

# ISPITIVANJE TEHNIČKIH SUSTAVA U ZAŠTITI BILJA PREMA NORMI EN 13790

---

**Patković, Aleksandar**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2014**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:785719>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-28**



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  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Aleksandar Patković, apsolvant  
Diplomski studij mehanizacija

**ISPITIVANJE TEHNIČKIH SUSTAVA U ZAŠTITI BILJA  
PREMA NORMI *EN 13790***

**Diplomski rad**

**Osijek, 2014.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Aleksandar Patković, absolvent  
Diplomski studij mehanizacija

**ISPITIVANJE TEHNIČKIH SUSTAVA U ZAŠTITI BILJA  
PREMA NORMI *EN 13790***

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

**Osijek, 2014.**

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Cilj istraživanja.....	3
3. Pregled literature.....	4
3.1. Provedba testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u Istočnoj Hrvatskoj .....	4
3.2. Istraživanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalice .....	6
4. Ratarske prskalice.....	8
4.1. Crpka .....	10
4.1.1. Princip rada klipno – membranske crpke.....	10
4.2. Regulator tlaka .....	11
4.3. Mlaznice .....	11
4.3.1. Mlaznice s lepezastim mlazom .....	12
5. Materijal i metode.....	14
5.1. Zahtjevi i metode ispitivanja prema normi <i>EN 13790</i> .....	14
5.2. Uređaji za ispitivanje i opis metoda ispitivanja .....	20
5.2.1. Mjerenje protoka.....	20
5.2.2. Provjera ispravnosti rada manometra.....	21
5.2.3. Provjera ispravnosti mlaznica .....	21
5.2.4. Provjera površinske raspodjele prskalice.....	22
6. Rezultati ispitivanja .....	23
7. Rasprava .....	27
8. Zaključak .....	28
9. Popis literature.....	29
10. Sažetak .....	31
11. Summary .....	32
12. Popis tablica.....	33
13. Popis slika .....	33
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....	34
BASIC DOCUMENTATION CARD .....	35

## 1. Uvod

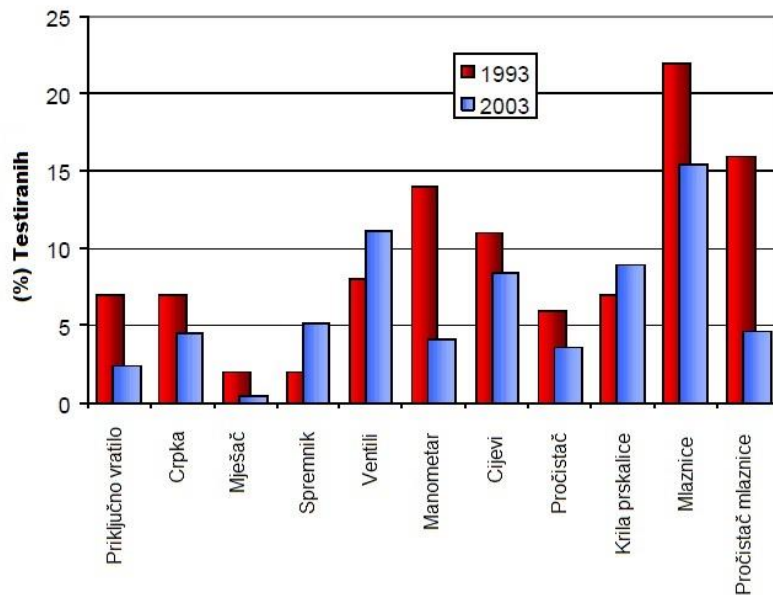
U svrhu dostizanja standarda te prilagodbe propisima Europske unije dana 12. veljače 2014. godine na snagu stupa *Zakon o održivoj uporabi pesticida*. Ovim se zakonom u pravni poredak Republike Hrvatske prenosi Direktiva 2009/128/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. o utvrđivanju akcijskog okvira Zajednice za postizanje održive uporabe pesticida (*SL L309*, 24.11.2009.). Svrha Zakona je postizanje održive uporabe pesticida, smanjenje rizika i negativnih učinaka od uporabe pesticida, na način koji osigurava visoku razinu zaštite zdravlja ljudi i životinja te zaštite okoliša i očuvanja biološke raznolikosti, uvođenje obvezne primjene temeljnih načela integrirane zaštite bilja za suzbijanje štetnih organizama bilja i alternativnih pristupa i tehnika, kao što su nekemijske mjere zaštite bilja radi postizanja održive i konkurentne poljoprivrede.

Zakon obuhvaća 37 članaka podijeljenih u 13 poglavlja. Poglavlje broj 6 odnosi se na strojeve za primjenu pesticida. Prvi dio poglavlja definira nove strojeve te zahtjeve koji se postavljaju proizvođačima istih. Drugi dio odnosi se na redovan pregled (testiranje) strojeva koji su u uporabi. Pregledima se provjerava zadovoljavaju li strojevi za primjenu pesticida određene tehničke zahtjeve radi postizanja visoke razine zaštite zdravlja ljudi, životinja i okoliša. Pregledani strojevi se označavaju znakom o obavljenom pregledu koji izdaju ovlaštene ispitne stanice. Novi uređaji kupljeni nakon 1. siječnja 2013. dobivaju znak o obavljenom pregledu bez obavljenog redovitog pregleda ako su u skladu s posebnim zakonom kojim se uređuju tehnički zahtjevi za proizvode i ocjenjivanje sukladnosti i posebnim propisom kojim se uređuje sigurnost strojeva. Priznati se može pregled obavljen u drugoj državi članici Europske unije ako je pregled u pogledu tehničkih i sigurnosnih zahtjeva te istog razdoblja učestalosti pregleda istovjetan pregledu koji se obavlja u Republici Hrvatskoj.

Pregled odnosno testiranje strojeva koji su u uporabi se obavlja prema Europskoj normi *EN 13790* koja je na snazi od 2003. godine, dijeli na *prEN 13790-1* koji se odnosi na ratarske prskalice i *prEN 13790-2* standard za raspršivače (atomizere). Dokumenti *prEN 13790-1* i *prEN 13790-2* sadrže skup pravila i smjernica za utvrđivanje ispravnosti te provedbu postupka testiranja ratarskih prskalica odnosno raspršivača.

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).



Slika 1. Zastupljenost pojedinih kvarova 1993. i 2003. godine u Njemačkoj

U Belgiji u razdoblju od 1995. do 1998. godine testirano je 17 466 prskalica od kojih 86% je bilo neispravno zbog neispravnih manometara i mlaznica (Langenakens i Pieters, 1999). U Italiji još uvijek ne postoji nacionalni zakon koji propisuje pregled, podešavanje i kontrolu ratarskih prskalica. U nekim talijanskim regijama izdane su 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*. Prema procjenama u Italiji je do 2003. godine pregledano manje od 4% prskalica u uporabi.

Ozbiljnija testiranja tehničkih sustava u Republici Hrvatskoj krenula su krajem prošlog desetljeća i već onda su zabilježeni loši rezultati površinske raspodjele tekućine pri radu ratarskih prskalica (Banaj i sur., 2000). Najvažniji čimbenik cjelokupnog stroja za zaštitu bilja predstavljaju mlaznice te one obavljaju najvažniju funkciju, a to je propuštanje zadane količine tekućine u jedinici vremena, raspršuju tekućinu tvoreći kapljice odgovarajućih veličina te formiraju mlaz odgovarajućeg oblika (Banaj i sur., 2010). Veliki problem stvaraju potrošene i začepljene mlaznice koje daju veće ili manje količine protoka, pa je potrebno da se neispravna mlaznica zamijeni (Bugarin i sur., 2000).

## **2. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja je doći do saznanja o tehničkoj ispravnosti strojeva za zaštitu bilja na području Općine Trpinja te tehničkim pregledom utvrditi trenutno stanje testiranih strojeva. Navedene nedostatke otkriti i ukloniti kako bi poljoprivrednici u budućnosti mogli zadovoljiti tražene kriterije prema *EN 13790* standardu i Zakonu o održivoj uporabi pesticida.

### **3. Pregled literature**

Na temu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja proveden je velik broj istraživanja, kako u inozemstvu, tako i u Republici Hrvatskoj. Ulaskom Hrvatske u Europsku uniju, na snagu stupaju novi zakoni kojima se hrvatska obiteljska gospodarstva trebaju prilagoditi. U EU je trenutno na snazi direktiva *2009/128/EC* i *2006/42/EC*, kojima je temelj standard za testiranje tehničkih sustava u zaštiti bilja *EN 13790* (I, II). Upravo iz tog razloga provedena su brojna istraživanja, najčešće s ciljem prilagodbe obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava na novo zakonodavstvo Europske unije, odnosno obučavanja rukovatelja tehničkih sustava u zaštiti bilja za rad s istima, što između ostalog podrazumijeva i testiranje njihovih strojeva da bi se ukazalo na greške koje treba ispraviti.

Prijašnja istraživanja tehničkih sustava u zaštiti bilja provedena u Europskoj uniji pokazala su najčešće kvarove na ratarskim prskalicama. U Njemačkoj su, primjerice, kvarovi na prskalicama najčešće uzrokovani neispravnim mlaznicama, dok su istraživanja provedena u Belgiji pokazala da je neispravnost prskalica izazvana, pored mlaznica, neispravnim manometrima. Slični rezultati dobiveni su i istraživanjima provedenim u Republici Hrvatskoj gdje se također kao problem ističu potrošene i začepljene mlaznice.

Za potrebe ovog rada korištena su dva rada kao primjeri istraživanja provedenih u Hrvatskoj u proteklih nekoliko godina: „Provedba testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u Istočnoj Hrvatskoj“ autora dr. sc. Vjekoslava Tadića i suradnika, te „Istraživanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica“ autora prof. dr. sc. Đure Banaja i suradnika. Prvi rad bavi se općenitijim istraživanjem tehničkih sustava u zaštiti bilja, dok je drugi više usredotočen na specifične probleme koji se javljaju u takvim sustavima, konkretno vezano za ujednačenost površinske raspodjele tekućine prskalica.

