

EKONOMSKA EVALUACIJA GPS TEHNOLOGIJE U POLJOPRIVREDI SRBIJE

*Dragan Marković**, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu
Slobodan Pokrajac, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu
Vojislav Simonović, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu
Ivana Marković, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Sažetak: U ovom radu ispitan je stepen ušteta pri primeni najsavremenijih tehničkih sistema za satelitsko navođenje i automatsko upravljanje pri obavljanju poljoprivrednih operacija tokom cele sezone. Uzorno imanje bila je Poljoprivredna korporacija Beograd koja se prostire na oko 21.000 hektara obradive površine. Analiziran je uticaj oblika parcele i pravca kretanja agregata traktor – priključna mašina pri kalkulisanju ušteta usled smanjenja preklopa susednih prohoda. Izvršena je analiza ušteta po kulturama (kukuruz, pšenica, soja, šećerna repa i detelina) i po operacijama za svaku kulturu pojedinačno, prema tehnologiji proizvodnje primenjenoj na uzornom imanju. Detaljno su prikazani podaci samo za pšenicu i ječam. Poređenjem ostvarenih stepena uštete 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 ušteta u gorivu i inputima za operacije distribucije mineralnog hraniva i hemijske zaštite biljaka. Tabelarno je data procena stepena svih očekivanih ušteta za operacije koje se odnose na pet analiziranih kultura.

Ključne reči: pšenica, precizna poljoprivreda, uklapanje prohoda, parcela, gorivo, inputi, uštete.

ECONOMIC EVALUATION OF GPS TECHNOLOGY IN SERBIAN AGRICULTURE

Abstract: This paper examined the level of savings in the application of the most modern technical systems for satellite guidance and control over performing agricultural operations throughout the season. The exemplary property was Agricultural Corporation Belgrade (PKB), which covers about 21.000 hectares of arable land. The effects of plot shape and direction of movement of tractor-attachment

* dmarkovic@mas.bg.ac.rs

units in calculating the savings from reduced overlapping of adjacent passes were studied. The analysis was carried out of savings per crop (maize, wheat, soybean, sugar beet and alfalfa) and the operations for each crop separately, based on the manufacturing technology applied to an exemplary property. Detailed data are shown only for wheat and barley. Comparing the achieved level of savings, the application of guidance for the type of the most economically viable operations was found as well as the needed equipment level of guidance devices and management. In particular, the analysis involved the functional dependence of the economic savings in fuel and inputs for the operations such as mineral fertilizers distribution and chemical plant protection. Tabulated are the data estimates for the degree of anticipated savings for operations related to the five analyzed crops.

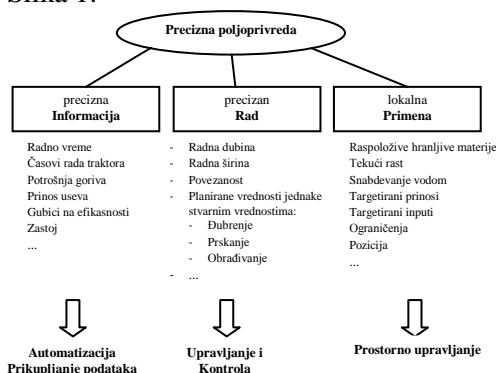
Key words: wheat, precision farming, pass fitting, plot, fuel, inputs, savings.

JEL classification: Q14

1. UVOD

U nizu značajnih prodora visoke informatičke i telekomunikacione tehnologije u poljoprivredu poslednjih nekoliko decenija, posebno se izdvaja tzv. GPS tehnologija, odnosno satelitsko navođenje poljoprivrednih mašina. Reč je, nesumnjivo, o najsavremenijoj tehnologiji koja se ubrzano razvija i unapređuje (Luecke, & Katz, 2003). Time je omogućen i razvoj novih koncepata ratarske proizvodnje, a pre svega koncept *precizne poljoprivrede*.

