Fenologija borovog četnjaka gnjezdara Thaumatopoea pityocampa na području nacionalnog parka Paklenica 2023. godine

Koren, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:108:105408

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-15**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

ŠUMARSKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
TEHNIKA, TEHNOLOGIJA I MANAGEMENT U ŠUMARSTVU

IVANA KOREN

FENOLOGIJA BOROVOG ČETNJAKA GNJEZDARA *Thaumatopoea pityocampa* NA PODRUČJU NACIONALNOG PARKA PAKLENICA 2023. GODINE

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

FENOLOGIJA BOROVOG ČETNJAKA GNJEZDARA *Thaumatopoea pityocampa* NA PODRUČJU NACIONALNOG PARKA PAKLENICA 2023. GODINE

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Tehnika, tehnologija i management u šumarstvu
Predmet: Integrirana zaštita šuma
Ispitno povjerenstvo:

1. izv. prof. dr. sc. Milivoj Franjević
2. izv. prof. dr. sc. Kristijan Tomljanović
3. doc. dr. sc. Jelena Kranjec Orlović

Student: Ivana Koren
JMBAG: 0068228874
Broj indeksa: -
Datum odobrenja teme: 05.05.2023.
Datum predaje rada: 29.09.2023.
Datum obrane rada: 29.09.2023.

Zagreb, rujan 2023.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Fenologija borovog četnjaka gnjezdara *Thaumatopoea pityocampa* na području Nacionalnog parka Paklenica 2023. godine
Title	Phenology of the pine processionary moth *Thaumatopoea pityocampa* in the Paklenica nacional park area in 2023.
Autor	Ivana Koren
Adresa autora	Grada Vukovara 9, 44 000 Sisak
Mjesto izrade	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	izv. prof. dr. sc. Milivoj Franjević
Izradu rada pomogao	-
Godina objave	2023.
Obujam	Stranica: 30 Slika: 36 Tablica: 3 Navoda korištene literature:18
Ključne riječi	*Thaumatopoea pityocampa*, *Pinus,* Nacionalni park Paklenica, klimatske promjene
Key words	*Thaumatopoea pityocampa*, *Pinus,* National park Paklenica, climate changes
Sažetak	Klimatske promjene mogu dovesti do pomaka u fenološkim fazama, odnosno do promjene brzine razvoja, vremena migracije, mirovanja i reprodukcije vrsta. Zbog povoljnih temperaturnih uvjeta može doći do češće reprodukcije i bržeg razvoja, odnosno do povećanja stope voltinizma tj. broja generacija godišnje (Kellermann i van Heerwaarden 2019) Borov četnjak gnjezdar *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) najraširenij je i najznačajniji štetnik svih vrsta borova Cilj istraživanja bio je utvrditi fenološka svojstva ove vrste obzirom na visinski gradijent pridolaska bora na području NP Paklenica u kulturama alepskog i crnog bora. Tijekom perioda rojenja provedena su fenološka istraživanja na odabranim pokusnim površinama pomoću feromonskih klopki i sredstava za primamljivanje borovog četnjaka s ciljem utvrđivanja perioda rojenja ove vrste u ovisnosti s vrstom bora domaćina i nadmorske visine.

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

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

U Zagrebu, 29.09.2023. godine

_____

vlastoručni potpis

Ivana Koren

Sadržaj

1. UVOD 1
1.1. Borov četnjak gnjazdar 2
2. CILJ ISTRAŽIVANJA 5
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA 6
3.1. Mjesto istraživanja 6
3.2. Klopke 7
3.3. Način istraživanja 9
4. REZULTATI 13
5. RASPRAVA 18
5.1. Analiza klime 18
5.2. Analiza dobivenih rezultata 24
6. ZAKLJUČAK 28
7. LITERATURA 29

POPIS SLIKA:

Slika 1. Muška jedinka borovog četnjaka 2
Slika 2. Ženska jedinka borovog četnjaka gnjezdara 2
Slika 3. Stadij gusjenice 3
Slika 4. Jajno leglo 3
Slika 5. Gusjenični zapredak – prednja strana 4
Slika 6. Gusjenični zapredak – stražnja strana 4
Slika 7. Prikaz mjesta istraživanja 6
Slika 8. Feromonsko sredstvo - Thaumatowit 8
Slika 9 WitaTrap klopka s prozirnim spremnikom 8
Slika 10 WitaTrap klopka sa zelenim spremnikom 8
Slika 11 ECONEX G tip klopke 9
Slika 12 Čep s feromonskim sredstvom 9
Slika 13. Lokacije postavljenih klopki u NP Paklenica 10
Slika 14. Prikupljanje uzoraka na terenu 11
Slika 15. Posudica s uzorcima 11
Slika 16. Prebrojavanje uzoraka u laboratoriju 12
Slika 17. Prebrojavanje uzoraka u laboratoriju 12
Slika 18. Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Veliko Rujno 14
Slika 19. Progrizena vrećica klopke ECONEX G 14
Slika 20. WitaTrap klopka zatečena na podu 14
Slika 21. Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Ramići 15
Slika 22.Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Pjeskovita kosica 16
Slika 23.Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Velika Paklenica 16
Slika 24.Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Mala Paklenica 17
Slika 25. Srednja temperatura zraka za srpanj 2023. godine u Hrvatskoj 18
Slika 26. Srednja količina oborina za srpanj 2023. godine u Hrvatskoj 19
Slika 27. Srednja temperatura zraka za kolovoz 2023. godine u Hrvatskoj 20
Slika 28. Srednja količina oborina za kolovoz 2023. godine u Hrvatskoj 21
Slika 29 Srednja temperatura zraka za ljeto 2023. u Hrvatskoj 22
Slika 30. Količina oborina za ljeto 2023. u Hrvatskoj 23
Slika 31. Prikaz fenologije borovog četnjaka u periodu opažanja 24
Slika 32. Prikaz ulova svih klopki po datumu sakupljanja 25
Slika 33. Progrizena vrećica 26
Slika 34. Sanirana vrećica 26
Slika 35. Puknuta špagica 27
Slika 36. Spremnik bez propusta za vodu 27

POPIS TABLICA:

Tablica 1. Prikaz razvojnog ciklusa borovog četnjaka 4
Tablica 2 Prikaz podataka o pokusnim plohama 11
Tablica 3. Ulovi borovog četnjaka po lokacijama i datumu 13

1. UVOD

Klimatske promjene mogu dovesti do pomaka u fenološkim fazama, odnosno do promjene brzine razvoja, vremena migracije, mirovanja i reprodukcije vrsta. Zbog povoljnih temperaturnih uvjeta može doći do češće reprodukcije i bržeg razvoja, odnosno do povećanja stope voltinizma tj. broja generacija godišnje (Kellermann i van Heerwaarden 2019). Uslijed povišenja temperature životni vijek odraslih jedinki može biti skraćen, kao i njihov reproduktivni potencijal. Najugroženijima se smatraju univoltine vrste s kratkim periodom razmnožavanja ili općenito s kratkim životnim ciklusom. (Harvey i sur. 2020). Kao odgovor na klimatske promjene pojavljuje se migracija kukaca u povoljnija mikrostaništa, njihova budućnost najviše će ovisit o sposobnosti pojedine vrste za preživljavanje i prilagodljivost novonastalim uvjetima. (Harvey i sur. 2020). Klimatske promjene se pozivaju na objašnjenje brojnih varijacija prirodnog ekosustava kao što je širenje areala (Hill et al. 1999, Wilson et al. 2005), fenoloških promjena (Stefanescu et al. 2003) i prihvaćanje novih domaćina (Gutierrez & Thomas 2000).

Borov četnjak gnjezdar *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) najrašireniji je i najznačajniji štetnik svih vrsta borova. Najveći dio borovih šuma nalazi se na krševitom i plitkom tlu, na strmim i često buri izloženim položajima. Oni tu služe kao zaštita tlu od stvaranja goleti, kao obrambeni pojasevi od bure (Androić 1957). Nepovoljne prilike, koje vladaju u pogledu tla i klime na krškim terenima od svih borova najbolje može podnijeti crni bor. Iste zahtjeve za tlom ima alepski bor koji teže podnosi vjetar i posolicu. Borov četnjak štetnik je od javnog interesa zbog gusjenica koje uzrokuju ozbiljne alergijske reakcije kod ljudi i životinja (Vega i dr. 2004.).

Borovog četnjaka nalazimo u svim zemljama zapadnog Sredozemlja (Huchon i Démolin, 1971) i trenutno se širi na više geografske visine, vjerojatno kao odgovor na klimatske promjene, s povećanjem zimskih temperatura (Battisti i sur., 2005.; Robinet i Roques, 2010). Vjerojatnost da će bor biti napadnut značajno se povećava s visinom stabla i blizinom ruba sastojine (Regolini M i dr. 2014.)

Na našim području početak rojenja borovog četnjaka obilježen je pojavom leptira obično između prve polovice srpnja do prve polovice kolovoza (Androić 1957). Na području sjeverne Italije početak rojenja borovog četnjaka započinje krajem lipnja, vrhunac doseže sredinom srpnja i traje do početak rujna (Battisti i dr. 2006.)

Battisti i dr 2006.u svojim istraživanjima navode kako se zbog ekstremno toplih ljeta i izraženih klimatskih promjena borov četnjak širi u viša područja, na oko 1000 metara nadmorske visine, te naseljava novog domaćina *Pinus mugo* (Turra).

1.1. Borov četnjak gnjazdar

Borov četnjak gnjezdar spada u porodicu *Thaumatopoidae*, prelaca četnjaka. Ova porodica ime je dobila po karakterističnim gusjenicama koje se prilikom kretanja svrstavaju u kolonu jedna za drugom tj. četu stvarajući dugi neprekinuti lanac ponekad i po par metara (slika 3). Tijelo gusjenice ovih leptira prekriveno je otrovnim dlačicama, toksaforama, koje izazivaju iritaciju kože i jak svrbež. Prelci četnjaci poznati su štetnici šuma.

Glava, prsište i prednja krila ovog leptira su sivi, dok su stražnja krila bijela s crnom pjegom na stražnjem dijelu (Kovačević Ž, 1956.). Između očiju imaju izbočinu poput kreste koja je nazubljena te se time jasno razlikuju od hrastova četnjaka (*Thaumetopoea processionea* (Linnaeus, 1758), koji nema takvu krestu. Na prednjim krilima ima tri poprečne tamne valovite pruge. Zadak ove vrste žutocrne je boje i prstenovan na kraju kojeg se nalaze dlačice ružičaste boje (Kovačević Ž, 1956.). Ženke (slika 2.) ove vrste imaju raspon krila 35 – 45 mm, a u muških jedinki (slika 3) raspon iznosi 30 – 35 mm.

