

## 1. UVOD

U cilju poboljšanja kontrole hrane u Europskoj Uniji od 2000. godine u potpunosti je izmijenjen "stari" zakon o hrani novim strožim zakonskim propisima (Generalni zakon o hrani) koji je stvoren kako bi pružio informaciju potrošaču na koji način je proizveden određeni poljoprivredni proizvod kojeg kupuje. U današnje vrijeme potrošač želi znati ne samo odakle je proizvod kojeg kupuje, već i njegovu zdravstvenu ispravnost. Već početkom 2012. godine Ministarstvo poljoprivrede RH okuplja veći broj znanstvenih djelatnika kao i stručnjaka iz poljoprivredne proizvodnje u cilju pripreme važećih dokumenata koji će regulirati primjenu pesticida u svim područjima poljoprivredne proizvodnje. Jedna skupina znanstvenika pripremala je svu stručnu i pravnu dokumentaciju u svezi velikog područja izobrazbe rukovatelja i svih potencijalnih korisnika pesticida. Najveći redni teret u to vrijeme odradila je stručna grupa koja je morala sve pesticide odnosno aktivne tvari uskladiti s propisima Europske unije kao i načine registriranja novih pesticida. Veliki problem bio je u to doba nužnost postepenih zabrana pojedinih aktivnih tvari koji su se godinama rabili na prostorima RH. U to doba angažirana je i skupina mjerodavnih znanstvenika s Poljoprivrednog fakulteta iz Osijeka kao i grupa profesora s Agronomskog fakulteta u Zagrebu s osnovnim ciljem stvaranja platforme za provedbu obaveznog testiranja tehničkih sustava za zaštitu bilja. Skupina profesora baratala je s podatkom da u RH imamo oko 120000 tehničkih sustava koje se moraju evidentirati i testirati. Upravo rezultati rada ovih grupa ljudi dovela je do konačnog objavljivanja strateškog dokumenta pod nazivom Pravilnik o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe pesticida objavljen 19. prosinca 2012. godine u NN br. 142. Upravo ovaj pravilnik dao je smjernice u svezi testiranja i provjere ispravnosti rada tehničkih sustava u RH. Ovim dokumentom Poljoprivredni fakultet u Osijeku, tj. Zavod za mehanizaciju postaje mjesto koje će obučavati rukovatelje budućih ispitnih stanica te biti referentna stanica za provedbu testiranja tehničkih sustava u RH. Nadogradnjom pravilnika ulaskom RH u Europsku Uniju donosi se 24. siječnja 2014. godine Zakon o održivoj uporabi pesticida. Donošenjem ovog dokumenta stvorena je i pravna podloga za početak službenog testiranja tehničkih sustava u RH. Od objave Zakona na prostoru RH uspostavljeno je 11 ispitnih stanica za kontrolu ispravnosti rada tehničkih sustava za zaštitu bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku posjeduje 2 ispitne stanice pod oznakama 001-RH i 004-RH. Upravo navedene stanice dio su mnogobrojnih testiranja prskalica i raspršivača na ovome prostoru.

## 2. PREGLED LITERATURE

Prva provedena testiranja na dobrovoljnoj bazi na prostorima današnje Europske Unije ukazala su na dijelove sustava koji su najpodložniji kvarovima. U Njemačkoj su testiranja pokazala da je najveći broj neispravnih prskalica uzrokovan neispravnim radom mlaznica. Od preko 70000 testiranih prskalica, kod 19 % utvrđene su neispravne mlaznice ( Reitz, S., Gamzlemeier, H., 1998.). U Belgiji, u razdoblju od 1995. do 1998. godine, testirano je 17466 prskalica, od kojih je 86% bilo neispravno zbog neispravnih manometara i mlaznica (Langenakens, J., Pieters, M., 1999.). Ako je raspodjela tekućine nepravilna, velika je mogućnost ponovne pojave štetočinja što uzrokuje dodatne ekonomske i ekološke probleme. U Italiji još uvijek ne postoji nacionalni zakon koji propisuje pregled, podešavanje i kontrolu ratarskih prskalica. Samo su u nekim talijanskim regijama izdane smjernice od strane lokalnih uprava. U većini slučajeva inspekcija je obvezna samo za prskalice iz gospodarstava koja sudjeluju u projektu ruralnog razvoja na temelju Uredbe EC 1257/99 (Balsari M., Vieri M., 1996.). Prema procjeni u Italiji, do 2003. god. pregledano je manje od 4%, tj. oko 5500 prskalica. Ozbiljnija testiranje tehničkih sustava u Republici Hrvatskoj krenula su krajem prošlog desetljeća i već onda su zabilježeni loši rezultati površinske raspodjele tekućine pri radu ratarskih prskalica (Banaj, Đ., Duvnjak, V., 2000.). Najvažniji čimbenik cjelokupnog stroja za zaštitu bilja predstavlja mlaznica. Ona obavlja najvažnije funkcije propuštanja zadane količine tekućine u jedinici vremena, raspršuje tekućinu tvoreći kapljice odgovarajućih veličina, te formira mlaz odgovarajućeg oblika. Veliki problem stvaraju potrošene i začepljene mlaznice, koje ostvaruju veći ili manji protok pa je potrebno da se neispravna mlaznica zamijeni (Banaj, Đ. i suradnici, 2010.). Redovita inspekcija stanja uređaja za zaštitu bilja je neophodna mjera u suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji, koja koristi pesticide na velikoj površini (Sedlar, A., 2006.). Kako bi se osigurala proizvodnja eko-hrane, siguran okoliš i smanjenje troškova proizvodnje, potrebno je osigurati kontroliranu primjenu pesticida (Đukić, N., 2005.). Takva primjena je moguća samo sa strojevima u savršenom radnom stanju (Langenakens, J., 1999.). Od početka testiranja 1.05.2014. u RH do sada je ukupno testirano oko 5000 tehničkih sustava.

### **3. ZADATAK I CILJ ISTRAŽIVANJA**

Rukovatelji Ispitne stanice 004-RH odnosno članovi Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, primjenom različitih zadataka tj. uporabom standardne ispitne opreme i primjenom različitih metoda pri utvrđivanju zadovoljavanja minimalnih kriterija tehničkih sustava u zaštiti bilja, trebaju doći do cilja istraživanja tj. do saznanja o trenutačnom stanju ispravnosti tehničkih sustava u zaštiti bilja (prskalice) u poljoprivrednoj tvrtki "BELJE d.d. - PJ Brestovac – Karanac, te ukazati na eventualne pogreške navedenih tehničkih sustava koje je nužno otkloniti. Ukoliko testirane prskalice udovolje traženim kriterijima sukladno tome Ispitna stanica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku izdat će pravovaljane naljepnice i obaviti potpunu službenu proceduru prijave prskalice u bazu informacija Ministarstva Poljoprivrede RH.

#### 4. OPĆENITO O DOKUMENTU EN 13790-I i II

Postupak testiranja tehničkih sustava za zaštitu bilja u RH u potpunosti prihvaća i podržava dokument EN 13790-I i II. Europska norma doručena je na Tehničkom odboru CEN/TC 144 „Traktori i poljoprivredni i šumarski strojevi“, te oblikovana po odboru AFNOR-a. Dokument je sada važeći i usklađen u formalnom smislu. Puni naslov norme: Poljoprivredni strojevi, oruđa za zaštitu bilja, ispitivanje oruđa za zaštitu bilja koja se nalaze u uporabi (dio I „Prskalice za tretiranje kulturnog bilja“). Ova Europska norma ima podjelu Poljoprivrednih strojeva na:

- Uređaji za zaštitu bilja i
- Ispitivanje uređaja za zaštitu bilja koja se nalaze u uporabi, a sastoji se od dijelova:
  - I. dio: Prskalice za tretiranje kulturnog bilja,
  - II. dio: Uređaji za prskanje i orošavanje stablašica.

Posljednjih godina, u različitim državama članicama, uvedena je kontrola prskalica koje su u uporabi. Taj razvoj pomogao je smanjenju potrošnje zaštitnih sredstava zahvaljujući djelovanju javnosti u granicama svojih mogućnosti. Tri su važne osnove za kontrolu uređaja:

- sigurnost osobe koja ispituje (Smjernice 89/655/EWG, uključivo izmjene 95/63 EG, koje mogu biti dopunjene nacionalnim propisima o minimalnim zahtjevima pri korištenju radnih sredstava);
- smanjenje rizika nepoželjnog utjecaja na okolinu kroz zaštitno sredstvo;
- optimalna zaštita biljaka kod najmanje moguće primjene zaštitnog sredstva.