#### **3.1. Provedba testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u Istočnoj Hrvatskoj**

Stručni rad „Provedba testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u Istočnoj Hrvatskoj“ autora dr. sc. Vjekoslava Tadića i suradnika bavi se istraživanjem testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja provedenim u pet slavonsko-baranjskih mjesta kroz projekt financiran iz sredstava Nizozemske darovnice. Ovo istraživanje provedeno je od strane Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, a projekt je započeo krajem 2011. godine. Ovim projektom testirana su 84 stroja u pet testnih mjesta: Jakšić (Požeško-slavonska županija), Nijemci i Opatovac (Vukovarsko-srijemska županija), te Topolje i Našice



(Osječko-baranjska županija). Oprema za provedbu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja pripada Zavodu za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, a ta je oprema u potpunosti u skladu s normom *EN 13790*, koja je osnova za provedbu ranije spomenutih direktiva Europske unije. U sklopu testiranja ispitani su svi radni elementi strojeva. Rezultati testiranja 84 tehnička sustava u zaštiti bilja, od kojih je najveći broj nošenih strojeva malih radnih zahvata, s malim obujmom spremnika, prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Tehničke karakteristike ispitanih strojeva

	Prosječni radni zahvat (m)	Prosječni obujam spremnika (l)	Vučeni strojevi (%)	Nošeni strojevi (%)	Pregledano strojeva (kom).
Opatovac	-*	505,71	0	100,00	14
Našice	-*	518,18	0	100,00	11
Nijemci	12,60	548,69	13,04	86,96	23
Topolje	12,16	458,33	0	100,00	12
Jakšić	13,79	637,50	20,83	79,17	24
Prosjek ( $\bar{X}$ )/ Ukupno ( $\Sigma$ )	12,65	533,68	6,77	93,23	84

*\*testirani su samo raspršivači*

Također, u posebnoj su tablici prikazani zbirni rezultati stanja testiranih tehničkih sustava u zaštiti bilja, te su prikazani neki važniji parametri na osnovu kojih su strojevi testirani.

Tablica 2. Neki od testiranih parametara važnih za rad tehničkih sustava u zaštiti bilja

	Ispravno crpki (%)	Ispravno mlaznica (%)	Ispravno manometara (%)	Kapanje/curenje na vodovima (%)	Ispravno krila (%)	KV (%) ( $\bar{X}$ )
Opatovac	85,71	42,85	45,45	35,71	-*	-*
Našice	81,81	36,36	54,54	27,27	-*	-*
Nijemci	86,95	52,17	60,86	43,47	86,98	19,06
Topolje	83,33	33,33	33,33	41,66	75,00	22,31
Jakšić	87,50	62,50	54,16	37,50	91,66	18,88
Prosjek ( $\bar{X}$ )	85,06	45,44	49,66	37,12	84,54	20,08

*\*testirani su samo raspršivači*

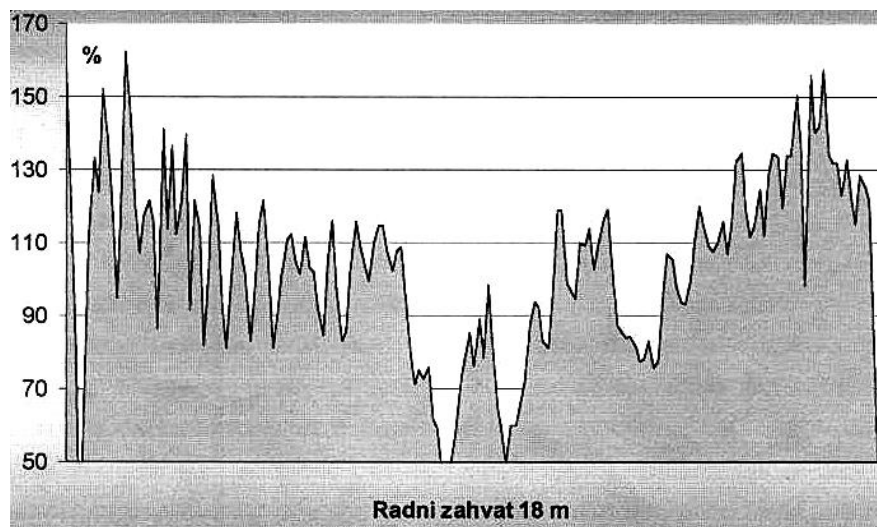
Na temelju provedenih istraživanja, autori su došli do nekoliko važnih zaključaka. Ispitani strojevi su najvećim dijelom nošeni strojevi (93,23%), te ujedno raspolažu s malim eksploatacijskim potencijalom, odnosno imaju mali radni zahvat (prosječno 12,65 m) te mali obujam spremnika (prosječno 533,68 l). Nadalje, od ukupno 84 ispitana stroja, na njih 85,06% crpka ostvaruje potreban kapacitet, ali je samo 45,44% mlaznica u ispravnom stanju, dok je na 49,66% strojeva utvrđen pravilan rad manometra. Kapanje, odnosno curenje tekućine na vodovima utvrđeno je na 37,12% ispitanih strojeva, a na većini ispitivanih strojeva (84,54%) utvrđena je ispravnost crpke. Iz ovih zaključaka je vidljivo da je stanje tehničkih sustava u zaštiti bilja u Slavoniji i Baranji jako loše te od ukupnog broja ispitanih strojeva samo 17 može zadovoljiti normu *EN 13790*.

### **3.2. Istraživanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica**

Slično istraživanje opisano je u radu „Istraživanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica“ autora Đure Banaja i suradnika. Postoje prskalice koje su prema rezultatima mjerno-regulacijskog uređaja tehnički ispravne, no u stvarnosti nije tako. Princip rada ovog sustava svodi se na povećavanje ili smanjenje razine tlaka s obzirom na brzinu kretanja agregata za vrijeme prskanja kako bi održao zadanu normu prskanja, no današnji sustavi ne kontroliraju površinsku raspodjelu nego samo količinu isprskane tekućine. Kontroliranjem površinske raspodjele dodatno se utječe na povećanje efekta djelovanja primijenjenog pesticida, a ujedno se može djelovati na smanjenje primijenjene količine ili doze pesticida. Utvrđivanje ujednačenosti površinske raspodjele i vrijednosti ugrađenog eksploatacijskog potencijala ratarskih prskalica u svrhu ovog istraživanja obavljeno je prema metodici koja se modificirana primjenjuje na poljoprivrednom institutu i poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Prilikom istraživanja utvrđeno je da su sve ispitane prskalice u eksploataciji više od 17 godina, radnog zahvata 18 m. Rezultati mjerenja ukupnog protoka crpke i utvrđenog eksploatacijskog korisnog učinka obavljani su čistom vodom, tako da se dobiveni rezultati odnose na vodu i zaštitna sredstva iste specifične mase.

Na temelju dobivenih rezultata autori donose nekoliko važnih zaključaka. Crpke ispitivanih prskalica polučile su eksploatacijski korisni učinak od 81,5% do 96,1% te na taj način u potpunosti mogu ostvariti potreban kapacitet. Ugrađene i korištene mlaznice kod 60%

prskalice nisu standardizirane s obzirom na standard *ISO 10625* te direktno uvjetuju pogreške pri aplikaciji. Nadalje, površinska distribucija tekućine, s obzirom na ostvareni koeficijent varijacije, kod 50% prskalice ne zadovoljava potrebe te se svrstava u lošu distribuciju, dok je samo 20% ispitivanih prskalice polučilo distribuciju s koeficijentom varijacije od 8,11 i 9,32%, koji ih svrstava u kategoriju odlične distribucije. Na posljertku, zaključuje se kako je ostvarena površinska distribucija direktno uvjetovana ispravnošću nosećih krila prskalice.



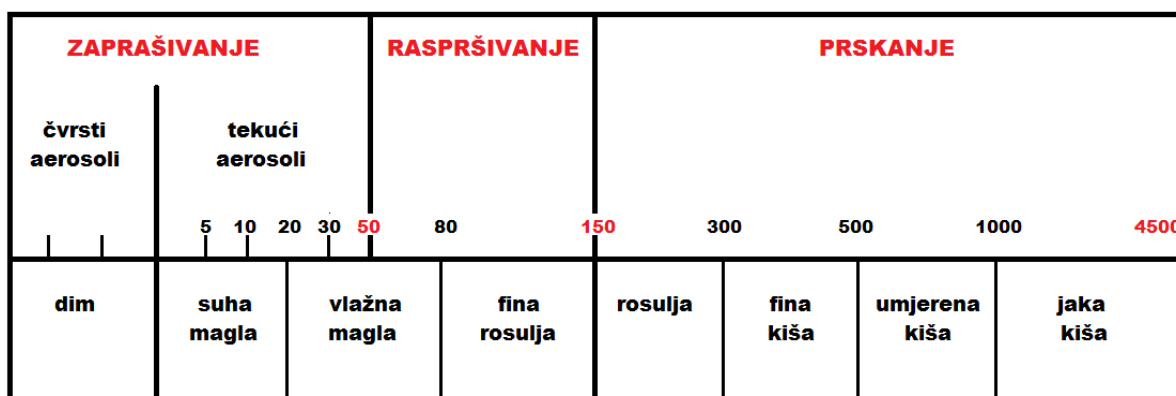
Slika 2. Primjer loše površinske raspodjele –  $KV > 20\%$

Proučavajući navedena istraživanja, može se primijetiti da je u oba slučaja većina testiranih prskalice bila neispravna. S obzirom na to, može se pretpostaviti da će to biti slučaj i u ovom istraživanju. Iz rezultata navedenih istraživanja također je vidljivo da najčešći problem u radu ratarskih prskalice izazivaju neispravne mlaznice i manometri. Prema tome, pretpostavka je da će rezultati ovog istraživanja biti približno jednaki.