Polazna pretpostavka precizne poljoprivrede zasniva se na velikom broju preciznih informacija neophodnih za donošenje odluka. Neposredno poređenje višegodišnjih parametara dobijenih sa parcela omogućuje optimalnu upotrebu sredstava za rad, minimiziranje ekoloških rizika, povećanje kvaliteta proizvoda i iznad svega porast rentabilnosti proizvodnje, odnosno profita. Ovaj koncept prikazuje Slika 1.



Slika 1. Shematski prikaz koncepta precizne poljoprivrede.

Treba istaći da precizna poljoprivreda ipak nije sasvim novi koncept. U stvari, on svoje začetke ima još davnih 1970-ih godina, kada su poljoprivrednici razvijenih zemalja po prvi put počeli da koriste laserski kontrolisane ravnalice za tačno nivelisanje ili navodnjavanje velikih poljoprivrednih površina. Značajan korak se dogodio pre petnaestak godina, kada je američka GPS satelitska konstelacija NAVSTAR po prvi put postala komercijalno dostupna za široku upotrebu.

Brzi napredak u elektronici, računarstvu i računarskim tehnologijama inspirisao je ponovni interes u razvoju sistema vođenja vozila (Trott, 2008). Sadašnji predlozi uglavnom su bazirani na mašinskom vidu i satelitskom pozicioniranju (Karadžić et al., 2007).

Najdirektnija posledica opremanja traktora i drugih mašina opremom za satelitsko pozicioniranje i automatsko upravljanje je preciznije uklapanje prohoda. Ovo podrazumeva preciznije vođenje mašina po pravcu i smanjenje preklopa (sledstveno i smanjenje broja prohoda po parceli) tokom obavljanja određene operacije.

Iz preciznijeg vođenja mašina po pravcu proističu sledeće direktne prednosti i uštede: smanjenje gubitaka i oštećenja biljne mase i kvalitetnija struktura. Iz smanjenja broja prohoda po parceli proističu sledeće direktne prednosti i uštede: smanjenje poljoprivrednih inputa, smanjenje potrošnje goriva, poboljšanje ekoloških uslova, poboljšanje ergonomskih uslova, povećanje produktivnosti rada. Stepenn navedenih direktnih prednosti i ušteda pri određenoj poljoprivrednoj operaciji zavisi od samih zahteva operacije. Sistem precizne poljoprivrede omogućuje brzo ostvarivanje poslovne prednosti. Prema nekim statistikama čak do 16% troškova ratarske proizvodnje otpada na gubitke u vremenu, rasipanju materijala, kao i na neefikasno kretanje mašina na njivama. Upotrebom tehnologija precizne poljoprivrede takvi gubici se smanjuju, na prihvatljiv nivo od samo 6–7%, dakle više nego dvostruko.

Samo korišćenje satelitske navigacije donosi i dve indirektno prednosti i uštede koje se odnose na sve poljoprivredne operacije. Prva indirektna prednost je mogućnost rada noću, što je naročito bitno pri ograničenim vremenskim rokovima za obavljanje određenih poljoprivrednih operacija. To ograničenje prevashodno potiče od loših meteoroloških prilika. Preklop pri podrivanju/tanjiranju i manuelnom navođenju danju je 10–20 cm, a noću 40–50cm (Amiama et al., 2008; Auernhammer, 2001). Pri korišćenju preciznog navođenja, uz pomoć satelitskog navođenja, preklop može da se svede na 5–10 cm u svim uslovima (Renschler et al., 2002). Druga indirektna prednost se odnosi na to što većina sistema za satelitsko navođenje ima integrisane i druge funkcije, koje mogu dobro da posluže za menadžment, knjigovodstvo, razne dokumentacije i planiranje proizvodnje u narednom periodu (Luck et al., 2010;

Petrovački et al., 2007). Uslovi u Srbiji dozvoljavaju preciznost 2–3 cm, primenom Agros servisa i kinematske metode pozicioniranja (Gavrić et al., 2006).

