

ZBORNIK RADOVA

*PROCEEDINGS*

*Izdavač:*

Univerzitet u Beogradu  
Poljoprivredni fakultet

*Za izdavača:*

Prof. dr Milica Petrović  
Poljoprivredni fakultet, Beograd

*Tehnička priprema:*

Null Images  
Novi Beograd

*Urednik:*

Dr Miloš Pajić  
Poljoprivredni fakultet, Beograd

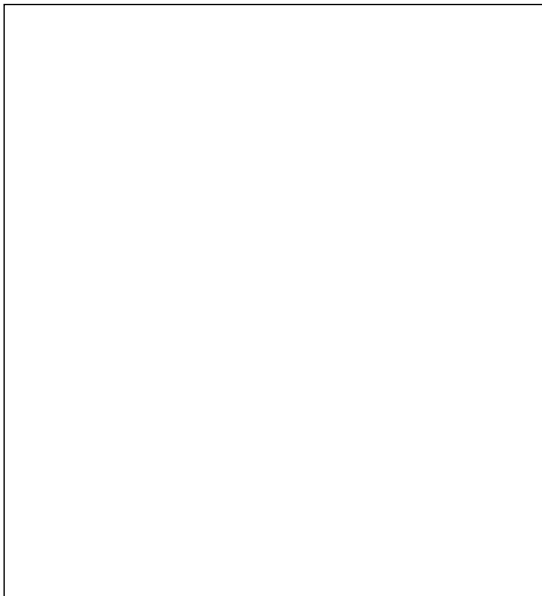
*Štampa:*

Interklima-grafika doo  
Vrnjačka Banja

*Tiraž:*

300 primeraka

CIP



**UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET  
INSTITUT ZA POLJOPRIVREDNU TEHNIKU**

**ZADRUŽNI SAVEZ SRBIJE**

17. Naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem  
AKTUELNI PROBLEMI MEHANIZACIJE POLJOPRIVREDE

*17th Scientific Conference  
CURRENT PROBLEMS AND TENDENCIES IN AGRICULTURAL ENGINEERING*

# **ZBORNİK RADOVA**

# ***PROCEEDINGS***

**ISBN 978-86-7834-210-3**

**UDK 631 (059)**

Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6  
Zemun – Beograd, Republika Srbija  
12.12.2014. godine

### **Programski odbor:**

dr Mićo Oljača, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija) – *Predsednik*  
dr Rajko Miodragović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija) – *Podpredsednik*  
dr Mirko Urošević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Goran Topisirović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Đukan Vukić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Dušan Radivojević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Dimitrije Andrijević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Steva Božić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Zoran Mileusnić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Rade Radojević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Dragan Petrović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Milovan Živković, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Rajko Miodragović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Aleksandra Dimitrijević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Miloš Pajić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Kosta Gligorević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Ivan Zlatanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Mirko Babić, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Lazar Savin, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Zoran Dumanović, Institut za kukuruz „Zemun polje“, Beograd (Srbija)  
dr László Magó, Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő (Mađarska)  
dr Robert Jerončić, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Vlada Republike Slovenije (Slovenija)  
dr Velibor Spalević, Univerzitet u Podgorici, Biotehnički fakultet (Crna Gora)  
dr Zoran Dimitrovski, Univerzitet „Goce Delčev“, Poljoprivredni fakultet, Štip (Makedonija)  
dr Danijel Jug, Sveučilište „Josipa Jurja Strossmayera“, Osijek, Poljoprivredni fakultet (Hrvatska)  
dr Selim Škaljić, Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredni fakultet (Bosna i Hercegovina)  
dr Nicolay Mihailov, Univerzitet of Rousse, Faculty of Electrical Engineering (Bugarska)  
dr Stavros Vougioukas, Aristotle University of Thessaloniki (Grčka)  
mr Marjan Dolenšek, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto (Slovenija)

### **Organizacioni odbor:**

dr Miloš Pajić – *Predsednik*  
dr Mićo Oljača – *Sekretar*  
dr Dušan Radivojević  
dr Goran Topisirović  
dr Đukan Vukić  
dr Milena Jelić  
dr Mirko Urošević  
dr Steva Božić  
dr Zoran Mileusnić  
dr Rade Radojević  
dr Milovan Živković  
dr Rajko Miodragović  
dr Aleksandra Dimitrijević  
dr Vesna Pajić  
dr Kosta Gligorević  
dr Ivan Zlatanović  
M.Sc Dušan Radojičić  
M.Sc Milan Dražić

## SADRŽAJ:

REZULTATI ISPITIVANJA UTICAJA SABIJENOSTI ZEMLJIŠTA NA PRINOS OZIME PŠENICE I KUKURUZA . . . . .	7
<i>Saša Barać, Aleksandar Đikić, Bojana Milenković, Milan Biberdžić, Dragoslav Đokić</i>	
OPREMLJENOST MEHANIZACIJOM POLJOPRIVREDNIH GAZDINSTAVA . . . . .	14
<i>Steva Božić, Dušan Radivojević, Mirko Urošević, Zoran Mileusnić</i>	
EKOLOŠKI PRIHVATLJIVA MAZIVA U POLJOPRIVREDI . . . . .	27
<i>Novak Damjanović, Borislav Malinović, Zorica Davidović</i>	
TEMPERATURA VAZDUHA U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA RAZLIČITE KONSTRUKCIJE . . . . .	36
<i>Aleksandra Dimitrijević, Rajko Miodragović, Zoran Mileusnić</i>	
NOVA REGULATIVA U VEZI INSPEKCIJE MAŠINA ZA APLIKACIJU PESTICIDA U REPUBLICI MAKEDONIJE . . . . .	45
<i>Zoran Dimitrovski, Mičo V. Oljača, Kosta Gligorević</i>	
KOMPOSTIRANJE BIORAZGRADIVOG OTPADA U AEROBNOM FERMENTATORU EWA . . . . .	51
<i>Dragoslav Đokić, Rade Stanisavljević, Saša Barać, Dragan Terzić, Jasmina Milenković, Jordan Marković, Snežana Anđelković</i>	
TREND RAZVOJA OSNOVNE POLJOPRIVREDNE TEHNIKE ZA PERIOD 2013-2014 . . . . .	58
<i>Marjan Dolenšek, Rajko Bernik, Miloš Pajić, Gligorević Kosta, Mičo V. Oljača</i>	
TEHNIKA APLIKACIJE I EFEKTI TEČNOG STARTNOG ĐUBRIVA U PROIZVODNJI SOJE . . . . .	68
<i>Milan Dražić, Dušan Radojičić, Kosta Gligorević, Miloš Pajić, Ivan Zlatanović, Zoran Dumanović</i>	
NESREĆE SA UČEŠĆEM TRAKTORA I DRUGIH MOBILNIH POLJOPRIVREDNIH MAŠINA U USLOVIMA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE SRBIJE . . . . .	75
<i>Kosta Gligorević, Mičo V. Oljača, Zoran Dimitrovski, Branimir Miletić, Đorđe Vranješ</i>	
HAOTIČNI MODEL RASTA IZVOZA TRAKTORA: INDIJA . . . . .	84
<i>Vesna D. Jablanović</i>	
ENERGETSKA EFIKASNOST DIREKTNIH INPUTA U SPREMANJU SJENAŽE . . . . .	90
<i>Milan Jugović, Dušan Radivojević, Borislav Railić, Ranko Koprivica</i>	
MEHANIZOVANA SADNJA VEGETATIVNIH PODLOGA U SUŠNIM USLOVIMA . . . . .	99
<i>Vaso Komnenić, Milovan Živković, Mirko Urošević</i>	
PRIMENA MOBILNIH ROBOTA U POLJOPRIVREDI . . . . .	104
<i>Mičo V. Oljača, Kosta Gligorević, Miloš Pajić, Ivan Zlatanović, Zoran Dimitrovski</i>	
STANJE I PERSPEKTIVE MAŠINSKIH PRSTENA U SAVREMENOJ POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI . . . . .	121
<i>Miloš Pajić, Dušan Radojičić, Kosta Gligorević, Milan Dražić, Mičo Oljača, Ivan Zlatanović</i>	
UZDUŽNA STABILNOST TRAKTORA, KAO BITAN PARAMETAR BEZBEDNOSTI U EKSPLOATACIJI . . . . .	133
<i>Predrag Petrović, Dragoljub Obradović, Živojin Petrović, Marija Petrović</i>	

PROCES, PROBLEMI I EFEKTI PRERADE POVRŠINSKE VODE, BEOGRADSKI VODOVOD, POGON MAKIŠ –BEOGRAD . . . . .	147
<i>Slobodan Pirušić, Branka Milutinović, Snežana Branković, Petar Branković, Mićo V. Oljača</i>	
MASFERG AGRO MEHANIZACIJA U SEZONI 2014-2015.GOD. . . . .	156
<i>Tomislav Protulipac, Aleksandar Gluvić</i>	
PREGLED POTENCIJALA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE U SRBIJI . . . . .	169
<i>Branko Radičević, Đukan Vukić</i>	
KAPACITETI OBJEKATA ZA SMEŠTAJ STOKE U REPUBLICI SRBIJI. . . . .	178
<i>Dušan Radivojević, Sanjin Ivanović, Lana Nastić, Marko Jeločnik</i>	
POTENCIJAL PROIZVODNJE I KORIŠĆENJA TOPLOTNE ENERGIJE DOBIJENE U PROCESU KOMPOSTIRANJA ČVRSTOG GOVEĐEG STAJNJAKA . . . . .	187
<i>Dušan Radojičić, Ivan Zlatanović, Dušan Radivojević, Miloš Pajić, Milan Dražić, Kosta Gligorević</i>	
UTICAJ PRIMENE OREBRENIH POVRŠI NA POBOLJŠANJE PRENOŠENJA TOPLOTE KROZ AKUMULATOR TOPLOTE ISPUNJEN FAZNO PROMENJIVIM MATERIJALOM. . . . .	195
<i>Nedžad Rudonja, Mirko Komatina, Goran Živković, Milijana Paprika, Branislav Repić</i>	
UTICAJ KONSTRUKTIVNE IZVEDBE OROŠIVAČA NA KVALITET DISTRIBICIJE ZAŠTITNE TEČNOSTI . . . . .	204
<i>Mirko Urošević, Milovan Živković, Vaso Komnenić</i>	
ANALIZA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA SA UČEŠĆEM TRAKTORA I PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE POSTOJEĆEG STANJA I PRAKSE U REPUBLICI SRBIJI . . . . .	211
<i>Đorđe Vranješ, Branimir Miletić, Mićo Oljača, Kosta Gligorević</i>	
FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE DEPOSOLA TENT-A . . . . .	219
<i>Branka Žarković, Vesna Radovanović, Ljubomir Životić</i>	
EKSPLOATACIONI PARAMETRI POBOLJŠANOG TRESAČA KOŠTIČAVOG VOĆA DOMAĆE PRIZVODNJE . . . . .	227
<i>Milovan Živković, Mirko Urošević, Vaso Komnenić</i>	

# REZULTATI ISPITIVANJA UTICAJA SABIJENOSTI ZEMLJIŠTA NA PRINOS OZIME PŠENICE I KUKURUZA

Saša Barać<sup>1</sup>, Aleksandar Đikić<sup>1</sup>, Bojana Milenković<sup>1</sup>,  
Milan Biberdžić<sup>1</sup>, Dragoslav Đokić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Srbija

<sup>2</sup>Institut za krmno bilje, Globoder, 37251 Kruševac, Srbija

## SAŽETAK

Veliki broj prelaza traktora i mobilnih sistema dovodi do intenzivnijeg sabijanja zemljišta uslovljavajući nepovoljne uslove za razvoj korenovog sistema i slabije mikrobiološke aktivnosti, što za posledicu ima smanjenje prinosa. U radu su prikazani rezultati ispitivanja promene sabijenosti zemljišta na uvratinama i unutrašnjem delu parcela, kao i uticaj sabijenosti na prinos ozime pšenice i kukuruza u uslovima centralne Srbije. Sabijenost zemljišta je merena pomoću penetrologa Eijkelkamp 6.0. Rezultati ispitivanja ukazuju da je sabijenost zemljišta na uvratinama bila za 58,37-60,36% veća u odnosu na unutrašnje delove parcele nakon nicanja, dok je povećanje sabijenosti zemljišta na uvratini pre ubiranja iznosilo prosečno 53,56-60,36%. Prinos pšenice na unutrašnjem delu parcele bio je veći za 47,81% u odnosu na prinos na uvratini, dok je prinos kukuruza na unutrašnjem delu parcele u odnosu na prinose koji su izmereni na uvratini bio veći za 38,74%.

**Ključne reči:** uvratina, unutrašnji deo parcele, sabijenost zemljišta.

## RESULTS OF EXPLORING THE IMPACT OF SOIL COMPACTION ON WINTER WHEAT AND MAIZE YIELDS

Saša Barać<sup>1</sup>, Aleksandar Đikić<sup>1</sup>, Bojana Milenković<sup>1</sup>,  
Milan Biberdžić<sup>1</sup>, Dragoslav Đokić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Pristina - K. Mitrovica, Faculty of Agriculture, Serbia

<sup>2</sup>Institute for forage crops, Kruševac

## ABSTRACT

A large number of tractors and mobile systems passes lead to intensified soil compaction, creating poor conditions for root system development and poorer microbiological activities, which result in decreased yields. The paper shows the results of the exploration of soil compaction changes in headlands and inner parts of the plot, as well

<sup>1</sup> Kontakt autor: Saša Barać, e-mail: sbarac@eunet.rs

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu TR- 31051, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

as the soil compaction effect on the winter wheat and maize yield in Central Serbia. The soil compaction was measured using penetrometer Eijkelkamp 6.0. The results indicate that the soil compaction was higher 58.37- 60.36% than in the inner parts of the plot after emergence, while the increased soil compaction before harvesting amounted to 53.56-60.36%. The wheat yield in the inner part of the plot, compared to the yield on the headland, was higher 47.81%, while the corn yield in the inner part of the plot in relation to yields measured on the headland was higher - 38.74%.

**Keywords:** headland, the inner part of the plot, soil compaction.

## UVOD

Kretanje traktorskih i mobilnih sistema može se podeliti u dve grupe i to na kretanje po unutrašnjosti parcele i kretanje na uvratinama. Oba kretanja sabijaju zemljište različitim intenzitetom. Na uvratinama je sabijanje intenzivnije zbog manjih brzina kretanja pri okretanju, jer je zemljište duže vremena izloženo delovanju normalnih napona čime se ono više sabija. Sa povećanjem korišćenja teških mašina u obradi teških zemljišta, degradacija fizičkih osobina zemljišta, kao što je “taban brazde”, postaje sve veći problem [13]. Prekomernim sabijanjem zemljišta nastaju vrlo nepovoljni zemljišni uslovi za odvijanje biljne proizvodnje i primenu savremenih tehnologija proizvodnje što za posledicu ima značajno smanjenje prinosa i povećanje troškova proizvodnje za 20-40%. Zbog manjih brzina pri okretanju i zbog velikog broja prohoda, sabijanje zemljišta je više izraženo na uvratinama u odnosu na unutrašnji deo parcela. Sabijanje predstavlja jedan od glavnih oblika degradacije zemljišta i prisutno je u ukupnoj degradaciji sa 11% [9]. Pored prirodnog zbijanja, veoma važnu ulogu u sabijanju zemljišta ima i sabijanje generisano kontaktom guma ili gusenica traktora i drugih poljoprivrednih mašina [3]. Sabijenost zemljišta prouzrokovana kretanjem teških vozila i mašina rezultira kvarenjem strukture zemljišta, u gornjem (površinskom) i donjem (dubokom) sloju zemljišta što povećava rizik od erozije zemljišta i povećava potrošnju energije za obradu [14]. Kretanjem poljoprivrednih mašina zemljište se naročito sabija do dubine od 0,5 m [1]. Sabijanjem zemljišta otežano je usvajanje vode i hranljivih materija korenovim sistemom, a prinosi se značajno smanjuju [6]. Prema [15], poljoprivredna mehanizacija je ključni element u poljoprivrednoj proizvodnji jer njena primena donosi brojne koristi, ali je važna pravilna primena jer nepotrebno i prekomerno korišćenje sabija zemljište i stvara niz problema, koji se manifestuju negativnim uticajem na rast i prinos gajenih biljaka. [5] dolazi do saznanja da zbijanje zemljišta značajno smanjuje prinos gajenih useva, pri čemu ne postoji rutinska procedura kojom može da se predvidi ovaj efekat. [10] navodi da su glavni uzroci prekomernog sabijanja zemljišta veliki pritisci mehanizacije, što za posledicu ima smanjenje prinosa za 10-25% i povećana ulaganja u mašinski park, objekte i kadrove za 10-25%. Ostvareni gubici koji nastaju kao posledica prekomernog sabijanja zemljišta su 224,5 USD ha<sup>-1</sup> godišnje tako da za gazdinstvo od 15.000 ha obradivog zemljišta dostižu 3.367.500 USD godišnje. [4] dolaze do saznanja da je pri proizvodnji pšenice i kukuruza sabijenost zemljišta na dubini od 20-30 cm iznosila 2 MPa. Prem njima, do povećanja otpora konusa došlo je usled velikih opterećenja zemljišta tokom ubiranja kombajnama. [11] zaključuju da su uzroci i posledice prekomernog sabijanja



zemljišta složeni a da je za revitalizaciju potrebno uložiti velika sredstva u dužem vremenskom periodu. Prosečni gubici prinosa iznose od 15-20%, a povećanje specifičnog otpora pri oranju za 2,0-2,5 puta, navode isti autori. Prema [8] dugoročna upotreba teške mehanizacije izaziva prekomerno sabijanje zemljišta, što za posledicu ima otežano usvajanje hranljivih materija i značajno smanjenje prinosa za preko 40 i više procenata. [7] navode da je u fazi nicanja pod kukuruzom sabijenost zemljišta na uvratinama bila veća za 102,87% u odnosu na unutrašnjost a u fazi ubiranja za 59,37%. Prema ovim autorima pod pšenicom na početku faze vlatanja sabijenost zemljišta na uvratinama je bila za 25,96% veća u odnosu na unutrašnjost parcele, a u fazi ubiranja za 31,17%. [12] navode da je smanjenje prinosa na uvratinama kod pšenice 44,86%, kukuruza 54,48%, a suncokreta 19,09%. Prema [16] sabijenost zemljišta posle setve bila je za 30,56% veća u odnosu na unutrašnji deo parcele, dok je povećanje sabijenosti zemljišta na uvratini pre ubiranja iznosilo 37,65%, tako da je smanjenje biološkog prinosa iznosilo 31,55%, a mase suvog zrna 26,39%. Prema istim autorima u fazi nicanja sabijenost zemljišta na uvratinama bila je 14,45 daN/cm<sup>2</sup> na dubini od 7-21cm, dok je u unutrašnjem delu parcele sabijenost zemljišta bila 10,48 daN/cm<sup>2</sup>. Pre ubiranja sabijenost zemljišta na uvratinama bila je 14,21 daN/cm<sup>2</sup> na istoj dubini, dok je u unutrašnjem delu parcele bila 9,73 daN/cm<sup>2</sup>. Otpor konusa pre prihrane bio je veći na uvratini i iznosio je u proseku 2,73 MPa, dok je u unutrašnjem delu parcele manji i iznosio je 1,51Mpa što je veća sabijenost u odnosu na unutrašnji deo za 57,27% [17]. Prema istim autorima nakon ubiranja, otpor konusa je veći na uvratini i iznosi u proseku 3,82 MPa, dok je u unutrašnjem delu manji i iznosi 2,53 MPa, tako da je otpor konusa na uvratini veći u odnosu na unutrašnji deo parcele za 50,97%. Sabijenost zemljišta na uvratinama nakon nicanja pšenice bila je veća u proseku za 36,57% u odnosu na unutrašnji deo parcele, dok je u fazi ubiranja povećanje iznosilo prosečno 54,29%, što je zauročno posledičnu vezu imalo smanjenje prinosa suvog zrna pšenice za 31,75% [2].

U radu su prikazani rezultati ispitivanja uticaja sabijanja zemljišta na prinos a prinos pšenice i kukuruza , kao dve najzastupljenije kulture u strukturi setve ratarske proizvodnje u posmatranom području.

## MATERIJAL I METOD RADA

U toku 2013/14. godine u agroekološkim uslovima centralne Srbije u okolini Kragujevca (44°04'60" N, 20°52'60" E) izvršena su ispitivanja uticaja sabijenosti zemljišta na prinos ozime pšenice sorte Pobeda i hibrida kukuruza ZP 600, na zemljištu tipa smonice. Sabijenost zemljišta je merena penetrologerom Eijkelkamp hardver verzije 6,0, softver verzija 6,03. Merenje je obavljeno utiskivanjem konusa površine 1 cm<sup>2</sup> sa vrhom konusa 60°, u skladu sa standardom NEN 5140, brzinom penetracije od 2 cm sec<sup>-1</sup>, pri čemu odstupanje nije bilo veće od 0,5 cm s<sup>-1</sup>. Konus je standardne veličine, a standard je definisan prema ASAE standardu (ASAE S313.1). Pre početka merenja postavljena je referentna ploča dubine, određen položaj parcele (GPS) i vlažnost zemljišta. Pri merenju sabijenosti zemljišta nagib penetrologera nije prelazio 3,5° u odnosu na vertikalnu (korišćena je libela penetrologera), a brzina penetracije praćena je pomoću indikatora brzine na displeju koji je bio u blizini srednjeg položaja. Vlažnost zemljišta u momentu merenja sabijenosti je određivana je *Theta* sondom, a izražena je

u % vol. Merenja su obavljena na uvratinama i unutrašnjem delu parcele na dubini od 0-20 cm, imajući u vidu da je u pitanju dubina sloja koji je obrađivan plugovima. Otpor konusa meren je u 6 ponavljanja, sa razmakom od 3 m između mernih tačaka, pri čemu se srednja tačka nalazi na sredini uvratine.

U cilju razmatranja prave uvratine odabrane su parcele pored kojih je put, tako da je okretanje mašinsko-traktorskih agregata obavljano samo na parceli pri čemu je tako formirana prava uvratina. Širina uvratine iznosila je 10m. Merenja i uzorkovanja zemljišta su obavljena dva puta: u proleće pre prihrane useva i na kraju vegetacije u vreme ubiranja useva, u cilju utvrđivanja ostvarenog prinosa. Dobijeni rezultati su prikazani tabelarno i obrađeni.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

U tabeli 1 prikazane su izmerene vrednosti sabijenosti zemljišta na unutrašnjosti parcele i uvratinama u usevu pšenice i kukuruza na početku merenja. Na osnovu dobijenih rezultata, zapaža se da su u unutrašnjosti parcele kod svih ponavljanja izmerene značajno manje vrednosti sabijenosti zemljišta u odnosu na uvratine, kod oba useva.

Tabela 1. Sabijenost zemljišta nakon nicanja useva na dubini od 0–20 cm  
*Table 1. Soil compaction after crop emergence at a depth of 0-20 cm*

Usev	Mesto merenja sabijenosti	Sabijenost zemljišta po ponavljanima (MPa)						Prosek
		1	2	3	4	5	6	
Pšenica	Unutrašnjost parcele	1,92	1,64	1,59	1,48	1,82	1,36	1,64
	Uvratina	2,65	2,48	2,35	2,71	2,53	2,59	2,55
	Povećanje sabijenosti (%)	38,02	51,22	48,43	83,11	39,01	90,44	58,37
Kukuruz	Unutrašnjost parcele	2,10	1,73	1,94	1,65	2,14	1,94	1,92
	Uvratina	3,95	3,35	3,12	2,78	3,79	3,60	3,43
	Povećanje sabijenosti (%)	88,10	93,64	60,82	68,49	76,64	85,56	78,87

Rezultati merenja pokazuju da je sabijenosti zemljišta na unutrašnjem delu parcele u usevu pšenice bila u proseku 1,64 MPa, dok je na uvratini izmerena veća sabijenost i to prosečno 2,55 MPa. Ako se razlika izrazi u procentima, zapaža se da je na uvratini sabijenost zemljišta veća u odnosu na unutrašnji deo parcele za 58,37%. Posmatrano po ponavljanima, zapaža se da je u unutrašnjosti ogledne parcele sabijenost zemljišta varirala u rasponu od 1,36 (6 ponavljanje) pa do 1,92MPa (1 ponavljanje). Na uvratinama je sabijenost zemljišta bila u granicama od 2,35 MPa (3 ponavljanje), pa do -2,65 MPa (1 ponavljanje). Vlažnost zemljišta na početku merenja na dubini od 0-10 cm iznosila je 23,96%, a na dubini od 10-20 cm, 26,41%.

U usevu kukuruza su takođe izmerene manje vrednosti sabijenosti zemljišta u unutrašnjosti parcele u odnosu na uvratine.

Prosečna sabijenost izmerena u unutrašnjosti parcele pod kukuruzom iznosila je 1,92 MPa, dok je na uvratini izmerena prosečna sabijenost od 3,43MPa. Ukoliko se razlike izraze procentualno, dobija se da je sabijenost zemljišta na uvratini veća u odnosu na unutrašnji deo parcele za 78,87%. Ako se sabijenost posmatra po ponavljanima, može se uočiti da je u unutrašnjosti parcele sabijenost bila u rasponu od 1,65-2,14 MPa, a na uvratinama u granicama od 2,78-3,95MPa (tabela 1). Vlažnost zemljišta je u vreme

merenja na dubini od 0-10 cm iznosila 22,68%, dok je na dubini 10-20 cm iznosila 24,89%

U tabeli 2 prikazane su vrednosti sabijenosti zemljišta na unutrašnjosti parcele i uvratinama u usevu pšenice i kukuruza u vreme ubiranja.

Tabela 2. Sabijenost zemljišta u vreme ubiranja na dubini od 0–20 cm  
*Table 2. Soil compaction during harvesting at a depth of 0-20 cm*

Usev	Mesto merenja sabijenosti	Sabijenost zemljišta po ponavljanima (MPa)						Prosek
		1	2	3	4	5	6	
Pšenica	Unutrašnjost parcele	2,72	2,58	2,59	2,47	2,83	2,36	2,59
	Uvratina	3,95	3,98	4,36	4,61	3,98	2,98	3,98
	Povećanje sabijenosti (%)	45,22	54,26	68,34	86,64	40,64	26,27	53,56
Kukuruz	Unutrašnjost parcele	2,85	2,64	2,81	2,69	2,94	2,57	2,75
	Uvratina	4,65	4,27	4,52	4,70	4,19	4,13	4,41
	Povećanje sabijenosti (%)	63,15	61,75	60,85	74,72	42,51	60,70	60,36

Veliki broj prelaza traktora i mobilnih sistema imao je za posledicu veću sabijenost zemljišta na uvratinama u odnosu na unutrašnjost parcele u obe ispitivane varijante u vreme ubiranja.

Na unutrašnjem delu parcele u usevu pšenice u vreme ubiranja, izmerena je prosečna sabijenost zemljišta od 2,59MPa (u rasponu od 2,36 - 2,83 MPa), dok je na uvratinama iznosila u proseku 3,98 MPa (u granicama od 2,98 - 4,61MPa). Ako se razlika u pogledu sabijenosti zemljišta između unutrašnjosti parcele i uvratina izrazi u procentima dobija se povećanje od 53,56%. Vlažnost zemljišta je iznosila 17,45% na dubini 0-10 cm, odnosno, 19,15% na dubini 10-20 cm.

Sličan uticaj velikog broja prelaza traktora i mobilnih sistema na sabijenost zemljišta zapažen je i kod kukuruza. Na unutrašnjem delu parcele sabijenost je iznosila prosečno 2,75 MPa (varirala u rasponu od 2,57-2,94 MPa), dok je na uvratinama bila prosečno 4,41 MPa (varirala u rasponu od 4,13-4,70 MPa). Povećanje sabijenosti zemljišta na uvratinama u odnosu na unutrašnji deo parcele u vreme ubiranja kukuruza bilo je u proseku 60,36% (tabela 2). Vlažnost zemljišta na dubini merenja od 0-10 cm iznosila je 16,37%, a na 10-20 cm 20,35%.

U tabeli 3 prikazane su vrednosti ostvarenih prinosa pšenice i kukuruza u unutrašnjem delu parcele i na uvratinama.

Tabela 3. Prinos pšenice i kukuruza u unutrašnjosti i na uvratinama  
*Table 3. Yield of wheat and maize in the interior and on the headland*

Usev	Mesto merenja	Ostvareni prinos (t ha <sup>-1</sup> )						Prosek
		1	2	3	4	5	6	
Pšenica (Suvo zrno)	Unutrašnjost parcele	4,92	4,80	5,41	4,77	5,84	5,46	5,20
	Uvratina	3,43	3,21	3,50	3,35	3,68	3,95	3,52
	Smanjenje prinosa (%)	43,44	49,53	54,57	42,39	58,70	38,23	47,81
Kukuruz (Okomušani klip)	Unutrašnjost parcele	23,17	22,68	20,84	22,93	22,57	24,65	22,81
	Uvratina	15,29	16,42	15,10	16,38	17,21	18,23	16,44
	Smanjenje prinosa (%)	51,54	38,12	38,01	39,98	31,14	35,21	38,74

Na osnovu dobijenih rezultata može se zapaziti da je intenzivnije sabijanje zemljišta na uvratini u odnosu na unutrašnji deo parcele ispoljilo značajan uticaj na stvaranje nepovoljnih uslova za rast i razvoj useva ozime pšenice i kukuruza, pa je kao uzročno-posledična veza dobijena razlika između ostvarenih prinosa na uvratini i unutrašnjem delu parcele.

Prinos suvog zrna pšenice u unutrašnjem delu parcele iznosio je prosečno 5,20 t ha<sup>-1</sup> (kretao se u rasponu od 4,77 - 5,84 t ha<sup>-1</sup>), dok je na uvratini je izmeren manji prinos pšenice i to 3,52 t ha<sup>-1</sup> (u rasponu od 3,21-3,95 t ha<sup>-1</sup>), što predstavlja smanjenje od 47,81%. Manje vrednosti ostvarenih prinosa na uvratini u odnosu na unutrašnji deo parcele izmeren je po svim ponavljanjima.

Sličan je uticaj sabijenosti zemljišta u centralnom delu parcele i uvratinama i na prinos okomušanog klipa kukuruza. Veći prinos klipa kukuruza izmeren je u unutrašnjem delu parcele i to prosečno 22,81 t ha<sup>-1</sup> (u granicama od 20,84-23,17 t ha<sup>-1</sup>), dok je na uvratini prinos okomušnaog klipa kukuruza bio manji i iznosio je 16,44t ha<sup>-1</sup> (varirao u granicama od 15,10-18,23t ha<sup>-1</sup>), što predstavlja smanjenje od 38,74%.

Veliki broj prelaza mašinsko-traktorskih agregata doveo je do intenzivnijeg sabijanja zemljišta na uvratini u odnosu na centralni deo ogledne parcele, što je rezultiralo smanjenjem prinosa na uvratini u odnosu na unutrašnji deo kod oba ispitivana useva po svim varijantama.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je u unutrašnjem delu pacele izmerena značajno manja sabijenost zemljišta u odnosu uvratine kod oba useva u toku svih faza ispitivanja.

Sabijenost zemljišta na početku merenja je u usevu pšenice u unutrašnjem delu bila prosečno 1,64 MPa, a na uvratini 2,55 MPa, što predstavlja prosečno povećanje za 58,37%. U usevu kukuruza na početku merenja sabijenost zemljišta je u unutrašnjem delu parcele iznosila u proseku 2,75 MPa, a na uvratini 4,41 MPa, što je prosečno povećanje sabijenosti zemljišta za 60,36%.

U vreme ubiranja pšenice na unutrašnjem delu parcele sabijenost zemljišta je iznosila prosečno 2,59MPa, a na uvratinama 3,98 MPa, što je veća prosečna sabijenost za 53,56%. U vreme ubiranja kukuruza na unutrašnjem delu parcele sabijenost je iznosila u proseku 2,75 MPa, a na uvratinama 4,41 MPa, što je prosečno povećanje sabijenosti zemljišta za 60,36%.

Kao uzročno-posledična veza dobijena je razlika između ostvarenih prinosa na uvratini i unutrašnjem delu parcele, kod oba useva.

Prinos suvog zrna pšenice u unutrašnjem delu parcele iznosio je prosečno 5,20 t ha<sup>-1</sup>, a na uvratini 3,52 t ha<sup>-1</sup>, što predstavlja smanjenje od 47,81%.

Veći prinos klipa kukuruza izmeren je u unutrašnjem delu parcele i to 22,81 t ha<sup>-1</sup>, dok je na uvratini prinos okomušnaog klipa kukuruza iznosio je 16,44 t ha<sup>-1</sup>, što predstavlja smanjenje od 38,74%.

## LITERATURA

- [1] Alakukku, L., Paavo, E. 1994. Finnish experiments on subsoil compaction by vehicles with high axle load. *Soil and Tillage Research*. Volume 29, Issues 2-3, 151-155.
- [2] Barać S., Milenković Bojana, Vuković, A., Đokić, D. 2012. Rezultati ispitivanja uticaja sabijenosti zemljišta na prinos ozime pšenice. *Poljoprivredna tehnika*, br.2, 41-49.
- [3] Biris, S.S., Vladut, V., Ungureanu, N., Paraschiv, G., Voicu, G. 2009. *Agriculturae Conspectus Scientifici* cus. Vol. 74, No. 1, 21-29.
- [4] Fritton, D. D. (2001).. An Improved Empirical Equation for Uniaxial Soil Compression for a Wide Range of Applied Stresses. *SOIL SCI. SOC. AM. J.*, VOL. 65:678-684.
- [5] Güçlü, Y.H., Vatandas, M., Gürhan, R. 2002. Soil strength as affected by tillage system and wheel traffic in wheat-corn rotation in central Anatolia. *Journal of Terramechanics*, 39 (1) : 23-34.
- [6] Ishaq, M., Hassan A., Saeed, M., Ibrahim, M., Lal, R. 2000. Sub soil compaction effect on crops in Punjab. *Soil physical properties and crop yield*. *Soil Till. Res.*, 1570: 1-9.
- [7] Jarak Mirjana, Furman, T., Gligorić Radojka, Đurić Simonida, Savin, L., Jeličić Zora 2005. Svojtva zemljišta i prinos pšenice i kukuruza na uvratinama. *Traktori i pogonske mašine*. Vol.10.No.3., 98-103.
- [8] Kuht, J., Reintam E. 2004. Soil compaction effect on soil physical properties and the content of nutrients in spring barley and spring wheat. *Agronomy Research* 2(2), 187-194.
- [9] Lynden, V., G. 2000. The assessment of the 56(3-4): 117-129. Status of human-induced degradation. *FAO Report*, (37).
- [10] Nikolić, R., Savin, L., Furman, T., Gligorić Radojka, Tomić, M. 2002. Istraživanje problema sabijanja zemljišta. *Traktori pogonske mašine*. Vol.7.No.1., 5-13.
- [11] Nikolić, R., Hadžić, V., Savin, L., Furman, T., Nešić Ljiljana, Gligorić Radojka, Belić, M., Tomić, M. 2003. Sabijanje zemljišta, uzroci, posledice, mere. *Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo*. Zbornik radova. Novi Sad, 37-48.
- [12] Nikolić, R., Savin, L., Furman, T., Tomić, M., Gligorić Radojka, Simikić, M., Sekulić, P., Vasin, J., Kekić, M., Bertok, Z. 2007. Uticaj sabijanja na promene u zemljištu i prinos pšenice, kukuruza, sunčokreta soje i šećerne repe na uvratinama i unutrašnjem delu parcele. *Traktori i pogonske mašine*, Vol.12.No.3., 42-48.
- [13] Radojević, R., Raičević, D., Oljača, M., Gligorević, K., Pajić, M. 2007. Energetski aspekti obrade teških tipova zemljišta. *Poljoprivredna tehnika*, broj 3, 25-32.
- [14] Radojević, R., Raičević, D., Oljača, M., Gligorević, K., Pajić, M. 2006. Uticaj jesenje obrade na sabijanje teških zemljišta, *Poljoprivredna tehnika*, broj 2, 63-71.
- [15] Ramazan, M., Daraz, G.K., Hanif, M., Shahid, A. 2012. Impact of Soil Compaction on Root Length and Yield of Corn (*Zea mays*) under Irrigated Condition. *Middle-East Journal of Scientific Research* 11 (3): 382-385.
- [16] Savin, L., Nikolić, R., Simikić, M., Furman, T., Tomić, M., Gligorić Radojka, Jarak Mirjana, Đurić Simonida, Sekulić, P., Vasin, J. 2007. Istraživanje uticaja sabijenosti zemljišta na prinos pšenice i promene u zemljištu na uvratinama i unutrašnjem delu parcele. *Letopis naučnih radova*, broj 1, 167-173.
- [17] Savin, L., Simikić, M., Furman, T., Tomić, M., Gligorić Radojka, Jarak Mirjana, Đurić Simonida, Sekulić, P., Vasin, J. 2009. Uticaj agrotehničkih mera na otpor konusa kod ozimog ječma. *Traktori pogonske mašine*. Vol.14.No. 2/3, 172-177.

# OPREMLJENOST MEHANIZACIJOM POLJOPRIVREDNIH GAZDINSTAVA

Steva Božić<sup>1</sup>, Dušan Radivojević, Mirko Urošević, Zoran Mileusnić

*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,  
Beograd – Zemun, Nemanjina 6*

## SAŽETAK

Koristeći rezultate popisa poljoprivrede 2012. godine, u radu su prikazani značajniji podaci koji karakterišu broj i veličinu gazdinstava, prema pravnom statusu gazdinstva, na nivou Srbije. Prikazani su podaci vezani za opremljenost gazdinstava sredstvima mehanizacije s akcentom na traktorima, izračunati su pokazatelji, ha/traktor, traktor/ha, ha/kW i kW/ha, prikazani i analizirani trendovi promene ovih pokazatelja u zavisnosti od veličine gazdinstva, a za porodična poljoprivredna gazdinstva i gazdinstva pravnih lica i preduzetnika, sve na nivou Republike Srbije.

**Cljučne reči:** gazdinstvo, mehanizacija, tehničko sredstvo, traktor, popis poljoprivrede

## MECHANIZED EQUIPMENT ON AGRICULTURAL HOUSEHOLDS

Steva Božić<sup>1</sup>, Dušan Radivojević, Mirko Urošević, Zoran Mileusnić

*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering,  
Belgrade - Zemun, Nemanjina 6*

## ABSTRACT

Using the results of the agricultural census in 2012, the paper presents significant data that characterize the number and the households sizes, according to the legal status of the households, on the national level of Serbia. Data shown are related to households mechanized equipment with emphasis on tractors. The indicators such as ha/tractor, tractor/ha, ha/kW and kW/ha, are calculated and trends in changes of these indicators depending on the size of household, and for family agricultural households and households of legal entities and entrepreneurs, at all levels of the Republic of Serbia are analysed.

**Keywords:** household, mechanization, technical systems, tractor, agricultural census

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Steva Božić, e-mail: stbozic@agrif.bg.ac.rs

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu: „Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda”, evidencioni broj TR-31051, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## UVOD

Proteklih nekoliko decenija radovi na ovu temu zasnivali su se na podacima Zavoda za statistiku baziranim na sprovedenim anketama ili na istraživanjima pojedinih autora uopštavanjem rezultata dobijenih na relativno malom broju uzoraka, često kombinovanih sa intuitivnim osećajem. Težnja autora je bila, da u nedostatku egzaktnih podataka, dobiju što tačnije rezultate. Naizad, 2012. godine, posle više od pet decenija, izvršen je popis poljoprivrede u Republici Srbiji. Ovim su stručnjaci različitih profila i interesovanja dobili veliku bazu egzaktnih podataka. Ona im omogućuje da realizuju brojne naučno istraživačke ideje i zamisli. Omogućuje da se nakon dužeg vremenskog perioda, na bazi podataka dobijenih popisom, stekne uvid u brojna obeležja poljoprivrede, izvrši njihova analiza, donesu zaključci, formiraju smernice i preduzmu aktivnosti za poboljšanje. Ovo može i treba da obuhvati sve oblasti i sve nivoe poljoprivredne proizvodnje, a u tome treba da uzmu učešće stručnjaci različitih profila i interesovanja kako bi se sinergetskim dejstvom dobijeni rezultati što snažnije odrazili na krajnji cilj – povećanje efektivnosti (raditi prave stvari) i efikasnosti (raditi stvari na pravi način). Polazeći od značaja koji sredstva mehanizacije imaju za ukupan razvoj poljoprivrede u ovom radu predstavljaju se i analiziraju poljoprivredna gazdinstva u pogledu njihove opremljenosti sredstvima mehanizacije.

## CILJ RADA

S obzirom na značajnost sredstava mehanizacije u poljoprivredi, kako sa stanovišta kvantiteta i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda, energetske efikasnosti, ekologije, tako i sa stanovišta njihovog uticaja na troškove proizvodnje i ostvarenje ekonomskih rezultata poljoprivrednog gazdinstva, cilj rada je da prikaže vrednosti značajnijih obeležja poljoprivrede vezanih za sredstva mehanizacije iskazana preko osnovnih i izvedenih pokazatelja. Osim toga rad treba da posluži mnogima, na nacionalnom, lokalnom i nivou gazdinstva, ne samo da upotpune svoja saznanja već kao podsticaj da u proces organizovanja poljoprivredne proizvodnje uvedu nova, već poznata rešenja ili kao inspiracija za nove inovatorske i istraživačke ideje u oblasti svog delokruga rada, nadležnosti i odgovornosti.

## IZVORI PODATAKA I METOD RADA

U istraživanjima su korišćeni podaci Republičkog zavoda za statistiku Srbije, a za njihovu obradu primenjivani su standardni matematički i statistički metodi.

S obzirom da je prethodni popis sproveden davne 1960. godine, nedostajali su podaci koji bi zadovoljili nacionalne i međunarodne potrebe kao i potrebe u procesu pristupanja Evropskoj uniji. Stoga je popis poljoprivrede 2012. godine izezuteno značajan jer je omogućio izradu baze podataka, međunarodno uporedive i potrebne za sprovođenje održive poljoprivredne politike.

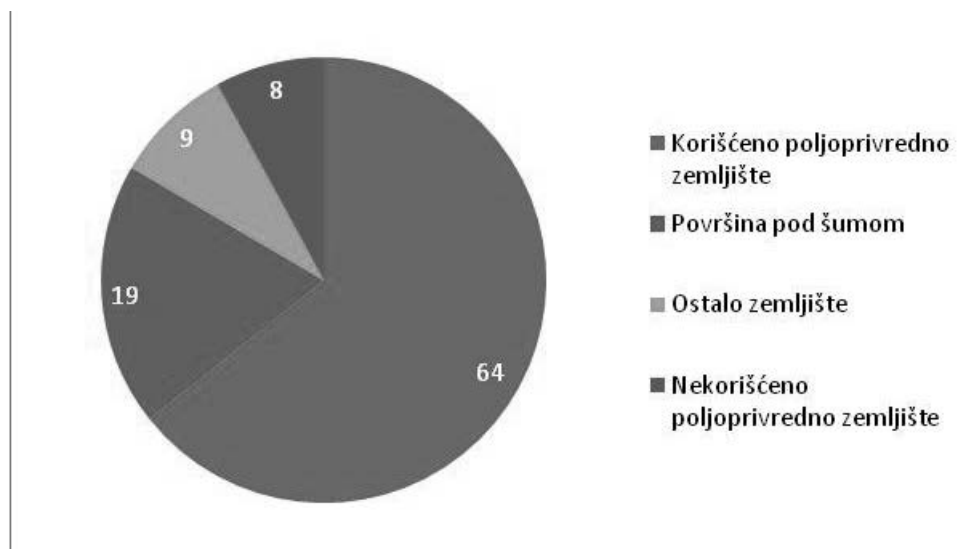
Popisom poljoprivrede 2012. nije obuhvaćena teritorija AP Kosovo i Metohija pa se podaci i rezultati u ovom radu odnose na Republiku Srbiju bez AP Kosovo i Metohija.

Pojmovi korišćeni u ovom radu su preuzeti iz publikacije Uputstva za popisivanje, Popis poljoprivrede 2012. godine u Republici Srbiji i primenjivani su u skladu sa definicijama koje su prikazane u Uputstvu za popisivanje.

## ANALIZA REZULTATA

### Osnovne karakteristike poljoprivrednog gazdinstva

Republika Srbija ima 5.346.597 ha, raspoloživog zemljišta, od čega je 3.437.423 ha, korišćeno poljoprivredno zemljište, a ostatak je nekorišćeno poljoprivredno zemljište (424.054 ha), površine pod šumom (1.023.036 ha), i ostalo zemljište (462.084 ha) (grafikon 1.).



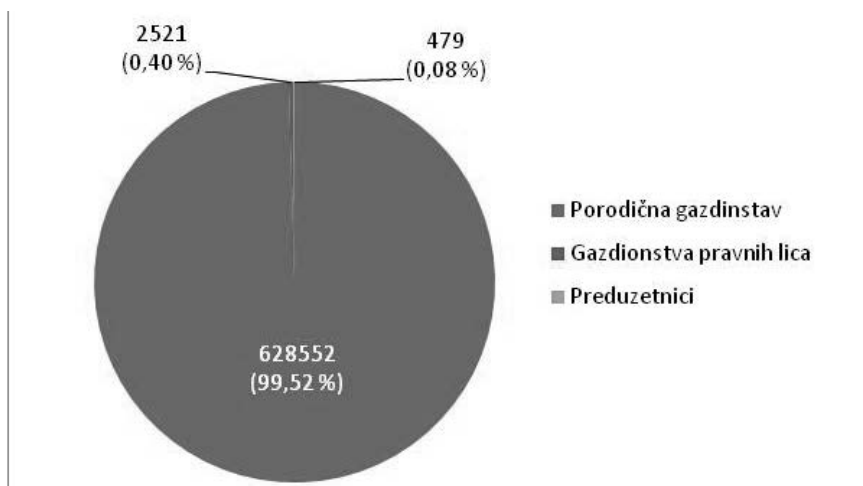
Grafikon 1. Struktura raspoloživog poljoprivrednog zemljišta, %  
*Figure 1. Structure of the available agricultural land, %*

Nekorišćeno zemljište obuhvata poljoprivrednu površinu koja se u posmatranoj godini popisa nije koristila iz ekonomskih, socijalnih ili drugih razloga.

Ostalo zemljište obuhvata ono zemljište gazdinstva koje je pod zgradama, putevima, dvorištima, vrtovima i travnjacima, ribnjacima, trsticima, barama, kamenjarom, neplodnim površinama, peščarama i drugim površinama nepodobnim za poljoprivrednu proizvodnju, kojim je gazdinstvo raspolagalo u posmatranom periodu.

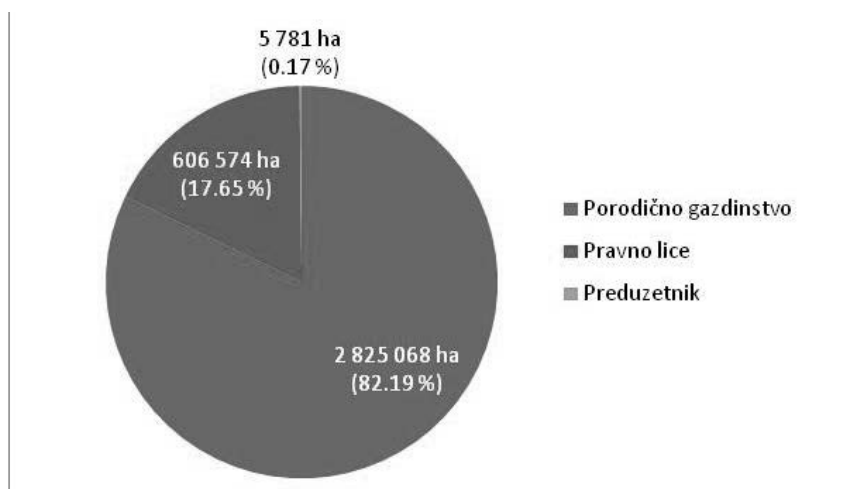
Raspoloživo zemljište je u vlasništvu 631.552, poljoprivredna gazdinstva, koliko ih ukupno ima u Republici Srbiji. Od toga su 628.552, porodična gazdinstva, a 2.521, gazdinstva pravnih lica i 479 su preduzetnici (grafikon 2.).





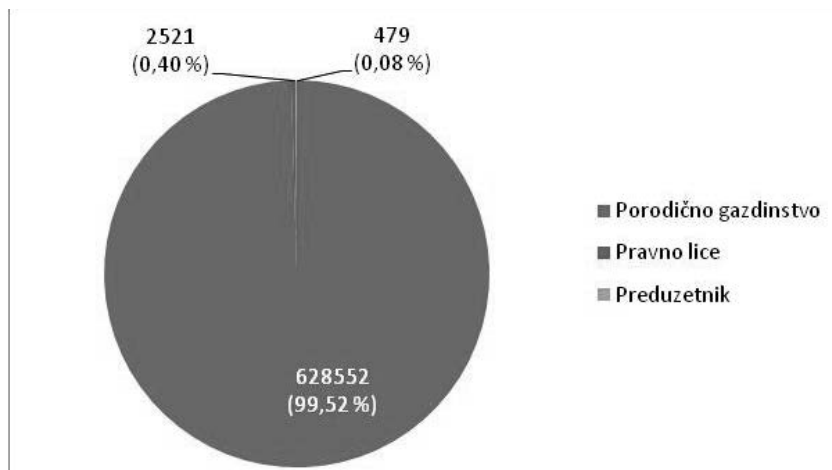
Grafikon 2. Struktura gazdinstava prema pravnom statusu i raspoloživom poljoprivrednom zemljištu izražena u broju gazdinstava i procentualnoj zastupljenosti  
*Figure 2. The structure of households by legal status and the available agricultural land is expressed in the number of households and their share in total*

Poljoprivredna gazdinstva, ostvaruju svoju proizvodnju na 3.437.423 ha korišćenog poljoprivrednog zemljišta. Najveći deo korišćenog poljoprivrednog zemljišta, 2.825.068 ha, ili 82 %, pripada porodičnim gazdinstvima (grafikon 3.).



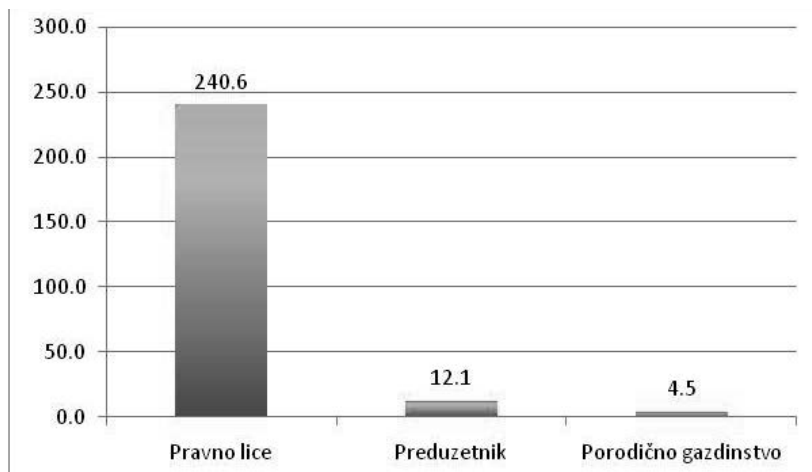
Grafikon 3. Učešće gazdinstava različitog pravnog statusa prema KPZ u ukupnom KPZ izraženo u ha i % (3.437.423 ha = 100 %)  
*Figure 3. Share of the households with different legal status in used agricultural land and in total agricultural land used, expressed in ha and %*

Od ukupnog broja poljoprivrednih gazdinstava 631.552, njih 628.552, ili 99,63 %, su porodična poljoprivredna gazdinstva (grafikon. 4).



