

# Proljetna distribucija prezimjelih imaga hrastove mrežaste stjenice u ovisnosti o stupnju razvijenosti hrastova lišća

---

Rastovac, Hrvoje

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:975690>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



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**

**HRVOJE RASTOVAC**

**PROLJETNA DISTRIBUCIJA PREZIMJELIH IMAGA HRASTOVE MREŽASTE  
STJENICE U OVISNOSTI O STUPNJU RAZVIJENOSTI HRASTOVA LIŠĆA**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**PROLJETNA DISTRIBUCIJA PREZIMJELIH IMAGA HRASTOVE MREŽASTE  
STJENICE U OVISNOSTI O STUPNJU RAZVIJENOSTI HRASTOVA LIŠĆA**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Šumarstvo, smjer tehnika, tehnologija i management u šumarstvu

Predmet: Integrirana zaštita šuma

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

2. Doc. dr. sc. Milivoj Franjević (član)

3. Dr. sc. Linda Bjedov (član)

4. Doc. dr. sc. Marko Vucelja (zamjenski član)

Student: Hrvoje Rastovac

JMBAG: 0068227167

Broj indeksa:

Datum odobrenja teme rada: 29. travnja 2022.

Datum predaje rada:

Datum obrane rada:

Zagreb, rujan 2022.

## DOKUMENTACIJSKA KARTICA

<b>Naslov</b>	Proljetna distribucija prezimjelih imaga hrastove mrežaste stjenice u ovisnosti o stupnju razvijenosti hrastova lišća
<b>Autor</b>	Hrvoje Rastovac
<b>Adresa autora</b>	Silvija Strahimira Kranjčevića 12, 44 000 Sisak
<b>Mjesto izrade</b>	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
<b>Vrsta objave</b>	Diplomski rad
<b>Mentor</b>	Prof. dr. sc. Boris Hrašovec
<b>Komentor</b>	Doc. dr. sc. Milivoj Franjević
<b>Godina objave</b>	2022.
<b>Obujam</b>	30 stranica, 31 slika, 2 tablice, 3 grafikona, 18 navoda literature
<b>Ključne riječi</b>	Invazivna vrsta, <i>Corythucha arcuata</i> , fenologija, ( <i>Quercus robur</i> )
<b>Sažetak</b>	<p>U ovom radu provedena su istraživanja o proljetnoj distribuciji prezimjelih imaga hrastove mrežaste stjenice u ovisnosti o stupnju razvijenosti hrastova lišća. Hrastova mrežasta stjenica (<i>Corythucha arcuata</i>) je invazivna vrsta štetnika podrijetlom iz Sjeverne Amerike koja uzrokuje brojne simptome (diskoloraciju lista na kojem se nalazi) i štete (sušenje i preuranjeno opadanje lišća), a u Hrvatskoj je zabilježena 2013.godine. Cilj ovog rada bio je utvrditi razlike u prostornoj distribuciji prezimjelih imaga hrastove mrežaste stjenice, odnosno pratiti nalet stjenice na lišće lužnjakova lista na objektu koji obuhvaća cijeli spektar od najranijih formi do najkasnijih (<i>Quercus robur</i> var. <i>praecox</i> – <i>Quercus robur</i> var. <i>tardissima</i>). Područje istraživanja bio je pokusni nasad hrasta lužnjaka Jastrebarsko, koji se nalazi na području UŠP Karlovac, na kojem su odrađeni terenski izlasci. Na terenskim istraživanjima, uz prikupljene uzorke hrastova lišća sa stabalaca ranih i kasnih hrastova u fenofazama 2 i 7, izvršeno je snimanje pokusnog nasada dronom. U laboratoriju su izdvojeni prikupljeni uzorci listova hrasta lužnjaka na kojima su uočena i evidentirana jajna legla, nakon kojega su isti skenirani skenerom. Dobivene slike skeniranih listova digitalno su obrađene u računalnom programu ImageJ. Uz korištenje računalnog programa, dobiveni su rezultati prikazani tablično i grafički, a u kojima su prikazane ukupne površine, oštećene površine te postotci oštećenja lisnih površina uzrokovani utjecajem hrastove mrežaste stjenice u ovisnosti o stupnju razvijenosti hrastova lišća (fenofaze 2 i 7). Temeljem postavljenih ciljeva u ovom radu utvrđena je neznatna razlika pridolazaka jajnih legala na donjim stranama listova hrasta lužnjaka, između faze 2 i faze 7 fenologije hrasta lužnjaka, te veći i izloženiji naleti prezimjelih imaga hrastove</p>

---

	mrežaste stjenice na listovima ranih hrastova, dok je izloženost izrazito kraća na listovima kasnih hrastova.
--	---

---

## BASIC DOCUMENTATION CARD

<b>Title</b>	Spring distribution of overwintered oak lace bugs in relation with the degree of oak leaf development
<b>Author</b>	Hrvoje Rastovac
<b>Adress of author</b>	Silvija Strahimira Kranjčevića 12, 44 000 Sisak
<b>Thesis performed at</b>	The Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb
<b>Publication tipe</b>	Master thesis
<b>Supervisor</b>	Prof. Boris Hrašovec,
<b>Assistnt</b>	Assist. Prof. Milivoj Franjević,
<b>Publication year</b>	2022.
<b>Volume</b>	30 pages, 31 pictures, 2 tables, 3 figures, 18 references
<b>Key words</b>	Invasive type, <i>Corythucha arcuata</i> , Phenology, ( <i>Quercus robur</i> )
<b>Abstract</b>	<p>In this thesis, research has been carried out on the spring distribution of overwintered oak mesh bedstead imagas depending on the degree of development of oak leaves. Oak mesh bedbug (<i>Corythucha arcuata</i>) is an invasive species of pest originating in North America that causes a number of symptoms (discoloration of the leaf on which it is located) and damage (drying and premature decline of leaves), and was recorded in Croatia in 2013. The aim of this paper was to determine the differences in the spatial distribution of overwintered oak mesh bedstead imagas, that is, to monitor the bedbug's rush to the leaves of the alkaline leaf on the object, which covers the entire spectrum from the earliest forms to the latest (<i>Quercus robur</i> var. <i>praecox</i> – <i>Quercus robur</i> var. <i>tardissima</i>). The area of research was a test plantation of the Jastrebarsko pedunculate oak, which is located in the area of UŠP Karlovac, where field outings were made. On field studies, in addition to the collected samples of oak leaves from early and late oak trees in phenophases 2 and 7, a drone test plantation was imaging. In the laboratory, collected samples of oak leaves of pedunculate were extracted on which egg litters were spotted and recorded, after which they were scanned with a scanner. The resulting images of the scanned sheets are digitally processed in the ImageJ computer program. With the use of a computer program, the results were obtained, which presented tabulatedly and graphically, in which the total surfaces, damaged surfaces and the percentages of damage to aphids caused by the influence of an oak mesh bed depending on the degree of development of oak leaves (phenophase 2 and 7) are presented. Based on the objectives set in this paper, a slight difference of arrivals of egg litters on the lower sides of pedunculate oak leaves was found, between phase 2 and phase 7</p>

---

	of pedunculate oak phenology, and greater and more exposed gusts of overwintered oak mesh bed imaga on the leaves of early oaks, while the exposure is extremely shorter on the leaves of late oaks.
--	--

---

	<b>IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI</b>	<b>OB FŠDT 05 07</b>
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

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

U Zagrebu, 23.09.2022. godine

---

*vlastoručni potpis*

Hrvoje Rastovac



## ZAHVALA

Diplomski rad izradio sam samostalno, služeći se znanjem stečenim tijekom studija, te literaturom i izvorima navedenima na kraju rada.

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Borisu Hrašovcu na brojnim stručnim savjetima, strpljenju i potpori tijekom izrade ovog rada. Također se zahvaljujem doc.dr.sc. Kristijanu Tomljanoviću na pomoći i suradnji na nekim mjestima ovog rada.

Konačno, zahvaljujem se svojoj obitelji na potpori i razumijevanju u periodu izrade diplomskog rada i općenito na potpori tijekom studiranja.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. <i>Corythucha arcuata</i> .....	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	6
3. MATERIJALI I METODE .....	7
3.1. Područje istraživanja.....	7
3.2. Terenska istraživanja .....	9
3.3. Laboratorijski rad.....	12
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	16
4.1. Uzorkovanje listova srpanj 2022. ....	16
5. ZAKLJUČAK .....	28
6. LITERATURA .....	29

## POPIS SLIKA

Slika 1 Prikaz Uprave Šuma Podružnica Vinkovci (područje prvih nalazišta hrastove mrežaste stjenice u Hrvatskoj).....	2
Slika 2 Prostorni raspored lokacija na kojima je prvi puta potvrđena prisutnost hrastove mrežaste stjenice ( <i>Corythucha arcuata</i> ) na području Hrvatske.....	3
Slika 3 Imaga hrastove mrežaste stjenice.....	4
Slika 4 Prikaz jajnih legala i imaga hrastove mrežaste stjenice.....	5
Slika 5 Prikaz GJ Jastrebarski lugovi, odsjek 19b.....	7
Slika 6 Shema pokusnog nasada Jastrebarsko, obilježene provenijencije (populacije) te ponavljanja različitim bojama.....	8
Slika 7 Satelitski prikaz pokusnog nasada Jastrebarsko.....	8
Slika 8 Faze listanja hrasta lužnjaka.....	9
Slika 9 Prikaz rubnog dijela pokusnog nasada Jastrebarsko.....	10
Slika 10 Prikaz unutrašnjosti pokusnog nasada Jastrebarsko.....	10
Slika 11 Prikaz prikupljanja uzoraka na terenu.....	10
Slika 12 Prikaz pokusnog nasada Jastrebarsko prilikom terenskog izlaska, 12.5.2022.....	11
Slika 13 Prikaz drona model <i>DJI Inspire 1 V2.0</i> .....	12
Slika 14 Detaljan prikaz skeniranih listova s donje strane lista.....	13
Slika 15 Detaljan prikaz skeniranih listova s gornje strane lista.....	13
Slika 16 Prikaz digitalne obrade cijelih površina listova.....	15
Slika 17 Prikaz digitalne obrade oštećenih površina listova.....	15
Slika 18 Prikaz pokusnog nasada Jastrebarsko s označenim fenofazama (1. fenofaza narančasta boja, 2. fenofaza žuta boja, 7. fenofaza zelena boja).....	16
Slika 19 Prikaz pokusnog nasada Jastrebarsko dronom u kojem su izdvojeni jače napadnuti dijelovi na dan 19.srpnja 2022.....	17
Slika 20 Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 2 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	21
Slika 21 Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 2 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	21
Slika 22 Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 2 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	22

