

## **UTJECAJ TLAKA I VISINE MLAZNICE NA RASPODJELU TEKUĆINE PRSKALICE**

### **THE IMPACT OF PRESSURE AND NOZZLE HEIGHT ON LIQUID DISTRIBUTION WITH SPRAYER**

**V. Tadić, Đ. Banaj, D. Petrović, D. Horvat, Jasmina Lukinac**

#### **SAŽETAK**

Cilj istraživanja bio je utvrditi protok tekućine, radni zahvat i preklapanje mlazova u širini trake od 50 cm kod lepezastih mlaznica oznake ISO 110 04. Metodom slučajnog uzorkovanja uzete su po četiri mlaznice od sedam različitih proizvođača izrađene od mesinga (4) i plastike (3). Ispitivanja su obavljena u praktikumu Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, na ispitnom stolu izrađenom prema standardu EN 13790. Mjerenje protoka tekućine, radnog zahvata i preklapanje mlazova ponavljano je četiri puta u trajanju od jedne minute. Analizom varijance ABC (7 x 2 x 2) ispitivana je statistička značajnost interakcije tri glavna čimbenika istraživanja (A – proizvođač mlaznice, B – radni tlak, C – visina prskanja) pri radnom tlaku od 2 i 3 bara te radnoj visini od 50 i 60 cm. Na osnovi statističkih parametara i značajnosti vidljivo je da su svi ispitivani čimbenici statistički visoko značajni ( $P < 0,01$ ), osim međuzavisnosti (B x C;  $F = 1,22$ ;  $P > 0,05$ ).

Ključne riječi: mlaznica, protok, radni zahvat, preklapanje mlazova, radni tlak, radna visina

#### **ABSTRACT**

The goal of this research was to determine the flow, work engagement and coefficient of variation at the surface liquid distribution on the 50 cm overlapped strip with field nozzles, ISO code 110 04. At random selection we chose four nozzles from seven different producers. Nozzles were made from brass (4) and plastic (3). The testing was done on the test table made according to standard EN 13790 model in the Agricultural Machinery Department

laboratory at the Agricultural faculty in Osijek made All measurements were repeated four times in time intervals of 1 min. The above-mentioned spraying parameters were obtained at work pressure of 2 and 3 bars, and at work heights of 50 and 60 cm.

Key words: nozzle, flow, work engagement, sprays overlapping, work pressure, work height

## UVOD

U zaštiti bilja, precizna aplikacija pesticida vrlo je važna kako iz ekoloških razloga, tako i efikasnosti kemijske zaštite i potrebe smanjenja inputa u proizvodnji. Da bi se postigla što veća preciznost aplikacije pesticida i maksimalna djelotvornost zaštite, tehnički sustavi u zaštiti bilja (prskalice i raspršivači) moraju biti konstrukcijski i tehnički besprijekorno ispravni, te moraju raspolagati i odgovarajućim radnim potencijalom. Zbog navedenoga je neophodno primijeniti poboljšane metode i suvremenu tehniku za aplikaciju pesticida ukoliko želimo postići djelotvorniju zaštitu. Navedena djelotvornija zaštita bilja može se postići samo onda ako mlaznice ostvaruju protok po ISO standardu uz što manji koeficijent varijacije raspodjele tekućine te adekvatan radni zahvat.

Kada se govori o preciznosti aplikacije pesticida najvažniji čimbenik predstavlja mlaznica kao izvršni dio cijelog tehničkog sustava. Mlaznice raznih proizvođača na hrvatskom tržištu ne odgovaraju međunarodnom ISO standardu te ih poljoprivredni proizvođači ne bi smjeli koristiti ako bi se htjela postići zadovoljavajuća raspodjela zaštitnog sredstva (Tadić i sur., 2010).

Mlaznice su najvažniji čimbenik aplikacije pesticida jer obavljaju najvažnije funkcije, tj. raspršuju određenu količinu tekućine u jedinici vremena pri tome stvarajući kapljice odgovarajućih veličina i mlaz određenog oblika (Banaj i sur., 2000.). Tako su istraživanja pokazala da 30% od 180 ispitivanih prskalica nema pravilnu raspodjelu tekućine (Banaj i sur., 2000.). Promjenom tlaka, mijenja se protok, a time i širina mlaza. Radna širina mlaza uvjetovana je isto tako i radnim kutom te visinom rada od predmeta zaštite (Banaj i sur., 2010.). Tako npr. kod mlaznica oznaka 110 04 teorijska širina s visine prskanja od 50 cm, iznosi 143 cm pri 2,75 bara (Banaj i sur., 2003., 2010.). Težnja konstruktora trebala bi biti usmjerena na konstrukciju mlaznice kojoj bi stvarna

