

Utjecaj selektivne aplikacije s ultrazvučnim senzorima na zanošenje i depozit tekućine u nasadu višnje

Špoljarić, Šimun

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:151:476516>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-28**



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

Šimun Špoljarić

Diplomski sveučilišni studij Voćarstvo – Vinogradarstvo – Vinarstvo

**UTJECAJ SELEKTIVNE APLIKACIJE S ULTRAZVUČNIM SENZORIMA NA
ZANOŠENJE I DEPOZIT TEKUĆINE U NASADU VIŠNJE**

Diplomski rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Šimun Špoljarić

Diplomski sveučilišni studij Voćarstvo, vinogradarstvo, vinarstvo

Smjer Vinogradarstvo, vinarstvo

**UTJECAJ SELEKTIVNE APLIKACIJE S ULTRAZVUČNIM SENZORIMA NA
ZANOŠENJE I DEPOZIT TEKUĆINE U NASADU VIŠNJE**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof.dr.sc. Đuro Banaj, predsjednik
2. Izv.prof.dr.sc. Vjekoslav Tadić, mentor
3. Dr.sc. Anamarija Banaj, član

Osijek, 2022.

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
3. Materijal i metode rada	4
3.1. Sustav senzora	6
3.2. Raspršivač <i>Tifone vento 1500</i>	7
3.3. Mlaznice	8
3.4. Norma raspršivanja	8
4.1. Rezultati brzine i vertikalne raspodjele zraka raspršivača	10
4.2. Rezultati utvrđivanja <i>LAI – a</i> i <i>LAD – a</i>	10
4.3. Rezultati utvrđene norme raspršivanja i odabira radnog tlaka	11
4.4. Vremenski uvjeti tijekom istraživanja	11
4.5. Rezultati zemljišnog zanošenja tekućine	12
4.6. Rezultati utvrđivanja zračnog zanošenja tekućine na udaljenosti od 5 m	14
4.7. Zračno zanošenje tekućine raspršivačem <i>Tifone</i> na udaljenosti od 10 m	16
4.8. Rezultati mjerenja depozita u krošnji raspršivačem <i>Tifone</i>	18
5. RASPRAVA	21
5.1. Meteorološki uvjeti	21
5.2. Glavni tehnički čimbenici raspršivanja	21
5.3. Utjecaj tipa mlaznica	22
5.4. Selektivna aplikacija	22
5.5. Utjecaj brzine zračne struje	23
6. ZAKLJUČAK	25
7. POPIS LITERATURE	26
8. SAŽETAK	29
9. ABSTRACT	30
10. POPIS SLIKA	31
11. POPIS TABLICA	32

1. UVOD

Cilj poljoprivrede kao grane gospodarske djelatnosti je prehrana stanovništva te proizvodnja hrane životinjskog i biljnog podrijetla. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske tijekom 2016. godine ukupno je obrađeno 2.515.512 ha od toga je 71.728 ha pod trajnim nasadima. Ukupna potrošnja pesticida na obrađenim površinama u 2016. godini iznosila je 5.587.798 kg. Sredstva za zaštitu bilja postaju dio svakodnevnog života, jedan od čimbenika je ostvarivanje većeg prinosa po jedinici površine s manjim ulaganjima (povećanje broja voćaka i trsova po jedinici površine). Iako ulaganja u suvremenoj intenzivnoj poljoprivredi postaju manja potrošnja pesticida je povećana. Primjena kemijskih mjera u borbi protiv štetočinja uz sve prednosti ima i određene nedostatke. Pesticid bi trebao biti toksičan za ciljane organizme iako je toksičan i za korisne organizme. Zbog intenzivne poljoprivredne proizvodnje pesticidi se nalaze u vodotokovima, poljoprivrednim zemljištima, agroekološkom sustavu i poljoprivrednim proizvodima. Vrijeme je da se poduzmu konkretni potezi jer je poljoprivreda među glavnim onečišćivačima okoliša. Drift ili zanošenje je sve ono što kapljice mlaza skreće sa zamišljenog pravca gibanja, s kojim bi one trebale okomito pasti na predmet zaštite (Banaj i sur., 2013.). Dva su osnovna tipa zanošenja: zemljišno i zračno. Kod zemljišnog zanošenja, tekućina se taloži na tlo utjecajem zračne struje koja zanosi kapljice izvan ciljanog prostora zaštite bilja. Tekućina koje se zanosi zračnom strujom izvan ciljanog prostora naziva se zračno zanošenje. Niz čimbenika utječe na zanošenje tekućine kao što su veličina kapljica, brzina kretanja traktora odnosno raspršivača, tlak, vremenski uvjeti, stoga se uporabom tehnologije pokušava smanjiti zanošenje tekućine (anti-drift sustavi) te se proučava i unaprijeđuje kvaliteta raspršivanja. Također na efikasnost zaštitnog sredstva utječe zaklonjenost lista što ovisi o razmaku sadnje te uzgojnog oblika. Za učinkovitu primjenu zaštitnih sredstava razvija se nekoliko metoda aplikacije: raspršivači s reciklirajućim sustavom, uporaba GIS-a i razvoj tzv. pametnih raspršivača s promjenjivom normom raspršivanja. GIS kao dio suvremene tehnologije daje veliku prednost u efikasnoj zaštiti bilja (Jurišić i sur., 2015.). Selektivnom aplikacijom pesticida proučavaju se metode održive uporabe pesticida u trajnim nasadima kako bi se smanjilo onečišćenje okoliša. Selektivna aplikacija može smanjiti onečišćenje okoliša jer omogućuje optimiziranje inputa u proizvodnji zbog toga proizvođači mogu primjenjivati optimalnu količinu pesticida na određenu površinu. Danas na tržištu ima mali broj raspršivača koji su opremljeni senzorskim sustavom i vrlo malo su zastupljeni u eksploataciji.

2. PREGLED LITERATURE

Unaprijeđenje kvalitete raspršivanja temelji se na proučavanju i tehnologiji koja služi za smanjenje zanošenja tekućina izvan ciljanog prostora s obzirom na veličinu kapljica, brzini gibanja, klimatskih uvjeta i niz drugih vrijednih čimbenika. Stoga istraživači pokušavaju optimizirati raspršivanje tako da pokrivenost tretirane površine bude optimalna, a biološka učinkovitost pesticida ostane nepromijenjena. Loša aplikacija pesticida može smanjiti učinkovitost raspršivanja, stoga je glavni cilj aplikacije škropiva ostvariti što ravnomjerniju pokrivenost lisne površine s optimalnim depozitom. Razni čimbenici utječu na pravilnu depoziciju škropiva kao što su struktura i oblik krošnje, fizikalno–kemijska svojstva pesticida, agroklimatski uvjeti i primijenjena tehnika raspršivanja. Primjerice oblik krošnje izravno utječe na depoziciju škropiva. Kod gustog sklopa dolazi do smanjenja depozita u srednjem dijelu krošnje zato se povećava mogućnost pojave nove generacije štetočina. Za uspješnu provedbu zaštite bilja vrlo je važno odrediti normu raspršivanja. Premalo ili preveliko doziranje može dovesti do neuspjele zaštite nasada pojavom rezistentnost štetočina u nasadu kao i povećanje troškova u proizvodnji. U zadnjih 20 godina proučavaju se mogućnosti primjene prilagođene norme raspršivanja prema trenutnim potrebama nasada. Upotrebom selektivne aplikacije navodi Sedlar i sur. (2011.) da se u trogodišnjem nasadu kajsije omogućuje značajno smanjenje norme raspršivanja od 17,78% i 19,03% u dvogodišnjem nasadu. Mlaznice se razlikuju prema obliku, tipu i protoku škropiva, također su završni dio raspršivača i imaju ogroman utjecaj na kvalitetu raspršivanja. Petrović i sur. (2018.) navode da se uporabom zračno–injektorskih mlaznica prilikom aplikacije u znatnoj mjeri smanjuje zanošenje tekućine. Wang i sur. (2015.) istražuju utjecaj tipa mlaznice na brzinu i udaljenost raspršene tekućine koristeći 6 mlaznica (*IDK120-02*, *ST110-02*, *TR80-02*, *IDK120-03*, *ST110-03*, *TR80-03*), te zaključuju da veće kapljice imaju manju brzinu gibanja. Mlaznice koje generiraju veće kapljice ostvaruju manju udaljenost raspršivanja od mlaznica sa sitnijim kapima, ali su otpornije na zanošenje tekućine. Princip funkcioniranja senzora zasnovan je na interakciji sa okolnim objektima, a reakciju pretvaraju u izlazni signal i upravljaju tehnološkim procesom. Senzori pretvaraju mjerenu fizikalnu veličinu (visinu, širinu, obujam i sl.) u analognu električnu (struju, napon, otpor) ili digitalnu informaciju. Ultrazvučni senzori služe za određivanje udaljenosti i funkcioniraju po načelu razlika u vremenskom intervalu potrebnom da ultrazvučni val prijeđe put od senzora do detektiranog objekta i nazad. Glavna prednost ove vrste senzora je robusna izvedba koja

smanjuje negativan utjecaj nepovoljne radne okoline (vlaga, vibracije, prljavština, temperatura magla) i njihova relativno niska cijena koštanja s obzirom na druge elektroničke sklopove koji se koriste u iste svrhe (Stanko i sur., 2012.). Raspršivači opremljeni sustavom senzora svoje funkcije temelje na određivanju tri osnovna parametra: detekciju stabla, gustoću lisne mase i strukturu krošnje tj. uzgojni oblik (Fox i sur., 2008.). Oblik krošnje izravno utječe na depoziciju pesticida, a na taj način i uspješnost raspršivanja. U tu svrhu koriste se razne metode i uređaji poput stereoskopije, fotografije, analize spektra svjetlosti, infracrvene termografije, ultrazvučni i optički senzori (Rosell i sur., 2009.). Temeljem ove informacije računalo na raspršivaču upravlja sustavom za selektivnu aplikaciju te određuje kada i koliko će se škropiva utrošiti. Zanošenje tekućine jedan je od glavnih problema prilikom aplikacije škropiva u voćnjacima. Može uzrokovati neželjene posljedice u vidu negativnog utjecaja na ljudski organizam i životinje, onečišćenja okoliša te oštećenje osjetljivih susjednih usjeva. Iz navedenih razloga se unazad tri desetljeća razvijaju razne metode i sustavi za smanjenje spomenutih negativnih pojava. Relativna vlažnost zraka iznad 60%, temperatura zraka ispod 22°C i brzina vjetra manja od 3 m/s su glavni čimbenici koji se moraju poštovati. Zračno–injektorske mlaznice podnose nešto nepovoljnije vremenske uvjete koji su dozvoljeni prilikom aplikacije. Ako je stroj pravilno podešen moguće je optimizirati ulazne inpute i smanjiti pojavu neželjenog zanošenja tekućine. Zbog toga zračno injektorske mlaznice mogu smanjiti zanošenje tekućine od 51%.

