Biblid: 0350-2953 (2019) 45(3): 91-98
UDK: 631.3;

Originalni naučni rad
Original scientific paper

KORACI U IMPLEMENTACIJI SISTEMA PRECIZNE POLJOPRIVREDE KOD POLJOPRIVREDNIH SUBJEKATA STEPS IN IMPLEMENTATION OF THE PRECISE AGRICULTURAL SYSTEM IN AGRICULTURAL PRACTICE

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

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: stanko.oparnica@kitedoo.rs

ABSTRAKT

Implementacija precizne poljoprivrede postala je moguća zahvaljujući razvoju tehnologije senzora koja se koristi u kombinaciji sa procedurama u vezi mapiranja varijable u odgovarajućoj agrotehničkoj meri na proizvodnom prostoru, kao što su setva, đubrenje, aplikacija herbicida i pesticida, žetvi itd. Ključna karakteristika za postizanje "preciznosti" proizilazi iz korišćenja sistema za pozicioniranje, pre svega globalnog navigacionog satelitskog sistema (GNSS). Visoki troškovi proizvodnje i smanjenje prinosa utiču na smanjenje profita. Na osnovu nepreciznih procena ili pogrešnih preporuka „bacaju“ se preterane količine mineralnih đubriva ili henijskih sredstava, što znatno povećava troškove proizvodnje a u nekim slučajevima smanjuje i prinos. Da bi se potencijali za povećanje profita iskoristili potrebno je započeti proces uvođenja precizne poljoprivrede u svakodnevnu praksu. Ne postoji „srebrni metak“, idealno rešenje koje se može univerzalno primeniti za sve korisnike. Ova činjenica može da izgleda obeshrabrujuće na prvi pogled, međutim ova činjenica ostavlja vrlo veliki manevarski prostor svakom korisniku, jer svaki korisnik može imati svoj jedinstveni put. Za proces uvođenja precizne poljoprivrede autori će pokušati da daju određeni broj preporuka zasnovanih na višegodišnjem iskustvu u radu u praksi. Preporuke su podeljene u dve grupe, dugotrajni permanentni procesi i jednokratni procesi.

Ključne reči: precizna poljoprivreda, profit, uvođenje u praksu

1. UVOD

Plan Evropske unije za period 2014. - 2020. godine je da poljoprivredu proizvodnju razvije u pametnu i održivu. Nešto više od 51 milijardu evra je u planu da se investira u poljoprivrednu proizvodnju visoke tehnologije i tehnike do 2020. godine. Želja je da se primeni nauka u poljoprivredi, nova tehnička dostignuća kako bi se odgovorilo na izazov da se povećanje obim poljoprivredne proizvodnje za oko 60% do 2050. godine. Napredak je u tome što se broj aktivnih supstanci u zaštiti bilja smanjio sa 1000 na oko 250. Povećanje prinosa u proseku i do 79% bez oslanjanja na visoko tehnološka rešenja nije moguća. Samo veliki farmeri mogu investirati u ovo povećanje. Sa druge strane, nije moguće na drugi način zaposliti novu milijardu ljudi i nahraniti ih ako oni ne hrane sami

sebe. Oni će ostati mali farmeri i ne mogu biti ekonomski nevidljivi a neće ni koristiti napredne tehnologije. Ovo nije osvrt na samo evropske farmere već na čitav svet.

Precizna poljoprivreda podrazumeva bolje upravljanje inputima kao što su mineralna đubriva, herbicidi, semena, goriva korišćenog tokom obrade, setve ili aplikacije pesticida. Preciznije podrazumeva da se inputi koriste na ispravan i bolji način, na pravo mesto u pravo vreme u tačno određenim količinama. S preciznom poljoprivredom prevazilazi se primena uniformne distribucija mineralnih đubriva, sredstava za zaštitu bilja, navodnjavanja, semena itd. Tačnije, proizvodne parcele se dele na polja, na više upravljačkih zona u kojima će se u zavisnosti od zemljišta, terena i prethodne proizvodnje upotrebiti različita količinu inputa. Podela po zonama nudi povećanje produktivnost useva i održivost farme kroz poboljšanje upravljanja inputa što dovodi do bolje zaštite životne sredine.

Sa strane poljoprivrednika, prednosti ovakvog upravljanja dovode do pravilnog izbora hibrida prema informacijama o kvalitetu i plodnosti zemljišta, rasipanju mineralnog đubriva, smanjenja upotrebe sredstava za zaštitu bilja i potrošnje goriva i na kraju smanjenog sabijanja zemljišta. Prednosti primena precizne poljoprivrede za društvo su takođe poznati. Ovaj vid proizvodnje podrazumeva primenu različitih hardvera i softvera, uređaja za navođenje mašina, senzora zemljišta i useva, informacioni menadžment, sistem odlučivanja što utiče na ublažavanje zagađenja životne sredine koje proizilazi iz prekomerne primene azota i fosfora kao đubriva.

Implementacija precizne poljoprivrede postala je moguća zahvaljujući razvoju tehnologije senzora koja se koristi u kombinaciji sa procedurama u vezi mapiranja varijable u odgovarajućoj agrotehničkoj meri na proizvodnom prostoru, kao što su oranje, setva, đubrenje, aplikacija herbicida i pesticida, žetvi i u stočarstvu. Ključna karakteristika za postizanje "preciznosti" proizilazi iz korišćenja sistema za pozicioniranje, pre svega globalnog navigacionog satelitskog sistema (GNSS). Kontrola kretanja u poljoprivredi ili automatsko upravljanje kretanjem (Controlled Traffic Farming-CTF) i sistemi auto-pilota su najuspešniji oblici koji se koriste.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Dosadašnja iskustva u korišćenju uređaja za navigaciju pokazuju da su postignute uštede u proseku 2,24 eur/ha korišćenjem sistema navođenja agregata. Konkretno u proizvodnji pšenice uštedi se 18 do 48 evra po hektaru. Primenom varijabilnih normi može se uštedeti od 10 do 25 evra po hektaru u zavisnosti od površina, kao i smanjiti korišćenje azota za 10 do 15% bez uticaja na smanjenje prinosa. Korišćenjem senzora pri aplikaciji pesticida količina koja se koristi se može u proseku smanjiti za 13%. Primenom precizne poljoprivrede u navodnjavanju upotreba vode je u odnosu na konvencionalni način proizvodnje manja za 25% što znatno smanjuje direktne troškove proizvodnje od 44 evra po hektaru. U setvi, kontrolom sekcija sejalice štedi se 3 do 5% količine semena.

Visoki troškovi proizvodnje i smanjenje prinosa utiču na smanjenje profita. Na osnovu nepreciznih procena ili pogrešnih preporuka „bacaju“ se preterane količine mineralnih đubriva što znatno povećava troškove proizvodnje a u nekim slučajevima smanjuje i prinos zbog preteranog prisustva nekog elementa koji sprečava usvajanje drugih mikroelemenata. Slično je i sa hemijskim sredstvima.

Slika 1. Uticaj precizne poljoprivrede na profit
Figure 1. Impact of precision agriculture on profit

Različitim tehnologijama precizne poljoprivrede smanjujemo troškove proizvodnje – gorivo, mineralno đubrivo, seme itd. Drugim tehnologijama povećavamo prinos a samim tim i profit (Slika 1.). Ovdje ne govorimo o velikim procentima, nego o malim uštedama na svakom materijalu i svakoj operaciji. Isto tako govorimo o malim procentima povećanja prinosa ali svi oni u zbiru daju velike pozitivne rezultate.

Tab. 1. Operacije sa najvećim potencijalom za uštede

Tab. 1. Operations with the highest potential for savings

Digitalizacija i optimizacija parcela	47 €/ha
Precizni menadžment korova	46€/ha
Precizni menadžment bolesti	73€/ha
Precizni menadžment hraniva za biljku	66€/ha
Skeniranje strukture zemljišta i optimizacija obrade	37 €/ha
Precizna i pojedinačna setva sitnog semena	67 €/ha
Identifikovan totalni potencijal za uštede od	336 €/ha

U tabeli 1 je data lista operacija kod kojih je indentifikovan najveći potencijal za uštede primenom tehnologija precizne poljoprivrede. To ne znači da se ovi efekti mogu očekivati na svakoj parceli u svojoj maksimalnoj vrednosti. Prirodni uslovi, oblik parcele, veličina parcele i sl. imaju značajan uticaj ali organizacija rada i primenjena tehnologija proizvodnje imaju veći uticaj. I ono što je najvažnije, na ove parametre se može znatno uticati, samo treba imati volje da se to uradi. Iz tabele se vidi da najveći potencijal za uštedu postoji kod preciznog menadžmenta hemijskih sredstava, korova i bolesti ukupno 119 €/ha.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Da bi se ovi potencijali za uštedu iskoristili potrebno je započeti proces uvođenja precizne poljoprivrede u svakodnevnu praksu. Ne postoji „srebrni metak“, idealno rešenje koje se može univerzalno primeniti za sve korisnike. Ova činjenica može da izgleda obeshrabrujuće na prvi pogled, međutim ova činjenica ostavlja vrlo veliki manevarski prostor svakom korisniku, jer svako od njih može imati svoj jedinstveni put. Sagledati svoje postojeće mogućnosti i od toga krenuti i polako uvoditi nove tehnologije.

Za proces uvođenja precizne poljoprivrede autori će pokušati da daju određeni broj preporuka zasnovanih na višegodišnjem iskustvu u radu u praksi. Preporuke su podeljene u dve grupe, dugotrajni permanentni procesi i jednokratni procesi.

Dugotrajni i permanentni procesi

Promena „STANJA SVESTI“ kod svih zaposlenih, na svim nivoima, odnosno njihovog shvatanja o preciznoj poljoprivredi i benefitima koje donosi i prihvatanje promene dosadašnjeg načina rada Stanje svesti radnika, od rukovaoca mašine do menadžmenta, je od ogromne važnosti da bi primena precizne poljoprivrede imala efekta u praksi. Što više podataka postoji o operacijama i parceli to zahteva veću posvećenost poslu. Velikim brojem podataka kojima se upravlja stiče se veće znanje koje je potrebno da bi se optimizovala upotreba mineralnih đubriva, semena, hemijskih sredstava, vode i sl. Svako danas može da proizvede 8 t/ha kukuruza prateći instrukcije proizvođača semena i đubriva. Ali proizvesti 15 t/ha i više, i to ekonomično sa velikim profitom, to je izazov u koji treba da se uloži puno truda i znanja.

Kontinualna obuka rukovaoca, tehničara i inženjera za svaku novu tehnologiju koja se planira upotrebiti

Pravljenje tima za preciznu poljoprivredu sa specijalistima za određene oblasti i definisanje uloge tima za preciznu poljoprivredu:

- navigacioni sistemi,
- prikupljanje, obrada i analiza podataka
- analiza i mapiranje zemljišta
- digitalizacija parcela i pravljenje digitalne infrastrukture parcele
- vegetacioni indeksi
- varijabilna distribucija materijala
- snimanje ortofoto i obrada slika

To znači da treba u pravnim aktima firme predvideti postojanje tih radnih mesta. Naravno, u manjim firmama više poslova može raditi jedan čovek ili da se poslovi poverene drugim firmama specijalizovanim za neke oblasti. Važno je shvatiti da bavljenje preciznom poljoprivredom nije sporedni posao za nekog zaposlenog nego njegov primarni.

- Definisanje potrebnog hardvera i softvera za tim za preciznu poljoprivredu
- Digitalizacija parcela, utvrđivanje stvarnih površina i oblika kao i strukture korisnik/farma/parcela
- Kvalitativno i kvantitativno diferenciranje zemljišta
- Kreiranje digitalne infrastrukture za svaku parcelu kao što su AB linije vođenja, prepreke (bandere, šahtovi ...), zone izuzeća itd. Osim ovih klasičnih elemenata infrastrukture parcele poželjno je i da se obeleže tačke „ulaska u parcelu“ ili „tačke

početka operacije“. Za preporuku je ubaciti pored glavne tačke i pomoćnu tačku ulaska, jer se na nekim parcelama može desiti da usled promene vremenskih ili drugih prilika nemoguć ulazak i započinjanje posla od primarne tačke. U praksi je se ova informacija prenosi usmenim putem opisno, što izaziva konfuziju kod rukovaoca na samoj parceli. Naravno, ovo zahteva dodatni napor u pripremi i organizaciji posla, ali kada se jednom uradi ostaje za sledeće godine.

- Organizovanje prikupljanje podataka o operacijama.
- Ručno – memorijskim karticama ili USB
- Jeftino rešenje za mali broj mašina
- Automatski bežični prenos podataka
- Pogodan za veliki broj mašina
- Ubrzava proces prikupljanja podataka
- Dvosmerna komunikacija
- Skuplje rešenje

Slika 2. Poređenje tradicionalnog prikupljanja podataka sa parcele i upotrebom aplikacije
Figure 2. Comparison of traditional plot collection and application usage

- Obrada podataka, analiza podataka i donošenje odluka o sledećim operacijama na nivou svake pojedinačne parcele
- Sagledavanje mogućnosti primene drugih tehnologija precizne poljoprivrede i potrebnih radnji, opreme itd. da se započne sa primenom
- Nakon višesezonske analize podataka, donošenje odluka o mogućim promenama tehnologija obrade zemljišta za pojedine parcele, primene određenih melioracionih mera ...
- Promena strukture mehanizacije shodno zahtevima novih tehnologija
- Kratkotrajni i jednokratni procesi
- Standardizacija naziva operacija, mašina, semena, đubriva, naziva i sastava tank mix-a itd. Koliko god ovaj proces izgleda jednostavan, toliko je komplikovan za prihvatanje, pogotovu u firmama koje imaju više delova razdvojenih geografski. Svaki kraj ima svoje specifične nazive za neku operaciju tako da treba istrajati u insistiranju da se koriste jedinstveni nazivi. Često rukovaoci ne razlikuju ime mašine i operaciju za koju se ona koristi. Bez standardizacije nastaje neopisiv kaos u prikupljenim podacima i oni postaju neupotrebljivi. Podacima dobijemim od

mašina sa parcela mora se verovati a zbrka sa nazivima unosi sumnju i njihovu validost.

- Sagledavanje tehnološkog nivoa postojeće samohodne mehanizacije i priključenih mašina, kao i mogućnosti i isplativosti nadogradnje
- Definisanje potrebnih standarda opreme za preciznu poljoprivredu koje moraju da ispune mašine prilikom nabavke novih. Radi se o jednostavnoj kompatibilnosti navigacione opreme sa novom priključnom mašinom koja se nabavlja:
- Da li podržava ISO standard?
- Da li se koristi monitor navigacionog sistema ili monitor proizvođača priključne mašine?
- Da li treba RS232 signal?
- Da li podržava varijabilnu normu?
- Format podataka dokumentacije itd.

To su samo neka od dodatnih pitanja na koja se mora odgovoriti pre nabavke nove priključne mašine osim njenih tehnoloških i eksploatacionih karakteristika, da se ne bi došlo u situaciju da nabavljena priključna mašina ne može da se poveže sa traktorom i navigacionom opremom. Isto važi i za nabavku novih traktora, gde treba obratiti pažnju na nivo opreme za preciznu poljoprivredu koju isti poseduje, jer nije isto kupiti traktor nivoom opreme ISO ready, GreenStar ready i Autotrac ready. Svaka naknadna dogradnja kablova, creva, kontrolera, utičnica je znatno skuplja nego kada je fabrički izvedena.

Kreiranje kanala izveštavanja menadžmenta. Za sada se u praksi pokazalo da je najbolje da tim za preciznu poljoprivredu direktno odgovara prvom čoveku firme i da se na taj način vrši pritisak na niži menadžment, ako je potreban, da se primenjuje tehnologije koje su im na raspolaganju.

Kreiranje kanala komunikacije između tima za preciznu poljoprivredu i drugih timova (ratarstvo, zaštita bilja, računovodstvo, servis ...). Svaki od navedenih sektora može i treba da koristi informacije od zajedničkog i posebnog interesa samo za njih. Tehnologija je takva da i oni svojim delovanjem stvaraju dodatne informacije iz svoje oblasti koje su interesantne za ostale članove tima.

Kreiranje kanala komunikacije kancelarija-parcela i definisanje informacija koje je su potrebne za otvaranje radnog naloga, koje je moguće poslati a koje se moraju unositi ručno. Nema potrebe prepisivati u radni nalog informacije koje se već prikupljaju elektronskim putem, nego treba samo upisivati specifične informacije koje nise već unešene.

Uvesti specifične operacije precizne poljoprivrede (npr. skeniranje zemljišta) kao obavezne operacije u tehnološke karte

Uvesti pripremu, podešavanje i održavanje navigacionih sistema kao obavezne radove pre započinjanja operacija na parceli i definisati zaduženja tima za preciznu poljoprivredu, servisa, tehničara i inženjera. Kao što se pre svake operacije traktor i priključna mašina pripremaju za određenu operaciju tako i navigaciona oprema mora da se pripremi. Bolje je odvojiti 1 sat pre početka operacija i izvršiti potrebna podešavanja i onda celu sezonu raditi bez problema nego preskočiti pripremu, mučiti se danima sa lošim radom navigacione opreme i onda da bi se rešio problem moraju se izvršiti potrebna podešavanja.

4. ZAKLJUČAK

U tradicionalnoj poljoprivredi visoki troškovi proizvodnje i smanjenje prinosa utiču na smanjenje profita. Na osnovu nepreciznih procena ili pogrešnih preporuka „bacaju“ se preterane količine mineralnih đubriva, semena, hemijskih sredstava itd. što znatno povećava troškove proizvodnje a u nekim slučajevima smanjuje i prinos. Primenom različitim tehnologija precizne poljoprivrede moguće je smanjiti troškove proizvodnje dok se drugim tehnologijama može povećati prinos a samim tim i profit. Za uvođenje precizne poljoprivrede u praksu ne postoji jedinstveno idealno rešenje koje se može univerzalno primeniti za svakog korisnika. Svaki korisnik može i mora imati svoj jedinstveni način uvođenja precizne poljoprivrede. Zbog toga postoji dosta lutanja i pogrešnih nabavki opreme izazvanih neznanjem i nepotpunim informacijama. Date preporuke su generalnog karaktera i mogu poslužiti samo kao pomoć u smislu sagledavanja poslova koji je potrebno obaviti prilikom procesa uvođenja precizne poljoprivrede. Nije važan redosled uvođenja tehnologija niti taksativno praćenje preporuka već je važno započeti sa samim procesom.

5. LITERATURA

1. Brett Whelan, James Taylor, (2013): Precision Agriculture for Grain Production Systems. DOI: 10.1071/9780643107489; ISBN (electronic): 978-0-643-10749-6
2. Jessica Lindblom, Christina Lundstrom, Magnus Ljung, Anders Jonsson. (2017): Promoting sustainable intensification in precision agriculture: review of decision support systems development and strategies. Precision Agric (2017) 18:309–331 DOI 10.1007/s11119-016-9491-4
3. Hedley, C. (2015), The role of precision agriculture for improved nutrient management on farms. J. Sci. Food Agric., 95: 12-19. doi:10.1002/jsfa.6734
4. Mare Srbinovska, Cvetan Gavrovski, Vladimir Dimcev, Aleksandra Krkoleva, Vesna Borozan. (2015): Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks. Journal of Cleaner Production, Volume 88, 1 February 2015, Pages 297-307. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.036>
5. Mark Shepherd, James A Turner, Bruce Small, David Wheeler. (2018) Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the ‘digital agriculture’ revolution. Journal of the Science of Food and Agriculture 95.
6. E. Raymond Hunt Jr. & Craig S. T. Daughtry (2018) What good are unmanned aircraft systems for agricultural remote sensing and precision agriculture?, International Journal of Remote Sensing, 39:15-16, 5345-5376.
7. Rossi, V., Salinari, F., Poni, S., Caffi, T., & Bettati, T. (2014). Addressing the implementation problem in agricultural decision support systems. Computers and Electronics in Agriculture, 100, 88–99.
8. Pierpaoli, E., Carli, G., Pignatti, E., & Canavari, M. (2013). Drivers of precision agriculture technologies adoption: A literature review. Procedia Technology, 8, 61–69.

STEPS IN IMPLEMENTATION OF THE PRECISE AGRICULTURAL SYSTEM IN AGRICULTURAL PRACTICE

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

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

SUMMARY

The implementation of precision agriculture has become possible thanks to the development of sensor technology used in combination with procedures for mapping a variable to a suitable agro-technical scale in the production area, such as sowing, fertilization, application of herbicides and pesticides, harvesting, etc. A key feature to achieve "precision" stems from the use of a positioning system, primarily the Global Navigation Satellite System (GNSS). High production costs and lower yields have the effect of reducing profits. Excessive amounts of mineral fertilizers or henna agents are thrown away based on inaccurate estimates or incorrect recommendations, which significantly increases production costs and, in some cases, reduces yields. To exploit the potential for increasing profits, it is necessary to begin the process of introducing precision agriculture into daily practice. There is no "silver bullet", an ideal solution that can be universally applied to all users. This fact may seem discouraging at first glance, however, this fact leaves a lot of room for maneuver because every user can have their own unique path. For the process of introducing precision agriculture, the authors will try to make a number of recommendations based on years of practical experience. The recommendations are divided into two groups, long-term permanent processes and one-off processes.

Keywords: precision agriculture, profit, putting it into practice.

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: 17. 07. 2019. god.

Prihvaćeno: 27. 07. 2019. god.