

Biblid: **0350-2953 (2019) 45(4): 143-150**  
UDK: 631.3;

Originalni naučni rad  
Original scientific paper

## **IMPLEMENTACIJA SISTEMA PRECIZNE POLJOPRIVREDE U PROIZVODNJU ULJANIH I DRUGIH RATARSKIH KULTURA IMPLEMENTATION OF PRECISION AGRICULTURE SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF OIL AND OTHER FIELD CROPS**

**Sedlar Aleksandar, Višacki Vladimir, Bugarin Rajko, Turan Jan, Ponjičan Ondrej**  
Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija  
e-mail: [alek@polj.uns.ac.rs](mailto:alek@polj.uns.ac.rs)

### **ABSTRAKT**

Precizna poljoprivreda uključuje bolji menadžment „inputa“ kao što su mineralna đubriva, pesticidi, seme... Pomoću tehnika i tehnologija precizne poljoprivrede „inputi“ će se koristiti pravovremeno i u tačno određenoj količini kako u proizvodnji uljanih tako i ostalih ratarskih kultura. Bolji menadžment “inputa” ostvaruje se primenom sistema varijabilne setve, đubrenja i aplikacije pesticida.

Sisteme varijabilne setve, đubrenja i aplikacije pesticida ne treba naglo uvoditi jer isti mogu izazvati kontraefekat i dovesti do problema u efikasnosti postojećeg konvencionalno sistema proizvodnje uljanih ili drugih ratarskih kultura.

Sisteme varijabilne setve, đubrenja i aplikacije pesticide treba uvoditi u periodu od 3-5 godina, vodeći računa o kulturama i površinama na koje se isti odnose.

**Ključne reči:** varijabilna setva, đubrenje i aplikacija prsticida, uljane kulture, ratarske kulture

### **1.UVOD**

Primena visoke tehnologije i tehnike u poljoprivredi je objedinjena i zovemo je precizna poljoprivreda. Precizna poljoprivreda ili specifično upravljanje usevima je koncept upravljanja u poljoprivredi na osnovu posmatranja, merenja i reagovanja na spoljašnje i unutrašnje varijacije useva. Cilj precizne poljoprivrede je da se utvrdi sistem podrške i odlučivanju za celo imanje, odnosno da se optimizuje ulaganje u nameri ostvarenje najveće dobiti s obzirom na dostupne resurse.

Precizna poljoprivreda je omogućena pojavom GPS sistema. Mogućnost zemljoradnika i istraživača da pronađu svoj tačan položaj na terenu obezbeđuje kreiranje mape prostorne varijabilnosti mnogih promenljivih koje se mogu meriti (npr. prinos, karakteristike terena/reljefa, sadržaj organskih materija, nivo vlage, azota, pH, EC, Mg, K i dr.).

Precizna poljoprivreda je unapređena tehnologijama poput monitoringa prinosa, kao i daljinskom detekcijom (upotreba multispektralnih slika), koja se koriste prilikom setve, prskanja, navodnjavanja. itd. Razvijeno je i mnoštvo senzora koji se postavljaju na agregat i mogu da mere nivo hlorofila, količinu vode koja je dostupna biljkama, kvalitet zrna...

U uspostavljanju sistema precizne poljoprivrede danas učestvuju veliki broj alata, uređaja i oruđa (softverske platforme, dronovi, senzori), koji u kombinaciji sa metodama

predviđanja ili detekcije stanja useva i uz analizu i preporuke agronoma, kao ključne karike precizne poljoprivrede, zajedno omogućavaju formiranje koncepta i implementacije sistema precizne poljoprivrede (slika 1).



Sl. 1. Alati, oruđa, tehnika i tehnologija sistema precizne poljoprivrede  
Fig. 1. Tools, equipments, technic and technology of precise farming systems

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

U radu je izvršen pregled tehnika i tehnologija setve, đubrenja i primene pesticida u proizvodnji uljanih i ostalih ratarskih kultura sa aspekta unapređenja istih kroz analizu mogućnosti nadogradnje/zamene tradicionalnih tehnika i tehnologija sa ciljem njihove optimazacije, odnosno prevođenja u sisteme precizne poljoprivrede.

## 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Implementacija precizne poljoprivrede postala je moguća zahvaljujući razvoju i pristupačnosti različitih senzora, koji u kombinaciji sa procedurama vezanim za mapiranje u okviru odgovarajuće agrotehničke mere obezbeđuju donošenje optimalnih agrotehničkih odluka za dati proizvodni prostor. Pomenuto mapiranje se odnosi na oranje, setvu, đubrenje, aplikaciju pesticida i žetvu. Ključna karakteristika dolazi iz sistema pozicioniranja. Globalni navigacioni satelitski sistema (GNSS) omogućava "preciznost", odnosno primenu varijabilnih normi setve, đubrenja i aplikacije pesticida u skladu sa izvedenim mapiranjem. Uspeh primena pomenutih varijabilnih normi (engl. Variable Rate Application - VRA), koje obezbeđuju optimizaciju primena semena, đubriva ili pesticida, varira u skladu sa specifičnim faktorima aplikacije, a očitava se preko izmerenog prinosa po zonama (senzori prinosa – mapiranje prinosa po zonama). Primera radi "section control" podrazumeva isključivanje sekcija sejalice, rasipača i prskalica van granica parcele ili na već tretiranom delu parcele.

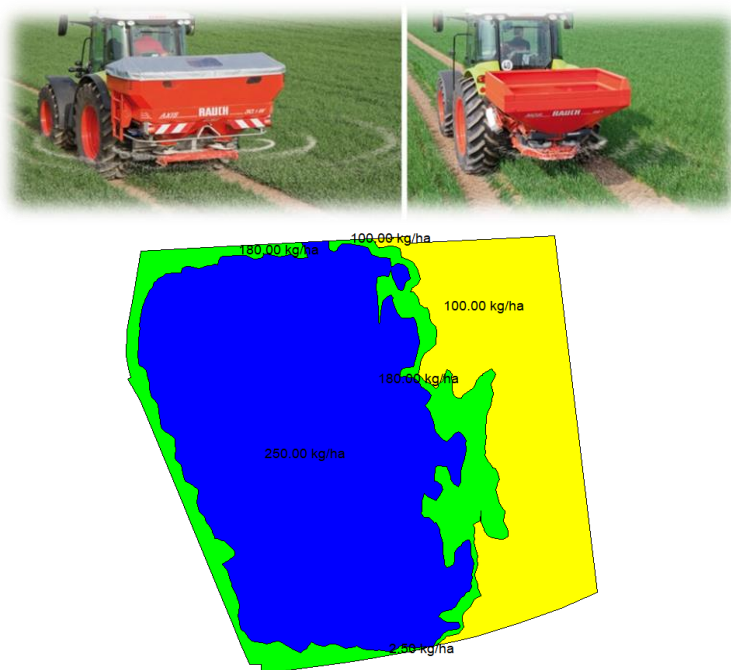
Varijabilna aplikacija norme đubrenja može uštedeti od 10-25 eur/ha (u zavisnosti od površina). Kod ovakvog đubrenja se omogućuje redukcija upotrebe azota od 10-15% bez uticaja na smanjenje prinosa. Upotreba senzora pri aplikaciji pesticida, može smanjiti njihovu primenu u proseku za 13%. Ukoliko su zastupljena žita, koja imaju više tretmana, moguće je uštedeti preko 12 eur/ha za samo jednu aplikaciju pesticida. Primena precizne poljoprivrede u navodnjavanju dovodi do sniženja upotrebe vode od 25% što obezbeđuje konačno smanjenje troškova od 44 eur/ha. Sekcijska kontrola štedi od 3% do 5% semena.

