

# Ispitivanje protoke ratarskih mlaznica

---

**Božić, Petar**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:372446>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-02**



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 U OSIJEKU**

Petar Božić, student

Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

**ISPITIVANJE PROTOKA RATARSKIH MLAZNICA**

**Diplomski rad**

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Petar Božić, student

Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

**ISPITIVANJE PROTOKA RATARSKIH MLAZNICA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Đuro Banaj, predsjednik
2. dr. sc. Anamarija Banaj, mentor
3. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član

Osijek, 2023.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. PREGLED LITERATURE.....</b>	<b>2</b>
<b>3. MATERIJAL I METODE .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Prskalica .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Mlaznice.....</b>	<b>7</b>
3.2.1. Standardne mlaznice lepezastog mlaza .....	9
3.2.2. Injektorske mlaznice.....	9
3.2.3. Anti drift mlaznice.....	10
<b>3.3. Norma EN 13790.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4. ISO 10625 standard za označavanje mlaznica.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5. Ispitivanje ispravnosti mlaznica.....</b>	<b>13</b>
<b>4. REZULTATI.....</b>	<b>15</b>
<b>5. RASPRAVA .....</b>	<b>25</b>
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>26</b>
<b>7. POPIS LITERATURE .....</b>	<b>27</b>
<b>8. SAŽETAK .....</b>	<b>29</b>
<b>9. SUMMARY .....</b>	<b>30</b>
<b>10. POPIS SLIKA .....</b>	<b>31</b>
<b>11. POPIS TABLICA .....</b>	<b>32</b>
<b>12. POPIS GRAFIKONA.....</b>	<b>32</b>

## 1. UVOD

Stalni rast populacije koja nastanjuje Zemlju za sobom vuče i stalne izazove napretka u poljoprivrednim djelatnostima koje su najznačajniji izvor hrane za spomenuto stanovništvo, s obzirom na to da je mogućnost povećanja proizvodnih površina iz godine u godinu sve manja. U takvim okolnostima očita je potreba za proizvodnjom veće količine hrane na jednakim površinama s obavezom čovjeka da minimalizira štetne posljedice proizvodnje na okoliš. Neka od rješenja za povećanje produktivnosti po jedinici površine leže i u efikasnosti tretmana sredstvima zaštite, u kojima je ključno imati u vidu neke od aspekata kao što su financijska isplativost, utjecaj na tlo i ekosustav te optimalna dozacija i raspodjela sredstva u kontekstu ostvarivanja željenog prinosa i same kvalitete dobivenog ploda. S tim na umu, početkom 2014. godine donesen je Zakon o održivoj uporabi pesticida zbog postizanja standarda (NN 14/2014) koji je propisala Europska unija. Taj zakon sadrži odredbe koje su u suglasnosti s *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 od 37 članaka podijeljenih u 13 poglavlja. Poglavlje 6 odnosi se na prskalice. U prvom dijelu poglavlja definirani su zahtjevi za proizvođače novih strojeva, a drugi se dio zakona odnosi na testiranje strojeva koji su u uporabi. Od objave Zakona na prostoru RH uspostavljeno je 11 ispitnih stanica za kontrolu ispravnosti rada tehničkih sustava za zaštitu bilja. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek posjeduje dvije ispitne stanice pod oznakama 001-RH i 004- RH. Upravo navedene stanice dio su mnogobrojnih testiranja prskalica i raspršivača na ovome prostoru. Trenutačno na snazi je novi Zakon o održivoj uporabi pesticida (NN 46/2022) koji je donesen 23. travnja prošle godine.

## 2. PREGLED LITERATURE

Organizacija za hranu i agronomiju pri Ujedinjenim narodima (FAO) definirala je pesticide kao tvar ili smjesu više tvari koje se upotrebljavaju u svrhu prevencije najezde, uništavanja ili suzbijanja bilo koje vrste štetočina (vektori u prijenosu bolesti ljudi i životinja, nepoželjne vrste biljaka i životinja koje stvaraju gubitke u procesu proizvodnje, obrade, uskladištenja, prijevoza ili stavljanja hrane na tržište, poljoprivrednih proizvoda, drveta, drvnih prerađevina te hrane za životinje) te suzbijanja štetočina koje parazitiraju u tijelu životinja ili na njihovom tijelu (FAO, 2002.). Uporaba jednostavnih kemijskih spojeva, dostupnih iz okoliša, u svrhu zaštite usjeva i uskladištenih ili prerađenih plodova i namirnica poznata je još iz davnina. Postoje podaci da su Sumerani već 2500 godina pr. Kr. upotrebljavali sumporne spojeve u zaštiti namirnica od insekata, a prije 3200 godina u drevnoj Kini upotrebljavali su se anorganski spojevi žive i arsena u suzbijanju uši i stjenica (Smith i Kennedy, 2002.). Zapisi iz rimskog doba govore o uporabi bakra u suzbijanju gljivičnih bolesti biljaka, a u kombinaciji sa sumporom, bakar je služio u zaštiti vinove loze od najezde gusjenica (Smith i Secoy, 1975.). U Republici Hrvatskoj dopuštene su za uporabu 363 aktivne tvari. Hrvatska je provela usklađivanje svojeg zakonodavstva s pozitivnim propisima EU-a. Zakonskim i podzakonskim aktima regulirani su registracija biocida, razvrstavanje u skupine prema opasnosti, prijevoz i dopuštena razina profesionalne i rezidencijalne izloženosti biocidima. Budući da se neprestano sintetiziraju nove tvari s biocidnim djelovanjem, a njihova registracija i razvrstavanje prema opasnosti zasnivaju se na znanstvenim istraživanjima i studijama, postojeću regulativu potrebno je neprestano usklađivati i aktualizirati. Međutim, sukladno smjernicama Direktive 2009/128/EZ kojom se donose smjernice za postizanje održive uporabe sredstava za zaštitu bilja i biocida, potrebno je dodatno poraditi na podizanju svijesti, osobito kod ljudi koji rade s tim spojevima, o mogućoj opasnosti za zdravlje ljudi i okoliš, nužnosti poštovanja uputa proizvođača prije primjene, za vrijeme i nakon njihove primjene uz obveznu uporabu sredstava osobne zaštite (Želježić i Perković, 2011.). U zaštiti bilja, precizna aplikacija pesticida vrlo je važna kako iz ekoloških razloga, tako i efikasnosti kemijske zaštite i potrebe smanjenja inputa u proizvodnji. Da bi se postigla što veća preciznost aplikacije pesticida i maksimalna djelotvornost zaštite, tehnički sustavi u zaštiti bilja (prskalice i raspršivači) moraju biti konstrukcijski i tehnički besprijekorno ispravni, te moraju raspolagati i odgovarajućim radnim potencijalom. Zbog navedenoga je neophodno primijeniti poboljšane

metode i suvremenu tehniku za aplikaciju pesticida ako želimo postići djelotvorniju zaštitu. Navedena djelotvornija zaštita bilja može se postići samo onda ako mlaznice ostvaruju protok po ISO standardu uz što manji koeficijent varijacije raspodjele tekućine te adekvatan radni zahvat. Kada se govori o preciznosti aplikacije pesticida najvažniji čimbenik predstavlja mlaznica kao izvršni dio cijelog tehničkog sustava. Mlaznice raznih proizvođača na hrvatskom tržištu ne odgovaraju međunarodnom ISO standardu te ih poljoprivredni proizvođači ne bi smjeli koristiti ako bi se htjela postići zadovoljavajuća raspodjela zaštitnog sredstva (Tadić i sur., 2010). Duvnjak i Banaj (2004.) navode kako su moderni procesi proizvodnje kemijskih sredstava za zaštitu bilja definirani vrlo složenim postupcima koji uz suvremenu tehnologiju iziskuju i vrhunsko znanje i uvježbanost. U istom radu autori navode kako sofisticirane procese u proizvodnji prate tehničke i tehnološke komponente koje su proizvođačima na raspolaganju sa svrhom optimizacije samog procesa aplikacije zaštitnog sredstva. Testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u Europskoj uniji počela su krajem devedesetih godina prošlog stoljeća te su pokazala 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). Balasari i Vieri su 1996. zaključili kako u Italiji još uvijek nije postojao 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. Tadić i suradnici (2012.) napravili su istraživanje koje je za cilj imalo utvrditi protok tekućine, radni zahvat i preklapanje mlazova u širini trake od 50 cm kod lepezastih mlaznica oznake ISO 110 04. Metodom slučajnog uzorkovanja uzete su po četiri mlaznice od sedam različitih proizvođača izrađene od mesinga (4) i plastike (3). Ispitivanja su obavljena u praktikumu Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, na ispitnom stolu izrađenom prema standardu EN 13790. Mjerenje protoka tekućine, radnog zahvata i preklapanje mlazova ponavljano je četiri puta u trajanju od jedne minute. Analizom varijance ABC (7 x 2 x 2) ispitivana je statistička značajnost interakcije tri glavna čimbenika istraživanja (A – proizvođač mlaznice, B – radni tlak, C – visina prskanja) pri radnom tlaku od 2 i 3 bara te radnoj visini od 50 i 60 cm. Na osnovi statističkih parametara i značajnosti vidljivo je da su svi ispitivani čimbenici statistički visoko značajni. Duvnjak i suradnici (2009.) istražili su utjecaj