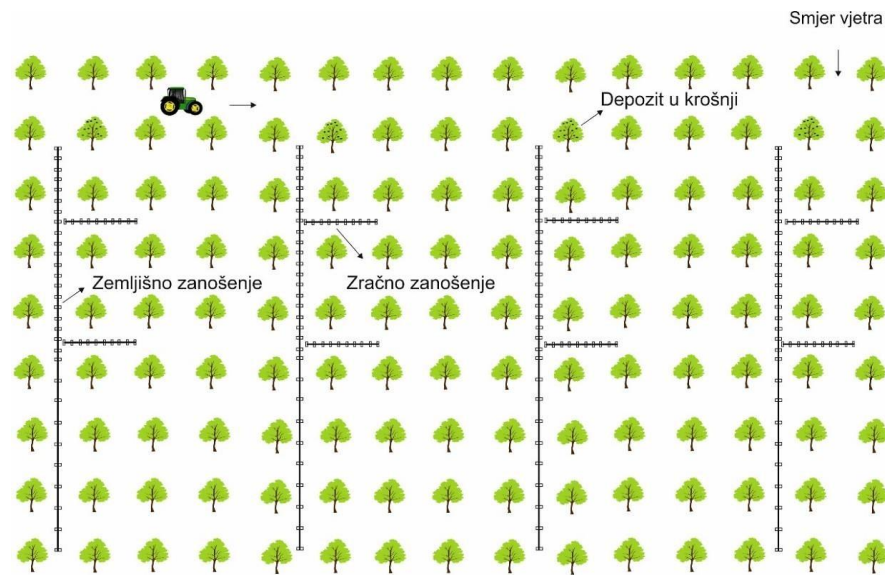
3. Materijal i metode rada

Pokus je obavljen prema normi *ISO 22866* dok je istraživanje obavljeno u četverogodišnjem nasadu višnje kako bi se utvrdio selektivna aplikacija na depozit unutar krošnje. Norma 22866 propisuje točne postupke determiniranja zanošenja tekućine i provođenja istraživanja. U istraživanju je ispitivanja uporaba ultrazvučnih senzora za selektivnu aplikaciju koji su postavljeni na raspršivač *Tifone 1500* s različito podešenim čimbenicima raspršivanja: norma raspršivanja, tip mlaznice i brzina zračne struje. Za prikupljanje podataka o depozitu, zračnom i zemljišnom zanošenju tekućine korišteni su filter papirići, a kao bojilo tekućine upotrijebljena je organska boja Tartrazine u koncentraciji od 4%. U svrhu određivanja koncentracije otopine isprane sa kolektora (filter papirića) korištena je spektrofotometrijska metoda. Tehnička ispravnost raspršivača ispitana je prema europskoj normi *EN 13790* i zakonu o održivoj uporabi pesticida. Nakon provedenog istraživanja, dobiveni podatci statistički su obrađeni relevantnim statističkim metodama. Istraživanje je obavljeno u nasadu višnje starosti 4 godine s prosječnom visinom stabala od 2,57 metra, a prosječna dimenzija krošnje 1,76 m x 1,96 m (visina krošnje x širina krošnje) prema *ISO 22866* normi. Navedeni uzgojni oblik sastoji od srednje provodnice sa 7 do 9 primarnih grana koje su spiralno raspoređene u razmacima od 20 do 40 cm. Razmak između stabala iznosi 6 x 3,5 metara (razmak između redova x razmak između voćaka). Korišteni su filter papirići proizvođača *Technofil* površine 35 cm², a bili su postavljeni niz vjetar izravno u područje raspršivanja na određenoj udaljenosti i visini, s točno određenim razmakom. Prikaz postavljenih filter papirića vidljivo je iz naredne slike.



Slika 1. Postavljeni filter papirići prije testiranja

(Izvor: Petrović, 2018.)



Slika 2. Shematski prikaz postavljenog pokusa

(Izvor: Petrović, 2018.)

Na svakoj razini postavljena su 4 filter papirića, (12 filter papirića po stablu u četiri ponavljanja). Ukupan broj filter papirića koji se koristio po tretmanu je 48. Nakon svakog tretmana filter papirići prikupljeni su tijekom 15 min i spremljeni u hermetički zatvorene vrećice koje su odložene na mjesto bez pristupa sunčeve svjetlosti. Na kraju dnevnog istraživanja kutije sa uzorcima pohranjene su u hladnjak sa ciljem čuvanja na duži vremenski period bez narušavanja njihove strukture. Ukupan broj postavljenih kolektora (filter papirića) za zemljišno zanošenje tekućine po jednom tretmanu iznosi 120, za zračno zanošenje 80. Depozit u krošnji mjeren je s 48 filter papirića.

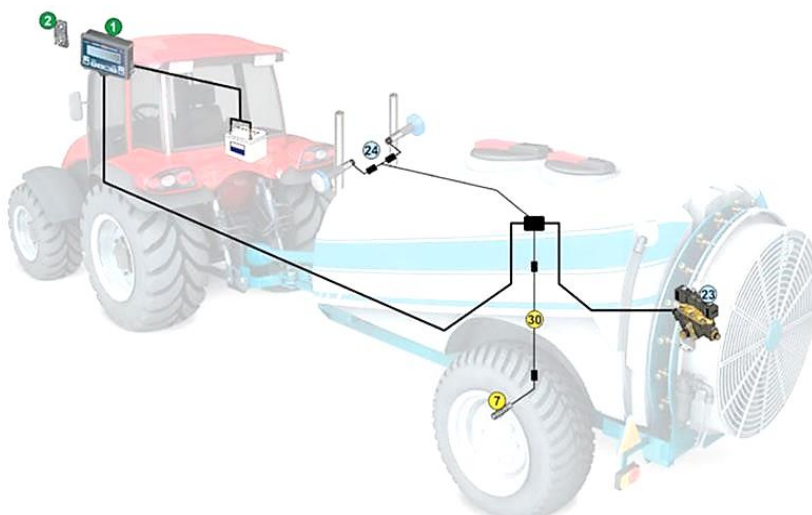


Slika 3. Shema postavljenih filter papirića i filter papirić (desno)

(Izvor: Petrović, 2018.)

3.1. Sustav senzora

Ultrazvučni senzor se sastoji od ultrazvučnog primopredajnika, uređaja za formiranje izlaznog signala i pojačivača. Senzor uglavnom služi za određivanje udaljenosti i funkcioniranju po načelu razlika u vremenskom intervalu odnosno ultrazvučni val prelazi put od senzora do detektiranog objekta. Primopredajnik periodično emitira ultrazvučni val frekvencije 10 - 400 kHz, a zatim prima reflektirani val od detektiranog objekta, a zatim prima reflektirani val od detektiranog objekta. U istraživanju je uporabljen sustav ultrazvučnih senzora tvrtke *Sick* model *UM30-215111* koji ima mogućnost detekcije objekata na udaljenosti od 0,6 do 6 m, a minimalna površina predmeta koji mogu detektirati je 0,02 m². Brzina detekcije ciljanog predmeta je 240 ms, a navedeni senzori rade na 80 kHz, s rezolucijom > 0,18 mm.



Slika 4. Shema senzorskog sustava na raspršivaču

(Izvor: Petrović, 2018.)

Računalo *Bravo 140s* proizvođača *Arag* upravlja senzorima s mogućnošću ručnog i automatskog upravljanja s dodatnim podešavanjem za što precizniju aplikaciju. Elektromagnetni ventili izrađeni su od kombinacije tvrde plastike otporne na utjecaj agresivnih kemikalija, mesinga i nehrđajućeg čelika. Prikaz upravljačke jedinice *Arag Bravo 140S* sa primjenjenim ultrazvučnim senzorima, elektromagnetnim ventilima te induktivnim davačima prikazan ja na narednoj slici.



Slika 5. Sustav ultrazvučnih senzora

(Izvor: Petrović, 2018.)

3.2. Raspršivač *Tifone vento 1500*

Raspršivač *Tifone Vento 1500* (Slika 6.) sadrži spremnik od 1.500 litara, mlaznice su postavljene na obodu usmjerivača. Sadrži po 6 mlaznica sa svake strane. Promjer ventilatora je 810 mm i sadrži 8 lopatica. Tehnički sustav opremljen je klipno – membranskom crpkom kapaciteta 105 l/min. Nosači mlaznica (6 komada sa svake strane) postavljeni su polukružno po obodu usmjerivača.

