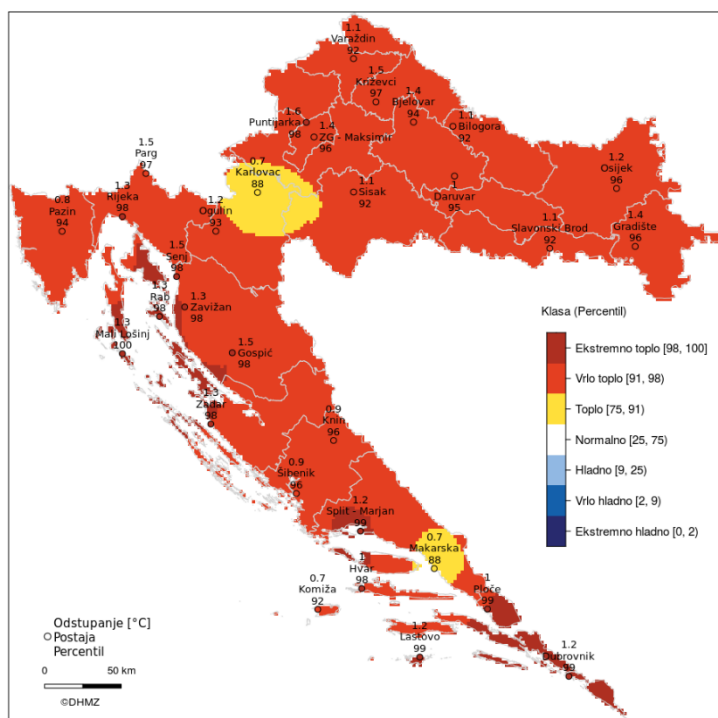
šteta od potkornjaka ponavljat će se i u budućnosti. Razlog je što se struktura šuma mijenja sporo, velike površine smreke podložne napadu još uvijek su prisutne, a klimatske promjene očekuju se i u idućim desetljećima. S obzirom na navedeno štete od potkornjaka mogu se sa sigurnošću očekivati u Europi. Očekuje se porast oštećenja uzrokovanih potkornjakom na 17,9 milijuna metara kubnih godišnje (2021.-2030.) u Europi, što je srednja vrijednost za različite klimatske i gospodarske scenarije. To dovodi do porasta brojnosti potkornjaka koja se očekuje u bliskoj budućnosti izvan područja uočenih u posljednjih 40 godina. Porast se očekuje u cijeloj Europi, a kratkoročni poremećaji brojnosti očekuju se u subatlanskoj Europi, primjerice Njemačka, Francuska, Danska, Nizozemska, Belgija i Luksemburg. Za navedeno područje očekivane štete potkornjaka za razdoblje 2021.-2030. su skoro šest puta veće od štete u razdoblju 1971.-2010. (Seidl et al. 2014). Ovi kratkoročni trendovi očekuju se kroz cijelo 21. stoljeće. Primjerice predviđanje porasta temperature u Austriji za +2 stupnja Celzijusa moglo bi dovesti od tri do pet puta većeg broja stabala oštećenih od potkornjaka do kraja 21. stoljeća u usporedbi s razdobljem 1990.-2004. Navedeno naglašava da će zatopljenje klime i gradacije potkornjaka utjecati na prirodnu rasprostranjenost smreke, osobito u šumama Alpa. Izvan središnje Europe potkornjaci će imati povećanu mogućnost gradacija na području nordijskih zemalja. Do kraja stoljeća *Ips typographus* će prijeći s univoltine u bivoltinu vrstu na jugu Švedske, Danske, južne Finske i baltičkih zemalja (Jonsson et al. 2011). Najviše će stradati područja koja će biti zahvaćena pojavom sušeg i toplijeg vremena (Sommerfeld et al. 2018). Promjena se neće događati linearnim karakterom, nego će se pojavljivati u valovima. Ovi valovi će se pojavljivati na udaljenosti od nekoliko stotina kilometara, a bit će potaknuti klimatskim ekstremima kao što su oluje ili dugotrajne suše (Senf and Seidl 2018). Klimatske promjene kao snaži faktor gradacije potkornjaka utječu na sljedeći način:

1. omogućuje potkornjacima preživljavanje i razvoj (kroz razvoj dodatnih generacija godišnje),
2. povećavanje životnog prostora potkornjaka omogućujući pomicanje sjevernije i u više nadmorske visine,
3. omogućavanjem vjerojatnih vremenskih ekstrema kao što su suše, što rezultira manjom obrambenom sposobnošću stabala,
4. omogućuje odumiranje stabala zbog postojanja više podložnih stabala dostupnih dodatnim generacijama potkornjaka tijekom kasnog ljeta.

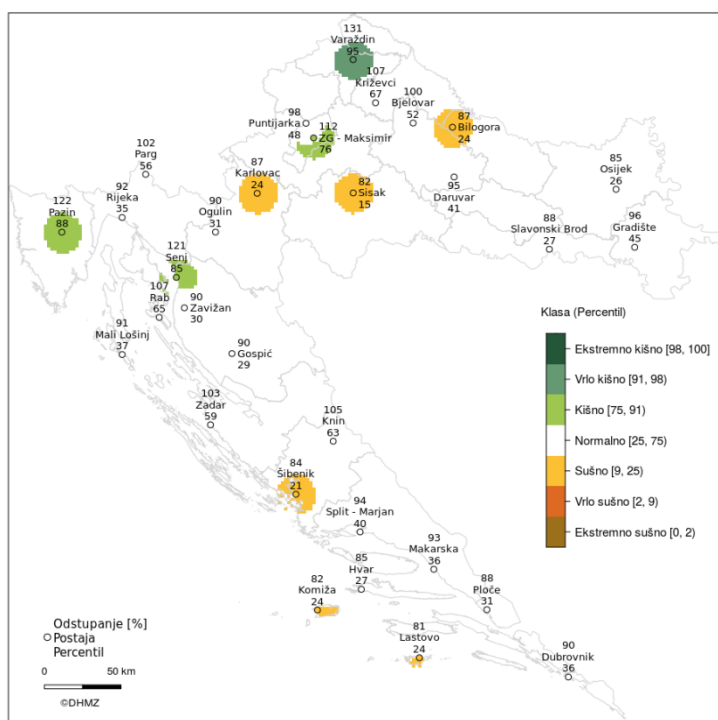
Promjene u populaciji potkornjaka i podložnost stabala te klimatske promjene, dodatno povećavaju rizik od invazivnih stranih vrsta potkornjaka. Lokalni utjecaj povećanja brojnosti potkornjaka je pod utjecajem razvoja sastojine. Područja koja su u prošlosti pretrpila značajne štete neće biti oštećena od potkornjaka kao što je *Ips typographus* desetljećima, jer postoji malo stabala koja su podložna napadu, a mlada stabla nisu pogodna za razvoj potkornjaka. Pogodnost stabala kao domaćina za napad potkornjaka raste s dobi sastojine. Šume koje su posljednji put oštećene u 19. stoljeću su sada iznimno podložne napadu potkornjaka. U dugoročnom smislu, predviđanja pokazuju da će se štete od potkornjaka smanjiti s izostankom gospodarenja. To je zbog toga što će potkornjaci u konačnici iscrpiti sav pogodan materijal za razvoj, a listače koje nisu pogodan domaćin će se regenerirati s obzirom na klimatske promjene na područjima kao što je srednja Europa (Temperli et al. 2013). Ključni faktor koji promovira gradaciju potkornjaka je prisutnost pogodnog materijala za razmnožavanje, visoka brojnost potkornjaka na oštećenom području te toplo i suho vrijeme dvije godine nakon oluja,

