

Ispitivanje ratarskih prskalica u skladu s standardom HRN ISO 16122

Divić, Saša

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:151:043628>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-27**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Saša Divić

Prijediplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Modul: Bilinogojstvo

**Ispitivanje ratarskih prskalica u skladu sa standardom HRN
ISO 16122**

Završni rad

Osijek, 2024.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Saša Divić

Prijediplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Modul: Bilinogojstvo

**Ispitivanje ratarskih prskalica u skladu sa standardom HRN
ISO 16122**

Završni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada:

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

Osijek, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni preddiplomski studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo

Završni rad

Saša Divić

Ispitivanje ratarskih prskalica u skladu sa standardom HRN ISO 16122

Sažetak: U radu su prikazani rezultati mjerenja protoka (l/min) mlaznica kod deset prskalica u vrijeme redovnog testiranja na području Požeško-slavonske županije u općinama Jakšić, Čaglin i Brestovac. Za mjerenje poprečne distribucije sredstva za zaštitu bilja koristimo dvije metode. U povoljnim vremenskim uvjetima (brzina vjetra manja od 3 m/s) koristi se Spray Scanner. Ukoliko vremenske prilike ne dopuštaju upotrebu prethodno navedenog uređaja provjera se obavlja mjerenjem protoka svake mlaznice. Kod mlaznica s tabličnim protokom ≥ 1 l/min dozvoljena odstupanja između njih iznose 10 %. Provjera protoka obavljena je na 10 prskalica radnih zahvata od 7,5 do 15 m. Od ukupno 195 mlaznica uzetih u obzir u ovom testiranju, odstupanja > 10 % izmjerena su na 29 mlaznica, što je približno 14,87 %. Tijekom ispitivanja zabilježeno je 85,13 % ispravnih mlaznica koje su polučile zadovoljavajuće razine protoka. Temeljem ostvarenih rezultata izdano je uvjerenje te naljepnica kao dokaz ispravnosti za sljedeće tri 3 godine.

Ključne riječi: ispitivanje prskalica, ispitivanje protoka mlaznica, EN 16122, distribucija mlaza

30 stranica, 1 tablica, 14 slika, 10 grafikona, 20 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Agrobiotehničkog fakulteta u Osijeku.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek

University undergraduate study of Agriculture, course Plant production

BSc thesis

Saša Divić

Testing of field sprayers in accordance with the HRN ISO 16122 standard

Summary: The paper presents the results of measuring the flow rate (l/min) of the nozzles of ten sprayers during regular testing in the Požega-Slavonia County in the municipalities of Jakšić, Čaglin and Brestovac. We use two methods to measure the transverse distribution of the plant protection product. In favorable weather conditions (wind speed less than 3 m/s) Spray Scanner is used. If the weather conditions do not allow the use of the aforementioned device, the check is performed by measuring the flow of each nozzle. For nozzles with table flow ≥ 1 l/min, the permitted deviations between them are 10%. The flow check was performed on 10 sprayers with working widths from 7.5 to 15 m. Out of a total of 195 nozzles taken into account in this testing, deviations > 10 % were measured on 29 nozzles, which is approximately 14.87%. During the test, 85.13% of correct nozzles were recorded, which obtained satisfactory flow levels. On the basis of the achieved results, a certificate and sticker were issued as proof of correctness for the next three 3 years.

Keywords: sprayers testing, nozzle flow testing, EN 16122, jet distribution

30 pages, 1 table, 14 pictures, 10 graphs, 20 references

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

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. MATERIJAL I METODE RADA.....	2
2.1. Zakonski okvir	2
2.2. Europska norma EN ISO 16122-3	2
2.2.1. Općenito o EN ISO 16122-3.....	4
2.3. Obvezna provedba pregleda ispravnosti rada tehničkih sustava u zaštiti bilja.....	4
2.3.1. Pregled tehničkih sustava u zaštiti bilja - najava	5
2.3.2. Mjesto pregleda.....	6
2.3.3. Prijava na ispitnom mjestu	7
2.3.4. Čistoća tehničkih sustava u zaštiti bilja za vrijeme redovitog pregleda.....	7
2.4. Vizualni pred-pregled tehničkih sustava u zaštiti bilja na mjestu pregleda.....	7
2.4.1. Vizualni pregled prijenosnika snage priključnog vratila traktora.....	7
2.5. Provjera ispravnosti rada crpke.....	8
2.6. Ispravnost sustava regulacije i poprečne distribucije škropiva.....	11
2.6.1. Uređaj za mjerenje razine tlaka - manometar	11
2.6.2. Uređaji za mjerenje poprečne distribucije mlaza.....	13
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	15
4. ZAKLJUČAK.....	23
5. POPIS LITERATURE.....	24

1. UVOD

Povećanje populacije dovodi do zahtjeva za većim količinama hrane uz istodobno smanjenje obradivih poljoprivrednih površina. Veća populacija za posljedicu ima širenje građevinskog zemljišta nauštrb poljoprivrednog. Istodobno dolazi do porasta svijesti kupaca, te se tako promatra i kvaliteta, ali i podrijetlo hrane koja se konzumira. Na manje poljoprivrednih površina moramo proizvesti veće količine hrane, ali uz maksimalnu kontrolu kvalitete, efikasnost proizvodnje, preciznu aplikaciju zaštitnih sredstava te odabir sredstava. Sukladno tome poljoprivredni proizvođači koriste pametna rješenja u poljoprivredi uz praćenje zakona o dozvoljenim zaštitnim sredstvima kako bi proizvedeni poljoprivredno prehrambeni proizvodi bili u skladu sa zakonom o hrani. Zakon o hrani je promijenjen sa strožim propisima u odnosu na stari kako bi se poboljšavala kontrola hrane (Generalni zakon o hrani). Mijenjanjem zakona postiglo se buđenje svijesti potrošača, a koja će pripomoći kod odabira i kupnje poljoprivrednih proizvoda. U današnjici kupac više ne gleda samo na cijenu i podrijetlo same hrane, nego i njezinu zdravstvenu ispravnost. Početkom 2012. godine Ministarstvo poljoprivrede RH okuplja veći dio znanstvenih djelatnika i stručnjaka iz pojedinih dijelova poljoprivrede sa ciljem donošenja dokumenata koji će regulirati primjenu pesticida unutar svih dijelova poljoprivredne proizvodnje. Donošenjem novog zakona u RH, pojavio se problem zbog uporabe pesticida s određenim aktivnim tvarima koje su korištene u prošlosti, ali su kao takvi sada zabranjeni za uporabu. Podaci ukazuju da u Hrvatskoj postoji oko 50 000 tehničkih sustava koje treba pregledati, odnosno kod kojih treba provesti ispitivanje tehničke ispravnosti uređaja. Ulaskom u EU, pravilnik je 24. siječnja 2014. godine nadograđen na tadašnji zakon pod nazivom Zakon o održivoj uporabi pesticida. Donošenjem ovoga zakona stvorena je i pravna podloga za početak službenog testiranja tehničkih sustava u RH. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek dobiva suglasnost i rješenja za otvaranje dvije ispitne stanice 001-RH i 004-RH koje su provele educiranja i testiranja tehničkih sustava za zaštitu bilja u ovome dijelu Slavonije. Pomoću znanstvene opreme ispitne stanice „001 RH” obavljena je provjera ispravnosti prskalice. Ukoliko testirani tehnički sustav zadovolji minimalne zahtjeve kvalitete rada, stanica je obvezna izdati evidencijsku naljepnicu i uvesti tehnički sustav u računalni program za evidenciju provjerenih tehničkih sustava na području Republike Hrvatske.