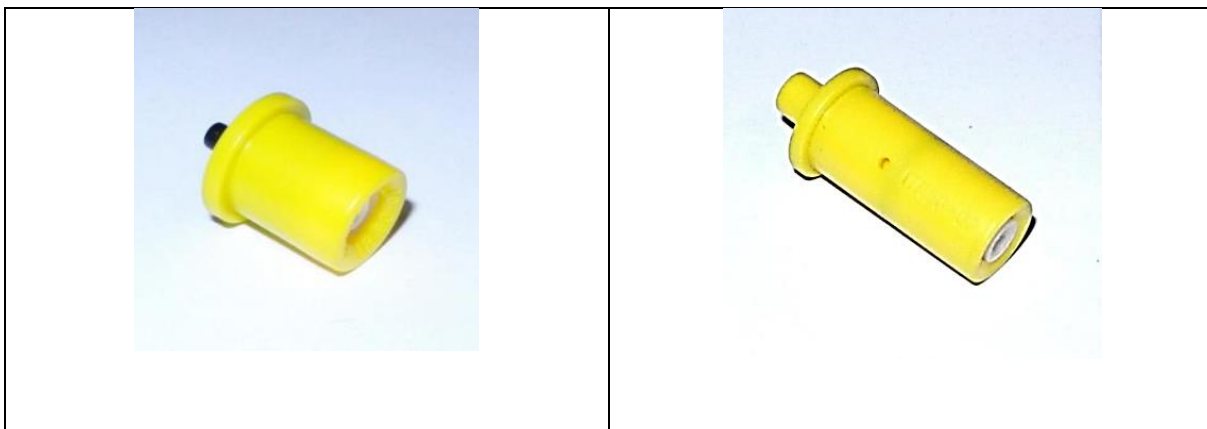


Slika 6. Vučeni raspršivač *Tifone Vento 1500*

(Izvor: Petrović, 2018.)

3.3. Mlaznice

U istraživanju su se koristile mlaznice tipa *Lechler TR, 8002C* i *Lechler ITR 8002C* (Slika 7.). Mlaznice su označene prema *ISO 10625* standardu koji mlaznicu pojedinačno svrstava po bojama, dok svaka boja ostvaruje određeni protok.



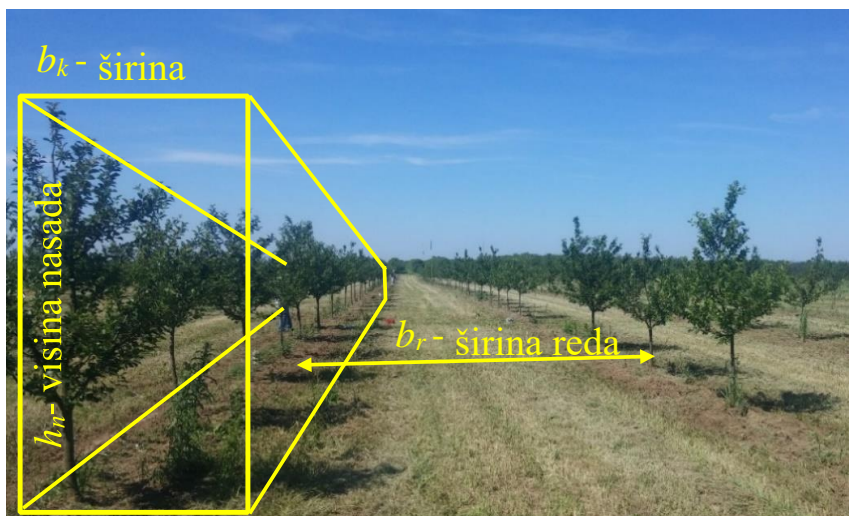
Slika 7. Mlaznice *Lechler TR8002C* (lijevo) i *ITR 80* (desno)

(Izvor: <https://www.lechler.de>)

Standardna mlaznica *Lecher TR 8002C* većinom se koristi u voćnjacima i vinogradima, dok ostvaruje mlaz pod radnim kutom od 80° . Preporučeni radni tlak je od 8 do 20 bara, dok je protok mlaznice 0,8 l/min pri radnim tlakom od 3 bara. Zbog malih kapljica koje su manje od $250 \mu\text{m}$ ostvaruju odličnu pokrivenost tijekom aplikacije ali je osjetljiva na zanošenje. Mlaznica *Lechler ITR 8002C* raspršuje mlaz konusnog oblika a konstruirana je za sprječavanje zanošenja tekućine. Mlaznica je izrađena od polimera s keramičkim uloškom koji je otporan na trošenje i lako je zamjenjiv. Koristi se pri radnim tlakovima 10 do 30 bara. Kapljice su većeg promjera $350 \mu\text{m}$ što u velikoj mjeri smanjuje zanošenje. Mjehurići zraka postaju nositelji kapljice tekućine te sprječavaju zanošenje tekućine. U dodiru sa listom mjehurić zraka se razbija i stvara sitne kapljice, što povećava pokrivenost lisne površine.

3.4. Norma raspršivanja

Normom raspršivanja izražava se potrebna količina vode za aplikaciju škropiva. Uobičajna norma raspršivanja iznosi 250 l/ha dok reducirana norma iznosi 200 l/ha. Koriste se različite metode izračuna norme raspršivanja, najčešće se upotrebljava *TRV* metoda (Slika 8.) koja koristi vrijednosti kao što su širina krošnje, visina nasada i širina reda u nasadu.



Slika 8. Određivanje obujma nasada TRV metodom

(Izvor: Petrović, 2018.)

Metoda se temelji na mjerenju obujma vegetacije koja se nalazi na površini od 1 ha i količini tekućine koja je potrebna za raspršivanje u tom obujmu. Teorijska norma potrebna za tretiranje kreće se od 10 do 125 l/1.000 m³, ali u našim agroekološkim uvjetima, uzgojnim oblicima i indeksu lisne gustoće najčešće se koristi između 20 i 80 l/1.000 m³.

3.5. Mjerenje vremenskih uvjeta tijekom istraživanja

Za vremenske uvjete mjereni su brzina vjetera, relativna vlažnost zraka i temperatura dok su vremenski uvjeti mjereni prijenosnom meteorološkom postajom *Hobbo* (Slika 9.)



Slika 9. Vremenska postaja Hobbo

(Izvor: Petrović, 2018.)

4. REZULTATI

4.1. Rezultati brzine i vertikalne raspodjele zraka raspršivača

U ispitivanom nasadu višnje teorijski protok zraka iznosio je 18. 640 m³/h, dok je optimalna brzina zračne struje izračunata prema uzgojnim karakteristikama, tipu stroja, faktoru folijacije i brzini kretanja raspršivača. Lopatice bile postavljene u 4 različita položaja ventilatora. U četvrtom položaju dobivena je prosječna brzina zračne struje od 17,02 m/s. Smanjenje brzine zračne struje ostvareno je podešavanjem zakošenja lopatica ventilatora u 2. položaj (brzina zračne struje 11 m/s). Stvarni protok zračne struje u ovom slučaju iznosio je 12. 016 m³/h. Promjenom lopatica ventilatora u 1. položaj ostvarena je brzina zračne struje raspršivača od 11,32 m/s, sa stvarnim protokom od 11.980 m³/h.

4.2. Rezultati utvrđivanja $LAI - a$ i $LAD - a$

Karakteristike nasada može se prikazati u dva oblika kao indeks lisne površine (LAI) i kao indeks lisne gustoće (LAD). Pomoću indeksa lisne gustoće izražava se podatak o ukupnoj lisnoj površini u određenom obujmu krošnje (m²/m³).

Tablica 1. Karakteristike uzgoja u nasadu višanja

Stablo	Visina stabla (m)	Visina krošnje (m)	Širina krošnje (m)	Visina krošnje od tla (m)	Uzgojna površina (m ²)	LAI (m ² /m ²)	LAD (m ² /m ³)
1.	2,57	1,75	1,90	0,82	2,83	1,42	4,51
2.	2,52	1,73	1,98	0,79	3,07	1,60	4,91
3.	2,58	1,76	1,97	0,82	3,04	1,35	5,28
4.	2,50	1,73	1,96	0,77	3,01	1,48	4,16
5.	2,60	1,79	2,00	0,81	3,14	1,44	4,97
6.	2,64	1,82	1,98	0,82	3,07	1,53	4,96
7.	2,59	1,74	1,94	0,85	2,95	1,57	4,62
8.	2,56	1,76	1,96	0,80	3,01	1,43	4,79
x	2,57	1,76	1,96	0,81	3,02	1,45	4,72
σ	4,44	3,12	3,04	2,39	0,09	0,10	0,49
$K.V.$ (%)	1,73	1,77	1,55	2,95	3,09	7,20	10,29

Prosječna vrijednost LAI iznosila je 1,45 m²/m² s rasponom vrijednosti od 1,35 m²/m² do 1,60 m²/m² i koeficijentom varijacije od 7,20%. Prosječni LAD iznosio je 4,72 m²/m³ s koeficijentom varijacije od 10,29% (od 4,16 m²/m³ do 5,28 m²/m³).

4.3. Rezultati utvrđene norme raspršivanja i odabira radnog tlaka

U četverogodišnjem nasadu višnje prevladavala je relativno mala lisna masa s velikim međurednim razmakom. U određivanju norme korištena TRV metoda koja uzima u obzir čimbenike kao što su međuredni razmak, visina nasada te širina krošnje. Obujam nasada iznosio je 8.395 m³, a norma raspršivanja 200 l/ha.

Tablica 2. Protok mlaznice i radnog tlaka

Tip Mlaznice	Norma raspršivanja (l/ha)	Brzina gibanja (km/h)	Međuredni i razmak (m)	Broj mlaznica u radu	Protok mlaznice (l/min)	Radni tlak (bar)
TR 8002C	250	4	6,0	6	1,67	13
TR 8002C	200	4	6,0	6	1,33	9
ITR 8002C	250	4	6,0	6	1,67	13
ITR 8002C	200	4	6,0	6	1,33	9

- Brzina gibanja tehničkog sustava u radu 4 km/h

Za ostvarenje norme raspršivanja od 250 l/ha mlaznice mora ostvariti protok od 1,67 l/min pri radnom tlaku od 13 bar, te 9 bar za normu od 200 l/ha s protokom od 1,33 l/min.

4.4. Vremenski uvjeti tijekom istraživanja

Izmjerene vrijednosti vremenskih uvjeta za vrijeme trajanja pojedinog tretmana raspršivačem Tifone prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Vremenski uvjeti pri radu raspršivača Tifone

Tifone - konvencionalno												
Tretman	$A_1B_1C_1$	$A_1B_1C_2$	$A_1B_2C_1$	$A_1B_2C_2$	$A_2B_1C_1$	$A_2B_1C_2$	$A_2B_2C_1$	$A_2B_2C_2$	\bar{x}	σ	K.V. (%)	
T_z (°C)	19,4	19,6	19,6	20,1	23,4	23,1	24,8	24,6	21,8	2,4	10,9	
R_v (%)	70,6	70,1	69,9	65,5	55,2	55,6	50,4	50,2	60,9	1,0	14,8	
v_v (m/s)	x	0,8	1	0,8	0,7	0,6	0,9	0,7	1	0,8	0,2	19,1
Tifone – senzorski sustav												
T_z (°C)	19,2	19,4	19,2	20,3	23,1	22,8	24,1	25,1	21,7	2,4	11,1	
R_v (%)	70,5	70,1	70,1	65,8	55,6	55,9	49,8	49,9	60,9	9,1	15	
(m/s)	x	0,8	1,1	0,7	1,3	0,7	1	0,9	1,2	0,9	0,2	23,1

Tijekom istraživanja raspršivača *Tifone* (konvencionalni način rada) utvrđena je prosječna temperatura zraka od 21,8 °C, a brzine vjetra iznosile su 0,4 - 1,2 m/s, dok je prosječna brzina iznosila je 0,8 m/s. Prosječna brzina zraka uporabom raspršivača *Tifone* sa senzorskim sustavom iznosila je 0,9 m/s s rasponom vrijednosti od 0,7 do 1,3 m/s.

4.5. Rezultati zemljišnog zanošenja tekućine

Promatranjem rezultata uočava se smanjenje vrijednosti zanošenja uporabom raspršivača sa senzorskim sustavom kao što se može vidjeti iz Tablice 4.

Tablica 4. Zemljišno zanošenje kod raspršivača *Tifone*

Tretman	N_r (l/ha)	Tip mlaznice	v_z (m/s)	Konvencionalni			Senzorski sustav			Otklon (%)
				x (g/ha)	σ	K.V. (%)	x (g/ha)	σ	K.V. (%)	
<i>A1B1C1</i>	250	TR	12,00	15,95	0,13	0,77	7,57	0,94	10,06	52,54
<i>A1B1C2</i>	250	TR	18,00	20,81	0,65	2,95	10,90	0,48	4,19	47,62
<i>A1B2C1</i>	250	ITR	12,00	23,05	0,91	4,21	13,98	0,90	6,10	39,35
<i>A1B2C2</i>	250	ITR	18,00	25,05	0,42	1,61	17,93	1,43	7,58	28,42
<i>A2B1C1</i>	200	TR	12,00	9,98	0,38	3,60	5,95	0,50	9,28	40,38
<i>A2B1C2</i>	200	TR	18,00	15,69	1,02	6,22	8,81	0,50	5,35	43,85
<i>A2B2C1</i>	200	ITR	12,00	13,95	0,31	2,12	7,88	0,88	10,60	43,51
<i>A2B2C2</i>	200	ITR	18,00	17,50	1,70	9,23	10,55	1,68	15,19	39,71

N_r – norma raspršivanja (l/ha), v_z – brzina zračne struje (m/s)

Najveći gubitak tekućine uporabom konvencionalnog raspršivača *Tifone* iznosio je 25,05 g/ha, dobiven s tretmanom *A1B2C2* (norma 250 l/ha; ITR mlaznice; brzina zraka 18 m/s). Najmanje zemljišno zanošenje od 9,98 g/ha ostvareno je s tretmanom *A2B1C2* (norma 200 l/ha; TR mlaznice; brzina zraka 12 m/s). Eksploatacijom raspršivača *Tifone* sa senzorskim sustavom ostvarena je najveća vrijednost zemljišnog zanošenja tekućine tretmanom *A1B2C2* (norma 250 l/ha; ITR mlaznica; brzina zraka 18 m/s) od 17,93 g/ha. Isti raspršivač sa senzorskim sustavom ostvario je najmanju vrijednost s tretmanom *A2B1C1* (norma 200 l/ha; TR mlaznica; brzina zraka 12 m/s).

Tablica 5. Analiza varijance zemljišnog zanošenja

ANOVA	Konvencionalni sustav		Senzorski sustav	
	<i>F-test</i>	<i>p</i>	<i>F-test</i>	<i>p</i>
A	640,28*	<,0001	190,15*	<0,001
B	157,53*	<,0001	171,98*	<0,001
C	241,41*	<,0001	109,20*	<,0001
AB	41,17*	<,0001	65,39*	<,0001
AC	14,70 n.s.	0,0008	0,99 n.s.	0,33

Iz Tablice 5. može se vidjeti da upotrebom raspršivača Tifone sa senzorskim sustavom nije utvrđena statistički značajna razlika u interakciji čimbenika (AC) norma raspršivanja x brzina zraka ($F = 0,99$ n.s.); (BC) tip mlaznice x brzina zraka ($F = 0,38$ n.s.) i (ABC) norma raspršivanja x tip mlaznice x brzina zraka ($F = 0,16$ n.s.).

Tablica 6. $LSD_{0,05}$ vrijednosti zemljišnog zanošenja

Čimbenici raspršivanja		Konvencionalni način rada		Upotreba senzorskog sustava	
		<i>x</i>	$LSD_{0,05}$	<i>x</i>	$LSD_{0,05}$
A	A_1	222,63	25,55*	127,69	27,61*
	A_2	144,25		88,53	
B	B_1	202,88	36,01*	130,71	25,71*
	B_2	164,00		82,88	
C	C_1	207,50	34,42*	126,53	27,60*
	C_2	159,38		87,31	

4.6. Rezultati utvrđivanja zračnog zanošenja tekućine na udaljenosti od 5 m

Vrijednosti na prikupljenim papirićima prikazane su u tablici 7. Utvrđeno je da pri brzini zraka od 18 m/s, normom 250 l/ha i korištenjem TR mlaznica ostvareno zračno zanošenje od 29,43 g/ha uporabom konvencionalnog raspršivača *Tifone*. Normom 200 l/ha, ITR mlaznicama i brzinom zraka 12 m/s minimalno zanošenje je iznosilo 7,14 m/s na tretmanu A₂B₂C₁, dok je na tretmanu A₁B₁C₂ sa senzorskim sustavom najveće zanošenje iznosilo 13,93 g/ha, a minimalna vrijednost na normi 200 l/ha, ITR mlaznicama i brzini zraka 18 m/s na tretmanu A₂B₂C₂ iznosila 2,86 h/ha.

Tablica 7. Rezultati zračnog zanošenja tekućine na 5 m raspršivačem *Tifone*

Tretman	N_r (l/ha)	Tip mlaznice	v_z (m/s)	Konvencionalni			Senzorski sustav			Otklon (%)
				x (g/ha)	σ	K.V. (%)	x (g/ha)	σ	K.V. (%)	
A ₁ B ₁ C ₁	250	TR	12,00	25,27	0,93	10,46	8,00	0,10	3,58	68,34
A ₁ B ₁ C ₂	250	TR	18,00	29,43	1,58	15,31	13,93	0,42	8,60	52,67
A ₁ B ₂ C ₁	250	ITR	12,00	15,36	0,32	5,96	0,00	0,00	0,00	100,00
A ₁ B ₂ C ₂	250	ITR	18,00	17,86	0,39	6,20	6,92	0,30	12,31	61,25
A ₂ B ₁ C ₁	200	TR	12,00	16,29	0,62	10,81	6,35	0,29	12,91	61,02
A ₂ B ₁ C ₂	200	TR	18,00	23,64	0,81	9,74	11,29	0,52	13,15	52,24
A ₂ B ₂ C ₁	200	ITR	12,00	7,14	0,39	10,80	0,00	0,00	0,00	100,00
A ₂ B ₂ C ₂	200	ITR	18,00	8,36	0,52	17,74	2,86	0,22	21,60	65,79

N_r – norma raspršivanja (l/ha), v_z – brzina zraka ventilatora (m/s)

Rezultati analize varijance zračnog zanošenja na udaljenosti od 5 m prikazani su u Tablici 8.

Tablica 8. Analiza varijance zračnog zanošenja na udaljenosti od 5 m

ANOVA	Konvencionalni sustav		Senzorski sustav	
	<i>F-test</i>	<i>p</i>	<i>F-test</i>	<i>p</i>
<i>A</i>	84,14*	<,0001	46,57*	<0,001
<i>B</i>	178,45*	<,0001	630,24*	<0,001
<i>C</i>	14,33*	0,0009	320,93*	<,0001
<i>AB</i>	0,00 n.s.	0,9645	0,01 n.s.	0,90
<i>AC</i>	0,13 n.s.	0,7248	21,45*	0,0001
<i>BC</i>	11,45 n.s.	0,025	1,49 n.s.	0,23
<i>ABC</i>	5,57 n.s.	0,0267	5,36*	0,03

A - norma raspršivača (l/ha); *B* - tip mlaznice; *C* - brzina zraka (m/s)

U analizi varijance ispitivani su čimbenici: *TR* i *ITR* mlaznice, različite norme raspršivanja, i dvije brzine zraka. Korištenjem Tifone raspršivača nije ostvarena statistički značajna razlika kod interakcije čimbenika.

Tablica 9. $LSD_{0,05}$ vrijednosti zračnog zanošenja na 5 m

Čimbenici raspršivanja		Konvencionalni sustav		Senzorski sustav	
		<i>x</i>	$LSD_{0,05}$	<i>x</i>	$LSD_{0,05}$
<i>A</i>	<i>A1</i>	76,94	16,90*	24,94	12,11 n.s.
	<i>A2</i>	48,50		17,94	
<i>B</i>	<i>B1</i>	82,81	13,17*	34,31	7,83*
	<i>B2</i>	42,63		8,56	
<i>C</i>	<i>C1</i>	69,38	19,32 n.s.	30,62	10,33*
	<i>C2</i>	56,06		12,25	

A - norma raspršivača (l/ha); *B* - tip mlaznice; *C* - brzina zraka (m/s)

Nakon primjene $LSD_{0,05}$ testa rezultat je pokazao da veća norma raspršivanja odnosno 250 l/ha ostvaruje znatno veće zanošenje u odnosu na manju normu raspršivanja. Ustanovljeno je da pri većoj normi raspršivanja zanošenje iznosi 36,97% više nego pri manjoj normi raspršivanja.

Također su značajne razlike između mlaznica jer *TR* mlaznica ima 48,52% veće zanošenje nego *ITR* mlaznica, dok pri različitoj brzini zraka nije uočena veća razlika. Korištenjem senzorskog sustava na raspršivaču uočeno je značajnije razlike zanošenja pri različitoj normi raspršivanja. U Tablici 10. prikazane su ukupne vrijednosti zračnog zanošenja na udaljenost mjerenja od 5 m, za sve tretmane pri korištenju raspršivača *Tifone*.

Tablica 10. $LSD_{0,05}$ za zračno zanošenje na 5m

Sustav raspršivanja	x	F -test	p	$LSD_{0,05}$	Otklon (%)
Konvencionalno raspršivanje	64,12	62,39*	<,0001	10,78	66,7
Raspršivanje senzorskim sustavom	21,43				

Nakon testiranja utvrđeno je da konvencionalni raspršivač ostvaruje 66,70% veće zanošenje nego raspršivač sa senzorskim sustavom.

4.7. Zračno zanošenje tekućine raspršivačem *Tifone* na udaljenosti od 10 m

Ostvarene rezultate zračnog zanošenja tekućine na 10 m udaljenosti pojedinim tretmanom primjenom raspršivača *Tifone* s dva sustava raspršivanja prikazuje Tablica 11.

Tablica 11. Zračno zanošenje tekućine raspršivačem *Tifone* za udaljenosti od 10 metara

Tretman	N_r (l/ha)	Tip mlaznice	v_z (m/s)	Konvencionalni			Senzorski sustav			Otklon (%)
				x (g/ha)	σ	$K.V.$ (%)	x (g/ha)	σ	$K.V.$ (%)	
$A_1B_1C_1$	250	<i>TR</i>	12,00	10,29	0,47	13,03	0,00	0,00	0,00	100,00
$A_1B_1C_2$	250	<i>TR</i>	18,00	13,79	0,46	9,63	5,79	0,33	16,32	58,01
$A_1B_2C_1$	250	<i>ITR</i>	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_1B_2C_2$	250	<i>ITR</i>	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_2B_1C_1$	200	<i>TR</i>	12,00	9,29	0,31	9,57	0,00	0,00	0,00	100,00
$A_2B_1C_2$	200	<i>TR</i>	18,00	7,42	0,41	15,70	2,29	0,24	30,62	69,14
$A_2B_2C_1$	200	<i>ITR</i>	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_2B_2C_2$	200	<i>ITR</i>	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Nakon dobivenih rezultata najveće zanošenje od 13,79 g/ha ostvario je tretman $A_1B_1C_2$ koji sadrži veću normu raspršivanja 250 l/ha, brzinu raka od 18 m/s i *TR* mlaznice, dok *ITR* mlaznice nisu ostvarili znatno veće zanošenje. Eksploatacijom sa senzorskim sustavom raspršivač *Tifone* ostvario je najveće zanošenje od 5,79 g/ha, dok je najmanje zanošenje od 2,29 g/ha ostvario tretman $A_2B_1C_2$ (200 l/ha, *TR* mlaznica i brzina zraka 18 m/s). Kod tretmana $A_1B_1C_1$ i $A_2B_1C_1$ uočeno je smanjenje zanošenja za 100%.

Tablica 12. Analiza varijance zračnog zanošenja za udaljenost od 10 m

ANOVA	Konvencionalni sustav		Senzorski sustav	
	<i>F-test</i>	<i>p</i>	<i>F-test</i>	<i>p</i>
<i>A</i>	75,62*	<,0001	35,48*	<0,001
<i>B</i>	1.487,70*	<,0001	188,70*	<0,001
<i>C</i>	33,07*	<,0001	188,70*	<,0001
<i>AB</i>	75,62 *	<,0001	35,48*	<,0001
<i>AC</i>	1,26 n.s.	0,273	35,48*	<,0001
<i>BC</i>	33,07*	<,0001	188,70*	<,0001
<i>ABC</i>	1,26 n.s.	0,273	35,48*	<,0001

A - norma raspršivača (l/ha); *B* - tip mlaznice; *C* - brzina zraka (m/s)

Iz Tablice 12. može se uočiti da postoji statistička značajnost kod ispitivani čimbenika kao što su norma raspršivanja (l/ha), tip mlaznice te brzine zračne struje(m/s). Međutim kod međusobne interakcije (*A*) čimbenika norme raspršivanja (l/ha) i (*C*) brzine zraka (m/s) *AC* ($F = 1,26$ n.s.) nije utvrđena statistička značajnost. Isto tako statistička značajnost nije utvrđena i kod interakcije *ABC* ($F = 1,26$ n.s.) pri korištenju konvencionalnog sustava raspršivanja s *Tifone* raspršivačem. Rezultati analize varijance pokazuju da je uporabom raspršivača *Tifone* sa senzorskim sustavom u svim slučajevima ostvarena statistička značajnost između ispitivanih čimbenika i interakcije između njih. Prikaz rezultata $LSD_{0,05}$ testa zračnog zanošenja na 10 m udaljenosti od tretiranog reda kod raspršivača *Tifone* s dva sustava raspršivanja možemo vidjeti u narednoj Tablici 13.

Tablica 13. $LSD_{0,05}$ zračnog zanošenja na 10 m

Sustav raspršivanja	x	F -test	p	$LSD_{0,05}$	Otklon (%)
<i>TK</i>	17,22	14,74*	0,0003	7,10	79,65
<i>TS</i>	3,51				

TK- konvencionalni raspršivač, *TS*- raspršivač sa senzorskim sustavom

Kod konvencionalnog ili standardnog načina raspršivanja škropiva raspršivačem *Tifone* ostvarena je prosječna vrijednost zračnog zanošenja tekućine od 17,22 dok je senzorskim sustavom utvrđena prosječna vrijednost od 3,51. Kod primjene $LSD_{0,05}$ testa utvrđeno je statistički značajno smanjenje zračnog zanošenja ($LSD_{0,05} = 7,10$) za 79,65% između standardnog načina i raspršivanja uporabom senzorskog sustava.

4.8. Rezultati mjerenja depozita u krošnji raspršivačem *Tifone*

Istraživanjem filter papirića za prikupljanje depozita postavljenima u tri razine krošnje dobiveni rezultati po pojedinom tretmanu s različitim sustavima raspršivanja prikazano je u narednoj Tablici 14.

Tablica 14. Rezultati mjerenja depozita u krošnji raspršivačem *Tifone*

Tretman	N_r (l/ha)	Tip mlaznice	v_z (m/s)	Konvencionalni			Senzorski sustav			Otklon (%)
				x (g/ha)	σ	$K.V.$ (%)	x (g/ha)	σ	$K.V.$ (%)	
<i>A1B1C1</i>	250	<i>TR</i>	12,00	295,42	0,70	0,57	289,00	1,38	1,14	2,17
<i>A1B1C2</i>	250	<i>TR</i>	18,00	299,17	1,01	0,81	299,30	1,31	1,04	0,04
<i>A1B2C1</i>	250	<i>ITR</i>	12,00	297,00	1,29	1,04	293,10	2,70	2,20	1,31
<i>A1B2C2</i>	250	<i>ITR</i>	18,00	314,20	2,52	0,39	309,80	2,41	1,85	1,40
<i>A2B1C1</i>	200	<i>TR</i>	12,00	281,10	6,48	5,49	277,00	8,95	7,69	1,46
<i>A2B1C2</i>	200	<i>TR</i>	18,00	284,00	3,29	2,76	280,00	8,61	7,32	1,41
<i>A2B2C1</i>	200	<i>ITR</i>	12,00	285,80	2,14	1,78	281,60	4,35	3,85	1,47
<i>A2B2C2</i>	200	<i>ITR</i>	18,00	287,20	6,08	5,04	282,10	6,33	5,34	1,78

U Tablici 14. kod primjene konvencionalnog sustava raspršivanja s *Tifone* raspršivačem, uočavaju se vrijednosti depozita od maksimalnih 314,20 g/ha kod tretmana $A_1B_2C_2$ te minimalnih zabilježenih vrijednosti od 281,10 g/ha kod tretmana $A_2B_1C_1$. Maksimalni depozit utvrđen u krošnji uporabom raspršivača sa senzorskim sustavom zabilježen je kod tretmana $A_1B_2C_2$ od 309,80 g/ha. Minimalne vrijednosti kod istog sustava rada zabilježeni su kod tretmana $A_2B_1C_1$ od svega 277,00 g/ha. Promatrajući rezultate ostvarene različitim sustavima raspršivanja uočava se da nema značajne razlike između dobivenih vrijednosti. Najveća razlika između konvencionalnog i senzorskog sustava zabilježena je kod tretmana $A_1B_1C_1$ od 2,17% dok je minimalna razlika od 0,04% dobivena u tretmanu $A_1B_1C_2$. Analiza varijance za ispitivano svojstvo depozita u krošnji prikazana je u Tablici 15.

Tablica 15. Analiza varijance za ispitivano svojstvo depozita u krošnji

ANOVA	Konvencionalni sustav		Senzorski sustav	
	<i>F-test</i>	<i>p</i>	<i>F-test</i>	<i>p</i>
<i>A</i>	3,31 n.s.	0,08	1,90 n.s.	0,18
<i>B</i>	0,12 n.s.	0,73	0,29 n.s.	0,59
<i>C</i>	1,37 n.s.	0,25	1,19 n.s.	0,29
<i>AB</i>	0,01 n.s.	0,93	0,05 n.s.	0,82
<i>AC</i>	0,00 n.s.	0,99	0,02 n.s.	0,90
<i>BC</i>	0,02 n.s.	0,90	0,20 n.s.	0,66
<i>ABC</i>	0,02 n.s.	0,90	0,00 n.s.	0,97

A - norma raspršivača (l/ha); *B* - tip mlaznice; *C* - brzina zraka (m/s)

Na osnovu prikazanih (Tablica 15.) odnosno dobivenih rezultata primjenom analize varijance uočava se da između navedenih ispitivanih čimbenika te njihovih interakcija nema statistički značajnih razlika kod primjene oba sustava raspršivanja raspršivačem *Tifone* u eksploataciji. $LSD_{0,05}$ vrijednosti za ispitivano svojstvo depozita u krošnji uporabom raspršivača *Tifone* kod obadva sustava raspršivanja prikazano je u narednoj Tablica 16.

Tablica 16. $LSD_{0,05}$ depozita u krošnji

Čimbenici raspršivanja		Konvencionalni sustav		Senzorski sustav	
		x	$LSD_{0,05}$	x	$LSD_{0,05}$
A	A_1	1.238,00	17,86 n.s.	1.233,99	26,44 n.s.
	A_2	1.220,13		1.214,75	
B	B_1	1.231,63	18,89 n.s.	1.227,13	27,26 n.s.
	B_2	1.228,75		1.229,96	
C	C_1	1.235,93	18,47 n.s.	1.231,00	26,80 n.s.
	C_2	1.224,87		1.215,74	

A - norma raspršivača (l/ha); B - tip mlaznice; C - brzina zraka (m/s)

Analizom Tablice 16. zamjećuje se da čimbenici: norma raspršivanja (A), tip mlaznice (B) i brzina zračne struje (C) kao i njihove interakcije nisu polučile statističku značajnosti uporabom konvencionalnog i senzorskog sustava raspršivanja. Na osnovu dobivenih vrijednosti prosječne raspodjele depozita u krošnji uočavaju se vrlo male razlike dobivenim vrijednostima između dva sustava raspršivanja. Vrijednosti $LSD_{0,05}$ testa za sve tretmane primjenom raspršivača *Tifone* s dva različita sustava raspršivanja prikazano je u narednoj Tablica 17.

Tablica 17. $LSD_{0,05}$ za depozit u krošnji s različitim sustavima raspršivanja

Sustav raspršivanja	x	F -test	p	$LSD_{0,05}$	Otklon (%)
TK	1.229,43	0,68 n.s.	0,41	14,97	0,5
TS	1.223,27				

TK- konvencionalni raspršivač, TS - raspršivač sa senzorskim sustavom

Usporedbom rezultata $LSD_{0,05}$ testa utvrđeno je da nema statistički značajne razlike depozita u krošnji primjenom senzorskog načina raspršivanja u odnosu na konvencionalni način. Otklon između dva sustava raspršivanja iznosio je 0,5 %.

5. RASPRAVA

5.1. Meteorološki uvjeti

Utjecaj vremenskih uvjeta prilikom primjene zaštitnih sredstava vrlo su važan čimbenik uspješnosti obavljanja zaštite bilja te se navednom problematikom bavi veliki broj autora iz cijeloga svijeta. Svi oni na neki način zaključuju i navode da nepovoljna brzina i smjer vjetra u znatnoj mjeri mogu povećati zračno zanošenje tekućine. Pod preporučenim vremenskim uvjetima podrazumijeva se temperatura zraka između 15 - 22 °C, brzina vjetra manja od 3 m/s i relativna vlažnost zraka iznad 60%. U prilog tome Nuyttens i sur. (2005.) navode da su najznačajniji meteorološki uvjeti prilikom aplikacije temperatura zraka i brzina vjetra te je poštivanjem preporučenih vrijednosti moguće značajno unaprijediti aplikaciju i smanjiti zanošenje tekućine. Vrlo slični rezultati zabilježeni su primjenom konvencionalnog sustava raspršivanja s raspršivačem *Tifone* s prosječnom temperaturom zraka od 21,8 °C (od 19,4 do 24,8 °C). Prosječna temperatura zraka izmjerena tijekom tretmana raspršivačem sa senzorskim sustavom iznosila je 21,6 °C (od 19,2 do 25,1 °C). S obzirom na zabilježene vrijednosti možemo utvrditi da je utjecaj temperature zraka na ispitivana svojstva bio minimalan i u skladu s preporučenim vrijednostima. Slične rezultate temperature zraka od 16,9 do 21,2 °C zabilježili su Jejčić i sur. (2011.) prilikom istraživanja uporabe ultrazvučnih senzora u nasadu jabuke. Zabilježene brzine vjetra tijekom primjene konvencionalnog sustava raspršivanja s raspršivačem *Tifone* iznosile su od 0,4 do 1,2 m/s, dok je prosječna brzina iznosila 0,79 m/s . Prosječna brzina vjetra uporabom raspršivača *Tifone* sa senzorskim sustavom iznosila je 0,94 m/s s vrijednostima od 0,7 do 1,3 m/s

5.2. Glavni tehnički čimbenici raspršivanja

Problem pravilnog određivanja čimbenika raspršivanja i odabira odgovarajućeg stroja je velika heterogenost kultura (masline, voćnjaci, vinogradi), njihovih uzgojnih oblika, te varijacija tijekom vegetativne sezone u pojedinom nasadu, jer utječu mnogi čimbenici na preciznost i ponovljivost mjerenja posebice na pojavu zanošenja tekućine. Zato je osmišljena norma *ISO 22866:2005* koja točno određene postupke i mjere za ponavljanje kolektora. Čitav niz autora uspješno koristi navedenu normu za potrebe istraživanja zanošenja tekućine i evaluaciju depozita u krošnji (Herbst i Wehmann, 2014.; Salcedo i sur., 2015.; Grella i sur., 2017.).

Primjenjuje se nekoliko načina za kvantitativno određivanje zanošene tekućine. Najčešće se mjeri u postocima odnosno u gramima po jedinici površine. Za prikupljanje depozita u krošnji Foqué i sur. (2014.) upotrebljavaju filter papiriće, te navode niz pozitivnih karakteristika za primjenu u znanstvene svrhe (ujednačenost površine, dobra adsorpcijska svojstva i ne-voštana svojstva površine). Korištena je organska boja *Tartrazine* koja je služila kao bojilo tekućine s kojom se obavljala aplikacija. Za prikupljanje depozita u krošnji Foqué i sur. (2014.) upotrebljavaju filter papiriće, te navode niz pozitivnih karakteristika za primjenu u znanstvene svrhe (ujednačenost površine, dobra adsorpcijska svojstva i ne-voštana svojstva površine), dok posljednja dva svojstva omogućuju manje odbijanje kapljica tekućine od površine.

5.3. Utjecaj tipa mlaznica

Mlaznice izravno utječu na kvalitetu raspršivanja, dok se u voćarstvu najčešće koriste standardne mlaznice sa šupljim konusnim mlazom, mlaznice sa punim konusnim mlazom i zračno – injektorske mlaznice. Prema ostvarenim rezultatima primjene dva različita tipa mlaznica (standardne i mlaznice za smanjenje zanošenja engl. Low drift) Behmer i sur. (2010.) uočavaju reduciranje zanošenja tekućine. Uspoređujući rezultate autora u ovom istraživanju uočavaju se vrlo slični rezultati gdje je utvrđeno smanjenje zračnog zanošenja na 5 m zračno-injektorskim mlaznicama. Promatrajući ostvarene vrijednosti konvencionalnim raspršivanjem na vertikalnom nosaču 10 m udaljenosti od tretiranog reda uočava se 100 % smanjenje zračnog zanošenja tekućine uporabom *ITR* mlaznica (0 g/ha) u odnosu na *TR* mlaznice (12,79 g/ha). Konvencionalni sustav raspršivanja s raspršivačem *Tifone* ostvario je slične rezultate zračnog zanošenja tekućine na 5 m udaljenosti od tretiranog reda (39,31-64,63 %), dok je na 10 m udaljenosti ostvareno 100 % smanjenje zračnog zanošenja tekućine uporabom *ITR* mlaznica (0 g/ha) u odnosu na *TR* mlaznice (13,79 g/ha).

5.4. Selektivna aplikacija

U mladim nasadima postoji prazni prostor između voćaka što konvencionalnim načinom raspršivanja generira gubitke u vidu zemljišnog i zračnog zanošenja tekućine. Prvi korak u primjeni precizne aplikacije zaštitnih sredstava tj. uporabe prilagođene norme je karakterizacija vegetacije u trajnim nasadima, dok su informacije o geometrijskim i strukturnim karakteristikama voćnjaka (visina i širina krošnje, gustoća lisne mase, volumen krošnje, površina lišća) od velikog su značaja za optimizaciju inputa u proizvodnji. Konkretno, kod

primjene zaštitnih sredstava poznavanje navedenih karakteristika krošnje omogućava primjenu prilagođene norme raspršivanja čime se ostvaruje uspješnija aplikacija i smanjenje negativnog utjecaja na okoliš (Rosell i Sanz, 2012.). Norma raspršivanja varirala je od 140 l/ha u početnom stadiju listanja, 157 l/ha u sredini vegetacijskog razdoblja te 223 l/ha u punoj lisnoj masi. To je značajno manje u odnosu na konstantne norme od 421 l/ha i 526 l/ha. U ovom istraživanju s obzirom da ispitivani nasad karakterizira veliki međuredni razmak i velike praznine između stabala za detekciju prisutnosti krošnje, primijenjeni su ultrazvučni senzori *Sick UM30-215111*. Kod postavljanja ultrazvučnih senzora vrlo je bitno poštivati preporučeni razmak između senzora. Kod senzora postavljenih na maloj međusobnoj udaljenosti postoji mogućnost pojave interferencije tj. smetnji koji se očituju u pogrešnom očitavanju udaljenosti. Ostvareni rezultati ukazuju da selektivna aplikacija u mladim nasadima kajsije ostvaruje značajno smanjenje norme raspršivanja od 17,78% u trogodišnjem nasadu kajsije, odnosno 19,03% u dvogodišnjem nasadu). Konvencionalni raspršivač *Tifone* ostvario je veće zračno zanošenje na 5 m udaljenosti za 66,7% u odnosu na raspršivač *Tifone* sa senzorskim sustavom. Unapređenjem sustava senzora, posebice brzine i točnosti detekcije prisutnosti krošnje, uvelike se poboljšala primjena navedenih sustava, a što je ponajprije vidljivo u ostvarenju značajnih ušteda pri raspršivanju.