2. MATERIJAL I METOD

Ušteda (ekonomska dobit), koja se ostvaruje primenom satelitskog pozicioniranja i automatskog upravljanja, nije ista za sve biljne vrste i primenjene agrotehničke mere odnosno proizvodne tehnologije. Pri proračunu potencijalnih ušteda u proizvodnji na imanjima *PKB-a* korišćeni su podaci preuzeti iz evidencije za 2011. godinu, a za proračun je odabrano pet najzastupljenijih biljnih vrsta, i to:

1. merkantilni kukuruz / silažni kukuruz (ukupno 6573 ha),
2. merkantilna pšenica / merkantilni ječam (ukupno 6049 ha),
3. merkantilna soja (ukupno 2384 ha),
4. šećerna repa (ukupno 1247 ha),
5. lucerka (ukupno 2705 ha).

Pored biljne vrste navedeno je na kolikoj površini je ona zasejana, prema podacima preuzetim iz *Plana setve po kulturama za period 2010/11*, a navedene biljne vrste zauzimaju ukupno 18959 ha, odnosno 88% od ukupno zasejanih 21491 ha u redovnoj i drugoj setvi na imanju *PKB-a*.

Za proračun ušteda pri primeni tehnike u domenu satelitskog pozicioniranja i automatskih upravljanja traktorima i drugim mašina na imanjima *PKB-a* korišćen je tabelarni program GPS AgroKalkulator v.1 koji je razvijen u okviru studije „Isplativost primene GPS navođenja i uklapanja prohoda u poljoprivredi Vojvodine“, a raspoloživ u Pokrajinskom sekretarijatu za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo.

U pojedinim poljoprivrednim operacijama (poput DMH i zaštite biljaka) koristi se više sredstava tj. inputa (i_1, i_2, \dots, i_n) istovremeno, čija je količina po hektaru k_1, k_2, \dots, k_n , a nabavna cena po jedinici c_1, c_2, \dots, c_n . U proračun je potrebno ubaciti ukupnu količinu po hektaru (ukoliko je potrebno podeljenu s brojem zahvata) sa prosečnom cenom srazmernom količinama odgovarajućih inputa. Ovom prilikom korišćena je sledeća relacija za izračunavanje srednje cene smeše:

$$c_s = \frac{k_1 \cdot c_1 + k_2 \cdot c_2 + \dots + k_n \cdot c_n}{\sum_{j=1}^n k_j} \quad (1)$$

Širine zahvata priključnih mašina korišćene u proračunu odgovaraju realnim širinama zahvata mašina koje se inače koriste na imanjima *PKB-a*. Koeficijent

iskorišćenja mašina je velik, 85%, jer se smatra da se u transportu i na uvratinama ne troši više od 15% vremena. Cena goriva za traktore je 1 €/l, a cena goriva za poljoprivredne avione 1,6 €/l. U Tabeli 1 prikazani su radni zahvati korišćenih priključnih mašina na imanjima *PKB-a*, preklopi sa i bez navođenja, kao i radne brzine sa i bez navođenja.

Tabela 1

Karakteristike korišćenih mašina

Mašina	Širina zahvata mašine (m)	Preklop (m)		Brzina (km/h)	
		bez navigacije	GPS navigacija	bez navigacije	GPS navigacija
Podrivač	6	0,5	0,3	7	7,5
Tanjirača	6	0,5	0,3	9	9,5
Drljača	6	0,5	0,3	10	10,5
Setvospremač	6	0,5	0,3	10	10,5
Kembridž valjci	6	0,5	0,3	8	8,5
Sejalica	6	0,2	0,02	8	8,5
Prskalica	18	1,5	0,5	9	9,5
Rasipač	24	2	0,5	10	10,5
Avion	30	4	2	150	155
Kombajn	9	0,9	0,5	6	6,5

Napomena. Prikaz autora.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. UTICAJ OBLIKA PARCELE