širina prskanja bila što bliža teorijskoj. Upravo ostvarenje toga cilja omogućuje šire preklapanje i dobivanje ujednačenije pokrivenosti površine tekućinom. Ako je stvarna širina prskanja mala ili nepravilna dolazi do nepravilnosti u preklapanju mlazova što se očituje velikim koeficijentom varijacije i vrlo lošom raspodjelom tekućine naročito kod lepezastih mlaznica (Banaj i sur., 2009.(3), 2009.(5), 2009. (7), 2010.(6), 2010.(8); Tadić i sur., 2009.; Vujčić i sur., 2009.).

Mlaznice svojim radom propuštaju tekućinu te procesom kapljevinske erozije povećavaju izlazni otvor, što dovodi do povećavanja protoka i nepravilne raspodjele tekućine. Takve mlaznice treba što prije zamijeniti novima da bi se osigurala pravilna raspodjela tekućine i uniformna pokrivenost tretirane površine (Tadić i sur., 2010; Duvnjak i sur., 2000.). Ako je raspodjela tekućine nepravilna, velika je mogućnost da se štetočinke koje suzbijamo ponovo pojave te nam uzrokuju dodatne ekonomske i ekološke probleme (Derksen i Breth, 1994.; Jensen i sur., 2001.; Matthews, G.A., 1992.).

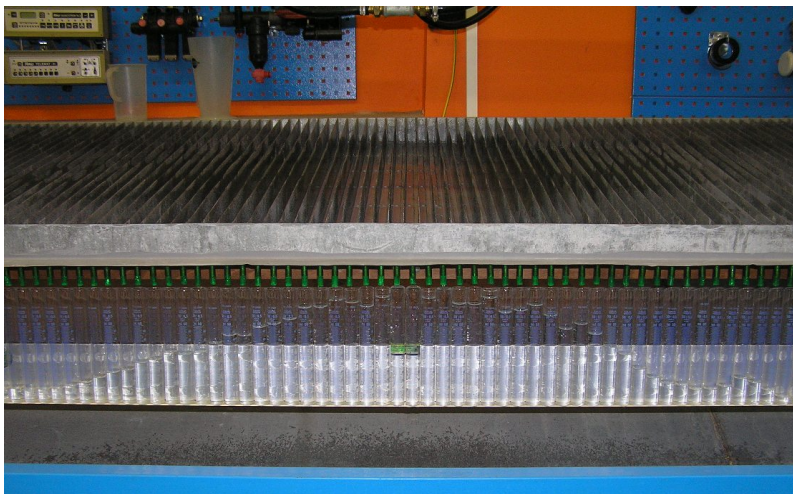
Novim zakonodavstvom EU, pri tehničkom pregledu stroja za zaštitu bilja, mlaznice su glavni čimbenik koji će se testirati. Prema tome, mlaznice će morati ostvarivati nazivni protok prema ISO standardu da bi stroj zadovoljio potrebne uvjete na tehničkom pregledu (Herbst, A. i Ganzelmeier, H., 2002.).

Za valjanu zaštitu bilja, treba shodno tipu pesticida, odnosno štetniku (gljivica, kukac, korov) kojeg želimo eliminirati, koristiti i odgovarajuće mlaznice. Tako za tretiranje bolesti treba koristiti mlaznice s manjim ISO brojem (110 - 02, 110 - 03), a za tretiranje korova i golog tla mogu se koristiti mlaznice s većim ISO brojem (110 - 04, 110 - 05) (Miller, P.H. i Butler, M.C., 2000.). Glavni razlog ovih preporuka je veličina kapljica koju uvjetuje veličina mlaznice s direktnim utjecajem na intenzitet pokrivenosti tretirane površine (Nuyttens i sur., 2007.).

## MATERIJAL I METODE

Istraživanja raspodjele tekućine mlaznica raznih proizvođača (*Lechler, Laznik, AG, Andrić, Kovin, Mlaz, Geoline*) obavljena su u praktikumu Zavoda za Mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Metodom slučajnog uzorkovanja za ispitivanje su uzete četiri mlaznice od svakoga proizvođača. Zavod posjeduje ispitni stol koji je izrađen prema europskom standardu za testiranje tehničkih sustava u zaštiti bilja EN 13790 (I,II). Ovaj standard dio je i

europske direktive 2009/128/EC, 2006/42/EC prema kojoj se testiraju navedeni strojevi i njihovi sastavni dijelovi.



