

# Eksploatacija raspršivača u trajnim nasadima

---

Sabljak, Juraj

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:714036>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**



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 U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Juraj Sabljak

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

## **Eksploatacija raspršivača u trajnim nasadima**

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Juraj Sabljak

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

## **Eksploatacija raspršivača u trajnim nasadima**

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Juraj Sabljak

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

**Eksploatacija raspršivača u trajnim nasadima**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

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

Osijek, 2020.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Mehanizacija  
Juraj Sabljak

Završni rad

### **Eksploatacija raspršivača u trajnim nasadima**

#### **Sažetak:**

U ovome radu su detaljno opisani tipovi raspršivača koji se koriste isključivo u trajnim nasadima. Opisane su tri vrste ventilatora: aksijalni, radijalni i tangencijalni. Svaki od navedenih ima svoje prednosti i nedostatke. Karakteristike koje sam predstavio u radu za svaki ventilator su brzina zraka, količina škropiva, tlak u mlaznicama i crpki, zanošenje kapljica, pokrivnu površinu i veličinu kapljice. Raspršivači su vrlo zahtjevni priključni strojevi, stoga ih je potrebno adekvatno skladištiti, te redovito servisirati. Prilikom kvalitetnog održavanja i testiranja raspršivača produljit ćemo mu vijek trajanja, aplikacija zaštitnog sredstva će biti puno kvalitetnija te ekonomski isplativija.

**Ključne riječi:** raspršivač, mlaznice, škropivo, ventilator, kapljice.

24 stranica, 0 tablica, 0 grafikona, 10 slika, 32 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course: Mechanization  
Juraj Sabljak

BSc Thesis

### **Exploitation of mistblowers in permanent crops**

#### **Summary:**

This paper describes in detail the types of mistblowers used exclusively in permanent crops. Three types of fans are described: axial, radial and tangential. Each of these has its advantages and disadvantages. The characteristics I presented in the paper for each fan are air velocity, spray rate, nozzle and pump pressure, droplet drift, cover area, and droplet size. Mistblowers are very demanding attachments, so they need to be adequately stored and serviced regularly. During quality maintenance and testing of the mistblowers, we will extend its service life, the application of the protective agent will be much better and more economically viable.

**Keywords:** mistblowers, nozzles, spray, fan, drops

24 pages, 0 tables, 0 figures, 10 pictures, 32 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of agrobiotechnical sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of agrobiotechnical sciences in Osijek

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PRINCIPI APLIKACIJE SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA</b> .....	<b>2</b>
<b>3. METODE APLIKACIJA SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA</b> .....	<b>3</b>
<b>4. UTROŠAK TEKUĆINE</b> .....	<b>4</b>
4.1. Potrebna količina sredstava za zaštitu bilja .....	4
<b>5. AGREGATIRANJE RASPRŠIVAČA</b> .....	<b>5</b>
5.1. Ventilatori kod raspršivača .....	6
<b>6. RADNI DIJELOVI RASPRŠIVAČA</b> .....	<b>8</b>
6.1. Spremnik .....	8
6.2. Klipno-membranska crpka .....	9
6.3. Uređaj za regulaciju .....	10
6.4. Mlaznice .....	11
6.5. Ventilator .....	13
6.6. Elektrostatika .....	13
<b>7. EKSPLOATACIJA U TRAJNIM NASADIMA</b> .....	<b>14</b>
<b>8. ZANOŠENJE U TRAJNIM NASADIMA</b> .....	<b>16</b>
<b>9. PROTOK I BRZINA ZRAKA PRI RADU RASPRŠIVAČA</b> .....	<b>18</b>
<b>10. VERTIKALNA RASPODJELA TEKUĆINE</b> .....	<b>19</b>
<b>11. POSTUPAK TESTIRANJA RASPRŠIVAČA</b> .....	<b>19</b>
<b>12. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>21</b>
<b>13. LITERATURA</b> .....	<b>22</b>

## 1. UVOD

Kod korištenja aparata i strojeva za zaštitu bilja za pojedine načine zaštite i druge operacije, značajno je da se osigura učinkovitost primjene koja se ogleda kako u osiguranju potrebne kvalitete tako i u ekonomičnosti upotrebe. Od izbora stroja i njegove učinkovitosti zavisi visina troškova, što značajno utječe na troškove proizvodnje. Ukoliko se radi o intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji utoliko ovi troškovi mogu biti veći. Za suzbijanje mnogih štetnika, bolesti i korova vrlo su kratki rokovi. U europskim zemljama smatra se zadovoljavajućom takva opskrbljenost opremom i ljudima da se zaštitne mjere mogu provesti u roku 24-72 sata. Suvremeni strojevi za zaštitu bilja odlikuju se dobrom kvalitetom rada i vrlo velikom učinkovitošću. Ukoliko se primjenjuju suvremeniji i produktivniji strojevi dolazi do izražaja nestručnost, a zbog čega se nekada zadržavaju i „stare“ metode koje uzrokuju slabu kvalitetu u radu i poskupljuju proizvodnju. Međutim, primjena novih metoda bez osiguranog stručnog postupka dovodi, često, i do još većih neuspjeha. To se najbolje očituje unutar primjera koliko je povećana proizvodnost rada primjenom suvremenih, visoko produktivnih strojeva. Nekad je za tretiranje jednog hektara višegodišnjeg nasada leđnim prskalicama bilo potrebno oko 100 radnih sati za izvršavanje postupka. Motornim prskalicama sa ručnim palicama za aplikaciju potrebno je 10-30 sati, a prskalicama sa automatskim uređajima i raspršivačima samo 0,5-1 sat. Iz ovih podataka se vidi da je dnevni učinak leđnih prskalica 0,1 hektar, motornih sa ručnim palicama 0,3-1 hektar, a prskalica sa automatskim uređajima i raspršivačima čitavih 10 hektara (Bošnjaković, 1974.).

Prema kineskim znanstvenicima (He i sur., 2011.) zastarjele tehnike primjene i oprema rezultiraju mnogim problemima kao što su velika količina, ali mala učinkovitost, samo 15-20% pesticida se aplicira na željeno mjesto, većina pesticida je izgubljena u okolini, uzrokujući onečišćenje operatera i ozbiljno zagađenje okoliša. Ti problemi vode ne samo do začaranog kruga suzbijanja štetočina, već i do drugih problema poput povećanja otpornosti štetnika na pesticide.

## 2. PRINCIPI APLIKACIJE SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA

Pri korištenju sredstava za zaštitu bilja u tekućem obliku, voda služi kao razrjeđivač u kojem će se jednolično raspodijeliti zadana količina sredstva za zaštitu. Stvarna površina nadzemnih organa - površina lica i naličja listova i ostalih dijelova biljaka - pred cvat jest veća za 2,5-4,5 puta u odnosu na zasijanu površinu. Teoretski, cijela bi navedena površina trebala biti prekrivena tankim slojem sredstva za zaštitu bilja, što je praktično nemoguće izvesti. Za suzbijanje mobilnih štetnika može se zadovoljiti i slabijom pokrivenošću, jer će se ovi štetnici zbog kretanja otrovati sredstvom za zaštitu. Za suzbijanje nepokretnih štetnika i bolesti, traži se znatno veća pokrivenost biljne površine sredstvom za zaštitu bilja. Kod primjene herbicida se također traži različita pokrivenost, ovisno o vrsti korova koja se suzbija ([www.savjetodavna.hr/savijeti/](http://www.savjetodavna.hr/savijeti/)).