Najpre je ispitano kako ušteda zavisi od oblika parcele. Svaka parcela se aproksimira pravougaonom parcelom jednake površine i najsličnijeg oblika. Potrebno je ispitati kako oblik parcela istih površina, manifestovan kroz dužinu i širinu parcele, utiče na stepen ušteda, kao i pravac kretanja traktora tokom operacije. Oblik parcele manifestuje se koeficijentom r koji se predstavlja kao količnik dužine a i širine b parcele: $r = a/b$. Ako je širina zahvata priključne mašine d , onda je broj prohoda po dužini parcele $n_a = b/d$, a broj prohoda po širini parcele $n_b = a/d$. Ako se sa p označi smanjenje preklopa tokom operacije pri kojoj se koristi satelitsko navođenje, onda je ukupna površina koja nije tretirana dva puta pri susednim prohodima: $P_a = bpa/d$, odnosno $P_b = apb/d$. Iz ovog proizilazi da je ušteda, usled smanjenja dvostrukog tretiranja delova parcele, nezavisna od pravca kretanja agregata traktor –

priključna mašina, te da traktor treba voditi dužim pravcem, jer se smanjuje broj uvratina na kojima se manevriše agregatom.

Nastanak oplazina, usled manje tačnosti navođenja, takođe ima efekta na ekonomske pokazatelje traktorskih sistema za obradu zemljišta, jer se na tim mestima zemljište uopšte ne obradi u toku prohoda, ili se sledeće operacije rade na neobrađenom delu zemljišta, a to onda prouzrokuje, na primer manji prinos. Pošto se površina oplazina teško meri, uvek se pretpostavlja da se primenjuje preklap, koji sa sigurnošću eliminiše nastanak oplazina (Zhang et al., 2002).

3.2. ANALIZA UŠTEDA ZA PŠENICU

Proračun potencijalnih ušteta u proizvodnji merkantilne pšenice i ječma, uz primenu satelitskog pozicioniranja i automatskog upravljanja na traktorima i drugim mašinama, izveden je prema podacima istorije polja imanja na kome je gajen ječam na površini 90 hektara.

Ušteta u proizvodnji merkantilne pšenice i ječma uz primenu satelitskog pozicioniranja postiže se pre svega pri sledećim operacijama:

1. Ljuštenje strnjišta tanjiračom, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini potrošenog goriva. Procenjena ušteta na ovoj parceli je 120,11 €, ili 1,33 € po hektaru za ovu operaciju.
2. Podrivanje, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini potrošenog goriva. Procenjena ušteta na ovoj parceli je 158,16 €, ili 1,76 € po hektaru za ovu operaciju.
3. Tanjiranje, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini potrošenog goriva. Procenjena ušteta na ovoj parceli za dva prohoda je 244,17 €, ili 2,71 € po hektaru za ovu operaciju.
4. Distribucija mineralnog hraniva rasturačem, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini rasutog mineralnog hraniva, kao i u količini potrošenog goriva. Dodatna prednost može biti mogućnost lokacijski specifične distribucije (Turan et al., 2009). Cena đubriva je 0,3 €/kg za NPK i 0,26 €/kg za ureu, norma po hektaru je 120 kg, odnosno 102 kg. Procenjena ušteta na ovoj parceli za dva prohoda je 511,45 €, ili 5,68 € po hektaru za ovu operaciju.
5. Setvospremiranje, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini potrošenog goriva. Procenjena ušteta na ovoj parceli je 86,33 €, ili 0,96 € po hektaru za ovu operaciju.
6. Drljanje, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini potrošenog goriva. Procenjena ušteta na ovoj parceli je 83,44 €, ili 0,93 € po hektaru za ovu operaciju.
7. Setva, najznačajniji efekat je u uštedi semena, te održavanju pravca, te ekvidistantnosti i paralelnosti redova, što omogućava pravilnu strukturu

biljaka na parceli, iako kod strnjina ovo nije toliko značajno kao kod okopavina. Cena semena je 0,29 €/kg, setvena norma je 214 kg po hektaru. Procenjena ušteda na ovoj parceli je 327,62 €, ili 3,64 € po hektaru za ovu operaciju.

