

Ekonomska učinkovitost daljinske detekcije zlatne žutice vinove loze

Matić, Pavao

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:217495>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-25**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Pavao Matic, apsolvant

Diplomski studij Agroekonomika

EKONOMSKA UČINKOVITOST DALJINSKE DETEKCIJE ZLATNE
ŽUTICE VINOVE LOZE

Diplomski rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Pavao Matić, apsolvant

Diplomski studij Agroekonomika

**EKONOMSKA UČINKOVITOST DALJINSKE DETEKCIJE ZLATNE
ŽUTICE VINOVE LOZE**

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

1. prof.dr.sc. Krunoslav Zmaić - predsjednik
2. izv.dr.sc. Mato Drenjančević - mentor
3. izv.dr.sc. Vladimir Jukić - član

Osijek, 2019.

Sadržaj

| | |
|---|----|
| 1. Uvod | 4 |
| 2. Pregled literature | 6 |
| 2.1. Zlatna žutica | 6 |
| 2.1.1. Simptomi zlatne žutice vinove loze | 6 |
| 2.1.2. Karakteristike i povijest širenja bolesti | 8 |
| 2.1.3. Američki cvrčak – vektor zlatne žutice vinove loze | 9 |
| 2.1.4. Biljke domaćini | 10 |
| 2.1.5. Način prijenosa zlatne žutice vinove loze | 10 |
| 2.1.6. Rasprostranjenost zlatne žutice i američkog cvrčka u Hrvatskoj | 11 |
| 2.1.7. Suzbijanje vektora | 13 |
| 2.2. Беспilotna letjelica SenseFly eBee Plus | 16 |
| 2.2.1. Opis letjelice | 16 |
| 2.2.2. Kamera S.O.D.A. | 17 |
| 2.2.3. Multispektralna kamera Parrot Sequoia | 18 |
| 2.2.4. ThermoMap | 19 |
| 2.2.5. Emotion 3 | 20 |
| 2.2.6. Softver za obradu podataka Pix4D | 20 |
| 2.2.7. Global Mapper | 20 |
| 2.3. Dosadašnja iskustva sa daljinskom detekcijom zlatne žutice | 21 |
| 2.3.1. Istraživanja u Francuskoj | 21 |
| 3. Materijal i metode | 23 |
| 4. Rezultati | 24 |
| 4.1. Snimanje zlatne žutice u Istri | 24 |
| 4.2. Obrada podataka snimljenih S.O.D.A. kamerom | 25 |
| 4.3. Obrada podataka snimljenih multispektralnom SEQUIOA kamerom | 26 |
| 5. Rasprava | 29 |
| 5.1. Kalkulacija troškova snimanja u Istri | 29 |
| 6. Zaključak | 31 |
| 7. Popis literature | 33 |
| 8. Sažetak | 36 |
| 9. Summary | 37 |
| 10. Popis slika | 38 |
| 11. Popis tablica | 39 |
| Temeljna dokumentacijska kartica | |
| Basic documentation card | |

1. Uvod

Zlatna žutica vinove loze (*Flavescens dorée*) karantenska je bolest koju uzrokuje fitoplazma *Candidatus Phytoplasma vitis*. Spada među najopasnije bolesti vinove loze u Europi. U vinogradima u kojima se pojavi, bolest se brzo širi vektorom, američkim cvrčkom (*Scaphoideus titanus* Ball.) te, ukoliko se na vrijeme ne poduzmu odgovarajuće mjere, ubrzo poprima razmjere epidemije uzrokujući velike gospodarske štete koje se očituju u gubitku uroda i propadanju zaraženih trsova.

Vinogradarstvo Republike Hrvatske suočeno je sa epidemijom širenja zlatne žutice. Fitoplazma se proširila iz južne Francuske i sjeverne Italije. U zadnjih 20 godina proširila se po Švicarskoj, Portugalu, Španjolskoj, Srbiji, Austriji, Sloveniji, Hrvatskoj, Mađarskoj pa i Njemačkoj. Prvi nalaz zlatne žutice vinove loze u Republici Hrvatskoj potvrđen je 2009. godine u Vivodini, Karlovačka županija. Do kraja 2016. zlatna žutica je nađena u vinogradima u Istarskoj, Karlovačkoj, Zagrebačkoj, Koprivničko-križevačkoj, Sisačko-moslavačkoj, Bjelovarsko-bilogorskoj, Varaždinskoj, Krapinsko-zagorskoj, Međimurskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji.

Zbog intenzivnog širenja zlatne žutice i trajnih gubitaka svakog zaraženog trsa Ministarstvo poljoprivrede propisalo je: „Naredbu o poduzimanju mjera za sprečavanje širenja i suzbijanje zlatne žutice vinove loze (NN 46/2017)“. Kada se laboratorijskom analizom potvrdi zaraza uzročnikom zlatne žutice vinove loze ministar poljoprivrede određuje demarkirano područje. U zaraženom području u skladu s Naredbom potrebno je provoditi odgovarajuće fitosanitarne mjere koje imaju za cilj iskorjenjivanje bolesti, tj. sprječavanje širenja. Kako bi se to postiglo, nužno je pravodobno otkriti nova zaražena područja bolesti. Ministarstvo poljoprivrede pripremlilo je i Akcijski plan za suzbijanje i sprečavanje širenja zlatne žutice vinove loze – *Flavescence dorée* (FD) za 2017. godinu koji je dostupan na mrežnoj stranici Ministarstva.

Da bi kontrolirali ovu vrlo zaraznu i neizlječivu bolest, bitno je otkriti bilo kakve simptome i pojave što je ranije moguće. Mogu se koristiti i razne metode detekcije, kao što su sustavi na vozilima ili daljinski senzori, ali zbog njihovog troška, i mogućeg negativnog utjecaja na biljke (ozljede, sabijanje tla) ili rizik od širenja bolesti, bespilotne letjelice (dronovi) mogli bi biti najprihvatljiviji oblik brze detekcije simptoma bolesti.

Daljinsko istraživanje, snimanje odabranih lokacija dronom, snima se pomoću UAV platforme SenseFly eBee Plus, koja leti samostalno, a sadrži integrirani GPS prijemnik i

navigacijski sustav, te autopilot za upravljanje letom. Vrijeme leta je oko 45 minuta, visina leta u direktnoj je vezi s rezolucijom slika koje se žele postići, te može biti postavljena na 50 – 300 m od površine tla. Беспilotna letjelica može biti opremljena sa nekoliko tipova RGB kamera, multispektralnim sensorima i termalnom kamerom, ali za potrebe ovog istraživanja korištena je RGB kamera S.O.D.A. te multispektralna kamera/senzor Sequoia. Za determinaciju simptoma bolesti zlatna žutica vinove loze korišten je skup od jedanaest vegetacijskih indeksa, koji će biti izračunati iz spektralnih traka (spectral band - SB) UAV slika.

Za potrebe diplomskog rada tvrtka ABC Consulting obavila je snimanje u Istri, vinogorje Zapadna Istra, mjesto Ohnjići kod vinogradara Eliđa Pilata u čijem je vinogradu prisutna bolest zlatne žutice. Zlatna žutica na istraživanom području potvrđena je „Programom posebnog nadzora karantenskih bolesti“ koje provodi Zavod za zaštitu bilja (HCPHS) te je to područje označeno kao zaraženo. Snimanje je obavljeno u dva navrata, za vrijeme vegetacije – 5. srpnja 2018. godine te, neposredno pred početak berbe, 30. kolovoza 2018 godine. Sva potrebna oprema (letjelica, softveri, ljudski resursi i dr.) u vlasništvu su tvrtke te je ekonomska učinkovitost daljinske detekcije zlatne žutice rađena na temelju njihovog cjenika.

2. Pregled literature

2.1. Zlatna žutica

2.1.1. Simptomi zlatne žutice vinove loze

Trsovi zaraženi zlatnom žuticom razvijaju simptome koji se ne razlikuju od simptoma ostalih fitoplazmoza vinove loze (skupina žutica koja pored zlatne žutice uključuje i bolest crno drvo i žutice astre). Nadalje, simptomi koji su tipični za fitoplazmoze zbog sličnosti se mogu zabunom pripisati sličnim bolestima, nedostacima hraniva ili ostalim abiotским čimbenicima. (*Grozić i sur., 2017, b*). Ponekad se prvi simptomi mogu uočiti već početkom kretanja vegetacijskog ciklusa na proljeće; jedan od simptoma može biti kašnjenje ili izostanak otvaranja pupova (*Caudwell, 1964*), ali se takva opažanja svakako trebaju nadopuniti naknadnim pregledom trsova i utvrđivanjem tipičnih simptoma za zlatnu žuticu tijekom ljetnih mjeseci. Tijekom proljetnih mjeseci javljaju se netipični simptomi poput kržljavog i reduciranog porasta mladica, nepravilnog cik-cak porasta mladica, reduciranog porasta i klorotičnosti plojke lista, sušenja apikalnog vrha mladica, blagog uvijanja lista prema naličju (kod pojedinih sorata) te promjene boje unutarne strane kore iz zelene u smeđu (*Grozić i sur., 2017, a*).

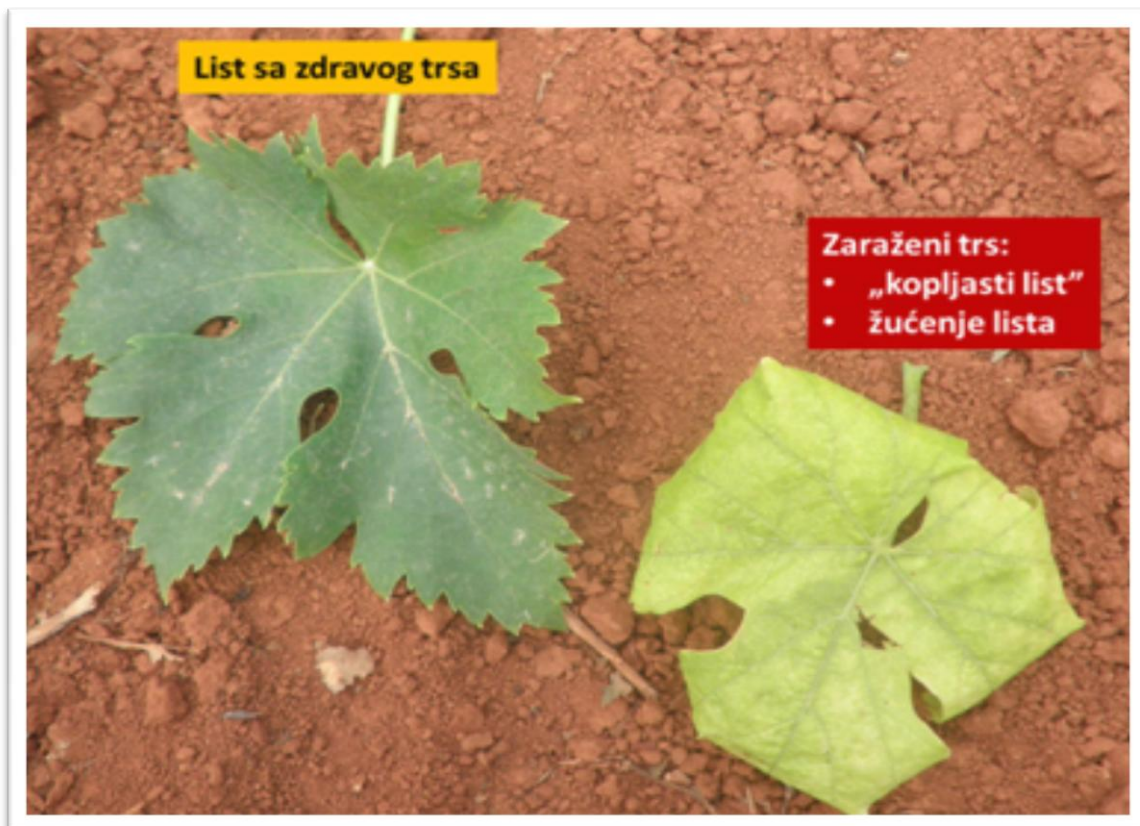
Tipični simptomi zlatne žutice ipak su jasnije vidljivi tijekom ljeta, između srpnja i rujna. Na zaraženim trsovima tijekom ljeta simptomi se mogu uočiti već nakon fenofaze cvatnje, iako se pojedini simptomi razvijaju nakon fenofaze šare kada i ranije razvijeni simptomi postaju jasnije vidljivi (*Grozić i sur., 2017, a*).

Jedan od jasno vidljivih simptoma je atipična promjena boje plojke lista (crvenilo na crnim sortama, žućenje na bijelim sortama) i djelomičan ili potpuni izostanak uroda (nekroza cvata ili bobica), dok je na pojedinim sortama moguće uočiti i uvijanje plojke lista prema naličju (skupina Pinota, Chardonnay, Traminac, skupina Muškata, itd.) te preuranjeno otpadanje listova. Nakon fenofaze šare mogu se uočiti simptomi poput izostanka odrvenjavanja mladica, mladice su elastične i javlja se nepravilan (uvijen) porast mladica, kao i zadebljanje plojke lista (listovi su krti i ukoliko se saviju u ruci lome se) (*Grozić i sur., 2017, a*). Fitoplazma umanjuje i fotosintetsku aktivnost trsova i prijenos hraniva putem provodnog staničja floema, što smanjuje kvalitetu grožđa ili dovodi do sušenja grozdova, uslijed čega se prinos može smanjiti i do 100% (*Grozić i sur., 2017, b*).