Glavni je cilj aplikacije škropiva ravnomjerna pokrivenost lisne površine s optimalnim depozitom. Loša raspodjela škropiva može smanjiti učinkovitost raspršivanja i povećati opasnost od onečišćenja okoliša (Vercruyssen i sur., 1999.). Oblik krošnje izravno utječe na depoziciju škropiva, a na taj način i uspješnost raspršivanja. Smanjenjem depozita u srednjem dijelu krošnje povećava se mogućnost ponovne pojave štetočinja (Farooq i Salyani, 2002.; Cross i sur., 2003.; Salyani i sur., 2006.; Zhu i sur., 2006.; Celen i sur., 2009.).

Miranda-Fuentes i sur. (2015.) navode da brzina zračne struje utječe na depozit unutar krošnje. Prevelika brzina zračne struje dovodi do loše pokrivenosti i prekomjernog zanošenja pesticida izvan ciljanog prostora zaštite bilja, dok nedovoljna količina zračne struje kao posljedicu ima lošu pokrivenost i depozit u gornjim slojevima krošnje.

Izbor strojeva za aplikaciju sredstava za zaštitu ovisi o (<https://www.savjetodavna.hr/>):

- vrsti štetnika
- metodi aplikacije
- vremenu aplikacije
- obliku zaštitnog sredstva
- količini zaštitnog sredstva
- površini koja se tretira.



### 3. METODE APLIKACIJA SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA

Metode se aplikacija diferenciraju sukladno agregatnom stanju sredstva za zaštitu koje izlazi iz stroja ili aparata (<https://www.savjetodavna.hr/>). Navedene se metode dijele na:

- metode aplikacije tekućim sredstvima za zaštitu bilja
- metode aplikacije krutim sredstvima za zaštitu bilja
- metode aplikacije plinovitim sredstvima za zaštitu bilja – fumigacija.

Za one metode kod kojih se izbacuju sredstva za zaštitu bilja u tekućem stanju, daljnji kriteriji podjele temelje se na veličini kapljica izbačenog sredstva;

- prskanje; kapljice su veće od 150  $\mu\text{m}$ , a za prskanje se troši 400-5000 l/ha
- orošavanje (raspršivanje, atomizacija); kapljice su veličine 50-150  $\mu\text{m}$ , a troši se najčešće 80-160 l/ha
- zamagljivanje; tekući aerosoli, s kapljicama manjim od 50  $\mu\text{m}$ , a troši se 5-20 l/ha.

Endoterapeutska metoda primjene sredstva za zaštitu bilja temelji se na svojstvu sistemskih ili translokacijskih pesticida da se kreću provodnim sustavom biljke; nakon što putem korijena, kroz deblo ili druge organe dospiju u biljku. Unutar biljke, pesticid se dalje ksilemom i/ili floemom translocira u različite organe, uključujući i lišće, čime oni bivaju zaštićeni od štetočinja. Na taj način omogućena je zaštita dijelova biljaka koji su izvan dosega uobičajeno korištenih prskalica i orošivača, a izbjegnuta je rizik zanošenja primijenjenog sredstva za zaštitu bilja što uzrokuje kontaminaciju ljudi i životinja sredstvima za zaštitu bilja (Mota-Sanchez i sur., 2009., Navarro i sur., 1992.).

Endoterapeutska metoda dijeli se na sljedeće tehnike:

- zalijevanje tla škropivom pesticida,
- injektiranje tla i
- injektiranje debla.

## 4. UTROŠAK TEKUĆINE

Kemijska zaštitna sredstva sastoje se od aktivne tvari, dodatka i nosača, a udio komponenti se iskazuju u %, g/l ili g/kg. Upute za korištenje zaštitnoga sredstva navode utrošak tekućine po jedinici površine ili po ha stoga postoji podjela prskanja na osnovu utroška tekućine; njega i održavanje višegodišnjih nasada, osobito zaštita nasada od štetnika i bolesti zahtijeva posebnu pažnju, a zaštita kemijskim sredstvima svakako je najviše u primjeni. Pravovremena zaštita, uz kvalitetnu primjenu sredstava za zaštitu bilja, pravi je „ključ“ za uspjeh. U svijetu je rastući „trend“ smanjenja korištenja škropiva po hektaru, odnosno tretiranje nasada s malim normama; 150-250 l/ha. Kod nas se najčešće koriste srednje (500-1000 l/ha) ili velike norme (1000-1500 l/ha). Efikasna primjena manjih normi zahtijeva upotrebu kvalitetnih raspršivača koji će ravnomjerno rasporediti škropivo po biljci. Kontrolom ispravnosti stroja i kalibracijom, mogu se kvalitetno primijeniti i manje količine škropiva po jedinici površine (<http://www.gospodarski.hr/>).

Upotrebom raspršivača smanjen je utrošak škropiva 3-5 putna u odnosu na prskalice. Prema literaturnim navodima, u SAD-u utrošak je škropiva manji za 20-80%.

### 4.1. Potrebna količina sredstva za zaštitu bilja

Prema Banaj i sur. (2010.) osobito je važno utvrditi potrebnu količinu sredstva za spremnik raspršivača.

$$G_{zs} = \frac{V_s \times D_{ha}}{N_p}$$

gdje je:

$Q_{zs}$  – količina zaštitnog sredstva ( $l\ kg^{-1}$ )

$V_s$  – volumen spremnika (l)

$D_{ha}$  – doza pesticida ( $l\ ha^{-1}$ ;  $kg\ ha^{-1}$ )

$N_p$  – norma prskanja ( $l\ ha^{-1}$ )

## 5. AGREGIRANJE RASPRŠIVAČA

Prema Barčić (1995.) traktorski je raspršivač veća jedinica za zaštitu bilja s velikim učinkom. Prema izvedbi pogona traktorski raspršivači mogu biti s vlastitim motorom, s pogonom preko P.V. traktora, a ventilator vlastitim motorom. Sve navedene izvedbe mogu biti nošene ili vučene, a uređaj za tretiranje izveden u obliku topa, vijenca, segmentnog vijenca, tangencijalne izvedbe i slično. Uređaj za tretiranje može biti čvrsto postavljen na raspršivaču ili je pokretan bilo u horizontalnom ili vertikalnom smjeru.

Traktorski nošeni raspršivači namijenjeni su za rad na većim plantažama. Opremljeni su spremnikom za škropivo zapremnine 200-600 l i radijalnim, a rjeđe aksijalnim ventilatorom, i većim brojem različitih izvedbi uređaja za tretiranje. Suvremene izvedbe s tangencijalnim ventilatorima imaju mogućnost udešavanja kuta mlaza škropiva u odnosu na smjer kretanja agregata kroz red. Time se ostvaruje bolja prodornost i veći domet škropiva kroz nasad. Kapacitet ugrađenih crpki na nošenim raspršivačima je od 30 do 100 l/min. S mogućnošću ostvarenog tlaka 20-60 bara. Kapacitet ugrađenog ventilatora je 20000-50000 m<sup>3</sup>/h zraka.