trošenja otvora mlaznica ratarskih prskalica na neke najznačajnije parametre mlaza. Ispitivane su i mjerene vrijednosti kao što je protok tekućine (l/min), kut mlaza, te raspodjela tekućine po površini, kao najznačajniji kvalitativni čimbenici mlaza. Navedeni imaju presudan utjecaj na preciznost i učinkovitost pri kemijskoj aplikaciji pesticida. U ispitivanje su uzete mlaznice s lepezastim spljoštenim mlazom, s kutom mlaza 1100 , izrađene od četiri različite vrsta materijala. Mlaznice s lepezastim spljoštenim mlazom su najčešće korištena izvedba mlaznica na ratarskim prskalicama u Hrvatskoj. Relativno trošenje otvora mlaznice izrađenih od različitog materijala, značajno je variralo s vremenom uporabe mlaznice, izraženo u radnim satima. Na kraju perioda testiranja pokazalo se da su mlaznice izrađene iz otvrdnjenog nehrđajućeg čelika bile najotpornije na trošenje, a slijedile su ih mlaznice od nehrđajućeg čelika, po tome plastične, te na koncu mlaznice izrađene iz mjedi (mesinga). Ispitivanjem je utvrđeno da su se mlaznice s manjim nazivnim kapacitetom (količina protoka tekućine kroz mlaznicu, l/min), trošile brže u usporedbi s mlaznicama većeg nazivnog kapaciteta. Mjerenjem izlaznog kuta mlaza utvrđeno je da je povećanje količine protoka mlaznice uslijed trošenja njezina otvora korespondiralo sa smanjenjem kuta mlaza. Ispitivanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine obavljeno je na ispitnom stolu. Utvrđene su male razlike u ujednačenosti poprečne raspodjele između novih i trošenih mlaznica. Ipak, trošene mlaznice su dale veći volumen tekućine u središtu mlaza u usporedbi s novim mlaznicama. U susjednoj BiH, prema istraživanju Škaljića i Rakita (2017.) testirani su brendovi mlaznica imali odstupanja od deklariranih normi. Manju količinu protoka od propisanoga imali su brendovi Kosmos-1 (-5,54 %), AG-2 (-7,95 %), Lechler-2 (-5,04%) i Mlaz-1 (-29,08%), dok je mlaznica brenda Kovina-1 izbacivala više tekućine od deklarirane norme (+6,75 %). Kada je u pitanju kvaliteta aplikacije sredstva najbolja pokrivenost površine bila je kod mlaznica Lechler-2 (22,46%), a najlošija kod mlaznica Kosmos-1 (9,78%). Prosječnu pokrivenost imale su mlaznice AG-2 (15,02%), Mlaz1 (9,96%) i Kovina-1 (18,48%). Treba naglasiti da lošije prekrivanje lisne površine dovodi do smanjenog djelovanja sredstva, što u konačnici izaziva lošu zaštitu i smanjene prinose. Analiza troškova prouzrokovanih nepravilnim protokom na mlaznicama pokazala je da četiri ispitivana brenda imaju manji protok od zahtijevanog i to u takvom obimu da bi trebalo ponoviti tretman zaštite, što bi imalo za posljedicu povećanje utroška radne snage, strojnog rada i potrošnje goriva. Na temelju dobivenih rezultata preporučili su pojačani inspekcijski nadzor prodaje mlaznica i intenziviranje periodično kalibriranje uređaja za zaštitu bilja. Ozbiljnija testiranje tehničkih sustava u Republici Hrvatskoj



krenula se krajem prvog desetljeća ovog stoljeća i već onda su zabilježeni zabrinjavajući ishodi površinske raspodjele tekućine pri radu ratarskih prskalica (Banaj i sur., 2000). Najvažnije komponente cjelokupnog stroja za zaštitu bilja predstavlja mlaznice te ona obavlja najvažnije funkcije propuštanja željene količine tekućine u jedinici vremena, raspršuje tekućinu tvoreći kapljice odgovarajućih veličina te formiraju mlaz odgovarajućeg oblika (Banaj i sur., 2010). Prema najnovijim istraživanjima i podacima, stanje tehničkih sustava u zaštiti bilja u istočnoj Hrvatskoj je izrazito nepovoljno (Banaj i sur., 2012), te je nužno ispravnosti uređaja podići na višu razinu, kako ne bi došlo do provođenja restriktivnih mjera uređenih Pravilnikom o održivoj uporabi pesticida. Testiranje je obavljeno na 16 raspršivača. Od ukupnog broja testiranih raspršivača na njih 5 utvrđen je neispravan rad crpki (31, 25 %), a na 7 raspršivača utvrđen je neispravan rad mlaznica (43, 75 %). Neispravan rada manometra utvrđen je na 6 raspršivača (37, 50 %), a gubitci tekućine su utvrđeni na 3 raspršivača (18, 75 %). S obzirom na vizualni pregled, 3 raspršivača ne zadovoljavaju EN 13790 standard ( Tadić i sur, 2014).

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Prskalica

Prskalice su poljoprivredni strojevi čija je glavna zadaća aplikacija kemijskih, ali i nekemijskih sredstava primjenjivanih u zaštiti bilja. Ujedno se mogu koristiti i kao strojevi za folijarnu prihranu kao i za neke druge radnje. Zaštitna bi sredstva trebala što pravilnije aplicirati što se omogućuje korištenjem potpuno ispravnih strojeva. Prskalica treba biti tehnički ispravna i u pravo vrijeme aplicirati točno određenu količinu sredstva pod određenim tlakom. Kako bi rad obavljen prskalicama bio što sigurniji za živi svijet donošeni su zakoni koji služe za reguliranje primjene prskalica (Dretvić, 2021.)

Za kemijsku zaštitu bilja protiv korova, bolesti te štetnika najčešće se koriste ratarske prskalice odnosno strojevi koji rade na principu hidrauličke dezintegracije otopine. Kod prskalica mehanička energija kardanskog vratila pogoni crpku koja ostvaruje hidraulički tlak. Ostvarena energija najvećim se dijelom troši na dezintegraciju otopine u što sitnije kapljice, ovaj proces se odvija na mlaznicama. Ostatak hidrauličke energije pretvara se u kinetičku koja služi za distribuciju kapljica do odredišta. Osnovni je zahtjev koji prskalica mora ispuniti ujednačena raspodjela propisane količine zaštitnog sredstva po tretiranoj površini. Kako bi se gore spomenuti zahtjev ispunio, svi elementi prskalice moraju propisno raditi. Prskalice je potrebno redovito kontrolirati, provjeravati i održavati ispravnima, a sve po uputama proizvođača. S posebnom pažnjom potrebno je provjeravati ispravnost svih vitalnih dijelova uređaja: spremnika, crpke, manometra, pročistača, ventila, regulatora i mlaznica (Patković, 2014.).



Slika 1: Ratarska prskalica Nardi

Izvor: [https://www.nardibalkan.com/images/nardi\\_prskalicam.png](https://www.nardibalkan.com/images/nardi_prskalicam.png)

### 3.2. Mlaznice

Kada se govori o preciznosti aplikacije pesticida najvažniji čimbenik predstavlja mlaznica kao izvršni dio cijelog tehničkog sustava. Mlaznice raznih proizvođača na hrvatskom tržištu ne odgovaraju međunarodnom ISO standardu te ih poljoprivredni proizvođači ne bi smjeli koristiti ako bi se htjela postići zadovoljavajuća raspodjela zaštitnog sredstva (Tadić i sur., 2010). Mlaznice su najvažniji čimbenik aplikacije pesticida jer obavljaju najvažnije funkcije, tj. raspršuju određenu količinu tekućine u jedinici vremena pri tome stvarajući kapljice odgovarajućih veličina i mlaz određenog oblika (Banaj i sur., 2000.)



Slika 2: Lechler ratarske mlaznice

(Izvor: [http://www.agritechnicom.co.rs/wp-content/uploads/2016/11/lechler\\_dizne.jpg](http://www.agritechnicom.co.rs/wp-content/uploads/2016/11/lechler_dizne.jpg))

Mlaznice su radni element svih oblika prskalica 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



Slika 3: Način označavanja mlaznica prema ISO 10625 standardu

(Izvor: Rukavina 2005.)

### 3.2.1. Standardne mlaznice lepezastog mlaza

Danas se dominantno u ratarstvu i povrćarstvu upotrebljavaju mlaznice koje imaju mlaz oblika nalik lepezi. Vodenim snopom takva oblika postiže se najbolja raspodjela kapljica. Kutevi mlaza su različiti i mogu biti: 80°, 90°, 110° i 120°. Kod ugrađene mlaznice na 50 cm dobivamo dvostruko prekrivanje između mlaznica. Visina od vrha mlaznice do površine koja se prska je 50 cm. Postoje tri vrste lepezastih mlaznica: standardne ili konvencionalne, anti-drift i injektorske. Mlaz standardnih mlaznica je plosnat, a ovisno o tlaku i veličini otvora nastaje mlaz širokog spektra kapljica (fine, srednje i krupne kapljice). Koristeći mlaznice s malim otvorima (0,1; 0,15; 0,2) postizemo mlaz s najvećim postotkom finih i srednjih kapljica.

### 3.2.2. Injektorske mlaznice

Injektorske ili zračne mlaznice predstavljaju značajan napredak u području aplikacije sredstava zaštite bilja. Izvedene su tako da injektorskim uloškom unutar tijela mlaznice, venturijevom metodom usisava zrak unutar mlaznice, koji se miješa sa sredstvom, stvarajući krupnije kapljice

tekućine koje u sebi sadrže mjehuriće zraka. Količina zraka u mlaznici ovisi o više čimbenika, od kojih se ponajviše ističe formulacija sredstva za zaštitu bilja za primjenu škropiva za tretman. Oba medija koja se miješaju, odnosno tekućina i zrak, u smjesi čine približno jednak omjer i mješavine dok do samog miješanja dolazi u komori mlaznice. Do raspršivanja dolazi izlaskom tekućine kroz otvor mlaznice. Težnja razvoja ovog tipa mlaznice leži u minimalizaciji zanošenja, uz zadržavanje pozitivnih svojstava koje imaju mlaznice s lepezastim mlazom.



Slika 4: Injektorska mlaznica

(Izvor: <https://kosmospromet.com/wp-content/uploads/2016/03/111-15.jpg>)

### 3.2.3. Anti drift mlaznice

Najznačajnija je prednost anti-drift mlaznica formiranje mlaza s velikim kapljicama te njihova neosjetljivost na zračno strujanje. Velik izbor anti-drift mlaznica omogućuje da se pravim izborom takvih mlaznica određuje željena veličina kapljica. Najpoznatija tehnička rješenja za postanak velikih kapljica predstavljaju unutarnje pregrade s pretkomorama, izmijenjen oblik izlaznih otvora usisavanje zraka - Venturi učinak.



Slika 5: Anti-drift mlaznice

(Izvor: [https://mijenjamo-se.com.hr/content/185202\\_pics-2/1pc-anti-drift-mlaznice-visokog-pritiska-oblikovan.jpeg](https://mijenjamo-se.com.hr/content/185202_pics-2/1pc-anti-drift-mlaznice-visokog-pritiska-oblikovan.jpeg))

### 3.3. Norma EN 13790

Dokument EN 13790-1 je doraden po Tehničkom odboru CEN/TC 144 „Traktori i poljoprivredni i šumarski strojevi“, te oblikovan po odboru AFNOR-a. Dokument je sada važeći i usklađen u formalnom smislu. Puni naslov norme: Poljoprivredni strojevi, oruđa za zaštitu bilja, ispitivanje oruđa za zaštitu bilja koja se nalaze u uporabi (dio 1. „Prskalice za tretiranje kulturnog bilja“).

Ispitivanje oruđa za zaštitu bilja koja se nalaze u uporabi sastoji se od sljedećih dijelova:

- I. dio: Prskalice za tretiranje kulturnog bilja,
- II. dio: oruđa za prskanje i rošenje stablašica.






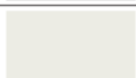













Posljednjih godina uvedena je u različitim državama članicama kontrola prskalica koje su u uporabi. Taj razvoj pomogao je smanjenje potrošnje zaštitnih sredstava zahvaljujući djelovanju javnosti u granicama tih mogućnosti i zalaganja. Tri su važne osnove za kontrolu oruđa:

- sigurnost osobe koja ispituje (Smjernice 89/655/EWG, uključivo izmjene 95/63 EG, koje mogu biti dopunjene nacionalnim propisima o minimalnim zahtjevima pri korištenju radnih sredstava);
- smanjenje rizika neželjenog utjecaja na okolinu kroz zaštitno sredstvo;
- optimalna zaštita biljaka kod najmanje moguće primjene zaštitnog sredstva. Kod sigurne primjene zaštitnih sredstava u europskim poljoprivrednim proizvodima preporučljivo je čvrsto provođenje zahtjeva i ispitnih metoda oruđa za zaštitu bilja koja su u uporabi. Nakon kojega se postavljaju zahtjevi i norme u pogledu tehničke sigurnosti i prihvatljivih utjecaja na okoliš za nova oruđa. Kod normiranja zahtjeva i ispitnih metoda oruđa za zaštitu bilja, koja su u uporabi, nisu u pitanju samo izvorni kapaciteti, nego se uzima u obzir i njihovo iskorištenje, njega i održavanje. To je logična povezanost između dobre kvalitete novoga oruđa, dobre osposobljenosti i brige korisnika.

#### 3.4. ISO 10625 standard za označavanje mlaznica

ISO 10625 standardom mlaznice su razvrstane po boji. Navedenim standardom mlaznice su razvrstane prema boji, a razvrstavanje se temelji na protoci mlaznice pri tlaku 3,0 bara. Označavanje mlaznica po boji pokazalo se kao dobro rješenje jer omogućuje korisniku brzu i sigurnu identifikaciju mlaznica. Brzim vizualnim pregledom korisnik može lako ustvrditi jesu li sve mlaznice na krilu prskalice u funkciji iste boje. Ovo je osobito korisno zato što olakšava i daje sigurnost rukovatelju kada je na prskalici ugrađen tzv. „višestruki *nosač*“, tj. nekoliko mlaznica u jednom nosaču. Sljedećom su slikom prikazane mlaznice temeljem ISO standarda 10625.



Flow rate at 300 kPa (l/min with relative tolerance of ±5 %)	Nozzle size <sup>a</sup>	Colour	Flow rate at 300 kPa (l/min with relative tolerance of ±5 %)	Nozzle size <sup>a</sup>	Colour
0,2	0050		2,0	05	
0,25	0067		2,4	06	
0,3	0075		3,2	08	
0,4	01		4,0	10	
0,6	015		4,8	12	
0,8	02		5,6	14	
1,0	025		6,0	15	
1,2	03		6,4	16	
1,4	035		7,2	18	
1,6	04				

Slika 6: Oznake mlaznica prema standardu ISO10625

(Izvor: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3763f276-db31-456c-894d-13bf10c9b9c0/iso-10625-2018>)

### 3.5. Ispitivanje ispravnosti mlaznica

Pravilan rad mlaznica predstavlja izrazito značajan čimbenik pravilnog rada tehničkog sustava pri zaštiti bilja. Nije rijetka situacija da se izlazni otvor mlaznice brzo potroši, što dovodi do povećanja protoka s obzirom u odnosu na tablično označenu vrijednost. Također, često imamo pojavu da dođe do začepjenja mlaznice uslijed nepravilnog pročišćavanja tekućine. Europski standard nalaže kako je potrebno zamijeniti svaku mlaznicu koja ima protok manji ili veći od 10 % s obzirom na tablične vrijednosti pri odgovarajućem radnom tlaku. Za ispitivanje protoka tekućine za svaku mlaznicu na ratarskim prskalicama i raspršivačima korišten je stolno –

elektronski uređaj ( Slika 7 ). Prije testiranja mlaznice je potrebno oprati, očistiti, te brojčano označiti, da bi se nakon toga postavile ( 10 kom. ) u pomični nosač. Provjera se obavlja sa čistom vodom, odnosno bez uporabe sredstva za zaštitu bilja. Za potrebe ovoga istraživanja korišten je uređaj za testiranje mlaznica Aams Salvarani Nozzle Tester (Slika 8).



Slika 7: Stolno-elektronski uređaj za ispitivanje mlaznica

(Izvor: Krišto, 2015.)

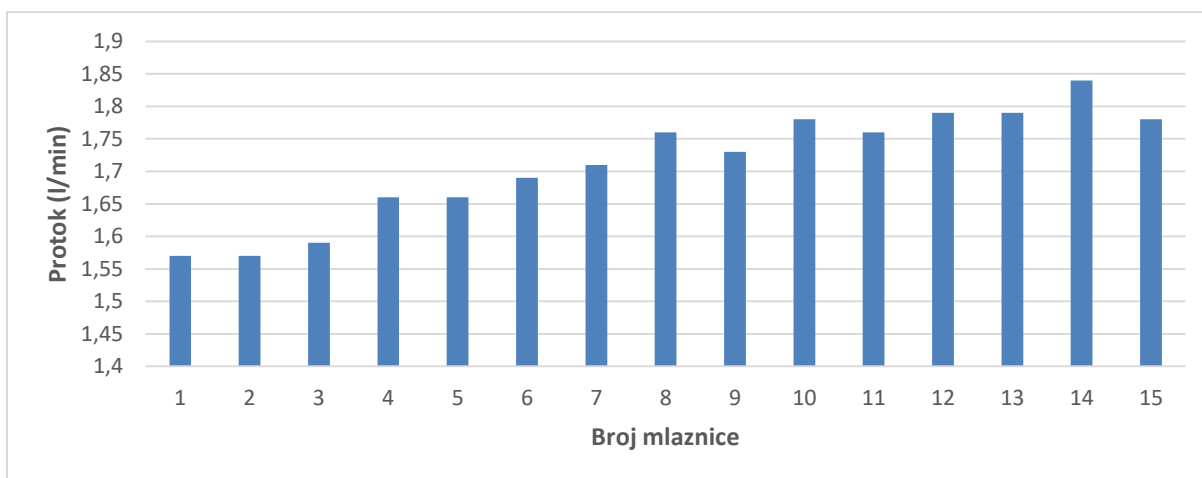


Slika 8: Uređaj Aams Salvarani Nozle tester

(Izvor: <https://www.novanna.co.uk/image/cache/data/Salvarani/nozzle%20sprayer%20crop-500x500.png>)

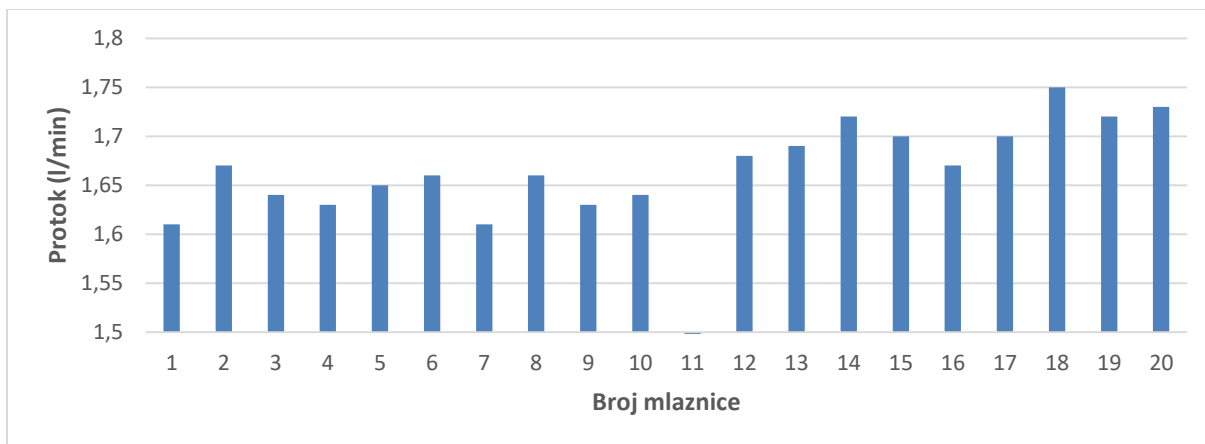
#### 4. REZULTATI

Na ispitnoj stanici 001 smještenoj na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, u sklopu Zavoda za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije, za potrebu ovoga istraživanja napravljeno je testiranje protoka mlaznica s ukupno 17 prskalica nasumično odabranih od poljoprivrednih proizvođača iz Požeško-slavonske županije. Ispitivanje je obavljeno u skladu s europskom normom EN 13790 – I i EN 13790 – II, a pridržavajući se Pravilnika o strojevima za primjenu pesticida i ispitnim stanicama (NN 141/2021) i Zakona o održivoj uporabi pesticida (NN 46/2022). U sljedećim grafikonima prikazane su izmjerene vrijednosti protoka, izražene u litrama po minuti (l/min) kod pojedinih mlaznica ispitivanih uređaja za aplikaciju sredstava za zaštitu bilja. Ispitivane prskalice u 12 slučajeva bile su opremljene crvenim mlaznicama protoka 1,6 l/min. Od ostalih 5 prskalica na 4 su bile postavljene mlaznice plave boje koje u minuti propuštaju približno 1,2 l. Na jednoj su prskalici bile postavljene žute mlaznice protoka 0,8 l/min.



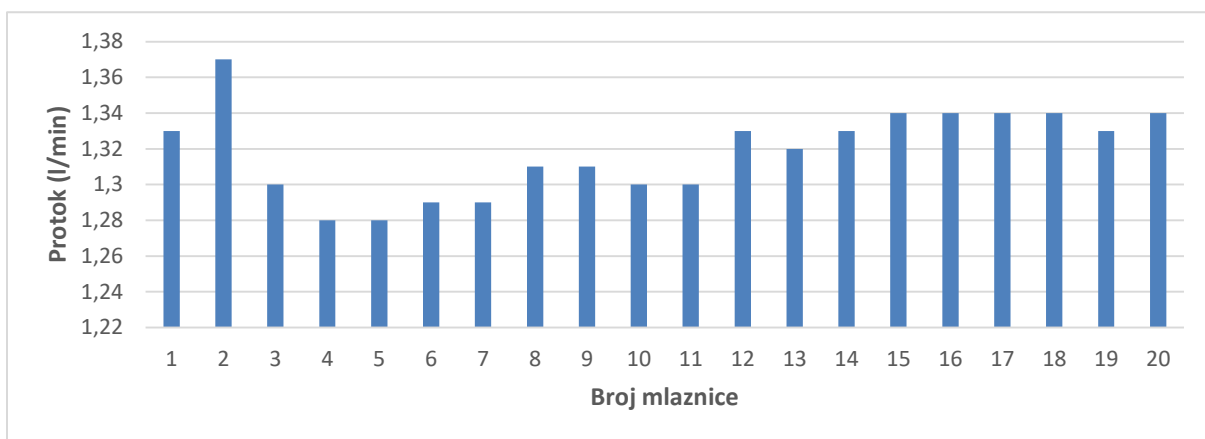
Grafikon 1: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 1

Grafikon 1 prikazuje rezultate ispitivanja protoka mlaznica na prvoj po redu testiranoj prskalici. Iz istoga je lako uočljivo kako postoje odstupanja u protoku te da krajnje mlaznice jednog krila ostvaruju manji protok, iako gotovo sve mlaznice ispunjavaju zahtjeve ispravnosti. Jedina mlaznica čiji izmjereni protok odstupa od dozvoljenih vrijednosti je ona označena brojem 14 na kojoj odstupanje nadilazi dozvoljenu razinu od 10 %.



Grafikon 2: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 2

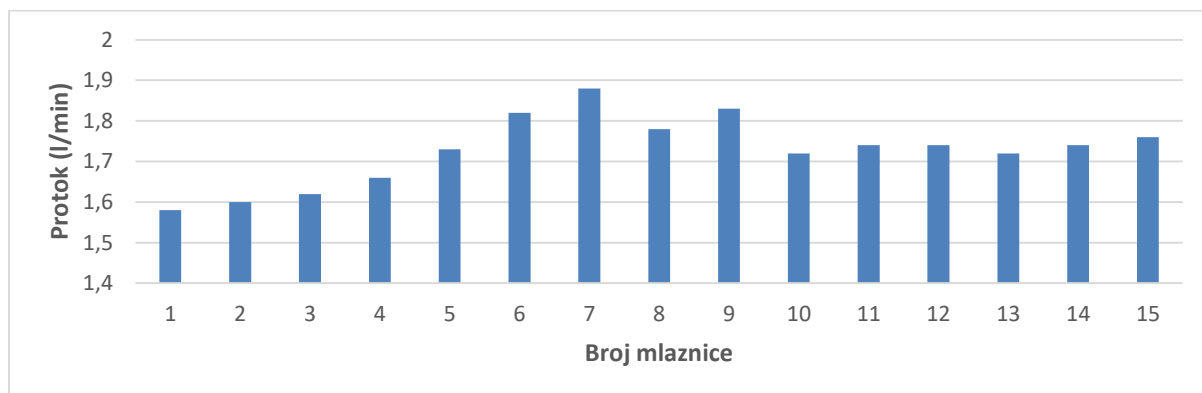
Drugo po redu testiranje obavljeno na je na prskalici koja na svojim granama ima ukupno 20 mlaznica a rezultati ispitivanja prikazani su u grafikonu 2. Prskalica je opremljena mlaznicama crvene boje koje bi pri tlaku od 3 bara trebale ostvarivati protok od približno 1,6 l/min. Izuzev mlaznice označene brojem 11, koja zbog začepjenja nije propuštala tekućinu, a sve su ostale mlaznice zadovoljile potrebne vrijednosti protoka.



Grafikon 3: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 3

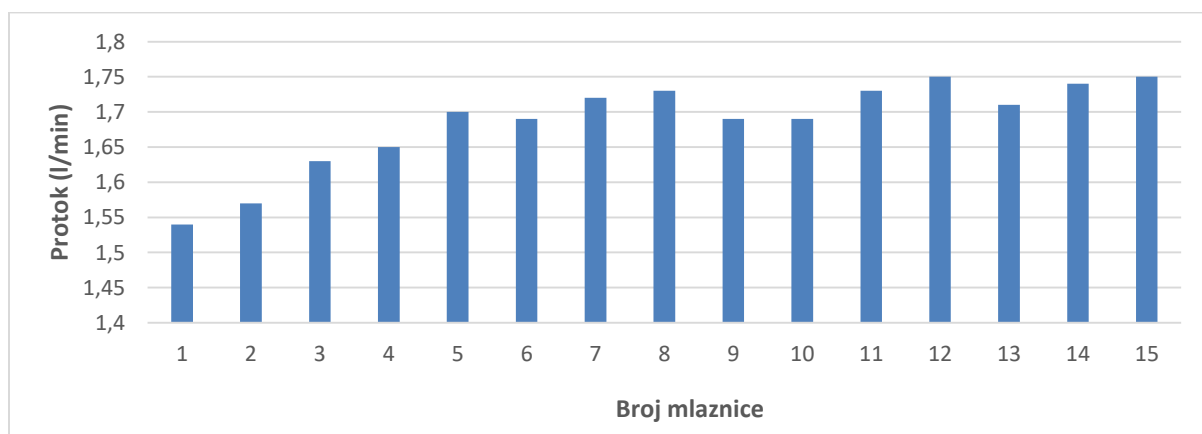
Grafikonom 3 prikazane su izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama plave boje kojih je u ovom slučaju bilo 20, a iste imaju zadaću kroz sebe propustiti približno 1,2 litre sredstva u

minuti pri tlaku od 3 bara. Jedna se mlaznica pokazala neispravnom propuštajući količinu tekućine koja nadilazi dozvoljene vrijednosti, a ostale su se mlaznice pokazale ispravnima.



Grafikon 4: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 4

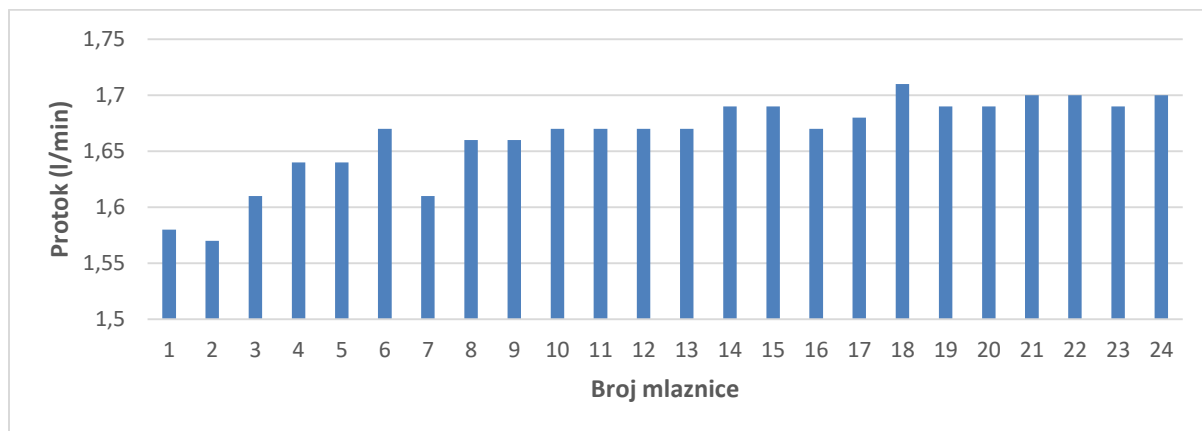
Četvrta testirana prskalica bila je opremljena s 15 mlaznica koje su trebale propustiti svaka između 1,44 i 1,76 litara tekućine u minuti kako bi zadovoljile zahtjeve ispravnosti. U 12 od testiranih 15 mlaznica sa ove prskalice to se pokazalo kao slučaj dok su na preostale 3 izmjerene prekomjerne vrijednosti. Ovdje također možemo primjetiti kako se sve 3 neispravne mlaznice nalaze na centralnom sektoru grana prskalice.



Grafikon 5: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 5

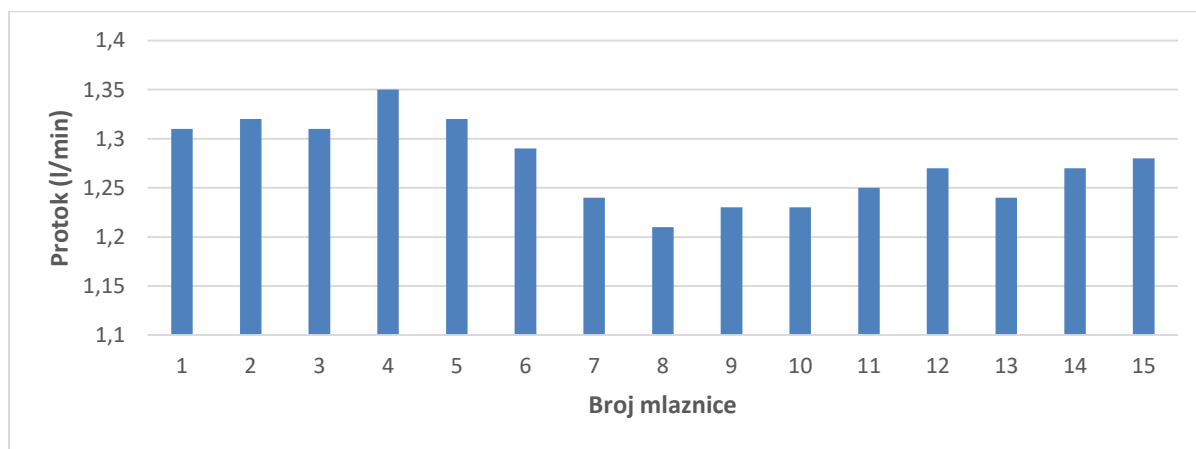
Grafikon 5 prikazuje rezultate ispitivanja protoka mlaznica na petoj po redu prskalici. Najniža izmjerena vrijednost protoka na ovoj prskalici iznosila je 1,54 l/min na prvoj po redu mlaznici. Najviša izmjerena vrijednost protoka na ovoj mlaznici zabilježena je na mlaznici označenoj

brojem 12 u iznosu od 1,75 l/min. Obzirom da se radi o mlaznicama očekivanog protoka od 1,6 l/min možemo konstatirati kako sve mlaznice zadovoljavaju potrebe ispravnosti jer nema odstupanja koje prelazi 10 % u odnosu na zadanu vrijednost.