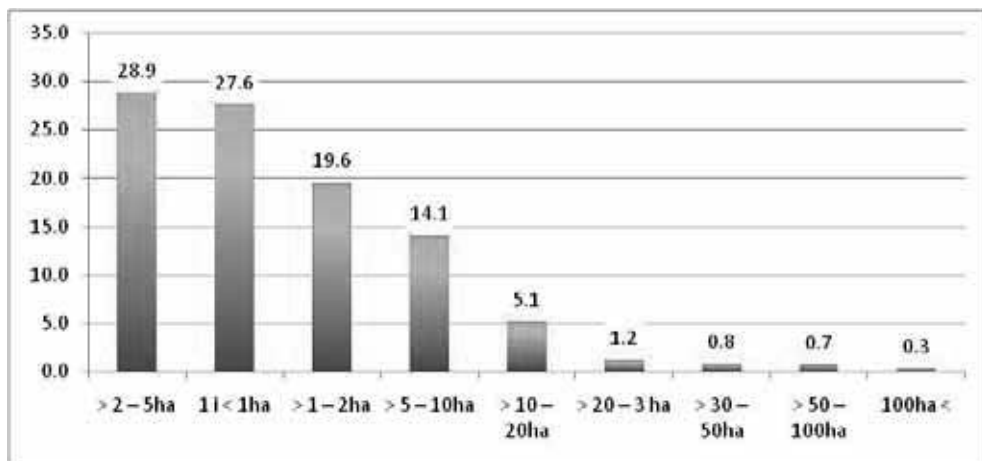
Grafikon 4. Struktura poljoprivrednih gazdinstava prema pravnom statusu, broj.  
 Figure 4. Structure of the agricultural households according to their legal status, number.

Prosečna veličina gazdinstva u Srbiji je 5,4 ha korišćenog poljoprivrednog zemljišta. Ovaj podatak se ne može koristiti za generalizovanu sliku veličine gazdinstva u Srbiji zbog velike razlike između gazdinstava različitog pravnog statusa. Od prosečne veličine gazdinstva u Srbiji, porodična gazdinstva su manja za 0,9 ha, a gazdinstva pravnih lica su preko pedeset puta veća od proseka Srbije (grafikon 5.)



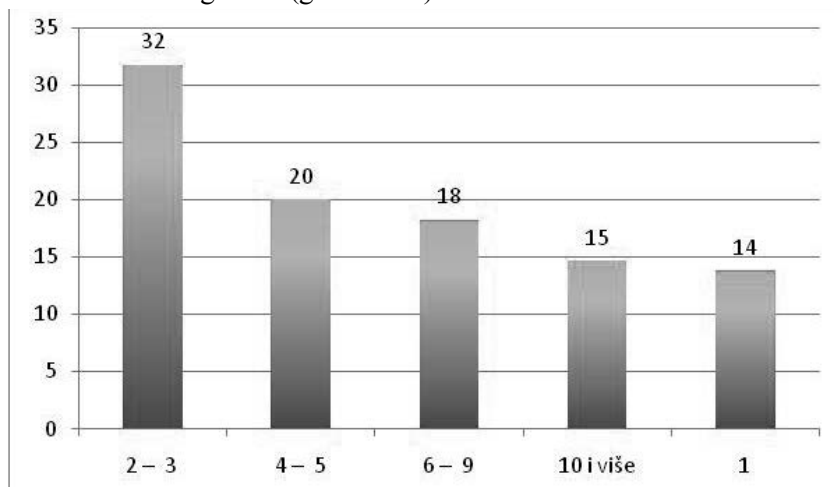
Grafikon 5. Prosečna veličina gazdinstava u Srbiji, različitog pravnog statusa, na osnovu korišćenog poljoprivrednog zemljišta, ha.  
 Figure 5. The average size of households in Serbia, various legal status, on the basis of the utilized agricultural land, ha

Najveći broj gazdinstava (28,9%), je veličine 2-5 ha, korišćenog poljoprivrednog zemljišta. Preko 76 % gazdinstava nije veće od 5 ha, a samo 1 % od ukupnog broja gazdinstava u Srbiji veći je od 50 ha (grafikon 6.)



Grafikon 6. Gazdinstva u Srbiji prema veličini korišćenog poljoprivrednog zemljišta, %.  
 Figure 6. Households in Serbia according to the size of the utilized agricultural area, %.

Mala gazdinstva su nepovoljna sa stanovišta ekonomičnosti primene mehanizacije, a to se još više pogoršava relativno velikim brojem odvojenih delova korišćenog poljoprivrednog zemljišta gazdinstva. Prosečna broj odvojenih delova gazdinstva je 6, a prosečna veličina svega 1 ha (grafikon 7.)



Grafikon 7. Gazdinstva u Srbiji prema broju odvojenih delova korišćenog poljoprivrednog zemljišta, %.

Figure 7. Households in Serbia according to the number of separate parts of the utilized agricultural area, %.

## Sredstva mehanizacije

Za poljoprivrednu proizvodnju gazdinstvima u Srbiji na raspolaganju su 597.816 traktora, preko 31.000 kombajna, oko 832.000 sredstava mehanizacije za obradu zemljišta, preko 122.000 sredstava mehanizacije za đubrenje stajskim i mineralnim đubrivom, oko 130.000 raznih sejalica i sadilica, oko 220.000 sredstava mehanizacije za negu i zaštitu biljaka, oko 300.000 prikolica, preko 287.000 sredstava mehanizacije za košenje i sređivanje trave i lucerke, oko 75.000 tehničkih sredstava za navodnjavanje i oko 410.000 različitih tehničkih sredstava za izuzimanje silaže, mašinsku mužu, skladištenje, doradu i pakovanje.

Svi radovi, neophodni za jedan ciklus proizvodnje na jednom gazdinstvu, uslovno se mogu svrstati u šest grupa: 1) obrada zemljišta, 2) setva i sadnja, 3) nega useva, 4) zaštita biljaka, 5) ubiranje, i 6) transport. Stavljajući u odnos ukupan broj priključnih i samohodnih mašina za izvođenje pojedinih operacija navedenih grupa radova (1.968.353), sa brojem poljoprivrednih gazdinstava (631.552), dolazi se do podataka da jedno gazdinstvo poseduje prosečno 3,12 tehničkih sredstava za izvođenje radnih operacija za navedenih šest grupa rada. Nedostatak sredstava mehanizacije na gazdinstvima je izraženiji kada se ima u vidu da pojedine grupe radova zahtevaju dve i više priključnih mašina (tabela 1.)

Tabela 1. Broj sredstava mehanizacije i opreme u Srbiji.  
*Table 1. Number of mechanization systems and equipment in Serbia.*

Naziv	Kom.	Kom./ 100 gazdin- stava	Naziv	Kom.	Kom./ 100 gazdinstava
Pogonske mašine	597816	95	Kultivatori špartači	64462	10
Traktori jednoosovinski	186922	30	Prskalice	138084	22
Traktori dvoosovinski	410894	65	Atomizeri	17281	3
Kombajni	31241	5	Prikolice	298667	47
Kombajni univerzalni žitni	19474	3	Cisterne	10130	2
Kombajni silažni	10788	2	Izuzimači silaže	391	0
Kombajni ostali	979	0	Mašine za mašinsku mužu	45553	7
Priključne mašine i oprema	2451047	388	Kosilice	148191	23
Berači kukuruza	31063	5	Grablje	92686	15
Vadilice krompira	5754	1	Prese (balirke)	46706	7
Plugovi	336928	53	Pumpe	55819	9
Podrivači	14440	2	Tifoni (manji)	3148	0
Razrivači	3364	1	Kišna krila	10398	2
Tanjirače	146647	23	Linearni sistemi	4487	1

Drljače	218161	35	Pivot sistemi	735	0
Setvospremači	60453	10	Prečišćivači – bimovi	453	0
Valjci	15090	2	Elevatori	46846	7
Rotofreze	36685	6	Mlinovi	124287	20
Rasipači mineralnih đubriva	95378	15	Krunjači, veliki i mali	190075	30
Sejalice	114710	18	Rovokopači	1260	0
Sadilice	14807	2	Mašine za kalibriranje, vakumiranje i pakovanje	501	2

Zajednička karakteristika sredstava mehanizacije je velika starost. Pri popisu, sva sredstva mehanizacije svrstavana su prema starosti u dve grupe: mlađi od 10 godina i stariji od 10 godina. Na osnovu ovakve kategorizacije utvrđeno je da je 94% sredstava mehanizacije starije od 10 godina (grafikon 8.)



Grafikon 8. Sredstva mehanizacije starija od 10 godina, %  
 Figure 8. Mechanized systems older than 10 years, %

Sa starenjem tehničkih sredstava njihove performanse se smanjuju pa se broj neophodnih intervencija, planiranih i neplaniranih, za održavanje tih performansi u neophodnim granicama vremenom povećava. Pored ovoga, vremenom se neminovno povećava i tehnološka zastarelost tehničkih sredstava. Tehnološka zastarelost je povezana sa produktivnošću, kvalitetom rada, i ekologijom. Ta veza nekada može da dostigne takav nivo da isključujuje tehničko sredstvo iz upotrebe. Zbog zaostajanja u produktivnosti ili kvalitetu rada za savremenim tehničkim sredstvima, poljoprivredni proizvodi dobijeni upotrebom starih mašina postaju nekonkurentni na tržištu, bilo po ceni bilo po kvalitetu ili po oba kriterijuma istovremeno. Nekada su i novi, sve stroži, pro-

pisu u oblasti kvaliteta proizvoda ili ekologije presudni. Nemogućnost zastarelih mašina da zadovolje nove standarde dovode do toga da se one stavljaju van upotrebe.

Vremenska komponenta ne utiče jednako na sva tehnička sredstva. Složenija i sofisticiranija tehnička sredstva su vremenom podložnija tehničko-tehnološkom zastarevanju pa njihova upotreba treba da bude intezivnija. Nasuprot njima stoje jednostavna tehnička sredstva gde se uticaj vremena dominantno ogleda kroz degradaciono delovanje na materijal.

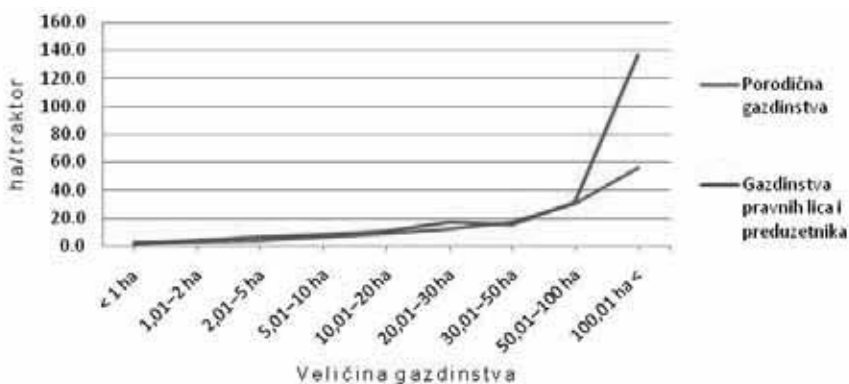
S obzirom da je u ukupnom broju gazdinstava u Srbiji 99,63 %, porodičnih gazdinstava i da je prosečna veličina porodičnog gazdinstva 4,5 ha, ne može se očekivati intezivna upotreba savremenih i skupih tehničkih sredstava jer njihove mogućnosti znatno prevazilaze potrebe gazdinstva. Ovo tim pre jer je tehničko-tehnološki razvoj sve brži, u sve kraćem roku se pojavljuju mašine koje su bolje od postojećih, bilo da su novi modeli ili poboljšani već postojeći. Zbog toga su neophodne promene u poljoprivrednoj proizvodnji u smislu udruživanja, i/ili uvođenja u proizvodnju na gazdinstvu intezivnijih kultura i/ili stočarske proizvodnje i/ili uvećanja gazdinstva itd.

Teško je zamisliti savremeno poljoprivredno gazdinstvo bez osnovne poljoprivredne mašine a to je traktor. Ipak, od 631.552 gazdinstva, gotovo 19 % je bez traktora, odnosno 118.334. gazdinstva ne poseduje traktor.

U Srbiji se, u okviru poljoprivredne proizvodnje, koristi 597.816 traktora od čega su 186.233 jednoosovinski, a 410.894 dvoosovnski.

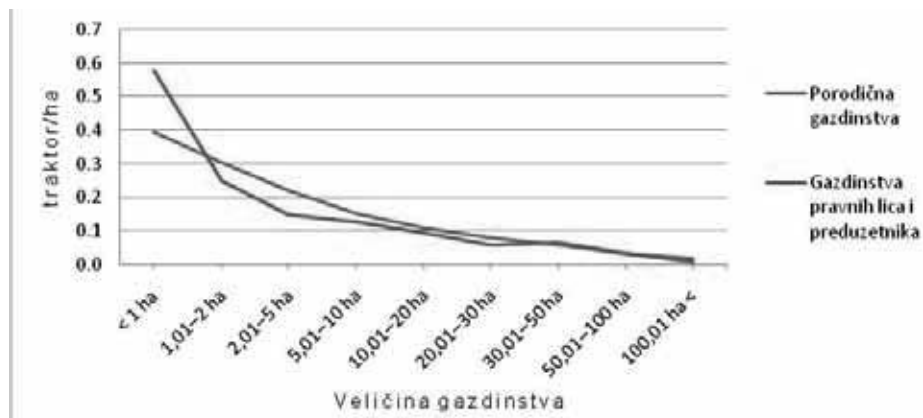
Od ukupne površine korišćenog poljoprivrednog zemljišta u Republici Srbiji na jedan dvoosovinski traktor dolazi 8,37 ha, i to kod porodičnih gazdinstava 6,97 ha, a kod gazdinstava pravnih lica petnaest puta više, 104,2 ha.

Prosečna vrednost broja hektara po jednom traktoru relativno blago raste sa porastom veličine gazdinstva, počev od 2,5 ha/traktor, za porodična gazdinstva, i 1,7 ha/traktor, za gazdinstva pravnih lica i preduzetnika, veličine gazdinstva do 1 ha, KPZ, sve do veličine gazdinstva 30-50 ha, KPZ, kada dostižu vrednost 17,5 ha/traktor, za porodična gazdinstva i 15,5 ha/traktor, za gazdinstva pravnih lica i preduzetnika. Tada počinje intezivnije da raste, a iznad 100 ha, naročito je veliki porast kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika, kada dostiže vrednost 136,4 ha/traktor (Grafikon 9.)



Grafikon 9. Prosečan vrednost izvedenog pokazatelja, ha/traktor, za različite veličine gazdinstva  
 Figure 9. The average value of the derived indicators, ha / tractor for different farm size

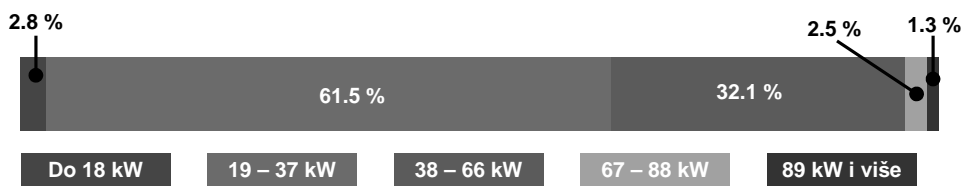
Kod izvedenog pokazatelja traktor/ha, najveća vrednost je kod najmanjih gazdinstava i iznosi 0,6 ha/traktor, kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika, i 0,4 ha/traktor, kod porodičnih gazdinstava. Sa povećanjem veličine gazdinstava vrednost ovog pokazatelja opada, u početku strmije a zatim blaže, da bi na kraju kod porodičnih gazdinstava veličine preko 100 ha KPZ, imao vrednost 0,02 traktor/ha, i 0,01 traktor/ha, kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika (grafikon 10.)



Grafikon 10. Prosečna vrednost izvedenog pokazatelja, traktor/ha, za različite kategorije veličine gazdinstava

Figure 10. The average value of the derived indicators, tractor / ha for different size categories of farms

Za potrebe popisa, dvoosovinski traktori su razvrstani, prema nominalnoj snazi motora, u 5 kategorija: do 18 kW, 19-37 kW, 38-66 kW, 67-88 kW, i 89 kW i više. Traktori iz kategorije 19-37 kW čine više od polovine ukupnog broja traktora u Srbiji, dok traktori u rasponu nominalne snage ugrađenih motora od 19 do 66 kW čine preko 92 % od ukupnog broja dvoosovinskih traktora u Srbiji (grafikon 11.)

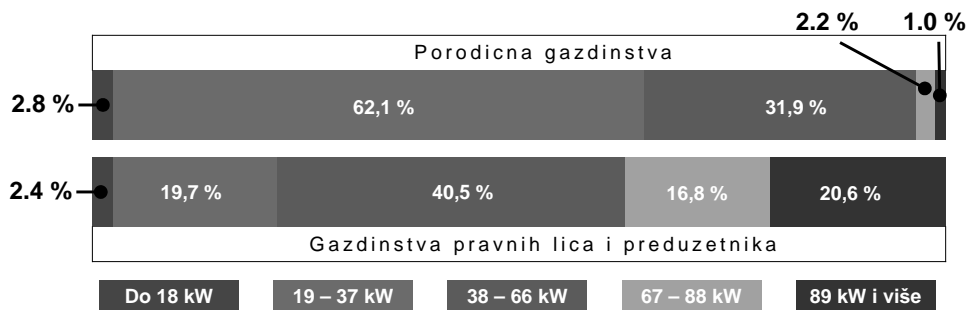


Grafikon 11. Učešće dvoosovinskih traktora, prema snazi motora, u ukupnom broju traktora

Figure 11. Share of the double-axle tractor, according to the engine power, the total number of tractors

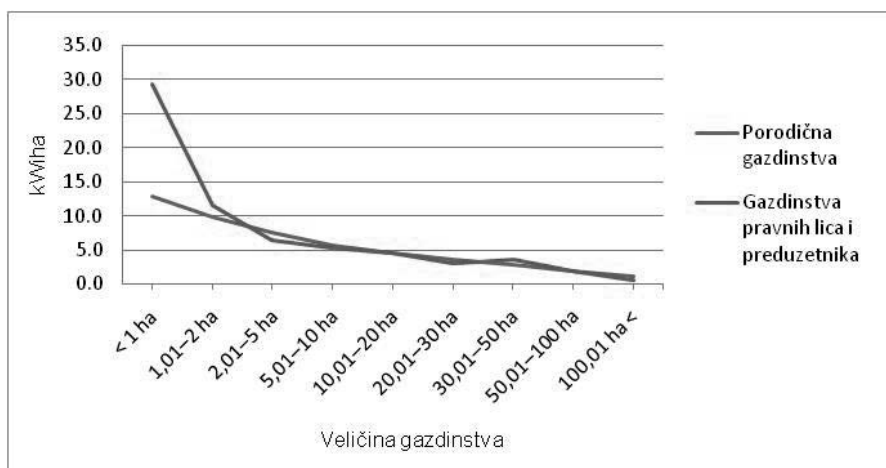
Na porodičnim gazdinstvima dominiraju traktori iz kategorije 19-37 kW, a zatim sledi kategorija 33-66 kW. S obzirom da ove dve kategorije učestvuju sa preko 90%, može se reći da se poljoprivredna proizvodnja na porodičnim gazdinstvima bazira na traktorima snage 19-66 kW.

Na gazdinstvima pravnih lica i preduzetnika dominantni su traktori iz kategorije 33-66 kW, mada ne tako ubedljivo kao što su to traktori iz kategorije 19-37 kW, kod porodičnih gazdinstava. Slede traktori iz kategorije 89 kW i više, i iz kategorije 19-37 kW, koji su godovo podjednako zastupljeni (grafikon 12.)



Grafikon 12. Učešće dvoosovinskih traktora, prema snazi motora, u ukupnom broju traktora kod porodičnih gazdinstava i kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika  
 Figure 12. Share of the double-axle tractor, according to the engine power, the total number of tractors on family households and households with legal entities and entrepreneurs

Na osnovu broja dvoosovinskih traktora, po kategorijama nominalne snage motora, i srednje vrednosti snage pojedinih kategorija, izražene u kW, izračunata je zbirna snaga svih traktora u Srbiji u iznosu 15.375.548 kW, ili 24.5 kW po gazdinstvu. Analizirajući energijska opremljenost gazdinstava prema njihovom pravnom statusu, dolazi se do podataka da porodična gazdinstva raspolažu sa 15.014.726 kW ili 23.9 kW snage dvoosovinskih traktora po jednom gazdinstvu, a gazdinstva pravnih lica i preduzetnika sa 360.822 kW, odnosno sa 120.3 kW po jednom gazdinstvu.

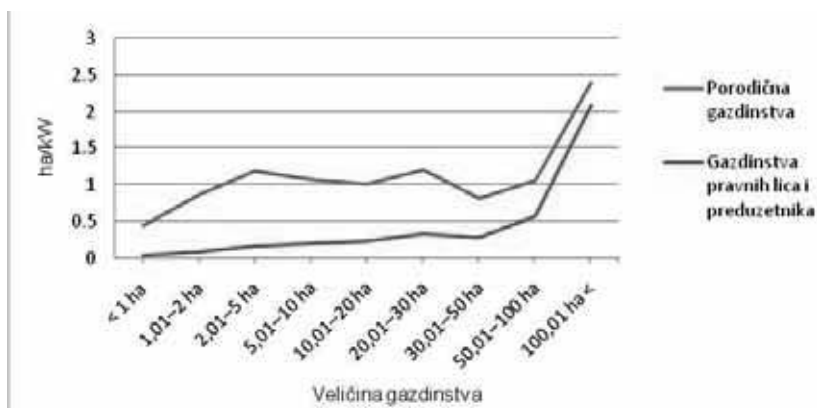


Grafikon 13. Prosečna energetska opremljenost gazdinstava različite veličine u Srbiji  
 Figure 13. Average energy supply on different size households in Serbia



Sa porastom veličine gazdinstva, smanjuje se energetska opremljenost gazdinstva izražena kW/ha KPZ. Taj trend se zapaža kako kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika tako i kod porodičnih gazdinstava. U intervalu veličine gazdinstava do 2 ha, smanjenje energetske opremljenosti je izraženije kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika nego kod porodičnih gazdinstava, a nakon toga se međusobno približavaju (grafikon 13.)

Kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika, sa porastom veličine gazdinstva raste i broj hektara po kilovatu snage traktora i to umereno do veličine gazdinstava do 50 ha, nakon čega je porast izrazit. Na porodičnim gazdinstvima broj hektara po kilovatu snage traktora raste do veličine gazdinstva 5ha. Nakon toga vrednost izvedenog pokazatelja ha/kW varira sve do veličine gazdinstava 50 ha, a nakon toga raste slično kao i kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika (grafikon 14.).



Grafikon 14. Prosečna veličina korišćenog poljoprivrednog zemljišta po kilovatu instalisane snage traktora, za gazdinstava različite veličine u Srbiji

Figure 14. Average size of utilized agricultural land per kilowatt of installed tractor power for different household sizes in Serbia

## ZAKLJUČAK

Republika Srbija ima 631.552 poljoprivrednih gazdinstava koja su razvrstana prema pravnom statusu na porodična poljoprivredna gazdinstva (628.552), gazdinstva pravnih lica (2.521) i gazdinstva preduzetnika (479).

U Srbiji ima 5.346.797 ha, raspoloživog zemljišta od čega je 3.437.423 ha, korišćeno poljoprivredno zemljište. S obzirom da 82,19 %, korišćenog poljoprivrednog zemljišta pripada porodičnim gazdinstvima i da su u ukupnom broju gazdinstava u Srbiji porodična gazdinstva zastupljena sa 99,52 %, može se zaključiti da se poljoprivredna proizvodnja najvećim delom obavlja na porodičnim gazdinstvima. Ta gazdinstva su prosečne veličine 4,5 ha, korišćenog poljoprivrednog zemljišta, sa prosečno šest odvojenih delova. Znatno veća prosečna veličina je gazdinstava pravnih lica, 240,6 ha, ali njihovo učešće u ukupnom broju gazdinstava je svega 0,40%

Poljoprivreda Srbije raspolaze sa 3.022.697, različitih tehničkih sredstava ili 4,79 tehničkih sredstva po jednom gazdinstvu. Opšta karakteristika je velika starost ovih

sredstava. Preko 94 % je starije od deset godina. Iz ovoga podataka se ne može izvući zaključak o tehničkom stanju i ispravnosti ovih sredstava, ali on upućuje na tehnološku zastarelost. Tehnološka zastarelost nastupa brže i s godinama je izraženija kod složenijih i sofisticiraniji sredstava i period zastarelosti se skraćuje.

Od ukupnog broja traktora, 597.816, 186.233 su jednoosovinski a 410.894, dvoosovinski. Mada je traktor osnovna pogonska jedinica u poljoprivredi, 118.334 gazdinstva ne poseduje traktor.

Na porodičnim gazdinstvima najzastupljeniji su traktori kategorije snage 19-37 kW (40,5 %), a na gazdinstvima pravnih lica i preduzetnika 38-66 kW, (62,1 %)

Na jedan dvoosovinski traktor, kod porodičnih gazdinstava dolazi 6,97 ha, a kod gazdinstava pravnih lica petnaest puta više, 104,2 ha.

Izvedeni pokazatelj ha/traktor, pokazuje približno isti trend rasta za porodična gazdinstva i za gazdinstva pravnih lica i preduzetnika sve do veličine gazdinstva do 100 ha. Nakon toga naglo raste kod gazdinstava pravnih lica i pruzetnika, dostižući vrednost 136,4 ha/traktor.

Vrednosti pokazatelja traktor/ha opadaju sa porastom veličine gazdinstva i kod porodičnih gazdinstava i kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika. Opadanje je ravnomernije kod porodičnih gazdinstava dok se kod gazdinstava pravnih lica i preduzetnika uočava izvesna neravnomernost sve do veličine gazdinstva do 50 ha, kada se izjednačava sa porodičnim gazdinstvom.

Analizom izvedenih pokazatelja ha/kW i kW/ha, za gazdinstva različitog pravnog statusa i različitih veličina, utvrđeno je da trendovi ovih pokazatelja imaju sličnu zakonomernost za gazdinstva različitog pravnog statusa. Trendovi ovih pkzatelja manje zavise od pravnog statusa gazdinstva a više od veličine gazdinstva, dok vrednosti ovi pokazatelja pokazuju veću zavisnost od pravnog statusa, naročito kod pokazatelja ha/kW.

## LITERATURA

- [1] Popis poljoprivrede 2012. knjiga I, Republički zavod za statistiku Republike Srbije, Beograd, 2013.
- [2] Popis poljoprivrede 2012. knjiga II, Republički zavod za statistiku Republike Srbije, Beograd, 2013.
- [3] <http://webzrs.stat.gov.rs/WebSite/public/ReportView.aspx>

# EKOLOŠKI PRIHVATLJIVA MAZIVA U POLJOPRIVREDI

**Novak Damjanović<sup>1</sup>, Borislav Malinović<sup>2</sup>, Zorica Davidović<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Panevropski Univerzitet „Apeiron“, Pere Krece 15, 78 000 Banja Luka, BiH

<sup>2</sup> Tehnološki fakultet, Vojvode Stepe Stepanovića 73, 78 000 Banja Luka, BiH

<sup>3</sup> Bargos loa, d.o.o., Drage Spasić 5, 11 000 Beograd, Srbija

## SAŽETAK

Osnovna funkcija maziva je podmazivanje, odnosno smanjenje trenja između dvije površine koje su u relativnom kretanju. Veliki dio maziva u toku i nakon eksploatacije može dospjeti u životnu sredinu.

Poljoprivredna mehanizacija je posebno kritična sa stanovišta mogućnosti dospjevanja maziva u životnu sredinu jer se koristi u neposrednoj blizini životne sredine gdje mazivo lako može doći u dodir sa zemljištem, vodom i usjevima. Zbog ovoga u poljoprivredi iz godine u godinu rastu zahtjevi za ekološki prihvatljivim mazivima, koja će u kontaktu sa životnom sredinom prouzrokovati minimum štetnog delovanja.

Od ekološki prihvatljivih maziva najveća očekivanja su od biomaziva, za čiju proizvodnju se koriste biljna ulja (trigliceridima) ili sintetički esteri masnih kiselina.

Prednosti biljnih ulja u odnosu na konvencionalna mineralna ulja su: netoksičnost, biorazgradljivost, obnovljivost, dobra mazivost, visoka tačka paljenja i indeks viskoznosti, niska isparljivost, ušteda i očuvanje neobnovljivih resursa, manja zavisnost o neobnovljivim resursima, smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte i povećanje poljoprivredne proizvodnja.

Za potpuniju komercijalnu primjenu biomaziva neophodno je još mnogo istraživanja, a sam razvoj mora biti usmjeren ka poboljšanju oksidacione i hidrolitičke stabilnosti, niskotemperaturnih karakteristika i iznalaženju mogućnosti primjene alternativnih ekonomski prihvatljivih sirovina za njihovu proizvodnju.

**Ključne riječi:** maziva, poljoprivredna mehanizacija, biološka razgradljivost, biljna ulja.

## ENVIROMENTAL FRIENDLY LUBRICANTS IN AGRICULTURE

**Novak Damjanović<sup>1</sup>, Borislav Malinović<sup>2</sup>, Zorica Davidović<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Paneuropean University „Apeiron“, Pere Krece 15, 78 000 Banja Luka,  
Federation of Bosna and Herzegovina

<sup>2</sup> Faculty of Technology, Vojvode Stepe Stepanovića 73, 78 000 Banja Luka,  
Federation of Bosna and Herzegovina

<sup>3</sup> Bargos loa, d.o.o., Drage Spasić 5, 11 000 Belgrade, R. Serbia

<sup>1</sup> Kontakt autor: Novak Damjanović, e-mail: novak08@teol.net

## SUMMARY

The main function of lubricants is lubrication, i.e. reduction of friction between two surfaces that are in a relative motion. A large part of lubricants, during and after exploitation can enter the environment.

From the standpoint of possibilities of lubricants entering the environment, agricultural mechanization is particularly critical due to its usage in the direct nearness of the environment where lubricant can easily come into contact with the soil, water and crops. Continuously, as a result of this, there is a growing demand for use of environmentally friendly lubricants in agriculture, which will in contact with the environment cause minimal harmful effects.

Out of all environmentally friendly lubricants, the highest expectations are from the biolubricants that are produced from vegetable oils (triglycerides), or synthetic fatty acid esters.

The advantages of vegetable oils as compared to conventional mineral oils are: non-toxicity, biodegradability, renewability, good lubricity, high flash point and viscosity index, low volatility, saving and conservation of nonrenewable resources, less dependence on non- renewable resources, greenhouse gas emission reduction and agricultural production increase.

For a more complete commercial use of bio-lubricants it is necessary to implement more research, and the development itself must be directed towards improving the oxidative and hydrolytic stability, low temperature performance and finding opportunities to apply alternative economically friendly raw materials for their production.

**Keywords:** lubricants, agricultural mechanization, biological degradability, vegetable oil.

## UVOD

Godišnja potrošnja maziva u svijetu je oko 40 miliona tona, od čega se manji dio prikupi i obradi na odgovarajući način (regeneracija, rerafinacija i kontrolisano spaljivanje), a ostatak se nekontrolisano baca zagađujući zemlju, vodu i atmosferu. Procijenuje se da između 13 % (EU) i 32 % (SAD) ukupne količine maziva vraća u životnu sredinu, manje ili više izmijenjenih karakteristika i izgleda [1].

Usljed potrošnje raznih vrsta maziva, koja su uglavnom mineralne i sintetičke sirovinske osnove, dolazi do akcidentnog, ali i neizbježnog dospjevanja maziva u životnu sredinu.

Postoje neka kritična mjesta primjene maziva, tj. mjesta gdje se koriste maziva bez povrata (u cirkulaciji) ili mjesta primjene gdje se ne može spriječiti njihovo stalno ispuštanje u životnu sredinu, pa se u ovim slučajevima zahtijeva primjena maziva koja su ekološki prihvatljiva. Pomenuta konvenconalna maziva imaju visok ugrožavajući štetan potencijal koji može uzrokovati štetu u životnoj sredini ukoliko dospiju u ekosistem.

Štetan utjecaj maziva na životnu sredinu može biti smanjen korištenjen, ako se prilikom proizvodnje maziva koriste sirovine koje su manje štetne za životnu sredinu,

prije svega biološki razgradljive sirovine koje nisu otrovne za ljude, ribe i bakterije. Maziva proizvedena iz ovih sirovina

Istovremeno, pravilan izbor maziva može pomoći očuvanju životne sredine na taj način što smanjuju trenje i potrošnju energije.

## O MAZIVIMA

Pod mazivom se podrazumjeva bilo koja materija kojom se razdvajaju, potpuno ili djelimično, površine tijela u relativnom kretanju, pored toga maziva se koriste za prenos snage i toplote, hlađenje i zaštitu od korozije [2].

Do kraja 19. veka kao maziva koristila su se isključivo biljna ili životinjska ulja i masti. Razvojem motora sa unutrašnjim sagorjevanjem prestala je njihova primena zbog nedovoljne oksidacione i termičke stabilnosti i visoke cijene u poređenju sa mineralnim mazivima dobijenim iz sirove nafte. Posljednjih desetak godina ponovo se postavlja pitanje primene biljnih i životinjskih ulja i masti kao sirovina za proizvodnju maziva, ali sada ne zbog ekonomskih već ekoloških razloga [2].

Prema konzistenciji maziva se mogu podijeliti na:

- maziva ulja;
- mazive masti
- čvrsta maziva.

Maziva ulja su tečna sredstva za podmazivanje, koja se proizvode od baznih ulja i odgovarajućih paketa aditiva različitih funkcija koji im poboljšavaju polazne i/ili daju nove karakteristike [3].

bazno ulje + aditivi = mazivo ulje

Bazna ulja predstavljaju osnovu za proizvodnju mazivih ulja i određuju oblast primjene, kvalitet i cijenu, jer su neke od karakteristika proizvedenog mazivog ulja isključivo vezane za kvalitet upotrebljenog baznog ulja i ne mogu se promijeniti dodatkom aditiva. Iako danas postoji čitav niz različitih klasifikacija, osnovna i najznačajnija podjela konvencionalnih baznih ulja, prema porijeklu je na:

- mineralna i
- sintetička.

Mineralna bazna ulja se dobijaju preradom sirove nafte iz ostatka atmosferske destilacije i predstavljaju složenu smjesu ugljovodonika različite hemijske strukture i drugih organskih jedinjenja koja sadrže sumpor, kiseonik, azot i dr., razlikuju se: parafinska, naftenska i aromatska bazna ulja.

Sintetička bazna ulja se dobijaju hemijskom sintezom i u osnovi predstavljaju sintetizovane ugljovodonike ili organska polimerna jedinjenja (polialfaolefini, estri, alkilbenzeni, poliglikoli, poliizobuteni, silikonska ulja...). Sintetička bazna ulja najčešće imaju konzistentniju i uniformniju strukturu u odnosu na mineralna ulja, pri čemu su njihove karakteristike očekivane i predvidljive, a kvalitet ponovljiv.

Najčešće korišćena sintetička bazna ulja su:

- polialfaolefini (PAO) – hidrirani, zasićeni olefinski oligomeri dobijeni katalitičkom polimerizacijom linearnih alfaolefina i
- estri – koji se proizvode sintezom masnih kiselina i alkohola.

Aditivi su kompleksna organska jedinjenja koja predstavljaju integralni dio savremenih maziva, koji se mogu definisati kao sredstva koja im daju nove pozitivne osobine ili poboljšavaju već postojeće karakteristike.

Mazive masti su polutečna i polučvrsta maziva koja zbog svoje konzistentnosti i dobrih adhezivnih osobina u nekim slučajevima pouzdanije i bolje podmazuju dijelove koji se nalaze u kontaktu nego tečni fluidi (maziva ulja). Nastaju disperzijom pogodnog, najčešće sapunskog, ugušćivača u baznom ulju [4].

bazno ulje + ugušćivač = maziva mast

Kao i kod mazivih ulja za proizvodnju mazivih masti se koriste mineralna i sintetička bazna ulja. Kao ugušćivači najčešće se koriste metalna sapunska jedinjenja, za poboljšanje karakteristika masti dodaju im se odgovarajući paketi aditiva.

Čvrsta maziva predstavljaju materije u čvrstom stanju koje imaju sposobnost smanjivanja trenja i habanja, nanose se na površine koje su izložene trenju i habanju u obliku prevlaka ili se dodaju tečnim i polutečnim mazivima [4].

## EKOLOŠKI PRIHVATLJIVA MAZIVA

Usljed porasta ekološke savjesti i zahtjeva koje postavlja zakonodavac, u posljednje tri decenije industrija je nastojala formulisati ekološki prihvatljiva maziva s tehničkim karakteristikama jednakim ili boljim od konvencionalnih maziva.

Prema EPA (US Environmental Protection Agency) pod ekološki prihvatljivim mazivima (EAL - environmentally adapted lubricants) podrazumevaju se maziva koja ispunjavaju zahtjeve biorazgradljivosti, toksičnosti i bioakumulacije, čime se minimizira njihov štetan uticaji na životnu sredinu.






Da bi određeni proizvod dobio oznake “ekološki prihvatljivo” mazivo on mora da zadovolji određene kriterijume akutne i hronične toksičnosti i bioakumulacije. Prema normama Evropske Unije biomaziva se prema mjestu primjene mogu klasifikovati u 5 kategorija.

Tablela 1. Klasifikacija biomaziva prema normama Evropske unije  
*Table 1. Classification biolubricants according to the norms of the European Union*

Kategorija I	Kategorija II	Kategorija III	Kategorija IV	Kategorija V
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ hidraulična ulja</li> <li>➤ transmisiona traktorska ulja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ mazive masti</li> <li>➤ čvrsta maziva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ulja za lance motornih pila</li> <li>➤ ulja za odvajanje betonskih materijala od kalupa</li> <li>➤ ulja za čeličnu užad</li> <li>➤ ulja za protočno podmazivanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ulja za dvotaktne motore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ulja za industrijske zupčanike</li> </ul>

Pored klasifikacija Evropske unije za ekološki prihvatljivih maziva, postoje i određeni nacionalni standardi i oznake ekološki prihvatljivih maziva (tabela 2) [5].

Tablata 2. Pregled osnovnih oznaka ekološke prihvatljivosti maziva  
 Table 2. Overview of the basic features of the ecological acceptability of lubricants

Logo	Naziv programa	Zemlja	Početak primjene (g)
	Plavi Andeo (Blue Angel)	Nemačka	1977
	Izbor programa zaštite životne sredine	Kanada	1988
	Eko oznaka	Japan	1989
	Bijeli labud (White swan)	Skandinavske zemlje	1989
	Znak zaštite životne sredine EU (EU Ecolabel)	Evropska Unija	2009

Pored propisanih kriterijuma, pri proizvodnji ekološki prihvatljivih moraju biti zadovoljeni i neki drugi uslovi:

- smanjenje potrošnje energetskih i prirodnih resursa;
- smanjenje emisija štetnih i opasnih materija u životnu sredinu;
- smanjenje proizvodnje otpada;
- da se za proizvodnju koriste sekundarne ili reciklirane;
- da se nakon upotrebe se lakše razlažu, razgrađuju i mogu ponovo upotrijebiti i reciklirati;
- da ovako dobijeni proizvodi imaju manji negativan uticaj na životnu sredinu od već postojećih na tržištu.

## **POLJOPRIVREDA KAO KRITIČNO MJESTO PRIMJENE MAZIVA**

Zagađenje radne i životne sredine mazivima najčešće nastaje usljed curenja ulja, pojave uljne magle, namjernog ili nenamjernog prosipanja maziva u toku proizvodnje, skladištenja, rukovanja i primjene.

Poljoprivreda je jedno od mjesta gdje primjenom maziva postoji velika opasnost od njihovog dospijevanja u životnu sredinu, jer se koriste u neposrednoj blizini životne sredine gdje mazivo lako može doći u dodir sa zemljištem, vodom i usjevima. Ukoliko se maziva za poljoprivrednu mehanizaciju nepravilno primenjuju, dođu u kontakt sa ekosistemom ili su lošeg kvaliteta imaju visok ugrožavajući štetan potencijal i posljedice za životnu sredinu [6].

### **MOGUĆNOSTI SMANJENJA ZAGAĐENJA ŽIVOTNE SREDINE MAZIVIMA**

Smanjenje zagađenja životne sredine mazivima može se ostvariti:

- pravilnim izborom maziva smanjuje se trenje i potrošnja energije;
- dodavanjem ili miješanjem konvencionalnih maziva sa biološki razgradljivim komponentama i
- supstitucijom konvencionalnih sirovina za izradu maziva sirovinama koje su manje štetne za životnu sredinu.

### **SUPSTITUCIJA KONVENCIONALNIH SIROVINA**

Budući da bazno ulje u formulaciji maziva učestvuje sa više od 50% maziva, jasno je da ono ima preovlađujući uticaj na ukupne performanse formulisanog maziva. Za proizvodnju biološki razgradljivih maziva, konvencionalna mineralna bazna ulja moguće je zamijeniti [7]:

- biljnim uljima i mastima ili
- sintetičkim esterima masnih kiselina.

Biljna ulja su jedan od kandidata za zamjenu konvencionalnih mineralnih ulja u formulaciji maziva, prije svega zahvaljujući svojoj prirodnoj biološkoj razgradljivosti i dobroj mazivosti. Pored toga biljna ulja su obnovljiva sirovina i njihova cijena je povoljnija u odnosu na druge alternativne biorazgradljive sirovine. Ograničavajući faktor šire upotrebe biološki razgradljivih maziva proizvedenih iz prirodnih ulja i masti može biti da su skuplja u odnosu na konvencionalna maziva. Alternativa skupim prirodnim uljima i mastima mogu biti otpadna ulja i masti, koja su korištena za proizvodnju hrane i biljna ulja su proizvedena iz nejestivih biljnih sirovina koja su takođe biološki razgradljiva [8].

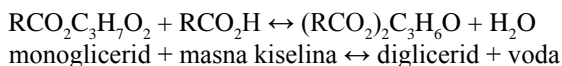
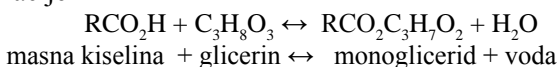
Masti i ulja su materije biljnog ili životinjskog porijekla, koje se sastoje od esetra trovalentnog alkohola glicerola i masnih kiselina, tzv. triglicerida i negliceridnih komponenti. Trigliceridi su kondenzacioni produkti trovalentnog alkohola glicerola i masnih kiselina, koji nastaju reakcijom jedne molekule glicerola i tri molekule masnih kiselina, pri čemu nastaje jedna molekula triglicerida i tri molekule vode [9].



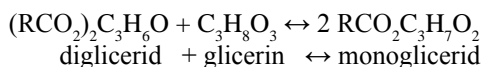
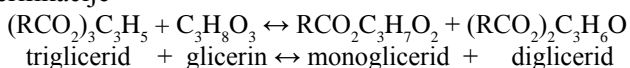
Sintetički esteri masnih kiselina važna su sirovinaska baza u hemijskoj i preradi-vačkoj industriji. Od devedesetih godina prošlog vijeka u velikom broju zemalja EU rastu kapaciteti za proizvodnju metilnih estera masnih kiselina (MEMK) – biodizela reakcijom transesterifikacije. Metil esteri masnih kiselina nastoje se ugraditi u bio-razgradljiva maziva TMP (trimetilolpropan) maziva.

Sintetički esteri masnih kiselina koji se mogu koristiti kao bazna ulja za proizvodnju maziva su monogliceridi i digliceridi, koji se dobijaju reakcijama:

- esterifikacije



- preesterifikacije



Glicerol koji se koristi u reakcijama esterifikacije i preesterifikacije može biti prirodnog (nusproizvod proizvodnje biodizela) ili sintetičkog porijekla.

## KARAKTERISTIKE MAZIVA PROIZVEDENIH NA BAZI PRIRODNIH ULJA I MASTI I SINTETIČKIH ESTERA

U tabeli 3 prikazano je poređenje nekih karakteristika konvencionalnih baznih ulja mineralnog i prirodnog porijekla. Osim bolje biološke razgradljivosti, neke primjenske karakteristike prirodnih i sintetičkih estera masnih kiselina bolje su od karakteristika mineralnih baznih ulja [10].

Tabela 3. Karakteristike maziva u zavisnosti od porijekla baznog ulja  
*Table 3. Characteristics of lubricant depending on the origin of the base oil*

Mazivo	Bazno ulje mineralnog porijekla		Bazno ulje prirodnog porijekla	
	Mineralna ulja	Sintetička ulja	Sintetička ulja na bazi prirodnih ulja i masti	Prirodna ulja i masti
Sprječavanje trošenja	+	++	++	++
Mazivost	+	++	++	++
Stabilnost	+	++	++	-
Toksičnost	-	+	+	++
Biološka razgradljivost	--	+	+	++
Štednja fosilnih izvora	--	--	+	++
Cijena (Eur/l)	1	5	5	3

\*Oznake: + = dobro, ++ = odlično, - = nedostatak, -- = loše

Sintetička bazna ulja (sintetički esteri) na bazi prirodnih ulja i masti imaju prednost u odnosu na prirodne trigliceride (ulja i masti), jer su ujednačenijeg kvaliteta i ne podliježu procesima stvaranju taloga i smola. Sintetički esteri imaju slabiju oksidacionu stabilnost na koju, osim postupka proizvodnje, utiču i uslovi skladištenja, manipulacije te pojava autooksidacije, koju je moguće poboljšati dodatkom aditiva antioksidansa.

Maziva proizvedena na bazi prirodnih ulja i masti imaju dobre mazive karakteristike, višu tačku paljenja, visok indeks viskoznosti, zahtijevaju manji sadržaj aditiva za formulisanje maziva, manje su toksičnosti. Nedostaci maziva na bazi prirodnih ulja i masti su upitna kompatibilnost s mineralnim uljima i brtvjenim materijalima, zbog sklonosti oksidaciji i hidrolizi zahtijevaju dodatak stabilizatora i skuplja su od mineralnih maziva.

Maziva koja se koriste u poljoprivredi a lako mogu dospjeti i predstavljaju opasnost za životnu sredinu su:

- motorna ulja za četvorotaktne motore;
- motorna ulja za dvotaktne motore;
- ulja za mjenjače i diferencijale;
- hidraulična ulja;
- ulja za lance i čeličnu užad;
- tečnosti za rashladne sisteme vozila i
- mazive masti.

Pored korištenja sintetičkih niskoviskoznih ulja smanjenje uticaja motornih ulja za četvorotaktne motore na životnu sredinu moguće je ostvariti djelimičnom supstitucijom konvencionalnih baznih ulja (mineralnih i sintetičkih) sintetičkim esterima.

Najveći potencijalni problem za životnu sredinu koji nastaju u toku primjene motornih ulja za dvotaktne motore je emisija dima koji nastaje sagorijevanjem smjese goriva i ulja. Jedna od mogućnosti rješenja ovog problema je supstitucija mineralnih baznih ulja sintetičkim i biljnim uljima ili sintetičkim esterima kao i upotreba bezpepelnih paketa aditiva sa manjim sadržajem metala.

Od ekološki prihvatljivih ulja za mjenjače i diferencijale u poljoprivredi najviše istraživanja i praktične primjene ostvareno je sa UTTO i STOU traktorskim uljima, kod kojih je pri formulaciji mineralno bazno ulje u potpunosti zamjenjeno biljnim uljima.

Kod hidrauličnih ulja smanjenje štetnog uticaja na životnu sredinu moguće ostvariti zamjenom mineralnog baznog ulja biljnim i sintetičkim uljima ili esterskim baznim uljima i zamjenom konvencionalnih aditiva na bazi cinka „asch free“ aditivima.

Najveći napredak u istraživanju i primjeni primjeni ekološki prihvatljivih maziva u poljoprivredi ostvaren je sa uljima za lance motornih pila, kod kojih su mineralna bazna ulja u potpunosti zamjenjena biljnim uljima i sintetičkim estarskom ugušćivačima.

Smanjenje zagađenja antifrizima u poljoprivredi moguće ostvariti zamjenom konvencionalnog baznog fluida monoetilenglikola MEG-a, koji je otrovan, neotrovnim propilen glikolom i zamjenom konvencionalnih silikatnih aditiva OAT aditivima (organic acid technology) koji ne sadrže nitrite, nitarate, fosfate i silikate.

U osnovi biorazgradljive mazive masti imaju isti sastav kao i konvencionalne masti na bazi mineralnih ulja, a sastoje se od disperzije ugušćivača u tečnom mazivu

uz dodatak odgovarajućih aditiva. Za formulaciju biorazgradljivih masti, koriste se biljna ulja i sintetički esteri.

## ZAKLJUČAK

Poljoprivreda i poljoprivredna mehanizacija su kritična mjesta sa stanovišta mogućnosti dospjevanja maziva u životnu sredinu, jer se maziva za poljoprivredi koriste neposredno životnoj sredini, gdje mazivo lako može doći u dodir sa zemljištem, vodom i usjevima.

Pored smanjenja zagađenja prednosti korištenja ekološki prihvatljivih maziva ogledaju se u smanjenjenju zavisnosti i očuvanju neobnovljivim resursima, smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte i povećanju proizvodnje i tržišne vrijednost poljoprivrednih proizvoda.

Jedan od ograničavajućih faktora šire primjene biomaziva su ekonomski jer je cijena biomaziva znatno viša u odnosu na konvencionalna maziva.

Razvoj biološki razgradljivih maziva mora biti usmjeren ka poboljšanju oksidacione stabilnost, niskotemperaturnih karakteristika i snižavanje troškova njihove proizvodnje.

## LITERATURA

- [1] Bartz, W.J., 1998. Lubricants and the Environment, Tribology International, Vol.31, No.1-3, pp.35-47.
- [2] Stoilković, M. 2011. Primena Maziva, Nis ad, Novi Sad – Beograd.
- [3] Perić S., 2006. Uticaj načina eksploatacije menjačkog prenosioca guseničnog vozila na fizičko hemijske karakteristike sredstva za podmazivanje, Magistarski rad, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [4] Veinović, S., Pešić, R., Petković, S., 2000. Pogonski materijali motornih vozila, Mašinski fakultet, Banja Luka.
- [5] European Ecolabel application pack for lubricants, SMK - version 1.0, 2011.
- [6] Nikolić R, Malinović N, Potkonjak N, Brkić M, Furman T, Gligorić R, Opremanje poljoprivrede sa mehanizacijom (2001-2010), časopis Traktori i pogonske mašine
- [7] Kržan B., Čeh B., Košir I., Vižintin J., 2010. Tribološko ponašanje biljnih ulja, Goriva i maziva, Vol. 49, No 4, 352-367.
- [8] Jain, A. K., Suhane, A., 2012. Research Approach & Prospects of Non Edible Vegetable Oil as a Potential Resource for Biolubricant - A Review, Advanced Engineering and Applied Sciences: An International Journal.
- [9] Sadadinović J., 2008. Organska tehnologija - Prehrambena industrija, Tehnološki fakultet, Tuzla.
- [10] Stojilković, M., Vukolov, D., 2013. Ekotribologija u primeni maziva, 44. Međunarodni simpozij GORIVA I MAZIVA, Poreč.

# TEMPERATURA VAZDUHA U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA RAZLIČITE KONSTRUKCIJE

Aleksandra Dimitrijević<sup>1</sup>, Rajko Miodragović<sup>1</sup>, Zoran Mileusnić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 10080 Beograd, Srbija

## SAŽETAK

Cilj ovog rada je da prikaže rezultate analize mikroklimatskih uslovima u objektima zaštićenog prostora različite konstrukcije. Analiza ukazuje da se izborom tipa konstrukcije i pokrivnog materijala značajno može uticati na proizvodne uslove u objektima zaštićenog prostora. Praćenje temperature vazduha, u objektu tunel tipa i blok plasteniku, ukazuje na njeno variranje tokom dana ali i dužinom objekta, stvarajući tako neujednačene proizvodne uslove u objektima. Razlika u temperaturi unutar objekta tunel tipa, od 6,91°C tokom zimske proizvodnje salate, pokazala se kao veoma značajna, dok u blok objektu variranja dužinom objekta nije bilo. U letnjem periodu nije bilo značajnih razlika u temperaturi unutar objekata. Razlika između temperature unutar i izvan objekta od 5,09°C se pokazala kao značajna u slučaju blok objekta, čime su obezbeđeni povoljniji temperaturni uslovi tokom noći i ranih jutarnjih sati. Razlog za manje ili više značajno variranje treba tražiti u tipu konstrukcije objekta, njegovoj orijentaciji i gajenoj biljci. Sa aspekta uniformnosti temperature unutar objekta, treba birati objekte veće specifične zapremine i manjeg odnosa pokrivni materijal / proizvodna površina.