8. Valjanje kembridž valjcima, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini potrošenog goriva. Procenjena ušteda na ovoj parceli je 85,92 €, ili 0,95 € po hektaru za ovu operaciju.
9. Distribucija mineralnog hraniva avionom, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini rasutog mineralnog hraniva, kao i u količini potrošenog goriva. Cena đubriva (urea) je 0,26 €/kg, norma po hektaru je 102 kg. Procenjena ušteda na ovoj parceli je 229,96 €, ili 2,56 € po hektaru za ovu operaciju.
10. Zaštita useva avionom, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini potrošenog sredstva za zaštitu, kao i u količini goriva. Dodatna prednost može biti mogućnost lokacijski specifične zaštite. Cena sredstava za zaštitu je 31,75 €/l, dok je norma po hektaru (nekoliko komponenti) 0,66 l. Procenjena ušteda na ovoj parceli za dva prohoda je 353,02 €, ili 3,92 € po hektaru za ovu operaciju.
11. Žetva, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini potrošenog goriva, uz merenje prinosa kao opcije. Procenjena ušteda na ovoj parceli za dva prohoda je 173,42 €, ili 1,93 € po hektaru za ovu operaciju (Marković et al., 2008).

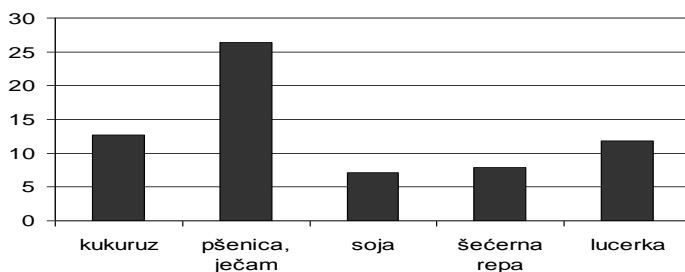
Vođenje agregata pri setvi zahteva najprecizniji signal i obavezno automatsko upravljanje traktorom da bi se ostvario željeni efekat, pre svega u održavanju preciznog pravca. Najznačajniji efekat je u uštedi semena, održavanju pravca, te ekvidistantnosti i paralelnosti redova, što omogućava pravilnu strukturu biljaka na parceli, iako kod strnjina ovo nije toliko značajno kao kod okopavina.

Pri operaciji presovanje/baliranje u proizvodnji strnjina primena satelitskog pozicioniranja nema značajniji uticaj.

Ukupna ušteda na ovoj parceli je 2.370 €, ili 26 € po hektaru.

3.3. UPOREDNA ANALIZA REZULTATA I ISPLATIVOST

Realne uštede za pet najzastupljenijih kultura na imanjima *PKB-a* neznatno variraju oko proračunate, i to kao posledica različitog oblika parcela, ali je uočljiva tendencija porasta uštede pri porastu širine parcele u odnosu na površinu. Poznajući strukturu setve i proračunate uštede po hektaru (dijagram, Slika 2) moguće je izračunati uštedu po kulturama i ukupnu uštedu za pet navedenih kultura (Tabela 2).



Slika 2. Dijagram sa uporednim prikazom potencijalnih ušteda po hektaru za pet ispitivanih biljnih vrsta

Tabela 2

Prikaz ušteda po hektaru, ukupnih ušteda po kulturama i ukupne uštede za sve kulture u sezoni 2009/10.

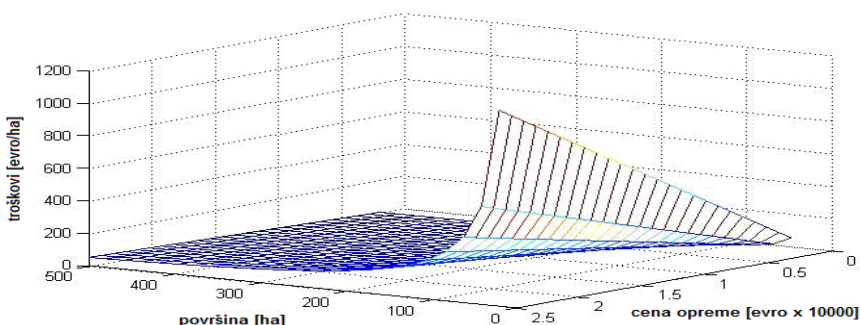
Kultura	Površina pod kulturom	Ušteda za kulturu po hektaru	Ukupna ušteda za kulturu
Kukuruz	6573	12,72 €	82.097 €
Pšenica i ječam	6049	26,37 €	159.512 €
Soja	2384	7,13 €	16.450 €
Šećerna repa	1247	7,93 €	9.639 €
Lucerka	2705	11,82 €	31.973 €
Ukupna ušteda za sve kulture:			301.980 €