Traktorski vučeni raspršivač zapremnina je spremnika 1000-4000l. U pravilu se pokreću vlastitim motorom snage 15-60 kW, ali pogon može biti i preko P.V. traktora. Kapacitet crpke ovisi o izvedbi, a kreće se 30-160 l/min, a masa praznog raspršivača je od 1200 kg pa na više. Kapacitet ventilatora je 30000-90000 m<sup>3</sup>/h, a radna brzina koja se preporučuje je 5-8 km/h. Zahvat u radu moguć je širine 2-16 m, a visine 3-12 m. Posebno izvedenim uređajem za tretiranje domet se može bitno povećati i do 40m. Uređaj za tretiranje može biti sastavljen i od više takvih glava na posebno izdignutom nosaču kada se mlaz škropiva može udešavati u svim smjerovima sa znatno povećanim zahvatom. Usmjerivači struje zraka mogu djelovati na vijencu u rasponu od 240°, ali se tijekom tretiranja mogu prilagoditi radu samo na jednu stranu ili za određeni kut, a ostali izvodi se zatvore. U našim prilikama najčešće su u upotrebi raspršivači s polukružnim vijencem s mogućnošću rada po sekcijama. Veličina otvora za zrak je od 3 do 10 cm, a ako se radi o aksijalnim izvedbama onda je otvor od 55 do 105 cm.

## 5.1. Ventilatori kod raspršivača

Svaki raspršivač ima za stvaranje zračnog strujanja ugrađen ventilator. Najčešće se ugrađuju tri tipa ventilatora:

- aksijalni ventilator
- radijalni ventilator
- tangencijalni ventilator.

Aksijalni ventilator ostvaruje usmjeren mlaz u pravcu vratila, a koji je potrebno preusmjeriti u radijalnom pravcu. Takvi ventilatori često se nazivaju i „propelerni ventilatori“. Lopatice na rotoru, u pravilu, čvrsto su postavljene, a kod nekih izvedbi moguće je njihovo zakretanje te ukošavanje. Oko rotora je postavljen limeni usmjerivač koji usmjeruje struju zraka prema mlaznicama, a na prednjoj strani postavljena je zaštitna mreža. Na taj se način ostvaruje oblik mlaza u obliku zgusnute lepeze i to ukoliko izlazi iz ovalnog otvora ili tvori oblik dvaju segmenata lepeze, dakle pri izlazu iz lijevog i desnog otvora za ispuhavanje. Takvi ventilatori proizvode razmjerno velike količine zraka kod niskog tlaka, imaju plosnato karakterističnu krivulju pa su zbog toga vrlo osjetljivi na svaku promjenu protočnih otpora (Brčić i sur., 1966.).



Slika 1. Aksijalni ventilator ([http://pinova.hr/hr\\_HR/](http://pinova.hr/hr_HR/))

Kod radijalnog ventilatora postiže se, ovisno o obliku izlaznog otvora, mlaz valjkastog oblika ili oblika lepeze. Budući da potiskuje manje količine zraka, ali uz znatno 16 viši tlak, nije toliko osjetljiv na promjenu otpora te omogućuje da se protok zraka preusmjerava i vodi kroz savitljive cijevi i tako bolje prilagođava oblicima biljaka. Tangencijalni ventilatori su novijeg datuma i konstruktivno su izvedeni u valjkastom obliku. Uvijek dolaze u paru, dva, odnosno četiri komada. Ventilator s poprečnim strujanjem usmjerava – ispuhuje zrak kroz dugi pravokutni otvor, tako da mal ima vrlo pravilan i homogen oblik. Dužina rotora zbog toga mora biti prilagođena visini biljke, a za rad s obje strane biljke raspršivač mora posjedovati po jedan ventilator za svaku stranu (Brčić i sur., 1966.).



Slika 2. Radijalni ventilator(<https://hardi-international.com/>)

## 6. RADNI DIJELOVI RASPRŠIVAČA

Raspršivači su znatno složeniji strojevi od prskalice, jer imaju: krug tekućine pa krug struje zraka. U prvu grupu spadaju spremnik, crpka, razvodni sklop, mlaznice i drugo, dok sve navedene dijelove ima i prskalice, osim razvodne grane. Mlaznice su ovdje poredane u krug, polukrug ili po obodu ispred usmjerivača zraka ili na posebno okomitom nosaču ako su ventilatori tako izvedeni (Barčić, 1995.).

### 6.1. Spremnik

Spremnik je gotovo uvijek izrađen od plastičnih materijala. Može biti zapremine od 100 litara pa sve do nekoliko tisuća litara. Uvijek na mjestu za ulijevanje mora postojati mrežasti pročištač kako ne bi došlo do ulaska većih nečistoća i predmeta u sami spremnik, a samim time i do začepljenja cijelog sistema. Veći raspršivači, osim glavnog spremnika za škropivo, imaju i spremnik za čistu vodu, spremnik za pranje ruku te spremnik za zaštitno sredstvo. Spremnik za čistu vodu služi za pranje glavnog spremnika te čitavog sustava nakon korištenja. Ukoliko dođe do oštećenja bilo kojeg spremnika potrebno ga je zamijeniti kako ne bi došlo do bespotrebnog gubitka škropiva i zagađenja okoliša.



Slika 3. Spremnik škropiva (<https://agromehanika.hr/>)

## 6.2. Klipno-membranska crpka

Klipno membranska crpka, kao najvažniji dio svakog raspršivača, služi za postizanje potrebnog tlaka škropiva koji je prijeko potreban kako bi stroj mogao raditi. Ta crpka uzima tekućinu iz spremnika i raspodjeljuje je u dva toka. U primarnom toku škropivo se vodovima kreće iz spremnika prema regulatoru i tamo se dijeli u dva sustava. Prvi, primarni, sustav dovodi škropivo do mlaznica, a drugi, sekundarni, sustav vraća škropivo u spremnik te prilikom toga miješa tekućinu u spremniku (miješa vodu i zaštitno sredstvo u spremniku kako bi uvijek bile ujednačene koncentracije škropiva). Prilikom korištenja raspršivača potrebno je izvršavati redovnu kontrolu crpke te redovno kontrolirati razinu ulja i prema potrebi ga nadodati. Također, potrebno je kontrolirati tlak zraka u zračnoj komori crpke (koji mora iznositi 1/10 radnog tlaka) u protivnom će vodeni mlaz biti neravnomjerno raspoređen. Crpka bi izvana treba biti čista i suha, tj. svi tragovi ulja ili tekućine upućuju na loše brtvljenje određenih dijelova ili spojnih cijevi te je potrebno zabrtviti određeni dio ili zamijeniti cijev. Crpka ima tihi rad (gotovo da se ne čuje), stoga svaki bučan rad upućuje ili na nedostatak ulja ili na kvar crpke. Ako se u škropivu prilikom rada raspršivača nađu tragovi ulja potrebna je hitna zamjena membrana crpke zbog napuknuća ili oštećenja iste (Mikulić, 2016.).