**Ključne reči:** tunel, blok plastenik, temperatura vazduha, salata, paradajz.

## AIR TEMPERATURE DISTRIBUTION IN DIFFERENT TYPE OF GREENHOUSE CONSTRUCTIONS

Aleksandra Dimitrijevic<sup>1</sup>, Rajko Miodragovic<sup>1</sup>, Zoran Mileusnic<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 10080 Belgrade, Serbia

## ABSTRACT

The aim of this research was to investigate the temperature distribution in the different greenhouse constructions in the different production systems in order to see if the choice of the greenhouse construction can improve the production conditions inside the greenhouse enabling the better energy efficiency and lower energy input for heating / cooling. Results show that temperature pattern and its values during the night and day depend on the greenhouse construction, plant specie that is grown and production season.

<sup>1</sup> Kontakt autor: Aleksandra Dimitrijević, e-mail: saskad@agrif.bg.ac.rs.

Rezultati prezentovani u ovom radi nastali su kao deo istraživanja po projektu TR 31051 finansiranom od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

Temperature differences of 6.91°C in the tunnel construction during winter were found to be very significant while in the gutter-connected greenhouse these differences were not significant. In the summer period temperature differences were not significant in neither of the greenhouses. In the winter production gutter-connected greenhouse had significantly, 5.09 °C, higher temperatures compared to the outside during the day and during the night. In the tunnel greenhouse these temperatures were significantly higher only during the day.

**Keywords:** tunnel, gutter-connected greenhouse, air temperature, lettuce, tomato.

## UVOD

Proizvodnja u objektima zaštićenog prostora pretstavlja jedan od kompleksnijih vidova biljne proizvodnje. Od same svoje pojave, početkom pedesetih godina prošlog veka, tehnološko-tehnički sistem gajenja u kontrolisanim uslovima, je prošao kroz različite faze razvoja koje su se uglavnom odnosile na unapređenje tipa konstrukcije, pokrivnog materijala i tehničkih rešenja sistema za grejanje, ventilaciju i proizvodnu tehnologiju (Dimitrijević et al., 2011). Sada je, zahvaljujući značajnom napretku na polju informacionih i mernih tehnologija, moguće kontrolisati svaki od proizvodnih parametara i proizvodnih procesa u objektima zaštićenog prostora. Tako je moguće stvoriti i letnje uslove u zimskom periodu i tako omogućiti kontinuirani proces proizvodnje tokom cele godine. Pitanje je samo po koju ekonomsku, energetska i ekološka cenu.

Faktori koji determinišu proizvodnju u objektima zaštićenog prostora, su temperatura i relativna vlažnost vazduha i zemljišta, kvalitet vazduha i zemljišta i količina i kvalitet svetlosti. Praćenje ovih proizvodnih parametara je od velikog značaja za uspešnost proizvodnje u kontrolisanim uslovima (Ponjičan et al., 2011).

Ako se želi konstantno praćenje ovih parametara onda se moraju poznavati mikroklimatski uslovi u regionu, fiziologija i psihologija biljaka, tip konstrukcije objekta zaštićenog prostora, njegov pokrivni materijal, dimenzije i orijentacija.

Na tržištu je dostupan veliki broj različitih tipova konstrukcije objekata zaštićenog prostora i pokrivnih materijala. Njihovim izborom, pravilnim ili nepravilnim, će se definisati proizvodni uslovi u objektima zaštićenog prostora i njihovo ponašanje i variranje tokom dana.

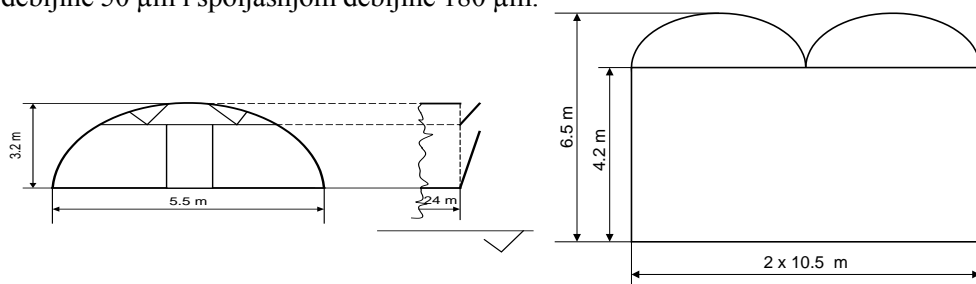
Temperaturni uslovi u objektima zaštićenog prostora utiču na rast i razviće biljaka, njihov prinos i njegov kvalitet. Niže temperature vazduha i niža relativna vlažnost vazduha dovode do pojave nižih biljaka sa sitnim tamnim listovima. U slučaju više temperature i niže relativne vlažnosti vazduha, cvetanje biljaka će kasniti i prinos će biti niži. Više temperature tokom noći dovode do intenzivne potrošnje organske materije od strane biljaka koje se tada izdužuju ali im je lisna masa svetlo-zelene boje a plodovi deformisani. U literaturi (Lazić Branka i dr, 2001, Hanan, 1998, Nelson, 2003) se navodi da temperatura u objektima zaštićenog prostora, tokom dana, treba da je 3–5° C niža u poređenju sa temperaturom izvan objekta. Takođe se navodi da varijacije u temperaturi ne bi trebale da budu više od 2 do 3° C. Literaturni izvori (Lazić Branka et al., 2001, Hanan, 1998, Nelson, 2003, Sengar i Kothari, 2008, Singh i Tiwari, 2000) potvrđuju da temperatura u objektima zaštićenog prostora varira njegovom dužinom, širinom i visinom. Kako će temperatura varirati zavisi od tipa konstrukcije objekta,

sezone u kojoj se proizvodnja odvija, pokrivnog materijala objekta, njegove orijentacije i korišćenih sistema za zagrevanje i ventilaciju.

Cilj ovog rada je da pokaže kako tip konstrukcije, sezona proizvodnje i gajena biljka, utiču na raspored temperatura u dva tipa objekta zaštićenog prostora.

## MATERIJAL I METOD

Ispitivanje temperaturnih uslova obavljeno je u dva tipa objekta zaštićenog prostora i to u objektu tunel tipa (TUN) 5,5 x 24 m pokrivenog dvostrukom 180  $\mu\text{m}$  PE UV IR folijom (Sl. 1) i u blok objektu (BLOK) 21 x 250 m sa unutrašnjom folijom debljine 50  $\mu\text{m}$  i spoljašnjom debljine 180  $\mu\text{m}$ .



Sl. 1 Tunel i blok objekat

*Fig. 1 Tunnel and gutter connected greenhouses*

Proizvodna površina objekta tunel tipa iznosila je 132 m<sup>2</sup>, odnos pokrivni materijal / proizvodna površina je bio 19,91 dok je specifična zapremina objekta iznosila 12,56 m<sup>3</sup>/m. Proizvodna površina blok objekta iznosila je 5250 m<sup>2</sup>, odnos pokrivni materijal / proizvodna površina 1,62 dok je specifična zapremina objekta bila 37,92 m<sup>3</sup>/m. Eksperiment je izveden na privatnim imanjima u Pančevu i u Kočinom selu kod Jagodine.

Za merenje temperature korišćen je set data logera WatchDog Data Logger Model 110 Temp 8K,  $\pm 0,6^\circ \text{C}$ , koji su bili postavljeni na visini od 2 m. Merenje je obavljeno dužinom objekta u tri tačke i to na ulazu u objekat, na njegovoj sredini i na kraju objekta. Merni interval je iznosio 10 minuta.

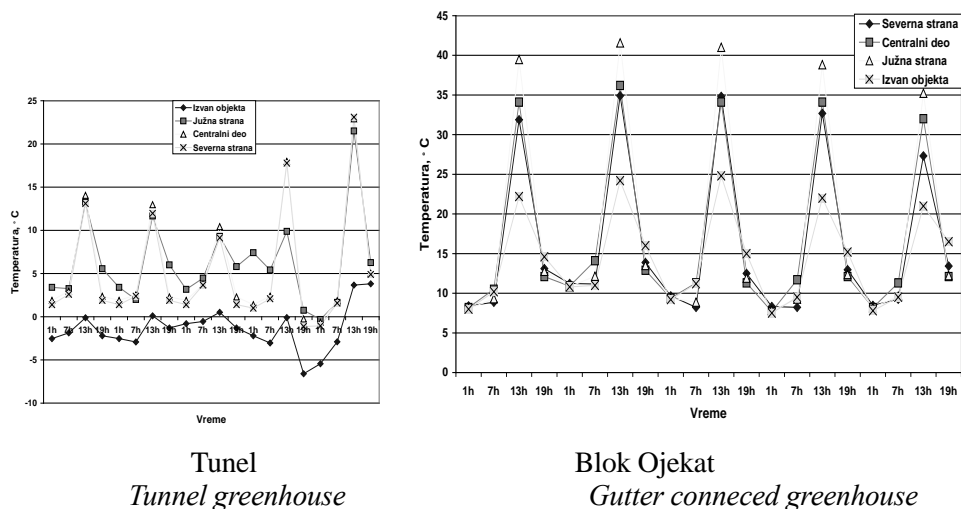
U objektu tunel tipa, proizvodnja salate i paradajza praćena je u oktobru 2008. godine, dok je u blok objektu proizvodnja salate praćena u sezoni 2008/09, a proizvodnja paradajza tokom 2008. godine. Ni tunel ni blok objekat nisu imali instaliran sistem za zagrevanje a ventilacija se obavljala prirodnim putem otvaranjem čeonih i krovnih otvora.

Statistička analiza podataka podrazumevala je korišćenje analize varijanse, F i LZD test kako bi se utvrdilo da li je temperatura vazduha uniformna dužinom objekta i da li tip objekta može da uiče na njen raspored. Za statističku anliziu korišćeni su petodnevni proseoci.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Prema nekim autorima (Enoch, 1978, Hanan, 1998, Nelson, 2003), objekti tunel tipa predstavljaju najjednostavnije tipove objekata zaštićenog prostora u kojima proizvodni uslovi značajno variraju tokom dana u zavisnosti od spoljašnjih mikroklimatskih uslova. Navodi se da je temperatura viša u onim delovima objekta gde se transmituje više sunčeve energije (Stanhil et al, 1973, Hanan, 1998, Hall and Hanan, 1976). Takođe se navodi da i same biljke unutar objekta utiču na raspored i visinu temperature i relativne vlažnosti vazduha u objektima zaštićenog prostora. Tako, na primer, više temperature su uočene u objektima gde su se gajile ruže, u poređenju sa objektima u kojima su gajeni karanfili (Fuchs, 1990). Na raspored temperature takođe utiče i samo uređenje objekata zaštićenog prostora (prolazi, koridori, klupe,...).

Merenja temperature u objektu tunel tipa (Sl. 2) su pokazala da njene vrednosti tokom dana variraju dužinom objekta. Tokom noći, temperatura je bila najviša u severnom delu objekta a najniža u južnom delu (Tab. 1).



Sl. 2 Temperatura vazduha unutar i izvan objekata, tokom proizvodnje salate  
Fig. 2 Greenhouses outside / inside temperatures during the day in the lettuce production

Tokom jutarnjih sati, najviša vrednost temperature vazduha zabeležena je u centralnom delu objekta, dok je u popodnevним satima najtoplija bila južna a najhladnija severna strana objekta. Statistička analiza je pokazala da takom noći temperatura varira dužinom objekta ali da te varijacije nisu statistički značajne. LZD test vrednosti jutarnjih temperatura vazduha (nivoi značajnosti 0,05 i 0,01) pokazuju da temperatura vazduha vrlo značajno varira dužinom objekta (Sl. 3). Za date nivoe značajnosti vrednosti razlike u temperaturi su iznostile 2,05° C i 2,74° C. Razlika u temperaturi od 2,63° C, između centralnog i južnog dela objekta, se pokazala kao značajna. Koeficijent varijacije je iznosio 10,82% dok je standardna devijacija iznosila 1,11° C. Merjenja temperature vazduha u 13h, ukazuju na njeno variranje dužinom objekta. Temperatura je bila

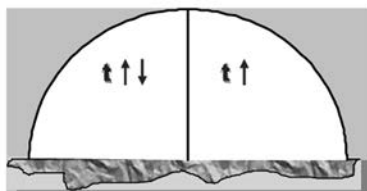
najviša u južnom delu objekta a najniža u njegovom severnom delu (Tab. 1). Analizom varijanse je potvrđeno da varijacije postoje i da su značajne, dok je LZD test pokazao da je razlika u temperaturi između južnog i centralnog dela od  $5,13^{\circ}\text{C}$  značajna. Takođe je pokazano da je razlike u temperaturi vazduha između južne i severne strane, od  $6,91^{\circ}\text{C}$ , veoma značajna (Sl. 3). Koeficijent varijacije je iznosio 8,32% dok je standardna devijacija bila  $2,93^{\circ}\text{C}$ .

Tab. 1 Variranje temperature vazduha unutar i izvan objekata, tokom proizvodnje salate  
Tab. 1 Temperature variation inside and outside the greenhouses in the lettuce production

	Vreme u toku dana							
	1h		7h		13h		19h	
	TUN	BLOK	TUN	BLOK	TUN	BLOK	TUN	BLOK
<b>UNUTAR OBJEKTA</b>								
Severna strana	9,21	0,85	9,15	2,46	32,32	15,05	13,18	1,79
Centralni deo	8,88	1,31	11,78	2,69	34,10	15,67	12,10	2,35
Južna strana	8,87	3,41	9,85	3,36	39,23	13,12	12,55	4,88
<i>Prosek</i>	<i>8,99</i>	<i>1,86</i>	<i>10,26</i>	<i>2,84</i>	<i>35,22</i>	<i>14,61</i>	<i>12,61</i>	<i>3,01</i>
<b>IZVAN OBJEKTA</b>								
Razlika Unutar / Izvan	0,33	4,49	-0,02	5,09	12,38	-0,03	-2,85	4,53

Merenja u 19h (Tab.1) pokazuju da je najviša temperatura bila u severnom delu objekta, dok je najniža bila u centralnom delu. Analiza varijanse je pokazala da su ove razlike u temperaturi značajne. LZD testom je utvrđeno da je razlika u temperaturi od  $1,08^{\circ}\text{C}$ , između severnog i centralnog dela objekta, značajna. Koeficijent varijacije je bio 3,49% dok je standardna devijacija iznosila  $0,44^{\circ}\text{C}$ . Na osnovu statističke analize se može zaključiti da se u slučaju proizvodnje salate u objektima tunel tipa, tokom dana, mogu očekivati značajne oscilacije u temperaturi dužinom objekta.

1h  $\Delta t=0,35^{\circ}\text{C}$   
 7h  $\Delta t=2,63^{\circ}\text{C}^*$   
 13h  $\Delta t=6,91^{\circ}\text{C}^{**}$   
 19h  $\Delta t=1,08^{\circ}\text{C}^*$   
 $\Delta t$  dnevna –  $30,36^{\circ}\text{C}$



1h  $\Delta t=0,83^{\circ}\text{C}$   
 7h  $\Delta t=1,26^{\circ}\text{C}$   
 13h  $\Delta t=2,3^{\circ}\text{C}$   
 19h  $\Delta t=2,62^{\circ}\text{C}$   
 $\Delta t$  dnevna –  $22,76^{\circ}\text{C}$

Sl. 3 Značajnost razlike u temperaturi unutar objekta tunel tipa tokom proizvodnje salate i paradajza

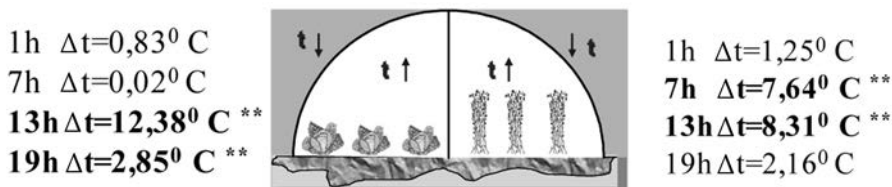
Fig. 3 Temperature variation significance in the tunnel lettuce and tomato production

Kada se govori o razlici između spoljašnje i temperature unutar objekta, statistička analiza je pokazala da su ove razlike značajne u podnevnim časovima (Sl. 4). Obzirom da nema značajnih razlika u temperaturi vazduha tokom noći i jutra, može se zaključiti da se u objektima tunel tipa tokom jesenje i zimske proizvodnje ne mogu očekivati povoljniji uslovi za proizvodnju u poređenju sa uslovima izvan objekta.

U zimskoj proizvodnji povća, od velikog su značaja temperaturni uslovi tokom noći. Merenja temperature u blok objektu tokom proizvodnje salate pokazuju da tempe-

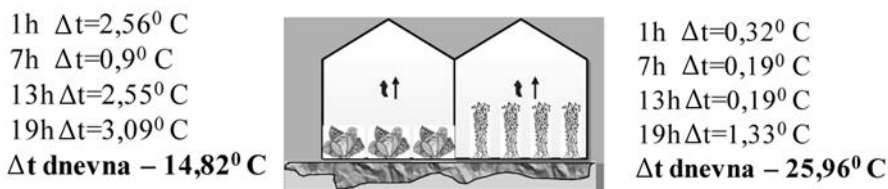


ratura vazduha varira tokom dana (Sl. 2) i varira dužinom objekta. Najniža temperatura zabeležena je tokom noći u severnom delu objekta (Tab. 1). Statistička analiza dobijenih podataka pokazala je da variranja temperature tokom noći ipak nisu statistički značajna i da se u blok objektima tokom noći mogu očekivati uniformni proizvodni uslovi. Koefficient varijacije je bio 59,68% dok je standardna varijacija iznosila 1,11° C. Slična situacija je zabeležena za sve ostale merne periode (Sl. 5).



Sl. 4 Razlike u temperaturi unutar i izvan objekta tunel tipa tokom proizvodnje salate i paradajza  
*Fig. 4 Outside / inside tunnel temperature differences in lettuce and tomato production*

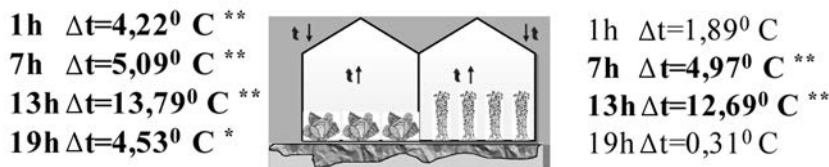
Ovo dovodi do zaključka da temperatura vazduha unutar objekta ne varira značajno njegovom dužinom i da se u slučaju zimske proizvodnje salate mogu očekivati povoljniji i uniformniji proizvodni uslovi u poređenju sa objektima tunel tipa. Razlog za bolji raspored temperatura unutar blok objekta, se može tražiti u tipu konstrukcije, njegovoj veličini i orijentaciji. Tunel objekat je pojedinačni tipl plastenika, specifične zapremine 12,56 m<sup>3</sup>/m, odnosa pokrivni materijal / proizvodna površina 1,91 dok je specifična zapremina blok objekta 37,91 m<sup>3</sup>/m a odnos pokrivni materijal / proizvodna površina 1,62. U literaturi (Nelson, 2003, Hanan, 1998) se navodi da, što je manji odnos pokrivni materijal / proizvodna površina, manja je izloženost objekta vremenskim uslovima te su i potrebe za zagrevanjem manje, obzirom da su temperaturni uslovi u objektima uniformniji. Drugi parametar koji utiče na raspored temperatura u objektima zaštićenog prostora, je orijentacija samog objekta. Pojedinačni objekti bi trebalo da budu orijentisani sever-jug ali u ovom slučaju tunel objekat je bio orijentisan istok-zapad.



Sl. 5 Značajnost razlike u temperaturi unutar blok objekata tokom proizvodnje salate i paradajza  
*Fig. 5 Temperature variation significance in the gutter-connected lettuce and tomato production*

Merenja temperature vazduha izvan objekta (Tab. 1) ukazuju da je temperatura unutar objekta bila značajno viša kako tokom dana tako i tokom noći (Sl. 6). Tokom noći temperatura vazduha unutar objekta je bila do 5,47° C viša u poređenju sa temperaturom vazduha izvan objekta. Tokom dana je ova razlika bila i veća (do 18,83° C u

13h). Rezultati merenja temperature ukazuju da je blok objekat dobro termički izbalansiran. Temperatura unutar objekta je stabilna i ne varira dužinom objekta tokom dana čime se omogućavaju podjednaki proizvodni uslovi u svim delovima objekta.



Sl. 6 Razlike u temperaturi unutar i izvan blok objekta tokom proizvodnje salate i paradajza  
*Fig. 6 Outside / inside gutter-connected temperature differences in lettuce and tomato production*

U letnjoj proizvodnji u zaštićenom prostoru neophodni su dobro rešeni sistemi provetranja, koji bi ujednačili i snizili temperaturu unutar objekta.

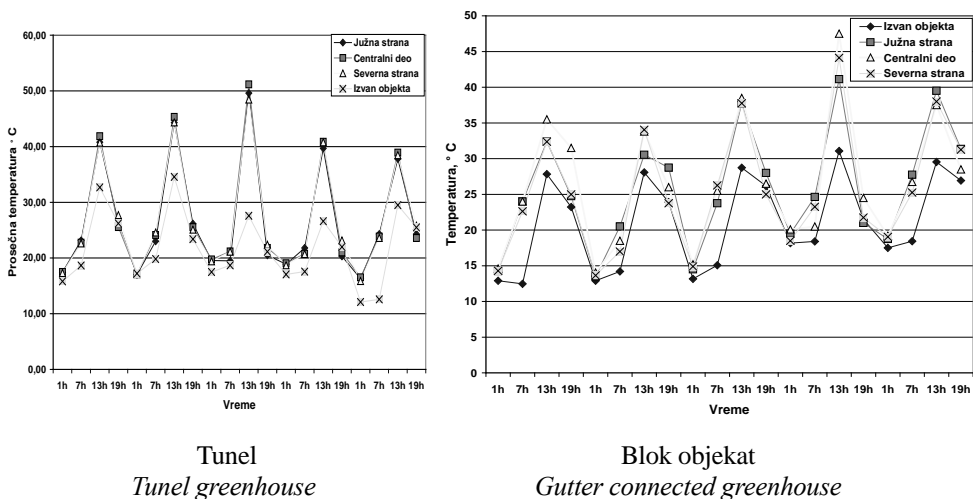
Merenja temperature unutar objekta tunel i blok tipa ukazuju na njeno variranje tokom dana (Sl. 3, Sl. 5). Najniža temperatura je zabeležena tokom noći dok je najviša zabeležena u podnevnim satima. Rezultati takođe ukazuju i na variranje temperature dužinom objekta (Tab. 2, Sl. 7). U većini merenja, najviša vrednost je zabeležena u centralnom delu objekta. Izuzetak je zabeležen u objektu tunel tipa u jutarnjim satima kada je najviša temperatura bila na južnoj strani, i u blok objektu u podnevnim satima, kada je najviša temperatura vazduha zabeležena u njegovom severnom delu.

Tab. 2 Variranje temperature vazduha unutar i izvan objekata, tokom proizvodnje paradajza  
*Tab. 2 Temperature variation inside and outside the greenhouses in the tomato production*

	Vremene u toku dana							
	1h		7h		13h		19h	
	TUN	BLOK	TUN	BLOK	TUN	BLOK	TUN	BLOK
UNUTAR OBJEKTA								
Severna strana	15,80	17,67	22,87	22,42	37,26	42,55	25,35	24,86
Centralni deo	16,63	17,99	23,05	22,54	38,56	43,63	27,97	23,50
Južna strana	16,10	17,84	24,13	22,35	36,26	42,44	26,20	23,51
<i>Prosek</i>	<i>16,07</i>	<i>17,83</i>	<i>23,32</i>	<i>22,44</i>	<i>37,36</i>	<i>42,87</i>	<i>26,51</i>	<i>23,96</i>
IZVAN OBJEKTA	14,93	17,83	15,71	17,46	29,05	30,18	24,35	23,95
Razlika Unutar / Izvan	1,14	0	7,61	4,98	8,31	12,69	2,16	0,01

Kada se govori o razlici temperatura unutar i izvan objekata, tendencije su u oba slučaja slične. U oba slučaja je razlika u temperaturi u jutarnjim i podnevnim satima značajna (Sl. 4, Sl. 6). U slučaju objekta tunel tipa razlika u temperaturi u jutarnjim satima je bila do  $11,07^{\circ}\text{C}$  i statistička analiza je pokazala da je ova razlika vrlo značajna. Slični rezultati su dobijeni i za merenja u 13h, gde su razlike, do  $13,18^{\circ}\text{C}$ , takođe statistički veoma značajne. U objektu blok tipa zabeležene su slične tendencije. Razlike u temperaturi tokom noći i večeri nisu statistički značajne. Merenja u 7h pokazuju da je temperatura unutar objekta bila viša i do  $11,35^{\circ}\text{C}$ . Statistička analiza je pokazala da se razlika u temperaturi od  $3,37^{\circ}\text{C}$  može smatrati statistički veoma značajnom.

Merenja u 13h pokazuju da je temperatura unutar objekta bila viša i do 22,16° C. Analiza je pokazala da se razlika u temperaturi od 5,02° C može smatrati veoma značajnom.



Sl. 7 Temperatura vazduha unutar i izvan objekata, tokom proizvodnje paradajza  
Fig. 7 Greenhouses outside / inside temperatures during the day in the tomato production

Na osnovu iznetog se može zaključiti da temperatura unutar objekata zaštićenog prostora tokom letnje proizvodnje paradajza ne varira značajno dužinom objekta. Značajnije varijacije su zabeležene samo u razlici temperatura unutar i izvan objekata u ranim jutranjim i podnevnim satima. Obzirom na visinu temperature, ove varijacije se mogu uzeti kao prihvatljive.

## ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati ukazuju da temperatura vazduha unutar objekta zaštićenog prostora varira tokom dana i njegovom dužinom. Kako će se menjati vrednosti temperature zavisi od tpa objekta, njegove orijentacije i gajene kulture. Generalno se može zaključiti da se, i u slučaju zimske proizvodnje salate i letnje proizvodnje paradajza, objekat tunel tipa ne može preporučiti kao optimalan izbor, sa aspekta uniformnosti proizvodnih uslova. Tokom zime, ovaj tip konstrukcije, ne može da obezbedi značajno više temperature unutar objekta, tokom noći i u ranim jutarnjim satima. Temperatura nije stabilna dužinom objekta, čime nisu ostvareni podjednaki proizvodni uslovi u svim delovima objekta. Sa druge strane, konstrukcija blok objekta i njegova orijentacija su omogućili uniformnije temperaturne uslove unutar objekta i značajno više temperature tokom noći i ranih jutarnjih sati te se, tako, blok objekti veće specifične zapremine i manjeg odnosa pokrivni materijal / proizvodna površina, mogu preporučiti kao optimalna rešenja sa aspekta uniformnosti distribucije temperature tokom dana i dužinom objekta.

## LITERATURA

- [1] Dimitrijevic, A., Miodragovic R., Mileusnic Z., Urosevic M., Ponjican O. 2011 Introduction to the greenhouse decision support model. In: Kosutic S (ed) Proc 40th International Symposium on agricultural Engineering Actural Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia: 569-576.
- [2] Enoch, H.Z. 1978 A theory for optimalization of primary production in protected cultivation, I Influence of aerial environment upon primary plant production, Symposium on More Profitable use of Energy in Protected Cultivation, Sweden.
- [3] Fuchs, M. 1990 Effects of Trnspiration on Greenhouse Cooling, Proc. Int. Sem. and British–Israel Workshop on Greenouse Technologz, Bet–Dagan.
- [4] Hall, A., Hanan J.J. 1976 Measurement of Total Light Energy in Carnation Bench, CO Flower Growers' Assoc. Res. Bull.308.2.
- [5] Hanan, J.J. 1998 Greenhouses – Advanced Technology for Protected Horticulture, CRC Press, Boca Raton, USA.
- [6] Lazić, B., Marković, V., Đurovka, M., Ilin, Ž. 2001 Povrće iz plastenika, Beograd.
- [7] Nelson, P.V. 2003 Greenhouse Oparation and management, Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- [8] Ponjican, O., Bajkin, A., Dimitrijevic, A., Mileusnic, Z., Miodragovic, R. 2011 In: Kosutic S (ed) Proc 39th International Symposium on agricultural Engineering Actural Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia: 393-401.
- [9] Sengar, S. H., Kothari, S. 2008 Thermal modeling and performance evaluation of arch shape greenhouse for nursery raising, African Journal of Mathematics and Computer Science Research 1(1): 1–9.
- [10] Singh, R.D., Tiwari, G.N. 2000 Thermal heating of controlled environment greenhouse: a transient analysis. Energy Conversion and Management, 41: 505–522.
- [11] Stanhill, G., Fuchs, M., Bakker, J., Moreshet, S. 1973 The Radiation Balance of a Glasshouse Rose Crop, Agric. Meteor, 11: 385–404.

# NOVA REGULATIVA U VEZI INSPEKCIJE MAŠINA ZA APLIKACIJU PESTICIDA U REPUBLICI MAKEDONIJE

Zoran Dimitrovski<sup>1</sup>, Mićo V. Oljača<sup>2</sup>, Kosta Gligorević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet „Goce Delčev“, Mašinski fakultet, Štip, Republika Makedonija

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet-Institut za poljoprivrednu tehniku, Beograd-Zemun

## SAŽETAK

Fitosanitarna uprava kao nacionalni organ u sastavu Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Makedonije je osnovana 2000 godine. Politika Fitosanitarne uprave određena je sa tri Zakona o: zdravlju bilja, proizvodima za zaštitu bilja, đubrivama. Veći deo pomenutih Zakona je u skladu sa standardima i merama EU.

Ciljevi propisa u fitosanitarnoj oblasti su: zaštita bilja i biljnih proizvoda, sprečavanje širenja štetnih organizama, kontrola prodaje i upotrebe proizvoda za zaštitu bilja i zaštita zdravlja ljudi, životinja i životne sredine. Harmonizovanjem principa fitosanitarnih mera sa EU i međunarodnim propisima i standardima, nastoji se postići optimalna i konkurentna proizvodnja i eliminisanje tehničkih barijera u međunarodnoj trgovini poljoprivrednih i šumarskih proizvoda. Ove godine su počele pripreme radi usaglašavanja zakona o zaštiti bilja sa evropskim zakonima tako što su osnovane odgovarajuće komisije. Posebna pažnja posvećena je novoj regulativi o mašinama i opremi za aplikaciji pesticida.

**Ključne reči:** pesticidi, mašine za aplikaciju, inspekcija, obuke.

## NEW REGULATIONS REGARDING THE INSPECTION MACHINE FOR APPLICATION OF PESTICIDES IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA

Zoran Dimitrovski<sup>1</sup>, Mićo V. Oljača<sup>2</sup>, Kosta Gligorević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University „Goce Delčev“, Faculty of mechanical engineering, Štip, Macedonia

<sup>2</sup> University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia

## ABSTRACT

Phytosanitary Administration as a national body within the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Macedonia was established in 2000. Policy of Administration regulates the use of three laws: the Law on Plant Health, Law on Plant Protection Products and the Law on fertilizers. Many parts of the law are in accordance with the standards and measures of the EU.

<sup>1</sup> Kontakt autor: Zoran Dimitrovski, e-mail: zoran.dimitrovski@ugd.edu.mk

Objectives of phytosanitary regulations are to protect plants and plant products, preventing the spread of harmful organisms, controlling the sale and use of plant protection products, protection of human health and the environment of animals. Harmonizing principles of phytosanitary measures with the EU and international regulations and standards is to achieve optimal and competitive production and elimination of technical barriers to international trade in agricultural and forest products. This year we have started preparing a commissions were would by established to finally agree to the Plant Protection Act with European laws. Special attention was paid to the new regulations on plant protecting equipment.

**Key words:** pesticides, machines for application, inspection, training

## UVOD

Evropska komisija je proteklih godina uspostavila kompletan set pravila (direktiva) i proširila polje uticaja tih propisa. Prema uputstvima Evropske komisije, svi novi nacionalni propisi moraju se harmonizovati sa pomenutim direktivama pre nego što se uvedu u upotrebu.

Republika Makedonija kao zemlja kandidat je ove godine počela pripreme za izradu zakona o obaveznoj inspekciji mašina za aplikaciju pesticida kako bi se omogućio apsolutno neophodni princip slobodnog protoka robe i tela.

Na ovaj način prilikom pripreme naših propisa, glavne direktive moraju da budu integrisane u propisima koje obuhvataju obaveznu kontrolu mašina za aplikaciju pesticida.

Direktiva (2009 – 128) odnosi se na održljivoj primeni pesticida, a jednim delom obuhvata mašine za aplikaciju pesticida i periodične inspekcije;

Direktive o uslugama (2006 -123) treba da pojednostave sve procedure koje se koriste za kreiranje i uspostavljanje uslužne delatnosti (kao inspekcije mašina za aplikaciju pesticida);

Direktiva o priznavanju profesionalne kvalifikacije (2005 – 36) zahteva pojednostavljenje postupaka i procedura priznavanja u regulatornim aktivnostima.

U tom kontekstu, nova pravila mora da olakšaju sprovođenje inspekcije starih i novih mašina za aplikaciju pesticida čija je ispravnost do sada bila pod jurisdikcijom i kontrolom samih farmara. Pri tome mora se konstatovati, da nepravilna eksploatacija ovih mašina direktno nanosi veliku štetu zagađivanjem životne sredine.

## PROCES HARMONIZACIJE ZAKONA O ZAŠTITI BILJA U MAKEDONIJI

U Republici Makedoniji je 2013. godine počeo proces harmonizacije starog zakona o zaštiti bilja sa novim pravilima i propisima koje nalaže Evropska komisija. Prema novim propisima i regulativama posebna pažnja posvećuje se mašinama za aplikaciju pesticida kao i njihova obavezna inspekcija u određenom vremenskom periodu.

Ovim povodom Fitosanitarna uprava je organizovala nekoliko komisija koje treba da usaglase stari zakon i prikupe iskustva drugih država članica Evropske Unije koje

su ovaj proces prošli ili su u naprednoj fazi. Članovi komisija, posebno komisija koja se bavi usaglašavanjem zakona u vezi mašina i opreme za aplikaciju pesticida, dali su nekoliko sugestija među kojima su i organizovanje poseta zemalja EU, kako bi se prikupili vrlo korisne informacije. Cilj je prikupiti iskustva od osoba koje su direktno uključene u inspekciju mašina za zaštitu bilja, o načinu organizacije, a posebno o procedurama provere samih mašina.

Pored navedenog, ove godine organizovano je nekoliko sastanaka sa poljoprivrednim proizvođačima, proizvođačima i distributerima pesticida, kako i distributerima opreme i mašina za aplikaciju pesticida. Cilj je sagledavanje svih aspekata, kako bi se optimizovali novi propisi i uspostavio brz početak inspekcije.

Prema prvim saznanjima, a u skladu sa Direktivom 2009-128, može se konstatovati da se organizacija inspekcije mašina zasniva na tri osnovna načela:

**Obuka:** Treba organizovati nastavu i posebno obuku za inspektore u nastavnim centrima. Prema sadašnjem dogovoru, to treba da organizuju Mašinski fakultet i Poljoprivredni fakultet u Skoplju i Poljoprivredni fakultet u Štipu. Nastavnici u ovim centrima treba da dobiju kompletan set informacija i nastavnih materijala, a planira se da i oni podležu reviziji.

**Inspekcija:** Potrebno je organizovati posebne radionice i mobilne ekipe koje će biti opremljene posebno za ovaj posao.

**Kontrola i organizacija:** Sve informacije oko inspekcije mašina, (broj mašina za aplikaciju, obeležavanje mašina, itd.) treba centralizovati, kako bi Ministarstvo u svakom momentu imalo tačne i precizne podatke koje daju mogućnost za brz odgovor i nadogradnju metodologije inspekcije i rešavanje problema u praksi. Centri koji će vršiti inspekciju mašina i opreme za aplikaciju pesticida, treba da su u skladu sa evropskim direktivama koje su objavljene ili su u pripremi.

Direktiva za održljivo korišćenje pesticida nalaže da države članice EU treba da definišu tela koje će vršiti inspekciju mašina, a da pri tome moraju da komuniciraju sa Evropskom komisijom i njenim sertifikovanim telima. To znači da država mora da instalira sistem za prepoznavanje kvaliteta, da garantuje kompetentnost i prilagodi organizaciju i način inspekcije prema potrebama.

Koriste se iskustva iz Francuske koje treba da pomognu u sprovođenju i pisanju naših novih zakona i regulativa. Francuska iskustva su sledeća:

**Obrazovanje osoba:** inspektori moraju da prođu nastavni ciklus, koji je podeljen u dve sesije. Prvi korak (4 dana) se zasnivati na opštim informacijama u vezi novih zahteva, poznavanje mašina i opreme za aplikaciju pesticida, osnovne bezbednosne mere kao i osnovni principi inspekcije. Posle organizovanog ispita, samo oni koji daju 20 tačnih odgovora od 30 pitanja mogu da idu na drugi nivo obuke. Nakon pomenutog, planira se dva dana obuke o načinu izvođenja inspekcije u kome kandidat treba u roku od 2 sata da izvrši sve praktične zadatke. Posle ove obuke i praktične provere osoba može vršiti inspekciju ovih mašina.

**Sistem kvaliteta:** Za proveru kvaliteta postoje dve mogućnosti. Prva se zasniva na međunarodnim standardima (ISO 17020) koji se ocenjuje od nezavisne asocijacije (Cofrac), a to znači akridetaciju za izvođenje inspekcije.

Drugi deo je povezan sa aktivnostima koje se u Francuskoj organizuju preko GIP Pulves, a sastoje se u organizovanju obuke i provere znanja i spretnosti inspektora,

svakih 15 meseci. Inspektor mora u toku provere znanja izvršiti potpunu inspekciju mašine, popuniti sve dokumente (procedure, sertifikate....) i objasniti organizaciji administrativne procedure (čuvanje dokumenata, komunikacije, itd.)

Profesionalno priznavanje: Sertifikat koji dobije inspektor prema direktivi (2005-36) garantuje njegov visokoi nivo stručnosti, tako da svoje znanje može primeniti i u drugim sertifikovanim radionicama širom zemlje. To takođe znači, da inspektor može vršiti inspekcije mašine za aplikaciju pesticida i u drugim državama Evrope.

Kako bi se olakšalo uspostavljanje uslužne delatnosti oko inspekcije mašina za aplikaciju pesticida u Evropi, Direktiva 2006-123 traži da se procedura pojednostavi i sprovodi svuda oko Evropskog ekonomskog prostora.

Pored ranije navedenog, direktiva takođe predviđa:

- da je inspekcija mašina za aplikaciju pesticida obavezna, u redovnim intervalima od 5 godina, do 2020. godine. Nakon tog perioda, predviđeno je da se inspekcija ovih mašina vrši na 3 godine.
- da država članica unije prizna sertifikate izdate u drugim državama. Ovlašćeni centri za ispitivanje će uvažiti izdate sertifikate i obavestiti vlasnika mašine o sledećem ispitivanju.
- da procedura inspekcije prati osnovne zahteve navedene u direktivi.

To podrazumeva primene odrđenih standarda i povratne informacije drugih zemalja koje su već implementirale način inspekcije mašina. Definisana su tacna mesta inspekcije koje su bitna za pravilan i siguran rad mašine za aplikaciju.

## **TRENTUTNA SITUACIJA OKO SPROVOĐENJA NOVIH DIREKTIVA U REPUBLICI MAKEDONIJI**

Republika Makedonija kao zemlja kandidat nastoji da prema planu o stabilizaciji i asocijaciji, sprovede direktive koje nalaže EU. Prva iskustva govore da je za sprovođenje nove regulative u vezi inspekcije i kontrole bezbednosti i pravilne eksploatacije mašina za aplikaciju pesticida potrebno više vremena. Neophdno je da se razgovara sa svim osobama koje su uključeni u zaštitu useva, raznim asocijacijama proizvođača, distributerima mašina za aplikaciju, itd. Nova pravila je poželjno unapred objasniti kako bi se uspostavila normalna komunikacija, a čime bi se omogućilo brže i jednostavnije prihvatanje novih regulativa i obaveza. U slučaju Republike Makedonije u ovaj proces biće uključena 43 postojeća inspektora, koje treba obučiti za sprovođenje inspekcije mašina. Planirana je organizacija nastave u 3 nastavna centra za obuku i način sprovođenje inspekcije, za sada na Mašinskom fakultetu i Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Skoplju i Štipu.

U međuvremenu treba pripremiti zakone i podzakonske akte koji ukazuju šta, kako i kada treba proveravati, kako bi se dobio sertifikat za ispravnosti mašine, kao i način vođenja evidencije i skladištenja dokumentacije.





Slika 1. Poljoprivredni regioni Republike Makedonije  
 Figure 1. Agricultural regions of the Republic of Macedonia

Prema procenama u Republici Makedoniji ima oko 14000-15000 raznih mašina za aplikaciju pesticida, na kojima treba izvršiti inspekciju do 2020 godine, a zatim nastaviti proveru ispravnosti na svake 3 godine. Mora se istaći da je 80% mašina starije od 20 godina, tako da je zbog amortizovanosti i raznih neispravnosti njihova upotreba veoma opasna kako za same rukovaoce tako i za okruženje.

Tabela 1. Struktura poljoprivrednih površina Republike Makedonije u ha  
 Table 1. Structure of agricultural land of the Republic of Macedonia in ha

Ukupna površina <i>Total area</i>	Ukupna poljoprivredna površina <i>Total agricultural area</i>	Obradiva površina <i>Arable area</i>					Pašnjaci <i>Grasslands</i>	Šume <i>Forests</i>	Neplodne i vodene površine <i>Infertile and water area</i>
		Ukupno <i>Total</i>	Poljane <i>Fields</i>	Voćnjaci <i>Orchards</i>	Vinogradi <i>Vineyards</i>	Livade <i>Meadows</i>			
25710000	12440000	612000	512000	17000	28000	55000	632000	997000	330000
%	49,2	100	83,6	2,8	4,6	9,0	50,8	38,8	12,0

U planu je da se obavlja inspekcija na mašinama zapremine rezervoara za tečnost iznad 20 litara, dok za manje ručne prskalice, potrebno je obavezno obučiti osobe koje će vršiti aplikaciju. Obuku o pravilnoj i bezbednoj eksploataciji ovih mašina moraju proći i rukovaoci koji će vršiti aplikaciju pesticida i ostalim mašinama za zaštitu bilja. Ukratko, Fitosanitarna uprava u vezi konrole mašine za aplikaciju pesticida treba da:

- pripremi program obuke za lica koje će vršiti kontrolu opreme za aplikaciju;
- uradi podzakonske akte koje će detaljno opisati način vršenja inspekcije mašina za aplikaciju pesticida;

- izdaje licence o vršenju inspekcije, opreme i vodi evidenciju izdatih licenci;
- izdaje nalepnice za testirane mašine koje su prošle inspekciju o funkcionalnosti i vodi evidenciju izdatih nalepnica;
- vrši evidenciju broja kontrolnih testiranja i izdava licence za rad;

Licencu za rad treba posedovati i pravni subjekt koji ima potrebnu opremu i instrumente za kontrolno testiranje mašina za aplikaciju, a inspekciju mašina vrše osobe koje su završile obuku za inspekciju ovih mašina. Ovaj pravni subjekat treba da ima stručni kadar sa odgovarajućim referencama iz oblasti poljoprivrednih nauka, mašina, opreme i inženjstva.

Za sada troškove oko obuke i inspekcije mašina snosi aplikant, međutim postoji mogućnost da se u početku deo sretstava obezbedi preko subvencije i finansijske pomoći koje država daje poljoprivrednim proizvođačima.

## **ZAKLJUČAK**

Pokretanje sprovođenja obaveznih inspekcija mašina i opreme za aplikaciju pesticida je veoma težak i kompleksan proces, pogotovu kad se uzme u obzir broj i amortizovanost mašina, kao i otpor poljoprivrednih proizvođača zbog dodatnih troškova. Formiranje nastavnih centara, inspekciskih centara i postavljanje celokupne organizacione strukture treba sprovesti u optimalnom vremenskom roku koji kao zemlja kandidat treba sprovesti.

Nema sumnje da će sprovođenje direktive imati direktan uticaj na zaštitu životne sredine, minimizirati kontaminacije rukovaoca, kao i zaštitu ljudi i životinja jer je pravilna aplikacija pesticida jedan od najvažnijih činilaca procesa zaštite bilja. Testiranje mašina i nadzor njihove ispravnosti direktno idu u korist poljoprivrednim proizvođačima zbog manja potrošnja pesticida, bolje distribucije sa većim učinkom, itd.

S druge strane formiranje nacionalne baze podataka daće korisne informacije o stanju i vrste mašina za aplikaciju pesticida, geografska distribucija u zemlji, njihov broj, ispravnost mašina, najčešćih defekata i slično.

Na ovaj način se direktno utiče na smanjenje zagađivanja životne sredine, zaštite otvorenih i podzemnih rezervi vode kao i na sam kvalitet poljoprivrednih proizvoda.

## **LITERATURA**

[1] EC/128,2009: Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 Oct.-2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides.

[2] DIN EN 13790-1. 2003. Agricultural machinery – Sprayers – Inspection sprayers in use – Part 1. Field crop sprayers EN 13790-1.

[3] Ministarstvo poljop. šumarstva i vodop.R. Makedonije. 2013. Arhiva Fitosanitarnе uprave.

[4] Hrasta, Petr. 2012. New regulation concerning inspection intervals and exceptions of pesticide application equipment. Fourth European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers. SPICE 4.

[5] Kramer, H. 2012. Authorization of inspection facilities and workshops in North Rhine Westphalia. IV EU. Workshop on Standardised Pro. for the Inspection of Sprayers. SPICE 4.

# KOMPOSTIRANJE BIORAZGRADIVOG OTPADA U AEROBNOM FERMENTATORU EWA

**Dragoslav Đokić<sup>1</sup>, Rade Stanisavljević<sup>2</sup>, Saša Barać<sup>3</sup>, Dragan Terzić<sup>1</sup>,  
Jasmina Milenković<sup>1</sup>, Jordan Marković<sup>1</sup>, Snežana Anđelković<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Institut za krmno bilje, 37251 Globoder-Kruševac*

<sup>2</sup> *Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Teodora Drajzera 9, 11000 Beograd*

<sup>3</sup> *Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet-38219 Priština/Lešak*

## SADRŽAJ

U radu su prikazani rezultati istraživanja koji su dobijeni pri procesu prerade biološki razgradivog otpada iz poljoprivredne proizvodnje, kao i komunalnog otpada primenom aerobnog fermentatora EWA češke proizvodnje. Ispitivanje je obavljeno u Institutu za krmno bilje u Globoderu-Kruševcu. Prikazan je polazni materijala koji se tretira u fermentatoru, kao i pregled analize dobijenog materijala nakon procesa obavljenog u fermentatoru. Aerobni fermentator EWA je uređaj koji omogućuje uz kontrolu celog tehnološkog procesa preradu biološki razgradivog otpada iz poljoprivredne proizvodnje, šumske biomase i komunalnog otpada. Cilj ispitivanja bio je praktična primena aerobnog fermentatora EWA i ispitivanje kvaliteta dobijenog proizvoda od biorazgradivog materijala.

**Ključne reči:** aerobni fermentator, biorazgradiv otpad

## COMPOSTING OF BIODEGRADABLE WASTE IN AEROBIC FERMENTER EWA

**Dragoslav Đokić<sup>1</sup>, Rade Stanisavljević<sup>2</sup>, Saša Barać<sup>3</sup>, Dragan Terzić<sup>1</sup>, Jasmina  
Milenković<sup>1</sup>, Jordan Marković<sup>1</sup>, Snežana Anđelković<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Institute for Forage Crops, 37251 Globoder-Kruševac, Republic of Serbia*

<sup>2</sup> *Institute for Plant Protection and Environment, Teodora Drajzera 9, 11000 Beograd, Republic of Serbia*

<sup>3</sup> *University of Priština, Faculty of Agriculture, 38219 Priština/Lešak, Republic of Serbia*

## ABSTRACT

This paper presents the research results obtained in the process of processing biodegradable waste from agricultural production, as well as municipal waste using aerobic fermenter EWA Czech production. The study was conducted at the Institute for

<sup>1</sup> Kontakt autor: Dragoslav Đokić, e-mail: dragoslav.djokic@ikbks.com

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu TR 31057 (2011-2014) koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, kao i projekta Eureka E ! 6742-WINEREST, koje finansira Evropska Unija.

Forage Crops, Kruševac-Globoder. Featured is the starting material to be treated in the fermenter, and a summary analysis of the resulting material after completion of the process in the fermenter. Aerobic fermenter EWA is a device that allows you to control the whole technological process of biodegradable waste from agricultural production, forest biomass, and municipal waste. The aim of the study was the practical application of aerobic fermenter learning and testing the quality of the product obtained from biodegradable materials.

**Key words:** aerobic fermenter, biodegradable waste

## UVOD

Povećanjem broja stanovništva u svetu, kao i industrijalizacijom, urbanizacijom i ekonomskim prosperitetom povećava se količina otpada. Biorazgradivi otpad je otpad koji je pogodan za anaerobnu ili aerobnu razgradnju, kao što su proizvodi iz poljoprivredne i šumarske proizvodnje, hrana, baštenski otpad, papir i karton. Prema morfološkom sastavu komunalnog otpada u Republici Srbiji najveći deo otpada čini biorazgradivi otpad (31.0%), baštenski otpad (11.9%), karton (7.5%) i papir (7.3%) što ukupno čini 54.7% otpada koji može da se razloži [11]. Republici Srbiji koja je u procesu priključenja Evropskoj Uniji, od posebnog je značaja i adekvatan razvoj sistema upravljanja otpadom, uporedo sa razvojem celokupnog društva i ekonomije [19]. Prema “Zakonu o upravljanju otpadom Republike Srbije”, “Zakonu o postupanju sa otpadnim materijalima” i “Zakonu o zaštiti životne sredine Republike Srbije” otpad je svaka supstanca ili predmet koji vlasnik odstranjuje, namerava ili mora da odstrani, a koji je svrstan u kategorije otpada utvrđene posebnim propisom [13], [14], [15], [16], [17]. Komunalni otpad je otpad iz domaćinstva, stambenih zgrada, službenih prostorija, prodavnica, otpad sa javnih površina. Veći deo komunalnog otpada (40÷70%), čine organski materijali [4]. Nastajanje komunalnog otpada zavisi od stepena industrijskog razvoja, životnog standarda, načina života, socijalnog okruženja, potrošnje i dr. [9]. U SAD-a je još 1900. godine primenjen biološki tretman komunalnog otpada korišćenjem mikroorganizama [10].

Kompostiranje predstavlja preradu određenih vrsta organskog otpada u prisustvu kiseonika, radi dobijanja materijala sličnog humusu i smanjenja zapremine organskog otpada. Od organskog otpada se procesom anaerobne digestije može dobiti gasovito gorivo i organsko đubrivo [3], [6]. Stepem aeracije pri kompostiranju je važan jer od količine prisutnog vazduha zavisi da li će se u kompostu odvijati aerobni procesi (poželjni) ili anaerobni (nepoželjni) procesi [7]. Kompostiranje je kontrolisana, biološka razgradnja organskih materija, pri čemu se dobijaju biološki stabilni proizvodi, bez štetnih patogena i semena biljaka [20]. Po završetku kompostiranja, gomila komposta koja se dobija smanji zapreminu 20%-60%. Sadržaj vlage je ispod 40%, a masa je smanjena za 50%. pH vrednost dobijenog komposta je oko 7 [5].

## MATERIJAL I METOD RADA

U preradi biološki razgradljivog otpada u institutu za krmno bilje u Glododeru od 17.10.2013. do 19.11.2013. godine korišćen je aerobni fermentator EWA (Ecological

Waste Apparatus) češke proizvodnje. Republika Češka koja je članica EU u svom zakonu ima propise za postupanje sa biorazgradivim otpadom [12]. EWA je sertifikovan uređaj za preradu biorazgradivog otpada, uključujući kanalizacioni mulj i proizvode životinjskog porekla u skladu sa ukazom EU [18], [8]. Uređaj EWA se sastoji od termički izolovanog prostora, sistema vazdušnih injektora za intenzivno uduvavanje vazduha [1]. U tabeli 1. date su osnovne tehničke karakteristike fermentatora EWA. Na temperaturi iznad 70°C proteini se postepeno denaturišu. Visoke temperature u određenom vremenskom periodu izazivaju inaktivaciju rada prisutnih bakterija i patogenih organizama. Zbog visoke temperature smanjuje se broj mikroorganizama, a semena korova gube sposobnost klijanja. Materijal koji se koristi za proizvodnju komposta je oko 40% vlažnosti. Nakon pražnjenja fermentatora dobijeni materijal se analizirao u hemijskoj i mikrobiološkoj laboratoriji u Češkoj.