Slika 23 Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 2 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	22
Slika 24 Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	23
Slika 25 Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	23
Slika 26 Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	24
Slika 27 Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	24
Slika 28 Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	25
Slika 29 Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	25
Slika 30 Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	26
Slika 31 Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.....	26

## POPIS GRAFOVA

Grafikon 1 Prikaz prikupljenih uzoraka pretežito zelenih listova u fenofazi 2 listanja hrasta lužnjaka.....	19
Grafikon 2 Prikaz prikupljenih uzoraka pretežito zelenih listova u fenofazi 7 listanja hrasta lužnjaka.....	19
Grafikon 3 Prikupljeni uzorci po fenofazama.....	20

## POPIS TABLICA

Tablica 1 Uzorkovanje listova ranih i kasnih hrastova.....	18
Tablica 2 Rezultati analize skeniranih listova.....	27

# 1. UVOD

## 1.1. *Corythucha arcuata* (Say, 1832)

Hrastova mrežasta stjenica (*Corythucha arcuata*) je invazivna vrsta štetnika, podrijetlom iz Sjeverne Amerike. Smatramo je invazivnom vrstom jer prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13) vrstu smatramo invazivnom ako njezino naseljavanje ili širenje negativno utječe na biološku raznolikost ili zdravlje ljudi ili pričinjava gospodarsku štetu na područje u koje je unesena. Pripadnik je reda Hemiptera, podreda Heteroptera te porodice Tingidae, sistematski svrstana kako je prikazano:

CARSTVO: Animalia

KOLJENO: Arthropoda

RAZRED: Insecta

RED: Hemiptera

PODRED: Heteroptera

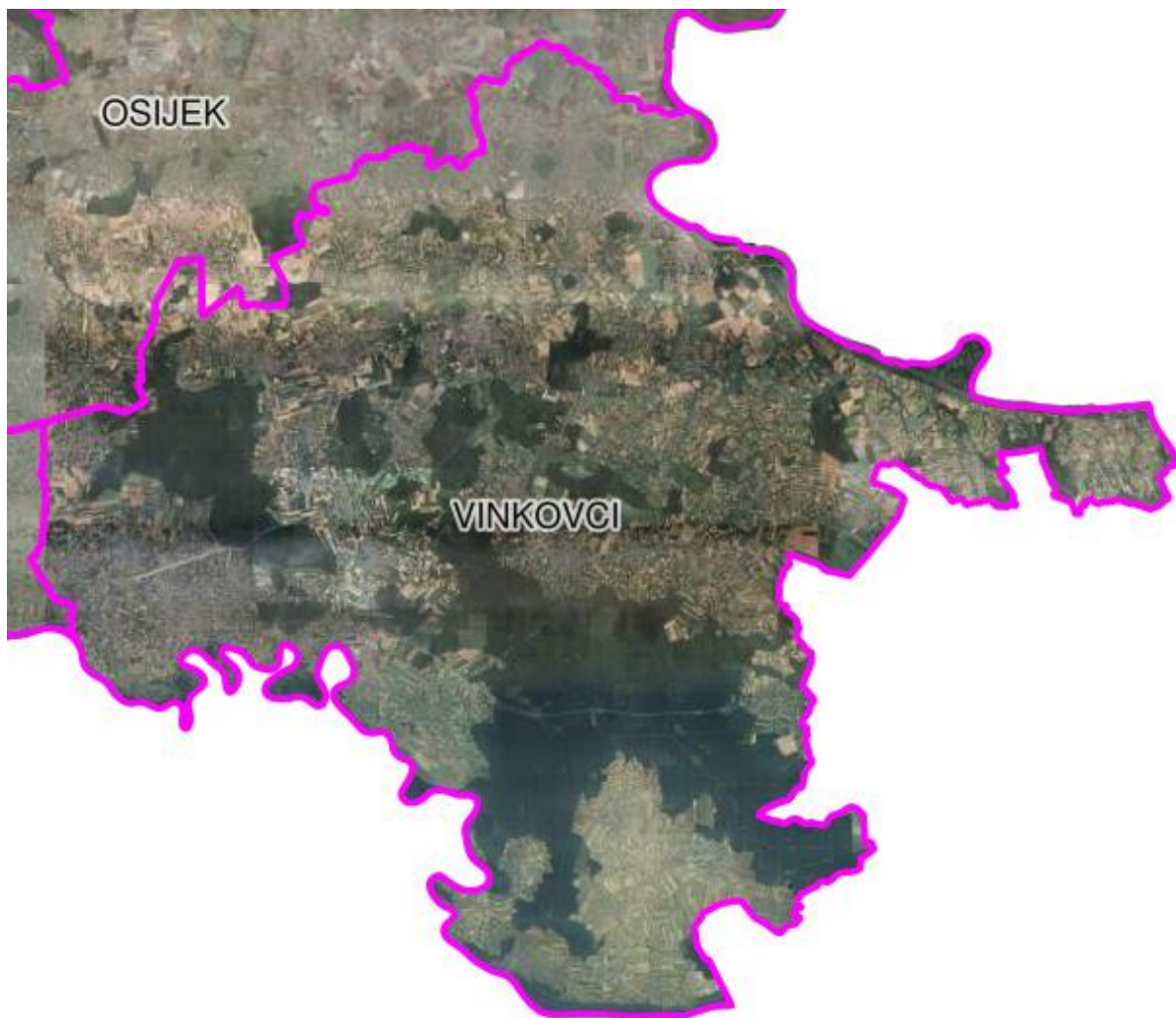
PORODICA: Tingidae

ROD: *Corythucha*

VRSTA: *Corythucha arcuata* (Say, 1832)

Autohtona je na područjima srednjeg i istočnog dijela SAD-a, te na jugu Kanade. Rod *Corythucha* obuhvaća približno oko 70 opisanih, morfološki i biološki sličnih, oligofagnih do polifagnih vrsta. Na svom prirodnom mjestu pridolaska hrane se sišući na lišću velikog broja sjevernoameričkih hrastova ali i ostalih listopadnih vrsta drveća i grmlja (*Quercus acuminata*, *Q. alba*, *Q. macrocarpa*, *Q. muehlenbergii*, *Q. prinoides*, *Q. prinus*, *Q. rubra*, *Castanea americana*, te vrste iz rodova *Acer*, *Malus* i *Rosa*). Na europskom tlu hrastova mrežasta stjenica prvi je puta zabilježena 2000. godine u Italiji na području Lombardije i Piedmonta (Bernardinelli, 2000). Idući pronalasci bili su zabilježeni na području Turske (Mutun, 2003), Švicarske (Forster i sur., 2005), Bugarske (Dobrevi i sur., 2013), Mađarske (Csoka i sur., 2013), zatim Hrvatske (Hrašovec i sur., 2013), Srbije (Pap i sur., 2015.), Slovenije (Jurc i Jurc, 2017) i Rumunjske (Chireceanu i sur., 2017).

Prvo nalazište hrastove mrežaste stjenice u Hrvatskoj potvrđeno je u jesen 2013. godine na lokalitetima spačvanskih šuma hrasta lužnjaka kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. UŠP Vinkovci (Lipovac, Vrbanja, Gunja, Otok, Vinkovci) (Hrašovec i sur., 2013). U razdoblju od 2013. godine hrastova mrežasta stjenica proširila se prema zapadu što je potvrđeno novim nalazištima i lokalitetima diljem Republike Hrvatske (Ključar, 2017).



Slika 1. Prikaz Uprave Šuma Podružnica Vinkovci (područje prvih nalazišta hrastove mrežaste stjenice u Hrvatskoj) (Izvor: <http://javni-podaci.hrsume.hr/>)



Slika 2. Prostorni raspored lokacija na kojima je prvi puta potvrđena prisutnost hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) na području Hrvatske (Izvor: [http://www.hkisdt.hr/podaci/2014/PRVI\\_NALAZ\\_HRASTOVE\\_MREASTE\\_STJENICE.PDF](http://www.hkisdt.hr/podaci/2014/PRVI_NALAZ_HRASTOVE_MREASTE_STJENICE.PDF)) (Pristupljeno: 20.8.2022.)

Razvojni ciklus hrastove mrežaste stjenice čine stadiji: jaja, ličinke i imaga. Imago je plosnat, četverokutnog oblika, veličine oko 3 mm. Na polupokrillju nalaze se dvije središnje krilne smeđe pjege, dvije ramene i dvije slabije izražene vršne krilne pjege smeđe boje. Imaga prezimljuju u pukotinama kore stabala, na otpalom lišću ili u tlu u blizini stabla. Izlaze iz skrovišta u proljeće sa pojavom prvog lista. Jaja su crna i elongirana, odložena u skupinama s donje strane lista. Broj odloženih jaja po jednoj ženki kreće se od 15 do 100 komada (Baker i Brown, 1994). Ličinka je ovalna i uočljivo tamnija od imaga, crna sa žućkastim dijelovima. Puni razvoj hrastove mrežaste stjenice od jaja do imaga obuhvaća 5 larvalnih stadija. Na europskim hrastovima vrijeme razvoja jajašca traje tri do četiri tjedna, a ličinke se hrane tri do četiri tjedna prije sazrijevanja, s time da je vrijeme razvoja dulje u periodu kasnoga ljeta, a kraće u periodu kasnog proljeća (Bernardinelli, 2006). Treba istaknuti da stjenica u Hrvatskoj stvara najmanje



tri generacije godišnje, što dodatno apostrofira njen iznimno negativan potencijal po naše hrastove šume. Svi razvojni stadiji zadržavaju se s donje strane lista, u sjeni. Sa pojavom prvog lista u proljeće prezimljujuća generacija stjenica izlazi iz skrovišta i započinje sa ishranom na mladom lišću. Hrani se biljnim sokovima na lišću drveća i grmlja (usni ustroj za bodenje i sisanje) a tipični simptomi napada pojavljuju se na gornjoj strani lista, u obliku točkastog gubitka zelene boje koje s vremenom uzrokuju sve intenzivnije žućenje lista, jasno vidljivo izdaleka već krajem srpnja. (Ključar, 2017) U slučaju snažnog napada posljedice se ogledaju u preuranjenom sušenju i opadanju lišća, kao i smanjenje prirasta.



Slika 3. Imaga hrastove mrežaste stjenice (foto: B.Hrašovec)

Uz simptome na gornjoj strani, na donjoj strani lista redovito se nalaze imaga, crni točkasti ekskrementi, odložena jajna legla, ličinke i odbačeni svlakovi. S obzirom na veliki broj generacija, česti je slučaj da se na istom listu nalaze jedinke više različitih generacija. U hrastovim šuma primijećena je diskoloracija lista hrasta lužnjaka. Štetnost stjenice najčešće se očituje u prvom redu u sušenju i preuranjenom opadanju lišća, a ovisno o intenzitetu napada, posljedično uzrokuje smanjenje prirasta, preuranjeno odbacivanje žira, te smanjenje općekorisnih funkcija šuma. Premda je utvrđeno da je stjenica primarno štetnik hrasta, na kojem su simptomi napada najjači, oštećenja su zabilježena i na nizu drugih domaćina, kao što su divlja jabuka (*Malus sylvestris* (L.) Mill.), nizinski brijest (*Ulmus minor* Mill.), kupine (*Rubus* spp.) i druge vrste. (Ključar, 2017)



Slika 4. Prikaz jajnih legala i imaga hrastove mrežaste stjenice (foto: H.Rastovac)

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je bio utvrditi razlike u prostornoj distribuciji prezimjelih imaga hrastove mrežaste stjenice na području pokusnog nasada hrasta lužnjaka Jastrebarsko, u ovisnosti o stupnju razvijenosti hrastova lišća. U radu se istražuje pojava štetnosti hrastove mrežaste stjenice u proljetnom i ljetnom vremenskom periodu. Istraživanjem se želi obuhvatiti vremenski period pridolaska hrastove mrežaste stjenice na listove hrasta lužnjaka, nakon čega slijedi laboratorijska obrada i prikazi dobivenih rezultata.

Postavljeni ciljevi ovog istraživanja su:

1. pratiti nalet stjenice na lišće lužnjakova lista na objektu koji obuhvaća cijeli spektar od najranijih formi do najkasnijih (*Quercus robur* var. *praecox* – *Quercus robur* var. *tardissima*)
2. prije pojave druge leteće generacije stjenice eventualne razlike u napadu na ranim formama u odnosu na kasno listajuće hrastove
3. utvrditi razlike u prostornoj distribuciji prezimjelih imaga hrastove mrežaste stjenice na razini uzorkovanog lišća i putem dron snimke u razdoblju završetka razvoja prve proljetne generacije i pred pojavu druge generacije letećih imaga
4. potvrditi ili odbaciti hipotezu duljeg razdoblja izloženosti štetama od stjenice kod ranije listajućih hrastova

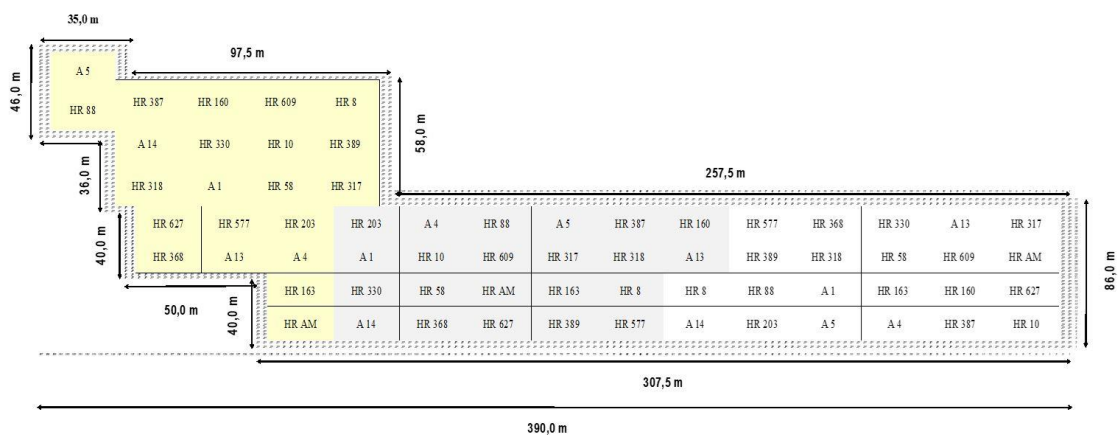
### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Područje istraživanja

Područje istraživanja ovog rada bio je pokusni nasad Jastrebarsko, provenijencije hrasta lužnjaka (*Quercus robur*). Pokusni nasad Jastrebarsko nalazi se na području gospodarske jedinice Jastrebarski lugovi (odsjek 19b), koja je u teritorijalnom sastavu šumarije Jastrebarsko (Uprava šuma podružnica Karlovac). Pokusni nasad osnovan je 2008. godine sa dvogodišnjim sadnicama hrasta lužnjaka (2+0), s time da se prostire na površini od 3,75 ha. Sadržava 3 bloka kojeg čine 22 provenijencije, svaka provenijencija sastoji se od 20 familija, dok svaka familija sadržava 5 biljaka. Razmak sadnje sadnica u pokusnom nasadu je bio 2,5 m između redova i 2,0 m unutar redova, te je posađeno 6600 mjernih biljaka te 890 biljaka u zaštitnom pojasu. (Morić, 2016)



Slika 5. Prikaz GJ Jastrebarski lugovi, odsjek 19b (Izvor: <http://javni-podaci.hrsume.hr/>)



Slika 6. Shema pokusnog nasada Jastrebarsko, obilježene provenijencije (populacije) te ponavljanja različitim bojama (izvor: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:894999>) (Pristupljeno: 31.8.2022.)

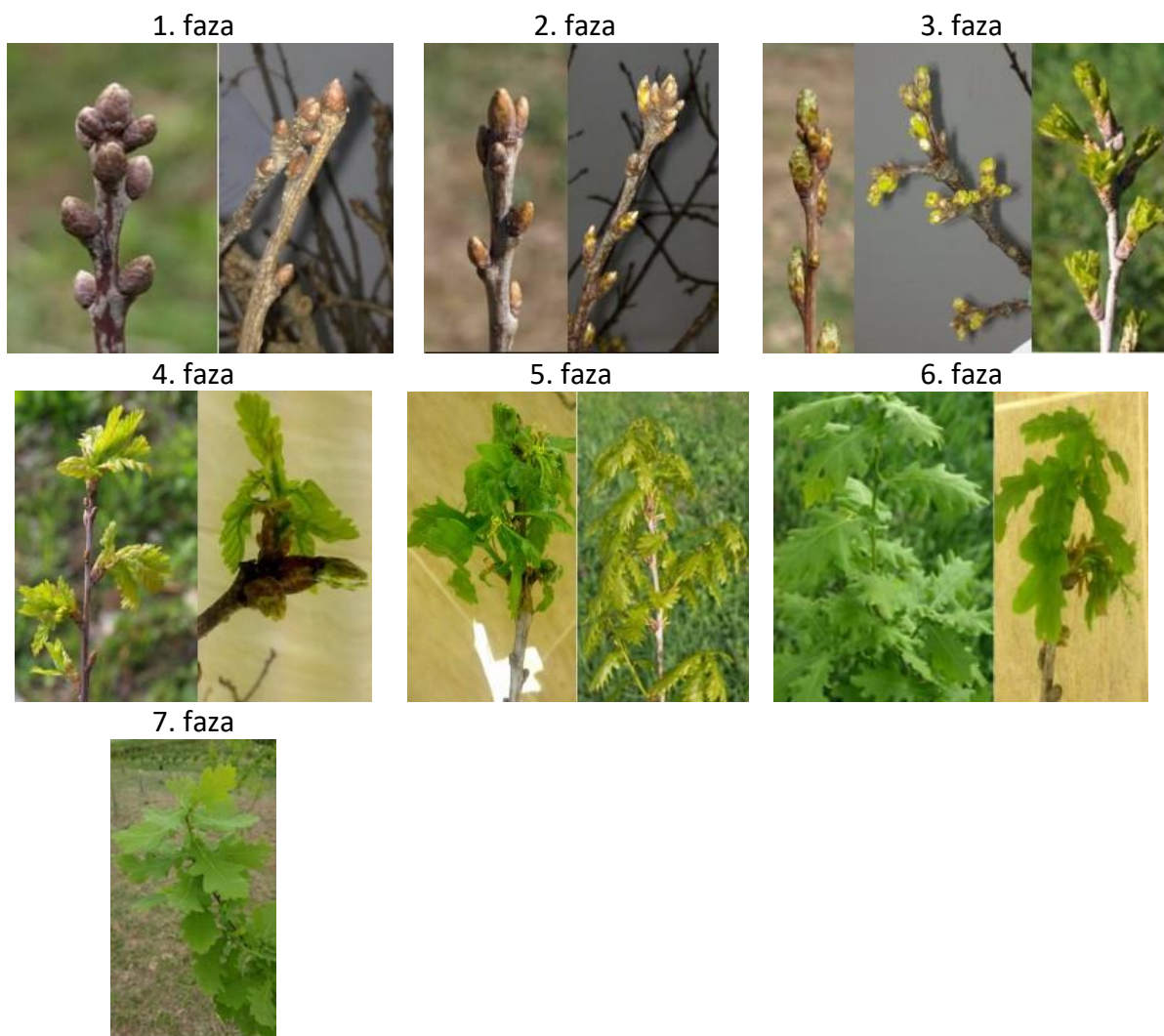


Slika 7. Satelitski prikaz pokusnog nasada Jastrebarsko (Izvor: Google Earth)

## 3.2. Terenska istraživanja

Terenska istraživanja provedena su na području pokusnog nasada Jastrebarsko, provenijencije hrasta lužnjaka. Istraživanja se temelje na više terenskih izlazaka, a s time i odrađivanja više radnji na samom terenu. Temelj terenskog rada je uzorkovanje na pojedinim stabalcima kroz nacrt pokusnog nasada sa fenologijom hrastova lišća. Kod terenskog izlaska sakupljani su uzorci listova hrasta lužnjaka sa pojedinih stabalaca ranih hrastova i sa pojedinih stabalaca kasnih hrastova. Fenologiju listanja hrasta lužnjaka čine 7 faza:

1. faza - spavajući pup
2. faza - pupovi su još zatvoreni, ali produženi
3. faza - pupovi se počinju otvarati i vide se vršci zelenih listića
4. faza - faza pojave prvih vidljivih listova
5. faza - formiranje vidljivih listova sa peteljčicom, ali još uvijek uzdužno savijeni
6. faza - listovi su formirani, ali još tanki
7. faza - listovi su razvijeni



Slika 8. Faze listanja hrasta lužnjaka (izvor: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:894999>)  
(Pristupljeno: 31.8.2022.)

Prvim terenskim izlaskom (3.5.2022. godine) odrađena je procjena fenofaza hrastova lišća, a s time i fenološka analiza stanja pokusnog nasada (razvijenosti lišća).

Drugim terenskim izlaskom (12.2.2022.godine) zabilježen je pridolazak imaga hrastovih mrežastih stjenica na donjim stranama listova hrasta s stabalaca ranih hrastova, međutim nisu uočena jajašca i jajna legla kao niti ličinka. Kod listova stabalaca kasnih hrastova nije uočen nikakav pridolazak imaga hrastove mrežaste stjenice.

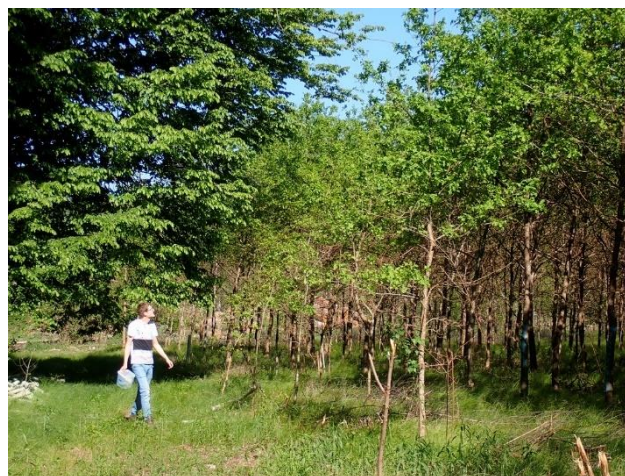


Slika 9. Prikaz rubnog dijela pokusnog nasada Jastrebarsko (foto: B.Hrašovec)



Slika 10. Prikaz unutrašnjosti pokusnog nasada Jastrebarsko (foto: B.Hrašovec)

Trećim terenskim izlaskom (8.7.2022.) uz pomoć nacrti i preuzetom fenološkom analizom stanja pokusnog nasada (3.5. 2022.), izvršeno je sakupljanje grana s listovima hrasta lužnjaka u posude i vreće pomoću terenskog alata, prilikom kojeg su u fokusu bila pojedina stabalca ranih i kasnih hrastova sa fenološkim fazama razvijanja lista hrasta lužnjaka 1, 2 i 7. Na listovima stabalaca ranog i kasnog hrasta uočen je i zabilježen pridolazak imaga hrastove mrežaste stjenice, a s time i odložena jajašca i jajna legla sa donje strane lista. Nakon sakupljanja slijedilo je evidentiranje broja listova sa odrezanih grana u tablicu koja je prikazana u rezultatima istraživanja.



Slika 11. Prikaz prikupljanja uzoraka na terenu (foto: B.Hrašovec)



Slika 12. Prikaz pokusnog nasada Jastrebarsko prilikom terenskog izlaska, 12.5.2022. (foto: B.Hrašovec)

Četvrtim terenskim izlaskom (19.7.2022.) izvršeno je snimanje pokusnog nasada, provenijencije hrasta lužnjaka iz zraka pomoću drona modela *DJI Inspire 1 V2.0*, te dobivanje što učinkovitijih fotosnimaka koje bi prikazivale zastupljenost oštećenja hrastove mrežaste stjenice na listovima hrasta lužnjaka. Glavni dijelovi drona su letjelica i kamera, a važan dio drona pri snimanju videozapisa je i gimbal koji osigurava stabilnost kamere bez obzira na smicanje letjelice zbog loših uvjeta leta. Letjelicom i kamerom upravlja se uz pomoć daljinskog upravljača sa mobilnim ekranom. Na svakoj novoj lokaciji snimanja potrebno je kalibrirati kompas zbog toga što je on vrlo osjetljiv na elektromagnetske smetnje što utječe na kvalitetu leta. Dron prije polijetanja treba biti smješten na tvrdoj podlozi i na otvorenom položaju. Polijetanje može biti automatsko ili manualno ovisno o dostupnosti GPS signala. (Tonković, 2020)

Najkvalitetnije snimke bespilotnom letjelicom dobijemo snimanjem u vrijeme kada se Sunce nalazi u zenitu, tj. kada je točno okomito iznad promatrane površine. Sunčeve zrake u ovom slučaju, padaju okomito na površinu zemlje - pod pravim kutom, što znači da objekti ne bacaju sjene. (Tonković, 2020)





Slika 13. Prikaz drona model *DJI Inspire 1 V2.0* (izvor: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:650466>) (Pristupljeno: 31.8 2022.)

### **3.3. Laboratorijski rad**

Nakon terenskog prikupljanja uzoraka te odvajanja i evidentiranja u tablicu za uzorkovanje listova sa ili bez jajnih legala, uslijedio je laboratorijski dio istraživanja. Prosušeni prikupljeni uzorci sa jajnim leglima na donjoj strani lista skenirani su korištenjem skenera HP Scanjet G3110 u laboratoriju na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije. Prikupljeni listovi skenirani su u više navrata sa gornje i donje strane.



Slika 14. Detaljan prikaz skeniranih listova s donje strane lista

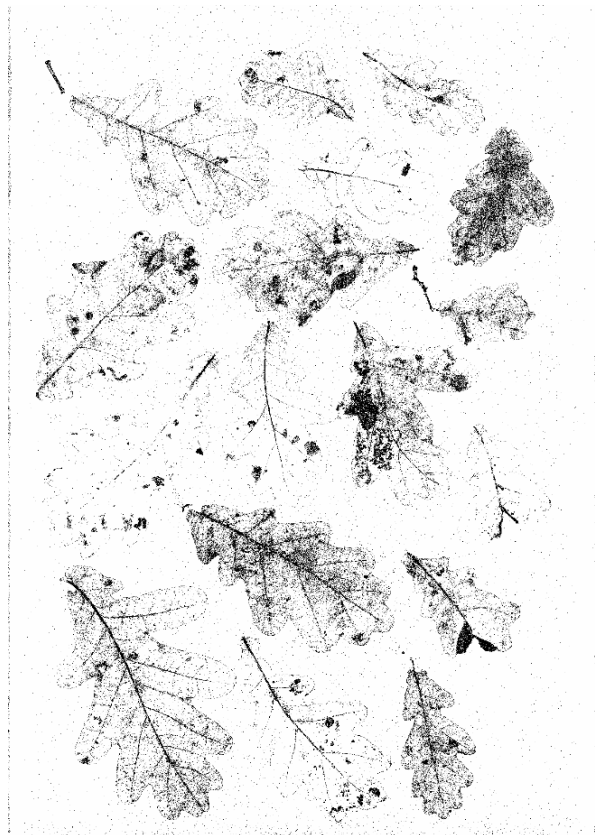


Slika 15. Detaljan prikaz skeniranih listova s gornje strane lista

Nakon skeniranja, napravljena je digitalna obrada u kojoj su detaljno analizirani skenirani listovi hrasta te obrađeni korištenjem računalnog programa ImageJ. ImageJ je računalni program u javnom vlasništvu koji je napisan u Java programskom jeziku, namijenjen digitalnoj obradi i analizi slika (Rasband, 1997-2016.). Skenirani uzorci hrastovog lišća obrađivani su korištenjem ImageJ izdvajanjem oštećenih površina uzorkovanih listova na kojem su vidljiva jajna legla hrastove mrežaste stjenice (donja strana lista) i na kojem je vidljiva značajna promjena boje uzrokovana utjecajem invazivnog štetnika na listu. Princip izdvajanja oštećenih površina temeljio se na razlici vrijednosti RGB spektra oštećenih lisnih površina, u odnosu na zdrave, neoštećene dijelove lista te oštećenja koja nisu prouzrokovana utjecajem hrastove mrežaste stjenice, već nekim drugim čimbenikom. U postupku izdvajanja ImageJ program je automatski izdvajao sve površine unutar zadanih RGB parametara pri tome je redovito dolazilo do određenih greški, u vidu izdvajanja površina bez oštećenja prouzrokovanih stjenicom, te ne izdvajanja svih površina sa oštećenjima prouzrokovanih stjenicom. Zato se u svakom takvom slučaju pristupalo provedbi manualnog ispravljanja takvih grešaka. Za kvalitetnu provedbu ispravljanja grešaka bilo je potrebno dobro poznavati oštećenja koje uzrokuje hrastova mrežasta stjenica, te identificirati oštećenja koja nije prouzročila stjenica. Kvantifikacija oštećenih površina listova vršila se računanjem ukupnog broja piksela što su ga činile oštećene površine pojedinog lista i stavljanjem u odnos sa ukupnim brojem piksela koji je predstavljao čitavu površinu istoga lista. Time se došlo do postotka oštećenja prouzrokovanog hrastovom mrežastom stjenicom u odnosu na površinu cijelog lista. (Ključar, 2017)