odnosno klimatskih ekscesa (Abgrall 2001; Forster 1993). U endemskim uvjetima *Ips typographus* i druge vrste oslanjaju se na ograničen prostorno i vremenski raštrkan materijal. Njihova prilagodba raspršivanja je vezana uz oskudno dostupni materijal za razmnožavanje. Raspršivanje na udaljenost od nekoliko kilometara je uočeno iako predstavlja mali dio jedinki nošenih vjetrom (Duelli et al. 1997; Abgrall 2001). Povećana prisutnost stabala pogodnih za razvoj nakon vjetroloma može dovesti do promjene u ponašanju tijekom faze raspršivanja, bilo u smislu povećanja lokalnog, kratkog raspršivanja ili u smislu dalekih migracija ili pak oboje. Populacijski pritisak i raspršivanje pogodnog materijala za razmnožavanje nakon vjetroloma, prisiljava potkornjake da se prebace na oslabiljela stabla, primjerice djelomično oštećenog korijenovog sustava ili izvaljena stabla u sjeni. Kratko raspršivanje se povećava zato jer veliki broj potkornjaka može savladati obrambene mehanizme dubećih stabala, što dovodi do uspješnog napada na susjedna stabla. Daleka migracija može biti potaknuta dodatnim brojem potkornjaka koji su uspješno doletjeli s udaljenih lokacija i miješaju se s potkornjacima s bližih udaljenosti ispod 500 metara (Wichmann and Ravn 2001). Osobito u prvoj godini lokalno oborena stabla su u obilju i dostupna. U drugoj godini korelacija između vjetrom oborenih stabala i dubećih stabala iznosi samo 7% u području šume koja je bila kontrolirana zbog pridolaska potkornjaka iz vjetrom oštećenih područja (Lindelow and Schroeder 1998). Isto tako, nema korelacije između udaljenosti u prošlosti zaraženih područja i kontrolnih područja s obzirom na dubeća stabla koja su zaražena. Sve navedeno potvrđuje kratku migraciju. Nekoliko čimbenika u kombinaciji dovodi do prestanka gradacije, a to su prirodni neprijatelji, klimatske prilike i sanitarne sječe.

5.2. Godišnji prikaz temperature zraka i količine oborina na području Nacionalnog parka Paklenica



Slika 18. Prikaz srednje temperature zraka za 2020. godinu (Izvor: DHMZ)



Slika 17. Prikaz količine oborina za 2020. godinu (Izvor: DHMZ)

Prema podacima preuzetim sa stranice Državnog hidrometeorološkog zavoda vidljivo je kako je srednja temperatura zraka za 2020. godinu na području Parka oklasificirana kao ekstremno topla (Slika 17.). Količina oborina u 2020. godini za područje interesa nalazi se u klasi normalno (Slika 18.). Visoke temperature i suša dovode do fiziološkog slabljenja stabala, što uvjetuje pojavu potkornjaka. S obzirom da tijekom proljeća i ljeta u 2020. godini nije zabilježeno nepovoljno odstupanje temperature zraka i oborina, borova stabla nisu fiziološki oslabljena, odnosno dobrog su zdravstvenog stanja. Nije zabilježena gradacija potkornjaka te ne postoji opasnost ugrožavanja borovih stabala na području Nacionalnog parka Paklenica.

