

# ISPITIVANJE RASPRŠIVAČA AGROMEHANIKA ENU 200 PRIMJENOM NORME HRN EN ISO 16122-3

---

Ivković, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2021

*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:151:263076>

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

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



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Ivković, absolvent

Diplomski studij Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo

Smjer Vinogradarstvo i vinarstvo

**ISPITIVANJE RASPRŠIVAČA AGROMEHANIKA ENU 200 PRIMJENOM  
NORME HRN EN ISO 16122-3**

**Diplomski rad**

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Ivan Ivković, absolvent

Diplomski studij Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo

Smjer Vinogradarstvo i vinarstvo

**ISPITIVANJE RASPRŠIVAČA AGROMEHANIKA ENU 200 PRIMJENOM  
NORME HRN EN ISO 16122-3**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

Osijek, 2021.

## Sadržaj:

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	2
3. MATERIJAL I METODA RADA .....	3
3.1. Internacionalna organizacija za standardizaciju (ISO).....	4
3.2. Europska norma HRN EN ISO 16122-3 .....	4
3.2.1. Zahtjevi koje mora udovoljiti tehnički sustav prema EN 16122-3.....	6
3.3. Raspršivači – orošivači.....	13
3.3.1. Činitelji kvalitete rada raspršivača.....	13
3.3.1.1. Veličina kapljica .....	14
3.3.1.2. Brzina zraka i smjer zračnog tijeka .....	14
3.3.1.3. Turbulentnost zračnog tijeka i obujam zraka .....	14
3.3.1.4. Odnosenje kapljica iz nasada ili drift.....	14
3.4. Podjela raspršivača.....	15
3.5. Raspršivač Agromehanika ENU 200 .....	18
4. REZULTATI ISPITIVANJA.....	21
4.1. Testiranje ispravnosti rada raspršivača .....	21
4.1.1. Mjerenje broja okretaja pogonskog vratila ( <i>PVT-a</i> ) .....	21
4.1.2. Ispitivanje kapaciteta crpke.....	22
4.1.3. Ispitivanje ispravnosti manometara.....	22
4.1.4. Ispitivanje vrijednosti tlaka (bar) na vijencu nosača mlaznica .....	23
4.1.5. Kontrola ispravnosti mlaznica .....	25
5. RASPRAVA .....	29
6. ZAKLJUČAK.....	30
7. POPIS LITERATURE.....	31
8. SAŽETAK .....	33
9. ABSTRACT .....	34
10. POPIS TABLICA.....	35
11. POPIS SLIKA .....	36

## 1. UVOD

Ministarstvo poljoprivrede RH početkom 2012. godine okuplja brojne znanstvene djelatnika i stručnjaka iz različitih dijelova poljoprivrede. Cilj Ministarstva je donošenje dokumenata koji će regulirati primjenu pesticida unutar svih dijelova poljoprivredne proizvodnje. Novim zakonom nastoji se potaknuti potrošače da prilikom kupnje prehrambenih proizvoda više brinu o njihovoj zdravstvenoj ispravnosti. Pravilnik je objavljen 19. prosinca 2012. godine u NN br. 142. pod nazivom: „Pravilnik o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe pesticida“. Ulaskom Republike Hrvatske u EU pravilnik se 24. siječnja 2014. godine nadograđuje na tadašnji zakon pod nazivom Zakon o održivoj uporabi pesticida. Ministarstvo je određenim znanstvenim djelatnicima, s obzirom na njihovu kompetenciju, odredio dio zadataka kojim će pripremiti izobrazbu rukovoditelja te drugih potencijalnih korisnika pesticida. Početkom primjene novog zakona u RH javlja se problem zbog uporabe pesticida s određenim aktivnim tvarima koje su prije donošenja novog zakona bile dopuštene. Novim zakonom uporaba tih određenih aktivnih tvari se zabranjuje. Nadalje, ministarstvo je angažiralo mjerodavne ljude s poljoprivrednih fakulteta iz Zagreba i iz Osijeka zbog potrebe stvaranja platforme za provedbu obaveznog testiranja tehničkih sustava za zaštitu bilja. Statistički podaci ukazuju na to da u RH postoji oko 60 000 tehničkih sustava kod kojih je potrebno provesti ispitivanje tehničke ispravnosti uređaja. Upravo je donošenjem ovog zakona osigurana pravna podloga za početak službenog testiranja tehničkih sustava u Hrvatskoj. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Zavod za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije postaje mjesto za obučavanje i ispitivanje tehničkih sustava. Time Fakultet dobiva rješenja i suglasnost za otvaranje dvije ispitne stanice 001-RH i 004-RH. Brojne edukacije te brojna testiranja tehničkih sustava za zaštitu bilja u ovome dijelu Slavonije provode se upravo u ispitnim stanicama 001-RH i 004-RH. Pomoću norme HRN EN ISO 16122-3 te primjenom nužnih zadataka za ispitivanje raspršivača nastojalo se saznati koji elementi sustava na raspršivaču udovoljavaju minimalne kriterije, i one koji tražene zahtjeve ne ispunjavaju. Pomoću znanstvene opreme ispitne stanice „001 RH“ obavljena je provjera ispravnosti navedenog raspršivača. Ukoliko testirani tehnički sustav udovolji minimalne zahtjeve kvalitete rada, stanica izdaje evidencijsku naljepnicu i uvodi tehnički sustav u računalni program za evidenciju provjerenih tehničkih sustava na području RH.

## 2. PREGLED LITERATURE

Početak testiranja bio je na dobrovoljnoj bazi na području Europske unije te dobiveni rezultati ukazali su da na određenim dijelovima sustava postoje djelomični kvarovi. Testiranja u Njemačkoj ukazala su na najvećem broju tehničkih sustava neispravnost izazvano utjecajem neispravnih mlaznica. Broj testiranih prskalica u početnom periodu iznosio je preko 70 000, a 19 % bilo je neispravno zbog istrošenosti mlaznica navode Reitz, S., Gamzlemeier, H., (1998.). U razdoblju od 1995. pa do 1998. godine u Belgiji bilo je testirano i provjereno oko 17 466 tehničkih sustava navodi Langenakens, J., Pieters, M., (1999.). Isto tako navodi da je neispravnih prskalica bilo oko 86 %, a najveći evidentirani problem bio je zbog neispravnih manometara i mlaznica. Na temelju Uredbe EC 1257/99 kao što navodi Balsari M., Vieri M., (1996.). U Italiji je provedeno samo jedan mali broj testiranja svega oko 4 %, odnosno oko 5 500 prskalica. Unutar Republike Hrvatske prošlog desetljeća, testiranja su se provodila na poljoprivrednim prskalicama, te je utvrđeno kako navodi Banaj, Đ., Duvnjak, V., (2000.), da je raspodjela tekućine vrlo loša. Prilikom utvrđivanja važnosti samih sustava tehničkih uređaja u zaštiti bilja s obzirom na utvrđene kvarove pripalo je izboru mlaznica. Mlaznice obavljaju najvažnije funkcije propuštanja zadane količine tekućine u jedinici vremena te tvore kapljice određene veličine i mlaz određenog oblika. Problem koji se javlja kod mlaznica je često začepljenje ili istrošenost zbog prekomjerne uporabe, pa ih je potrebno zamijeniti s novima kako navodi Banaj, Đ. i suradnici, (2010.). Kod uporabe tehničkih sustava na velikim površinama potrebno je osim redovitih kontrola ispitnih stanica obavljati svakodnevno održavanje istih, kako bi uređaji mogli obaviti što kvalitetniju površinsku raspodjelu škropiva bez zastoja. Osiguranje proizvodnje ekološki prihvatljive hrane, sigurnog okoliša i smanjenje troškova proizvodnje, mora se osigurati kontrolirana primjena pesticida kako navode Đukić, N. (2005.). Prema navodima Langenakens, J. (1999.) pravilna primjena je moguća samo sa strojevima koje zadovoljavaju minimalne kriterije kvalitete rada. Tijekom 2020. godine u RH testirano je oko 28 000 tehničkih sustava.

### 3. MATERIJAL I METODA RADA

U svrhu izrade diplomskog rada provedeno je istraživanje na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, Zavodu za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije. Ispitivanje je provedeno na raspršivaču Aromehnika ENU 200 primjenom norme HRN EN ISO 16122-3. Obavljenim tehničkim pregledom utvrđena je tehnička ispravnost raspršivača koji je uključen u hrvatski zakon kroz „Zakon o održivoj uporabi pesticida“ (NN 14/14). Navedenom normom nalaže se provjera broja okretaja pogonskog vratila, ispravnost manometra, protok mlaznica, kapacitet crpke te drugih dijelova raspršivača. Ispravnost ispitivanih dijelova raspršivača po normi HRN EN ISO 16122-3 vrlo je važna za kvalitetnu aplikaciju pesticida na biljke, stoga tome pridajemo veliku pažnju. Prije samog ispitivanja uređaja za aplikaciju (atomizera) isti mora biti temeljito opran izvana i iznutra. Spremnik je potrebno napuniti do dvije trećine sa čistom vodom, mlaznice moraju biti istih parametara i očišćene. Nadalje, prije samog testiranja raspršivača potrebno je provjeriti ispravnost svih mlaznica. Također zaštita priključnog vratila mora biti ispravno postavljena.



Slika 1. Redoviti pregled ispravnosti raspršivača  
(Izvor: Ivković I.)