Opisani simptomi mogu biti više ili manje uočljivi, što može ovisiti o osjetljivosti sorte, stupnju zaraze fitoplazmom, klimatskim uvjetima i slično. Za razliku od sorata europske loze, podloge (američka loza) obično ne razvijaju simptome kada su zaražene, što znaci da one mogu biti asimptomatičan izvor fitoplazme zlatne žutice.

Simptomi zlatne žutice se zbog sličnosti mogu ponekad greškom zamijeniti s nekim drugim simptomima, poput nedostataka hraniva, biotskih ili abiotskih čimbenika. U slučaju sumnje, potrebno je provjeriti javljaju li se na trsu najmanje tri različita simptoma koja su tipična za zlatnu žuticu, a to su promjena boje lista, izostanak odrvenjavanja mladica i sušenje grozdova. Potom se zlatna žutica sa sigurnošću može potvrditi jedino laboratorijskom analizom. Budući da se simptomi zlatne žutice ne mogu razlikovati od simptoma ostalih fitoplazmoza vinove loze, PCR (polymerase chain reaction) analizom biljnog tkiva može se potvrditi da li je uzročnik razvijenih simptoma fitoplazma *Ca. P. vitis* (Grozić i sur., 2017, b).

Stupanj zaraženosti trsova može biti različit. Nekad su zaražene samo pojedinačne mladice, ponekad veći dio ili polovica trsa, a vrlo često dolazi do potpune zaraženosti trsa. Nakon 2 do 3 godine, većina inficiranih trsova ugiba, a jedan dio se uspije i oporaviti, dolazi do tzv. samoozdravljenja, pri čemu tu pojavu nije moguće predvidjeti (Kozina i sur. 2008).



Slika 1. Simptomi zlatne žutice na zaraženom trsu

Izvor: <http://civ.iptpo.hr/zlatna-zutice>

2.1.2. Karakteristike i povijest širenja bolesti

Zlatna žutica vinove loze – *Flavescence dorée* (FD) svakako je najopasnija bolest vinove loze u Europi. U vinogradima u kojima se pojavi brzo se širi i ubrzo poprima razmjere epidemije te pričinjava velike štete u gubitku grožđa i trajnom gubitku zaraženih trsova.

Zlatna žutica, kao i ostale fitoplazme, živi u sitastim cijevima floema vinove loze te ometa protok produkata fotosinteze iz lista u korijen trsa. Pojednostavljeno, začepljuje sitaste cijevi, uslijed čega dolazi do nagomilavanja asimilata u lišću, što uzrokuje pojavu već opisanih simptoma. *Flavescence dorée* prvi se put pojavila u jugozapadnoj Francuskoj 1955. godine. Uslijedilo je njezino ubrzano širenje i pojavljivanje na Korzici, u Italiji i Španjolskoj (Kataloniji), a zatim u Portugalu i Švicarskoj. Nedavno je njezina pojava zabilježena u Srbiji, Sloveniji i Austriji. Nažalost, prva pojava zlatne žutice vinove loze potvrđena je 2009. godine i u Hrvatskoj. Vinova loza je donedavno bila jedini poznati domaćin fitoplazme FD, a nedavno je utvrđena i na divljoj pavitini (*Clematis vitalba*) u blizini zaraženih vinograda u Italiji (Filippin i sur., 2007.). Najnovijim istraživanjima potvrđena je fitoplazma FD i na johi (*Alnus glutinosa*) (Budinić i sur. 2014).

Fitoplazme taksonomski pripadaju bakterijama, ali za razliku od većine bakterija fitoplazme nemaju razvijenu staničnu stjenku, zbog čega su obligatni paraziti kojima je za razvoj neophodna živa stanica floema biljaka ili hemolimfa kukaca. Fitoplazma zlatne žutice obitava sitaste stanice floema (provodnog staničja) trsa i može se prenositi s trsa na trs isključivo kukcima kao vektorima bolesti (u kojima se može razmnožavati) ili cijepljenjem biljnog materijala. Uočena je genetska raznolikost unutar fitoplazmi uzročnika zlatne žutice te je nekoliko različitih sojeva rasprostranjeno diljem Europe. Do sada su u Europi utvrđene tri genetski različite skupine zlatne žutice (Malembic-Maher i sur. 2009):

- FD1, lokalizirana uglavnom na jugozapadu Francuske i gotovo je nema u ostalim regijama
- FD2, najraširenija skupina zlatne žutice u Europi i
- FD3, prisutna uglavnom u Italiji.

Prijenos fitoplazme sa trsa na trs vrlo često poprima epidemijske razmjere u kratkom vremenu ako je populacija američkog cvrčka visoka. Trenutna iskustva u zaštiti vinograda od zlatne žutice pokazala su da je godišnji porast broja zaraženih trsova u učestalosti od 10 do čak 40 puta godišnje (Prezelj i sur. 2013), moguć jedino ukoliko se ne provodi ciljano suzbijanje američkog cvrčka i uklanjanje zaraženih trsova.

2.1.3. Američki cvrčak – vektor zlatne žutice vinove loze

Američki cvrčak (*Scaphoideus titanus* Ball.) je univoltna vrsta koja prezimljava u stadiju jaja. Podrijetlom je iz Sjeverne Amerike. Ženka odlaže jaja krajem ljeta ispod kore dvogodišnjeg drva, u obliku kojih ova vrsta prezimljava, a u proljeće iz jaja izlaze ličinke. Trajanje razdoblja tijekom kojeg ličinke izlaze iz jaja vezan je za ekološke uvjete u vrijeme mirovanja, a suprotno dosadašnjem mišljenju niske temperature nisu potrebne za prekid dijapauze (Chuche and Thiery, 2012).

Trajanje perioda tijekom kojeg ličinke izlaze iz jaja varira od regije do regije i dugačak period izlaska iz jaja tipičan je za regije koje karakteriziraju blage zime. Temperature značajno utječu na početak i trajanje perioda izlaska iz jaja, kao i na spol američkog cvrčka (Chuche and Thiery, 2014). Nakon izlaska iz jaja, ličinke prolaze ukupno pet razvojnih stadija, između svakog stadija presvlače se, a ukupno trajanje postembrionalnog razvoja iznosi od pet do osam tjedana, nakon čega slijedi pojava spolno zrelog oblika (imaga). Ličinke se obično zadržavaju na trsu na kojem je ženka položila jajašca, ali uobičajeno je i kretanje skakanjem na obližnje trsove (Maixner i sur., 1993). Ličinke se prva dva razvojna stadija hrane uglavnom na listovima mladica koje se razvijaju iz spavajućih pupova pri bazi debla, dok se kasniji razvojni stadiji ličinke hrane na bazalnim listovima mladica koje su razvijene iz reznika i lucnjeva.



Slika 2. Vektor virusa zlatne žutice – američki cvrčak

Izvor: http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vinogradarstvo/zastita-vinograda/stetnici

Imago se obično pojavi u srpnju, vrlo je pokretan i kreće se letenjem s trsa na trs. Američki cvrčak u svrhu parenja emitira vibracijske komunikacijske signale. Ženke postaju spolno zrele šest dana nakon pojave odraslog oblika, a ukoliko su oplođene mogu početi leći jaja deset dana nakon kopulacije (*Grozić i sur., 2017, b*).

Za razumijevanje cjelovite epidemiologije i utvrđivanje mjera suzbijanja američkoga cvrčka važno je poznavanje njegove biologije.

2.1.4. Biljke domaćini

U Europi je američki cvrčak uglavnom prisutan na vinovoj lozi, ali se ponekad može zadržavati i na ostalim biljkama domaćinima, poput vrbe (*Salix viminalis L.*) i breskve (*Prunus persica L.*) (*Chuche i Thiery, 2014*). Životni ciklus provodi na vinovoj lozi, ali se može povremeno hraniti i na drugim biljkama. Američki cvrčak može preferirati hranjenje na pojedinim sortama u odnosu na druge. U nasadima s više sorata primijećene su znatne razlike u visini populacije kod različitih sorata (*Schvester i sur., 1963*).

Američki cvrčak je usko vezan za vinovu lozu, ali je fitoplazmu moguće determinirati i na ostalim biljnim vrstama, kao što su obična pavitina, crna joha, pajasen (*Ailanthus altissima*). Kada se trs zarazi, fitoplazma kolonizira sve nadzemne dijelove biljke (uključujući i listove) putem floema i na taj se način stvara izvor nove zaraze (*Grozić i sur., 2017, b*). Američki cvrčak širi bolest tako što se najprije hrani na zaraženom trsu te se zatim premješta na drugi, dotad nezaraženi trs. Uslijed toga je stupanj pojave simptoma bolesti u pojedinoj godini usko povezan s visinom populacije američkog cvrčka u prethodnoj godini (*Morone i sur., 2007*).

2.1.5. Način prijenosa zlatne žutice vinove loze

Američki cvrčak je ampelofagna vrsta koja čitav život provede na vinovoj lozi te hranjenjem, sišući biljne sokove iz sitastih cijevi floema, prenosi fitoplazmu FD sa zaraženih na zdrave trsove u tri faze (etape):

- 1. razdoblje unošenja - Svi razvojni stadiji američkog cvrčka, od novoizležanih ličinki do kraja života odraslih oblika, hranjenjem, sišući biljne sokove iz floema na zaraženim trsovima, unose fitoplazmu FD u svoj organizam i postaju zaraženi. Vektor američki cvrčak nije sposoban odmah nakon unošenja u organizam prenijeti fitoplazmu na zdrave trsove.

- 2. latentno razdoblje - Nakon unošenja, fitoplazma se umnožava u tijelu vektora prolazeći kroz latentno razdoblje koje traje 4–5 tjedana. Završetkom latentnog razdoblja vektor postaje zarazan.
- 3. razdoblje inokulacije - Tijekom razdoblja inokulacije zaražene i zarazne ličinke koje to postaju već od trećeg razvojnog stadija i odrasli vektori do kraja svog života, hraneći se na zdravim trsovima, slinom prenose fitoplazmu u floem (*Budinščak i sur. 2014*).

Nakon što vektor svojim hranjenjem zarazi trs fitoplazmom, simptomi bolesti će se pojaviti tek u ljeto iduće godine. Razdoblje u kojem američki cvrčak može prenijeti fitoplazmu FD na zdrave trsove traje u prosjeku 3 mjeseca. Postotak zaraženih vektora fitoplazmom FD raste razmjerno s njihovim starenjem, tj. sa stadijem razvoja.

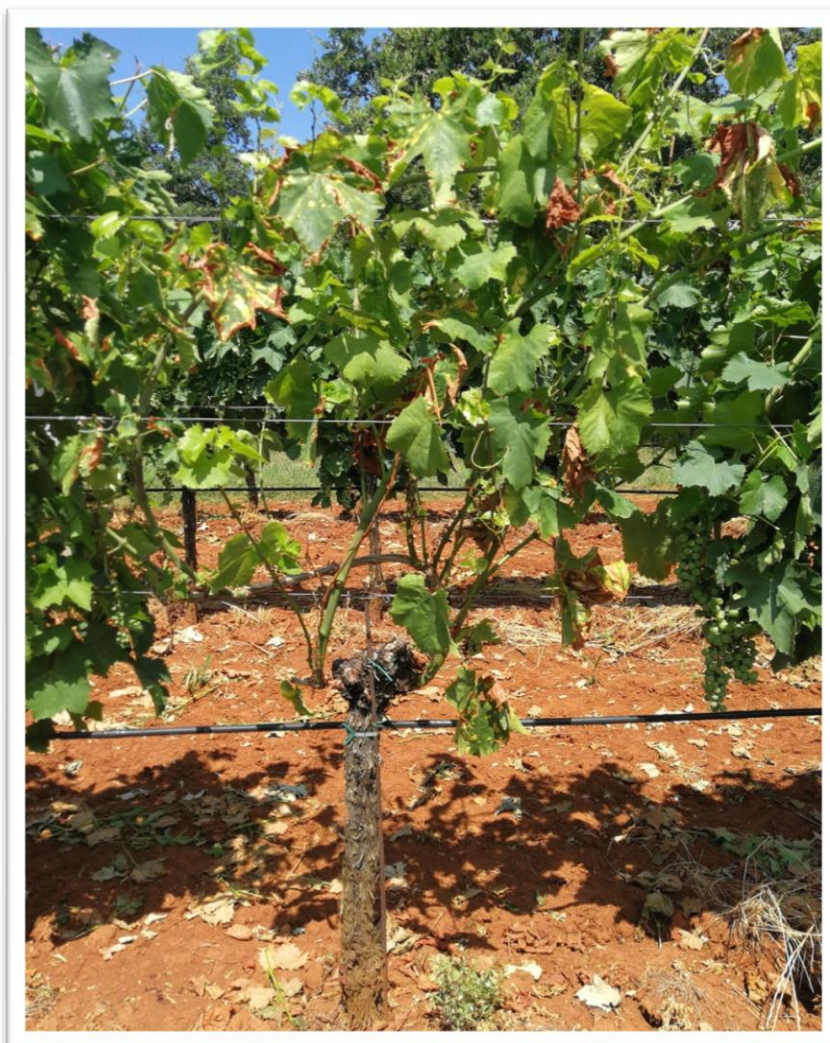
Do danas još nije razjašnjena uloga pavitine (*Clematis vitalba*) i joha (*Alnus glutinosa*) u epidemiologiji i mogućnosti prenošenja fitoplazme FD s njih na vinovu lozu. Istraživanjima je potvrđeno da cikada (*Dictyophora europea*) može prenositi fitoplazmu FD s pavitine, a cikada (*Oncopsis alni*) s joha na vinovu lozu. Prema tome pavitina i joha predstavljaju prirodne rezervoare zaraze zlatnom žuticom, koja se s njih prenosi navedenim potencijalnim vektorima na vinovu lozu. Ako je u vinogradu prisutan američki cvrčak, on može vrlo brzo proširiti fitoplazmu vinogradom (*Budinščak i sur. 2014*).