6. ZAKLJUČAK

Iz dobivenih rezultata ulova u 2020. godini u naletno barijernim klopama primjećujemo prisutnost raznolike entomofaune kako potkornjaka tako i ostalih pripadnika reda Coleoptera (Cerambycidae, Buprestidae) koji napadaju kulture bora u Nacionalnom parku Paklenica. Također, u ulovima naletno barijernih klopki nalaze se i kolateralni ulovi velikog broja korisnih vrsta koji su predatori šumskih štetnika. Svakako se ističu vrste *Temnochila caerulea* (Olivier 1790) i *Thanasimus formicarius* L. koje su poznati predatori ličinki i adulta potkornjak. U 2020. godini u naletno barijernim klopama ulovljeno je 5 123 potkornjaka, a u prethodnoj 2019. godini čak 11 506 potkornjaka u približno istom razdoblju. Izostanak ulova u 2020. godini najviše je povezan s meteorološkim uvjetima koji su prevladavali kasno u zimu te u rano proljeće. Kišno razdoblje i niske temperature u svibnju i lipnju jedan su od pokazatelja slabije prostorne i vremenske dinamike potkornjaka. Više temperature i ekstremne suše stvaraju kumulativni stres, a kako kukci imaju sposobnost brze genetičke adaptacije na sezonske promjene, dolazi do brzog i efikasnog prostornog širenja potkornjaka, odnosno gradacije (Pernek i sur. 2019). Nepovoljni čimbenici kao što su suša te produljenje vegetacije uslijed klimatskih promjena rezultiraju naglim povećanjem populacije potkornjaka. Klimatske promjene koje se događaju posljednjih godina potkornjacima su omogućile povećan broj generacija i povećanje populacije.

Monitoring naletno barijernim klopama opremljenim atraktivnim komponentama služi za uočavanje trendova kada zbog produžene i intenzivne suše nastaju uvjeti u kojima pojedine vrste mogu dovesti do odumiranja stabala. Cilj je preventivnim ili represivnim (interventnim) mjerama suzbiti nekontrolirano širenje štetnih vrsta i njihovih žarišta.

S obzirom na temperaturu i količinu oborina u 2020. godini, možemo uvidjeti kako je situacija na području Nacionalnog parka Paklenica povoljnija u odnosu na 2019. godinu koja također nije bila rizična godina za zdravstveno stanje kultura alepskog i crnog bora na području Nacionalnog parka Paklenica. S obzirom na uvjete u posljednja dva desetljeća, osobito nakon 2002. godine, populacije potkornjaka iskazuju nepredvidljivi karakter i naglu gradaciju nakon sušnih sezona. Navedeno ukazuje na potrebu praćenja te sposobnost brze reakcije u slučaju prenamnožavanja ovih štetnika.

7. LITERATURA

1. Abgrall, J.F., 2001. La tornade de d'ecembre 1999: risques phytosanitaires et strat"egies de gestion. GIP Ecofor, Paris. 28 pp.
2. Čada, V. et al. (2016) Frequent severe natural disturbances and non-equilibrium landscape dynamics shaped the mountain spruce forest in central Europe. *Forest Ecology and Management* 363: 169–178.
3. Duelli, P., Zahradnik, P., Knizek, M., Kalinova, B., 1997. Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps. *J. Appl. Ent.* 121, 297–303.
4. Forster, B., 1993. Entwicklung der Borkenk"afersituation in den Schweizer Sturmschadengebieten. *Schweiz. Z. Forstwes.* 144, 767–776.
5. Franjević, M., 2020: Projektno izvješće o obavljenim radovima 2020. godine na projektu: Monitoring borovih potkornjaka i njihov utjecaj na zdravstvenog stanja kultura alepskog i crnog bora na području NP Paklenica 2020. godine.
6. Gely, Claire & Laurance, Susan & Stork, Nigel. (2019). How do herbivorous insects respond to drought stress in trees?. *Biological Reviews*. 95. 10.1111/brv.12571.
7. Hrašovec, B., 1995: Feromonske klopke – suvremena biotehnička metoda u integralnoj zaštiti šuma od potkornjaka. *Šumarski list*. 1-2: 27-31.
8. Hrašovec, B. i Franjević, M. 2011: Primijenjena entomologija, Posebni dio, Pregled najznačajnijih vrsta šumskih kukaca i njihova osnovna biološka obilježja, str. 33, 34, 37, 39, 40, 41.
9. Jarvis, D. S. & Kulakowski, D. (2015) Long-term history and synchrony of mountain pine beetle outbreaks in lodgepole pine forests. *Journal of Biogeography* 42: 1029–1039.
10. Jonsson, A. M. et al. (2011) Modelling the potential impact of global warming on *Ips typographus* voltinism and reproductive diapause. *Climatic Change* 109: 695–718.
11. Jurić, N. 2009: Šumarska entomologija: pregled najznačajnijih vrsta kukaca i njihova osnovna biološka obilježja. Zagreb: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
12. Karlson, P., M. Lüschnner, 1959: "Pheromones": a new term for a class of biologically active substances. *Nature* 183:55-56.
13. Kautz, M. et al. (2014) Individual traits as drivers of spatial dispersal and infestation patterns in a host-barkbeetle system. *Ecological Modelling* 273: 264–276.