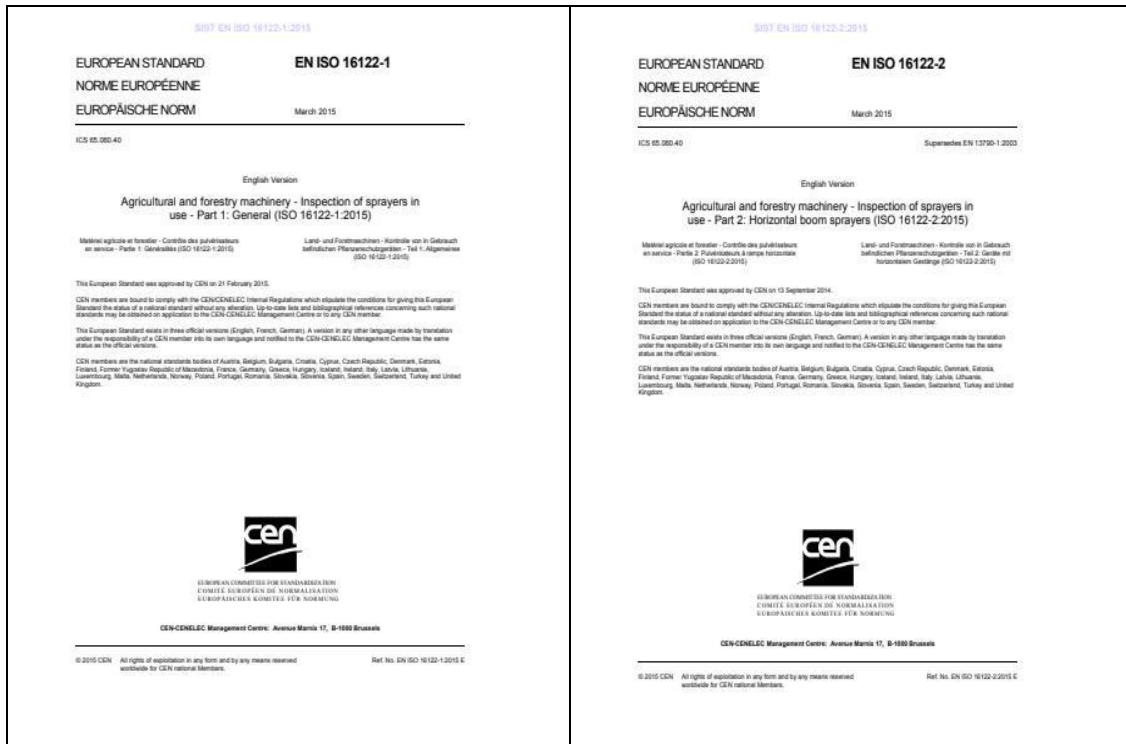
2. MATERIJAL I METODE RADA

2.1. Zakonski okvir

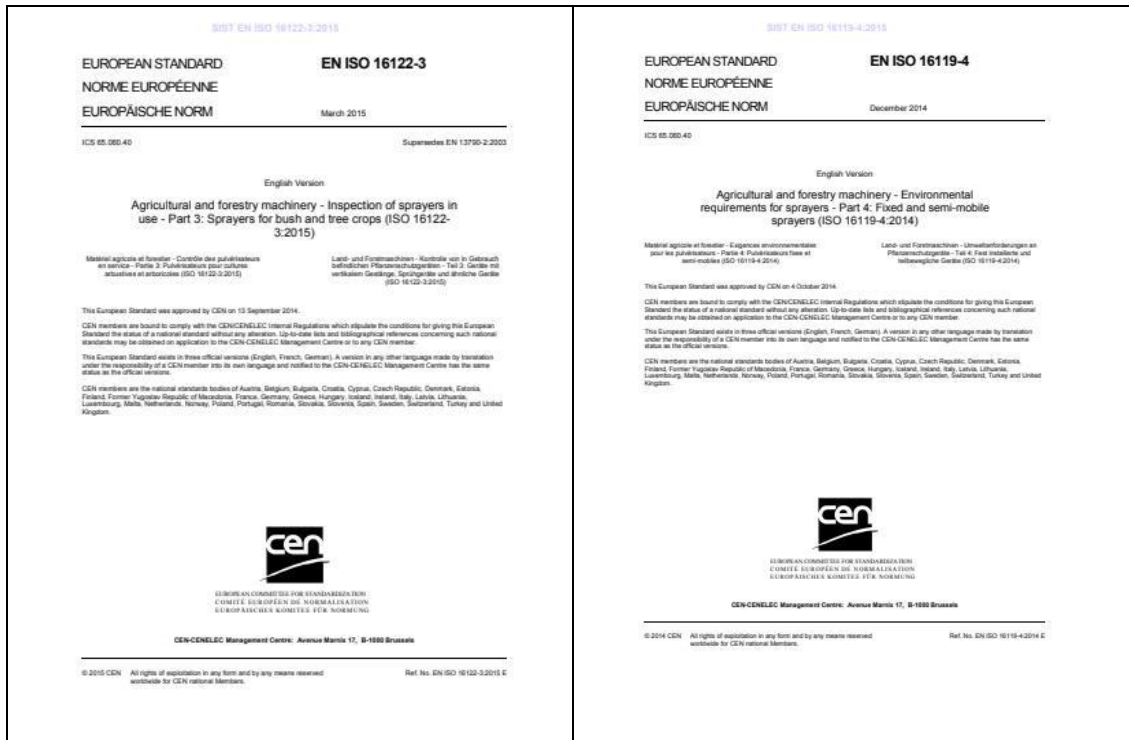
Održiva uporaba pesticida u Republici Hrvatskoj definirana je *Zakonom o održivoj uporabi pesticida* kojeg je na temelju članka 89. Ustava Republike Hrvatske, donio Hrvatski sabor na sjednici održanoj 8. travnja 2022. (NN 46/2022). Ovim Zakonom hrvatsko zakonodavstvo preuzima akt Europske unije: *Direktiva 2009/128/EZ* Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. godine o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u postizanju održive upotrebe pesticida. Navedena *Direktiva 2009/127/EC* Europskog parlamenta i Vijeća propisuje uvjete korištenja i održavanja uređaja za primjenu pesticida. Direktiva je ograničena na bitne zahtjeve s kojim uređaji za aplikaciju pesticida moraju biti usklađeni prije stavljanja na tržište i svi uređaji za aplikaciju pesticida (s izuzetkom ručnih i leđnih prskalica i orošivača) moraju imati potvrdu o obavljenom pregledu njihove ispravnosti.

2.2. Europska norma EN ISO 16122-3

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



Slika 1. Europski standard EN ISO 16122-1 i EN ISO 16122-2



Slika 2. EN Norma ISO 16122-3 i 16122-4

2.2.1. Općenito o EN ISO 16122-3

ISO (internacionalna organizacija za standardizaciju) je daljnja svjetska federacija nacionalnih standardnih tijela. Njezin rad se očituje prema pripremanju i standardizaciji prema tehničkom odboru (ISO). ISO 16122-3 je pripremljen od strane Europskog odbora za normalizaciju (CEN) za tehnički odbor. Inspekcija se provodi iz dva razloga. Prvi razlog je zbog manjeg potencijalnog rizika okolišne kontaminacije od strane zaštitnih sredstava. Razlog drugog provođenja je zbog dobre kontrole pesticida s manjim mogućim utjecajima u korištenju zaštitnih sredstava. Primjena standardnih metoda o inspekciji raspršivača se vodi u promišljanje, ali ne samo u performansama raspršivača nego i u njezi i održavanju. Pokazujući tu smjernicu kao osiguravajuću korist koja proizlazi iz opskrbe novih raspršivača dobre kvalitete. Inspekcija se provodi na raspršivačima, kao pregled koji se koristi kao obavezan zahtjev za rad ili pak kao usvojen na dobrovoljnoj osnovi. Na primjer, to uključuje zahtjev za kompetencijom osoba koje provode inspekcije i učestalost pregleda.