Sastav komposta mora biti takav da se u njemu ne nalaze vidljivi delovi metala, plastike i stakla, kao i koliformne bakterije kao što su *Salmonella ssp.*, *Escherichia coli*, *Enterococcae* [2].

Tabela 1. Tehničke karakteristike fermentatora EWA  
*Table 1. Technical characteristics of fermenter EWA*

Dužina (mm) <i>Length (mm)</i>	12192
Širina (mm) <i>Width (mm)</i>	2438
Visina (mm) <i>Height (mm)</i>	2896
Masa praznog fermentatora (kg) <i>Empty fermenter weight (kg)</i>	14800
Maksimalna masa punog fermentatora (kg) <i>Maximum weight of the full fermenter (kg)</i>	32000
Radna zapremina (m <sup>3</sup> ) <i>Working zone volume (m<sup>3</sup>)</i>	36
Masa opterećenja (t) <i>Load weight (t)</i>	10-17
Potrošnja električne energije (kW) <i>Electric supply (kW)</i>	15

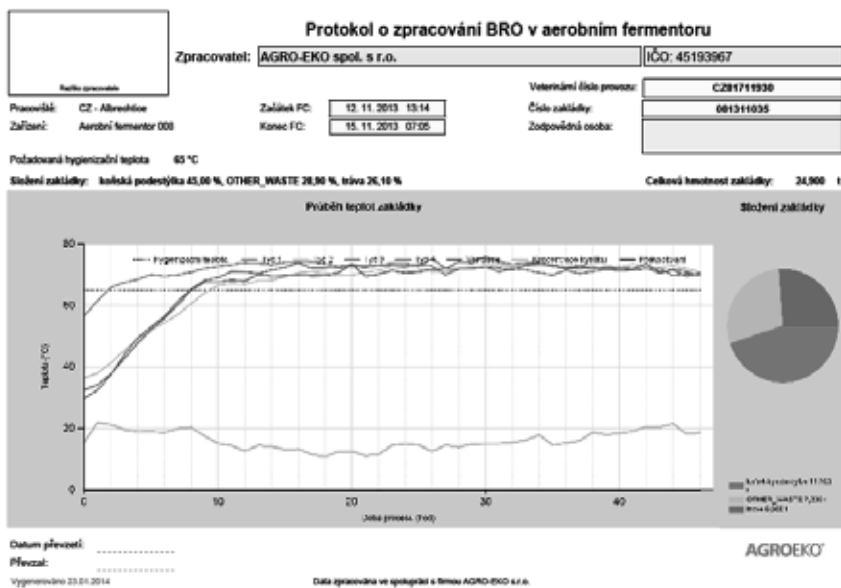
## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

U tabeli 2. dat je prikaz sastava punjenja fermentatora EWA u toku ispitivanja. Biljna masa je predhodno usitnjena na sečki, a zatim je izmešana utovarivačem Bobcat i ubačena u fermentator.

Masa punjenja je najmanja bila kod punjenja broj 081310029 i iznosila je 13.5 t do 24.9 t kod punjenja broj 081311035. Ukupno je u fermentator EWA prerađeno 52.8 t biorazgradivog materijala. Na slici 1. dat je prikaz kretanja temperature za punjenje broj 081310035 u toku procesa fermentacije, kao i ukupno vreme rada.

Tabela 2. Sastav punjenja broj 081310029, 081310030 i 081311035  
 Table 2. The composition charging number 081310029, 081310030 and 081311035

Sastav punjenja <i>Composition of charging</i>	Punjenje <i>Charging</i>			
	1	2	3	Σ
Broj punjenja <i>Number of charging</i>	081310029	081310030	081311035	
Datum <i>Date</i>	17.10.-19.10.	19.10.-23.10.	12.11.-15.11.	
Komina <i>Marc</i>	59.30%	76.40%	28.92%	
Kokošiji ekskrementi <i>Chichen voiding</i>	18.50%	6.20%	22.00%	
Govedi stajnjak <i>Cow manure</i>	11.10%	0.00	22.98%	
Slama strmih žita <i>Straw cereals</i>	11.10%	15.30%	0.00%	
Biljni otpad <i>Plant waste</i>	0.00%	2.10%	26.10%	
Σ	100.00%	100.00%	100.00%	
Masa (t) <i>Mass (t)</i>	13.50	14.40	24.90	52.80



Slika 1. Dijagram temperature, vreme fermentacije i procentualni udeo komponenata punjenja za punjenje broj 081311035

Figure 1. Diagram of temperature, fermentation time and a percentage of the charging components for charging number 081311035

Na grafikonu (Slika 1) vidi se odnos komponenata punjenja broj 081311035. Maksimalna temperatura u toku fermentacije bila je preko 70°C. U Češkoj u ovlašćenoj

hemijskoj i mikrobiološkoj laboratoriji u Albrechticama je urađena hemijska analiza dobijenog materijala (Tabela 3), kao i mikrobiološka analiza (Tabela 4).

Table 3. Hemijski sastav fermentata broj 081310035  
 Table 3. The chemical composition of the digestion number 081310035

Hemijska analiza <i>Chemical analysis</i>		Broj uzorka 081310035 <i>Number of samples 081310035</i>	
Sastav <i>Composition</i>	Rezultat <i>Result</i>	Jedinica mere <i>Measure unit</i>	Metoda <i>Method</i>
Arsen <i>Arsenic</i>	3.85	mg/kg u SM* <i>mg/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 02C (ČSN EN ISO 15586) A
Kadmijum <i>Cadmium</i>	0.51	mg/kg u SM* <i>mg/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 02 C (ČSN EN ISO 5961) A
Hrom <i>Chrome</i>	18,3	mg/kg u SM* <i>mg/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 23 C (ČSN EN 1233) A
Bakar <i>Copper</i>	41.0	mg/kg u SM* <i>mg/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 23 C (ČSN ISO 8288) A
Živa <i>Mercury</i>	0.026	mg/kg u SM* <i>mg/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 03 (ČSN 465735, ČSN 721227) A
Nikl <i>Nickel</i>	25.5	mg/kg u SM* <i>mg/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 23 C (ČSN ISO 8288) A
Olovo <i>Plumb</i>	24.9	mg/kg u SM* <i>mg/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 23 C (ČSN ISO 8288) A
Cink <i>Zinc</i>	96.6	mg/kg u SM* <i>mg/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 23 C (ČSN ISO 8288) A
Kalcijum <i>Calcium</i>	29.2	g/kg u SM* g/kg in <i>DM<sup>f</sup></i>	SOP 23 C (ČSN ISO 8288) A
Magnezijum <i>Magnesium</i>	5.49	g/kg u SM* <i>g/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 23 C (ČSN ISO 7980) A
Kalijum <i>Potassium</i>	24.7	g/kg u SM* <i>g/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 28 B (JPP - UKZUZ, Brno) A
Fosfor <i>Phosphorus</i>	5.22	g/kg u SM* <i>g/kg in DM<sup>f</sup></i>	SOP 62 A (JPP - UKZUZ, Brno) A
Ukupno SM <i>Total DM</i>	53.89	%	SOP 32 (ČSN EN 12879) A
pH (H <sub>2</sub> O)	8.39		SOP 44 (JPP - UKZUZ, Brno) A
Zapaljive supstance <i>Flammable substances</i>	79.4	% u SM* <i>% in DM<sup>f</sup></i>	SOP 32 (ČSN EN 12879) A
Odnos C:N <i>Ratio C:N</i>	16.0		SOP 85 (JPP - UKZUZ, Brno) N
Ukupni azot <i>Total nitrogen</i>	2.55	% u SM* <i>% in DM<sup>f</sup></i>	SOP 61 A (JPP - UKZUZ, Brno) A

SM\*-suva materija; DM<sup>f</sup>-dry matter

U tabeli 4. prikazan je mikrobiološki sastav uzorka 081310035 rađen u Češkoj po određenoj metodologiji koja je usaglašena sa Uredbom Evropskog parlamenta [8].

Tabela 4. Mikrobiološki sastav fermentata broj 081310035  
 Table 4. Microbiological composition of the digestion number 081310035

Mikrobiološka analiza, broj uzorka 081310033 Microbiological analysis of samples number 081310035			
Sastav Composition	Rezultat Result	Jedinica mere Measure unit	Metoda Method
Enterokoke <i>Enterococcus</i>	<7.4x10 <sup>4</sup>	KTJ/g SM* KTJ/g DM*	SOP 103 A (ČSN EN ISO 7899-2) A
Termotolerantne koliformne bakterije <i>Thermotolerant coliform bacteria</i>	<5x10 <sup>1</sup>	KTJ/g SM* KTJ/g DM*	SOP 102 A (ČSN 757837) A
Salmonela <i>Salmonella</i>	Negativan Negative	-----	SOP 117 A (ČSN EN ISO 6579) A
Test na salmotelu <i>Test for Salmonella</i>	Negativan Negative	-----	SOP 117 A (ČSN EN ISO 6579) A

SM\*-suva materija; DM\*-dry matter

U fermentor su ubačene epruvete sa semenom kukuruza, lucerke i trava da bi se utvrdila klijavost semena posle procesa fermentacije. Nakon fermentacije nije bilo klijavog semena što je utvrđeno u laboratoriji instituta za krmno bilje u Globoderu u kljialištu za seme.

## ZAKLJUČAK

Otpadni materijal postaje sve veći problem za čovekovu životnu sredinu. Otpad se smatra jednim od najznačajnijih ekoloških problema savremenog sveta zbog sve većih količina i štetnosti po okolinu. Jedan od načina da se reši ovaj problem je prerada biorazgradivog otpada u kompost pri čemu mogu da se koriste specijalna postrojenja. Kompostiranjem se kao proizvod dobija koristan materijal, sličan humusu, koji nema neprijatan miris i koji se može koristiti kao sredstvo za kondicioniranje zemljišta ili kao đubrivo. S obzirom na Direktivu o deponijama EU i zabranu odlaganja biorazgradivog otpada na deponije, kompostiranje je dobilo na značaju kao alternativna opcija tretmana biorazgradivog otpada. Jedno od rešenja za preradu biorazgradivog poljoprivrednog, komunalnog i šumskog otpada je primena uređaja za preradu otpada kao što je aerobni fermentator EWA. Dobijeni rezultati su pokazali da materijal koji je dobijen nije imao patogene ili ih je imao u dozvoljenim granicama. Korišćenjem ovakvog uređaja može da se smanji količina otpada poslatog na deponije, redukuju se neprijatni mirisi (stabilizacija) i eliminišu se patogeni mikroorganizmi (higijenzacija).

## LITERATURA

- [1] Agro-eko, 2013. <http://www.agro-eko.cz/cz/ke-stazeni/>
- [2] Barth, J., Amlinger, F., Favoino, E., Siebert, Stefanie, Kehres, B., Gottschall, R. Bieker, M., Löbig, Anita, Bidlingmaier, W. 2008. Compost production and use in the EU, ORBIT e.V. / European Compost Network ECN, Weimar, Germany.
- [3] Ilić, M., Trumić, M., 2006. Upravljanje komunalnim otpadom u Srbiji–stanje i perspektive, Zbornik radova, XIV Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, Sokobanja, Srbija i Crna Gora, 585-596.



- [4] Jovičić, N., Petrović, D., Jaćimović, M., Jovičić, G., Gordić, D., Babić, M. Tehno-ekonomska analiza postrojenja za kompostiranje organskog otpada grada Kragujevca: <http://www.cqm.rs/2009/pdf/4/10.pdf>
- [5] Marjanović, V., Mančić, A., Cvejić, M. 2008. Kompostiranje. Ako više znam, više mogu da štedim..., DS/istraživačko–izdavački centar, Beograd.
- [6] Marković, N. 2009. Kućni otpad-Od problema do rešenja, Štampanje je omogućila Misija OEBS u Srbiji, Beograd.
- [7] Mirecki, N. 2007. Kompostiranje, Priručnik. Izdavač: NVO, Proizvodnja zdrave hrane, SIDA.
- [8] Nařízení evropského parlamentu a rady 2002. č. 1774/2002 ze 3. října 2002 (Uredba Evropskog parlamenta i Uredbu Saveta broj 1774/2002 od 3. Oktobar 2002).
- [9] Nešić, B. 2010. Upravljanje komunalnim otpadom i potencijali za reciklažu na primeru južne i jugoistočne Srbije, Protecta, Niš.
- [10] Panić, M. 2010. Geografski institut "Jovan Cvijić", Srpska akademija nauka i umetnosti, Upravljanje opasnim otpadom-planiranje, organizacija, funkcionisanje sistema, posebna izdanja, knjiga 80, Beograd: <http://www.gi.sanu.ac.rs>.
- [11] Republički zavod za statistiku 2012. Statistika otpad i upravljanje otpadom u Republici Srbiji, 2008-2010, Beograd, Republika Srbija.
- [12] Sbirka zakonů 2008. č. 341 / 2008, Česká Republika.
- [13] Službeni glasnik RS 2009. Zakon o upravljanju otpadom Republike Srbije, br. 36/2009.
- [14] Službeni glasnik RS 2004. Zakon o zaštiti životne sredine Republike Srbije, br 135/04.
- [15] Službeni glasnik RS 1996. Zakon o postupanju sa otpadnim materijalima, br. 25/96.
- [16] Službeni glasnik RS 1996. Zakon o postupanju sa otpadnim materijalima, br. 26/96.
- [17] Službeni glasnik RS 2005. Zakon o postupanju sa otpadnim materijalima, br. 101/2005.
- [18] Úřední věstník Evropské unie 2009. Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1069/2009, ze dne 21. října 2009, Česká Republika.
- [19] Vujić, G., Milovanović, D. 2012. Upravljanje otpadom, pravac naučnih istraživanja u budućnosti, Reciklaža i održivi razvoj (ROR), Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet Bor, 5, 30 – 38.
- [20] Zámánek, P., Burg, P., Kollarová, M., Marešová, K., Pliva, P. 2010. VÚZT, v.v.i., Biologicky rozložitelné odpady a kompostování, Praha.

# TREND RAZVOJA OSNOVNE POLJOPRIVREDNE TEHNIKE ZA PERIOD 2013-2014

Marjan Dolensek<sup>1</sup>, Rajko Bernik<sup>2</sup>, Miloš Pajić<sup>3</sup>, Gligorević Kosta<sup>3</sup>, Mićo V. Oljača<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredno-šumarski zavod Ljubljana i Šumarski institut Slovenije,  
Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup>Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>3</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Nemanjina 6,  
11080 Zemun-Beograd, R. Srbija

## SAŽETAK

U radu su prikazani trendovi razvoja u poslednje dve godine osnovne poljoprivredne tehnike kod: traktora, mašina za obradu zemljišta, setvu i đubrenje, zaštitu biljka u ratarstvu, žitnih kombajna, i dela opreme za navodnjavanje. Trend je definisan na osnovu pregleda eksponata Agritechnica-2013, Hannover (Germany) i EIMA- 2014, Bologna (Italy), kao i www kataloga proizvođača novih modela mašina.

**Ključne reči:** poljoprivredna tehnika, trendovi, eksponati, Agritechnica-2013, EIMA- 2014.

## TREND DEVELOPMENT OF THE BASIC AGRICULTURAL EQUIPMENTS FOR THE PERIOD 2013-2014.

Marjan Dolensek<sup>1</sup>, Rajko Bernik<sup>2</sup>, Miloš Pajić<sup>3</sup>, Kosta Gligorević<sup>3</sup>, Mićo V. Oljača<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agriculture-Forestry Institute Ljubljana and the Slovenian Forestry Institute,  
Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

<sup>2</sup> Biotechnical Faculty, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

<sup>3</sup> Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Nemanjina 6, 11080 Zemun-Beograd, R. Serbia

## ABSTRACT

This paper presents the development trends for last two years of primary agricultural techniques like: Tractors, soil tillage machinery, seeding and fertilization machines, protect the plants in crop production machines, combine harvesters, and basic of irrigation equipment. Trend is defined based on the samples Agritechnica 2013, Hannover (Germany) and EIMA- 2014, Bologna (Italy), as well as w.w.w. Producers of new models of machines.

**Keywords:** agricultural equipment, trends, exhibits, Agritechnica 2013, EIMA-2014.

<sup>1</sup> Kontakt autor: Marjan Dolensek, e-mail: marjan.dolensek@gov.si

## UVOD

Posle uvođenja menjača sa kombinovanim kontinuiranim hidrostatičko-mehaničkim prenosom snage (CVT) za poslednjih deset godina nema značajno većih otkrića na području poljoprivredne tehnike, ali ipak se primećuje stalan razvoj i prikazuju nova rešenja poljoprivrednih mašina i opreme. Neka od ovih rešenja su odgovor na propise koji se brinu o zaštiti okoline (pogonski motori, mašine za zaštitu biljka), a druga kao odgovor na trend smanjenja potrošnje energije. Postoje i treća rešenja u konstrukciji mašina, kao odgovor približavanje iskorišćenja biološkog maksimuma u prinosu poljoprivrednih kultura. U velikom delu, naročito kod traktora, nova rešenja su odgovor na povećanje zahteva za povećanu sigurnost i komfor mesta za rukovaoca mašinom. Po pravilu nova tehnika je skuplja od dosadašnje, pa se time povećava razlika između poljoprivrednika koji mogu kupiti tu najnoviju tehniku i poljoprivrednika koji mogu kupiti samo polovnu mehanizaciju ili opremu proizvedenu u fabrikama na Istoku, na primer u Kini. Tako se svake godine u Europi pojavljuju novi proizvođači jeftinije poljoprivredne tehnike iako su tehničkom nivou kao Evropa pre 30 ili 50 godina. Analiza pokazuje da neke renomirane svetske kompanije iz ove oblasti organizuju proizvodnju zbog posebnih interesa u tim zemljama (naročito u Kini i Indiji) i uvoze mašine nižeg cenovnog i tehničkog nivoa u Evropu. Pri tome postoji i realnost proizvodnje poljoprivrednih mašina i opreme u Turskoj, koja, sve više postaje deo evropskog nivoa i ozbiljne ponude mašina. Opisan trend prisutan je u Zapadnoj Evropi, ali još više je prisutan u zemljama na jugu i istoku Evrope.

## TRAKTORI, RAZVOJ I PROPISI

Motori: 1. januara 2014. godine Zakonski propisi određuju trenutno zadnji nivo štetnih materija u izduvnim gasovima (EU 4, odnosno Tier 4-final u S.A.D) za motore snage iznad 130 kW.

Isto važi od 1. oktobra 2014. godine, i za motore snage od 56 do 130 kW. Veliki naponi proizvođača ne rezultuju samo u brojnim tehničkim rešenjima nego i višim cenama motora, naročito u klasi od 56 do 130 kW. Motori proizvođača Deutz (Germany) imaju novu kombinaciju dvostrukog turbopunjača, sa povratnim dovodenjem izduvnih gasova u kompresorski prostor motora, pasivni filter čestica i obradu izduvnih gasova ureom (uređaj SCR-AdBlue). Za slično rešenje, ali sa oksidacijskom katalizatorom na motorima primenjuje John Deere. Proizvođač FPT (Fiat Powertrain) proizvodi motore EUR 4, koji se ugrađuju u traktore Case IH, Claas (opremljeni samo pasivnim filterom čestica), New Holland i Steyr. Za slično rešenje bez filtera čestica odlučio se proizvođač motora AgcoPower (traktori Massey Ferguson, Valtra i delomično Fendt). Kod motora za traktore treba spomenuti i hibridne motore traktora (Sl.1), kao rešenje kombinacije dizel&električki pogon, primenjenih danas kod traktora dozera (CAT D7E), i teleskopskog utovarivača (MERLO, koji može da postane prva komercijalno upotrebljavana mašina, naročito kod utovara u zatvorenim zgradama, na primer, u skladištu žitarica. Čisti električni pogon agregata, pa i pogon sa biogasom, i dalje su u fazi istraživanja i razvoja.



Slika 1. Traktori sa hibridnim motorima, EIMA-2014, [1].

*Figure 1. Tractors with hybrid engines, EIMA-2014, [1].*

**Menjači:** Znanat broj proizvođača traktora razvija i ugrađuje vlastite menjače (kombinovana hidrostatički mehanički prienos snage - CVT). Pre dve godine kompanija CNH predstavila je studiju takvog menjača sa dvostrukom kvačilom, koji danas već ugrađuje u traktore snage iznad 81 kW. A menjač CVT nudi i novom Axionu 800 koji izrađuje fabrika ZF group (Gear Company, Germany). Ova fabrika sada nudi menjače za traktore i za snage motora ispod 75 kW. Prvi CVT menjač ugrađen u AEBI VT450 Vario, brdsko planinski transporter koji je našao primenu u Švejcarskoj poljoprivredi. Kompanija Mercedes za novi Unimog ima rešenje potpunog hidrostatičkog pogona, koji ako dostigne brzinu do 50 km/h, po potrebi, u toku vožnje, bez zaustavljanja, može prebaciti na mehanički prenos. Kompanija Class ima sopstvene konstrukcije menjača za seriju traktora Arion 600, i zadnje dve godine koristi kvalitetan automatski menjač, koji je po principu i načinu vožnje sličan menjaču kod putničkih automobila.

**Priključna vratila:** Eko brzina kardanskog vratila (540E, 1000E) postala je sada neophodna jer se standardizovan broj obrtaja PV (540, 1000 o/min) postigne sa nižim brojem okretaja radilice motora. Ali naročito kod traktora snage ispod 100 kW kod povećanih opterećenja (primer, vožnja uz nagib) broj okretaja radilice motora previše opadne, priključna mašina ilom ne radi više efektivno. Prvi dostupan sistem promene režima rada priključnog vratila pod opterećenjem od ima traktor Deutz-Fahr serija 5. Isti problem ali daljinski radijskim prekidačem postiže Zuidberg sistem kod pogona vitla sa prednjim priključnim vratilom.

**Sigurnost i komfor traktora:** Zbog manjeg broja ulazaka i izlaska iz kabine traktora prilikom priključivanja mašina (i na taj način manje povreda) John Deere ugrađuje spoljašnje prekidače za male pokrete traktora napred i nazad prilikom priključivanja (Sl. 3). Za bolju vidljivost iz kabine Fendt ugrađuje brisače koji vetrobran očistite do 300° vidnog polja (Sl.3.). Za mnoge proizvođače LED svetla postaju standard. Mnoge mogućnosti elektronske kontrole i komunikacije zahtevaju odgovarajuće velike ekrane (Sl.2). John Deere nudi vezu mobilni telefoni - ekranom traktora, rešenje kao kod automobila, (Sl.2). Kompanije SDF i AGCO prikazale su povezivanje terminala u kabini traktora (Sl.2.) sa android telefonom za GSM prenos podataka o potrebi za nove usluge. Telemetrijskii - daljinski nadzor nad radom traktora (nadzor nad mehaničkim parametrima rada traktora lokacijom i efikasnošću rada itd.) . I kombajni danas imaju opisana rešenja, što nude svi veći proizvođači, ali po pravilu samo za svoje mašine i to novijih serija.

Nadogradnja na starije tipove mašina praktično nije moguća ili je dosta ograničena. Kao olakšanje za rukovaoca kod pogleda u nazad na priključne mašine, kompanija Grammer je konstruisala sedište za rukovaoca koje prati rotaciju vozačevog ramenog pojasa rukovaoca na levo ili desno i sa vozačem se vraća u početni položaj na sredini, u osu simetrije kabine traktora (Sl.2).



Slika 2. Deutz-Fahr 11440 TTV, motor 440 KS, oprema kabine, i nov model sedišta, [1].  
*Fig 2. Deutz-Fahr 11440 TTV, 440 Hp engine, equipment of cabin, new seat modle, [1].*



Slika 3. Kabina, unutrašnja oprema i spoljašnji prekidači za pokretanje traktora, [1].  
*Figure 3. The tractor cabin and interior; and exterior switches for tractor run, [1].*

## **MAŠINE ZA OSNOVNU OBRADU ZEMLJIŠTA, SETVU I ĐUBRENJE**

Rešenja u pronalaženju odgovarajućih postupaka obrade zemljišta nisu brojčano ništa manja nego pre nekoliko godina, a takođe i ponuda mašina za nove postupke. Postupak primene opcije higijene zemljišta postaje sve važniji naročito u održavanju ravnoteže od agresivnih biljnih bolesti i štetočina, pa time nova rešenja mašina za obradu imaju sve veći značaj. Žetveni ostaci naročito u kukuruzu trebaju biti intenzivno usitnjeni da se brzo razgrade, i da mogu dobro biti izmešani sa zemljištem. Zbog toga su mašine za pojedine ratarske operacije robusne konstrukcije. Alati sa pasivnim radnim elementima (tanjirače sa malim prečnikom diskova, gruberi) potroše mnogo manje pogonske energije, ali je efekt usitnjavanja zemljišta slabiji. Ovi alati imaju svoje mesto u plitkoj obradi strnjišta nakon žetve žitarica sa ili bez jednostavnih sejalica za međuseva. Teže tanjurače (diskovi prečnika 600 mm , težine do 1,5 t/m radnog zahvata) omogućavaju obradu strnjišta do dubine od 20 cm, čak i nakon žetve silaznog

kukuruzu. Kod plugova grubera je primetan trend univerzalne upotrebe promenom radnih organa i dodatnim valjkom na zadnjem dijelu koji omogućava rad na različitim dubinama i sa različitim intenzitetom (Sl.4.). Kod sve jačih motora, ali ne i težih traktora kod većih širina grubera može brzo doći do problema prienosa sile vuče na pologu i snage za podizanje mašine. U potrazi su tehničkim rešenjem zbog opterećenja zadnje osovine traktora, rešen je transport pluga pomoćnim oslonim točkom (sl.4.), iako je plug zakačen u tri tačke na traktor.



Slika 4. Mašine za obradu zemljišta, i podesivi disk (Offset C-shanks), [2]  
*Figure 4. Tillage machines, and adjustable disk (Offset C-shanks), [2]*

Iako se ponekad čini da je klasični plug ostao u istoriji, na primer, firma Amazone je počela sa proizvodnjom novih konstrukcija plugova (sl.4.).

U poslednje dve godine sve više je pokušaja obrade zemljišta u trakama-pojasevima koja se po tehnologiji obrade zemljišta može klasifikovati između obrade čitave površine bez okretanja zemljišta (bez oranja) i direktne setve. Znači, ne radi se o obradi setvenog pojasa sa aktivnim radnim organima pogonjenim priključnom vratilom, nego su primenjene različite kombinacije (diskovi, zvezdasti diskovi, i slično, sl.4.) Radni organi u toku obrade u pojasu za setvu na stranu odbace i delimično izmešaju zemljište i biljne ostatke. Tako se dobija dovoljno usitnjenog zemljišta za dobro klijanje narednog useva. Do sada najbolji rezultati postignuti na primer sa plitkom obradom posle žetve žitarice i istovremenom setvom međuuseva, obrada u trake u jesen i setva kukuruza ili šećerne repe u obrađene trake u proleće. Takav redosled moguć samo sa preciznom tehnikom GPS vođenja traktora i mašina po parceli. Pored ovog, primetno su sve veće radne širine i povećanje kutije-rezervoara semena (povećana zapremina kutija), i niz poboljšanja i novih funkcija u GPS vođenju po parceli (umesto stare tehnike markera) i pripreme voznih staza.

Kod rasipača mineralnog đubriva (sl.5) već nekoliko godina izrazit je trend upotrebe senzora, uređaja za registrovanje težine potrošenog zrna, i elektronskih uređaja za kontrolu aplikacije i za precizno i automatsko podešavanje aplikacije sa održanjem podešene količine utrošenog zrna po hektaru koji se vrši u realnom vremenu, [3]. Kod nekih vučenih rasipača mineralnog đubriva može se zamijeniti kompletan uređaj za distribuciju đubriva sa agregatima za organsko đubriva (kompost) i tako proširi asortiman upotrebe.



Slika 5. Rasipač min. đubriva sa automatskom kontrolom/podešavanjem u realnom vremenu, [2,3]  
*Figure 5. The spreader with automatic control / adjustment in real time, [2,3]*

## MAŠINE ZA ZAŠTITU BILJA U RATARSTVU

Zakon, propisi i standardi sa jedne strane, a sa druge strane nastojanja poljoprivrednika za smanjenje troškova dovode do sve manje potrošnje, ciljane i precizne i dokumentovane, planske aplikacije zaštitnih sredstava. Nove štetočine i povećana potražnja za primenu u visokim kulturama (primer u kukuruzu) ima za posledicu nešto veću ponudu samohodnih prskalica (sl.6), a takođe je konstatovan trend u povećavanju ponude vučenih prskalica sa povećim zapreminama rezervoara za sredstvo zaštite. Nastavljen je trend elektronske kontrole i automatske regulacije prskalica (sl.6). Primer povećanje/smanjenje količine sredstva za zaštitu prilikom vožnje u krivinama na polju, i stoga održavanje ravnomerne aplikacije na čitavoj na površini (sl.6). Više različitih tipova rezervoara omogućava kombinaciju različitih pesticida u raznim delovima parcele ili na više različitim parcelama sa istom usevom. Novi senzori i precizne kamere (sl.6), povećavaju preciznost aktivnog upravljanja armatura za prskanje i na neravnom ili lošem terenu sa stalno jednakom udaljenošću mlaznica od zemljišta-useva. Dopuna rezervoara prskalica pesticidom je i dalje kritična kritična i tačka za životnu sredinu i radnika. Prilikom punjenja rezervoara (samo 95 %) ili suda za primenu sredstva za zaštitu bilja, obavezno sprečiti prosipanje tečnosti zbog sprečavanja zagađivanja površinskih i drugih izvora vode. Novi sistemi zatvorenog protoka pesticida u tečnom obliku, dosta obećavaju. Pitanje koji tip mlaznice je najadekvatniji još dugo neće imati konačan odgovor ali je u međuvremenu dostupno puno novim rešenja i tehnika. U nastojanju da se smanji odnošenje sredstva za prskanje strujanjem vazduha (drift), treba smanji količine sredstva za prskanje i poveća brzine vožnje potrebno je potrebno kod odabira mlaznica takođe stalno uzeti u obzir biološke efikasnosti aplikacije. Posebno treba uzeti u obzir i mere opreza u zaštiti biljaka i primene mašina, kao na primer:

Sredstva za zaštitu bilja primjenjivati na osnovu principa integralne zaštite bilja, što znači, sredstvo za zaštitu bilja primeniti samo onda kada su sve druge mere iscrpljene (agrotehničke, biološke, mehaničke i slično). Ispravno održavanje mašina za zaštitu bilja u ispravnom stanju, je imperativni zadatak. Mašine za zaštitu bilja moraju uvijek obezbediti ravnomernu količinu radne tečnosti tretirane površine, pa i u slučaju za zaštitu površina u krivina parcele (sl.6). Posle završenog rada mašine obavezno oprati spolja i iznutra. Vodu sa kojom je izvršeno pranje ne prosipati u kanalizaciju ili tokove površinskih voda. Preostalo sredstvo za zaštitu biljaka, ne treba da ostane u rezervoaru mašine.



Slika 6. Amazone Pantera 4502, sa sistemom kontrole korišćenja pesticida, [4].  
 Figure 6. Amazone Pantera 4502, and a system for control use of pesticides, [4].

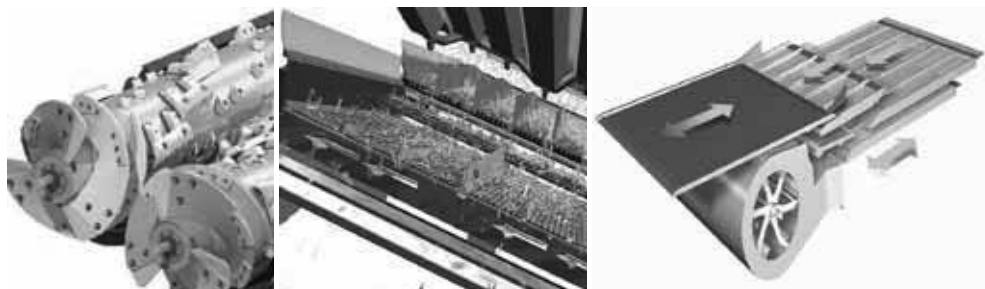
## ŽITNI KOMBAJNI

Povećao se trend potražnje i ponude kombajna manjih kapaciteta u periodu 2013–2014 godine. Povećanje površine farmi u dobre cene žitarica u nekoliko godina dozvolili su mnogima da racionalno koriste sopstveni kombajn. Mnogi poznati proizvođači kombajna su napustili segment velikih kapaciteta i danas imaju na tržištu kombajne pod imenom i firmom manjih proizvođača. U tu klasu kombajna manjih kapaciteta i performansi, ugrađena su skoro sva rešenja iz većih kombajna, kao na primer i elektronsko podešavanje slamotresa (sl.8). I kod kombajna velikih kapaciteta i hедера dužine od 10 ili 12m urađena je optimizacija dovodenja žitne mase u radni prostor kombajna (sl.8). Trend hедера povećanih širina traje i za period 2013-2014 godine. Na primer za žetvu kukuruza u ponudi su hederi sa 10 i 12 redova koji se sklope na 3,45 m širine, i dodatim mehanizmom pogonskih gumenih gusenica (SmartTrax™) koje smanjuju sabijanje zemljišta i do 60% u poređenju sa točkom sa mogućih max 40 kmh (sl.7). Za bolji rad na padinama (i do 15%) u ponudi su razna tehnička rešenja (sl.8), promene intenziteta kretanja slamotresa i održavanje mase slame na čitavoj površini slamotresa.



Slika 7. Kombajni New Holland CR Serija, [5].  
 Figure 7. New Holland Harvesters, CR Series, [5].



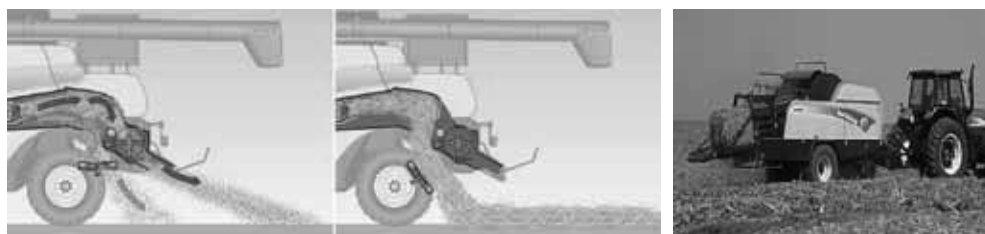


Slika 8. Radni elementi kombajna New Holland CR serija, [6]

*Figure 8. New Holland CR series, working elements [6]*

Klasa velikih kombajna nastavlja trend ugradnje sistema za automatsko ili poluautomatsko podešavanje kombajna, primer za žetvu različitih useva. Vozač samo mora odabrati aktuelan usev u kome kombajn radi, pa je time eliminisan klasična priprema kombajna. U drugoj grupi su kontrole i podešavanja u zavisnosti od kvaliteta i vršidbe i čišćenja (primer kod pojave oštećenog zrna). Sada je i kod žitnih kombajna dostupan specijalni sistem za automatsko podešavanje punjenja transportne prikolice na osnovu aktivnih sistema kamera (do sada samo upotrebljeno kod silažnih kombajna).

Sistem za drobljenje i razbacivanje slame se optimizuje i pomoću senzora koji detektuje pravac i jačinu vetra koji duva sa terena.



Slika 9. Sistem za drobljenje i razbacivanje slame kod kombajna New Holland serije CR, [6]

*Figure 9. The system of straw chopping and spreading, harvester New Holland CR series, [6]*

## TEHNIČKI SISTEMI ZA NAVODNJAVANJE

Precizno navodnjavanje (Precision irrigation) danas je centralno pitanje razvoja navodnjavanja poljoprivrednih kultura, i može opisati kao optimalna upotreba vode u skladu sa specifičnim uslovima zemljišta i potrebama biljke. U osnovi, trend razvoja tehničkih sistema za navodnjavanje u poslednje dve godine je u rešavanju 3 pitanja: gde i kada se počinje sa navodnjavanjem, i koliko dugo treba da traje operacija (koliko vode se potroši, lit/čas). Odgovori na ova pitanja su širokom spektru tehnoloških i tehničkih rešenja. To važi i za pojedine delove tehničkog sistema opreme za navodnjavanje.

Pored klasičnog pogona pumpi za vodu (električna energija i dizel motori) u ekspanziji je primena solarne energije (sl.10), naročito aktuelna u područjima sa velikim brojem sunčanih dana.



Slika 10. Solarni paneli u sistemu za navodnjavanje, [7, 8].  
*Figure 10: Solar panels in the irrigation system, [7, 8].*

Potpuno automatsko podešavanje režima navodnjavanja zemljišta još nije sasvim definisano i razvijeno. Senzori utvrđivanja tačnih potreba za vodom još uvek su u fazi naučnih istraživanja, ali je doprinos značajan. Trend razvoja kontrole rada određenih parametara sistema za navodnjavanje je nagli razvoj prenosa podataka preko mreže mobilne telefonije.



Slika 11. Uređaji i oprema za kontrolu rada sistema za navodnjavanje, [9,10]  
*Figure 11. Devices and equipments for the controll operation of irrigation systems, [9,10]*

Koliko vremenski dugo traje navodnjavanje (lit/čas) je imperativno pitanje u oblasti navodnjavanja, jer utiče na potrošnju vode i energije . Trend razvoja opreme koja kontrolise sadžaj vode u zemljištu poslednjih godina takođe je u razvoju solarnih uređaja (sl. 12).



Slika 12. Uredaji za kontrolu sadržaja vode u zemljištu, [10,12].  
 Figure 12. Devices for control of water content in the soil [10,12].

## ZAKLJUČAK

Trend razvoja osnovne poljoprivredne tehnike za period 2013-2014.godina analiziran je na osnovu ekspanata mašina Agritechnica 2013, Hannover (Germany) and EIMA- 2014, Bologna (Italy).

Neka od prikazanih i opisanih rešenja mašina su odgovor na Zakonske propise koji se brinu o zaštiti okoline (pogonski motori, mašine za zaštitu biljka), a druga, kao odgovor na trend smanjenja potrošnje energije. Postoje i rešenja konstrukcije mašina, kao odgovor na približavanje iskorišćenja biološkog prinosa poljoprivrednih kultura. Kod motora za traktore (i druge radne mašine) značajan je početak upotrebe hibridnih motora, pa treba očekivati ekspanziju ovog trenda. Ipak, po pravilu nova poljoprivredna tehnika je skuplja od dosadašnje, i predstavlja problem za kupovinu u mnogim zemljama Evrope.

## LITERATURA

- [1] <http://www.eima.it/>
- [2] <http://www.greatplainsint.com/en-gb/products/9135/7000-series-disk-harrow>
- [3] <http://www.landwirt.com>
- [4] <http://www.amazone.net/3088.asp>
- [5] <http://agriculture.newholland.com/us/en/About-New-Holland/NewCR/Pages/NewCR.aspx>
- [6] <http://agriculture.newholland.com/us/en/Products/HarvestingEquipment/Documents/>
- [7] <http://www.energymatters.com.au/solar-water-pumps/>
- [8] <http://www.iowalakesrcd.org/>
- [9] <http://www.precisionirrigation.co.nz/en/posts/index/>
- [10] <http://www.irrometer.com/>
- [11] <http://www.irrometer.com/>
- [12] <https://www.forestry-suppliers.com>

# TEHNIKA APLIKACIJE I EFEKTI TEČNOG STARTNOG ĐUBRIVA U PROIZVODNJI SOJE

Milan Dražić<sup>1</sup>, Dušan Radojičić<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>,  
Miloš Pajić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>, Zoran Dumanović<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd, Republika Srbija

<sup>2</sup> Institut za kukuruz „Zemun polje“, Beograd, Republika Srbija

## SAŽETAK

Za ostavrenje visokog prinosa soje, veoma je važno obezbediti i pravilnu ishranu biljaka. Savremena proizvodnja soje podrazumeva upotrebu različitih vrsta đubriva kao i različit način njihovog unošenja u zemljište. U radu je, pored upotrebe konvencionalnih mineralnih đubriva, istraživana uticaj mehanizovane aplikacije tečnog startnog đubriva. Na postojećoj sejatici izvršena je adaptacija postavljanjem prototipa mašine čime je omogućeno apliciranje tečnog startnog đubriva zajedno sa setvom. Tečno startno đubrivo je aplicirano u trakama duž celog reda, u količinama od 50 l·ha<sup>-1</sup> i 75 l·ha<sup>-1</sup>. Rezultati koji su dobijeni pokazuju da je prinos zrna soje na parceli gde je vršena aplikacija tečnog startnog đubriva bio viši za 1,15t·ha<sup>-1</sup> u odnosu na kontrolnu parcelu.

**Ključne reči:** tečno startno đubrivo, mehanizovana aplikacija, norma đubrenja, soja, prinos

## APPLICATION TECHNIQUE AND EFFECTS OF LIQUID STARTER FERTILIZER IN CULTIVATION OF SOYA BEANS

Milan Dražić<sup>1</sup>, Dušan Radojičić<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Miloš Pajić<sup>1</sup>,  
Ivan Zlatanović<sup>1</sup>, Zoran Dumanović<sup>2</sup>

*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade, Republic of Serbia  
Maize Research Institute “Zemun polje”, Belgrade, Republic of Serbia*

## ABSTRACT

For the realization of a bumper crop of soya beans, it is also very important to provide the right food for plants. Modern cultivation of soya beans implicates the use of the different types of fertilizers as well as the different ways of their introduction to soil. In this work was investigated the influence of mechanized application of liquid starter fertilizer, besides the use of conventional mineral fertilizers. The prototype of

<sup>1</sup> Kontakt autor: Milan Dražić, e-mail: mdrazic@agrif.bg.ac.rs

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu: „Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda”, evidencioni broj TR-31051, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

machine had been adapted to the existing planting machine with which the application of liquid starter fertilizer along with the seeding was enabled. The liquid starter fertilizer was applied in strips through the entire row, in quantity of 50 l·ha<sup>-1</sup> and 75 l·ha<sup>-1</sup>. The obtained results show that the harvest of soya beans grain on the parcel where the application of liquid starter fertilizer was done, was higher for 1,15t·ha<sup>-1</sup> in comparison with the control parcel.

**Keywords:** liquid starter fertilizer, mechanized application, fertilization norms, soya beans, harvest

## UVOD

Soja se u svetu gaji na 100 miliona hektara obradivog zemljišta i zauzima četvrto mesto iza pšenice, kukuruza i pirinča. U Srbiji je tokom 2013. godine sojom zasejano 159.700 ha[5]. Soja je danas jedna od najvažnijih ratarskih kultura od koje se dobijaju proizvodi za ishranu ljudi, domaćih životinja kao i za preradu u industriji. U proizvodnji soje, kao i u ostalim ratarskim proizvodnjama, teži se postizanju što većih i stabilnijih prinosa po jedinici površine. Pored ostvarenja većeg prinosa, teži se i postizanju što boljeg kvaliteta zrna soje što podrazumeva veći sadržaj proteina i ulja[2]. Dosadašnja istraživanja su pokazala da ostvareni prinos kao i kvalitet dobijenog zrna u velikoj meri zavise od genetskog potencijala, primenjene tehnologije gajenja kao i od agroekoloških uslova.

Đubrenje predstavlja jedn od najvažnijih proizvodnih činilaca. Đubrenjem se značajno utiče na visinu prinosa i to kako u smislu povećanja takođe i u smislu smanjenja ukoliko je isto preobilno-neracionalno.[4] Za ostvarenje maksimalnih prinosa po jedinici površine neophodno je izvršiti pravovremeno i racionalno unošenje đubriva(11). Savremena proizvodnja ratarskih kultura, pa samim tim i soje, podrazumeva upotrebu mineralnih đubriva koja sadrže osnovne elemente neophodne za rast i razvoj biljke. [6]

U ogledu koji je postavljen, pored unošenja konvencionalnih mineralnih đubriva izvršena je i aplikacija tečnog startnog đubriva. Osnovna uloga ovog đubriva je da obezbedi neophodne i lako dostupne hranljive materij semenu neposredno nakon klijanja. Aplikirano je đubrivo sa visokim sadržajem fosfora koji utiče na intezivnije ukorenjavanje biljke i povećanje otpornosti prema bolestima. [8]

Aplikacija tečnog startnog đubriva izvršena je istovremeno sa setvom, pri čemu je na postojećoj sejatici izvršena adaptacija posatavljanjem uređaja za aplikaciju. Đubrivo je aplikirano u trakama duž celog reda, u količinama od 50 l·ha<sup>-1</sup> i 75 l·ha<sup>-1</sup>. U radu će biti prikazana tehnika aplikacije i efekti tečnog startnog đubriva u proizvodnji soje.

## MATERIJAL I METODE RADA

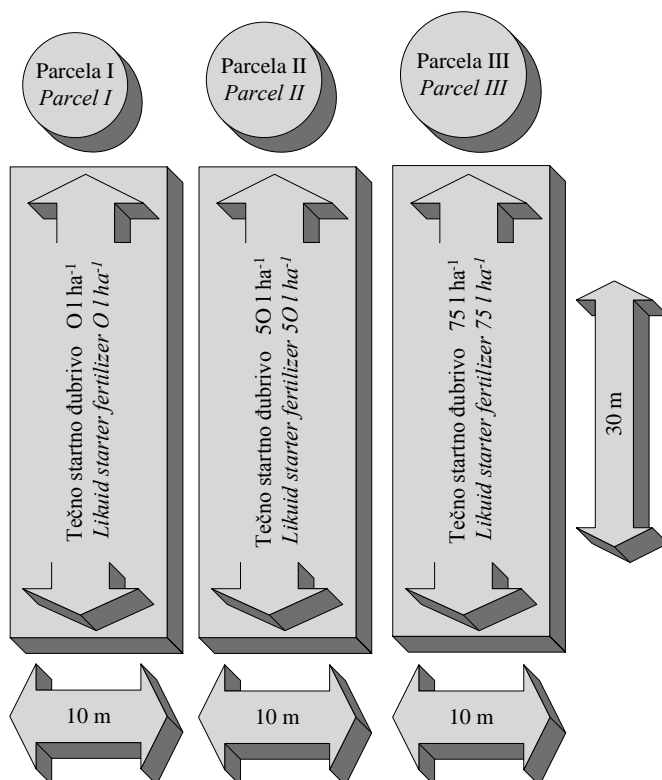
Efekat tečnog startnog đubriva u proizvodnji soje proučavan je na oglednim parcelama institutu za kukuruz Zemun Polje. Poljski ogled je izveden tokom 2013. godine na zemljištu tipa slabo karbonatni černozem. Osnovna agrohemijska svojstva zemljišta na kome je ogled postavljen prikazana su u Tabeli 1.

Tabela 1. Osnovna agrohemijska svojstva zemljišta  
*Table 1. Basic agrochemical properties of the soil*

Dubina Depth	pH	pH	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Ukupni N Total N	Odnos C/N C/N ratio
(cm)	H <sub>2</sub> O	KCl	(%)	(%)	(%)	-
0-30	7,25	6,83	0,54	2,80	0,23	7,9:1
30-60	7,53	7,16	1,51	2,57	0,18	8,0:1

Na parceli na kojoj je postavljen ogled predusev je bila ozima pšenica. Nakon žetve pšenice izvršeno je uklanjanje žetvenih ostataka. Ljuštenje strništa je obavljeno teškom tanjiračom na dubinu od 12 cm. U jesen je izvršeno duboko oranje na 30 cm, bez unošenja đubriva. Unošenje đubriva „UREA” (46% N) u količini od 100 kg·ha<sup>-1</sup> izvršeno je neposredno pre izvođenja predsetvene pripreme po čitavoj parceli. Predesetvena priprema izvršena je u tri prohoda, od čega su prva dva prohoda izvedena tanjiračom, a treći prohod setvospremačem čime je obezbeđeno fino poravnanje i usitnjavanje zemljišta.

Površina na kojoj je postavljen ogled podeljena je na tri jednake parcele, na kojima su unete različite količine tečnog startnog đubriva. Ogledne parcele su oblika pravougaonika dimenzija 10 x 30 m, kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Grafički prikaz postavljenog ogleda  
*Figure 1. Diagram of experimental setup*

Na parceli I izvršeno je samo unošenje mineralnog đubriva tako da ova parcela ujedno predstavlja kontrolnu površinu. Na parceli II pored unošenja mineralnog đubriva izvršena je i aplikacija tečnog startnog đubriva u količini od 50 l·ha<sup>-1</sup>. Na parceli III pored mineralnog đubriva, na isti način kao i na II parceli, izvršena je aplikacija tečnog startnog đubriva u količini od 75 l·ha<sup>-1</sup>. Hemijski sastav tečnog startnog đubriva koje je aplicirano prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Hemijski sastav tečnog startnog đubriva  
*Table 2. Chemical composition of liquid starter fertilizer*

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Fe	Mn	Zn	Aminokiseline <i>Aminoacids</i>	Fulvokiseline <i>Fulvoacids</i>
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Tečno startno đubrivo <i>Liquid starter fertilizer</i>	8	20	8	0,01	0,01	0,02	3	3

Setva soje, sorte „Nena“ obavljena je 20. aprila 2013 godine. Prilikom setve, sejalice je podešena tako da je razmak između susednih redova 50 cm a razmak između semena u redu 5 cm, čime je dobijena normom setve od 500.000 biljaka·ha<sup>-1</sup>. Setva je obavljena četvororednom pneumatskom sejalicom „IMT 634.454“ u agregatu sa traktorom „IMT 539“. Kako bi se zajedno sa setvom izvršila i aplikacija tečnog startnog đubriva, na postojećoj sejatici je izvršena adaptacija postavljanjem prototipa uređaja za aplikaciju „PTI-12/7“.

Adaptacija sejalice podrazumeva postavljanje dodatnih radnih organa i upravljačke jedinice. Pored postojećih otvarača brazde postavljeni su i dodatni, koji imaju zadatak da otvore novu brazdu čime se omogućuje aplikacija tečnog startnog đubriva neposredno pored posejanog semena. U dodatnim otvaračima postavljene su električne dizne (slika 3.) preko kojih se tečno startno đubrivo aplicira u zemljište. Na svakoj setvenoj sekciji, neposredno ispod setvene ploče, postavljeni su senzori (slika 2.) koji imaju zadatak da detektuju zrno koje se kreće od setvene ploče ka otvaraču brazde. Senzori i električne dizne su kablovima spojeni sa upravljačkom jedinicom. Na ramu sejalice postavljen je rezervoar koji je vodom spojen sa pumpom. Potisni vod iz pumpe povezan je sa regulatorom pritiska a dalje iz regulatora vodovi idu ka svakoj dizni zasebno. Pumpa ima zadatak da usisava tečno đubrivo iz rezervoara i pod pritiskom ga potiskuje ka diznama. Kada senzor detektuje prolazak zrna ka otvaraču brazde, on taj signal šalje upravljačkoj jedinici. Iz upravljačke jedinice signal se šalje ka električnim diznama čime se vrši njihovo upravljanje. Podešavanjem parametara upravljačke jedinice može se uticati na količinu i način aplikacije tečnog startnog đubriva.

