

Testiranje tehničkih sustava u zaštiti bilja na području Požeško-slavonske županije

Kovač, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:151:879422>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-30**



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

Mario Kovač

Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

TESTIRANJE TEHNIČKIH SUSTAVA U ZAŠTITI BILJA NA PODRUČJU
POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE

Diplomski rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mario Kovač

Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

**TESTIRANJE TEHNIČKIH SUSTAVA U ZAŠTITI BILJA NA PODRUČJU
POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

Osijek, 2022.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
3. MATERIJAL I METODE.....	4
3.1. PRSKALICE	4
3.1.1. Prijenos snage.....	4
3.1.2. Crpka	4
3.1.3. Mješač tekućine.....	4
3.1.4. Spremnik tekućine.....	4
3.1.5. Regulator tlaka	5
3.1.6. Provodne cijevi.....	5
3.1.7. Pročistač	5
3.1.8. Grane prskalice.....	6
3.1.9. Mlaznice	6
3.2. RASPRŠIVAČ	6
3.2.1. Crpka	7
3.2.2. Spremnik	8
3.2.3. Ventilator.....	8
3.2.4. Mlaznice	9
3.2.5. Usmjerivači vjetra	9
3.3. Zahtjevi koji se trebaju ispuniti prema normi EN 13790	9
3.3.1. Prijenos snage.....	9
3.3.2. Crpka	10
3.3.3. Volumni protok crpke	11
3.3.4. Mjerenje protoka crpke	12
3.3.5. Mješač tekućine.....	12
3.3.6. Spremnik za tekućinu	12
3.3.7. Mjerni uređaji, dijelovi za podešavanje i regulatori tlaka	13
3.3.8. Provjera ispravnosti manometra.....	15
3.3.9. Provodne cijevi.....	15
3.3.10. Pročistač	16
3.3.11. Grane prskalice.....	16
3.3.12. Mlaznice	18
3.3.13. Poprječna raspodjela tekućine	22
3.3.14. Mjerenje volumnoga protoka	23
4. REZULTATI.....	24

5.	RASPRAVA	35
6.	ZAKLJUČAK	36
7.	POPIS LITERATURE	37
8.	SAŽETAK.....	39
9.	SUMMARY	40
10.	POPIS TABLICA.....	41
11.	POPIS SLIKA	42

1. UVOD

Namjena prskalice je prvenstveno u zaštiti ratarskih površina i usjeva. Pravilna i uspješna aplikacija sredstava za zaštitu bilja te primjena vodotopivih gnojiva u folijarnoj gnojidbi ovisi o ispravnosti same prskalice odnosno njezinih radnih dijelova i vanjskim uvjetima za vrijeme korištenja ovog traktorskog agregata. Ispravna prskalice mora omogućiti prskanje pod određenim odnosno zadanim tlakom prskanja kako nebi došlo do nepotrebnog korištenja kemijskih sredstava i samim time zagađenje okoliša. Uporaba kemijskih sredstava u zaštiti usjeva doprinosi povećanju prinosa. Intenzivnom uporabom istih dovodi se u pitanje sigurnost rukovatelja pa i same okoline u kojoj se sredstva i koriste. Stoga dana 12. veljače 2014. godine na snagu je stupio zakon o održivoj uporabi pesticidima zbog postizanja standarda kakvoga je propisala Europska unija. Taj zakon sadrži odredbe koje su u suglasnosti sa *Direktivom 2009/128EZ* Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. godine (*SL L309,24.11.2009*) koji naglašava negativno utjecanje herbicida i pesticida na okoliš te zdravlje ljudi, te postizanje što kvalitetnije upotrebe kemijskih sredstava. Zakon je sastavljen on 37 članaka podijeljen u 13 poglavlja. Poglavlje 6 odnosi se na prskalice. U prvom dijelu poglavlja definirani su zahtjevi za proizvođače novih strojeva, dok se drugi dio zakona odnosi na testiranje strojeva koji su u uporabi. Prskalice i atomizeri koji su kupljeni nakon 1. siječnja 2013. godine dobivaju znak bez testiranja jer su već ranije bili podloženi ispitivanju ispravnosti nakon same proizvodnje.

Testiranje strojeva za zaštitu bilja koji su u uporabi prije 1. siječnja 2013. godine obavlja se prema Europskoj normi *EN 13790* koja je na snazi od 2003. godine. Norma je podijeljena na *EN 13790-1* koja se odnosi na ratarske prskalice i *EN 13790-2* za atomizere. Norme sadrže skup pravila i smjernica za utvrđivanje ispravnosti te način na koji se provodi ispitivanje pojedinih dijelova prskalice i atomizera.

2. PREGLED LITERATURE

Krajem devedesetih godina prošlog stoljeća u Europskoj uniji započela su ispitivanja tehničkih sustava u zaštiti bilja. Nakon provedbe ispitivanja utvrđeno je koji su dijelovi prskalice najpodložniji kvarovima. U Njemačkoj testiranja su pokazala da je najveći broj neispravnih prskalica uzrokovan neispravnim mlaznicama. Od preko 70000 testiranih prskalica, kod 19 % utvrđene su neispravne mlaznice (Reitz i Gamzlemeier, 1998). U Belgiji u razdoblju od 1995. do 1998. godine testirano je 17 466 prskalica od kojih 86 % je bilo neispravno zbog neispravnih manometara i mlaznica (Langenakens i Pieters, 1999). U upotrebi je oko 24 500 prskalica (21 000 ratarskih prskalica i 3 500 raspršivača). Tijekom dobrovoljne faze samo je 24 % pregledanih prskalica bilo u besprijekornom stanju, oko 50 % je imalo jednu ili dvije značajne greške, a oko 25 % testiranih prskalica trebalo je zamijeniti novom opremom. Od provedbe obvezne inspekcije rezultati su potpuno obrnuti. Trenutno je odbijeno manje od 15 % prskalica (Huyghebaert i sur., 2004.).

U Italiji još uvijek ne postoji nacionalni zakon koji propisuje pregled, podešavanje i kontrolu ratarskih prskalica. Samo su u nekim talijanskim regijama izdane smjernice od strane lokalnih uprava. U većini slučajeva inspekcija je obvezna samo za prskalice iz gospodarstava koja sudjeluju u projektu ruralnog razvoja na temelju Uredbe EC 1257/99 (Balsari M., Vieri M., 1996.).

Procijenjeni broj vučenih, samohodnih i nošenih prskalica koje se koriste u Švedskoj kreće se između 12 000 i 22 000, s najnovijom procjenom od 19 000. To također uključuje oko 250 raspršivača. Tijekom prvih 11 godina dobrovoljnog, subvencioniranog testiranja izvedeno je približno 19 000 testova. To čini učestalost ispitivanja oko 9 % godišnje. Neki od strojeva također su testirani više puta tijekom tog razdoblja. U istraživanju iz 1998. godine zaključeno je da je 34 % strojeva testirano svake godine ili dvije. Ove se brojke mogu dovesti u pitanje jer nisu iste, ali zaključujemo da je učestalost ispitivanja niska (Sandström i Wahlander, 2004.).

Ozbiljnija testiranja tehničkih sustava u Republici Hrvatskoj krenula su krajem prošlog desetljeća i već onda su zabilježeni loši rezultati površinske raspodjele tekućine pri radu ratarskih prskalica (Banaj, Đ., Duvnjak, V., 2000.).

Najvažniji čimbenik cjelokupnog stroja za zaštitu bilja predstavlja mlaznica. Ona obavlja najvažnije funkcije propuštanja zadane količine tekućine u jedinici vremena, raspršuje tekućinu tvoreći kapljice odgovarajućih veličina, te formira mlaz odgovarajućeg oblika. Veliki problem stvaraju potrošene i začepljene mlaznice, koje ostvaruju veći ili manji protok pa je potrebno da se neispravna mlaznica zamijeni (Banaj, Đ. i suradnici, 2010.).

Autori Banaj Đ. i sur. (2015) navode da, nakon prvog službenog testiranja strojeva za zaštitu bilja u Republici Hrvatskoj propisanog normom EN 13790, je evidentirano prilično loše stanje koje je posljedica prisutnosti tehnološki i eksploatacijski zastarjelih strojeva, te strojeva u zatečenom stanju, koji u stvarnosti ne mogu zadovoljavajuće obavljati zaštitu bilja. Od ukupnog broja testiranih strojeva, 75,40 % zadovoljava standarde s obzirom na kapacitet crpke; 54,00 % s obzirom na ispravnost manometra i 69,20 % s obzirom na površinsku raspodjelu tekućine.

Autori Tadić V. i sur. (2017.) navode da primjenom Zakona i tehničkog pregleda strojeva za zaštitu bilja podiže se svijest poljoprivrednika o važnosti svih tehničkih čimbenika zaštite bilja kroz sustav čovjek-stroj-biljka. Da bi stroj ostao u izvornim parametrima funkcioniranja neophodno je mijenjati potrošne dijelove koji će osigurati tehničku ispravnost, prvenstveno mlaznice, koje su izvršni i najvažniji čimbenik funkcioniranja cjelokupnog sustava.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. PRSKALICE

Prskalica se koristi za kemijsku zaštitu te folijarnu prihranu poljoprivrednih kultura. Konstrukcija omogućuje lagan pristup do svih dijelova prskalice i jednostavno rukovanje. Robusna konstrukcija, kvalitetni sastavni elementi i dodatna oprema omogućuju osobi koja upotrebljava stroj pouzdan i kvalitetan rad. Odlike prskalice su jednostavno rukovanje i kvalitetna zaštita poljoprivrednih kultura u kratkom vremenu.

3.1.1. Prijenos snage

Traktorska prskalica dobiva pogon od vratila traktora, da bi došlo do prijenosa snage potrebno je spojiti priključno vratilo na traktor i prskalicu (na crpku prskalice) da bi se omogućio aksijalni prijenos energije i zakretnog momenta koji je potreban za rad prskalice. Potreban broj okretaja vratila traktora treba iznositi 540o/min.

3.1.2. Crpka

Dobiva pogon od priključnog vratila traktora. Crpka ima zadatak da osigura dovoljan protok škropiva kroz provodne cijevi da bi se zadovoljio tlak koji je potreban za prskanje. Na traktorske prskalice se najčešće ugrađuju klipno membranske crpke zbog pouzdanosti i jednostavnog održavanja.

3.1.3. Mješač tekućine

Ovaj uređaj se nalazi unutar spremnika te svojim radom mora omogućiti jednolično i kvalitetno miješanje škropiva u spremniku. Pri nazivnom broju okretaja mješač tekućine izaziva vidljivu pojavu mješanja u spremniku prskalice, što upućuje na to da uređaj radi ispravno.

3.1.4. Spremnik tekućine

Spremnik je izrađen od kemijski otpornog polietilena zaobljenih rubova te glatke unutarnje i vanjske površine jer to omogućuje učinkovito čišćenje. Dno spremnika je nagnuto jer to omogućuje potpuno pražnjenje. Na gornjoj strani spremnika nalazi se cijedilo sa

poklopcem. Na prednjoj strani spremnika ugravirana je litarska skala radi lakšeg očitavanja količine tekućine. U ovisnosti o izvedbi nošene ili vučene prskalice je i veličina spremnika te ona iznosi od 300 do 1800l za nošene izvedbe, te za vučene prskalice moguće su veličine spremnika od 2000 pa čak i do 10 000l. Postoje i spremnici za tekućinu koji se priključuju na prednju hidrauliku traktora te se na taj način povećava volumen škropiva u jednom punjenju. Mogu sadržavati do 1500l zapremine.

3.1.5. Regulator tlaka

Regulator tlaka predstavlja posebnu vrstu ventila. On omogućuje reguliranje radnog tlaka i pomoću njega određujemo količinu tekućine po hektaru. Ispravnost regulatora provjeravamo u radu sa čistom vodom. Glavni ventil, kao i ventil za svaku sekciju moraju dobro brtviti da ne bi dolazilo do gubljenja tlaka. Ako zatvaranjem ventila ne uočimo kapanje tekućine onda nam regulator tlaka ispravno pokazuje tlak.

3.1.6. Provodne cijevi

Provodne cijevi imaju zadatak omogućiti protok tekućine iz glavnog spremnika preko pročistača tekućine pa sve do mlaznica. Moraju biti postavljene na način:

- da ne dolazi do pregiba
- da su učvršćene na način da ne može doći do abrazivnog djelovanja između grana prskalice i spremnika jer može doći do oštećenja koja će prouzročiti kapanje tekućine
- da zadovolje brtvljenje i pri najvećem mogućem tlaku prskalice

3.1.7. Pročistač

Pročistač je uređaj koji obavlja pročišćavanje tekućine od sitnih nečistoća koje mogu prouzročiti začešljenje mlaznice. Svojom konstrukcijom je napravljen da u sebi sadrži uložak pročistača koji ne dozvoljava prolazak nečistoća koje su promjera veće od veličine mlaznice.

3.1.8. Grane prskalice

Krila prskalice se izrađuju od čelika kvadratnog oblika, šupljeg profila. Na njima se nalaze nosači mlaznica i mlaznice. Krila bi prilikom rada trebala biti stabilna u svim pravcima i sa lijeva i desna, te obje strane moraju biti jednake dužine, razmaci između mlaznica trebaju biti jednaki (50 cm). Krila imaju ugrađen mehanizam koji ih štiti od loma prilikom nailaženja na prepreku, te ih vraća u prvobitan položaj. Prilikom transporta krila se moraju dobro učvrstiti da nebi dolazilo do otvaranja. Razmak između donjih rubova mlaznice i tla ne smije varirati od 10 cm ili 1% od polovine radnog zahvata prskalice. Uređaji za podešavanje visine te za plivajući položaj i izjednačavanje nagiba moraju funkcionirati besprijekorno.

3.1.9. Mlaznice

Mlaznice su radni element svih oblika prskalice i preko njihovog mlaza, realizira se cjelokupna tehnička ispravnost prskalice. Kod svakog prskanja mlaznice moraju osigurati:

- jednoliku poprečnu raspodjelu tekućine
- rad sa što manjim gubicima zbog zanošenja
- stvaranje kapljica određenog srednjeg volumnog promjera
- što duže održavati tehničku ispravnost

O najvažnijim karakteristikama ovisi vrsta i tip mlaznice, a one su:

- kapacitet mlaznice – l/min
- dezintegracija odnosno spektar kapljica
- radni tlak – bar
- radni kut (°) i visina objekta prskanja – cm

3.2. RASPRŠIVAČ

Raspršivači (slika 1.) su podijeljeni na nošene i vučene raspršivače. Nošeni tip raspršivača je standardni tip raspršivača dok se za veće površine najčešće koriste vučeni raspršivači koji omogućuju traktorima iznad 35kW rad i u brdovitom terenu. Za razliku od nošenih traktorskih prskalice raspršivači imaju dodatan ventilator koji omogućuje dodatno rezintegriranje kapljice na veličinu od 50 – 150 μm , te imaju nošeni mlaz dok prskalice

imaju izbačeni mlaz. Strujanje vjetra se ostvaruje ventilatorima koji mogu biti: radijalni, aksijalni i vertikalni.



Slika 1. Raspršivač - ZUPAN VCRA

Izvor: <http://www.pavin.hr/proizvod/atomizer-zupan-vcra/>

Prednosti raspršivača su u tome što:

- koriste manje vode
- manja masa agregata
- manje sabijanje tla
- zračna struja omogućava veći domet i bolje pokrivanje površine lista i naličja

Nedostaci raspršivača su:

- zanošenje čestica
- složenije održavanje
- teže rukovanje

3.2.1. Crpka

Dobiva pogon od priključnog vratila traktora. Crpka ima zadatak da osigura dovoljan protok škropiva kroz provodne cijevi da bi se zadovoljio tlak koji je potreban za prskanje.

Slika 2. Prikazuje crpku raspršivača tvrtke Agromehanika.



Slika 2. Crpka raspršivača Agromehanika BM65/40P

Izvor: <https://www.agro-modus.hr/proizvodi/agromehanika-pumpa-prskalice-bm-65-30/>

3.2.2. Spremnik

Najčešće se izrađuje od kemijski otpornog polietilena ili plastičnih polimera. Spremnici su kapaciteta 300-600l kod nošenih atomizera i vertikalne izvedbe, a kod vučenih najčešće 600-1500l aksijalne izvedbe.

3.2.3. Ventilator

Strujanje vjetra se ostvaruje ventilatorima koji mogu biti:

- Radijalni – zrak ulazi u smjer osovine, a izbacuje se pod određenim kutom
- Aksijalni – s jedne strane uvlači se zrak, a s druge se izbacuje
- Vertikalni – s jedne strane uvlači se zrak, a s druge se izbacuje.

Korisni učinak aksijalnog ventilatora je 60 – 85 %, a radijalnog 40 – 60 %. Aksijalni ventilatori imaju manju početnu brzinu od radijalnog, koriste veliku masu zraka, imaju daleko veći domet, potrebna im je manja snaga, a radi male početne brzine potrebno je dodatno tlakom tekućine dezintegrirati mlaz. Vertikalni ventilator ima lopatice i pod kutom uzima i izbacuje zrak (Medved I. 2020.).

3.2.4. Mlaznice

Mlaznice raspršivača (slika 3.) otporne na začepljenja zbog svoga okruglog dizajna otvora. Ove mlaznice su keramičke izrade te osiguravaju fine kapljice da bi se ostvarila visoka pokrivenost lisne mase, te imaju osigurač koji ih osigurava od ispadanja.



Slika 3. Mlaznice raspršivača

Izvor:<https://www.agro-modus.hr/proizvodi/prskalice/dizne/dizna-keramicka-tr-80-02-03-04/>

3.2.5. Usmjerivači vjetra

Služe za usmjeravanje zračne struje kako bi kapljice bile nošene prema listu. Postavljeni su bočno na zadnjoj strani raspršivača, te su najčešće izrađeni od lima ili plastičnih legura.

3.3. Zahtjevi koji se trebaju ispuniti prema normi EN 13790

3.3.1. Prijenos snage

Priključno vratilo traktora je element koji se koristi za prijenos snage i zakretnog momenta s izlaznog vratila na pogonskom agregatu odnosno traktoru, na gonjeno vratilo crpke koja se nalazi na prskalici odnosno na raspršivaču (slika 4). Priključno vratilo bi trebalo udovoljiti slijedećim kriterijima:

- zaštita priključnog vratila traktora i priključka vratila na strani uređaja moraju biti odgovarajuće i u odličnom stanju
- dijelovi vratila, zglobovi i sigurnosni dijelovi protiv razdvajanja ne smiju pokazivati visoku istrošenost i moraju funkcionirati besprijekorno

- 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

Metoda ispitivanja: vizualni pregled i provjera funkcionalnosti u radu



Slika 4. Priključno vratilo sa zaštitom

Izvor: Kovač, M.

3.3.2. Crpka

Crpka je radni organ prskalice koji ima zadatak proizvesti dovoljnu količinu tlaka koji će omogućiti razbijanje tekućine u sitne kapljice prilikom njenog prolaska kroz mlaznice i osigurati distribuciju kapljica na tretiranu površinu (slika 2). Tlak koji proizvodi crpka ovisiti će o tipu crpke i o namjeni prskalice. Kapacitet crpke mora biti takav da može osigurati potrebnu količinu tekućine prema svim mlaznicama.

Najčešće se na ratarske prskalice ugrađuju klipno membranske crpke. Na Slici 5. prikazana je fotografija klipno membranske crpke tvrtke Hardi.



Slika 5. Klipno membranska crpka Hardi

Izvor: Kovač, M.

3.3.3. Volumni protok crpke

Volumni protok crpke treba biti namješten u odnosu prema potrebama tehničkog sustava za zaštitu bilja i treba ispuniti sljedeće zahtjeve:

- volumni protok crpke treba iznositi minimalno 90% od količine koju propisuje proizvođač prskalice
- volumni protok crpke treba biti odmjeren kako bi osigurao protok svih mlaznica maksimalnog protoka i to kod maksimalnog propisanog tlaka propisanog od proizvođača mlaznica, postavljenog na cijelom zahvatu grane za prskanje, a da istovremeno izgled protoka odgovara postavkama.

Tijekom rada crpke trebaju se ostvariti sljedeći zahtjevi:

- crpka ne smije stvarati uočljivo pulsiranje (vizualni pregled i ispitivanje funkcioniranja)

- ako je na tlačnoj strani crpke predviđen ventil za zaštitu od prevelikog tlaka, taj ventil mora funkcionirati besprijekorno
- crpka treba dobro brtviti odnosno na njoj se ne smiju pojavljivati kapi vode odnosno ulja

3.3.4. Mjerenje protoka crpke

Mjerenje protoka na svim prskalicama obavlja se sa 540 okretaja priključnog vratila traktora s elektromagnetskim instrumentom za mjerenje protoka koji zadovoljava europsku normu EN 13790 s pogreškom mjerenja do 0,3% potisnutog volumena.

Na ovaj način izmjereni su slijedeći protoci:

- a) protok ili kapacitet crpke,
- b) ukupni protok svih mlaznica,
- c) protok pojedinačnih segmenata armature za prskanje,
- d) protok namijenjen za miješanje zaštitnog sredstva.

3.3.5. Mješač tekućine

Uređaj za miješanje tekućine unutar prskalice svojim radom omogućuje kvalitetno i jednolično miješanje sredstva sa vodom unutar spremnika. Kod nazivnog broja okretaja priključnog vratila, te do polovice napunjenosti spremnika prskalice, mora se postići dobro vidljivo miješanje tekućine. Ispitivanje se obavlja vizualno.

3.3.6. Spremnik za tekućinu

Spremnik za tekućinu na prskalicama većinom se izrađuje od polimera (slika 6). Od spremnika se očekuje da:

- spremnik kao i zatvoreni otvori za punjenje trebaju osigurati dobro brtvljenje
- u otvoru za punjenje treba biti sito
- ukoliko postoji uređaj za ispiranje treba imati rešetku
- mora se osigurati izjednačavanje tlakova

- na spremniku treba biti lako čitljiv i iz više uglova dobro vidljiv pokazivač napunjenosti
- tekućina za prskanje mora se kod pražnjenja jednostavno, bez korištenja alata, sigurno i bez prskanja moći ispustiti i pospremiti
- uređaj za smanjenje povratnog toka tekućine za prskanje prema priključku za potrošnju mora, kada je predviđen, funkcionirati besprijekorno
- ako ga prskalica ima, uređaj za ispiranje provodnih crijeva mora besprijekorno funkcionirati

Metode ispitivanja: vizualna provjera i provjera funkcionalnosti.



Slika 6. Spremnik za tekućinu 1000 L

Izvor: Kovač, M.

3.3.7. Mjerni uređaji, dijelovi za podešavanje i regulatori tlaka

Regulator tlaka prikazan je na slici 7. Ima ulogu usmjeravati potisnutu količinu tekućine od crpke prema ostalim elementima. Regulator treba imati mogućnost postepenog reguliranja

tlaka na svaka 0,2 bara. Kada se vrijednost tlaka podesi na željenu jačinu, uloga regulatora je da u slučaju zatvaranja određenih sekcija ili promjene brzine okretaja priključnog vratila održava tlak na određenoj vrijednosti. Grane prskalice prodijeljene su u sekcije, kod prskalice manjeg kapaciteta najčešće su tri sekcije dok prskalice većih kapaciteta mogu imati 7 i više sekcija. U preciznoj poljoprivredi svaka mlaznica je jedna sekcija radi bolje poprečne raspodjele sredstva. Svaka sekcija ima svoj zasebni ventil koji služi za zadvaranje protoka tekućine odnosno otvaranje protoka. Manometar treba biti uljne izvedbe s podijeljenom mjernom skalom na svaka 0,2 bara odnosno ukupnim mjernim područjem od 0 do 6 odnosno od 0 do 10 bara.

Mjerni i regulacijski sustavi na prskalici trebaju ispuniti slijedeće zahtjeve:

- sve dimenzije i uređaji za uključivanje i regulaciju tlaka ili volumnog protoka trebaju besprijekorno funkcionirati i ne smiju pokazivati propuštanje tekućine
- montirani dijelovi koji se koriste za vrijeme prskanja, trebaju biti prikladni da ih se tijekom prskanja može lako dohvatiti i koristiti: odgovarajući podaci moraju biti lako čitljivi sa primjerice ekrana
- sve mlaznice se moraju moći istovremeno uključiti i isključiti
- skala manometra treba biti lako i razgovjetno čitljiva i prilagođena korištenim tlakovima
- vrijednosti na skali trebaju biti propisano raspoređena:
 - 0,2 bara za tlakove do 5 bara
 - 1,0 bar za tlakove od 5 do 20 bara
 - 2,0 bara za tlakove veće od 20 bara
- manometri s analognim pokazivačem trebaju imati kućište od minimalno 63 mm promjera
- točnost manometra treba biti 0,2 bara za tlakove od 1 do 2 bara
- kod tlakova iznad 2 bara točnost treba iznositi minimalno 10 % stvarne vrijednosti: pokazivač na manometru treba biti stabilan i omogućiti normalno čitanje tlakova
- uređaji za mjerenje tijekom pogona, odnosno mjerači protoka trebaju raditi s maksimalnim odstupanjem od 5 % od stvarne vrijednosti

Metode ispitivanja: vizualna kontrola, mjerenje i provjera funkcionalnosti



Slika 7. Regulator tlaka

Izvor: Kovač, M.

3.3.8. Provjera ispravnosti manometra

Ispravnost rada manometra provjerena je pomoću uređaja Volos koji prema normi EN 837 – 1 (dio norme EN 13790) na konstrukciji ima ugrađen ispitni manometar sa radnim certifikatom. Ovaj manometar ostvaruje klasu točnosti 06 sa mjernim područjem do 25 bara te je promjera 100 mm. Na Volos se postavlja ispitni manometar i manometar koji se mora provjeriti. Nakon toga podiže se tlak u sustavu nakon čega se uspoređuju vrijednosti na oba manometra.

3.3.9. Provodne cijevi

Provodne cijevi omogućuju protok sredstva iz spremnika do mlaznica. Provodnim cijevima su povezani svi dijelovi uređaja kroz koje prolazi sredstvo do mlaznica. Tijekom eksploatacije uređaja podvrgnuta su agresivnom djelovanju okoline što dovodi do kvarova. Od provodnih cijevi se zahtjeva sljedeće:

- cijevi trebaju brtviti kod najvećeg predviđenog tlaka u sustavu
- cijevi moraju biti postavljene tako da ne dolazi do pregiba, niti položaja u kojima je moguće trošenje materijala

Metode ispitivanja: vizualni pregled i provjera funkcionalnosti tokom rada

3.3.10. Pročistač

Pročistač (slika 8.) je uređaj koji u sebi ima uložak za pročišćavanje sredstva za prskanje, on sprječava začepeljivanje provodnih cijevi i mlaznica i štiti od drugih kvarova za vrijeme rada. Od pročistača se zahtjeva:

- u tlačnom i u usisnom vodu crpke mora biti postavljen minimalno jedan pročistač
- kod istisne crpke treba biti postavljen pročistač
- pročistač treba biti čist i propisno funkcionirati, uložak se treba moći zamijeniti
- kada je predviđen uređaj za zatvaranje, kod napunjenosti spremnika do nazivnog volumena mora biti moguće čišćenje pročistača bez istakanja sredstva u većoj količini od kapaciteta kućišta pročistača i usisnog voda

Metode ispitivanja: vizualna provjera i provjera funkcionalnosti tokom rada



Slika 8. Pročistač

Izvor: Kovač, M.

3.3.11. Grane prskalice

Grane prskalice najčešće se izrađuju od čeličnih cijevi kvadratnog ili pravokutnog presjeka, ali mogu biti i okrugle izvedbe i šupljeg profila. Trebaju omogućiti vertikalnu i horizontalnu stabilnost i na krajevima trebaju imati kotače ili uređaje za održavanje stabilnosti. Od grana prskalice se zahtijeva:

- grane prskalice moraju biti stabilne u svim smjerovima, odnosno ne smiju biti izobličene niti smiju biti oštećene, lijeva i desna grana trebaju biti jednake duljine
- ukoliko postoji sustav za sprečavanje kretanja u natrag, a koji dopušta kretanje naprijed, uređaj treba biti u ispravnom stanju
- grane se u transportnom položaju moraju moći pravilno osigurati
- razmak i smještaj mlaznica mora biti jednak na cijeloj dužini krila (standardno 50 cm), s iznimkom posebnih uređaja, kao kod prskanja rubnih traka, tada one trebaju biti konstrukcijski sigurno postavljene tako da se položaj mlaznica u radnom položaju ne može promijeniti nepažnjom, recimo kod sklapanja i rasklapanja
- razmak između donjih rubova mlaznica i površine tla ne smije biti varirati više od 10 cm ili 1 % od polovine radnog zahvata prskalice, mjerenje se provodi u mirovanju, na ravnoj podlozi.
- u nijednoj postavci visine grane tekućina za prskanje ne smije padati na prskalicu, to se ne može dogoditi nakon podešavanja funkcionalnosti i minimiziranja kapanja
- kod zahvata od 10 metara, mlaznice na oba kraja grane moraju biti zaštićene od oštećenja koja bi mogla nastati zbog njihanja i udaranja u tlo
- pojedine sekcije moraju se moći odvojeno uključivati i isključivati
- uređaj za podešavanje visine treba raditi besprijekorno
- uređaji za plivajući položaj i izjednačavanje nagiba moraju besprijekorno raditi
- kod testa njihanja krilo se na jednom kraju digne 40 cm i zatim se spušta, nakon prestanka njihanja odstupanje najudaljenije mlaznice ne smije biti veći od +/- 10 cm u odnosu na početnu poziciju
- kada se dijelovi zahvata isključuju jedan za drugim, variranje tlaka smije iznositi maksimalno 10 %, mjerenje se izvodi na mjestu punjenja odjeljka zahvata, provjera se većinom obavlja vizualno i ispitivanjem funkcioniranja

Grane prskalice u transportnom položaju prikazane su na slici 9.

Metode ispitivanja: vizualna provjera, provjera funkcionalnosti, mjerenje



Slika 9. Grane prskalice

Izvor: Kovač, M.

3.3.12. Mlaznice

Mlaznice su izvršni i glavni radni element svake prskalice. Uz mjerenje njihovog mlaza, realizira se cjelokupna tehnička ispravnost prskalice (slika 10.). Kod svakog prskanja mlaznice moraju osigurati:

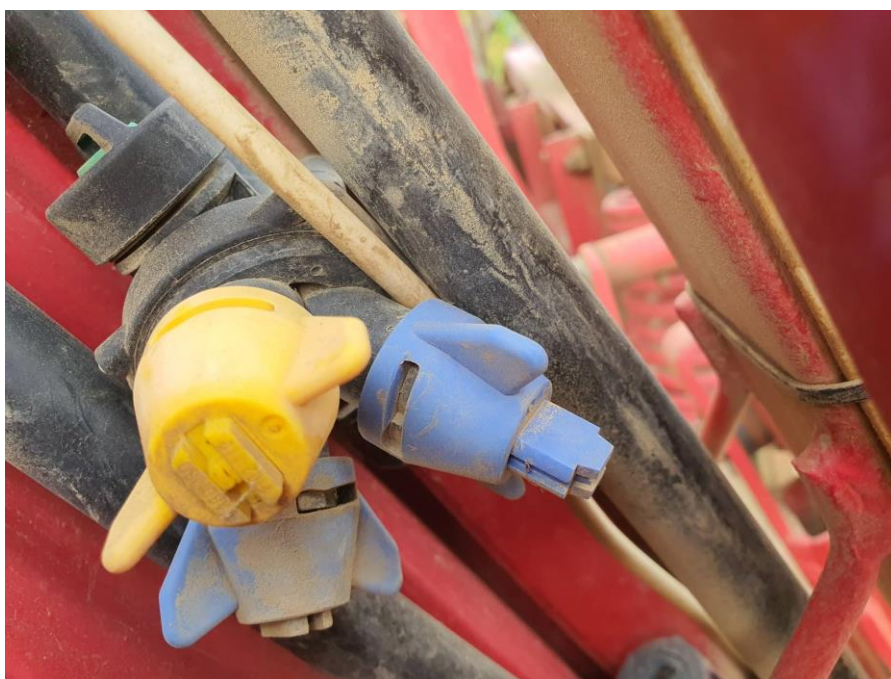
- jednoliku poprečnu raspodjelu tekućine
- rad sa što manjim gubicima zbog zanošenja
- stvaranje kapljica određenog srednjeg volumnog promjera
- što duže održavati tehničku ispravnost

O najvažnijim karakteristikama ovisi vrsta i tip mlaznice, a one su:

- kapacitet mlaznice – l/min
- dezintegracija odnosno spektar kapljica
- radni tlak – bar
- radni kut ($^{\circ}$) i visina objekta prskanja – cm

U ratarstvu i povrćarstvu se najčešće koriste mlaznice sa lepezastim mlazom, jer lepezasti mlaz postiže najbolju raspodjelu kapljiva. Kut mlaza najčešće iznosi 110°, a može biti 80°, 90° ili 120°. Mlaznice na granama postavljane su na razmak od 50 cm, te se postiže se dvostruko prekrivanje mlaznica. Optimalna visina od vrha mlaznice do površine tla koja se tretira iznosi 50 cm, a zadovoljavajuća distribucija se postiže ako visina, uslijed neravnog terena, varira od 35 do 70 cm. Da ne bi došlo do sudaranja mlazova, mlaznice su na grani zakrenute pod kutom od 5° do 10° u odnosu na granu prskalice. Na tržištu danas postoje tri tipa mlaznica s lepezastim mlazom: standardne, anti – drift i injektorske.

Standardne mlaznice imaju plosnati mlaz nazivamo također univerzalne (slika 11.). Ovisno o tlaku i veličini otvora, mlaznica stvara mlaz širokog spektra kapljica (fine, srednje i krupne). Ukoliko koristimo mlaznice s manjim otvorom, dobije se mlaz s većinskim udjelom finih i srednjih kapljica, koje omogućuju ujednačeniju distribuciju, kao i dobro prianjanje i ujednačenije prekrivanje tretirane površine. Sitne kapljice su jako osjetljive na vjetar, brzo isparavaju, te su gubici uslijed zanošenja veliki.



Slika 10. Mlaznice na grani prskalice

Izvor: Kovač, M.



Slika 11. Standardna mlaznica 110 – 03

Izvor: <https://www.psc-ferencak.hr/hr/gnojidba-i-zastita-bilja/prskalice/dize-i-nosaci/nosaci-dize/diza-110-03>

Za razliku od standardnih anti-drift mlaznice u sebi imaju integriranu pretkomoru prizmatskog oblika (slika 12). Opadanjem tlaka tekućine u pretkomori, prije no što se otvori izlazni otvor, smanji se udio nepoželjnih sitnih kapljica koje se razvijaju u procesu raspršivanja. Ovim mlaznicama se postiže uži spektar kapljica u mlazu, zadovoljavajuća distribucija i manje zanošenja. Moguća je i primjena pri brzini vjetra do 4 m/s.



Slika 12. Anti – drift mlaznica Lechler AD 120 – 03

Izvor: <http://www.bestco.co.rs/Lechler-anti-drift-dizne-ad.html>

Injektorske ili zračne mlaznice rade na način da pomoću injektorskog uloška unutar tijela mlaznice, na venturijevom principu usisava zrak unutar mlaznice, koji se zatim miješa sa tekućinom, stvaraju se krupnije kapljice sredstva koje u sebi sadrže mjehuriće zraka (slika 13.). Oba medija koja se miješaju imaju omjer 1:1 i miješanje se obavlja u komori mlaznice.

Do raspršivanja dolazi izlaskom tekućine kroz otvor mlaznice. Glavni cilj razvoja ovog tipa mlaznice je sprječavanje zanošenja, uz zadržavanje dobrih svojstava koje imaju mlaznice sa lepezastim mlazom.



Slika 13. Injektorska mlaznica Lechler ID 90 – 02

Izvor: <https://shop.lesko.hr/proizvod/dizna-duga-protiv-vjetra-lechler-id-90-02-c/>

Najvažnije karakteristike mlaznice, su:

- kapacitet
- dezintegracija ili spektar kapljica
- oblik mlaza
- radni kut mlaza
- radni tlak

Svaka mlaznica koja je postavljena na granama prskalice moraju biti identične, osim mlaznica koje imaju posebnu namjenu kao što su mlaznice na krajevima grana za prskanje rubnih traka. Mlaznice ne smiju, nakon što se isključe više naknadno kapati. Pet sekundi nakon zajedničkog prekida mlaza ne smije više kapnuti ni jedna kap. Volumen protoka svake mlaznice ne smije odstupati više od 10% s obzirom na nazivni volumni protok.

Metode ispitivanja: vizualna kontrola, mjerenje vrijednosti posebnim uređajem

3.3.13. Poprječna raspodjela tekućine

Poprečna raspodjela tekućine odvija se korištenjem specijalnog uređaja, Spray Scanner, ili pomoću limenih žljebova. Mlaznice se ispituju na radnom tlaku i na određenoj visini od testnog stola, kao što je navedeno od proizvođača mlaznica.

Od poprečne raspodjele tekućine zahtijeva se sljedeće:

- poprečna raspodjela unutar cijelog preklopljenog područja mora biti jednaka, poprečna raspodjela ocjenjuje se putem varijacijskog koeficijenta koji ne smije biti veći od 10%
- u svakom žlijebu na području potpunog preklapanja, odstupanje izbačene količine tekućine ne smije biti veće od 20 % od srednje vrijednosti ukupne prskalice

Metode ispitivanja: mjerenje vrijednosti posebnim uređajima

Norma EN 13790 nalaže da se kod testiranja prskalice provjeri horizontalna raspodjela tekućine te odredi koeficijent varijacije. Testiranje horizontalne raspodjele tekućine obavlja se uređajem spray scanner (slika 14.). Uređaj se sastoji od aluminijskih nosača i pokretnog uređaja za mjerenje sa sabirnim žljebovima. Kontrolira se pomoću računalnog programa i stalno je u komunikaciji s računalom, pri radu se zaustavlja na razmaku od 1000 mm za mjerenje protoka. Izmjerene vrijednosti se prenesu na računalo i odmah se iscrtavaju na zaslону računala. Iz dobivenih podataka se zatim izračunava prosječni protok i pokazuje tolerancijsko polje pojedinih segmenata prskalice.



Slika 14. Spray scanner AAMS – Salvarani

Izvor: <http://aams-salvarani.com/en/products/spray-scanner-plus>

3.3.14. Mjerenje volumnoga protoka

Volumni protok pojedine mlaznice istog tipa ne smije odstupati više od 10 % od, prema proizvođaču navedenog nazivnog volumnog protoka. Opadanje tlaka između mjernih mjesta na uređaju prema kraju zahvata ne smije iznositi više od 10 % od tlaka koji pokazuje manometar.

Europska norma nalaže da treba zamijeniti svaku mlaznicu koja ima protok manji ili veći od 10 % ako se uzme u obzir na tablične vrijednosti pri odgovarajućem tlaku. Za mjerenje protoka tekućine koristi se elektronski uređaj. On se sastoji od prijenosnog računala, uređaja za dotok vode sa ventilima, uređaja AAMS za mjerenje protoka tekućine te kontrolnog manometra. Prije testiranja mlaznice se moraju oprati, očistiti i numerirati, kako bi se nakon toga postavile u pomični nosač. Provjera se radi sa čistom vodom. Ispitni stol ima elektronsku jedinicu za mjerenje protoka koja prati trenutni protok 22 mlaznice te rezultat sprema u svoju memoriju. Rezultati se naknadno obrađuju u posebnom softveru – spray monitor.

4. REZULTATI

Tijekom 2022. godine ispitna stanica 001 provodila je testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja na području Požeško - slavonske županije. Pregledano je 177 prskalica i atomizera na područjima grada Kutjeva (43), Pleternice (21), Pakraca (21) i Lipika (25) te općina Jakšić (27), Čaglin (12) i Brestovac (28). Pregled se obavljao u skladu sa europskom normom EN 1379 – I i EN 13790 – II, a pridržavajući se Pravilnika o uspostavi aktivnog okvira za postizanje održive uporabe pesticida (NN 142/2012) i Zakona o održivoj uporabi pesticida (NN 14/2014). Dalje u nastavku je odabrano sedam strojeva čiji pregled će se detaljno opisati opisati.

Prvi testirani radni (slika 15.) stroj je raspršivač je u vlasništvu M. P. iz Kutjeva. Raspršivač je ZUPAN ZM 400 koji je proizveden 2005. godine (slika 15.). Izvedba je nošena i ima kapacitet spremnika za škropivo 450 L. Crpka je tipa KM 65/30 i volumena 61 L.



Slika 15. Raspršivač ZUPAN ZM400 S EN

Izvor: Kovač, M.

Osnovni tehnički podaci raspršivača ZUPAN ZM400 S EN prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Osnovni tehnički podaci raspršivača ZUPAN ZM400 S EN

Tehnički podaci uređaja		
Vrsta mješalice	Kružna	-
Vrsta crpke	KM 65/30	-
Broj mlaznica	20	-
Volumen spremnika za škropivo	450	L
Protok (tlak) crpke	59	L
Protok (volumen) crpke	61	L
Tip mlaznica	TR 80 02, TR 80 04	-

Vizualnim pregledom raspršivača uočeno je uredno stanje. Ispitivanjem crpke i manometra dobivene su vrijednosti bile u dozvoljenim granicama odstupanja. Nakon toga uslijedilo je ispitivanje mlaznica. Mlaznice se uz pomoć crijeva spoje na menzure te se mjeri izbačena količina tekućine u određenom vremenskom intervalu. Koeficijent varijacije je bio minimalan iz razloga što su mlaznice bile potpuno nove.

Na ispitivanju u mjestu Jaguplije, općina Brestovac, testirana je prskalice u vlasništvu B. T. iz Brestovca koja je nošene izvedbe. Proizvođač je Agromehanika, a model je AGS 440 te je proizvedena 2010. godine (slika 16.). Prskalice je opremljena sa spremnikom za škropivo od 440 L, hidrauličnom mješalicom, 20 raspoređenih mlaznica na 50cm širine u 3 sekcije. Crpka je tipa BM 105/20 i njezin volumen iznosi 93 L pri normalnom tlaku od 3 bara. Prskalice je opremljena sa mlaznicom TeeJet 110 03.



Slika 16. Prskalica AGROMEHANIKA AGS 440

Izvor: Kovač M.

Osnovni tehnički podaci prskalice Agromehanika AGS 440su prikazani u Tablici 2.

Tablica 2. Osnovni tehnički podaci prskalice Agromehanika AGS 440

Tehnički podaci uređaja		
Broj sekcija	3	-
Radna širina	10	m
Volumen spremnika	440	L
Tip mlaznice	TeeJet 110 03	-
Protok (tlak) crpke	93	bar
Protok (volumen) crpke	90	L
Stvarni Cv	12,16	-
Broj mlaznica	20	-
Vrsta mješalice	hidraulična	-
Tip crpke	BM 105/20	-
Razmak mlaznica	50	cm

Testiranje prskalice započinje vizualnim pregledom gdje je uočeno izvrsno stanje. Broj okretaja priključnog vratila tijekom ispitivanja iznosio je 540 o/min. Nakon kontrole broja okretaja utvrđena je ispravnost manometra. Ugrađena crpka BM 105/20 koja ima propisani protok od 93 litre kod 3 bara radnog tlaka. Mjerenjem smo dobili rezultat od 90 litara kod

radnog tlaka od 3 bara. Nakon ispitivanja crpke počeo je pregled mlaznica tipa TeeJet 110 03. Ispitivanje protoka je pokazalo da sve mlaznice rade ispravno. Testiranje površinske raspodjele tekućine je pokazao dobre rezultate, odnosno rezultat ispitivanja površinske raspodjele je bio 12,16 %. Po završetku ispitivanja prskalice je dobila naljepnicu o uspješnom pregledu.

Na području općine Čaglin testirana je prskalice proizvođača MIO M – 612 u vlasništvu M. B. iz Darkovca. Proizvedena je 2003. godine i nošene je izvedbe. Prskalice je opremljena crpkom tipa Zetta 100 1 C koja ima protok od 92 L pri tlaku od 3 bara. Volumen spremnika za sredstvo iznosi 660 L, mješalica hidraulične izvedbe, broj sekcija je 5, radna širina 12m sa 24 mlaznice raspoređenih na 50cm i tip mlaznice je 110 03. Navedena prskalice prikazana je na slici 17.



Slika 17. Prskalice MIO M – 612

Izvor: Kovač M.