2.3. Obvezna provedba pregleda ispravnosti rada tehničkih sustava u zaštiti bilja

Pravilnik o pregledu tehničkih sustava u zaštiti bilja (TS u ZB) propisuje uvjete o redovnom pregledu i priznavanju pregleda tehničkih sustava u zaštiti bilja,

- tehničke zahtjeve i učestalost pregleda,
- iznimke od redovitog pregleda,
- izgled i način izdavanja znaka o obavljenom pregledu,
- uvjete za ovlaštenje i ukidanje ispitnih stanica koje obavljaju pregled,
- izobrazbu zaposlenika ispitnih stanica,
- stručnu kontrolu kod redovitih pregleda tehničkih sustava u zaštiti bilja,
- uvjete za dobivanje znaka o obavljenom pregledu,
- način vođenja evidencija te druge potrebne uvjete za obavljanje pregleda.

Rukovatelj tehničkog sustava u zaštiti bilja koji nije stariji od 6 mjeseci (dokaz datuma na računu) javlja se jednoj od ovlaštenih ispitnih stanica za dobivanje znaka o obavljenom redovitom pregledu prije prve uporabe stroja. Dobiveni znak vrijedi pet godina. Rukovatelj, kao dokaz, mora dostaviti „Račun“ o datumu kupnje, te predočiti tehničke podatke o stroju (radni zahvat, kapacitet spremnika, kapacitet crpke i drugo), izjavu o sukladnosti i kopiju osobnog identifikacijskog dokumenta vlasnika stroja – odgovorne osobe. U slučaju da rukovatelj stroja ne posjeduje izjavu o sukladnosti ili je prošlo 6 mjeseci od kupnje stroja, takvi tehnički sustavi u zaštiti bilja podliježu redovitom pregledu. Tehnički sustavi u zaštiti

bilja podliježu redovitom pregledu najmanje jednom u razdoblju od tri godine nakon zadnjeg pregleda. Rukovatelj tehničkog sustava može dovesti stroj na pregled najranije šest mjeseci prije isteka valjanosti znaka o obavljenom pregledu, a novi znak će vrijediti tri godine od datuma valjanosti na postojećem starom znaku.



Slika 3. Izgled znaka o obavljenom redovitom pregledu uređaja za primjenu pesticida

2.3.1. Pregled tehničkih sustava u zaštiti bilja - najava

Ovlaštena ispitna stanica putem portala FIS (<http://fisportal.mps.hr>) i putem letaka, plakata ili pisama najmanje osam dana unaprijed najavljuje pregled tehničkih sustava u zaštiti bilja. Najava sadržava podatke o mjestu i vremenu održavanja pregleda i podatke o ispitnoj stanici, ali i upute korisnicima o dokumentaciji koju je potrebno priložiti i kako je potrebno pripremiti strojeve za pregled.

Zavod za poljoprivrednu tehniku
organizira za Vas tehnički pregled
strojeva za zaštitu bilja.

Kroz 2024. godinu Fakultet je zadužen za tehnički pregled prskalica i raspršivača na području cijele Požeško – slavonske županije te će on sa svojim stanicama **jedini biti dostupan** poljoprivrednicima.

Prema novom pravilniku Ministarstvo poljoprivrede je propisalo **obavezu fotografiju stroja za vrijeme tehničkog pregleda te obavezni valjani izvještaj s uređaja o tehničkom pregledu**, stoga Vas molimo da se odazovete tehničkom pregled **ISKLUČIVO** na ispitno mjesto.

Pozivamo vas da dođete bez obzira kada vam istječe važenje vašeg znaka u 2024. godini. Novi znak UVIJEK vrijedi od datuma isteka starog znaka.

Prilikom dolaska potrebno je **ponijeti stari izvještaj ili barem OIB. Također je potrebno napuniti spremnik – makar 100 litara vode.**

Ispitno mjesto: **LIPIK 20.06.2024. od 9:00 do 15:00 sati - „ČETVRTAK“**- Poduzetnička zona II Lipik (nakon reciklažnog dvorišta na parkiralištu) ;

Ispitno mjesto: **POLJANA 21.06.2024. od 9:00 do 15:00 sati - „PETAK“** - Parkiralište preko puta groblja.

Obavezno se najavite na broj 098 437 486 (prof. Đuro Banaj) kada planirate doći da vas sačekamo ako treba.

Također se možete javiti ukoliko želite odjaviti stroj ili prebaciti vlasništvo (besplatno) ili registrirati novokupljeni stroj – 6 mjeseci od datuma kupnje uz predočenje računa – 11,61 EUR.

Ovaj dopis je ujedno dokaz ispitnoj stanici da vas je pozvala i da je svoju obavezu ispunila prema vama.

S poštovanjem,

za ispitnu stanicu 001-RH
prof. dr. sc. Đuro Banaj

Slika 4. Izgled dopisa kao poziv rukovateljima za redoviti pregled tehničkih sustava u zaštiti bilja

2.3.2. Mjesto pregleda

Pregled se obavlja u prostoru ovlaštene ispitne stanice ili u prostoru vlasnika stroja ili u blizini vlasnikova prostora. Mjesto održavanja pregleda mora biti provedeno na mjestima gdje ne postoji mogućnost onečišćenja površinske i podzemne vode, zraka te okoliša, a utjecaj vremenskih uvjeta kao što su vjetar i kiša na rezultate pregleda mora biti sveden na najmanju moguću razinu.

2.3.3. Prijava na ispitnom mjestu

Rukovatelj tehničkih sustava za zaštitu bilja mora odgovornoj osobi ovlaštene ispitne stanice dostaviti svoj OIB ili podatke o vlasništvu tehničkog sustava koji posjeduje. Ukoliko je vlasnik prskalicu kupio u drugoj državi, članici Europske unije, potrebno je dostaviti i znak o tehničkom pregledu koji je tamo proveden i do kada je važeći. Rukovatelj uređaja čiji je znak oštećen ili uništen, može dostaviti izvještaj o zadnjem pregledu ili OIB.

2.3.4. Čistoća tehničkih sustava u zaštiti bilja za vrijeme redovitog pregleda

Rukovatelj je na redoviti pregled dužan dovesti opranu prskalicu s pripadajućom opremom. Spremnik čiste prskalice mora biti ispunjen čistom vodom najmanje do 1/3 zapremine. Posebnu pozornost treba posvetiti ispiranju i unutarnjem čišćenju uređaja, uključujući filtere, ali i vanjskom čišćenju onih dijelova prskalice koji su najviše izloženi sredstvima za zaštitu bilja.

2.4. Vizualni pred-pregled tehničkih sustava u zaštiti bilja na mjestu pregleda

2.4.1. Vizualni pregled prijenosnika snage priključnog vratila traktora

Na prijenosnik snage uvijek mora biti postavljena zaštita, a ukoliko je nema potrebno je rukovatelja upozoriti da se ista hitno postavi. Zaštitna plastika mora biti potpuna na oba dijela kardanskog vratila i ne smije biti pokidana.