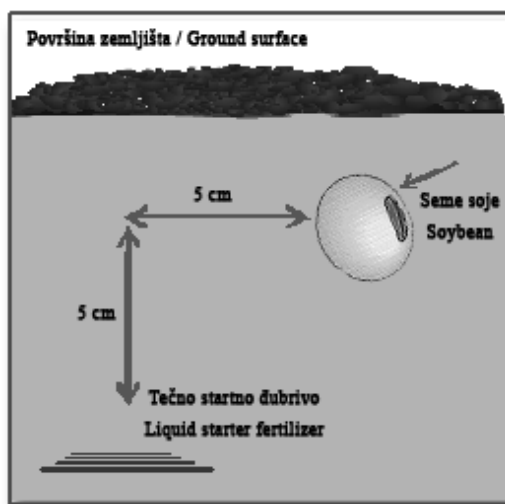


Slika 2. Izgled senzora  
Figure 2. Sensor



Slika 3. Izgled električne dizne  
Figure 3. Electric valve

Na parcelama II i III tečno startno đubrivo je aplicirano u trakama duž čitavog reda. Kako đubrivo ne bi došlo u kontakt sa semenom, i oštetilo ga,[9] aplikacija je izvršena bočno u stranu kao i ispod dubine na koju je seme posejano[1] [3]. Aplikacija je izvršena kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Šema unošenja tečnog startnog đubriva  
Figure 4. Pattern of liquid starter fertilizer application

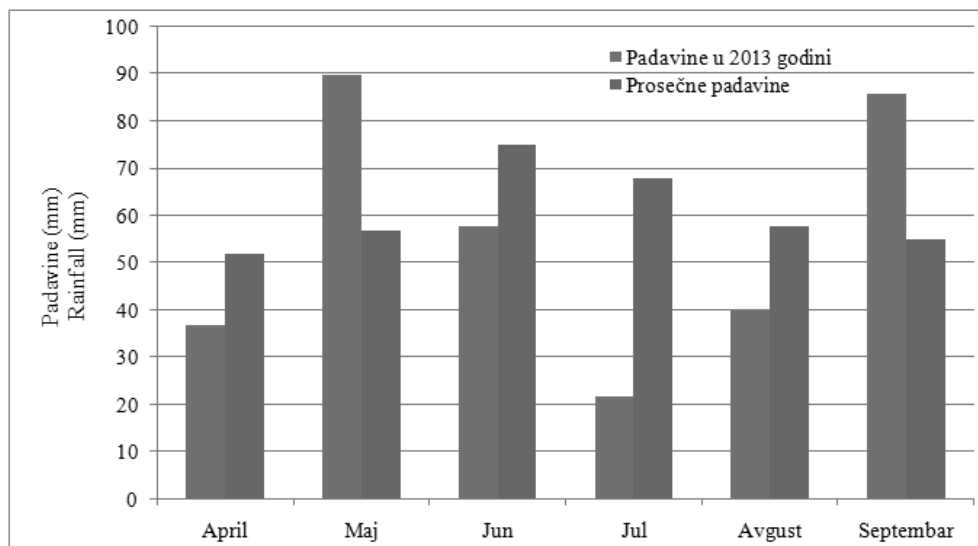
Suzbijanje korova u usevu soje izvršeno je 25. maja primenom herbicida “OXON” u količini od  $0,09 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  i “SLEDOR” u količini od  $0,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Tretman je izvršen istovremeno na sve tri parcele.

Žetva soje obavljena je 27. septembra. Vrednosti prinosa su utvrđene metodom probnih površina[7] po dijagonali površine tretmana, u tri ponavljanja.



## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Vremenske prilike u 2013. godini nisu pogodovale gajenju soje. U početnoj fazi, tokom maja, agrometeorološki uslovi su bili povoljni što je omogućavalo intezivan rast i razvoj soje. Povoljni vremenski uslovi su se zadržali do kraja juna. U drugoj polovini jula došlo je izostanka očekivanih padavina i znatnog porasta temperature vazduha što je dovelo do smanjnja zemljišne vlage. Nepovoljni agrometeorološki uslovi, visoka temperatura vazduha i zanemarljiva količina padavina, koji su trajali do kraja avgusta u velikoj meri su uticalai na ostvareni prinos soje. Prikaz količine i rasporeda padavina za period april-septembar dat je na slici 5.



Slika 5. Raspored i količine padavina 2013. godine  
*Figure 5. Distribution and amount of precipitation in 2013*

Kako je ogled sproveden tokom 2013. godine, koju karakterišu nepovoljni agrometeorološki uslovi u periodu formiranja i nalivanja semena, tako su i dobijene vrednosti prinosa soje ispod proseka. Rezultati prikazani u Tabeli 3. pokazuju različite vrednosti prinosa soje u zavisnosti od primenjenog sistema đubrenja. Najviša vrednost prinosa od  $2,93 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  je ostvarena na parceli III na kojoj je pored unošenja meneralnog đubriva izvršena i aplikacija tečnog startnog đubriva u količini od  $75 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Na parceli II gde je pored mineralnog đubriva aplicirano i tečno startno đubrivo u količini od  $50 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$  ostvaren je prinos koji je za  $0,63 \text{ t}$  veći nego na parceli I gde nije vršena aplikacija. I pored nepovoljnih agrometeorološki uslova prikazani rezultati pokazuju da se primenom tečnih startnih đubriva može uticati na vrednost ostvarenog prinosa.

Tabela 3. Prinos ubranog zrna ( $t\cdot ha^{-1}$ )  
*Table 3. Yield of the harvested kernel ( $t\cdot ha^{-1}$ )*

	Količina apliciranog tečnog startnog đubriva <i>Amount of liquid starter fertilizer application</i>		
	0 $t\cdot ha^{-1}$	50 $t\cdot ha^{-1}$	75 $t\cdot ha^{-1}$
Prinos ubranog zrna ( $t\cdot ha^{-1}$ ) <i>Yield of the harvested kernel (<math>t\cdot ha^{-1}</math>)</i>	1,54	2,17	2,93

## ZAKLJUČAK

Ostvareni prinos soje, osim od sorte i agroekoloških uslova u velikoj meri zavisi i od primenjene agrotehnike, odnosno tehnologije gajenja. Primena đubriva predstavlja jedn od najvažnijih proizvodnih činilaca. Ako se đubrivo unese pravovremeno i u optimalnoj količini u velikoj meri se može uticati na ostvareni prinos. Rezultati dobijeni u ovom ogledu ukazuju na to, da se primenom tečnih startnih đubriva, pored upotrebe mineralnih, može uticati na povećanje prinosa u proizvodnji soje. I pored nepovoljnih agrometerološki uslova, na parceli gde je pored mineralnog đubriva aplicirana i određena količina tečnog startnog đubriva, ostvareni prinos je bio viši za  $1,39 t\cdot ha^{-1}$ .

## LITERATURA

- Binford, G.D., Hansen, D.J., Tingle, S.C. 2002. Corn Response to Starter and Seed-Placed Fertilizer in Delaware. *Mid-Atlantic Grain and Forage Journal*, 8: 7-23.
- Dozet G., Cvijanović G., Cvijanović D., Bošković J., Popović V. 2013. Prinos i sadržaj ulja u zrnu soje kod organskog konvencionalnog načina gajenja. *Agroznanje*, vol. 14. br. 1. : 69-76.
- Gordon, W.B. 2009. Starter Fertilizer Application Method and Composition in Reduce-Tillage Corn Production. *Beter Crops*, 93(2): 10-11.
- Marinković B., Crnobarac J., Malešević M. 2005. Agrotehnički aspekti obrade zemljišta i đubrenje gajenih biljaka. *Ekonomika poljoprivrede*, br. 4. :455-481
- Milojić, A. 2013. Statistički godišnjak Republike Srbije 2013. Republički zavod za statistiku: 1-410.
- Nenadić Nedeljko, Nedić Milan, Živanović Ljubiša, Kolarić Ljubiša, Zeković Jovica, Anđelović Srdan. 2007. Prinos soje od 5000 i 6000 kg/ha stvarnost ili zabluda. *Zbornik naučnih radova*, Vol. 13 br. 1-2: 73-82
- Oljača, I.S., Dolijanović, K.Ž. 2003. Praktikum iz agroekologije. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet: 1-97.
- Predić T. 2011. Praktikum Agrohemija i ishrana biljaka, Univerzitet u Banjaluci, Poljoprivredni fakultet
- Zublena, J.P. 1997. Starter Fertilizers for Corn Production. *Soil Facts*. Dostupno na: [www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AG-439-29/](http://www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AG-439-29/) [datum pristupa: 13.11.2012.]

# NESREĆE SA UČEŠĆEM TRAKTORA I DRUGIH MOBILNIH POLJOPRIVREDNIH MAŠINA U USLOVIMA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE SRBIJE

**Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Mićo V. Oljača<sup>1</sup>, Zoran Dimitrovski<sup>2</sup>,  
Branimir Miletić<sup>3</sup>, Đorđe Vranješ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet-Institut za poljoprivrednu tehniku, Beograd-Zemun*

<sup>2</sup>*Univerzitet „Goce Delčev“, Mašinski fakultet, Štip, Republika Makedonija*

<sup>3</sup>*Agencija za bezbednost saobraćaja Republike Srbije, Beograd*

## SAŽETAK

U radu su predstavljeni rezultati istraživanja nesrećnih slučajeva sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama u uslovima poljoprivredne proizvodnje (van javnih saobraćajnih površina) sprovedenih u periodu od 2005-2009. godine, u Republici Srbiji bez autonomnih pokrajina (AP Vojvodine i AP Kosova i Metohije). Podaci o nesrećnim slučajevima su prikupljeni za 18 administrativnih oblasti, uključujući i Beogradsku oblast (grad Beograd) dok su ostalih 17 administrativnih oblasti obuhvatile ostatak Republike Srbije (Beogradski region, region Šumadije i Zapadne Srbije i region Južne i Istočne Srbije). U periodu istraživanja, izvan javnog saobraćaja Republike Srbije, desilo se ukupno 903 registrovane nesreće u kojima su učestvovali traktori i druge mobilne poljoprivredne mašine, ili 180,6 nesreća prosečno godišnje u periodu istraživanja. U 161 nesreći ili u 17,38% od ukupnog broja nesreća, bilo je poginulih-tragično nastradalih lica, dok je u 742 nesreće ili u 82,17% slučajeva nesreća bilo povređenih lica. Analizirajući broj lica koja su nastradala u pomenutim nesrećama, možemo konstatovati da je u 903 nesreće koje su se dogodile u periodu istraživanja, nastradalo ukupno 1070 osoba ili 214 osoba prosečno godišnje u periodu istraživanja. Od ovog broja, 164 osobe ili 15,33% su tragično nastradale (poginule), dok je 906 lica ili 84,76% bilo teže i lakše povređeno. Analiziranjem prethodno pomenutih podataka vezanih za nesreće sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama van javnog saobraćaja, možemo zapaziti da učešće nesreća sa poginulim-tragično nastradalim licima u ukupnom broju nesreća veoma veliko (17,83%), kao i učešće tragično nastradalih u ukupnom broju nastradalih lica (15,33%).

U istom periodu, kada su u pitanju saobraćajne nesreće na javnim putevima Republike Srbije, učešće tragično nastradalih u ukupnom broju nastradalih lica iznosilo 4,19%, pa možemo tvrditi da su nesreće sa traktorima i drugim mobilnim mašinama u poljoprivredi (van javnog saobraćaja) izuzetno rizične sa stanovišta pojave tragičnih posledica po rukovoace.

**Ključne reči:** traktori, mobilne poljoprivredne mašine, nesreće, poljoprivredna proizvodnja, administrativne oblasti, Republika Srbija.

<sup>1</sup> Kontakt autor: Kosta Gligorević, e-mail: koleg@agrif.bg.ac.rs

Rad je nastao u okviru projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, pod nazivom „Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda (broj projekta TR 31051)“.

# ACCIDENTS WITH TRACTORS AND OTHER MOBILE AGRICULTURAL MACHINES IN TERMS OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN SERBIA

Kosta Gligorevic<sup>1</sup>, Mićo V. Oljaca<sup>1</sup>, Zoran Dimitrovski<sup>2</sup>,  
Branimir Miletić, Đorđe Vranješ

<sup>1</sup> *University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup> *University „Goce Delcev“, Faculty of mechanical engineering, Stip, Macedonia*

<sup>3</sup> *Road Traffic Safety Agency of Republic of Serbia, Belgrade, Serbia*

## ABSTRACT

This paper presents the results of accidents with tractors and other mobile agricultural machines in terms of agricultural production (outside of public traffic areas) implemented in the period 2005-2009. , in the Republic of Serbia without the autonomous provinces (Vojvodina and Kosovo and Metohija). Data on accidents were collected for the 18 administrative districts, including the Belgrade area (in Belgrade), while the other 17 administrative districts covered the rest of the Republic of Serbia (Belgrade region, the region of Šumadija and Western Serbia and the Southern and Eastern Serbia). During the research period, it has happened a total of 903 accidents registered with the participation of tractors and other mobile agricultural machines, or 180.6 accidents per year on average in the period of investigation. In 161 accident or 17.38% of the total number of accidents, was tragically killed-casualties, while in 742 accidents or 82.17% of the accidents was injured persons. Analyzing the number of persons killed in these accidents, we can conclude that in 903 accidents that occurred in the study period, a total of 1070 people lost their lives and 214 people per year on average in the period of investigation. Of this number, 164 persons or 15.33% were tragic casualties (killed), while 906 persons or 84.76% were were injured. By analyzing the above-mentioned data related to accidents with tractors and other mobile agricultural machines out of traffic, we can observe that the participation of accidents with killed-tragically perished persons in the total number of accidents is very large (17.83%), and participation tragically killed in total casualties (15.33%).

It should be noted that in the same period, when it comes to traffic accidents on public roads of the Republic of Serbia, the share of tragic casualties in the total number of casualties amounted to 4.19%.

Based on this, we can say that accidents with tractors and other mobile agricultural machinery in agriculture production is extremely risky from the point of occurrence of the tragic consequences for the operators.

**Key words:** tractors, mobile machines, accidents, agricultural production, administrative areas, the Republic of Serbia.

## UVOD

Savremena poljoprivrednja proizvodnja, postavlja značajne i mnogobrojne zahteve kako u odnosu na radne mašine, traktore, tako i u odnosu na čoveka kao korisnika. Razlozi tome nalaze se u složenosti i interakciji agrotehničkih, meteoroloških i bioloških uslova koji prate poljoprivrednu proizvodnju.

Veliki broj faktora koji utiču na eksploataciju i bezbednost korišćenja traktorsko-mašinskog agregata i ostalih poljoprivrednih mašina, kao i njihova korelaciona zavisnost, otežavaju primenu poljoprivredne tehnike i radnih mašina na raznim mestima i uslovima. Iz ovog razloga i dolazi do velikog broja nesrećnih slučajeva koja se često završavaju tragično ili sa trajnim posledicama po zdravlje rukovaoca mašinom.

Sa razvojem i mnogim pozitivnim efektima primene, traktora i drugih samohodnih poljoprivrednih mašina, mnogi istraživači u svojim radovima i literaturnim podacima, Murphy (1991), Shutske (2004), Myers (2000a), Myers (2000b), Franklin (2006), Dimitrovski (2009), Dolenšek (2010), Oljača (2010), nesumnjivo prikazuju traktor kao jedan od glavnih uzroka pojave raznih tipova povreda, i nesreća, sa različitim, pa i tragičnim posledicama.

U radu su predstavljeni rezultati istraživanja nesreća koje su se dogodile van javnih sobračajnih površina (njive, livade, šume, nekategorisani putevi, zemljani putevi, itd.) u oblastima Republike Srbije koje karakteriše određeni intenzitet poljoprivredne proizvodnje, reljef, broj traktora, broj stanovnika, itd.

Republika Srbija je podeljena na 25 administrativnih oblasti, ne uzimajući u obzir oblasti AP Kosova i Metohije. Od pomenutih 25 administrativnih oblasti, 7 administrativnih oblasti pripadaju regionu Vojvodine, dok ostalih 18 oblasti, uključujući i Beogradsku oblast (grad Beograd) obuhvataju ostatak Republike Srbije (Beogradski region, region Šumadije i Zapadne Srbije i region Južne i Istočne Srbije). Rezultati proučavanja predstavljeni u ovom radu, a koja su vezana za nesreće sa traktorima i drugim mobilnim mašinama van javnih saobraćajnih površina, obuhvatila su (Tab.1.) 18 administrativnih oblasti:

Tabela 1. Administrativne oblasti R. Srbije  
*Table 1. Administrative area of Republic Serbia*

<b>Admin.oblast</b>	<b>Admin.oblast</b>	<b>Admin.oblast</b>
<b>Admin area</b>	<b>Admin area</b>	<b>Admin area</b>
Beograd	Borska	Rasinska
Braničevska	Nišavska	Šumadijska
Jablanička	Pčinjska	Raška
Kolubarska	Pirotska	Toplička
Mačvanska	Podunavska	Zaječarska
Moravička	Pomoravska	Zlatiborska

Podaci o nesrećama sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama van javnog saobraćaja (poljoprivredna proizvodnja) za pomenute oblasti su prikupljeni, sistematizovani i analizirani, kako bi se sagledala ozbiljnost problematike sa ciljem smanjenja utvrđenog broja nesreća i njihovih posledica po stanovništvo i samu državu.

## **MATERIJAL I METODE RADA**

Materijal za sprovedeno istraživanje predstavljen u ovom radu obezbeđen je prikupljanjem dokumentacije o nesrećnim slučajevima sa traktorima i drugom mobilnom poljoprivrednom mehanizacijom, koji su se u periodu istraživanja (2005-2009. godine) dogodili u samim procesima poljoprivredne proizvodnje, odnosno van javnog saobraćaja Republike Srbije. Najveći deo ovog materijala, prikupljen je terenskom metodom, koja je obuhvatala prikupljanje i analiziranje zapisnika sa mesta događaja nesreće uzetih iz Osnovnih sudova po oblastima Republike Srbije, kao i odlazak na mesta događaja nesreće. Ovom terenskom metodom prikupljeni su relevantni podaci kojima su proučavane nesreće, dokumentovane sa aspekta zapisa i dokumenata (službeni zapisnici, fotografije događaja) službenih ustanova i lica koja takve događaje prate (zapisnici Ministarstva unutrašnjih poslova, zapisnici istražnih sudija i druga dokumenta).

Prikupljeni relevantni pokazatelji rada traktora kao vučno-pogonske jedinice, kao i drugih mobilnih poljoprivrednih mašina, u različitim uslovima terenskih radnih operacija sa evidentiranjem posledica nesrećnih slučajeva i tipova nesrećnih slučajeva, su sistematizovani i tabelarno prikazani. Podaci o ovim nesrećama su sistematizovani za određene administrativne oblasti Republike Srbije.

## **REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

Istraživanja u kojima su analizirane pojave nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama u poljoprivrednoj proizvodnji (van javnog saobraćaja) Republike Srbije, sprovedena su u periodu od 2005. do 2009. godine. U pomenutom periodu prikupljeni su podaci o nesrećama u kojima su učestvovali traktori i druge mobilne poljoprivredne mašine. Podaci su prikupljeni iz više različitih izvora, kao što je navedeno u podnaslovu "Materijal i metode rada", a predstavljeni su u narednim tabelama.

Tokom perioda istraživanja i prilikom prikupljanja podataka o nesrećama sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama u procesima poljoprivredne proizvodnje, nisu registrovane nesreće koje su za posledicu imale samo materijalnu štetu. Do preciznijih podataka o broju ovih nesreća nije moguće doći, zbog toga što se ovakve nesreće najčešće ne registruju od strane nadležnih organa, pa tako i ne postoje tragovi njihove evidencije. Posledice ovakvih nesreća, obično se nikome ne prijavljuju, već se vlasnici mašina samostalno brinu o njihovom saniranju. Zbog pomenutog razloga bilo je moguće prikupiti samo podatke o nesrećama u kojima je bilo nastradalih osoba.

Tabela 2. Posledice nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama u poljoprivrednoj proizvodnji

Table 2. The consequences of accidents with tractors and other mobile agricultural machines in agricultural production

Posledice Godine	Ukupno nesreća	Sa poginulim licima	Sa povređenim licima	Ukupno nastradalih	Tragično nastradali	Povređeni	Teško povređeni	Lako povređeni
2005	155	25	130	190	26	164	60	104
2006	161	30	131	206	30	176	69	107
2007	211	42	169	242	40	202	66	136
2008	202	36	166	228	37	191	80	111
2009	174	28	146	204	31	173	69	104
Ukupno	903	161	742	1070	164	906	344	562
Prosečno	180,6	32,2	148,4	214	32,8	181,2	68,8	112,4
%	100	17,83	82,17	100	15,33	84,67		

Na osnovu prikazanih rezultata (Tabela 2.), u periodu istraživanja, izvan javnog saobraćaja Republike Srbije, desilo se ukupno 903 registrovane nesreće u kojima su učestvovali traktori i druge mobilne poljoprivredne mašine, ili 180,6 nesreća prosečno godišnje u periodu istraživanja. U 161 nesreći ili u 17,38% od ukupnog broja nesreća, bilo je poginulih-tragično nastradalih lica, dok je u 742 nesreće ili u 82,17% slučajeva nesreća bilo povređenih lica. Prosečno je godišnje u periodu istraživanja bilo 32,2 nesreće sa tragično nastradalima i 148,4 nesreće sa povređenim licima, sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama u procesima poljoprivredne proizvodnje.

Analizirajući broj lica koja su nastradala u pomenutim nesrećama, možemo konstatovati da je u 903 nesreće koje su se dogodile u periodu istraživanja, nastradalo ukupno 1070 osoba ili 214 osoba prosečno godišnje u periodu istraživanja. Od ovog broja, 164 osobe ili 15,33% su tragično nastradale (poginule), dok je 906 lica ili 84,76% bilo teže i lakše povređeno. Prosečno je godišnje poginulo 32,8 lica, odnosno prosečno je godišnje povređeno 181,2 osobe u periodu istraživanja.

Analiziranjem prethodno pomenutih podataka vezanih za nesreće sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama van javnog saobraćaja, možemo zapaziti da učešće nesreća sa poginulim-tragično nastradalim licima u ukupnom broju nesreća veoma veliko (17,83%), kao i učešće tragično nastradalih u ukupnom broju nastradalih lica (15,33%).

U tabeli (Tabela 3.) prikazani su rezultati istraživanja broja nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama u poljoprivrednoj proizvodnji (van javnog saobraćaja), za navedene oblasti Republike Srbije.

Tabela 3. Ukupan broj nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama u poljoprivrednoj proizvodnji (van javnog saobraćaja), za oblasti Republike Srbije  
 Table 3. Table title The total number of accidents with tractors and other mobile agricultural machines in agricultural production (outside of public transport), in the areas of the Republic of Serbia

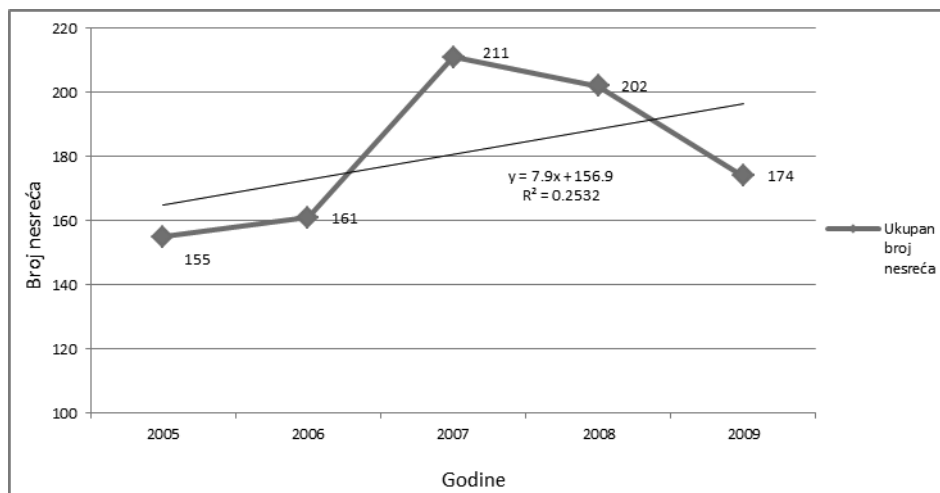
Godine \ Oblast	2005	2006	2007	2008	2009	Ukupno	Prosek	%
Beogradska oblast (Grad Beograd)	24	42	44	22	28	<b>160</b>	32	17,72
Borska oblast	8	9	15	10	11	<b>53</b>	10,6	5,87
Braničevska oblast	6	6	10	9	7	<b>38</b>	7,6	4,21
Jablanička oblast	3	2	0	5	4	<b>14</b>	2,8	1,55
Kolubarska oblast	5	4	0	3	2	<b>14</b>	2,8	1,55
Mačvanska oblast	4	4	14	16	12	<b>50</b>	10	5,54
Moravička oblast	32	19	24	33	25	<b>133</b>	26,6	14,73
Nišavska oblast	4	6	5	7	7	<b>29</b>	5,8	3,21
Pčinjska oblast	0	1	2	1	2	<b>6</b>	1,2	0,66
Pirotska oblast	1	1	4	4	2	<b>12</b>	2,4	1,33
Podunavska oblast	3	2	7	5	5	<b>22</b>	4,4	2,44
Pomoravska oblast	3	5	3	5	4	<b>20</b>	4	2,21
Rasinska oblast	3	0	2	3	3	<b>11</b>	2,2	1,22
Raška oblast	7	6	3	7	5	<b>28</b>	5,6	3,10
Šumadijska oblast	4	6	3	6	4	<b>23</b>	4,6	2,55
Toplička oblast	4	4	7	5	3	<b>23</b>	4,6	2,55
Zaječarska oblast	7	10	18	11	12	<b>58</b>	11,6	6,42
Zlatiborska oblast	37	34	50	50	38	<b>209</b>	41,8	23,15
<b>Ukupno</b>	<b>155</b>	<b>161</b>	<b>211</b>	<b>202</b>	<b>174</b>	<b>903</b>	180,6	100
Prosek	8,61	8,94	11,72	11,22	9,67	50,17		
%	17,17	17,83	23,37	22,37	19,27	100		

$$F_{oblasti} = 45,0762; D_f = 17; \text{ nakon Bonferoni korekcije } p = 4,10386 \cdot 10^{-28} < 0,01$$

$$F_{godine} = 2,34078; D_f = 4; \text{ nakon Bonferoni korekcije } p = 0,6367 > 0,05$$

Analizom ukupnog broja nesreća sa traktorima i drugom mobilnom poljoprivrednom mehanizacijom, koje su se dogodile van javnog saobraćaja u navedenim oblastima Republike Srbije, možemo konstatovati da se u periodu istraživanja dogodilo ukupno 903 nesreće ili 180,6 nesreća prosečno godišnje. Raspored događanja nesreća po godinama istraživanja bio je sledeći, 2005. godine dogodilo se ukupno 155 nesreća u navedenim oblastima Republike Srbije, ili 17,17% od ukupnog broja nesreća. U 2006. godini zabeležena je 161 nesreća ili 17,83%, 2007. je bilo 211 nesreća, odnosno 23,37% od ukupnog broja nesreća, 2008. godine zabeleženo je 202 nesreće ili 22,37%, i u poslednjoj godini istraživanja, desile su se 174 nesreće ili 19,27% od ukupnog broja pomenutih nesreća.





Grafik. 1. Trend ukupnog broja nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama van javnog saobraćaja, za oblasti Republike Srbije

*Chart 1. Trend of the total number of accidents with tractors and other agricultural machines, in agricultural production (outside of public transport), in the areas of the Republic of Serbia*

Analizirajući prethodno prikazane podatke o broju nesreća sa traktorima i drugom mobilnom poljoprivrednom mehanizacijom, koje su se dogodile van javnog saobraćaja u navedenim oblastima Republike Srbije, može se zaključiti da se tokom prve dve godine istraživanja broj nesreća povećavao, da bi druge dve godine zabeležio pad. Najveći broj nesreća desio se 2007. godine, a najmanji je zabeležen na početku istraživanja 2005. godine. Linija trenda ukupnog broja nesreća za period istraživanja ima rastući karakter (Grafik 1.).

Kada posmatramo ukupan broj nesreća po oblastima Republike Srbije u kojima su sprovedena istraživanja, možemo konstatovati da se najviše pomenutih nesreća dogodilo u Zlatiborskoj oblasti, čak 209 nesreća ili 23,15% od ukupnog broja nesreća. Prosečno se godišnje tokom peroida istraživanja u ovoj oblasti dogodilo 41,8 nesreća.

Druga oblast po broju nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama van javnog saobraćaja je Beogradska oblast, gde se u periodu istraživanja desilo 160 nesreća ili 17,72% od ukupnog broja nesreća, pri čemu je prosečno godišnje bilo 30 nesreća.

Treća oblast sa najizraženijim brojem pomenutih nesreća je Moravička oblast, gde se u periodu istraživanja desilo 133 nesreće, odnosno 14,73% nesreća ili 26,6 nesreća prosečno godišnje.

Pomenute tri oblasti u ukupnom broju nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama koje su se dogodile van javnog saobraćaja u navedenim oblastima Republike Srbije, učestvuju sa 55,6%, pa se može konstatovati da su najuticajnije na ukupan broj nesreća.

Od ostalih oblasti, Zaječarska ima udeo od 6,42%, a sa učešćem od preko 5% izdvajaju se još i Mačvanska i Borska oblast. Ostale oblasti učestvuju sa manje od 5% u ukupnom broju pomenutih nesreća.

Oblast sa najmanjim učešćem je Pčinjska oblast sa 0,66% ili svega 6 nesreća u periodu istraživanja.

Statistička analiza podataka (Tabela 2.), pokazuje da između godina događanja nesreća, ne postoji statistički značajna razlika. Analiza je takođe pokazala da među oblastima Republike Srbije, postoji statistički visoko značajna razlika, odnosno, prethodno navedene oblasti imaju najveći udeo u ukupnom broju nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama u poljoprivrednoj proizvodnji (van javnog saobraćaja).

## ZAKLJUČAK

U periodu istraživanja, izvan javnog saobraćaja Republike Srbije, desilo se ukupno 903 registrovane nesreće u kojima su učestvovali traktori i druge mobilne poljoprivredne mašine, ili 180,6 nesreća prosečno godišnje u periodu istraživanja. U 161 nesreći ili u 17,38% od ukupnog broja nesreća, bilo je poginulih-tragično nastradalih lica, dok je u 742 nesreće ili u 82,17% slučajeva nesreća bilo povređenih lica. U pomenute 903 nesreće koje su se dogodile u periodu istraživanja, nastradalo ukupno 1070 osoba ili 214 osoba prosečno godišnje u periodu istraživanja. Od ovog broja, 164 osobe ili 15,33% su tragično nastradale (poginule), dok je 906 lica ili 84,76% bilo teže i lakše povređeno.

Ukoliko posmatramo događana nesrećnih slučajeva po oblastima Republike Srbije, najviše pomenutih nesreća dogodilo u Zlatiborskoj oblasti, čak 209 nesreća ili 23,15% od ukupnog broja nesreća. Druga oblast po broju nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama van javnog saobraćaja je Beogradska oblast, gde se u periodu istraživanja desilo 160 nesreća ili 17,72% od ukupnog broja nesreća. Treća oblast sa najizraženijim brojem pomenutih nesreća je Moravička oblast, gde se u periodu istraživanja desilo 133 nesreće, odnosno 14,73% nesreća. Pomenute tri oblasti u ukupnom broju nesreća sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama koje su se dogodile van javnog saobraćaja u navedenim oblastima Republike Srbije, učestvuju sa 55,6%, pa se može konstatovati da su najuticajnije na ukupan broj nesreća.

Analiziranjem prethodno pomenutih podataka vezanih za nesreće sa traktorima i drugim mobilnim poljoprivrednim mašinama van javnog saobraćaja, možemo zapaziti da učešće nesreća sa poginulim-tragično nastradalim licima u ukupnom broju nesreća veoma veliko (17,83%), kao i učešće tragično nastradalih u ukupnom broju nastradalih lica (15,33%).

Treba napomenuti, da je u istom periodu, kada su u pitanju saobraćajne nesreće na javnim putevima Republike Srbije, učešće tragično nastradalih u ukupnom broju nastradalih lica iznosilo 4,19%.

Na osnovu ovoga možemo zaključiti da su nesreće sa traktorima i drugim mobilnim mašinama u poljoprivredi (van javnog saobraćaja) izuzetno rizične sa stanovišta pojave tragičnih posledica po rukovaoce.

## LITERATURA

- [1] Dimitrovski, Z., Oljača, V.M., Gligorević, B.K., Ružičić, L. 2009. Tragične posledice nesreća sa traktorima za period 1999-2008 u poljoprivredi Republike Makedonije. Poljoprivredna tehnika, Vol. 34, No. 1, p. 79-87.
- [2] Dolenšek, M., Jerončič, R., Bernik, R., Oljača, V.M. 2010. Tractors accidents in Slovenia in last three decades. Poljoprivredna tehnika, Vol. 35, No. 1, p. 83-88.
- [3] Franklin, R.C., Stark, K.L., Fragar, L. 2006. Intervention strategies for the retro-fitting of Rollover Protective Structures (ROPS) and fleet characteristic, farm tractors. Safety Science 44 (2006) 771-783.
- [4] Murphy, D. J. 1991. Tractor overturn hazards. Pennsylvania State University, Fact Sheet Safety 34.
- [5] Myers, M. L. 2000a. Prevention of rollover protective structures-part I: Strategy evolution. Journal of Agriculture Safety and Health 6 (1): 29-40.
- [6] Myers, M. L., Pana-Cryan, R. 2000b. Prevention of rollover protective structures-part II: Decision analysis. Journal of Agriculture Safety and Health 6 (1): 41-55.
- [7] Oljača, V.M., Kovačević, D., Radojević, R., Gligorević, B.K., Pajić, M., Dimitrovski, Z. 2010. Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju Republike Srbije. Poljoprivredna tehnika, Vol. 35, No. 1, p. 75-82.
- [8] Shutske, J., Gilbert, B., Chaplin, J., Gunderson, P. 2004. Sensor evaluation for human presence detection. URL: <http://safety.coafes.umn.edu/sensweb/>

# HAOTIČNI MODEL RASTA IZVOZA TRAKTORA: INDIJA

Vesna D. Jablanović<sup>1</sup>

*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet-Institut za agroekonomiju,  
Beograd-Zemun*

## SAŽETAK

Ekonomija Indije je jedna od najbrže rastućih ekonomija na svetu. Indija je počela da izvozi traktore od 1987. godine, kada su se traktori izvozili u sedam zemalja. Porast izvoza traktora pratilo je i širenje tržišta, tako da je 2009. godine Indija izvozila traktore u 98 zemalja. Najveći uvoznici traktora iz Indije su SAD, Turska, Nepal, Bangladeš i Šri Lanka.

Osnovni ciljevi ovog rada su : (a) prikazivanje relativno jednostavnog haotičnog modela rasta izvoza traktora; i (b) analiza kretanja izvoza traktora iz Indije u periodu 1989-2009. Testiranje modela je pokazalo da postoji rast izvoza traktora iz Indije u posmatranom periodu.

**Ključne reči:** haos, izvoz, traktor, Indija

## THE CHAOTIC TRACTORS EXPORTS GROWTH MODEL: INDIA

Vesna D. Jablanović<sup>1</sup>

*University of Belgrade, Faculty of Agriculture- Institute of Agrieconomy,  
Belgrade – Zemun*

## ABSTRACT

The Indian economy is one of the fastest growing economies in the world. India started exporting tractors in 1987–88. In 1987–88, tractors were exported to seven countries. In 2009, India exported tractors to as many as 98 countries. The USA, Turkey, Nepal, Bangladesh, and Sri Lanka were the major importers of the Indian tractors. The basic aims of this paper are: (a) to construct a relatively simple chaotic tractors exports growth model, and (b) to analyze the stability of tractors exports growth in India in the period 1989-2009. The estimated model shows the stable growth in volume of tractors exports in the observed period.

**Key words:** chaos, exports, tractors, India.

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Vesna Jablanović, e-mail: vesnajab@ptt.rs .

Rad je deo istraživanja na projektu III-46006 „Održiva poljoprivreda i ruralni razvoj u funkciji ostvarivanja strateških ciljeva Republike Srbije u okviru Dunavskog regiona“.

## UVOD

Stopa ekonomskog rasta u Indiji u 2009 godini iznosila je 5.33% . Indija je održala privrednu stabilnost zahvaljujući rastućoj domaćoj tražnji i privatnim investicijama. Poljoprivreda je značajna privredna grana u Indiji, obuhvatajući oko 60% zaposlenog stanovništva.

Osnovni ciljevi ovog rada su : (a) kreiranje relativno jednostavnog haotičnog modela rasta izvoza traktora, i (b) analiziranje stabilnosti rasta izvoza traktora u Indiji u periodu 1989-2009.

Teorija haosa se koristi radi analize haotičnih fluktuacija u potpuno determinističkim modelima. Teorija haosa je počela Lorenz-ovim [11] otkrićem kompleksne dinamike koju generišu tri nelinearne diferencijalna jednačine . Li i Yorke [10] su otkrili da jednostavna logistička kriva može izraziti veoma komplekno ponašanje. Dalje, May [13] je opisao haos u populacionoj biologiji, dok su teoriju haosa u ekonomiji primenjivali Benhabib i Day [1,2], Day [3,4], Grandmont [6], Goodwin [5], Medio [14], Lorenz [12], Jablanovic [ 7, 8, 9].

## MATERIJAL I METOD RADA

Logistička jednačina se često citira kao jednostavan primer koji pokazuje haotično ponašanje . Pierre François Verhulst , belgijski matematičar i demograf, je koristio logistički model u cilju kreiranja demografskog modela. Naime, on je primenio logističku jednačinu da bi objasnio rast stanovništva u demografskim istraživanjima. Njegov model se naziva “logistički model” ili Verhulst-ov model.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rast izvoza traktora se može analizirati u okviru haotičnog modela rasta izvoza traktora:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + Ex_t - Im_t \quad (1)$$

$$Ex_t = n Y_t \quad (2)$$

$$Im_t = m Y_t \quad (3)$$

$$Exr_t = b Y_t \quad (4)$$

$$I_t = \beta (Y_t - Y_{t-1}) \quad \beta > 1 \quad (5)$$

$$C_t = \alpha Y_{t-1}^2 \quad (6)$$

$$G_t = g Y_t \quad (7)$$

Pri čemu je: :  $Ex$  – izvoz ;  $Exr$  – izvoz traktora;  $Im$  – uvoz;  $Y$ - realni bruto domaći proizvod;  $I$  – investicije;  $C$  – potrošnja ;  $G_t$  – državna potrošnja;  $n$  – učešće izvoza u realnom bruto domaćem proizvodu;  $m$  – učešće uvoza u bruto domaćem proizvodu:  $b$

– učešće izvoza traktora u realnom bruto domaćem proizvodu;  $g$  – učešće državne potrošnje u realnom bruto domaćem proizvodu;  $\alpha$  – prosečna sklonost potrošnji;  $\beta$  – akcelerator .

Zamenom se dobija:

$$Exr_t = \left[ \frac{\beta}{(g + \beta + n - m - 1)} \right] Exr_{t-1} - \left[ \frac{\alpha}{b(g + \beta + n - m - 1)} \right] Exr_{t-1}^2 \quad (8)$$

Dalje, pretpostavlja se da je tekuća vrednost izvoza traktora ograničena njenom maksimalnom veličinom u vremenskoj seriji. Ova pretpostavka zahteva modifikaciju zakona rasta. Sada, stopa rasta izvoza traktora zavisi od tekuće vrednosti izvoza traktora,  $Exr$ , u odnosu na njegovu maksimalnu veličinu u vremenskoj seriji,  $Exr^m$ . Uvodi se koeficijent  $exr = Exr / Exr^m$  koji ima vrednost u rangu između 0 i 1. Dalje, indeksira se  $exr$ ,  $exr_t$ , da bi se označilo vreme, pri čemu je  $t = 0, 1, 2, 3, \dots$ . Najzad, stopa rasta izvoza traktora se može prikazati na sledeći način:

$$exr_t = \left[ \frac{\beta}{(g + \beta + n - m - 1)} \right] exr_{t-1} - \left[ \frac{\alpha}{b(g + \beta + n - m - 1)} \right] exr_{t-1}^2 \quad (9)$$

Model koji je zadat jednačinom (9) se naziva logistički model. Za većinu vrednosti  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $b$ ,  $g$ ,  $m$  i  $n$  ne postoji eksplicitno rešenje za (9), što predstavlja suštinu prisustva haosa u determinističkim sistemima. Lorenz [11] je otkrio ovaj efekat, tj. nedostatak predvidljivosti u determinističkim sistemima. Senzitivna zavisnost od početnih uslova je značajan sastojak determinističkog haosa.

Moguće je pokazati da je proces iteracije logističke jednačine

$$z_t = \pi z_{t-1} (1 - z_{t-1}), \quad \pi \in [0, 4], \quad z_{t-1} \in [0, 1] \quad (10)$$

ekvivalentan iteracijama modela rasta (9) kada se koristi sledeća identifikacija

$$z_t = \frac{\alpha}{b\beta} exr_t \quad \text{i} \quad \pi = \frac{\beta}{(g + \beta + n - m - 1)} \quad (11)$$

Korišćenjem (11) i (9) dobija se

$$\begin{aligned} z_t &= \frac{\alpha}{b\beta} exr_t = \left( \frac{\alpha}{b\beta} \right) \left\{ \left[ \frac{\beta}{(g + \beta + n - m - 1)} \right] exr_{t-1} - \left[ \frac{\alpha}{b(g + \beta + n - m - 1)} \right] exr_{t-1}^2 \right\} \\ &= \left[ \frac{\alpha}{b(g + \beta + n - m - 1)} \right] exr_{t-1} - \left[ \frac{\alpha^2}{\beta b^2 (g + \beta + n - m - 1)} \right] exr_{t-1}^2 \end{aligned}$$

Sa druge strane, korišćenjem (10) i (11) dobija se

$$z_t = \pi z_{t-1} (1 - z_{t-1}) =$$

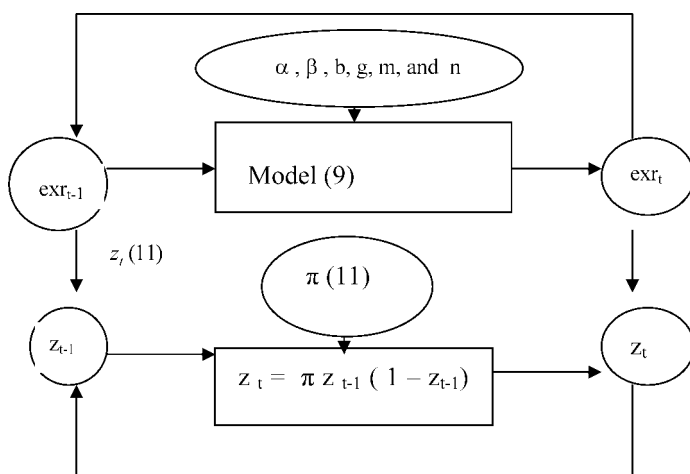
$$\begin{aligned}
&= \left[ \frac{\beta}{(g + \beta + n - m - 1)} \right] \left( \frac{\alpha}{b \beta} \right) \text{exr}_{t-1} \left[ 1 - \left( \frac{\alpha}{b \beta} \right) \text{exr}_{t-1} \right] \\
&= \left[ \frac{\alpha}{b (g + \beta + n - m - 1)} \right] \text{exr}_{t-1} - \left[ \frac{\alpha^2}{\beta b^2 (g + \beta + n - m - 1)} \right] \text{exr}_{t-1}^2
\end{aligned}$$

Na taj način se dokazuje da su iteracije modela (9) jednake iteracijama jednačine (10) uz identifikaciju (12).

To je značajno zato što su se dinamička svojstva logističke jednačine (10) detaljno analizirala (Li i Yorke [10], May [13]).

Pokazano je da:

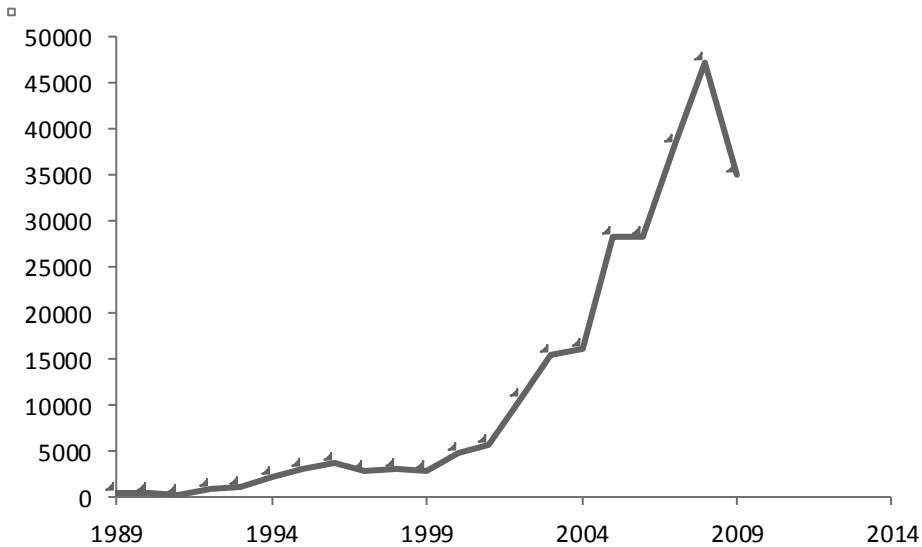
- (i) Za vrednosti parametra  $0 < \pi < 1$  sva rešenja će konvergirati ka  $z = 0$ ;
- (ii) Za  $1 < \pi < 3,57$  postoje fiksne tačke čiji broj zavisi od  $\pi$ ;
- (iii) Za  $1 < \pi < 2$  sva rešenja će monotono rasti ka  $z = (\pi - 1) / \pi$ ;
- (iv) Za  $2 < \pi < 3$  fluktuacije će konvergirati ka  $z = (\pi - 1) / \pi$ ;
- (v) Za  $3 < \pi < 4$  sva rešenja će neprekidno fluktuirati ;
- (vi) Za  $3,57 < \pi < 4$  rešenje postaje »haotično« što znači da postoje potpuno aperiodično rešenje ili periodična rešenja sa veoma velikom i komplikovanom periodom. To znači da staza  $z_t$  fluktuirira na naizgled slučajan način tokom vremena.



Slika 1: Jednakost iteracija modela (9) i logističke jednačine (10)  
 Figure 1: Equality of iterations of the model (9), and logistic equation (10)

## Empirijska verifikacija

Osnovni cilj ovog rada je analiza stabilnosti rasta izvoza traktora u periodu 1989-2009 u Indiji (vidi sliku 2. ) upotrebom haotičnog modela rasta (9) , odnosno upotrebom logističkog modela rasta (12).



Slika 2. Izvoz traktora: Indija, 1989-2009

Figure 2. Export tractor: India, 1989-2009

(Izvor/Source: United Nations Commodity Trade Statistics Database, <http://comtrade.un.org/>.)

$$exr_t = \pi \text{ ext}_{t-1} - \theta \text{ exr}_{t-1}^2 \quad (12)$$

pri čemu je,  $\pi = \frac{\beta}{(g + \beta + n - m - 1)}$  i  $\theta = \frac{\alpha}{b(g + \beta + n - m - 1)}$

Prvo, podaci o izvozu traktora su transformisani od 0 do 1, u skladu sa našom pretpostavkom da je tekuća vrednost izvoza traktora,  $Exr$  , ograničena veličinom  $Exr^m$  . Dalje, dobijena je vremenska serija  $exr = Exr / Exr^m$  . Sada, model (12) se ocenjuje.

Tabela 1. Ocenjen model (12):  $R = .97917$

Table 1. Estimated model (12):  $R = .97917$

	$\pi$	$\theta$
Estimate	1.408611	.265652
Std.Err.	.159484	.245504
t (17)	8.832299	1.082066
p-level	.00000	.294334

(Izvor/Source: United Nations Commodity Trade Statistics Database, <http://comtrade.un.org/>.)



## ZAKLJUČAK

Ovaj rad kreira haotični model rasta izvoza traktora. Model (9) se zasniva na parametrima  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $b$ ,  $g$ ,  $m$ ,  $i$ ,  $n$ , i na početnoj vrednosti izvoza traktora,  $exr_0$ . Ova diferencna jednačina (9) poseduje haotični region. Dva svojstva haotičnog rešenja su značajna: prvo, kada je data početna vrednost  $exr_0$  tada je rešenje veoma senzitivno na variranje parametara  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $g$ ,  $m$ ,  $i$ ,  $n$ ; drugo, kada je data vrednost parametara  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $b$ ,  $g$ ,  $m$ ,  $i$ ,  $n$ , tada je rešenje veoma osetljivo na promenu početne vrednosti  $exr_0$ . U oba slučaja, rešenja su u početnim periodima približna, ali se kasnije ponašaju na haotičan način.

Rezultat ovog rada ukazuje da koeficijent  $\pi = \beta / (g + \beta + n - m - 1)$  ima krucijalnu ulogu u objašnjenju lokalne stabilnosti rasta izvoza traktora, pri čemu je:  $n$  – učešće izvoza u realnom bruto domaćem proizvodu;  $m$  – učešće uvoza u realnom bruto domaćem;  $g$  – učešće državne potrošnje u realnom bruto domaćem proizvodu;  $\beta$  – akcelerator.

Ocenjena vrednost koeficijenta  $\pi$  (1.408611) potvrđuje stabilan rast izvoza traktora u Indiji u posmatranom periodu.

## LITERATURA

- [1] Benhabib, J., & Day, R.H., 1981. Rational Choice and Erratic Behaviour, Review of Economic Studies 48, 459-471.
- [2] Benhabib, J., & Day, R.H. 1982. Characterization of Erratic Dynamics in the Overlapping Generation Model, Journal of Economic Dynamics and Control 4, 37-55.
- [3] Day, R.H.. Irregular Growth Cycles, American Economic Review 72, (1982), 406-414.
- [4] Day, R.H. 1983. The Emergence of Chaos from Classical Economic Growth, Quarterly Journal of Economics 98, 200-213
- [5] Goodwin, R.M. 1990. Chaotic Economic Dynamics, Clarendon Press, Oxford.
- [6] Grandmont, J.M. On Endogenous Competitive Business Cycles, Econometrica 53, (1985), 994-1045.
- [7] Jablanović V. 2010. Chaotic population growth, Cigoja, Belgrade.
- [8] Jablanović V. 2012a. Budget Deficit and Chaotic Economic Growth Models, Aracne editrice S.r.l, Roma.
- [9] Jablanović V. 2012. Labour Productivity and the Chaotic Economic Growth Model: G7 Chinese Business Review, Volume 11, Number 5, 500-515.
- [10] Li, T., & Yorke, J. 1975. Period Three Implies Chaos, American Mathematical Monthly 8, 985-992.
- [11] Lorenz, E.N. 1963. Deterministic nonperiodic flow, Journal of Atmospheric Sciences 20, 130-141.
- [12] Lorenz, H.W. 1993. Nonlinear Dynamical Economics and Chaotic Motion, 2nd edition, Springer-Verlag, Heidelberg.
- [13] May, R.M. 1976. Mathematical Models with Very Complicated Dynamics, Nature 261, 459-467.
- [14] Medio, A. 1993. Chaotic Dynamics: Theory and Applications to Economics, Cambridge University Press, Cambridge.
- [15] United Nations Commodity Trade Statistics Database, <http://comtrade.un.org/>.

# ENERGETSKA EFIKASNOST DIREKTNIH INPUTA U SPREMANJU SJENAŽE

Milan Jugović<sup>1</sup>, Dušan Radivojević<sup>2</sup>, Borislav Railić<sup>3</sup>, Ranko Koprivica<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni Fakultet Istočno Sarajevo*

<sup>2</sup> *Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet Beograd*

<sup>3</sup> *Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni Fakultet Banja Luka*

<sup>4</sup> *Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski Fakultet Čačak*

## SADRŽAJ

U radu je data energetska analiza dvije različite linije mašina u spremanju travne sjenaže: linija koju čini samoutovarna prikolica sa noževima SIP Pionir 17 (sjenažiranje u horizontalni silo objekat) i linija sa rolbaler sa fiksnom komorom Deutz – Fahr GP 2.50, i motalicom bala u rastegljive folije Sipma Z – 557, (sjenažiranje u omotane bale). Ispitivanja su vršena u proizvodnim uslovima, na porodičnom poljoprivrednom gazdinstvu u mjestu Mokro (Republika Srpska), sa ciljem da se uporedi energetska efikasnost ispitivanih linija. Utvrđivani su sljedeći parametri: potrošnja goriva po jedinici površine, potrošnja energije  $E_{ha}$  (kWh/ha), i koeficijent iskorišćenja goriva (%). Osnovna hipoteza od koje se polazi u ovom radu je da se izborom načina tj. linije siliranja trava može uticati na energetske bilans direktne inputa proizvodnog sistema. Prema dobivenim podacima, u ukupnim direktnim inputima najveće učešće imaju inputi potrošnje goriva kod procesa gaženja silo mase 30,03% u varijanti sa samoutovarnom prikolicom, odnosno 40,32% kod procesa presanja valjkastih bala. Najmanji inputi se odnose na proces grabljenja i omotavanja bale. Obzirom da su svi procesi u proizvodnji silaže mehanizovani, razumljivo je potenciranje pravilnog i što ekonomičnijeg izbora načina siliranja trave. Time bi se smanjili direktni inputi izraženi preko količine potrošenog goriva za pogon tehničkih sistema i potrošnje energije tokom procesa siliranja trave.

**Ključne riječi:** sjenaža, potrošnja goriva, potrošnja energije, energetske input, energetske output

## ENERGY EFFICIENCY OF DIRECT INPUTS IN HAYLAGE MAKING

Milan Jugović<sup>1</sup>, Dušan Radivojević<sup>2</sup>, Borislav Railić<sup>3</sup>, Ranko Koprivica<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *University of Istočno Sarajevu, Faculty of Agriculture*

<sup>2</sup> *University of Belgrade, Faculty of Agriculture*

<sup>3</sup> *University of Banja Luka, Faculty of Agriculture*

<sup>4</sup> *University of Kragujevac, Faculty of Agriculture, Čačak*

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Milan Jugović, e-mail: jugovic.milan@gmail.com

Istraživanje prezentovano u ovom radu nastalo je kao deo istraživanja po projektu TR 31051 finansiranom od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

## ABSTRACT

In this paper were given the results of energy analysis of two different types of machines in making haylage: line of making haylage with self-loaded trailer with knives SIP Pionir 17 in a trench silo and round bale press with fixed chamber Deutz - Fahr GP 2.50 and wrapping bales in stretch plastic foil. Tests were performed in production conditions on the family farm in Mokro (Republic of Srpska) in order to compare the energy efficiency of the tested lines. Following parameters are considered: fuel consumption per unit of area, energy consumption  $E_{ha}$  (kWh/ha), and the coefficient of utilization of fuel (%). The main hypothesis in this paper is that the choice of ways, ie. lines of ensiling grass can affect the energy balance of the direct inputs of the production system. According to the obtained data, in total direct inputs the largest share of fuel consumption had the inputs in the process of compressing silo mass in a trench silo 30,03% in the line with self-loaded trailer, respectively 40,32% in the process of pressing bales. The smallest inputs are related to the process of raking and wrapping bales. Considering that the all processes in the production of silage are mechanized, it is understandable potentiation of proper and more economical choice in the ensiling of grass. This will reduce direct inputs expressed by the amount of fuel consumed for the operation of technical systems and energy consumption during the ensiling grasses.

**Keywords:** haylage, fuel consumption, energy consumption, energy inputs, energy output

## UVOD

Mehanizacija i ulaganja u druga tehnička sredstva su ključni faktori koji određuju cijenu koštanja sjenaže *Forristal and O'Kiely* [6] Nedostatak odgovarajuće mehanizacije za ubiranje i sitnjenje biljne mase je jedan od osnovnih razloga što je tehnologija siliranja sporo uvođena u praksu sve do polovine XX vijeka, a u današnjim uslovima savremene poljoprivredne proizvodnje ispravnost i odgovarajući izbor sredstava mehanizacije, koja učestvuju u procesu sjenaziranja u velikoj mjeri određuje i kvalitet sjenaže. Upotreba sjenaže se sve više širi, u uslovima visoke vlažnosti usjeva zahvaljujući razvoju novih mašina i tehnika. U prošlosti stočna hrana ubirana je pri nivou vlažnosti od 40 – 50 % za trave i leguminoze, a ubiranje se danas izvodi pri nivoima vlažnosti od 60 – 70 %. Za dobijanje potrebne količine kvalitetne sjenaže, gazdinstva treba da posjeduju savremenu mehanizaciju za kosidbu, sjeckanje, transport, utovar, istovar isjeckanog materijala, kao i savremene silo – objekte, pri čemu prostor oko silosa mora da bude prostran za nesmetan pristup mašinama i transportnim sredstvima (*Pejić, 1994*) [11].

Sjenažiranje predstavlja uspješniji postupak konzervisanja zelene stočne hrane od sušenja sijena prirodnim putem. Sjenaža ima mnoge prednosti u odnosu na sijeno, prije svega, što se spremanjem sjenaže očuva lišće kao najkvalitetniji dijelovi biljaka. Pri spravljanju sjenaže gubici hranljivih materija znatno su manji nego pri spremanju sijena klasičnim metodom. Takođe, gubici pri spremanju sjenaže su neznatni oko 5% , dok su gubici pri spremanju sijena 25 – 40 %, a nekada i veći. Konzervisanje biomase

spremanjem sjenaže jeste u potpunoj primjeni mehanizacije počev od košenja i spremanja, do pripreme i distribucije domaćim životinjama u staji. Spremanje nepresovanog sijena je sve manje aktuelno, kako u svijetu, tako i kod nas, pošto se ostvaruje veći utrošak rada pri spremanju i ishrani stoke, otežana je manipulacija sa istim i drugo. Za spremanje sjenaže u današnje vrijeme primjenjuju se u svijetu, a i kod nas dva sistema sjenažiranja: sjenažiranje u rol-balama sa zatvaranjem (obmotavanjem) bala plastičnom folijom i sjenažiranje u trenč silosima pri ubiranju mase silažnim kombajnom sa pick-up adapterom ili sa samoutovarnim prikolicama.

Potkonjak, pri ispitivanju tri tipa presa ostvario je učinak od 1,40-1,50 ha/h, odnosno 4,30 do 4,31 t/h (*Potkonjak i sar., 2010.*) [15]. Pri tom je ukupna realizovana snaga za pogon iznosila od 36,74 do 40,89 kW (*Potkonjak i sar., 2009.*) [13]. Navodi se, da savremeni rolbaleri iza pick-up uređaja imaju ugrađen uređaj za sjeckanje mase, pri čemu se postiže bolja zbijenost bale i manji utrošak energije za oblikovanje i sabijanje bale. Pri razvoju rolbalera tendencija je dobijanje bala manjeg prečnika, do 160 cm, radi lakše manipulacije, prema *Poničanu i Korenku (2008)* [12]. Savremene prese za formiranje valjkastih i velikih kvadar bala su s ugrađenim uređajem za sjeckanje mase, pri čemu su kod ovakvih uređaja noževi fiksni, a protunoževi su spiralno poređani i obavljaju "hranjenje" prese. Broj noževa se kreće, prema *Matthiasu (2001)* [9], od 10 do 24, čiji se broj brzo i jednostavno podešava. Prema istom autoru, pri tom se dobija veća zbijenost bala za 10-15%, što je pogodno za spremanje silaže i sjenaže.

Mašine za sakupljanje zelene, provenute ili suve mase – Samoutovarne prikolice konstruisane su da bi tretiranu masu uspješno i brzo pokupile, prevezle do objekata za skladištenje ili da izvrše distribuciju u jaslje (zeleni konvejer), sa što manje gubitaka. Sa razvojem specijalizovanih samoutovarnih prikolica sa noževima za sječenje mase, one imaju sve veću ulogu u proizvodnji travne silaže. Prednosti ove linije su u tome što su sve operacije mehanizovane, utrošak ljudskog rada je smanjen, ali je zato veliki utrošak mašinskog rada kroz potrošnju goriva. Ovo se odnosi prije svega na kapacitete transportnih agregata, jer se oni koriste svega sa 30 – 40% nosivosti. Glavni nedostatak samoutovarne prikolice pri sakupljanju slame je malo iskorištenje tovarnog prostora prikolice i malog učinka od 2,1 t/h pri prosječnoj brzini od 4,0 km/h (*Erbelji i sar., 1988*) [5]. Primjena samoutovarne prikolice je opravdana ako udaljenost od livade do silosa nije veća od 5 km. Ako je udaljenost veća, treba dobro razmisliti o ovoj tehnologiji jer će se u tom slučaju provesti previše vremena u transportu ([www.agroklub.com](http://www.agroklub.com)) [19]. Za pogon klasičnih presa potreban je traktor snage 25-35 kW. Prema ranijim ispitivanjima DLG [3] i [4] pri radnoj brzini klasične prese od 4,4 do 8,4 km/h realizovana snaga na PV traktora je iznosila 10,82 do 22,37 kW. Za pogon rol presa je potrebna snaga na PV traktora oko 40 kW, a za vuču 7-10 kW, pri čemu se preporučuje tzv. "direktni" pogon PV traktora.

Osnove za definisanje poljoprivrednog proizvodnog sistema dali su *Ortiz-Cana-vate i Hermanz (1999)* [10]. Ovdje su date definicije i klasifikacija energetske inputa u biljnoj proizvodnji i na osnovu njih prikaz energetske analize. Ona se svodi na određivanje energetske produktivnosti i energetske odnosa inputa i outputa referentne biljne proizvodnje. Metod po kome se može izvršiti energetska analiza poljoprivrednog proizvodnog sistema, svodi se na određivanje energetske vrijednosti inputa, na osnovu

količine i datih energetske ekvivalenata, i energetske vrijednosti outputa. Energija utrošena u procesu biljne proizvodnje dijeli se na direktnu i indirektnu. Pod direktno utrošenom energijom podrazumjeva se energija utrošena preko goriva dok se pod indirektno utrošenom energijom podrazumjeva utrošak hraniva, hemijskih zaštitnih sredstava, zatim korišćenje sredstava mehanizacije i sistema za navodnjavanje, transport i ljudski rad. [2] Direktni energetske inputi odnose se na korišćenje energije iz fosilnih goriva ili obnovljivih izvora energije kao biogorivo za direktnu primjenu u procesu. Trenutno, većina energenata koja se koristi direktno u poljoprivredi razvijenih zemalja su fosilnog porijekla kao što su dizel gorivo, benzin, tečni naftni gas, ugallj. Traktore i samohodne poljoprivredne mašine uglavnom pokreće dizel motor, jer dizel motori imaju veću efikasnost i period eksploatacije. Dizel gorivo je najrasprostranjenije od svih direktnih inputa u poljoprivredi (60-80% od ukupnog broja); tečni naftni gas, se uglavnom koristi za grijanje i sušenje, i električna energija za navodnjavanje biljaka. Za uspostavljanje vrijednosti energije sadržane u ovim inputima, potrebno je razmotriti njihovu vrijednost grijanja (entalpiju), dodavajući energiju koja je potrebna da bi energija bila dostupna direktno na upotrebu. Na primer, litar dizel goriva sadrži 38,7 MJ. Međutim, tome treba dodati, preradu, transport i dostupnost litar dizel goriva farmeru, tj. dodatnih 9,1 MJ treba dodati još ukupnom iznosu. Tako troškovi energije prilikom upotrebe jednog litra goriva iznosi 47,8 MJ (*Ortiz-Canavate and Hernanz, 1999.*) [10].

## MATERIJAL I METOD RADA

Radi kalkulisanja energetske outputa proizvodnje travne silaže, uzeli smo prosječan prinos travne mase prirodne livade metodom slučajnog kvadrata na oglednoj parceli. Pri spremanju sjenaže od prirodnih livada u toku ispitivanja korišćena su dva sistema: spremanje mase samoutovarnom prikolicom sa pick-up uređajem i spremanje sjenaže u rol balama.

Potrošnja agregata je određivana zapreminskom metodom, dosipanjem goriva do punog rezervoara i oduzimanjem od početne vrijednosti punog rezervoara. Potrošnja goriva po jedinici površine računata je preko računске metode. Obzirom da su za pogon obe mašine korišćeni traktorski agregati različite snage, praćenje potrošnje po jedinici površine računata je obzirom na tip motora, odnosno na osnovu snage motora i specifične potrošnje goriva. Hronometrijskom metodom su snimane sve operacije pojedinačno i utvrđivan učinak agregata. Vrijeme rada kao i hronometrija radnih operacija mjerena je štopericom. Za realizovanu snagu za pogon agregata korišćeni su tablični podaci po OECD-u. Ispitivanja su izvršena u okviru postojećih mogućnosti, obzirom na raspoloživu opremu. Ova ispitivanja su obuhvatila pojedine spomenute faze ili čitav tehnološki proces. U postupku energetske analize korišćena je metodologija data od strane Ortiz-Canavate-a i Hernanz-a, (1999) [10] a koja predviđa određivanje energetske inputa i energetske outputa, bazirano na izmjenjenim vrijednostima utrošenog materijala i ostvarenog prinosa i datim energetske ekvivalentima tj. konverzionim faktorima. Na osnovu dobijenih vrijednosti određeni su specifični energetske input, energetske odnos i energetske produktivnost. Energetske parametri koji definišu referentnu biljnu proizvodnju su:

$$\text{Specifični energetska input (EL)} = \frac{\text{Energetski input u proizvodnom ciklusu (MJ/ha)}}{\text{Output (kg/ha)}} \text{ (MJ/kg)}$$

$$\text{Energetski odnos (ER)} = \frac{\text{Energetska vrijednost proizvodnje (MJ/ha)}}{\text{Energetski input u proizvodnom ciklusu (MJ/ha)}}$$

$$\text{Energetska produktivnost (EP)} = \frac{\text{Output (kg/ha)}}{\text{Energetski input u proizvodnom ciklusu (MJ/ha)}} \text{ (kg/MJ)}$$

Energetski inputi se mogu kvantifikovati prema njihovoj energetska vrijednosti odnosno intenzivnosti.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Istraživanja su obavljena na parcelama prirodne livade u prvom otkosu. Prosječan prinos zelene mase bio je 21,2 t/ha i kretao se u granicama od 15,0-29,0 t/ha. Visina stabiljke ježevice (*Dactylus glomerata*), kao najzastupljenije travne vrste iznosila je od 50-120 cm prosečno 85 cm. Pri siliranju travne mase koristili smo dvije linije, prva linija siliranje samoutovarnom prikolicom sa noževima u silos i druga linija siliranje provenute travne mase u okrugle bale i omotavanje streč folijom.

U slučaju samoutovarne prikolice Sip Pionir 17 u agregatu sa traktorom IMT 540 (Agregat 1) ukupna količina potrošenog goriva u ogledu iznosila je 8,0 l/ha. Druga linija Rolobalirka Deutz – Fahr GP 2,50 u agregatu sa traktorom IMT 577 DV (Agregat 2) ukupna potrošena količina goriva u ogledu iznosila je 15,16 l/ha. Ono što još moramo napomenuti da prvu liniju u definsanju ukupnih troškova energije opterećuje traktor za gaženje silaže u silosu T40AS (Agregat 1a) sa potrošenih 11,5 l goriva, dok liniju sa rolobalirkom opterećuje operacija omotavanja bala traktor IMT 577DV + omotač Sipma z-557 (Agregat 2a) i njihovog transporta do farme sa 3,64 l potrošenog goriva.

U sljedećoj tabeli su predstavljeni energetska parametri đubrenja, košenja, grabljenja i samog načina sakupljanja travne mase. Svi parametri su iskazani preko potrošnje goriva po jedinici površine  $Q_{ha}$  (l/ha) a za toplotnu moć goriva usvojena je vrijednost od 47,8 MJ/kg (*Ortiz-Canavate and Hermanz, 1999.*) [10]

Tabela 1. Utrošak energije po operacijama  
*Table 1. Energy consumption per operation*

Agregat	$Q_{ha}$ (l/ha)	Ukupna energija goriva (MJ/ha)	Učinak (ha/h)	Potrošnja energije $E_{ha}$ (kWh/ha)	Tehnološka energija obrade (MJ/ha)	Koeficijent iskorišćenja goriva (%)
Cisterna Kaiser 2800+IMT 540	9,5	454,10	1,2	9,93*	35,76	7,87
RK 135 + IMT 540	6,58	314,52	1,03	11,57*	41,66	13,24
Favorit 220 + IMT540	2,72	130,02	1,3	4,72**	16,99	13,07
SiP Pionir 17 + IMT540	8,0	382,40	0,3	20,43**	73,55	19,23

T40AS za gaženje	11,5	549,70	-	-	-	-
Deutz – Fahr GP2,50 + IMT 577DV	15,16	724,65	0,45	57,24*	206,08	28,44
Sipma Z-557 + IMT 577DV	3,64	173,99	-	-	-	-

\*prema OECD-u sa 50% opterećenja za dati traktor

\*\*prema OECD-u sa 25% opterećenja za dati traktor

Direktni energetske inputi (tabela 2.) u pripremi travne silaže praćeni su u ogledu preko energije utrošene potrošnjom goriva za pogon tehničkih sistema odnosno kombinacija traktorsko – mašinskih agregata u izvodenju različitih operacija.

Tabela 2. Ukupni direktni inputi pri spremanju sjenaže (MJ/ha)

Table 2. Total direct inputs when storing silage (MJ / ha)

Operacija	Đubrenje	Košenje	Grabljenje	Sakupljanje	Ukupno
Direktni inputi (MJ/ha)	454,10	314,52	130,02	Pionir 17 + gaženje u silosu 932,1 Deutz-fahr GP2,50+omotavanje 898,64	Agregat 1 1830,74 Agregat 2 1797,28

## ENERGETSKI OUTPUT

Izračunavanje energetskeg outputa zavisi od tipa proizvodnje. U slučaju proizvodnje stočne hrane u stočarstvu output energije se definiše preko ostvarenog prinosa i toplotne vrijednosti datog hraniva. Travnja silaža (sjenaža) ima relativno visoku energetskeg vrijednost od 0,441 ovsenih jedinica po kilogramu odnosno 5,04 MJ/kg bruto energije (*Radovanović T., Rajić I. 1990.*) [17]. Sama eksploatacija travnih površina može trajati od jedne do deset godina što opet sve zavisi od tipa travnjaka, načina i sistema iskorištavanja kao i od mjera njege istog. U našem ogledu za 2012 godinu u uslovima bez navodnjavanja prosječan prinos zelene mase prirodnog travnjaka iznosio je 21,2 t/ha dok je prosušena masa sa 45% vlage imala prinos od 9,54 t/ha mase. Nakon izvršene hemijske analize datih uzoraka silaže i preračunavanja datog prinosa dobijamo sljedeće rezultate:

Energetskeg vrijednost proizvodnje (MJ/ha) = 4296,5 kJ/kg \* 9540 kg/ha = 40988610 kJ/ha = 40988,61 MJ/ha za energetskeg vrijednost silaže iz silosa odnosno,

Energetskeg vrijednost proizvodnje (MJ/ha) = 4576,9 kJ/kg \* 9540 kg/ha = 43663626 kJ/ha = 43663,63 MJ/ha za energetskeg vrijednost silaže iz okruglih bala.

## ENERGETSKA ANALIZA DIREKTHIH INPUTA

Na osnovu utvrđenih direktnih energetskeg inputa i energetskeg outputa izvršena je energetskeg analiza direktnih inputa proizvodnje travne silaže.

Tabela 3. Energetski bilans direktnih energetskih inputa proizvodnje sjenaže  
*Table 3. Energy balance of direct energy inputs silage production*

	Samoutovarna prikolica Agregat 1	Rolobalirka Agregat 2
Direktni energetski inputi (MJ/ha)	1830,74	1797,28
Prinos sjenaže (kg/ha)	9540	9540
Energetski output (MJ/ha)	40988,61	43663,63
Energetski parametri		
Specifični energetski input (EL)		
Energetski odnos (ER)	0,192	0,188
Energetska produktivnost (EP)	22,389	24,294
	5,211	5,308

Tabela 4. Učešće pojedinih direktnih inputa u ukupnim direktnim inputima primjenom različitih varijanata sjenažiranja

*Table 4. Share of individual direct inputs in total direct inputs by using different variants of silage production*

Operacija	Energija (MJ/ha)	Procentualno učešće %	Energija (MJ/ha)	Procentualno učešće %
Đubrenje (prihrana)	454,10	24,80	454,10	25,27
Košenje	314,52	17,18	314,52	17,50
Grabljenje	130,02	7,10	130,02	7,23
Sakupljanje Agregat 1	382,40	20,89	-	
Agregat 2	-	-	724,65	40,32
Gaženje	549,70	30,03	-	-
Omotavanje	-	-	173,99	9,68
Ukupno	1830,74	100,00	1797,28	100,00

Prema našim dobivenim podacima, u ukupnim direktnim inputima najveće učešće imaju inputi potrošnje goriva kod procesa gaženja silo mase 30,03% u varijanti sa samoutovarnom prikolicom, odnosno 40,32% kod procesa presanja valjkastih bala. Najmanji inputi se odnose na process grabljenja i omotavanja bale. Obzirom na date podatke vidimo zavisnost u proizvodnji i pripremi travne silaže od direktnih inputa (potrošnje goriva) na oba načina pripreme, međutim travna silaža kao osnovno kabasto hranivo u govedarskoj proizvodnji ima relativno visoku energetsku vrijednost, pa je iz tog razloga i razumljiv dosta visok stepen iskorišćenosti energije tj. odnos outputa i ukupnih direktnih energetskih inputa u proizvodnom ciklusu.

## ZAKLJUČAK

U procesu pripreme zelene mase za travnu silažu svi procesi mogu biti mehanizovani počev od kosidbe, grabljenja, sjeckanja i utovara, transporta i istovara sjeckanog materijala. Sve navedene mašine doprinose uspjehu pripremanja travne silaže i distri-



buciju iste do jaslala. Jedan od načina pripremanja travne silaže u posljednje vrijeme je i presanjem u okrugle bale omotane rastegljivom folijom kao jednog od novijih sistema koji se sve više uvodi u proizvodnju. Na taj način ovaj sistem proizvodnje pretvara bale u male mikrosilose. Samim izborom načina spremanja travne silaže možemo da utičemo na direktne inpute preko goriva za pogon datih agregata.

Na osnovu svega naprijed navedenog možemo izvesti sljedeće zaključke:

- da je ukupna potrošnja goriva za agregat 1 iznosila 19,5 l a za agregat 2 je iznosila 18,80 l što u našem slučaju znači da se od svih troškova energije u spremanju travne silaže najviše utroši u procesu sakupljanja samoutovarnom prikolicom i gaženjem u silosu 50,92% dok je baliranjem i omotavanjem ta potrošnja iznosila 50,00%.
- da su u ukupnim direktnim inputima najveće učešće imali inputi potrošnje goriva kod procesa gaženja silo mase 30,03% u varijanti sa samoutovarnom prikolicom (agregat 1), odnosno 40,32% kod procesa presanja valjkastih bala (agregat 2).
- shodno potrošnji goriva po datim operacijama, kretala se i potrošnja energije za date operacije kod agregata 1 20,43 kWh/ha odnosno kod agregata 2 od 57,24 kWh/ha sa dosta visokim koeficijentom iskorišćenja goriva od 19,23 i 28,44 %
- da je ukupna energetska vrijednost proizvodnje silaže iz silosa 40988,61 MJ/ha a energetska vrijednost silaže iz okruglih bala 43663,63 MJ/ha
- energetskom analizom direktnih inputa u proizvodnji travne silaže došli smo do zaključka da nema odstupanja u navedenim parametrima za obe varijante siliranja

Za neko preciznije poređenje neophodno je uraditi i sprovesti detaljnija terenska istraživanja radi davanja potpune ocjene oba načina ubiranja i pripremanja stočne hrane.

## LITERATURA

[1] Barać S., Đević M., Mratinić B.: Mehanizacija ubiranja. Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Zubin Potok, 2007.

[2] Dimitrijević A.: Energetski bilans proizvodnje salate u zaštićenom prostoru, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, magistarska teza, 2007.

[3] DLG Prüfberichte: Grassballenpressen, Prüfbericht 3080, 2765, 2802

[4] DLG Prüfberichte: Hochdruckpressen, Prüfbericht 2359, 2246.

[5] Erbelji, F., Imeri, R., Gashi, J. (1988): Spremanje slame samoutovarnim prikolicama Mengele. Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Zbornik radova, Opatija, str.267-274.

[6] Forristal P.D. and O' Kiely P.O. (2005): Silage production and utilisation (Update on technologies for producing and feeding silage) Proceedings of the XIVth International Silage Conference, a satellite workshop of the XXth International Graasland Congress, July 2005, Belfast, Northern Ireland.

[7] Institut za mehanizaciju poljoprivrede-Zemun: Report on Test in Accordance with O.E.C.D. Standard-Code for the Official Testing of Agricultural Tractors, Tractors IMT-576 and IMT-579, O.E.C.D Report No. 519, page 12, 1976.

- [8] Institut za mehanizaciju poljoprivrede-Zemun: Report on Test in Accordance with O.E.C.D. Standard-Code for the Official Testing of Agricultural Tractors, Tractor IMT-540 O.E.C.D Report No. 533, page 11, 1977.
- [9] Matthias J. (2001): Trends bei der Technik für die Futterernte. Landtechnik, Vol.56, No.6, p. 368-371.
- [10] Ortiz Canavate J., Hernanz J. L.: Energy Analysis and Saving, Energy for Biological Systems, CIGR Handbook, 1999.
- [11] Pejić, Đ.: Silažni kukuruz – Tehnologija proizvodnje i siliranja, Institut za kukuruz „Zemun – Polje“, Naučni bilten 3, Beograd – Zemun, 96, 1994.
- [12] Poničan, J., Korenko, M. (2008). Stroje pre rastlinu výrobu. Slovenska polnohospodarska univerzita v Nitre: 248.
- [13] Potkonjak, V., Anđelković, S., Zoranović, M., (2009): Eksploatacioni i energetski parametri presa za baliranje lucerke. Traktori i pogonske mašine, Vol.14, No 4.,s. 42-45.
- [14] Potkonjak, V., Anđelković, S., Zoranović, M., (2010): Eksploatacioni parametri presa za spremanje sena lucerke. Savremena poljoprivredna tehnika, Vol.36, No.1, s.47-52.
- [15] Potkonjak, V., Zoranović, M. (2010): Energetske karakteristike silažnih kombajna. Savremena poljoprivredna tehnika, Vol.21, No.3, s.105-109.
- [16] Radivojević D., Tošić M.: Mehanizacija pripreme stočne hrane, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet, Beograd, 2000.
- [17] Radovanović T., Rajić I.: Praktikum iz ishrane domaćih životinja, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak, 1990.
- [18] Vojvodić, M., Malinović, N., Nenić, P., Đukić, N., Stupar S., Railić, B.: Poljoprivredne mašine, „Nevkoš“, Novi Sad, 1998.
- [19] [www.agroklub.com/ratarstvo/spremanje-sjenaze/9505/](http://www.agroklub.com/ratarstvo/spremanje-sjenaze/9505/)

# MEHANIZOVANA SADNJA VEGETATIVNIH PODLOGA U SUŠNIM USLOVIMA

Vaso Komnenić<sup>1</sup>, Milovan Živković<sup>2</sup>, Mirko Urošević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Visoka poljoprivredna škola strukovnih studija Šabac, Šabac

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Beograd-Zemun

## SADRŽAJ

U radu su prikazani rezultati ogleada sadnje vegetativnih podloga: ručna (klasična sadnja) i mehanizovana sadnja sa hidroburom u sušnim uslovima u periodu od 1988. do 2012. godine. Sadnja hidroburom je urađena vodom i dodavanjem glistenjaka u zemljište. Najbolji rezultati u prijemu podloga su bili kod varijante ogleada sadnje sa hidroburom uz dodavanje glistenjaka u zemljište 94 %, a najmanji u ručnoj sadnji 59 %.

**Ključne reči:** vegetativna podloga, ručna sadnja, hidrobur, glistenjak, eksploatacioni pokazatelji rada

## MECHANIZED PLANTING VEGETATIVE ROOTSTOKS IN ARID CONDITIONS

Vaso Komnenić<sup>1</sup> Milovan Živković<sup>2</sup>, Mirko Urošević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Higher Agricultural School of Professional Studies Šabac, Šabac

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering, Belgrade-Zemun

## ABSTRACT

This paper presents the results of hand-planting (classical planting) and mechanized planting with hydrobohrer in drought conditions in the period from 1988 to 2012. Planting hydrobohrer is made by adding water and earthworm in soil. The best results in the receipt of the rootstoks were variants of planting with hydroborer with the addition of earthworm in the soil 94%, and the lowest in hand planting 59%..

**Key words:** vegetative rootstock, hand planting, hydrobohrer, earthworm, indicators of labor exploitation

## UVOD

Važan deo voćarske proizvodnje je da se u rasadničkoj proizvodnji proizvedu kvalitetne vegetativne podloge i sadnice. To je preduslov ostvarenja osnovnih zadataka

<sup>1</sup> Kontakt autor: Vaso Komnenić, e-mail: vasokom@yahoo.com

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu: „Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda”, evidencioni broj TR-31051, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

voćarske proizvodnje: dobijanje visokih prinosa kvalitetnih plodova, niski troškovi uz minimalno angažovanje ljudske radne snage.

Prvi korak je da se iz rastila podloga odaberu kvalitetne podloge, takve podloge zasade u zemlju i okaleme, a zatim odgovarajućom tehnologijom radova dobiju kvalitetne sadnice.

Na žalost, prijem posadenih vegetativnih podloga umnogome zavisi od padavina (kiša, navodnjavanje). U godini kada u vreme sadnje padavina nema dovoljno (sušni uslovi) izostaje zadovoljavajući prijem, a na kraju i dobar kvalitet sadnica.

U radu su dati rezultati istraživanja sadnje podloga u sušnim uslovima primenom tri načina sadnje: ručne sadnje (klasična sadnja) i mehanizovane sadnje sa hidroburom (voda i voda+glistenjak).

## MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanje mehanizovane sadnje vegetativnih podloga u sušnim uslovima obavljeno je na objektu Reva i Ogledno Polje, Instituta PKB Agroekonomik. Ispitivanje je obavljeno u sušnim godinama u periodu sadnje podloga (1998., 2004. i 2012. godine). Sadnja podloge je obavljena u prvoj dekadi aprila, a rezultati prijema su registrovani u drugoj dekadi juna. Od posadenih podloga po blok sistemu u tri varijante su odabrane 3x3x100 podloga: ručna sadnja (klasična sadnja), sadnja hidroburom i sadnja hidroburom uz ručno dodavanje glistenjaka.

Sadnja je obavljana na međurednom rastojanju 1,2 m i rastojanjem u redu 0,15 m.

Hidrobur se sastoji iz glave hidrobura na kojoj su izbušena četiri otvora dijametra 3 mm, tela hidrobura sa dve cevi u obliku slova T, papuče za potiskivanje hidrobura u zemlju i regulaciju dubine sadnje i creva kojim se hidrobur povezuje sa potisnim crevom atomizera.

Napominjemo da dijamaetar cevi hidrobura, glava hidrobura kao i broj i dijamaetar otvora na glavi zavisi od korenovog sistema vegetativne podloge ili sadnica voća ili vinove loze koja se sadi. Glava hidrobura je napravljena tako da može da se zavrne na telo hidrobura (sl. 1 i 2).



Slika 1. Izgled hidrobura  
*Figure 1. View hydrobohrer*



Slika 2. Hidrobur-voda  
 Figure 2. Hydrobohrer-water

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

U tabeli 1. dati su eksploatacioni pokazatelji rada hidrobura u sadnji podloga. Iz tabele se vidi da je prosečno vreme po podlozi iznosilo 2,04 s, da je glistenjak dodavan u proseku u količini od 11 g, da je utrošeno po podlozi 0,06 ml goriva i da je po podlozi u zemljište uneseno 0,64 l vode.

Tabela 1. Eksploatacioni pokazatelji rada  
 Table 1. The exploitation performance indicators

Pokazatelji	Jedinica mere	Veličina
Vreme po podlozi	s	2,04
Glistenjak po podlozi	g	11
Utrošeno gorivo po podlozi	ml	0,06
Voda po podlozi	l	0,64

Glistenjak sadrži sve hranljive materije koje biljke mogu uzimati i sa njima pokriti sve svoje potrebe za hranljivim materijama. Sastoji se od stabilnih agregatnih mrvica koje vezuju vodu i hranljive materije veoma brzo. Njegova stabilnost uslovljava bolje provetranje i drenažu zemljišta. Glistenjak pokazuje neutralnu ili blago bazičnu reakciju. Glistenjak pozitivno utiče na razvoj podzemnih i nadzemnih delova biljke. Poboljšava fizičku, hemijsku i biološku strukturu zemljišta. Efekti se ispoljavaju u povećanju prinosa, u poboljšanju vodno-vazdušnog režima zemljišta, u obogaćivanju korisne mikroflore zemljišta, u poboljšanom kontaktu sistema zemljište-biljke, u poboljšanju kvaliteta proizvoda i u povećanju otpornosti biljaka.

Na slikama 3 i 4 prikazan je rad u sadnji podloga sa hidroburom.



Slika 3. Hidrobur u radu  
*Figure 3. Hydrobohrer in work*



Slika 4. Hidrobur u radu i veza sa agregatom  
*Figure 4. Hydrobohrer in work and relationships with aggregate*

Tabela 2 predstavlja rezultate prijema vegetativnih podloga u zavisnosti od varijanti ogleđa. Vidi se da je kod ručne sadnje procenat prijema najmanji i iznosio je 59 %, kod sadnje sa hidroburom+voda je prijem bio 79% dok je najbolji prijem bio kod sadnje hidrobur +voda+glistenjak 94%.

Tabela 2. Rezultati prijema podloga po varijantama ogleđa (%)  
*Table 2. The results in the receipt of variants experiments (%)*

Varijanta ogleđa	Ručna sadnja	Hidrobur + voda	Hidrobur + voda + glistenjak
1	54	82	95
2	59	75	93
3	64	80	94
Prosek	59	79	94

Značajno povećanje prijema podloga u varijanti ogleđa hidrobur+voda+ glistenjak od 15 % u varijanti ogleđa hidrobur+voda i veoma značajan rast u odnosu na ručnu

sadnju od 35 %, kao i razlika u varijanti ogleđa hidrobur+voda u odnosu na ručnu sadnju od 20 % garantuje visok prijem vegetativnih podloga u sušnim periodima sadnje. Ovo se može objasniti, da stabilne agregatne mrvice glistenjaka imaju osobinu da produženo čuvaju vlagu u zemljištu i time omogućuje vegetativnoj podlozi (a i drugim biljkama) da im tako sačuvana vlaga bude dostupna u narednom periodu do sledeće kiše.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata korišćenih načina sadnje vegetativnih podloga u sušnom periodu može se zaključiti:

- Sadnja hidroburom garantuje značajno veći procenat prijema podloga u odnosu na ručnu sadnju.
- Najbolji rezultati prijema podloga su postignuti u varijanti ogleđa hidrobur+voda+glistenjak 94 % u odnosu na ručnu sadnju 59 % i sadnje hidrobur+voda 79 %.
- Glistenjak osim što dobro vezuje vodu, u zemljištu doprinosi da vodu podloga produženo koristi.
- Za preporuku je da se sadnja obavlja hidroburom.

## LITERATURA

[1] Nenić P., Komnenić V. 1993. Sredstva mehanizacije u proizvodnji sadnog materijala, Savetovanje o proizvodnji voćno sadnog materijala, Beograd, 1-9.

[2] Prevod iz publikacije: AGRI-HOLLAND 1089/2, 1990. Podizanje intenzivnih voćarskih nasada i njihovo opremanje potrebnom mehanizacijom, Agrotehničar 12/90, ATEP, Zagreb, 17-26.

[3] Živković. M., Urošević. M., Komnenić. V. 1995. Mogućnosti istovremene obrade zemljišta i unošenja mineralnih đubriva u vinogradima, Poljotehnika 5-6, Beograd, 45-48.

[4] Živković, M., Urošević, M., Komnenić, V. 2008. Tehnološki i tehnički aspekti mehanizovane sadnje višegodišnjih zasada, Poljoprivredna tehnika, god. XXXIII, br 3, Beograd, 33-39.

# PRIMENA MOBILNIH ROBOTA U POLJOPRIVREDI

**Mičo V. Oljača<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Miloš Pajić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>,  
Zoran Dimitrovski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija*

<sup>2</sup>*Univerzitet „Goce Delčev“, Mašinski fakultet, Štip, Republika Makedonija*

## SAŽETAK

Rad analizira pregled postanka konstrukcija robota i novijih dostignuća u razvoju mobilnih robota i njihovu moguću primenu u poljoprivredi. Predstavljene su neke od ideja i konstrukcija danas, kao i za naredni period.

**Ključne reči:** mobilni roboti, istorija razvoja i primene, poljoprivreda

## APPLICATION OF MOBILE ROBOT IN AGRICULTURE

**Mičo V. Oljača<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Miloš Pajić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>,  
Zoran Dimitrovski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup>*University „Goce Delcev“, Faculty of mechanical engineering, Stip, Macedonia*

## ABSTRACT

The paper analyzes the construction of the foundation inspection robots and recent advancements in the development of mobile robots and their possible use in agriculture. Here are some ideas and constructions today and for the next period.

**Keywords:** mobile robots, history of development and use, agriculture

## UVOD

Mobilni roboti su uređaji koji mogu da se kreću sa jednog mesta na drugo samostalno, bez pomoći spoljnih operatera. Za razliku od većine industrijskih robota koji mogu da se kreću samo u određenom ograničenom radnom prostoru, mobilni roboti imaju posebnu funkciju da se slobodno kreću u okviru unapred definisane površine/dimenzije radnog prostora i da ostvare svoje predviđene ciljeve. Ova mogućnost čini

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Mičo Oljača, e-mail: [omico@agrif.bg.ac.rs](mailto:omico@agrif.bg.ac.rs)

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu: „Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda”, evidencioni broj TR-31051, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.



ih pogodnim za veliki repertoar primene u okruženju, pa i poljoprivredi i sličnim delatnostima (šumarstvo i vodoprivreda).

Osnove kretanja mobilnih robota se razlikuju u koncepciji hodnog sistema robota (WMRs, *Wheeled Mobile Robots*) ili nogu mobilnih robota (LMRs, *Legged Mobile Robots*) mobilnih robota u obliku bespilotnih malih letelica, ili danas popularni dronovi (UAVs, *Unmanned Aerial Vehicles, helikopteri*), i autonomnih podvodnih vozila (AUVs, *Autonomous Underwater Vehicles*).

VMRs su veoma popularni jer su odgovarajući za tipične aplikacije sa relativno jednostavnih mehaničkih rešenja i svakako potrošnje energije za obavljanje predviđenih funkcija.

Legged roboti (sa nogama) su pogodni za poslove u nestandardnim sredinama/okolnostima kao što su, stepenice, gomila šteta, kamenja i slično. Tipično, to su sistemi sa dve, tri, četiri ili šest nogu, ali postoje i mnoge druge mogućnosti/kombinacije. Single-leg roboti imaju retke aplikacije, jer oni samo mogu da se pomere u režimu skakanja preko podloge i nemaju primenu u oblasti poljoprivrede.

## DEFINICIJA ROBOTA

Termin-robot (robota) prvi put 1921. godine, je zvanično upotrebio češki pisac Karel Čapek, i znači, u strogom prevodu, prinudni rad [1,2].

U nauci i tehnologiji ne postoji globalna ili jedinstvena definicija robota. Kada je Josif Engelberger, otac moderne robotike, definisao robota, rekao je: -Ne mogu da definišem robota, ali znam kako izgleda jedno kad ga vidim.! [22].

*The Robotics Institute of America* (RIA, 1990) definiše industrijski robot kao: re-promabilni multi-funkcionalni manipulator, dizajniran, tako da premesti materijale, delove, alate, ili kao specijalizovani uređaj koji, preko promenljivih programiranih pokreta za obavljanje različitih zadataka, stiču informacije iz okruženja, a kreću se inteligentno i precizno, kao odgovor na postavljene zadatke.

Robot se generalno pominje u obimnoj literaturi, kao mašina koja obavlja inteligentnu vezu između percepcije i akcije. Robot se može programirati da radi bez ljudske intervencije, a uz pomoć veštačke inteligencije, može da obavlja složene zadatke u svom okruženju.

Današnji mobilni roboti razumeju prirodni govor, mogu se kretati bezbedno u okruženjima koja imaju različite tipove prepreka, prepoznaju prave predmete, sami pronađu plan staze kretanja, i generalno mogu da razmišljaju o postavljenom problemu. Inteligentni mobilni dizajnirani robot koristi metodologije i tehnologije inteligentnog, kognitivnog ponašanja zasnovanog na kontroli. Mobilni robot mora da ima najveću fleksibilnost učinka na nekom predviđenom poslu/predmetu, sa angažovanjem određenog tipa reči i minimalne računarske kompleksnosti (upotrbljeni algoritimi i programski jezik).

## KRATKA ISTORIJA ROBOTA

Istorija robota može se podeliti u dva opšta perioda, prema [1,2]: Drevni i preindustrijski period, i Industrijski i savremeni period

Prvi robot u istoriji, prema literaturi, pojavio se 2500-3000 godina p.n.e., [1,2]. Opisan je u grčkoj mitologiji kao mehanička konstrukcija od bronz, nalik na telo čoveka, pod nazivom Talos (ταλως), [3].

350 godina p.n.e. izgrađena mehanička ptica, (Golub), koji je pokreće parom, što predstavlja jednu od ranijih istorijskih studija leta nekog modela .

270 godina p.n.e., u Grčkoj, Ktesibios konstruisao je vodeni sat, koji uključuje pokretne delove protokom vode. Isti autor je napisao knjigu -O pneumatici, gde je pokazao da je vazduh materijalnog porekla.

200 godina p.n.e., kineski zanatlija konstruiše mehanički muzički automat, koji ima u reprodukciji zvuka odlike jednog orkestra.

100 g.n.e., Heron iz Aleksandrije, dizajnira i konstruiše nekoliko regulatora mehaničkog tipa koji beleže: pređeno rastojanje (km), uređaj za automatsko otvaranje vrata hramova, i automatsku distribuciju vina.

1200. godine, Al Jazari, arapski autor, napisao je knjigu -Automata, koja je jedna od najvažnijih tekstova u proučavanju istorije tehnologije i inženjeringa.

1490. godine, Leonardo Da Vinči, konstruiše uređaj koji izgleda kao oklopni vitez koji se samostalno kreće. Ovo je prvo početno rešenje humanoidnog robota.

1520.godine, Hans Bullman (Nürnberg, Germany) konstruiše pravog androida, koji predstavlja deo istorije imitacije pokreta i akcije ljudi (na primer, igranje/pokreti uz pratnju muzičkih instrumenata).

1818. godine, Engleska književnica Mery Shelly, piše čuveni roman baziran na veštačkoj kreaturi (robot), koga je u romanu stvorio dr Frankenštajn. Svi roboti, u ovom romanu, na kraju su bili protiv ljudske vrste u horor stilu.

1921. godine, češki pisac Karel Čapek, u pozorišnoj igri sa žanrom naučne fantastike, pod nazivom: -R.U.R. (Rossumovi Univerzalni Roboti), pominje reč robot, posle koje se ova reč češće koristi u žanru opisa likova koji imaju osobine i mašine i čoveka.

1940. godine, Isak Asimov, pisac romana o naučnoj fantastici, koristi prvi put termin robot, i 1942. godine, napisao je -Runaround, sa tri zakona robotike (poznati Asimovi zakoni):

1. Robot ne sme povrediti ljudsko biće, niti svojom neaktivnošću dopustiti da ljudsko biće bude povređeno;

2. Robot mora izvršavati naredbe ljudi, osim kada je to u suprotnosti sa Prvim zakonom;

3. Robot mora štiti vlastito postojanje, osim ako je to u suprotnosti sa Prvim ili Drugim zakonom.).

## **PERIOD INDUSTRIJALIZACIJE ROBOTA**

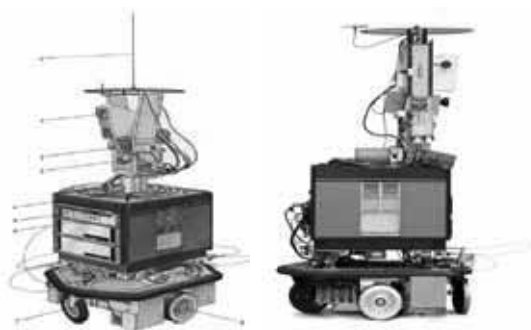
Period industrijalizacije robota počinje 1954. godine, kada je George Devol patentirao univerzalnu robotsku ruku. Kasnije, 1956. godine, on zajedno sa Joseph Engberger, osniva prvu svetsku kompaniju za robote: Unimation (Universal Automation).

1961. godine, konstruisan je industrijski robot -Unimate, i postavljen na proizvodnu liniju u auto industriji kod kompanije General Motors, USA .

1963. godine, RanchoArm, je prvi računar koji kontroliše rad robota, pojavio se u Rancho Los Amigos Hospital (Dovnei, Ca, USA). Ovo je bila ruka-proteza dizajnirana da pomogne ljudima sa određenim stepenom invaliditet.

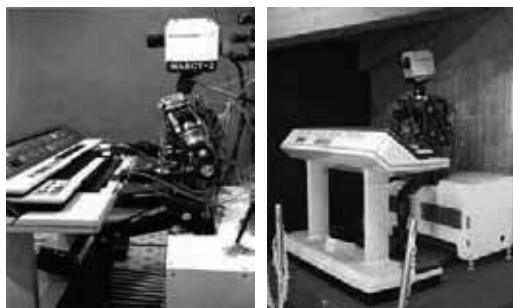
1969. godine, prva prava veštačka fleksibilna ruka, poznata kao, Stanford Arm, (Stanford University), konstruisana u laboratoriji za veštačku inteligenciju Victor Scheinman. Ova ruka je ubrzo postala standard, a još uvek utiče na dizajn današnjih robota manipulatora kod industrijskih postrojenja i fabrikama .

1970/72. godina, je početna godina mobilne robotike. Mobilni robot Shakey je razvijen u Stanford University, USA, (danas poznata SRI tehnologija). Robot je pod kontrolom inteligentnih algoritama, koji reaguju na signale dobije od senzora na sopstvene akcije i kretanja, (sl.1.). Ime robota (Shakey), nastalo kao rezultat nepredviđenih kretanja robota.



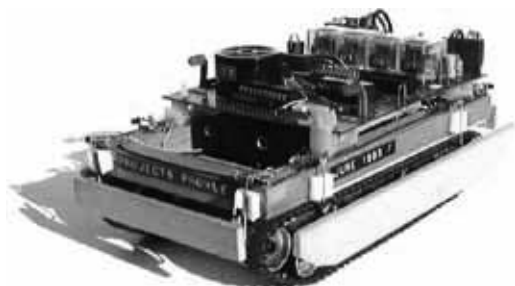
Slika 1. Mobilni robot Shakey, [22]  
*Figure 1. Mobil robot Shakey, [22]*

U deceniji 1980-1989. godine, dominiraju roboti iz Japana. Među njima su *WABOT-1* i *WABOT-2* (sl.2), koji predstavljaju prvi pokušaj razvijanja konstrukcije robota humanoida, sa specijalnim ciljem: samostalna upotreba tastature muzičkog instrumenta.



Slika 2. Roboti Univerziteta Waseda, Japan: WABOT-1, WABOT-2, [23]  
*Figure 2. Robots of University Waseda, Japan: WABOT-1, WABOT-2, [23]*

1980/1983. godine je konstruisano mikro robot vozilo, Microrobot Prowler, (sl.3), kao okvir projekta Sinclair, u Velikoj Britaniji.



Slika 3. Robot Prowler, Sinclair projekat, [25].  
*Figure 3. Robot Prowler, Sinclair projects, [25].*

U deceniji 1990-1999. godine značajna je pojava samohodnih robota istraživača (koračajući i hodni sistem gusenica) koji su obavljali poslove i operacije opasne ili nedostupne ljudima (polarne ili veoma visoke temperature kod kratera vulkana). Primeri rešenja tih robota su *Dante* (1993) i *Dante II* (1994), *Houdini* (1993), u istraživanju planina i vulkana Mt. Erebrus, Antartik, i Mt. Spurr, Aljaska (Sl.4 i 4a. ).



Slika 4. Dante II robot, [26].  
*Figure 4. Dante II robot, [26].*



Slika 4a. Robot Houdini, [26].  
*Figure 4a. Robot Houdini, [26].*

Mars Pathfinder NASA svemirska letelica uspešno je sletela na Crvenu planetu-Mars 4. jula, 1997. godine, noseći samohodno mini-robot vozilo *Sojourner* (sl.5). Robot-vozilo težine od 10500 gr., obavilo je različite eksperimente na površini Marsa. Radio signale sa rezultatima istraživanja, emitovani su na Zemlju do septembra 1997. godine



Slika 5. Mini robot-vozilo, *Sojourner*, [21, 20].  
*Figure 5. Mini robot-vehicle, Sojourner, [21, 20].*

2011. godine, od 6. avgusta, robot vozilo Curiosity (sl. 6.) istražuje Gale Crater na Marsu, kao deo programa NASA agencije koje uključuje ispitivanje klime i geologije. Ovde je uključena istraga o ulozi vode, i prikladnost studije za stanovanje u pripremi za buduće ekspedicije do 2020 godine. U junu 2014 .godine, posle 687 zemaljskih dana, misija i podaci poslani sa vozila Curiosity, omogućila je zaključak, da, Mars nije nikada imao uslove okoline povoljne za život mikroba.



Slika 6. Robot vozilo Curiosity, [19, 20].  
*Figure 6. Robot vehicle Curiosity, [19, 20].*

Od 2000. godine do danas, pojavljuju se mnogobrojne konstrukcije novih inteligentnih mobilnih humanoidnih robota sposobnih da gotovo u potpunosti u interakciji sa ljudima prepoznaju glasove, lica i gestove, prepreke, i slično, pa su primenjeni u različitim oblastima i situacijama. Primeri takvih rešenja su: HONDA, humanoid robot ASIMO (razvoj od 2000 do 2011., sl. 7a ); ROLLIN JUSTIN, (German Air Space Agency) iz 2009. godine, sl. 7.b), robot koji priprema i poslužuje jelo i piće; Robot WowWee Roberover koji služi za zabavu i igranje; TOMY i-SOBOT (2007), a humanoid robot (sl.7d.), sa preko 200 funkcija sličnih pokretima ljudi u akcijama koje predstavljaju simulaciju borbilačkih sportova .



Slika 7. Roboti humanoidi, od 2000 do danas, [16, 17, 18].  
*Figure 7. Humanoid robots, from 2000 to day, [16, 17, 18].*

AIBO ERS-7., robot kućni ljubimac, (razvoj SONY od 1999 do 2005), sa opcijom učešća na izložbama i takmičenjima robota (sl.8a)

SHADOW, robot ruka, (2008., sl.8c); FLAME, (2007), Toyota humanoidni robot, (sl.8a), posebno razvijen zbog karakteristika i usavršenog kretanja sa nogama.



Slika 8. Novi tipovi robota, [16, 17, 18].  
*Figure 8. New types of robots, [16, 17, 18].*

iROBOT Roomba, PowerBot, su roboti platforme, nastali 2003. godine (sl.9.) različitih dimenzija 1,4x1,3x1,1m, i nosivosti od 100-300 kg. Primenu imaju u obavljanju istraživanja, navigaciju ili inspekciju procesa, po svim vremenskim uslovima. Platforme su opremljene radio vezom, ultrasoničnom opremom i sonarima za uspešnije kontrolisanje kretanja .



Slika 9. Pokretni roboti-platforme, [17, 18].  
 Figure 9. Robot moving platforms, [17, 18].

## MEHANIZMI ZA KRETANJE ROBOTA

Kretanje robota po različitim podlogama može da se obavi sa zglobnim mehanizmima (nogama), točkovima, i robota koji koriste principe kretanja u aerodinamici (helikopteri)

Točak je izum ljudi, a noga je biološki element određene grupe živih bića na Zemlji. Biološki multifunkcionalni organizam ima osobenost, može da se kreće, u različitim sredinama sa teškim preprekama, grubim osnovama bez teškoća, pomoću nogu. Insekti imaju veoma malu veličinu i težinu, a poseduju veliku robusnost, koja se ne može postići u uslovima veštačke konstrukcije ovakvih hodnih sistema .

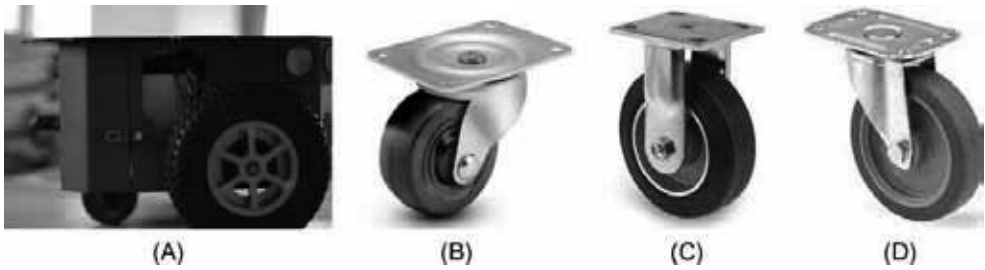
## ROBOTI SA NOGAMA

U stvarnim uslovima, robot sa nogama, mora biti statički stabilan. Ovaj uslov je zadovoljen ukoliko se centar gravitacije nalazi uvek u poligonu definisan stvarnim kontaktnim tačkama sa podlogom. U praksi, kontakt robota sa podlogom je preko noge i male površina - stope. Zato su ovakvi roboti dizajnirani u kategorije: sa dve noge, kao dovoljan i potreban uslov (Sl. 10a) i sa više nogu (Sl.10b i c). Ovi roboti imitiraju hod, ili redosled i način postavljanja i podizanje zglobova noge i stopala u vremenu i prostoru kroz određene faze postavljanja zglobova i stopala u međusobni odnos. Ovakve konstrukcije robota nemaju značajnu primenu u poljoprivredi i neće biti analizirani u ovom radu.



Slika 10. Roboti sa nogama: (a)-Asimo; (b)-WildCat; (c)-Slair, [27, 31].  
 Figure 10. Roboti sa nogama: (a)-Asimo; (b)-WildCat; (c)-Slair, [27, 31].

## ROBOTI SA TOČKOVIMA



Slika 11. Konvencionalni točak (a); Fiksni točkovi za oslonac (b,c,d), [28].

Figure 11. The conventional wheel (a); The fixed main support wheels (b,c,d), [28]

Pokretljivost-mobilnost robota sa točkovima ili WMRs (*Wheeled Mobile Robots system*) zavisi od tipova točkova ili diskova koji se koriste kao hodni sistem. Sistem WMRs mora osigurati da svi točkovi imaju dobar siguran kontakt sa podlogom. Glavni problemi WMRs je dizajn koji obezbeđuje sile za vuču, pokretljivost, stabilnost i kontrolu-upravljanje, koje zavise od vrste točkova i njihove konfiguracije- rasporedu na robot vozilu. Tipovi točkova koji koriste robot vozila: konvencionalni (pogonski i standardni za osolonac sa/bez rotacije oko oslonca, sl. 11) i specijalni (univerzalni, mehanički, i lopta, sl. 12).



Slika 12. Dizajn univerzalnih točkova, [28].

Figure 12. Design of universal wheels, [28].

Univerzalni točak, (sl.12) se okreće oko centralne ose točka. Po obodu točka ima male valjke raspoređene po spoljnom prečniku, koji su postavljeni normalno na osu rotacije točka (sl.12b). Na ovaj način točak može da se kotrlja i pomera radijalno u pravcu paralelnom osi točkova, i pored normalne rotacije točka.



Slika 13. Dizajn točkova koji su pokretni u više pravaca (omni-direkcional sistem), [28, 42].

Figure 13. The omni-direkcional wheels, [28, 42].



Omni-direkcional točak (sl.13), je sličan konstrukciji univerzalnog točaka, ali je više pari valjaka postavljeno pod uglom  $\pm 45^\circ$  u odnosu na osu obrtanja točka. Sila  $F$  rotacije točka (Sl.13a), deluje preko valjaka na podlogu, kao :  $F_1$  sila paralelna centralnoj osi, i sila  $F_2$  upravna na osu valjka. Vozilo sa ovakvim rešenjem točkova i pojave sila okretanja točkova, kreće se u pravcu rezultante sila. Zato točak zauzima tačnu poziciju u prostoru što omogućuje vozilima (ODVs, sl. 13), sa ovim sistemom lako i precizno upravljanje [28, 42].

Lopta (sferni oblik, sl.13) nema direktnih ograničenja na pravce kretanja. Osa rotacije točka lopte može imati proizvoljnu pravac. Jedan od načina da se rotacija lopte postigne je korišćenje aktivnog prstena sa tri step elektro motora koji pokreću loptu na osnovu trenja između minijaturnih točkova koji ima valjke po obimu lopte (sl.13). Na ovaj način je omogućeno kontrolisano rotiranje lopte i kretanje platforme u određenim pravcima. Zbog komplikovane konstrukcije lopta točak, vrlo retko se koristi u praksi, ali ima eksperimentalnih vozila (Sl. 14, Peugeot).



Slika 14. Dizajn mehanizma sferni oblik (točak-lopta), [28].

*Figure 14. Design of spherical wheel (wheel-ball), [28].*

## ROBOTI KOJI LETE

U poslednjoj dekadi XX veka pojavili su minijturni uređaji koji lete/lebde na malim visinama (10-30-50 m), nalik na klasične letelice i helikoptere (Multirotor Aerial Vehicles –MAV, Unmanned Aerial Vehicles –UAV, agricultural drone -AD, hexacopter, [40]). Imaju daljinsku kontrolu parametra leta, sa trajanjem do 120 min., a opremljeni su preciznom navigacionom, optičkom (CCD, HS, kamere) i drugom merenom opremom za prikupljanje raznih: meteoroloških, bioloških i situacionih podataka sa terena na kojima se nalaze ratarske, voćarske kulture ili šume.

Relativno jeftini (prva primena je bila za vojne svrhe) jer u osnovnoj verziji njihova cena je do 2000 \$, danas imaju veoma veliku primenu (kontrola, nadzor, inspekcija stanja useva, voćarskih kultura ili šuma) u razvijenim poljoprivredama, pre svega Kanade, Amerike i Evrope.

Na osnovu analize podataka koje prikupljaju ove minijturne letelice-roboti (sl.15), u poljoprivredi moguće je donositi buduće precizne odluke o: momentu i količini vode za navodnjavanje, primeni i količini pesticida, početku žetve, sličnim tehničko-tehnološkim detaljima poljoprivredne proizvodnje.



Slika 15. Poljoprivredni mini helikopter (agridrone), [40].  
*Figure 15. Agricultural helicopter (agridrone), [40].*

## PRIMENA ROBOTA DANAS U POLJOPRIVREDI

Poljoprivredni roboti ili agribot je robot koji obavlja određene, ili sve poslove u oblasti poljoprivrede. Oblast primene robota u poljoprivredi su različite. Glavna odlika primene su uključujući i viši kvalitet svežeg proizvoda, niži troškovi proizvodnje, kao i što manje potrebe za fizički rad ljudi. U većini slučajeva, ima mnogo faktora koje treba razmotriti (na primer, veličina i boja plodova koje se beru) pre početka zadatka koji robot obavlja. Roboti mogu da se koriste i za zadatke kao što su rezidbe u voćarstvu, operacije zaštite od korova, nadgledanje svih faza rada. Roboti se takođe može koristiti u stočarstvu, kao što je automatska mužu, pranje i nadgledanje kretanja životinja u svim fazama gajenja. Jedna od glavnih operacija u savremnoj poljoprivredi je mogućnost prikupljanja blagovremenih i tačnih informacije sa parcela koje se nalaze na otvorenom prostoru: o zemljištu (trenutna vlažnost, elementi mineralne ishrane) i stanju biljaka (položaj, broj, visina, rastojanje u redu i između redova, i situacija u pogledu korovske vegetacije, pre svega broj, i položaj) u proizvodnji određene poljoprivredne kulture. Za ovakve namene konstruisana je samohodna robot platforma (sl. 16) sa sensorima (Madsen and Jakobsen, 2001), i robot sa gusenicom ISAAC2 (Hohenhiem University, 2001). Samostalan prolaz robota preko useva, i registrovanje položaja u prostoru sa GPS uređajima [32], omogućuje prikupljanje pomenutih podataka .



Slika 16. Portalna platforma i robot ISAAC2, [32].  
*Figure 16. Portal platform and robot ISAAC2, [32].*

Kontrola biodiverziteta biljaka (vrste, rasprostranjenost, položaj u prostoru), može realizovati sa robotskim platformama (sl.17) na kojima postoji odgovarajuća oprema za registrovanje pojedinih osobina korovske vegetacije. Robot Autonomous Christmas

(sl.17a) razlikuje korove koje ne mogu biti štetni u osnovnom usevu, na osnovu kolor analize ugrađenih senzora, [32]. BoniRob (Amozone Werke, Bosh), samostalno obavlja fenotipske analize grupe biljaka (i pojedinačnih) na određenom prostoru po m<sup>2</sup> koje skenira CCD kamerom visoke rezolucije (sl.17b).

Na portalnom nosaču može biti i dodatna operema: razne kamere, penetrometar, i aparati za merenje efekata precizne zaštite useva. Robot Phoenix (sl.17c), ima autonomni elektro pogon (University of Hohenheim i University of Southern Denmark-SDU, 2014), a služi za inspekciju stanja poljoprivrednih useva sensorima i kamerama visoke rezolucije .



Slika17. Roboti pokretne platforme: (a) Autonomous Christmas ; (b) Boni Rob; (c) Phoenix  
 Figure 17. Robot mobile platforms : (a) Autonomous Christmas ; (b) Boni Rob; (c) Phoenix



Slika 18. Roboti pokretne platforme: (a) Amaizing 09; (b) Eduro Maxi; (c) Ceres II  
 Figure 18. Robot mobile platforms: (a) Amaizing 09; (b) Eduro Maxi; (c) Ceres II

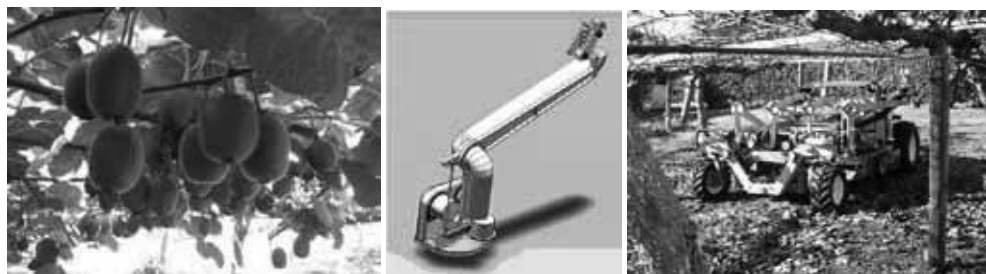
*Autonomi robot Amaizeing 09*, (University of Applied Sciences Osnabruck, Germany), ima pokretnu usavršenu platformu na točkovima (4x4), opremljenu sensorima, preciznom ultra kolor kamerom i uređajima za navigaciju, koji omogućuju manevrisanje robota i okretanje na malom prostoru u redovima kukuruza kod prikupljanja podataka u procesu navodnjavanja i registrovanja prisutnih korovskih vrsta i na golf tereni- ma [34].

*Robot platforma Eduro Maxi*, [32], sa tri točka, dva prednja pogonska, jedan upravljački za preciznu korekciju putanje kretanja (sl.18b). Može da obavi do nekoliko tipova zadataka na polju tako što precizna kamera i laser i GPS uređaj prepoznaju visinu i rastojanje biljaka levo i desno u toku kretanja po redu biljaka, a inspekciju redova u polju, samostalno ponavlja .

*Ceres II robot* (Fontys Hogeschoien FHT&L, Netherland, 2012), ima platformu na metalnim točkovima (4x4) sa pogonskim elektromotorom od 150 W, i 6500 h autono-

mnog rada na polju (sl.18c). Oprema: dve FireWire i jedna USB kamera, i dva osetljiva senzora QE tipa . Namena: inspekcija i kontrolisanje kvaliteta trave golf terena.

Primena robota u voćarstvu, kod berbe plodova (npr jabuke, kiwi i slično) i inspekcije voćarskih kultura danas je uobičajena pojava u mnogim savremenim voćnjacima. Konstrukcija autonomnog robota (sl 19) koja se koristi na plantažama za kiwi, New Zeland.



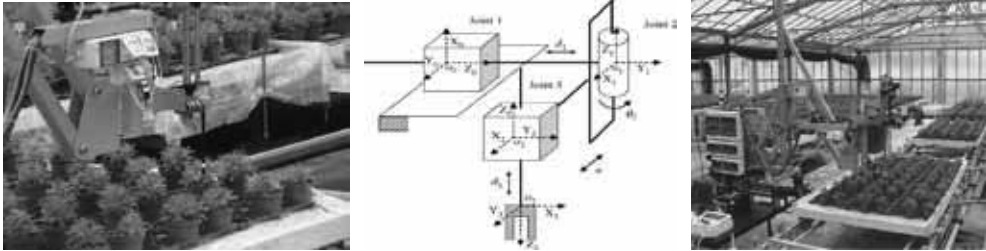
Slika 19. Robot-platforma (robot ruka), plantaža za kiwi [41]  
*Figure 19. Robot platform with elastic arm, kiwi orchard [41]*

Robot-pokretna platforma sa točkovima 4x4, na osnovu GPS uređaja i senzora i 3D kamere precizno određuje položaj i način kretanja po redovima, i položaj kiwi ploda u prostoru.

Robot bere-odseca kiwi plodove (veoma osetljivi na pritisak) zglobnom robot rukom (sl.19), koja na prstima ruke ima precizne osetljive senzore na pritisak i dodir, (približna vrednost osećaju na dodir ljudske ruke). Kiwi plod je uspešno otkinut sa grane i ostavljen u posude za prikupljanje plodova, i smanjeno je učešće ljudskog rada na plantažama.

U poslednjoj deceniji, napredne tehnologije i najnoviji rezultati naučnih istraživanja su uglavnom najviše primenjene u poljoprivredi na otvorenom prostoru u cilju poboljšanja kvaliteta proizvoda i povećanja produktivnosti i isplativosti primenjenih rešenja .

U Holandiji, kada su počele da se proizvode velike količine paradajza, krastavaca i paprika u zatvorenom prostoru plastenika i staklenika, prosečna veličina ovih prostora od 1 ha, dostigla je 5 ha, sa ukupnom površinom preko 3000 ha, [35]. U ovakvom slučaju, rad ljudi je najveći faktor troškova moderne poljoprivrede koncentrisane na malom i zaštićenom prostoru. Zbog efektne zamene rada čoveka i povećanja produktivnosti i preciznosti, počele su primene određenih tipova robota sa mehaničkom rukom (sl.19). U počenoj fazi primene, ovi roboti nisu bili najpogodniji za sisteme koji se koriste u zaštićenim objektima, jer oni se nalaze u okruženju koje potencijalno prouzrokuje probleme: mehanička oštećenja plodova, veoma nepovoljne klimatske uslove, visoke vrednosti relativne vlažnosti i temperature, i promene uslova osvetljenja. Automatizacija procesa u poljoprivredi je izazov u narednim godinama, posebno u sredinama kao ograničeni zatvoreni prostori staklenika i plastenika (sl.20).



Slika.20. Robot u stakleniku, [39]; Slika 18a. Kinematski model rada robotske ruke [39]  
*Figure 20. Robot arm-joint green houses, [39], Figure, 18a. The kinematic model of the robot arm operation [39]*

Kinematski model robot ruke (sl. 20a) opisuje položaje ruke koja ima tri referentna zgloba pokretna u pravcima po osama  $x_{0123}$ - $y_{0123}$ - $z_{0123}$ , opisana referentnim jednačinama koje su potrebne za strukturu algoritma pokreta robot ruke u operativnom prostoru ruke.

Autonomni modularni robot [35], otkriva senzorima i CCD kamerama pojedinačne krastavce, sa odstojanja od 0,8 m procenjuje zrelost i otkida termičkim postupkom zrele plodove (sl.21). Tokom eksperimenata detektovano je 95% od zrelih krastavaca i 80% su ubrani preciznim postupkom ruke robota, gde kompletna operacija, ciklus branja traje 10 s. (3D snimanje ploda kamerama, pokreti mehaničke ruke sa 7 stepeni slobode, uređaj za termičko rezanje, i pomeranje vozila na kome se nalazi sva potrebna oprema).



Slika 21. Autonomni modularni robot za brajne krastavaca u zatvorenom prostoru, [35, 36]  
*Figure 21. Autonomous indoors modular robot, cucumbers harvest, [35, 36]*

Berba paradajza (i crvene paprike) autonomnim robotom, koji ima (sl. 22): robot ruku (dva prizmatična zgloba i pet rotacionih zglobova sa dužinom nadlaktice i prednjeg dela robot ruke od 200 mm do 250 mm), vizuelne senzore, sistem za kretanje sa točkovima (4x4).

Kolor CCD kamera se koristi za determinaciju boje paradajza i paprike i nijanse crvene boje (sl. 22). Položaji plodova paradajza i paprike u prostoru u osnovi detektovani su inokularnom stereo vizijom (kamerom).



Slika 22. Autonomni robot za ubirajne paradajza i paprike u zatvorenom prostoru, [38]  
*Figure 22. The Autonomous indoors robot, tomato and red peper harvest, [38]*

U Japanu je konstruisan autonomni robot (Institut za poljoprivrednu mehanizaciju, i Seiko&Co.), koji pomoću instalirane opreme i programa može odabrati i ubrati jagode na osnovu njihove boje (sl.23). Sazrele jagode (na osnovu intenziteta crvene boje) detektuju tri stereoskopske 3D kamere, a senzori analiziraju koliki je stepen crvene boje, na osnovu koje se određuje rang zrelosti ploda i vreme branja. Robot se kreće po šinama (sl.23), brzo odredi položaj ploda jagode u 3D prostoru sa tri kamere, i zatim odseca plod u procesu koji traje 8 s za jedan plod, uz uslov najmanjeg oštećenja ploda. Na ovaj način ubere se jagode sa 1 ha za 500h rada robota, sa mogućim smanjenjem na 300h. Ovaj robot u budućnosti, ima opciju branja jagoda noću, pa voće može da stigne do tržišta sa optimalnom svežinom ploda.



Sl.23. Autonomni robot za branje jagoda u zatvorenom prostoru, [37].  
*Figure 23. Autonomous indoors robot, strawberries harvest, [37].*

## ZAKLJUČAK

Mnogobrojna istraživanja potvrđuju naprednu i perspektivnu funkciju različitih tipova i robota u poljoprivredi. To se odnosi na unapredjenje funkcije smanjenja udela ljudskog rada u poljoprivrednim operacijama i povećanje produktivnosti. Takođe su značajno umanjeni gubici u prinosu poljoprivrednih kultura, (ubiranja kultura), gde podaci koji se dobijaju od robota značajno utiču na sigurnost obavljanja ovog procesa. Posebno se ističe zaštita životne sredine i rizici po čoveka zbog faktora gde roboti koriste adekvatne računске programe i daju preporuke ili sami ispravno obavljaju pojedine tehnološko-radne operacije u poljoprivredi.

Razvoj primene robota u poljoprivredi mnogobrojni autori istraživači posmatraju kao jedan od najboljih i najsigurnijih načina poboljšanja svih parametra kvaliteta i sigurnosti u svim granama buduće moderne poljoprivrede.

Da bi se navedeno ostvarilo potrebno je što pre ostvariti i pokrenuti nove istraživačke programe realne i stalne primene robota u poljoprivredi.

## LITERATURA

- [1] Freedman J.: Robots through history: robotics. New York, NY: Rosen Central; 2011.
- [2] Mayr O.: The origins of feedback control. Cambridge, MA: MIT Press; 1970.
- [3] Lazos C. Engineering and technology in ancient Greece. Athens: Aeolos Editions; 1993.
- [4] Campion G, Bastin G, D'Andrea-Novel B. Structural properties and classification of kinematic and dynamic models of wheeled mobile robots. IEEE Trans Rob Autom 1996;12(1):47-62.
- [5] Floreano D, Zufferey J.C. Robots mobiles. EPFL Course-Mobile Robots, www.cs.cmu.
- [6] Bekey G. Autonomous robots. Cambridge, MA: MIT Press; 2005.
- [7] Siegwart R, Nourbakhsh I. Autonomous mobile robots. Cambridge, MA: MIT Press; 2005.
- [8] Braunl T. Embedded robotics: mobile robot design and applications with embedded systems. Berlin: Springer; 2006. <<http://newplans.net/RDB>>.
- [9] Salih J, Rizon M, Yacacob S, Adom A, Mamat M. Designing omni-directional mobile robot with mecanum wheel. Am J Appl Sci 2006;3(5):1831—5.
- [10] West M, Asada H. Design of ball wheel mechanisms for omnidirectional vehicles with full mobility and invariant kinematics. J. Mech. Des. 1997;119:153—7.
- [11] Holland J-M. Rethinking robot mobility. Rob. Age. 1988;7(1):26—30.
- [12] Duro JR, Santos J, Grana M. Biologically inspired robot behavior engineering. Springer; 2002.
- [13] Katevas N, editor. Mobile robotics in healthcare. Amsterdam: IOS Press; 2001.
- [14] Tzafestas SG. Auton. mob. rob. in health care services. J. Intell Rob.Syst. 1998;22(3-4):177-350.
- [15] Fong T., et al. A survey of socially interactive robots. Robot Aut. Syst. 2003;42(3-4):143-66.
- [16] <http://www.gizmag.com/go/1765picture/2029>; <http://razorrobotics.com/safety>.
- [17] <http://mobilerobots.com/ResearchRobots/ResearchRobots.aspx>;
- [18] <http://www.conscious-robots.com/en/reviews/robots/mobilerobots-pioneer-3p3-dx-8.html>.
- [19] <http://www.space.com/17896-mars-rover-curiosity-first-scoop-samples.html>
- [20] [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/msl/#.VGNw40p1Bu4](http://www.nasa.gov/mission_pages/msl/#.VGNw40p1Bu4)
- [21] [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/mars-pathfinder/](http://www.nasa.gov/mission_pages/mars-pathfinder/)
- [22] <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-417049-0.00001-8>http
- [23] [www.humanoid.waseda.ac.jp/booklet/kato\\_2.html](http://www.humanoid.waseda.ac.jp/booklet/kato_2.html).
- [24] <http://www.thocp.net/reference/robotics/robotics2.htm>)
- [25] <http://www.davidbuckley.net/DB/Prowler.htm>.
- [26] [www.frc.ri.cmu.edu](http://www.frc.ri.cmu.edu)
- [27] <http://www.robotics.mech.kit.ac.jp>

- [28] <http://www.generationrobots.com>
- [29] <http://www.rotacaster.com.au/robot-wheels.html>;
- [30] <http://www-scf.usc.edu/>
- [31] [www.lexrobotics.com](http://www.lexrobotics.com)
- [32] B. S. Blackmore. et. al. Robotic agriculture - the future of agricultural mechanisation? Precision Ag. ed. J. Stafford, A.P., 2005. pp: 621-628.
- [33] [www.eduromaxi.cz](http://www.eduromaxi.cz)
- [34] Steffen Meinke, et al. Modular sen. plat. for autonomous ag.applications, Field Robot Event 2009, Wageningen, The Netherlands.
- [35] E.J. van Henten, et al.: An Auton. Robot for Harvesting Cucumbers in Greenhouses, Autonomous Robots 13, 241-258, 2002.
- [36] [www.hemming.nl](http://www.hemming.nl)
- [37] <http://www.straitstimes.com/the-big-story/asia-report/japan>
- [38] <http://mama.agr.okayama-u.ac.jp/lase/tomato.html>
- [39] G. Belforte; et. al. Robot Design and Testing for Greenhouse Applications, Biosystems Engineering (2006) 95 (3), 309-321
- [40] <http://www.service-drone.com>
- [41] A. J. Scarfe, R. C. Flemmer, H. H. Bakker and C. L. Flemmer. Development of An Autonomous Kiwifruit Picking Robot, Proceedings of the 4th International Conference on Autonomous Robots and Agents, Feb 10-12, 2009, Wellington, New Zealand
- [42] <http://ary1.populus.org/rub/5>.



# STANJE I PERSPEKTIVE MAŠINSKIH PRSTENA U SAVREMENOJ POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI

Miloš Pajić<sup>1</sup>, Dušan Radojičić, Kosta Gligorević, Milan Dražić,  
Mićo Oljača, Ivan Zlatanović

*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Nemanjina 6, 11080 Zemun-Beograd*

## SAŽETAK

Analiza proizvodnih potencijala poljoprivrede Srbije ukazuje da poljoprivredna gazdinstva imaju niz nedostataka sa stanovišta primene zahteva savremene poljoprivredne proizvodnje, prvenstveno primene savremene mehanizacije. Mala veličina poseda i relativno velika rasparčanost poseda jasno govore o nemogućnosti racionalnog korišćenja savremenih tehničkih sredstava, velikog učinka i visokog kvaliteta obavljanja radnih procesa. Nepovoljna starosna struktura, relativno mali broj čisto poljoprivrednih domaćinstava, kao i mali broj mladih koji svoju perspektivu vide na seljačkom gazdinstvu, utiču na posebno formiranje svesti poljoprivrednika (bez ambicija, nedostatak volje, hronični nedostatak novčanih sredstava).

Još pre 3-4 decenije sa istim i sličnim problemima suočile su se i razvijene zemlje Evrope. Danas se taj problem, u tim zemljama, prevazilazi udruženjima poznatim pod nazivom „mašinski prstenovi“. Karakteristika koja najviše utiče na pojavu formiranja mašinskih prstenova je učešće mehanizacije u troškovima proizvodnje. Da bi jedan mašinski prsten „živeo“ i razvijao se, neophodno je veliko angažovanje mašina tokom godine, ali se ne sme zanemariti i uticaj čoveka.

Prvi oblici udruživanja u vidu mašinskih prstenova u Srbiji organizovani su u opštinama Tutin, Sjenica i Prijepolje u okviru međunarodnog projekta, kao i u Bečeju, Opovu i Bačkom Petrovom selu kroz spontanu inicijativu i interes poljoprivrednih proizvođača. Budućnost mašinskih prstenova u Srbiji leži u formiranju neformalnih grupa poljoprivrednih proizvođača, koje bi sa budućom podrškom agrarne politike ovom vidu udruživanja i poslovanja prešli u status pravnog lica. Tada bi mašinski prstenovi, formirani kao pravna lica, dobili neophodnu poslovnu klimu za uspešno i efikasno poslovanje.

**Ključne reči:** poljoprivredna mehanizacija, udruženje, troškovi proizvodnje, organizacioni oblik

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Miloš Pajić, e-mail: paja@agrif.bg.ac.rs

Istraživanje prezentovano u ovom radu nastalo je kao deo istraživanja po projektu TR 31051 finansiranom od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

# SITUATION AND PERSPECTIVE OF MACHINERY RINGS IN CONTEMPORARY AGRICULTURE PRODUCTION

Miloš Pajić, Dušan Radojičić, Kosta Gligorević, Milan Dražić,  
Mićo Oljača, Ivan Zlatanović

*Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Nemanjina 6, 11080 Zemun-Belgrade*

## ABSTRACT

Analysis of agricultural production potential Serbia indicates that farms have a number of disadvantages from the point of application demands of modern agricultural production, primarily the application of modern machinery. The small size of the estate and the relatively high fragmentation possession speak clearly about the impossibility of rational use of modern technology, high-performance and high-quality performance of business processes. Unfavorable age structure, a relatively small number of agricultural households, as well as a small number of young people who see their future in a rural farm, affecting in particular the formation of farmer awareness (without ambition, lack of will, a chronic lack of funds).

Even before the 3-4 decades with the same or similar problems were faced and developed countries of Europe. Today this problem, in these countries, beyond the associations known as “machinery rings”. The characteristic that most affects the occurrence of forming machinery rings share of machinery in production costs. In order for a machine-ring “lived” and evolved, it’s a big commitment machine during the year, but should not be neglected, and the impact of humans.

The first forms of association in the form of machinery rings in Serbia were organized in the municipalities of Tutin, Sjenica and Prijepolje within the international project, as well as in Becej, Opovo and back through the village of Peter spontaneous initiative and interest of farmers. The future of machinery rings in Serbia lies in the formation of informal groups of farmers, which would support the future of agricultural policy to this form of association and the business moved to the status of a legal entity. Then the machine rings, formed as a legal person, get the necessary business climate for successful and efficient business.

**Keywords:** agricultural machinery, association, production costs, organizational form

## UVOD

Upoređivanjem poljoprivrede Srbije i drugih zemalja, može se uočiti da postoje veće razlike u pokazateljima poljoprivredne proizvodnje između Srbije i razvijenih zemalja Evrope. Generalno se može reći da je intenzivan razvoj poljoprivrede Evropske Unije u svim segmentima, s jedne strane, i nemogućnost poljoprivrede Srbije da prati taj razvoj i da savremena tehnička i tehnološka rešenja primenjuje u svojim uslovima, s druge strane, doveo do značajnog zaostajanja naše poljoprivrede. Značaj poljoprivrede za ukupni razvoj privrede Srbije, zaostajanje poljoprivrede Srbije za poljoprivredom

razvijenih zemalja Evrope i opredeljenje Srbije da postane član EU, nalažu neophodnost prilagođavanja i približavanja ukupnog agrarnog sistema uslovima EU.

Moderna poljoprivredna proizvodnja više nije moguća bez savremene poljoprivredne mehanizacije. Istovremeno mehanizacija predstavlja najveći pojedinačni udeo u troškovima proizvodnje [11, 12]. Naročito na manjim proizvodnim jedinicama (imanjima) ti troškovi zbog zakona velikih brojeva kod mašina i malog obima proizvodnje znatno smanjuju prihode. Moderna mehanizacija sve je savršenija, veća i efikasnija na jednoj, a sve skuplja na drugoj strani, pa ograničena investicijska mogućnost brojnih proizvođača onemogućava participiranje u novim tehnologijama i njihovo mesto na tržištu sve je slabije. Pokušaj smanjenja ovih negativnih odnosa prisutni su sve od uvođenja prvih mašina u današnjem smislu (u 19. veku), a naročito su došli do izražaja krajem 20. i početkom 21. veka, sa masovnim uvođenjem i razvojem poljoprivredne mehanizacije. Pošto su mogućnosti pojedinih korisnika ograničene (ograničen obim površina), moguće je povećati obim rada samo sa korišćenjem mašina na više imanja [5].

Sa sličnim problemima su se pre 40 godina suočile i mnoge zemlje Evrope. Danas se taj problem, u tim zemljama, prevazilazi udruženjima poznatim pod nazivom „mašinski prstenovi“. U tim zemljama, u cilju prevazilaženja problema, razvili su se različiti organizacioni oblici korišćenja mašina. Tako je u Švedskoj formirana organizacija za korišćenje poljoprivrednih mašina još 1910. godine. U Francuskoj je nastalo Udruženje korisnika poljoprivrednih mašina CUMA (Coopérative d' utilisation de matériel agricole), u Italiji Tercisti, oni koji pružaju usluge trećim licima. U SAD postoji veliki broj preduzeća specijalizovanih za pružanje usluga poljoprivrednom mehanizacijom, a prvenstveno su usmerena na aplikaciju pesticida i mineralnih đubriva.

Udruženje pod nazivom „Mašinski prsten“ nastalo je polovinom prošlog veka u Bavarskoj. Posle velike teritorijalne ekspanzije u Bavarskoj, tokom sedamdesetih godina, ova organizaciona forma proširila se i u okolnim zemljama. Danas se koristi u zemljama zapadne, srednje i severne Evrope, a funkcionišu i u Japanu i u zemljama američkog kontinenta. Ova ekspanzija se vremenski poklapa sa brzim ili čak naglim razvojem i pojavom na tržištu mašina velike snage, velikog učinka i visoke cene. Očigledno je da postoji povratni uticaj: Nove mašine su uticale na formiranje mašinskih prstenova, a preko mašinskih prstenova su mala seljačka gazdinstva bila tržište za nove mašine. Savremena poljoprivredna proizvodnja ne može se zamisliti bez produktivne mehanizacije. Preduslov za korišćenje takvih mašina je obezbeđenje uposlenosti, dobra organizacija rada, obučenost rukovaoca, tačno definisani odnosi [5]. Sve ove prednosti mašinski prsten pruža svojim članovima. Razvijene zemlje koriste prednosti ovakvog načina organizovanja, stimulišu rad mašinskih prstenova, i tako pružene usluge na ovaj način nisu oporezovane i smatraju se ugovorenom proizvodnjom.

Mašinski prsteni (MP) u suštini su samo organizacioni oblik međukomšijske saradnje, koja zauzima veće teritorije (opština, više opština) i ima jasne principe za obradu rada po unapred poznatim i dogovorenim cenama. MP su kao zadruge, i brinu se o razmeni informacija među potražnjom i ponudom usluga svojih članova. Sve mašine su u vlasništvu pojedinih članova, koji nude usluge. Danas su MP organizacioni oblik koji je zaživeo u 12 zemalja zapadne, srednje i severne Evrope. U mnogim zemljama

MP već su nadgradili osnovnu ulogu i postali centralno mesto povezivanja i organizovanja rada poljoprivrednih proizvođača i izvan poljoprivrede (komunalne oblasti i dr.). Principijalno su prihodi iz rada u okviru MP oslobođeni od poreza na prihod i obično se organizacioni rad subvencionise iz budžeta.

## PRIMERI EVROPSKIH ZEMALJA

U Nemačkoj [6] se javljaju čak tri organizaciona oblika, od kojih najširu primenu ima mašinski prsten:

- mašinske zajednice (Maschinengemeinschaften), udruženi seljaci koji zajednički nabavljaju mašine, a pojedinačno ih koriste na svojim gazdinstvima,
- mašinski prstenovi (Maschinenringen), kooperativne organizacije zasnovane na nabavci pojedinih mašina i razmeni obavljanja radnih operacija između gazdinstava na bazi plaćanja usluga, i
- preduzeća za obavljanje mašinskih usluga (Gewerbliche Lohnunternehmen), gde preduzetnik sam kupuje mašine i radi sa njima usluge.

U Nemačkoj je osnovano oko 300 MP kao udruženja, sa blizu 200.000 članova. Oko 36% gazdinstava je u okviru MP, koji obrađuju 45% poljoprivrednih površina Nemačke. Rad mašinskih prstenova objasnimo na primeru Nemačke pokrajine Bavarske, jer je Nemačka među vodećima u radu MP. Sa druge strane Bavarska je izabrana zato što je pokrajina sa najmanjim posedom (prosečno 16,8 ha) što je i problem naše poljoprivrede.

Bavarska se posebno ističe visokim procentom organizovanosti, jer oko 72% poljoprivrednih površina i 54% gazdinstava opslužuju MP. Osim toga, Bavarska je karakteristična i po tome što je oko 60% zemljišta u zakupu. Pri tome se neretko ista lica pojavljuju i kao zakupodavci i kao zakupljivači zemljišta. Jer, u cilju racionalnije upotrebe mašina i smanjenja troškova proizvodnje, vlasnici imanja svoje udaljenije parcele daju u zakup, a neke druge parcele, koje su bliže njihovom gazdinstvu, uzimaju u zakup. Na taj način oni fiktivno vrše ukрупnjavanje svojih imanja.

Bavarska ima 12 miliona stanovnika (15% od cele Nemačke), a ukupna obradiva površina iznosi 3,3 miliona ha (20% od cele Nemačke). Od ukupnog stanovništva na poljoprivredno aktivno otpada 3,9%. Primarna poljoprivreda Bavarske ostvaruje 8,5 milijardi €/god (3% BND), dok sa pratećom industrijom prihod se penje na 23 milijarde €/god (17 % BND). Poljoprivreda po prihodu predstavlja treću privrednu granu pokrajine po značaju. Još jedan kuriozitet je da Bavarski farmer godišnje proizvede hrane za 110 ljudi. Obrazovanost poljoprivrednika se ogleda i u činjenici da čak 40% farmera koristi blagodeti interneta kao globalne mreže. Trenutno u Bavarskoj postoji 78 udruženja MP sa oko 100.000 članova, a godišnji promet koji ostvaruju dostiže 300 miliona € [6]. Kod ovog načina udruživanja radi se o slobodnom udruživanju poljoprivrednika jedne regije ili opštine. Glavni cilj ovog udruživanja je ekonomičnija proizvodnja malih i srednjih farmera. Osnovna ideja iskoristila je staru potrebu da se komšije ispomažu. Angažuje se profesionalac koji rukovodi radom prstena. Postoje dva osnovna pravna akta: cenovnik i statut u kojima je određen način rada i raspodela dobiti. Pokrivanje troškova rada MP se ostvaruje sa provizijom koja se kreće do 3% [8].

Poljoprivrednici koji su se specijalizovali za davanje usluga, često prerastaju u privatne preduzetnike kojima je to jedini izvor prihoda, posebno kod skupe opreme (samohodni kombajni za silažu, šećernu repu i sl.). Oni prodaju usluge pojedinačne opreme, ali i usluge kompletnog radnog procesa (siliranje, navodnjavanje, đubrenje, skidanje useva i dr.). U svom radu su primorani zbog konkurentnosti da rade sa najproduktivnijim mašinama visoke tehnologije. Samim tim i njihove kalkulacije i periodi otpisa se razlikuju u odnosu na obične poljoprivrednike. Koristeći usluge specijalizovanih preduzimača poljoprivrednici dobijaju aktuelna znanja i najnoviju tehnologiju. Ovo najbolje ilustruje analiza prof. Dr. Volk-a (tabela 1.), koja potvrđuje da kod jednostavnijih operacija poljoprivrednici ne uzimaju usluge mašinskog prstena, dok kod složenijih dominiraju ugovorene usluge.

Tab. 1. Učešće mašinskih operacija pruženih kroz sistem mašinskih prstena\*  
*Tab. 1. Participation mechanical operations provided through a system of mechanical ring \**

Operacija	Učešće (%)	
	1996	2000
Spremanje kukuruzne silaže	90	96
Vađenje šećerne repe	60	80
Setva okopavina	70	70
Silitanje trava	50	75
Žetva ćitarica	60	60
Zaštita bilja	30	30
Međuredna kultivacija	30	30
Setva žitarica	20	20
Obrada Zemljišta	10	15
Manipulacija tečnom osokom	5	15

\*(izvor/source: Radić, 2002)

U Austriji se sedamdesetih godina dvadesetog veka, po uzoru na Bavarsku, osnivaju prvi MP. Danas ih ima 170, sa 70.000 članova. Pokret obuhvata 30% gazdinstava i 40% ukupnih poljoprivrednih površina. Talas formiranja MP proširio se iz Austrije dalje na Mađarsku, Sloveniju, Veliku Britaniju.

U Sloveniji je pored tradicionalno prisutne međukomšijske saradnje i pojedinih ogleđa sa mašinskim zadrugama, počela i era mašinskih zajednica, paralelno sa "motorizacijom" poljoprivrede. U početku je bilo osnovano oko 6 hiljada mašinskih zajednica, od toga oko 10% sa pisanim ugovorom [3]. Takva situacija je poboljšala situaciju kod korišćenja poljoprivrednih mašina, naročito kod nabavke nove mehanizacije, ali su ubrzo nastali poznati problemi, koji proizilaze iz zajedničkog vlasništva.

Prvi MP u Sloveniji su formirani 1994. godine. Tehničku i organizacionu podršku MP davala je poljoprivredna savetodavna služba (Kmetijska savetodavna služba) koja se angažovala na uređenju pravnih osnova za rad MP. Ministarstvo poljoprivrede Slovenije (Ministarstvo za kmetijstvo, gozdarstvo i prehrano) je sufinansiralo osnivanje

i rad MP.

Mašinski prsteni organizovani su kao zadruge fizičkih lica po zakonu o zadrugama [8]. Taj zakon dosta je liberalan i omogućava i ograničenu profitabilnu delatnost zadruga (npr. izvođenje komunalnih usluga, ali ni jedan MP to još ne radi). Upravni odbor i predsednik zvanično vode MP, ali sve organizacione radove za izvođenje usluga sa mašinama izvodi plaćeni vođa (menadžer). Do sada ni jedan MP nema zaposlenog vođu sa punim radnim vremenom, što je dugoročni cilj svakog MP. Ministarstvo poljoprivrede Slovenije subvencionise organizacione troškove u iznosu 50%, ali max. 3.000 EUR/MP uz ispunjavanje minimalnih uslova (100 članova, 2,5 usluga mašinskih sati/ha polj. zemljišta po 1 članu). Na prihode iz usluga članovima u MP ne plaća se porez na prihod do visine 290 EUR/ha zemljišta u obradi, ali max. 20 ha. Na rad pravnim subjektima plaća se porez na prihod u visini 10% (kao dopunska delatnost po zakonu o poljoprivredi). Kod poreza na dodatnu vrednost (PDV) važe opšti uslovi za poljoprivredu. 1996. godine osnovan je Savez mašinskih prstena, koji povezuje, zastupa i servisira MP sa različitim materijalima potrebnim za rad (kancelarijski materijali, marketinški materijali, radna odela) i brine se o transferu informacija i obrazovanju [1].

U Sloveniji je došlo i do intenzivne saradnje sa tradicionalnim MP iz Austrije i Nemačke. Stručnjaci iz Slovenije su sakupljali informacije u tim zemljama i prenosili ih u matične MP. Formiranje MP išlo je uporedo sa uvođenjem siliranja u valjkaste bale, što je tipični radna operacija u MP Slovenije, pa je to u nekim sredinama pomoglo razvoju ideje formiranja MP.

Do 2000. godine formirano je 45 MP, koji praktično pokrivaju celu teritoriju Slovenije [3]. Kod formiranja postavljen je princip, da se MP organizuje na teritoriji sa najmanje 2 hiljade imanja, tako da bi tokom godina rada mogli očekivati oko 400 članova i puno zaposlenih menadžera. Dve trećine osnovanih MP u Sloveniji ima takav potencijal. Ukupan broj članova, kao i broj članova po MP raste, ali je još daleko od idealnog. U proseku, članovi MP obrađuju dva puta više poljoprivrednog zemljišta od proseka u državi (10,1 ha naspram 4,8 ha). Dva MP prestala su sa radom. U 2001. godini subvenciju države koristilo je 32 MP, koje istovremeno možemo računati za aktivnije. Svake godine veći je obim usluga koje su izvršili članovi MP. U 2000. i 2001. godini izvršeno je oko 100.000 mašinskih sati usluga. Nužno je naglasiti, da su ovo samo sati, za koje su izvršitelji radova naručiteljima napisali potvrdu, račun za zaračunati iznos. Stvarni obim usluga po procenama je 3 do 4 puta veći, ali nije dokumentovan. Po strukturi radova najveći obim imaju svi oblici žetve (žetva žitarica i kukuruza, berba šećerne repe, spremanje silaže u bale, siliranje kukuruza), slede setva, transport, šumski radovi, obrada zemljišta, zaštita bilja itd. Po procenama, kao usluge izvrši se preko 90% siliranja u bale i žetva pšenice i kukuruza za zrno i preko 95% berbe šećerne repe. Najveći deficit trenutno je kod zaštite bilja zbog problematičnog rada. Očekuje se porast potražnje kod siliranja kukuruza (samohodni kombajn), obrade zemljišta i setve (kombinacija), te kod uređenja okoline i komunalnih radova.

Tab. 2. Broj članova mašinskih prstena u Sloveniji (1994-2001)\*  
 Tab. 2. The number of mechanical ring in Slovenia (1994-2001) \*

Godina	Broj MP	Broj članova MP	Broj članova/MP
1994	21	944	45
1995	34	2118	62
1996	39	2884	74
1997	40	3496	87
1998	42	4033	97
1999	44	4713	107
2000-2001	45	5146	114

\*(izvor/source: Dolonšek, 2002).

Po početnom elanu formiranja u brojnim MP može se osjetiti neki “prazan” hod i postavlja se pitanje kako dalje. Poneki MP ne uspevaju uključiti očekivani broj poljoprivrednika i postići planirani obim rada. Često se postavlja pitanje kako rad u MP učiniti još interesantnijim. Razmišljanje o smanjenju troškova obično nije dosta, pošto donosi efekte tek na dugi rok i ponekad uopšte nije tako uočljiv kao kupovina jedne nove mašine. U brojnim MP nisu (još) odgovarajuće rešili pitanje rukovođenja (menadžmenta). Često postoji problem kako naći i platiti menadžera. Ima dosta mladih ljudi sa poljoprivrednim obrazovanjem, a samo retko ko vidi u MP pravo radno mesto. Činjenica je, da je često to radno mesto potrebno tek izgraditi i da je potrebno vlastitom inicijativom osigurati deo prihoda za platu. Ali dobro rešeni primeri pokazuju, da takva situacija nudi i puno slobode kod rada.

U 2007. godini u Sloveniji je funkcionisalo 45 MP koji pokrivaju teritoriju cele Slovenije. Oni imaju 5.755 članova, što čini 7% svih poljoprivrednika Slovenije. MP su u 2007. godini obradili površinu od 61.112 ha, uloživši 137.295 časova rada mašina.

Za puno poljoprivrednih imanja uopšte više nije moguće zamisliti rad bez korišćenja i/ili izvođenja usluga u MP. Mašinski prsten kao jedan neophodan deo poslovanja dolazi polako ali sigurno.

U Mađarskoj se mašinski prstenovi pojavljuju oko 1990. godine. Kao u Austriji, tako i u Mađarskoj prstenovi imaju Bavarska obeležja. Vrlo brzo, već 1994. godine, formira se Mađarski savez udruženja mašinskih prstenova koji broji 17 članova. Danas Mađarska ima oko 70 udruženja mašinskih prstenova.

U Velikoj Britaniji su se krajem 20. veka po uzoru na Nemačku pojavili prvi MP kao organizacioni oblik. Među prvima je formirano udruženje “Eastern Machinery Ring” čiji je cilj bio bolje i efikasnije korišćenje mašina između samih članova i eventualnog davanja usluga drugim farmerima. U avgustu 2008. godine dolazi do spajanja udruženja iz nekoliko istočnih regiona i stvoreno je veliko udruženje koje danas ima preko 800 članova. Na taj način su postignuti uslovi za efikasnije poslovanje, a novoformirano udruženje je ostvarivalo godišnji obrt od preko 1, 5 miliona funti.

1983. godine, 50 farmera osnovalo je udruženje “Camgrain” radi rešavanja problema skladištenja i prodaje žita. Iz poslovanja, farmeri su izdvajali po 5% od ukupne prodaje za udruženje. U to vreme, svaki član udruženja je požnjeo i predao po 100 tona

pšenice. U 2007. godini, udruženje je raspolagalo sa 130.000 tona pšenice smeštene u sopstvenim silosima i brojalo je 250 članova. Danas udruženje ima preko 300 farmara i ukupno 175.000 tona skladišnog prostora, a tokom žetve ubere 1.300 tona žita na čas. Raspolaže sopstvenim transportnim sredstvima i laboratorijama za ispitivanje kvaliteta semena. Početkom 2008. godine, udruženje je obezbedilo povoljna finansijska sredstva u iznosu od 4 miliona funti za izgradnju najvećeg centra za preradu žita u Velikoj Britaniji.

U Bosni i Hercegovini su mašinski prstenovi osnivani u funkciji povratka raseljenih lica i da se dokaže da je dotadašnji način poljoprivredne proizvodnje bio neproduktivan. MP su osnivani u okviru međunarodnog projekta i uz podršku vlade. Međutim, kada je projekat okončan prestala je i podrška vlade. U takvim uslovima je u Distriktu Brčko registrovano Zajedničko udruženje poljoprivrednika "Krug mašina" Brčko. Osnivanje su finansirale inostrane donatorske kuće, a vlasnik svih mašina je Vlada Distrikta Brčko.

U Republici Makedoniji, na inicijativu mašinskih prstenova Makedonije, a u okviru projekta SFARM 2 (osnovan od Švedske internacionalne vladine agencije za kooperaciju SIDA), održana je Prva balkanska konferencija o mašinskim prstenovima [2]. Makedonija je tada imala tri mašinska prstena, a u toku je bilo formiranje još dva.

## **STANJE I PERSPEKTIVE MAŠINSKIH PRSTENA U SRBIJI**

Analiza proizvodnih potencijala poljoprivrede Srbije ukazuje da porodična poljoprivredna gazdinstva imaju niz nedostataka sa stanovišta primene zahteva savremene poljoprivredne proizvodnje, prvenstveno primene savremene poljoprivredne mehanizacije [4].

Činjenica je da se na tržištu sve više pojavljuju poljoprivredne mašine velikog radnog učinka, visoke nabavne cene, veće složenosti u primeni i održavanju. I dok su savremena dostignuća u oblasti genetike, zaštitnih sredstava, sredstava za prihranu i dr., mogla racionalno da se primenjuju i povećavaju uspešnost proizvodnje, kako na najvećim tako i na najmanjim gazdinstvima, u slučaju savremenih mašina to nije bilo moguće. Ove mašine povećavaju ekonomičnost proizvodnje, najviše kroz značajno snižavanje troškova, ali samo na onim gazdinstvima gde je njihov projektovani godišnji obim upotrebe i ostvariv [7]. Najveći broj seoskih gazdinstava, zbog nedovoljne veličine, nije mogao ni približno da ispunji taj uslov pa bi nabavka ovakvih mašina imala suprotan efekat - povećala bi troškove proizvodnje. Jasno je, dakle, da je organizovanje mašinskih zajednica namenjeno malim gazdinstvima. Ona nemaju kapital da kupe visokoproduktivne ali skupe mašine. Čak i ako bi ih nabavili putem kredita ili lizinga, to ne bi bilo ekonomski opravdano jer bi se mašine koristile znatno ispod realno mogućeg obima upotrebe [2].

Mala veličina poseda (u R. Srbiji najviše je porodičnih gazdinstava (47%) koja koriste do 2 ha poljoprivrednog zemljišta), i relativno velika rasparčanost poseda jasno govore o nemogućnosti racionalnog korišćenja savremenih tehničkih sredstava, velikog učinka i visokog kvaliteta obavljanja radnih procesa [17]. Nepovoljna starosna struktura, relativno mali broj čisto poljoprivrednih domaćinstava, kao i mali broj mladih koji svoju perspektivu vide na seljačkom gazdinstvu, utiču na posebno formiranje



svesti poljoprivrednika (bez ambicija, nedostatak volje, hronični nedostatak novčanih sredstava) [9, 10].

Pod uticajem povećanja stepena opremljenosti poljoprivrednog gazdinstva sredstvima mehanizacije ispoljava se i porast dohotka. Porast se odvija do tačke od 27,22 kW/ha oranične površine, nakon čega dohodak počinje da opada. Karakteristika koja bitno utiče na pojavu formiranja MP u Srbiji je učešće mehanizacije u troškovima proizvodnje. U zavisnosti od tehnološkog nivoa proizvodnje, učešće troškova primene mehanizacije u ukupnim troškovima iznosi 30-40% (u nekim slučajevima i 50%) [11, 12]. Zbog toga je ekonomska opravdanost primene poljoprivrednih mašina jedan od glavnih argumenata za formiranje MP. Ovo je naročiti izraženo u našim uslovima zbog nepovoljne socio-ekonomske strukture seljačkih gazdinstava sa stanovišta primene svremenih sredstava mehanizacije. Pri tome treba imati u vidu da su troškovi upotrebe poljoprivrednih mašina u Srbiji znatno veći nego u razvijenim zemljama Evrope, ne samo zbog nedovoljne iskorišćenosti mašina, nego i zbog njihove velike prosečne starosti, što za sobom povlači i povećanje troškova održavanja.

Pozitivan uticaj MP u R. Srbiji može se prikazati kroz sledeće:

- Nisu potrebna novčana sredstva gazdinstva za nabavku nove mašine jer se koriste usluge MP;
- Ako već postoje obezbeđena novčana sredstva za nabavku nove mašine na gazdinstvu, mogu se preusmeriti u drugu investiciju jer će se koristiti usluge MP;
- Za radove na gazdinstvu moguće je koristiti savremene mašine velikog radnog učinka i visokog kvaliteta rada, a da veličina godišnjeg obima upotrebe na gazdinstvu ne bude ograničavajući faktor;
- Nije potrebno da se lica sa gazdinstva obučavaju za rad sa novom mašinom, jer uslugu obavlja stručno osposobljeno lice angažovano od strane MP;
- Nije potrebno izdvajati sredstva i prostor u okviru gazdinstva za smeštaj mašina;
- Nije potrebno starati se o nabavci pogonskog goriva, maziva i tehničkih tečnosti niti o održavanju mašina;
- Omogućava se jednostavnija promena u setvenoj strukturi gazdinstva tako što se izostavljanjem neke kulture iz setvene strukture neće smanjiti godišnji obim upotrebe mašine gazdinstva ili potpuno prestati potreba za tom mašinom, niti će uvođenje nove kulture biti uslovljeno eventualnom nabavkom nove mašine;
- Omogućava se jednostavnija primena novih tehnologija proizvodnje jer promena tehnologije ne mora da znači i promenu u sastavu mašinskog parka gazdinstva;
- Smanjuje se godišnji obim rada aktivnih članova na gazdinstvu što im omogućuje da to slobodno vreme upotrebe za druge, lakše aktivnosti, obrazovanje ili za odmor;

Jedan MP može da „pokriva“ teritoriju različite veličine: počev od samo jednog sela, preko nekoliko sela pa do cele opštine. Obično važi pravilo: manja teritorija – veći broj radnih operacija koje sprovodi MP (npr. Traktor sa većim brojem priključnih

mašina); veća teritorija – manji broj radnih operacija koje sprovodi MP (npr. Ubiranje šećerne repe, ubiranje i siliranje stočne hrane, zaštita bilja i sl.).