## 4. Ratarske prskalice

Za uspješnu primjenu zaštitnih sredstava nije dovoljno samo odabrati odgovarajući preparat. Važno je i da se on pravilno primjeni, te da se odabere odgovarajuća tehnika. Nepravilnom primjenom može ne samo da izostane koristan učinak pesticida nego se mogu kulturnim biljkama nanijeti i ozbiljne štete.

Za kemijsku zaštitu bilja protiv korova, bolesti te štetnika najčešće se koriste ratarske prskalice odnosno strojevi koji rade na principu hidrauličke dezintegracije otopine. Kod prskalice mehanička energija kardanskog vratila pogoni crpku koja ostvaruje hidraulički tlak. Ostvarena energija se najvećim dijelom troši na dezintegraciju otopine u što sitnije kapljice, ovaj proces se odvija na mlaznicama. Ostatak hidrauličke energije se pretvara u kinetičku koja služi za distribuciju kapljica do odredišta. Veličine čestica kod prskanja možemo usporediti sa drugim metodama aplikacije pesticida shematskim prikazom na slici 3.

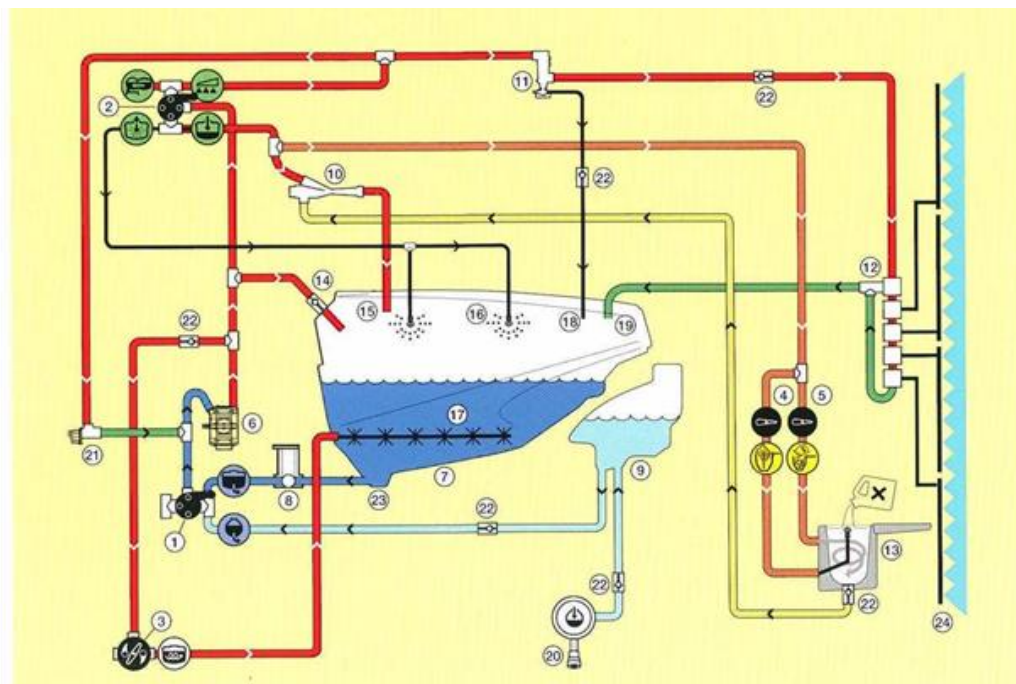


Slika 3. Usporedba veličina čestica -  $\mu\text{m}$

Osnovni zahtjev koji prskalice mora ispuniti jest ujednačena raspodjela propisane količine zaštitnog sredstva po tretiranoj površini. Kako bi se gore pomenuti 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.

Na slici 4. prikazani su glavni dijelovi prskalice sa glavnim ventilima. Od glavnih dijelova sustava na slici su:

- 1. ventil za povlačenje čiste vode iz pomoćnog spremnika ili vode iz glavnog spremnika,
- 2. glavni ventil za usmjerivanje tekućine (miješanje, prskanje..),
- 3. ventil za povratak tekućine u glavni spremnik,
- 4. i 5. ventili za odvod i dovod tekućine za pripravak zaštitnog sredstva,
- 6. crpka,
- 8. usisni pročistač,
- 9. spremnik čiste vode,
- 12. centralni regulator,
- 13. komora za pripremanje pesticida,
- 16. mlaznice za ispiranje spremnika iznutra,
- 17. glavni spremnik spremnik za pesticid,
- 20. ventil za pranje ruku,
- 24. krila prskalice sa mlaznicama.



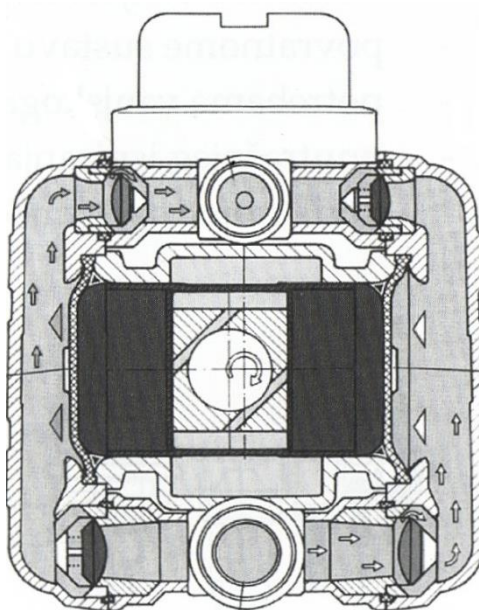
Slika 4. Tijek tekućine kroz prskalicu

## 4.1. Crpka

Crpka proizvodi potreban tlak tekućine koji omogućava dezintegraciju tekućine u mlaznici i osigurava distribuciju kapljica tretiranu površinu, tlak koji proizvodi ovisi o tipu crpke i namjeni prskalice. Crpka mora biti takvog kapaciteta da u svakom trenutku može osigurati dovoljnu količinu protoka na svim mlaznicama. Najčešće ugrađivane crpke na ratarske prskalice su klipno membranske.

### 4.1.1. Princip rada klipno – membranske crpke

Preko kardanskog vratila i ekscentričnog elementa rotacijsko gibanje kardanskog priključka se pretvara u translacijsko gibanje klipa unutar crpke. Klip se kreće lijevo –desno i pri tom kretanju naizmjenično svojim zaobljenim dijelom gura lijevu pa desnu membranu. Pri kretanju klipa u lijevu stranu u desni dio prostora između membrane i kućišta crpke tekućina dolazi slobodnim padom kroz usisni ventil. Ponovnim kretanjem klipa u desno usisni ventil se zatvara zbog stvorenog tlaka, iz istog razloga otvara se izlazni ventil i tekućinu odvodi do zračne komore.

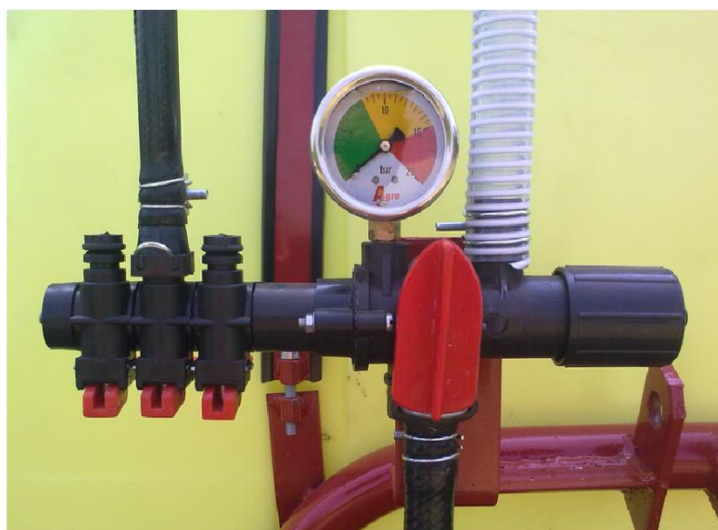


Slika 5. Presjek kućišta klipno – membranske crpke

Zračna komora služi za izjednačavanje tlaka što omogućava miran i ravnomjeran rad crpke bez značajnih vibracija. Kapacitet crpke ovisi o brzini vrtnje kardanskog vratila i ovisno o modelu može iznositi od 60 do 500 l/min. Da bi crpka ostvarila nazivni kapacitet vratilo se treba okretati brzinom od 540 o/min.

## 4.2. Regulator tlaka

Regulator tlaka ima ulogu usmjeriti potisnutu količinu tekućine od crpke prema svim ostalim elementima. Najčešće se na nosećem tijelu regulatora nalaze ventili koji služe za usmjeravanje tekućine prema mlaznicama, hidrauličnom mješaču, a kod novijih izvedbi ratarskih prskalica i prema; dodatnom spremniku, potrebama unutrašnjeg te vanjskog pranja itd. Regulator mora imati mogućnost fine regulacije tlaka na svakih 0,2 bara. Kada se vrijednost tlaka postavi na željenu zadaća regulatora je da u slučaju zatvaranja pojedinih sekcija mlaznica ili promjene brzine vrtnje priključnog vratila održi propisnu vrijednost tlaka. Mlaznice na krilima prskalice su podijeljene u više grupa, kod prskalica manjeg kapaciteta najčešće tri. Zahvaljujući takvom rasporedu pomoću ventila na regulatoru može se zatvoriti određena sekcija mlaznica ukoliko se za to pojavi potreba.