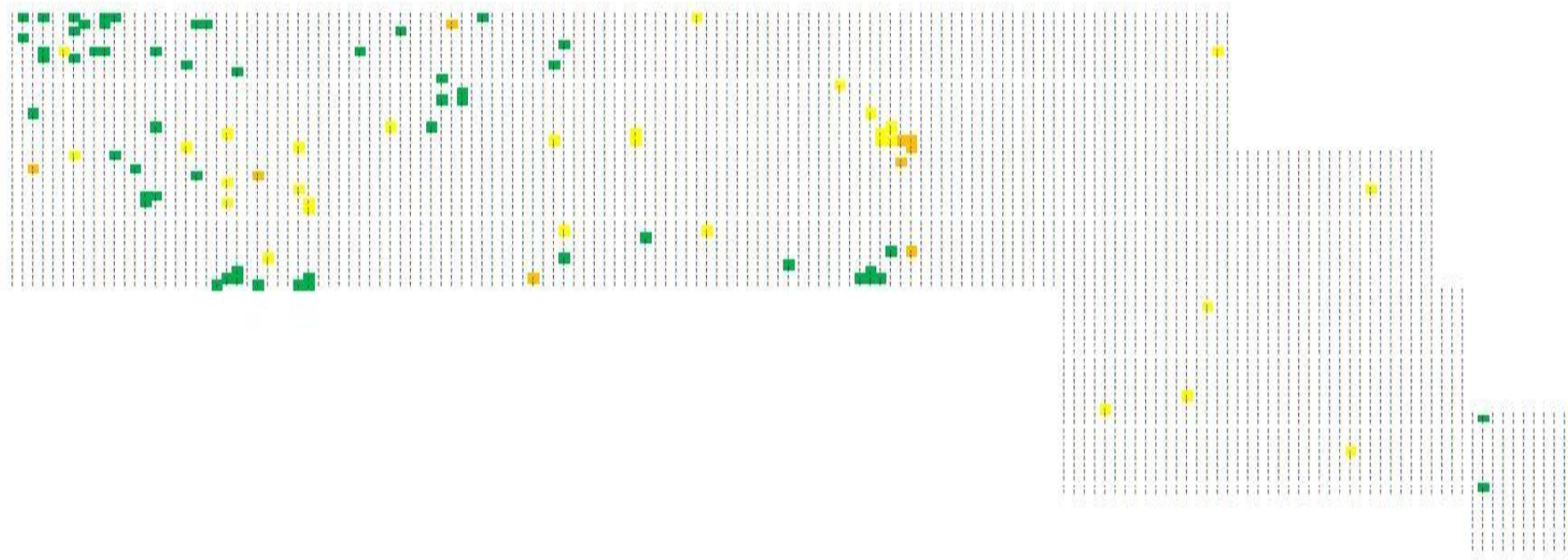
Slika 16. Prikaz digitalne obrade cijelih površina listova



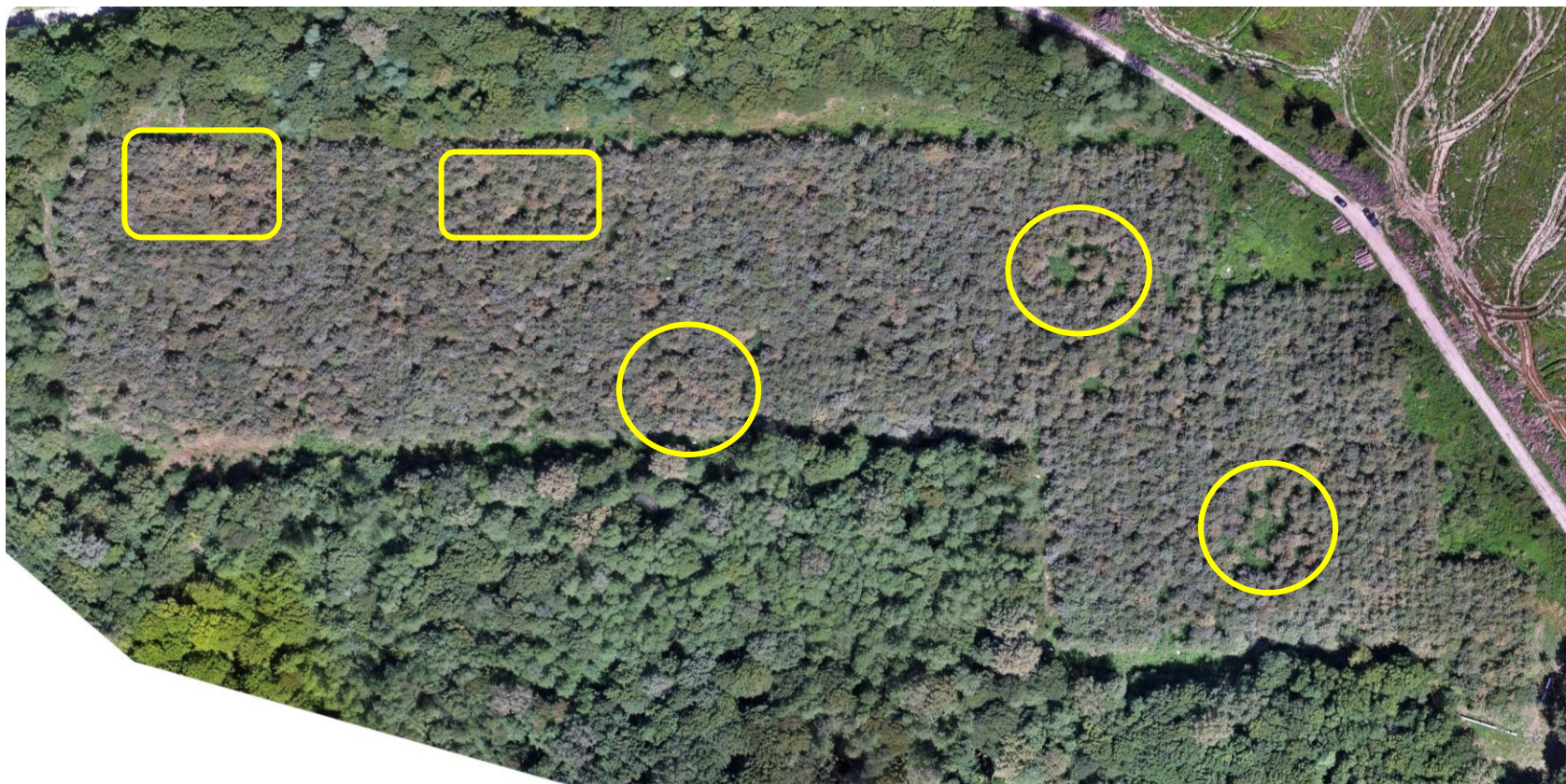
Slika 17. Prikaz digitalne obrade oštećenih površina listova

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Uzorkovanje listova srpanj 2022.





Slika 18. Prikaz pokusnog nasada Jastrebarsko s označenim fenofazama (1. fenofaza narančasta boja, 2. fenofaza žuta boja, 7. fenofaza zelena boja)

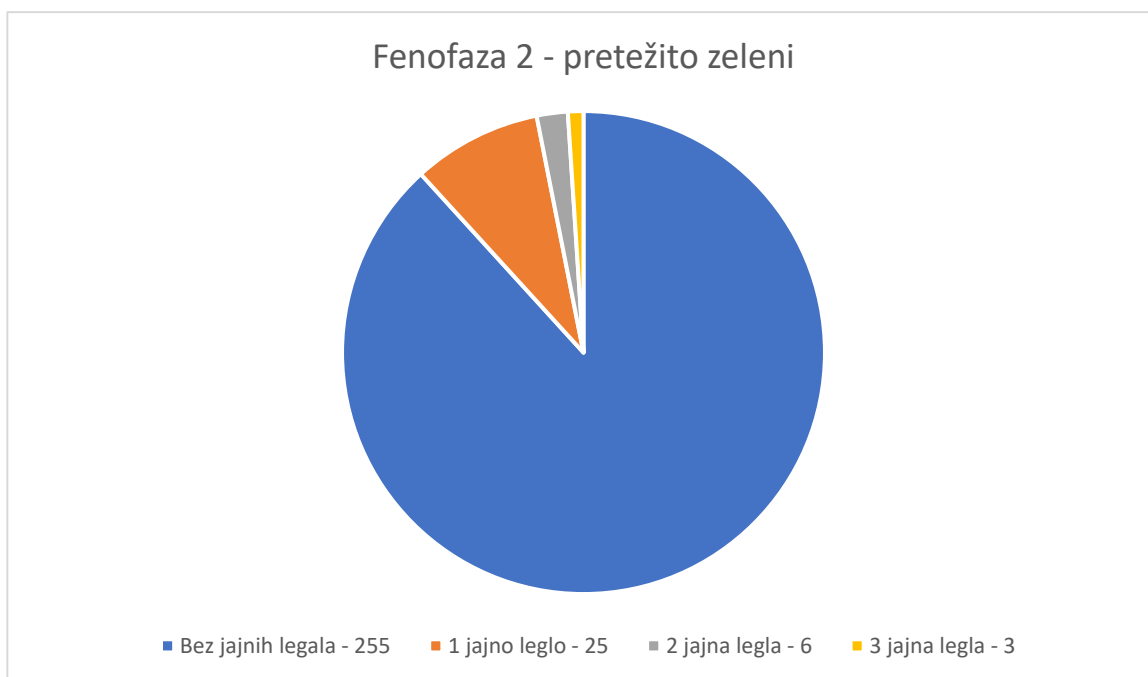


Slika 19. Prikaz pokusnog nasada Jastrebarsko dronom u kojem su izdvojeni jače napadnuti dijelovi na dan 19.srpnja 2022.

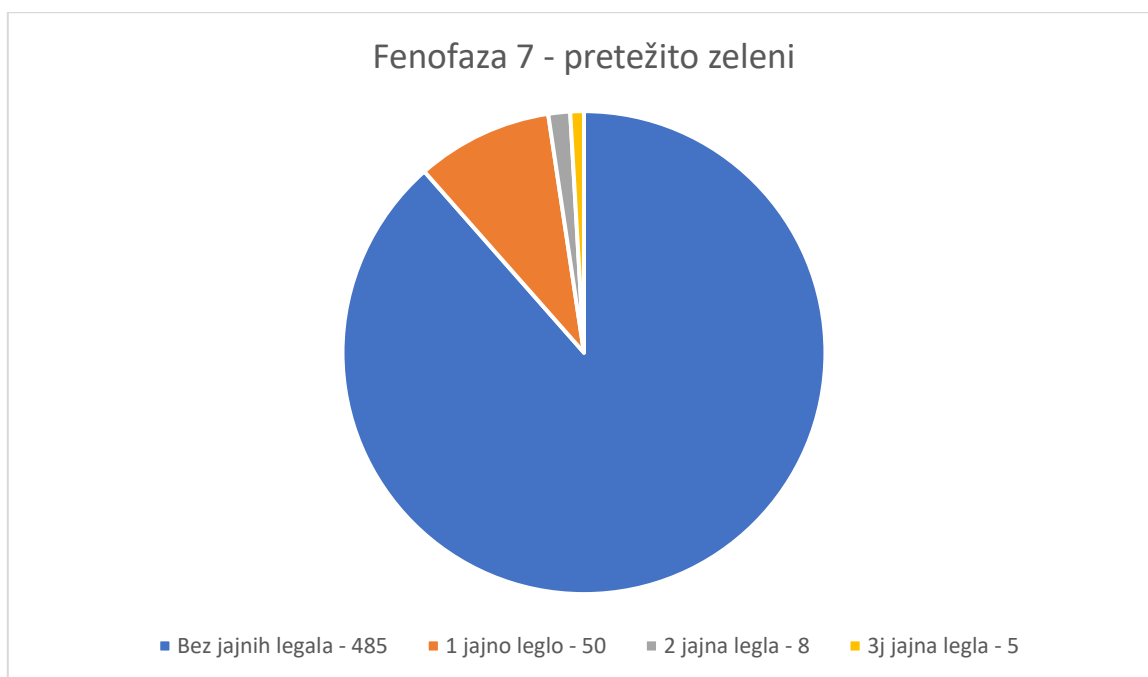
Usporedbom Slike 18. i 19., uočavaju se na pokusnom nasadu kako naleti prezimjelih imaga hrastove mrežaste stjenice prvo pridolazi na rubnim dijelovima i progalama, a kasnije se proširuje i pridolazi prema unutrašnjosti. Kroz pokusni nasad zastupljenost *C.arciata* na fenologiju listanja hrasta, se očituju na uzorcima uzetih sa stabalaca ranih i kasnih hrastova u fenofazama 1,2 označenim narančastom i žutom bojom, i fenofazom 7 označeni zelenom bojom.

3.5.2022.	Broj listova sa stabalaca ranih hrastova (fenofaza 1 i 2)		Broj listova sa stabalaca kasnih hrastova (fenofaza 7)	
				
8.7.2022.	Pretežito zeleni Σ 289	Pretežito žuti Σ 0	Pretežito zeleni Σ 548	Pretežito žuti Σ 11
Bez jajnih legala	255	0	485	11
1 jajno leglo	25	0	50	0
2 jajna legla	6	0	8	0
3 jajna legla	3	0	5	0
4 i više jajnih legala	0	0	0	0

Tablica 1. Uzorkovanje listova ranih i kasnih hrastova



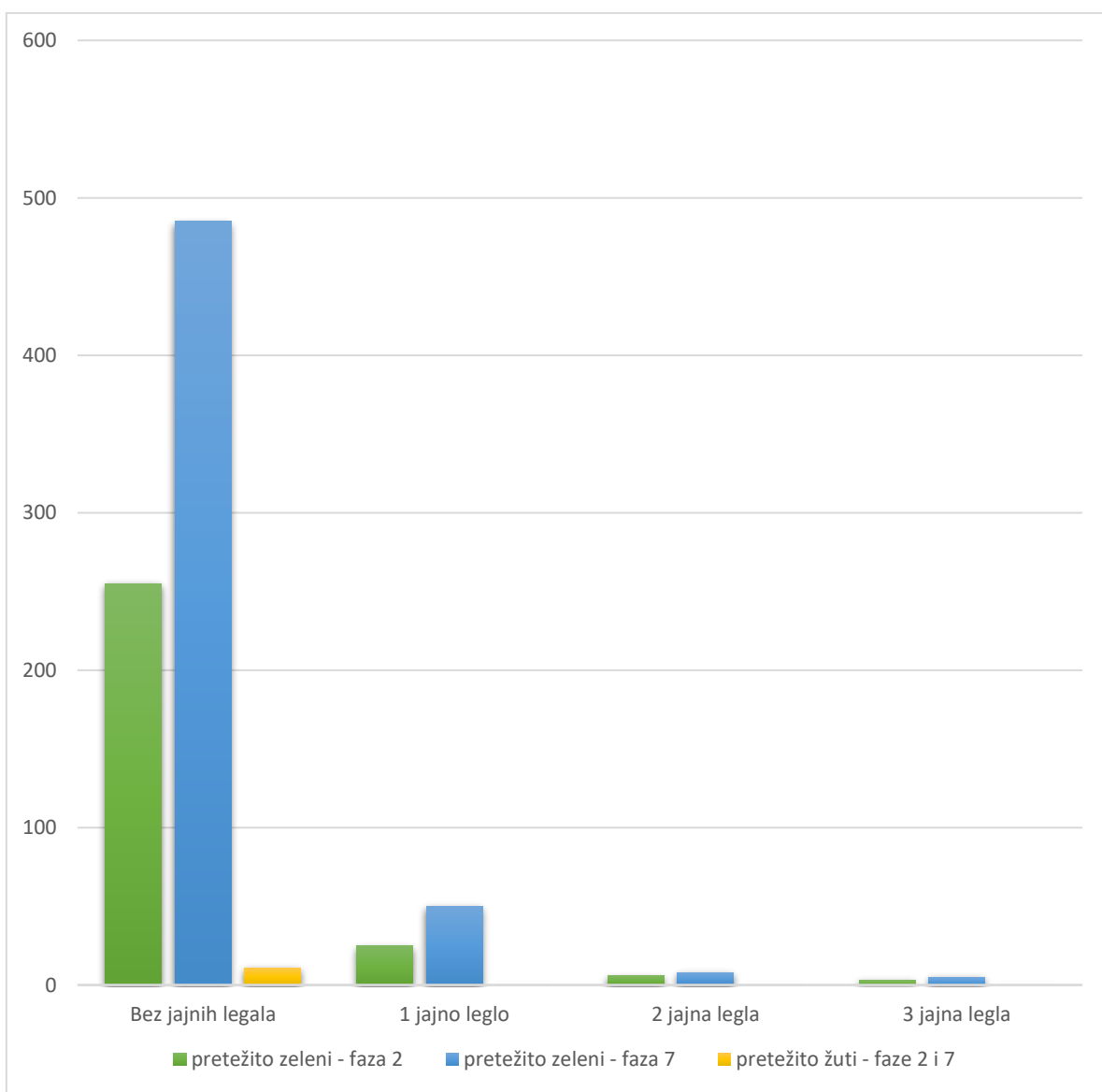
Grafikon 1. Prikaz prikupljenih uzoraka pretežito zelenih listova u fenofazi 2 listanja hrasta lužnjaka.



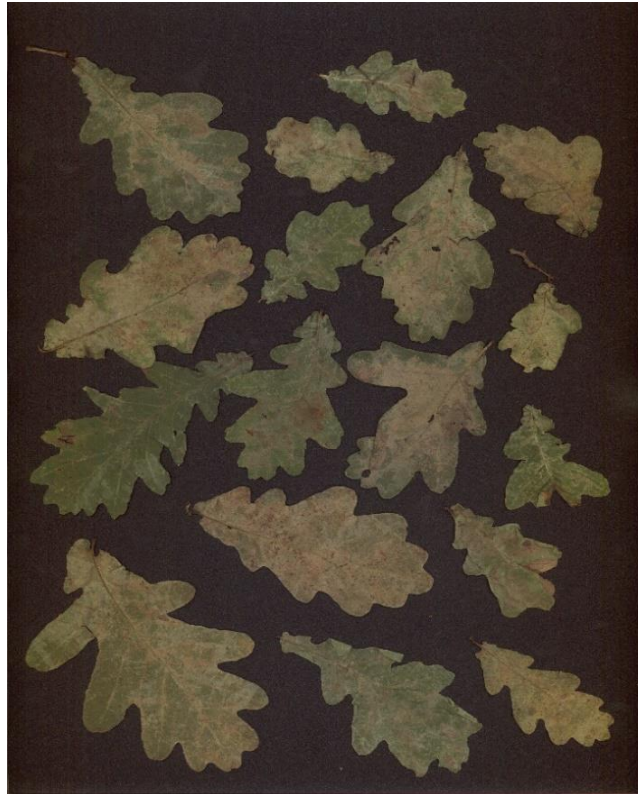
Grafikon 2. Prikaz prikupljenih uzoraka pretežito zelenih listova u fenofazi 7 listanja hrasta lužnjaka.



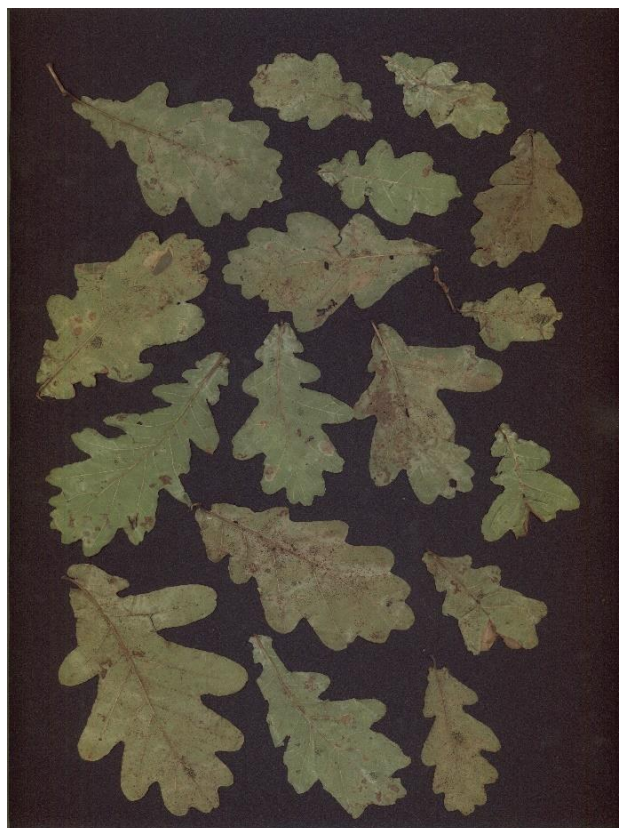
Na tablici 1 i grafikonima 1. i 2. evidentirani su uzeti uzorci sa stabalaca ranih (fenofaza 1 i 2) i kasnih (fenofaza 7) hrastova. Sveukupni skupljeni listovi svrstavani su u kategorije s obzirom na to dali su na donjoj strani lista pronađena jajna legla ili ne. Broj listova, koji su pretežito zeleni, sa stabalaca ranih hrastova u fazama 1 i 2 iznosi 289 , od čega bez jajnih legala je njih najviše 255. Sa jednim jajnim leglom od ukupnog broja uzoraka je pronađeno 25 listova, sa dva jajna legla ukupno 6, sa 3 jajna legla ukupno 3, dok niti jedan list nije pronađen sa 4 i više jajnih legala. Sa stabalaca kasnih hrastova u fazi 7, ukupan broj uzetih uzoraka je 548. Najviše pretežito zelenih listova od ukupnog broja zabilježen je bez jajnih legala - 485. Uzorci na kojima je pronađeno 1 jajno leglo iznosi ukupno 50 listova, sa dva jajna legla ukupno 8, sa 3 jajna legla ukupno 5, dok niti jedan uzorak nije pronađen sa 4 i više jajnih legala. Broj listova pretežito žute boje je 11 (fenofaza 7), dok u fenofazi 1 i 2 takvih listova nije bilo zabilježeno.



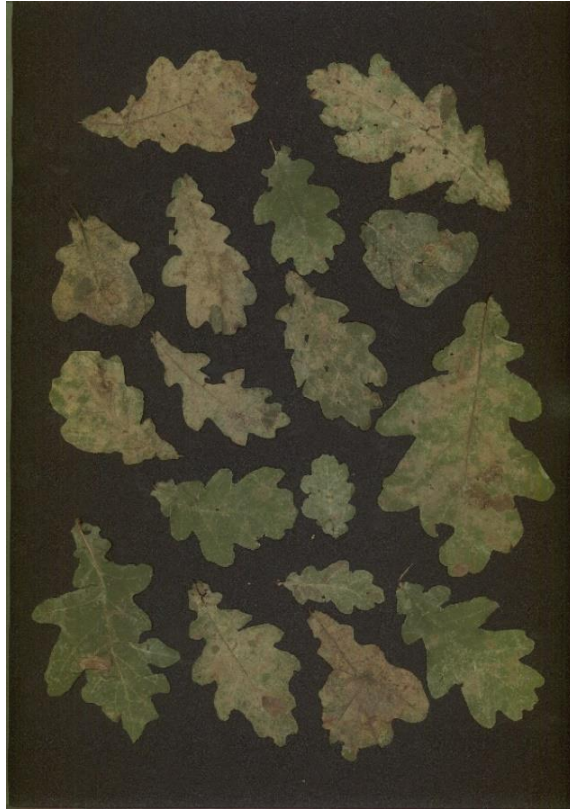
Grafikon 3. Prikupljeni uzorci po fazi 2 i fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka



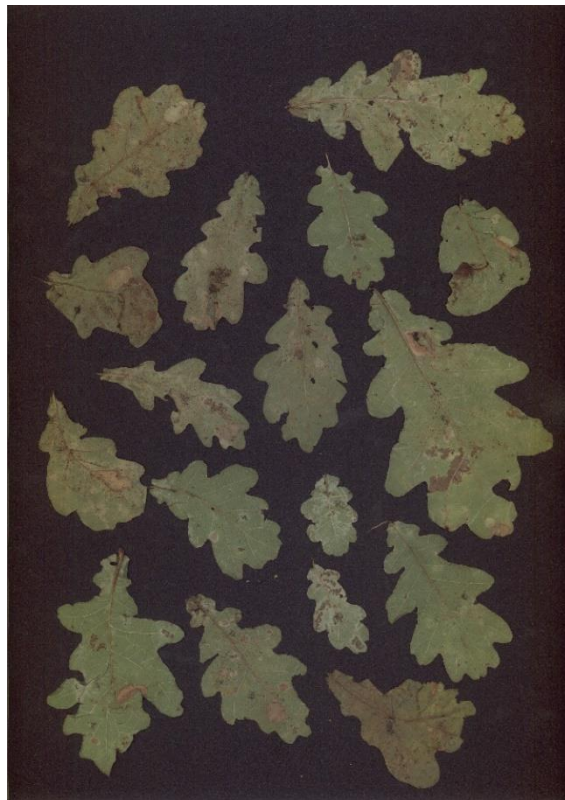
Slika 20. Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 2 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



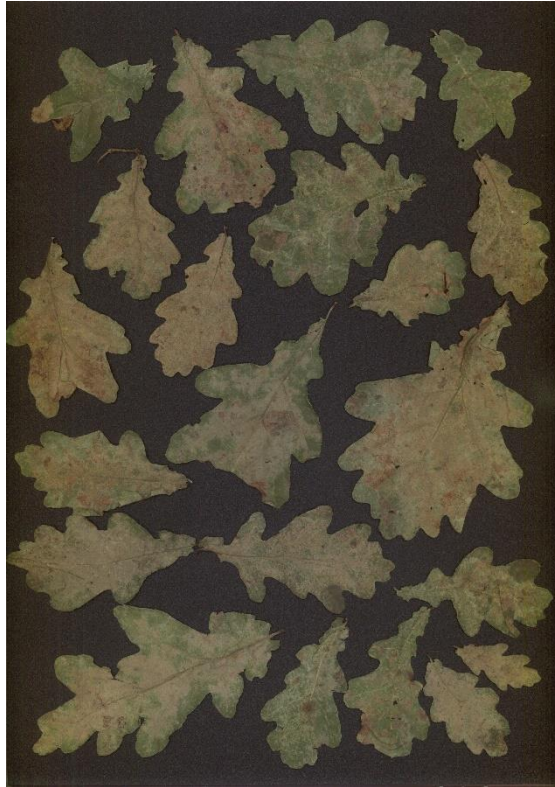
Slika 21. Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 2 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



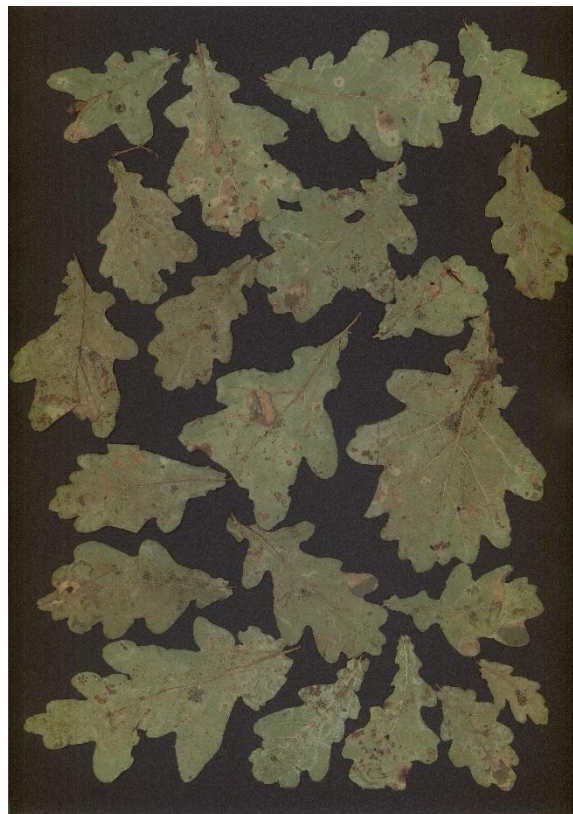
Slika 22. Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 2 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



Slika 23. Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 2 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



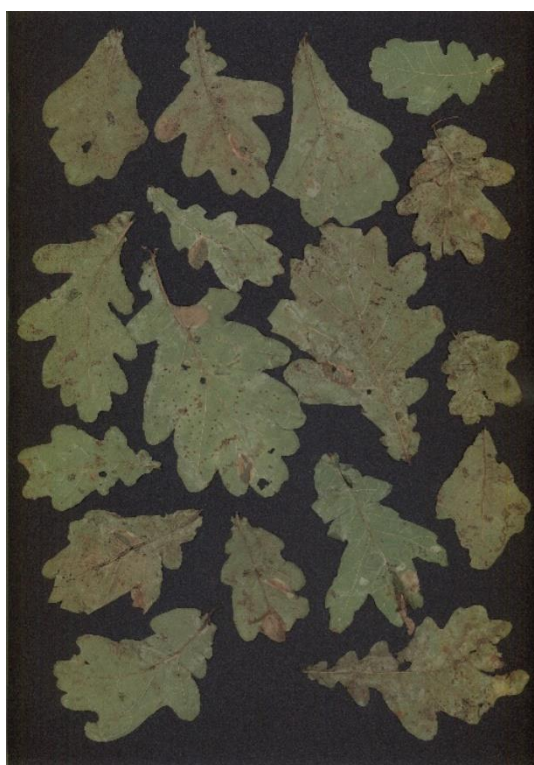
Slika 24. Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