*Slika 1. Ispitni stol u praktikumu Zavoda za mehanizaciju*

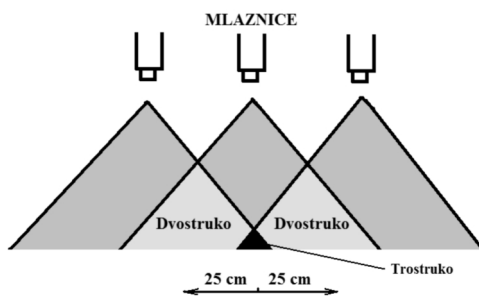
*Photo 1. Test table in the laboratory of the Agricultural Machinery Department*

Ispitivane mlaznice su od plastike (*Lechler, AG* i *Geoline*) i mesinga (*Andrić, Kovin, Mlaz* i *Laznik*), s oznakom 110 04. Mlaznice za kontrolu postavljaju se u nosač okomito iznad pregradnih limova ispitnog stola. Na nosaču se nalazi pet mjesta za mlaznice koje imaju svoj nosač te se mogu mijenjati bez skidanja. Odmah iznad mlaznica nalazi se manometar promjera 100 mm, točnosti razreda 06, koji nam pokazuje tlak za vrijeme ispitivanja. Tekućinu (čista voda) koja dolazi u mlaznice dovodi crpka maksimalnog kapaciteta 65 l/min.

Na kraju pregradnih limova, širine 25 mm, nalaze se epruvete, koje su poslagane jedna do druge na ukupnoj dužini od 185 cm, tako da tekućina koja dođe na širinu pregradnog lima bude usmjerena u kontrolne epruvete. Na istima se nalaze oznake od 1 ml. Mjerenje je obavljeno u intervalu od 1 minute. Osim crpkom, voda za testiranje, može se dovesti do mlaznica i pomoću gradske

vodovodne mreže preko regulatora tlaka. Mjerenja površinske raspodjele tekućine obavljena su 4 puta na 4 mlaznice slučajnim izborom pri tlaku od 2 i 3 bara te radnoj visini od 50 i 60 cm. Izmjerene vrijednosti tekućine iz kontrolnih epruveta prenesene su u računalni program na daljnju obradu podataka.

Ispitivanja raspodjele tekućine ratarskih mlaznica pri različitim radnim tlakovima i radnim visinama obuhvaćaju istraživanja mjerenja protoka tekućine, radnog zahvata te izračunavanja koeficijenta varijacije pri preklapanju mlazova. Rezultati protoka ispitivanih mlaznica dobiveni su zbrajanjem količine tekućine koja je utvrđena u kontrolnim epruvetama na cijeloj dužini radnog zahvata ili stvarnoj širini prskanja. Ova vrijednost dobivena je brojanjem epruveta u kojima je utvrđena tekućina te množenjem sa 2,5 (širina jednog pregradnog lima). Koeficijent varijacije pri preklapanju mlazova na širini trake od 50 cm (standardna udaljenost mlaznice do mlaznice na nosaču) izračunat je od okomice središnje mlaznice, 25 cm prema lijevoj i 25 cm prema desnoj strani zahvata mlaznice, slika 2. Pokusni podatci ispitivani su faktorijelnom analizom varijance pri čemu su uključena tri glavna faktora varijacije: A – proizvođač mlaznice, B – radni tlak i C – visina prskanja, kao i njihove interakcije. Za sva ispitivana svojstva korištena je deskriptivna statistika.



*Slika 2. Način izračunavanja koeficijenta varijacije pri preklapanju mlazova na širini trake od 50 cm*

*Picture 2. The mode of calculating coefficient of variation at sprays overlapping on 50 cm strip*

## REZULTATI I RASPRAVA

### Protok ispitivanih mlaznica pri različitom tlaku

Mlaznice prema ISO 10625 standardu pri radnom tlaku od 2 bara moraju ostvariti protok od 1,3 l/min, a pri radnom tlaku od 3 bara protok od 1,6 l/min (Wolf, T., Caldwell, B., 2006.). Rijetko koja mlaznica može ostvariti ovakav rezultat pa je prema europskom standardu EN 13790 dopušteno novim mlaznicama odstupanje do 5% s obzirom na nazivni kapacitet. Rezultati izmjerenih vrijednosti protoka i odstupanja prema ISO standardu prikazani su na tablici 1. Najmanje otklone protoka prema ISO standardu pri tlaku od 2 i 3 bara ostvarile su mlaznice tvrtki *Mlaz* (+ 1,81 % pri tlaku od 2 bara i + 0,81 % pri tlaku od 3 bara) i *Laznik* (- 2,93 % pri tlaku od 2 bara i - 1,01% pri tlaku od 3 bara). Najveće otklone protoka prema ISO standardu pri radnom tlaku od 2 i 3 bara ostvarile su mlaznice tvrtki *Andrić* (- 58,83% pri tlaku od 2 bara i - 64,44% pri tlaku od 3 bara) i *AG* (+ 9,95% pri tlaku od 2 bara i + 3,70% pri tlaku od 3 bara).