Napomena. Prikaz autora.

Kao konačan rezultat analize potencijalnih ušteda pri korišćenju satelitskog pozicioniranja na imanjima *PKB-a*, i pri automatskom upravljanju traktorima i drugim mašinama, dobija se suma od 301.980 evra po sezoni. Prosečna ušteda po hektaru pri strukturi setve u sezoni 2009/10. bila je 15,92 €/ha. Ovo je direktna ušteda u inputima i gorivu. Svakako treba imati u vidu i povećanje produktivnosti, mogućnost ušteda zbog mogućeg noćnog rada korišćenjem satelitskog pozicioniranja, mogućnost ostvarivanja koncepta precizne poljoprivredne proizvodnje kroz menadžment, knjigovodstvo, razne dokumentacije i planiranje proizvodnje u narednom periodu, poboljšanje uslova rada za rukovoce mašinama, i, najzad, mogućnost doprinosa ekološkoj zaštiti u okviru gradskog „zelenog prstena“.

Troškovi uređaja su fiksno karaktera. Bez obzira na eksploatacione pokazatelje kupljenog uređaja, troškovi uređaja na godišnjem nivou ostaju isti. S druge strane, troškovi uređaja, izraženi po jedinici površine, opadaju s povećanjem površine na kojoj se primenjuju. Na Slici 3 prikazano je formiranje troškova po jedinici površine (1 ha), u zavisnosti od veličine površine na kojoj se

navigacioni uređaji primenjuju. Uređaj za navigaciju ili kompletan sistem koji se koristi za navigaciju i upravljanje traktorom je isplativ pri primeni za površinu na kojoj su troškovi manji od projektovane potencijalne uštede. Rastom površine, koja se obrađuje primenom satelitskog navođenja, opadaju jedinični troškovi uređaja. Pri tome treba imati u vidu i to koliko hektara jedan traktor u toku godine može da obradi. Za različite operacije koriste se različiti traktori. Montažno demontažni uređaji mogu da se premeštaju s jednog traktora na drugi, ali ukoliko se neke operacije odvijaju istovremeno, potrebna je nabavka dva ili više uređaja, što utiče na ekonomske pokazatelje.



Slika 3. Troškovi uređaja izraženi po jedinici površine, u zavisnosti od veličine površine na kojoj se primenjuje sistem za navođenje.

4. ZAKLJUČAK

Savremena poljoprivreda u razvijenim zemljama suočena je sa zahtevima da se ostvari što viši kvalitet, da se proizvodi po što nižim cenama i da bude što manje uticaja na životnu sredinu. Primena satelitskog navođenja poljoprivrednih mašina omogućava ispunjavanje svih navedenih zahteva.

Analizom mogućih ušteda je zaključeno da je za proizvodne tehnologije koje se koriste u *PKB-u* veću uštedu je moguće ostvariti za uskoredne kulture u odnosu na širokoredne, a analiza je dala odgovor i na pitanje 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-u* (strnina i kukuruz), i pri proizvodnim tehnologijama koje zahtevaju veći broj operacija. Najznačajnije uštede se ostvaruju pri DMH i zaštiti biljaka, i iznose oko 1–6 €/ha, u zavisnosti od norme, vrste đubriva, odnosno sredstva za zaštitu i primene rasturača/prskalice ili aviona, dok su uštede pri operacijama obrade tla prosečno oko 1 €/ha, a za setvu oko 4 €/ha. Opseg uštede zavisi od primenjene tehnologije proizvodnje, odnosno broja operacija i zahteva operacija. Povećanjem širine zahvata mašina

povećava se nepreciznost i prekop, te je primena satelitskog navođenja u tim slučajevima ekonomski isplativija.