14. Kusumović, L.; Hrašovec, B.; Jazbec, A., 2016: Učinkovitost suhih i mokrih naletno barijernih Theyson® feromonskih klopki u lovu smerkovih potkornjaka *Ips typographus* L. I *Pityogenes chalcographus* L.; Šumarski list, 9–10 (2016): 477–484.
15. Lindelöw, Ä., Schroeder, L.M., 1998. Spruce bark beetle (*Ips typographus*) attack within and outside protected areas after stormfelling in November 1995. Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, Proc. from IUFRO WP 7.03.10, Workshop, Poland. pp. 177–180.
16. Pernek, M., 2018: Mediteranski potkornjak, *Orthotomicus erosus*.
17. Pernek, Milan; Lacković, Nikola; Ivan, Lukić; Zorić, Nikola; Matošević, Dinka, 2019: Outbreak of *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) on Aleppo Pine in the Mediterranean Region in Croatia.
18. Pernek, Milan; Zorić, Nikola; Matek, Marta; Lukić, Ivan; Novak, Agbaba, Sanja; Liović, Boris; Mihaljević, Ivana; Lacković, Nikola, 2019. Dieback of aleppo pine and outbreak of bark beetle *Orthotomicus erosus* in forest park Marjan.
19. Pernek, M.; Kovač, M.; Lacković, N., 2020: Testiranje biološke učinkovitosti feromona i klopki za ulov mediteranskog potkornjaka *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae); Šumarski list, 7–8 (2020): 339–350.
20. Powell, E.N. et al. (2012) Wildfire provides refuge from local extinction but is an unlikely driver of outbreaks by mountain pine beetle. Ecological Monographs 82: 69–84.
21. Raffa, K. F. et al. (2008) Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions. BioScience 58: 501–517.
22. Sauvard, D., 2004: General Biology of Bark Beetles u: Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis (ur. F. Lieutier, K. R. Day, A. Battisti, J. C. Grégoire i H. F. Evans). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers. Str. 63–88.
23. Seidl, R. et al. (2011) Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. Global Change Biology 17: 2842–2852.
24. Seidl, R. et al. (2014) Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. Nature Climate Change 4: 806–810.
25. Senf, C. & Seidl, R. (2018) Natural disturbances are spatially diverse but temporally synchronized across temperate forest landscapes in Europe. Global Change Biology 24: 1201–1211.
26. Smukavić, M., 2013: Izrada interaktivne planinarske karte Nacionalnog parka Paklenica, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet

27. Sommerfeld, A. et al. (2018) Patterns and drivers of recent disturbances across the temperate forest biome. *Nature Communications* 9: 4355.
28. Šošić, David, 2020: Optimizacija metoda sortiranja i prebrojavanje jedinki mediteranskog potkornjaka (*Orthotomicus erosus* Wollaston, 1857) ulovima feromonskog monitoringa Hrvatskog Jadrana, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet
29. Temperli, C. et al. (2013) Cross-scale interactions among bark beetles, climate change, and wind disturbances: a landscape modeling approach. *Ecological Monographs* 83: 383–402.
30. Weslien, J., Schröter, H., 1997. Spruce bark beetle damage within an unmanaged spruce forest during seven years following windfelling. *IBFRA Assn*, pp. 139–144.
31. Wichmann, L., Ravn, H.P., 2001. The spread of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) attacks following heavy windthrow in Denmark analyzed with GIS. *For. Ecol. Mgmt.* 148, 31–39.