Slika 1. Muška jedinka borovog četnjaka

Slika 2. Ženska jedinka borovog četnjaka gnjezdara

Jajašca borovog četnjaka bijelo bisernastog su sjaja, ženka ih odlaže na jedan par iglica bora u skupini od 150 do 300 (Androić 1957.), te ih prekriva dlačicama sa zatka (slika 4).

Gusjenica borova četnjaka gnjezdara (slika 3) na hrptu je crne, a na trbuhu blijedozelene boje (Kovačević 1956). Od četvrtog segmenta do kraja tijela gusjenica na hrptu ima crvenkastožute bradavice obrasle otrovnim dlačicama. Odrasla gusjenica velika je oko četiri centimetra.

Kukuljica je smeđe boje, a nalazi se u čvrstom kokonu svijetlije boje.

Slika 3. Stadij gusjenice

Slika 4. Jajno leglo (izvor: https://hrast.sumfak.hr/~forbug/fotke/cnethocampapythiocampajl.jpg)

Na našim prostorima leptir borovog četnjaka pojavljuje se u prvoj polovici srpnja do prve polovice kolovoza, ovisno o području i klimatskim uvjetima (Androić 1957). Leptiri su aktivni noću. Ženke se slabo kreću i većinom zadržavaju na deblu, dok su mužjaci vrlo živahni (Kovačević 1956.). Nakon kopulacije ženke odlažu jaja na nižim granama borovih stabala, a zatim ugibaju (Androić 1957). Mjesec dana nakon odlaganja jaja, pojavljuju se gusjenice i to većinom sve iz istog jajnog legla u isti dan (Androić 1957.). Mlade gusjenice hrane se iglicama bora, a brst napreduje od nižih grana prema vrhu krošnje.

Nakon drugog presvlačenja kako to navodi Androić, gusjenice se smještaju pod vrhom bora ili na mjesta izložena suncu i tu načine zapredak (slika 5 i 6) u kojem se zadržavaju sve do pred kukuljenje. U gnijezdu se gusjenice zadržavaju samo preko dana, dok se preko noći hrane na iglicama bora. Ukoliko su povoljne klimatske prilike kroz jesen i zimu, gusjenice uopće ne prelaze u stadij mirovanja ,tj. anabioze (Kovačević 1956). Gusjenice ove vrste izrazito su gregare, pa tako redovno unutar jednog gnijezda zna biti preko osamsto jedinki. U povoljnim uvjetima gusjenice već u ožujku napuštaju stablo te odlaze na kukuljenje formirajući jednoredne kolone (slika 3) krečući se po tlu u potrazi za pogodnim mjestom u površinskom sloju tla (Hrašovec B. i dr 2011.). Stadij kukuljice traje do polovice ljeta, kada se javljaju imaga.

Slika 5. Gusjenični zapredak – prednja strana

Slika 6. Gusjenični zapredak – stražnja strana

U povoljnim uvjetima gusjenice već u ožujku napuštaju stablo te odlaze na kukuljenje formirajući jednoredne kolone (slika 3) krečući se po tlu u potrazi za pogodnim mjestom u površinskom sloju tla (Hrašovec B. i dr 2011.). Stadij kukuljice traje do polovice ljeta, kada se javljaju imaga.

Tablica 1. Prikaz razvojnog ciklusa borovog četnjaka

Godina	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1.	○	○	○ ●	●	●	●	● +	+ •	○	○	○	○
2.	○	○	○ ●	●	●	●	● +					

Legenda:

- • - jaje
- ○ - ličinka
- ● - kukuljica
- \+ - razvijeni oblik

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Borov četnjak gnjezdar štetnik je borova, ali najradije se hrani na crnom boru (*Pinus nigra* Arnold). Uz crni bor, napada još alepski, primorski i brucijski bor, a može se hraniti i iglicama cedrova (*Cedrus sp.*), smreke (*Picea abises* (L.) Karsten), jele (*Abies alba* Mill.), vajmutovca (*Pinus strobus* L.) i duglazije (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Tipični je štetnik Sredozemlja koji se ne javlja izrazito periodički. Gradacije su mu produljene i nisu vremenski jasno razlučene kao kod gubara (*Lymantria dispar* Linnaeus, 1758), zlatokraja (*Euproctis chrysorrhoea* Linnaeus, 1758) ili kukavičjeg suznika (*Malacosoma neustria* Linnaeus, 1758). Borov četnjak dolazi na širem području Nacionalnog parka Paklenica.

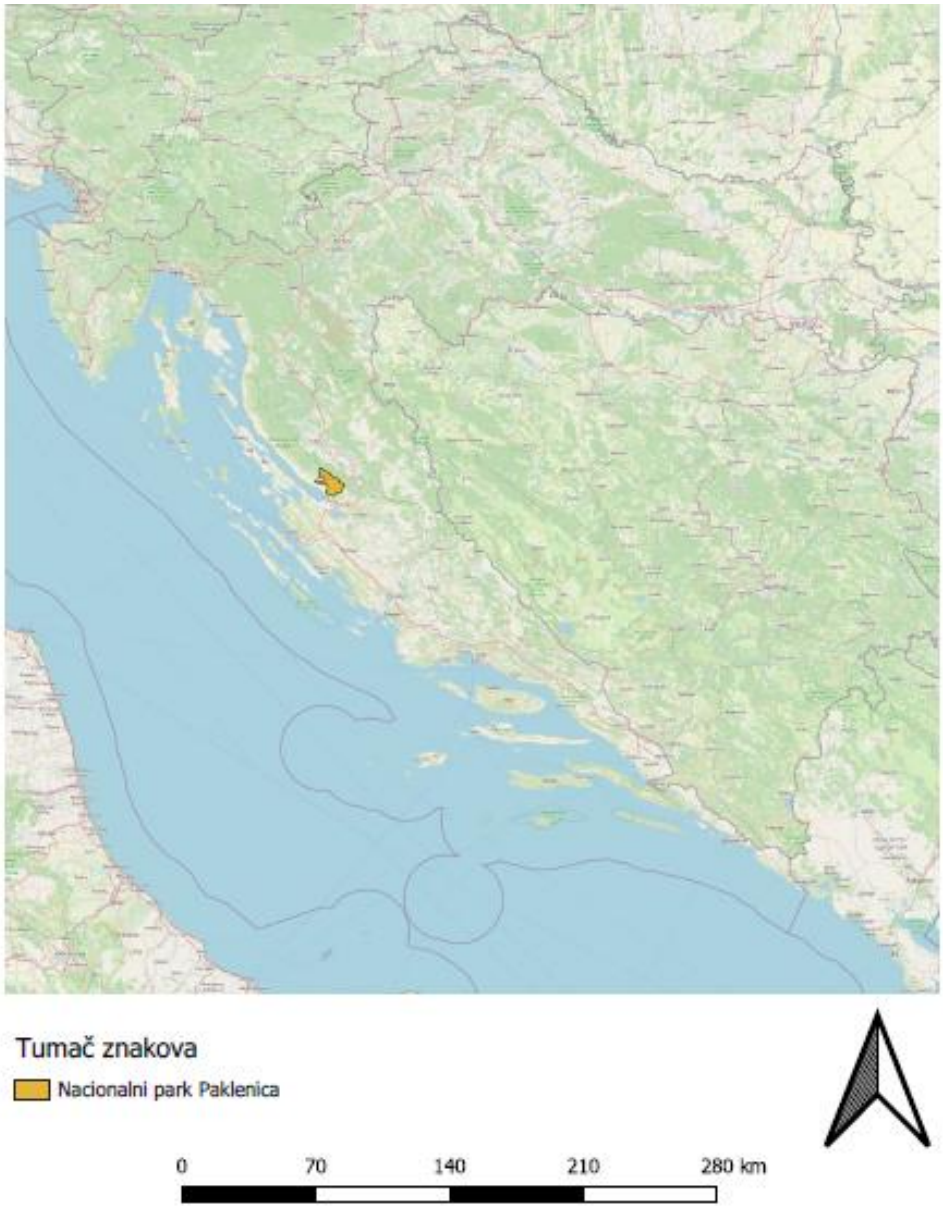
Cilj istraživanja je utvrditi fenološka svojstva ove vrste obzirom na visinski gradijent pridolaska bora na području NP Paklenica u kulturama alepskog i crnog bora.

Tijekom perioda rojenja provedena su fenološka istraživanja na odabranim pokusnim površinama pomoću feromonskih klopki i sredstava za primamljivanje borovog četnjaka s ciljem utvrđivanja perioda rojenja ove vrste u ovisnosti s vrstom bora domaćina i nadmorske visine.

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Mjesto istraživanja

Na području Nacionalnog parka Paklenica (slika 7.) odabrano je pet pokusnih ploha na kojima su postavljenje dvije vrste feromonskih klopki. Klopke su postavljene u kulturama crnog i alepskog bora s obzirom na visinski gradijent između 40 mnv i 935 mnv.



Slika 7. Prikaz mjesta istraživanja

Nacionalnim parkom, Paklenica je proglašena 19. listopada 1949. godine (NN 84/49) kako bi se zaštitila najočuvanija i najveća šumska površina u Dalmaciji. Prema planu upravljanja NP Paklenica proteže se primorskom padinom južnog Velebita iznad naselja Marasovići pa sve do najviših planinskih vrhova, Vaganski, Babin vrh i Sveto brdo – između

15°23' i 15°35' istočne geografske dužine te između 44°18' i 44°25' sjeverne geografske širine. NP Paklenica zauzima površinu od 95 m^2 kojom se izmjenjuju nadmorske visine između 20 mnv i 1.757 mnv što pridonosi raznolikom spektru šumskog pokrova.

Unutar Parka, kako stoji u planu upravljanja, stare šumske sastojine prekrivaju više od polovice prostora te je prisutno osam biljnih zajednica. Šume pokrivaju više od pola površine Nacionalnog parka, a posebno se ističu stare bukove šume i autohtone šume crnoga bora koje daju posebnu vrijednost. Paklenica je dobila ime po smoli crnog bora, paklini, koja se vadila iz zasječenih stabala, a lokalno ju je stanovništvo koristilo za potpalu, premazivanje brodova, luč te u narodnoj medicini.