Za ostvarenje sigurne primjene zaštitnih sredstava u europskim poljoprivrednim proizvodima preporučljivo je čvrsto provođenje zahtjeva i ispitnih metoda uređaja za zaštitu bilja koja su u uporabi. To je jedan dosljedan korak, nakon kojega se postavljaju zahtjevi i norme u pogledu tehničke sigurnosti i prihvatljivih utjecaja na okoliš za nove strojeve.

Kod normiranja zahtjeva i ispitnih metoda strojeva za zaštitu bilja, koja su u uporabi, nisu u pitanju samo izvorni kapaciteti, nego se uzima u obzir i njihovo iskorištenje, njega i

održavanje. To je logična povezanost između dobre kvalitete novoga uređaja, dobre osposobljenosti i brižnosti rukovatelja.

#### **4.1. Područje primjene**

Prethodno navedene norme i odgovarajuće metode ispitivanja primjenjuju se isključivo na kontrolu prskalica za rad u polju. Obuhvaćaju u prvom redu stanje uređaja za zaštitu bilja, u pogledu sigurnosti osobe koja ispituje, mogućeg utjecaja na okoliš i mogućnost dobre aplikacije zaštitnog sredstva – škropiva.

#### **4.2. Normativne upute - upozorenja**

Europske norme, navedene prethodno u tekstu, sadrže upute i odredbe iz drugih publikacija s naznačenim datumom, ili bez datuma. Kod datiranih uputa poziva se na kasnije izmjene, ili prerade ovih publikacija samo za ove europske norme, u slučajevima kada su unesene kao izmijenjene ili prerađene. Kod nedatiranih uputa odgovara posljednje izdanje publikacije iz koje je izvučeno (uključuje i izmjene).

Primjer:

- EN 837-1, Uređaj za mjerenje tlaka (Uređaj za mjerenje tlaka s cijevnim oprugama - mjere, mjerna tehnika, zahtjevi i ispitivanje) - ISO 5682-2:1997,
- Strojevi za zaštitu bilja - prskalice i raspršivači: Metode ispitivanja strojeva za zaštitu bilja s hidrauličkim raspršivanjem (pretvaranjem u male kapljice).
- Zahtjevi i metode ispitivanja prema EN 13790.

## 5. MATERIJAL I METODE ISPITIVANJA PREMA EN 13790 I i II

### 5.1. Priprema tehničkog sustava za zaštitu bilja

Prije kontrole stroj za zaštitu bilja treba biti potpuno opran i očišćen. Posebno se mora oprati unutrašnjost glavnog spremnika uređaja, uključujući pročištače odnosno njihova sita tj. uloške pročištača, te vanjske površine na kojima se kod prskanja nataloži najviše zaštitnog sredstva. Uočljive i poznate, česte pogreške treba ukloniti prije provedbe kontrole. Takozvanu „pred kontrolu“ treba obaviti za to kvalificirana tvrtka ili tehničko osoblje ispitne stanice kako bi se smanjio utrošak vremena na ispitivanje stroja, odnosno da bi tehnički sustav u vrijeme testiranja ostvario minimalne zahtjeve kvalitete rada. Rukovatelj ili vlasnik uređaja treba biti nazočan pri kontroli.

### 5.2. Prijenos snage

Zglobno vratilo je radni element koji obavlja prijenos zakretnog momenta s izlaznog vratila traktora na gonjeno vratilo crpke ili reduktor prskalice. Kod prijenosa snage mora se udovoljiti traženom kriteriju;

- plastične zaštite zglobnog vratila i priključka vratila na stroju moraju biti u besprijekornom stanju.



Slika 1. Pravilna zaštita PVT – a na prskalici *Hardi Commander*

- dijelovi vratila, tj. zglobovi i uređaji za osiguranje od razdvajanja ne smiju pokazivati prekomjernu istrošenost i moraju besprijekorno funkcionirati;
  - sustav za zadržavanje (najčešće lanci), koji onemogućava okretanje zaštite zglobnog vratila mora biti ispravan i funkcionirati besprijekorno.
- Provjera se obavlja vizualnom kontrolom i ispitivanje funkcioniranja.

### 5.3. Mjerenje volumnog protoka crpke

Glavna zadaća crpke je da potisne određenu količinu tekućine za prskanje iz spremnika do mlaznica pod odgovarajućim tlakom. Najčešće izvedbe crpki su klipne i klipno-membranske. Klipno-membranska crpka tvrtke Hardi prikazana je na slijedećoj slici.



Slika 2. Crpka tvrtke Hardi tipa 463/10, serijskog broja 12 2804 122

Volumni protok crpke treba biti podešen prema potrebi tehničkog sustava za zaštitu bilja i mora ispuniti sljedeće zahtjeve:

- volumni protok crpke mora iznositi najmanje 90% od količine koju je propisao proizvođač stroja u navodu nazivnog volumnog protoka;



Slika 3. Tehničke odlike crpke tipa 463/10, serijskog broja 12 2804 122

- volumni protok crpke mora biti određen tako da zadovolji protok svih mlaznica najvećega protoka i kod najvišeg propisanoga tlaka postavljenog na cijelom zahvatu krila za prskanje prema preporukama proizvođača stroja ili proizvođača mlaznica.

Također, pri radu crpke moraju se ostvariti sljedeći zahtjevi:

- crpka ne smije imati vidljivo pulsiranje (vizualna kontrola i ispitivanje funkcioniranja);
- kada je na tlačnoj strani crpke predviđen ventil za zaštitu od previsokog tlaka, taj ventil mora funkcionirati besprijekorno;
- crpka mora brtviti, tj. na njoj se ne smiju pojavljivati npr. kapi vode ili ulja.

Pogreška instrumenta za mjerenje protoka smije iznositi najviše 2% od izmjerene vrijednosti kod crpke s volumnim protokom 100 l i iznositi najviše 2 l/min, kada je volumni protok < 100 l. Protok se mora mjeriti na slobodnom izlazu i kod jednog tlaka između 8 i 10 bara ili, u slučaju kada je niži, kod najvišeg dopuštenog radnog tlaka crpke,

- Kod stroja bez priključka za ispitivanje ili kod crpke kod koje najveći radni tlak nije poznat, postavlja se jedan kalibrirani manometar na jedan vanjski priključak



mlaznice i podesi na, po proizvođaču stroja ili po proizvođaču mlaznica, preporučenom najvećem radnom tlaku.

Prema normi *EN 13790* dozvoljeni pad kapaciteta crpke može najviše iznositi do 10 % od nazivnog kapaciteta. Kod ispitivanih raspršivača, 70 % ugrađenih crpki polučile su vrijednosti smanjenja kapaciteta unutar dozvoljenih 10%. Kontrola kapaciteta crpki mjerena je sa elektromagnetskim mjeračem prikazanim na sljedećoj slici.