Slika 5. Kardansko vratilo traktora u zaštitnoj plastici

U sklopu ovog dijela provjere obaviti će se pregled cijevi i crijeva za hidraulički prijenos iz kojih ne smije biti vidljivog curenja iz hidrauličkog sustava prskalice. Hidraulička crijeva ne smiju imati vidljiva veća oštećenja ili savijanja. Također, hidraulička crijeva ne smiju imati

nedostatke kao što su prekomjerno trošenje, pukotine ili posjekotine. Sva crijeva moraju biti postavljena u predviđene nosače u predviđenom položaju. Elemente ispravnosti prskalice moguće je prikazati kroz kontrolu sljedećeg:

- nedozvoljeno curenje i kapanje
- ispravnost rada crpke
- ispravnost miješanja škropiva
- ispravnost spremnika škropiva
- ispravnost sustava mjerenja, upravljanja i regulacije
- ispravnost sustava crijeva i cijevi
- ispravnost filtera
- ispravnost grana prskalice
- ispravnost mlaznica

2.5. Provjera ispravnosti rada crpke

Kapacitet crpke (l/min) mora zadovoljavati potrebe prskalice:

stvarni (izmjereni) kapacitet crpke mora iznositi najmanje 90 % nominalnog kapaciteta kojeg navodi proizvođač. Crpka mora imati dovoljan kapacitet kako bi omogućila miješanje škropiva.

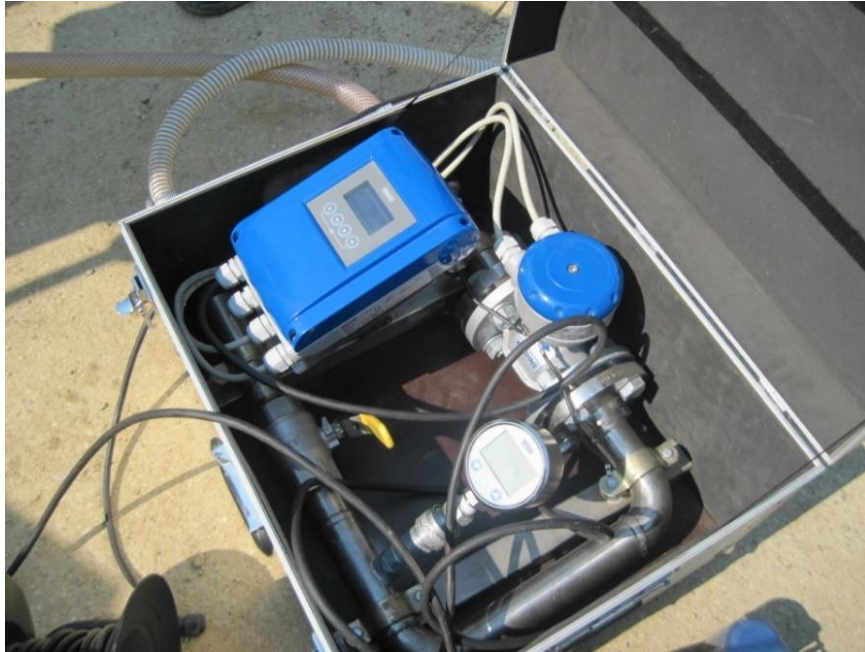
Minimalni kapacitet crpke (l/min) = maksimalni kapacitet prskalice + kapacitet potreban za miješanje škropiva u spremniku.

Maksimalni kapacitet prskalice (l/min) = kapacitet jedne sapnice najvećeg kapaciteta pri najvišem tlaku x broj mlaznica na prskalici.

Najmanji kapacitet potreban za miješanje škropiva u spremniku = najmanje 5 do 10 % od veličine spremnika prskalice.

Kapacitet crpke mjeri se na sljedeći način:

mjerač protoka spoji se na standardni izlaz crpke vodeći pri tome računa da nema curenja ili ulaska zraka iz vanjskog dijela. Dobiveni rezultat pri tlaku od 3 bara mora bit najmanje 90 % nominalnog kapaciteta koji se može usporediti s oznakom na pločici crpke. Izlaz vode iz mjerača putem crijeva vraća se u spremnik prskalice. Kontrola kapaciteta crpke mjerena je s elektromagnetskim mjeračem prikazanim na slici 6.



Slika 6. Elektromagnetski mjerač protoka crpke – *Volos 2*
(*Izvor: A. Banaj*)



Slika 7. Mjerenje protoke crpke i vraćanje tekućine u spremnik raspršivača

Za ispravnost spremnika nužno je imati poklopac koji je dobro prilagođen i u dobrom stanju. Poklopac mora biti čvrsto zatvoren kako bi se spriječilo propuštanje i nenamjerno otvaranje. Ventilacijski otvor koji je postavljen na poklopac mora spriječiti izlivanje. Otvor za punjenje mora sadržavati neoštećeno sito koje sprječava neželjenim predmetima i krupnijim nečistoćama ulazak u spremnik škropiva.



Slika 8. Otvor za punjenje sa sitom (stari sustav punjenja)

Kod novijih TS u ZB imamo uređaj za punjenje sredstvom za zaštitu bilja koji sadrži mlaznicu za ispiranje ambalaže. On mora ispravno raditi i ne smije propuštati tekućinu.



Slika 9. Uređaj za punjenje sredstvom za zaštitu bilja

Na najnižem dijelu spremnika mora se omogućiti pražnjenje tehničkog ostatka škropiva (pomoću slavine) i zbrinjavanje njegova sadržaja bez onečišćenja okoliša i rizika izloženosti rukovatelja.



Slika 10. Otvor za pražnjenje tehničkog ostatka spremnika sa slavinom

2.6. Ispravnost sustava regulacije i poprečne distribucije škropiva

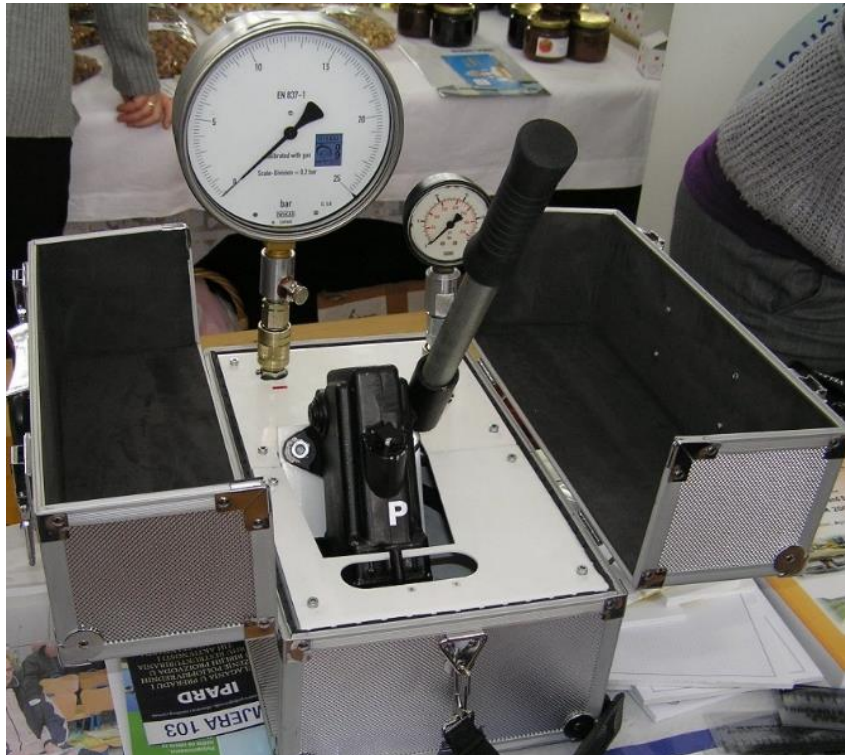
2.6.1. Uređaj za mjerenje razine tlaka - manometar