Tab. 1. Uštede u repromaterijalu i ekonomski efekti proizvodnje u sistemu precizne poljoprivrede (izvor/source: United State Development Agency – Agriculture)

Tab. 1. The savings in raw material and the economic effects of production in precision farming system

Opis	Smanjena upotreba semena	Smanjena upotreba pesticida	Smanjena upotreba đubriva	Povećanje prinosa soje	Smanjenje inputa	Smanjenje potrošnje goriva	Smanjenje proizvodnih troškova
Mapiranje sastava zemljišta	9,3%	8,1%	12,4%	5,3%	8,1%	5,3%	5,2%
Mapiranje prinosa	6,9%	8%	8,3%	4,9%	6,9%	5%	3,5%
Varijabilna norma đubrenja	12%	11,3%	11,6%	4,3%	8,8%	8,8%	5,5%
Varijabilna norma setve	6,1%	3,8%	3%	3,9%	5,6%	6,6%	4%
Varijabilna norma aplikacije pesticida	15%	12,1%	25%	20%	9,8%	20%	7,5%
Automatska kontrola sejalice	6,8%	5%	2,5%	4,3%	5,7%	7,5%	4,4%
Automatska kontrola prskalice	7,5%	7,1%	5,5%	1,8%	5,3%	2,2%	3,9%
Mapiranje za sejalicu	5,1%	7,3%	4%	3,9%	5,4%	4%	3,5%
Mapiranje za prskalicu	7,3%	6,4%	7,8%	7%	4,4%	4%	1,9%
Mapiranje za rasipač	3,8%	3,3%	9,3%	4,5%	6,1%	10%	4,9%
Automatsko navođenje agregata za setvu	5,7%	3,8%	1,3%	2,2%	3,3%	4,3%	3,2%
Automatsko navođenje agregata za prskanje	3,3%	5,9%	3%	2,2%	4,9%	3,1%	3,3%
Automatsko navođenje agregata za osn. obradu	0,5%	4,3%	7,2%		5,2%	5,8%	4,2%
Automatsko navođenje kombajna				1,7%	5,3%	4,3%	3,2%

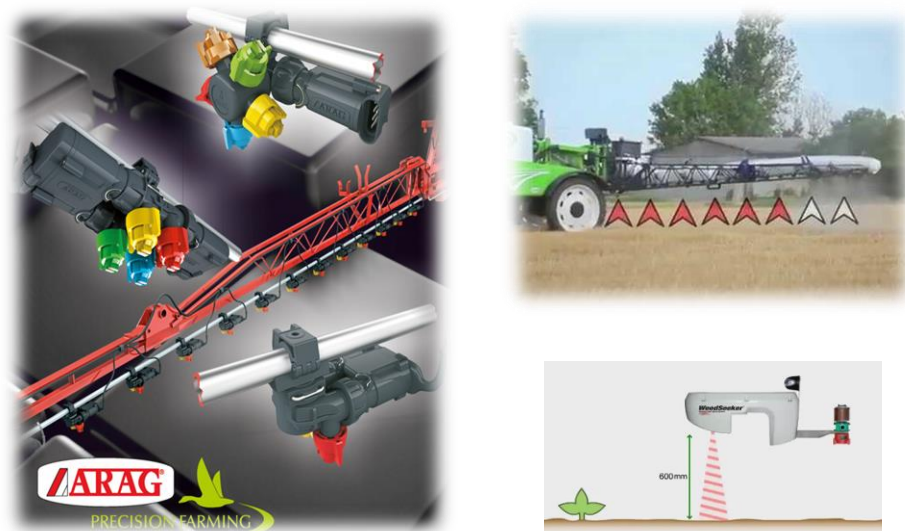
Analizom tabele 1. uočava se veliki efekat “Varijabilne normu đubrenja i aplikacije pesticida”. Varijabilna norma đubrenja je direktni rezultat precizne poljoprivrede. Na osnovu mapiranja parcele prema sadržaju elemenata, prinosa od prethodne godine, planiranog useva i potreba zemljišta vrši se kontinuirana promena norme đubrenja tako što se na izlazu iz rezervoara mineralnog đubriva menja veličina izlaznog otvora, slika 2.



Sl. 2. Rasipač i mapa varijabilnog đubrenja  
Fig. 2. Fertilizer and prescription map of variable fertilization

Sistem dobija informacije od GPS-a, a na osnovu mape dobija preračunatu normu đubrenja i naposljetku na osnovu brzine kretanja i tipa đubriva menja normu. Primenom ovakvog sistema smanjenje upotrebe đubriva ide i do 25% a prinos se povećava za 20%. Rezultat iskazanog ogleada se kroz ekonomski efekat i smanjuje troškove proizvodnje za 5,5%.

Slično je i kod aplikacije pesticida. Varijabilna norma aplikacije pesticida se ostvaruje promenom norme tretiranja po istim podacima koje dobija rasipač ali se promenom norme vrši i kontinualna promena pritiska ili čak promena rasprskivača, slika 3.



Sl. 3. Sistem pojedinačnog uključivanja rasprskivača i primene senzora za detekciju korova  
 Fig. 3. The system of individual nozzle switching and application of sensors for the detection of weeds

Tehnologija primene varijabilne norme aplikacije pesticida omogućava promenu norme u skladu sa stvarnim ili potencijalnim štetničkim stresom u polju i izbegava primenu na neželjena područja polja. Postoje dve vrste tehnologije za primenu varijabilne norme pesticida. Prva je aplikacija pesticida koja prilagođava normu aplikacije na osnovu mape recepta, koristeći GPS prijemnik za identifikaciju položaja polja, a ulazna koncentracija se menja kako se prskalica pomera kroz polje. Druga je aplikacija pesticida zasnovana na sensorima u realnom vremenu koji menjaju normu primene koristeći identifikaciju korova ili trenutne situacije biljke, identifikovanu razlikom po boji, obliku, veličini, teksturi, otpornosti i temperaturama koje otkrivaju različiti tipovi senzora. Postoje i tehnologije primene varijabilne norme pesticida koje kombinuju informacije dobijene pomoću senzora i mapa kako bi postigli veću preciznost. Novčane uštede koje su rezultirale smanjenjem upotrebe herbicida variraju između useva, u zavisnosti od količine herbicida i cene herbicida. U kukuruzu, pšenici, ječmu i šećernoj repi moguće je ostvariti uštedu od 42 €/ha, 32 €/ha, 27 €/ha i 20 €/ha.

Konvencionalna setva se zasniva na konstantnoj količini semena preko pogonskog točka sejalice i ostalih podsklopova, dok su varijabilni sistemi opremljeni nezavisnim menjačem sa hidrauličnim ili električnim pogonom koji se kontroliše u skladu sa potrebama određenog dela polja. Da bi jedna sejalica mogla vršiti varijabilnu setvu potrebno je da na sekcijama sejalice ima kontrolor setve i brojač posejanih semena. Pre ulaska takve sejalice u njivu neophodno je kreirati mapa za varijabilnu setvu na osnovu EC, pH i OM mapa dobijenih skeniranjem zemljišta, slika 4. Plave i zelene zone su za više norme semena od nominalne norme, sivo znači nominalna norma setve, a žuto i crveno su zone za manje norme semena od nominalne.



Slika 4. Setva i mapa varijabilne setve  
Fig. 4. Seeding and prescription map of variable seeding

Varijabilna norma setve ima potencijal većeg prosečnog prinosa pšenice od 4,6% do 6,5%. Prinos kukuruza može se povećati za 6% koristeći navedene sisteme. U proizvodnji uljane repice i suncokreta očekivni rezultati su slični.

#### 4. ZAKLJUČAK

Implementacija sistema precizne poljoprivrede, odnosno onog dela koji se odnosi na primenu varijabilnih normi đubrenja, setve i aplikacije pesticida, obezbeđuje značajne uštede u repromaterijala, a kod velikog broja kultura i povećan prinos bilo da se radi o uljnim ili drugom ratarskim kulturama. Uvođenje varijabilne norme sa druge strane iziskuje i investicije koje se ugledaju u prethodnom mapiranju zemljišta sa aspekta njegovog mehaničkog i hemijskog sastava, odnosno generalno potencijala rodnosti, kao i obezbeđenju mehanizacije koja može sprovesti varijabilnu setvu, đubrenje i aplikaciju pesticida.

Neophodno je u narednim godinama kroz sprovođenje makroogleda na različitim zemljištima i lokacijama utvrditi tačne troškove i uštede varijabilne primene po hektaru, a potom formirati koncept implementacije iste za različite kulture i površine primene. Navedeno mora pratiti temeljna edukacija poljoprivrednih proizvođača jer bez obzira na veličinu poseda koji obrađuju i kulture koje gaje neophodno je u vremenu velikih klimatskih promena i svetskog tržišta ratarskih kultura na koje ne možemo uticati, smanjivati troškove proizvodnje kako bi bili konkurentni i profitabilni. Potpuna ili delimična implementacija sistema varijabilne setve, đubrenja i aplikacije pesticida upravo to obezbeđuje.

#### 5. LITERATURA

1. Suporn Pongnumkul, Pimwadee Chaovalit, and Navaporn Surasvadi, "Applications of Smartphone-Based Sensors in Agriculture: A Systematic Review of Research," *Journal of Sensors*, vol. 2015.
2. Aubert, Benoit (2012). "[IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology](#)". *Decision Support Systems*. 54: 510–520. [doi:10.1016/j.dss.2012.07.002](#).

3. Goap, Amarendra; Sharma, Deepak; Shukla, A.K.; Rama Krishna, C. (December 2018). "An IoT based smart irrigation management system using Machine learning and open source technologies". *Computers and Electronics in Agriculture*. 155: 41–49. [doi:10.1016/j.compag.2018.09.040](https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.09.040)
4. Kendall, H.; Naughton, P.; Clark, B.; Taylor, J.; Li, Z.; Zhao, C.; Yang, G.; Chen, J.; Frewer, L. J. (2017). "[Precision Agriculture in China: Exploring Awareness, Understanding, Attitudes and Perceptions of Agricultural Experts and End-Users in China](https://doi.org/10.1017/S2040470017001066)". *Advances in Animal Biosciences*. 8 (2): 703–707. [doi:10.1017/S2040470017001066](https://doi.org/10.1017/S2040470017001066).
5. M. Sophocleous and J. K. Atkinson, "A novel thick-film electrical conductivity sensor suitable for liquid and soil conductivity measurements," *Sensors Actuators, B Chem.*, vol. 213, pp. 417–422, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.02.110>
6. M. Sophocleous, *Thick-Film Underground Sensors*. LAP LAMPERT Academic Publishing, 2016. [ISBN 978-3-659-95270-8](https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.02.110)
7. Schieffer, J.; Dillon, C. (2015). "The economic and environmental impacts of precision agriculture and interactions with agro-environmental policy". *Precision Agriculture*. 16: 46–61. [doi:10.1007/s11119-014-9382-5](https://doi.org/10.1007/s11119-014-9382-5).

## IMPLEMENTATION OF PRECISION AGRICULTURE SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF OIL AND OTHER FIELD CROPS

**Sedlar Aleksandar, Višacki Vladimir, Bugarin Rajko, Turan Jan, Ponjičan Ondrej**

Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

**e-mail:** [alek@polj.uns.ac.rs](mailto:alek@polj.uns.ac.rs)

### SUMMARY

Precision agriculture involves better management of "inputs" such as fertilizers, pesticides seeds ... Use of precision farming techniques and technologies "inputs" will be used in proper time and in exactly right quantities in the production of oil and other agricultural crops. Better management of "input" is realized by application of the system variable seeding, fertilizing and application of the pesticide.

Systems of variable seeding, fertilization and pesticide application should not be hastily introduced because it can cause the opposite effect and lead to problems in the efficiency of the existing conventional production system.

Systems of variable seeding, fertilization and pesticide applications should be introduced in the period of 3-5 years, taking into account the cultures and the surfaces to which they relate.

**Keywords:** variable seeding, fertilization and application pesticide, oil crops, field crops.

---

**Napomena:** rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu TR31025, „Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologija proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene“, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

---

**Primljeno:** 27. 10. 2019. god.

**Prihvaćeno:** 05. 11. 2019. god.