

Aleksandar Repić
ABP Sombor d.o.o.

UDK 63:004
Pregledni članak
Primljen: 12. VI 2016.

EKONOMSKI UTICAJ PRIMENE PRECIZNE POLJOPRIVREDE NA RATARSKU PROIZVODNJU

SAŽETAK: Rad se bazira na analizi uticaja koliko neke od savremenih informacionih tehnologija (IT), kao što su globalni pozicioni sistem (GPS) i geografski informacioni sistemi (GIS) mogu da doprinesu poljoprivrednoj, a pre svega ratarskoj proizvodnji. Koristi od primene ovih tehnologija uključuju veći prinos, smanjenje upotrebe hemikalija, sprečavanje zagađenja i mnoge druge pogodnosti. Analiza obuhvata zaključke studija slučaja, u okviru kojih je ispitan stepen ušteda pri primeni najsavremenijih tehničkih sistema za satelitsko navođenje i automatsko upravljanje pri obavljanju poljoprivrednih operacija tokom cele sezone.

KLJUČNE RIJEČI: precizna poljoprivreda, informacione tehnologije, ekonomska isplativost

1. UVOD

Za donošenje efikasnih odluka u poljoprivrednoj ratarskoj proizvodnji neophodne su tačne informacije o zemljištu, klimi, gajenoj biljnoj vrsti, prethodno gajenim vrstama, poljoprivrednoj mehanizaciji koja nam je na raspolaganju, kao i svi ostali parametri značajni za kvalitet i kvantitet proizvoda i za očuvanje zemljišta i voda. Dodatni parametri novog doba poljoprivredne proizvodnje obuhvaćeni su terminom Precizna poljoprivreda. Primena IT utiče na smanjivanje velikog jaza između istraživača u oblasti poljoprivrede i samih proizvođača, što dovodi do visokorazvijenog agrara koji ima izuzetan doprinos nacionalnoj ekonomiji i društvu. [1]

2. PRECIZNA POLJOPRIVREDA

Precizna poljoprivreda je relativno nov naučni pristup poljoprivrednoj proizvodnji na globalnom nivou. Termin "precizna poljoprivreda" označava primenu IT, GIS i GPS u upravljanju poljoprivrednom proizvodnjom. To je zapravo poljoprivredni

sistem koji ima potencijal da dramatično izmeni poljoprivredu u XXI veku. Precizna poljoprivreda predstavlja proaktivan pristup koji smanjuje rizike u poljoprivredi. Ona je u suštini ekološka jer doprinosi očuvanju prirodnih resursa [2].

Osnovni cilj koncepta precizne poljoprivrede je povećanje profitabilnosti, povećanjem prinosa uz smanjenje količine/cene inputa, a da se pri tom zadrži model "dobre poljoprivredne prakse". Iako se danas termin „precizna poljoprivreda“ vezuje za određene nove tehnike koje se koriste u procesu poljoprivredne proizvodnje, ključ precizne poljoprivrede je ipak informacija koja se dobija u toku te proizvodnje. U praksi je dokazano, što će biti ilustrovano i navedenim primerima u radu, da proizvođači koji imaju menadžerski pristup u toku proizvodnje tj. imaju pristup detaljnijim informacijama, ostvaruju i veći profit.

Postoje brojne nove tehnike kojima se ostvaruju principi „precizne poljoprivrede“. Ovo su samo neke od njih:

1. Uklapanje prohoda - navođenje poljoprivredne mehanizacije uz pomoć GPSa,
2. Tehnologija promenljivih normi,
3. Mapiranje prinosa,
4. Daljinska detekcija,
5. Geo-informacioni sistem (obrada i analiza podataka).

Precizno slaganje prohoda je danas načešće primenjivana tehnika u domenu precizne poljoprivrede. U prošlosti su postojala brojna rešenja koja su trebala da reše problem preklapanja redova i/ili oplazina u toku rada mehanizacije. Ubrzanim razvojem novih tehnologija, stvorili su se uslovi da se ovaj problem reši na ekonomski isplativ način. Bez obzira o kojoj tehnici precizne poljoprivrede se radi, tehnologija koja je nezaobilazna i sastavni je deo svih tehnika naziva se GPS tehnologija [3].

Iako se danas termin "precizna poljoprivreda" vezuje za nove tehnologije koje se koriste u savremenoj poljoprivredi, osnova precizne poljoprivrede ipak ostaje informacija koja se dobija tokom te proizvodnje. Iz tih razloga, farmeri treba da postanu svesni koristi od interneta i drugih IT koje nude informacione usluge od značaja za upravljanje agrarnom proizvodnjom.

3. GLOBALNI POZICIONI SISTEM (GPS)

Prvi Globalni Pozicioni Sistem počeo je da se razvija od strane američkog ministarstva odbrane 1973. godine. Pet godina kasnije lansiran je prvi satelit u probnu orbitu. Američko ministarstvo odbrane je u početku degradiralo signal po principu „selektivne dostupnosti“ u svrhu „nacionalne sigurnosti“, sve do maja 2000. godine, kada je dekretom predsednika države, ova degradacija signala ukinuta radi šire primene GPS u civilne svrhe. Na tom osnovu je došlo do povećanja preciznosti i do deset puta, što je otvorilo nove mogućnosti za primenu i u poljoprivredi.

GPS sistem sastoji se od tri komponente: komponente u vasioni, kontrolne komponente i korisničke komponente. Komponente u vasioni predstavlja 24 GPS satelita, koji se kreću u 6 orbitalnih ravni, ravnomerno raspoređenih u odnosu na Zemlju. Ovaj broj i pravilan raspored satelita garantuje da se, sa svake tačke na Zemlji, u svakom trenutku na horizontu, nalazi bar četiri satelita, potrebna za određivanje pozicije GPS prijemnika. Često je aktivno više od 24 satelita, a trenutno ih je u funkciji 30. GPS sateliti pokrivaju čitavu planetu i služe za precizno određivanje položaja sa preciznošću od nekoliko metara. Princip rada se zasniva na merenju potrebnog vremena da elektromagnetni signal dođe od satelita do GPS prijemnika. Na tom osnovu se određuje rastojanje između dve tačke, a pošto je položaj satelita uvek poznat, iz prethodnog možemo utvrditi tačan položaj posmatranog prijemnika na zemlji.

Šira primena u poljoprivredi omogućena je tek kada je ostvareno da relativna greška bude ispod 0,5 m. Najznačajniji napredak u tom smislu je primena DGPS (enf.differential GPS) gde jedan ili više GPS prijemnika postavljeno u referentne tačke, čija je pozicija određena s visokom tačnošću. U zavisnosti od raznih uticaja i promene položaja satelita dobijaju se različiti podaci o poziciji referentnih tačaka. Odgovarajućim programom utvrđuje se trenutna greška u pozicioniranju, pa se podatak šalje do geostacionarnog satelita. GPS prijemnik, na primer, na traktoru, dobija podatke od satelita za navođenje, a podatke o potrebnoj korekciji dobija od geostacionarnog satelita. Signal sa podacima, za otklanjanje greške, naziva se korekcioni. Viša tačnost pozicioniranja može da se ostvari pomoću gušće mreže zemaljskih stanica, koje koriste neki od korekcionih signala, a svojim programom dodatno smanjuju greške pri pozicioniranju. Mobilni, traktorski, GPS prijemnik tada mora da ima mogućnost da s tim stabilnim stanicama ostvaruje radio vezu, radi prijema korekcionog signala. Dakle, u tom slučaju, GPS prijemnik, pored signala od navigacionih satelita,

korekcionni signal prima od zemaljske stanice, a ne od geostacionarnog satelita. Ovakav sistem najčešće označava se s RTK (eng. Real Time Kinetics ili Kinematics). Usled niske cene i sveprisutne raširenosti mreža telefonije u ovim sistemima se za civilne potrebe koristi uglavnom GSM bežična mreža uz korišćenje GPRS za paketni prenos podataka [4].

U preciznoj poljoprivredi je od primarnog značaja trenutno određivanje položaja neke tačke na parceli, bilo da ona predstavlja položaj poljoprivredne mašine ili mesto sa koga je uzorkovano zemljište. Ugrađeni u traktore i kombajne, GPS prijemnici prosleđuju tačnu geografsku poziciju, kao i tačno vreme reda nanosekunde. Zajedno sa informacijama o trenutnom nivou prinosa, količini tečnosti koju primenjuje rasprskivač i gustini setve, ovi podaci postaju značajni za dalju analizu u narednim fazama obrade zemljišta [5]. Za primenu GIS u ratarskoj proizvodnji području Srbije i Vojvodine moguće je da se besplatno koristi korekcionni signal Egnos (European Geostationary Navigation Overlay Service).

4. GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEM (GIS)

Postoje brojne definicije GIS. Jednu od najčešće korišćenih definicija dala je firma ESRI: Geographic Information System (GIS) integriše hardver, softver i podatke za snimanje, upravljanje, analiziranje i prikaz svih oblika geografskih informacija od važnosti. GIS omogućava da vidimo, tumačimo, razumemo i vizualizujemo podatke sa prostornim geografskim karakteristikama, da utvrdimo obrasce, šeme, zavisnost i trendove posmatrajući mape, globuse, grafikone [6].

U najopštijem smislu, GIS predstavlja organizovan skup računarskog hardvera, softvera, podataka, osoblja i mreža radi efikasnog prikupljanja, skladištenja, ažuriranja, rukovanja, analize, modelovanja, prenosa, i prikaza svih oblika prostornih informacija. GIS je napredna tehnologija koja višedimenziono ubrzava prikupljanje, upravljanje i analizu prostornih podataka u oblasti poljoprivrede.

Prostorni podaci su „srce“ svake GIS procedure i aplikacije. Prostorni podatak je georeferenciran svojom lokacijom na površini Zemlje. To podrazumeva tačno zabeleženu lokaciju, određen koordinatni sistem, jedinice mere i projekciju karte. Kada se prikazuje, prostorni podatak uvek ima odgovarajuću razmeru kao i na papirnoj karti [7].

hektara monokulture na unapređenje proizvodnih procesa u toku jedne sezone kroz tri operacije:

- predsetvenu pripremu,
- rasipanje mineralnog hraniva i
- prskanje.

U proizvodnji na parceli korišćena je besplatna diferencijalna korekcija koja je u radu „pomogla“ da se u proseku dobije tačnost između prohoda oko 15 cm. Rezultat analize ovog primera ukazuje da primenom GPS sistema za navođenje u toku sezone na površini od 300 ha pri gajenju jedne kulture, uštedama samo na operacijama rasipanja mineralnih hraniva i prskanju, ovakav sistem se isplati za manje od jedne proizvodne godine. Ukratko, kod automatskog upravljanja, rukovalac je fokusiran na rad priključne mašine. Primenom GIS sistema, mnogi proizvođači ukazuju na smanjenje sabijanja zemljišta poljoprivrednom mehanizacijom. Tačnost +/- 2 cm, ponovljiva je iz godine u godinu, pa se sve mašine mogu podesiti tako da rastojanje između točkova bude uvek isto. Na ovaj način svi prohodi se odvijaju uvek na istom mestu na parceli, čime se smanjuje sabijanje zemljišta.

Druga studija rađena je 2012. godine na uzornom imanju Poljoprivredne korporacije Beograd (PKB) koja se prostirala na oko 21.000 hektara obradive površine [9].

Analiziran je uticaj oblika parcele i pravca kretanja agregata traktor – priključna mašina pri kalkulisanju ušteda usled smanjenja preklopa susednih prohoda. Izvršena je analiza ušteda po kulturama (kukuruz, pšenica, soja, šećerna repa i detelina) i po operacijama za svaku kulturu pojedinačno, prema tehnologiji proizvodnje primenjenoj na uzornom imanju. Poređenjem ostvarenih stepena uštede zaključeno je pri kojim operacijama je primena navođenja ekonomski najopravdanija i koliki nivo opremljenosti uređajima za navođenje i upravljanje je potreban. Posebno je analizirana funkcionalna zavisnost ekonomskih ušteda u gorivu i inputima za operacije distribucije mineralnog hraniva i hemijske zaštite biljaka.

Analizom mogućih ušteda je zaključeno da je za proizvodne tehnologije koje sekoriste u PKB veću uštedu je moguće ostvariti za uskoredne kulture u odnosu na široko redne, a analiza je dala odgovor i napitanje pri kojim operacijama je korišćenje satelitskog pozicioniranja i automatskog upravljanja svrsishodno i ekonomski opravdano. Najveća ušteda se ostvaruje pri proizvodnji kultura koje zauzimaju najveću površinu u PKB (strnine i kukuruz), i pri proizvodnim tehnologijama koje zahtevaju veći broj operacija. Opseg uštede

zavisi od primenjene tehnologije proizvodnje, odnosno broja operacija i zahteva operacija. Povećanjem širine zahvata mašine, povećava se nepreciznost i prekop, te je primena satelitskog navođenja u tim slučajevima ekonomski isplativija.

Kroz sledeća tri proračuna prezentovana od strane profesora Martinova na seminaru Saverovavnih službi Vojvodine [10] taksativno će biti predstavljena analiza stepena uštede primenom različitih kultura na različitim parcelama.

Primer 1

Imanje ima 150 ha pod ratarskim biljnim vrstama. Biljne vrste i površine su: pšenica 45 ha, kukuruz 60 ha, soja 45 ha. Razmatrana je primena uređaja za GPS navođenje i uklapanje prohoda, koji je namenjen za ručno navođenje, koristi korekcionni signal Egnos s očekivanom greškom, u praksi, do 0,3 m, čija cena je oko 2.000.

Izračunato je da se primenom GPS uređaja ostvaruje, ušteta od 10,5 € po hektaru, ili, na ukupnoj površini 474 € godišnje. Na isti način sproveden je proračun ušteta za proizvodnju kukuruza i soje. Uštete su 614 € za kukuruz i 297 € za soju. Ukupno, za sve tri biljne vrste, ušteta, koja može da se ostvari primenom GPS uređaja za navođenje i uklapanje prohoda, je 1.385 € godišnje.

Primer 2

Imanje ima 500 ha pod ratarskim biljnim vrstama. Biljne vrste i površine su: pšenica 125 ha, kukuruz 200 ha, repica 175 ha. Nakon analize primene uređaja za GPS navođenje i uklapanje prohoda s automatskim navođenjem, korišćenjem korekcionnog signala OmniSTAR HP s očekivanom greškom, u praksi, do 0,1 m, čija je cena je oko 10.000 €, došlo se do proračuna ukupne uštete za sve tri biljne vrste od 7.815 € godišnje

Primer 3

Imanje ima 2.000 ha pod ratarskim biljnim vrstama. Biljne vrste i površine su: pšenica 600 ha, kukuruz 600 ha, šećerna repa 400 ha, suncokret 400 ha. Koristi se prenosiva zemaljska stanica i tri GPS uređaja za automatsko navođenje s mogućnošću premeštanja. Ukupna cena opreme je 52.000 €. Greška je do 0,05 m, a ne koristi se korekcionni signal. Vek osam godina. Ukupna godišnja ušteta je 31.763 €.

6. KORISNOST PRIMENE GIS

Uporednom analizom navedenih studija slučaja utvrđene su višedimenzionalne prednosti primene GIS u ratarskoj proizvodnji koje se ogledaju u sledećem:

- nov pristup načinu uklapanja prohoda i menadžmentu podacima;
- inovacija u procesu primene tehnologija poljoprivredne proizvodnje – brže i po nižoj ceni
- kompleksnost koja podrazumeva specijalizovanu opremu i postupke, ekonomski je isplativa u jednoj sezoni;
- postavljanje novih pravila, što kao stratešku prednost podrazumeva drugačiji način na koji se vrši konkretno uklapanje prohoda, a dotadašnje načine uklapanja prohoda (markiranti, stalni tragovi, markeri, pena) čini viškom;
- rekonfiguracija sistema u pronalaženju novog načina na koji se delovi sistema mogu uklopiti da funkcionišu zajedno, a informaciono praćeno uklapanje prohoda svakako pruža izvanrednu bazu za celokupan menadžment parcelama i imanjima, i to u segmentima planiranja i praćenja inputa, energenata, radnih sati rukovalaca i ekoloških efekata;
- suština ove inovacije je u traženju novih načina uklapanja prohoda i sticanja strateške prednosti – tako da će uvek postojati prostor za nove načine sticanja i zadržavanja kompetitivne prednosti,
- dizajn sistema nudi platformu na kojoj se mogu graditi varijacije i druge generacije navigacionih i upravljačkih sistema;

Faktori koji utiču na ekonomsku isplativost, a koji se moraju detaljno razmotriti pri nabavci opreme su sledeći:

- veličina i oblik parcele (obrađive površine),
- vrsta i tip poljoprivredne proizvodnje
- broj i vrsta aplikacija u toku godine
- vrsta i organizacija rada mehanizacije (širina i dubina radnog zahvata)

- cena GPS sistema za navođenje (cena uređaja, eventualna cena komercijalnog GPS korekcionog signala)
- smanjenje preklopa i/ili oplazina, a time smanjenje količine/cene inputa (materijal, gorivo...) za oko 5-15%,
- povećanje brzine kretanja pri radu za oko 15%,
- manji zamor rukovaoca,
- nepotrebno je korišćenje markiranata,
- mogućnost rada pri smanjenoj vidljivosti i noću, sa istom tačnošću kao i pri danu (posebno značajno za pojedine operacije, npr. Prskanje),
- produženje radnog dana tj. povećanje produktivnosti radne snage i poljoprivredne mehanizacije.

ZAKLJUČAK

Savremena poljoprivreda u razvijenim zemljama suočava se sa zahtevima ostvarivanja što višeg kvaliteta, za proizvode dobijene po što nižim cenama, uz što manji uticaj na životnu sredinu. Primena satelitskog navođenja poljoprivrednih mašina omogućava ispunjavanje svih navedenih zahteva.

Upotreba GIS najviše je zastupljena u ratarskoj proizvodnji, ali je u poređenju sa drugim sektorima poslovanja još uvek na niskom nivou primene. To je uzrokovano nedostatkom formalnih mogućnosti o pristupačnosti inovacija i značaju GIS aplikacija upravo fokusiranih na poljoprivrednu proizvodnju. Potrebno je, s jedne strane, veće angažovanje IT stručnjaka u ovoj oblasti, i s druge, bolja popularizacija i šire obrazovanje poljoprivrednih inženjera. Takođe, sam poljoprivredni proizvođač mora da bude ohrabren i obučen za efikasnije korišćenje novih tehnologija.

LITERATURA

[1] de Janvry, A., G. Graff, E. Sadoulet and D. Zilberman, Technological Change in Agriculture and Poverty Reduction, Concept paper for the WDR on Poverty and Development 2000/01,

- [2] Bongiovani R., Lowenberg-Deboer J., "Precision Agriculture and Sustainability", Precision Agriculture, 5, 359-387, 2004.
- [3] Brunet, B. *Navođenje poljoprivredne mehanizacije uz pomoć gps tehnologije*http://www.poljoberza.net/AutorskiTekstoviJedan.aspx?ime=AR00308_1.htm&autor=12 pristup: jul 2016.
- [4] Rančić D., Stoimenov L., Stojanović D., Đorđević-Kajan S., "Primena GIS i GPS tehnologije u kontroli javnog gradskog prevoza", INFOTEH-JAHORINA Vol. 6, Ref. E-II-12, p. 379-383, 2007.
- [5]. Gavrić M., Sekulić P., "Primena GIS-a i GPS-a u poljoprivredi", Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 2004, br. 40, str. 171-178.
- [6]http://www.esri.com/what-is-gis/overview#overview_panel pristup: maj 2016
- [7] Jovanović V, Đurđev B, Srdić Z, Stankov U. 2012. Geografski informacioni sistemi. 1. izd. Beograd: Univerzitet Singidunum. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu. 209 str.
- [8] http://www.poljoberza.net/AutorskiTekstoviJedan.aspx?ime=AR00308_1.htm&autor=12 pristup: juli 2016.
- [9] EKONOMSKA EVALUACIJA GPS TEHNOLOGIJE U POLJOPRIVREDI SRBIJE Škola biznisa 2013 (3-4)
- [10] <https://www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs/sites/default/files/gps%2520navodjenje.ppt> pristup: juli 2016.

Aleksandar Repić

ECONOMY INFLUENCE OF PRECISION FARMING ON IN- FIELD PRODUCTION

Sumarry

This paper evaluates how some of modern information technology, such as global positioning systems and geographic information systems has a potential to benefit the agricultural, especially in-field production. The benefits from implementing this technology include increasing yield, reducing chemical inputs, preventing pollution, and many other benefits. The paper concens case studies conclusions, that examined level of savings in the application of the most modern technical systems for satellite guidance and control over performing agricultural operations throughout the season.

Key words: *precision farming, information technology, economic viability*