Od posebnog značaja za ovo istraživanje su šume alepskog i crnog bora. Šume alepskog bora zauzimaju prostor stenomediterana i eumediterana, a u NP Paklenica prostiru se između 0 i 200 mnv. Srednju razinu zauzimaju mješovite šume crnog bora s listčama, dok se u najvišim predjelima nalazi crni bor.

Osim u izvanrednim situacijama kao što su požari, napadi kukaca i sl, šumama unutar granica NP se ne gospodari.

3.2. Klopke

Prilikom istraživanja upotrijebljene su dvije vrste feromonskih, suhih klopki koje su po prvi puta korištene na našem području. U obje klopke kao sredstvo primamljivanja korišteni su seksualni atraktanti, koji ispuštajući kemijske spojeve karakteristične ženkama određene vrste privlačeći mužjake iste vrste kako bi kopulirali.

WitaTrap ljevkasta je, plastična klopka koja dolazi u dvije verzije: s prozirnom ili zelenom, neprozirnom posudom za sakupljanje (slika 9.i 10.). Tijelo ove klopke sastavljeno je iz dva dijela, u gornjem dijelu nalazi se naletni prostor u sredini kojeg je smješten spremnik s feromonskim sredstvom i donji, već spomenuti spremnik za sakupljanje. Na vrhu se nalazi špaga pomoću koje se klopka vješa na stablo. Klopka s transparentnim spremnikom za prikupljanje ima propust za vodu, koji omogućava istjecanje dospjele vode iz spremnika. Jednostavan sistem sklapanja i rasklapanja tijela WitaTrap klopke omogućava lako rukovanje i brzu pohranu uzorka bez gubitka ulova. Sredstvo primamljivanja koje se koristilo u ovoj kopci je pasta bijele boje bez mirisa, Thaumatowit (slika 8.).

Slika 8. Feromonsko sredstvo - Thaumatowit

WitaTrap klopka je proizvod austrijske firme Witasek koja se bavi proizvodnjom prirodi bliskoj mehaničkoj, biološkoj i kemijskoj zaštiti drveća i vinove loze.

Slika 9 WitaTrap klopka s prozirnim spremnikom

Slika 10 WitaTrap klopka sa zelenim spremnikom

Slika 11 prikazuje drugi tip klopke koji je korišten prilikom ovog istraživanja, ECONEX G, a sastoji se od: tijela s dvije vješalice, plastične vrećice, plastične trake te čepa za vješanje feromonskog spremnika. Tijelo ove klopke plastični je kvadar tamno smeđe boje, blago hrapave površine izvana i glatke iznutra. Ulazni lijevci nalaze se s bočnih strana te smanjuju unutarnji prostor tijela klopke. Plastičnom nosivom trakom na tijelo ove klopke pričvršćuje se plastična vrećica koja služi za pohranu ulova. Donji dio vrećice u crnoj je boji, kako ju ptice ne bi uništile vidjevši u njoj insekte. Metalnim vješalicama tijelo klopke pričvršćuje se za granu bora. Feromonsko sredstvo trgovačkog naziva ECONEX THAUMETOPOEA PITYOCAMPA 200 DAYS s trajanjem od dvjesto dana vješa se pomoću spajalice za plastični čep u gornjem dijelu zamke (slika 12). Privučen feromonskim sredstvom mužjak ulazi u zamku i pada u plastičnu vrećicu iz koje više ne može pobjeći. ECONEX G produkt je firme Sanidad Agricola, španjolskog podrijetla.

Slika 11 ECONEX G tip klopke

Slika 12 Čep s feromonskim sredstvom

3.3. Način istraživanja

Prvim izlaskom na teren odabrane su najpogodnije pokusne plohe na kojima je provedeno istraživanje. Postavljanje klopki obavljeno je 20. lipnja 2023. godine na unaprijed određena mjesta (slika 13) unutar Nacionalnog parka Paklenica. Ukupno je postavljeno sedam klopki, četiri ECONEX G i tri WitaTrap, na pet pokusnih ploha.

Slika 13. Lokacije postavljenih klopki u NP Paklenica

Klopke su smještene u krošnje bora, odignute od tla te pričvršćene žicom, odnosno špagom za deblje grane. Kako bi izbjegli utjecaj znatiželjnih planinara klopke smo smjestili malo izvan obilježenih planinarskih staza te ih pokušali što više uklopiti u okoliš.

U tablici 2 prikazane su sve lokacije s koordinatama, nadmorskom visinom i tipom klopke koja je postavljena. Na najvišim pokusnim plohama, Veliko Rujno i iznad zaseoka Ramići, postavljena su oba tipa klopki kako bi mogli uvidjeti prednosti, odnosno nedostatke istih te komparirati rezultate ulova.

Veliko Rujno najviši je lokalitet s postavljenim klopkama, nalazi se na 935 mnv u prirodnoj šumi crnog bora povrh koje se prostire golet opožarene površine u fazi pomlađivanja. Iznad zaseoka Ramići postavljene su druge dvije klopke na 650 mnv, u prirodnoj šumi crnog bora s enklavama listača na zapadnom, sjevernom i južnom dijelu. Pjeskovita kosica lokalitet je prirodne šume crnog bora u enklavama s listačama : crnog graba, medunca i bukve. Dvije najniže pokusne plohe postavljene su u kulturama alepskog bora, u kanjonu Velike i Male Paklenice.

Tablica 2 Prikaz podataka o pokusnim plohama

Lokacija	Nadmoska visina	Koordinate	Tip klopke	
			WitaTrap	**ECONEX G**
Veliko Rujno	935	X: 44.356671, Y: 15.438835	+	+
Ramići	650	X: 44.349040, Y: 15.483972	+	+
Pjeskovita kosica	500	X: 44.338303, Y: 15.475447	+	
Mala Paklenica	75	X: 44.285406, Y: 15.495076		+
Velika Paklenica	80	X: 44.294336, Y: 15.456478	+	

Sakupljanje uzoraka (slika 14) vršeno je periodično kroz srpanj, kolovoz i rujan. Prvi obilazak terena i kontrola klopki izvršena je 01. srpnja kada je utvrđeno da u klopkama nije bilo ulova. Sakupljanje uzoraka započelo je dva dana kasnije, 03. srpnja kada su zabilježeni prvi ulovi. Nakon toga, prikupljanje uzoraka vršeno je svakih dva tjedna uzastopno sve dok su bilježeni ulovi. Za potrebe ovog diplomskog rada 25. rujna izvršeno je posljednje prikupljanje uzoraka. Uzorci su na terenu pohranjivani u plastične posudice obilježene prema datumu, lokaciji i tipu klopke (slika 15)

Slika 14. Prikupljanje uzoraka na terenu

Slika 15. Posudica s uzorcima

Prebrojavanje prikupljenih uzoraka (slike 16 i 17) obavljeno je u Laboratoriju za patologiju drveća na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije. Prebrojavanjem je utvrđen točan

broj jedinki borovog četnjaka ulovljen u pojedinu klopku za svaki datum sakupljanja. Obrada dobivenih podataka obavljena je u programu »MS Excel«.

Slika 16. Prebrojavanje uzoraka u laboratoriju

Slika 17. Prebrojavanje uzoraka u laboratoriju

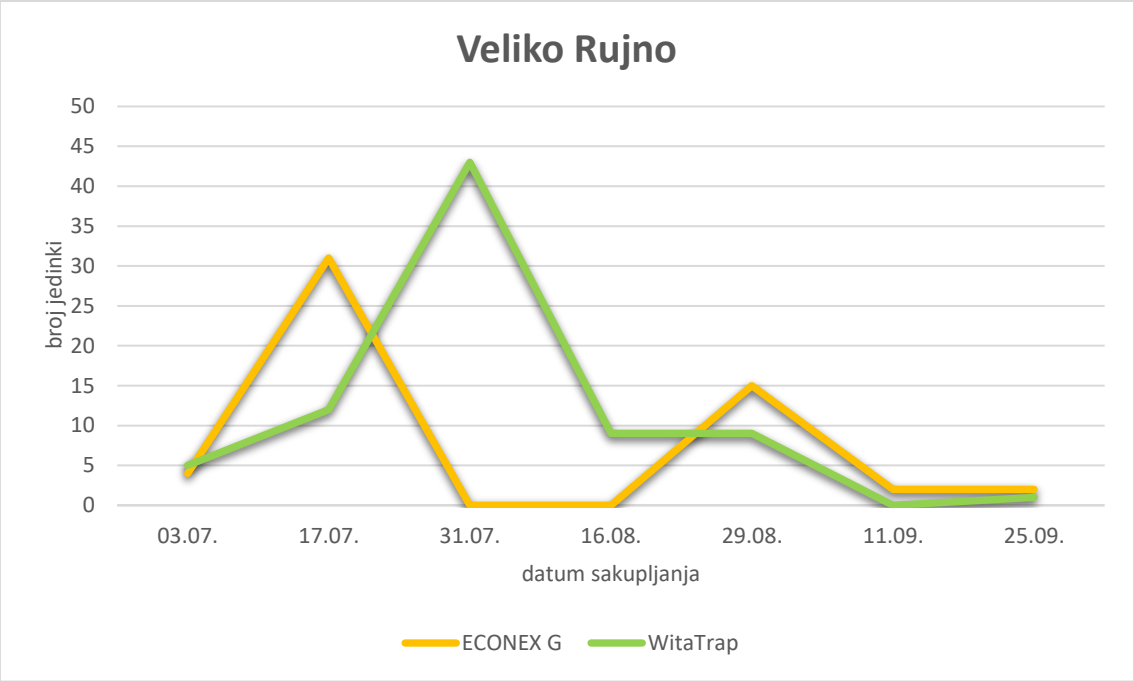
4. REZULTATI

Rojenje borovog četnjaka gnjezdara u NP Paklenica 2023. godine započelo je 03. srpnja, kada su u svim postavljenim klopkama zabilježeni prvi ulovi. Prema rezultatima u tablici 3 vidljivo je kako rojenje traje do kraja rujna, a kulminacija je zabilježena između 16. i 29. kolovoza. Ukupan broj muških jedinki borovog četnjaka ulovljen tijekom sezone rojenja u NP Paklenica iznosi 1036 komada.