Osnovni tehnički podaci prskalice MIO M-612 prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Osnovni tehnički podaci prskalice MIO M-612

Tehnički podaci uređaja		
Broj sekcija	5	-
Radna širina	12	m
Volumen spremnika	660	L
Tip mlaznice	110 03	-
Protok (tlak) crpke	89	bar
Protok (volumen) crpke	92	L
Stvarni Cv	13,56	-
Broj mlaznica	24	-
Vrsta mješalice	Hidraulična	-
Tip crpke	Zetta 100 1 C	-
Razmak mlaznica	50	cm

Testiranje prskalice započelo je vizualnim pregledom gdje je uočeno dobro opće stanje priključnog stroja te nisu uočeni nikakvi nedostaci. Nakon vizualnog pregleda uslijedilo je ispitivanje broja okretaja priključnog vratila gdje je izmjerena vrijednost iznosila 540 o/min. Manometar koji je starije izvedbe je jasno vidljiv, pokazivač je miran i manometar pokazuje vrijednosti u dozvoljenim granicama odstupanja. Testiranjem crpke tipa Zetta 100 1 C sa nominalnim protokom od 92 L ustanovljeno je manje odstupanje jer je dobivena vrijednost iznosila 89 L. Testiranje je izvršeno pri tlaku od 3 bara. Tip mlaznice koji se koristi na prskalici je 110 03 i ima ih 24. Prilikom ispitivanja protoka mlaznica uočeno je nekoliko mlaznica koje nisu imale pravilan lepezast mlaz. Poprečna raspodjela iznosila je 13,56 % Nakon ispiranja mlaznica izmjereni protok nije imao većih odstupanja od dozvoljene vrijednosti. Nakon provedenog testiranja prskalice je dobila naljepnicu o uspješno obavljenom pregledu.

U mjestu Antunovac, nedaleko od grada Lipika, testirana je prskalice vlasnika T. H. iz istoimenog mjesta. Proizvođač prskalice je LEŠKO d.o.o. i nazivni model je TP 600 3R (slika 18.). Prskalice je proizvedena 2004. godine. Radi se o tipu nošene traktorske prskalice sa 3 sekcije i radnom širinom od 12m. Vrsta crpke je BP 105 i ima protok od 105 L pri ispitivanom tlaku od 3 bar-a, kapacitet spremnika za sredstvo iznosi 600 L, broj

mlaznica je 24 x 3 jer prskalica posjeduje triplex nosač mlaznica. Mlaznice su tipa Lechler IDK 120 04, 80 03 i Geoline 110 04, raspoređene na 50 cm.



Slika 18. Prskalica LEŠKO TP 600 3R

Izvor: Kovač M.

Osnovni tehnički podaci prskalice LEŠKO TP 600 3R prikazani su u sljedećoj tablici.

Tablica 4. Osnovni tehnički podaci prskalice LEŠKO TP 600 3R

Tehnički podaci uređaja		
Broj sekcija	3	-
Radna širina	12	m
Volumen spremnika	600	L
Tip mlaznice	Lechler IDK 120 04, 80 03, Geoline 110 04	-
Protok (tlak) crpke	99	bar
Protok (volumen) crpke	105	L
Stvarni Cv	13,46	-
Broj mlaznica	24 x 3	-
Vrsta mješalice	hidraulična	-
Tip crpke	BP 105	-
Razmak mlaznica	50	cm

Vizualnom provjerom prskalice ustanovljeno je da je prskalice u vrlo dobrom stanju bez kapanja tekućine iz spremnika, crpke, provodnih cijevi, mlaznica što znači da je spremna za testiranje. Mjerenjem brzine okretaja priključnog vratila dobivena vrijednost je da je priključno vratilo vrtjelo brzinom od 540 o/min. Nakon mjerenja broja okretaja pristupilo se pregledu manometra. Manometar je na prskalici ispravan, tako da je na 2 bara kontrolnog manometra pokazivao 2 bara, na 5 bara je pokazivao 5,2 bar, odnosno na 10 bara pokazao je 10,5 bara. Nakon pregleda manometra uslijedio je pregled crpke. Nominalni protok crpke kod 3 bara radnog tlaka iznosi 105 litara.

Nakon što smo priključili crpku na ispitni uređaj izmjerili smo protok crpke od 99 litara što je dozvoljeno odstupanje. Prilikom testiranja mlaznica uočena je jednakost mlaza svih mlaznica, a poprečna raspodjela iznosila je 13,46 %

Slika 19. prikazuje testiranu prskalicu u vlasništvu T. S. iz Pakraca, proizvedena je 2015. godine i nošenog je tipa. Proizvođač je tvrtka Hardi International sa modelom prskalice HARDI 900. Radni zahvat iznosi 12 m te posjeduje 3 sekcije i hidraulični mješač tekućine. Prskalice je opremljena šesteromembranskom crpkom istoimenog proizvođača sa kapacitetom protoka od 114 L. Kapacitet spremnika za tekućinu iznosi 900 L i također ima triplex nosač mlaznica, pa tako prskalice ima 24 x 3 mlaznice raspoređene na 50m. Mlaznice su tipa 110 02, 110 03 i 110 04.



Slika 19. Prskalice Hardi 900

Izvor: Kovač M.

Testiranje navedene prskalice započeo je vizualnim pregledom gdje je ustanovljeno da je stroj u vrlo dobrom stanju. Grane prskalice su u ravnoteži te nisu uočljiva savinuća ili pukotine na njima. Broj okretaja priključnog vratila tijekom ispitivanja inosio je 540 o/min. Crpka je tipa Hardi sa nominalnim volumenom od 114 L, ali tijekom mjerenja ispitana vrijednost iznosila je 110 L što je dozvoljeno odstupanje. Mlaznice su bile uredne bez začepjenja. Površinska raspodjela iznosila je 13,39 % i time je prskalice dobila naljepnicu o uspješno obavljenom pregledu.

Osnovni tehnički podaci prskalice Hardi 900 prikazani su u tablici 5.

Tablica 5. Osnovni tehnički podaci prskalice Hardi 900

Tehnički podaci uređaja		
Broj sekcija	3	-
Radna širina	12	m
Volumen spremnika	900	L
Tip mlaznice	110 02, 110 03 i 110 04	-
Protok (tlak) crpke	110	bar
Protok (volumen) crpke	114	L
Stvarni Cv	13,39	-
Broj mlaznica	24 x 3	-
Vrsta mješalice	hidraulična	-
Tip crpke	Hardi	-
Razmak mlaznica	50	cm

Prskalice testirana na području grada Pleternice proizvedena je 2020. godine i u vlasništvu je Ž. V. iz Požeške Koprivnice. Proizvođač prskalice je DEMAROL P.P.U.H. – Zielonki modela P147/3 sa 3 sekcije i radnim zahvatom od 12 m. Prskalice ima crpku tipa P 100 sa protokom od 97 L i volumen spremnika 400 litara. Ova prskalice ima kružni mješać tekućine, triplex nosač mlaznica na kojemu se nalaze mlaznice proizvođača Lechler tipa 110 02, 110 03 i 110 04. Prskalice je prikazana na Slici 20.



Slika 20. Prskalica DEMAROL P.P.U.H. – Zielonki P147/3

Izvor: Kovač M.

Osnovni tehnički podaci prskalice DEMAROL P.P.U.H. – Zielonki P147/3 prikazani su u sljedećoj tablici.

Tablica 6. Osnovni tehnički podaci prskalice DEMAROL P.P.U.H. – Zielonki P147/3

Tehnički podaci uređaja		
Broj sekcija	3	-
Radna širina	12	m
Volumen spremnika	400	L
Tip mlaznice	110 02, 110 03 i 110 04	-
Protok (tlak) crpke	95	bar
Protok (volumen) crpke	97	L
Stvarni Cv	12,71	-
Broj mlaznica	24 x 3	-
Vrsta mješalice	kružna	-
Tip crpke	P 100	-
Razmak mlaznica	50	cm

Prije početka ispitivanja uvidjelo se da je prskalica novije proizvodnje te da je u izvrsnom stanju. Grane prskalice su stabilne i uravnotežene, manometar dobro uočljiv, provodne cijevi bez pregiba i oštećenja. Crpka je tipa P 100 te je nominalni protok 97 L pri tlaku od 3 bara. Nakon testiranja protoka crpke dobivena vrijednost iznosila je 95 L. Mlaz prilikom ispitivanja mlaznica bio je uredan, te je površinska raspodjela iznosila 12,71 %.

Prskalica u vlasništvu tvrtke Agronom iz Požega testirana je na području općine Jakšić (Slika 21.). Proizvođač prskalice je Amazone i nazivni model je UG 2200 Special. Prskalica je proizvedena 2017. godine. Radi se o tipu vučene traktorske prskalice sa 5 sekcija i radnom širinom od 15 m. Vrsta crpke je SPECIAL UG 2200 i ima protok od 250 L pri ispitivanom tlaku od 3 bara, kapacitet spremnika za sredstvo iznosi 2200 L, mješač tekućine je hidraulični, broj mlaznica je 30 x 3 jer prskalica posjeduje triplex nosač mlaznica. Mlaznice su tipa Lechler AD 120 03, AD 120 04 i ID3 04 raspoređene na 50 cm



Slika 21. Prskalica AMAZONE UG 2200 SPECIAL

Izvor: Kovač M.

Osnovni tehnički podaci prskalice AMAZONE UG 2200 Special prikazani su u tablici 7.

Tablica 7. Osnovni tehnički podaci prskalice AMAZONE UG 2200 Special

Tehnički podaci uređaja		
Broj sekcija	5	-
Radna širina	15	m
Volumen spremnika	2200	L
Tip mlaznice	Lechler AD 120 03, AD 120 04 i ID3 04	-
Protok (tlak) crpke	239	bar
Protok (volumen) crpke	250	L
Stvarni Cv	13,53	-
Broj mlaznica	30 x 3	-
Vrsta mješalice	hidraulična	-
Tip crpke	Special UG 2200	-
Razmak mlaznica	50	cm

Vizualno je prskalice u izvrsnom stanju. Prskalice je prilikom testiranja imala 540 o/min okretaja priključnog vratila. Nakon kontrole broja okretaja priključnog vratila uslijedilo je ispitivanje manometra. Manometar se na ispitivanju pokazao kao izrazito točan i precizan. Ugrađena je crpka Special UG 2200 koja ima propisani protok od 250 litara kod 3 bara radnog tlaka. Mjerenjem smo dobili rezultat od 239 litara kod radnog tlaka od 3 bara. Nakon ispitivanja crpke počeo je pregled mlaznica. Mlaznice su tipa Lechler AD 120 03, AD 120 04 i ID3 04. Prvo su testirane vrijednosti protoka na mlaznicama Lechler AD 120 03 ispitivanje je pokazalo da sve mlaznice rade ispravno. Po završetku ispitivanja prvih mlaznica uslijedilo je ispitivanje mlaznica AD 120 04. Mjerenje je pokazalo da i te mlaznice rade ispravno. Testiranje površinske raspodjele tekućine je pokazao dobre rezultate, odnosno rezultat ispitivanja površinske raspodjele je bio 13,53 %. Po završetku ispitivanja prskalice je dobila naljepnicu o uspješnom pregledu.

5. RASPRAVA

Za učinkovitu zaštitu bilja i aplikaciju folijarnih gnojiva vrlo je važna ispravnost prskalice da bi se ostvarilo ujednačeno doziranje sredstava koja se koriste u zaštiti te u folijarnoj gnojidbi. Iz toga razloga potrebno je provoditi mjere testiranja prskalice da bi se uvidjelo jesu li prskalice ispravne, odnosno da su ispravne u granicama dozvoljenih odstupanja. Obavljanje redovnog pregleda prskalice čini kontrolu bolesti i štetnika jednostavnom i uz manji utrošak sredstava, smanjuje se rizik od onečišćenja, povećava se ekonomičnost proizvodnje pa i sama sigurnost rukovatelja stroja.

Testiranjem prskalice i raspršivača, utvrđena su određena odstupanja koja su u dozvoljenim granicama pa su na taj način dobili naljepnicu o ispravnosti i uspješnom pregledu (Slika 22.).

Iako autori Banaj i sur. (2015.) navode da je nakon prvog službenog testiranja strojeva za zaštitu bilja u Republici Hrvatskoj propisanog normom EN 13790 evidentirano prilično loše stanje, može se utvrditi da se stanje u 2022. godini na području Požeško-slavonske županije poboljšalo. S obzirom da je Zakon već dugi niz godina na snazi, većina strojeva, izuzev novih, je već nekoliko puta pregledavana. Također svi rukovatelji prskalice i atomizera posjeduju iskaznicu za pesticide što znači da su prošli izobrazbu o sigurnom rukovanju pesticidima i pravilnoj primjeni pesticida. Isto tako, djelatnici ispitne stanice, na terenu daju praktične i korisne savjete u vezi mlaznica, održavanja strojeva, nabavke zamjenskih dijelova, kupnje novih strojeva, itd.



Slika 22. Naljepnica – znak o ispravnosti uređaja

Izvor: Kovač, M.

6. ZAKLJUČAK

Ulaskom u Europsku uniju Hrvatska je morala prilagoditi svoje propise i zakone te ih uskladiti sa europskim. Pa tako imamo Zakon o održivoj uporabi pesticida iz 2014. godine prema kojem se poljoprivredni proizvođači koji posjeduju prskalice i raspršivače obvezuju se na redovito testiranje prema normi EN 13790 I i EN 13970 II. Iz ovoga rada možemo zaključiti da su na području Požeško-slavonske županije sve pregledane prskalice i jedan raspršivač zadovoljili sa ispravnosti prema gore navedenoj normi. Vizualno su svi strojevi izgledali uredno, čisto i dobrog općeg stanja, crpke svih prskalice bile su ispravne i suhe. Poprečna raspodjela tekućine na svim je prskalicama bila u granicama dozvoljenog odstupanja.

Varijacije upotrebe mlaznica odnosno korištenje triplex nosača mlaznica doista pomaže jer u kratkom vremenu vrlo brzo možemo prebaciti se na korištenje druge mlaznice koja nam je potrebna u određenim zahtjevima prskanja.

Uvođenje testiranja prskalice uistinu je bilo od velike važnosti za poljoprivredne proizvođače, jer nakon dobivanja naljepnice o uspješnom pregledu prskalice poljoprivredni proizvođač može biti siguran u pouzdan rad svoga stroja.

7. POPIS LITERATURE

1. Balsari, P., Vieri, M. (1996): Servizi di controllo e taratura delle irrotratrici, M&ma.
2. Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D., Knežević, D., Banaj, A., Heffer, G. (2015.) Ispitivanje tehničkih sustava u zaštiti bilja u Republici Hrvatskoj. 8. međunarodni znanstveno-stručni skup "Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša" / Baban, Mirjana; Rašić, Sanda (ur.), Vukovar, Hrvatska, 1.- 3. lipnja 2015., 316-321.
3. Banaj, Đ., Duvnjak, V. (2000.): Utvrđivanje promjene ugrađenog eksploatacijskog potencijala ratarskih prskalica, Zbornik sažetaka 16 Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma, Opatija 22-25. veljače 2000, 138
4. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Lukač, P. (2010.): Unapređenje tehnike aplikacije pesticida, Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
5. Huyghebaert B., Mostade O., Carre J., Debouche C. (1996.): Compulsory inspection of crop sprayers already in use in Belgium Selection of control method. AgEng., paper 96A-121, Madrid, Espana, 11 p.
6. 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
7. Medved I. (2020.): Sve što trebate znati o atomizerima, (<https://www.agroportal.hr/poljoprivredna-mehanizacija/34215>)
8. Rietz S., Gamzlemeier H. (1998.): Inspection of plant protection equipment in Europe, AgEng, Oslo, 98-A-023
9. Sandström, M., Wahlander, J. (2004.): Voluntary testing of sprayers in Sweden, experiences and future, First Europe Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe — SPISE —, Braunschweig, April 27-29, 2004, 84
10. Tadić, V., Banaj, Đ., Knežević, D., Petrović, D., Banaj, A., Dimitrovski, Z., Jurić, S. (2017.) Pregled tehničke ispravnosti strojeva za zaštitu bilja. Glasnik Zaštite Bilja, Vol. 40 No. 4, 34-42.

Mrežni izvori

1. <http://aams-salvarani.com/en/products/spray-scanner-plus>
2. <https://shop.lesko.hr/proizvod/dizna-duga-protiv-vjetra-lechler-id-90-02-c/>

3. <http://www.bestco.co.rs/Lechler-anti-drift-dizne-ad.html>
4. <https://www.psc-ferencak.hr/hr/gnojdba-i-zastita-bilja/prskalice/dize-i-nosaci/nosaci-dize/diza-110-03>
5. <https://www.agro-modus.hr/proizvodi/prskalice/dizne/dizna-keramicka-tr-80-02-03-04/>
6. <https://www.agro-modus.hr/proizvodi/agromehanika-pumpa-prskalice-bm-65-30/>
7. <http://www.pavin.hr/proizvod/atomizer-zupan-vcra/>

8. SAŽETAK

Namjena prskalice je prvenstveno u zaštiti ratarskih površina i usjeva. Pravilna i uspješna aplikacija sredstava za zaštitu bilja te primjena vodotopivih gnojiva u folijarnoj gnojidbi ovisi o ispravnosti same prskalice odnosno njezinih radnih dijelova i vanjskim uvjetima za vrijeme korištenja ovog traktorskog agregata. Ispravna prskalice mora omogućiti prskanje pod određenim odnosno zadanim tlakom prskanja kako nebi došlo do nepotrebnog korištenja kemijskih sredstava i samim time zagađenje okoliša. Uporaba kemijskih sredstava u zaštiti usjeva doprinosi povećanju prinosa. Intenzivnom uporabom istih dovodi se u pitanje sigurnost rukovatelja pa i same okoline u kojoj se sredstva i koriste. Stoga dana 12. veljače 2014. godine na snagu je stupio zakon o održivoj uporabi pesticidima zbog postizanja standarda kakvoga je propisala Europska unija. Testiranje strojeva za zaštitu bilja koji su u uporabi prije 1. siječnja 2013. godine obavlja se prema Europskoj normi *EN 13790* koja je na snazi od 2003. godine. Norma je podijeljena na *EN 13790-1* koja se odnosi na ratarske prskalice i *EN 13790-2* za atomizere. Norme sadrže skup pravila i smjernica za utvrđivanje ispravnosti te način na koji se provodi ispitivanje pojedinih dijelova prskalice i atomizera. Ulaskom u Europsku uniju Hrvatska je morala prilagoditi svoje propise i zakone te ih uskladiti sa europskim. Pa tako imamo Zakon o održivoj uporabi pesticida iz 2014. godine prema kojem se poljoprivredni proizvođači koji posjeduju prskalice i raspršivače obvezuju se na redovito testiranje prema normi *EN 13790 I* i *EN 13970 II*. Iz ovoga rada možemo zaključiti da su na području Požeško-slavonske županije sve pregledane prskalice i jedan raspršivač zadovoljili sa ispravnosti prema gore navedenoj normi. Vizualno su svi strojevi izgledali uredno, čisto i dobrog općeg stanja, crpke svih prskalice bile su ispravne i suhe. Poprečna raspodjela tekućine na svim je prskalicama bila u granicama dozvoljenog odstupanja.

9. SUMMARY

The purpose of sprayers is primarily to protect arable land and crops. The correct and successful application of plant protection chemicals and the application of water-soluble fertilizers in foliar fertilization depends on the correctness of the sprayer itself, i.e. its working parts, and the external conditions during the use of this tractor aggregate. A correct sprayer must enable spraying under a specific or set spraying pressure, so that there is no unnecessary use of chemicals and thus pollution of the environment. The use of chemicals in crop protection contributes to increasing yields. The intensive use of them calls into question the safety of the operator and the environment in which they are used. Therefore, on February 12, 2014, the law on the sustainable use of pesticides entered into force due to the achievement of the standards prescribed by the European Union. Testing of plant protection machines in use before January 1, 2013 is performed according to the European standard EN 13790, which has been in force since 2003. The standard is divided into EN 13790-1 which refers to field sprayers and EN 13790-2 for atomizers. Norms contain a set of rules and guidelines for determining correctness and the way in which individual parts of the sprayer and atomizer are tested. Upon joining the European Union, Croatia had to adapt its regulations and laws and harmonize them with European ones. And so we have the Law on the Sustainable Use of Pesticides from 2014, according to which agricultural producers who own sprayers and sprayers undertake regular testing according to EN 13790 I and EN 13970 II. From this paper, we can conclude that in the Požega-Slavonska County area, all inspected sprayers and one atomizer were satisfied with their correctness according to the above-mentioned standard. Visually, all the machines looked neat, clean and in good general condition, the pumps of all sprayers were working and dry. The transverse distribution of the liquid on all sprinklers was within the limits of the permitted deviation.

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Osnovni tehnički podaci raspršivača ZUPAN ZM400 S EN	25.
Tablica 2. Osnovni tehnički podaci prskalice AGROMEHANIKA AGS 440	26.
Tablica 3. Osnovni tehnički podaci prskalice MIO M-612	28.
Tablica 4. Osnovni tehnički podaci prskalice LEŠKO TP 600 3R	29.
Tablica 5. Osnovni tehnički podaci prskalice Hardi 900	31.
Tablica 6. Osnovni tehnički podaci prskalice DEMAROL P.P.U.H. – Zielonki P147/3	32.
Tablica 7. Osnovni tehnički podaci prskalice AMAZONE UG 2200 SPECIAL	34.

11. POPIS SLIKA

Slika 1. Raspršivač - ZUPAN VCRA	7.
Slika 2. Crpka raspršivača Agromehanika BM65/40P	8.
Slika 3. Mlaznice raspršivača	9.
Slika 4. Priključno vratilo sa zaštitom	10.
Slika 5. Klipno membranska crpka Hardi	11.
Slika 6. Spremnik za tekućinu 1000 L	13.
Slika 7. Regulator tlaka	15.
Slika 8. Pročistač	16.
Slika 9. Grane prskalice	18.
Slika 10. Mlaznice na grani prskalice	19.
Slika 11. Standardna mlaznica 110 – 03	20.
Slika 12. Anti – drift mlaznica Lechler AD 120 – 03	20.
Slika 13. Injektorska mlaznica Lechler ID 90 – 02	21.
Slika 14. Spray scanner AAMS – Salvarani	22.
Slika 15. Raspršivač ZUPAN ZM400 S EN	24.
Slika 16. Prskalice AGROMEHANIKA AGS 440	26.
Slika 17. Prskalice MIO M – 612	27.
Slika 18. Prskalice LEŠKO TP 600 3R	29.
Slika 19. Prskalice Hardi 900	30.
Slika 20. Prskalice DEMAROL P.P.U.H. – Zielonki P147/3	32.
Slika 21. Prskalice AMAZONE UG 2200 SPECIAL	33.
Slika 22. Najlepnicica – znak o ispravnosti uređaja	35.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij, Mehanizacija

Diplomski rad

Testiranje tehničkih sustava u zaštiti bilja na području Požeško-slavonske županije

Mario Kovač

Sažetak: Namjena prskalice je prvenstveno u zaštiti ratarskih površina i usjeva. Pravilna i uspješna aplikacija sredstava za zaštitu bilja te primjena vodotopivih gnojiva u folijarnoj gnojidbi ovisi o ispravnosti same prskalice odnosno njezinih radnih dijelova i vanjskim uvjetima za vrijeme korištenja ovog traktorskog agregata. Ispravna prskalice mora omogućiti prskanje pod određenim odnosno zadanim tlakom prskanja kako nebi došlo do nepotrebnog korištenja kemijskih sredstava i samim time zagađenje okoliša. Uporaba kemijskih sredstava u zaštiti usjeva doprinosi povećanju prinosa. Intenzivnom uporabom istih dovodi se u pitanje sigurnost rukovatelja pa i same okoline u kojoj se sredstva i koriste. Stoga dana 12. veljače 2014. godine na snagu je stupio zakon o održivoj uporabi pesticidima zbog postizanja standarda kakvoga je propisala Europska unija. Testiranje strojeva za zaštitu bilja koji su u uporabi prije 1. siječnja 2013. godine obavlja se prema Europskoj normi *EN 13790* koja je na snazi od 2003. godine. Norma je podijeljena na *prEN 13790-1* koja se odnosi na ratarske prskalice i *prEN 13790-2* za atomizere. Norme sadrže skup pravila i smjernica za utvrđivanje ispravnosti te način na koji se provodi ispitivanje pojedinih dijelova prskalice i atomizera. Ulaskom u Europsku uniju Hrvatska je morala prilagoditi svoje propise i zakone te ih uskladiti sa europskim. Pa tako imamo Zakon o održivoj uporabi pesticida iz 2014. godine prema kojem se poljoprivredni proizvođači koji posjeduju prskalice i raspršivače obvezuju se na redovito testiranje prema normi EN 13790 I i EN 13970 II. Iz ovoga rada možemo zaključiti da su na području Požeško-slavonske županije sve pregledane prskalice i jedan raspršivač zadovoljili sa ispravnosti prema gore navedenoj normi. Vizualno su svi strojevi izgledali uredno, čisto i dobrog općeg stanja, crpke svih prskalica bile su ispravne i suhe. Poprečna raspodjela tekućine na svim je prskalicama bila u granicama dozvoljenog odstupanja.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: dr.sc. Anamarija Banaj

Broj stranica: 42

Broj grafikona i slika: 22

Broj tablica: 7

Broj literaturnih navoda: 10

Broj priloga:

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: Europska norma, pravilnik, prskalice, manometar, crpka, mlaznice, zaštita bilja

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

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

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek
University Graduate Studies, Mechanization

Graduate thesis

Testing of technical systems in plant protection in Požega-Slavonia County

Mario Kovač

Abstract: The purpose of sprayers is primarily to protect arable land and crops. The correct and successful application of plant protection chemicals and the application of water-soluble fertilizers in foliar fertilization depends on the correctness of the sprayer itself, i.e. its working parts, and the external conditions during the use of this tractor aggregate. A correct sprayer must enable spraying under a specific or set spraying pressure, so that there is no unnecessary use of chemicals and thus pollution of the environment. The use of chemicals in crop protection contributes to increasing yields. The intensive use of them calls into question the safety of the operator and the environment in which they are used. Therefore, on February 12, 2014, the law on the sustainable use of pesticides entered into force due to the achievement of the standards prescribed by the European Union. Testing of plant protection machines in use before January 1, 2013 is performed according to the European standard EN 13790, which has been in force since 2003. The standard is divided into prEN 13790-1 which refers to field sprayers and prEN 13790-2 for atomizers. Norms contain a set of rules and guidelines for determining correctness and the way in which individual parts of the sprayer and atomizer are tested. Upon joining the European Union, Croatia had to adapt its regulations and laws and harmonize them with European ones. And so we have the Law on the Sustainable Use of Pesticides from 2014, according to which agricultural producers who own sprayers and sprayers undertake regular testing according to EN 13790 I and EN 13970 II. From this paper, we can conclude that in the Požega-Slavonska County area, all inspected sprayers and one atomizer were satisfied with their correctness according to the above-mentioned standard. Visually, all the machines looked neat, clean and in good general condition, the pumps of all sprayers were working and dry. The transverse distribution of the liquid on all sprinklers was within the limits of the permitted deviation.

Thesis performed at: Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek

Mentor: Ph.D. Anamarija Banaj

Number of pages: 42

Number of figures: 22

Number of tables: 7

Number of references: 10

Number of appendices:

Original in: Croatian

Keywords: European standard, rule book, sprayer, manometer, pump, nozzles, plant protection

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. prof. Ph.D. Đuro Banaj, president
2. Ph.D. Anamarija Banaj, mentor
3. associate professor Ph.D. Vjekoslav Tadić, member

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