**Tablica 1. Protok ispitivanih mlaznica**

**Table 1. Nozzles output**

Proizvođač	Izmjereni protok testiranih mlaznica (ml/min)									
	2 bara					3 bara				
	$\bar{x}$	stdev	KV	ISO*	ISO**	$\bar{x}$	stdev	KV	ISO*	ISO**
Lechler	1384,50	0,07	5,62	+84,50	+6,10	1641,50	0,07	4,87	+41,50	+2,53
Laznik	1263,00	0,04	3,77	-37,00	-2,93	1584,00	0,03	2,25	-16,00	-1,01
AG	1442,50	0,06	4,58	+143,50	+9,95	1661,50	0,04	2,91	+61,50	+3,70
Andrić	818,50	0,06	7,38	-481,50	-58,83	973,00	0,06	6,39	-627,00	-64,44
Kovin	1361,50	0,01	1,01	+61,50	+4,52	1623,00	0,01	0,75	+23,00	+1,42
Mlaz	1324,00	0,01	1,19	+24,00	+1,81	1613,50	0,03	1,99	+13,00	+0,81
Geoline	1355,00	0,07	5,84	+55,00	+4,06	1618,50	0,03	2,45	+18,50	+1,14

\* Otkloni od ISO 10625 standarda (ml)    \*\* Otkloni od ISO 10625 standarda (%)

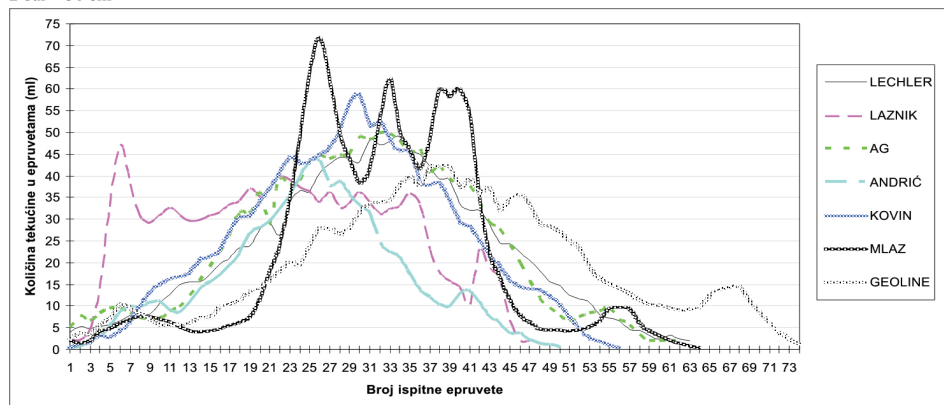
\* Variance from ISO 10625 standard (ml)    \*\* Variance from 10625 standard (%)

### Širina prskanja pri različitom tlaku i visini mlaznica

Mlaznice s radnim kutom od 110° pri radnome tlaku od 3 bara i radnoj visini od 50 cm ostvaruju širinu prskanja od 143 cm, a pri istome radnom tlaku

V. Tadić i sur.: Utjecaj tlaka i visine mlaznice na raspodjelu tekućine prskalice

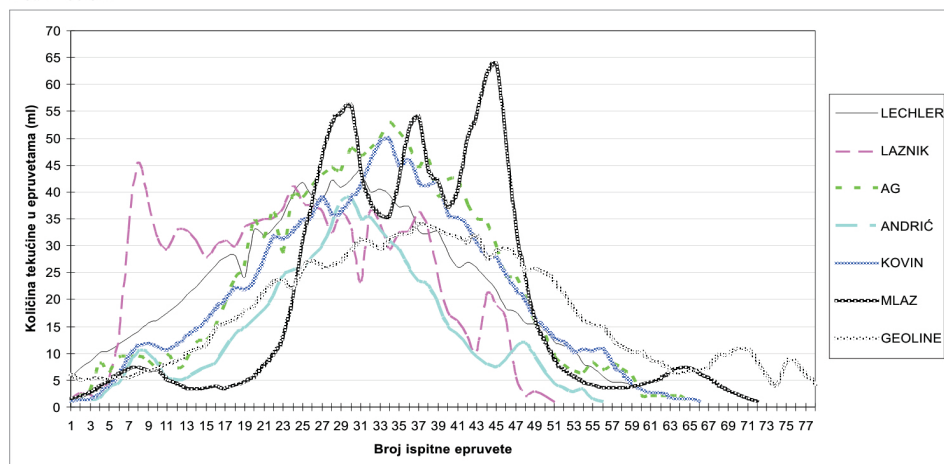
2 bar – 50 cm



Grafikon 1. Radni zahvat i raspodjela tekućine za ispitivane mlaznice pri radnom tlaku od 2 bara i radnoj visini od 50 cm

Figure 1. Work engagement and liquid distribution from the tested nozzles at 2 bar work pressure and 50 cm work height

2 bar – 60 cm

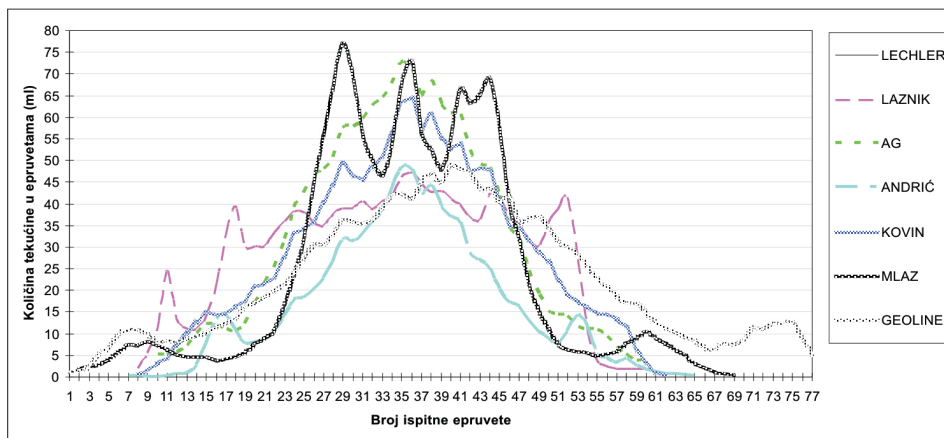


Grafikon 2. Radni zahvat i raspodjela tekućine za ispitivane mlaznice pri radnom tlaku od 2 bara i radnoj visini od 60 cm

Figure 2. Work engagement and liquid distribution from the tested nozzles at 2 bar work pressure and 60 cm work height

V. Tadić i sur.: Utjecaj tlaka i visine mlaznice na raspodjelu tekućine prskalice

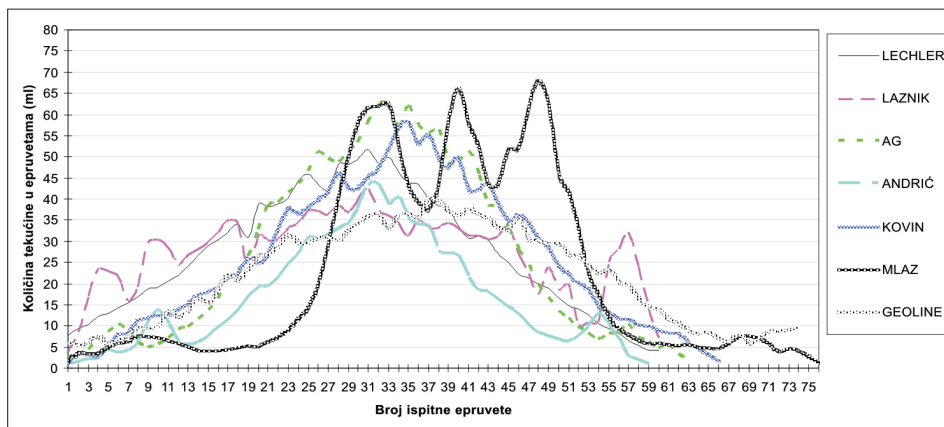
3 bar – 50 cm



Grafikon 3. Radni zahvat i raspodjela tekućine za ispitivane mlaznice pri radnom tlaku od 3 bara i radnoj visini od 50 cm

Figure 3. Work engagement and liquid distribution from the tested nozzles at 3 bar work pressure and 50 cm work height

