Volumetrijska i morfometrijska obilježja najvažnijih vrsta Sredozemnih potkornjaka s naglaskom na vrste Orthotomicus erosus i Hylurgus miklitzi

Jakobašić, Tea

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:496745

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ

URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA OKOLIŠA I PRIRODE

TEA JAKOBAŠIĆ

MORFOMETRIJSKA I VOLUMETRIJSKA OBILJEŽJA NAJVAŽNIJIH VRSTA SREDOZEMNIH POTKORNJAKA HRVATSKOG PRIOBALJA

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN 2020.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje
Predmet:	Primijenjena entomologija
Mentor:	Boris Hrašovec
Asistent-znanstveni novak:	Milivoj Franjević
Student(*ica):	Tea Jakobašić
JMBAG:	0068227947
Akad.godina:	2020./2021
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 2020.
Sadržaj rada:	Slika: 24 Tablica: 3 Grafikona: 3 Navoda literature: 5
Sažetak:	U radu su morfometrijski i volumetrijski obrađeni feromonski ulovi najvažnijih vrsta Sredozemnih potkornjaka hrvatskog priobalja na lokacijama u zaleđu Biograda na moru. Prethodno očišćeni feromonski ulovi sortirani su po vrstama u i sortirani u Laboratoriju za patologiju drveća (entomologija) na Šumarskom fakultetu. Nasumično odabrani broj istovrsnih jedinki 7 vrsta potkornjaka ovim je radom morfometrijski obrađen (izmjerena duljina i širina tijela) dok je na tri najčešće i najvažnije vrste obavljena volumetrija. Rezultati su ukazali na jasnu segregaciju morfometrijskih obilježja za dvije, po dimenzijama, bliske vrste (*Orthotomicus erosus* i *Hylurgus miklitzi*). Volumetrija je također pokazala jasne razlike između ove dvije vrste, odnosno kvantificiran je broj jedinki po jedinici volumena što zajedno s morfometrijskim rezultatima predstavlja temelj za izradu konkretnih uputa kod obrade budućih feromonskih ulova važne i ciljne vrste Sredozemlja, *O.erosus*.

	IZJAVA **O IZVORNOSTI RADA**	**OB ŠF 05 07** Revizija: 1 Datum: 2020.

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

_____

vlastoručni potpis

Tea Jakobašić

U Zagrebu, *2020.*

SADRŽAJ

UVOD 1

1.1. HRVATSKO PRIOBALJE 1

1.2. ŠTETE OD POTKORNJAKA U HRVATSKOM PRIOBALJU 1

1.3. NAJVAŽNIJE VRSTE SREDOZEMNIH POTKORNJAKA 4

2. CILJ RADA 12

3. MATERIJALI I METODE 13

3.1. LABORATORIJSKA ANALIZA MATERIJALA 13

3.2. ODREĐIVANJE VOLUMETRIJSKIH OBILJEŽJA *O. erosus* i *H. miklitzi* PONAOSOB 14

3.3. ODREĐIVANJE VOLUMETRIJSKIH OBILJEŽJA RAZLIČITIH BROJČANIH SMJESA *O. erosus* i *H. miklitzi* 16

3.4. ODREĐIVANJE MORFOMETRIJSKIH OBILJEŽJA 17

4. REZULTATI 25

4.1. VOLUMETRIJSKA OBILJEŽJA 25

4.2. REZULTAT VOLUMETRIRANJA RAZLIČITIH OMJERA DVIJE VRSTE POTKORNJAKA (*O. erosus* i *H. miklitzi*) 26

4.3. MORFOMETRIJSKA OBILJEŽJA 27

5. ZAKLJUČAK 30

6. LITERATURA 32

UVOD

1.1. HRVATSKO PRIOBALJE

Zahvaljujući prostornom položaju otoci i hrvatsko priobalje imaju veliku raznolikost i bogatstvo biljnog i životinjskog svijeta. Makije, šikare, kamenjari i ostali današnji degradirani oblici pokazuju da je postojala bujna šuma na hrvatskim otocima i priobalju. Prema sintaksonomskom pregledu šumskih zajednica Hrvatske, u mediteransku regiju spadaju otoci i priobalje hrvatskog Jadrana. Ukupna površina šume i šumskog zemljišta otoka i priobalnog područja Republike Hrvatske iznosi 1 042 081 ha. Šumska vegetacija je iznimno važna i predstavlja nešto što se ne može zamijeniti u zaštiti prirode te je također osnovni čimbenik u svim oblicima zaštite. Sredozemne šume su jedno od svjetskih žarišnih mjesta bioraznolikosti koje karakteriziraju različiti okolišni uvjeti s nizom raznolikosti biljnih i životinjskih vrsta. Nepovoljna odstupanja temperatura i oborina povećavaju rizik opstanka za mnoge šumske vrste drveća. S jedne strane stabla u takvim uvjetima fiziološki slabe, a s druge strane štetni organizmi najčešće imaju povoljnije uvjete za razvoj.

1.2. ŠTETE OD POTKORNJAKA U HRVATSKOM PRIOBALJU

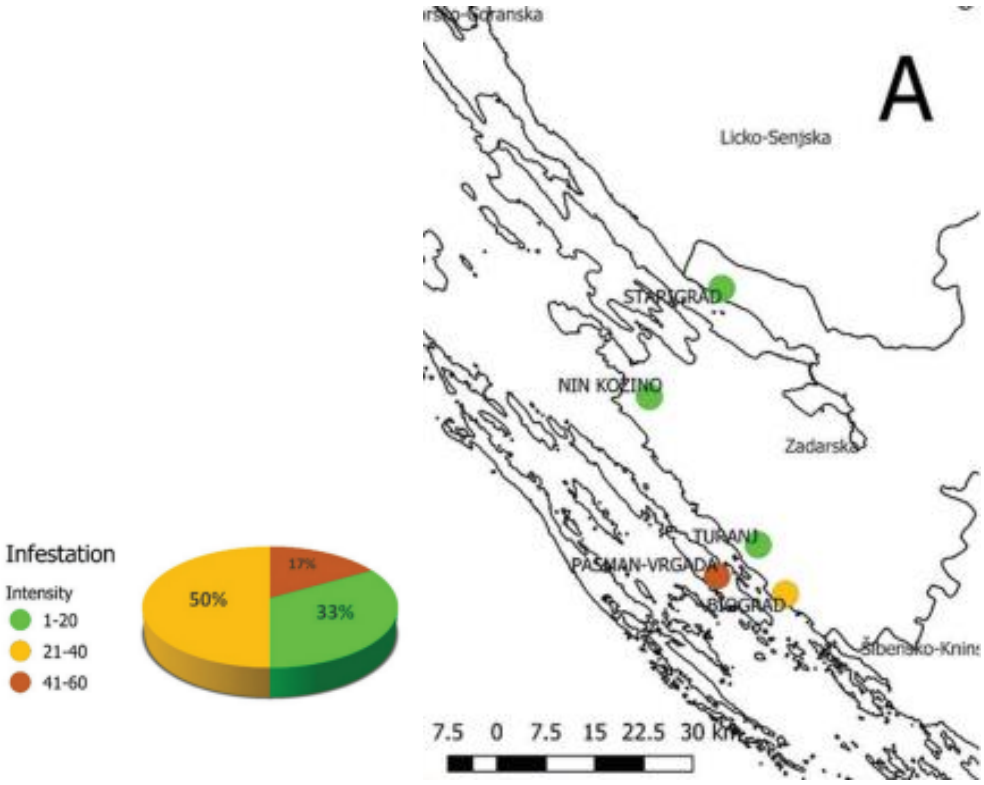
Potkornjaci su važan primjer utjecaja ekoloških i ekonomskih čimbenika na funkcioniranju ekosustava, a njihova aktivnost može ukazivati na zdravstveno stanje i vitalnost šuma. Potkornjaci jesu potporodica kukaca iz reda kornjaša (Coleoptera). Tijelo im je jajoliko, vretenasto ili okruglo te mogu biti veličine od 1 do 8 mm. Žive pod korom ili u drvu gdje rade hodnike koji se dijele na materinske i larvalne. Oblik hodnika važan je kako bismo odredili o kojoj vrsti potkornjaka se radi. Potkornjaci imaju 4 stadija razvoja: stadij jaja, ličinke, kukuljice i imaga (odrasli kukac) pa se kaže da imaju potpunu preobrazbu. Tijekom rojenja i slijetanja na prikladno stablo, ženke rade materinski ili centralni hodnik u kojem polažu jaja. Larvalni hodnik rade ličinke koje izlaze iz jaja i kukulje se na kraju larvalnog hodnika. Iz kukuljice izlazi imago i samostalno izgriza otvor prema van. Potkornjaci napadaju stara, bolesna ili oštećena stabla pa se stoga definiraju kao sekundarni štetnici. U slučaju promijenjenih okolišnih uvjeta kao što su požar, gromovi, snijeg ili oluje, neki

potkornjaci mogu postati agresivniji pa postaju primarni štetnici te napadaju potpuno zdrava stabla. Svrstani su u najznačajnije štetnike drva, pogotovo četinjača gdje uzrokuju sušenje cijelih stabala, a u većim napadima i kompletne sastojine čime se vrijednost drvne mase smanjuje radi ubrzanih degradacijskih procesa i pojave gljiva plavila. U otočnim i priobalnim šumama južne Hrvatske potkornjaci, kao takvi, poznati su šumarskim stručnjacima i entomolozima, ali rijetko ili nikad na način radi kojeg bi ih smatrali osobito važnim šumskim štetnicima. Promjenom klimatskih uvjeta došlo je do povećane aktivnosti nekih vrsta na tom području. Izrazitom sušom na Marjanu 2014. godine objašnjava se pojava prvih simptoma u 2016. godini te kulminacija sušenja borova u 2017. i 2018. godini. U marjanskoj je šumi 1970. godine bilo ukupno 115.265 stabala, a 1990. godine 78.080, što znači da se u tom 20-godišnjem razdoblju ukupan broj stabala smanjio za 32 %, a već 1995. iznosio je 63.000. Prema zadnjem programu gospodarenja broj stabala 2008. godine iznosio je oko 55.000. Tijekom redovitih godišnjih istraživanja u šumama Hrvatske, štetnik je primijećen na nekoliko lokaliteta, a zabilježene su štete za 2017. i 2018. godinu što je vidljivo na slici 1. Intenzitet i frekvencija suše povećali su se u Dalmaciji (slika 2), koja je dio prirodnog areala potkornjaka *O. erosus*, a poznato je da aridifikacija uzrokuje kumulativni stres stablima. (Pernek i dr. 2019.)

Forest Office	Forestry	Management unit	WGS coordinates		Infestation		
			N	E	Area (ha)	Wood mass (m^3)	Intensity (%)
Private forests	Šibenik-Knin County	Šibenske šume	43.7448	15.9695	10.5	n/a	1-20
State-protected forests	Split	Marjan	43.5139	16.4092	196.0	5,900	21-40
	Korčula	Ošjak	42.9606	16.6794	18.0	1,800	21-40
	Makarska	Osejava	43.2886	17.0138	70.0	150	1-20
	Dubrovnik	Lokrum	42.6276	18.1112	70.0	100	1-20
State-managed forests Split	Biograd	Biograd	43.9308	15.4802	25.0	400	21-40
		Pašman-Vrgada	43.9540	15.3494	31.0	250	41-60
		Turanj	43.9978	15.4266	3.0	25	1-20
	Korčula	Šaknja Rat	42.9438	16.7932	17.5	200	1-20
	Zadar	Nin-Kožino	44.1996	15.2144	2.0	10	1-20
		Starigrad	44.3499	15.3502	3.0	20	1-20
	Totals				**446.0**	**8855.0**	**1-60**

Slika 1. Šumske površine pod različitim režimom zaštite i gospodarske šume upravljane državnim poduzećem „Hrvatske šume“ u 2018. godini zaražene s *O. erosus* (Izvor: Pernek i dr. 2019.)

U hrvatskom priobalju dominiraju vrste potkornjaka od kojih će se neke detaljnije prikazati*: Tomicus destruens, T. piniperda, T. minor, Orthotomicus erosus, O. laricans, Ips sexdentatus, Pityogenes quadridens, P. bidentatus, P. calcaratus, P. chalcographus* i još neke.



Slika 2. Karta mjesta po intenzitetu za koje je prijavljeno da su zaražena s *O. erosus* u 2018.godini (Pernek i dr. 2019.)

1.3. NAJVAŽNIJE VRSTE SREDOZEMNIH POTKORNJAKA

Orthotomicus erosus (Wollaston, 1857) – mediteranski borov potkornjak

O. erosus koji je prikazan na slici 3, rasprostranjen je u Sredozemlju i južnoj Europi, te Aziji i sjevernoj Africi. Sekundarni je štetnik koji se nalazi na nedavno mrtvim ili oborenim stablima, ali može napasti i oslabljena živa stabla. U slučaju većeg broja populacije može napasti zdrava stabla i prouzrokovati njihovo odumiranje. Nakon sušnih razdoblja ili požara u toplijim dijelovima mediteranske regije može doći do teških izbijanja. *O. erosus,* koji inficira alepski bor te može razviti do 4 generacije godišnje ili čak do 7 generacija, dok je u Hrvatskoj opisano samo 2 do 3 generacije. Vrijeme razvojnog ciklusa traje 26-76 dana. Mužjaci *O. erosus* buše kroz koru u kambiju gdje se pare s nekoliko ženki. Ženke grade jajne galerije i mogu smjestiti do 75 jajašaca u udubljenjima duž galerija. Ličinke prolaze kroz tri stadija i grizu svoje galerije okomito na one materinske hodnike. Imaga sazrijevaju tako što se hrane ispod još vlažne kore, a ako je kora previše suha, prelaze na drugo stablo. Prezimljavaju u stadiju imaga i aktivni su u rasponu temperature 14-38 °C. Za razmnožavanje biraju grube stabljike debla i grane promjera većeg od 5 cm. Dijelovi debla od glatke kore koriste se za hranjenje do sazrijevanja, dok donji dijelovi starih stabala s previše gustom korom nisu pogodni za napad. (Pernek i dr. 2019.) Mediteranski borov potkornjak dolazi na gotovo svim vrstama borova u primorskim krajevima te je zbog toga tipičan štetnik Mediterana. (Hrašovec, Franjević 2011.) *O. erosus* je crvenkasto smeđe boje, te se njegovi hodnici nalaze u živom dijelu kore dužine 2,7–3,5 mm. Ličinke su bijele boje i bez nogu, dužine oko 2,7–3,5 mm, a izgled se ne mijenja rastom. Jajašca su bijele boje, dijelom prozirna, dužine od oko 1 mm. Imaga su snažni letači, sposobni prijeći područje od nekoliko kilometara u potrazi za pogodnim domaćinom. Mužjak najprije kolonizira stablo i stvara bračnu komoru, koju potom nastanjuju, najčešće, dvije ženke. Ženke polažu od 26 do 75 jajašaca, po jedno u svoju nišu. Larvalni hodnici nalaze se u živom dijelu kore (floemu). Nakon što ličinke izađu iz jajeta hrane se floemom i s bračnom komoricom te materinskim hodnicima stvaraju specifičan, prepoznatljiv uzorak. Kad su ličinke spremne za kukuljenje, buše hodnike prema kori, osobito ako je floem deblji. Nakon što se razviju u odrasle jedinke, izlaze iz stabala ostavljajući za sobom malene okrugle izlazne bušotine promjera oko 1,6 mm. Te mlade odrasle jedinke mogu nanovo kolonizirati ista stabla ili prelaze na druga. (Pernek i dr. 2019.)

Slika 3. Mediteranski borov potkornjak *Orthotomicus erosus* (Izvor: original)

***Hylurgus miklitzi* Wachtl, 1881**

H. miklitzi koji je vidljiv na slici 4, živi isključivo na vrstama *Pinus*, *P. halepensis* i *P. brutia*, ali se nalazi i na *P. pinaster* i *P. pinea*, a povremeno i na *P. nigra*. Nalazi se u mediteranskim regijama u Hrvatskoj, maloj Aziji, Kavkazu, sjevernoj Africi, Francuskoj, Grčkoj, Italiji, Malti, Španjolskoj, Egiptu, Libiji i Turskoj. Blage zimske temperature i vruća sušna ljeta koja karakteriziraju mediteransku klimu čine temperature povoljnima za razvoj ovog štetnika gotovo tijekom cijele godine. Ovi uvjeti omogućavaju larvalni razvoj *H. miklitzi* i tijekom zime. Vrlo je sličan po ponašanju i biologiji *H. ligniperda,* a od njega se uglavnom razlikuje po tome što je manji. Nema ekonomske važnosti jer se napadi događaju samo na umirućim stablima ili u biljkama koje su već zaražene drugim agresivnijim vrstama poput *T. destruens*. (Lieutier i dr. 2016.)

Slika 4. *Hylurgus miklitzi* (Izvor: original)

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

Borov korjenar zabilježen je u Hrvatskoj na borovima i smrekama te je duljine oko 5 mm, što je i vidljivo iz slike 5, gdje je zbog usporedbe u veličini smješten pored čepa pića Coca Cola. Valjkastog je i produljenog tijela, crno smeđe boje sa svjetlijim ticalima i nogama te dlakama na hrptu. Pripada grupi korjenara, tj. pravi hodnike na glavi korijena, obično plitko ispod površine tla, a ponekad i niže na glavnom korijenu pa se po tome razlikuje od ostalih potkornjaka. Iznad glave korijena vrši dopunsko žderanje u donjim dijelovima gdje se može naći veći broj imaga kako grizu hodnike na način da se provlače jedan iza drugoga. Ako napadne starija stabla, panjeve ili ležeće drvo ne radi veće štete. Ukoliko se pojavi u kulturama gdje napada mlado drveće i izgriza hodnike na glavi korijena, tada su štete znatne i napadnuto se drvo obično osuši jer je biljka osjetljivija. Kako bi se spriječila buduća eventualna pojava ovog potkornjaka korjenara potrebno je otkorati panjeve u sječinama. (Hrašovec, Franjević 2011.)

Slika 5. Borov korjenar *Hylurgus ligniperda* (Izvor: original)

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

Veliki šestozubi borov potkornjak dolazi na borovima, jeli, smreci i arišu, na starijim stablima s debelom korom. Ovaj potkornjak crne boje pokriven je smeđastim dlakama, a noge i ticala su rđaste (vidljivo na slici 6). Ističe se sa zupcima na obronku pokrilja koje nalazimo po šest sa svake strane. Duljina tijela je od 6 do 8 mm pa je ujedno veliki potkornjak. Ima do 6 generacija godišnje, ovisno o temperaturi i ostalim klimatskim uvjetima. Pod korom radi do 30 cm dugačke materinske hodnike koji su uzdužni, a mogu biti 4-5 mm široki. Larvalni hodnici se nalaze sa strane materinskih i razmjerno su kratki, tek 1-3 cm. Uvijek imaju veći broj zračnih otvora i čitava se grizotina nalazi u kori. Mladi potkornjaci vrše dopunsko prežderavanje u produženju zipke. U Hrvatskoj ima dvostruku generaciju gdje se proljetno rojenje zbiva u travnju, a ljetno u srpnju. Roji se na temperaturi iznad 20 °C, pritom imago ima sposobnost da preživi na temperaturi do -19 °C, a ličinka do -9 °C. Kod ove vrste je specifično što može letjeti do 50 km. Tipičan je sekundarni štetnik jer u prvom redu napada ležeća stabla, a zatim bolesna koja se suše. Može ga se naći često u nagorenim, još živim stablima borova. (Hrašovec, Franjević 2011.)

Slika 6. Veliki šestozubi borov potkornjak *Ips sexdentatus* (Izvor: original)

***Pityogenes calcaratus* (Eichhoff, 1878) - mali borov potkornjak granar**

P. calcaratus se u Hrvatskoj pojavljuje na alepskom i primorskom boru. Tijelo mu je duljine od 1,8 do 2,5 mm i blijedo je smeđe boje što je zorno prikazano na slici 7. Ovaj potkornjak ima nekoliko generacija godišnje. Uzrokuje veliku smrtnost drveća tijekom jeseni i zime, posebno na prorijeđenim sastojinama. (Hrašovec B. 2011.)

Slika 7. Mali borov potkornjak granar *Pityogenes calcaratus* (Izvor: Invasive.org.: https://www.invasive.org/browse/subthumb.cfm?sub=79231&view=3&country=926&order=39&Area=16)

***Xyleborus eurygraphus* (Ratzeburg, 1837)**

Kod grupe potkornjaka drvaša iz roda *Xyleborus* jako je izražen spolni dimorfizam. Hodnike izgrizaju samo ženke, koje mogu letjeti za razliku od mužjaka koji ne mogu. Ovaj potkornjak se hrani drvnim sokovima i gljivicama. *X. eurygraphus* radi dvokrake hodnike u drvu borova. Dolazi češće u primorju. (Hrašovec, Franjević 2011.) Fotografije opisanog potkornjaka nalaze se na slikama 8 i 9.

Slika 8. Bočna strana imaga *Xyleborus eurygraphus* (Izvor: Xyleborini Ambrosia Beetles: http://xyleborini.myspecies.info/nontaxonomy/term/1316)

Slika 9. Dorzalna strana imaga *Xyleborus eurygraphus* (Izvor: Xyleborini Ambrosia Beetles: http://xyleborini.myspecies.info/nontaxonomy/term/1316)

***Tomicus destruens* (Wollaston, 1865) - primorski borov srčikar**

Primorski borov srčikar dolazi kod nas u području Primorja i Dalmacije. Primorski borov srčikar prikazan je na slici 10, a ovaj potkornjak je jako sličan velikom borovom srčikaru, ali ima svjetlija ticala i u prosjeku je nešto krupniji. Najčešće napada primorske vrste borova (alepski, primorski i crni bor). U biologiji se bitno razlikuje od kontinentalnog srodnika. Odrasli kukci ulaze u srušena i oštećena stabla tokom jeseni i zime. Ima dvije do tri generacije i glavno razdoblje ubušivanja je zimi. Roje se u travnju i svibnju. Razvoj ličinki traje do početka ljeta kada se mlada imaga izvlače iz hodnika i idu na dopunsko žderanje u ovogodišnje borove izbojke da bi tek potkraj jeseni i početkom zime krenuli u novo ubušivanje i odlaganje jaja. Hodnici su slični kao kod velikog borovog srčikara, a prepoznaju se po obilnim ostacima smole kojim oblažu materinski hodnik s obje strane i dobro se vide na mrtvom deblu i kori čitavu godinu nakon nastanka štete. Ponekad u kombinaciji sa predisponirajućim abiotskim čimbenicima (npr. šumski požar) može načiniti značajne štete. (Hrašovec, Franjević 2011.)

Slika 10. Primorski borov srčikar *Tomicus destruens* (Izvor: Urban Trees Management: http://www.cooputm.eu/tomicus%20destruens.html)

2. CILJ RADA

Budući da bi se klimatski uvjeti mogli promijeniti u narednom razdoblju kako se predviđa u mediteranskoj regiji, važno je bolje poznavanje bioloških osobina potkornjaka Sredozemlja, a osobitim naglaskom na *O. erosus* u Hrvatskoj. Cilj rada bio je određivanje volumena različitog broja feromonski uhvaćenih jedinki ovog potkornjaka te određivanje njegove prosječne dužine i širine, tj. njegova volumetrijska i morfometrijska obilježja. Jedan od zadataka bila je i kvantifikacija zajedničkog volumetriranja po dimenzijama bliskih vrsta (*O. erosus* i *H. miklitzi*) s obzirom da se obje vrste love u klopkama opremljenim feromonom kakav se danas koristi u Hrvatskoj za monitoring *O. erosus*. Entomološki materijal na kojem je provedena analiza je populacija prethodno ulovljena feromonskim klopkama na području Biograda na moru tijekom ljetnih mjeseci 2019. godine.

3. MATERIJALI I METODE

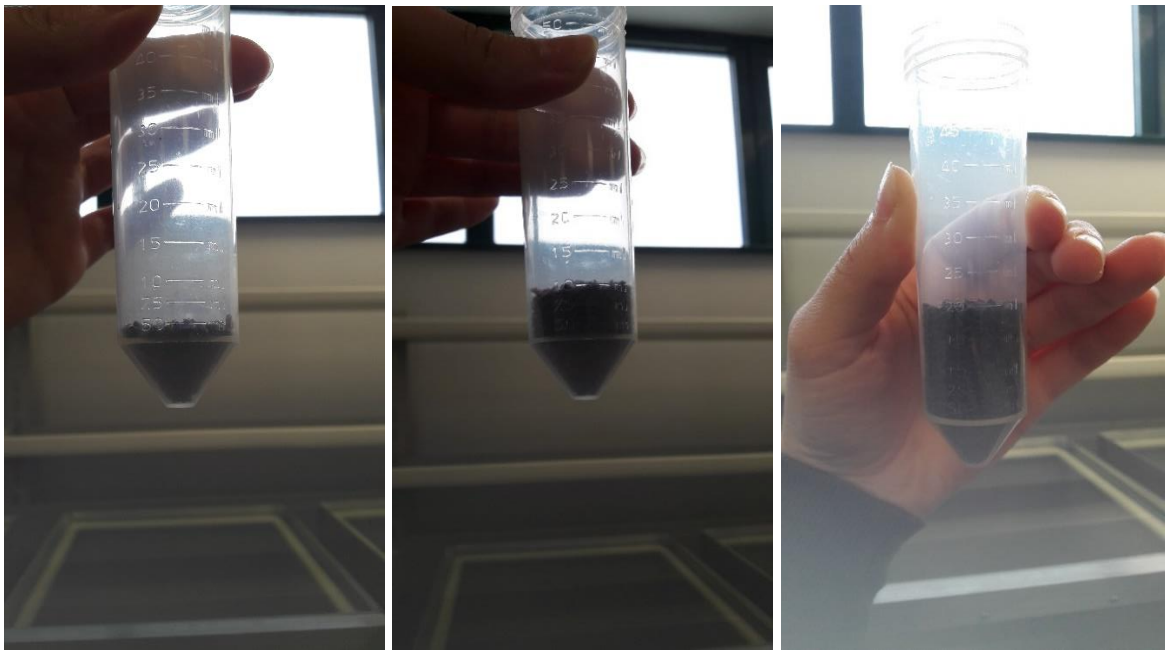
3.1. LABORATORIJSKA ANALIZA MATERIJALA

Uzorci potkornjaka prethodno ulovljeni na području Biograda na moru pomoću feromonskih klopki prošli su primarnu fazu laboratorijske obrade i rad je započet na čistom materijalu. Na slici 11 snimci su nekih detalja tijekom obrade i rada na ovim ulovima. Kako bi ulov bio laboratorijski analiziran potrebno je cijeđenje, čišćenje od različitog otpada (iglice, grančice, biljni ostaci) te sušenje na filter papiru. Taj je posao obuhvaćen primarnom laboratorijskom obradom. Nakon toga slijedi razdvajanje vrsta na one koje su potrebne za daljnju analizu i na nepotrebne koje su se našle slučajnim putem (npr. feromon koji privlači i druge vrste ili kao predator ciljane vrste). Ciljani se ulov detaljno razdvaja pomoću sita sitnih otvora prosijavanjem kojim se omogućava propadanje manjih vrsta potkornjaka, *Orthotomicus erosus* i *Hylurgus miklitzi*, dok preostala vrsta potkornjaka (*Hylurgus ligniperda*) ostaje ″zarobljena″ u situ. Nakon prosijavanja slijedi odvajanje vrste *H. miklitzi* od *O. erosus* korištenjem binokularne lupe zbog nemogućnosti prosijavanje tih dviju vrsta. Zbog svojih malih dimenzija u petrijevu zdjelicu se stavlja određeni uzorak te se pod povećanjem određuje i razdvaja dok se ne dobije taksonomski čista hrpica (volumen) istih jedinki potkornjaka.

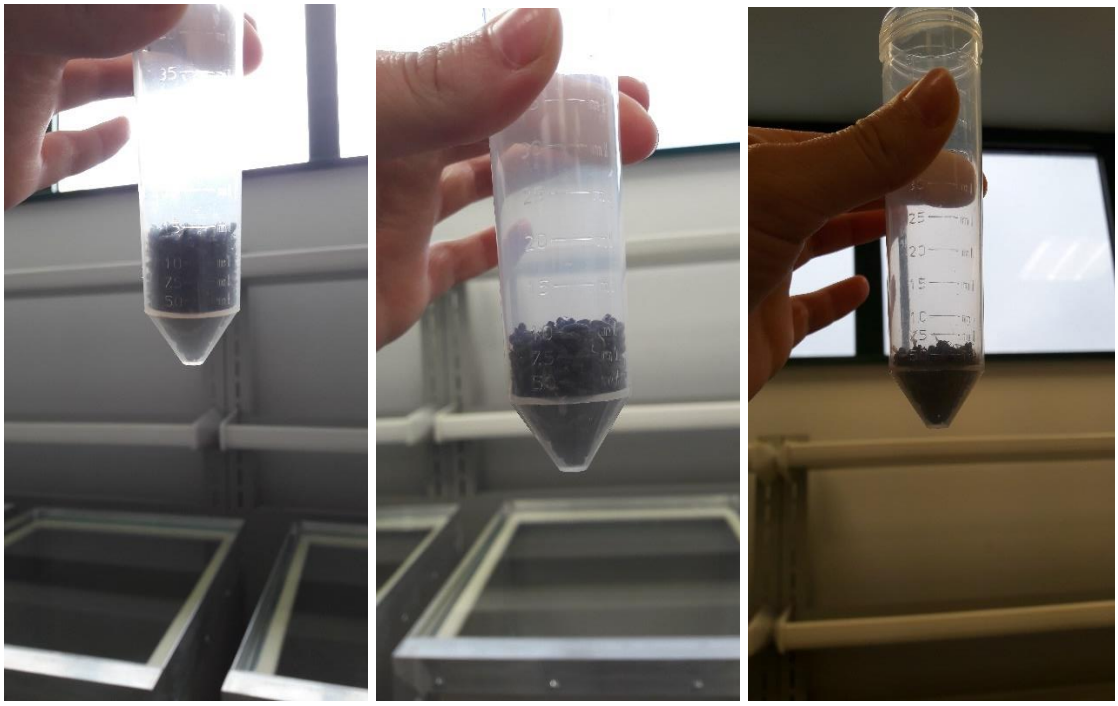
Slika 11. Pribor i materijal u laboratoriju (mjerni stalak, pinceta, binokularna lupa sa digitalnom kamerom i petrijeva zdjelica) (Izvor: original)

3.2. ODREĐIVANJE VOLUMETRIJSKIH OBILJEŽJA *O. erosus* i *H. miklitzi* PONAOSOB

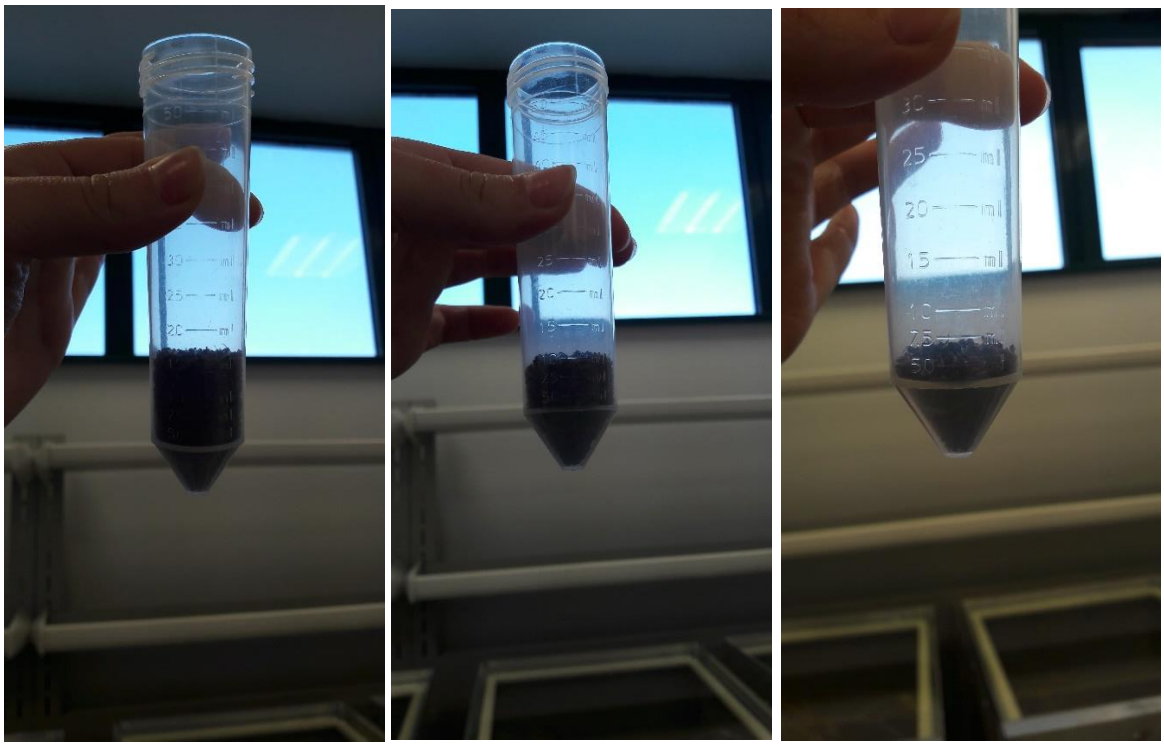
Laboratorijskom obradom nesortiranih potkornjaka dobiveni su „čisti“ volumeni triju vrsta: *O. erosus, H. ligniperda* i *H. miklitzi*. Sljedeći korak je prebrojavanje broja jedinki u određenom volumenu za svaku vrstu. Pri određivanju okvirnog broja vrste u mjernoj epruveti pri određenom volumenu potrebno je ručno brojanje navedenih potkornjaka. Za vrstu *O. erosus* korištena je mjerna epruveta volumena 20 ml, 10 ml i 5 ml. Iz petrijeve zdjelice u kojoj se nalazi čista smjesa *O. erosus* izmjereno je 20 ml tih jedinki u mjernoj epruveti nakon čega su jedinke ručno prebrojane. Postupak je ponovljen tri puta te je uzeta srednja vrijednost broja jedinki. Zatim je sljedeći postupak ponovljen s mjernom epruvetom od 10 ml, s također tri mjerenja, a nakon toga je postupak ponovljen s mjernom epruvetom od 5 ml. (slika 12, 13 i 14)



Slika 12. Prikaz različitih volumena *O. erosus* u mjernoj epruveti s lijeva na desno: 5 ml, 10 ml i 20 ml (Izvor: original)



Slika 13. Prikaz različitih volumena *H. ligniperda* u mjernoj epruveti s lijeva na desno: 15 ml, 10 ml i 5 ml (Izvor: original)



Slika 14. Prikaz različitih volumena *H. miklitzi* u mjernoj epruveti s lijeva na desno: 15 ml, 10 ml i 5 ml (Izvor: original)

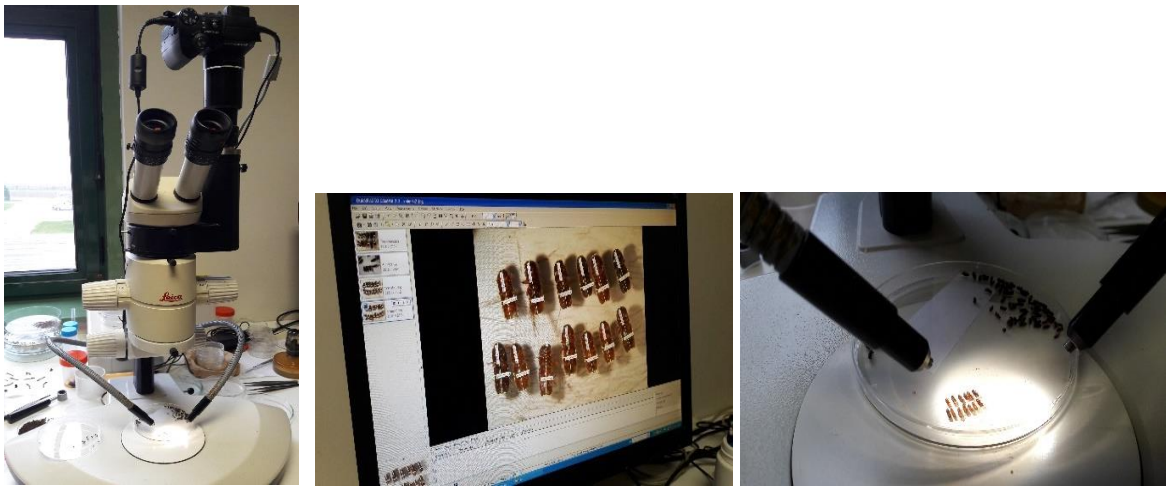
3.3. ODREĐIVANJE VOLUMETRIJSKIH OBILJEŽJA RAZLIČITIH BROJČANIH SMJESA *O. erosus* i *H. miklitzi*

Postupak pomoću kojeg se određuje opseg odnosno izjednačava predikat sa subjektom po opsegu jest kvantifikacija. Uzete su vrste *O. erosus* i *H. miklitzi* koje su prikazane na slici 15 te je vidljivo da su po dužini i širini približne veličine. Postavljen je odnos triju volumena gdje su uzeti različiti postoci prethodno izračunatog broja jedinki u određenom volumenu (5 ml). Na temelju prethodno izračunatih podataka iz mjerice od 5 ml izračunate srednje vrijednosti, postavljen je prvi volumen omjera 50 % - 50 % od izračunate srednje vrijednosti. Dobiveni brojevi su 750 i 516. Za drugi volumen je uzet postotak od 25 % *O. erosus* čiji broj iznosi 316 i 75 % *H. miklitzi* gdje je broj 950 jedinki. Zatim se postupak obrće i uzima se 75 % *O. erosus* (950 jedinki) i 25 % *H. miklitzi* (316 jedinki). (slika 15)

Slika 15. Gledajući odozgo prema dolje *O. erosus* - *H. miklitzi*, 50%-50%, 25%-75% i 75%-25% (Izvor: original)

3.4. ODREĐIVANJE MORFOMETRIJSKIH OBILJEŽJA

U određivanju morfometrijskih obilježja korišten je elektronski mikroskop radi mjerenja širine i dužine određenih vrsta potkornjaka. (slika 16) Mjereni su sljedeći potkornjaci: *Orthotomicus erosus, Hylurgus miklitzi, Hylurgus ligniperda, Ips sexdentatus, Pityogenes calcaratus, Xyleborus eurygraphus* i *Tomicus destruens*.



Slika 16. Pribor i materijali za određivanje morfometrijskih obilježja (Izvor: original)

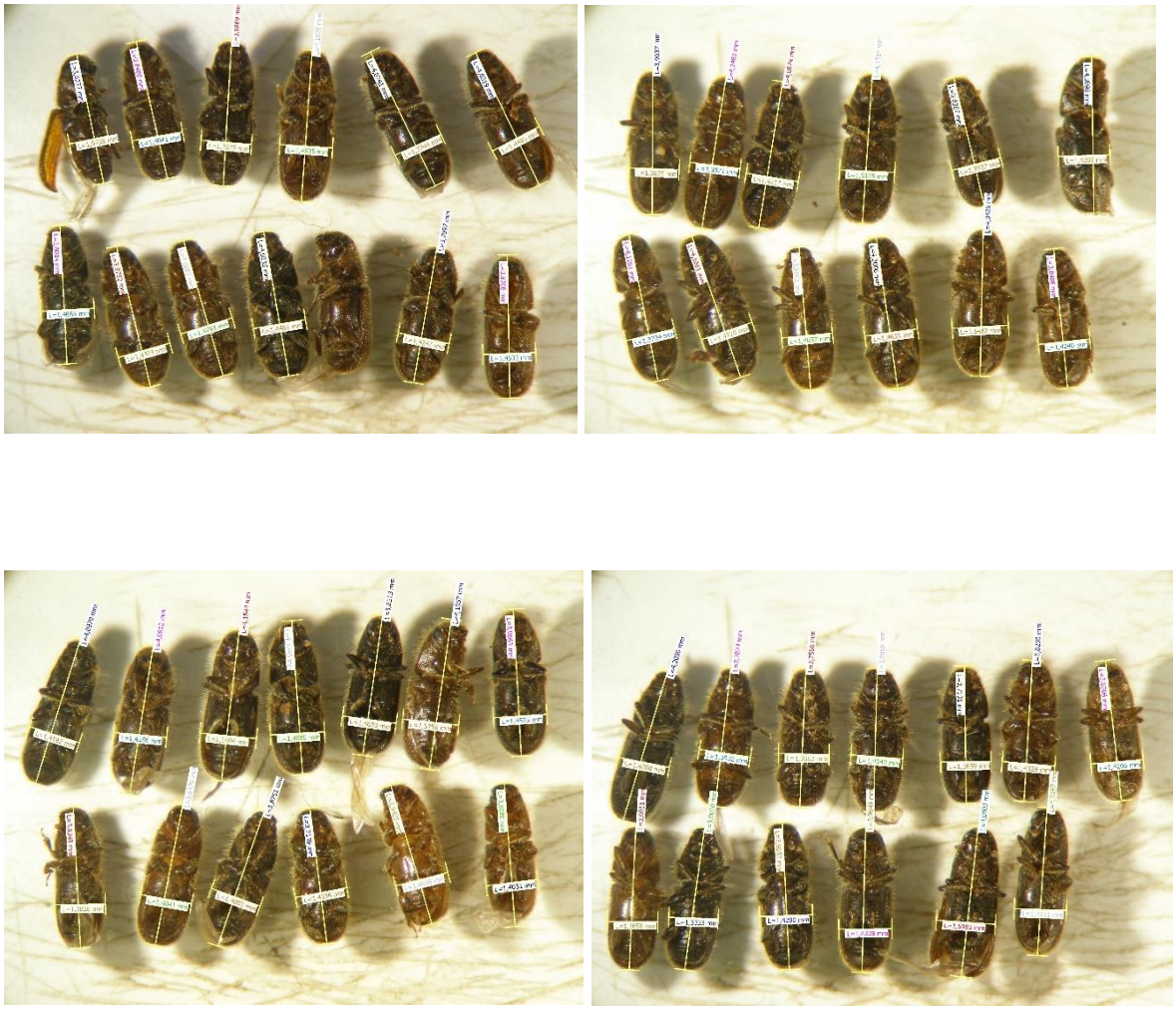
Orthotomicus erosus

Na slici 17 prikazana je vrsta potkornjaka *O. erosus*. Kod mjerenja nasumično uzetih 50 jedinki *O. erosus*, korišteno je povećanje pod mikroskopom od 1,25 puta.

Slika 17. Prikaz duljina i širina jedinki *O. erosus* (Izvor: original)

Hylurgus miklitzi

Na slici 18 prikazana je vrsta potkornjaka *H. miklitzi*. Kod mjerenja nasumično uzetih 50 jedinki *H. miklitzi*, korišteno je povećanje pod mikroskopom od 1,25 puta.



Slika 18. Prikaz duljina i širina jedinki *H. miklitzi* (Izvor: original)

Hylurgus ligniperda

Na slici 19 prikazana je vrsta potkornjaka *H. ligniperda*. Kod mjerenja nasumično uzetih 50 jedinki *H. ligniperda*, korišteno je povećanje pod mikroskopom od 1,25 puta.

Slika 19. Prikaz duljina i širina jedinki *H. ligniperda* (Izvor: original)

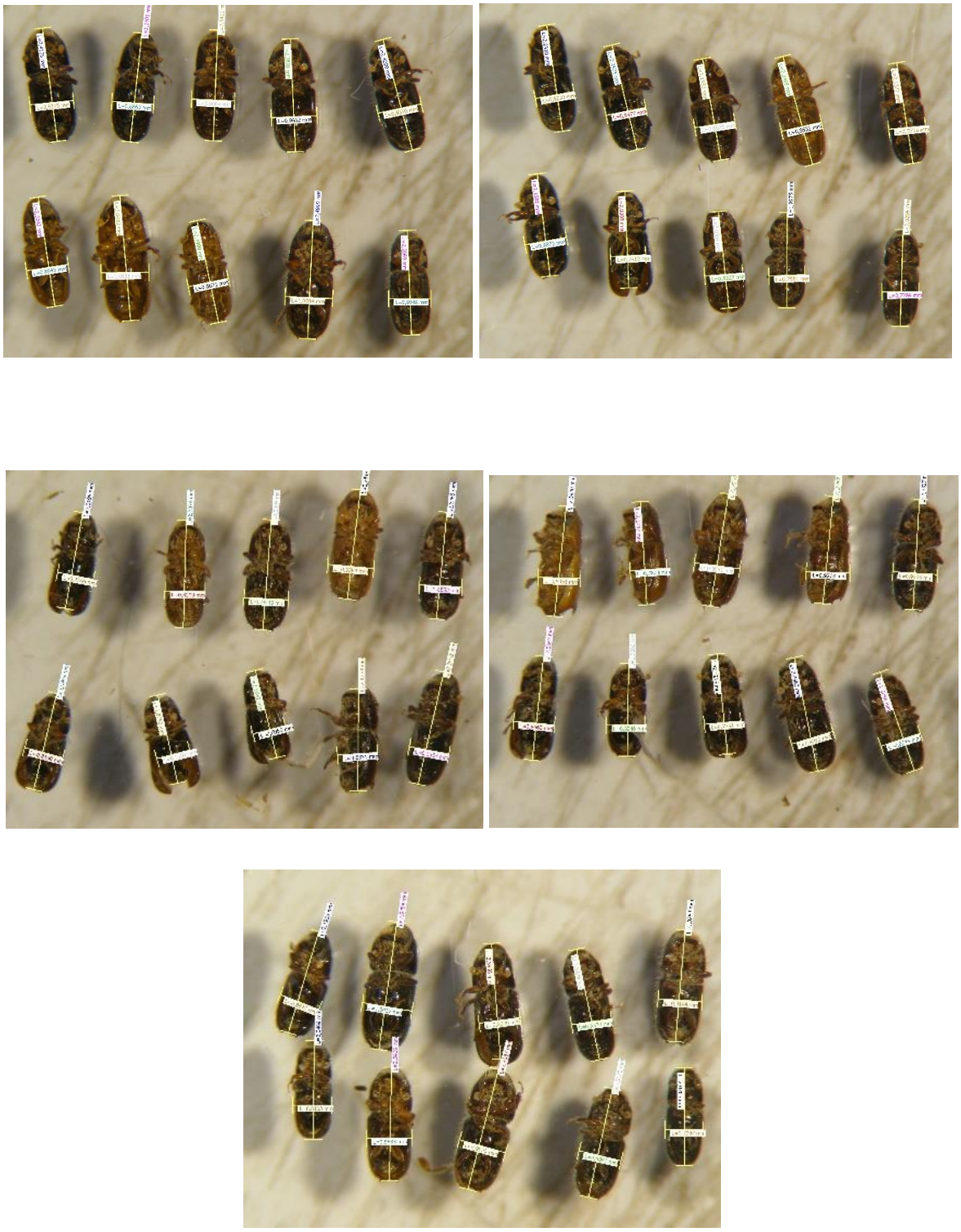
Ips sexdentatus

Na slici 20 prikazana je vrsta potkornjaka *I. sexdentatus*. Kod mjerenja nasumično uzetih 50 jedinki *I. sexdentatus*, korišteno je povećanje pod mikroskopom od 0,8 puta.

Slika 20. Prikaz duljina i širina *I. sexdentatus* (Izvor: original)

Pityogenes calcaratus

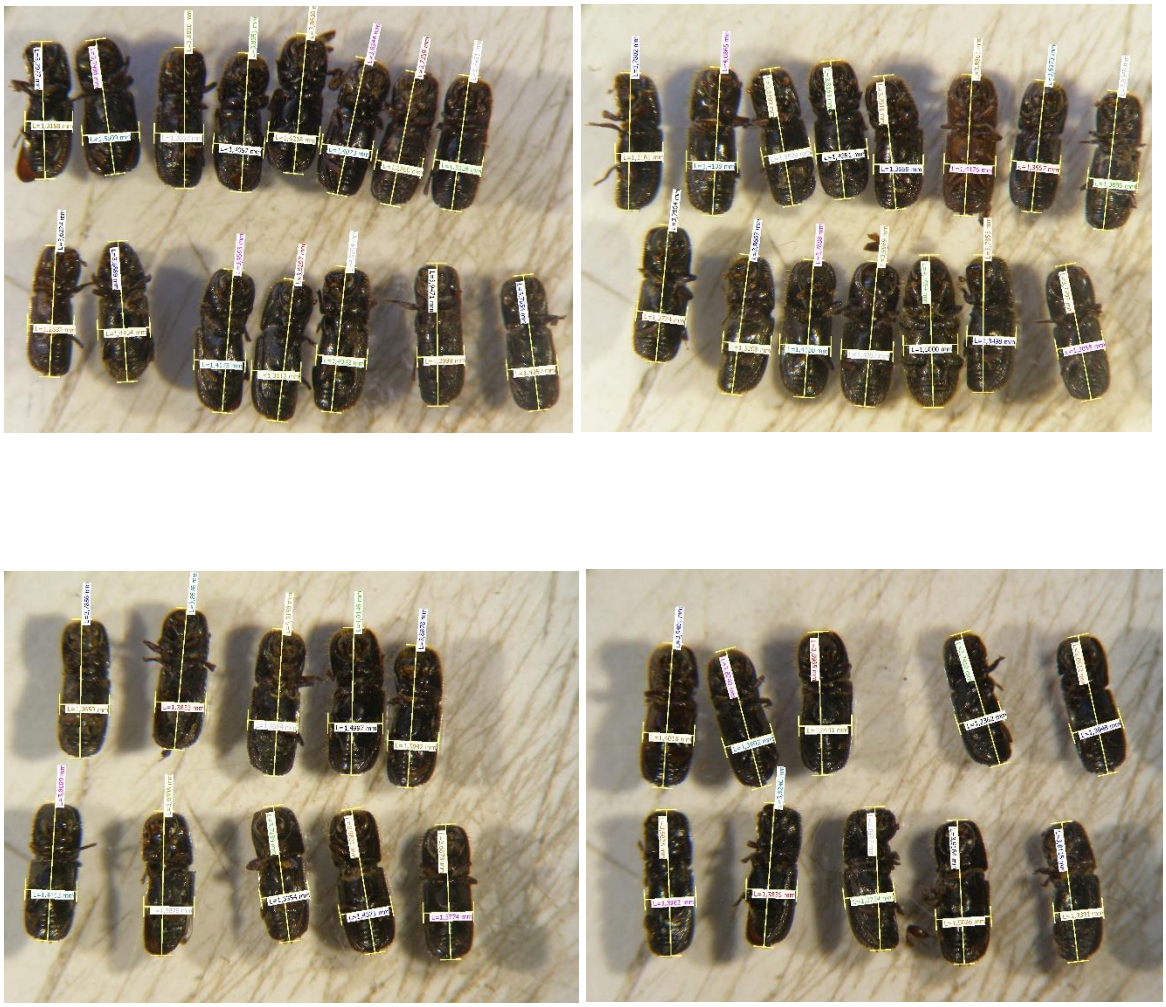
Na slici 21 prikazana je vrsta potkornjaka *P. calcaratus*. Kod mjerenja nasumično uzetih 50 jedinki *P. calcaratus*, korišteno je povećanje pod mikroskopom od 2,0 puta.



Slika 21. Prikaz duljina i širina *P. calcaratus* (Izvor: original)

Xyleborus eurygraphus

Na slici 22 prikazana je vrsta potkornjaka *X. eurygraphus*. Kod mjerenja nasumično uzetih 50 jedinki *X. eurygraphus*, korišteno je povećanje pod mikroskopom od 1,25 puta.



Slika 22. Prikaz duljina i širina *X. eurygraphus* (Izvor: original)

Tomicus destruens

Na slici 23 prikazana je vrsta potkornjaka *T. destruens*. Kod mjerenja nasumično uzetih 50 jedinki *T. destruens*, korišteno je povećanje pod mikroskopom od 1,25 puta.

Slika 23. Prikaz duljina i širina *T. destruens* (Izvor: original)

4. REZULTATI

4.1. VOLUMETRIJSKA OBILJEŽJA

Rezultati su prikazani tablično nakon determinacije i brojanja potkornjaka te su prikazani po određenim vrstama i volumenu. (tablica 1) Sveukupno je tri vrste (*O. erosus, H. ligniperda* i *H. miklitzi*) sa tri ponavljana mjerenja, a pri tome se određuje dodatna srednja vrijednost pri volumenu od 5 ml kako bi se kasnije izračunala kvantifikacija zajedničkog volumetriranja. Broj jedinki *O. erosus* pri određenim volumenima su prikazani u tablici, a srednja vrijednost iznosi 747 imaga. Istim postupkom je mjeren broj jedinki *H. ligniperda* u određenim volumenima (15 ml, 10 ml i 5 ml) gdje su u tablici prikazani podaci. Srednja vrijednost *H. miklitzi*, koja je na isti način prebrojana u određenim volumenima (15 ml, 10ml i 5 ml) iznosi 516 imaga.

Tablica 1. Prikaz broja jedinki u određenom volumenu

Broj mjerenja	**Određeni volumen (ml)**		
Orthotomicus erosus	**20 ml**	**10 ml**	**5 ml**
1.	3183	1545	730
2.	3257	1638	773
3.	3072	1601	738
Hylurgus ligniperda	**15 ml**	**10 ml**	**5 ml**
1.	542	371	183
2.	528	348	188
3.	523	373	201
Hylurgus miklitzi	**15 ml**	**10 ml**	**5 ml**
1.	1628	1042	475
2.	1527	1045	540
3.	1493	1062	534

Broj jedinki

4.2. REZULTAT VOLUMETRIRANJA RAZLIČITIH OMJERA DVIJE VRSTE POTKORNJAKA (*O. erosus* i *H. miklitzi*)

Za volumen ″1″ izdvajanjem jedinki određenog broja i njihovim zbrojem 1266, izmjerena je razina mjerice u stalku i dobivena vrijednost od 10 ml. Za volumen ″2″ nakon izdvajanja određenog broja jedinki, mjeren je njihov ukupan zbroj (1266) u stalku gdje je dobiven volumen od 11 ml. Za volumen ″3″ gdje se izdvaja taj broj jedinki i mjeri se ukupan zbroj u stalku (1266), a ono iznosi 8-9 ml u mjernom stalku. Rezultati su prikazani u tablici 2 i na priloženim fotografijama (slika 24). Možemo zaključiti da iako su vrste *O. erosus* i *H. miklitzi* slične po veličini, ovom metodom se vidi njihova razlika.

Tablica 2. Prikaz određivanje kvantifikacije za vrste *O. erosus* i *H. miklitzi*

Mjerica (5 ml)	***O. erosus***		***H. miklitzi***	**Razina mjernog stalka**
Vol ″1″	**50%**	**+**	**50%**	
	750		516	10 ml
Vol ″2″	**25%**	**+**	**75%**	
	316		950	11 ml
Vol ″3″	**75%**	**+**	**25%**	
	950		316	8-9 ml

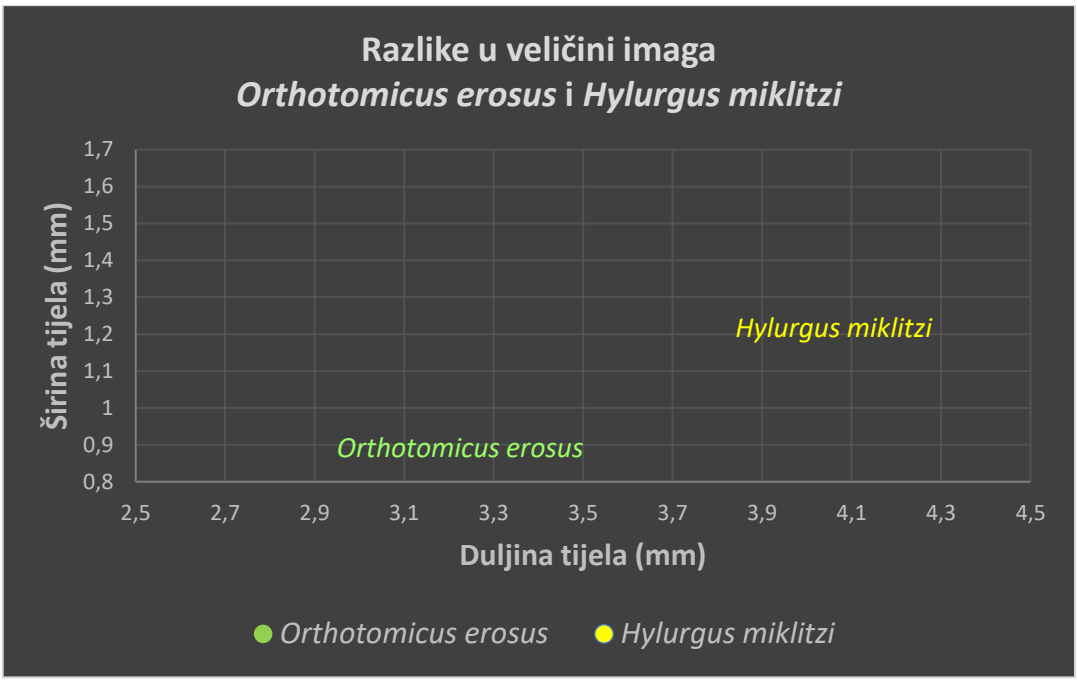
Slika 24. Menzura za volumetriranje s različitim dobivenim volumenima (10 ml, 11 ml i 8-9 ml) (Izvor: original)

4.3. MORFOMETRIJSKA OBILJEŽJA

Mjerenjem duljina i širina pod elektronskim mikroskopom nasumično uzetih 50 jedinki određenih vrsta (*O. erosus* i *H. miklitzi*) dobiveni su sljedeći podaci prikazani na tablici 3 i grafikonu. (grafikon 1)

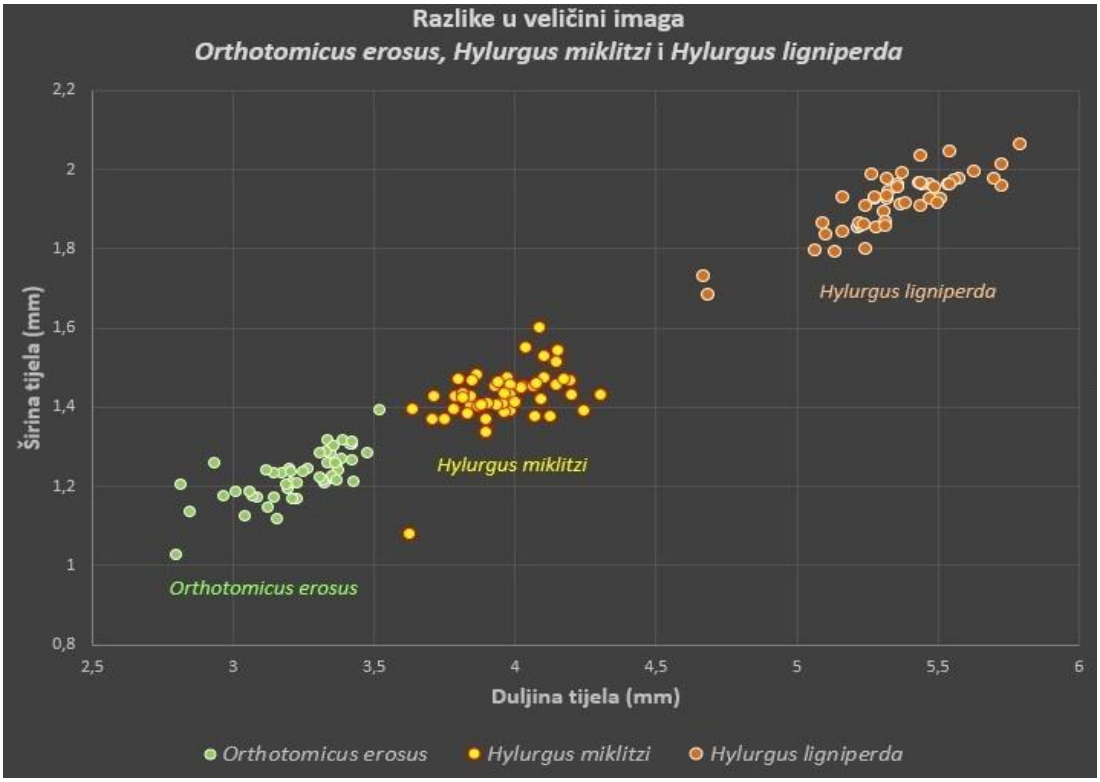
Tablica 3: Prikaz srednje vrijednosti duljine i širine te raspon za svih 7 vrsta potkornjaka

	Broj izmjerenih jedinki	Srednja vrijednost		Raspon					
				Duljina			Širina		
		Duljina	Širina	MIN	MAX	Raspon (MIN-MAX)	MIN	MAX	Raspon (MIN-MAX)
Orthotomicus erosus	50	3,2341	1,2267	2,8003	3,5214	0,7211	1,0251	1,3907	0,3656
Hylurgus miklitzi	50	3,9655	1,4261	3,6277	4,3098	0,6821	1,0758	1,5983	0,5225
Hylurgus ligniperda	50	5,3544	1,9159	4,6717	5,7925	1,1208	1,6821	2,0614	0,3793
Ips sexdentatus	50	6,3796	2,4212	5,5282	7,8000	2,2718	2,0548	2,7663	0,7115
Xyleborus eurygraphus	50	3,8577	1,3853	3,6224	4,1994	0,5770	1,2362	1,5809	0,3447
Pityogenes calcaratus	50	2,2443	0,8692	1,8652	2,6754	0,8102	0,6955	1,0437	0,3482
Tomicus destruens	50	4,3622	1,8216	3,6546	4,9170	1,2624	1,5653	2,0538	0,4885



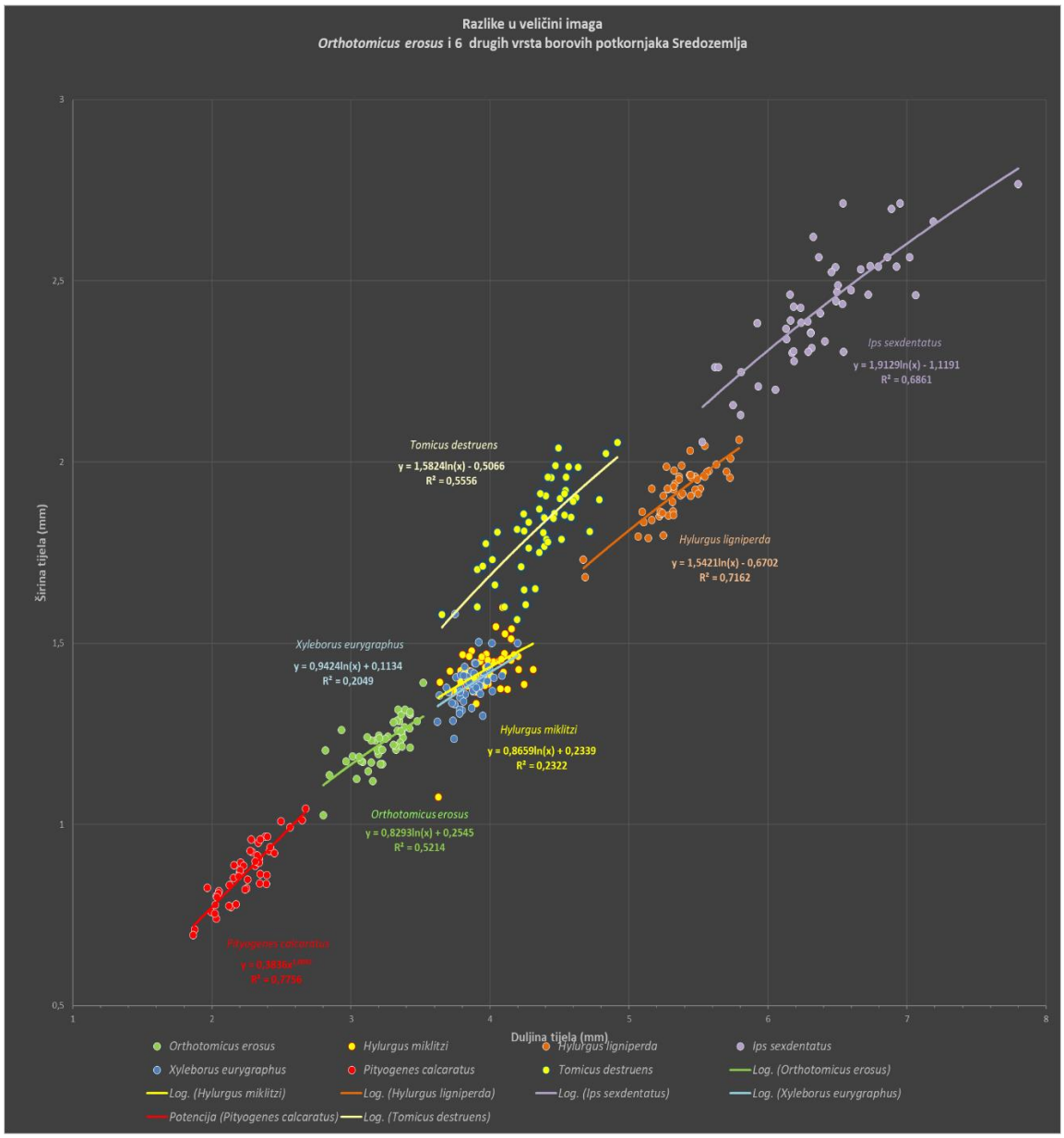
Grafikon 1. Grafički prikaz duljina i širina za vrste *O. erosus i H. miklitzi*

Mjerenjem duljina i širina pod elektronskim mikroskopom nasumično uzetih 50 jedinki određenih vrsta (*O. erosus*, *H. miklitzi* i *H. ligniperda*) dobiveni su sljedeći podaci prikazani na grafikonu 2.



Grafikon 2. Grafički prikaz razlika u veličini imaga *O. erosus, H. miklitzi i H. ligniperda*

Mjerenjem duljina i širina pod elektronskim mikroskopom nasumično uzetih 50 jedinki vrsta *O. erosus* i šest drugih vrsta borovih potkornjaka Sredozemlja (*H. miklitzi*, *H. ligniperda*, *I. sexdentatus*, *X. eurygraphus*, *P. calcaratus* i *T. destruens*) dobiveni su sljedeći podaci prikazani na grafikonu. (grafikon 3)



Grafikon 3: Grafički prikaz razlika u veličini imaga *O. erosus* i 6 drugih vrsta borovih potkornjaka Sredozemlja

5. ZAKLJUČAK

Važan pokazatelj ekološkog i ekonomskog čimbenika u funkcioniranju ekosustava jesu potkornjaci, a njihova aktivnost ukazuje na zdravstveno stanje i vitalnost šuma. Ono što je važno za budućnost šuma u Hrvatskom priobalju jest dodatno proučiti najvažnije vrste i stvoriti strategiju kako bi se očuvala šumska staništa. Promjena klimatskih uvjeta djeluje povoljno na sve potkornjake mediteranskog područja pa tako i vrstu *Orthotomicus erosus*. Recentna klimatska kolebanja omogućavaju mu lakšu reprodukciju i razvoj većeg broja generacija godišnje. Iznenadni porast raznoraznih kalamiteta na šumskoj vegetaciji, kao i značajan broj ulovljenih vrsta potkornjaka i ostalih ksilofaga tijekom feromonskih monitoringa u 2017. i 2018. godini u sastojinama alepskog bora u Dalmaciji, ukazuju na naznake mogućih pojava prenamnoženja *O. erosus* u Hrvatskoj. Feromonske klopke pružaju jednostavan i razmjerno realan uvid u prostorni i vremenski tijek i pojavu određenih vrsta potkornjaka iako preciznije ne mogu odrediti njihovu gustoću populacije pa se postavlja pitanje mogućnosti rješavanja problema ulovljenih vrsta koje su ″višak″ tokom konačnog ulova feromonskih klopki. *O. erosus* može postati ozbiljna šumska štetočina u Hrvatskoj, stoga su potrebni kvalitetni i svježi podaci o njegovoj biologiji, ekologiji, prirodnim neprijateljima i ostalim najvažnijim stimulativnim i reduktivnim čimbenicima kako bi se predvidjelo njegovo daljnje širenje i predložile održive i učinkovite mjere kontrola njegovih populacija. Određivanjem morfometrijskih i volumetrijskih obilježja te kvantifikacijom zajedničkog volumetriranja pokušali smo pridonijeti boljoj interpretaciji feromonskih ulova s obzirom da momentalno ne raspolažemo usko selektivnim feromonima (ili klopkama) koje bi zasebno i samo hvatale ciljnu vrstu postavljenog monitoringa – potkornjaka *O. erosus*.

Podaci do kojih smo došli u ovom radu poslužit će u praktičnom smislu boljoj kvantifikaciji feromonskih ulova na području Dalmacije gdje se u postojećem tipu klopki i korištenjem feromona u pravilu u ulovima pojavljuje nekoliko vrsta potkornjaka različitih dimenzija, od kojih je *H. miklitzi* najbliži ciljnom potkornjaku *O. erosus*. Kombinacijom fenoloških spoznaja (kada se dominantno koja vrsta pojavljuje u klopkama) i rezultata provedenih morfometrijskih i volumetrijskih mjerenja već sada daje mogućnost preciznijeg kvantificiranja pročišćenih ulova. Primarno očišćeni i prosijani ulovi iz kojih su izuzeta onečišćenja i sve ostale vrste krupnijih i sitnijih potkornjaka i ostale neciljne entomofaune mogu se preciznije „prevesti“ u stvarne ulove ciljnog *O. erosus* na temelju sada poznatih

odnosa u dimenzijama između *Orthotomicus erosus* i podjednako zastupljene vrste *Hylurgus miklitzi*.

6. LITERATURA

1. F. Lieutier, Z. Mendel, M. Faccoli, 2016: Bark Beetles of Mediterranean Conifers (U T. D. Paine, F. Lieutier (ur.), Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems). Springer International Publishing, Switzerland: 106–107
2. B. Hrašovec, 2018: Mediteranski potkornjaci. Hrvatske šume, 258 (VI): 21–24
3. B. Hrašovec i M. Franjević, 2011: Primijenjena entomologija, Posebni dio, Pregled najznačajnijih vrsta šumskih kukaca i njihova osnovna biološka obilježja. Skripta, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 113 str.
4. M. Pernek, N. Lacković, I. Lukić, N. Zorić, D. Matošević, 2019: Outbreak of *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) on Aleppo Pine in the Mediterranean Region in Croatia, 10 (1): 19–27
5. M. Pernek, N. Zorić, M. Matek, I. Lukić, S. Novak Agbaba, B. Liović, I. Mihaljević, N. Lacković, 2019: Sušenje alepskog bora i gradacija potkornjaka *Orthotomicus erosus* u park šumi Marjan. Radovi, 46 (1): 1–18