Grafikon 6: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 6

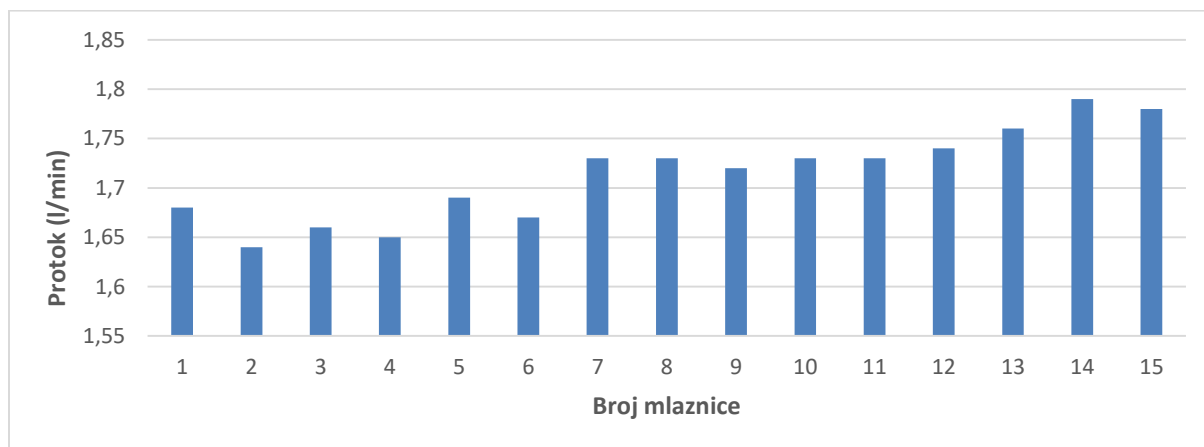
Kao što je bio slučaj i s prethodnim ispitivanjem, grafikon 6 pokazuje kako su sve 24 ispitane mlaznice prskalice označene brojem 6 pokazale zadovoljavajuće vrijednosti protoka, unatoč činjenici da je ispitivanje nekih mlaznica pokazalo rezultate na samim marginama ispravnosti.



Grafikon 7: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 7

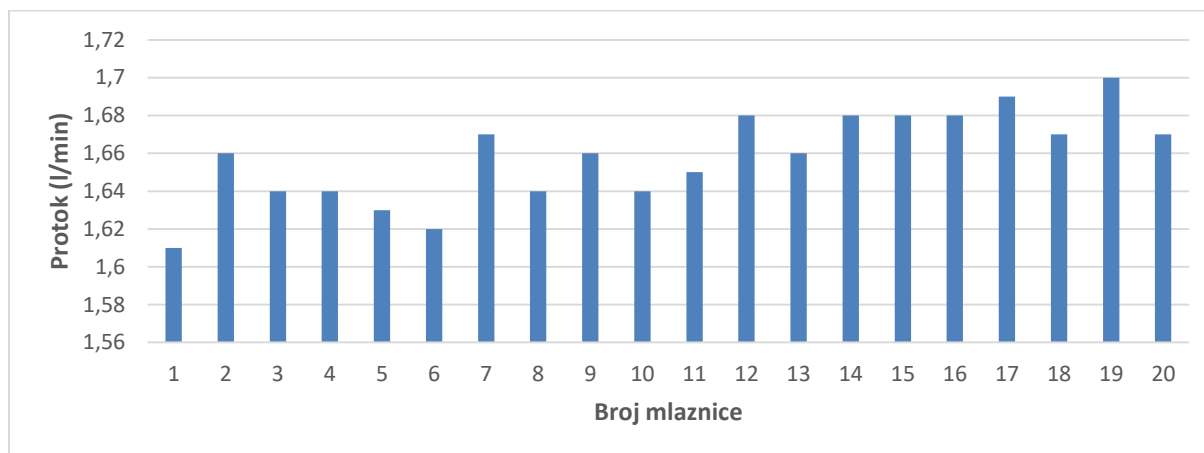
Sljedeće ispitivanje obuhvatilo je provjeru protoka mlaznica na prskalici koja je u ovom istraživanju označena brojem 7, na koju je proizvođač postavio 15 mlaznica očekivanog protoka 1,2 l/min. Iz grafikona 7 je vidljivo kako je mlaznica pod brojem 4 propustila više tekućine

nego li je to propisano, a mlaznica broj 8 zadovoljava uvijete ispitivanja propuštajući točno određenu minimalnu količinu sredstva.



Grafikon 8: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 8

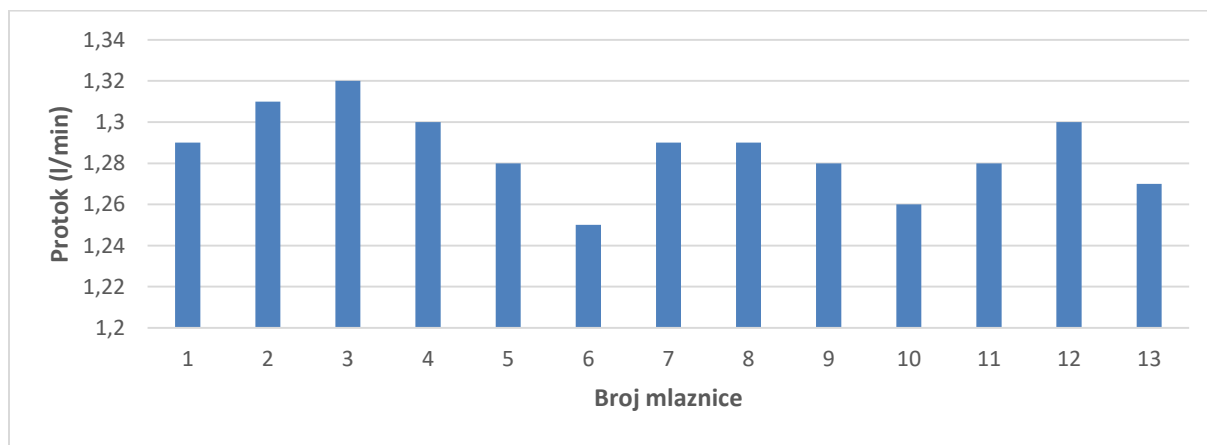
Ukupno 15 crvenih mlaznica ciljanog protoka 1,6 l/min postavljeno je na prskalicu koja je bila predmet testiranja pod rednim brojem 8. Iz rezultata mjerenja prikazanih u grafikonu 8 uočljivo je kako dvije mlaznice ne pružaju zadovoljavajući protok, te se u oba slučaja radi o prekomjernoj količini propuštene tekućine u minuti. Obje mlaznice smještene su na krajnjim pozicijama iste grane prskalice.



Grafikon 9: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 9

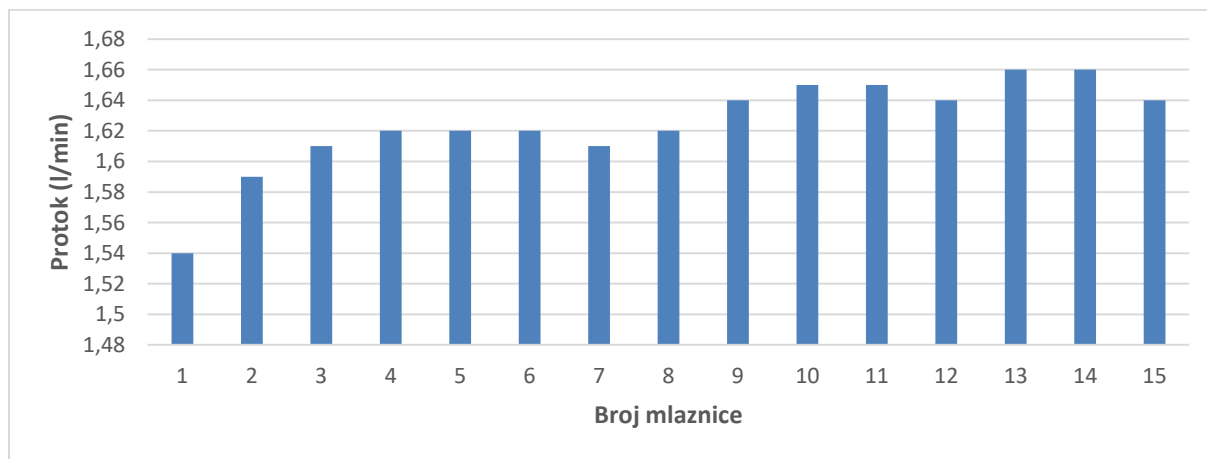
Grafikon 9 prikazuje rezultate ispitivanja prskalice jednake brojčane oznake. U ovome se slučaju radilo o 20 crvenih mlaznica koja svaka mora pri tlaku od 3 bara propustiti približno 1,6 l

sredstva. Unatoč činjenici da odstupanje između najviše i najniže izmjerene vrijednosti iznosi 0,2 l, sve su mlaznice pokazale zadovoljavajuće rezultate.



Grafikon 10: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 10

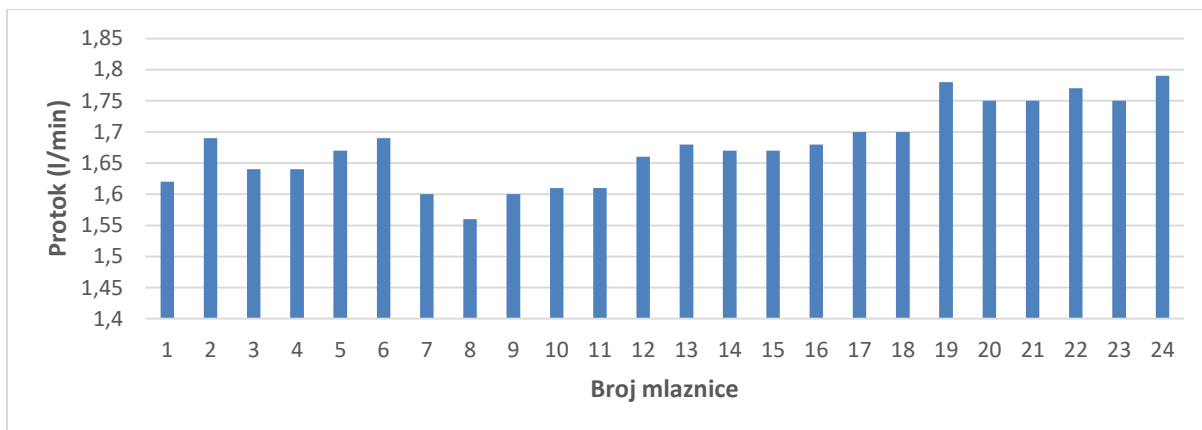
Deseto mjerenje uključivalo je ispitivanje protoka 13 plavih mlaznica očekivanog protoka 1,2 l/min. Iz grafikona 10 uočljivo je kako vrijednosti protoka na svakoj mlaznici nadilazi zadanih 1,2 l/min, no treba istaknuti kako niti jedna mlaznica na ispitivanju nije propusti nedozvoljenu količinu protoka, odnosno nit jedno odstupanje nije prelazilo 10 % čime je u potpunosti zadovoljen zahtjev ispravnosti.



Grafikon 11: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 11

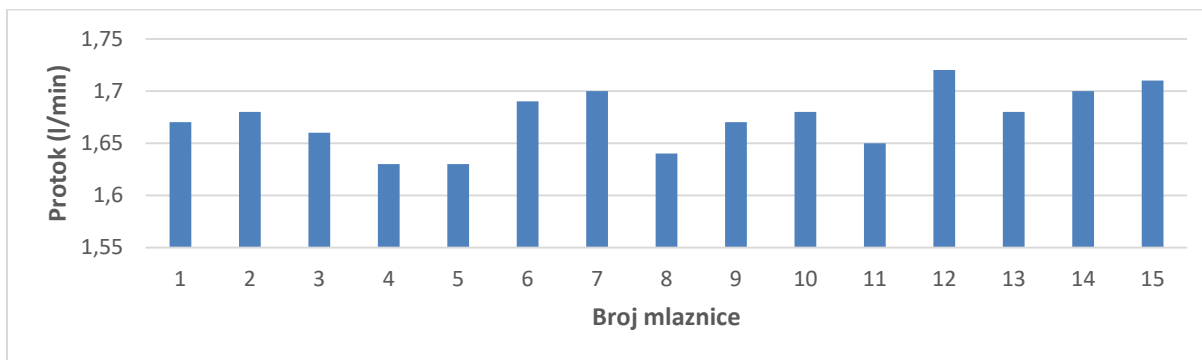


Grafikonom 11 prikazani su rezultati testiranja prskalice pod istim rednim brojem, opremljene s 15 crvenih mlaznica. Ispitivanje je pokazalo vrlo male oscilacije između izmjerenih protoka sa iznimkom mlaznice pod brojem jedan gdje je izmjerena nešto manja vrijednost. Međutim, i ta se vrijednost nalazi unutar dozvoljenih granica tako da su sve mlaznice ove prskalice zadovoljile potrebne vrijednosti protoka.



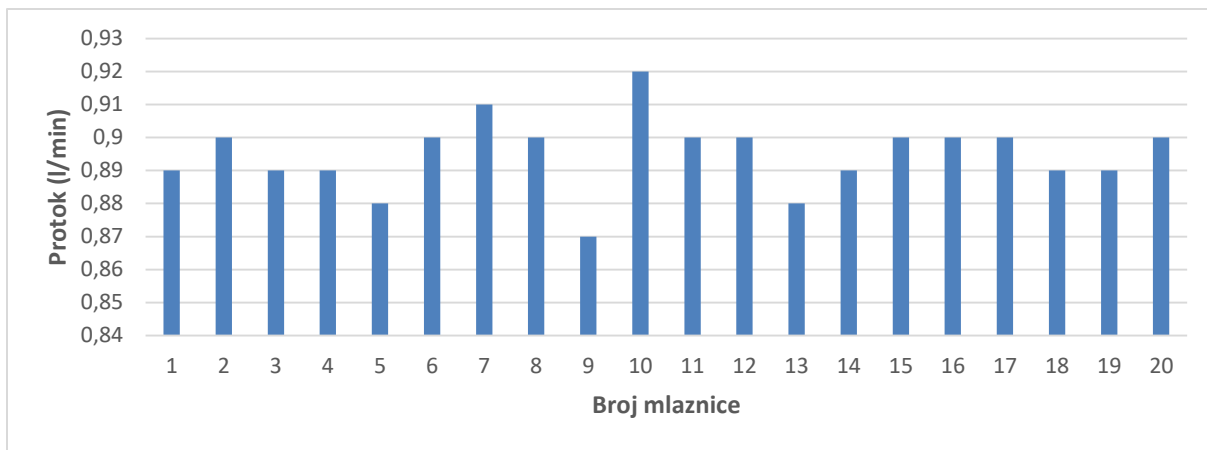
Grafikon 12: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 12

Iz grafikona 12 vidljivo je kako su tri odstupanja od ciljanih vrijednosti utvrđena ispitivanjem prskalice 12. Sve tri neispravne mlaznice propustile su prekomjerne količine tekućine unutar jedne minute nadilazeći maksimalnu dopuštenu vrijednost protoka za crvene mlaznice koja za tlak od 3 bara, s uračunatim dozvoljenim odstupanjem iznosi 1,76 l/min, dok je na još 3 mlaznice izmjeren protok na samoj granici dozvoljnosti.



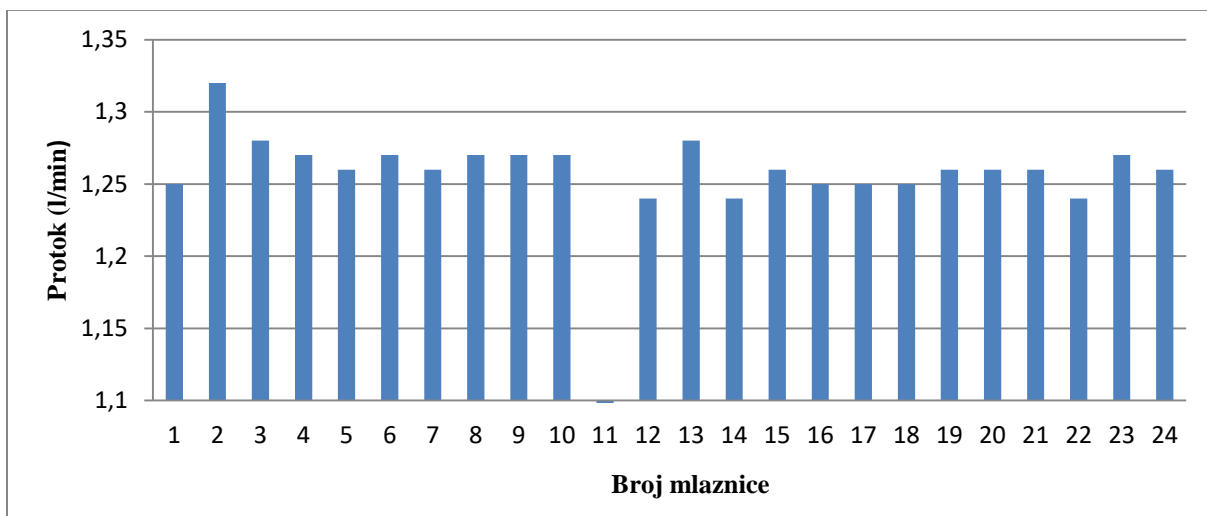
Grafikon 13: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 13

Trinaesta po redu testirana prskalica bila je opremljena sa 15 crvenih mlaznica koje su sve redom pokazale zadovoljavajuće razine protoka. Sve testirane mlaznice propustile su više tekućine od predviđene razine koja iznosi 1,6 l/min no niti na jednoj od testiranih mlaznica nije izmjereno odstupanje veće od dozvoljenoga.



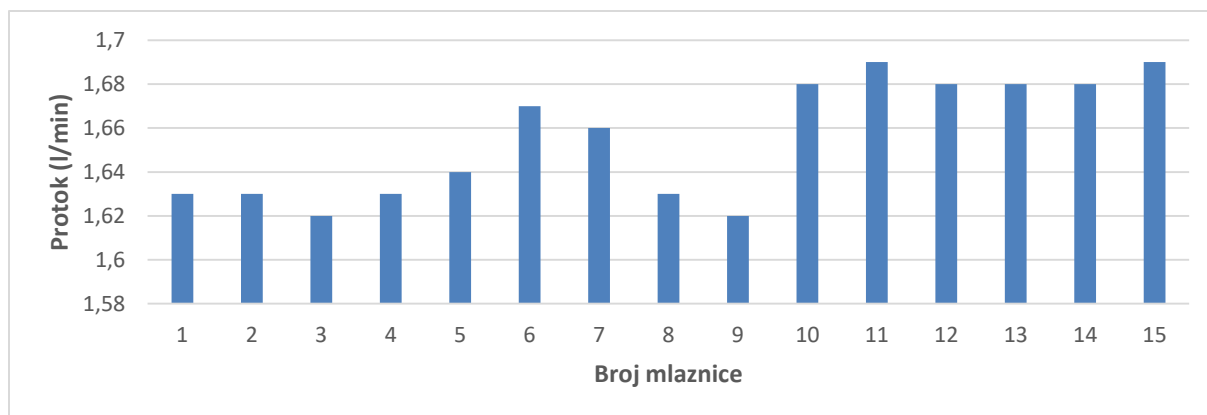
Grafikon 14: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 14

Sljedeća, 14. prskalica podvrgnuta je ispitivanju protoka mlaznica, a rezultati tih mjerenja prikazani su u grafikonu 14. Ista je opremljena sa 20 žutih mlaznica ciljanog protoka približne iznosu od 0,8 l/min. Iz navedenog grafikona se može zaključiti kako se svega 3 od 20 izmjerenih protoka može okarakterizirati zadovoljavajućima.



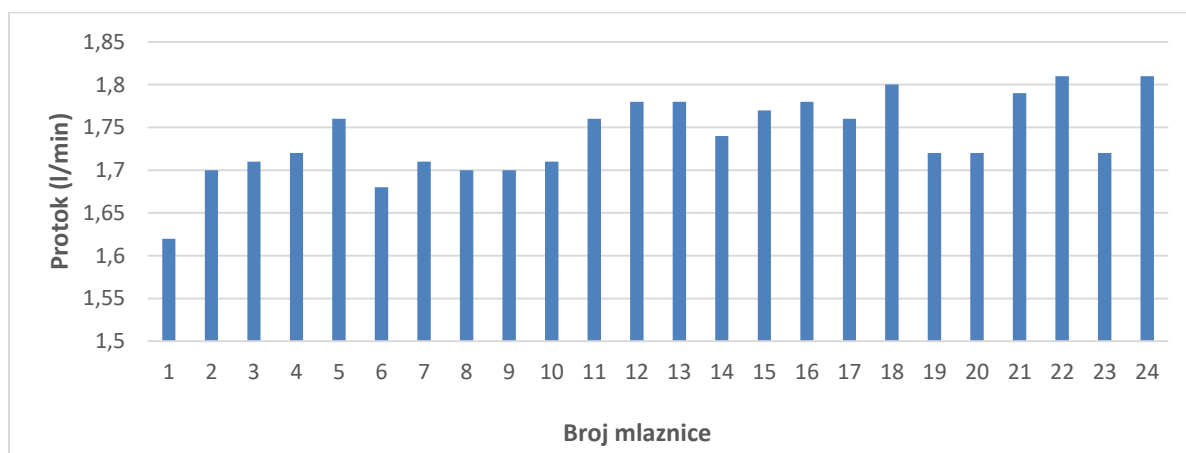
Grafikon 15: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 15

Grafikonom 15 prikazani su rezultat testiranja prskalice broj 15 na čijim su se granama nalazile 24 plavih mlaznica. Grafikon pokazuje vrlo ujednačene vrijednosti 22 od njih, sve vrlo blizu protoka od 1,25 l/min. Mlaznica broj 11 nije propustila sredstvo kroz sebe dok je ispitivanje mlaznice broj 2 pokazalo protok na gornjoj granici tolerancije.



Grafikon 16: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 16

Najčešće korištene mlaznice, one crvene boje, korištene su i na 16. ispitivanju gdje su pri tlaku od 3 bara morale propustiti tekućine približno 1,6 l/min. Grafikon 16 pokazuje kako su izmjerene vrijednosti oscilirale od 1,62 do 1,69 l/min što su zadovoljavajuće vrijednosti.



Grafikon 17: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 17

Posljednje ispitivanje unutar ovoga istraživanje odrađeno je na 24 crvene mlaznice a rezultati su prikazani na grafikonu 17. Isti pokazuje kako niti jedna mlaznica nije propustila manje tekućine

nego se od nje to zahtjeva, ali je na čak 7 mlaznica zabilježena protoka veća nego je to dozvoljeno.

Tablica 1: Dobivene statističke vrijednosti deskriptivne statistike kod ispitivanih mlaznica

Prskalica br.	$\bar{x}$	Medijan	Mod	Standardna devijacija
1.	1,712	1,731	1,570	0,086
2.	1,588	1,665	1,610	0,375
3.	1,318	1,325	1,340	0,024
4.	1,728	1,742	1,740	0,084
5.	1,686	1,711	1,690	0,063
6.	1,663	1,670	1,670	0,037
7.	1,274	1,270	1,310	0,041
8.	1,713	1,733	1,730	0,046
9.	1,658	1,661	1,640	0,024
10.	1,286	1,293	1,290	0,019
11.	1,624	1,622	1,620	0,030
12.	1,678	1,675	1,670	0,062
13.	1,674	1,683	1,680	0,027
14.	0,895	0,911	0,910	0,011
15.	1,210	1,263	1,260	0,258
16.	1,655	1,662	1,630	0,027
17.	1,739	1,730	1,720	0,046

Dio dobivenih vrijednosti deskriptivne statistike prikazani su u tablici. Prikazane vrijednosti predstavljaju prosječan protok kao i standardnu devijaciju dobivenu za vrijednosti ugrađenih mlaznica i kao takve se ne mogu uspoređivati. Kod ovog načina mjerenja protoka (l/min) dozvoljena odstupanja su unutar granica  $\pm 10\%$  od tabelarne vrijednosti koju izdaje proizvođač. Iz rezultata tablice može se vidjeti da su dobivene prosječne vrijednosti protoka ovisno o protoci mlaznica unutar dozvoljenih vrijednosti od  $\pm 10\%$  tabelarnih vrijednosti. Temeljem ostvarenih minimalnih vrijednosti na ispitivanim tehničkim sustavima ispitna stanica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku 001-RH dozvolila je produljenje rada te im je sukladno tomu izdala naljepnice kao dokaz ispravnosti.

## 5. RASPRAVA

U sklopu ispitne stanice Zavoda za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije, zaposlenici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku uporabom različitih tehnologija i vještina, koristeći za to namijenjenu standardnu opremu, ustvrdili su ispravnost strojeva prema kriterijima koje nalaže norma EN 13790. Određena ispitivanja pokazala su odstupanja od navedene norme unutar dozvoljenih granica. Do takvih posljedica najčešće dolazi uslijed nepravilnog rukovanja, nedostatnog održavanja, uporabom zastarjele mehanizacije, ali i opterećenošću stroja tijekom cijele vegetacijske godine. Popravak ili zamjena neispravnih komponenata uz educirano rukovanje dovodi do efektivnije uporabe sustava za aplikaciju sredstava zaštite što ima pozitivne posljedice po ekonomičnost ali i kvalitetu zaštite usjeva. Upravo su navedeni razlozi sama svrha ovakvih ispitivanja. Ispitivanje je pokazalo kako su na gotovo polovici testiranih strojeve sve mlaznice u potpunosti ispravne, dok su u većini ostalih slučajeva prisutne tek jedna ili dvije mlaznice čiji protok pri tlaku od 3 bara ne daje zadovoljavajuće razine protoka. Tek je na dvije prskalice izmjeren značajniji broj mlaznica čiji protoci ne spadaju u zadani tolerancijski okvir. Mlaznice na kojima su izmjerene nepoželjne razine protoka bile su zamijenjene novima. Također, valja napomenuti kako se na svim mjerenjima gdje je registrirano preveliko odstupanje radilo o vrlo malim vrijednostima prekoračenja. Kada bi vrijednost tolerancija od 10 % bila zamijenjena onom od 15 %, pri ovim ispitivanjima tek dvije mlaznice ne bi zadovoljile kriterije, i to one dvije posve začepljene koje nisu pružile nikakav protok. Budući da su dobivene vrijednosti specifične za svaki tehnički sustav, a ovisi prvenstveno o starosti i načinu eksploatacije stroja, broju i protoci (oznaci) mlaznica dobivene vrijednosti ne možemo uspoređivati. Slične rezultate ostvarili su Banaj i sur. (2009.) koji navode veliki broj pogreški u primjeni mlaznica, odnosno utvrđeno je da su mlaznice postavljene na isto krilo prskalice različitih protoka.

## 6. ZAKLJUČAK

Temeljem gore navedenih istraživanja i izmjerenih vrijednost može se zaključiti sljedeće:

- istraživanja su provedena u sklopu redovnih pregleda ispitne stanice 001-RH Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku na području Požeško-slavonske županije kao pred testiranje radi utvrđivanja ispravnosti mlaznica
- Istraživanje je obuhvatilo mlaznice tehničkih sustava za aplikaciju zaštitnih sredstava sa 17 poljoprivrednih gospodarstava Požeško-slavonske županije,
- Uporabom gore opisanog AAMS uređaja za mjerenje protoka mlaznica dobiveni su rezultati na osnovu kojih je bilo jasno koje mlaznice je potrebno pročititi, a koje zamijeniti.
- Od ukupno 293 mlaznica uzetih u obzir u ovom pred testiranju, odstupanja od >10% izmjerena su na 37, što je približno 12,5 % a odstupanja veća od 15 % izmjerena su tek na 2 mlaznice, odnosno približno 0,7 %. 7 od 17 prskalica bilo je opremljeno setom potpuno ispravnih mlaznica koje su sve pružile zadovoljavajuće razine protoka.
- nakon izmjene dotrajalih mlaznica te podešavanja ostalih elemenata takve prskalice zadovoljile su minimalne kriterije, odnosno razina protoka bila je unutar granica dozvoljenih odstupanja od tabelarnih vrijednosti  $\pm 10 \%$ ,
- nakon provedenog educiranja rukovatelja i temeljem ostvarenih rezultata tehničkim sustavima je izdano uvjerenje i naljepnica kao dokaz o ispravnosti za sljedeće tri 3 godine.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Balsari, P., Vieri, M. (1996): Servizi di controllo e taratura delle irroratrici, M&ma.
2. 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
3. Banaj, Đ., Šmrčković, P. (2002.): Upravljanje poljoprivrednom tehnikom, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
4. Banaj Đ., Tadić V., Banaj Ž., Menđušić V., Duvnjak V. (2009): Istraživanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica, 44. Croatian and 4rd International Symposium on Agriculture, 897-901, Opatija.
5. Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D. (2012.): Testiranje tehničkih sustava u zaštiti bilja u Republici Hrvatskoj, Aktualni zadatci mehanizacije poljoprivrede, Opatija 21 – 24. veljače, 2012., 305 – 310
6. D. Želježić, P. Perković: UPORABA PESTICIDA I POSTOJEĆE PRAVNE ODREDBE ZA NJEZINU REGULACIJU, SIGURNOST 53 (2) 141 - 150 (2011)
7. Dremptić Zdravko (2021.): Ispitivanje tehničkih sustava u zaštiti bilja prema normi EN 13790 I i EN 13790 II, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
8. Duvnjak V., Đ. Banaj (2004): „Principi dobre profesionalne prakse u zaštiti bilja i pravilno korištenje prskalica“; Zbornik radova Aktualni zadaci mehanizacije u poljoprivredi, Actual tasks on agricultural engineering, veljača 2004, Opatija, str.341-345.
9. Duvnjak, V., Plietić, S., Filipović, D., Banaj, Đ. i Andrić, L. (2009). UTJECAJ TROŠENJA OTVORA MLAZNICA RATARSKIH PRSKALICA NA KARAKTERISTIKE MLAZA. Agronomski glasnik, 71 (4), 261-270.
10. FAO - Food and Agriculture organization of the United Nation: International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides, FAO, Rome, 2002.
11. Krišto Andrea (2015): TESTIRANJE TEHNIČKIH SUSTAVA U ZAŠTITI BILJA PREMA NORMI EN 13790-II, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet

12. Patković Aleksandar (2014.): ISPITIVANJE TEHNIČKIH SUSTAVA U ZAŠTITI BILJA PREMA NORMI EN 13790, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet
13. Rietz S., Gamzlemeier H. (1998): Inspection of plant protection equipment in Europe, AgEng, Oslo, 98-A-023.
14. Rukavina Anđelko (2015.): TESTIRANJE TEHNIČKIH SUSTAVA U ZAŠTITI BILJA NA PODRUČJU OPĆINE DRENJE, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet
15. Selim Škaljić I Nermin Rakita (2017): UTICAJ PROTOKA DIZNI NA KVALITET I TROŠKOVE ZAŠTITE BILJA, Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, God. LXII, broj 67/2
16. Smith, A.E., Secoy, D.M.: Forerunners of Pesticides in Classical Greece and Rome, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 23, 1975., 6, 1050-1056.
17. Smith, E.H., Kennedy, G.G.: History of Pesticides, U: Pimentel, D. (ur.), Encyclopedia of Pest Management, Informa Taylor & Francis Group, London, 2002.
18. Tadić, V., Banaj Đ., Banaj, Ž. (2010): Raspodjela tekućine s ratarskim mlaznicama izrađenim od mesinga, 45. hrvatski i 5 međunarodni simpozija agronoma, 15 – 19 veljače, 2010, Opatija, str. 1219 – 1223
19. Tadić, V., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D., Seletković, N., (2014.): Testiranje tehničkih sustava u zaštiti bilja u Republici Hrvatskoj, Zbornik radova 42. međunarodnog simpozija iz područja mehanizacije poljoprivrede, Opatija, 25. – 28. veljače 2014., 161 – 165
20. Želježić, D., i Perkovic, P. (2011). 'UPORABA PESTICIDA I POSTOJEĆE PRAVNE ODREDBE ZA NJEZINU REGULACIJU', Sigurnost, 53(2), str. 141-150



## 8. SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati istraživanja provedenih u sklopu redovnih pregleda ispitne stanice 001-RH Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Ispitivanje je provedeno kao predtestiranje sa ciljom utvrđivanja ispravnosti tehničkih sustava za aplikaciju sredstava za zaštitu bilja. Značaj ispravnosti takvih sustava leži u ekonomičnosti ali i efikasnosti aplikacije, kao i u aspektu brige o okolišu. Također, ovim su ispitivanjem proizvođači dobili uvid u eventualne greške ili kvarove koje je potrebno ispraviti odnosno otkloniti. U fokusu je ponajviše bilo ispitivanje rada mlaznica, točnije mjerenje protoka istih pri tlaku od 3 bara. Ispitivanjem je utvrđeno kako od ukupno 293 mlaznica uzetih u obzir u ovom predtestiranju, odstupanja od >10 % izmjerena su na 37 mlaznica, što je približno 12,5 %, dok su odstupanja veća od 15% izmjerena su tek na 2 mlaznice, odnosno približno 0,7 %. 7 od 17 prskalica bilo je opremljeno setom potpuno ispravnih mlaznica koje su sve pružale zadovoljavajuće razine protoka. Mlaznice koje su pokazale više odstupanja od željenih zamjenjene su ispravnima. Budući da su dobivene vrijednosti specifične za svaki tehnički sustav a ovise prvenstveno o starosti i načinu eksploatacije stroja, broju i protoci (oznaci) mlaznica nismo u mogućnosti bili dobivene vrijednosti uspoređivati. Prskalice su naknadno dovedene u stanje ispravnosti, odnosno u stanje gdje zadovoljavaju minimalne kriterije glede protoka kojeg ostvaruju u radu pri tlaku od 3 bara. Proizvođačima je na koncu uz ispravan stroj i stečeno znanje izdano i uvjerenje u formi naljepnice koja svjedoči ispravnosti za naredne 3 godine.

## 9. SUMMARY

The paper presents the results of research conducted within regular inspections of the testing station 001-RH at the Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek. The examination was performed as a pre-test to determine the correctness of technical systems for the application of plant protection products. The significance of the correctness of such systems lies in their economy and efficiency of application, as well as in the aspect of environmental care. Furthermore, this examination provided manufacturers with insights into potential errors or malfunctions that need to be rectified. The focus was primarily on testing the performance of nozzles, specifically measuring their flow rates at a pressure of 3 bars. The examination revealed that out of the total of 293 nozzles considered in this pre-test, deviations of more than 10% were measured in 37 nozzles, which is approximately 12.5%, while deviations greater than 15% were observed in only 2 nozzles, approximately 0.7%. Out of the 17 sprayers, 7 were equipped with a set of fully functional nozzles, all of which provided acceptable flow rates. Nozzles that displayed significant deviations from the desired values were replaced with functional ones. Since the obtained values are specific to each technical system and depend primarily on the age and operation of the machine, as well as the number and flow rates of the nozzles, it was not possible to compare the obtained values. Subsequently, the sprayers were brought to a state of proper functioning, meeting the minimum flow rate criteria at a pressure of 3 bars during operation. Ultimately, manufacturers were issued a certification, in the form of a label, confirming the correctness of their equipment for the next 3 years along with the acquired knowledge.

## 10. POPIS SLIKA

Slika 1: Ratarska prskalica Nardi .....	7
Slika 2: Lechler ratarske mlaznice.....	8
Slika 3: Način označavanja mlaznica prema ISO 10625 standardu .....	9
Slika 4: Injektorska mlaznica.....	10
Slika 5: Anti-drift mlaznice .....	11
Slika 6: Oznake mlaznica prema standardu ISO10625 .....	13
Slika 7: Stolno-elektronski uređaj za ispitivanje mlaznica.....	14
Slika 8: Uređaj Aams Salvarani Nozle tester.....	14

## 11. POPIS TABLICA

Tablica 1: Dobivene statističke vrijednosti deskriptivne statistike kod ispitivanih mlaznica ..... 24

## 12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 1 .....	15
Grafikon 2: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 2 .....	16
Grafikon 3: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 3 .....	16
Grafikon 4: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 4 .....	17
Grafikon 5: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 5 .....	17
Grafikon 6: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 6 .....	18
Grafikon 7: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 7 .....	18
Grafikon 8: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 8 .....	19
Grafikon 9: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 9 .....	19
Grafikon 10: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 10 .....	20
Grafikon 11: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 11 .....	20
Grafikon 12: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 12 .....	21
Grafikon 13: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 13 .....	21
Grafikon 14: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 14 .....	22
Grafikon 15: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 15 .....	22
Grafikon 16: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 16 .....	23
Grafikon 17: Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 17 .....	23

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

**Diplomski rad**

**Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

**Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija**

### **ISPITIVANJE PROTOKA RATARSKIH MLAZNICA**

Petar Božić

**Sažetak:** U radu su prikazani rezultati istraživanja provedenih u sklopu redovnih pregleda ispitne stanice 001-RH Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Ispitivanje je provedeno kao pred testiranje sa ciljom utvrđivanja ispravnosti tehničkih sustava za aplikaciju sredstava za zaštitu bilja. Značaj ispravnosti takvih sustava leži u ekonomičnosti ali i efikasnosti aplikacije, kao i u aspektu brige o okolišu. Također, ovim su ispitivanjem proizvođači dobili uvid u eventualne greške ili kvarove koje je potrebno ispraviti odnosno otkloniti. U fokusu je ponajviše bilo ispitivanje rada mlaznica, točnije mjerenje protoka istih pri tlaku od 3 bara. Ispitivanjem je utvrđeno kako od ukupno 293 mlaznica uzetih u obzir u ovom pred testiranju, odstupanja od >10% izmjerena su na 37 mlaznica, što je približno 12,5%, dok su odstupanja veća od 15% izmjerena su tek na 2 mlaznice, odnosno približno 0,7%. 7 od 17 prskalica bilo je opremljeno setom potpuno ispravnih mlaznica koje su sve pružale zadovoljavajuće razine protoka. Mlaznice koje su pokazale više odstupanja od željenih zamjenjene su ispravnima. Budući da su dobivene vrijednosti specifične za svaki tehnički sustav a ovise prvenstveno o starosti i načinu eksploatacije stroja, broju i protoci (oznaci) mlaznica nismo u mogućnosti bili dobivene vrijednosti uspoređivati. Prskalice su naknadno dovedene u stanje ispravnosti, odnosno u stanje gdje zadovoljavaju minimalne kriterije glede protoka kojeg ostvaruju u radu pri tlaku od 3 bara. Proizvođačima je na koncu uz ispravan srtoj i stečeno znanje izdano i uvjerenje u formi naljepnice koja svjedoči ispravnosti za naredne 3 godine.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** dr. sc. Anamarija Banaj

**Broj stranica:** 32

**Broj slika:** 8

**Broj tablica:** 1

**Broj grafikona:** 17

**Broj literaturnih navoda:** 20

**Broj priloga:** 0

**Jezik Izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi :** Traktorska prskalica, testiranje prskalica, mlaznice, protok (l/mn),

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

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

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Graduate thesis**

**Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek**

**University Graduate Studies, Mechanization, course**

### **EXAMINING THE FLOW OF FIELD NOZZLES**

Petar Božić

**Summary:** The paper presents the results of research conducted within regular inspections of the testing station 001-RH at the Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek. The examination was performed as a pre-test to determine the correctness of technical systems for the application of plant protection products. The significance of the correctness of such systems lies in their economy and efficiency of application, as well as in the aspect of environmental care. Furthermore, this examination provided manufacturers with insights into potential errors or malfunctions that need to be rectified. The focus was primarily on testing the performance of nozzles, specifically measuring their flow rates at a pressure of 3 bars. The examination revealed that out of the total of 293 nozzles considered in this pre-test, deviations of more than 10% were measured in 37 nozzles, which is approximately 12.5%, while deviations greater than 15% were observed in only 2 nozzles, approximately 0.7%. Out of the 17 sprayers, 7 were equipped with a set of fully functional nozzles, all of which provided acceptable flow rates. Nozzles that displayed significant deviations from the desired values were replaced with functional ones. Since the obtained values are specific to each technical system and depend primarily on the age and operation of the machine, as well as the number and flow rates of the nozzles, it was not possible to compare the obtained values. Subsequently, the sprayers were brought to a state of proper functioning, meeting the minimum flow rate criteria at a pressure of 3 bars during operation. Ultimately, manufacturers were issued a certification, in the form of a label, confirming the correctness of their equipment for the next 3 years along with the acquired knowledge.

**Thesis performed at:** Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek

**Mentor:** dr. sc. Anamarija Banaj

**Number of pages:** 32

**Number of figures:** 8

**Number of tables:** 1

**Number of references:** 20

**Number chart:** 17

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** Tractor sprayer, testing of sprayers, nozzle, flow rate (l/mn),

**Thesis defended on date:**

**Revieweres:**

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

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1