3 bar – 60 cm



Grafikon 4. Radni zahvat i raspodjela tekućine za ispitivane mlaznice pri radnom tlaku od 3 bara i radnoj visini od 60 cm

Figure 4. Work engagement and liquid distribution from the tested nozzles at 3 bar work pressure and 60 cm work height



V. Tadić i sur.: Utjecaj tlaka i visine mlaznice na raspodjelu tekućine prskalice

i radnoj visini od 60 ostvaruju teorijsku širinu prskanja od 171 cm (Banaj i sur., 2010.). Smanjenjem radnoga tlaka i visine prskanja smanjuje se i širina prskanja (Banaj i sur., 2010.). U ovom ispitivanju ostvareni su različiti rezultati raspodjele tekućine i ostvarenog radnog zahvata. Na grafikonima 1., 2., 3. i 4. prikazani su rezultati mjerenja radnih zahvata i raspodjela tekućine za ispitivane mlaznice pri radnim tlakovima od 2 i 3 bara te radnim visinama od 50 i 60 cm.

**Tablica 2. Širina prskanja kod ispitivanih mlaznica**

**Table 2. Spray width of tested nozzles**

Proizvođač mlaznice	Radni tlak (bara)	Visina prskanja (cm)	Radni zahvati (cm)		
			Prosjeci		
AG	2	50	138,80	141,77	147,50
		60			136,04
	3	50		135,83	121,67
		60			150,00
Andrić	2	50	129,79	124,37	118,33
		60			130,42
	3	50		135,21	132,50
		60			137,92
Geoline	2	50	181,30	178,33	178,33
		60			178,33
	3	50		184,27	183,54
		60			185,00
Kovin	2	50	143,96	143,33	133,33
		60			153,33
	3	50		144,58	135,00
		60			154,17
Laznik	2	50	114,61	111,87	103,75
		60			120,00
	3	50		117,34	116,88
		60			117,81
Lecher	2	50	152,51	146,04	142,92
		60			149,17
	3	50		158,98	168,75
		60			149,22
Mlaz	2	50	167,81	165,78	155,00
		60			176,56
	3	50		169,84	165,00
		60			174,69

Rezultati ispitivanja radnog zahvata prikazani su na tablici 2. Najveće radne zahvate ostvarile su mlaznice tvrtke *Geoline* (185,00 cm – 60 cm, 3 bara; 183,54 cm – 50 cm, 3 bara), a najmanje radne zahvate ostvarile su mlaznice tvrtke *Laznik* (103,75 cm – 50 cm, 2 bara; 120,00 cm – 60 cm, 2 bara).

Faktorijelna analiza varijance za ispitivana svojstva pokazala je rezultate prikazane na tablici 3. Na osnovi statističkih parametara i značajnosti vidljivo je da su svi ispitivani čimbenici statistički visoko značajni ( $P < 0,01$ ), osim međuzavisnosti (B x C) radni tlak x visina prskanja ( $F = 1,22$ ;  $P > 0,05$ ). Pri ispitivanju preduvjeta za primjenu analize varijance korišteni su Shapiro – Willkinson test, te K – S test. Oba su testa opravdala primjenu analize varijance.

**Tablica 3. Faktorijelna analiza varijance za ispitivane čimbenike i njihove interakcije**

**Table 3. Factorial analysis of variance for tested elements and their interactions**

Izvor varijacije	F - test	Statistička značajnost (p)	Vjerojatnost (P)	LSD - test	
				0,05	0,01
A	155,49	0,000**	$P < 0,01$	3,671	4,863
B	11,94	0,000863**	$P < 0,01$	1,962	2,599
C	36,08	0,000000**	$P < 0,01$	1,968	2,607
A x B	3,08	0,009007**	$P < 0,01$	5,207	6,898
A x C	5,72	0,000050**	$P < 0,01$	5,207	6,898
B x C	1,22	0,273458 n.s.	$P > 0,05$	2,783	3,686
A x B x C	7,87	0,000001**	$P < 0,01$	7,364	9,756

A – Proizvođač mlaznice; B – Radni tlak; C – Visina prskanja  
A – Manufacturer; B – Pressure; C – Nozzle Height

### **Koeficijent varijacije ispitivanih mlaznica uz preklapanje mlaza širine 50 cm**

Koeficijent varijacije (KV) pri preklapanju mlazova na širini trake od 50 cm predstavlja najbolji podatak o kvaliteti ispitivane mlaznice, tj. o kvaliteti raspodjele tekućine. Prema radnom zahvatu (50 cm udaljenosti jedne mlaznice

od druge) KV iznosio bi 0%, ali se kod mjerenja ostvaruju različiti rezultati. Ne postoje standardi koje nove mlaznice moraju ostvarivati pri preklapanju mlazova, ali preporuka Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku je da bi KV trebao biti manji od 5 – 6 %, u laboratorijskim uvjetima za optimalnu raspodjelu tekućine.