Tablica 3. Ulovi borovog četnjaka po lokacijama i datumu

	03.07.	17.07.	31.07.	16.08.	29.08.	11.09.	25.09.	UKUPNO
Veliko Rujno - (ECONEX G)	4	31	0	0	15	2	2	**54**
Veliko Rujno - (WitaTrap)	5	12	43	9	9	0	1	**79**
Ramići - (ECONEX G)	5	2	0	75	55	2	0	**139**
Ramići - (WitaTrap)	3	58	0	51	216	0	2	**330**
Pjeskovita kosica	6	78	59	61	50	16	3	**273**
Velika Paklenica	1	37	22	17	13	15	1	**106**
Mala Paklenica	4	29	22	0	0	0	0	**55**
UKUPNO	**28**	**247**	**146**	**213**	**358**	**35**	**9**	**1036**

Na pokusnoj plohi Veliko Rujno praćeno je stanje ulova kroz oba tipa klopki. ECONEX G klopka ranije započinje s kulminacijom u odnosu na WitaTrap klopku (slika 18). ECONEX G klopka najveći ulov bilježi 17.srpnja te nakon toga u idućih mjesec dana ne bilježi ulov. Prilikom sakupljanja 31. i 16. srpnja na terenu je zatečena progrizena vrećica (slika 19) pa je potencijalni ulov leptira bio izgubljen. WitaTrap najveći ulov bilježi 31. srpnja. Brojnost ulovljenih jedinki prema kraju ljeta opada.



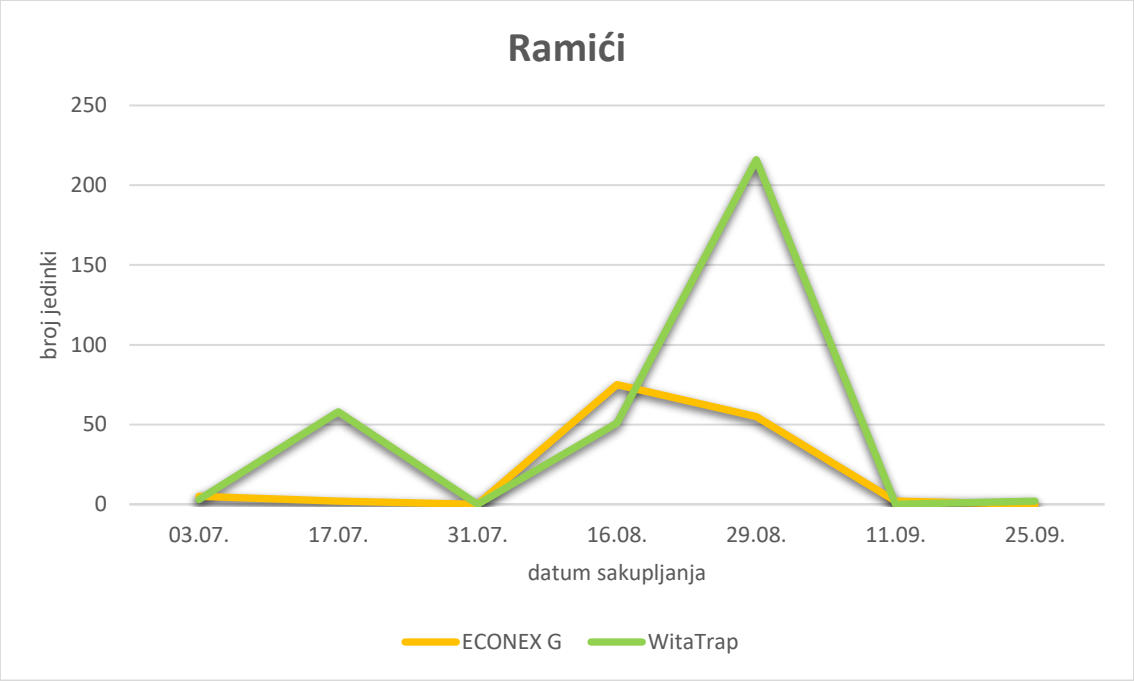
Slika 18. Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Veliko Rujno

Slika 19. Progrizena vrećica klopke ECONEX G

Slika 20. WitaTrap klopka zatečena na podu

Iznad zaseoka Ramići također je praćena brojnost jedinki borovog četnjaka kroz oba tipa klopki. Kulminacija ulova pomaknuta je prema sredini kolovoza za ECONEX G tip klopke, odnosno kraju kolovoza za WitaTrap tip. Prilikom sakupljanja uzoraka 17. srpnja zatečena je progrizena vrećica ECONEX G tipa pa je potencijalni ulov izgubljen, vrećica je sanirana te

pomaknuta na drugu mikrolokaciju. 31. srpnja na terenu ponovno bilježimo gubitak ulova zbog novih progrizenih rupa na vrećici klopke. Kod WitaTrap klopke 31.srpnja također je zabilježen gubitak ulova jer je zbog jakog vjetra i velike težine od nakupljene kišnice unutar spremnika klopka pala sa stabla (slika 20). Najbolji ulov borovog četnjaka u ovom istraživanju bilježi WitaTrap klopka na datum 29. kolovoz s 216 ulovljenih jedinki. Navedeni podatak možemo pripisati strujanju toplog zraka koji je kroz kanjon Velike Paklenice nanosio leptire u više dijelove NP, dok ih je feromonska pasta privukla do klopke. Ovdje se jasno vidi kako se period rojenja pomaknuo prema kraju kolovoza.

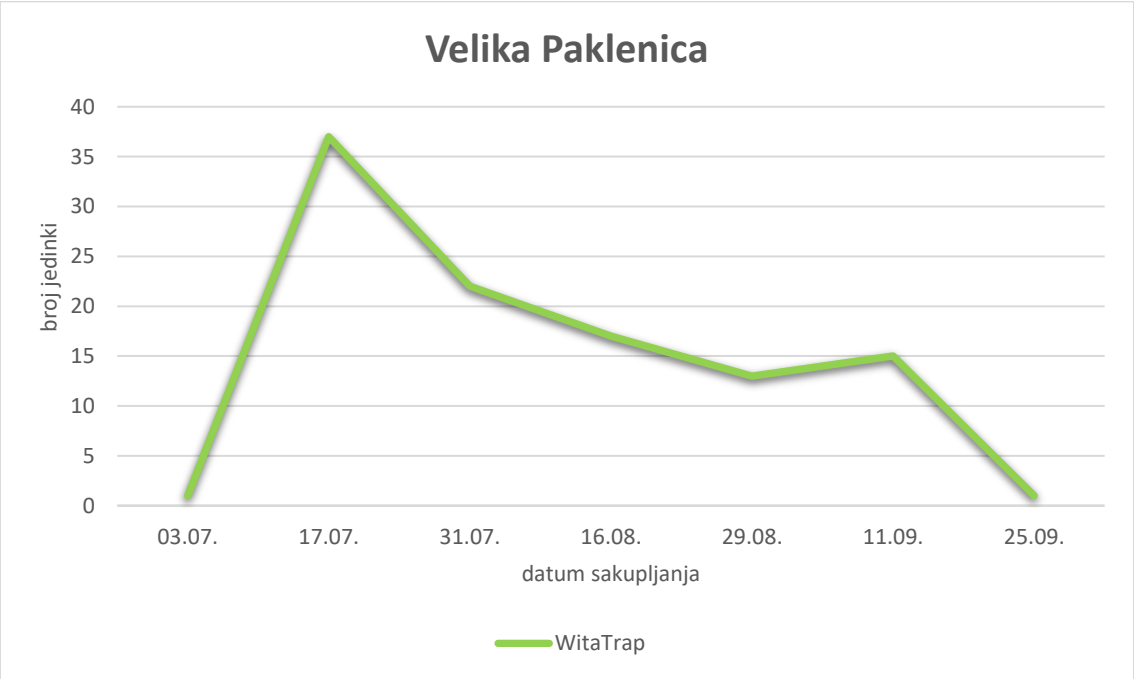


Slika 21. Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Ramići

Slika 22 prikazuje ulove borovog četnjaka po datumima za lokaciju Pjeskovita kosica. Ulov na ovoj lokaciji kulminira već sredinom srpnja nakon čega lagano opada prema kraju ljeta. Najveći ulov zabilježen je 17. srpnja kada je brojnost jedinki bila 78 komada.

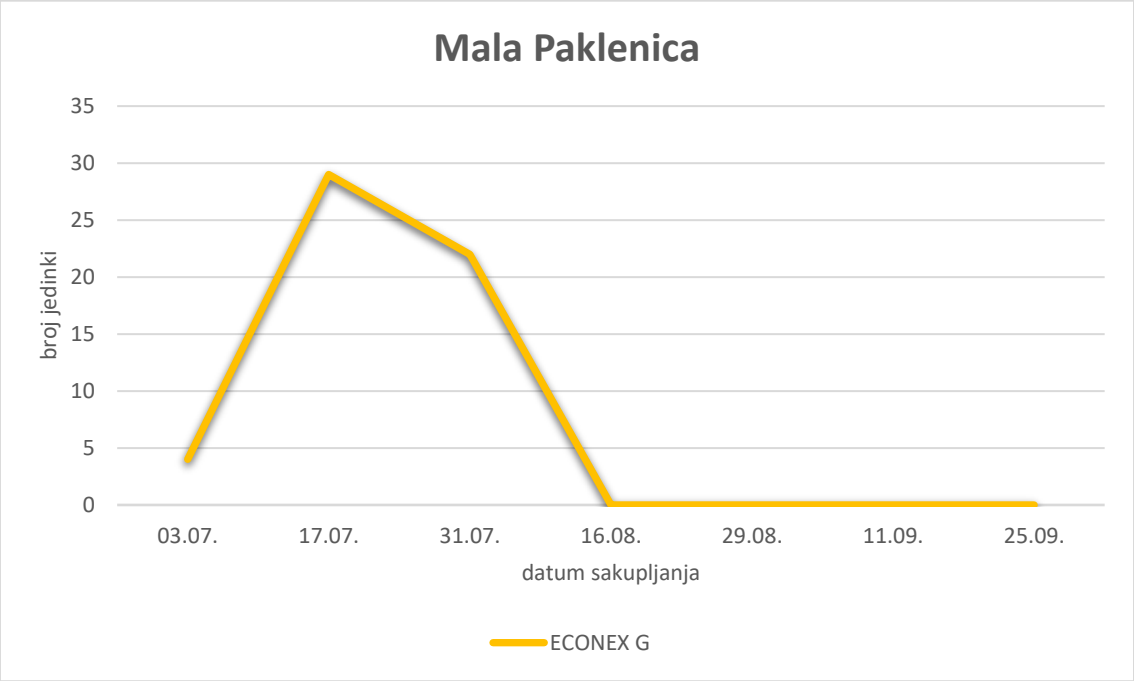
Slika 22.Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Pjeskovita kosica

Kanjon Velike Paklenice prati trend Pjeskovite kosice ali s manjom brojnosti jedinki po datumu sakupljanja. Kulminacija je zabilježena sredinom srpnja te prema kraju ljeta postupno opada s blagim porastom brojnosti sredinom rujna. Najviše ulovljenih jedinki za ovu lokaciju unutar perioda opažanja je 35 komada (slika 23).



Slika 23.Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Velika Paklenica

Slika 24 prikazuje ulove borovog četnjaka za kanjon Male Paklenice gdje je također kulminacija zabilježena sredinom srpnja kada broj ulovljenih jedinki iznosi 29 komada te nakon toga opada. Na ovoj lokaciji od 16. kolovoza pa do kraja praćenja nisu zabilježeni ulovi. Vrećica, koja kod ove klopke služi kao spremnik za pohranu ulova, progrizena je na više mjesta. Svakim obilaskom terena vrećica je sanirana no progrizanja su bilježena ponovno na novim mjestima. Broj ulova jedinki ovisan je i o mikrolokaciji koja možda na ovoj lokaciji nije bila povoljna.

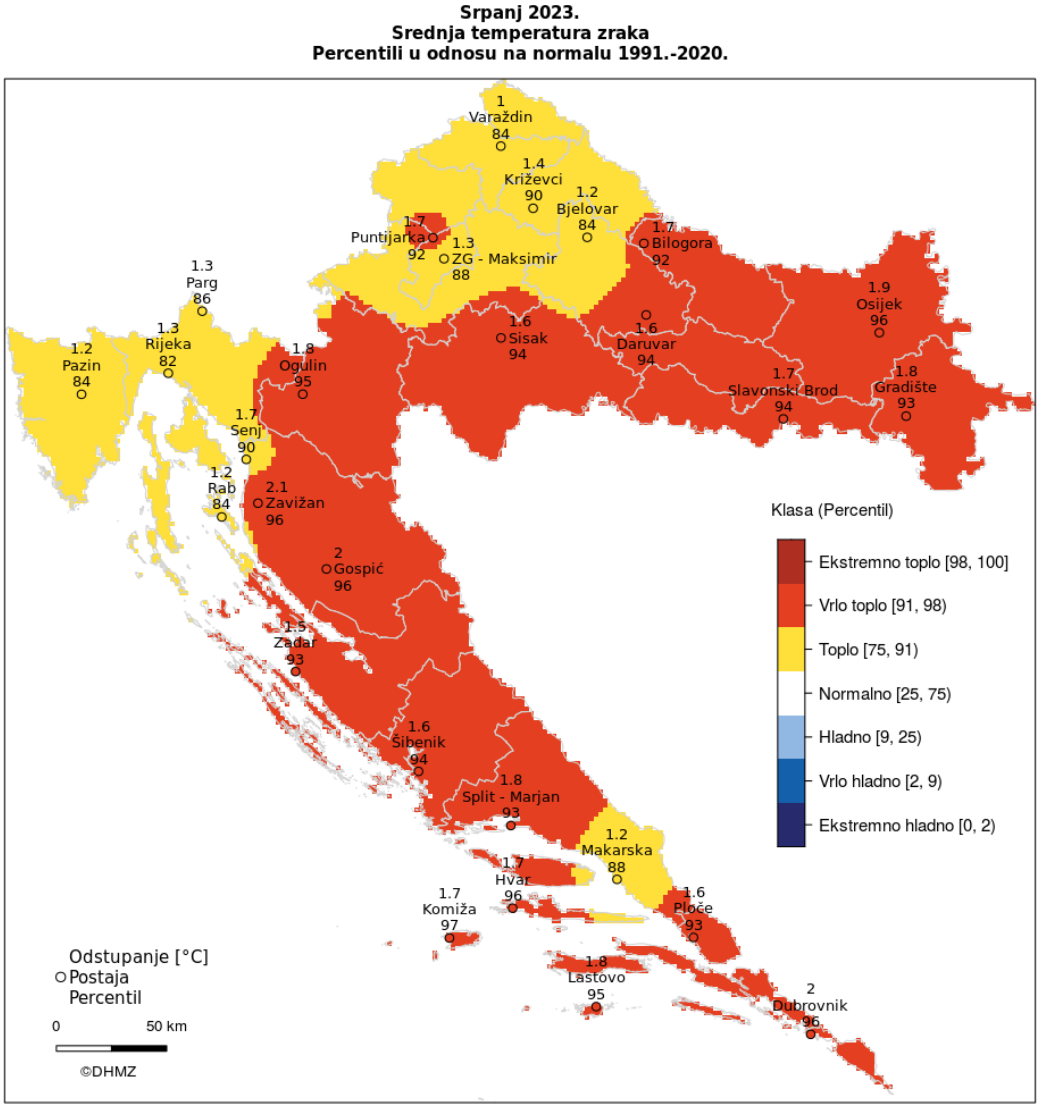


Slika 24.Prikaz ulova borovog četnjaka po datumima za lokaciju Mala Paklenica

5. RASPRAVA

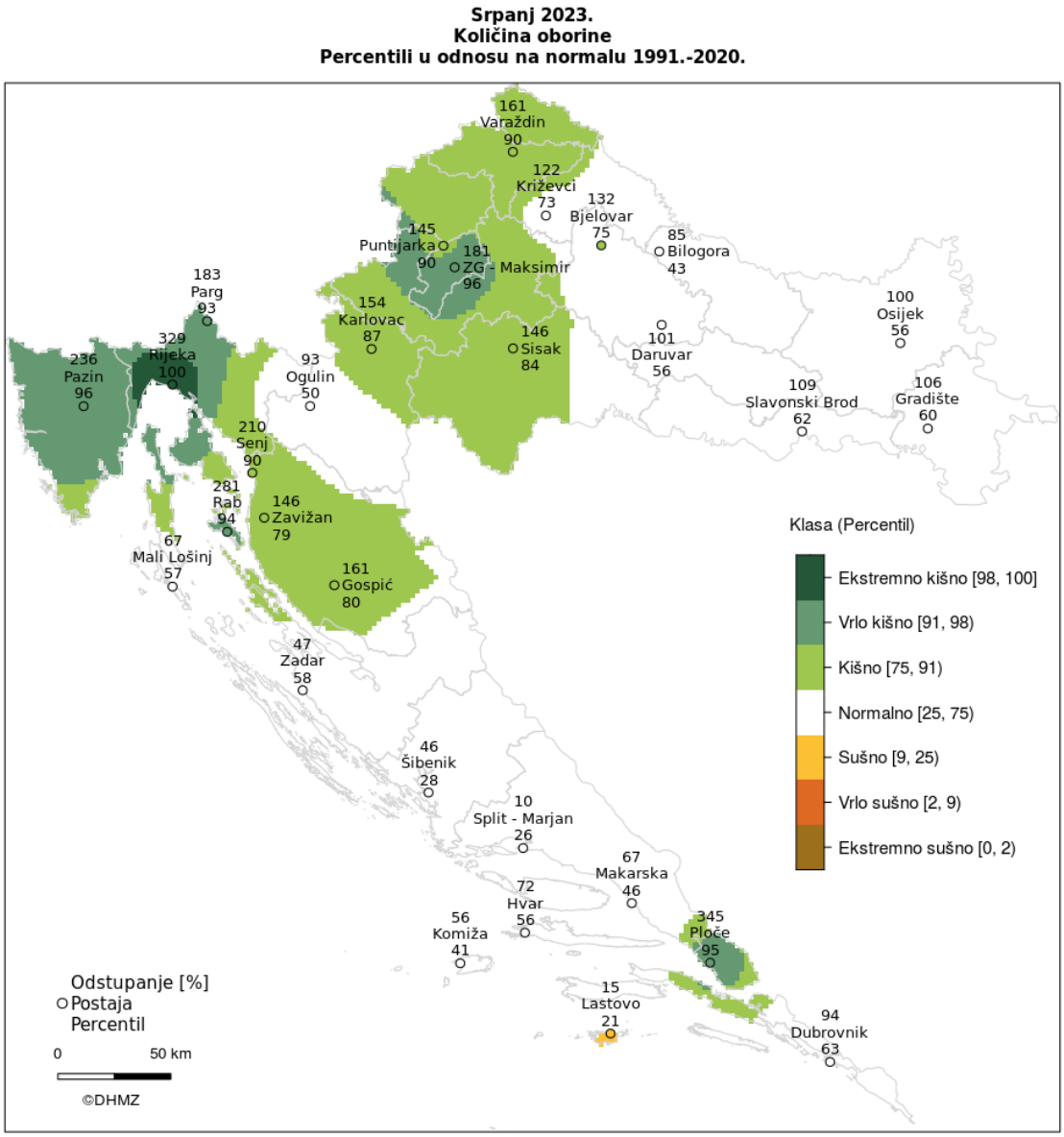
5.1. Analiza klime

Državni hidrometeorološki zavod na svojim stranicama objavio je analizu klimatskih prilika po mjesecima za 2023. godinu kroz odstupanja vezana za srednju temperaturu zraka i količinu oborina u odnosu na normalu 1991. – 2020. Mjesec srpanj na području NP Paklenica okarakteriziran je kao vrlo topao s odstupanjem srednje temperature zraka za 1.5 – 2 °C (slika 25) .