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

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

- sve dimenzije i uređaji za uključivanje i reguliranje tlaka i/ili volumnog protoka moraju besprijekorno funkcionirati i ne smiju pokazivati propuštanje tekućine (provjera se obavlja ispitivanjem funkcioniranja),
- postavljeni (montirani) dijelovi, koji se dohvaćaju za vrijeme postupka prskanja, moraju biti tako prikladni, da ih se tijekom postupka prskanja može lako dohvatiti i posluživati; odgovarajući podaci, npr. sa zaslona (*Display-a*) moraju biti čitljivi,
- sve mlaznice moraju se istovremeno moći uključiti i isključiti (provjera se obavlja kontrolom gledanja),
- skala tlakomjera (tlačnog manometra) mora biti razgovijetno čitljiva i prilagođena tlakovima koji se koriste (provjera se obavlja kontrolom gledanja),

- skala mora imati i pokazivati najmanje slijedeću raspodjelu po:
 - 0,2 bara za radne tlakove do 5 bara,
 - 1,0 bar za radne tlakove između 5 i 20 bara,
 - 2,0 bara za radne tlakove veće od 20 bara,
- tlakomjeri s analognim pokazivačem moraju imati kućište promjera najmanje 63 mm,
- točnost tlakomjera mora iznositi 0,2 bara za radne tlakove između 1 bar i 2 bara,
- kod radnih tlakova iznad 2 bara točnost pokazivanja mora iznositi najmanje 10 % od stvarne vrijednosti; uređaj za pokazivanje na manometru mora biti stabilan i omogućavati očitavanje radnog tlaka;
- daljnji uređaji za mjerenje tijekom pogona, prije svega mjerачи protoka (za podešavanje količine izbacivanja) moraju raditi s odstupanjem najviše do 5 % od stvarne vrijednosti.



Slika 11. Uređaj za mjerenje ispravnosti manometra *Volos 2*

Za kontrolu razine tlaka može se koristiti digitalni ili analogni manometar minimalnog \varnothing 63 mm. Maksimalno odstupanje manometra prskalice od stvarne vrijednosti je $\pm 0,2$ bara za tlakove do 2 bara ili $\pm 10\%$ za tlakove više od 2 bara.



Slika 12. Manometar

2.6.2. Uređaji za mjerenje poprečne distribucije mlaza

Za uspješnu aplikaciju sredstava za zaštitu bilja neophodna je potpuno ravnomjerna poprečna distribucija mlaza iz svih mlaznica raspoređenih po granama prskalice. Za mjerenje njihove poprečne distribucije koriste se dvije metode:

- mjerenje prostorne distribucije mlaza i
- mjerenje protočnosti.

Mjerenje prostorne distribucije mlaza obuhvaća mjerenje prostorne distribucije mlaza cijele grane prskalice, koja mora biti jednolika. Poprečna raspodjela se ocjenjuje na temelju koeficijenta varijacije koji ne smije biti veći od 10 % odnosno količina tekućine koju sakupi svaki žlijeb uređaja za mjerenje unutar preklopljenog raspona ne smije odstupati više od $\pm 20\%$ ukupne srednje vrijednosti.



Slika 13. Mjerenje prostorne distribucije mlaza

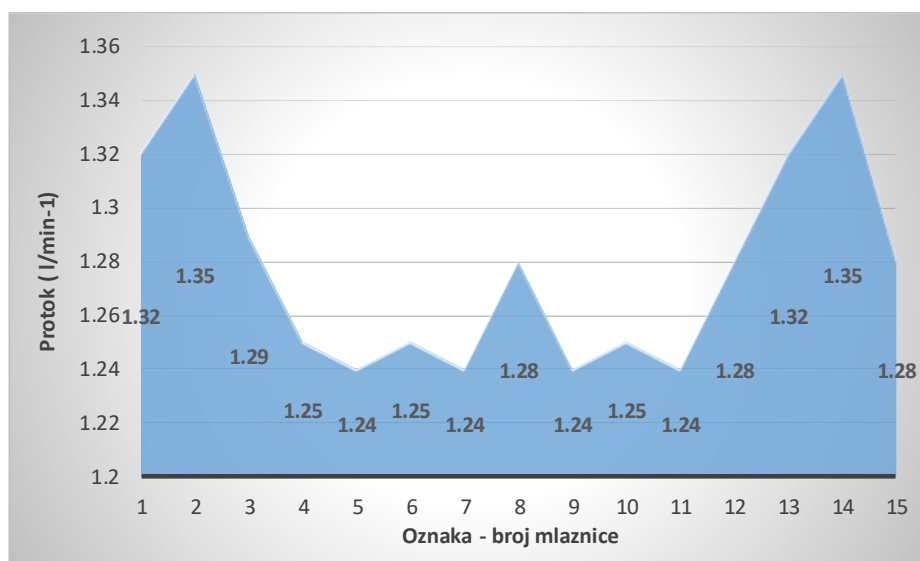
Kod mjerenja kapaciteta mlaznica pri maksimalnom dozvoljenom tlaku mjere se dva parametra: kapacitet (brzina protoka mlaznica, l/min) - odstupanje kapaciteta svake sapnice iste vrste (l/min) i veličine ne smije premašiti $\pm 10\%$ nazivnog kapaciteta koju navodi proizvođač mlaznica za kapacitet ≥ 1 l/min ili $\pm 15\%$ nazivnog kapaciteta koju navodi proizvođač mlaznica s brzinom protoka manjom od 1 l/min.



Slika 14. Mjerenje kapaciteta mlaznica

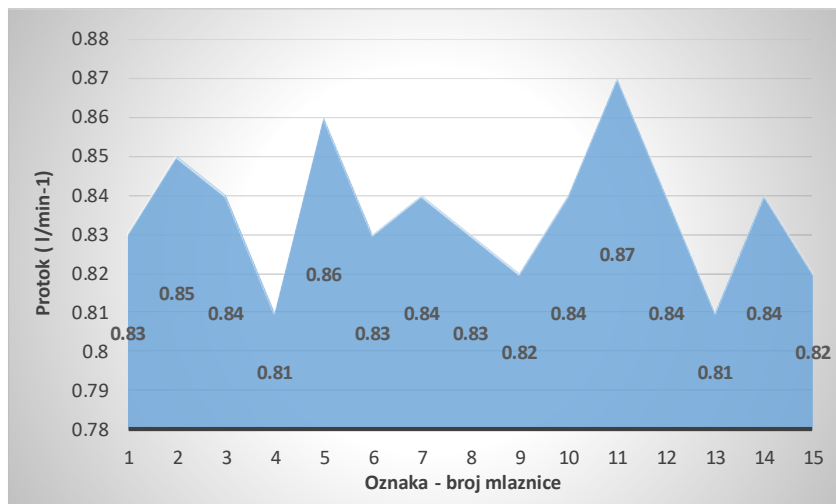
3. REZULTATI I RASPRAVA

Na ispitnoj stanici 001 smještenoj na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijeku, u sklopu Zavoda za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije, a za potrebe ovoga istraživanja obavljeno je testiranje protoka mlaznica s ukupno 10 prskalica nasumično odabranih kod poljoprivrednih proizvođača iz Požeško-slavonske županije. Ispitivanje je obavljeno u skladu s europskom normom EN 16122, a pridržavajući se Pravilnika o strojevima za primjenu pesticida i ispitnim stanicama (NN 141/2021) te 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 6 slučajeva bile su opremljene crvenim mlaznicama protoka 1,6 l/min. Kod ostale 4 prskalice na 3 su bile postavljene mlaznice plave boje (1,2 l/min). Na jednoj su prskalici bile postavljene žute mlaznice protoka 0,8 l/min.