Analiza upravljanja investicijom izložena u ovom radu ukazala je na nekoliko **mehanizama i strateških prednosti** *PKB-a* u Srbiji i šire u regionu, u slučaju implementacije satelitskog navođenja na traktore i ostale samohodne poljoprivredne mašine:

- novina u načinu uklapanja prohoda i menadžmentu podacima, što ni jedna druga korporacija u Srbiji ne može ponuditi;
- novina u procesu primene tehnologija poljoprivredne proizvodnje – brže i po nižoj ceni;
- kompleksnost koja podrazumeva opremu i postupke koje će drugi proizvođači teško dostići;
- tajming koji doprinosi da kao posledica prvog implementiranog satelitskog sistema na traktore u Srbiji *PKB* postane cenjenija korporacija i sinonim razvoja u oblasti poljoprivredne mehanizacije, proizvodnje i primene informacionih tehnologija;
- robustan dizajn koji nudi platformu na kojoj se mogu graditi varijacije i druge generacije navigacionih i upravljačkih sistema;
- 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, imanjima i celom korporacijom, 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.

REFERENCE

- Amiama, C., Bueno, J., Alvarez, C.J., & Pereira, J.M. (2008). Design and field test of an automatic data acquisition system in a self-propelled forage harvester. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61(2), 192-200. doi:10.1016/j.compag.2007.11.006.
- Auernhammer, H. (2001). Precision farming: the environmental challenge. *Computers and Electronics in Agriculture*, 30(1-3), 31-43. doi:10.1016/S0168-1699(00)00153-8.

- Gavrić, M., & Martinov, M. 2006. Postupci i tačnost primene GPS u poljoprivredi, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 32(1-2): 96-102.
- Karadžić, B., Malinović, N., Meši, M., Mehandžić, R., Turan, J., & Anđelković, S. 2007. Automatsko vođenje mašina pri međurednoj obradi ratarskih kultura, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 33(3-4): 187-195.
- Luck, J.D., Pitla, S.K., Shearer, S.A., Mueller, T.G., Dillon, C.R., Fulton, J.P., & Higgins, S.F. (2010). Potential for pesticide and nutrient savings via map-based automatic boom section control of spray nozzles. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70(1), 19-26. doi:10.1016/j.compag.2009.08.003.
- Luecke, R., & Katz, R. (2003). *Harvard business essentials: managing creativity and innovation*. Harvard Business School Press.
- Marković, D., & Simonović, V. 2008. Automatizacija žitnih kombajna – stanje i perspektive, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 34 (3-4): 245-251.
- Petrovački, D., & Konjović, Z. 2007. GPS bazirana infrastruktura za upravljanje prostornim resursima u Srbiji - I deo, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 33(1-2): 68-75.
- Renschler, C.S, Flanagan, D.C, Engel, B.A, Kramer, L.A, & Sudduth, KA. 2002. Site-specific decision-making absed on RTK GPS survey and six alternative elevation data sources: watershed topography and delineation. *Trans. ASAE* 45 (6): 1883-1895.
- Trott, P. (2008). *Innovation management and new product development*. Pearson education.
- Turan, J., & Findura, P. 2009. Uklapanje prohoda pri raspodeli mineralnog đubriva, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 35 (1-2): 9-15.
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture-a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2-3), 113-132. doi:10.1016/S0168-1699(02)00096-0.

Napomena: Rezultati istraživanja su deo projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, program Tehnološki razvoj, pod nazivom „Istraživanje i razvoj opreme i sistema za industrijsku proizvodnju, skladištenje i preradu povrća i voća“, broj TR 35043.

Primljeno: 17.11.2013.

Odobreno: 06.12.2013.