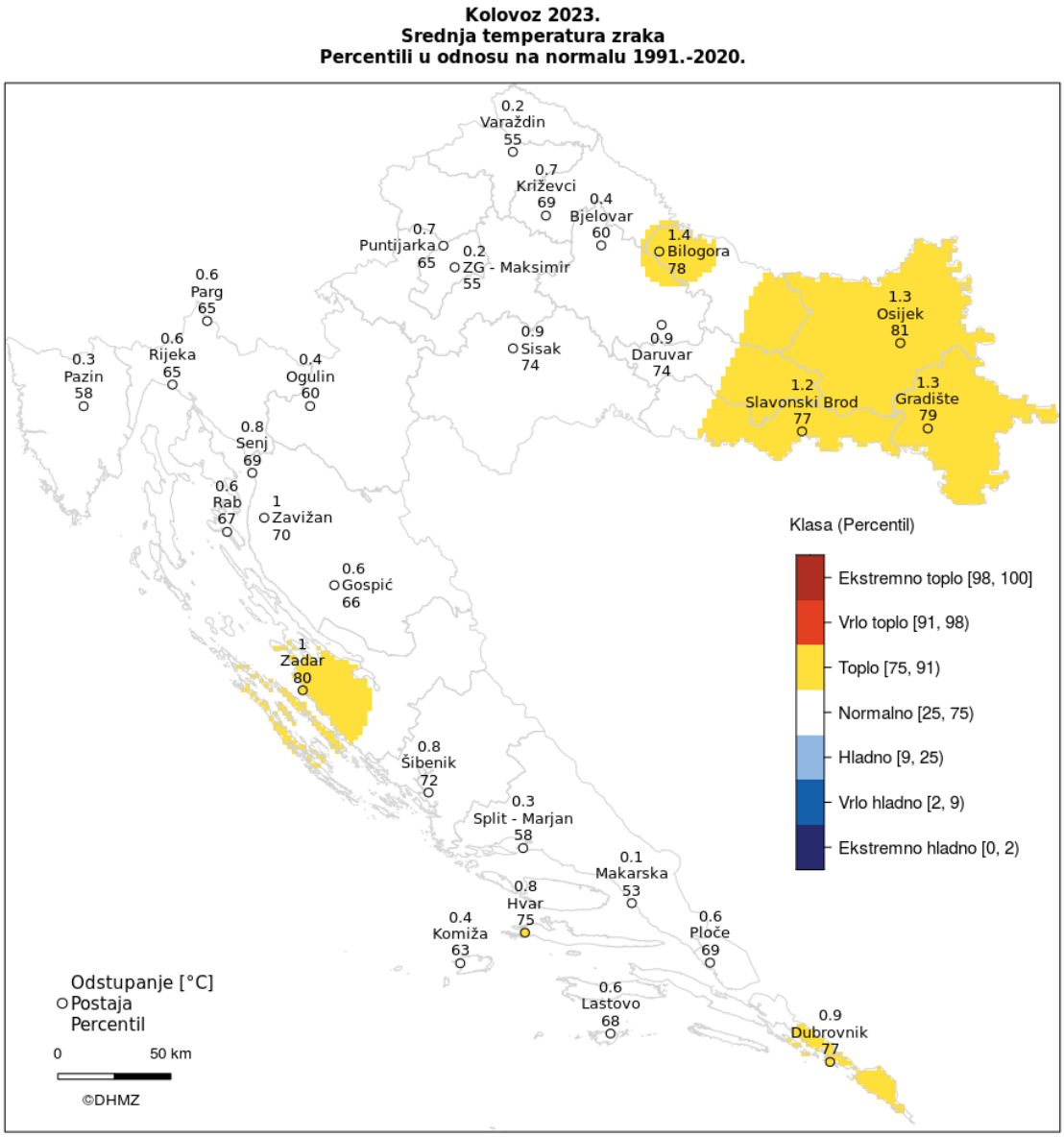
Slika 25. Srednja temperatura zraka za srpanj 2023. godine u Hrvatskoj (izvor: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje&param=ocjena&el=msg_ocjena&MjesecSezona=7&Godina=2023 (pristupljeno: 13.09.2023.))

Srednja količina padalina na području NP Paklenica za mjesec srpanj odstupa u odnosu na normalu 1991. – 2020. za 161 % i okarakteriziran je kao kišno razdoblje.



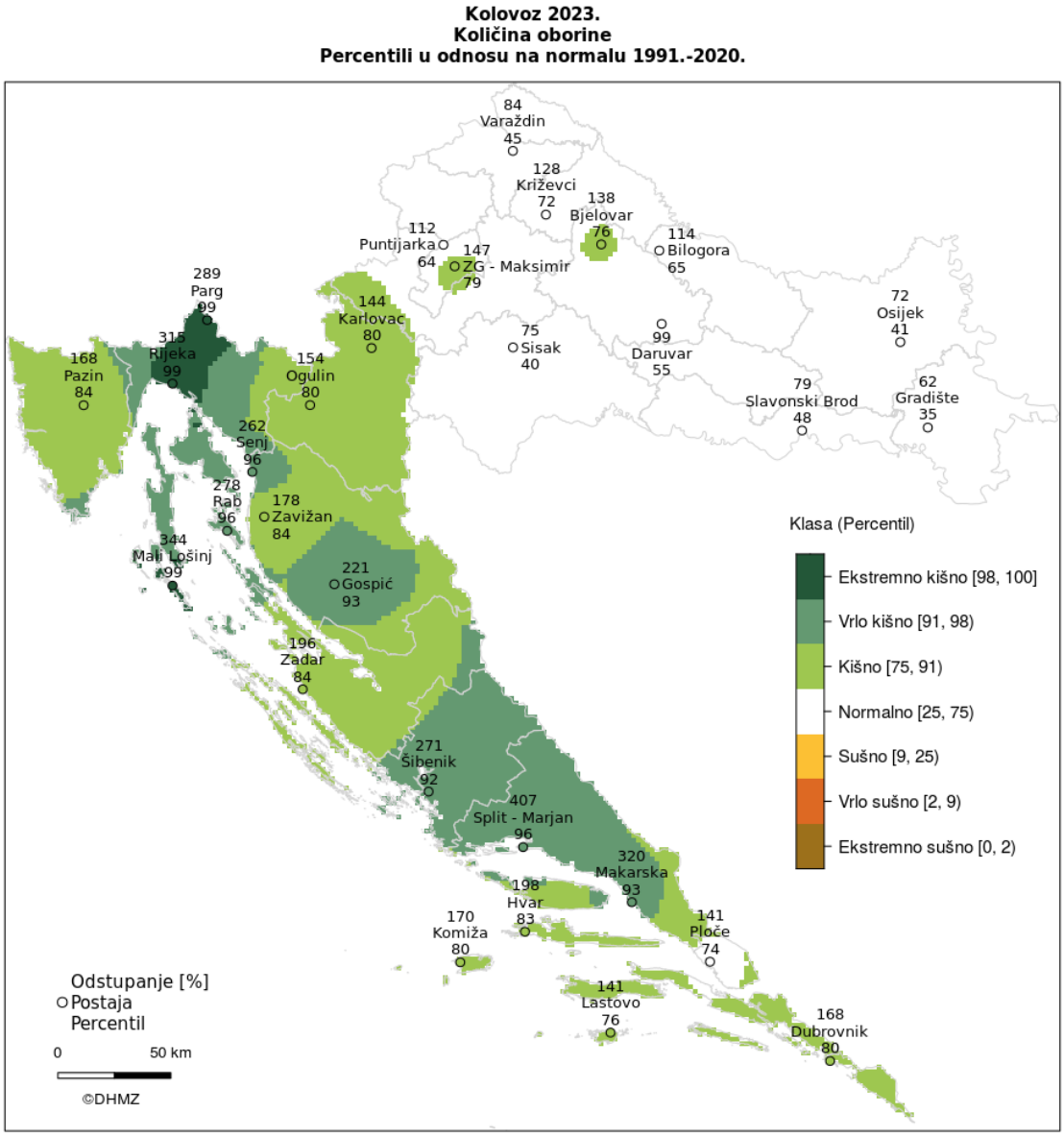
Slika 26. Srednja količina oborina za srpanj 2023. godine u Hrvatskoj (izvor: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje&param=ocjena&el=msg_ocjena&MjesecSezona=7&Godina=2023 (pristupljeno: 13.09.2023.))

Temperatura kolovoza na području Parka bila je normalna s odstupanjem srednje temperature za 0.6 – 1 °C



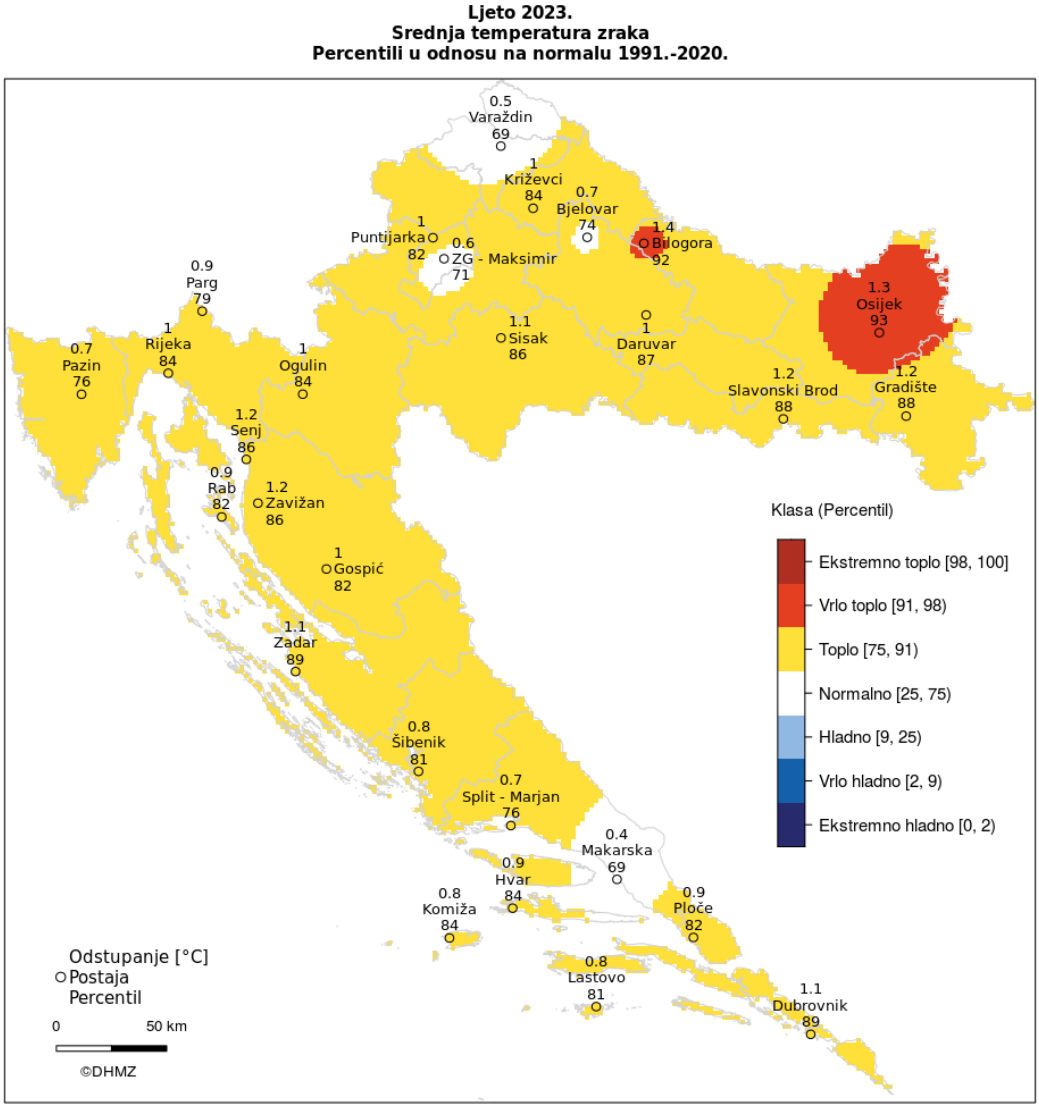
Slika 27. Srednja temperatura zraka za kolovoz 2023. godine u Hrvatskoj (https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje&param=ocjena&el=msg_ocjena&MjesecSezona=8&Godina=2023 (pristupljeno: 13.09.2023.))