Slika 4. Klipno membranska crpka ([www.prillinger.at](http://www.prillinger.at))

### 6.3. Uređaj za regulaciju

Uređaj za regulaciju nalazi se iznad crpke, u ravnini ruku osobe koja s njim upravlja. Okretanjem regulatora u smjeru kazaljke na satu povećava se tlak u sustavu i obrnuto. Tlak se regulira čim se uključi pogon te se tako postigne određeni broj okretaja pogonskog vratila, a koji će se koristiti u radu. Nakon toga uključuju se mješači tekućine. Tlak se očitava sa manometra te se podešava prema karakteristikama mlaznica i nasadu u kojem se radi te trenutnim vremenskim uvjetima. Elektromembranski ventili služe za otvaranje, odnosno zatvaranje, lijevog i desnog razvodnog sustava, a električnim vodom povezani su na kontrolnu kutiju s prekidačima. Kontrolna kutija se nalazi unutar kabine traktora (Mikulić, 2016.) te se na njoj se nalaze dva prekidača (po jedan za svaki razvodni sustav) i dva svjetlosna indikatora uključenosti. Tlačni filter služi za konačno čišćenje tekućine i sprječava začepljenje mlaznica – čisti se nakon svake primjene, a po potrebi i češće (uglavnom kod upotrebe praškastih sredstava koja se teže otapaju u vodi). Povratni vod višak tekućine vraća u spremnik raspršivača. Dodatni priključak može poslužiti za ručno prskanje ili za vanjsko pranje raspršivača.



Slika 5. Regulator tlaka ([www.panexagm.com](http://www.panexagm.com))



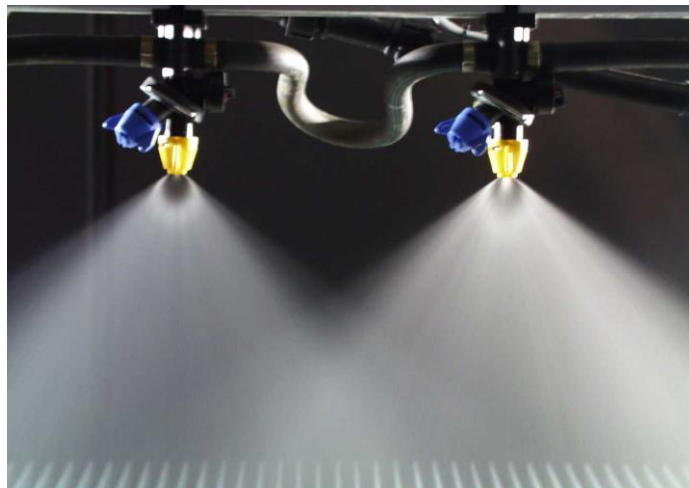
## 6.4. Mlaznice

Mlaznice su sastavni dio svakog raspršivača, a o njima ovisi oblik i domet škropiva te kapacitet raspršivača. U višegodišnjim nasadima, najčešće se koriste one koje imaju konusni mlaz škropiva, a kako su one posljednji dio sustava raspršivača preko njih škropivo dolazi na biljku. Zbog toga je vrlo bitno da su tehnički ispravne te da zadovoljavaju sve standarde. Najčešće se koriste žute, zelene, plave i crvene mlaznice te se često u eksploataciji događa da se mlaznice potroše ili začepe što dovodi do čitavog niza nepravilnosti pri korištenju raspršivača (Tadić, 2013.). Glavni uvjet za kvalitetno pokrivanje površine u trajnim nasadima koju tretiramo je veličina kapljice. Ako su kapljice manje od 250  $\mu\text{m}$  – BCPC; ASAE, pokrivenost površine je veća, a ako se radi o kapljicama koje su veće od 350  $\mu\text{m}$  - BCPC; ASAE, pokrivenost površine je manja (Banaj i sur., 2010.).

Važno je da se prilikom kupnje odabere specifičan tip mlaznica, ovisno o tome što se želi postići njima, s obzirom da svaka mlaznica daje drugačiji mlaz određenih karakteristika pri različitom tlaku. Postoji mnogo vrsta mlaznica, a jedna od njih je mlaznica za smanjenje zanošenja tekućine. Kod korištenja te mlaznice znatno se smanjuje gubitak zaštitnih sredstava prilikom tretiranja trajnih nasada. Zanošenje sredstva zrakom gotovo nestaje dok je zemljišno zanošenje minimizirano u potpunosti, a što dovodi i do značajnih ekonomskih ušteda (Petrović i sur., 2019.). Mlaznice imaju različite ISO brojeve, odnosno veličine. Različitost ISO veličina mlaznica utječe na pokrivenost sklopa u trajnim nasadima koje tretiramo te na intenzitet zanošenja unutar trajnih nasada. Mlaznice manjeg ISO broja imaju bolju pokrivenost tretiranog sklopa, ali zbog manje veličine kapljica ostvaruju povećano zanošenje (Tadić, 2013.).

Dana 12. veljače 2014. godine na snagu je stupio *Zakon o održivoj uporabi pesticidima* radi dostizanja standarda te prilagodbe propisima Europske unije. Navedeni zakon sadrži odredbe koje su u sukladnosti s Direktivom 2009/128/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. godine, o utvrđivanju akcijskog okvira Zajednice za postizanje održive uporabe pesticidima (SL L309, 24.11.2009.). Cilj je postizanje što bolje uporabe pesticida, a koji smanjuju rizik i negativno utjecanje pesticida na zdravlje ljudi i životinja te zaštite okoliša. Zakon je sastavljen od 37 članaka i podijeljen u 13 poglavlja. Poglavlje 6 odnosi se na prskalice. Prvi dio poglavlja definira nove strojeve i zahtjeve koji se postavlja proizvođačima istih, a drugi dio poglavlja odnosi se na testiranje strojeva koji su u uporabi.

Prilikom testiranja provjerava se zadovoljavaju li strojevi određene tehničke zahtjeve, a sve radi postizanja visoke razine zaštite zdravlja ljudi, životinja i zaštite okoliša; testirani strojevi koji su na testiranju sve zahtjeve ispunjavali dobivaju znak da su testirani. Strojevi kupljeni nakon 1. siječnja 2013. godine nose znak „bez testiranja“. Strojevi testirani u drugoj državi članici Europske unije mogu se priznati ako je pregled u pogledu tehničkih i sigurnosnih zahtjeva te istog razdoblja učestalosti pregleda istovjetan pregledu koji se obavlja u Republici Hrvatskoj.



Slika 6. LIJEVO- nova mlaznica, DESNO-stara mlaznica (+20%) (PP prezentacija Đuro Banaj)



Slika 7. Mlaznice ([www.unikomerc-uvoz.hr](http://www.unikomerc-uvoz.hr))

## 6.5. Ventilator

Ventilator je jedan od osnovnih elemenata raspršivača. Njegova funkcija je da proizvodi zračnu struju za dezintegraciju i transport mlaza. Aksijalni tip ventilatora je najčešći kod manjih nošenih raspršivača. Ventilatori su uvijek zaštićeni sa svih strana nekim oblikom mehaničke zaštite, a najčešće su to čelične mreže. Takva se zaštita koristi, kako bi se raspršivač zaštitio od usisavanja odnosno uvlačenja različitih predmeta pod velikim strujanjem zraka. Osim toga, zaštita ima svrhu zaštititi radnika koji upravlja tim strojem te neku drugu osobu koja se nađe u blizini. Prava svrha ventilatora je da su na izlazu struje zraka smještene mlaznice te ta zračna struja zahvaća škropivo iz mlaznica te ga raspršuje i odnosi na biljku koja se tretira. Brzina zračne struje koju proizvodi ventilator značajno utječe na raspodjelu škropiva unutar trajnih nasada. Prevelika brzina zračne struje dovodi do loše pokrivenosti i prekomjernog zanošenja zaštitnog sredstva izvan prostora kojeg želimo tretirati, dok nedovoljna količina zračne struje kao posljedicu ima lošu pokrivenost i raspodjelu u teže dostupnim ili višim dijelovima nasada (Miranda-Fuentes i sur., 2015.).

## 6.6. Elektrostatika

Elektrostatika se već dugo godina koristi u autoindustriji za lakiranje teško dostupnih dijelova. Takav princip počeo se primjenjivati i pri radu raspršivača. Zadaća je elektrostatike omogućavanje dolaska zaštitnog sredstva do najudaljenijih dijelova krošnje te povećanje količine kapljica po jedinici površine čime se smanjuje bespotrebno trošenje zaštitnih sredstava. Istraživanja su pokazala da kod običnog korištenja raspršivača više od polovice zaštitnog sredstva ne dospije do biljke koja se tretira.

Princip rada je sukladan protoku struje; na izvor istosmjerne struje od 12V se priključuje kontrolni ormarić u traktoru. Iz njega struja putem vodiča dolazi do pretvarača visokog napona koji pretvara napon od 12V u izlazni napon od 12 000 V. Prilikom toga struja je vrlo mala te nije opasna za zdravlje. Taj visoki napon, putem vodiča, dolazi do potencionalnog obruča unutar kojeg se zbog toga stvara polje visokog napona. Kapljice prilikom izlaska iz mlaznica, presijecaju to polje visokog napona te tako postaju pozitivno nabijene. Biljka koju tretirano ima negativan naboj te se zbog toga kapljice i biljka

međusobno privlače. Ovaj princip rada smanjuje gubitke prilikom zaštite bilja i do 70% (Mikulić, 2016.).

## 7. EKSPLOATACIJA U TRAJNIM NASADIMA

Tijekom eksploatacije raspršivača moraju se poštovati temeljni tehnički čimbenici raspršivanja jer navedeni determiniraju kvalitetu zaštite bilja. Prema tome, pri zaštiti bilja mora se osigurati optimalnost zračne struje ventilatora, kvalitete mlaza, brzine rada stroja, količine tekućine za prskanje te kvalitetna mlaznica i ostalo. Uz navedene tehničke čimbenike raspršivanja, pri izvođenju aplikacije, moraju se poštovati vremenski uvjeti te rukovatelj stroja mora posjedovati osnovna znanja za rukovanje. Također, vrlo važan faktor utjecaja na kvalitetu zaštite bilja ima morfologija krošnje kulture u kojoj se obavlja zaštita. Dakle, istraživanja u prvom desetljeću ovoga stoljeća tendiraju prema stanovištu da se pravilnim podešavanjem tehničkih čimbenika raspršivanja postiže bolji učinak zaštite bilja. Kemijsko sredstvo dolazi na zadnje mjesto ispunjavanja uvjeta zaštite bilja. Korištenjem tehnički ispravnog stroja, povećavanjem pokrivenosti površine te poštivanjem vremenskih uvjeta uvelike se smanjila količina kemijskog sredstva po tretiranoj površini uz isti biološki učinak (McFadden - Smith, W., 2003.).



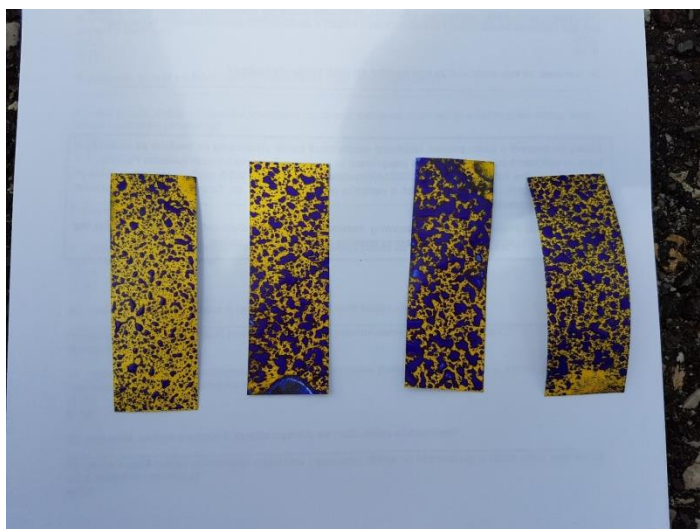
Slika 8. Pravilna aplikacija zaštitnog sredstva raspršivača. ([www.kokot-agro.hr](http://www.kokot-agro.hr))

Mnogi autori navode da su brzina i protok zraka vrlo važni tehnički čimbenici zaštite trajnih nasada. Randall (1971.) navodi da je brzina zraka vrlo važna te da mora iznositi minimalno 12,2 m/s na vanjskim rubovima krošnje. Povezano s navedenim, Zhu i sur. (2006.) utvrđuju smanjenje brzine zraka s 40 m/s na izlazu iz usmjerivača zraka na 19,4 m/s kad struja zraka počne doticati rubove krošnje na udaljenosti od 1,79 m od raspršivača (aksijalni raspršivač bez visinskih usmjerivača zraka). Smanjenje brzine zraka nastaje zbog trenja s okolnim zrakom pa Fox i sur. (1992.) navode da je na udaljenosti do 3,5 m od usmjerivača zraka manja oko 60 %. Stoga, pri određivanju brzine zraka za pojedini nasad treba voditi računa da optimalna brzina zraka stiže do cilja raspršivanja (Zhu i sur., 2006.). Fox i sur. (1998.) navode da je povećana brzina zraka na izlazu usmjerivača zraka preduvjet za bolji depozit i pokrivenost površine unutar krošnje. Ovo nije slučaj kada u nasadima prevladava mala lisna površina (mladi trajni nasadi i nasadi u početnim fazama vegetacije), pa povećavanje brzine zraka dovodi do povećanog zanošenja kapljica (Landers i sur., 2004.). Za nasade koji imaju bujnu krošnju ili koji su u kasnijim razvojnim fazama, treba koristiti strojeve koji mogu razviti veću brzinu zraka zbog ostvarivanja dobrog koeficijenta pokrivenosti u središnjem dijelu krošnje (Banaj, i sur., 2010.).

Brzina zraka često se usklađuje s tehničkim čimbenicima brzine rada raspršivača i norme raspršivanja. Tako su Marucco i sur. (2008) istraživali utjecaj šest različitih brzina rada raspršivača (3,9-13 km/h), šest različitih brzina zraka (3,7-23 m/s) i četiri različite norme raspršivanja (200-1000 l/ha) u nasadu breskve. Istraživanje je pokazalo da je najbolji rezultat pokrivenosti površine i depozita ostvaren pri brzini rada stroja od 7 km/h, brzini zraka od 14 m/s i normi raspršivanja od 400 l/ha. Panneton i sur. (2005.) uvode pojam specifičnog protoka zraka (%) koji se iskazuje preko dva čimbenika: brzine rada stroja (km/h) i ukupnog protoka zraka kroz usmjerivače ( $m^3/s$ ). Važno je napomenuti i da je jedan od nedostataka klasičnih aksijalnih raspršivača bez usmjerivača zraka, manja brzina zraka s desne strane stroja za 8 -11 %. Ova greška je konstrukcijske prirode i smjera rotacije ventilatora pa bi se trebali koristiti aksijalni raspršivači s dva ventilatora (rotiraju u suprotnim smjerovima), aksijalni raspršivači s usmjerivačima zraka ili radijalni ventilatori (Godyn i sur., 2008.).

## 8. ZANOŠENJE KAPLJICA – DRIFT

Male kapljice osjetljive su na zanošenje (drift) iz nasada te treba voditi računa o granici njihovog smanjenja, a da bi pri tome ostao dobar biološki učinak. Intenzitet zanošenja se mjeri sa VOP-a koji se postavljaju na različite udaljenosti od cilja prskanja (Ozkan, 2004.; Knežević i sur., 2007.). Iz navedenog se zaključuje da je veličina kapljica glavni čimbenik aplikacije pesticida s kojim se manipulira da bi se ostvarili željeni rezultati zaštite bilja, tj. optimizacija između veličine kapljica, radnog tlaka i tipa mlaznice (William i sur., 1999.). Ozkan (2004.) navodi da su kapljice manje od 200  $\mu\text{m}$  najosjetljivije na zanošenje, tj. odnošenje izvan nasada ili isparavanje.



Slika 9. Pokrivenost površine određenih mlaznica ([www.savjetodavna.hr](http://www.savjetodavna.hr))

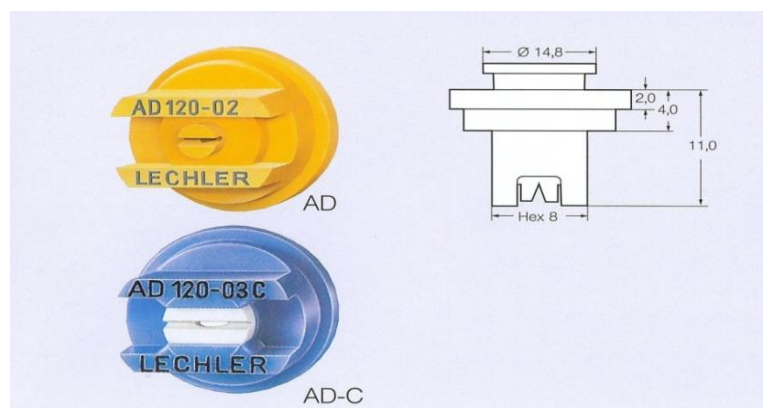
Mlaznice prema drift potencijalu možemo razvrstati u slijedeće kategorije:

1. standardna mlaznica pri tlaku od 3 bar,
2. anti-drift mlaznica pri tlaku od 3 bar,
3. anti-drift mlaznica pri tlaku od 1 bar,
4. standardna mlaznica pri tlaku od 1 bar.

Isti autor (1998.) navodi da kapljice promjera 25  $\mu\text{m}$  pri temperaturi od 23,88 °C i relativnoj vlažnosti zraka od 100 % mogu biti zanesene i do 119,27 m od cilja prskanja, a iste kapljice pri većim temperaturama i manjim vlažnostima zraka potpuno ispare prije nego što dođu do cilja prskanja. Iz navedenih istraživanja zaključuje se da pojavom

zanošenje definira bilo koji gubitak sredstva za zaštitu bilja, tj. gubitak tekućine isparavanjem i zanošenjem od cilja prskanja. Pri zaštiti poljoprivrednih kultura treba poštovati pravila struke koja nalažu da se sa standardnim mlaznicama može obavljati zaštita bilja samo onda kada to vremenski uvjeti dopuštaju (Tadić i sur., 2009.). Ovo se prvenstveno odnosi na tri vremenska čimbenika: 5 relativnu vlažnost zraka iznad 50 %, temperaturu ispod 20 °C i brzinu vjetra manju od 4 m/s. Ako su na uređaju instalirane lowdrift ili zračno – injektorske mlaznice, zaštita bilja može se obavljati i pri nepovoljnijim vremenskim uvjetima. Isti autor navodi načela smanjenja zanošenja prije i za vrijeme zaštite bilja.

Prije prskanja vodi se računa i o planiranju akcije prskanja samo kada to vremenski uvjeti nalažu, odabiru najprihvatljivije mlaznice i radnog tlaka, korištenju aditiva koji smanjuju zanošenje, provjeri prskalice sa čistom vodom prije samog rada, osiguravanju potrebne logistike prskanja tako da se aplikacija obavi u što kraćem vremenskom razdoblju i ostalo. Ako aplikacija već traje, zanošenje se može smanjiti na nekoliko načina; rukovatelj prskalice mora ostati pažljiv te ako se vremenski uvjeti pogoršaju treba prekinuti aplikaciju, održavanjem konstantnog radnog tlaka za vrijeme trajanja aplikacije, održavanjem konstantne brzine kretanja stroja i ostalo. Male kapljice dobivaju se pri radu mlaznica s manjim ISO brojem, tj. kod mlaznica sa manjim protokom (narančaste s oznakom 01, zelene s oznakom 015 i žute sa oznakom 02), a povećanjem protoka povećava se veličina kapljica kod mlaznica s većim ISO brojevima (plava s oznakom 03, crvena s oznakom 04, smeđa s oznakom 05 i siva s oznakom 06) (Banaj i sur., 2010.). S obzirom na ISO broj, svaka mlaznica ostvaruje nazivni protok pri određenom radnom tlaku te stvara specifični spektar kapljica. Mlaznice manjih ISO brojeva ostvaruju manje kapljice te je mogućnost zanošenja kapljica veća.



Slika 10. AD mlaznice ([www.agromehanika.eu](http://www.agromehanika.eu))

## 9. PROTOK I BRZINA ZRAKA PRI RADU RASPRŠIVAČA

Protok i brzina zraka također su važni tehnički čimbenici zaštite trajnih nasada. Služe kao dodatno sredstvo razbijanja mlaza i stvaranja malih kapljica (hidropneumatska dezintegracija) te kao sredstvo koje će tekućinu mlaza dodatno usmjeriti i transportirati na cilj prskanja. Brzina zraka ima bitan utjecaj na pomicanje listova i grana (tzv. otvaranje krošnje) da bi zaštitno sredstvo bilo deponirano u sredini krošnje. Vrlo važno je da pri zaštiti trajnih nasada brzina zraka bude veća od 12,2 m/s (Randall, 1971.). Svensson (2001.) navodi da je povećana brzina zraka na izlazu usmjerivača zraka preduvjet za bolji depozit i pokrivenost površine unutar krošnje. Ovo nije slučaj kod mladih trajnih nasada gdje je mala lisna površina te povećavanje brzine zraka dovela do povećanog zanošenja kapljica (Landers i sur., 2004.). Navedeni autor utvrđuje da se smanjivanjem brzine zraka (mladi trajni nasadi) za 25 % povećava VMD za 31 %, te se tako osigurava optimalna pokrivenost površine i smanjeno zanošenje. Za nasade koje imaju bujnu krošnju ili koji su u kasnijim razvojnim stadijima, treba koristiti strojeve koji mogu razviti veću brzinu i protok zraka. Banaj i sur. (2010.) preporučuju testiranje strojeva prema maksimalno ostvarenoj brzini i protoku zraka za pojedini trajni nasad. U njihovom istraživanju testirana su tri različita aksijalna raspršivača (Tifone Vento, Myers N1500 i Hardi Zenit) od kojih je Hadi Zenit ostvario najveći protok zraka od 44590 m<sup>3</sup>/h. Jedan od problema brzine zraka je u tome što energija zračne struje slabi udaljavanjem od izlaza ventilatora pa je na udaljenosti do 3,5 m manja za oko 60 % (Fox i sur., 1992.). Stoga, pri određivanju brzine zraka za pojedini nasad treba voditi računa da optimalna brzina zraka stiže do cilja prskanja (De Moor i sur., 2000.). Često se događa da kod uzgojnih oblika koji su veći od 3-4 m optimalna brzina zraka ne dolazi do vršnih grana. Pokrivenost površine tih dijelova krošnje je relativno mala i štetnici nalaze mjesta na kojima će preživjeti utjecaj pesticida. Razlog za navedeno je nepravilno podešena brzina zraka na usmjerivačima ili korištenje neadekvatnog raspršivača. Brzina zraka često se kombinira sa čimbenicima brzine kretanja raspršivača i norme raspršivanja. Tako su Marucco i sur. (2008.) istraživali utjecaj šest različitih brzina rada raspršivača (3,9-13 km/h), šest različitih brzina zraka (3,7-23 m/s) i četiri različite norme raspršivanja (200-1.000 l/ha) u nasadu breskve. Istraživanje je pokazalo da je najbolji rezultat pokrivenost površine i depozita ostvaren pri brzini rada stroja od 7 km/h, brzini zraka od 14 m/s i normi raspršivanja od 400 l/ha.



## 10. VERTIKALNA RASPODJELA TEKUĆINE

Nepravilna vertikalna raspodjela tekućine jedan je od glavnih problema nedovoljne pokrivenosti, tj. zaštite nasada. Svake sezone prije početka rada raspršivač treba testirati na vertikalnu raspodjelu tekućine pomoću mjernog uređaja za ispitivanje vertikalne raspodjele tekućine (Vieri i sur., 1998.). Raspršivači koji na testiranju prije rada u polju nemaju dobre rezultate vertikalne raspodjele tekućine teško je za očekivati da će postići dobre poljske rezultate pokrivenosti površine i depozita sredstva (Vieri i sur., 1998.). Uređaj za testiranje vertikalne raspodjele tekućine predstavlja vrlo dobro tehničko rješenje za kalibraciju raspršivača, ali treba voditi računa da uređaj bude što bolje podešen prema veličini i geometriji nasada (Pergher i sur., 2002.).

## 11. POSTUPAK TESTIRANJA RASPRŠIVAČA

U skladu sa *Zakonom o održivoj uporabi pesticida* (NN 14/2014) i *Pravilnikom o održivoj uporabi pesticida* (NN 142/2012), strojevi za primjenu pesticida podliježu redovitim pregledima radi utvrđivanja svih potrebnih sigurnosnih, ekoloških i zdravstvenih zahtjeva kako bi se osigurao pravilan rad prskalica i raspršivača, sigurnost primjenitelja, zaštita zdravlja primjenitelja, radnika, ljudi i životinja te zaštita okoliša. Ispravnost uređaja koji se primjenjuju u zaštiti bilja u Hrvatskoj u vrlo je lošem stanju (Banaj i sur, 2012.). Raspršivači su, tako, uređaji koji se koriste za primjenu zaštitnih sredstava. Takvi uređaji uvijek moraju biti u potpunosti ispravni te se redovito moraju podvrgavati testiranjima ispravnosti. Kroz određeno vrijeme svaki raspršivač mora ići na testiranje prilikom kojeg se utvrđuje ispravnost i funkcionalnost. Redoviti pregledi uređaja za primjenu pesticida izvode se radi provjere da li zadovoljavaju tehničke uvjete zbog postizanja visoke razine zaštite zdravlja ljudi, životinja i okoliša (Poje, 2019.). Njihovi su vlasnici, prije pregleda, dužni temeljito očistiti raspršivač te vidjeti ukoliko ima kakvih nedostataka ili fizičkih oštećenja. Testiranje započinje provjerom vlasništva raspršivača. Nakon toga potrebno je provjeriti da li se na ulazu u spremnik sa škropivom nalazi grubi pročistač koji sprječava ulazak većih čestica i nečistoća u sam spremnik te samim time sprječava „štapanje“ pumpe. Potom se pregledavaju svi ventili, mjerila protoka te mjerac tlaka. Ukoliko je sve od toga ispravno te ventili nigdje ne puštaju prelazi se na sljedeću fazu kontrole. Plastična

zaštita priključnog vratila se ne smije okretati i ono mora biti potpuno prekriveno zaštitnom plastikom. Crpka mora odgovarati tehničkim karakteristikama raspršivača. Prilikom mjerenja protoka, koji se mjeri uređajem za mjerenje protoka pumpe, on ne smije biti značajno manji od nazivnog protoka koji piše u tvorničkim karakteristikama pumpe. Ukoliko je taj protok značajno manji, potrebno je zamijeniti crpku.

Ukoliko raspršivač ima manometar, potrebno je provjeriti njegovu točnost te ako nije dovoljno točan – treba ga kalibrirati. Postoje mehanički i elektronski uređaji za kalibraciju manometra. Preciznost manometra mora biti u granicama od  $\pm 0,2$  bara pri radu sa tlakovima do 2 bara. Pri radu sa tlakovima preko 2 bara dozvoljeno odstupanje je  $\pm 10$  %.

Daljnijim ispitivanjem ustvrđujemo kapacitet crpke te njezin kapacitet ne smije biti niti znatno veći niti manji od tvorničkih karakteristika. Na testiranju protoka mlaznica na lijevoj i desnoj strani raspršivača se testira na način da se svaka mlaznica spoji putem crijeva u svoju menzuru. Sve menzure se nalaze jedna pokraj druge na istom postolju. Nakon određenog vremenskog perioda u kojem je taj raspršivač tako priključen radio, uspoređuje se koliko tekućine ima u svakoj menzuri, odnosno gledao se protok svake mlaznice.

Ukoliko je količina tekućine u svakoj menzuri bila jednaka, to ujedno znači kako je i protok jednak na svakoj mlaznici te je testirani uređaj ispravan. Ukoliko to nije tako, potrebno je ponovno provjeriti tlakove, pumpu, ventile, crijeva za distribuciju te mlaznice u kojima je najčešće problem. Svim tim postupcima završava se pregled raspršivača te ukoliko je on zadovoljavajući na raspršivač se stavlja naljepnica kojom se potvrđuje njegova ispravnost. Ispravan uređaj može raditi sljedeće tri godine i tada mora ponovno na kontrolu.

## 12. ZAKLJUČAK

Današnja tehnika primjene pesticida u trajnim nasadima zasniva se gotovo isključivo na postupku raspršivanja pomoću zračne struje proizvedene ventilatorom raspršivača. Uvođenje te tehnike osobito je doprinijelo produktivnosti i kvaliteti rada. Sve moderne svjetske tehnologije zaštite bilja smanjuju norme sa 1000 na 200-300 l/ha. Preduvjeti za rad su, svakako, ispravan stroj, optimalna struja zraka, optimalna mlaznica, optimalni radni tlak, optimalna brzina rada, optimalno usmjerenje mlaznica. Ovisno o uzgojnom obliku, starosti, gustoći nasada, razvojnoj fazi nasada koriste se veće ili manje norme raspršivanja. Idealni vremenski uvjeti za obavljanje raspršivanja u trajnim nasadima kada se relativna vlažnost zraka nalazi u intervalu od 40 do 80 %, brzina vjetra manja od 3 m/s te temperatura zraka manja od 25 °C.

Sadašnjim se znanjem i razumijevanjem termina tehničkih sustava u zaštiti bilja može uvelike smanjiti zanošenje i očekivati održivi razvoj poljoprivrede sljedećim načinima: rukovatelj aplikacije mora pravilno rukovati sa raspršivačem, aplikaciju planirati kada su najpovoljniji vremenski uvjeti, proučiti obavijesti i upozorenja na pakiranju pesticida, odabrati najprihvatljiviju mlaznicu i radni tlak, koristiti aditive koji smanjuju zanošenje, osigurati potrebnu „logistiku“ prskanja (tako da se aplikacija obavi u što kraćem vremenskom razdoblju kada su uvjeti povoljni), aplikaciju obavljati samo onda kada to vremenski uvjeti dopuštaju.

Tijekom aplikacije moramo paziti na sljedeće: rukovoditelj raspršivača mora ostati pažljiv konstantno te, ako se vremenski uvjeti pogoršaju, prekinuti aplikaciju, održavati jednak radni tlak za vrijeme aplikacije, održavati konstantnu radnu brzinu, izbjegavati prskanje blizu vodotoka da se izbjegne zagađenje okoliša.

### 13. LITERATURA

1. Agrodijelovi: <https://www.agroparts.com/agroparts- documentarchive/displayfile/>
2. Bošnjaković, A. (1981): Mašine za zaštitu bilja. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
3. Bošnjaković, A. (1974): Mašine za zaštitu bilja. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
4. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž. (2010): Utjecaj radnog tlaka na površinsku raspodjelu tekućine ratarskih mlaznica. 45. hrvatski i 5 međunarodni simpozij agronoma: 1224-1229.
5. Celen, I. H., Durgut, M. R., Avci, G. G., & Kilic, E. (2009). Effect of air assistance on deposition distribution on spraying by tunnel - type electrostatic sprayer. African Journal of Agricultural Research, 4(12): 1392-1397.
6. Cross, J. V., Walklate, P. J., Murray, R. A., & Richardson, G. M. (2003). Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer. Crop protection, 25(2): 381-394.
7. De Moor, A., Langenakens, J., Vereecke, E. (2000): Image analysis of water sensitive paper as a tool for the valuation for spray distribution for orchard sprayers. Aspects of Applied Biology, 57: 329-341.
8. Fox, R.D., Brazee, R. D., Svensson, S. A., Reichard D. L. (1992): Air Jet Velocities from a Cross-flow Fan Sprayer, Transactions of the ASABE, 35(5): 1381-1384.
9. Godyn, A., Holownicki, R., Doruchowski, G., Swiechowski, W. (2008): Dual-fan Orchard Sprayer with Reversed Air-stream – Preliminary Trials. Agricultural Engineering International, Vol. 10.
10. Gospodarski list: <http://www.gospodarski.hr/Publication/2016/5/>
11. He, X., Zeng A., Liu, Y., Song, J. (2011): Precision orchard sprayer based on automatically infrared target detecting and electrostatic spraying techniques. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, (4): 1-35.
12. Landers, A., Farooq, M. (2004): Reducing Spray Drift from Orchards. Fruit Quarterly, Vol. 12.

13. Navarro-Sanchez, M.E, Hershkovitz, O., Rosental, B., Rosenberg, L.A. et al. (2009): NKp44 Receptor Mediates Interaction of the Envelope Glycoproteins from the West Nile and Dengue Viruses with NK Cells. *The Journal of Immunology*, 183(4): 2610-2621.
14. Marucco, P., Tamagnone, M., Balsari, P. (2008): Study of Air Velocity Adjustment to Maximise Spray Deposition in Peach Orchards. *Agricultural Engineering International, The CIGR Ejournal*, Manuscript ALNARP 08 009, Vol. 10.
15. McFadden-Smith, W. (2003): Evaluation of vineyard sprayer performance and environmental impact using image analysis and other techniques. Ministry of Agriculture and Food, Canada.
16. Mikulić, J. Primjena atomizera “Zupan DT 1000“ u voćarskoj proizvodnji. Završni rad. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci, 2016.
17. Miranda-Fuentes, A., Gamarra-Diezma, J. L., BlancoRoldán, G. L., Cuenca, A., Llorens, J., Rodríguez-Lizana, A. & Gil-Ribes, J. A. (2015): Testing the influence of the air flow rate on spray deposit, coverage and losses to the ground in a super-intensive olive orchard in southern Spain. *Supro Fruit 2015 - 13th Workshop on Spray Application in Fruit Growing*, Lindau, Germany.
18. M. Salyani S. D. Tumbo, , J. D. Whitney, T. A. Wheaton, W. M. Miller (2002): *Applied Engineering in Agriculture*, Vol. 18.
19. Ozkan, H.E., Derksen, R.C. (2004): Effectiveness of Turbo drop and Turbo Teejet Nozzles in Drift Reduction. Ohio State University Extension FactSheet, AEX-524-98, [ohioline.ag.ohio-state.edu](http://ohioline.ag.ohio-state.edu), USA.
20. Panneton, B., Lacasse, B., Thériault, R. (2005): 28 Penetration of spray in apple trees as a function of airspeed, airflow, and power for tower sprayers. *Canadian Biosystems Engineering*, (47): 2.13-2.20.
21. Pergher, G., Balsari, P., Cerruto, E., Vieri, M. (2002): The relationship between vertical spray patterns from air – assisted sprayers and foliar deposit in vine canopies. *Riv. di Ing. Agr.*, (1): 27 - 31.
22. 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.
23. Poje, T. (2019): Analiza strojeva za primjenu pesticida pregledanih u 2017. godini u Sloveniji. 47<sup>th</sup> symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering": 243-248.

24. Randall, J.M. (1971): The relationships between air, volume and pressure on spray distribution in fruit trees. *Journal of Agricultural Engineering Research*, (16): 1- 31.
25. Salyani, M., Sweeb, R.D., & Farooq, M., (2006): Comparison of string and ribbon samplers in orchard spray applications. *Transactions of the ASABE*, 49(6): 1705-1710.
26. Savjetodavna služba: <https://www.savjetodavna.hr/savijeti/19/639>
27. Tadić, V., Banaj, Đ., Banaj, Ž. (2009): Smanjenje zanošenja pesticida u funkciji zaštite okoliša. 2nd International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection: 148-156.
28. Tadić, V. Utjecaj tehničkih čimbenika raspršivanja na pokrivenost lisne površine u trajnim nasadima. Doktorska disertacija. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Poljoprivredni fakultet. Osijek, 2013.
29. Vieri, M., Guidi, S., Tiribilli, B. (1998): Spray Distribution Control in Orchard Sprayer: Tests on New Apparatus Equipped with a Laser Detector. International Conference „AgEng“: 816-817.
30. Vercruyse, F., Steurbaut, W., Drieghe, S., Dejonckheere, W. (1999.): Off target ground deposits from spraying a semi-dwarf orchard. *Crop Prot.*, (18): 565-570.
31. Williams, W., Gardisser, D., Wolf, R., Whitney, R. (1999): Field and Wind Tunnel Droplet Spectrum Data for the CP Nozzle, American Society of Agricultural Engineers/National Agricultural Aviation Association, Paper No. AA99-007, Reno, USA.
32. Zhu, H., Brazeel, R.D., Derksen, R.C., Fox, R.D., Krause, C.R., Ozkan, H.E., Losely, K. (2006): A specially designed air – assisted sprayer to improve spray penetration and air jet velocity distribution in sidedness nursery crops, *Transactions of the ASABE*, 49 (5): 1285-1294.