Područja bez zlatne žutice potrebno je što dulje očuvati bez zaraze, a praćenje je ključan element u prevenciji epidemijskog širenja bolesti. Proizvođači trebaju biti educirani kako bi mogli prepoznati simptome, a pored toga bitna je i dobra edukacija stručnjaka koji će organizirati ili vršiti praćenje šireg vinogradarskog područja. U slučaju sumnje na pojavu simptoma zlatne žutice u nezaraženom vinogradarskom području, potrebno je obavijestiti nadležne službe. (*Grozić i sur., 2018, c*).

2.1.6. Rasprostranjenost zlatne žutice i američkog cvrčka u Hrvatskoj

U Hrvatskoj se istraživanja fitoplazmi vinove loze sustavno provode još od 2002. godine u sklopu programa posebnog nadzora „Fitoplazme vinove loze i vektori“. Prvi nalaz zlatne žutice u Hrvatskoj potvrđen je na divljoj pavitini (*Clematis vitalba*) u blizini vinograda 2007. godine u Istri te 2008. u Međimurskoj županiji. Nažalost u 2009. godini fitoplazma FD potvrđena je i na vinovoj lozi u vinogradarskoj podregiji Plešivica (žarište Vivodina), na jednom trsu sorte Pinot crni koji je pokazivao simptome bolesti. Pozitivni nalazi potvrđeni su 2010. na Plemenki crvenoj (vinogradarska podregija Plešivica, žarišta Sv. Nedjelja i Jagnjić Dol), na Rajnskom rizlingu i Ružici crvenoj (vinogradarska podregija Prigorje – Bilogora,

žarište Križevci) i na Škrletu (vinogradarska podregija Moslavina, žarište Voloder). U 2012. i 2013. uz već navedene lokacije zaraza ovom opasnom bolešću potvrđena je i u vinogradima u Vrbovcu, Štrigovi i Iloku (*Budinščak i sur. 2014*).



Slika 3. Zaraženi trs vinove loze u Istri
Izvor: abc-consulting.hr

Prvi put potvrđena je i zaraženost vektora, američkih cvrčaka, ulovljenih u vinogradima zaraženima fitoplazmom FD u Svetoj Nedjelji, Križevcima i Vrbovcu. U Vivodini, Voloderu, Štrigovi i Iloku zlatnom žuticom bili su pojedinačno zaraženi trsovi, koji su eradicirani tako da se bolest u tim vinogradima nije širila dalje. Zlatna žutica u većoj mjeri je u Hrvatskoj zasad proširena u vinogradima u Križevcima, Vrbovcu i Svetoj Nedjelji. Riziku daljnjeg epidemijskog širenja ove opasne bolesti u Križevcima i Vrbovcu pridonosi i uzgoj izravno rodnih hibrida – takozvanih „direktora“, koji su pokazali iznimnu osjetljivost na ovu bolest. U tim vinogradima populacija američkog cvrčka vrlo je visoka, jer se u pravilu ti vinogradi ne prskaju insekticidima pa se zlatna žutica nesmetano širi u susjedne vinograde

koji su zasađeni plemenitom vinovom lozom (*Vitis vinifera*). Sorte Rajnski rizling, Graševina i Silvanac pokazale su naročito veliku osjetljivost na zarazu zlatnom žuticom s obzirom na brojnost zaraženih trsova i intenzitet pojave simptoma (*Budinščak i sur. 2014*). Istraživanja osjetljivosti sorata, provedena u Srbiji, potvrdila su sortu Plovdinu kao jednu od sorata vinove loze najosjetljivijih na zlatnu žuticu (*Kuzmanović i sur., 2007*).

2.1.7. Suzbijanje vektora

Pravovremena primjena preventivnih mjera zaštite, poput primjene bioloških i kemijskih insekticida, ključna je za suzbijanje američkog cvrčka i za smanjenje širenja zlatne žutice vinove loze na nezaražene trsove. Preventivno suzbijanje vektora osigurava učinkovitu zaštitu i sprječava pojavu visokih populacija američkog cvrčka koje mogu doprinijeti epidemijom širenju zlatne žutice (*Grozić i sur., 2018, d*).

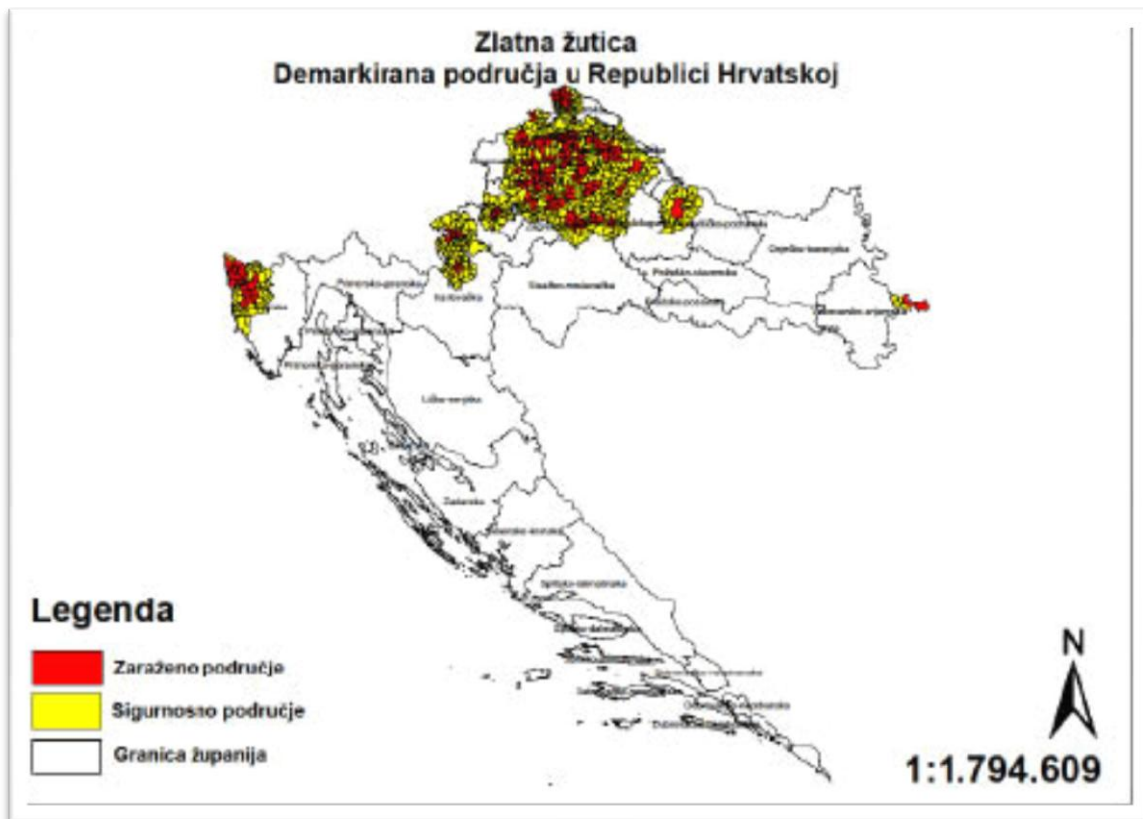
Posjednici vinove loze obvezni su, za vrijeme vegetacije, provoditi redoviti vizualne preglede biljaka ako uoče simptome zaraze štetnim organizmom o tome odmah izvijestiti nadležnog fitosanitarnog inspektora. Ako se utvrdi prisutnost štetnog organizma fitosanitarni inspektor će narediti posjedniku provedbu više mjera među kojima su: uklanjanje i uništavanje svih trsova s korijenom ako je broj zaraženih trsova veći od 20%. Radi sprječavanja širenje štetnog organizma u žarištu i sigurnosnom području, posjednici su obvezni provoditi sljedeće preventivne mjere:

- Pratiti pojavu tipičnih simptoma zaraze na vinovoj lozi i ostalim biljkama domaćinima,
- Redovito pratiti prisutnost američkog cvrčka postavljanjem žutih ljepljivih ploča,
- Suzbijati američkog cvrčka u vinogradima i rasadnicima (*Narodne novine 46/2017*).

Kako je istaknuto, zlatna žutica vinove loze je karantenska bolest. Obavezne mjere njenog suzbijanja i sprječavanja širenja propisane su „Naredbom o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje zlatne žutice vinove loze“, koju prouzrokuje štetni organizam. Zaražena područja su također zakonski definirana „Odlukom o određivanju demarkiranih područja“ u kojima se provode mjere sprečavanja širenja i suzbijanja štetnog organizma;

- Demarkirano područje uključuje jedno ili više zaraženih područja i sigurnosno područje koje ih okružuje,
- Zaraženo područje je širine najmanje 1 km od mjesta na kojem je utvrđena prisutnost štetnog organizma,

- Sigurnosno područje je širine najmanje 5 km od granice zaraženog područja. (*Narodne novine* 46/2017)



Slika 4. Demarkirana područja u RH iz 2017.

Izvor: <http://www.propisi.hr>

Popis katastarskih čestica u demarkiranim područjima, objavljen je na mrežnoj stranici Ministarstva poljoprivrede <http://www.mps.hr/> pod linkom Zakonska regulativa → Biljno zdravstvo → Popis katastarskih čestica u demarkiranim područjima za štetni organizam *Grapevine flavescence dorée* MLO. Svi posjednici vinove loze u zaraženim područjima obavezni su suzbijati američkog cvrčka. U sigurnosnom području, suzbijanje američkog cvrčka obavezno je u vinogradima i rasadnicima u kojima je utvrđena njegova prisutnost. U nezaraženom području, koje još uvijek obuhvaća većinu vinogorja Hrvatske, suzbijanje američkog cvrčka obavezno je u rasadnicima.

Kemijsko suzbijanje američkog cvrčka u vinogradu može biti uspješno jer štetnik ima jednu generaciju godišnje i gotovo uvijek se zadržava na vinovoj lozi. Svakako se preporučuje od sredine lipnja do sredine srpnja provesti barem tri usmjerena tretiranja protiv ličinki američkog cvrčka (suzbijati što više ličinki prije nego se razviju pokretniji odrasli oblici cvrčka koji šire zarazu (Šubić, 2017).

Za razliku od kemijskih insekticida, biološki insekticidi imaju vrlo sužen spektar djelovanja, a njihova učinkovitost i perzistentnost često varijabilna i znatno umanjena pa je u ekološkoj proizvodnji iznimno značajna primjena svih preventivnih mjera koje doprinose smanjenju populacije američkog cvrčka i učestalosti fitoplazme. U ekološkoj proizvodnji je zbog smanjenja učinkovitosti bioloških insekticida bitno provoditi pravovremeno i temeljito praćenje pojave i raširenosti američkog cvrčka unutar vinograda, posebice u slučaju kada se vinograd nalazi u blizini područja zaraze zlatnom žuticom (*Grozić i sur., 2018, d*).

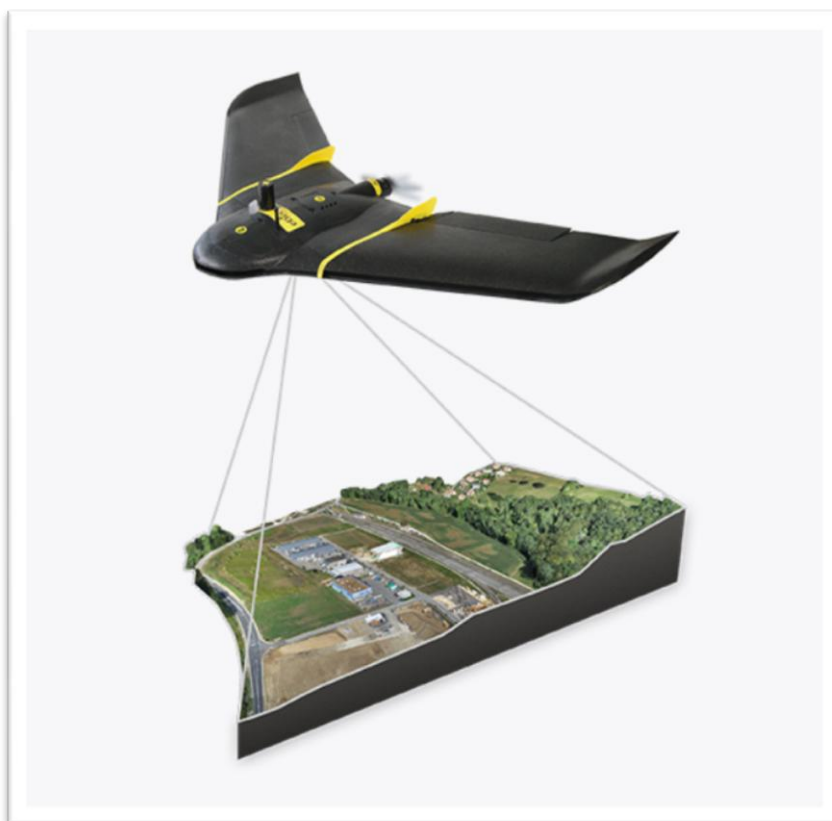
Iskorjenjivanje zlatne žutice zahtijeva energične i drastične fitosanitarne mjere, koje se sastoje u krčenju i uništenju zaraženih trsova, pa čak i čitavih vinograda, te u obveznom suzbijanju vektora – američkog cvrčka (*Budinščak i sur. 2014*).