Slika 28 prikazuje odstupanje srednje količine padalina na području parka za mjesec kolovoz. Količina padalina veća je za 221 – 196 % u odnosu na normalu 1991. – 2020. te mjesec kolovoz spada u klasu kišnog do vrlo kišnog.



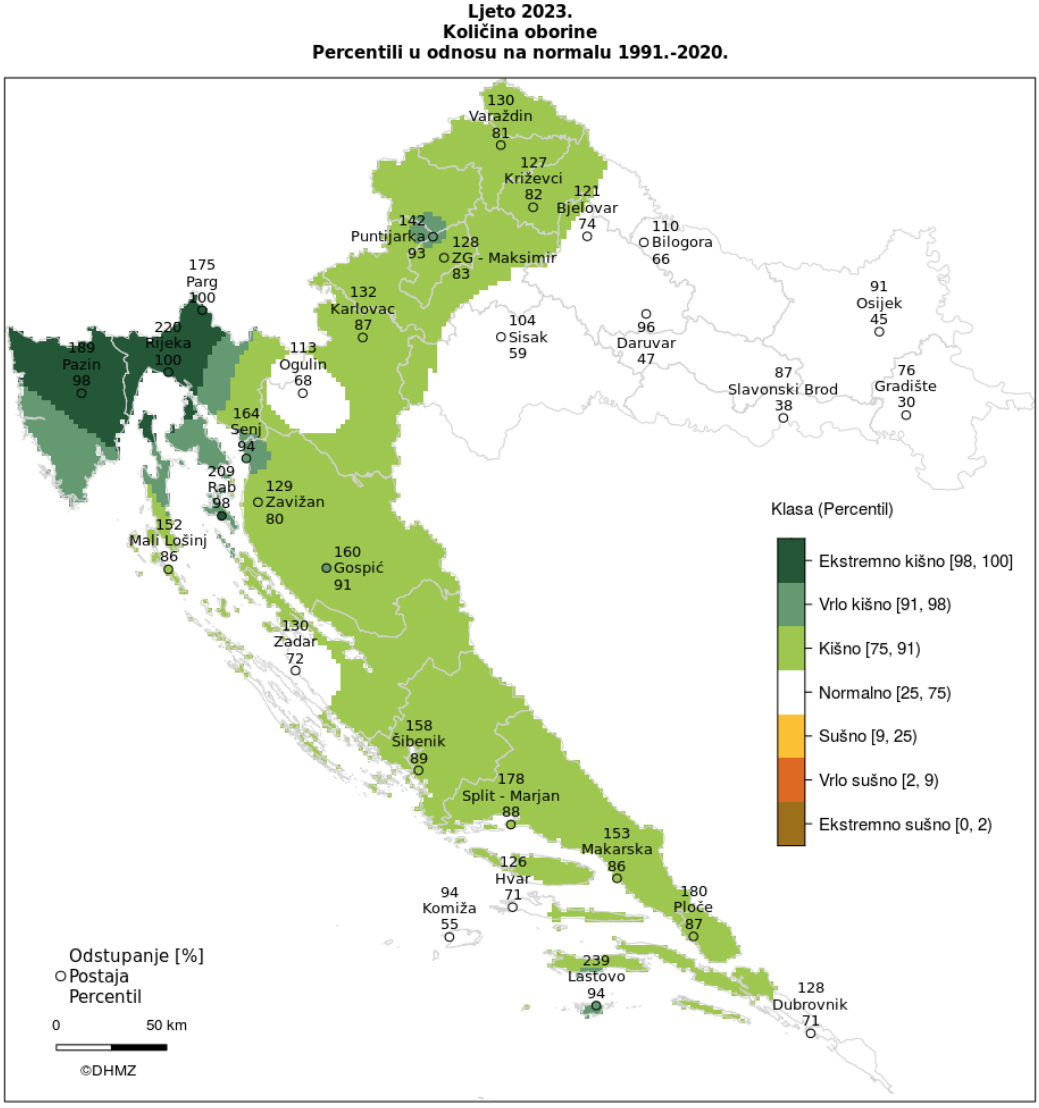
Slika 28. Srednja količina oborina za kolovoz 2023. godine u Hrvatskoj (izvor: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje&param=ocjena&el=msg_ocjena&MjesecSezona=8&Godina=2023 (pristupljeno: 13.09.2023.))

DHMZ na svojim stranicama objavio je analizu ljeta za 2023. godinu kroz odstupanja vezana za srednju temperaturu zraka i količinu oborina u odnosu na normalu 1991. – 2020. Prema objavljenim podatcima područje NP Paklenica okarakterizirano je kao toplo s temperaturnim odstupanjem u odnosu na normalu za 1 – 1,1 °C (slika 29) .



Slika 29 Srednja temperatura zraka za ljeto 2023. u Hrvatskoj (izvor : https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje&param=ocjena&el=msg_ocjena&MjesecSezona=ljeto&Godina=2023 (pristupljeno 13.09.2023.))

Analiza količine oborina prikazuje odstupanje za 130 – 160 % u odnosu na normalu 1991. – 2020. pa je područje Nacionalnog parka opisano kao kišno (slika 30).



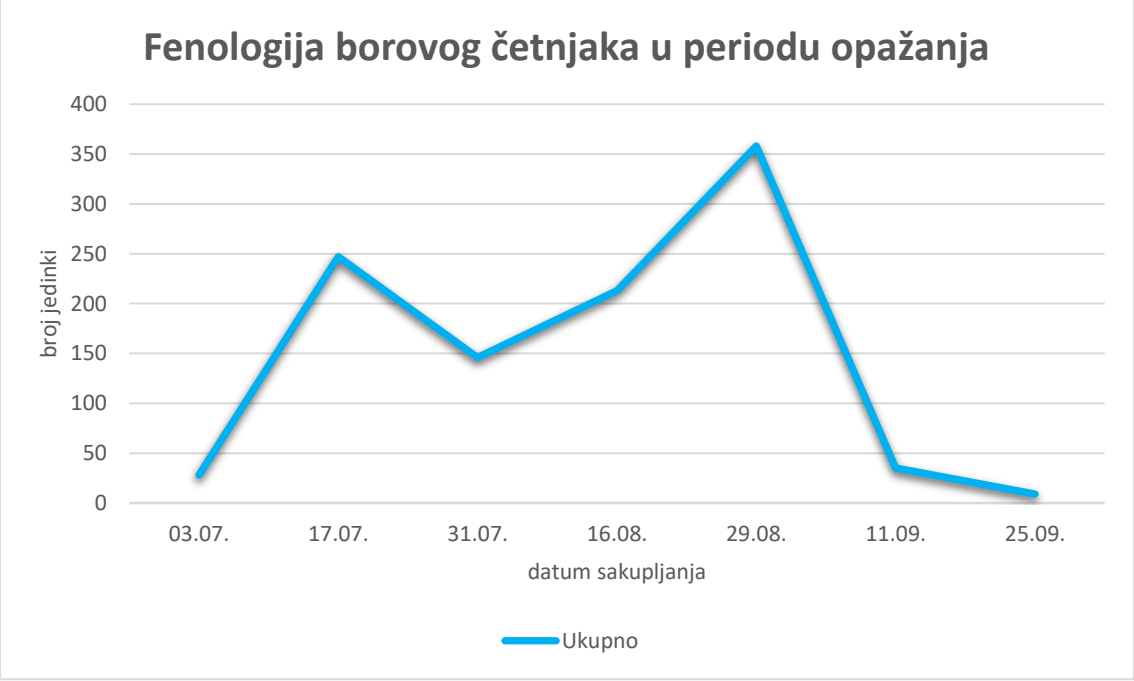
Slika 30. Količina oborina za ljeto 2023. u Hrvatskoj (izvor: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje&param=ocjena&el=msg_ocjena&MjesecSezona=ljeto&Godina=2023 (pristupljeno 13.09.2023.))

5.2. Analiza dobivenih rezultata

Kako je ovo tek prva godina monitoringa borovog četnjaka u NP Paklenica te se po prvi puta prati aktivnost i utvrđuje fenologija ove vrste štetnika, nije moguće nadovezati rezultate i izvršiti usporedbu. Tek nakon deset godina provedbe monitoringa neke vrste moguće je izraditi trend brojnosti i perioda rojenja.

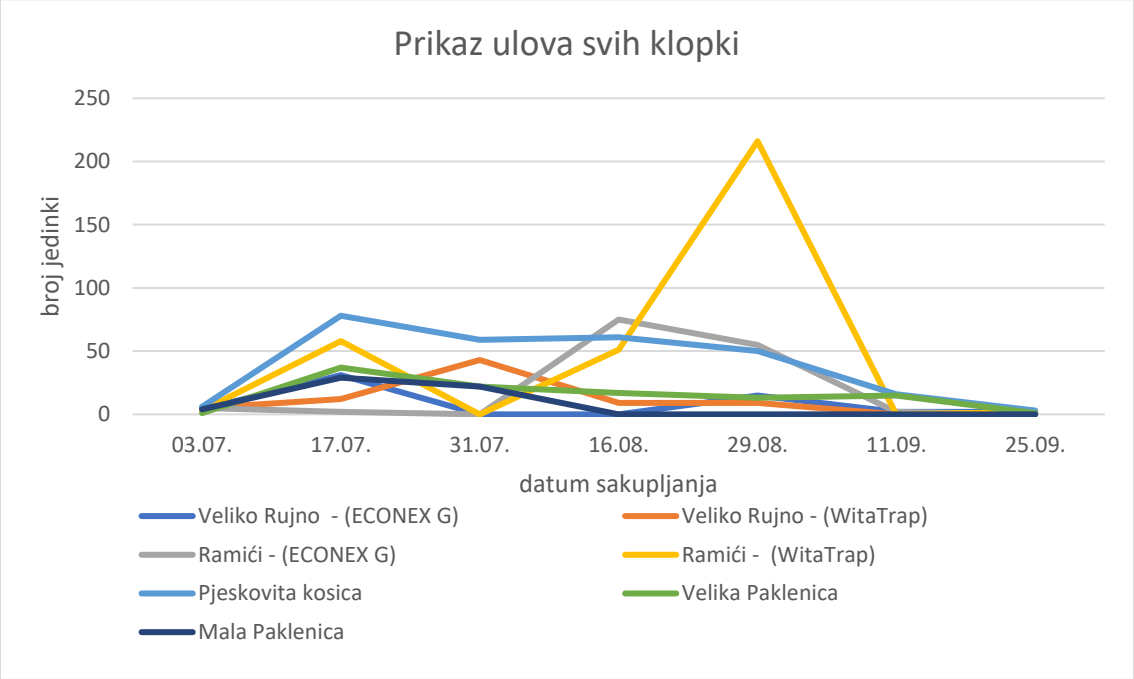
Ovo istraživanje obilježilo je početak procesa praćenja ove vrste te doprinosi boljem razumijevanju borovog četnjaka kao štetnika bora na našim prostorima. Bitno je naglasiti kako dobiveni podatci vezani za početak i trajanje rojenja ove vrste odstupaju od literature te otkrivaju nove spoznaje.

Fenologija borovog četnjaka gnjezdara u NP Paklenica za 2023. godinu prikazana je na slici 31. Obzirom na početak perioda rojenja vidljivo je kako su klopke pravovremeno postavljene. Brojnost jedinki ima trend rasta do sredine srpnja te nakon toga bilježi pad do kraja mjeseca. Ovu pojavu pada brojnosti krajem srpnja možemo povezati s vremenskim neprilikama u obliku olujnog vjetra i velike količine padaline koje su prouzročile štete na pojedinim klopkama WitaTrap tipa te progrizenim vrećicama na ECONEX G tipu klopke zbog čega je izgubljen potencijalni ulov u tom periodu. Brojnost od kraja srpnja raste te bilježi kulminaciju krajem kolovoza s 358 ulovljenih jedinki borovog četnjaka. Prema kraju ljeta brojnost ulovljenih jedinki opada što predstavlja kraj rojenja ove vrste za godinu 2023.



Slika 31. Prikaz fenologije borovog četnjaka u periodu opažanja

Slika 32 prikazuje brojnost jedinki za sve klopke po datumu sakupljanja uzoraka na terenu. Ističe se pokusna ploha iznad zaseoka Ramići s WitaTrap klopkom koja krajem kolovoza bilježi najbolji ulov, s 216 jedinki borovog četnjaka, tijekom perioda praćenja.



Slika 32. Prikaz ulova svih klopki po datumu sakupljanja

Istraživanjem su uočeni nedostatci kod oba tipa klopki. ECONEX G tip klopke ima dobro dizajnirano tijelo klopke, ali spremnik u obliku plastične vrećice pokazao se kao veći propust zbog kojeg je izgubljen dio potencijalnog ulova. Kako navodi proizvođač klopke, vrećica je u donjem dijelu obojana u crnu boju kako bi ulove sačuvala od napada ptica, što se pokazalo kao točno. Međutim, spremnik u obliku plastične vrećice biva progrizen na više mjesta i na svim lokacijama (slika 33). Pretpostavka je da su progrizene rupice nastale od strane porodice mrava (*Formicidae)* ili pak porodice skakavaca (*Acrididae)*.

Slika 34 prikazuje način na koji smo na terenu sanirali postojeće rupice. Drugi nedostatak predstavlja plastični prsten zbog kojeg je otežano montiranje spremnika u obliku vrećice na tijelo klopke.

Slika 33. Progrizena vrećica

Slika 34. Sanirana vrećica

WitaTrap tip klopka dolazi u dvije verzije: s neprozirnim, zelenim spremnikom i s prozirnim spremnikom. Glavni nedostatak predstavlja špagica pomoću koje se klopka vješa o stablo. S vremenom ova špagica zbog izloženosti svakodnevnim visokim temperaturama u kombinaciji s povremenim padalinama gubi na svojoj čvrstoći te puca (slika 35). Na terenu špagice su zamijenjene žicom kako bi klopke bile ponovno lovne. Također, jedan od nedostataka zelenog spremnika je što nema propuste za nakupljenu vodu (slika 36). Voda, odnosno padaline nakupljaju se u spremniku bez mogućnosti istjecanja. Nakupljena voda znatno otežava klopku što dovodi do pucanja same grane na koju je klopka ovješena ili špagice pod utjecajem vjetra.

WitaTrap klopka s transparentnim spremnikom pokazala se kao najbolja verzija klopke na terenu. Na dnu prozirnog spremnika nalaze se rupice koje služe za istjecanje nakupljene vode što predstavlja veliku prednost nad zelenim spremnikom. Jedini nedostatak ostaje spomenuta špagica.

Slika 35. Puknuta špagica

Slika 36. Spremnik bez propusta za vodu

6. ZAKLJUČAK

Temeljem ovog istraživanja dolazimo do slijedećih zaključaka:

- Period rojenja borovog četnjaka gnjezdara u NP Paklenici traje kroz srpanj, kolovoz i rujan što je duži period od onog opisanog u literaturi gdje se rujan ne spominje.
- Prosječno manja temperatura viših nadmorskih visina u NP Paklenica nema utjecaj na početak i trajanje perioda rojenja borovog četnjaka. Period rojenja počinje i završava istovremeno na svim nadmorskim visinama.
- Klopke tipa ECONEX G koje koriste plastičnu vrećicu kao spremnik nisu za upotrebu u šumi jer su podložne oštećivanju od strane kukaca.
- Za monitoring borovog četnjaka gnjezdara kao najbolja se pokazala klopka WitaTrap s prozirnom posudom koja ima vodopropusne otvore na dnu.
- Obzirom na dinamiku strujanja toplog zraka lokacija iznad zaseoka Ramići, koja se nalazi u geometrijskom središtu NP Paklenice, pokazala se kao najproduktivnija.

7. LITERATURA

1. BATTISTI A. 1988: Host-plant relationships and population dynamics of the pine processionary caterpillar Thaumetopoea pityocampa (Denis and Schiffermueller). J. Appl. Entomol., 105: 393-402.

2. Battisti, A., Stastny, M., Netherer, S., Robinet, C., Schopf, A., Roques, A., Larsson, S.,2005. Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. Ecol. Appl. 15 (8), 2084–2096.

3. Battisti A., Petrucco Toffolo E., Bernardinelli I. 2006. CLIMATE CHANGE AND EXPANSION OF THE PINE PROCESSIONARY MOTH, THAUMETOPOEA PITYOCAMPA, IN NORTHERN ITALY

4. González-Tokman D., Córdoba-Aguilar A., Dáttilo W., Lira-Noriega A., Sánchez-Guillén R. A., Villalobos F. (2020): Insect responses to heat: physiological mechanisms, evolution and ecological implications in a warming world. Biological Reviews 95(3): 802–821.

5. Harvey J. A., Heinen R., Gols R., Thakur M. P. (2020): Climate change-mediated temperature extremes and insects: From outbreaks to breakdowns. Global Change Biology 26(12): 6685–6701

6. Huchon, H., Démolin, G., 1971. La bioécologie de la processionnaire du pin. Dispersion potentielle. Dispersion actuelle. Phytoma (23), 11–20.

7. HODAR J. H., ZAMORA R., CASTRO J., BARAZA E. 2004: Feast and famine: previous defoliation limiting survival of pine processionary caterpillar Thaumetopoea pityocampa in Scots pine Pinus sylvestris. Acta Oecol., 26: 203-210

8. Hrašovec, B. i Franjević, M. 2011: Primijenjena entomologija, Posebni dio, Pregled najznačajnijih vrsta šumskih kukaca i njihova osnovna biološka obilježja,

9. Internet stranica Državnog hidrometeorološkog zavod,

10. Kellermann V., van Heerwaarden B. (2019): Terrestrial insects and climate change: adaptive responses in key traits. Physiological Entomology 44(2): 99–115.

11. Kovačević Željko, 1956. : Primijenjena entomologija, III. Knjiga, Šumski štetnici

12. Margot Régolini, Bastien Castagneyrol, Anne-Maďmiti Dulaurent-Mercadal , Dominique Piou , Jean-Charles Samalens, Hervé Jactel (2014.) Effect of host tree density and apparency on the probability of attack by the pine processionary moth

13. MASUTTI L. & BATTISTI A. 1990: Thaumetopoea pityocampa (Den. and Schiff.) in Italy. Bionomics and perspectives of integrated control. J. Appl. Entomol., 110: 229-234

14. Plan upravljanja NP Paklenica, 2007. – (Np Paklenica HR.indd (np-paklenica.hr))

15. Robinet, C., Roques, A., 2010. Direct impacts of recent climate warming on insect populations. Integr. Zool. 5 (2), 132–142.

16. Vega J, Vega JM, Moneo I, Armentia A, Caballero ML, Miranda A (2004) Occupational immunologic contact urticaria from pine processionary caterpillar (Thaumetopoea pityocampa): experiencein 30 cases. Contact Dermatitis 50:60–64

17. https://www.witasek.com/shop/en/pheromone-traps-attractants/traps-for-moths-flies-wasps/113/witatrap-funnel-trap (pristupljeno 23.08.23.)

18. https://www.e-econex.net/en/ (pristupljeno 25.08.23.)