5.5. Utjecaj brzine zračne struje

Smanjenje brzine zračne struje preporučava se u ranoj fazi rasta nasada te kod uskih uzgojnih oblika, dok se veće brzine protoka zraka koriste za starije i gušće uzgojne oblike trajnih nasada, većih brzina gibanja i nepovoljne brzine vjetra (Doruchowski i sur., 2012.). Svaki raspršivač proizvodi specifičan oblik zračne struje s određenom distribucijom tekućine za raspršivanje (Dekeyser, i sur., 2011., 2012.). Brzinom gibanja raspršivača podešavaju se volumen i brzina zraka zbog optimalnog „otvaranja“ krošnje, bez vidljivog prolaza tekućine kroz krošnju u susjedni red. Za uspješnu aplikaciju potrebno je uskladiti sljedeća tri parametra strujanja zraka: brzinu zraka, protok zraka i smjer strujanja zraka. Volumen protoka zraka treba biti dovoljan da prođe u krošnju, ali ne prevelik da prođe kroz krošnju i time smanji depozit. Smanjenje zemljišnog zanošenja ostvarenog konvencionalnim raspršivačem *Tifone* iznosilo je od 7,98 do 36,39%, dok je kod raspršivača smanjenje zemljišnog zanošenja iznosilo od 10,07 do 19,03%. Sukladno navedenom, raspršivač *Tifone* sa senzorskim sustavom smanjenje iznosilo od 22,03 do 32,46%. Ovakva značajna smanjenja zračnog zanošenja tekućine možemo objasniti

pravilnim određivanjem brzine i volumena zračne struje koja je dovoljna za transport kapljica tekućine do krošnje bez nepotrebnog odnošenja kapljica izvan ciljanog objekta zaštite.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih istraživanja o utjecaju glavnih tehničkih čimbenika raspršivanja na zemljišno i zračno zanošenje tekućine te depozit u krošnji s različitim sustavima raspršivanja uporabom raspršivača *Tifone* mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Prema rezultatima vremenskih uvjeta tijekom istraživanja utvrđena su vrlo mali odstupanja od idealnih vremenskih uvjeta.
- Smanjenje norme raspršivanja povoljno je utjecalo na smanjenje zemljišnog i zračnog zanošenja na 5 i 10 m udaljenosti od tretiranog reda uporabom konvencionalnog sustava raspršivanja uporabom raspršivača *Tifone*. Depozit tekućine u krošnji nije se značajno mijenjao prilagođavanjem norme raspršivanja.
- Može se zaključiti temeljem mjerenja da je smanjeno zračno zanošenje primjenom *ITR* mlaznica u odnosu na standardne *TR* mlaznice s konvencionalnim i senzorskim sustavom raspršivanja na udaljenosti od 5 m. Dobiveni rezultati na udaljenosti od 10 m od tretiranog reda pokazali su potpuno smanjenje zračnog zanošenja tekućine.
- Utvrđene vrijednosti zemljišnog zanošenja tekućine uporabom *ITR* mlaznica povećao se s obzirom na *TR* mlaznice kod primjene konvencionalnog i senzorskog sustava raspršivanja. Utvrđeni depozit tekućine u krošnji nije se značajno mijenjao primjenom različitih tipova mlaznica.
- Uspostavljanjem optimalne, primjerene brzine zračne struje dobiveno je smanjenje zemljišnog, te zračnog zanošenja na udaljenosti od 5 i 10 m od tretiranog reda.
- Nadogradnjom konvencionalnog raspršivača *Tifone* s ultrazvučnim senzorskim sustavom za selektivnu aplikaciju, ostvareno je značajno smanjenje zemljišnog zanošenja tekućine.
- Optimizacijom glavnih tehničkih čimbenika raspršivanja (norme raspršivanja, tipa mlaznice i brzine zraka) značajno se smanjilo zemljišno i zračno zanošenje bez značajnih razlika u pogledu depozita u krošnji.

Opremanje konvencionalnih raspršivača naprednim sustavima za selektivnu aplikaciju značajno doprinosi smanjenju gubitaka u proizvodnji i negativnih utjecaja na okoliš. Stoga je u budućnosti potrebno provoditi daljnja istraživanja naročito u području izbora norme raspršivanja, te odabir brzine zračne struje.

7. POPIS LITERATURE

1. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Lukač, P. (2013.): Unapređenje tehnike aplikacije pesticida, Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
2. Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D., Knežević, D., Banaj, A. (2014.): Vertikalna raspodjela zračne struje raspršivača AGP 200 ENU. Proceedings of the 42nd International Symposium on Agricultural Engineering "Actual Tasks on Agricultural Engineering", 167 - 177.
3. Banaj, A., Tadić, V., Petrović, D., Knežević, D., Banaj, Đ., Duvnjak, V. (2016.): Vertikalna raspodjela zračne struje kod raspršivača Agp 200 ENU i Tifone Vento 1500. Proceedings of the 44th International Symposium on Agricultural Engineering "Actual Tasks on Agricultural Engineering", 167 - 175.
4. Behmer, S. Prinzio, A., Striebeck, G., Magdalena, J. (2010.): evaluation of low-drift nozzles in agrochemical applications in orchards. chilean journal of agricultural research 70(3):498-502.
5. Doruchowski, G., Swiechowski, W., Godyn, A., Holownicki, R. (2011.): Automatically controlled sprayer to implement spray drift reducing application strategies in orchards. J. fruit Ornam. Plant Res., 19: 175-182.
6. Doruchowski, G., Holownicki, R., Godyn, A., Swiechowski, W. (2012.): Calibration of orchard sprayers – the parameters and methods, Fourth European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of sprayers, SPISE, 4: 140-144.
7. Foqué, D., Dekeyser, D, Zwervaegher, I., Nuyttens, D. (2014.): Accuracy of a multiple mineral tracer methodology for measuring spray deposition. Aspects of Applied Biology, 122: 203-212
8. Fox, R. D., Derksen, R. C., Zhu, H., Brazee, R. D., Svensson, S. (2008.): A history of air-blast sprayer development and future prospects. Trans. ASABE, 51 (2): 405-410.
9. Grella, G., Gallart, M., Marucco, P., Balsari, P., Gil, E. (2017.): Ground Deposition and Airborne Spray Drift Assessment in Vineyard and Orchard: The Influence of Environmental Variables and Sprayer Settings. Sustainability 9, 728: 1-26.

10. Herbst, A. i Weehmann, H. J. (2014.): Studies on drift potential from nozzles with angular spray fans. *Aspects of Applied Biology*, 122: 347-352.
11. Ježič, V., Godeša, T., Hočevar, M., Širok, B., Malneršič, A., Štancar, A., Lešnik, M., Stajniko, D. (2011.): Design and Testing of an Ultrasound System for Targeted Spraying in Orchards. *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 57 (7-8): 587-598.
12. Nuyttens, D., Sonck, B., de Schampheleire, V., Steurbaut, W., Baetens, K., Verboven, P., Nicolai, B., Ramon, H. (2005.): Spray drift as affected by meteorological conditions. In: *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 70 (4): 947-959.
13. Petrović, Davor (2018a): Odnos selektivnog i konvencionalnog raspršivanja te njihov utjecaj na depozit i zanošenje tekućine. Doktorska disertacija. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
14. Petrović, D., Banaj, Đ., Tadić, V., Knežević, D., Banaj, A. (2018.): Utjecaj tehničkih čimbenika raspršivanja na zemljišno i zračno zanošenje tekućine u nasadu višnje. 46. Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", 213-222.
15. Rosell, J. R., Sanz, R., Llorens, J., Arnó, J., Ribes-Dasi, M., Masip, J., Camp, F., Gràcia, F., Solanelles, F. and Pallejà, T. (2009.): A tractor-mounted scanning LIDAR for the non-destructive measurement of vegetative volume and surface area of tree-row plantations: A comparison with conventional destructive measurements. *Biosystems Engineering*, 102: 128-134.
16. Rosell, J.R., Sanz, R. (2012.): A review of methods and applications of the geometric characterization of tree crops in agricultural activities. *Comput. Electron. Agric.*, 81:124-141.
17. Salcedo, R., Garcera, C., Granell, R., Molto, E., Chueca, P. (2015.): Description of the airflow produced by an air-assisted sprayer during pesticide applications to citrus anish *Journal of Agricultural Research*, 13 (2): 15.
18. Sedlar, A. D., Bugarin, R., Đukić, N. (2011.): Tehno-ekonomska analiza i ekološki aspekt klasične i selektivne aplikacije pesticida u zasadu kajsijske. *Savremena poljoprivredna tehnika Cont. Agr. Engng.*, 37 (1): 65-74.

19. Stajniko, D., Berk, P., Lešnik, M., Jejčić, V., Lakota, M., Štrancar, A., Hočevnar, M., Rakun, J. (2012.): Programmable ultrasonic sensing system for targeted spraying in orchards. *Sensors*, 12: 15500-15519.
20. Wang, S., Dorr, G. J. Khashehchi, He, X. (2015.): Performance of Selected Agricultural Spray Nozzles using Particle Image Velocimetry. *J. Agr. Sci. Tech.*, 17: 601-613.

Mrežni izvori

1. <https://www.dzs.hr/> datum pristupa 22.09.2022
2. <https://www.lechler.com/de-en/products/product-range/agriculture/nozzles-for-viticulture-orchard-speciality-crops/tr/>
3. <https://www.lechler.com/de-en/products/product-range/agriculture/nozzles-for-viticulture-orchard-speciality-crops/itr/>
4. <https://www.spritzenteile.de>

8. SAŽETAK

Navedeno istraživanje provedeno je u nasadu višnje vegetacijske starosti oko četiri godine, a istraživani su utjecaji tehničkih čimbenika raspršivanja na zemljišno i zračno zanošenje tekućine, te depozit u krošnji s dva različita sustava odnosno načina raspršivanja (konvencionalni i senzorski sustav). Istraživanje je obavljeno prema *ISO* normi 22866:2005 (uređaji u zaštiti bilja-metode mjerenja zanošenja tekućine u poljskim uvjetima). Filter papirići postavljeni su prema navedenoj *ISO* normi izravno u područje raspršivanja. Dobiveni rezultati uporabom konvencionalnog raspršivača *Tifone* pokazali su značajno smanjenje zemljišnog zanošenja tekućine primjenom smanjene norme raspršivanja od 200 l/ha (39,47 %). Uspoređujući rezultate zračnog zanošenja tekućine na 5 m udaljenosti od tretiranog reda uočava se smanjenje zanošenja tekućine od 16,59 do 53,19 %, dok su vrijednosti smanjenja zračnog zanošenja na 10 m iznosile 9,71-46,19 %. Zabilježeno je smanjeno zračno zanošenje primjenom *ITR* mlaznica od 39,31 do 40,73 %, u odnosu na *TR* mlaznice na 5 m od tretiranog reda, dok rezultati na 10 m udaljenosti pokazuju 100 % smanjenje zračnog zanošenja tekućine uporabom *ITR* mlaznica. Reduciranjem optimalne brzine zračne struje za 33 % ostvareno je smanjenje zemljišnog zanošenja od 7,98 do 36,39 %. Rezultati zračnog zanošenja na 5 m pokazuju značajno smanjenje od 13,99 do 34,57 %, dok je smanjenje zanošenja na 10 m iznosilo 13,79-53,05 %.

Ključne riječi: senzori, selektivna aplikacija, zanošenje tekućine, norma raspršivanja, brzina zračne struje, mlaznice, raspršivač

9. ABSTRACT

The aforementioned research was carried out in a cherry orchard with a vegetation age of about four years, and the influence of technical dispersal factors on soil and air drift of liquid, as well as deposit in the canopy with two different systems or methods of dispersal (conventional and sensor system) was investigated. The research was carried out according to ISO standard 22866:2005 (plant protection devices - methods of measuring liquid drift in field conditions). Filter papers are placed according to the specified ISO standard directly in the spraying area. The results obtained using the conventional sprayer Tifone showed a significant reduction in soil drift of liquid by applying a reduced spray rate of 200 l/ha (39.47%). Comparing the results of air drift of liquid at a distance of 5 m from the treated row, a reduction of liquid drift from 16.59 to 53.19 % is observed, while the values of reduction of air drift at 10 m were 9.71-46.19 %. Reduced air entrainment using ITR nozzles was recorded from 39.31 to 40.73 %, compared to TR nozzles at 5 m from the treated row, while the results at a distance of 10 m show a 100 % reduction in air entrainment using ITR nozzles. By reducing the optimal speed of the air current by 33%, a reduction in soil drift from 7.98 to 36.39% was achieved. The results of air drift at 5 m show a significant reduction from 13.99 to 34.57 %, while the reduction of drift at 10 m was 13.79-53.05 %.

Key words: sensors, selective application, drift, spraying norm, air velocity, nozzles, sprayer

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Postavljeni filter papirići prije testiranja	4
Slika 2. Shematski prikaz postavljenog pokusa.....	5
Slika 3. Shema postavljenih filter papirića i filter papirić (desno).....	5
Slika 4. Shema senzorskog sustava na raspršivaču	6
Slika 5. Sustav ultrazvučnih senzora	7
Slika 6. Vučeni raspršivač Tifone Vento 1500.....	7
Slika 7. Mlaznice <i>Lechler</i> TR8002C (lijevo) i ITR 80 (desno).....	8
Slika 8. Određivanje obujma nasada TRV metodom	9
Slika 9. Vremenska postaja Hobbo.....	9

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Karakteristike uzgoja u nasadu višanja	10
Tablica 2. Protok mlaznice i radnog tlaka.....	11
Tablica 3. Vremenski uvjeti pri radu raspršivača Tifone	11
Tablica 4. Zemljišno zanošenje kod raspršivača <i>Tifone</i>	12
Tablica 5. Analiza varijance zemljišnog zanošenja.....	13
Tablica 6. $LSD_{0,05}$ vrijednosti zemljišnog zanošenja	13
Tablica 7. Rezultati zračnog zanošenja tekućine na 5 m raspršivačem <i>Tifone</i>	14
Tablica 8. Analiza varijance zračnog zanošenja na udaljenosti od 5 m	15
Tablica 9. $LSD_{0,05}$ vrijednosti zračnog zanošenja na 5 m	15
Tablica 10. $LSD_{0,05}$ za zračno zanošenje na 5m.....	16
Tablica 11. Zračno zanošenje tekućine raspršivačem <i>Tifone</i> za udaljenosti od 10 metara	16
Tablica 12. Analiza varijance zračnog zanošenja za udaljenost od 10 m	17
Tablica 13. $LSD_{0,05}$ zračnog zanošenja na 10 m	18
Tablica 14. Rezultati mjerenja depozita u krošnji raspršivačem <i>Tifone</i>	18
Tablica 15. Analiza varijance za ispitivano svojstvo depozita u krošnji.....	19
Tablica 16. $LSD_{0,05}$ depozita u krošnji.....	20
Tablica 17. $LSD_{0,05}$ za depozit u krošnji s različitim sustavima raspršivanja	20

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij VVV, vinarstvo vinogradarstvo

**UTJECAJ SELEKTIVNE APLIKACIJE S ULTRAZVUČNIM SENZORIMA NA ZANOŠENJE I
DEPOZIT TEKUĆINE U NASADU VIŠNJE**

Šimun Špoljarić

Sažetak: Navedeno istraživanje provedeno je u nasadu višnje vegetacijske starosti oko četiri godine, a istraživano je utjecaj tehničkih čimbenika raspršivanja na zemljišno i zračno zanošenje tekućine, te depozit u krošnji s dva različita sustava odnosno načina raspršivanja (konvencionalni i senzorski sustav).

Istraživanje je obavljeno prema ISO normi 22866:2005 (uređaji u zaštiti bilja-metode mjerenja zanošenja tekućine u poljskim uvjetima). Filter papirići postavljeni su prema navedenoj ISO normi izravno u područje raspršivanja. Dobiveni rezultati uporabom konvencionalnog raspršivača Tifone pokazali su značajno smanjenje zemljišnog zanošenja tekućine primjenom smanjene norme raspršivanja od 200 l/ha (39,47 %). Uspoređujući rezultate zračnog zanošenja tekućine na 5 m udaljenosti od tretiranog reda uočava se smanjenje zanošenja tekućine od 16,59 do 53,19 %, dok su vrijednosti smanjenja zračnog zanošenja na 10 m iznosile 9,71-46,19 %. Zabilježeno je smanjeno zračno zanošenje primjenom ITR mlaznica od 39,31 do 40,73 %, u odnosu na TR mlaznice na 5 m od tretiranog reda, dok rezultati na 10 m udaljenosti pokazuju 100 % smanjenje zračnog zanošenja tekućine uporabom ITR mlaznica.

Reduciranjem optimalne brzine zračne struje za 33 % ostvareno je smanjenje zemljišnog zanošenja od 7,98 do 36,39 %. Rezultati zračnog zanošenja na 5 m pokazuju značajno smanjenje od 13,99 do 34,57 %, dok je smanjenje zanošenja na 10 m iznosilo 13,79-53,05 %.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: izv.prof.dr.sc. Vjekoslav Tadić

Broj stranica: 32

Broj slika: 9

Broj tablica: 17

Broj literaturnih navoda: 20

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: senzori, selektivna aplikacija, zanošenje tekućine, norma raspršivanja, brzina zračne struje, mlaznice, raspršivač

Datum obrane: 31.01.2023

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof.dr.sc. Đuro Banaj, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Vjekoslav Tadić, mentor
3. dr.sc. Anamarija Banaj, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek****Graduate thesis****Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek****University Graduate Studies VVV, viticulture O****INFLUENCE OF SELECTIVE APPLICATION WITH ULTRASONIC SENSORS ON DRAFT AND LIQUID DEPOSIT IN A CHERRY PLANTATION**

Šimun Špoljarić

Abstract: The aforementioned research was carried out in a cherry orchard with a vegetation age of about four years, and the influence of technical dispersal factors on soil and air drift of liquid, as well as deposit in the canopy with two different systems or methods of dispersal (conventional and sensor system) was investigated. The research was carried out according to ISO standard 22866:2005 (plant protection devices - methods of measuring liquid drift in field conditions). Filter papers are placed according to the specified ISO standard directly in the spraying area. The results obtained using the conventional sprayer Tifone showed a significant reduction in soil drift of liquid by applying a reduced spray rate of 200 l/ha (39.47%). Comparing the results of air drift of liquid at a distance of 5 m from the treated row, a reduction of liquid drift from 16.59 to 53.19 % is observed, while the values of reduction of air drift at 10 m were 9.71-46.19 %. Reduced air entrainment using ITR nozzles was recorded from 39.31 to 40.73 %, compared to TR nozzles at 5 m from the treated row, while the results at a distance of 10 m show a 100 % reduction in air entrainment using ITR nozzles. By reducing the optimal speed of the air current by 33%, a reduction in soil drift from 7.98 to 36.39% was achieved. The results of air drift at 5 m show a significant reduction from 13.99 to 34.57 %, while the reduction of drift at 10 m was 13.79-53.05 %.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek**Mentor:** izv.prof.dr.sc. Vjekoslav Tadić**Number of pages:** 32**Number of figures:** 9**Number of tables:** 17**Number of references:** 20**Original in:** Croatian**Key words:** sensors, selective application, drift, spraying norm, air velocity, nozzles, sprayer**Thesis defended on date:** 31.01.2023**Reviewers:**

1. prof.dr.sc. Đuro Banaj, chairman
2. izv.prof.dr.sc. Vjekoslav Tadić, mentor
3. dr.sc. Anamarija Banaj, member

Thesis deposited at: Library of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek, Vladimira Preloga 1

