

UDK: 303.645

## MOGUĆNOST PRIMENE LASERSKOG SISTEMA UPRAVLJANJA RADNIM PROCESOM UNIVERZALNOG SKREPERSKOG RAVNJAČA

Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Mičo V. Oljača<sup>1</sup>,  
Đuro Ercegović<sup>1</sup>, Miloš Pajić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>, Milan Dražić<sup>1</sup>, Zoran Dimitrovski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet- Zemun

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Goce Delčev - Štip, Republika Makedonija

**Abstrakt:** Poljoprivredne površine su često nepravilnih mikro topografskih karakteristika (neravnine makro i mikro veličina), što stvara velike probleme u tehnologiji gajenja poljoprivrednih kultura. Univerzalni skreperski ravnjač (mašina je rezultat istraživanja u okviru projekta-TR 6926, koji je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, [4] ) rešava tehnički problem uređenja mikro i makro neravnina poljoprivrednih zemljišta po površini na parcelama. Pored ovog, može se upotrebiti za ravnanje zemljišnih puteva na poljoprivrednim imanjima za kretanje mobilnih agregata, i formiranje i uređenje zemljanih traka za kretanje mobilnih sistema za navodnjavanje.

Znatno poboljšanje radnih karakteristika skreperskog ravnjača postiglo bi se upotrebom nekog od postojećih laserskih sistema za upravljanje radnim procesom. Na ovaj način bi se znatno povećala preciznost rada radnog organa (daske) kod izvršavanja radnih operacija ravnanja poljoprivrednih ili drugih površina, i smanjilo vreme trajanja radnog ciklusa kao i energetske zahteva mašine.

Laserski sistemi upravljanja na poljoprivrednim mašinama bitno utiču na njihove radne karakteristike, znatno podižu preciznost i brzinu izvođenja radnih operacija (dubina rada, širina zahvata) . Primena ovih sistema je još usko ograničena specifičnošću radnih procesa kod kojih je opravdana njihova primena, prvenstveno zbog značajne cene kontrolno – upravljačkih sistema zasnovanih na upotrebi tehnologije lasera.

**Ključne reči:** Laserski sistemi, automatsko upravljanje, univerzalni skreperski ravnjač.

### 1. UVOD

Savremena poljoprivredna mehanizacija podrazumeva primenu elektronskih sistema i komponenti [1]. Ovi sistemi su integrisani i međusobno povezani, kako bi omogućili

bolje eksploatacione karakteristike i povećanje sigurnosti rada poljoprivredne mehanizacije, kako s aspekta olakšanja rada i sigurnosti samog rukovaoca, tako i s aspekta sigurnosti i pouzdanosti izvršenja same radne operacije.

U Svetu su krajem 80-ih godina, u proizvodnji poljoprivrednih mašina, masovno počeli da se koriste elektronski sistemi i komponente [1]. Oni su se prvenstveno odnosili na upravljanje radom motora, da bi se kasnije njihova upotreba proširila i na ostale sisteme poljoprivrednih mašina, kao što su sistem transmisije, sistem upravljanja radnim organima i kontrolu radnog procesa, kočioni sistem, sistem za upravljanje i hodni sistem.

Danas se elektronski sistemi [1], [7], [8], [12], primenjuju na većini savremenih poljoprivrednih mašina, regulišući njihov režim rada, vršeći kontrolu i ispravljajući greške u radnom procesu, nastale kao posledica uslova eksploatacije.

Jedan od primera primene elektronskih sistema koji su ređe zastupljeni na savremenoj poljoprivrednoj mehanizaciji su elektronski laserski sistemi za upravljanje i kontrolu [9], [10], [12]. Ovi sistemi podrazumevaju primenu tehnologija koje se baziraju na upotrebi lasera.

Pregledom stručne literature i internet stranica [7], [8], [12] koji se bave problematikom primene laserskih sistema upravljanja, može se zaključiti da se ove tehnologije ubrzano razvijaju. Svesni prednosti i benefita koje ove tehnologije donose, proizvođači i korisnici ovih sistema su uvideli da se njihovim usavršavanjem i upotrebom, radni procesi podižu na jedan sasvim novi nivo, pri čemu se ističu brzina izvršavanja radnih operacija, kvalitet i preciznost izvršenih operacija, kao velike energetske uštede.

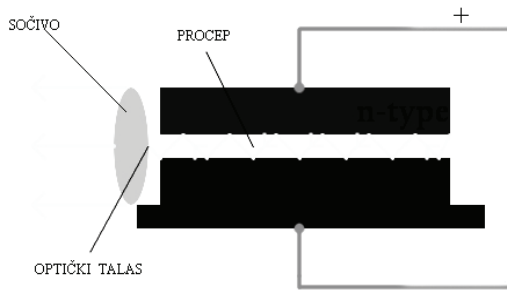
Prvenstveno, sistemi laserskog upravljanja pojavili su se na meliorativnoj mehanizaciji [8] i to najpre kod mašina za iskop i uređenje zemljišta, da bi se kasnije uvidela svrsishodnost primene i kod nekih poljoprivrednih mašina poput kombajna ili mašina za uređenje poljoprivrednih površina.

## 2. MATERIJAL I METODE

Laserski sistemi upravljanja predstavljaju složene elektronske sisteme bazirane na upotrebi tehnologije lasera. Tipična varijanta laserskog sistema upravljanja sastoji se iz dve osnovne komponente i to:

- emitera laserskog zraka i
- prijemnih senzora.

Emitere laserskog zraka u slučaju pomenutih sistema upravljanja najčešće predstavljaju poluprovodnički laseri. Poluprovodnički laser (Sl.1.) je uređaj za emitovanje optičkog talasa baziranog na stimulisanoj emisiji fotona pri prelazima elektrona u poluprovodniku sa višeg na niži energetske nivo, tj. sa prelaskom iz provodne u valentnu zonu. Najčešći tip poluprovodničkih lasera su laserske diode (Sl.2.).

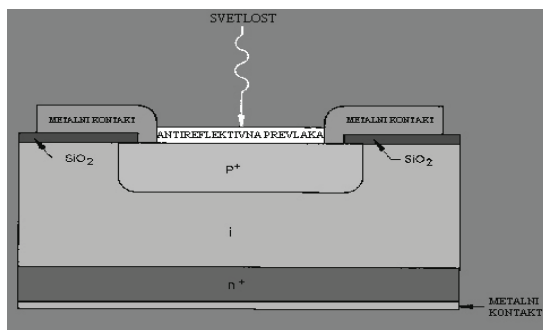


Sl.1. Šematski prikaz poluprovodničkog lasera

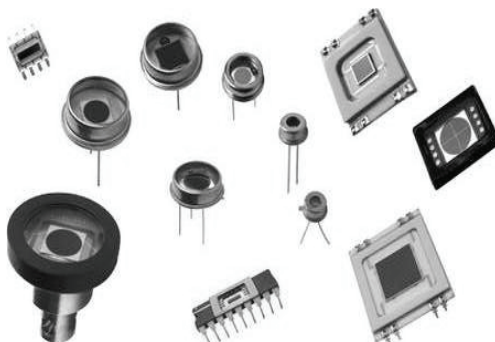


Sl.2. Laserska dioda [14]

Prijemne senzore čine foto diode (Sl.3.), koje funkcionišu na principu konverzije optičke energije u električnu veličinu. Foto dioda reaguje na pojavu svetlosti generišući električnu energiju. Fotoni izbijaju elektrone iz orbita u oblasti spoja poluprovodničkih elemenata što je uzrok pojave električne struje. Ovako generisana električna energija predstavlja izlazni signal iz senzora koji nakon pojačanja u pojačivaču registruje računarska jedinica.



Sl.3. Šematski prikaz foto diode



Sl.4. Razni oblici foto dioda [14]

U radu će biti predstavljen jedan tipičan sistem za lasersko upravljanje radnim procesom uređenja-ravnanja poljoprivrednih površina sa mogućnošću dva primera upotrebe laserskih

sistema upravljanja na poljoprivrednoj mehanizaciji. Ovi sistemi su konstruktivno i namenski različiti, a zajedničko im je to što koriste tehnologiju baziranu na upotrebi lasera.

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Precizno ravnanje poljoprivrednog zemljišta sa preciznošću ostvarenog nagiba od  $\pm 5$  cm omogućava normalnu drenažu i pravilno iskorišćenje irigacionog potencijala, što znatno povećava produktivnost i iskorišćenost vode za navodnjavanje [2]. Ovako preciznim izvođenjem nivelacije poljoprivrednog zemljišta takođe se sprečava preterano isušivanje ili zabarivanje što za posledicu može imati sekundarnu salinizaciju zemljišta.

Uobičajena tehnologija ravnjanja poljoprivrednih zemljišta sa osvrtom na irigacione potencijale, posebno površinsku drenažu, ima svoje nedostatke, i to:

- nedovoljna preciznost izvođenja operacije ravnjanja (greška veća od 5 cm zahteva naknadne korekcije)
- zahteva veliki utrošak vremena i energije.

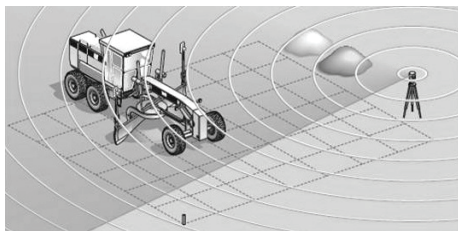
Upotrebom laserskih sistema za kontrolu i upravljanje radom dozera-grejdera-skreperskog ravnjača, kvalitet i preciznost izvođenja ovih radova se podiže na znatno viši nivo.

Laserski sistemi predviđeni za ovu namenu najčešće ne predstavljaju sastavni deo radne mašine, već se mogu prenositi sa mašine na mašinu, u zavisnosti od potrebe i tako koristiti na više radnih mesta ne zavisno od radne mašine na kojoj se koriste. Postavljanje ovakvih sistema na radne mašine, tipa dozer-grejder-skreperski ravnjač je jednostavno i izvodi se bez predhodnih izmena i priprema na samoj radnoj mašini [8]. Primer jednog laserskog sistema namenjenog za upravljanje i kontrolu rada dozera-grejdera-skreperskog ravnjača prikazan je na slici (Sl.5.)



Sl.5. Laserski sistem za upravljanje radom skreperskog ravnjača (Leica Power Grade)

Sistem se sastoji od laserskog emitera, kontrolne jedinice postavljene u kabini mašine i laserskog prijemnika na samoj mašini (Sl.6.).

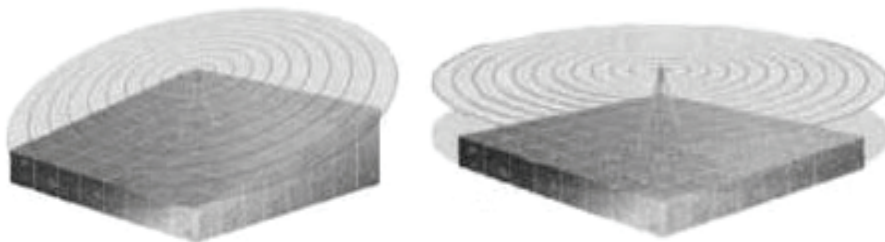


Sl.6. Šema rada laserskog sistema za upravljanje [12]



Sl.7. Laserski emiter [7]

Emiter (Sl.7.) inicijalno generiše vertikalni laserski zrak koji prilikom prolaska kroz optičku staklenu pentaprizmu skreće pod uglom za  $90^\circ$ . Staklena prizma rotira oko vertikalne ose emitera pri čemu se formira laserski zrak koji se rasprostire kružno oko emitera i ima maksimalni radijus od 300m. Ovaj laserski zrak materijalizuje ravan (Sl.8.) paralelnu ravni koju treba izvesti na terenu. Laserski zrak koji materijalizuje ravan paralelnu ravni koju treba izvesti na terenu još nazivamo i laserskim zrakom reperom. Nagib laserskog zraka repera može se podesiti u opsegu od  $0-10^\circ$ .



Sl.8. Primeri ravni materijalizovanih laserskim zrakom [8]

Laserski prijemnik (Sl.10.) se nalazi na teleskopskom nosaču, koji je postavljen na radni organ mašine, pri čemu se teleskopski nosač automatski izdiže i spušta kako bi neprekidno bio u zoni dejstva laserskog zraka repera, bez obzira na trenutni položaj mašine. Laserski prijemnik detektuje laserski zrak reper i u zavisnosti od trenutnog položaja radnog organa mašine, preko kontrolne jedinice postavljene u kabini (Sl.10.), daje uputstva rukovaocu da li treba da podigne ili spusti radni organ kako bi formirao planom predviđenu površinu.

Površina zemljišta na kome je izvršeno ravnjanje, nakon izvršenja radova treba da bude paralelna sa materijalizovanom ravni koju je obrazovao laserski zrak reper.

Ovi laserski sistemi mogu biti izvedeni kao kontrolni i kao automatski upravljački sistemi sa elektro hidrauličkom aktuacijom radnih organa mašine. Ukoliko su kontrolnog tipa, onda se preko kontrolne jedinice postavljene u kabini (Sl.10.), sistem rukovaocu sugerišu da li da podigne ili spusti radni organ kako bi ostvario planirano stanje površine.

Ukoliko su automatskog tipa, računarska jedinica direktno upravlja hidrauličnim sistemom za pozicioniranje radnog organa i dovodi ga u odgovarajući položaj. U ovom slučaju uloga rukovaoca mašinom svodi se na praćenje i kontrolu radnih parametara i programiranje samog sistema.



Sl.9. Kontrolna jedinica sistema i laserski prijemnik [7], [13]

Preciznost ovih laserskih sistema uglavnom zavisi od divergencije (rasipanja) laserskog zraka repera (Tab.1.).

Tab.1. Divergencija laserskog zraka

Udaljenost laserskog emitera (m)	25	50	100	150	200	300
Prečnik laserskog zraka (mm)	10	12	17	21	25	28

Iz tabele (Tab.1.) se može videti povećanje prečnika laserskog zraka usled divergencije u zavisnosti od rastojanja između emitera i laserskog prijemnika, počevši od 10mm na rastojanju od 25 m, pa do 28 mm na rastojanju od 300 m [2].

Kao rezultat divergencije, javlja se greška u vidu odstupanja izmerenog nagiba laserskog zraka repera, a samim tim i uređene površine nakon završenog radnog procesa u odnosu na planom predviđeni željeni nagib. Ovo odstupanje je prikazano u (Tab.2.) u zavisnosti od rastojanja između emitera i laserskog prijemnika [2].

Tab.2. Izmereni nagib laserskog zraka repera

Podužni nagib (%)	Udaljenost laserskog emitera (m)						
	Izmereni nagib (%)						
	25	50	100	150	200	250	300
0.1	0.1	0.11	0.15	0.15	0.18	0.2	0.2
0.2	0.2	0.22	0.22	0.24	0.28	0.3	0.32
0.6	0.6	0.62	0.65	0.65	0.67	0.7	0.7
1.0	1.1	1.1	1.15	1.18	1.2	1.2	1.2
2.0	2.0	2.15	2.15	-	-	-	-
3.0	3.1	3.1	-	-	-	-	-

Analizom podataka iz tabela (Tab.1. i 2.) može se utvrditi da je greška koja nastaje usled divergencije laserskog zraka veoma mala, te da se radi o veom preciznim sistemima. Ova tvrdnja se može potkrepiti primerima iz prakse, i to [2]:

- podužni nagib na uređenoj površini uz radijus laserskog zraka repera od 250m i pokrivenost površine od 19,63 ha, odstupa maksimalno  $\pm 2,5\text{cm}$  od nagiba predviđenog planom.
- podužni nagib na uređenoj površini uz radijus laserskog zraka repera od 300m i pokrivenost površine od 28,30 ha, odstupa maksimalno  $\pm 3\text{cm}$  od nagiba predviđenog planom.

#### 4. ZAKLJUČAK

Poljoprivredne površine su često neravne što stvara velike probleme pri gajenju poljoprivrednih kultura. Pomoću Univerzalnog skreperskog ravnjača (mašina je nastala kao rezultat istraživanja u okviru projekta: „Razvoj savremenih poljoprivrednih mašina i oruđa za nove tehnologije u biljnoj proizvodnji-TR 6926“ koji je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, [4] ) (Sl.10.) rešava se tehnički problem uređenja poljoprivrednih zemljišta po površini na parcelama, poravnavanje zemljišnih puteva za kretanje mobilnih agregata i formiranje i uređenje zemljanih traka za kretanje mobilnih sistema za navodnjavanje.

Prednosti ove mašine su sadržane u jednostavnosti rešenja, mogućnosti jednostavne promene ugla postavljanja daske za ravanje, jednostavnosti priključka za traktor, jednostavnosti rukovanja i održavanja.

Znatno poboljšanje radnih karakteristika ove mašine postiglo bi se upotrebom laserskog sistema za upravljanje. Na ovaj način bi se znatno povećala preciznost izvršavanja radnih operacija ravanja pomenutih poljoprivrednih površina, smanjilo bi se vreme trajanja radnog ciklusa kao i energetske potrebe same mašine.



Sl.10. Univerzalni skreperski ravnjač [4]

#### 5. LITERATURA

- [1] Oljača M., Gligorević K., Branković M., Dimitrovski Z., Tanevski D.: *Primena elektronskih komponenti na traktorima i radnim mašinama u funkciji povećanja kontrole sigurnosti i eksploatacije*, Poljoprivredna tehnika, N<sup>o</sup>1, p.p. 107-118, Beograd, 2005.
- [2] Popescu T., Popescu A., Şovăială G.: *Laser Command And Hydraulic Actuation Applied To*

- Navy Machinery For Grading Agricultural Lands*. The Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mecatronics (15), No. 28, Bucharest, 2008.
- [3] Popović M.: *Senzori i merenja*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Srpsko Sarajevo, 2004.
- [4] Projekat, „Razvoj savremenih poljoprivrednih mašina i oruđa za nove tehnologije u biljnoj proizvodnji-TR 6926“. Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.
- [5] Webster J.: *Instrumentation and Sensors Handbook*, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA, 1998.
- [6] Chow W. W., Koch S. W., *Semiconductor-Laser Fundamentals*, Springer, Berlin, 1999.
- [7] [www.moba-ag.com/en/products/agriculture/leveling/laser-matic.html](http://www.moba-ag.com/en/products/agriculture/leveling/laser-matic.html)
- [8] [www.leica-geosystems.com/en/index.htm](http://www.leica-geosystems.com/en/index.htm)
- [9] [www.rp-photonics.com/lasers.html](http://www.rp-photonics.com/lasers.html)
- [10] [www.rp-photonics.com/photodiodes.html](http://www.rp-photonics.com/photodiodes.html)
- [11] [www.rp-photonics.com/semiconductor\\_lasers.html](http://www.rp-photonics.com/semiconductor_lasers.html)
- [12] [www.unitedkingdom.cat.com/cda/layout?m=60212&x=7](http://www.unitedkingdom.cat.com/cda/layout?m=60212&x=7)
- [13] [www.lengemann.us/lahrscraper-lasergradingmadeeasy.aspx](http://www.lengemann.us/lahrscraper-lasergradingmadeeasy.aspx)
- [14] [www.hk.digikey.com/1/2/index9.html](http://www.hk.digikey.com/1/2/index9.html)

## POSSIBILITY OF APLIANCE THE LASER MANAGEMENT SYSTEM FOR UNIVERSAL SCRAPER WORKFLOW

**Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Mićo V. Oljača<sup>1</sup>, Đuro Ercegović<sup>1</sup>, Miloš Pajić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>, Milan Dražić<sup>1</sup>, Zoran Dimitrovski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering – Zemun,*

<sup>2</sup>*Faculty of Agriculture, University Goce Delchev - Stip, Macedonia*

**Abstract:** Agricultural areas are often uneven, which creates big problems for growing crops. With Universal scraper (machine is a result of project: "Development of modern agricultural machinery and tools for new technologies in plant production TR-6926" which was funded by the Ministry of Science and Technological Development of Serbia) technical problem with surface of the agricultural plots is solved. The alignment of land routes for the movement of mobile irrigation units is solved to.

Significantly improve the performance of these machines would be achieved by using laser management system for managing workflow. This would significantly increase the accuracy of working operations with reduce the duration of the cycle and the energy needs of machine.

Laser control systems for agricultural machines significantly affect their performance, significantly raising the precision and speed of execution of operations. Application of these systems is more tightly restricted specificity of working processes in which the most justified the appropriateness of their application, primarily because of cost systems based on the use of laser technology.

**Key words:** Laser Systems, Automatic Control, Universal Scraper.