Rezultati ispitivanja KV pri preklapanju mlazova na širini trake od 50 cm prikazani su na tablici 4.

**Tablica 4. Deskriptivna statistika za izračune preklapanja mlazova**

**Table 4. Descriptive statistics for calculating sprays overlapping**

Proizvođač	Izmjerena količina tekućine pri preklapanju mlazova u širini trake od 50 cm (ml)											
	50 cm						60 cm					
	2 bar			3 bara			2 bara			3 bara		
	$\bar{x}$	stdev	KV	$\bar{x}$	stdev	KV	$\bar{x}$	stdev	KV	$\bar{x}$	stdev	KV
Lechler	68,58	3,68	5,37	81,35	4,86	5,98	69,21	3,69	5,33	81,59	3,84	4,71
Laznik	63,47	8,73	13,76	76,68	9,68	12,63	64,82	7,67	11,89	81,58	9,28	11,37
AG	71,16	4,91	6,91	82,79	5,16	6,23	73,42	4,53	6,17	83,00	6,13	7,39
Andrić	41,40	7,78	18,79	47,61	8,84	18,57	40,48	7,90	19,52	49,68	5,94	11,96
Kovin	68,32	5,97	8,74	78,78	6,63	8,42	67,51	3,70	5,49	82,89	3,56	4,30
Mlaz	62,22	10,19	16,37	78,89	13,72	17,39	65,33	18,05	27,62	78,24	22,50	28,76
Geoline	64,41	4,52	7,00	76,95	2,23	2,89	62,46	1,55	2,48	73,97	3,47	4,69

Najbolji, tj. najmanji KV ostvarile su mlaznice tvrtke *Lechler* (5,57% - 50 cm, 2 bara; 5,98% - 50 cm, 3 bara; 5,33% - 60 cm, 2 bara; 4,71% - 60 cm, 3 bara) i mlaznice tvrtke *Geoline* (7,00% - 50 cm, 2 bara; 2,89% - 50 cm, 3 bara; 2,48% - 60 cm, 2 bara i 4,69% - 60 cm, 3 bara).

## ZAKLJUČCI

Svaka ispitivana mlaznica treba ostvarivati protok prema ISO 10625 standardu. Uz protok mora ostvarivati što manji otklon pri preklapanju mlazova uz optimalne parametre radnog zahvata i raspodjele tekućine. Ako raspodjela tekućine mnogo odstupa od standardne raspodjele tekućine pri radu lepezastih mlaznica (Grafikoni 1 – 4.) rezultati preklapanja mlazova i raspodjele tekućine ostvaruju visoke vrijednosti KV (*Mlaz*, *Laznik*, *Andrić*).

U većini slučajeva ako mlaznice ostvaruju protok prema ISO standardu normalno je za očekivati da će imati male KV pri preklapanju mlazova (*Lechler, Geoline*). U obrnutom slučaju velikim odstupanjem protoka od ISO standarda ostvaruje se veliki KV preklapanja mlazova i raspodjele tekućine (*Andrić*). Uvijek postoje i iznimke kojima se protok podudara s ISO standardom, ali pri preklapanju mlazova ostvaruju se jako veliki KV (*Mlaz, Laznik*).

Faktorijelna analiza varijance za ispitivana svojstva pokazala je statistički signifikantnu međuzavisnost ispitivanih čimbenika, osim interakcije radnog tlaka i visine prskanja. Stoga, pri zaštiti ratarskih kultura veliku ulogu kvalitete prskanja imaju čimbenici proizvođača mlaznice, radnog tlaka i visine prskanja preko ostvarenog radnog zahvata.

Mlaznice tvrtki *Lechler, Geoline, AG i Kovin* (samo iznad područja radnog tlaka od 3 bara) mogu se preporučiti pri zaštiti ratarskih kultura jer ostvaruju dobre rezultate raspodjele tekućine dok se mlaznice tvrtki *Andrić, Mlaz i Kovin* (samo ispod područja radnog tlaka od 3 bara) ne preporučuju pri zaštiti ratarskih kultura jer ne zadovoljavaju kriterije raspodjele tekućine provedene ovim istraživanjem.

## ZAHVALA

Prikazani rezultati istraživanja proizašli su iz znanstvenog projekta „Inovativne tehnike aplikacije pesticida u funkciji uštede i zaštite okoliša“ (šifra projekta: 079-0792067-1936), koji se provodi uz financijsku potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske.

## LITERATURA

1. Banaj, Đ., Duvnjak, V. (2000): Ispitivanje radnog potencijala ratarskih prskalice, *Poljoprivreda*, Vol. 5, Broj 2
2. Banaj, Đ., Šmrčković, P. (2003): Upravljanje poljoprivrednom tehnikom, *Poljoprivredni fakultet u Osijeku*
3. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj Ž. (2009): Trošenje mlaznica izrađenih od mesinga, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozija agronoma, 16 – 20 veljače, 2009, Opatija, str. 907 – 911

4. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž. (2010): Utjecaj radnog tlaka na površinsku raspodjelu tekućine ratarskih mlaznica, 45. hrvatski i 5 međunarodni simpozija agronoma, 15 – 19 veljače, 2010, Opatija, str. 1224 – 1229
5. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Crnjac, D. (2009): Širina mlaza i raspodjela tekućine kod tri nove mlaznice različitih proizvođača, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozija agronoma, 16 – 20 veljače, 2009, Opatija, str. 902 – 906
6. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Lukač, P. (2010): Unapređenje tehnike aplikacije pesticida, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
7. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Mengušić, I., Duvnjak, V. (2009): Istraživanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozija agronoma, 16 – 20 veljače, 2009, Opatija, str. 897 – 901
8. Banaj, Đ., Tadić, V., Jurković, D., Seletković, N. (2010): Površinska raspodjela tekućine s ratarskim mlaznicama, 45. hrvatski i 5 međunarodni simpozija agronoma, 15 – 19 veljače, 2010, Opatija, str. 1224 – 1229
9. Derksen, R.C., Breth, D. I. (1994.): Orchard air-carrier sprayer application accuracy and spray coverage evaluations. *App. Eng. Agri.* 10(4). 463-470
10. Herbst, A., Ganzelmeier, H. (2002): International Standards and their Impact on Pesticide Application, *International Advances in Pesticide Application, Aspects of Applied Biology* 66
11. Jensen, P.K., Jorensen, L.N., Kirknel, E. (2001): Biological Efficacy of Heherbicides and Fungicides Applied with Low – Drift and Twin – Fluid Nozzles, *Crop Protection* 20, 57 – 64
12. Matthews, G.A. (1992): *Pesticide application methods*, 2<sup>nd</sup> edition, Blackwell, University of Oxford
13. Miller, P.H., Butler, M.C. (2000): Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground - based boom sprayers, *Crop Protection* 19, str. 609 – 615
14. Nuyttens, D., Baeten, K., De Schampheleire, M., Sonck, B. (2007): Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics, *Biosystems Engineering* 97, str. 333 – 345
15. Tadić, V., Banaj Đ., Banaj, Ž. (2010): Raspodjela tekućine s ratarskim mlaznicama izrađenim od mesinga, 45. hrvatski i 5 međunarodni simpozija agronoma, 15 – 19 veljače, 2010, Opatija, str. 1219 – 1223

16. Tadić, V., Banaj, Đ., Vujčić, B., Petrović, D., Jurković, D. (2009): The effect of height to the nozzle on the surface field distribution of liquid, Interational Scientific and Expert Conference, TEAM 2009, Slavonski Brod, Hrvatska, 10 - 11. prosinca 2009
17. Vujčić, B., Banaj, Đ., Tadić, V., Jurković, D. (2009): Surface distribution of the liquid nozzle field, Interational Scientific and Expert Conference, TEAM 2009, Slavonski Brod, Hrvatska, 10 - 11. prosinca 2009
18. Wolf, T., Caldwell, B. (2006): Pesticide Rates, Water Volumes and Nozzles, Syngenta Crop Protection, The Pest Management Regulatory Agency, Agriculture and Agri-Food Canada

**Adresa autora – Author's address:**

Vjekoslav Tadić, mr. sc (vtadic@pfos.hr),  
Prof. dr. sc. Đuro Banaj,  
Davor Petrović, mr.sc,  
Prof. dr. sc. Dražen Horvat  
Poljoprivredni fakultet Osijek,  
Sveučilišta J.J. Strossmayera,  
Kralja Petra Svačića 1 d, 31000 Osijek, Hrvatska

**Primljeno – Received:**

15.03.2012

Dr.sc. Jasmina Lukinac,  
Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek,  
Sveučilišta J.J. Strossmayera,  
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska