

UDK: 631.3.

*Originalni naučni rad*  
*Original scientific paper*  
doi: 10.5937/PoljTeh1902047P

## MAPIRANJE TRETMANA HEMIJSKE ZAŠTITE U PROIZVODNJI JEČMA KORIŠĆENJEM TEHNIKA PRECIZNE POLJOPRIVREDE

Miloš Pajić<sup>1</sup>, Stanko Oparnica<sup>2</sup>, Mićo Oljača<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>,  
Milan Dražić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>, Biljana Bošković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun-Beograd

<sup>2</sup>Kite doo, Bul. Slobodana Jovanovića 4, Novi Sad

**Sažetak:** Hemijska zaštita je nezaobilazna agrotehnička mera u svim segmentima konvencionalne poljoprivredne proizvodnje. Značaj pravilnog izvođenja hemijske zaštite na kvalitet i prinos gajenih useva je veliki, isto kao i finansijski troškovi koja ova mera ima u strukturi ukupnih troškova. Ustaljena tehnika kontrole, praćenje kvaliteta rada i efikasnosti mašina za zaštitu bilja u ratarskoj proizvodnji ima brojne nedostatke. Različite tehnike precizne poljoprivrede nam omogućavaju evidentiranje i detekciju kritičnih tačaka u različitim proizvodnim procesima, pa se slične tehnike mogu primeniti u kontroli hemijske zaštite ječma.

U ovom radu je korišćena lokacijski notirana baza podataka ostvarenih protoka prskalica koje su radila hemijski tretmane u ječmu. Na parceli veličine 52 ha, odstupanje od zadate norme tretiranja, za više od 10%, je obavljeno na 3,61 ha. Utvrđeno je da ostvarena norma tretiranja, prilikom korišćenja istog agregata, u značajnoj meri zavisi od samog rukovaoca, gde su odstupanja u pojedinim tretmanima i preko 100%. Utvrđena su značajna odstupanja u normama tretiranja koja značajno utiču na cenu koštanja utrošenih hemijskih sredstava, gde su u hemijskoj zaštiti ječma na preko 454 ha prekoračene zadate norme, što je povećalo troškove upotrebljenih hemijskih sredstava za 10,33%.

**Ključne reči:** norma tretiranja, tehnička ispravnost, merač protoka, mapa tretiranja, troškovi.

<sup>1</sup>Kontakt osoba: prof. dr Miloš Pajić; e-mail: [paja@agrif.bg.ac.rs](mailto:paja@agrif.bg.ac.rs)

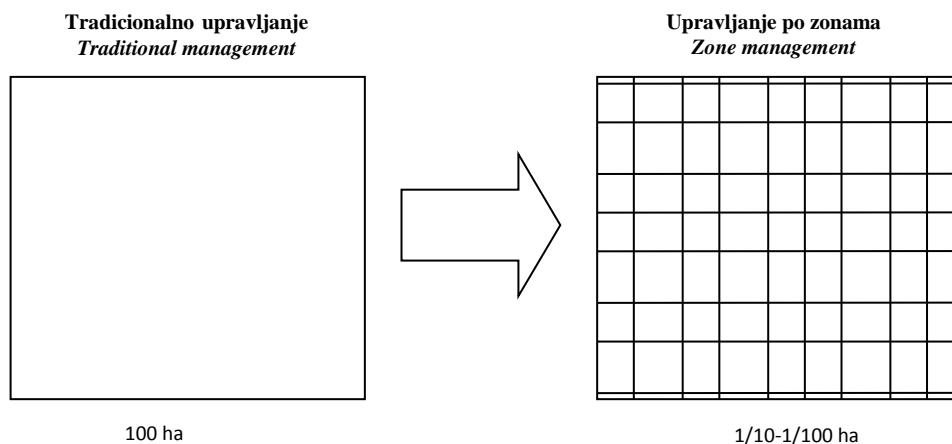
Rad je deo istraživanja na projektu TR 31051 finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## UVOD

Rastuća potreba za hranom, dovela je do razvoja poljoprivrede prevashodno se oslanjajući na primenu mehanizacije i hemijskih sredstava. Prekomerna, nekontrolisana i nestručna upotreba zaštitnih hemijskih sredstava (pesticida) u konvencionalnoj proizvodnji je vrlo čest slučaj. U nameri ostvarivanja što viših prinosa i profita, primenjuju se ne odgovarajuće norme tretiranja, ne poštuju se osnovna načela hemijske zaštite bilja, što za uzrok ima umanjeње kvaliteta i plodnost zemljišta, pri čemu se zanemaruje uticaj takve prakse na kvalitet i bezbednost hrane po zdravlje ljudi i životinja [1], [3], [5].

Kao jedan od odgovora na ustaljenu praksu u oblasti hemijske zaštite bilja, precizna poljoprivreda je ponudila više različitih tehnika i tehnologija čijom se primenom mogu uspešno prevazići višedecenijski problemi. Precizna poljoprivreda kao koncept, temelji se na evidentiranju i selektivnom tretmanu manjih površina unutar nekog polja (slika 1). Precizna poljoprivreda se temelji na primeni informatičkih tehnologija, satelitske navigacije, sofisticiranih upravljačkih alata i mogućnosti usklađivanja poljoprivredne mehanizacije sa željenim pravcem menadžmenta proizvodnje. Pomoću različitih senzora se mogu u realnom vremenu utvrditi i evidentirati parametri proizvodnih procesa, na osnovu kojih se precizno mogu utvrditi razlozi efikasnog/inefikasnog delovanja [3], [5]. Prikupljene informacije se koriste za izradu karata (mapa) koje pokazuju varijacije posmatranih parametara poput prinosa, zakorovljenosti, plodnosti zemljišta, razvoja bolesti i sl. Cilj precizne poljoprivrede je stvoriti optimalne uslove za rast i razvoj gajenih biljaka, na svakom od delova parcele pojedinačno. Takvim pristupom se pored podizanja proizvodnih rezultata utiče i na smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu od prekomerne upotrebe hemijskih sredstava [5].

Potpuni efekat primene precizne poljoprivrede vidljiv je kroz ekonomičnost proizvodnje, optimizaciji troškova angažovanih inputa u proizvodnji, i racionalizaciji angažovanja sredstava poljoprivredne mehanizacije i ljudske radne snage.



Slika 1. Različiti pristupi upravljanja parcelom  
Figure 1. Different approaches to parcel management

Hemijska zaštita bilja je jedna od veoma važnih, možda i presudnih agrotehničkih mera na kvalitet i kvantitet ratarskih kultura. Dobrom i pravilnom hemijskom zaštitom može se u značajnoj meri uticati na pojavu i intenzitet bolesti na gajenom usevu, pa time i na obim hemijske zaštite. Što je hemijska zaštita izvedena bolje i pravovremeno, manje su potrebe za dodatnim hemijskim merama, a sama zaštita je uspešnija. Hemijska zaštita ratarskih kultura daje dobre efekte ako favorizuje rast i razvoj gajenih biljaka, a ometa ili ne doprinosi razvoju korovskih biljaka, patogena, odnosno bolesti. Presudan faktor na efekat hemijske zaštite ratarskih kultura jeste odabir odgovarajućeg pesticida i njegova pravilna primena. Pri svemu ovome, potrebno je imati u vidu štetno dejstvo pesticide na životnu i radnu okolinu. Zbog svega iznetog, pesticide se moraju racionalno koristiti čime se eliminiše ili u znatnoj meri umanjuje njihovo štetno dejstvo. Racionalno korišćenje pesticida podrazumeva primenu u tačno zadatoj normi tretiranja.

Ustaljena praksa podešavanja i kontrolisanja prskalice prilikom hemijske zaštite ratarskih useva, podrazumeva odokativnu vizuelnu proveru ispravnosti svih rasprskivača, kao i podešavanje radnih parametara prskalice (izbor rasprskivača, radni pritisak, brzina kretanja agregata) prilikom započinjanja procesa hemijske zaštite. Vrlo često dolazi do odstupanja od željenih ili podešenih vrednosti koje pre svega zavise od: tehničke ispravnosti prskalice i odgovornosti rukovaoca traktorskog agregata. Upravo su u ovom radu analizirana ova dva uticajna faktora, gde su uz pomoć različitih tehnika merenja, sakupljanja i obrade podataka utvrđena određena odstupanja. Primenom različitih tehnika precizne pljoprivrede omogućeno je evidentiranje ovih anomalija u proizvodnom procesu, kao i preduzimanje mera za njegovo brzo i efikasno otklanjanje.

## MATERIJAL I METODE RADA

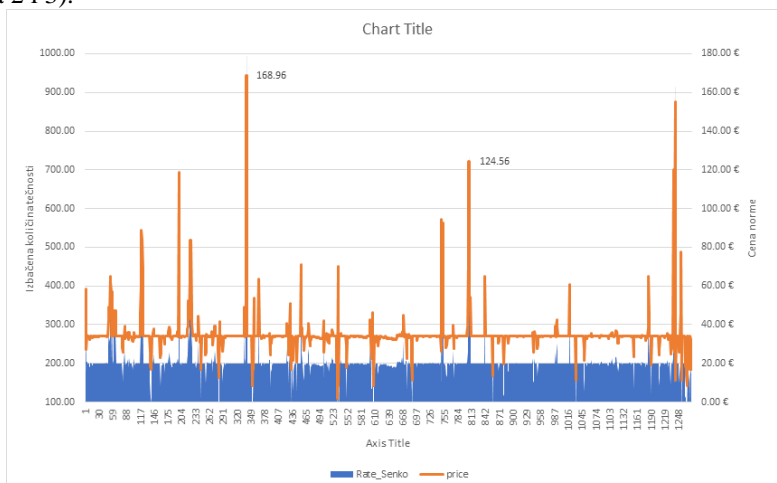
Istraživanje je sprovedeno na proizvodnim poljima kompanije Alrawafed Srbija, gde su prikupljeni podaci dobijeni iz proizvodnje više ratarskih kultura, dok je reprezentativna analiza rađena za proizvodnju ječma koja se obavljala na površini od 454 ha. U proizvodnim uslovima je korišćena savremena poljoprivredna mehanizacija, ne starija od 4 godine [2], [4]. Samohodne prskalice i traktorski agregati praćeni u ovom istraživanju su bili sa instaliranim navigacionim sistemima preciznosti 2,5 cm, koje su podržavale primenu tehnike "kontrola sekcija". Sva praćena sredstva poljoprivredne mehanizacije su opremljena modemima, kao standardnim delom navigacione opreme. Modem omogućava dvosmerna komunikaciju između mašine i centralnog računara, posredstvom oblaka podataka (cloud), na kome se kasnije vršila obrada i analiza prikupljenih podataka.

Zbog automatizovanog podešavanja norme prskanja, prskalice kao standardnu opremu imaju merač protoka ka diznama, Podaci koji se dobijaju od merača protoka se šalju u ECU prskalice. ECU prskalice je povezan sa monitorom navigacije, koji služi kako za upravljanje navigacijom tako i za kontrolu rada prskalice. Ovim povezivanjem, je omogućeno geografsko lociranje postignute norme na delovima parcele. Jedna "tačka" zapisa ostvarene norme je veličine 20 m dužine x radni zahvat prskalice. U slučaju samohodne prskalice to je 20 x 36 m, a u slučaju vučene prskalice 20 x 30 m. U istraživanju je korišćena prskalice Hardi Alfa radnog zahvata 36 m (prskalice A), i prskalice Hardi Commander radnog zahvata 30 m (prskalice B).

“Trimble Ag softvera”, verzija desktop [6], izvršena je preliminarna analiza podataka, izvršeno je kreiranje mapa za svaku obrađenu parcelu, i pripremljen je grafički prikaz analiziranih podataka. Svi sakupljeni podaci su obrađeni statističkim metodama uz primenu softverskog paketa SPSS 17.0. Analiza troškova primenjene mešavine hemijskih sredstava je urađena u programu MS Excel.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Tehnička ispravnost prskalica ima presudan uticaj na pravilnu distribuciju i efikasnost hemijske zaštite gajenih useva. Praćenjem podataka je ustanovljeno da i pored kalibrisanja i provere tehničke ispravnosti prskalica, tokom eksploatacije dolazi do određenih promena protoka, a sa time i promene norme tretiranja. Ova odstupanja nisu izazvana ljudskim faktorom, već su čisto tehničke prirode, jer su praćeni višednevni podaci korišćenja oba tipa prskalice sa istim i različitim rukovaocima. Utvrđeno je da prskalica A ostvaruje veća odstupanja norme tretiranja od zadatih u odnosu na prskalicu B (slika 2 i 3).

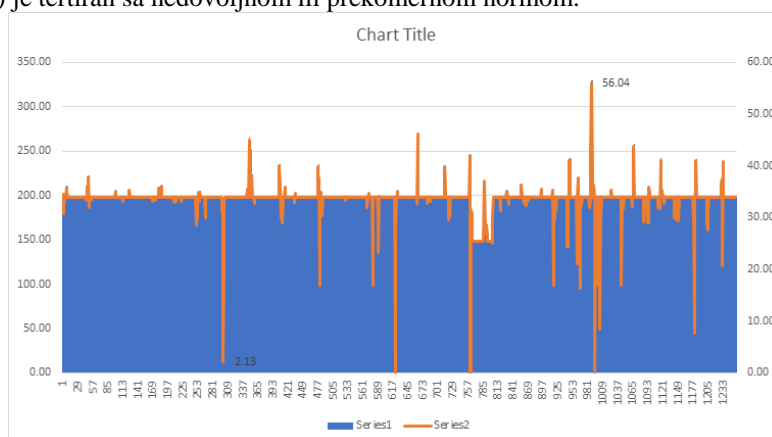


Slika 2. Distribucija norme tretiranja i troška korišćenog miksa pesticida kod prskalice A  
Figure 2. Distribution of the treatments norm and the costs of pesticide mixes (sprayer A)

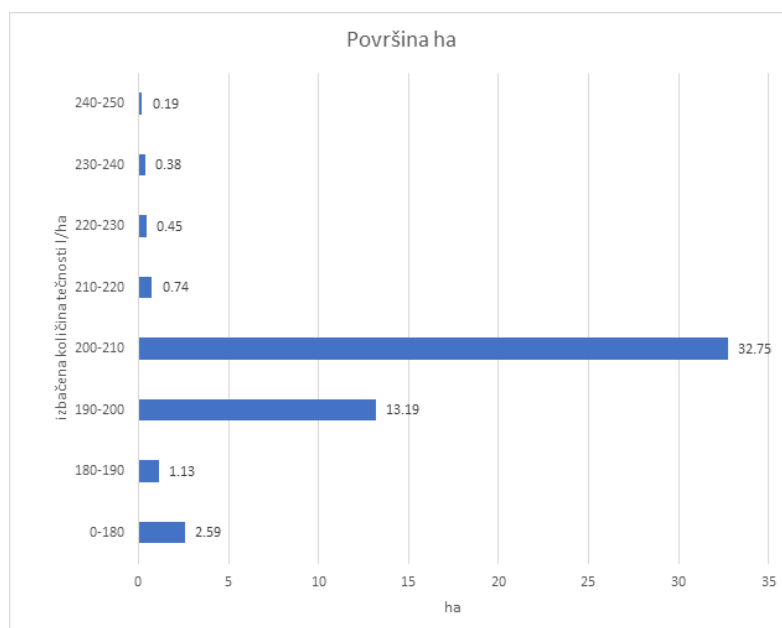
Ispitivane prskalice (A, B) radile su u indentičnim uslovima i zadatim parametrima rada, na parceli veličine 52 ha. Zadana norma tretiranja je bila 200 l/ha, dok su tokom eksploatacije izmerena često manja, dok u pojedinim momentima značajno veća odstupanja. Ove oscilacije su više bile izražene kod prskalice A (slika 2).

Pored oscilacija u realizovanoj normi tretiranja, izračunate su i oscilacije troškova korišćenih pesticida u zadatom miksu. Naime, cena korišćene mešavine pesticida (tank mix-a) je iznosio 0,17 EUR/l zaštitne tečnosti, što je prema zadatoj normi tretiranja od 200 l/ha iznosilo 34 EUR/ha. Prateći oscilacije norme tretiranja, prskalica B je ostvarila značajno manje troškove hemijskih sredstava (slika 3). Kod prskalice B, oscilacije troškova tank mix-a se kretao u granicama od 0 do 56,04 EUR/l, dok se kod prskalice A ove oscilacije kretale u rasponu od 0 do 168,96 EUR/l.

Prateći efikasnost nanošenja odabranog tank mix-a pomoću angažovanih prskalica, utvrđena je sledeća raspodela normi tretiranja na površini od 52 ha (slika 4). Uzevši u obzir dozvoljena odstupanja od zadate norme tretiranja, od 52 ha tretirane površine, 3,61 ha (7%) je tretiran sa nedovoljnom ili prekomernom normom.



Slika 3. Distribucija norme tretiranja i troška korišćenog miksa pesticide kod prskalice B  
Figure 3. Distribution of the treatments norm and the costs of pesticide mixes (sprayer B)



Slika 4. Histogram ostvarene distribucije norme tretiranja na parceli veličine 52 ha (zadana norma tretiranja 200 l/ha)

Figure 4. Histogram of the achieved distribution of the treatment norm (the set treatment norm is 200 l/ha)

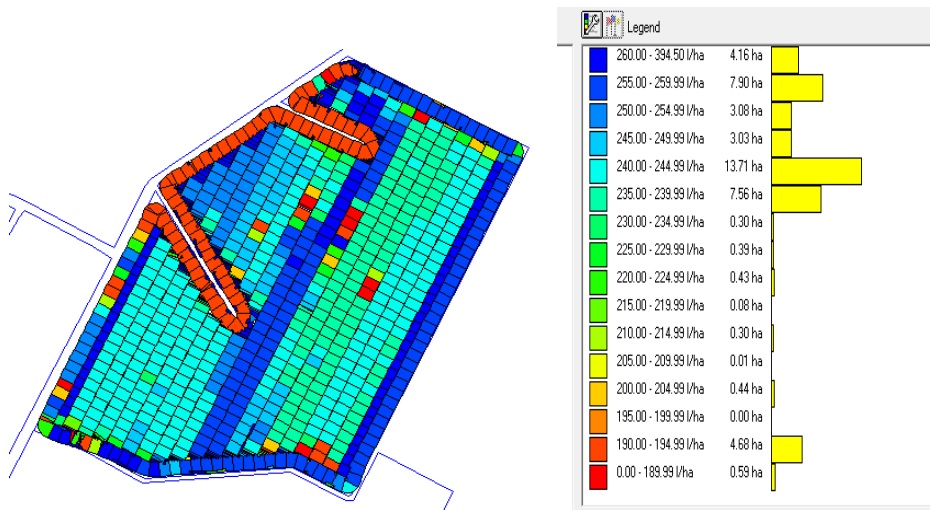
Tabela 1. Uticaj povećanja norme prskanja na povećanje troškova prskanja

Table 1. The influence of the increase of treatment norms on increasing spraying costs

Hem. Sredstvo Pesticide	Planirana norma The set pesticide norm [l/ha]	Planirana potrošnja The set treatment norm [l]	Stvarna norma Realized pesticide norm [l/ha]	Stvarna potrošnja Realized treatment norm [l]	Razlika Remainder [l]	Cena hem. sredstva The price of pesticides [€/l]	Povećanje troška Increase of pesticide costs [€]
A	1.70	152.80	2.00	179.75	26.96	11.28	304.09 €
B	3.50	314.58	4.12	370.08	55.50	2.40	133.20 €
C	1.20	107.86	1.41	126.89	19.03	10.00	190.29 €
D	1.00	89.88	1.18	105.74	15.86	4.28	67.87 €
						Suma Total	695.45 €

U tabeli 1 je dat prikaz tretiranja na parceli površine 90 ha. Planirana norma je bila 150 l/ha i tank-mix se sastojao od 4 hemijska sredstva. Ostvarena prosečna norma je iznosila 176

l/ha. Za tretiranih 90 ha, povećanje utroška hemijskih sredstava je bilo 695.45 €. U hemijskoj zaštiti ječma na preko 454 ha prekoračene su zadate norme u 15 slučajeva od 22 tretiranja. Povećanje norme se kretalo od 2,5% do maksimalnih 29%, što je povećalo troškove upotrebljenih hemijskih sredstava za 10,33%.



Slika 5. Mapa norme hemijske zaštite ječma

Figure 5. Map of the chemicals treatment norm in barley production

Na slici 5 prikazana je mapa norme prskanja kao i histogram rasporeda normi po hektaru. Uočava se veliko odstupanje od zadate norme (200 l/ha) kao i velik broj ostvarenih različitih normi. Uzrok ovako lošeg rasporeda hemijskih sredstava može biti neispravnost prskalice, odnosno otkazivanje automatske kontrole norme prskanja ili pogrešno rukovanje.

Uticaj rukovaoca na proces hemijske zaštite nije mali. U ovom istraživanju je utvrđeno da rukovaoci imaju različit odnos prema hemijskoj zaštiti, u istim proizvodnim i eksploatacionim uslovima. Rukovaoc agregatom A je u većini tretmana izbacivao veće norme tretiranja u odnosu na zadate, a samim tim trošio i više zaštitnih sredstava.

Rukovaoc agregatom B je u većini hemijskih tretmana izbacivao normu tretiranja koja je približna zadatoj normi i time racionalno trošio veoma skupa hemijska sredstva (tabela 2).

Tabela 2. Potrošnja hemijskih sredstava u zavisnosti od spretnosti rukovaoca

Table 2. Consumption of chemicals depending on the skill of the operator

	<i>Rukovaoc</i> <i>Operator</i>		<i>Zadata norma</i> <i>The set treatment norm</i>
<b>Tank MIX - 1</b>	A	B	
Pesticid X <i>Pesticide X</i>	0,23	0,17	0,2
Pesticid Y <i>Pesticide Y</i>	0,70	0,52	0,6
Pesticid Z <i>Pesticide Z</i>	1,40	1,04	1,2
	<i>Rukovaoc</i> <i>Operator</i>		<i>Zadata norma</i> <i>The set treatment norm</i>
<b>Tank MIX - 2</b>	A	B	
Pesticid O <i>Pesticide O</i>	3,07	1,67	1,50
Pesticid X <i>Pesticide X</i>	0,41	0,22	0,20
	<i>Rukovaoc</i> <i>Operator</i>		<i>Zadata norma</i> <i>The set treatment norm</i>
<b>Tank MIX - 3</b>	A	B	
Pesticid X <i>Pesticide X</i>	0,34	0,18	0,2
Pesticid K <i>Pesticide K</i>	1,02	0,84	0,8
Pesticid G <i>Pesticide G</i>	1,73	1,47	1,5

## ZAKLJUČAK

Savremena poljoprivredna proizvodnja se zasniva na nekoliko bitnih principa: racionalizacija troškova, maksimiziranje prinosa, efikasnost proizvodnje i visoka profitabilnost. Moderne prskalice su opremljene sa automatskim uređajima za održavanje zadate norme i njihovim povezivanjem sa navigacionim sistemom, čime je omogućeno mapiranje norme prskanja. Bilo je za očekivati da tehnička ispravnost ima veliki uticaj na normu prskanja, odnosno na povećanje kontrole utroška hemijskih sredstava, a samim tim i na troškove hemijske zaštite. Ta pretpostavka je potvrđena sa analizom prikupljenih podataka. Prikupljeni podaci za svako tretiranje, omogućili su da se kvantifikuje i uticaj svakog pojedinačnog rukovaoca prskalice, bio on pozitivan ili negativan.

Primena tehnologija precizne poljoprivrede u segmetu zaštite bilja nam omogućava kontrolu kvaliteta prskanja i kontrolu kvaliteta rada rukovaoca na način koji je do sada bio potpuno nov i nepoznat.

## LITERATURA

- [1] Donatelli, M., Magarey, R.D., Bregaglio, S., Willocquet, L., Whish, J.P.M., Savary, S. 2017: Modelling the impact of pests and diseases on agricultural systems. *Agric. Syst.* 15, pp. 213-224.
- [2] Oparnica, S. 2018. Advanced use of crop yield maps and histograms. *Adv. Agr. Environ. Sci.* 1(2), 65–68.
- [3] Prashant, K.N., Balikai, R.A., Anusha, Ch. 2016. Pest management strategies in precision farming. *J.Exp. Zool.India*, 19(1), 1-8.
- [4] Stanković, V.S., Stanković, Z., Pajić, M., Pajić, V. 2016. Pregled potencijala primene IOT rešenja u poljoprivredi. 18. Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede, Zbornik radova, ISBN 978-86-7834-262-2, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 9.12.2016., str. 163-171.
- [5] Strickland R.M., Ess, D.R., Parson, S.D. 1998. Precision farming and precision pest management: the power of new crop production technologies. *Journal of Nematology*, 30(4) 431-435.
- [6] Trimble Ag software user guide, Version 2017 Revision A. (2017).

### MAPPING TREATMENTS OF CHEMICAL PROTECTION IN BARLEY PRODUCTION BY USING THE PRECISION AGRICULTURE TECHNOLOGY

**Miloš Pajić<sup>1</sup>, Stanko Oparnica<sup>2</sup>, Mićo Oljača<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>,  
Milan Dražić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>, Biljana Bošković<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Zemun-Belgrade

<sup>2</sup> Kite doo, Bul. Slobodana Jovanovića 4, Novi Sad



**Abstract:** Chemical protection is an indispensable agro-technical step in all segments of conventional agricultural production. The significance of proper chemical protection is large for the quality and yield of cultivated culture, as is the financial costs that this measure has in the structure of total costs. The established technique of control, monitoring the quality of work and the efficiency of plant protection machines in crop production has numerous shortcomings. Different techniques of precision agriculture enable us to record and detect critical points in various production processes, so similar techniques can be applied in the control of chemical protection of barley.

In this paper, a location database of actual flows of sprinklers that used chemical treatments in barley was used. On a plot of 52 ha, the deviation from the specified treatment rate by more than 10% was performed at 3.61 ha. It was found that the achieved norm of treatment when using the same aggregate, depends significantly on the operator itself, where the deviations in individual treatments and over 100%. Significant deviations in treatment standards have been identified that also significantly affect the cost of consumed chemicals, where the recommended standards have been exceeded in the chemical protection of barley production on over 454 ha, which increased the cost of used chemicals by 10.33%.

**Key words:** *treatment norm, technical accuracy, flow meter, treatment map, costs.*

Prijavljen: 09.03.2019.  
Submitted:  
Ispravljen: 15.03.2019.  
Revised:  
Prihvaćen: 10.04.2019.  
Accepted: