

UDK: 63:004 (497.11)

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

ANALIZA EKONOMSKIH POKAZATELJA U PRIMENI GPS TEHNOLOGIJE U POLJOPRIVREDNOM KOMBINATU BEOGRAD

Dragan Marković, Dragan Krstić, Vojislav Simonović, Ivana Marković*

Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet

Sažetak: U ovom radu ispitan je stepen ušteda 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 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. Detaljno su prikazani podaci samo za kukuruz. 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. Tabelačno je data procena stepena svih očekivanih ušteda za operacije koje se odnose na pet analiziranih kultura.

Ključne reči: *kukuruz, precizna poljoprivreda, satelitsko navođenje, uklapanje prohoda, gorivo, inputi, uštede.*

UVOD

Brzi napredak u elektronici, računarstvu i računarskim tehnologijama inspirisao je ponovni interes u razvoju sistema vođenja vozila. Sadašnji predlozi uglavnom su bazirani na mašinskom vidu i satelitskom pozicioniranju [5].

* Kontakt autor. E-mail: dmarkovic@mas.bg.ac.rs

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

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 [11].

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 [7]. Stepenn navedenih direktnih prednosti i ušteda pri određenoj poljoprivrednoj operaciji zavisi od samih zahteva operacije.

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 podrirvanju/tanjiranju i manuelnom navođenju danju je 10-20 cm, a noću 40-50cm [1,2]. Pri korišćenju preciznog navođenja uz pomoć satelitskog navođenja preklop može da se svede na 5- 10 cm u svim uslovima [10]. 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 [6,9]. Uslovi u Srbiji dozvoljavaju preciznost od 2 do 3 cm primenom Agros servisa i kinematske metode pozicioniranja [4,8].

MATERIJAL I METOD RADA

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 korišćeni su podaci preuzeti iz evidencije za proteklu sezonu odnosno 2010. godinu, a za proračun je odabrano 5 najzastupljenijih biljnih vrsta, i to: merkantilni kukuruz/silažni kukuruz (ukupno 6573 ha), merkantilna pšenica/merkantilni ječam (ukupno 6049 ha), merkantilna soja (ukupno 2384 ha), šećerna repa (ukupno 1247 ha), lucerka (ukupno 2705 ha).

Pored biljne vrste navedena je zasejana površinama prema podacima preuzetim iz *plana setve po kulturama za period 2009/10*, a navedene biljne vrste zauzimaju ukupno 18959 ha odnosno 88% od ukupno zasejanih 21491 ha u redovnoj i drugoj setvi na imanju PKB.

Za proračun ušteda pri primeni tehnike u domenu satelitskog pozicioniranja i automatskih upravljanja traktorima i drugim mašina na imanjima PKB 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. 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⁻¹, a cena goriva za poljoprivredne avione 1,6 €·l⁻¹. U Tabeli 1 prikazani su radni zahvati korišćenih priključnih mašina na imanjima PKB, preklopi sa i bez navođenja, kao i radne brzine sa i bez navođenja.

Tabela 1. Karakteristike korišćenih mašina

Table 1. Properties some of used machines

Mašina <i>Machine</i>	Radni zahvat mašine [m] <i>Working Width [m]</i>	Preklop [m] <i>Overlap [m]</i>		Brzina [km·h ⁻¹] <i>Speed [km·h⁻¹]</i>	
		Bez navigacije <i>Without guidance</i>	GPS navigacija <i>GPS guidance</i>	Bez navigacije <i>Without guidance</i>	GPS navigacija <i>GPS guidance</i>
Podrivač <i>Sub soiler</i>	6	0,5	0,30	7	7,5
Tanjirača <i>Disc harrow</i>	6	0,5	0,30	9	9,5
Drljača <i>Harrowing</i>	6	0,5	0,30	10	10,5
Setvospremač <i>Seedbed cultivator</i>	6	0,5	0,30	10	10,5
Valjci Cambridge <i>Rollers Cambridge</i>	6	0,5	0,30	8	8,5
Sejalica <i>Seeding machine</i>	6	0,2	0,02	8	8,5
Prskalica <i>Sprayer</i>	18	1,5	0,50	9	9,5
Rasipač <i>Fertilizer spreader</i>	24	2,0	0,50	10	10,5
Avion <i>Agriculture plane</i>	30	4,0	2,00	150	155
Kombajn <i>Combine harvester</i>	9	0,9	0,50	6	6,5

Svaka od navedenih poljoprivrednih operacija u Tabeli 2, iziskuje različitu preciznost u vođenju mašina ili pri uklapanju prohoda, pa otuda je potrebno koristiti različite korekzione signale kako je to prikazano u Tabeli 2. Podrazumeva se da je sa aspekta kvaliteta i efikasnosti obavljanja operacija uvek pogodniji precizniji signal, ali s aspekta ekonomske isplativosti, to nije uvek neophodno, a naročito ako je upravljanje manuлно, a ne automatsko.

Tabela 2. Preporuke za vrstu korekcionog signala po poljoprivrednim operacijama
 Table 2. Recommendations for the type of correction signal on agricultural operations

	EGNOS	OmniStar StarFire	RTK
Oranje <i>Plowing</i>			
Razrivanje <i>Scarifying</i>	•	•	•
Tanjiranje <i>Disc harrowing</i>	•	•	•
Drljanje <i>Harrowing</i>	•	•	•
Valjanje <i>Rolling</i>	•	•	•
Branjanje <i>Daming</i>	•	•	•
Predsetvena priprema <i>Preseeding preparation</i>	•	•	•
DMH rasturačem <i>Spread by tractor</i>	•	•	•
DMH avionom <i>Spread by plane</i>	•	•	•
Setva uskoredna <i>Seeding at narrow-row spacing</i>		•	•
Setva širokoredna <i>Seeding at wide-row spacing</i>			•
Prihranjivanje uskoredno <i>Narrow-row spacing fertilization</i>	•	•	•
Prihranjivanje širokoredno <i>Wide-row spacing fertilization</i>			•
Zaštita prskalicom uskoredna <i>Plant protection by sprayer, narrow-row spacing</i>	•	•	•
Zaštita prskalicom širokoredna <i>Plant protection by sprayer, wide-row spacing</i>			•
Zaštita avionom <i>Plant protection by plane</i>	•	•	•
Međuredna kultivacija <i>Interrow cultivation</i>			•
Žetva strnih žita <i>Small grains harvest</i>		•	•
Berba kukuruza, žetva suncokreta <i>Maize harvest, sunflower harvest</i>			
Košenje kukuruza za silažu <i>Cutting corn for silage</i>			
Vađenje šećerne repe <i>Sugar beet harvest</i>			•
Košenje <i>Mowing</i>		•	•
Grabuljanje, prevrtanje <i>Raking, rolling</i>			
Presovanje, baliranje <i>Pressing, baling</i>			

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Uticaj oblika parcele. Najpre je ispitano kako ušteta zavisi od oblika parcele. Svaka parcela se aproksimira pravougaonom parcelom jednake površine i najslabijeg oblika. Potrebno je ispitati kako oblik parcela istih površina manifestovan kroz dužinu i širinu parcele utiče na stepen ušteta, 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 ušteta 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 [13].

Analiza ušteta za kukuruz. Proračun potencijalnih ušteta u proizvodnji merkantilnog i silažnog kukuruza uz primenu satelitskog pozicioniranja i automatskog upravljanja na traktorima i drugim mašinama izveden je prema podacima istorije polja imanja na poljoprivrednom gazdinstvu Lepušnica – Glogonjski rit površine 90 hektara.

Kukuruz na navedenom polju korišćen je za silažu, premda bi proračun bio identičan i pri nameni kukuruza za berbu u klipu ili vršidbu.

Ušteta u proizvodnji kukuruza uz primenu satelitskog pozicioniranja postizala bi se pre svega pri sledećim operacijama:

1. Tanjiranje, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i količini potrošenog goriva. Procenjena ušteta na ovoj parceli je 96,43 evra ili 1,07 evra po hektaru za ovu operaciju.
2. Distribucija mineralnog hraniva avionom, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini rasutog mineralnog hraniva i količini potrošenog goriva [12]. Procenjena ušteta na ovoj parceli je 534,20 evra ili 5,93 evra po hektaru za ovu operaciju.
3. Distribucija mineralnog hraniva rasturačem, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i u količini rasutog mineralnog hraniva i količini potrošenog goriva. Dodatna prednost može biti mogućnost lokacijski specifične distribucije. Procenjena ušteta na ovoj parceli je 427,83 evra ili 4,75 evra po hektaru za ovu operaciju.
4. Setvospremiranje, najznačajniji efekat je u smanjenju preklopa, a sledstveno i količini potrošenog goriva. Procenjena ušteta na ovoj parceli je 86,33 evra ili 0,96 evro po hektaru za ovu operaciju.

Upravo su ove operacije uzete u obzir pri proračunu uštede. Preciznost signala za pozicioniranje nije neophodno da bude najveće tačnosti, a upravljanje može biti i manuelno.

Sledeće operacije zahtevaju najprecizniji signal i obavezno automatsko upravljanje traktorom da bi se ostvario željeni efekat, pre svega u održavanju preciznog pravca:

1. Setva, najznačajniji efekat je u održavanju pravca, te ekvidistantnosti i paralelnosti redova, što omogućava pravilnu strukturu biljaka na parceli i kasnije vođenje traktora u narodnim operacijama po setvenim tragovima,
2. Zaštita prskalicom, uz vođenje traktora po setvenim tragovima omogućava komforniji rad rukovaocu, uz eventualnu implementaciju lokacijski specifične zaštite omogućava uštedu i ekološku zaštitu,
3. Međuredno kultiviranje, uz vođenje traktora po setvenim tragovima sprečava oštećenje biljaka radnim organima kultivatora sprečavajući oštećenje i gubitke biljaka.

Pri sledećim operacijama u proizvodnji kukuruza primena satelitskog pozicioniranja nema značajniji uticaj:

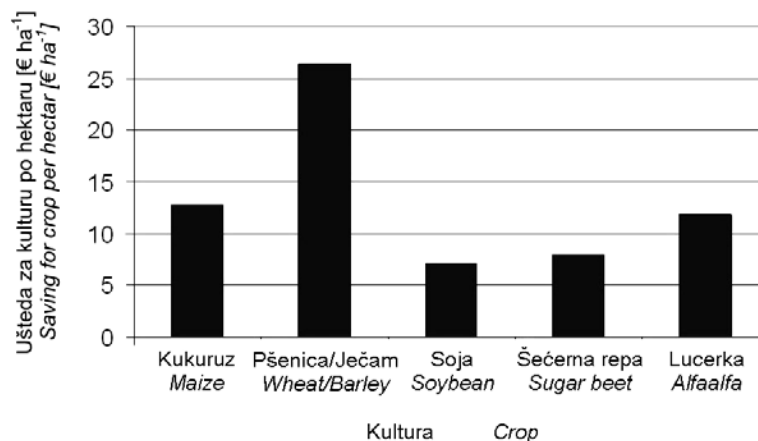
1. Oranje,
2. Silaža/berba.

Ukupna potencijalna ušteda na ovoj parceli je 1.144,79 evra ili 12,72 evra po hektaru.

Uporedna analiza rezultata i isplativosti. Realne uštede za pet najzastupljenijih kultura na imanjima PKB 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 (Grafik 1) moguće je izračunati uštedu po kulturama i ukupnu uštedu za pet navedenih kultura (Tabela 3).

Kao konačan rezultat analize potencijalnih ušteda pri korišćenju satelitskog pozicioniranja na imanjima PKB, 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⁻¹. 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 rukovaoce mašinama, i najzad, mogućnost doprinosa ekološkoj zaštiti u okviru gradskog „zelenog prstena“ [3].

Troškovi uređaja su fiksnog 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.



Grafik 1. Dijagram sa uporednim prikazom potencijalnih ušteda po hektaru za pet ispitivanih biljnih vrsta

Chart 1. Diagram showing the comparative potential savings per hectare for five tested plants

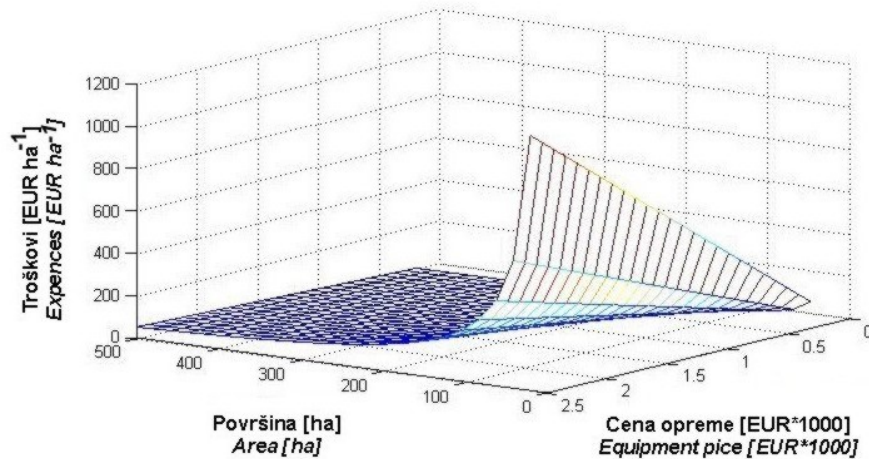
Tabela 3. Prikaz ušteda po hektaru, ukupnih ušteda po kulturama i ukupne uštede za sve kulture u sezoni 2009/10

Table 3. Display savings per hectare, the total savings by the cultures and total savings for all crops in the 2009/10 season

Kultura <i>Crop</i>	Površina pod kulturom [ha] <i>Area under crop [ha]</i>	Ušteda za kulturu po hektaru [€/ha ⁻¹] <i>Saving for crop per hectare [€/ha⁻¹]</i>	Ukupna ušteda za kulturu [€] <i>Total savings per crop [€]</i>
Kukuruz <i>Corn</i>	6573	12,72	82.097
Pšenica/Ječam <i>Wheat/Barley</i>	6049	26,37	159.512
Soja <i>Soy</i>	2384	7,13	16.450
Šećerna repa <i>Sugar beet</i>	1247	7,93	9.639
Lucerka <i>Alfalfa</i>	2705	11,82	31.973
Ukupna ušteda za sve kulture <i>Total saving for all crops</i>			301.980

Na Grafiku 2 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 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.



Grafik 2. Troškovi uređaja izraženi po jedinici površine u zavisnosti od veličine površine na kojoj se primenjuje sistem za navođenje

Chart 2. Costs expressed per unit area depending on the size of the surface on which system is used to specify

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 zaključeno je da za proizvodne tehnologije koje se koriste u PKB 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 koja zauzimaju najveću površinu u PKB (strnine 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, od 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 preklap, te je primena satelitskog navođenja ekonomski isplativija u tim slučajevima.

LITERATURA

- [1] Amiama, C. 2007. Design and field test of an automatic data acquisition system in a self-propelled forage harvester. *Electron. Agric.* 61, p.p. 192-200.
- [2] Auernhammer, H. 2001. Precision farming - the environmental challenge. *Comput. Electron. Agric.* 30, p.p. 31-43.
- [3] Božić, M., Topisirović, G., Kalanović-Bulatović, B. 2010. Primena GIS tehnologije u poboljšanju ratarske proizvodnje na teritoriji grada Beograda. *Poljoprivredna tehnika*, 35(2), p.p. 79-88.
- [4] Gavrić, M., Martinov, M. 2006. Postupci i tačnost primene GPS u poljoprivredi. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 32(1-2), p.p. 96-102.
- [5] 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), p.p. 187-195.
- [6] Luck, J., Pitla, S., Shearer, S., Mueller, T., Dillon, C., Fulton, J., Higgins, S. 2010. Potential for pesticide and nutrient saving via map-based automatic boom section control of spray nozzles. *Comput. Electron. Agric.* 70, p.p. 19-26.
- [7] Mago, L. 2009. Smanjenje troškova mehanizacije sa primenom GPS u ratarskim proizvodnjama. *Poljoprivredna tehnika*, 34 (2), p.p. 91-95.
- [8] Marković, D., Simonović, V. 2008. Automatizacija žitnih kombajna – stanje i perspektive. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 34 (3-4), 245-251.
- [9] Petrovački, D., Konjović, Z. 2007. GPS bazirana infrastruktura za upravljanje prostornim resursima u Srbiji - I deo. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 33(1-2): p.p. 68-75.
- [10] Renschler, C.S., Flanagan, D.C., Engel, B.A., Kramer, L.A., Sudduth, K.A. 2002. Site-specific decision-making based on RTK GPS survey and six alternative elevation data sources: watershed topography and delineation. *Trans. ASAE* 45 (6), p.p. 1883-1895.
- [11] Schneider, M., Wagner, P. 2007. Preduslovi za usvajanje savremenih poljoprivrednih tehnologija – primer precizna poljoprivrede. *Poljoprivredna tehnika*, 32(2), p.p. 9-14
- [12] Turan, J., Findura, P. 2009. Uklapanje prohoda pri raspodeli mineralnog đubriva. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 35 (1-2), p.p. 9-15.
- [13] Zhang, N., Wang, M., Wang, N. 2002. Precision agriculture – worldwide overview. *Comput. Electron. Agric.* 36: 113-13.

ANALYSIS OF ECONOMIC INDICATORS FOR GPS TECHNOLOGIES APPLICATION IN AGRICULTURAL CORPORATION BELGRADE (PKB)

Dragan Marković, Dragan Krstić, Vojislav Simonović, Ivana Marković

*University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade,
Republic of Serbia*

Abstract: This paper examined the level of savings in the application of 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 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 maize. 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: maize, precision farming, satellite navigation, pass fitting, fuel, inputs, savings.

Datum prijema rukopisa: 02.11.2012.
Datum prijema rukopisa sa ispravkama:
Datum prihvatanja rada: 12.11.2012.