Slika 4. Elektromagnetni mjerač kapaciteta crpke tvrtke *Krohne*

#### **5.4. Ispitivanje ispravnosti rada instrumenata za pokazivanje tlaka**

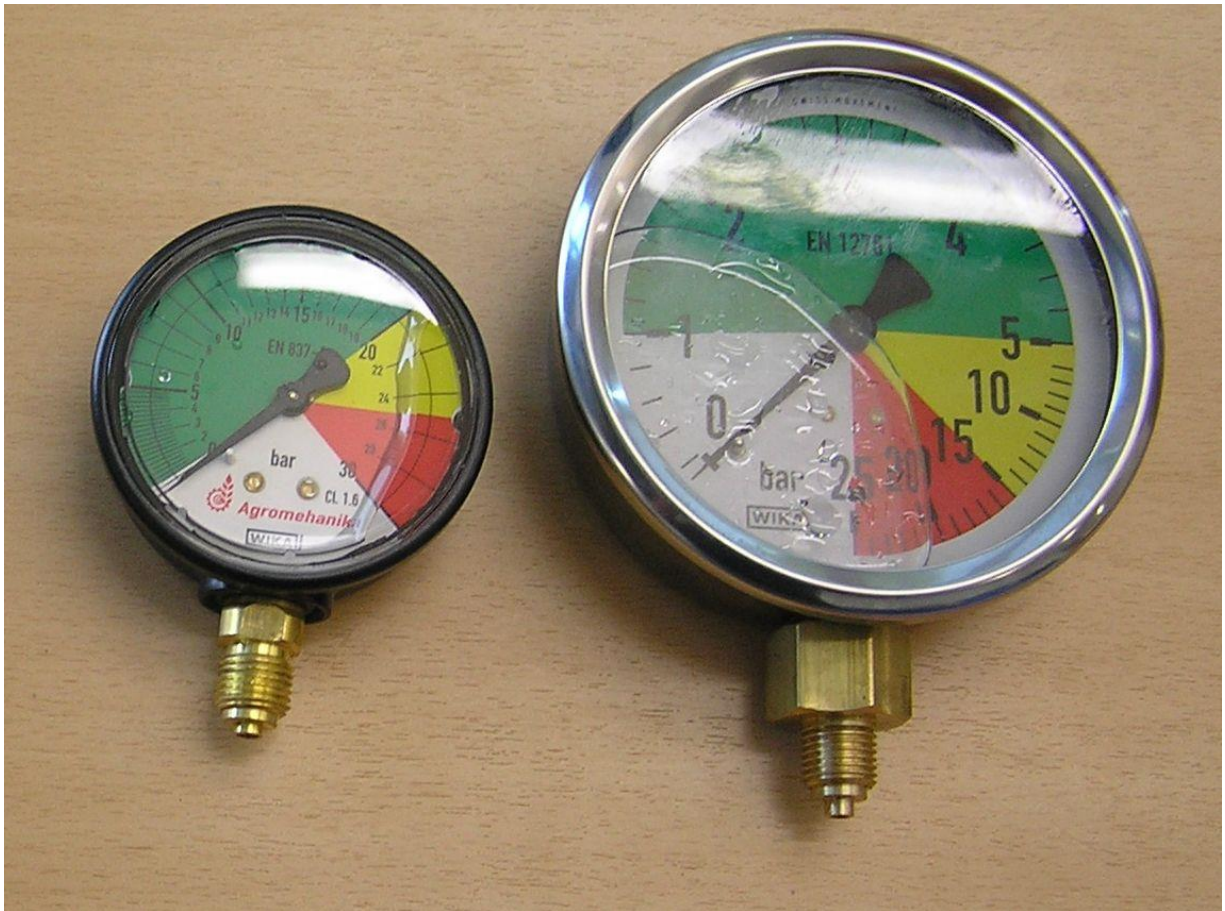
Svi mjerno - regulacijski uređaji na tehničkim sustavima u zaštiti bilja moraju ispunjavati sljedeće zahtjeve:

- sve dimenzije i uređaji za uključivanje i reguliranje tlaka 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 vizualno),
- mjerna skala tlakomjera (tlačnog manometra) mora biti razgovijetno čitljiva i prilagođena tlakovima koji se koriste (provjera se obavlja vizualno),
- mjerna skala mora imati i pokazivati najmanje sljedeću raspodjelu po:
  - 0,2 bara za radne tlakove do 5 bara,
  - 1,0 bar za radne tlakove između 5 i 20 bara,
  - 2,0 bara za radne tlakove veće od 20 bara,
- manometri s analognim pokazivačem moraju imati kućište promjera > 63 mm,
- točnost manometra mora iznositi 0,2 bara za radne tlakove između 1 i 2 bara,



Slika 5. Ispitivanje ispravnosti rada manometra



Slika 6. Uređaji za kontrolu tlaka promjera 63 i 100 mm

- 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 mjerači protoka (za podešavanje količine izbacivanja) moraju raditi s odstupanjem najviše do 5% od stvarne vrijednosti.

Komparator tlaka *Volos* ( Slika 5. ) prema standardu EN 837-1 posjeduje kontrolni manometar ( valjani certifikat ) sa klasom točnosti 0.6, te s mjernim područjem do 25 bara. Na uređaj *Volos* postavlja se kontrolni manometar i manometar koji se treba provjeriti. Po normama u EU manometri koji se ugrađuju na tehničke sustave u zaštiti bilja moraju imati minimalni promjer od 63 mm, te točnost manometra koji se ispituje mora biti  $\pm 0,2$  bara kada se radi o ispitnom području od 0 do 2 bara. Ako se radi o većem ispitnom području odstupanje može iznositi do  $\pm 10$  %.

### **5.5. Mjerenje volumnog protoka mlaznica**

Kod ovoga ispitivanja mlaznice se mogu ispitivati na krilima prskalice ili na ispitnoj stanici. Moraju biti sigurno postavljene da bi se mlaz potpuno oblikovao. Pogreška mjerenja ne smije iznositi više od 10% od mjerne vrijednosti.

### **5.6. Mjerenje opadanja tlaka**

Na kraju svakog dijela krila postavlja se po jedan standardni manometar. Na manometru se podešavaju najmanje dva referentna tlaka. Tlakovi na standardnim manometrima uspoređuju se s vrijednostima tlakova koje pokazuje manometar stroja.

### **5.7. Mjerenje mijenjanja tlaka kod isključivanja dijelova zahvata**

Na mjestu jedne mlaznice, te na mjestu napajanja jedne sekcije zahvata ugrađuje se standardni manometar. Time je obuhvaćeno mijenjanje vrijednosti tlaka prikazane na standardnom manometru kada se smanjuje (zatvaraju pojedine sekcije) ili povećava (otvaraju se pojedine sekcije) radni zahvat.

### **5.8. Ostali uređaji potrebni za testiranje**

Ostali uređaji koji se koriste za testiranja su: mjerač broja okretaja priključnog vratila traktora, mjerna vrpca (određivanje razmaka i visine mlaznica), zaporni sat (volumni protok, raspodjela), menzura - mjerni cilindar (s volumenom mjerenja od 2 l, s podjelom na skali od 20 ml, s pogreškom mjerenja do 20 ml) ili volumni mjerač protoka (volumni protok mlaznica) i manometar (smirenim pulsiranjem).

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 *EN 13790*, koja je osnova za provedbu direktiva *2009/128/EC* i *2006/42/EC* Europske unije.

## 5.9. Poprečna raspodjela tekućine

Mjerenje poprečne raspodjele tekućine obavlja se sa specijalnim uređajem *Hardi Spray Scanner* ili pomoću limenih žlijebova. Od poprečne raspodjele tekućine zahtjeva se sljedeće:

- poprečna raspodjela unutar cijelog preklopljenog područja mora biti jednakomjerna; poprečna raspodjela vrednuje se pomoću varijacijskog koeficijenta koji ne smije biti veći od 10 %;
- u svakom žlijebu na području potpunoga prekrivanja, izbačena količina tekućine ne smije odstupati više od 20% od srednje vrijednosti ukupne prskalice.



Slika 7. Mjerenje raspodjele tekućine pomoću uređaja *Hardi Spray Scanner*

Ispravnost tehničkog sustava u zaštiti bilja najviše ovisi o ispravnosti i kvaliteti rada mlaznica. 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 začepe uslijed lošeg pročišćavanja tekućine. Europski standard nalaže da treba zamijeniti svaku mlaznicu koja ima protok manji ili veći od 10% s obzirom na tablične vrijednosti pri odgovarajućem radnom tlaku.

## 6. REZULTATI ISPITIVANJA KVALITETE RADA RATARSKIH PRSKALICA

Nakon dogovora s tvrtkom Belje d.d., Industrijska zona 1, Mece, 31326 Darda, OIB 92404445155, MB 3307042 obavljeno je testiranje ratarskih prskalica prema *EN 13790* na PJ Brestovac – Karanac. Testiranje je provedeno na 3 prskalice tvrtke Hardi i 2 prskalice tvrtke John Deere. Testiranje je obavljeno krajem ožujka 2015. godine čistom vodom kako bi se moglo obaviti:

- testiranje protoka mlaznica pomoću uređaja *AAMS*
- testiranje raspodjele tekućine pomoću uređaja *Hardi Spray Scanner*
- testiranje ispravnosti rada manometra pomoću uređaja *VOLOS* (komparator tlaka)
- testiranje nazivnog kapaciteta protoka crpke – elektronski mjerač tvrtke *Krohne*
- vizualni pregled ispravnosti crijeva, pročistača, mješača i td.

### 6.1. Rezultati pregleda zaštitnih obloga PVT

Sve testirane prskalice imale su zaštićena *PVT* prema normi *EN 13790* kao što je prikazano i na sljedećoj slici.



Slika 8. Pravilna zaštita *PVT* – a na prskalici tvrtke John Deere

## 6.2. Rezultati mjerenja kapaciteta crpki

Prema EN 13790 standardu kapacitet crpke može odstupati 10 % od nazivnog kapaciteta. Kod svih ispitivanih vučenih ratarskih prskalica crpke imaju odstupanja u dozvoljenih 10 %. Mjerenje kapaciteta crpki obavljeno je s elektronskim mjeračem tvrtke *Krohne*.