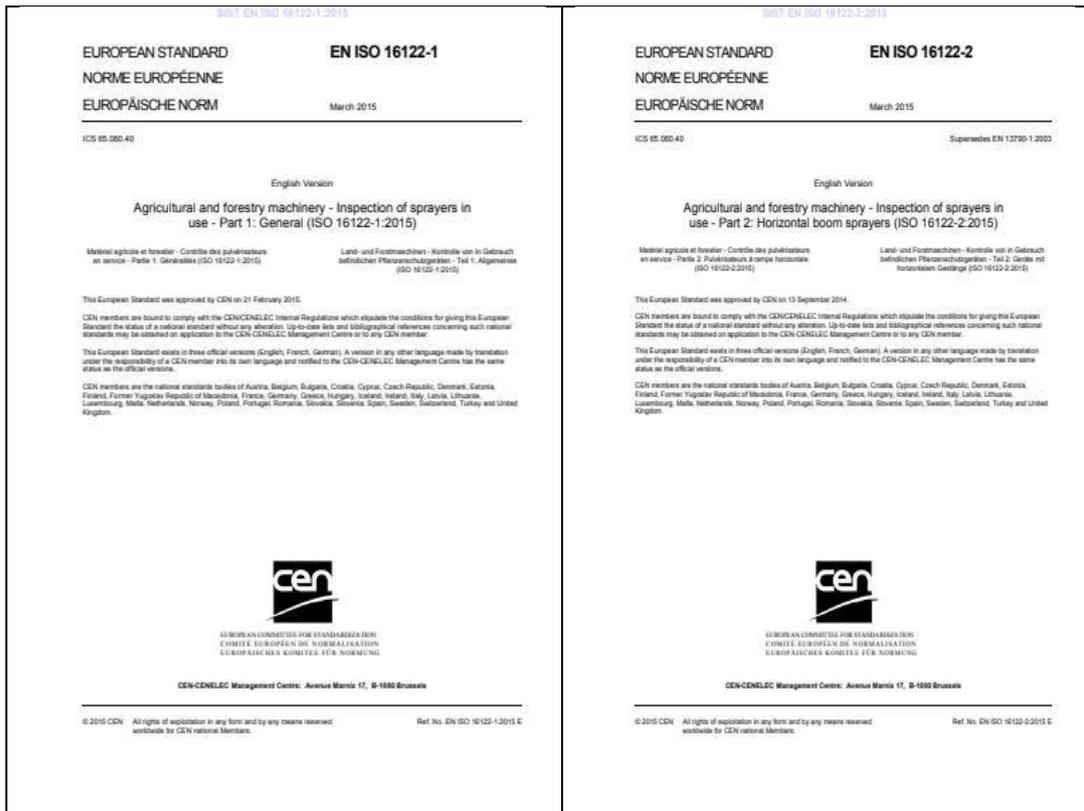
### **3.1. Internacionalna organizacija za standardizaciju (ISO)**

Međunarodna organizacija za standardizaciju – ISO (International Organisation for Standardization) predstavlja mrežu nacionalnih instituta u 162 zemlje. Prema tome ISO je najveća svjetska institucija za razvoj standarda. Osnovan 23. veljače 1947. godine u Ženevi. Naziv ISO odabran je iz grčke riječi „Isos“, što znači jednak. Zadatak ISO organizacije je pripremiti, prihvatiti i objaviti međunarodne standarde. ISO standardi imaju važnu ulogu u poljoprivredi odnosno u poljoprivrednoj mehanizaciji. Prioriteti ISO standarda ponajprije su zdravlje potrošača te kvaliteta hrane. Upravo normazacija omogućuje kvalitetnu provedbu ISO standarda te samim time i uspješno ostvarivanje prioriteta. Kako bi se normazacija kvalitetno provela ona ima svoju ulogu i ciljeve.

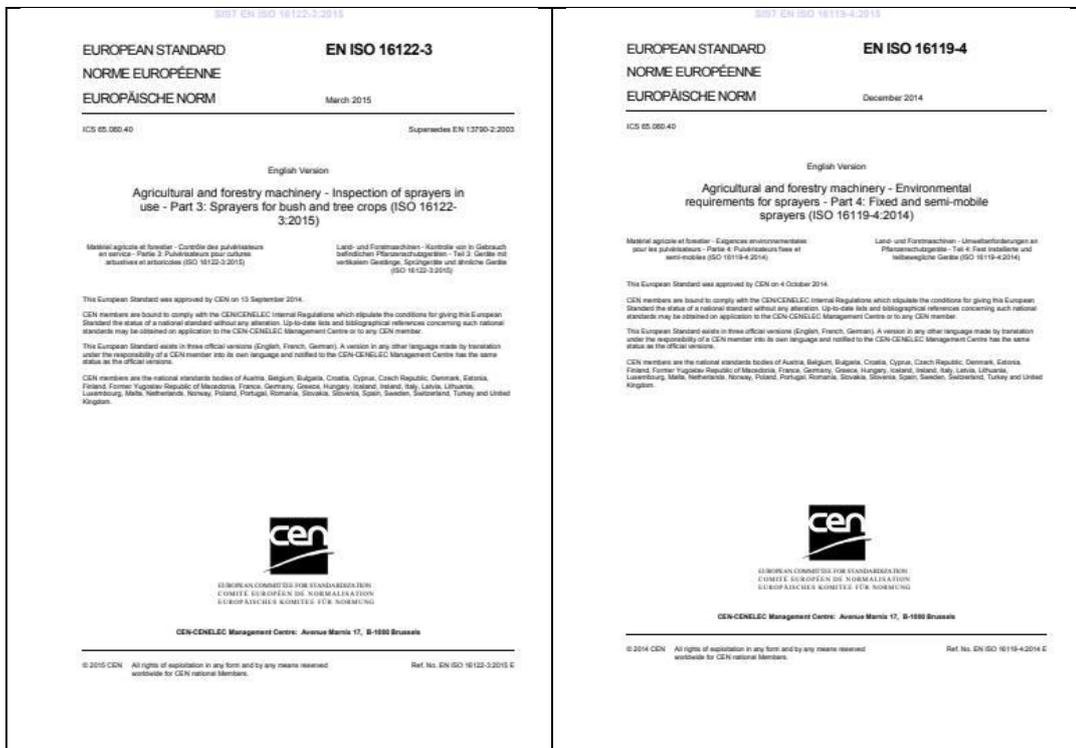
Uloga normazacije: daje najbolja tehnička i ekonomska rješenja za proizvode i postupke, određuje metode za ispitivanje kvalitete proizvoda, rješava tehničko-ekonomske probleme. Ciljevi normazacije: povećanje razine sigurnosti proizvoda i procesa, čuvanje zdravlja i života ljudi te zaštita okoliša, poboljšanje proizvodne učinkovitosti, ograničenje raznolikosti, osiguranje spojivosti i zamjenjivosti.

### **3.2. Europska norma HRN EN ISO 16122-3**

Norma je dokument koji je donesen konsenzusom i odobren od strane priznatoga tijela. Predstavlja opću i višekratnu uporabu, te daje pravila, upute ili značajke za djelatnosti ili njihove rezultate s ciljem postizanja najboljeg stupnja uređenosti u danome kontekstu. Prednost mu je relativno manji uloženi novac korisnika, koji uvodi u svijet višeg standarda. U našem slučaju to je standard EN 16122-3 vezan za ispravan rad tehničkih sustava u zaštiti bilja. Uređaji za primjenu pesticida koje koriste profesionalni korisnici podliježu redovitom pregledu. Novi uređaji za zaštitu bilja koji su kupljeni najkasnije 2013. godine u mjesecu siječnju, dobivaju naljepnicu o pregledu kod ovlaštene ispitne stanice bez obavljenog pregleda. To im vrijedi pet godina od datuma upisa u središnju bazu Ministarstva poljoprivrede, a kasnije podliježu redovitom pregledu najmanje jednom u tri godine, kao i svi ostali uređaji.



Slika 2. Europski standard EN ISO 16122-1 i EN ISO 16122-2  
(Izvor: Ivković I.)



Slika 3. EN Norma ISO 16122-3 i 16122-4  
(Izvor: Ivković I.)

### **3.2.1. Zahtjevi koje mora udovoljiti tehnički sustav prema EN 16122-3**

#### **Prijenos snage**

Zglobno vratilo je radni element koji vrši prijenos zakretnog momenta s izlaznog vratila traktora na gonjeno vratilo crpke prskalice. Kod prijenosa snage mora se voditi briga o sljedećem:

- zaštite zglobnog vratila i priključka vratila na strani oruđa (PIC) moraju biti prikladne i u besprijekornom stanju;
- pojedini dijelovi vratila, zglobovi i uređaji za osiguranje od razdvajanja ne smiju pokazivati prekomjernu istrošenost i moraju besprijekorno funkcionirati;
- funkcioniranje zaštitnih naprava mora biti dano u zaštitnim napravama i ne smije pokazivati klizanje, labavost, zaprljanost ili pukotine;
- uređaj za zadržavanje, koji smanjuje okretanje zaštite zglobnog vratila, mora biti ispravan i funkcionirati besprijekorno;
- provjera: kontrola gledanjem i ispitivanje funkcioniranja.

#### **Crpka**

Crpka ima namjenu dobiti određenu količinu zaštitnog sredstva iz spremnika, sve do mlaznice, pod propusnim tlakom. Najčešće izvedbe crpki su klipne i klipno-membranske. Volumni protok crpke mora biti podešen prema potrebi oruđa i mora ispuniti sljedeće zahtjeve:

- volumni protok crpke mora iznositi najmanje 90 % od količine koju je propisao proizvođač prskalice u navodu nazivnog volumnog protoka;
- volumni protok crpke mora biti odmjereno tako da zadovolji protok svih mlaznica najvećega protoka i kod, od proizvođača oruđa ili proizvođača mlaznica, najvišeg propisanoga tlaka postavljenog na cijelom zahvatu krila za prskanje.

Također, pri radu crpke moraju se ostvariti sljedeći zahtjevi:

- crpka ne smije imati vidljivo pulsiranje (provjera kontrolom gledanja i ispitivanje funkcioniranja);

- kada je na tlačnoj strani crpke predviđen ventil za zaštitu od previsokog tlaka, taj ventil mora funkcionirati besprijekorno;
- crpka mora brtviti, tj. na njoj se ne smiju pojavljivati kapi vode ili ulja.

## **Mješač**

Uređaj za miješanje zaštitnog sredstva je radni element stroja, koji svojim radom omogućuje kvalitetno i jednolično miješanje kemijskog sredstva i vode u spremniku. Kod nazivnog broja okretaja priključnog vratila, te do polovine napunjenog spremnika prskalice, mora se postići dobro vidljivo miješanje ukupnog sadržaja. Provjera se obavlja kontrolom gledanja.

## **Spremnik tekućine za prskanje**

Spremnik tekućine na prskalicama uglavnom se izrađuju od plastične mase. U zavisnosti da li je stroj vučeni ili nošeni, izrađuje se različitih zapremnina ( 500 – 3000 l ). Od spremnika se zahtijevaju sljedeći uvjeti:

- spremnik i zatvoreni otvori za punjenje moraju dobro brtviti (provjera se obavlja kontrolom gledanja),
- u otvoru za punjenje mora postojati sito (provjera se obavlja kontrolom gledanja),
- naprava za ispiranje, ako postoji, mora biti opremljena s rešetkom (provjera se obavlja kontrolom gledanja),
- mora se jamčiti izjednačavanje tlaka (uklanjanje prekomjernog ili nedostatnog tlaka u spremniku - provjera se obavlja kontrolom gledanja ),
- na spremniku mora postojati dobro čitljiv pokazivač napunjenosti, koji se može pročitati s vozačkog mjesta i s pozicije s koje se puni spremnik mora biti vidljiv,
- tekućina za prskanje mora se kod pražnjenja jednostavno, bez korištenja alata, sigurno i bez rasprskavanja moći ispustiti i pospremiti,
- uređaj za smanjenje povratnog toka tekućine za prskanje prema priključku za potrošnju mora, kada je predviđen, funkcionirati besprijekorno (provjera se obavlja kontrolom gledanja i ispitivanjem funkcioniranja),
- naprava za ispiranje, ako je predviđena, mora besprijekorno funkcionirati (provjera se obavlja ispitivanjem funkcioniranja),

- uređaj za ispiranje snopova crijeva od zaštitnog sredstva, ako je predviđen, mora besprijekorno funkcionirati.

### **Mjerne naprave i uređaji za reguliranje**

Ovi radni elementi stroja imaju zadatak, da uz određeni tlak i količinu tekućine izvrše zadanu dozu aplikacije zaštitnog sredstva po biljnim površinama koje se tretiraju.

Svi mjerno regulacijski uređaji na tehničkim sustavima u zaštiti bilja moraju ispunjavati sljedeće zahtjeve:

- sve dimenzije i uređaji za uključivanje i reguliranje tlaka i/ili volumnog protoka moraju besprijekorno funkcionirati i ne smiju pokazivati propuštanje tekućine (provjera se obavlja ispitivanjem funkcioniranja),
- postavljeni (montirani) dijelovi, koji se dohvaćaju za vrijeme postupka prskanja, moraju biti tako prikladni, da ih se tijekom postupka prskanja može lako dohvatiti i posluživati; odgovarajući podaci, npr. sa zaslona (*Display-a*) moraju biti čitljivi,
- sve mlaznice moraju se istovremeno moći uključiti i isključiti (provjera se obavlja kontrolom gledanja),
- skala tlakomjera (tlačnog manometra) mora biti razgovijetno čitljiva i prilagođena tlakovima koji se koriste (provjera se obavlja kontrolom gledanja),
- skala mora imati i pokazivati najmanje sljedeću raspodjelu po:
  - 0,2 bara za radne tlakove do 5 bara,
  - 1,0 bar za radne tlakove između 5 i 20 bara,
  - 2,0 bara za radne tlakove veće od 20 bara,
- tlakomjeri s analognim pokazivačem moraju imati kućište promjera najmanje 63 mm,
- točnost tlakomjera mora iznositi 0,2 bara za radne tlakove između 1 bar i 2 bara,
- kod radnih tlakova iznad 2 bara točnost pokazivanja mora iznositi najmanje 10% od stvarne vrijednosti; uređaj za pokazivanje na manometru mora biti stabilan i omogućavati očitavanje radnog tlaka;
- daljnji uređaji za mjerenje tijekom pogona, prije svega mjerачi protoka (za podešavanje količine izbacivanja) moraju raditi s odstupanjem najviše do 5% od stvarne vrijednosti.



Slika 4. Uređaj za mjerenje ispravnosti manometra Volos 2  
(Izvor: Ivković I.)

## Vodovi tekućine

Vodovi tekućine su radni elementi stroja i izrađuju se od gume, te kao takva izložena su najčešće agresivnom djelovanju. Omogućuju dotok zaštitnog sredstva od spremnika, preko regulatora, sve do mlaznica.

Od vodova tekućine se zahtijeva sljedeće:

- Crijeva moraju brtviti pri najvećem predviđenom tlaku u sistemu (provjera se obavlja kontrolom gledanja i ispitivanjem funkcioniranja),
- Crijeva moraju biti tako postavljena da nemaju pregiba, niti položaja, na kojima su moguća trošenja materijala.



Slika 5. Nepravilno postavljene vodove tekućine

(Izvor: Ivković I.)

### Pročistač

Pročistač je radni dio stroja koji obavlja pročišćavanje zaštitnog sredstva, kako ne bi došlo do začepjivanja crijeva i mlaznica pri radu i drugih mogućih kvarova. Od pročistača se zahtijeva sljedeće:

- u tlačnom vodu crpke mora biti postavljen najmanje jedan pročistač; kod istisne crpke mora biti postavljen pročistač i u usisnom vodu (provjera se obavlja kontrolom gledanja i ispitivanjem funkcioniranja),
- kada postoji uređaj za zatvaranje, a kada je spremnik napunjen do nazivnog volumena, čišćenje pročistača mora biti omogućeno, tako da se ne istače tekućina više nego li sadrži kućište pročistača i usisni vod,
- uložak pročistača mora biti zamjenjiv.



Slika 6. Nečistoće nakupljene u pročistaču

(Izvor: Ivković I.)

## Mlaznice

Mlaznice se izrađuju od mesinga, čelika, plastike, i keramike. Kvaliteta aplikacije pesticida u velikoj mjeri ovisi o tehničkoj ispravnosti svake pojedine mlaznice. Od vrste i tipa, ovise najvažnije karakteristike mlaznice, kao što su:

- kapacitet mlaznice,
- dezintegracija ili spektar kapljica,
- oblik mlaza,
- visina prskanja,
- radni tlak.

Sve mlaznice postavljene na krilo moraju (po oznaci tipa, veličini, materijalu i proizvođaču) biti identične, izuzevši mlaznice koje imaju posebnu funkciju. Kao na primjer mlaznice na kraju krila za prskanje rubnih traka. Svi ostali dijelovi ugrađeni na krilo (pročistač za mlaznice, uređaj za zaustavljanje kapanja) moraju biti jednake vrijednosti. Mlaznice ne smiju nakon isključivanja naknadno kapati. Pet sekundi nakon zajedničkog prekida lepeze prskanja ne smije više kapnuti niti jedna kapljica.

## Mjerenje volumnoga protoka

Volumni protok svake pojedine mlaznice istoga tipa ne smije odstupati više od 10 % od, po proizvođaču, navedenog volumnog protoka. Opadanje tlaka između mjernih mjesta na oruđu (spojevima crijeva na prskalici) prema kraju zahvata ne smije biti veće od 10 % od tlaka koji pokazuje manometar.



Slika 7. Mjerenje protoke crpke

*(Izvor: Ivković I.)*

### 3.3. Raspršivači – orošivači

#### 3.3.1. Činitelji kvalitete rada raspršivača

Raspršivači kao napredniji tehnički sustavi imaju ulogu očuvanja biljaka od štetnika i bolesti u suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji. Kako bi se dezintegrirala tekućina u manje volimene (kapljice, obujme), radi viskoznosti i površinske napetosti, neophodno je upotrijebiti dodatnu energiju. Upotrijebljenom energijom tekućina se prvo dezintegrira u tanke slojeve ili lamale, a nakon toga u manjem obujme ili kapljice. Od intenziteta, načina i vremena djelovanja vanjske sile ovisi i krajnja dezintegracija, tj. veličina kapljica, a samim time i kvaliteta raspršivanja. Veći dio kapljica tvori se već na izlasku iz mlaznice, a kasnije znatno manje, u vrijeme usitnjavanja primarnih kapljica izazvanih otporom zraka (Banaj i sur.,2013.).



Slika 8. Postupak dezintegracije tekućine

*(Izvor: Ivković I.)*

Kako navode Banaj i sur. (2013) na kvalitetu i količinu deponiranog biljnog preparata uvelike utječu: klimatske prilike, fizikalne osobine kapljica, karakteristike nasada te tehničke karakteristike načina aplikacije. Osnovna zadaća zračnog tijeka nije samo prijenos dezintegrirane, nego i polaganje na njih.

### **3.3.1.1. Veličina kapljica**

Neovisno o brzini zraka na prednju stranu lista odlože se veličine kapljica  $> 150 \mu\text{m}$ . Na zadnjoj strani, gdje se prihvaćaju kapljice manje od  $150 \mu\text{m}$ , utjecaj brzine itekako je značajan. Stupanj pokrivenosti površine povećava se porastom brzine gibanja zraka, što je moguće pojasniti samo porastom turbulentnosti. Kod primjene velikih kapljica, moguće je postići bolji učinak, pogotovo ako se zanemari gubitak slijevanjem i otjecanje, ali je on ipak usmjeren samo na prednju stranu listova.

### **3.3.1.2. Brzina zraka i smjer zračnog tijeka**

Za depoziciju sitnih kapljica neophodna je veća brzina zračnog strujanja. Ako dvostruki mlaz naiđe na prepreku, može je zaobići, formirajući turbulentni ili laminarni spoj. Male kapljice u laminarnom mlazu prate istjecanje i zaobiđu prepreku, dok se velike, zbog inercije i protoka, izdvoje i odlažu na objekt. U turbulentnom protoku okolnosti su za depoziciju malih kapljica povoljnije, jer je za njihovo odlaganje na listove vinove loze dovoljna minimalna brzina  $> 2$  do  $3 \text{ m/s}$ . Na kvalitetu i količinu depozicije utječe, također, smjer kojim zračni tijek ulazi u krošnju. Najslabije se odlaganje postiže kada je pravac protoka okomit na smjer vožnje raspršivača tj. okomit na redove stalnog nasada.

### **3.3.1.3. Turbulentnost zračnog tijeka i obujam zraka**

Kod protoka dvofaznog mlaza kroz krošnje u praksi nastaju uvijek turbulentni efekti, što pospješuje nanošenje sitnih kapljica, dok na velike nemaju značajnijeg utjecaja. Kako se turbulentnost povećava razmjerno prosječnoj brzini medija, naročito je važno u situacijama kada se radi sa malom količinom vode i malim kapljicama održanje turbulentnosti. Energija koju sadrži zračni tok – zračna masa, osim brzine također ovisi i o volumenu strujećeg zraka. Povećanim volumenom u krošnju se unosi više energije, pri čemu djelujemo na smanjenje opadanja brzine, povećavamo turbulentnost, pri čemu povećavamo nanošenje količine sredstva na listove.

### **3.3.1.4. Odošenje kapljica iz nasada ili drift**

Uslijed postupka zaštite biljaka često se javlja gubitak tekućine. U većini slučajeva tekućina se u postupku zaštite biljaka gubi iz dva načina. Jedan od načina gubitka tekućine je

da se kapljice talože na tlo iz razloga što su većeg promjera te uslijed svoje povećane mase padnu sa tretirane biljke. Drugi razlog gubitka tekućine je kada su kapljice promjera  $<100 \mu\text{m}$  te u tom slučaju dolazi do odnošenja iz nasada. Velika pažnja se pridodaje tome da se riješi problem odnošenja sitnih kapljica iz nasada. Aktivnosti i mjere kojima se smanjuje razina drifta su slične onima kojima se povećava kvaliteta i količina nanošenja zaštitnog sredstva na biljke, što ukazuje na njihovu međusobnu povezanost i ovisnost. Dužina gibanja kapljica direktno utječe na povećanje njihovog isparivanja te smanjuje brzinu kretanja. Postavljanjem mlaznica bliže biljkama, taj je učinak moguće smanjiti te, istovremeno, i popraviti vertikalno raspoređivanje tekućine.

### 3.4. Podjela raspršivača

Kako navodi Barčić (1995.) raspršivači se mogu razlikovati prema načinu nošenja, kapacitetu te izvedbi izlaznog otvora za škropivo i zrak. Raspršivači mogu biti:

- leđne izvedbe,
- traktorski nošeni,
- traktorski vučeni
- samookretni.



Slika 9. Leđni raspršivač

(Izvor: <https://www.agroopskrba-matej.hr/proizvod/atomizer-ledni-cifarelli-m1200>)

Leđni raspršivači najčešće se primjenjuju na manjim površinama u voćarstvu i vinogradarstvu. Pogodni su za primjenu u krajevima oskudnim s vodom, za pojedinačna stabla i u nasadima uskih redova radi ekonomske isplativosti. Leđni raspršivači imaju noseći okvir s ugrađenim opružnim amortizerima, pogonski motor, ventilator, spremnik za škropivo i lako usmjeravajuću savitljivu cijev sa širokim izlaznim otvorom. Traktorski raspršivači prema izvedbi pogona mogu biti s vlastitim motorom, s pogonom preko PVT-a, a ventilator vlastitim motorom. Sve navedene izvedbi traktorskog raspršivača mogu biti nošene i vučene. Traktorski nošeni raspršivač Traktorski nošeni raspršivači namijenjeni su za rad na većim plantažama. Opremljeni su spremnikom za škropivo zapremnine od 200 do 600 l i radijalnim, a rjeđe aksijalnim ventilatorom, i većim brojem različitih izvedbi uređaja za tretiranje. Suvremene izvedbe s tangencijalnim ventilatorima imaju mogućnost podešavanja 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<sup>-1</sup>. S mogućnošću ostvarenog tlaka od 20 do 60 bara. Kapacitet ugrađenog ventilatora je 20 000 do 50 000 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> zraka.



Slika 10. Traktorski nošeni raspršivač  
(Izvor: <https://www.facebook.com/AgroForma/posts/atomizeri-agp-agromehanikaagp/>)

Traktorski vučeni raspršivač zapremnine je spremnika najčešće od 1000 do 4000 l. 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 iznosi od 30 do 160 l min<sup>-1</sup>, a masa praznog raspršivača je od 1 200 kg pa na više. Kapacitet ventilatora je 30 000 do 90 000 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, a radna brzina koja se preporučuje je između 5 i 8 km h<sup>-1</sup>. Zahvat u radu moguć je širine od 2 do 16 m, i visine raga od 3 do 12 m. U našim krajevima najčešće se upotrebljavaju raspršivači s polukružnim vijencem s mogućnošću rada po sekcijama.



Slika 11. Vučeni traktorski raspršivač tvrtke Hardi  
(Izvor: <https://findri.hr/ponuda/hardi-centrifugalni-ventilator-vuceni/>)

Samokretni raspršivač se primjenjuje u vinogradarstvu, voćarstvu i šumarstvu. To je kombinacija osobnog vozila i raspršivača, gdje je prednji dio udobna kabina opremljena sa potrebnim uređajima i komandama. U sredini je smješten motor koji pokreće vozilo te crpku i ventilator raspršivača. Na stražnjem djelu se nalazi spremnik za škropivo, a iza njega ventilator s usmjerivačem struje zraka u obliku vijenca ili topa. Kapacitet spremnika raspršivača kreće se otprilike do 2000 l.



Slika 12. Samokretni atomizere ATOM 2000

(Izvor: <https://www.odigledolokomotive.rs/proizvod/samohodni-atomizeri-atom-2000/>)

### 3.5. Raspršivač Agromehanika ENU 200

Raspršivač AGP 200 nošeni je traktorski raspršivač koji dobiva pogon preko priključnog vratila traktora. Projektiran je za primjenu u voćnjacima i vinogradima te je prilagođen je za uporabu na manjim traktorima. Raspršivač je opremljen uskim polietilenskim spremnikom sa zaobljenim rubovima, glatkim unutrašnjim stjenkama i nagnutim dnom. Navedene karakteristike omogućavaju da je težište raspršivača što bliže traktoru, omogućeno je dobro miješanje zaštitnog sredstva te lagano čišćenje i potpuno pražnjenje spremnika. Glavni dijelovi raspršivača su: noseći okvir sa kemijski otpornim polietilenskim spremnikom i nalijevnim sitom, crpka, regulator tlaka i protok, usisni pročistač, tlačni pročistač, trosmjerni ventil, mlaznice za miješanje, ventilator sa visinskim usmjerivačem zrak i membranski nosač mlaznica sa keramičkim ulošcima. Nošeni raspršivač *Agromehanika ENU 200* (Slika 12.) opremljen je visinskim usmjerivačima zraka visine 150 cm i širine 11 cm. Promjer ventilatora iznosi 585 mm proporcionalno podesiv u pet stupnjeva. Protok zračne struje koju ovaj tip ventilatora može generirati je 12 000 m<sup>3</sup>/h kada su lopatice postavljene u položaj 1, a postavljanjem lopatica u položaj 5 protok zračne struje iznosi 32 000 m<sup>3</sup>/h.



Slika 13. Nošeni raspršivač Agromehanika ENU 200

(Izvor: Ivković I.)

Lopaticice ventilatora izrađene su od plastičnih polimera. Izlazna brzina zračne struje kreće se u rasponu od 10 do 35 m/s. Najveća dopuštena brzina okretaja ventilatora je  $1.800 \text{ min}^{-1}$ . Na raspršivaču su postavljena dva tipa mlaznica *TR 8002C* i *TR 8004C* proizvođača *Lechler*, koje su smještene na okomiti usmjerivač zraka. Raspršivač je opremljen s tri spremnika tekućine sukladno europskoj normi *EN 16122-3*, od kojih je glavni spremnik obujma 200 litara. Na raspršivač je instalirana klipno-membranska crpka proizvođača *Agromehanika* kapaciteta  $61 \text{ l min}^{-1}$  pri radnom tlaku od 3 bar. Brzina zračne struje podešava se promjenom položaja lopatica ventilatora. Neke tehničke odlike raspršivača AGP 200 EN prikazane su u sljedećoj tablici.

Tablica 1. Tehničke karakteristike raspršivača AGP 200 EN

Model atomizera	AGP 200 EN
Veličina spremnika tekućine	200
Tip crpke	BM65/30
Broj membrana	2
Protok crpke (l/min)	65
Promjer ventilatora	525
Količina zraka (m <sup>3</sup> /h)	12 000-32 000
Izlazna brzina zraka (m/s)	12-32
Brzina okretanja ventilatora	1 400-1 800
Nosač mlaznice	Dvostrani
Mlaznica-keramička	Lechler TR 80
Broj mlaznica	10
Tip regulatora	PR-1F/2+1
Dalinsko upravljanje	Uključena
Mješač u spremniku	Elektronski
Dozvoljeni broj okretaja (min <sup>-1</sup> )	540
Pogon preko PVT	DA
Dimenzija (cm)	96 x 114 x 130
Masa ( kg )	148

## 4. REZULTATI ISPITIVANJA

### 4.1. Testiranje ispravnosti rada raspršivača

Radi važnosti funkcioniranja strojeva u okviru zadanih eksploatacijskih kriterija, neophodno je obaviti tehnički pregled raspršivača prema europskoj normi *EN 13790* koji je uključen u hrvatsko zakonodavstvo kroz Zakon o održivoj uporabi pesticida (*NN 14/14.*). Navedena norma nalaže provjeru rada slijedećih dijelova raspršivača: broj okretaja pogonskog vratila, ispitivanje kapaciteta crpke, protok mlaznica, ispravnost manometra, prisustvo zaštite pogonskog vratila i drugih dijelova raspršivača.

#### 4.1.1. Mjerenje broja okretaja pogonskog vratila (*PVT-a*)

Provjera broja okretaja pogonskog vratila obavljena je optičkim ručnim mjerачem broja okretaja tvrtke *Kimo* model *CT 100 O* postavljanjem reflektirajuće podloge na pogonsko vratilo traktora. Broj okretaja pogonskog vratila izravno je povezan s kapacitetom crpke i tlakom u sustavu. Smanjena brzina broja okretaja pogonskog vratila uzrokuje pad kapaciteta crpke što uvjetuje nepravilno miješanja sredstva u spremniku tekućine.

U sljedećoj tablici prikazane su vrijednosti mjerenja broja okretaja vratila crpke.

Tablica 2. Vrijednosti mjerenja broja okretaja vratila crpke

Ponavljanje	Broj okretaja (o/min)	Ponavljanje	Broj okretaja (o/min)
1.	541	6.	542
2.	539	7.	544
3.	546	8.	543
4.	538	9.	542
5.	548	10.	545
$\bar{X}$		542,8	
$\sigma$		3,084	
<i>K.V.</i> (%)		0,56	

#### 4.1.2. Ispitivanje kapaciteta crpke

Prema Zakonu o održivoj uporabi pesticida dozvoljeno smanjenje kapaciteta crpke iznosi do 10 % s obzirom na nazivni volumni protok. Tehničke karakteristike crpke kao što su model, nazivni protok, maksimalan tlak i ostale vrijednosti očitane su s pločice proizvođača. Tehnička ispravnost ispitivana je elektromagnetskim mjeracem protoka tvrtke *Krohne* pri  $540 \text{ min}^{-1}$  *PVT*-a s radnim tlakom od 3 bar u deset ponavljanja.

Tablica 3. Vrijednosti maksimalnog kapaciteta crpke BM 65/30,

Ponavljanje	Ostvareni protok (l/min)	Ponavljanje	Ostvareni protok (l/min)
1.	59,2	6.	58,6
2.	58,3	7.	59,7
3.	58,4	8.	60,4
4.	59,1	9.	60,8
5.	58,7	10.	57,8
$Q_{\max} = 61,64 \text{ l/min}$			
$\bar{X}$		59,10	
$\sigma$		0,953	
<i>K.V.</i> (%)		5,21	

Dobivene vrijednosti mjerenja kapaciteta crpki pokazuju da je crpka *Agromehanika BM 65/30* maksimalnog protoka  $61,64 \text{ l/min}$  ostvarila prosječni protok tekućine od  $59,10 \text{ l/min}$ , dok je prosječan otklon iznosio  $4,13 \%$ .

#### 4.1.3. Ispitivanje ispravnosti manometara

Na komparatoru tlaka *Volos* nalazi se kontrolni manometar s klasom točnosti *Cl.* 0,6 i mjernim područjem do 25 bar. Na uređaj *Volos* postavlja se kontrolni manometar i manometar koji se ispituje. Prema navedenoj normi manometri ugrađeni na tehničke sustave u zaštiti bilja moraju biti minimalnog promjera 63 mm. Dozvoljeno odstupanje od propisane vrijednosti je  $\pm 0,2 \text{ bar}$  u ispitnom području od 0 do 2 bar. Za radne tlakove veće od 2 bar odstupanje može

iznositi do  $\pm 10\%$ . Mjerenje je obavljeno u 10 ponavljanja za svako mjerno područje (Tablica 4.).

Tablica 4. Vrijednosti testiranja manometra

Mjerno područje (bar)	Manometar Agromehanika Cl. 1,6 - 63 mm		
	$\bar{x}$ (bar)	$\sigma$	K.V. (%)
3	3,29	0,163	4,95
5	5,27	0,158	5,27
10	10,18	0,240	2,35
15	15,63	0,195	1,24
20	21,50	0,507	2,35

U Tablici 4. prikazane su vrijednosti ispitivanih manometra iz koje se uočava tehnička ispravnost ispitivanog manometara prema *EN 13790* (otklon  $< 10\%$ ).

#### 4.1.4. Ispitivanje vrijednosti tlaka (bar) na vijencu nosača mlaznica

Ispitivanje ostvarenih vrijednosti tlaka (bar) na vijencu nosača mlaznica ostvareno je pri radnom tlaku na od 3 bar upotrebom digitalnog manometra (Slika 14.) na koji je ugrađen nosač mlaznice. Na ovaj način mjerenje je obavljeno u vrijeme rada mlaznica te se može vrlo brzo ustanoviti pad tlaka, a samim time i protoke ( $l\ min^{-1}$ ) ovisno o položaju mlaznica na nosaču vijenca.



Slika 14. Kontrolni digitalni manometar s nosačem mlaznice

(Izvor: Ivković I.)

Dobiveni rezultati mjerenja prikazani su u sljedećim tablicama ovisno o strani vijenca nosača mlaznica. Strana vijenca određena je na uobičajni način da se tehnički sustav promatra sa zadnje strane.

Tablica 5. Ostvareni radni tlak na vijencu nosača mlaznica pri tlaku testiranja od 3 bar

Ostvareni radni tlak na lijevoj strani vijenca nosača mlaznica (bar)							
Broj mjerenja	Nosač mlaznica						
	1	2	3	4	5	6	7
1.	2.96	2.94	2.95	2.95	2.95	2.88	2.56
2.	2.85	2.97	2.95	2.98	2.97	2.87	2.98
3.	2.97	2.94	2.94	2.69	2.65	2.65	2.54
4.	2.98	2.89	2.65	2.85	2.78	2.98	2.87
5	2.99	2.98	2.98	2.85	2.87	2.78	2.96
$\bar{X}$	2.95	2.944	2.894	2.864	2.844	2.832	2.782
$\sigma$	0.057	0.035	0.137	0.113	0.132	0.124	0.216
K.V. (%)	1.93	1.19	4.74	3.96	4.64	4.38	7.76

Iz Tablice 5. vidljivo je da su mlaznice na lijevoj strani vijenca odnosno one bliže dovodnom crijevu od crpke ostvarile nešto veći radni tlak na mlaznicama. Najveća vrijednost zabilježena je kod mlaznice br. 1 od 2,95 bar, a najmanja vrijednost na sedmoj mlaznici i iznosila je 2,78 bar uz koeficijent varijacije od 7,76%.

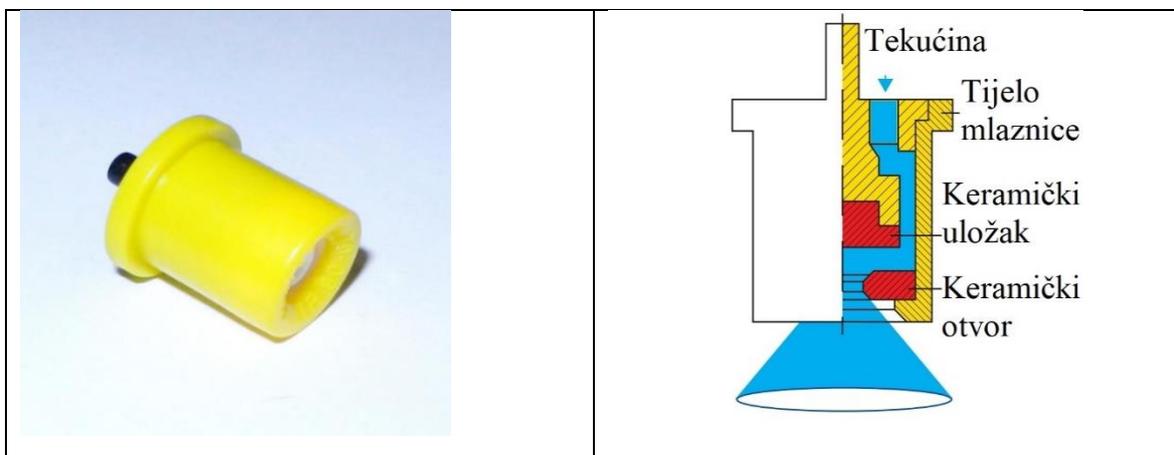
Tablica 6. Ostvareni radni tlak na vijencu nosača mlaznica pri tlaku testiranja od 3 bar

Ostvareni radni tlak na desnoj strani vijenca nosača mlaznica (bar)							
Broj mjerenja	Nosač mlaznica						
	1	2	3	4	5	6	7
1.	2.98	2.95	2.95	2.84	2.87	2.92	2.89
2.	2.99	2.97	2.96	2.96	2.84	2.89	2.65
3.	2.95	2.94	2.65	2.76	2.69	2.87	2.78
4.	2.93	2.96	2.87	2.93	2.58	2.67	2.87
5	2.99	2.97	2.94	2.56	2.96	2.68	2.64
$\bar{X}$	2.968	2.958	2.874	2.81	2.788	2.806	2.766
$\sigma$	0.027	0.013	0.130	0.160	0.152	0.121	0.118
K.V. (%)	0.90	0.44	4.53	5.71	5.44	4.31	4.27

U Tablici 6. može se vidjeti da su mlaznice na desnoj strani vijenca odnosno prve tri koje su bliže dovodnom crijevu od crpke, ostvarile veći radni tlak od 2,96 bar. Najmanja vrijednost utvrđena je na sedmoj (gornjoj-zadnjoj) mlaznici i iznosila je 2,76 bar.

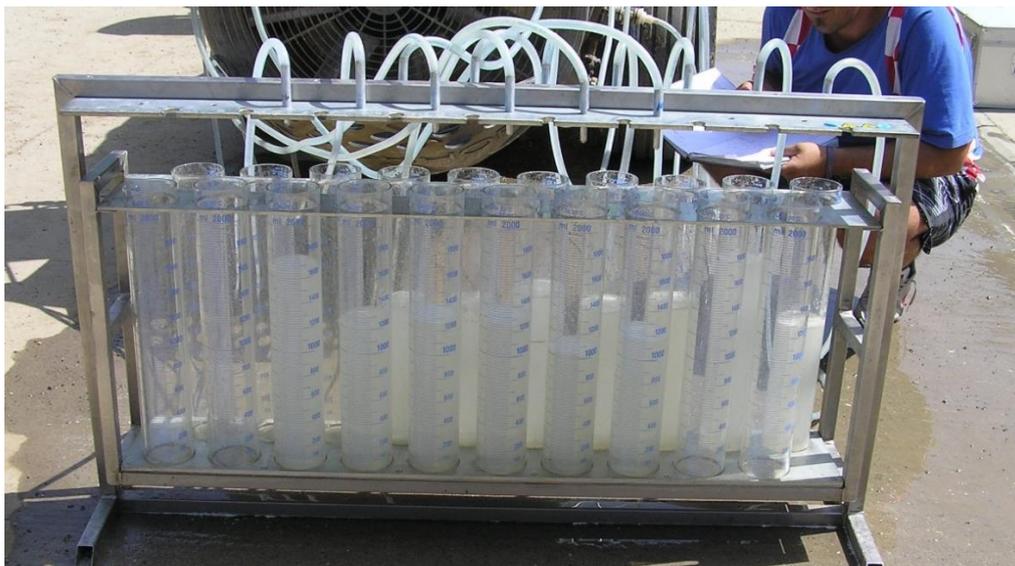
#### 4.1.5. Kontrola ispravnosti mlaznica

Mlaznice predstavljaju najveći problem pravilnog rada tehničkog sustava u zaštiti bilja. Vrlo je često da se izlazni otvor mlaznice brzo potroši, pa se povećava protok a imamo i pojavu da se mlaznice začepe uslijed lošeg pročišćavanja tekućine. Europski standard nalaže da treba zamijeniti svaku mlaznicu koja ima protok manji ili veći od 10 % s obzirom na tablične vrijednosti pri odgovarajućem radnom tlaku. U istraživanju je korišteno šest standardnih mlaznica šupljeg konusnog mlaza tvrtke Lechler TR 8002C žute boje i šest mlaznica Lechler TR 8004C crvene boje kodiranih prema ISO 10625 standardu. Provjera ispravnosti mlaznica obavljena je sustavom menzura pri radnom tlaku od 3 bar.



Slika 15. Mlaznica Lechler TR8002C

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



Slika 16. Mjerenje i očitavanje volumnog protoka mlaznica

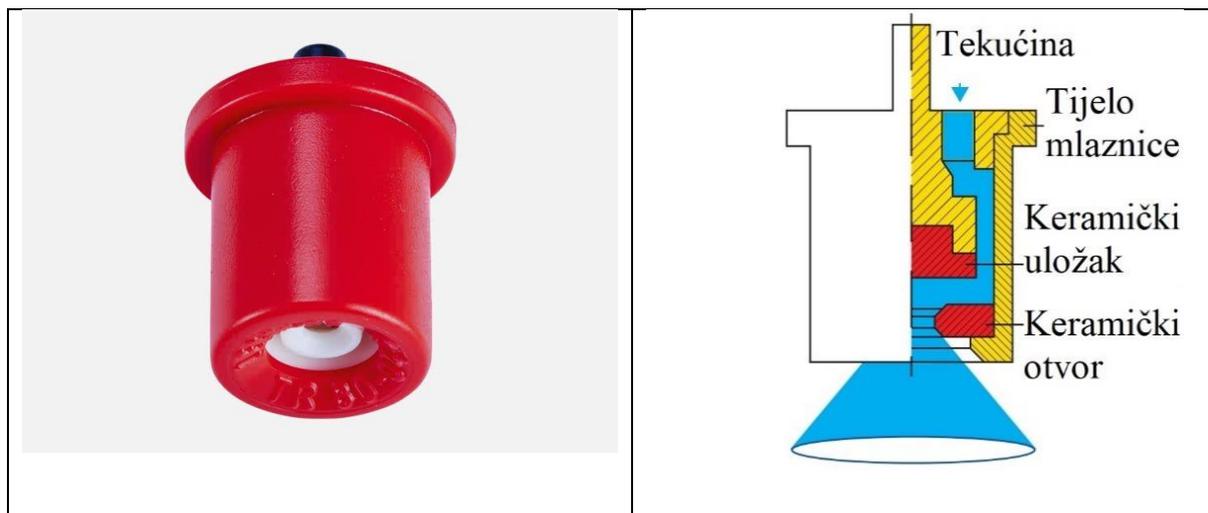
(Izvor: Ivković I.)

Tablica 7. Prikaz volumnog protoka za mlaznice Lechler TR 8002 kod radnog tlaka 3 bar

Lijeva strana raspršivača						
Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
0,81	0,83	0,88	0,81	0,85	0,79	0,82
Desna strana raspršivača						
Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
0,82	0,84	0,89	0,88	0,83	0,83	0,83

Tablična vrijednost protoke  $0,80 \text{ l min}^{-1}$ , dozvoljena vrijednost odstupanja  $\pm 10\%$  -  $0,72 \text{ l min}^{-1}$  do  $0,88 \text{ l min}^{-1}$

Mjerenjem volumnog protoka kod mlaznica Lechler TR 8002 utvrđena su veća odstupanja na desnoj strani od dozvoljenih  $\pm 10\%$  kod mlaznica na broju 3 i 4. Na lijevoj strani raspršivača pri radnom tlaku od 3 bar značajnija odstupanja zabilježena su kod mlaznica na broju 3, i 4.



Slika 17. Mlaznica Lechler TR8004C

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

Tablica 8. Prikaz volumnog protoka za mlaznice Lechler TR 8004 kod radnog tlaka 3 bar (tablična vrijednost protoke 1,60 l min<sup>-1</sup>)

Lijeva strana raspršivača						
Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1,79	1,62	1,88	1,71	1,50	1,88	1,61
Desna strana raspršivača						
Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica	Mlaznica
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1,84	1,68	1,34	1,63	1,79	1,63	1,81

Dozvoljena vrijednost odstupanja  $\pm 10\%$  - 1,44 l min<sup>-1</sup> do 1,76 l min<sup>-1</sup>

Provjerom ispravnost mlaznica Lechler TR 8004 (crvene boje) utvrđeno je da su mlaznice na lijevoj strani raspršivača pod brojevima 1, 3 i 6 neispravne te neudovoljavaju traženom kriteriju. Također na desnoj strani raspršivača mlaznica pod brojem 3 bila je začepljena, a mlaznice pod brojevima 1, 5 i 7 imale su veću protoku od + 10 % u odnosu na tabličnu vrijednost. Mlaznice s većim protokom zamjenjene su novima, a začepljena mlaznica je očišćena. Nakon ponovnog testiranja raspršivača, na lijevoj i desnoj strani kontrolirane mlaznice zadovoljile su traženi kriterij te je to saznanje unešeno u kompjuterski sustav u poseban obrazac. Skupni prikaz testiranja raspršivača AGP 200 EN upisuje se u obrazac (Slika 18) u kompjuterskom programu Ministarstva Poljoprivrede Republike Hrvatske te mu se temeljem zadovoljavanja traženih kriterija o kvaliteti rada dodjeljuje znak (Slika 19).



## 5. RASPRAVA

Cjelokupna zaštitu bilja fokusira se na održivo upravljanje. Potrošači poljoprivrednih proizvoda također imaju određena očekivanja glede pouzdanost te kvalitete proizvedene hrane. Kako bi se zadovoljile potrebe potrošača te kako bi se zadovoljila njihova očekivanja, opremu za zaštitu bilja potrebno je redovito pregledavati.

Redovita kontrola raspršivača vrši se kako bi mogli jamčiti:

- dovoljnu kontrolu štetnika/bolesti s minimalnim ulazom sredstava za zaštitu bilja u proizvod,
- smanjeni potencijalni rizik onečišćenja okoliša od sredstava za zaštitu bilja, a u ujedno i povećati ekonomičnost proizvodnje, te smanjiti troškove vezane za kupovinu sredstava za aplikaciju,
- sigurnost za rukovanje strojem,
- poboljšanje kvalitete poljoprivrednih proizvoda.

Prilikom testiranja raspršivača AGP 200 EN utvrđena su manja odstupanja od propisane norme *EN 16122-3*. Utvrđeno odstupanje od ranije navedene norme rezultat je velikih zahtjeva u proizvodnji kod stalnih poljoprivrednih nasada. Nakon zamjene neispravnih dijelova raspršivača, on zadovoljava kriterije ispravnosti tehničkih sustava u zaštiti bilja te može poslužiti kao primjer provođenja dobre poljoprivredne prakse.

Smanjenje grešaka pri zaštiti bilja te povećanje kvalitete zaštite djelatnici ispitne stanice 001 RH osigurali su otklanjanjem ranije navedenih nedostataka te zamjenom neispravnih dijelova. Navedenu kvalitetu zaštite očitujemo kroz nekoliko glavnih čimbenika:

- povećanje pokrivenosti tretirane površine sa ispravnim radom mlaznica,
- smanjenje količine potrebnih pesticida po jedinici tretirane površine,
- smanjenje troškova zaštite bilja,
- smanjenje dodatnog zagađenja ekosustava,
- povećanje konkurentnosti sa smanjenjem inputa u proizvodnji.

## 6. ZAKLJUČAK

Provedbom ispitivanja ispravnosti tehničkog sustava AGP 200 EN primjenom *EN 16122-3* zaključuje se sljedeće:

- norma *EN 16122-3* sastavni je dio europskih normi za provedbu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja te je potpunosti zamijenila normu *EN 13790 II*,
- provedena vizualna provjera utvrdila je da tehnički sustav posjeduje sve predviđene elemente pojedinih sustava, isto tako tijekom pregleda nisu zabilježena pojedinačna curenja provodnih crijeva na mjestima spajanja s drugim elementima,
- dopuštena odstupanja u odnosu na kontrolni manometar u granicama od  $\pm 10 \%$  otkrivena su provjerom ispravnosti manometra
- ispitivanjem volumnog protoka ugrađene crpke BM 65/30 pri 3 bar utvrđena je prosječna protoka od  $59,10 \text{ l min}^{-1}$  što je odstupanje unutar dozvoljenih  $\pm 10 \%$ , a maksimalna vrijednost protoke pri 0 bar iznosila je  $61,64 \text{ l min}^{-1}$ ,
- provjerom ispravnosti rada kod ugrađenih 14 mlaznica tvrtke Lechler TR 8002 (7 lijevo i 7 desno) utvrđena je neispravnost na ukupno 2 mlaznica odnosno  $14,28 \%$  od ispitivanih mlaznica,
- ispitivanjem mlaznica Lechler TR 8004 zabilježeno je ukupno 6 neispravnih ili  $42,85 \%$ ,
- zamjenom neispravnih mlaznica tehnički sustav zadovoljio je minimalne kriterije iz *EN 16122-3* te mu je ispitna stanica 001 RH Agrobiotehničkog Fakulteta Osijek izdala uvjerenje o ispravnosti te dodijelila znak koji je naljepljen na vidno mjesto glavnog spremnika škropiva.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Balsari, P., Vieri, M. (1996): Servizi di controllo e taratura delle irrotratrici, M&ma
2. Banaj, Đ., Duvnjak V. (2000.): Utvrđivanje promjene ugrađenog eksploatacijskog potencijala ratarskih prskalica. Zbornik sažetaka 16. Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma, str. 138, Opatija 22-25. veljače 2000.
3. Banaj, Đ., Duvnjak, V. (2000.): Utjecaj trošenja mlaznica na količinu protoka. Zbornik sažetaka 16. Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma, str. 137, Opatija 22-25. veljače 2000.
4. Banaj, Đ., Duvnjak, V., Petrač, B., Zmaić, K. (2002.): Contribution of field sprayer testing to safer and more effective spraying, EE&AE- International Scientific Conference, 04-06.04.2002, 210-220, Rousse, Bulgaria
5. Banaj, Đ., Šmrčković, P. (2003.): Upravljanje poljoprivrednom tehnikom, Udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
6. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Crnjac, D. (2009.): Širina mlaza i raspodjela tekućine kod tri nove mlaznice različitih proizvođača, 44. Croatian and 4rd International Symposium on Agriculture, Opatija.
7. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, T., Lukač, P. (2010.): Unapređenje tehnike aplikacije pesticida, Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
8. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Menđušić, I., Duvnjak, V. (2010.): Ispitivanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 897 – 901.
9. Busnovac, M., Banaj, Đ, Plaščak, I., Duvnjak, V. (2006.): “Ispitivanje kvalitete rada ratarskih prskalica”, Zbornik radova 41. Hrvatski i 1. Međunarodni znanstveni simpozij agronoma, 41<sup>st</sup> Croatian and 1<sup>st</sup> International symposium on agriculture, str. 243-244, veljača 2006, Opatija
10. Duvnjak, V., Banaj, Đ., Zimmer, R. and Jurišić, M. (2000.): Utjecaj fizikalnih svojstava kapljevine na dezintegraciju uporabom mlaznica s lepezastim spljoštenim mlazom. Strojarstvo 42 (1-2) 15-23, Zagreb15.
11. Langenakens, J.,Pieters M. (1999): Organization and Results of The Compulsory Inspection of Speayers in Belgium, 7th International Congress Of Agriculture, Adana-Turkey, 50-53.
12. Langenakens J.,Pieters M. (1999): Organization and Results of The Compulsory Inspection of Speayers in Belgium, 7th International Congress Of Agriculture, Adana-Turkey, 50-53.

13. Pravilnik EU o održivoj uporabi pesticida i testiranju tehničkih sustava u zaštiti bilja prema europskoj normi prEN 13790, Brno, (2010)
14. Rietz, S., Gamzlemeier, H. (1998): Inspection of plant protection equipment in Europe, AgEng, Oslo, 98-A-023.
15. Tadić, V., Banaj, Đ. (2008.): Održivi razvoj zaštite okoliša detektiranjem potrošenih mlaznica izrađenih od mesinga, „Zbornik radova Organizacija i tehnologija održavanja OTO 09. svibnja 2008, str. 7-13, Osijek
16. Barčić, J. (1995.): Priručnik za rad, prskalice i orošivači, Zadržna Štampa, Zagreb.

Internet izvori:

[http://pinova.hr/hr\\_HR/baza-znanja/vocarstvo/zastita-vocnjaka](http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/zastita-vocnjaka). 12.5.2021.

<http://www.mps.hr/default.aspx?ID=11783>. 13.5.2021.

<http://dpt.rs/centralna-laboratorija-za-kontrolu-tehnike-za-aplikaciju-pesticida-ltap/>. 15.5.2021.

<http://agro-elektronika.hr/images/mlaznice/rasprsivac.jpg>. 21.5.2021.

<https://www.tifone.com/atomizzatori-agricoli/linea-vento-axial/>26.5.2021.

<http://www.bestco.co.rs/agromehanika-atomizeri-noseni-agp200-500en-opis.html> 18.5.2021.

<https://hr.infoaboutlawyers.com/4305170-iso-is-what-is-it-international-organization-for-standardization> 24.5.2021.

## 8. SAŽETAK

Diplomski rad prikazuje rezultate primjenom norme HRN EN ISO 16122-3 kod provjere raspršivača Agromehanika ENU – 200. Rad detaljno opisuje uvjete koje mora zadovoljavati prethodno navedeni raspršivač. Kod tehničkog pregleda vršila se provjera prijenosa snage, crpke, mješača, spremnik tekućine za prskanje, pregledane su mjerne naprave te uređaji za reguliranje, isto tako pregledani su i vodovi tekućine, pročistač, mlaznice te je obavljeno mjerenje volumnog protoka tekućine. U zaključnom djelu rada istraživanje je dalo sljedeće rezultate: mjerenja kapaciteta crpki pokazuju da je crpka Agromehanika BM 65/30 ostvarila prosječni protok tekućine, isto tako navedena crpka istraživanjem ostvarila je i prosječan otklon. Ispitivanje ispravnosti manometra obavljeno je kontrolnim manometrom u 10 ponavljanja i zaključeno je da manometar zadovoljava uvjete tehničke ispravnosti prema normi 16122-3. Ispitivanjem vrijednosti tlaka (bar) na vijencu nosača mlaznica može se zaključiti da mlaznice s lijeve strane koje su bliže dovodnom crijevu crpke imaju nešto veći radni tlak isto tako utvrđeno da i mlaznice s desne strane koje su bliže dovodnom crijevu crpke također ostvaruju veći radni tlak. Kod ispitivanja mlaznica Lecher TR 8002 i Lecher TR 8004 utvrđena je neispravnost kod 4 mlaznice tvrtke Lecher TR 8002 te neispravnost na ukupno 7 mlaznica tvrtke Lecher TR 8004. Tri mlaznice bile su neispravne, jedna je bila začepljena, a tri su imale veći protok. Nakon zamjene neispravnih mlaznica tehnički sustav zadovoljio je minimalne kriterije iz EN 16122-3 te mu je ispitna stanica 001 RH Agrobiotehničkog Fakulteta Osijek izdala uvjerenje o ispravnosti te mu dodijelila znak koji je nalijepljen na vidno mjesto glavnog spremnika škropiva.

**Ključne riječi:** EN ISO 16122-3, atomizer, crpka, mlaznice, manometar

## 9. ABSTRACT

This master thesis represents the results with the use of the norm HRN EN ISO 16122 - 3 when checking the sprayer Agromehanika ENU – 200. It describes in detail the conditions that must be met by the previously mentioned sprayer. During the technical inspection, the transmission of power, pump, mixer, liquid tank was checked. Also, measuring devices and regulating devices were inspected as the fluid lines, purifier, nozzles. Volume of liquid tank flow was also measured. In the conclusion, the research was published in the following results: measuring the capacity of the pumps shows that Agromehanika BM 65/30 pump achieved an average fluid flow, also the mentioned pump achieved an average deviation. Testing the correctness of the manometer was performed with a control manometer in 10 repetitions and it was concluded that the manometer meets the requirements of technical correctness according to the norm 16122 – 3. By examining the pressure value on the nozzle carrier rim, it is concluded that the nozzles on the left side, that are closer to the pump supply hose, have a slightly higher operating pressure. When testing the Lecher TR 8002 and Lecher TR 8004 nozzles, error was found in 4 Lecher TR 8002 nozzles, and also an error was found in total of 7 Lecher 8004 nozzles. Three nozzles were defective, one was conceived and three nozzles had a higher flow. After replacing the defective nozzles, the technical system satisfied the minimum requirements from EN 16122 – 3 and the test station 001 RH of the Faculty of Agrobiotechnology in Osijek, issued it a certificate of correctness and granted it a badge that was pasted on a visible place on the main spray tank.

**Keywords:** EN ISO 16122-3, sprayer, pump, nozzles, manometer

## 10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Tehničke karakteristike raspršivača AGP 200 EN.....	20
Tablica 2. Vrijednosti mjerenja broja okretaja vratila crpke.....	21
Tablica 3. Vrijednosti maksimalnog kapaciteta crpke BM 65/30,.....	22
Tablica 4. Vrijednosti testiranja manometra .....	23
Tablica 5. Ostvareni radni tlak na vijencu nosača mlaznica pri tlaku testiranja od 3 bar .....	24
Tablica 6. Ostvareni radni tlak na vijencu nosača mlaznica pri tlaku testiranja od 3 bar .....	24
Tablica 7. Prikaz volumnog protoka za mlaznice Lechler TR 8002 kod radnog tlaka 3 bar ...	26
Tablica 8. Prikaz volumnog protoka za mlaznice Lechler TR 8004 kod radnog tlaka 3 bar (tablična vrijednost protoke $1,60 \text{ l min}^{-1}$ ).....	27

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Redoviti pregled ispravnosti raspršivača .....	3
Slika 2. Europski standard EN ISO 16122-1 i EN ISO 16122-2 .....	5
Slika 3. EN Norma ISO 16122-3 i 16122-4 .....	5
Slika 4. Uređaj za mjerenje ispravnosti manometra Volos 2 .....	9
Slika 5. Nepravilno postavljene vodove tekućine .....	10
Slika 6. Nečistoće nakupljene u pročistaču .....	11
Slika 7. Mjerenje protoke crpke .....	12
Slika 8. Postupak dezintegracije tekućine .....	13
Slika 9. Leđni raspršivač .....	15
Slika 10. Taktorski nošeni raspršivač .....	16
Slika 11. Vučeni traktorski raspršivač tvrtke Hardi .....	17
Slika 12. Samokretni atomizere ATOM 2000 .....	18
Slika 13. Nošeni raspršivač Agromehanika ENU 200 .....	19
Slika 14. Kontrolni digitalni manometar s nosačem mlaznice .....	23
Slika 15. Mlaznica Lechler TR8002C .....	25
Slika 16. Mjerenje i očitavanje volumnog protoka mlaznica .....	25
Slika 17. Mlaznica Lechler TR8004C .....	26
Slika 18. Obrazac službenog pregleda raspršivača u Republici Hrvatskoj .....	28
Slika 19. Naljepnica ispravnosti tehničkog sustava .....	28

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij, Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo; Vinogradarstvo i vinarstvo

### ISPITIVANJE RASPRŠIVAČA AGROMEHANIKA ENU 200 PRIMJENOM NORME HRN EN ISO 16122-3

Ivan Ivković

Sažetak: Diplomski rad prikazuje rezultate primjenom norme HRN EN ISO 16122-3 kod provjere raspršivača Agromehnika ENU – 200. Rad detaljno opisuje uvjeti koje mora zadovoljavati prethodno navedeni raspršivač. Kod tehničkog pregleda vršila se provjera prijenosa snage, crpke, mješača, spremnik tekućine za prskanje, pregledane su mjerne naprave te uređaji za reguliranje, isto tako pregledani su i vodovi tekućine, pročistač, mlaznice te je obavljeno mjerenje volumnog protoka tekućine. U zaključnom djelu rada istraživanje je dalo sljedeće rezultate: mjerenja kapaciteta crpki pokazuju da je crpka Agromehnika BM 65/30 ostvarila prosječni protok tekućine, isto tako navedena crpka istraživanjem ostvarila je i prosječan otklon. Ispitivanje ispravnosti manometra obavljeno je kontrolnim manometrom u 10 ponavljanja i zaključeno je da manometar zadovoljava uvjete tehničke ispravnosti prema normi 16122-3. Ispitivanjem vrijednosti tlaka (bar) na vijencu nosača mlaznica može se zaključiti da mlaznice s lijeve strane koje su bliže dovodnom crijevu crpke imaju nešto veći radni tlak isto tako utvrđeno da i mlaznice s desne strane koje su bliže dovodnom crijevu crpke također ostvaruju veći radni tlak. Kod ispitivanja mlaznica Lecher TR 8002 i Lecher TR 8004 utvrđena je neispravnost kod 4 mlaznice tvrtke Lecher TR 8002 te neispravnost na ukupno 7 mlaznica tvrtke Lecher TR 8004. Tri mlaznice bile su neispravne, jedna je bila začepljena, a tri su imale veći protok. Nakon zamjene neispravnih mlaznica tehnički sustav zadovoljio je minimalne kriterije iz EN 16122-3 te mu je ispitna stanica 001 RH Agrobiotehničkog Fakulteta Osijek izdala uvjerenje o ispravnosti te mu dodijelila znak koji je nalijepljen na vidno mjesto glavnog spremnika škropiva

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Đuro Banaj

Broj stranica: 34

Broj grafikona i slika: 19

Broj tablica: 8

Broj literaturnih navoda: 23

Broj priloga: 2

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: EN ISO 16122-3, atomizer, crpka, mlaznice, manometar

Datum obrane: 19. 7. 2021.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. doc. dr. sc. Vjekoslav Tadić, predsjednik

2. prof. dr. sc. Đuro Banaj, mentor

3. prof. dr. sc. Dražen Horvat, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja

Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Graduate thesis

Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek

University Graduate Studies, Fruit growing, viticulture and vine production; Viticulture and vine production

### TESTING THE AGROMEHANIKA ENU 200 ATOMIZER USING STANDARD HRN EN ISO 16122-3

Ivan Ivković

**Abstract:** This master thesis represents the results with the use of the norm HRN EN ISO 16122 - 3 when checking the sprayer Agromehanika ENU – 200. It describes in detail the conditions that must be met by the previously mentioned sprayer. During the technical inspection, the transmission of power, pump, mixer, liquid tank was checked. Also, measuring devices and regulating devices were inspected as the fluid lines, purifier, nozzles. Volume of liquid tank flow was also measured. In the conclusion, the research was published in the following results: measuring the capacity of the pumps shows that Agromehanika BM 65/30 pump achieved an average fluid flow, also the mentioned pump achieved an average deviation. Testing the correctness of the manometer was performed with a control manometer in 10 repetitions and it was concluded that the manometer meets the requirements of technical correctness according to the norm 16122 – 3. By examining the pressure value on the nozzle carrier rim, it is concluded that the nozzles on the left side, that are closer to the pump supply hose, have a slightly higher operating pressure. When testing the Lecher TR 8002 and Lecher TR 8004 nozzles, error was found in 4 Lecher TR 8002 nozzles, and also an error was found in total of 7 Lecher 8004 nozzles. Three nozzles were defective, one was conceived and three nozzles had a higher flow. After replacing the defective nozzles, the technical system satisfied the minimum requirements from EN 16122 – 3 and the test station 001 RH of the Faculty of Agrobiotechnology in Osijek, issued it a certificate of correctness and granted it a badge that was pasted on a visible place on the main spray tank.

Thesis performed at: Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek

Mentor: PhD Đuro Banaj, Full professor

Number of pages: 34

Number of figures: 19

Number of tables: 8

Number of references: 23

Number of appendices: 2

Original in: Croatian

Key words: EN ISO 16122-3, sprayer, pump, nozzles, manometer

Thesis defended on date: 19. 7. 2021.

Reviewers:

1. PhD Vjekoslav Tadić - president
2. PhD Đuro Banaj, Full professor - supervisor
3. PhD Dražen Horvat, Full professor – member

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