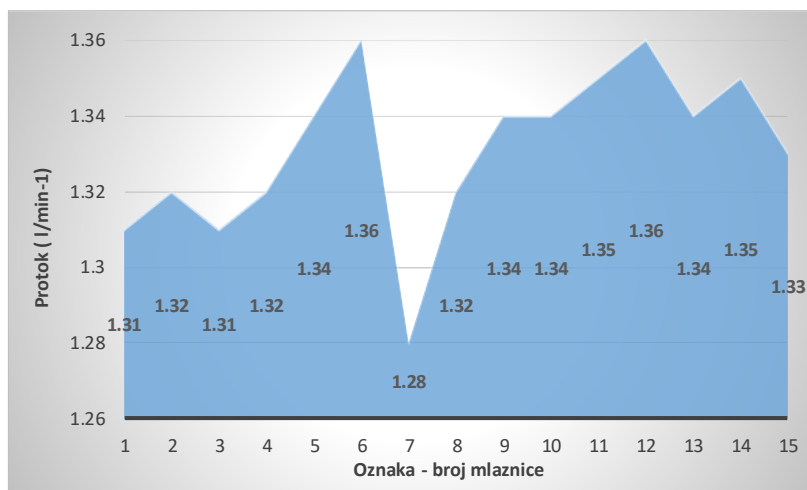
Grafikon 1. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 1

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 središnje mlaznice (središnja sekcija) ostvaruju manji protok, iako gotovo sve mlaznice ispunjavaju zahtjeve ispravnosti. Kod dvije mlaznice (1, 15) vidljivo je da izmjereni protok odstupa od dozvoljenih vrijednosti te su bile zamijenjene novima.



Grafikon 2. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 2

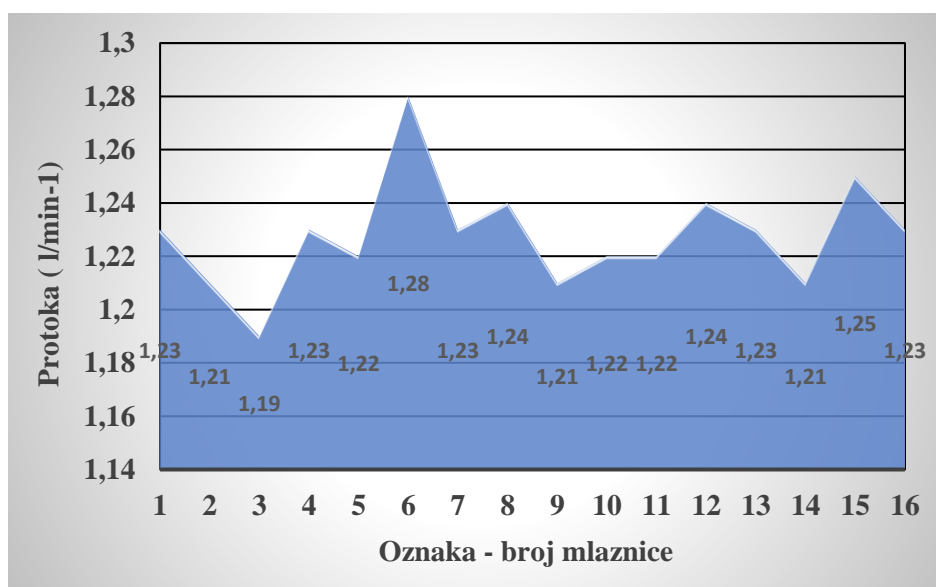
Drugo po redu testiranje obavljeno je na prskalici koja na svojim granama ima ukupno 15 mlaznica odnosno s radnim zahvatom od 7,5 m. Polučeni rezultati ispitivanja prikazani su u grafikonu 2. Prskalica je opremljena mlaznicama žute boje koje bi pri tlaku od 3 bara trebale ostvarivati protok od približno 0,8 l/min. Najveće izmjerena vrijednost protoka bila je kod mlaznice označene brojem 11 od 0,87 l/min. Ostale mlaznice ostvarile su protoke između 0,81 do 0,86 l/min.



Grafikon 3. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 3

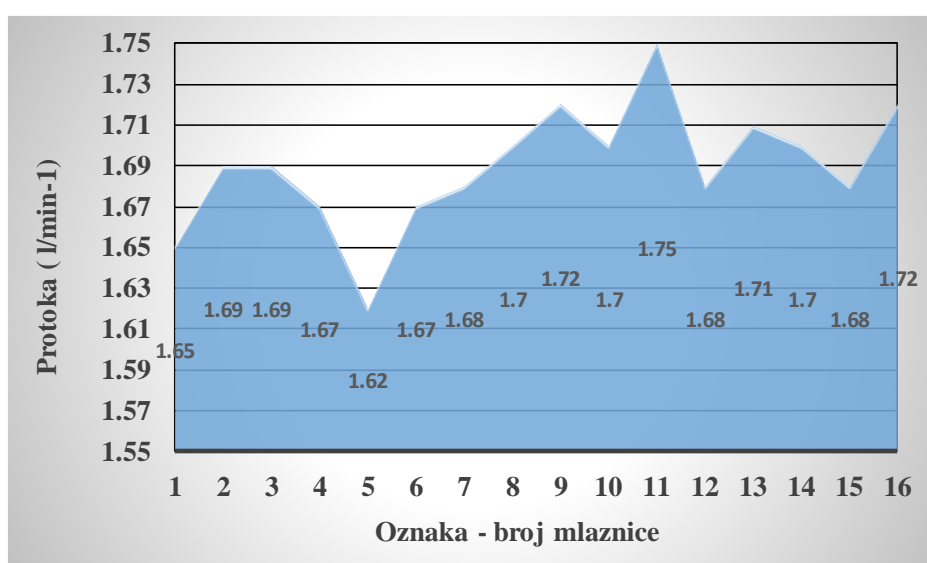
Na Grafikonu 3 prikazane su izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama plave boje kojih je u ovom slučaju bilo 15, a s protokom od približno >1,3 litre škropiva u minuti pri tlaku od 3 bara. Osam mlaznica propuštalo je veće količine tekućine koje su prelazile dozvoljene

vrijednosti, a ostale su se mlaznice pokazale ispravnima. Oštećene mlaznice zamijenjene su odmah nakon provjere.



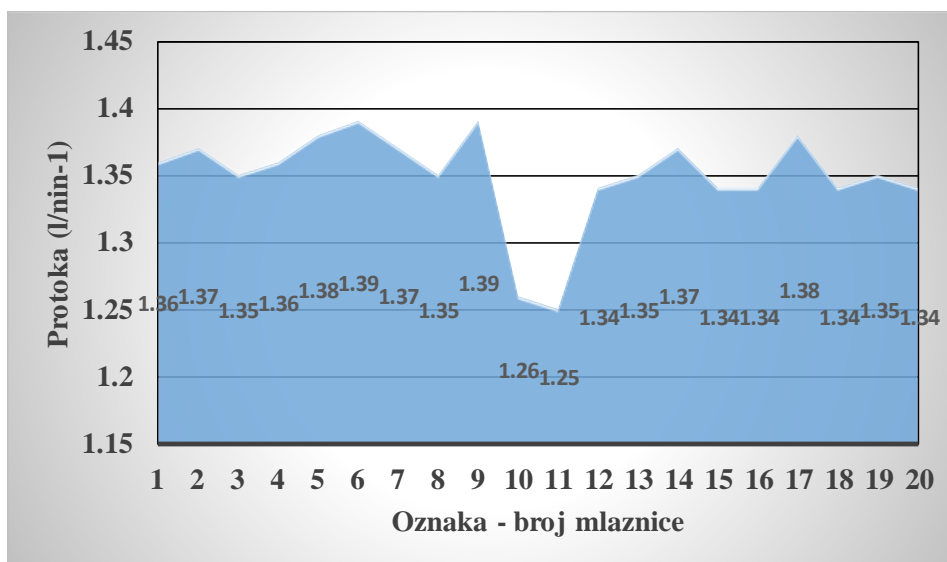
Grafikon 4. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 4

Četvrta testirana prskalica bila je opremljena s 16 mlaznica koje su trebale propustiti škropivo volumno od 1,08 do 1,32 l/min kako bi zadovoljile zahtjeve ispravnosti. U 15 testiranih mlaznica utvrđen je protok iznad 1,2 l/min. Samo je kod jedne mlaznice uočen nešto niži protok, ali je ista bila unutar granice od $\pm 10\%$. Kod ove prskalice sve mlaznice prije testiranja zamijenjene su novim. Nove mlaznice polučile su i dosta ujednačene protoke koji se mogu vidjeti na Grafikonu 4.



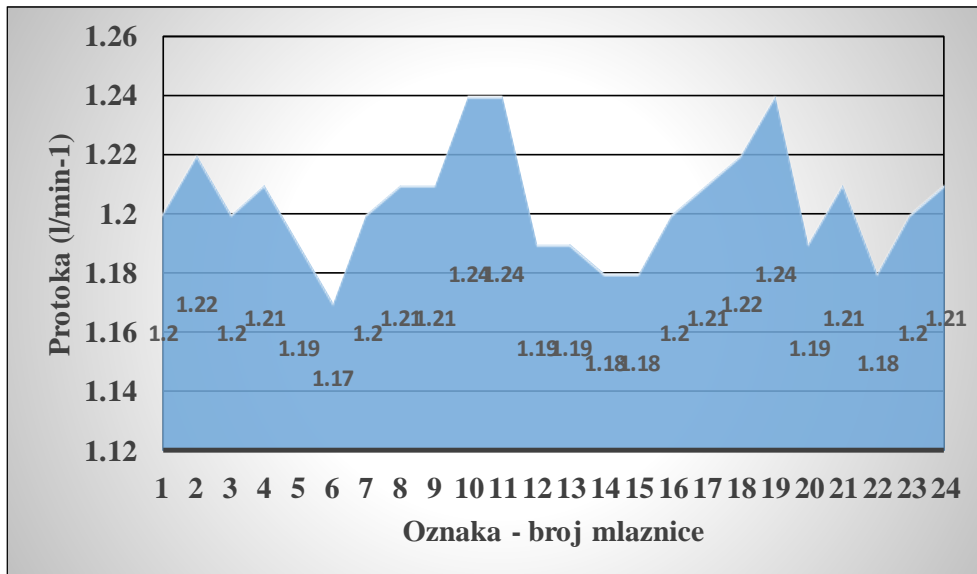
Grafikon 5. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 5

Grafikon 5 prikazuje rezultate ispitivanja protoka mlaznica na petoj po redu prskalici. Najniža izmjerena vrijednost protoka na ovoj prskalici iznosila je 1,62 l/min na petoj po redu mlaznici. Najveća izmjerena vrijednost protoka na ovoj prskalici zabilježena je na mlaznici označenoj brojem 11 u iznosu od 1,75 l/min. Obzirom da se radi o mlaznicama očekivanog protoka od 1,6 l/min možemo konstatirati da ispitivane mlaznice zadovoljavaju potrebe ispravnosti jer nema odstupanja koje prelazi 10 % u odnosu na zadanu tabličnu vrijednost.



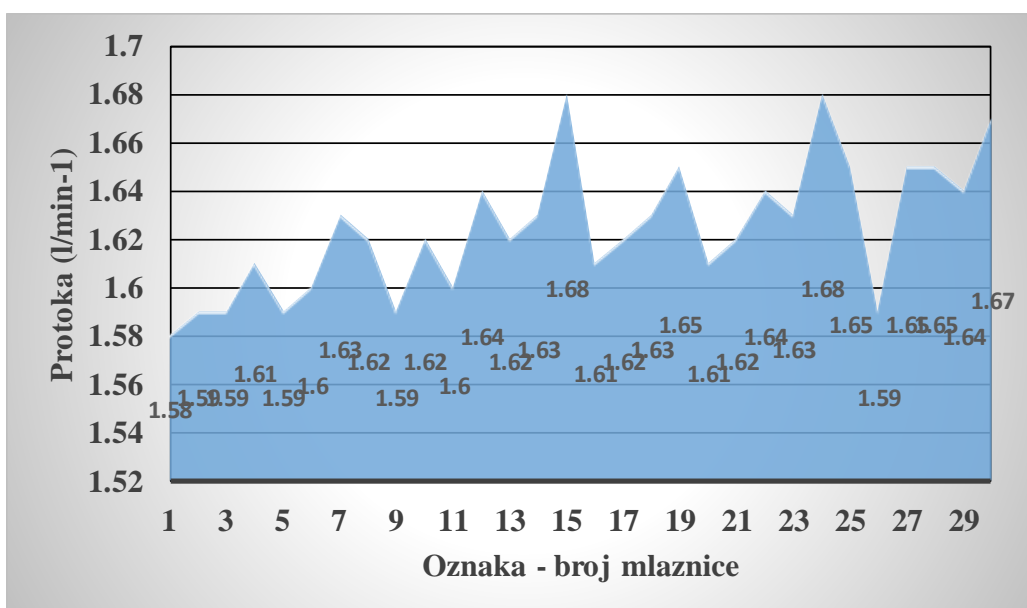
Grafikon 6. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 6

Kao što se može vidjeti iz grafikon 6 da je 18 mlaznica pokazalo kako imaju veći protok tekućine l/min od maksimalno dozvoljene vrijednosti (1,32 l/min, plava mlaznica). Dvije mlaznice pod oznakama 10 i 11 imale su protoke koji su unutar granica dozvoljenih odstupanja. Ovo je jedan od primjera gdje rukovatelj nije poštovao ograničenje radnog tlaka od 3 bara prilikom testiranja. Nakon ponovljene provjere pri korištenju radnog tlaka od 3 bara vrijednosti protoka kod svih mlaznica bile su unutar dozvoljenih vrijednosti.



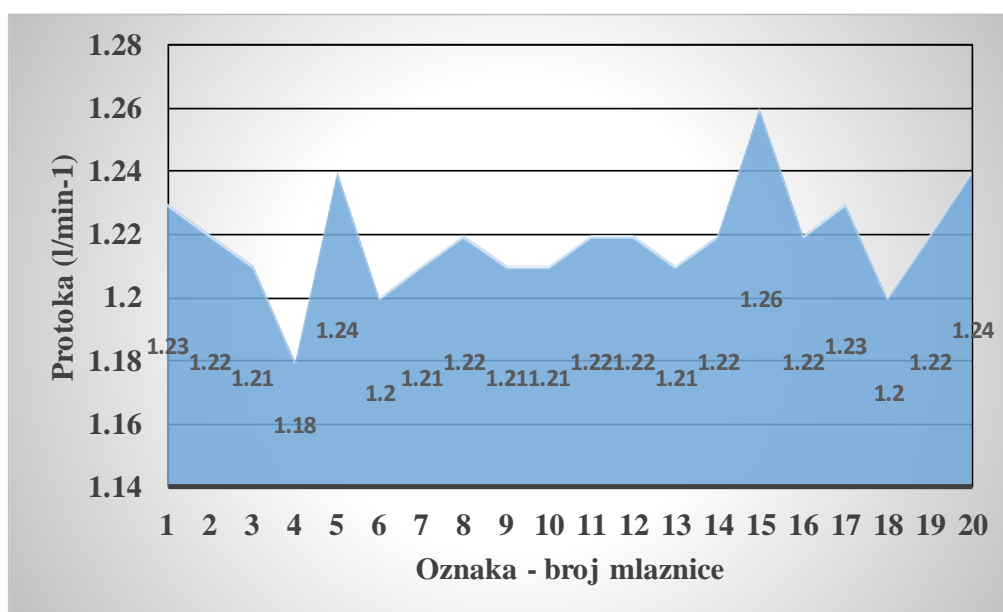
Grafikon 7. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 7

Sljedeće ispitivanje obuhvatilo je provjeru protoka mlaznica na prskalici koja je u ovom istraživanju označena brojem 7, radnog zahvata 12 m, odnosno prskalica je imala 24 mlaznice s vrijednostima protoka od 1,2 l/min pri radnom tlaku od 3 bara. Iz grafikona 7 vidljivo je kako je mlaznica pod brojem 6 propustila najmanju vrijednost protoka od 1,17 l/min, a najveća vrijednost protoka od 1,24 l/min zabilježena je kod mlaznice pod oznakom 10. Sve mlaznice na prskalici bile su nove i imale su dozvoljene vrijednosti odstupanja.



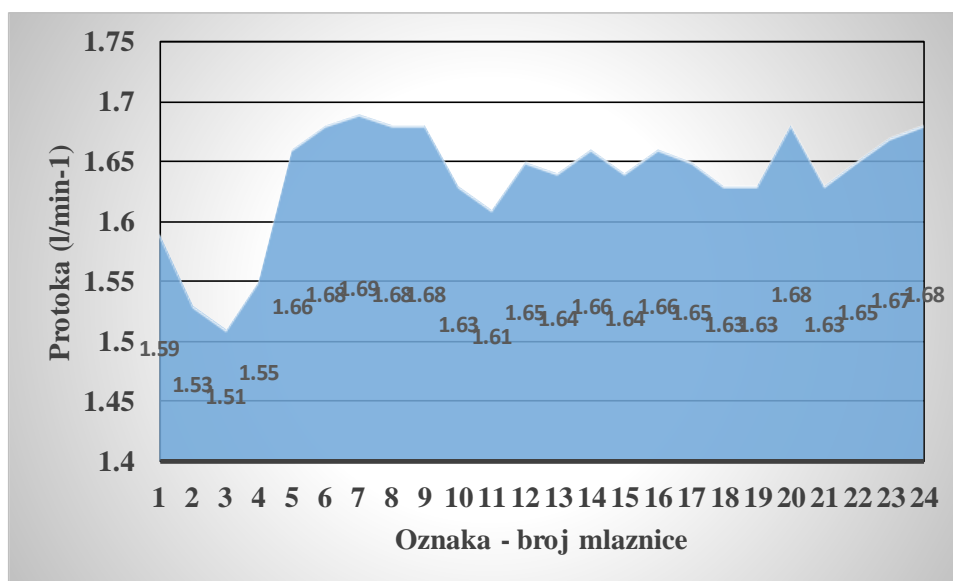
Grafikon 8. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 8

Prskalica 8 imala je radni zahvat od 15 m s ukupno 30 mlaznica crvene boje ciljanog protoka od 1,6 l/min. Iz Grafikona 8. može uočiti da je mlaznica rednog broja 1 ostvarila najmanji protok od 1,59 l/min, a najveće vrijednosti protoka zabilježene su kod mlaznica 15 i 25. Kod ovih mlaznica pri 3 bara očekivala se vrijednost protoka od 1,44 do 1,76 l/min. S obzirom na zabilježene vrijednosti protoka vidimo da sve mlaznice udovoljavaju minimalnim odstupanjima od $\pm 10\%$ pri 3 bara. Kod ovog rukovatelja također se radi o novim mlaznicama koje su ugrađene nekoliko dana prije redovnog pregleda. Mora se ovdje napomenuti da to nisu toliko velika odstupanja koliko se čini na prvi pogled.



Grafikon 9. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 9

Grafikon 9 prikazuje rezultate ispitivanja prskalice radnog zahvata od 10 m s 20 mlaznica plave. Očekivane vrijednosti pri mjerenju kod ovih mlaznica pri radu od 3 bara iznose 1,08 do 1,32 l/min. Iz Grafikona 9 vidljivo je da se radi o novim mlaznicama pri čemu su nešto veće ostvarene vrijednosti kod mlaznica 5, 15 i 20. Najveći protok iznosio je 1,26 l/min, a najmanji 1,18 l/min kod mlaznice 4. Unatoč činjenici da odstupanje između najviše i najniže izmjerene vrijednosti iznosi 0,08 l, sve su mlaznice pokazale zadovoljavajuće rezultate.



Grafikon 10. Izmjerene vrijednosti protoka na mlaznicama prskalice 10

Deseto mjerenje uključivalo je ispitivanje protoka 24 crvenih mlaznica očekivanog protoka 1,6 l/min. Iz grafikona 10 uočljivo je kako nekoliko mlaznica na lijevoj strani prskalice ima nešto nižu vrijednost protoka od zadanih 1,6 l/min, ali treba istaknuti kako niti jedna mlaznica na ispitivanju nije propustila nedozvoljenu količinu škropiva. Zbirni prikaz pojedinih statističkih vrijednosti dobiven pri redovnom testiranju prikazan je u Tablici 1.

Tablica 1. Vrijednosti deskriptivne statistike pri mjerenju protoka (l min⁻¹) mlaznica na prskalicama

Prskalica	\bar{x}	Tabelarna vrijednost $\pm 10\%$	σ	KV (%)	min	max
1.	1.279	1,08-1,32	0.040	3.112	1.24	1.35
2.	0.835	0,72-0,88	0.017	2.017	0.81	0.87
3.	1.331	1,08-1,32	0.022	1.628	1.28	1.36
4.	1.228	1,08-1,32	0.020	1.643	1.19	1.28
5.	1.689	1,44-1,76	0.030	1.789	1.62	1.75
6.	1.349	1,08-1,32	0.036	2.688	1.25	1.39
7.	1.204	1,08-1,32	0.019	1.584	1.17	1.24
8.	1.624	1,44-1,76	0.027	1.678	1.58	1.68
9.	1.219	1,08-1,32	0.017	1.391	1.18	1.26
10.	1.637	1,44-1,76	0.048	2.948	1.51	1.69

U Tablici 1. prikazane su vrijednosti prosječnih protoka kao i standardne devijacije za testirane mlaznice na prskalicama 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 pri radu od 3 bara. Iz rezultata tablice vidi se da su dobivene prosječne vrijednosti protoka ovisno o protocima 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. Određena ispitivanja pokazala su odstupanja od navedene norme unutar dozvoljenih granica. Do takvih posljedica najčešće dolazi uslijed nepravilnog rukovanja, nedostatnog održavanja, 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. 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 pripadaju 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. Slične rezultate ostvarili su Banaj i suradnici (2009.) koji navode veliki broj pogreški u primjeni mlaznica, odnosno utvrđeno je da su mlaznice postavljene na isto krilo prskalice različitih protoka.

4. 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 10 poljoprivrednih gospodarstava Požeško-slavonske županije.
- Uporabom 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 195 mlaznica uzetih u obzir u ovom testiranju, odstupanja $> 10 \%$ izmjerena su na 29 mlaznica, što je približno 14,87 %. U cjelokupnom ispitivanju zabilježeno je 85,13 % ispravnih mlaznica koje su polučile 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 3 godine.

5. POPIS LITERATURE

1. Balsari, P., Vieri, M. (1996): Servizi di controllo e taratura delle irrotratrici, M&ma.
2. Banaj, Đ., Duvnjak, V. (2000.): Utvrđivanje promjene ugrađenog eksploatacijskog potencijala ratarskih prskalica, Zbornik sažetaka 16 Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma, 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., Mendušić 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., Pliestić, 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 izračenim 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. 02.2014., 161-165
20. Željezić, D., i Perkovic, P. (2011). Uporaba pesticida i postojeće pravne odredbe za njezinu regulaciju, Sigurnost, 53(2), str. 141-150