## 6.3. Rezultati kontrole ispravnosti manometara

Komparator tlaka *Volos* prema standardu *EN 837-1* ima na konstrukciji ugrađen ispitni manometar koji posjeduje radni certifikat, s klasom točnosti 0.6 s mjernim područjem do 25 bara. Na *Volos* se postavlja ispitni manometar i manometar koji se treba ispitivati. Na slici 9 prikazan je jedan od ispitivanih *Hardi* manometara.

Svi manometri kod ispitivanih prskalica rade u području optimalnog, tj. dopuštenog odstupanja od strane europskog standarda. Po novim zakonima u EU svi manometri koji se postavljaju na tehničke sustave u zaštiti bilja moraju imati minimalni promjer od 100 mm te točnost manometra koji se ispituje mora biti  $\pm 0,2$  bar kada se radi o ispitnom području od 0 do 2 bara. Ako se radi o većem ispitnom području odstupanje može iznositi  $\pm 10$  %.



Slika 9. Ispitivani manometar tvrtke *Hardi*



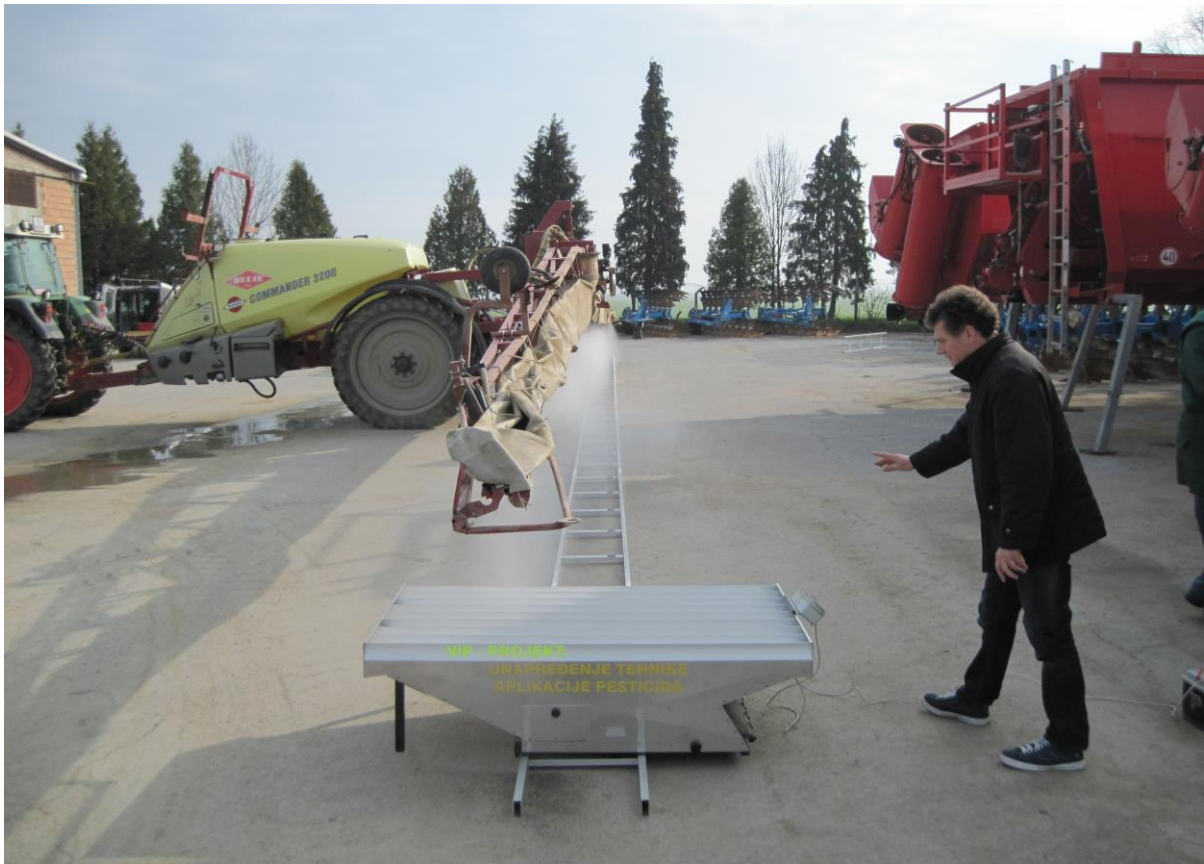
Slika 10. Ispitivani manometar tvrtke *John Deere*

#### **6.4. Rezultati ispitivanja poprečne raspodjele tekućine *Hardi Spray Scannerom***

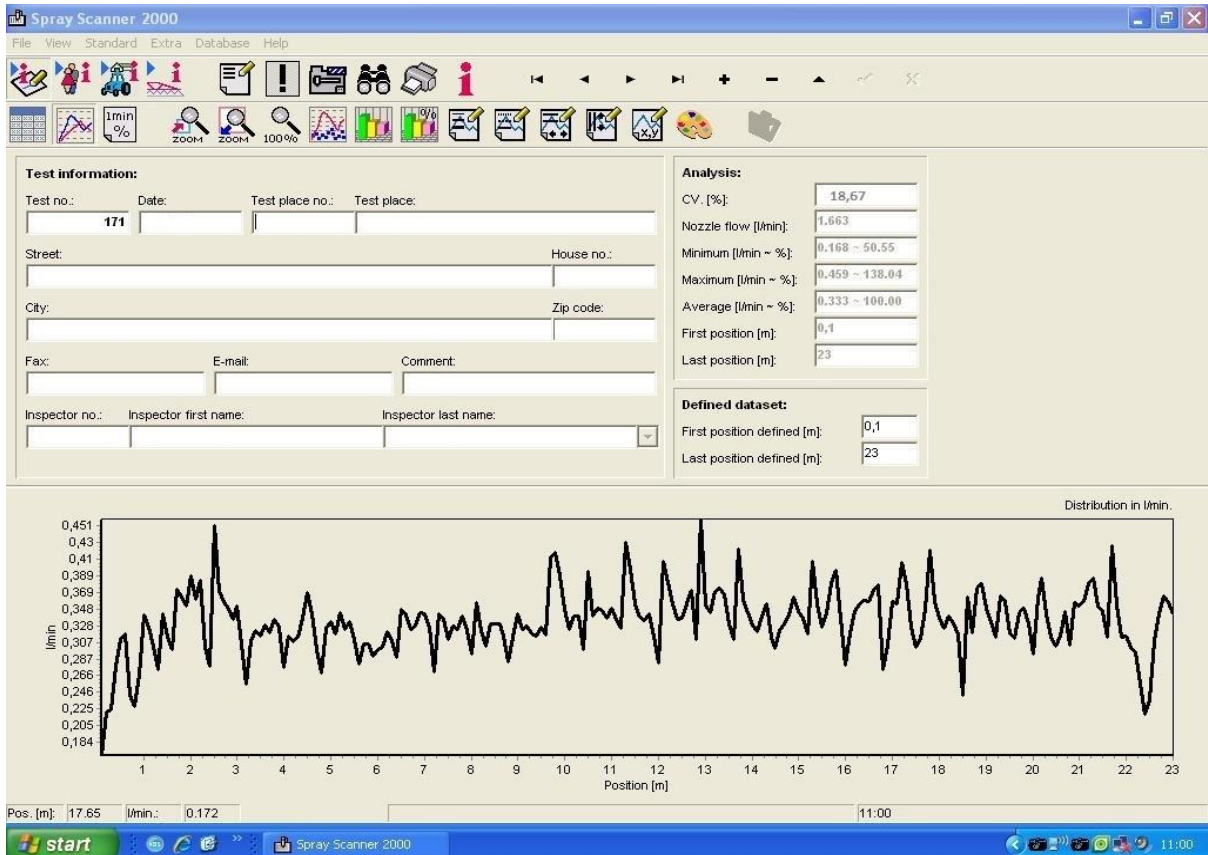
Najvažniji predmet testiranja prskalice je stavka koja se odnosi na površinsku raspodjele tekućine. Dakle, testiranje površinske raspodjele tekućine vučenih prskalice je zadnji korak testiranja pomoću kojeg se donosi ocjena o kvaliteti i ispravnosti rada stroja. Stoga, u daljnjem tekstu, biti će prikazani samo rezultati raspodjele tekućine za svaku prskalicu u ispitivanju. Testiranje raspodjele tekućine je obavljeno pomoću uređaja *Spray scanner-a* koji donosi konačnu ocjenu kvalitete rada na temelju rezultata koeficijenta varijacije. Da bi prskalice ostvarila zadovoljavajuću raspodjelu tekućine koeficijent raspodjele tekućine treba iznositi manje od 20%. Ovaj koeficijent izračunava softver uređaja za ispitivanje, a rezultat je vidljiv u gornjem desnom kutu programa – ANALYSIS: CV[%]. Ispitivanje poprečne raspodjele tekućine *Hardi Spray Scannerom* obavljeno je na 5 vučenih ratarskih prskalice i to:

- *Hardi Commander* – oznaka L 214
- *Hardi Commander* – oznaka L 215
- *Hardi Commander* – oznaka L 336
- *John Deere* – oznaka 3173
- *John Deere* – oznaka 3172





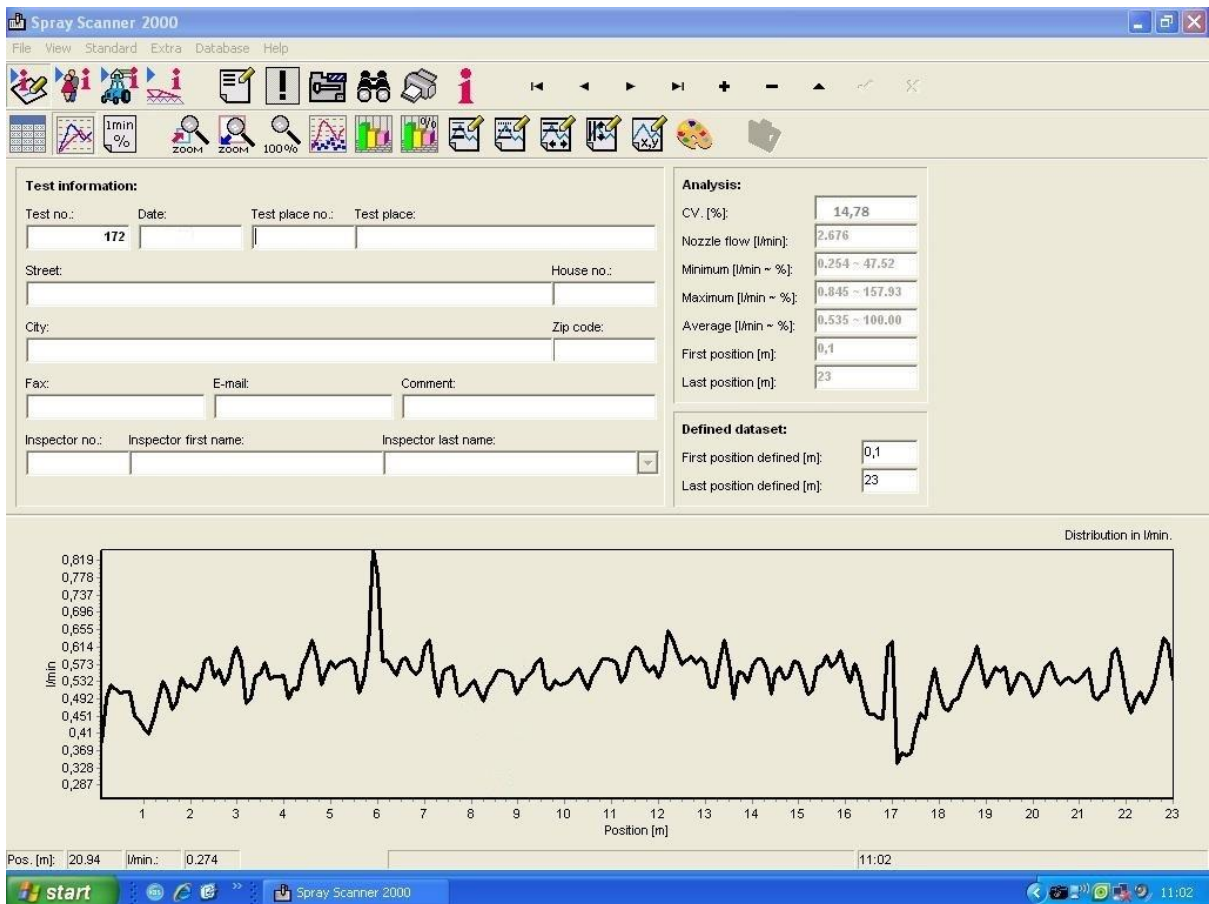
Slika 11. Testiranje površinske raspodjele tekućine na prskalici *Hardi Commander L - 214*



Slika 12. Raspodjela tekućine pri radu prskalice *Hardi Commander L – 214* (KV = 18,67%)



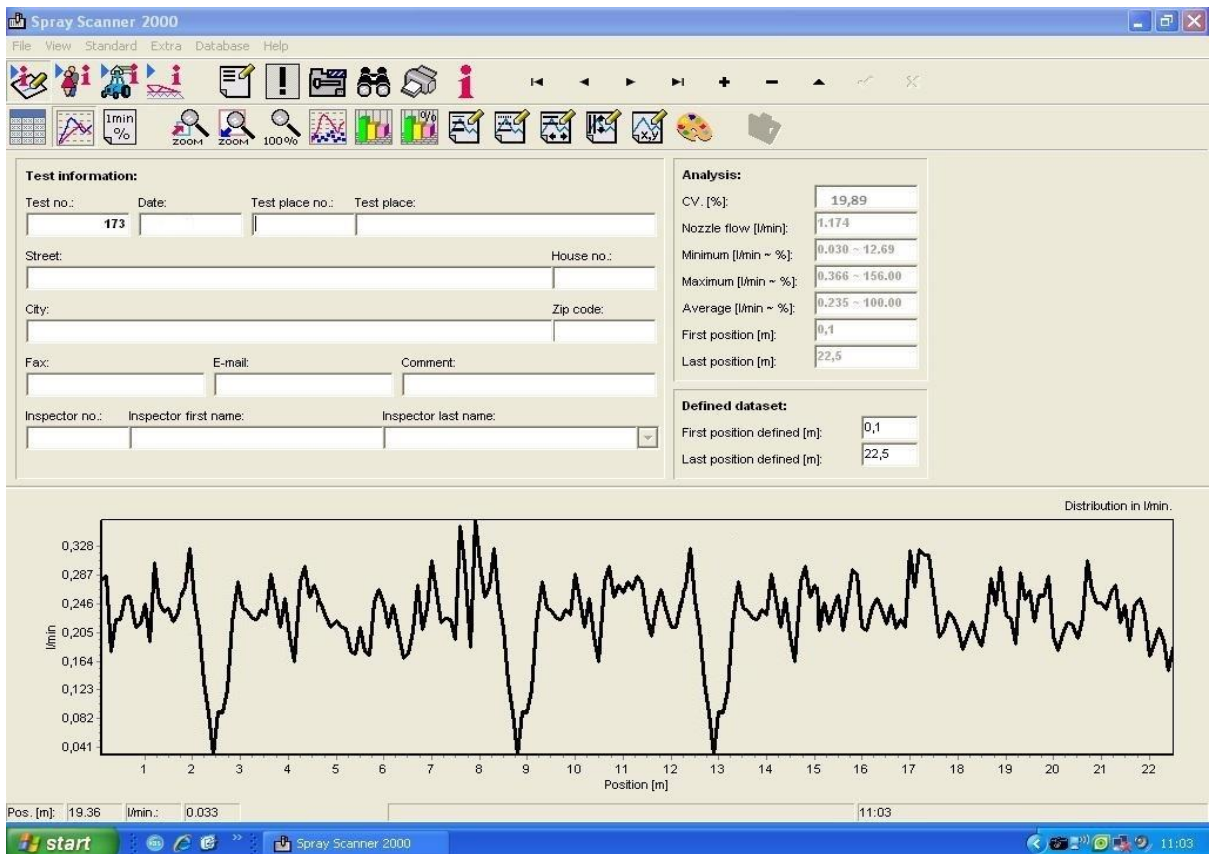
Slika 13. Testiranje raspodjele tekućine pri radu prskalice *Hardi Commander L – 215*



Slika 14. Raspodjela tekućine pri radu prskalice *Hardi Commander L – 215* (KV = 14.78%)



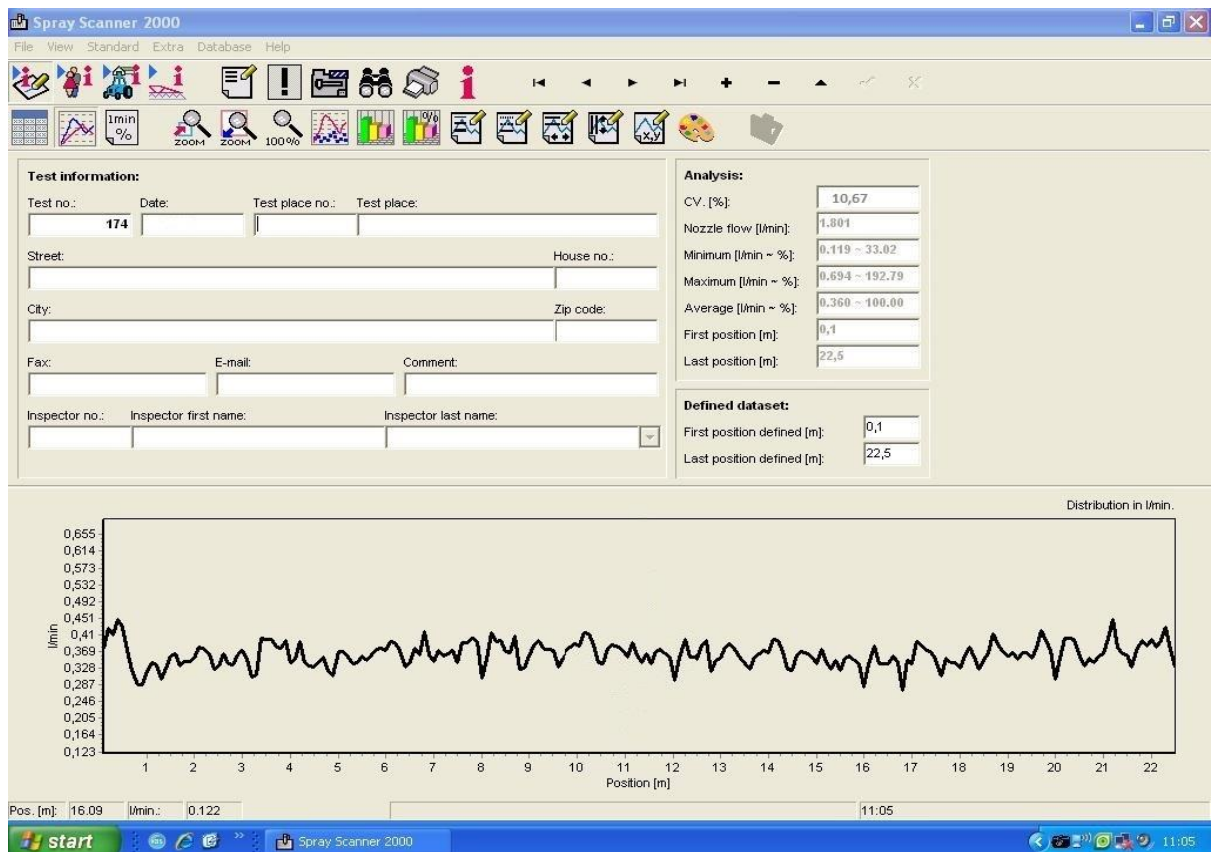
Slika 15. Testiranje površinske raspodjele tekućine na prskalici *John Deere* 3173



Slika 16. Raspodjela tekućine pri radu prskalice *John Deere* 3173 (KV = 19.89%)



Slika 17. Testiranje površinske raspodjele tekućine na prskalici *Hardi Commander L – 336*



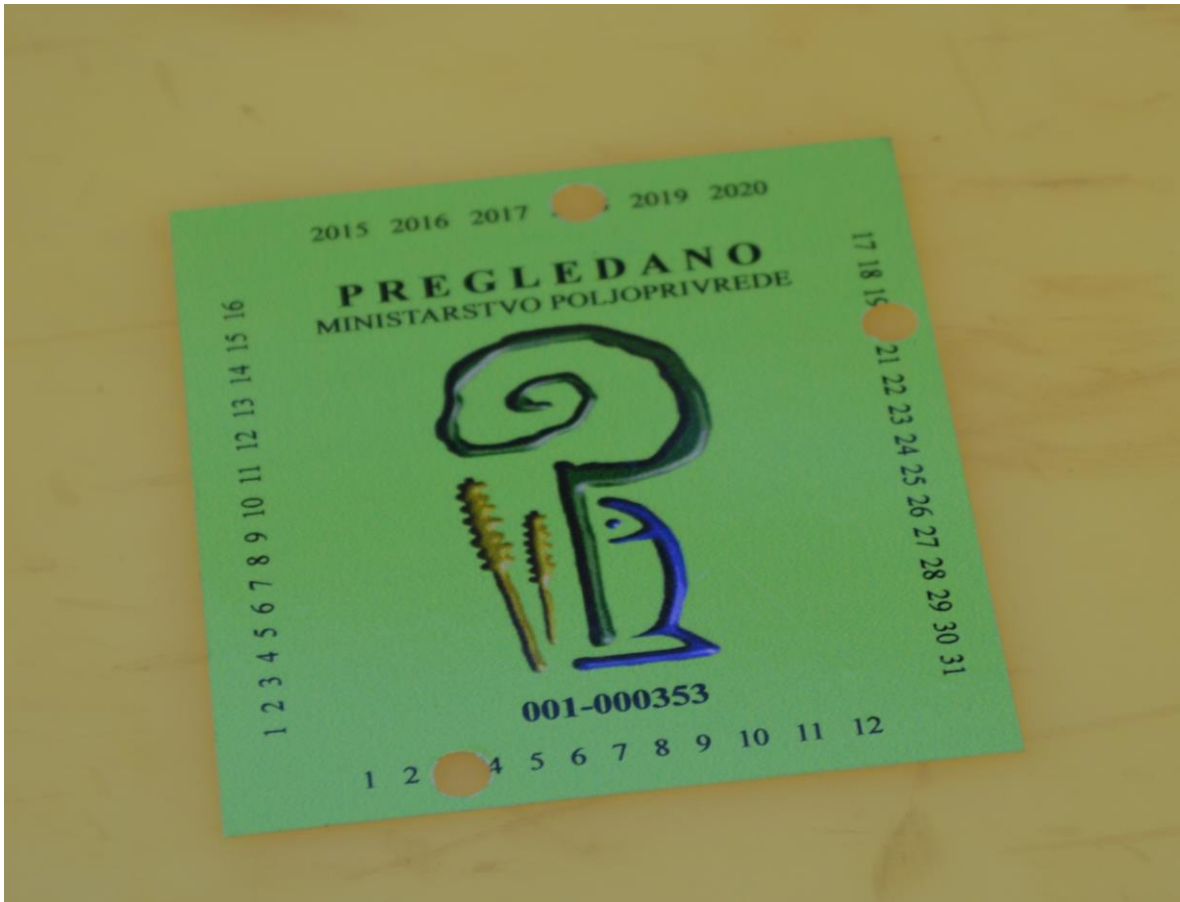
Slika 18. Raspodjela tekućine pri radu prskalice *Hardi Commander L – 336* (KV = 10.67%)



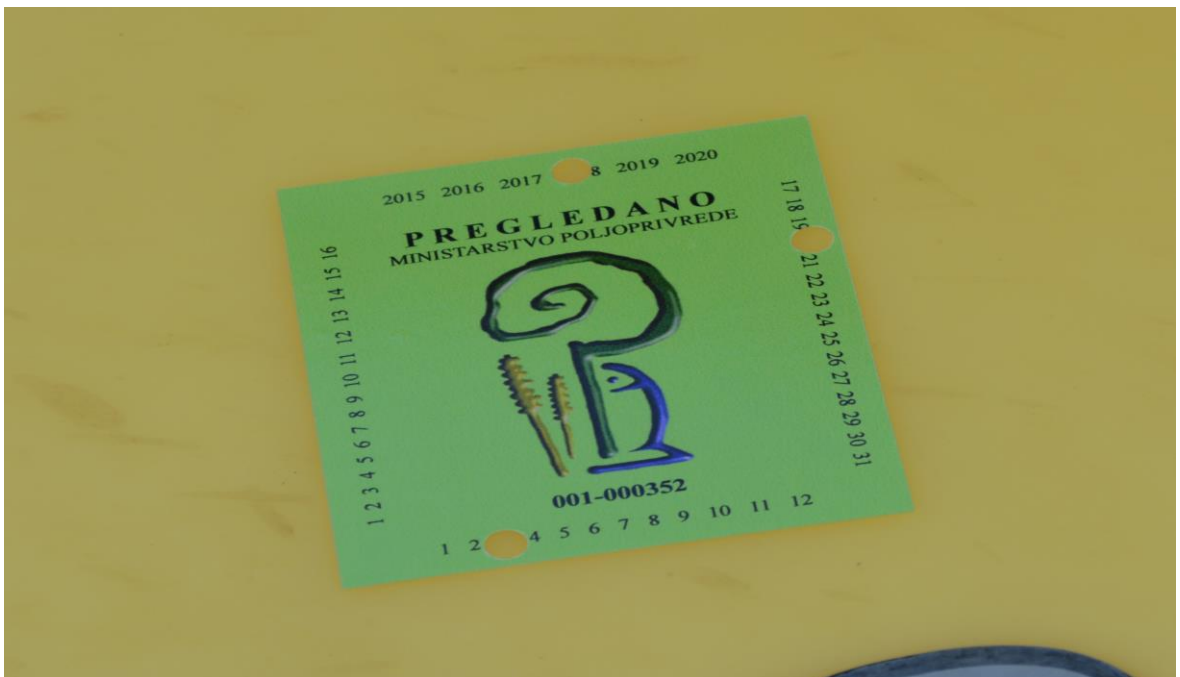
Slika 19. Raspodjela tekućine pri radu prskalice tvrtke *John Deere 3172*



Slika 20. Raspodjela tekućine pri radu prskalice tvrtke *John Deere 3172* (**KV = 14.78%**)



Slika 21. Dodijeljena naljepnica kao dokaz o ispunjavanju minimalnih kriterija kvalitete rada kod ispitivane prskalice *Hardi Commander L – 336*



Slika 22. Dodijeljena naljepnica kao dokaz o ispunjavanju minimalnih kriterija kvalitete rada kod ispitivane prskalice *Hardi Commander L –215*

## 7. RASPRAVA

Prilikom testiranja tehničkih sustava za zaštitu bilja tvrtke "Belje d.d., utvrđena su mnoga odstupanja od propisane EN 13790-I ali u okvirima dozvoljenih vrijednosti. Navedeno stanje rezultat je nedovoljne obučenosti rukovatelja i velike opterećenosti tehničkog sustava tijekom jedne vegetacijske godine (obavljaju zaštitu godišnje i do 5000 ha).

Otklanjanjem navedenih nedostataka i zamjenom neispravnih dijelova strojeva rukovatelji bi osigurali smanjenje pogrešaka pri zaštiti bilja i povećali kvalitetu zaštite. Ova kvaliteta zaštite ogleda se preko nekoliko glavnih čimbenika:

- povećanje pokrivenosti tretirane površine sa smanjenjem koeficijenta varijacije poprečne raspodjele tekućine,
- smanjenje količine potrebnih pesticida po jedinici tretirane površine,
- smanjenje troškova zaštite bilja,
- smanjenje dodatnog zagađenja ekosustava,
- povećanje konkurentnosti sa smanjenjem inputa u proizvodnji.

Stoga, glavni cilj testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja u RH je ukazati na glavne pogreške pri radu strojeva te ukoliko zadovoljavaju minimalne kriterije kvalitete rada izdaju im se naljepnice s rokom trajanja od 3 godine.

## 8. ZAKLJUČAK

Na temelju gore navedenih istraživanja i dobivenih podataka mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Na 5 ispitnih strojeva utvrđeno je da udovoljavaju standardu posjedovanja zaštite kardanskog vratila, te su obloge učvršćene dodatnim lančićima,
- Svi ispitivani manometri, tj. manometri instalirani na testirane prskalice rade u granicama optimalnog radnog područja (s minimalnim dozvoljenim odstupanjima **prema** EN 13790-I,
- Kod svih ispitivanih vučenih ratarskih prskalica crpke imaju odstupanja unutar dozvoljenih  $\pm 10$  %. Mjerenje kapaciteta crpki obavljeno je s elektronskim mjerачem tvrtke *Krohne*,
- Testiranje raspodjele tekućine je obavljeno pomoću uređaja *Spray scanner-a* koji donosi konačnu ocjenu kvalitete rada na temelju rezultata koeficijenta varijacije. Sve ispitivane prskalice ostvarila su zadovoljavajuću raspodjelu tekućine koja je iznosila ispod dozvoljenih 20 %
- Kapanje/curenje tekućine na vodovima nije utvrđeno ni na jednoj prskalici

Prema navedenim zaključcima može se zaključiti da sve prskalice zadovoljavaju kriterije ispravnosti tehničkih sustava u zaštiti bilja te mogu poslužiti kao primjer provođenja dobre poljoprivredne prakse na površinama BELJA d.d. Temeljem toga ispitna stanica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku izdala je testiranim prskalicama uvjerenja o ispunjavanju minimalne kvalitete rada kao i naljepnicu u vremenskom trajanju od 3 godine.



## 9. POPIS LITERATURE

1. Balsari, P., Vieri, M. (1996): Servizi di controllo e taratura delle irrotratrici, M&ma.
2. Banaj, Đ., Šmrčković, P. (2002.): Upravljanje poljoprivrednom tehnikom, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
3. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž. (2009.): Trošenje mlaznica izrađenih od mesinga, 44. Croatian and 4rd International Symposium on Agriculture, 907-911, Opatija.
4. Banaj, Đ., Duvnjak, V. (2000.): Utjecaj trošenja mlaznica na količinu protoka, Zbornik sažetaka 16. Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma, Opatija 22-25. veljače 2000., 137.
5. 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.
6. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Lukač, P. (2010.): Unapređenje tehnike aplikacije pesticida, Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
7. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Menđušić, I., Duvnjak, V. (2010.): Ispitivanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 897 – 901.
8. 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.
9. Busnovac, M., Banaj, Đ., Plaščak, I., Duvnjak, V. (2006.): “Ispitivanje kvalitete rada ratarskih prskalica”, Zbornik radova 41. Hrvatski i 1. Međunarodni znanstveni simpozij agronoma, 41<sup>st</sup> Croatian and 1<sup>st</sup> International symposium on agriculture, str. 243-244, veljača 2006, Opatija.
10. Duvnjak, V., Banaj, Đ. (2004.): „Principi dobre profesionalne prakse u zaštiti bilja i pravilno korištenje prskalica“, Zbornik radova Aktualni zadaci mehanizacije u poljoprivredi, Actual tasks on agricultural engineering, str.341-346, veljača 2004, Opatija
11. Emert, R., Bukvić, Ž., Jurić, T., Filipović, D. (1996.): Popravak poljoprivrednih strojeva, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
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. Langenakens J., Pieters M. (1999): Organization and Results of The Compulsory Inspection of Sprayers in Belgium, 7th International Congress Of Agriculture, Adana-Turkey, 50-53.
14. Pravilnik EU o održivoj uporabi pesticida i testiranju tehničkih sustava u zaštiti bilja prema europskoj normi prEN 13790, Brno, (2010).
15. Rietz, S., Gamzlemeier, H. (1998): Inspection of plant protection equipment in Europe, AgEng, Oslo, 98-A-023.
16. Tadić, V., Banaj, Đ., Banaj, Ž. (2009.) : Smanjenje zanošenja pesticida u funkciji zaštite okoliša, 2. Međunarodni znanstveno - stručni skup : Poljoprivreda u zaštiti okoliša, 4. – 6. lipnja, Vukovar.
17. Tadić, V., Banaj, Đ. (2008): Održivi razvoj zaštite okoliša detektiranjem potrošenih mlaznica izrađenih od mesinga, „Zbornik radova Organizacija i tehnologija održavanja OTO 09. svibnja 2008, str. 7-13, Osijek (Znanstveni rad) ISBN 978-953-6331-58-1, UDK 631.45.574.

## 10. SAŽETAK

U sklopu poslovno – tehničke suradnje Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i poljoprivredne tvrtke Belje d.d., testirano je 5 prskalica na "PJ Brestovac – Karanac" ( 3 *Hardi* i 2 *John Deere* prskalice). Iz obavljenih testiranja može se utvrditi da su na testirane prskalice postavljene mlaznice koje odgovaraju *ISO* standardu te ostvaruju protoke prema *EN 13790* standardu. Prema *EN 13790* standardu kapacitet crpke može odstupati 10 % od nazivnog kapaciteta. Kod svih ispitivanih vučenih ratarskih prskalica crpke imaju odstupanja u dozvoljenih 10 %. Mjerenje kapaciteta crpki obavljeno je s elektronskim mjerачem tvrtke *Krohne*. Svi manometri kod ispitivanih prskalica rade u području optimalnog, tj. dopuštenog odstupanja od strane europskog standarda. Najvažniji predmet testiranja prskalica je stavka koja se odnosi na površinsku raspodjele tekućine. Testiranje raspodjele tekućine je obavljeno pomoću uređaja *Spray scanner* koji donosi konačnu ocjenu kvalitete rada na temelju rezultata koeficijenta varijacije. Da bi prskalica ostvarila zadovoljavajuću raspodjelu tekućine koeficijent raspodjele tekućine mora iznositi manje od 20%. Nakon obavljenog testiranja zaključujemo da sve prskalice zadovoljavaju kriterije ispravnosti tehničkih sustava u zaštiti bilja te mogu poslužiti kao primjer provođenja dobre poljoprivredne prakse na površinama BELJA d.d.

Ključne riječi:

prskalice, mlaznice, testiranje, manometar, *Spray scanner*, *EN 13 790-I i II*

## 11. SUMMARY

Within business - technical cooperation of the Institute of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture in Osijek, and agricultural company Belje d.d. , it have been tested 5 sprinklers on "PJ Brestovac- Karanac" (3 Hardi and 2 John Deere). From the testing it can be determined that nozzles have been placed on the tested sprinklers corresponding ISO standard and which generate flows according to EN 13790 standard. According to EN 13790 standard pump capacity may deviate 10% from the nominal capacity. In all tested towed agricultural sprinklers pumps have deviations 10%. Measuring capacity of pumps have been done with electronic meter from the company of Krohne. All manometers from the tested sprinklers works in an optimal area, which is set by the European standard. The most important item from the tested sprinklers has been related with the surface distribution of liquid. The testing was carried out using a Spray scanner which shows the final evaluation of the work quality based on the results of the variation coefficient. To make a good distribution of liquid, liquid coefficient must be less than 20%. Following completion of testing, we can conclude that all the sprinklers can meet the criteria of the correctness all technical systems in plant protection, and also can subserve like an implementation sample of the good agricultural practice on the surface of BELJE d.d.

Keywords:

sprinklers, nozzles, testing, manometer, spray scanner, EN 13 790-I & II

## 12. POPIS SLIKA

Slika br.	Naziv slike	Str.
Slika 1.	Pravilna zaštita <i>PVT</i> – a na prskalici <i>Hardi Commander</i>	6.
Slika 2.	Crpka tvrtke <i>Hardi</i> tipa 463/10, serijskog broja 12 2804 122	7.
Slika 3.	Tehničke odlike crpke tipa 463/10, serijskog broja 12 2804 122	8.
Slika 4.	Elektromagnetni mjerač kapaciteta crpke tvrtke <i>Krohne</i>	9.
Slika 5.	Ispitivanje ispravnosti rada manometra	10.
Slika 6.	Uređaji za kontrolu tlaka promjera 63 i 100 mm	11.
Slika 7.	Mjerenje raspodjele tekućine pomoću uređaja <i>Hardi Spray Scanner</i>	13.
Slika 8.	Pravilna zaštita <i>PVT</i> – a na prskalici tvrtke <i>John Deere</i>	14.
Slika 9.	Ispitivani manometar tvrtke <i>Hardi</i>	15.
Slika 10.	Ispitivani manometar tvrtke <i>John Deere</i>	16.
Slika 11.	Testiranje površinske raspodjele tekućine na prskalici <i>Hardi Commander L - 214</i>	17.
Slika 12.	Raspodjela tekućine pri radu prskalice <i>Hardi Commander L – 214</i> (KV = 18,67 %)	17.
Slika 13.	Testiranje raspodjele tekućine pri radu prskalice <i>Hardi Commander L – 215</i>	18.
Slika 14.	Raspodjela tekućine pri radu prskalice <i>Hardi Commander L – 215</i> (KV = 14.78%)	18.
Slika 15.	Testiranje površinske raspodjele tekućine na prskalici <i>John Deere 3173</i>	19.
Slika 16.	Raspodjela tekućine pri radu prskalice <i>John Deere 3173</i> (KV = 19.89%)	19.
Slika 17.	Testiranje površinske raspodjele tekućine na prskalici <i>Hardi Commander L – 336</i>	20.
Slika 18.	Raspodjela tekućine pri radu prskalice <i>Hardi Commander L – 336</i> (KV = 10.67%)	20.
Slika 19.	Raspodjela tekućine pri radu prskalice tvrtke <i>John Deere 3172</i>	21.
Slika 20.	Raspodjela tekućine pri radu prskalice tvrtke <i>John Deere 3172</i> (KV = 14.78%)	21.
Slika 21.	Dodijeljena naljepnica kao dokaz o ispunjavanju minimalnih kriterija kvalitete rada kod ispitivane prskalice <i>Hardi Commander L – 336</i>	22.
Slika 22.	Dodijeljena naljepnica kao dokaz o ispunjavanju minimalnih kriterija kvalitete rada kod ispitivane prskalice <i>Hardi Commander L – 215</i>	22.

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**  
**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**  
**Diplomski rad**  
**Poljoprivredni fakultet u Osijeku**  
**Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija**

PROVJERA ISPRAVNOSTI RADA RATARSKIH PRSKALICA U BELJU D.D.

Anamarija Banaj

**Sažetak:** U sklopu poslovno – tehničke suradnje Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i poljoprivredne tvrtke Belje d.d., testirano je 5 prskalica na "PJ Brestovac – Karanac" ( 3 *Hardi* i 2 *John Deere* prskalice). Iz obavljenih testiranja može se utvrditi da su na testirane prskalice postavljene mlaznice koje odgovaraju *ISO* standardu te ostvaruju protoke prema *EN 13790* standardu. Prema *EN 13790* standardu kapacitet crpke može odstupati 10 % od nazivnog kapaciteta. Kod svih ispitivanih vučenih ratarskih prskalica crpke imaju odstupanja u dozvoljenih 10 %. Mjerenje kapaciteta crpki obavljeno je s elektronskim mjeracom tvrtke *Krohne*. Svi manometri kod ispitivanih prskalica rade u području optimalnog, tj. dopuštenog odstupanja od strane europskog standarda. Najvažniji predmet testiranja prskalica je stavka koja se odnosi na površinsku raspodjele tekućine. Testiranje raspodjele tekućine je obavljeno pomoću uređaja *Spray scanner* koji donosi konačnu ocjenu kvalitete rada na temelju rezultata koeficijenta varijacije. Da bi prskalica ostvarila zadovoljavajuću raspodjelu tekućine koeficijent raspodjele tekućine mora iznositi manje od 20%. Nakon obavljenog testiranja zaključujemo da sve prskalice zadovoljavaju kriterije ispravnosti tehničkih sustava u zaštiti bilja te mogu poslužiti kao primjer provođenja dobre poljoprivredne prakse na površinama BELJA d.d.

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

**Mentor:** mr.sc. Petar Lukač

**Broj stranica:** 31

**Broj grafikona i slika:** 22

**Broj tablica:** 0

**Broj literaturnih navoda:** 9

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** prskalice, mlaznice, testiranje, manometar, Spray scanner, EN 13 790-I i II

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. dr. sc. Vjekoslav Tadić, predsjednik
2. mr. sc. Petar Lukač, mentor
3. prof. dr. sc. Dražen Horvat

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

**WORK QUALITI TESTING OF SPRAYERS AT BELJE D.D.**

Anamarija Banaj

**Abstract:** Within business - technical cooperation of the Institute of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture in Osijek, and agricultural company Belje d.d. , it have been tested 5 sprinklers on "PJ Brestovac- Karanac" (3 Hardi and 2 John Deere). From the testing it can be determinated that nozzles have been placed on the tested sprinklers corresponding ISO standard and which generate flows according to EN 13790 standard. According to EN 13790 standard pump capacity may deviate 10% from the nominal capacity. In all tested towed agricultural sprinklers pumps have deviations 10%. Measuring capacity of pumps have been done with electronic meter from the company of Krohne. All manometers from the tested sprinklers works in an optimal area, which is set by the European standard. The most important item from the tested sprinklers has been related with the surface distribution of liquid. The testing was carried out using a Spray scanner which shows the final evaluation of the work quality based on the results of the variation coefficient. To make a good distribution of liquid, liquid coefficient must be less than 20%. Following completion of testing, we can coclude that all the sprinklers can meet the criteria of the correctness all tehcnical systems in plant protection, and also can subserve like an implementation sample of the good agricultural practice on the surface of BELJE d.d.

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

**Mentor:** mr.sc. Petar Lukač

**Number of pages:** 31

**Number of figures:** 22

**Number of tables:** 0

**Number of references:** 9

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** sprinklers, nozzles, testing, manometer, spray scanner, EN 13 790-I & II

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. dr. sc. Vjekoslav Tadić, predsjednik

2. mr. sc. Petar Lukač, mentor

3. prof. dr. sc. Dražen Horvat

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