Slika 6. Regulator tlaka (desno); manometar (lijevo)

Na regulator se postavlja uređaj za mjerenje tlaka, direktno ili u kabinu traktora, pri čemu je uređaj za očitavanje vrijednosti povezan plastičnim crijevom. Uređaj za mjerenje je najčešće u obliku manometra. Manometar mora biti uljne izvedbe s podjelom na mjernoj skali od 0,2 bar te ukupnim mjernim područjem od 0 do 6 ili 0 do 10 bar.

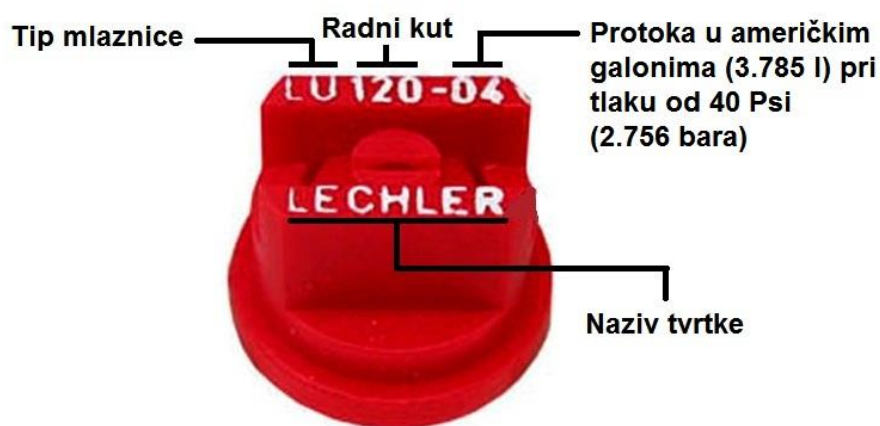
## 4.3. Mlaznice

Mlaznice su izlazni – izvršni elementi svih tipova prskalica i preko njih, odnosno njihova mlaza, realizira se cjelokupna tehnička vrijednost prskalice. Pri svakom prskanju mlaznice trebaju osigurati:

- ujednačenu poprečnu raspodjelu sredstva,
- rad sa što manjim gubicima zbog zanošenja (drifta),
- stvaranje kapljica određenog srednjeg volumnog promjera,
- što duže održavati tehničku ispravnost.

O vrsti i tipu ovise najvažnije karakteristike mlaznica kao što su:

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



Slika 7. Značenje oznaka na mlaznici ratarske prskalice

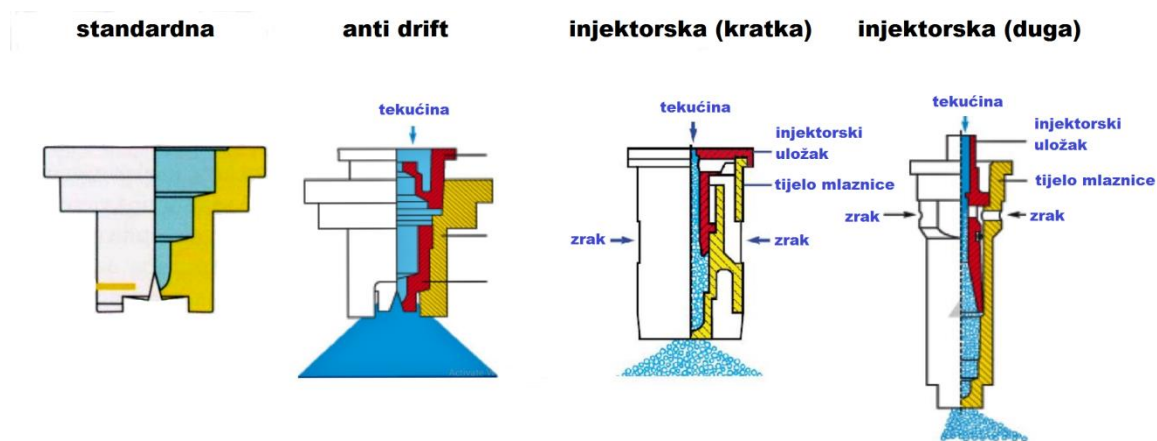
#### 4.3.1. Mlaznice s lepezastim mlazom

Danas se gotovo isključivo u ratarstvu i povrćarstvu koriste mlaznice koje imaju lepezasti (plosnati) mlaz. Razlog je tomu što se lepezastim mlazom postiže najbolja raspodjela kapljica. Kut mlaza je najčešće  $110^{\circ}$  (može biti i  $80^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  i  $120^{\circ}$ ). Ako su mlaznice ugrađene na krilu prskalice na razmak od 50 cm postiže se tzv. dvostruko prekrivanje između mlaznica. Optimalna visina od vrha mlaznice do površine koja se prska je 50 cm, a još uvijek zadovoljavajuća distribucija postiže se ako ta visina (uslijed neravnog terena) varira 35 - 70 cm. Kako ne bi došlo do sudaranja mlazova, mlaznice su zakrenute za  $5^{\circ}$  do  $10^{\circ}$  u odnosu na krilo prskalice. Danas na tržištu postoje tri tipa mlaznica s lepezastim mlazom: standardne ili konvencionalne, anti-drift te injektorske.



Standardne mlaznice koje daju plosnati mlaz nazivamo i univerzalnima. Ovisno o tlaku i veličini otvora mlaznice stvaraju mlaz širokog spektra kapljica (fine, srednje i krupne kapljice). Ako koristimo mlaznice s malim otvorom (0,1 0,15 i 0,2) dobit ćemo mlaz s najvećim udjelom finih i srednjih kapljica kojima se postiže ujednačena distribucija, dobro prijanjanje i ujednačeno prekrivanje površine koja se prska. Sitne kapljice su vrlo osjetljive na vjetar, brzo isparavaju, pa su gubici uslijed zanošenja često veliki.

Anti - drift mlaznice za razliku od standardnih, ovaj tip mlaznice ima u sebi integriranu pretkomoru prizmatičnog oblika. Opadanjem tlaka tekućine u pretkomori, prije otvaranja izlaznog otvora, smanjuje se udio neželjenih sitnih kapljica koje se razvijaju procesom raspršivanja. Ovim mlaznicama postiže se uži spektar kapljica u mlazu, zadovoljavajuća distribucija, te smanjenje zanošenja. Primjena se može izvoditi do brzine vjetra od 4 m/s.



Slika 8. Poprečni presjek mlaznica s lepezastim mlazom

Injektorske ili zračne mlaznice su jedna od najvažnijih inovacija u području tehnike mlaznica. Dizajnirane su tako da se pomoću injektorskog uložka u tijelu mlaznice, na venturijevom principu usisava zrak unutar mlaznice, koji se miješa sa škropivom, tako stvarajući krupne kapljice koje u sebi sadrže zračne mjehuriće. Količina zraka u kapljici ovisi o više čimbenika, a jedan od najvažnijih je formulacija sredstva za zaštitu bilja za pripremu škropiva koji se raspršuje. Oba medija tekućina i zrak u škropivu su u omjeru približno 1:1, i miješaju se u komori mlaznice. Do konačnog raspršivanja dolazi izlaskom tekućine kroz izlazni otvor mlaznice. Osnovni cilj razvoja ovog tipa mlaznica bio je postići smanjenje zanošenja, uz zadržavanje svih dobrih svojstava koje, općenito imaju mlaznice s lepezastim mlazom.

## 5. Materijal i metode

Za provedbu testiranja korištena je oprema Zavoda za mehanizaciju, Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Zavod posjeduje svu potrebnu opremu za provedbu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja po normi *EN 13790* koja je osnova za provedbu direktiva *2009/128/EC* i *2006/42/EC* Europske unije. Norma *EN 13790* sadrži vrijednosti koje definiraju ispravnost svakog elementa prskalice, također norma propisuje način utvrđivanja ispravnosti istih, odnosno sadrži upute za postupak testiranja.

### 5.1. Zahtjevi i metode ispitivanja prema normi *EN 13790*

#### **Prijenos snage:**

Prijenos snage sa pogonskog stroja, najčešće poljoprivrednog traktora, na gonjeno vratilo prskalice odnosno crpke vrši se pomoću kardanskog vratila.

#### *Zahtjevi:*

- zaštite kardanskog vratila i priključka vratila na strani oruđa moraju biti u besprijekornom stanju,
- pojedini dijelovi vratila, zglobovi i elementi za osiguranje od razdvajanja ne smiju pokazivati prekomjernu istrošenost te moraju propisno funkcionirati,
- uređaj za zadržavanje, koji smanjuje okretaje zaštitnog oklopa vratila, mora propisno funkcionirati,
- naprava za polaganje kardanskog vratila, kada ono nije u pogonu, mora se postaviti i dovesti u besprijekorno stanje.

*Metode ispitivanja:* vizualna kontrola te provjera funkcionalnosti pri radu.

#### **Crpka:**

Osnovna zadaća crpke je dobiti određenu količinu zaštitnog sredstva iz spremnika do mlaznica i to pod propisanim tlakom. Najčešće izvedbe crpki na ratarskim prskalicama su klipno – membranske.

### Zahtjevi:

- volumni protok crpke mora odgovarati potrebama stroja:
  - a) volumni protok crpke mora iznositi najmanje 90 % od količine koju je propisao proizvođač prskalice,
  - b) volumni protok crpke mora biti veći od maksimalnog protoka svih mlaznica.
  - c) kod uređaja s hidrauličkim miješanjem tekućine za prskanje crpka mora osigurati dodatni protok za hidrauličko miješanje, kako je navedeno u tablici u nastavku:

spremnik	Dodatni protok za miješanje
Do 1000 litara	5% nazivnog volumena spremnika
1000 do 2000 litara	4% nazivnog volumena spremnika
2000 litara i više	3% nazivnog volumena spremnika

- crpka ne smije imati vidljivo pulsiranje,
- ukoliko je crpka opremljena sa ventilom za zaštitu od previsokog tlaka isti mora propisno funkcionirati čak i ako su začepljeni glavni, ali i dodatni filteri.
- crpka mora dobro brtviti odnosno na njoj se ne smiju pojavljivati kapi vode ili ulja.

*Metode ispitivanja:* provjera funkcionalnosti pri radu, mjerenje vrijednosti posebnim uređajima.

### Mješač:

Uređaj za miješanje zaštitnog sredstva je element prskalice koji svojim radom omogućuje kvalitetno i jednolično miješanje kemijskog sredstva i vode u spremniku.

### Zahtjevi:

- kod nazivnog broja okretaja priključnog vratila te do pola kapaciteta napunjenog spremnika mora se postići značajno miješanje ukupnog sadržaja spremnika.

*Metoda ispitivanja:* provjera funkcionalnosti pri radu

### Spremnik tekućine:

Spremnik je najčešće izrađen od plastičnih materijala. Ovisno o tome da li je stroj vučene izvedbe ili nošene, razlikuju se i zapremine spremnika (300 – 3000 l).

### *Zahtjevi:*

- spremnik i otvori za punjenje te pražnjenje moraju dobro brtviti,
- u otvoru za punjenje mora postojati sito,
- naprava za ispiranje, ako postoji, mora biti opremljena s rešetkom,
- Otvor za izjednačavanje tlaka ne smije biti blokiran.,
- na spremniku mora postojati dobro čitljiv pokazivač razine tekućine, pokazivač mora biti vidljiv sa mjesta vozača i s pozicije punjenja,
- mora postojati mogućnost pražnjenja neiskorištene tekućine, bez korištenja alata, sigurno i bez rasprskivanja (npr. pomoću ventila u vidu pijetla),
- uređaj za smanjenje povratnog toka tekućine prema priključku za potrošnju mora, kada je predviđen, propisno funkcionirati,
- uređaj za ispiranje, crijeva, kada je predviđen, mora propisno funkcionirati.

*Metode ispitivanja:* vizualna kontrola, provjera funkcionalnosti.

### **Mjerne naprave i uređaji za reguliranje rada stroja:**

Uređaji za reguliranje i mjerne naprave su elementi pomoću kojih korisnik stroj pušta u rad, regulira vrijednosti tlaka, protoka te prati rad stroja.

### *Zahtjevi:*

- ventili za uključivanje pojedinih sekcija mlaznica moraju propisno funkcionirati te ne smiju pokazivati propuštanje tekućine, također sve mlaznice se moraju moći pustiti u pogon istovremeno,
- elementi za reguliranje tlaka i/ili volumnog protoka moraju propisno funkcionirati,
- svi regulacioni elementi moraju biti tako postavljeni da ih se prilikom rada može bez napora dohvatiti,
- ukoliko je stroj opremljen zaslonom (display-om) podaci sa istog, prilikom rada, moraju biti čitljivi,
- skala tlakomjera (manometra) mora biti prilagođena tlakovima koji se koriste te čitljiva prilikom rada,
- vrijednosti na skali moraju biti propisno raspoređeni i to:
  - 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 iznad 20 bara,

- maksimalne greške u pokazivanju vrijednosti tlaka, a da se prema standardu smatraju ispravnim, su:
  - $\pm 0,2$  bara u ispitnom području od 0 do 2 bara,
  - $\pm 10\%$  u ispitnom području većem od 2 bara.
- manometri s analognim pokazivačem moraju imati kućište promjera najmanje 63 mm,
- uređaji za mjerenje tijekom rada, prije svega mjerači protoka moraju raditi s odstupanjem ne više od 5% u odnosu na maksimalnu vrijednost mjernog područja.
- regulatori tlaka moraju pri stalnoj brzini vrtnje održavati konstantan tlak, a tlak pri uključivanju i isključivanju protoka vratiti na svoju prvotnu vrijednost.

*Metode ispitivanja:* vizualna kontrola, mjerenje (mm), provjera funkcionalnosti.

### **Vodovi tekućine:**

Crijeva omogućuju protok zaštitnog sredstva iz spremnika do mlaznica, crijevima su povezani svi elementi stroja kroz koje sredstvo treba proći da bi došlo do mlaznica, pročištači, crpka, regulator tlaka, ventili. Pri eksploataciji stroja izložena su agresivnom djelovanju okoline što dovodi do čestih kvarova.

*Zahtjevi:*

- crijeva moraju biti postavljena bez pregiba, propisan položaj im mora biti osiguran kako uslijed vibracija ne bi došlo do trošenja stjenke crijeva,
- moraju dobro brtviti i pri najvećem propisanom tlaku sustava,

*Metode ispitivanja:* vizualna kontrola, provjera funkcionalnosti pri radu.

### **Pročištač:**

Pročištač je element stroja koji vrši pročišćavanje zaštitnog sredstva kako ne bi došlo do začepljenja mlaznica.

*Zahtjevi:*

- na usisnom i tlačnom cjevovodu mora biti instaliran barem jedan pročištač,
- pročištač mora biti čist te propisno funkcionirati, uložak mora biti zamjenjiv,
- gustoća mreže pročištača u tlačnom vodu mora biti manja od presjeka otvora mlaznice,
- pročištači u cjevovodu moraju biti tako izvedeni, da se pri začepljenju na manometru primijeti pad tlaka,

- pročištači moraju dobro brtviti,
- kod napunjenosti spremnika do nazivnog volumena mora postojati mogućnost čišćenja pročištača tako da se tekućina iz spremnika ne istače.

*Metode ispitivanja:* vizualna kontrola, provjera funkcionalnosti pri radu.

### **Krila prskalice:**

Krila prskalice se izrađuju najčešće od čelika kvadratnog presjeka, šupljeg profila. Na krilima se nalaze nosači mlaznica s mlaznicama.

### *Zahtjevi,*

- krila moraju biti stabilna u svim pravcima, ne smiju biti vidljiva nikakva oštećenja. Lijeva i desna strana mora biti jednako dugačka,
- na krilima mora biti instaliran učinkovit mehanizam za povrat grane u zavoju ili kada se naiđe na prepreku u početni položaj (povratni mehanizam),
- krila se u transportu moraju moći dobro osigurati,
- razmaci među mlaznicama moraju biti jednaki (50 cm), s iznimkom posebnih uređaja npr. Prskanje rubnih traka,
- mlaznice moraju biti tako postavljene da se pri širenju odnosno sklapanju krila njihov položaj ne mijenja,
- razmak između donjih rubova mlaznica i tla ne smije varirati više od 10 cm ili 1 % od polovine radnog zahvata stroja - mjerenje se izvodi u mirovanju i na ravnoj podlozi.,
- u niti jednoj podešenosti visine krila, zaštitno sredstvo ne smije padati na stroj,
- za krila šira od 10 m, mlaznice moraju biti na oba kraja krila zaštićene od oštećenja, koja bi mogla nastati zbog njihanja i udaranja o tlo,
- protok preko krila radne širine od 6 m mora se moći otvoriti i zatvoriti u najmanje dva segmenta,
- uređaj za podešavanje visine krila mora propisno funkcionirati,
- uređaj za plivajući položaj mora propisno funkcionirati, pri testu njihanja, krilo se na jednom kraju digne 40 cm, i zatim se pušta. Nakon prestanka njihanja odstupanje najudaljenije mlaznice ne smije biti veće od  $\pm 10$  cm u odnosu na početnu poziciju,
- kada se dijelovi krila (sekcije) isključuju odnosno uključuju jedan za drugim, variranje tlaka ne smije biti veće od 10 % - mjerenje se izvodi na tlačnom vodu sekcije.

*Metode ispitivanja:* vizualna kontrola, provjera funkcionalnosti, mjerenje (mm).

**Mlaznice:**

Mlaznice se izrađuju od mesinga, čelika, plastike i keramike. Kvaliteta aplikacije zaštitnog sredstva u velikoj mjeri ovisi o tehničkoj ispravnosti svake pojedine mlaznice.

*Zahtjevi:*

- sve mlaznice postavljene na krilo moraju, po oznaci tipa, veličini, materijalu i proizvođaču, biti identične, izuzevši mlaznice koje imaju posebnu funkciju npr. mlaznice na kraju krila za tretiranje rubnih traka,
- 5 sekundi nakon isključivanja mlaznice ne smiju nastaviti kapati,
- volumni protok svake pojedine mlaznice ne smije odstupati više od 10 % u odnosu na nazivni volumni protok,

*Metode ispitivanja:* vizualna kontrola, mjerenje vrijednosti posebnim uređajima.

**Poprečna raspodjela:**

Prije početka mjerenja poprečne raspodjele tekućine, potrebno je provjeriti da li su sve mlaznice prskalice ravnomjerno i pravilno postavljene. Mlaznice se ispituju pri radnom tlaku, i na propisanoj visini od testnog stola, kao što je navedeno od strane proizvođača mlaznica.

*Zahtjevi:*

- poprečna raspodjela unutar cijelog preklopljenog područja mora biti jednakomjerna te se vrednuje pomoću varijacijskog koeficijenta koji ne smije biti veći od 20%,
- u svakom žlijebu na području potpunog prekrivanja izbačena količina tekućine ne smije odstupati više od 20% od srednje vrijednosti ukupne prskalice

*Metode ispitivanja:* mjerenje vrijednosti posebnim uređajem.

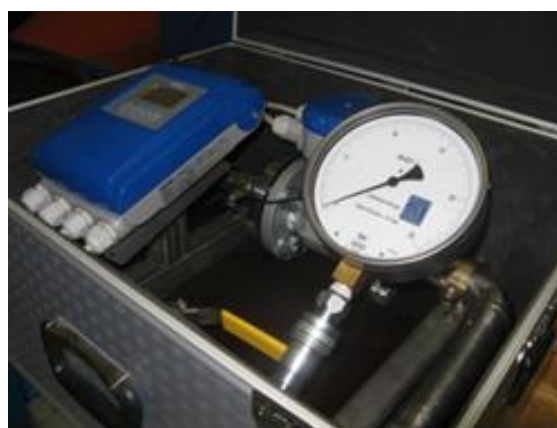
## 5.2. Uređaji za ispitivanje i opis metoda ispitivanja

Kako bi se testiranje obavilo stručno i kvalitetno pri radu je potrebno koristiti raznu opremu i alate koji omogućuju snimanje i obradu podataka kako bi se utvrdio pravilan rad stroja. Pored složenih uređaja, koji će u nastavku biti detaljnije opisani, pri testiranju je potrebno koristiti i sljedeće:

- mjerač broja okretaja ( priključno vratilo ),
- mjerna vrpca ( razmak i visina mlaznica ),
- zaporni sat ( volumni protok, raspodjela ),
- menzura – mjerni cilindar ili volumni mjerač protoka ( volumni protok mlaznica ).

### 5.2.1. Mjerenje protoka

Mjerenje protoka na svim potrošačima prskalice obavljeno je uz 540 okretaja priključnog vratila traktora s elektro-magnetskim mjeračem protoke tvrtke Krohne koji udovoljava europskom standardu *EN 13790* tj. s pogreškom mjerenja do 0,3% potisnutog volumena. Na ovaj način izmjereni su slijedeći protoci: a) protok ili kapacitet crpke  $Q_p$  (l/min), b) ukupni protok svih mlaznica (l/min), c) protok pojedinačnih segmenata armature za prskanje (l/min), d) protok namijenjen za hidrauličko miješanje zaštitnog sredstva (l/min).



Slika 9. Elektromagnetni mjerač kapaciteta tvrtke „Krohne“



### 5.2.2. Provjera ispravnosti rada manometra

Ispravnost rada manometra testirana je pomoću uređaja Volos koji prema standardu *EN 837 – 1* (dio *EN 13790* standarda) na konstrukciji ima ugrađen ispitni manometar sa radnim certifikatom. Ovaj manometar ostvaruje klasu točnosti 06 sa mjernim područjem do 25 bar te je promjera 100 mm. Na Volos se postavlja ispitni manometar i manometar koji se treba ispitivati. Nakon toga podiže se tlak u sustavu te se uspoređuju vrijednosti sa oba manometra.

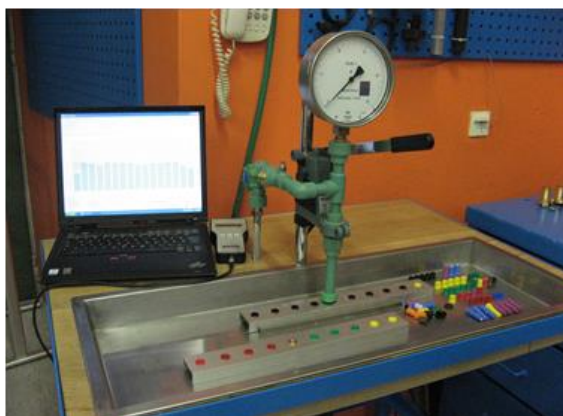


Slika 10. Uređaj „Volos“

### 5.2.3. Provjera ispravnosti mlaznica

Mlaznice predstavljaju najveći problem pravilnog rada tehničkog sustava u zaštiti bilja. Vrlo je često da se izlazni otvor mlaznice brzo potroši pa se poveća protok s obzirom na tablično označenu vrijednost. Vrlo često imamo pojavu da se mlaznice začepu uslijed lošeg pročišćavanja tekućine. Europski standard nalaže da treba zamijeniti svaku mlaznicu koja ima protok manji ili veći od 10% s obzirom na tablične vrijednosti pri odgovarajućem radnom tlaku. Za mjerenje protoka tekućine za svaku ispitivanu mlaznicu na ratarskim prskalicama i raspršivačima korišten je stolno – elektronski uređaj. Sastoji se od prijenosnog računala, uređaja za dotok vode sa ventilima, uređaja AAMS za mjerenje protoka tekućine te kontrolnog manometra. Prije testiranja mlaznice se podvrgnu pranju, čišćenju te numeriranju, da bi se nakon toga postavile (10 kom.) u pomični nosač. Provjera se obavlja sa čistom vodom. Ispitni stol ima elektronsku jedinicu za mjerenje protoka koja mjeri trenutni protok

mlaznice te rezultat sprema u vlastitu memoriju. Rezultati se naknadno obrađuju u posebnom softveru – *spray monitor*.



Slika 11. Stolno – elektronski uređaj za mjerenje protoka mlaznica (lijevo) i uređaj za mjerenje protoka AAMS (desno)

#### 5.2.4. Provjera površinske raspodjele prskalica

Norma *EN 13790* nalaže da se pri testiranju prskalica provjeri horizontalna raspodjela tekućine te utvrdi koeficijent varijacije. Testiranje horizontalne raspodjele tekućine obavljeno je uređajem *spray scanner*. Uređaj se sastoji od aluminijskih nosača i pokretnog mjernog uređaja s sabirnim žljebovima. Uređaj je kontroliran pomoću računalnog programa i u stalnoj je komunikaciji s računalom, pri radu se zaustavlja u razmaku od 1000 mm za mjerenje protoka. Izmjerene vrijednosti se prenose na računalo i odmah iscrtavaju na zaslonu računala. Iz dobivenih podataka se potom izračunava prosječni protok i pokazuje tolerancijsko polje pojedinih segmenata prskalica.



Slika 12. Uređaj za ispitivanje horizontalne raspodjele tekućine – *spray scanner*

## 6. Rezultati ispitivanja

Prema novom zakonu o održivoj uporabi pesticida, koji je u primjeni u Republici Hrvatskoj od veljače 2014. godine, svi tehnički sustavi u zaštiti bilja trebaju biti obilježeni sa znakom o redovitoj kontroli i ispravnosti rada stroja. Zbog navedenog, na području općine Trpinja (Vukovarsko - srijemska županija), obavljena je provjera rada svih glavnih sustava prskalice prema europskom standardu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja - *EN 13790*. Prema navedenom standardu testiran je rad sljedećih radnih elemenata ratarskih prskalice:

- crpke
- mlaznica
- manometra
- krila

Također utvrđeno je da li se na prskalicama pojavljuje kapanje ili curenje te je ispitana horizontalna raspodjela zaštitnog sredstva.

Testirano je ukupno 28 tehničkih sustava u zaštiti bilja. Većinom su to nošeni strojevi, malog obujma spremnika te malog radnog zahvata. Tehničke karakteristike testiranih strojeva prikazane su u tablici 3.

Tablica 3. Tehničke karakteristike ispitanih strojeva

Prosječni radni zahvat (m)	Prosječni obujam spremnika (l)	Vučeni strojevi (%)	Nošeni strojevi (%)	Pregledano strojeva (kom.)
10,42	567,5	7,14	92,86	28

Testirane ratarske prskalice opremljene su klipno – membranskim crpkama (100%), od ukupno testiranih 28 crpki njih 22, odnosno 78,58 % je ostvarilo zadovoljavajuće rezultate. Ukupno 12 prskalice su bile opremljene neispravnim mlaznicama, kod isto toliko je primijećeno kapanje odnosno curenje vodova. Ratarskih prskalice sa ispravnim krilima bilo je 75 %.

Tablica 4. Rezultati testiranih tehničkih sustava

Ispravno crpki (%)	Ispravno mlaznica (%)	Ispravno manometara (%)	Kapanje/curenje (%)	Ispravno krila (%)	KV (%) ( $\bar{X}$ )
78,58	57,15	60,72	57,15	75	22,66

Ispitivanjem horizontalne raspodjele tekućine pomoću uređaja „*Spray Scanner*“, prosječni koeficijent varijacije za ispitivane prskalice iznosio je 22,66 % što je jako veliki koeficijent varijacije i ostvaruje se nezadovoljavajuća horizontalna raspodjela tekućine koja prema *EN 13790 I* standardu mora iznositi ispod 20%.



Slika 13. Ispitivanje horizontalne raspodjele - *spray scanner*

Odlična horizontalna raspodjela se ostvaruje kod 10% KV i niže, no od ukupnog broja testiranih prskalica niti jedna nije ostvarila ovaj rezultat. Nešto više od pola testiranih prskalica, točnije 15, je ostvarilo zadovoljavajuće rezultate horizontalne raspodjele dok se preostalih 13, prema normi *EN 13790 I*, pokazalo neispravnim.

Tablica 5. Rezultati ispitivanja horizontalne raspodjele

Odlična raspodjela ( 1 – 10 % KV ) %	Zadovoljava ( < 20 % KV ) %	Loša raspodjela ( > 20 % KV ) %
0	53,57	46,42

Skupni rezultati testiranja prikazani su u tablici 6. na stranici 25 i 26. Iz tablice je vidljivo kako samo 11 prskalica zadovoljava kriterije koje postavlja norma *EN 13790*. Najviše prskalica je neispravno zbog mlaznica.

Tablica 6. Skupni prikaz rezultata ispitivanja

<b>Stroj (Proizvođač)</b>	<b>Vučeni/ Nošeni</b>	<b>Spremnik (l)</b>	<b>Crpka (tip) – ispravnost (+/-)</b>	<b>Radni zahvat (m)</b>	<b>Ispravnost mlaznica (+/-)</b>	<b>Tip mlaznica</b>	<b>Ispravnost manometra (+/-)</b>	<b>Kapanje/ Curenje (+/-)</b>	<b>Ispravnost Krila (+/-)</b>	<b>KV (%)</b>
<b>MIO/RAU</b>	Nošeni	330	Klip.-mem. (-)	8	-	Kovin 110 04	-	-	+	32,12
<b>MIO/RAU *</b>	Vučeni	2300	Klip.-mem. (+)	18	+	TeeJet 11004	+	+	+	14,32
<b>Leško</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	10	-	AG 110 04	+	-	-	22,10
<b>Agromehanika *</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	10	+	AG 110 04	+	+	+	17,14
<b>Metalna RAU</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (-)	8	-	110 04	-	-	-	37,14
<b>Agromehanika *</b>	Nošeni	800	Klip.-mem. (+)	15	+	Lechler 110 04	+	+	+	13,89
<b>Leško *</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	12	+	AG 110 04	+	+	+	17,88
<b>MIO/RAU</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	10	+	110 03	-	+	+	16,33
<b>Metalna RAU *</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	12	+	110 04	+	+	+	19,55
<b>Agromehanika</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	10	+	Lechler 110 04	-	+	+	23,43
<b>Agromehanika</b>	Nošeni	600	Klip.-mem. (-)	15	+	TeeJet 110 04	+	-	+	13,35
<b>Agromehanika</b>	Nošeni	330	Klip.-mem. (+)	8	-	Lechler 110 04	+	-	+	24,36
<b>MIO Standard</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (-)	10	-	TeeJet 110 04	-	+	+	24,21
<b>Agromehanika *</b>	Vučeni	1500	Klip.-mem. (+)	15	+	Lech. 110 04	+	+	+	11,97

<b>Leško</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	9	-	110 04	+	+	+	24,13
<b>Agromehanika *</b>	Nošeni	600	Klip.-mem. (+)	12	+	TeeJet110 04	+	+	+	17,68
<b>Metalna RAU</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	10	-	110 04	-	-	-	36,27
<b>MIO/RAU</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (-)	10	-	110 04	-	-	+	34,22
<b>Metalna RAU</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	12	+	Lechler 110 04	+	-	+	15,87
<b>Agromehanika</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	12	-	Andrić 110 04	+	-	-	27,12
<b>Agromehanika</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	12	-	Mlaz 110 04	-	-	-	34,93
<b>Leško *</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	10	+	AG 110 04	+	+	+	15,34
<b>Agromehanika *</b>	Nošeni	600	Klip.-mem. (+)	15	+	Lechler 110 04	+	+	+	19,19
<b>Agromehanika</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	10	+	Lechler 110 04	-	+	+	17,47
<b>Metalna RAU</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (-)	8	-	110 04	-	-	-	31,66
<b>Agromehanika *</b>	Nošeni	800	Klip.-mem. (+)	15	+	Lechler 110 04	+	+	+	17,63
<b>Leško *</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	12	+	AG 110 04	+	+	+	19,88
<b>Agromehanika</b>	Nošeni	440	Klip.-mem. (+)	10	-	110 04	-	-	-	35,13

\* *ispravne prskalice*

## 7. Rasprava

Pregled i testiranje ratarskih prskalice, kao i izdavanje uvjerenja o ispravnosti, osnovni su preduvjeti kvalitetnog tretiranja kulturnog bilja. Prilikom testiranja ratarskih prskalice na području općine Trpinja utvrđena su mnoga odstupanja od propisane norme *EN 13790*. Ovo ukazuje na velike propuste pri obavljanju zaštite bilja tog područja.

Na području općine Trpinja od ukupno 28 testiranih ratarskih prskalice, zahtjeve koje propisuje norma *EN 13790* nije zadovoljilo njih 17, što potvrđuje pretpostavku da će većina prskalice testiranih u sklopu ovog istraživanja biti neispravna. Nakon analize dobivenih rezultata utvrđeno je da su najčešći uzrok neispravnosti prskalice neispravne mlaznice i manometri.

Ukoliko se usporede rezultati ovog istraživanja prikazani u tablici 6 s rezultatima istraživanja „Provedba testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u Istočnoj Hrvatskoj“ iz tablice 2, dolazi se do zaključka da se rezultati u velikoj mjeri podudaraju. U oba istraživanja primarni uzrok neispravnosti tehničkih sustava su mlaznice, drugi po zastupljenosti su manometri, nakon čega slijede neispravna krila, koja su, zajedno s mlaznicama, direktno povezana s velikim koeficijentom varijacije. Osim toga, pojedine ratarske prskalice nisu zadovoljile uvjete zbog neispravnosti crpke, no to je bio slučaj tek u 21,42% ispitanih prskalice. Također, analizom rezultata primjećuje se zabrinjavajuće visok udio prskalice kod kojih je prisutno kapanje, odnosno curenje (57,15 %).

Iako je dana 12. veljače 2014. godine na snagu stupio novi „*Zakon o održivoj uporabi pesticida*“, prema navedenim rezultatima istraživanja može se zaključiti kako tehnički sustavi u zaštiti bilja na području općine Trpinja stanjem u kojemu se trenutno nalaze još uvijek ne zadovoljavaju zahtjeve koje propisuje zakon.

## 8. Zaključak

Kako bi se Hrvatska prilagodila propisima Europske unije, na snagu je stupio novi „Zakon o održivoj uporabi pesticida“. Članak 6. navedenog zakona odnosi se na tehničke sustave u zaštiti bilja. Do kraja 2016. godine svi tehnički sustavi moraju biti testirani prema normi *EN 13790*, nakon čega će se redovito testirati svake dvije godine. Zbog navedenog, provedeno je testiranje tehničkih sustava za zaštitu bilja na području općine Trpinja.

Analizom dobivenih rezultata doneseni su sljedeći zaključci:

- većina testiranih tehničkih sustava nije zadovoljilo standarde iz *EN 13790*
- najčešći elementi odgovorni za neispravnost tehničkih sustava su mlaznice i manometri
- na više od očekivanog broja prskalica zabilježeno je kapanje, odnosno curenje

Iz ovih zaključaka proizilazi očiti razlog trenutnog stanja strojeva za zaštitu bilja na prostoru općine Trpinja, a to je neredovito ili potpuni izostanak održavanja strojeva. Zamjena mlaznica i manometra propisnim nije složen zahvat te ne iziskuje velika sredstva. Ukoliko bi se vlasnike strojeva uspjelo motivirati na propisno održavanje strojeva, sigurno bi znatno više bilo ispravnih, odnosno u skladu sa standardima koje propisuje norma *EN 13790*.



## 9. Popis literature

1. Banaj, Đ., Duvnjak, V. (2000): Utvrđivanje promjene ugrađenog eksploatacijskog potencijala ratarskih prskalica, Zbornik sažetaka 16 Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma. Opatija, 22-25.
2. Banaj Đ., Šmrčković P. (2002.): Upravljanje poljoprivrednom tehnikom. Sveučilišni udžbenik. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
3. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Lukač, P. (2010): Unapređenje tehnike aplikacije pesticida. Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
4. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Mendušić, I., Duvnjak, V. (2010): Ispitivanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica. 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 897 – 901.
5. Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D. (2014.): Testiranje tehničkih sustava u zaštiti bilja u Republici Hrvatskoj. Zbornik radova. Actual Tasks on Agricultural Engineering. Opatija, 161 – 166.
6. Bondesan, D., Ianes, P., Rizzi, C., Angeli, G., Canestrini, S., Dalpiaz, A. (2012.): Outlook of the inspection of sprayers in Province of Trento. Zbornik radova. Fourth European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers SPISE 4. Lana (South Tyrol), 209 – 212.
7. Bugarin, R., Đukić, N., Ponjičan, O., Sedlar, A.(2000): Atestiranje mašina u sklopu primene zakona i pravilnika o zaštiti bilja. Savremena poljoprivredna tehnika br. 3–4: 53– 61, Novi Sad.
8. Busnovac, M., Banaj, Đ., Plaščak, I., Duvnjak, V. (2006): Ispitivanje kvalitete rada ratarskih prskalica. Zbornik radova. 41. Hrvatski i 1. Međunarodni znanstveni simpozij agronoma, 41st Croatian and 1st International symposium on agriculture. Opatija, 243-244.
9. Declercq, J., Huyghebaert, B., Nuyttens, D. (2012.): An overview of the defects on tested orchard sprayers in Belgium. Zbornik radova. Fourth European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers SPISE 4. Lana (South Tyrol), 180 – 185.
10. Duvnjak, V., Banaj, Đ. (2004): Principi dobre profesionalne prakse u zaštiti bilja i pravilno korištenje prskalica. Zbornik radova. Aktualni zadaci mehanizacije u poljoprivredi, Actual tasks on agricultural engineering. Opatija, 341-346.

11. Friedrich, T. (2001.): Agricultural Sprayer Standards and Prospects for Development of Standards for other Farm Machinery. *Journal of Scientific Research and Development*. Vol. 3.
12. Langenakens J., Pieters M. (1999): Organization and Results of The Compulsory Inspection of Speayers in Belgium. 7th International Congress Of Agriculture, Adana-Turkey, 50-53.
13. Osteroth, H. J. (2009.): EN 13790 as a basic for inspection of pesticide application equipment (PAE) functioning similar to field crop and air-assisted sprayers. *Zbornik radova. Third European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers SPISE 3*. Brno, 97 – 101.
14. Osteroth, H. J. (2004.): Inspection of sprayers in Germany – results and experience over the past Decades. *Zbornik radova. First European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe SPISE*. Braunschweig, 68 – 74.
15. Rietz S., Gamzlemeier H. (1998): Inspection of plant protection equipment in Europe. *AgEng*, Oslo, 98-A-023.
16. Tadić, V., Petrović, D., Lukač, P., Menđušić, I., Višaticki, M. ( 2012.): Provedba testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u Istočnoj Hrvatskoj. *Zbornik radova. Agriculture in nature and environment protection*. Vukovar, 274 – 279.
17. Tátrai, G.F. (2004.): EU-Conform Tests and Compulsory Regular Inspection of Plant-Protection Machines in Hungary. *Hungarian Institute of Agricultural Engineering*. Gödöllő, Tessedik, Hungary.