2.2. Беспилотна летјелца SenseFly eBee Plus

2.2.1. Опис летјелце

Sensefly eBee је економичан и практичан систем за фотogrametriју изузетно малих димензија и атрактивне цијене. Истиче се лаким руковањем и лансирањем из руке уз стрми узлет и могућност спуштања на малим просторима. Стандардно се испоручује са RGB камером S.O.D.A, при чему се могу користити и друге камере, као што су Parrot Sequoia за multispektralna snimanja, ThermoMap за termovizijska snimanja, Corridor за snimanje koridora. Male dimenzije, jednostavan transport i montiranje, omogućuju trenutni odgovor na zahtjeve projekta i brzo angažiranje na terenu. Potpuno automatska obrada podataka omogućuje rezultate za izuzetno kratak vremenski period.

Bеспилотна летјелца може бити опремљена са неколико типова камера оvisно о врсти намјене снимљених фотографија. Летјелца лети самостално уз помоћ интегрiranог GPS пријамника, навигацијског система те autopilota. Softverom eMotion3 могуће је unaprijed kreirati misiju te zadati kvalitetu slika (cm/px) koje su izravno ovisne o visini, trajanje leta je do 60 minuta što znači da jednim letom možemo snimiti oko 220 ha na 5 cm/px. (*Drones, 2018., <https://www.sensefly.com/drones>, 7.12.2018.*).



Слика 5. Беспилотна летјелца eBee plus

Извор: <https://www.sensefly.com>

2.2.2. Kamera S.O.D.A.

S.O.D.A. kamera posebno je razvijen senzor za upotrebu na bespilotnim letjelicama. Glavne karakteristike kamere su 20 MP senzor, koji prikuplja slikovne podatke u vidljivom spektru (RGB). Njegovi parametri ekspozicije mogu se ručno podesiti unutar eMotion 3 i također mogu reproducirati slikovne datoteke sirove formata (DNG). SenseFly S.O.D.A. također uključuje ugrađenu zaštitu od pijeska prašine za uporabu na najzahtjevnijim mjestima. U sebi ima ugrađeno kućište za memorijsku (SD) karticu na koju pohranjuje snimljene fotografije. Svaka fotografija je geopozicionirana uz pomoć integriranog GPS prijemnika. (Kamere, 2018., <http://abc-consulting.hr/kamere/>, 6.12.2018.).



Slika 6. S.O.D.A. kamera
Izvor: abc-consulting.hr

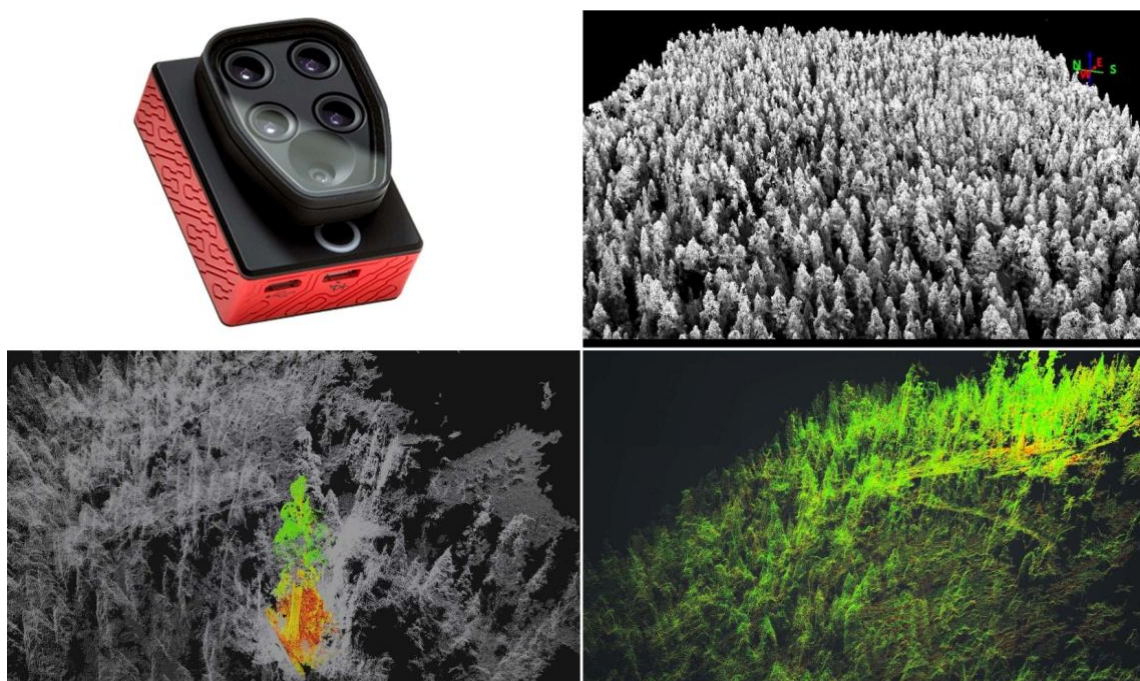
Tablica 1. Tehnološke karakteristike S.O.D.A kamere

| Specifikacije S.O.D.A. kamere | |
|-------------------------------|----------------|
| Razlučivost | 20 MP |
| Rezolucija na visini od 100 m | 2.3 cm/px |
| Veličina senzora | 12.75 x 8.5 mm |
| Gustoća piksela | 2.33 qm |
| Format slike | JPEG i/ili DNG |

Izvor: <https://www.sensefly.com>

2.2.3. Multispektralna kamera Parrot Sequoia

Parrot Sequoia je najmanji, najlakši multispektralni senzor za primjenu na bespilotnim letjelicama. Kamera se sastoji od pet neovisnih visoko preciznih senzora za snimanje vegetacijske refleksije na pet spektralnih traka: blisko-infracrveni spektar (near infrared), rub crvenog spektra (red edge), crveni i zeleni dio spektra, te senzor od 16 MP u vidljivom dijelu spektra. Senzor Sequoia posjeduje vlastiti GPS, IMU i magnetometar pa se ne oslanja na dron za ove pozicijske podatke. Teži 107 g, posjeduje 64 gb interne memorije uz mogućnost dodatne memorije preko SD kartice te spajanje na računalo pomoću WiFi-a. Primjenjuje se u poljoprivredi, šumarstvu, zaštiti okoliša, geodeziji itd. (Kamere, 2018., <http://abc-consulting.hr/kamere/>, 6.12.2018.).



Slika 7. Multispektralna kamera – SEQUIOA

Izvor: abc-consulting.hr

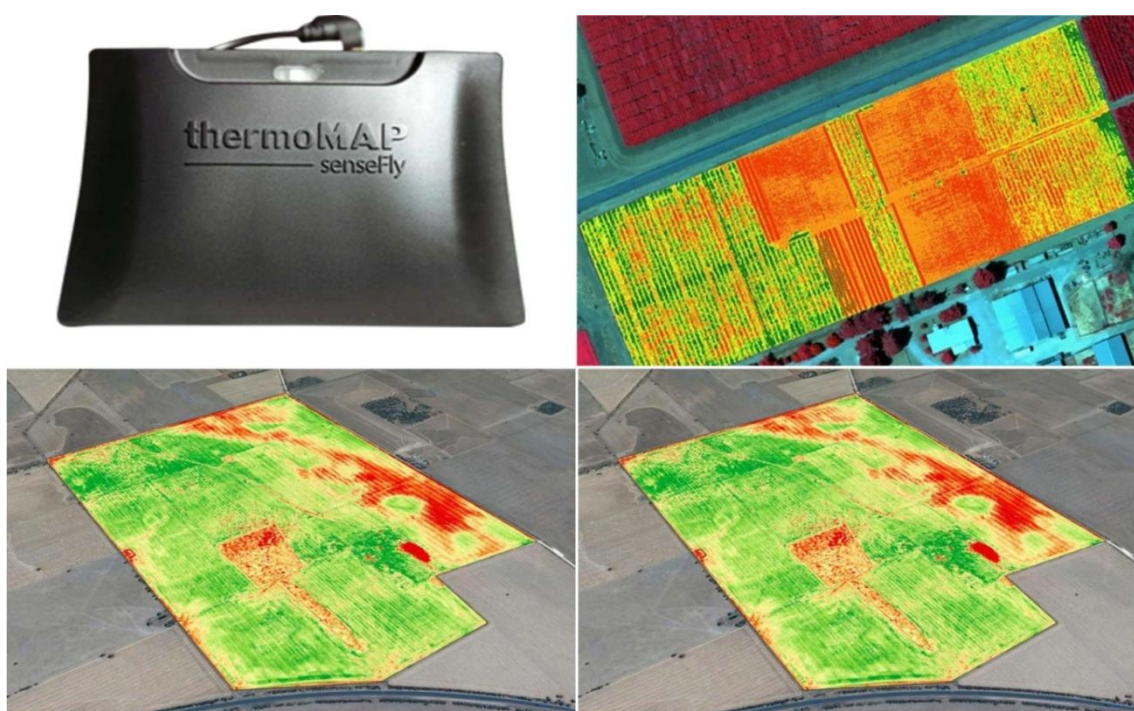
Tablica 2. Tehnološke karakteristike SEQUIOA kamere

| Specifikacije SEQUIO-a kamere | |
|-------------------------------|--------------------|
| Veličina piksela | 3.75 μm |
| Žarišna duljina | 3.98 mm |
| Rezolucija | 1280 x 960 |
| Spektralni pojas: Zeleni | 530 – 570 nm |
| Crveni | 640 – 680 nm |
| Rubno crveni | 730 – 740 nm |
| Blisko infracrveni | 770 – 810 nm |

Izvor: <https://www.sensefly.com>

2.2.4. ThermoMap

Mapiranje područja s ThermoMap kamerom omogućava precizno snimanje termalnih fotografija i videa (precizne termalne mape područja). Detektira temperaturu od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $160\text{ }^{\circ}\text{C}$, a preciznost je u $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Snima od $75 - 150\text{ m}$ a najveća rezolucija pri 75 m je 14 cm/px . Snimljene fotografije pohranjuje na SD karticu koje se naknadno obrađuju te geopozicioniraju. Ovaj senzor ima široku primjenu, a neki od njih su; provjera sustava navodnjavanja, provjera iskoristivosti solarnih ploča, lovstvo a danas sve više se koristi u vojne svrhe. (Kamere, 2018., <http://abc-consulting.hr/kamere/>, 6.12.2018.).



Slika 8. ThermoMap kamera

Izvor: abc-consulting.hr

Tablica 3. Tehnološke karakteristike ThermoMap kamere

| Specifikacije ThermoMap kamere | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Veličina slike | 640 x 512 piksela |
| Rezolucija na visini od 75 m | 14 cm/px |
| Temperatura snimanja | $-40 - 160\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| Razlučivanje temperature | $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| Kalibracija temperature | Automatska, u letu |
| Radna visina | 75 – 150 m |

Izvor: <https://www.sensefly.com>

2.2.5. Emotion 3

Softver eMotion 3 olakšava profesionalno upravljanje letom i podacima - smanjuje vrijeme potrebno za provođenje planiranih misija, upravljanje promjenama baterije i pripremu podataka koje prikupljate. Unaprijed kreirana misija učitava se preko gps-a na bespilotnu letjelicu Ebee plus. Prethodno se postavljaju uvjeti snimanja (područje snimanja, vrsta kamere, veličina piksela, visina leta, putanja drona i dr.). Za vrijeme leta vrlo je lako i jednostavno pratiti let drona, stanje baterija, količinu snimljene memorije te moguće poteškoće koje softver automatski javlja. Nakon snimanja moguće je učitati i obraditi snimljeni materijal u jednu cjelinu a poslije i prebaciti u druge geoprostorne programe. Tako se možete usredotočiti na rezultate, a ne na operacije. (*Software, 2018., <https://www.sensefly.com/drones>, 7.12.2018.*).

2.2.6. Softver za obradu podataka Pix4D

Pix4D softver koristi se za obradu fotografija snimljenih sa bespilotnom letjelicom. Snimljene fotografije koje pokrivaju odabrane lokacije grupirane su u mozaik te projicirane u koordinatnom sustavu 31N Zemljinog geodetskog sustava (WGS) 84. Vrijednosti piksela pretvorene su u površinsku refleksiju u svakom spektralnom području, zahvaljujući kalibriranoj ploči koja se koristi prije i poslije leta (za provjeru stabilnosti osvjetljenja). Izlazni podatci za svako mjesto postanu jedinstvena složena raster datoteka (.tiff format) koja sadrži pet spektralnih traka. (*Software, 2018., <https://www.pix4d.com/>, 7.12.2018.*).

2.2.7. Global Mapper

Global Mapper je programski paket geografskog informacijskog sustava (GIS) koji je razvio Blue Marble Geographics, a koji radi na sustavu Microsoft Windows. Global Mapper obrađuje vektorske, rasterske i elevacijske podatke te pruža pregled, pretvorbu i druge opće GIS značajke. Uslužni program koji nudi veliku zbirku alata za obradu i analizu podataka za gotovo svaki poznati format datoteka. Glavna prednost mu je što se na vrlo brz i jednostavan način može obraditi, modelirati, izmjeriti volumen, izračunati raster i dr. za svako pojedino mjesto. (*Products, 2018., <http://www.bluemarblegeo.com/products/globalmapper.php>, 7.12.2018.*).

2.3. Dosadašnja iskustva sa daljinskom detekcijom zlatne žutice

2.3.1. Istraživanja u Francuskoj

U Francuskoj, u kojoj zlatna žutica vinove loze također stvara probleme u uzgoju vinove loze, su prvi počeli su sa razvojem detekcije pomoću bespilotnih letjelica. Da bi potvrdili izbor otkrivanja bolesti pomoću dronova, znanstvenici su testirali nekoliko parametara. Korišten je multirotor dron opremljen Olympus EPL-2 12 megapikselnim fotoaparatom, snimano je na različitim visinama (od 3 do 9 metara iznad tla) brzinom od 2 m/s, s kutom snimanja od 45° do 90° (ovisno o uzdužnim ili poprečnim letovima preko vinograda) i konačno pri različitim stupnjevima izloženosti (1/800s - 1/1000s). Slično tome, algoritmi za pred-procesiranje primijenjeni na slike testirani su i uspoređeni s vizualnim bilješkama ploha, kako bi se procijenilo otkrivanje ili neobuhvatnost bolesti i podobnost za povezivanja podataka teksture/boja/svjetlosnog spektra. Kada su parcele bile vrlo zaražene bolešću, utvrđeno je da je pred-procesiranje dovoljno, ali to nije slučaj s obzirom na blago zaražene parcele.

Da bi se kalibrirala ova metoda detekcije bolesti pomoću senzora na letjelici, znanstvenici pokreću partnerstvo s tvrtkama Novadem i Global Sensing Technologies (GST) koja je prva razvila dron opremljen multispektralnim sensorom visoke razlučivosti, te sustavom terenskog navođenja i sustava percepcije za analizu bolesti vinove loze. Ovaj robotski sustav bit će povezan s softverom za analizu i zemljopisno predstavljanje lokacija zaraze, koje je osmislio GST, a koji zahtijeva prethodnu obradu podataka koju provodi „Zajednička istraživačka jedinica za agroekologiju“ u Dijonu. Da bi prevladali tehnološke prepreke (praćenje terena i sigurnosti letenja, vizualno otkrivanje i klasifikacija bolesti), vrjednovat će se nekoliko konfiguracija.

Ovi početni rezultati, koji trebaju biti rafinirani i dovršeni, postignuti su u bliskoj suradnji s Bureau Interprofessionnel des Bourgogne (Bivb, Burgundy Wine Board). Detekcija bolesti dronovima radi otkrivanja lokacija zaraženih *flavescence doréeom* pokazali su potencijalnu ekonomsku važnost za vinsku industriju kroz: smanjenje vremena potrebnog za dijagnozu, poboljšane ciljane intervencije, učinkovitije djelovanje na patogen i smanjenje upotrebe pesticida i u uklanjanju zaraženih biljaka. Ova studija izvodljivosti potaknula je projekt pod nazivom DAMAV za automatizirano otkrivanje bolesti vinove loze (Détection automatique des maladies de la vigne), koje provode Pfase, Risques, Aerospace Valley i Vitagora.

Prema istraživanju u Francuskoj s obzirom na pet raspoloživih spektara, zeleni spektar bio je najbolji klasifikator za dvije crvene sorte i bijele sortu Colombard white, dok je NIR bend bio najbolji za Sauvignon – bijela sorta (*Johanna i sur. 2017*).

3. Materijal i metode

Cilj istraživanja je temeljem postojećih programa daljinske detekcije zlatne žutice u Francuskoj iskoristiti znanja te primijeniti postojeće metode na području Hrvatske, snimanje lokacija sa potvrđenom zarazom zlatne žutice vinove loze te kalibracija postojećih metoda uz dodavanje dodatnih senzora. Obavila su se višestruka snimanja lokacija i pratio razvoj simptoma bolesti u raznim spektrima, a potom utvrdila ekonomska učinkovitost daljinske detekcije zlatne žutice vinove loze.

Temeljem postojećih programa daljinske detekcije i smjernica koje su proizašle kroz projekt detekcije zlatne žutice određen je vinograd zaražen zlatnom žuticom te su obavljena snimanja. Temeljem vizualnog pregleda vinograda, zaraženi trsovi vinove loze geopozicionirani su pomoću preciznog GPS-a (sa preciznošću 0,02 m). Nadalje, izvršena su početna snimanja u vidljivom spektru pomoću RGB S.O.D.A. kamere, te multispektralnog senzora Sequoia, s ciljem pokrivanja svih relevantnih spektara koji su pomogli u determinaciji simptoma bolesti tijekom sezone.

Korišten je skup od jedanaest vegetacijskih indeksa (VI) za determinaciju bolesti, koji su izračunati iz spektralnih traka UAV slika. Odabrani su zbog njihove potencijalne važnosti za razlikovanje simptomatskih i asimptomatskih trsova zaraženih bolesti *Flavescence dorée*. Odabrani indeksi (VI) korišteni su za praćenje i mapiranje vremenskih i prostornih varijacija biomase i produktivnosti biljaka (NDVI, SAVI, GNDVI) i za procjenu pigmentata lišća (ARI, MARI, RGI, ACI, MACI, CI, GRVI). NDVI već je ranije korišten za otkrivanje ESCA virusa u vinogradu, te je i FD lakše detektirana koristeći NDVI indeks.

U istraživanju su primijenjene metode eksperimentalnog rada, odlazak na teren u Istru i snimanje vinograda zaraženih zlatnom žuticom u dva navrata, tijekom vegetacije te početkom berbe. Snimanje vinograda, obrada podataka te analiza snimljenog materijala izvršena je pomoću bespilotne letjelice „senseFly eBee+“, softvera „eMotion3“ „Pix4D“ i „Global Mapper“.

4. Rezultati

4.1. Snimanje zlatne žutice u Istri

Snimanje je obavljeno bespilotnom letjelicom SenseFly eBee Plus u vinogorju Zapadna Istra, mjesto Ohnjići, Općina Kaštelir, Istarska županija kod lokalnog vinogradara Eliđa Pilata. OPG Pilato sa sjedištem u mjestu Lašićima bavi se dugogodišnjom proizvodnjom vina još od 1934. kada je zasađen prvi vinograd. Tijekom 60ih godina Končeto Pilato počinje naglo širiti proizvodnju vina jer se pokazalo da je to poljoprivredni proizvod koji se najbolje prodaje u tim krajevima. U 90im godinama Eliđo preuzima proizvodnju i počinje sa većim ulaganjima u strojeve i tehnologiju te širenjem nasada. Danas OPG Pilato ima 14 ha vlastitih i 4 ha vinograda u kooperaciji od čega oko 70% bijelih sorti i 30% crnih.

Promatrani – zaraženi vinograd zasađen je 1994. godina, sorte Malvazija istarska i Chardonnay. Posljednjih godina prinosi su nešto smanjeni ponajviše zbog zlatne žutice kojima su zaraženi rubni dijelovi vinograda. Izvor zaraze su ponajviše susjedni zapušteni vinogradi. Vinograd je sniman u dva navrata, prije berbe - 5. srpnja te za vrijeme berbe 30. kolovoza, snimanje je obavljeno multispektralnom kamerom Sequioa sa rezolucijom od 4 i 6 cm/px te S.O.D.A. kamerom 5 cm/px.



Slika 9. Snimljeno šire područje vinograda – 67.67 ha sa kamerom S.O.D.A. 5 cm/px
Izvor: abc-consulting.hr

4.2. Obrada podataka snimljenih S.O.D.A. kamerom

Obradom snimljenih podataka u programu „Pix4D“ te „Global Mapper“ utvrđeni su potencijalni uzroci nesmetanog širenja zaraze na snimanom području. Na ukupno 67.67 ha istraživanog područja pronađeno je 10 zapuštenih vinograda površine 4,32 ha te pojedinačnih trsova na 58 lokacija obuhvaćene s 1,53 ha. Poznata je opasnost blizine zaraženih a pogotovo zapuštenih vinograda.

Zaražena područja su zakonski definirana „Odlukom o određivanju demarkiranih područja“ u kojemu stoji kako je zaraženo područje definirano na najmanje od 1 km radijusa dok sigurnosno područje je od 5 km. U vinogradima u kojem se utvrdi prisutnost štetnog organizma od najmanje 20% zaraženih trsova prema odluci fitosanitarnog inspektora dužni su iskrčiti cijeli vinograd.

Prema snimkama u Istri te obradi podataka i utvrđivanju zlatne žutice nužno je potpuno iskrčiti 10 zaraženih vinograda površine 4,2 ha, a na ostalih 58 lokacija ukloniti pojedinačne trsove.



Slika 10. Preventivna mjera – detekcija potencijalnih područja izvora zaraze
Izvor: abc-consulting.hr

4.3. Obrada podataka snimljenih multispektralnom SEQUIOA kamerom

Predmetni vinograd veličine je 2,007 ha sa 8 020 zasađenih trsova. Snimanje multispektralnom kamerom snimljeno je u sljedećim spektrima: zeleni, blisko-infracrveni, crveni i rubni crveni spektar.

Tablica 4. Karta refleksije u 4 različita spektra

| Karta refleksije | | | | |
|--------------------|-----|---------|---------|----------|
| | nm | Minimum | Prosjek | Maksimum |
| Zeleni | 550 | 0.02 | 0.07 | 0.27 |
| Blisko infracrveni | 790 | 0.05 | 0.33 | 0.72 |
| Crveni | 660 | 0.01 | 0.07 | 0.40 |
| Rubno crveni | 735 | 0.03 | 0.22 | 0.45 |

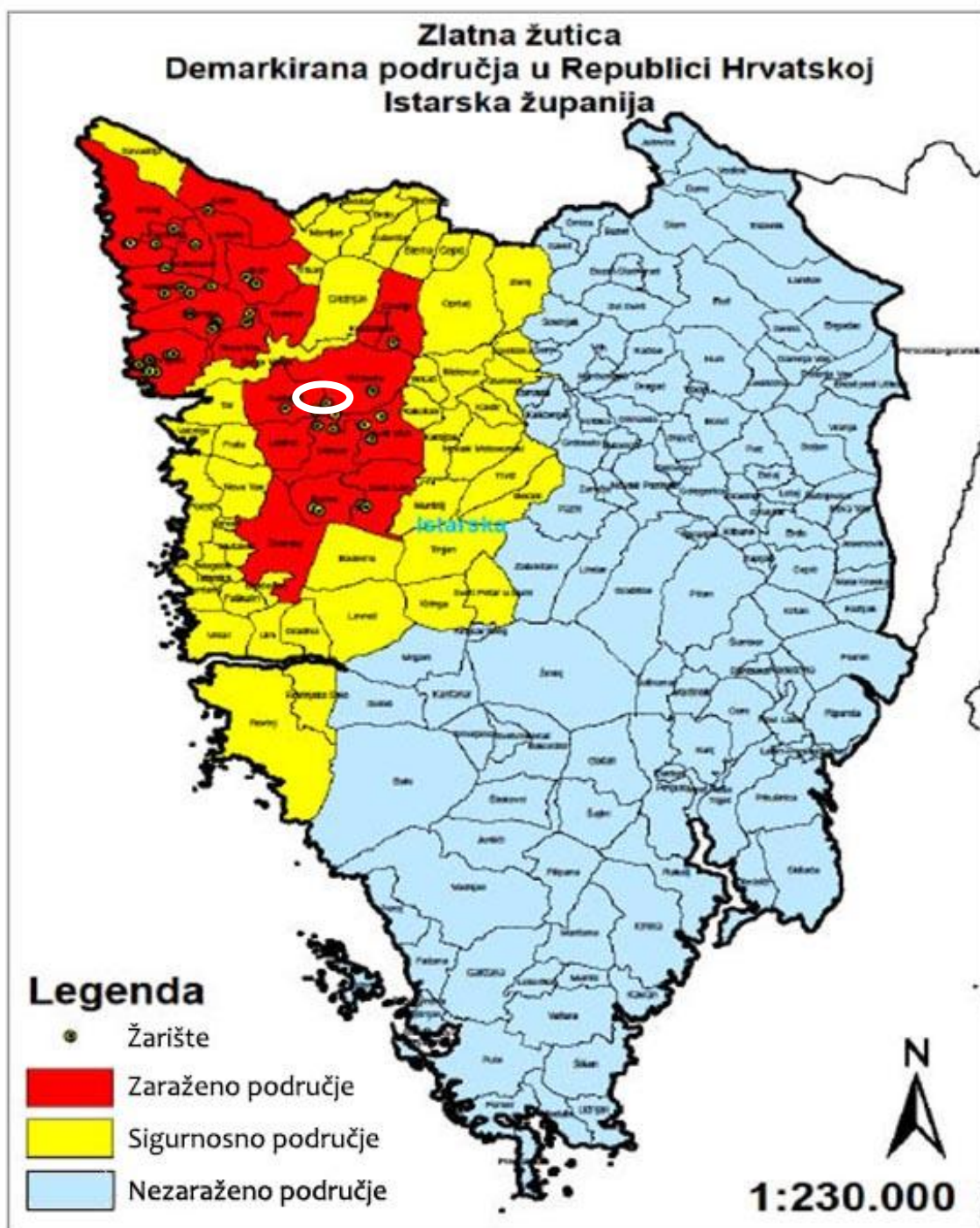
Izvor: abc-consulting.hr

Za detekciju zlatne žutice korišteni su sljedeći indeksi:

- Normalizirani indeks vegetacijske razlike NDVI = $(\text{NIR}-\text{RED})/(\text{NIR}+\text{RED})$
- Indeks vegetacije DVI = $\text{NIR}-\text{RED}$
- Zeleni normalizirani indeks vegetacijske razlike GNDVI = $(\text{NIR}-\text{GREEN}) / (\text{NIR}+\text{GREEN})$
- Tlu prilagođeni vegetacijski indeks SAVI = $((\text{NIR}-\text{RED}) \times (1+L))/(\text{NIR}+\text{RED}+L)$
- Zeleno crveni vegetacijski indeks GRVI = $(\text{GREEN}-\text{RED})/(\text{GREEN}+\text{RED})$
- Indeks klorofila CI = $\text{NIR}/\text{REDEEDGE} - 1$
- Modificirani indeks sadržaja antocijana MACI = NIR/GREEN
- Indeks sadržaja antocijana ACI = GREEN/NIR
- Modificirani indeks refleksije antocijana MARI = $(1/\text{GREEN} - 1/\text{REDEEDGE}) \times \text{NIR}$
- Indeks refleksije antocijana ARI = $1/\text{GREEN} - 1/\text{REDEEDGE}$

Drugo snimanje krajem kolovoza polučilo je bolje rezultate, što je i razumljivo jer su i sami simptomi bolesti jasnije vidljivi (žućenje lišća, listovi poprimaju kopljasti izgled, uslijed nagomilavanja šećera list postaje krt pa se lako drobi, sušenje cvata, venuće formiranog grozda te slabije odrvenjivanje mladica).

Prije snimanja utvrđeni su trsovi koji su zaraženi zlatnom žuticom. Zlatna žutica na istraživanom području potvrđena je „Programom posebnog nadzora karantenskih bolesti“ koje provodi Zavod za zaštitu bilja (HCPHS) te je to područje označeno kao zaraženo u „Odluci o određivanju demarkiranih područja“ od strane Ministarstva poljoprivrede (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_06_55_1095.html).

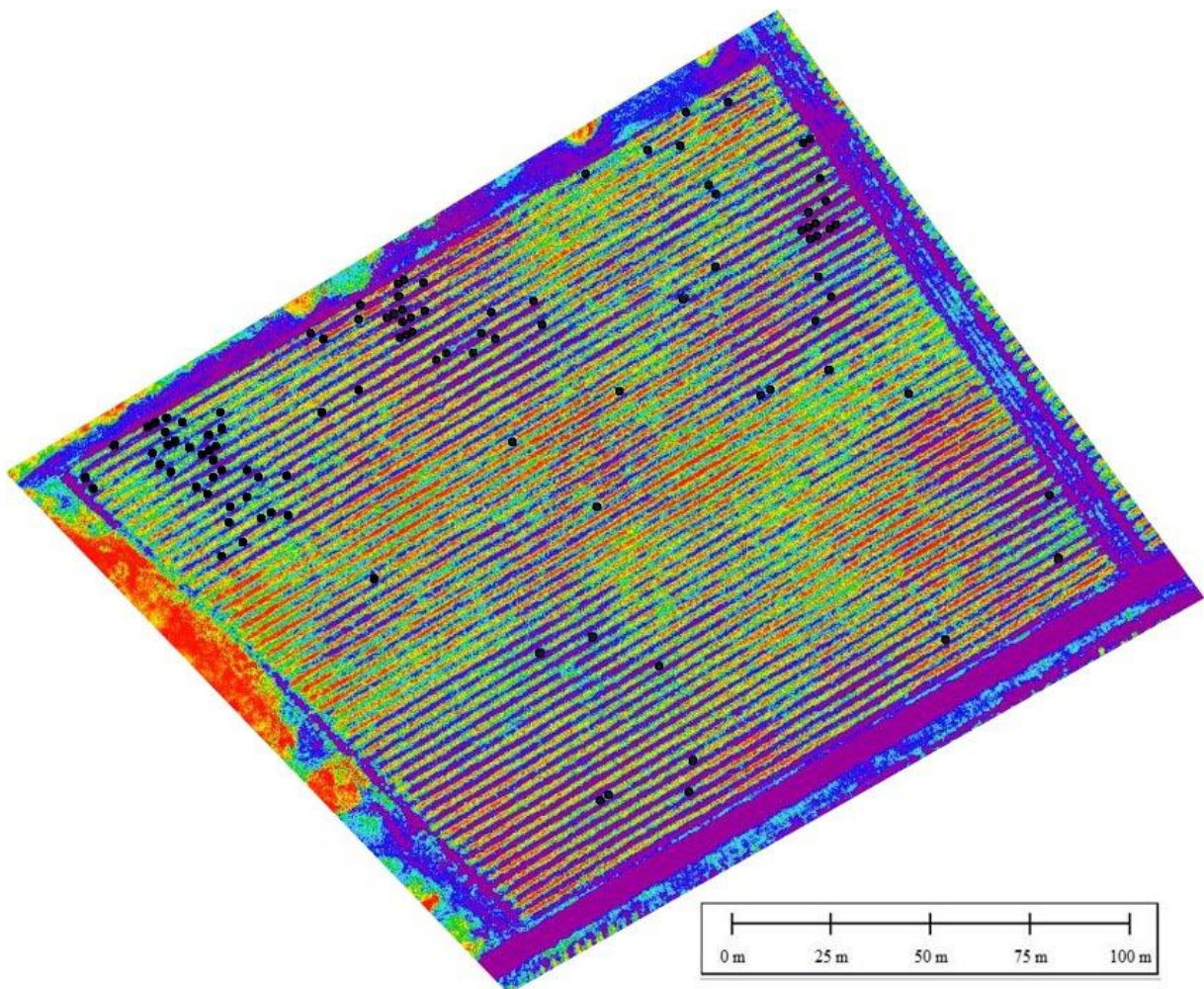


Slika 11. Demarkirana područja u Istarskoj Županiji sa označenim mjestom snimanja

Izvor: <http://www.propisi>

Zaraženi trsovi označeni su žutim pločama te tako geopozicionirani a potom i posebno kalibrirani. Kalibracijom softver je na području cijelog vinograda pretražio moguće zaražene trsove. Između 8 020 trsova utvrđeno je 106 trsova zaraženih zlatnom žuticom što čini 1,32% vinograda.

Dobiveni rezultati zahtijevaju dublje i detaljnije istraživanje zbog mogućnosti miješanja rezultata sa drugim bolestima, sa određenim poremećajima u ishrani bilja, mogućnosti variranja indeksa ovisnih o vremenskim prilikama tijekom godine kao i u različitosti pojedinih sorata u iskazivanju simptoma, odnosno ulaznih parametara koje dobivamo daljinskom detekcijom. Za samu primjenu ove tehnologije potrebno je opsežno i dugotrajno istraživanje kako u dijelu preventive tako i u detekciji zapuštenih vinograda koji stvaraju ogromne probleme uzoritim i radišnim uzgajivačima vinove loze.



Slika 12. Označenih 106 zaraženih trsova na vinogradu veličine 2,007 ha
Izvor: abc-consulting.hr

5. Rasprava

5.1. Kalkulacija troškova snimanja u Istri

Snimanje je obavila tvrtka „ABC Consulting“ sa sjedištem u Virovitici. ABC Consulting d.o.o. je hrvatska tvrtka za savjetovanje tvrtki i obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava na različitim područjima poslovanja u poljoprivredi. Snimanje su obavili radnici tvrtke Pavao Matić i Nikola Mandić zajedno sa direktorom Goranom Tkalčec. Snimanje je obavljeno u dva navrata, 5. srpnja te 30. kolovoza 2018 godine. Sva potrebna oprema; letjelica, kamere, računalo, softveri, ljudski resursi i ostalo je u vlasništvu tvrtke, a sukladno tome formirani su sljedeći cjenici. Ukupna cijena koštanja utvrđivanja zlatne žutice u traženom vinogradu uz snimanje šireg područja je 11.112,50 kn. Cjenik snimanja utemeljen je prema cijenama koštanja istih ili sličnih usluga snimanja bespilotnom letjelicom Ebee plus. Fiksni trošak snimanja RGB (S.O.D.A.) kamerom iznosi 1.920 kn, dok je trošak snimanja mulitespektralnom (SEQUIO-a) kamerom 5.370 kn. Uz fiksne troškove snimanja, varijabilni putni trošak ovisan je o mjestu snimanja. Na ukupno cijenu koštanja dodan je PDV od 25 %. Sumiranjem svih troškova dolazi se do cijene od 11.112,50 kn, sata snimanja zlatne žutice sa bespilotnom letjelicom.

Tablica 5. Kalkulacija snimanja sa bespilotnom letjelicom Ebee plus

| KALKULACIJA SNIMANJA ZLATNE ŽUTICE SA EBEE PLUS | | |
|---|------------------|----------|
| | 1 SAT LETA | NAPOMENA |
| STAVKA | kn | |
| SNIMANJE RGB KAMEROM | 1.920 | |
| SNIMANJE SEQUOIA KAMEROM | 5.370 | |
| | | |
| UKUPNO | 7.290 | |
| PUTNI TROŠAK (800 km) | 1.600 | |
| UKUPNO 1h SNIMANJE | 8.890 | |
| UKUPNO 1 SNIMANJE + PDV | 11.112,50 | |

Izvor: abc-consulting.hr

Utvrđen je trošak jednog sata leta na osnovi 100 sati snimanja RGB kamerom (Tablica 6.) te 100 sati snimanja SEQUIOA i THERMOMAP kamerom (Tablica 7.). U tablice su uvršteni troškovi: radnika (fiksni trošak), transporta (varijabilni), servisa (varijabilni), amortizacije opreme (fiksni), najam ureda (fiksni), obrade podataka (fiksni) te ostalih troškova (varijabilni). Uz sve nabrojane troškove dodatno je obračunat pdv, profitna marža, trošak gps pozicioniranja (fiksni) te putni trošak (varijabilni). Ukupna cijena usluge snimanja

1 sata leta RGB kamerom na oko 250 ha (rezolucije 5 cm/pix) je 5.270 kn dok je cijena snimanja Sequioa ili ThermoMap kamerom na oko 70 ha (rezolucije 14 cm/pix) 8.720 kn.

Tablica 6. Kalkulacija usluge Ebee plus

Tablica 7. Kalkulacija usluge SEQUIOA i ThermoMap

| KALKULACIJA USLUGE EBEE PLUS RGB | | | | | KALKULACIJA USLUGE EBEE PLUS SEQUIOA I THERMOMAP | | | | |
|----------------------------------|----------------|------------------------|-------------|-------------|--|----------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 100 SATI LETA | | 1 SAT LETA (250 ha) | 1 HA | 1 HA + PDV | 100 SATI LETA | | 1 SAT LETA (70 ha) | 1 HA | 1 HA + PDV |
| STAVKA | kn | kn | kn | kn | STAVKA | kn | kn | kn | kn |
| TROŠAK RADNIKA | 75.000 | 750 | 3,00 | 3,75 | TROŠAK RADNIKA | 75.000 | 750 | 3,00 | 3,75 |
| TROŠAK TRANSPORTA | 10.000 | 100 | 0,40 | 0,50 | TROŠAK TRANSPORTA | 10.000 | 350 | 1,40 | 1,75 |
| TROŠAK SERVISIA | 20.000 | 200 | 0,80 | 1,00 | TROŠAK SERVISIA | 20.000 | 700 | 2,80 | 3,50 |
| AMORTIZACIJA OPREME | 50.000 | 500 | 2,00 | 2,50 | AMORTIZACIJA OPREME | 50.000 | 1.750 | 7,00 | 8,75 |
| TROŠAK NAJMA UREDA | 500 | 5 | 0,02 | 0,03 | TROŠAK NAJMA UREDA | 500 | 18 | 0,07 | 0,09 |
| INICIJALNA OBRADA PODATAKA | 20.000 | 200 | 0,80 | 1,00 | INICIJALNA OBRADA PODATAKA | 20.000 | 700 | 2,80 | 3,50 |
| OSTALI TROŠKOVI | 1.500 | 15 | 0,06 | 0,08 | OSTALI TROŠKOVI | 1.500 | 53 | 0,21 | 0,26 |
| UKUPNO | 177.000 | 1.770 | 7,08 | 8,85 | UKUPNO | 177.000 | 4.320 | 17,28 | 21,60 |
| PROFITNA MARŽA | 15.000 | 150 | 0,6 | 0,75 | PROFITNA MARŽA | 30.000 | 1.050 | 4,2 | 5,25 |
| CIJENA USLUGE | 192.000 | 1.920 | 7,68 | 9,6 | CIJENA USLUGE | 207.000 | 5.370 | 21,48 | 26,85 |
| TROŠAK GPS POZICIONIRANJA | | 1750 | | | TROŠAK GPS POZICIONIRANJA | | 1750 | | |
| PUTNI TROŠAK (800 km) | | 1600 | | | PUTNI TROŠAK (800 km) | | 1600 | | |
| UKUPNO 1 SAT LETA | | 5.270 | | | UKUPNO 1 SAT LETA | | 8.720 | | |

Izvor: abc-consulting.hr

Prema kalkulacijama pokrića varijabilnih troškova poljoprivrednih proizvoda u vinogradarstvu i vinarstvu. ([http:// www. Savjetodavna.File/ Katalog_ kalkulacija _ 2012 vinarstvo.pdf](http://www.Savjetodavna.File/Katalog_kalkulacija_2012_vinarstvo.pdf)). Na zasađenih 5.000 trsova vinskih sorata po hektaru u Mediteranskoj Hrvatskoj prinos je oko 12.000 kg grožđa/ha. U promatranom vinogradu Eliđa Pilata na 2 ha zasađeno je 8.000 trsova vinske sorte Malvazija istarska i Chardonnay. Vođeni kalkulacijama Savjetodavne službe na 1.000 trsova prinos je 2.400 kg grožđa, prema tome u promatranom vinogradu prinos je oko 19.200 kg (8000 x 2400) grožđa. Prinos bi bio toliki ukoliko bi svi trsovi bili zdravi i ne zaraženi zlatnom žuticom a s obzirom da je snimanjem utvrđeno 106 zaražena trsa, smanjenje prinosa biti će za oko 250 kg. Za ovaj vinograd to je malo smanjenje prinosa ali poznavanjem opasnosti širenja bolesti a ne poduzimanjem nikakvih mjera prevencije u obliku zaštite od zlatne žutice u narednim godinama zaraza bi mogla biti veća od 10 do 40 puta ukoliko se ne provodi ciljano suzbijanje američkog cvrčka i uklanjanje zaraženih trsova. Uz povećanje zaraze vinogradar će vjerojatno poduzeti sve potrebne mjere kako bi spriječio daljnje širenje bolesti. Zaražene trsove izvaditi će a na njihovo mjesto posaditi nove cjepove. Trošak vađenja zaraženih trsova, ponovne sadnje u svrhu popunjenja praznog mjesta, uzgoj u prvim godinama, formiranje uzgojnog oblika, izostanka uroda dok trs ne dođe u rod itd. procjenjuje se na oko 10 eura po trsu tvrdi Marijan Bubola. Daljinskom detekcijom vinogradar je upoznat sa trenutnim stanjem svakog pojedinog trsa. Prema tome znatno mu je olakšan posao kako bi mogao što prije poduzeti potrebne mjere u cilju prevencije i suzbijanja bolesti.

6. Zaključak

Daljinska detekcija zlatne žutice pokazala se kao jedna od najboljih i najbržih metoda dokazivanja bolesti fitoplazme vinove loze. Poznate su posljedice bolesti na zaraženom trsu a također i mogućnosti olakšanog širenja osobito unutar vinograda. Utvrđivanjem točno zaraženih trsova te njihovim uklanjanjem značajno bi osigurali ostatak vinograda a kroz nekoliko godina i pospješili urod.

Bolest FD širi se američkim cvrčkom najčešće iz slabo održavanih i zapuštenih vinograda koji predstavljaju najveću opasnost za ostale vrijedne susjedne vinogradare. Zaražena područja su također zakonski definirana „Odlukom o određivanju demarkiranih područja“ u kojima se provode mjere sprečavanja širenja i suzbijanja štetnog organizma. Prema zakonu ako se pojavi bolest fitoplazme vlasnici su dužni tretirati i suzbijati bolest, a ako je bolest zauzela više od 20% zasađenog vinograda odlukom fitosanitarnog inspektora vlasnik je dužan potpuno iskrčiti vinograd.

Vodeći se istraživanjima u Francuskoj bogatoj vinogradarskoj zemlji sa istim ako ne i većim problemom zaraze zlatnom žuticom te upoznati mnogobrojnim mogućnostima bespilotne letjelice Ebee plus pokušali smo daljinskom detekcijom utvrditi bolest. Snimanjem vinograda u različitim spektrima te kalibriranjem i geopozicioniranjem točno zaraženih trsova utvrdili smo bolest u vinogradu Eliđa Pilata u mjesto Ohnjićima, Istarska Županija. U vinogradu veličine 2 ha, zasađeno je oko 8 000 trsova vinove loze a detekcijom je utvrđeno 106 zaraženih trsova. Najveće probleme predstavljaju okolni zaraženi vinogradi iz kojih je mogućnost zaraze američkim cvrčkom izrazito velika. Snimanjem šireg područja oko 67 ha, utvrđeno je 10 zapuštenih vinograda, a čak 58 različitih lokacija sa potencijalnim izvorom zaraze.

Cjelokupna oprema (letjelica, softveri, računala) te ljudski resursi potrebni za istraživanje same detekcije u Istri u vlasništvu su firme ABC Consulting. Cijena koštanja cijelog istraživanja te utvrđivanja točnog broja zaraženih trsova u promatranom vinogradu je 11.112 kn. Pravilnom uporabom podataka i pridržavanjem zakonskih propisa taj iznos bi se višestruko uzvratio svim uzgajivačima vinove loze.

Potrebna su još brojna detaljna istraživanja kako bi se s potpunom sigurnošću mogla potvrditi preventiva te daljinska detekcija zlatne žutice. Taj dio bi se mogao odmah primijeniti kada bi bilo pretpostavki pa i volje (novac, politika - zakoni) za postupke nakon utvrđivanja zapuštenih vinograda. Tom preventivom bi se uvelike olakšao život ljudima koji žive od ove

grane poljoprivrede u Istri te drugdje u Hrvatskoj, a smanjenje budućih šteta uvelike bi nadišlo troškove samih postupaka uklanjanja izvora zaraze i vektora. Sa snimkom i podlogom katastra lakše i preciznije bi se mogao odraditi taj posao, a u konačnici iza svake te čestice stajalo bi ime i prezime odgovorne osobe. Pridržavanjem zakona te kažnjavanjem nemarnih uzgajivača ili vlasnika zapuštenih vinograda značajno bi se isplatila daljinska detekcija zlatne žutice.

7. Popis literature

- Budinščak Ž., Križanac I., Mikec I., Seljak G., Škorić D., (2005), *Vektori fitoplazme vinove loze u Hrvatskoj*, Glasilo biljne zaštite 4: 240-244.
- Budinščak Ž., Križanac I., Plavec J. (lipanj 2014) *Zlatna žutica vinove loze - Flavescence dorée*, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo – Zavod za zaštitu bilja, Zagreb.
- Caudwell A. (1964), *Identification d'une nouvelle maladie r virus de la vigne, la "Flavescence dorée"*. Etude des phénomènes de localisation des symptômes et de rétablissement, Ann Epiphyt15 (Hors Série 1): 193.
- Chuche J., Thiéry D. (2012), *Egg incubation temperature differently affects female and male hatching dynamics and larval fitness in a leafhopper*. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, Pariz, Ecology and evolution 2 (4), 732-739.
- Chuche J, Thiéry D, (2014), *Biology and ecology of the Flavescence Dorée vector Scaphoideus titanus: a review*. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 34(2), 381-403.
- Grozić K., Bubola M., Poljuha D. (25.9.2017, a), *Pregled preventivnih mjera za sprječavanje širenja zlatne žutice vinove loze u nezaražena područja*. Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč.
- Grozić K., Bubola M., Poljuha D., (9.11.2017, b), *Zlatna žutica vinove loze: važnost praćenja na širem vinogradarskom području*. Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč.
- Grozić K., Bubola M., Poljuha D., (ožujak, 2018, c), *Pregled simptoma, epidemiologije i mjera za sprečavanje širenja zlatne žutice vinove loze u nezaražena područja*, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč.
- Grozić K., Poljuha D., Bubola M., (travanj, 2018, d), *Suzbijanje zlatne žutice vinove loze: smanjenje šteta i sprječavanje širenja zaraze*, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč.
- Johanna A., Sylvie D., Fabio G., Anne J., Michel G., Herve P., Jean-Baptiste F., Gerard D., (24.3.2017), *Detection of Flavescence dorée Grapevine Disease Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Multispectral Imagery*, [https:// www.mdpi.com/2072-4292/9/4/308](https://www.mdpi.com/2072-4292/9/4/308), 7.12.2018.

- Kozina B., Mihaljević M., Karoglan M., (lipanj 2008), *Fitoplazmoze vinove loze*, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
- Kuzmanović S., Martini M., Ivanović Ž., Josić D.T., Živković S., Starović M., (2007), *Detection and incidence of FD and BN phytoplasmas in vineyards of different grapevine cultivars in Serbia*, Bull Insectology 60 (2): 371–372., Srbija.
- Maixner M., Pearson R.C., Boudon-Padiou E., Caudwell A., (1993), *Scaphoideus titanus, a possible vector of Grapevine Yellows*, New York, Vitis 39: 83-84.
- Malembic-Maher S., Pascal S., Carle P., Foissac X., (2009), *Ecology and taxonomy of Flavescence Doree phytoplasmas: the contribution of genetic diversity studies*, Dijon, PAV 132.
- Morone C., Boveri M., Giosue S., Gotta P., Rossi V., Scapin I., Marzachi C., (2007), *Epidemiology of flavescence dorée in vineyards in northwestern Italy*, Italija, Phytopathology 97: 1422–1427.
- Prezelj N., Nikolić P., Gruden K., Ravnikar M., Darmastia M., (2012), *Spatiotemporal distribution of flavescence doree phytoplasma in grapevine*, Plant pathology 62:4, 760-766.
- Schvester D., Carle P., Moutous G., (1963), *Transmission de la flavescence dorée de la vigne par Scaphoideus littoralis Ball.*, Italija, Annales des Epiphyties 14, 175-198.
- Šubić Milorad, (2017), *Američki cvrčak – prirodni širitelj zlatne žutice vinove loze*, Gospodarski list 56-57, Zagreb.
- Bespilotne letjelice, 2018., <http://abc-consulting.hr/bespilotne-letjelice/>, 6.12.2018.
- Drones, 2018., <https://www.sensefly.com/drones>, 7.12.2018.
- Kamere, 2018., <http://abc-consulting.hr/kamere/>, 6.12.2018.
- Model kalkulacija pokrića varijabilnih troškova poljoprivredne proizvodnje, 2012., http://www.savjetodavna.hr/adminmax/File/Katalog_kalkulacija_2012/Kalkulacije_2012_vinarstvo.pdf, 10.12.2018.
- Narodne novine (46/2017), 24.4.2017., *Naredba o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanja zlatne žutice vinove loze*, Ministarstvo poljoprivrede, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_05_46_1086.html, 6.12.2018.
- Products, 2018., <http://www.bluemarblegeo.com/products/globalmapper.php>, 7.12.2018.
- Software, 2018., <https://www.pix4d.com/>, 7.12.2018.
- Software, 2018., <https://www.sensefly.com/drones>, 7.12.2018.

- Vina Pilato, 2018., <http://www.vina-pilato.com/ONama.html>, 10.12.2018.
- Zlatna žutica, 2018., <http://www.iptpo.hr/>, 10.12.2018.
- Zlatna žutice vinove loze i mjere borbe, 28.4.2018., [https:// www.syngenta.hr/news/vinova-loza/zlatna-zutica-vinove-loze-i-mjere-borbe](https://www.syngenta.hr/news/vinova-loza/zlatna-zutica-vinove-loze-i-mjere-borbe), 6.12.2018.

8. Sažetak

Zlatna žutica karantenska je bolest vinove loze koju uzrokuje fitoplazma. Smatra se jednom od najopasnijih bolesti vinove loze u Europi koja je sredinom 20. st. došla iz Amerike. Širi se vektorom američkim cvrčkom, ukoliko se brzo ne poduzmu odgovarajuće mjere tretiranja i suzbijanja bolesti, poprima razmjere epidemije. Bolest zlatne žutice u Hrvatskoj se pojavila 2009. godine u Karlovačkoj županiji, a u posljednjih desetak godina raširila se na šire vinogradarsko područje. Najveću opasnost predstavlja u Istarskoj županiji. Da bi kontrolirali ovu vrlo zaraznu bolest bitno je otkriti bilo kakve simptome i pojave što je ranije moguće. Tijekom razdoblja otkrivanja – koje se podudara sa berbom i vrlo je kratko, teško je ručno provjeriti cijeli vinograd i utvrditi simptome bolesti. Stoga smo vođeni iskustvima i istraživanjima u Francuskoj te upoznati mnogobrojnim mogućnostima koje pružaju bespilotne letjelice (dronovi) odlučili za daljinsku detekciju zlatne žutice. Prednosti snimanja su brojne; u vrlo kratkom vremenu doći do stvarnog stanja područja, brzo i jednostavno zaražene trsove prepoznati u cijelom vinogradu. Bespilotna letjelica Sensefly eBee Plus leti samostalno uz pomoć integriranog GPS prijammnika i navigacijskog sustava te autopilota za upravljanje letom. Softverima Emotion3, Pix4D i Global Mapper uvelike nam je olakšano kreiranje misija, obavljanje zadatka, obrada podataka te detektiranje željene bolesti. Za snimanje je odabran vinograd u Istri, Općina Vižinada kod vinogradara Elida Pilata. Elido obrađuje oko 18ha vinograda, a posljednjih nekoliko godina sve veći problem predstavlja mu bolest zlatna žutica zbog koje je osjetno smanjen prinos grožđa. Najveća opasnost dolazi mu iz okolnih zapuštenih i neobrađivanih vinograda u kojem vlada bolest. Snimljeno je šire područje oko vinograda - 67 ha te je utvrđeno: 10 potpuno zapuštenih vinograda i 58 različitih lokacija sa pojedinačnim zaraženim trsovima. Multispektralnom kamerom SEQUIO-a i kalibracijom zaraženih trsova na području cijelog vinograda veličine oko 2 ha pronađeno je ukupno 103 zaražena trsa. Zaraženi trsovi većinom su na rubnim dijelovima nasuprot kojeg se nalazi zapušteni i zarasli vinograd. Trošak cjelokupnog snimanja: S.O.D.A. kamera - šire područja vinograda, multispektralna SEQUIO-a kamera – vinograd, obrada podataka, putni trošak i ostalo košta 11 112 kn. Ukoliko bi se pravilno iskoristili snimljeni podaci, te sukladno zakonu pridržavali mjera opreza utrošeni novac višestruko bi se uzvratilo vrijednim vinogradarima koji žive od ove grane poljoprivrede u Istri.

Ključne riječi: zlatna žutica, fitoplazma, američki cvrčak, daljinska detekcija, bespilotna letjelica, multispektralna kamera, kalibracija.

9. Summary

Grapevine yellows a quarantine disease of grape vine caused by phytoplasma. It is considered one of the most dangerous diseases of grape vines in Europe, which came from America in the mid-20th century. It is widespread with the American grapevine leafhopper, if it does not take appropriate measures to treat and control the disease quickly, it takes on the scale of the epidemic. The disease of grapevine yellow in Croatia appeared in 2009 in Karlovac County, and in the last decade it spread to a wider wine-growing area. The greatest danger is in the Istrian County. To control this highly contagious disease, it is important to detect any symptoms occur as early as possible. During the discovery period - which coincides with the vintage and is very short, it is difficult to manually check the entire vineyard and determine the symptoms of the disease. Therefore, we have been guided by experience and research in France and acquainted with the many possibilities offered by drones to opt for remote detection of grapevine yellows . The benefits of recording are numerous; in a very short time to reach the actual condition of the area, quickly and easily infected vines recognized in the whole vineyard. The drone Sensefly eBee Plus flies independently with the help of an integrated GPS receiver and navigation system and a flying flight autopilot. The Emotion3, Pix4D and Global Mapper software greatly facilitates the creation of missions, task execution, data processing and detecting the desired disease. The vineyard selected for the recording was in Istria, Municipality of Vizinada by the wine-maker Elida Pilata. Family vineyard is about 18 hectares, and in the last couple of years an ever greater problem is its FD because of its dramatically reduced yield of grapes. The greatest danger comes from the surrounding neglected and unprocessed vineyards in which the disease prevails. A wider area around the vineyards was recorded - 67 ha and it was found: 10 completely abandoned vineyards and 58 different locations with individual infected plants. A total of 103 infected cans were found with SEQUIO's multi-spectrum camera in the entire vineyard area of about 2 ha. Infected plantes are mostly at the edges, opposite to which there is an abandoned and grazed vineyard. Total recording cost: S.O.D.A. camera – wider area of vineyard, multi-spectrum SEQUIO camera - vineyard, data processing, travel cost and other costs 11 112 kn. If properly used the recorded data and kept the precautionary measure in accordance with the law, the money spent would be returned to hard working wine growers living in this branch of agriculture in Istria.

Key words: grapevine yellows, phytoplasma, American grapevine leafhopper, remote detection, drone, multispectral camera, calibration.

10. Popis slika

- Slika 1. Simptomi zlatne žutice na zaraženom trsu (str. 7)
Izvor: <http://civ.iptpo.hr/zlatna-zutica>
- Slika 2. Vektor virusa zlatne žutice – američki cvrčak (str. 9)
Izvor: http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vinogradarstvo/zastita-vinograda/stetnici
- Slika 3. Zaraženi trs vinove loze u Istri (str. 12)
Izvor: abc-consulting.hr
- Slika 4. Demarkirana područja u RH iz 2017. (str. 14)
Izvor: <http://www.propisi.hr>
- Slika 5. Bespilotna letjelica eBee plus (str. 16)
Izvor: <https://www.sensefly.com>
- Slika 6. S.O.D.A. kamera (str. 17)
Izvor: abc-consulting.hr
- Slika 7. Multispektralna kamera – SEQUIOA (str. 18)
Izvor: abc-consulting.hr
- Slika 8. ThermoMap kamera (str. 19)
Izvor: abc-consulting.hr
- Slika 9. Snimljeno šire područje vinograda – 67.67 ha sa kamerom S.O.D.A. 5 cm/px (str. 24)
Izvor: abc-consulting.hr
- Slika 10. Preventivna mjera – detekcija potencijalnih područja izvora zaraze (str. 25)
Izvor: abc-consulting.hr
- Slika 11. Demarkirana područja u Istarskoj Županiji sa označenim mjestom snimanja (str. 27)
Izvor: <http://www.propisi>
- Slika 12. Označenih 106 zaraženih trsova na vinogradu veličine 2,007 ha (str. 28)
Izvor: abc-consulting.hr

11. Popis tablica

- Tablica 1. Tehnološke karakteristike S.O.D.A kamere (str. 17)
Izvor: <https://www.sensefly.com>
- Tablica 2. Tehnološke karakteristike SEQUIOA kamere (str. 18)
Izvor: <https://www.sensefly.com>
- Tablica 3. Tehnološke karakteristike ThermoMap kamere (str. 19)
Izvor: <https://www.sensefly.com>
- Tablica 4. Karta refleksije u 4 različita spektra (str. 26)
Izvor: abc-consulting.hr
- Tablica 5. Kalkulacija snimanja sa bespilotnom letjelicom Ebee plus (str. 29)
Izvor: abc-consulting.hr
- Tablica 6. Kalkulacija usluge Ebee plus (str. 30)
Izvor: abc-consulting.hr
- Tablica 7. Kalkulacija usluge SEQUIOA i ThermoMap (str. 30)
Izvor: abc-consulting.hr

Ekonomska učinkovitost daljinske detekcije zlatne žutice vinove loze

Pavao Matić

Sažetak:

Zlatna žutica karantenska je bolest vinove loze koju uzrokuje fitoplazma. Smatra se jednom od najopasnijih bolesti vinove loze u Europi koja je sredinom 20. st. došla iz Amerike. Širi se vektorom američkim cvrčkom, ukoliko se brzo ne poduzmu odgovarajuće mjere tretiranja i suzbijanja bolesti, poprima razmjere epidemije. Bolest zlatne žutice u Hrvatskoj se pojavila 2009. godine u Karlovačkoj županiji, a u posljednjih desetak godina raširila se na šire vinogradarsko područje. Najveću opasnost predstavlja u Istarskoj županiji. Da bi kontrolirali ovu vrlo zaraznu bolest bitno je otkriti bilo kakve simptome i pojave što je ranije moguće. Tijekom razdoblja otkrivanja – koje se podudara sa berbom i vrlo je kratko, teško je ručno provjeriti cijeli vinograd i utvrditi simptome bolesti. Stoga smo vođeni iskustvima i istraživanjima u Francuskoj te upoznati mnogobrojnim mogućnostima koje pružaju bespilotne letjelice (dronovi) odlučili za daljinsku detekciju zlatne žutice. Prednosti snimanja su brojne; u vrlo kratkom vremenu doći do stvarnog stanja područja, brzo i jednostavno zaražene trsove prepoznati u cijelom vinogradu. Bespilotna letjelica Sensefly eBee Plus leti samostalno uz pomoć integriranog GPS prijavnika i navigacijskog sustava te autopilota za upravljanje letom. Softverima Emotion3, Pix4D i Global Mapper uvelike nam je olakšano kreiranje misija, obavljanje zadatka, obrada podataka te detektiranje željene bolesti. Za snimanje je odabran vinograd u Istri, Općina Vižinada kod vinogradara Elida Pilata. Elido obrađuje oko 18ha vinograda, a posljednjih nekoliko godina sve veći problem predstavlja mu bolest zlatna žutica zbog koje je osjetno smanjen prinos grožđa. Najveća opasnost dolazi mu iz okolnih zapuštenih i neobrađivanih vinograda u kojem vlada bolest. Snimljeno je šire područje oko vinograda - 67 ha te je utvrđeno: 10 potpuno zapuštenih vinograda i 58 različitih lokacija sa pojedinačnim zaraženim trsovima. Multispektralnom kamerom SEQUIO-a i kalibracijom zaraženih trsova na području cijelog vinograda veličine oko 2 ha pronađeno je ukupno 103 zaražena trsa. Zaraženi trsovi većinom su na rubnim dijelovima nasuprot kojeg se nalazi zapušteni vinograd. Trošak cjelokupnog snimanja: S.O.D.A. kamera - šire područja vinograda, multispektralna SEQUIO-a kamera – vinograd, obrada podataka, putni trošak i ostalo košta 11 112 kn. Ukoliko bi se pravilno iskoristili snimljeni podaci, te sukladno zakonu pridržavali mjera opreza utrošeni novac višestruko bi se uzvratilo vrijednim vinogradarima koji žive od ove grane poljoprivrede u Istri.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: izv. dr. sc. Mato Drenjančević

Broj stranica: 39

Broj slika: 12

Broj tablica: 7

Broj literaturnih navoda: 41

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: zlatna žutica, fitoplazma, američki cvrčak, daljinska detekcija, bespilotna letjelica, multispektralna kamera, kalibracija.

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof.dr.sc. Krunoslav Zmaić - predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Mato Drenjančević - mentor
3. izv.prof.dr.sc. Vladimir Jukić - član

Rad je pohranjen: u Knjižnica fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1

Economic efficiency of remote detection of grapevine yellows

Pavao Matic

Summary:

Grapevine yellows a quarantine disease of grape vine caused by phytoplasma. It is considered one of the most dangerous diseases of grape vines in Europe, which came from America in the mid-20th century. It is widespread with the American cricket, if it does not take appropriate measures to treat and control the disease quickly, it takes on the scale of the epidemic. The disease of grapevine yellow in Croatia appeared in 2009 in Karlovac County, and in the last decade it spread to a wider wine-growing area. The greatest danger is in the Istrian County. To control this highly contagious disease, it is important to detect any symptoms and occur as early as possible. During the discovery period - which coincides with the vintage and is very short, it is difficult to manually check the entire vineyard and determine the symptoms of the disease. Therefore, we have been guided by experience and research in France and acquainted with the many possibilities offered by drones to opt for remote detection of grapevine yellows. The benefits of recording are numerous; in a very short time to reach the actual condition of the area, quickly and easily infected vines recognized in the whole vineyard. The drone Sensefly eBee Plus flies independently with the help of an integrated GPS receiver and navigation system and a flying flight autopilot. The Emotion3, Pix4D and Global Mapper software greatly facilitates the creation of missions, task execution, data processing and detecting the desired disease. The vineyard selected for the recording was in Istria, Municipality of Vizinada by the wine-maker Elida Pilata. Family vineyard is about 18 hectares, and in the last couple of years an ever greater problem is its FD because of its dramatically reduced yield of grapes. The greatest danger comes from the surrounding neglected and unprocessed vineyards in which the disease prevails. A wider area around the vineyards was recorded - 67 ha and it was found: 10 completely abandoned vineyards and 58 different locations with individual infected plants. A total of 103 infected cans were found with SEQUIO's multi-spectrum camera in the entire vineyard area of about 2 ha. Infected plants are mostly at the edges, opposite to which there is an abandoned and grazed vineyard. Total recording cost: S.O.D.A. camera – wider area of vineyard, multi-spectrum SEQUIO camera - vineyard, data processing, travel cost and other costs 11 112 kn. If properly used the recorded data and kept the precautionary measure in accordance with the law, the money spent would be returned to hard working wine growers living in this branch of agriculture in Istria.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek

Mentor: Mato Drenjančević PhD, Associate Professor

Number of pages: 39

Number of figures: 12

Number of tables: 7

Number of references: 41

Original in: Croatian

Keywords: grapevine yellows, phytoplasma, American grapevine leafhopper, remote detection, drone, multispectral camera, calibration.

Date of the thesis defense:

Reviewers:

1. Krunoslav Zmaić PhD, Professor - president
2. Mato Drenjančević PhD, Associate Professor - mentor
3. Vladimir Jukić PhD, Associate Professor - member

Thesis deposited at: Library; Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1