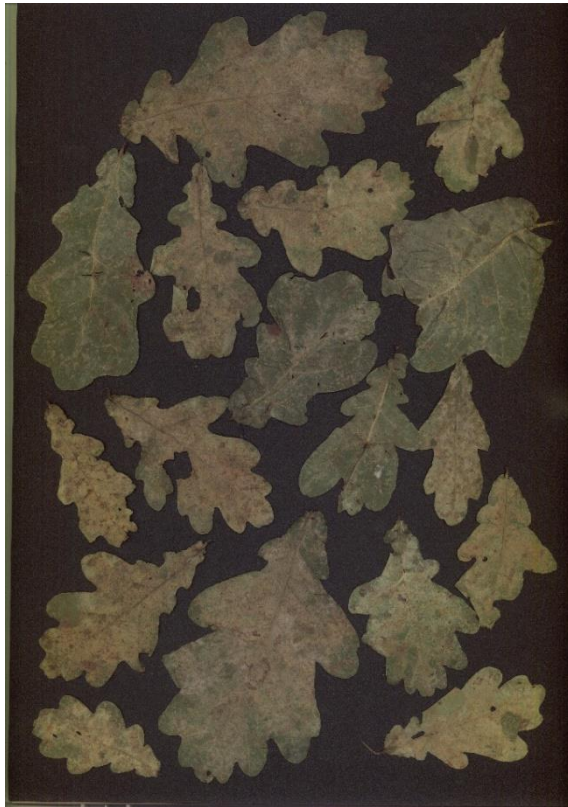
Slika 25. Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



Slika 26. Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



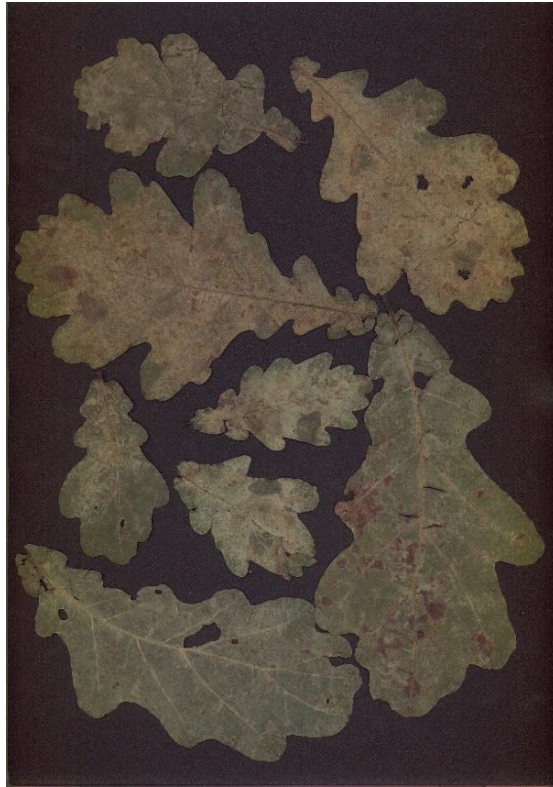
Slika 27. Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



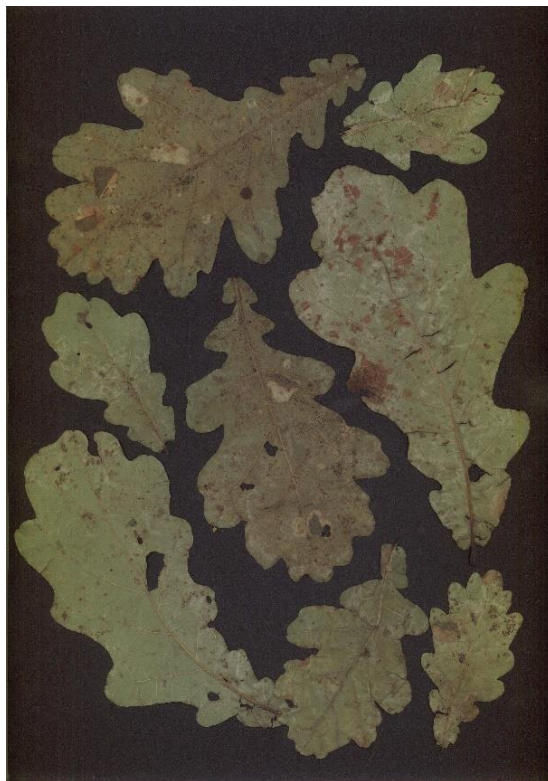
Slika 28. Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



Slika 29. Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



Slika 30. Prikaz skeniranih listova sa gornje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.



Slika 31. Prikaz skeniranih listova sa donje strane u fazi 7 fenologije listanja hrasta lužnjaka.

	Ukupna površina	Oštećena površina	Postotak oštećenja
Fenofaza 2 - Slika 21.	81642	13627	16,69 %
Fenofaza 2 - Slika 23.	76062	10914	14,35 %
Fenofaza 7 - Slika 25.	100461	17992	17,91 %
Fenofaza 7 - Slika 27.	98883	11343	11,47 %
Fenofaza 7 - Slika 29.	102701	10348	10,08 %
Fenofaza 7 - Slika 31.	104062	24204	23,26 %

Tablica 2. Rezultati analize skeniranih listova

U tablici, uz korištenje računalnog programa Image J i Excel-a, je prikazana izračunata ukupna površina uzoraka sa svih skeniranih listova sa donje strane gdje su vidljiva jajna legla, oštećena površina te iskazan postotak oštećenja hrastove mrežaste stjenice. Na slikama 21 i 23 u fazi 2 fenologije hrasta lužnjaka dobiveni su postotci oštećenja koji iznose 16.69% i 14,35% s obzirom na ukupne i oštećene površine. U fenofazi 7, postotci oštećenja invazivnog štetnika *C.arcurata* imaju vrijednosti u rasponu od: 10,08 %, 11,47 %, 17,91 % i 23,26%. Statističkom i grafičkom obradom podataka nije ustanovljena bitna razlika u postotku oštećenosti hrastove mrežaste stjenice između faze 2 i faze 7 fenologije hrasta lužnjaka.



## 5. ZAKLJUČAK

Temeljem postavljenih ciljeva, provedbom ovog istraživanja utvrđeni su slijedeći zaključci:

1. Provedenim terenskim radom na području pokusnog nasada hrasta lužnjaka Jastrebarsko, te laboratorijskom analizom prikupljenih uzoraka utvrđeno je da je autohtona vrsta hrasta lužnjaka izrazito povoljna za ishranu i razvoj invazivne vrste štetnika, *C. arcuata*.
2. Statističkom obradom prikupljenih listova hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) utvrđena je neznatna razlika pridolazaka jajnih legala na donjim stranama listova, između faze 2 (0.16 legla/list) i faze 7 (0.15 legla/list) fenologije hrasta lužnjaka.
3. U razdoblju završetka razvoja prve proljetne generacije i pred pojavu druge generacije letećih imaga vidljiva je razlika pridolazaka i oštećenosti na ranim i kasnim hrastovima, na razini uzorkovanog lišća i putem dron snimke.
4. Veći i izloženiji naleti prezimjelih imaga hrastove mrežaste stjenice te posljedično s time oštećenost i nastanak šteta je na listovima ranih hrastova, dok je na kasnim hrastovima ta izloženost kraća

## 6. LITERATURA

1. Banović, D., 2016: Hrastova mrežasta stjenica – *Corythucha arcuata* (Say, 1832), u istočnoj Slavoniji 2016. godine, širenje područja rasprostranjenosti i procjena šteta. Diplomski rad: 37. str.
2. Baker, G.T., Brown R.L., 1994: Chorionic fine structure of the egg of the oak tingid, *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera: Tingidae). Proc. Ent. Soc. Washington 96: 70–73
3. Bernardinelli, I., 2000: Distribution of the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say) in northern Italy (Heteroptera, Tingidae). Redia LXXIII: 157-162
4. Bernardinelli, I., Zandigiacomo P., 2000: Prima segnalazione di *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) in Europa. Informatore Fitopatologico, 50: 47–49
5. Bernardinelli, I., 2006: Potential host plants of *Corythucha arcuata* (Het., Tingidae) in Europe: a laboratory study. J. Appl. Entomol. 130: 480-484
6. Chireceanu, C., Teodoru A., Chiriloaie A., 2017: First record of oak lace bug *Corythucha arcuata* (Tingidae: Heteroptera) in Romania. Research – Development Institute for Plant Protection Bucharest, Romania
7. Csóka, G., Hirka A., Somlyai M., 2013: A tölgy csipkésposloska (*Corythucha arcuata* Say, 1832 – Hemiptera, Tingidae) első észlelése Magyarországon. Növényvédelem, 49(7): 293–296
8. Dobрева, M., Simov N., Georgiev G., Mirchev P., Georgieva M., 2013: First Record of *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) on the Balkan Peninsula. Acta zool. bulg., 65(3): 409–412
9. Forster, B., Giacalone I., Moretti M., Dioli P., Wermelinger B., 2005: Die Amerikanische Eichennetzwaanze *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) hat die Südschweiz erreicht. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft Bulletin de la Societe Entomologue Suisse, 78: 317–323
10. Hrašovec, B., Posarić D., Lukić I., Pernek M., 2013: Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) u Hrvatskoj. Šumarski list, 9–10: 499–503
11. Jurc, M., Jurc D., 2017: The first record and the beginning the spread of oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae), in Slovenia. Šumarski list, 141 (9-10), 485-488. <https://doi.org/10.31298/sl.141.9-10.5>
12. Ključar, N., 2017: Laboratorijska procjena palatabilnosti lišća glavnih vrsta hrasta (*Quercus* spp.) u Hrvatskoj u odnosu na novog štetnika, hrastovu mrežastu stjenicu (*Corythucha arcuata* /Say, 1832/). Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije
13. Morić, M., 2016: Genetska raznolikost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnim nasadima s potomstvom iz odabranih sjemenskih sastojina (Disertacija)
14. Mutun, S., 2003: First report of the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) from Bolu, Turkey. Israel Journal of Zoology, 49(4): 323–324
15. Pap, P., Drekić M., Poljaković-Pajnik L., Marković M., Vasić V., 2015: Monitoring zdravstvenog stanja šuma na teritoriji Vojvodine u 2015. godini. Topola No 195/196: 117–133

16. Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <https://imagej.nih.gov/ij/>, 1997–2016.
17. Tonković, U., 2020: Raščlamba i predikcija prostornog širenja napada smrekovog pisara (*Ips typographus* L.) na području Lazca u NP Risnjak korištenjem bespilotne letjelice, satelitskih snimaka i terenskih opažanja. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije
18. <https://javni-podaci.hr/summary>