## 10.Sažetak

U svrhu dostizanja standarda te prilagodbe propisima Europske unije dana 12. veljače 2014. godine na snagu stupa *Zakon o održivoj uporabi pesticida*. Poglavlje broj 6 ovog zakona odnosi se na strojeve za primjenu pesticida gdje između ostalog propisuje pregled tehničkih sustava u zaštiti bilja prema normi *EN 13790*. Cilj istraživanje je doći do saznanja o tehničkoj ispravnosti strojeva za zaštitu bilja na području Općine Trpinja te tehničkim pregledom utvrditi trenutačno stanje testiranih strojeva. Na temu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja proveden je velik broj istraživanja, kako u inozemstvu, tako i u Republici Hrvatskoj. Za potrebe ovog rada, kao primjeri, korištena su dva rada: „Provedba testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u Istočnoj Hrvatskoj“ autora dr. sc. Vjekoslava Tadića i suradnika, te „Istraživanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalice“ autora prof. dr. sc. Đure Banaja i suradnika. Za provedbu testiranja korištena je oprema Zavoda za mehanizaciju, Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Zavod posjeduje svu potrebnu opremu za provedbu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja po normi *EN 13790*. Testirano je ukupno 28 tehničkih sustava u zaštiti bilja. Većinom su to nošeni strojevi, malog obujma spremnika te malog radnog zahvata. Iz rezultata je vidljivo kako samo 11 prskalice zadovoljava kriterije koje postavlja norma *EN 13790*. Najviše prskalice je neispravno zbog mlaznica i manometara. Zamjena mlaznica i manometra propisnim nije složen zahvat te ne iziskuje velika sredstva. Ukoliko bi se vlasnike strojeva uspjelo motivirati na propisno održavanje strojeva, sigurno bi znatno više bilo ispravnih, odnosno u skladu sa standardima koje propisuje norma *EN 13790*.

Ključne riječi: testiranje, Europska norma, općina Trpinja, zaštita bilja, tehnički sustav, ratarska prskalice.

## 11. Summary

In order to meet the standards and to implement EU rules, on 12 February 2014 came into force the *Law on the Sustainable Use of Pesticides*. Chapter No. 6 of this Law refers to machinery for the application of pesticides where, among other things, requires review of technical systems in plant protection according to *EN 13790*. The aim of the research is to gain an insight of the technical condition of machinery for plant protection in the municipality Trpinja and to determine the current state of the tested machines by technical inspection. On the subject of testing technical systems in plant protection a number of studies has been carried out, both abroad and in Croatia. For the purposes of this paper, as an example, two articles were used: "Implementation testing of technical systems of plant protection in eastern Croatia" by dr. Sc. Vjekoslav Tadic and associates, and "Research uniformity of the distribution of surface liquid spraying machine" by prof. dr. sc. Duro Banaj and associates. To implement the test, we used the equipment of the Institute of Mechanics, Faculty of Agriculture. The department has all the equipment necessary to implement the testing of technical systems in plant protection according to *EN 13790*. A total of 28 technical systems of protection of plants were tested. They are mostly three-point hitch attach machines, small volume tanks and small working width. The results show that only 11 sprayers meets the criteria set by the *EN 13790*. Most sprayers is malfunctioning because of the nozzles and manometers. Replacement of the nozzles and manometer with the properly working ones, is not a complex procedure and does not require large resources. If the owner of the machine was managed to motivate on the proper maintenance of machines, there would be much more correct machines, and in accordance with the standards prescribed by the *EN 13790*.

Key words: testing, European standard, municipalities Trpinja, plant protection, technical system, spraying machines.

## **12. Popis tablica**

- Tablica 1. Tehničke karakteristike ispitanih strojeva, str. 5
- Tablica 2. Neki od testiranih parametara važnih za rad tehničkih sustava u zaštiti bilja, str. 5
- Tablica 3. Tehničke karakteristike ispitanih strojeva, str. 23
- Tablica 4. Rezultati testiranih tehničkih sustava, str. 23
- Tablica 5. Rezultati ispitivanja horizontalne raspodjele, str. 24
- Tablica 6. Skupni prikaz rezultata ispitivanja, str. 25, 26

## **13. Popis slika**

- Slika 1. Zastupljenost pojedinih kvarova 1993. i 2003. godine u Njemačkoj, str. 2
- Slika 2. Primjer loše površinske raspodjele –  $KV > 20\%$ , str. 7
- Slika 3. Usporedba veličina čestica -  $\mu\text{m}$ , str. 8
- Slika 4. Tijek tekućine kroz prskalicu, str. 9
- Slika 5. Presjek kućišta klipno – membranske crpke, str. 10
- Slika 6. Regulator tlaka (desno); manometar (lijevo), str. 11
- Slika 7. Značenje oznaka na mlaznici ratarske prskalice, str. 12
- Slika 8. Poprečni presjek mlaznica s lepezastim mlazom, str. 13
- Slika 9. Elektromagnetni mjerač kapaciteta tvrtke „Khrono“, str. 20
- Slika 10. Uređaj „Volos“, str. 21
- Slika 11. Stolno – elektronski uređaj za mjerenje protoka mlaznica (lijevo) i uređaj za mjerenje protoka AAMS (desno), str. 22
- Slika 12. Uređaj za ispitivanje horizontalne raspodjele tekućine – spray scanner, str. 22
- Slika 13. Ispitivanje horizontalne raspodjele - spray scanner, str. 24

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Sveučilišni diplomski studij, Mehanizacija

Diplomski rad

## ISPITIVANJE TEHNIČKIH SUSTAVA U ZAŠTITI BILJA PREMA NORMI EN 13790

Aleksandar Patković

### Sažetak

U svrhu dostizanja standarda te prilagodbe propisima Europske unije dana 12. veljače 2014. godine na snagu stupa *Zakon o održivoj uporabi pesticida*. Poglavlje broj 6 ovog zakona odnosi se na strojeve za primjenu pesticida gdje između ostalog propisuje pregled tehničkih sustava u zaštiti bilja prema normi EN 13790. Cilj istraživanja je doći do saznanja o tehničkoj ispravnosti strojeva za zaštitu bilja na području Općine Trpinja te tehničkim pregledom utvrditi trenutno stanje testiranih strojeva. Na temu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja proveden je velik broj istraživanja, kako u inozemstvu, tako i u Republici Hrvatskoj. Za potrebe ovog rada, kao primjeri, korištena su dva rada: „Provedba testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u Istočnoj Hrvatskoj“ autora dr. sc. Vjekoslava Tadića i suradnika, te „Istraživanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica“ autora prof. dr. sc. Đure Banaja i suradnika. Za provedbu testiranja korištena je oprema Zavoda za mehanizaciju, Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Zavod posjeduje svu potrebnu opremu za provedbu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja po normi EN 13790. Testirano je ukupno 28 tehničkih sustava u zaštiti bilja. Većinom su to nošeni strojevi, malog obujma spremnika te malog radnog zahvata. Iz rezultata je vidljivo kako samo 11 prskalica zadovoljava kriterije koje postavlja norma EN 13790. Najviše prskalica je neispravno zbog mlaznica i manometara. Zamjena mlaznica i manometra propisnim nije složen zahvat te ne iziskuje velika sredstva. Ukoliko bi se vlasnike strojeva uspjelo motivirati na propisno održavanje strojeva, sigurno bi znatno više bilo ispravnih, odnosno u skladu sa standardima koje propisuje norma EN 13790.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** dr. sc. Vjekoslav Tadić

**Broj stranica:** 34

**Broj grafikona i slika:** 13

**Broj tablica:** 6

**Broj literaturnih navoda:** 17

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** testiranje, Europska norma, općina Trpinja, zaštita bilja, tehnički sustav, ratarska prskalica.

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

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

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića

1d.

# BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agriculture  
University Graduate Studies, Plant production, course Mechanization

Graduate thesis

## TESTING TECHNICAL SYSTEMS IN CROP PROTECTION ACCORDING TO *EN 13790* NORM

Aleksandar Patković

### Abstract:

In order to meet the standards and to implement EU rules, on 12 February 2014 came into force the *Law on the Sustainable Use of Pesticides*. Chapter No. 6 of this Law refers to machinery for the application of pesticides where, among other things, requires review of technical systems in plant protection according to *EN 13790*. The aim of the research is to gain an insight of the technical condition of machinery for plant protection in the municipality Trpinja and to determine the current state of the tested machines by technical inspection. On the subject of testing technical systems in plant protection a number of studies has been carried out, both abroad and in Croatia. For the purposes of this paper, as an example, two articles were used: "Implementation testing of technical systems of plant protection in eastern Croatia" by dr. Sc. Vjekoslav Tadić and associates, and "Research uniformity of the distribution of surface liquid spraying machine" by prof. dr. sc. Duro Banaj and associates. To implement the test, we used the equipment of the Institute of Mechanics, Faculty of Agriculture. The department has all the equipment necessary to implement the testing of technical systems in plant protection according to *EN 13790*. A total of 28 technical systems of protection of plants were tested. They are mostly three-point hitch attach machines, small volume tanks and small working width. The results show that only 11 sprayers meets the criteria set by the *EN 13790*. Most sprayers is malfunctioning because of the nozzles and manometers. Replacement of the nozzles and manometer with the properly working ones, is not a complex procedure and does not require large resources. If the owner of the machine was managed to motivate on the proper maintenance of machines, there would be much more correct machines, and in accordance with the standards prescribed by the *EN 13790*.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** dr. sc. Vjekoslav Tadić

**Number of pages:** 34

**Number of figures:** 13

**Number of tables:** 6

**Number of references:** 17

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Key words:** testing, European standard, municipalities Trpinja, plant protection, technical system, spraying machines.

**Thesis defended on date:**

### Reviewers:

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

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.