Osnovna ideja je upotrebiti najracionalnije i najproduktivnije poljoprivrednu mašinu. Ovakvim pristupom problemu došlo se do razdvajanja poljoprivrednika u dve osnovne kategorije. One koji primaju uslugu i one koji te usluge pružaju. Ovakvom podelom došlo se do davaoca usluga koji su usko specijalizovani samo za pojedine operacije, tako da je kvalitet pruženih usluga na najvišem nivou. Pored toga, maksimalnim iskorištavanjem mehanizacije, cena tako pruženih usluga je niža. Sa druge strane primaoci usluga mogu da se posvete drugim problemima u svojoj poljoprivrednoj proizvodnji, (inputi, plasman proizvoda...), a ne da budu opterećeni sa svojom “neiskorišćenom” mehanizacijom.

Da bi jedan MP „živeo“ i razvijao se, neophodno je obezbediti njegovo pozitivno poslovanje, što se pre svega postiže velikim angažovanjem mašina, odnosno ostvarenjem velikog godišnjeg obima rada mehanizacije MP. Međutim, ne sme se zanemariti uticaj čoveka. Nagomilana loša iskustva stvorila su nepoverenje seljaka prema svemu što je zajedničko. Zbog toga, pored neophodnosti da se odgovarajućim aktima jasno i precizno definišu poslovi i zadaci, prava i obaveze svih članova udruženja, veoma je važno da na čelu MP bude zaista stručan čovek, koji uživa ugled i poverenje svih članova udruženja.

Poljoprivredne mašine su danas sve skuplje i nedostupne većini poljoprivrednih proizvođača u R. Srbiji. Reč je uglavnom o mašinama velikog učinka i kvaliteta obrade, a uvođenje takvih mašina zbog visoke nabavne cene je ekonomski opravdano samo u slučajevima kada se koriste u punom kapacitetu. Obzirom da u našoj poljoprivredi dominiraju gazdinstva sa malom površinom poseda, ovaj oblik udruženja može predstavljati jedan od načina da se reši problem nedostatka mehanizacije i njenog nerentabilnog korišćenja. U državama gde preovladavaju usitnjeni posedi kao što su kod nas (Slovenija, Austrija, Japan i dr.) preko 80% poljoprivrednih radova obavlja se preko MP.

Osnovni razlozi za osnivanja i ciljevi MP su: visok kvalitet obavljenog posla, izvođenje radova u optimalnim rokovima, niži troškovi proizvodnje i dr [16]. Ovakvim načinom obavljanja poljoprivrednih radova, dobija se više vremena za rad u stočarstvu, povrtarstvu, preradi i doradi, kao i za obavljanje drugih radova izvan poljoprivrede. Ono što bi moglo predstavljati problem kod formiranja MP u R. Srbiji je opasnost da se ne uspe uključiti dovoljan broj poljoprivrednika i postići planirani obim rada koji će mehanizaciju učiniti rentabilnom. Naši proizvođači nisu dovoljno informisani o značaju i načinu organizovanja MP i smanjenju ukupnih troškova proizvodnje koji se postiže na taj način. Problemi u zemljama koje već imaju dugu tradiciju u organizovanju MP su pre svega u menadžmentu (rukovodstvu), koje često nije dovoljno stimulirano, jer se javlja problem kako obezbediti novac za njihov rad. Razvijene zemlje već dugi niz godina koriste prednosti ovakvog načina organizovanja, pomažu rad i osnivanje MP, a usluge koje oni pružaju nisu oporezovane. U zapadnim zemljama najveći broj mašinskih operacija koje se izvode kroz sistem MP odnosi se na složene usluge (vađenje šećerne repe, spremanje kukuruzne silaže, setva žitarica i okopavina), dok se jednostavnije operacije i dalje izvode sopstvenom mehanizacijom.

## REALIZOVANI MAŠINSKI PRSTENI U SRBIJI

Prvi oblici udruživanja u vidu MP u Srbiji organizovani su u opštinama Tutin, Sjenica i Prijepolje u okviru projekta „Pomoć u razvoju stočarstva u planinskim oblastima sandžačkog regiona“ koji je realizovao FAO UN [9]. Pomoću ovog projekta formirano je više udruženja i zadruga proizvođača i prerađivača poljoprivrednih proizvoda, ali i 6 MP sa namerom da omogući efikasniju i profitabilniju proizvodnju. Problem je kasnije nastao oko vlasništva i prioriteta pri korišćenju sredstava mehnizacije [15].

Neformalno udruženje poljoprivrednih proizvođača je zaživelo u selu Sakule, u južnom Banatu. Četiri člana ovog udruženja su rođaci, i oni su se i ranije ispomagali u različitim poljoprivrednim poslovima. Kasnije su došli na ideju da prošire spektar mašina koje koriste tako što su zajednički nabavili novu mehanizaciju većeg učinka koja im je nedostajala. Većinu operacija izvode zajednički i taj sistem im omogućuje kraće radno vreme, manje ulaganja, ali i lakša nabavka rezervnih delova i održavanje mašina. Procena članova udruženja je da im je ovo udruživanje olakšalo rad za 50%.

Već 9 godina u Bačkom Petrovom Selu funkcioniše MP pod nazivom „AGRO-KRUG-MAŠINSKI PRSTEN“. Ovo udruženje je nastalo uz organizacionu podršku profesora sa poljoprivrednog faklmeta, a čine ga isključivo poljoprivredni proizvođači [13, 14]. Osnovni pravac delovanja ovog udruženja je međusobna samoispomoć članova, ali i poslovanje prema internim propisima udruženja (na bazi tačnih cenovnika). Radi se o uslugama koje su evidentirane i naplaćene i koje omogućavaju obavljanje rada u jednom zatvorenom sistemu za korisnike koji sa malim brojem mašina mogu da urade velike površine bez dodatnih ulaganja, koristeći samo sopstvene raspoložive kapacitete. Sistemom rukovodi menadžer koji u svom programu ima evidentirane tehničke kapacitete svih članova, tj. slobodne kapacitete sa kojima drugi član može da raspolaže. Usluge se naplaćuju prema tačno utvrđenom cenovniku, ili se vraćaju povratnom uslugom. Primera radi, u ovom mašinskom krugu u Bačkom Petrovom Selu, članovi su počeli rad sa 8 traktora na ukupno 85 ha, a danas sa istim brojem obrađuju oko 300 ha [13]. Koordinisano vođenje setvenog plana omogućava da članovi mašinskog kruga koncentrišu površine pod istom biljnom vrstom u 1-2 proizvodna pojasa, a koje su nekad bile čak i u različitim katastarskim opštinama. Na taj način se formira jedan funkcionalan setveni plan koji omogućava racionalno korišćenje mašina. Redosled radova u polju utvrđuje menadžer. Pri osnivanju je urađena anketa postojećih i nedostajućih poljoprivrednih mašina [14], a nakon par godina su uspeli da obezbede planirane mašine iz zajedničkih sredstava. Najveći benefiti ovog udruživanja su primećeni u većoj profitabilnosti proizvodnje, smanjenom utrošku energije i uštedi vremena [16]. Osnovni postulat u pavilnom funkcionisanju udruženja je zajedničko preuzimanje rizika, otvorenost u komunikaciji i velika ozbiljnost u poslu.

## ZAKLJUČAK

Radi unapređenja poljoprivredne proizvodnje potrebno je koristiti iskustva i rešenja razvijenih zemalja i njihovu primenu prilagođavati našim uslovima, u cilju postizanja rezultata koje ostvaruju razvijene poljoprivredne zemlje i što bržeg približavanja njihovom stepenu razvijenosti. U tom smislu treba razmatrati potrebe i mogućnosti

organizovanog korišćenja sredstava poljoprivredne mehanizacije kroz neki od poznatih organizacionih oblika, na seljačkim gazdinstvima, koji bi mogao doprineti značajnom unapređenju naše poljoprivrede i približavanju postavljenom cilju.

Formiranje mašinskih prstena u R. Srbiji je oblik interesnog udruživanja od posebnog značaja za male poljoprivredne proizvođače. Odgovarajućim direktnim i indirektnim podsticajima omogućilo bi se brže i efikasnije formiranje mašinskih prstena, a time i povećanje njihove konkurentnost.

## LITERATURA

- [1] Bernik, R. 2003. Mehanizacija na poljoprivrednim gazdinstvima u Sloveniji. Revija agronomska saznanja, Novi Sad, 13(12): 44-46.
- [2] Božić, S., Radivojević, D., Radojević, R., Ivanović, S., Topisirović, G., Oljača, M., Gligorević, K., Branka Kalanović 2008. Organizovano korišćenje sredstava poljoprivredne mehanizacije. Poljoprivredna tehnika, 33(1):75-88.
- [3] Dolonšek, M. 2002. Mašinski prstenovi. Revija agronomska saznanja, Novi Sad: 3-4.
- [4] Drnić, B. 2007. Eksploatacija mašina individualnih poljoprivrednih gazdinstava. Agrar časopis, Zrenjanin, br 12
- [5] Koprivica, R., Biljan Veljković, Sharku, A., Thaqi, A. 2010. Udruživanje u cilju unapređenja porodičnih farmi, Zbornik radova, 45 Hrvatski i 5 Međunarodni Simpozij Agronoma, Opatija, Hrvatska: 1263-1267.
- [6] Nešić, D., Radić, P. 2003. Pružanje mašinskih usluga kako to drugi rade?. Traktori i pogonske mašine, 8(5): 51-56.
- [7] Nikolić, R. 2009. Stanje i opremanje poljoprivrede mehanizacijom u 2010. godini. Traktori i pogonske mašine, 14(5): 7-22.
- [8] Radić, P. (2002) Zabeleška sa kongresa mašinskih prstenova. Revija agronomska saznanja, Novi Sad, 12(6): 6-8
- [9] Topisirović, G., Koprivica, R., Radivojević, D., Stanimirović, N. 2007. Prvi rezultati osnivanja mašinskih prstenova i primena mašina za pripremu travne silaže u brdsko-planinskom područžju. XI simpozijum o krmnom bilju Republike Srbije sa međunarodnim učešćem "Održivi sistemi proizvodnje i iskorišćavanja krmnog bilja", Novi Sad, Zbornik radova, 44(1): 547-555.
- [10] Topisirović, G., Koprivica, R., Radivojević, D. 2005. Rezultati osnivanja mašinskih prstenova i primena mašina za pripremu sena u brdsko-planinskom području. Traktori i pogonske mašine. 10(2): 207-213.
- [11] Tot, A. 2007. Mašinski krugovi individualnih poljoprivrednih proizvođača. Traktori i pogonske mašine, 12(5): 40-43.
- [12] Tot, A. 2008. Međusobna ispomoć gazdinstava. Poljoprivrednik, 2371: 20-25.
- [13] Tot, A. 2013. Jedna mogućnost racionalnije nabavke i korišćenja poljomehanizacije. Traktori i pogonske mašine, 18(1): 86-94.
- [14] Tot, A., Pece, K., Lazar, E., Drnić, B. 2010. Mašinski krug u Bačko Petrovom Selu navršava petu godinu svog postojanja. Traktori i pogonske mašine, 15(5): 71-78.
- [15] Veljković, B., Koprivica R., Radivojević, D., Stanimirović N. 2009. Mašinski prstenovi kao oblik udruživanja poljoprivrednih proizvođača. XIV Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, Zbornik radova, 14(15): 505-512.
- [16] Zarić, V., Filipović, N., Pantić Katarina 2009. Mašinski prstenovi u srpskoj poljoprivredi - iskustva, izazovi i dalji razvoj. Poljoprivredna tehnika, 34(4): 105-110.
- [17] <http://popispoljoprivrede.stat.rs/>

# UZDUŽNA STABILNOST TRAKTORA, KAO BITAN PARAMETAR BEZBEDNOSTI U EKSPLOATACIJI

**Predrag Petrović<sup>1</sup>, Dragoljub Obradović<sup>2</sup>, Živojin Petrović<sup>3</sup>,  
Marija Petrović<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Institut "Kirilo Savić", Vojvode Stepe 51, Beograd, Srbija*

<sup>2</sup> *Institut za kukuruz, Zemun polje, S.Bajića bb, Srbija*

<sup>3</sup> *Mašinski fakultet Beograd, saradnik, K.Marije 16, Srbija*

## SAŽETAK

Činjenica da je traktor kao radna mašina i eksploatisan od strane rukovaoca, bilo da je u agrotehničkim operacijama ili u nekom neophodnom transportnom hodu, svaki trenutak potencijalno može biti neki vid nesreće koji se može povezati sa traktorom i traktoristom. Značajan uticaj na nesreće imaju i drugi učesnici, naročito ako se radi o učešću u saobraćaju na javnim putevima.

Uzroci nesreća i prevrtanja sa traktorima, obično se svode na neke uobičajne razloge, kao naprimer: konzumiranje alkohola, nebezbedna vožnja po terenima (usponima i padovima), isključenje motora radi uštede goriva pri kretanju niz nagib i nemogućnosti ponovnog uključenja stepena prenosa (ukoliko je predhodno bio isključen), neispravnosti komandi (kočnica, spojnica, upravljač i dr.) i svetlosnih uređaja, neuspostavljanje potrebnog balansa težine pri kretanju na usponu, nepravilan transport traktora agregatiranog sa prikolicom ili bilo kojim drugim agregatom, neposedovanja kabine ili bezbedonosnog rama i drugi razlozi.

U ovom radu je razmatrana statička uzdužna stabilnost, pri kretanju uz i niz nagib, kroz bilans sila i faktora koji utiču na stabilnost, odnosno bezbednost traktora pri eksploataciji u agrotehničkim i transportnim uslovima.

**Ključne reči:** Traktor, nesreće, rukovaoci, stabilnost, bezbednost

## LONGITUDINAL STABILITY OF TRACTOR, AS AN ESSENTIAL PARAMETER SECURITY IN SERVICE

**Predrag Petrović<sup>1</sup>, Dragoljub Obradović<sup>2</sup>, Živojin Petrović<sup>3</sup>, Marija Petrović<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Institute "Kirilo Savić", Vojvode Stepe st.51, Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup> *Maize Research Institute, Zemun polje, S.Bajića st. bb, Belgrade, Serbia*

<sup>3</sup> *Faculty of Mechanical Engineering Belgrade, partnership, K.Marije st.16, Serbia*

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Predrag Petrović, e-mail: mpm@eunet.rs

## ABSTRACT

The fact that the tractor as a workhorse and exploited by the operator, whether it is in the agro-technical operations or any necessary transport speed, every moment potentially could be some kind of accident that can be connected to a tractor and tractor driver. Significant impact on accidents are the other participants, especially when it comes to participation in traffic on public roads.

The causes of accidents and overturning of tractor, usually boil down to some usual reasons, like for example: drinking, unsafe driving in the terrain (ups and downs), turn off the engine to save fuel while moving down the slope, and the inability re-connection gear (if previously was turned off), incorrectness (brakes, couplings, steering, etc.) and light device, failure to balance the required weight in motion on an incline, improper transport aggregated tractor with a trailer or any other engine, lack of cabs or safety frame and other reasons.

This paper reviews the static longitudinal stability, while moving up and down the slope, through the balance of forces and factors that affect the stability or safety of the tractor in the exploitation of agro and transport specific conditions.

**Keywords:** Tractor, Accident, Operators, Stability, Security

## UVOD

Pri koncipiranju ovog rada, pošlo se od opšte analize kretanja traktora na usponu, kao uvod u analizi kretanja traktora uz i niz nagib, pri eksploataciji u agrotehničkim uslovima, sa aspekta bezbednosti. Statička, a naročito dinamička analizu stabilnosti traktora pri kretanju na usponima i padovima je veoma važna, s obzirom da se na njima dešavaju mnogobrojne nesreće.

Pristup analizi narušavanja poprečne i podužne stabilnosti traktora je veoma bitan kao informacija rukovaocima traktora bez obzira što je proizvođač u obavezi da svojim atestom prikaže i rezultate poprečne i uzdužne stabilnosti, odnosno kritične uglove eventualnog prevrtanja traktora.

Pregledni radovi o bezbednosti u poljoprivrednoj eksploataciji, u suštini se bazi- raju na statističkim podacima, koji samo konstatuju broj nesreća koje su se dešavale sa smrtnim posledicama i povredama, ne ulazeći u detaljniju analizu uzroka, zbog čega se te nesreće dešavaju. Uviđajući potrebu da se daju određena objašnjenja uzroka pojava nesreća pri radu sa traktorom, u radu su obuhvaćena neka osnovna pravila kojih vozač mora da se pridržava radi sigurne i bezbedne eksploatacije.

Cilj rada je da se objasne uzroci koji nastaju prilikom vožnje traktora i daju osnovna pravila kojih traktorista mora da se pridržava radi bezbedne eksploatacije, kao i pri opsluživanja i održavanja traktora.

## MATERIJAL I METOD RADA

### Aspekt bezbednosti pri eksploataciji traktora

Na žalost sve češće smo svedoci nesreća u kojima učestvuje traktor, sa velikim brojem poginulih i znatno većim brojem lakše i teže povređenih. U Srbiji broj poginu-

lih na traktoru je u izvesnom padu, u odnosu na ranije godine. Upoređujući broj poginulih učesnika u saobraćaju sa brojem poginulih u nesrećama u kojima je uzročnik traktor, u nekom desetogodišnjem proseku, na 13-14 poginulih u saobraćaju, pogine jedan na traktoru. Najdrastičniji period u pogledu nastradalih je 2009., kada je na deset poginulih u saobraćajnim nesrećama (613 poginulih), poginula jedna osoba na traktoru (62 poginule), sa znatnim brojem teže i lakše povređenim. Sve su to nepoželjne činjenice, a kako neki epilozi udesa u kojima je učestvovao traktor, izgledaju prikazano je na slici 1.



Slika 1. Nezgode u kojima je učestvovao traktorista

*Fig. 1. Accidents involving the tractor*

Uzroci nesreća mogu biti raznovrsni, na primer: rukovanje se ne sprovodi po propisima, zastarela mehanizacija, neadekvatno održavanje i servisiranje, nepažnja izazvana umorom, neispravnost agregata, nedovoljna obučenosť i nedisciplina (upotreba alkohola, vožnja traktora od strane maloletnih lica i dr.), nepoštovanje saobraćajnih propisa na javnim putevima i dr.

U mnogim slučajevima traktori su veoma opasne radne mašine, naročito ako se ne koriste prema određenim bezbedonosnim pravilima, preventive i lične zaštite. Zastarela mehanizacija u Srbiji, često zbog lokacijskih uslova ima potrebu izlaska na javne puteve bez potpune opremljenosti agregata (neispravne signalizacije, nedovoljna obučenosť traktoriste za takav vid saobraćaja, nepoštovanje propisa, ometanje drugih uče-

snika u saobraćaju i dr.). Posebno je izraženo, da posle nekoliko sati rada na njivama dolazi do izrazitog umora rukovaoca i potom izlaska na javni put, sa vožnjom od nekoliko kilometara. Zbog male brzine kretanja, a preticanjem traktora, mogu se ugroziti ostali učesnici u saobraćaju (naročito preticanje na punoj liniji, odnosno u krivini). Pri izlasku sa svojih parcela, u zavisnosti od meteoroloških uslova, često, traktori sa svojim dezenom zadnjih pneumatika nanose velike količine zemlje/blata na kolovoz, čime se stvaraju veoma opasni uslovi saobraćaja, naročito pri kretanju većim brzinama i eventualnim kočenjem vozila na putu.

Mnogi proizvođači svoje traktore ne opremaju kabinama ili sigurnosnim ramovima, a takvih u Srbiji postoji u velikom broju. Kada se sumiraju uzroci nesreća dolazi se do saznanja da se one dešavaju zbog nedostatka znanja koje je potrebno za rukovanje traktora ili zbog nepoštovanja osnovnih pravila koja su neophodna za bezbednu eksploataciju. To je posebno važno pri eksploataciji traktora na različitim konfiguracijama terena koji značajno utiče na bezbednost (usponi i padovi, krivine, širina puta, kvalitet podloge i dr.

U sadašnje vreme preovlađuju poljoprivredni proizvođači koji bez obuke rukuju traktorom, a znanje o traktoru stiču na osnovu sopstvenog iskustva u praksi koje nije dovoljno za bezbednu vožnju. Vozači koji nemaju osnovno tehničko znanje o poznavanju traktora ne mogu da predvide šta može da im se desi u eksploataciji, i kako, i na koji način, da u zavisnosti od situacije i reaguju.

## **PRAVILA TEHNIČKE BEZBEDNOSTI PRI RADU SA TRAKTOROM**

Da bi se izbegli nesrećni slučajevi u radu sa traktorom, rukovaoc mora pažljivo da se odnosi prema svojim obavezama i da se strogo pridržava pravila tehničke bezbednosti. Neke od tih mera su sledeće:

- prilikom pripreme za rad traktora, zabranjuje se da se pušta u pogon ako je neispravan ili ako je loše regulisan mehanizam.
- pri startovanju motora potrebno je predhodno proveriti da li se ručica menjača nalazi u neutralnom položaju,
- ne sme se dozvoljavati drugim neupućenim licima da puštaju motor u pogon i upravljaju traktorom,
- sve operacije tehničkog održavanja treba izvoditi samo kada je motor isključen,
- zabranjeno je da se na agregatiranoj mašini ili ispod nje neko nalazi ili kreće kada je mašina podignuta u transportni položaj,
- za izvršenje svih poljoprivrednih radova (osim međuredne obrade) rastojanje točkova treba postaviti na širi trag, kako je u uputstvu o korišćenju traktora,
- pri podizanju traktora dizalicom neophodno je da se ispod traktora postavi neki čvrst oslonac (gredica ili neki specijalni oslonac predviđen za tu svrhu),
- kada je traktor u pokretu ne treba ulaziti ili izlaziti iz kabine traktora, prelaziti sa traktora na mašinu agregata i obrnuto,
- pre pokretanja traktora sa mesta treba biti siguran da ništa od predmeta ne smeta za njegovo pokretanje,
- naglo okretanje pri bilo kojim operacijama i bilo kakvom terenu se ne preporučuje, zbog velike mogućnosti prevrtanja i ugrožavanja života vozača



i izazivanja znatne materijalne štete.

- ne sme se prelaziti železnička pruga na nedozvoljenim mestima ili pri dolasku voza na prelazima sa semaforima bez rampe. Ako prelazi više traktora istovremeno, rastojanje između njih bi trebalo da bude min. 8m.
- kada se prelazi most, brana ulaz na brod/skelu treba biti siguran u uslove bezbednosti.
- pri vuči mašina ili oruđa treba koristiti samo čvrste spojeve/veze, kao što su metalne šipke, ali ne i sajle, lanci za vuču, kanap i sl.

Pri radu traktora u transportu treba se pridržavati sledećih uputstava:

- u transportu traktor treba koristiti pri maksimalnom odstojanju zadnjih točkova. Pritisak u pneumaticima treba održavati prema uputstvu proizvođača,
- pri prevozu ljudi u prikolici, ista mora da ima ispravne kočnice, sa kojima komanduje vozač traktora iz kabine,
- pri neophodnosti naglog kočenja, ne isključivati kvačilo jer bi se time isključio uticaj motora na zaustavljanje traktora. Potrebno je smanjiti broj obrtaja motora, po mogućstvu na ler, ali da se motor ne ugasi,
- kočenje motorom je efikasno pri kretanju traktora po neravnim i brdovitim terenima, vlažnim i blatnjavim putevima, gde kočenje samo pomoću kočnice može nekada dovesti do kvara.
- pri radu transportnim brzinama na okretima ne treba da bude veća od 10km/h, a pri još lošijim vremenskim uslovima, ne više od 5km/h. Na većem nagibu brzina ne treba da bude veća od 3km/h, da bi se izbeglo zanošenje ili prevrtanje traktora,
- u brdsko planinskom području, treba izbegavati upotrebu prikolica, koje nemaju kočnice,
- naglo uključivanje pedale kvačila može izazvati prevrtanje traktora ili neki drugi nesrećni slučaj.
- kada se prednji točkovi traktora podižu od zemljišta traktorista mora odmah da isključi kvačilo, da bi sprečio prevrtanje traktora ili neku drugu havariju,
- ako se spojnica zaglavila ne sme se dopustiti nagla vuča traktora, što može dovesti do naginjanja i prevrtanja traktora,
- pri okretima, neophodno je isključiti blokadu diferencijala, ako je predhodno bila uključena,
- pre kretanja traktora uz nagib ili niz nagib vozač traktora mora da uključi stepen prenosa sa kojim će da se kreće, ne menjajući ga u toku kretanja,
- pri radu traktora sa agregatiranim teškim nošenim oruđima ili mašinama potrebno je da se na prednje točkove ili ram postavi dopunski teret tzv. balast, kojim će se sprečiti eventualno prevrtanje traktora,
- traktor ne sme da se napušta, ukoliko se ne ugasi motor,
- ako motor nije ohlađen zabranjeno je otvaranje poklopca hladnjaka, bez rukavica ili krpe i to nasuprot eventualnog vetra da se ne bi opekli parom niti se naginjati prema tom izvoru pare i toplote.

## PRAVILA PROTIVPOŽARNE ZAŠTITE:

- kada se rezervoar puni gorivom, dozvoljava se prilaz samo niz eventualni vetar,
- radi izbegavanja eksplozije goriva, ne dozvoljava se da se otvara čep rezervoara, da se udara po njemu sa metalnim predmetom, kao i prilaz rezervoaru sa otvorenim plamenom.
- rad na traktoru bez protivpožarnog aparata je zabranjen.
- vozač ne sme da se nalazi na traktoru za vreme udara gromova i munja.
- ako je odeća koju koristi vozač (rukovalac) umašćena, treba je čuvati od vlage i treba biti udaljena od vatre.
- u slučaju da dođe do plamena potrebno je to zasuti peskom, zemljom, prekriti sa filcom ili šatorskim krilom.

Osim nabrojanih opštih propisa traktor obavezno mora strogo da izvršava pravila bezbednosti u skladu rada na svakoj od priključnih mašina.

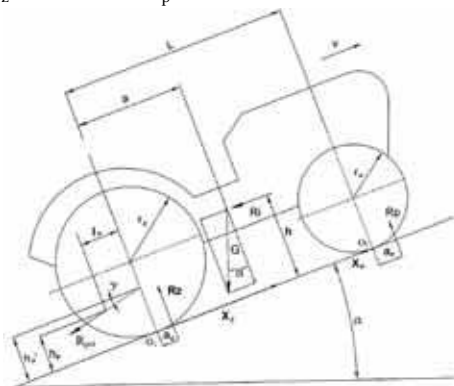
## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

### Analiza vučnih sila traktora

Da bi se u osnovi sagledala analiza pojava vučnih sila i njihovih reakcija u pojedinim uslovima eksploatacije, najpogodnije je sagledavanje kretanja traktora na usponu.

Normalne reakcije podloge mogu imati različite vrednosti, kao i značaj u zavisnosti od uzajamnih sila i momenata koji deluju za vreme kretanja. Veličina tih reakcija ukazuje na uticaj vučnih i kočionih sila, dinamičke karakteristike, uzdužnu i poprečnu stabilnost, opterećenje pneumatika i komponenata transmisije i njihova tribološka svojstva, kao i druge uzajamne parametre.

Ako bi se posmatrao opšti slučaj kretanja traktora 4x2, (sa ili bez prikolice), koji se kreće na usponu pod uglom ( $\alpha$ ), u odnosu na horizontalu, kao što je prikazano na slici 2, sa zadnjim vodećim i prednjim vođenim točkovima i teorijskim poluprečnicima pneumatika, zadnjih ( $r_z$ ) i prednjih ( $r_p$ ) točkova, može se konstatovati sledeće:



Slika 2. Šematski prikaz dejstva sila i reakcija podloge pri kretanju na usponu  
Fig. 2. Schematic of action force and the reaction medium in motion on an incline

1. Težina traktora ( $G$ ), deluje u centru težišta mase, koje je definisano dvema koordinatama, uzdužnom ( $a$ ) i vertikalnom ( $h$ ). Prva, definiše rastojanje od centra težišta do ose vodećeg točka, druga rastojanje od centra težišta do kontaktne površine.
2. Normalna reakcije podloge, ( $R_z$ ), na vodećem točku, deluje na rastojanju ( $a_z$ ), a reakcija na vođenom točku ( $R_p$ ), deluje na rastojanju ( $a_p$ ), u odnosu na osu točka normalnu na površinu podloge.
3. Tangencijalne sile deluju paralelno sa površinom podloge, i to pogonska sila, koja izaziva kretanje ( $X_z$ ), deluje na rastojanju ( $r_z$ ), od ose vodećeg točka, a sila otpora kretanju ( $X_p$ ), dejstvuje u suprotnom smeru od pogonske sile, na rastojanju ( $r_p$ ), od ose vođenog točka
4. Vučni otpor ( $R_{pot}$ ), deluje na vučnoj poteznici traktora na visini ( $h_p$ ), pod uglom ( $\gamma$ ), u odnosu na površinu podloge.
5. Ukupna sila inercije ( $R_i$ ), javlja se pri kretanju traktora, (predpostavka da deluje na visini težišta mase traktora), ali za ovu analizu zanemarljiva i smatra se da je jednaka nuli.

Sila inercije, inercijalne sile obrtnih masa, kao i otpor vazduha, znatno veći uticaj imaju kod vozila, zbog većih brzina kretanja, kod traktora nemaju značajniji uticaj na opšta vučno-dinamička svojstva, pa se njihov uticaj, bez veće greške, može zanemariti.

Pri kretanju, vučnoj sili traktora, suprostavljaju se sila otpora na poteznici, koja dejstvuje u približno istom pravcu, ali suprotnog smera. Tačka na poteznici na kojoj se agregatira priključna mašina ili oruđe, pojednostavljuje se radi lakše analize i smatra tačkom spajanja oruđa. Njena visina iznad površine tla je ( $h'_p$ ), pod uglom ( $\gamma$ ), definisana je odnosom (slika 2):

$$h'_p = h_p + l_p \cdot \sin \gamma \quad (1)$$

$l_p$  je uzdužno rastojanje od tačke spajanja oruđa, na primer, prikolice na poteznici ili nekog drugog oruđa agregatiranog sa traktorom, do ose vodećeg točka.

Ugao poteznice ( $\gamma$ ), se smatra pozitivnim, u uslovima kada je linija vučnog otpora okrenuta nadole u odnosu na kontaktnu površinu. Otpor kotrljanja pogonskih točkova u uslovima kretanja traktora, deluje u suprotnom smeru od pogonskog momenta i usvaja se u oznaci kao ( $M_f$ ).

Iz prikazane šeme se vidi da normalna reakcija podloge ( $R_p$ ), dejstvuje na prednje točkove, a postavljanjem jednačina momenta svih sila koje deluju na traktor, u odnosu na tačku ( $O_2$ ), u kojoj pogonska tangencijalna sila ( $X_z$ ), preseca osu pogonskog točka normalnu na površinu podloge, pa jednačina ravnoteže dobija sledeći oblik:

$$R_p(L + a_p) + R_z \cdot a_z + G \cdot \sin \alpha \cdot h + P_i \cdot h + R_p \cos \gamma \cdot h'_p - G \cdot \cos \alpha \cdot a_l = 0 \quad (2)$$

gde je:  $L$  - osno rastojanje između točkova prednjeg i zadnjeg mosta.

Zamenom u jednačini proizvoda  $R_z \cdot a_z$  i  $R_p \cdot a_p$ , odgovarajućim momentima otpora kotrljanja prednjih i zadnjih točkova ( $M_{fz}$  i  $M_{fp}$ ), koji predstavljaju zbirni odgovaraju-

ći moment otpora kotrljanja traktora, koji se u uslovima kretanja može usvojiti kao ( $M_p$ ), pa se dobija formula koja određuje reakciju  $R_p$ :

$$R_p = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a_t - (G \cdot \sin \alpha + R_f) \cdot h - R_p \cdot h'_p - M_f}{L} \quad (3)$$

U ovim i daljim analizama, može se usvojiti da je ugao  $\gamma \approx 0^\circ$ , odnosno  $\cos \gamma = 1$ .

Normalna reakcija podloge pogonskih točkova ( $R_z$ ), može se odrediti iz projekcije dejstvujućih sila na ravan, normalnu na površinu podloge:

$$R_p + R_z = G \cdot \cos \alpha + R_p \cdot \sin \gamma \quad (4)$$

Ako se svuda umesto reakcije ( $R_p$ ), zameni njeno značenje iz jednačine (3), dobija se sledeći oblik:

$$R_z = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot (L - a_t) + (G \cdot \sin \alpha + R_f) \cdot h - R_p \cdot h'_p + M_f}{L} + R_p \cdot \sin \gamma \quad (5)$$

Ako se posmatra kretanje na nagibu, ( $\alpha$ ), član  $G \cdot \sin \alpha$ , u jednačini (3), imaće znak minus. Sila inercije ( $R_f$ ), takođe može imati različite znakove. Pri blokiranom kretanju (naprimer u slučaju kočenja), imaće negativan znak. Pri ustaljenom kretanju traktora sa agregatom na horizontalnoj podlozi, reakcije ( $R_p$  i  $R_z$ ), imaju sledeće značenje.

$$R_p = \frac{G \cdot a_t - R_p \cdot h'_p - M_f}{L} \quad (6)$$

$$R_z = \frac{G \cdot (L - a_t) + R_p \cdot h'_p + M_f}{L} + R_p \cdot \sin \gamma \quad (7)$$

Reakcije ( $R_p$  i  $R_z$ ), koje dejstvuju na točkove traktora u stacionarnom stanju, bez agregata, na horizontalnoj podlozi, nazivaju se statičkim reakcijama i označavaju se sa  $R_{pst}$  i  $R_{zst}$ . Izjednačavanjem predhodnih jednačina sa nulom, svih sila i momenata, anuliraju se članovi koji su korelativni sa kretanjem traktora, pa se dobija:

$$R_{pst} = G \cdot \frac{a_t}{L}, \quad R_{zst} = G \cdot \frac{L - a_t}{L} \quad (8)$$

Izračunavanjem vrednosti reakcija ( $R_p$  i  $R_z$ ), koje deluju na prednje i zadnje točkove traktora pri različitim uslovima eksploatacije, vidi se da one nisu konstantne, već se tokom kretanja menjaju. Ako se traktor kreće bez agregata ili ako je linija otpora paralelna površini puta, te promene reakcija, uslovljavaju i rezultat preraspodele normalnih opterećenja između prednjih i zadnjih točkova. Smanjenje opterećenja na prednjim točkovima, izaziva povećanje opterećenja na zadnjim i obratno. Suma ( $R_p + R_z$ )

postaje jednaka  $G \cdot \cos \alpha$ . Pri nagibu, sila otpora u odnosu na površinu puta i promena reakcija ( $R_p$  i  $R_z$ ), ne prouzrokuju u značajnoj meri preraspodelu normalnih opterećenja između točkova, već kao rezultat toga, u tom slučaju je:

$$R_p + R_z = G \cdot \cos \alpha + R_p \cdot \sin \gamma \quad (9)$$

Nagib linije otpora kretanju pokazuje takođe uticaj na intenzivnosti preraspodele normalnih opterećenja na točkovima kao i pri veličini nagiba pri postojanju dodatne visine uslovne tačke poteznice agregata ( $h_p \neq h_p'$ ).

Pri utvrđivanju normalnih reakcija ( $R_p$  i  $R_z$ ), vozila neophodno je uzeti u obzir dejstvo spoljašnjih sila, kao silu otpora vazduha ( $R_a$ ), koja deluje u centru čeonog površine na visini ( $\approx h$ ), od površine puta, koja je u slučaju kretanja traktora, zanemarljivo mala i uzima se da je jednaka nuli. U vezi sa tim primenom formule (3), proizilazi da reakcije ( $R_p$  i  $R_z$ ), kod vozila treba dopuniti formulom za vrednost momenta ( $R_a \cdot h$ ). U formuli za ( $R_p$ ) ona mora biti sa znakom minus, a u formuli za ( $R_z$ ), sa znakom plus, tako da se tim momentom prednji točkovi rasterećuju, a zadnji opterećuju.

Za bolje sagledavanje o tome kako se raspodeljuju normalne reakcije između prednjih i zadnjih točkova, pri različitim uslovima kretanja sa mogućnošću upoređenja uticaja izmerenih veličina ( $R_p$  i  $R_z$ ) pogodna je sledeća analiza. Ako se odnos ( $R_p/G$ ), nazove, koeficijentom opterećenja prednjih točkova, a odnos ( $R_z/G$ ), koeficijentom opterećenja zadnjih točkova i označe sa ( $\lambda_p$  i  $\lambda_z$ ), njihove vrednosti se mogu odrediti po različitim metodama proračuna reakcija ( $R_p$  i  $R_z$ ) pa pri razmatranju kretanja traktora sa agregatom na horizontalnoj podlozi koeficijenti ( $\lambda_p$  i  $\lambda_z$ ) imaju sledeće značenje:

$$\lambda_p = \frac{a_t}{L} - \frac{R_p \cdot h_p' + M_f}{G \cdot L} = \lambda_{pst} - \frac{R_p \cdot h_p' + M_f}{G \cdot L} \quad (10)$$

$$\lambda_z = \frac{L - a_t}{L} + \frac{R_p \cdot (h_p' + L \cdot \sin \gamma) + M_f}{G \cdot L} = \lambda_{zst} + \frac{R_p \cdot (h_p' + L \cdot \sin \gamma) + M_f}{G \cdot L} \quad (11)$$

U tim formulama  $\lambda_{ps} = \frac{a_t}{L}$  i  $\lambda_{zs} = \frac{L - a_t}{L}$ , definišu koeficijente opterećenja prednjih i zadnjih točkova, pri stacionarnom-statičkom položaju.

Ako je pravac vučnog otpora na poteznici paralelan površini puta ( $\gamma=0$ ), to je:  $\lambda_p + \lambda_z = 1$ . Ako je  $\gamma \neq 0$ , to će pri kretanju na nagibu biti  $\lambda_p + \lambda_z > 1$ , a pri usponu  $\lambda_p + \lambda_z < 1$ . Pri kretanju vozila ravnomerno po horizontalnoj podlozi bez agregata je:

$$\lambda_p = \frac{a_t}{L} - \frac{M_f + R_a \cdot h_a}{G \cdot L} = \lambda_{pst} - \frac{M_f + R_a \cdot h_a}{G \cdot L} \quad (12)$$

$$\lambda_z = \frac{L - a_t}{L} + \frac{M_f + R_a \cdot h_a}{G \cdot L} = \lambda_{zst} + \frac{M_f + R_a \cdot h_a}{G \cdot L} \quad (13)$$

Veličina ( $\lambda_p$ ), ima značaj u zaključku upravljivosti mašine, a veličina ( $\lambda_z$ ), karakteriše na zadnjim vodećim točkovima, prijanjanje. Na raspodeli normalnih opterećenja između prednjih i zadnjih točkova značajan je uticaj položaja centra težišta agregata. Kod traktora točkaša centar težišta je bliže zadnjim točkovima i u proračunu se obično uzima  $R_{zst} \approx (0,65-0,7)G$ .

Smanjenjem težine, na zadnjim točkovima, pogoršavaju se sposobnosti vučnog dejstva traktora, a umanjenjem težine koja se prenosi na prednje točkove, pogoršavaju se karakteristike uzdužne i bočne stabilnosti, kao i njegova prohodnost. Kod samohodnih vozila na prednje točkove se prenosi značajno manji deo težine ( $R_{pst} \approx 0,2G$ ), međutim mora se imati u vidu da se pri agregatiranju izvesnih uređaja i mašina, centar težišta takvog agregata pomera, ugradnjom tzv. balasta. U teorijskim razmatranjima, oko 0,2G na ravnom putu, se prenosi na prednji most i iskorišćava se za upravljanje traktorom, a ostatak mase se iskorišćava za ostvarenje sile vuče.

## UZDUŽNA STABILNOST TRAKTORA TOČKAŠA

Jedan od bitnih parametara konstrukcije traktora je obezbeđenje stabilnosti kretanja traktora po nagibu bez prevrtanja. Za tu ocenu bitan je parametar odnosa uglova nagiba uspona i pada.

Posmatrajući šemu sila koje dejstvuju na traktor točkaš, kao što je prikazano u predhodnoj analizi i šemu na slici 3, sila ( $R_p$ ), može se izraziti jednačinom:

$$R_p = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a_t - (G \cdot \sin \alpha + R_f) \cdot h - R_p \cdot h_p' - M_f}{L} \quad (14)$$

Do faze prevrtanja sila na prednjim točkovima može imati vrednost, od maksimalne pri uglu  $\alpha=0^0$ , do nule u trenutku odvajanja prednjih točkova od podloge pri usponu pod kritičnim uglom ( $\alpha_k$ ). Pri toj vrednosti ugla uspona, statički se može posmatrati zakočen traktor, bez prikolice i kačenih oruđa, pre teorijske mogućnosti prevrtanja, sila vuče na poteznici, sile inercije traktora, momenti vučnih sila, jednaki su nuli. U tom slučaju traktor počinje da oscilira-skakuće oko zadnjih točkova, stvarajući moment otpora kotrljanju vodećih točkova, pa sila otpor ( $R_p$ ), dobija oblik:

$$R_p = \frac{G \cdot a \cdot \cos \alpha - G \cdot \sin \alpha \cdot h}{L} + \frac{M_f + M_f}{L} \quad (15)$$

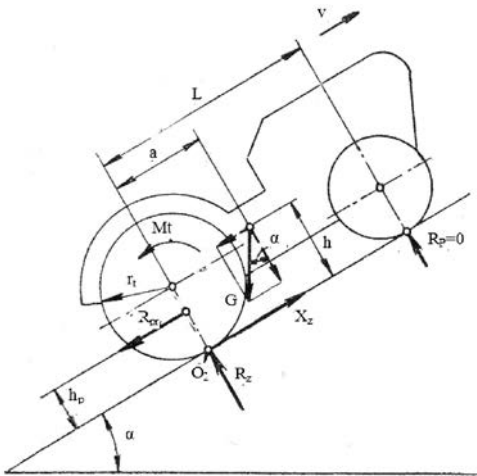
Moment otpora kotrljanju vodećih točkova i drugih otpora se može zanemariti u tom slučaju, pa predhodna jednačina dobija oblik:

$$R_p \cong \frac{G \cdot a \cdot \cos \alpha - G \cdot \sin \alpha \cdot h}{L} \geq 0 \quad (16)$$

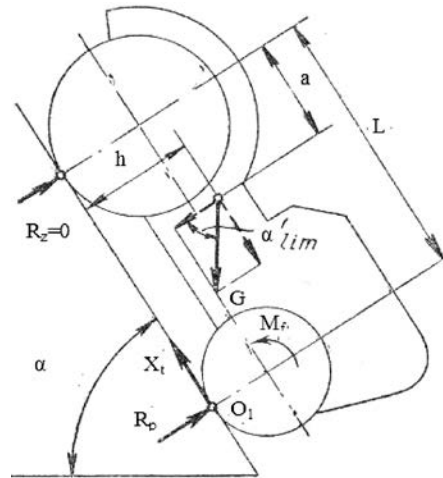
$\alpha \leq \frac{a}{h}$ , gde su ( $h$  i  $a$ ), koordinate centra težišta traktora. Ugao ( $\alpha$ ), predstavlja ugao na kojem traktor može da stoji, a da se ne okrene. [13] [16]

U slučaju kada se traktor nalazi na padini, kao što je prikazano na slici 4, ugao na kojem traktor može da stoji bez prevrtanja, iznosi:

$$\alpha' = \frac{L - a}{h} \quad (16)$$



Slika 3. Dejstvo sila na traktoru na usponu  
Fig. 3. The effect of force on the tractor on the rise



Slika 4. Kretanje traktora niz nagib  
Fig. 4. Motion in the tractor down the slope

Kao što se vidi iz priložene jednačine, ugao stabilnosti traktora pri kretanju niz nagib, zavisi samo od koordinata centra težišta traktora.

Pri radu traktora reakcija površine ( $R_z$ ), smanjuje se pri povećanju ugla nagiba ( $\alpha$ ), a povećava sila na prednjim točkovima ( $R_p$ ), kao i momenti otpora kotrljanja prednjih i zadnjih točkova.

Analiza uticaja prikazanih sila i momenata na stabilnost kretanja traktora točkaša najbolje se vidi posmatrajući tačku mogućeg okretanja, kojem se suprotstavljaju sile vuče na poteznici i momenti koji se suprotstavljaju kotrljanju pogonskih točkova.

Ocenu uticaja pomenutih veličina na prohodnost i stabilnost traktora, najprikladnije je izvesti preko sile vuče na poteznici ( $R_{pot}$ ), pri ravnomernom kretanju, na idealno ravnoj podlozi, u prvom stepenu prenosa, pa je:

$$R_{pot\ max} = \frac{M_t}{r_t} - G \cdot \sin \alpha = \eta_m \frac{M_m \cdot i_l}{r_t} - G \cdot \sin \alpha, \text{ gde je:} \quad (17)$$

$i_l$ -prenosni odnos prvog stepena prenosa,  $\eta_m$  - koeficijent korisnog dejstva transmisije (indeks „m“ označava proračunski režim motora),  $M_m$  - moment motora.  
Normalna reakcija podloge na točak u tom slučaju je:

$$R_t = \frac{1}{L} \left[ G \cdot a \cdot \cos \alpha - \left( \eta_m \frac{M_m \cdot i_l}{r_t} - G \cdot \sin \alpha \right) \cdot h_p - (G \cdot \sin \alpha) h \right] \quad (18)$$

Uslov prohodnosti i stabilnosti traktora je  $R_t > 0$ , pa je proračunska vučna sila ( $R_{pot}$ ), u prvom stepenu prenosa:

$$R_{pot} = \eta_m \frac{M_m \cdot i_l}{r_t} \leq \frac{G}{h_p} [a \cdot \cos \alpha - (h - h_p) \sin \alpha] = f(\alpha) \quad (20)$$

Desni deo nejednačine je promenljiv veličinom ugla nagiba ( $\alpha_m$ ), a značenje  $f(\alpha)$ , jednako je  $G \sin \alpha_m$ .

Pri  $R_{pot} > G \cdot \sin \alpha_m$ , najveća vrednost kritičnog ugla nagiba ( $\alpha_k$ ), pri kojem je prohodnost i stabilnost traktora još uvek prisutna i određuje se iz predhodne jednačine.

Uslovi prohodnosti i stabilnosti pri ravnomernom kretanju traktora na ravnoj podlozi bez priključnog oruđa/prikolice, definišu se momentom otpora kotrljanju pogonskih točkova, iz jednačine:

$$M_{\mathcal{f}} = M_t - (G \cdot \sin \alpha) \cdot r_t = \eta_m \cdot M_m \cdot i_l - (G \cdot \sin \alpha) \cdot r_t$$

Normalna reakcija podloge na prednje točkove jednaka je:

$$R_p = \frac{G[a \cdot \cos \alpha - (h - r_k) \sin \alpha] - \eta_m \cdot M_m \cdot i_l}{L}, \quad (21)$$

uslov prohodnosti i stabilnosti je  $R_t > 0$ , pa iz toga sleduje:

$$R_{pot} = \frac{M_t}{r_t} = \frac{\eta_m \cdot M_m \cdot i_l}{r_t} \leq \frac{G}{r_t} [a \cdot \sin \alpha - (h - r_t) \sin \alpha] = f_1(\alpha) \quad (22)$$

Kao i u predhodnom slučaju na osnovu zavisnosti  $f_1(\alpha) = G \sin \alpha_k$  u uslovima stabilnosti, definišu se uslovi:  $R_{pot} \leq G \cdot \sin \alpha_k$ .

Pretpostavkom  $R_t > G \sin \alpha_k$ , određuje se kritičan ugao ( $\alpha_k$ ), pri kojem se stabilnost traktora još uvek ne narušava. [13] [15] [16]

Za traktore točkaše kritičan ugao  $\alpha_{kr} = 35-40^\circ$ , pri usponu, a pri nagibu  $\alpha_{kr}' = 60^\circ$ .



## ZAKLJUČAK

Bez obzira što je u septembru ove, u odnosu na isti mesec prošle godine, broj poginulih i povređenih lica u saobraćajnim nezgodama sa traktorima smanjen, neophodno je alarmantno upozorenje na važnost poštovanja propisa, tehničku ispravnost traktora i ponašanje vozača.

Najveći broj saobraćajnih nezgoda nastaje zbog prekoračenja brzine, nepropisnog i nebezbednog preticanja, neadekvatnog obeležavanja vozila, vožnje pod dejstvom alkohola, opasnosti u toku rada na šumskim i vanputnim deonicama i dr.

Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima nalaže da traktor mora imati uključeno žuto rotaciono ili trepćuće svetlo u noćnim uslovima saobraćaja, u uslovima smanjene vidljivosti i kada ima priključke za izvođenje radova na najisturenijoj tački tih uređaja. Svi svetlosni uređaji moraju biti ispravni, posebno u ovom periodu smanjene vidljivosti i u noćnim satima.

Traktor može da vuče samo priključno vozilo za traktor. U priključnom vozilu se može prevoziti najviše pet osoba, koje ne smeju da stoje, sede na stranicama karoserije, na nestabilnom teretu ili teretu koji prelazi visinu tovarnog sanduka. Ovakav prevoz putnika izuzetno je opasan i čest je uzrok stradanja u saobraćajnim nezgodama u kojima učestvuju traktori.

Traktor i priključna oruđa, moraju biti registrovana, odnosno moraju posedovati registracionu nalepnicu o tehničkoj ispravnosti, koja se izdaje na godišnjem nivou nakon izvršenog obaveznog tehničkog pregleda.

## LITERATURA

[1] Obradović D., Petrović P.: »Naučne osnove konstrukcije novih traktora IMR-a Rakovica-65-12 BS DV i Rakovica-75-12BS DV«, (Stručni časopis JUMTO-a »Traktori i pogonske mašine«, 2003., br.4, Vol.8, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str.64-69).

[2] Petrović P., Marković Lj.: »Energetski bilans snage u sistemu pogonski agregat-priključno vratilo traktora«, (Rad štampan u stručnom časopisu JUMTO-a »Traktori i pogonske mašine«, 2001., br.4, Vol.6, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str.54-59).

[3] Obradović D., Petrović P., Petrović Marija, Dumanović Z., Kresović B., Mačvanin N., Prokeš B.: »Potencijalne vučne karakteristike i racionalnost primene traktora FENDT u agrotehničkim uslovima«, (Stručni časopis JUMTO-a »Traktori i pogonske mašine«, god.15, 2010., Vol.15, No.2/3, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, str.76-83).

[4] Obradović D., Petrović P.: »Naučne osnove energetskog potencijala traktora Rakovica-135«, (VI-ti Naučno-stručni skup »Dan poljoprivredne tehnike-98«, Informacione tehnologije i razvoj poljoprivredne tehnike, 1998., Beograd, str.51-52).

[5] Dimitrovski Z., Oljača M. i dr.: »Nesreće sa traktorima na javnim putevima u Makedoniji«, Časopis Poljoprivredna tehnika, br.1, 2010, pp. 89-97.

[6] Obradović D., Petrović P., Dumanović Z., Kresović B.: »Hronologija i trend razvoja proizvodnje traktora u Srbiji«, (Naučni časopis »Poljoprivredna tehnika«, (Vol. XXXVI, No.1, 2011., Poljoprivredni fakultet, Beograd, pp.1-10).

[7] Petrović P., Obradović D.: »Analiza trenda razvoja transmisija traktora sa aspekta poboljšanja vučno-dinamičkih karakteristika«, (Naučni časopis »Poljoprivredna tehnika«, Vol. XXXI, br.1, 2006. Poljoprivredni fakultet u Beogradu, str.91-99.)

- [8] Obradović D., Petrović P., Dumanović Z., Kresović B.: „Hronologija i trend razvoja proizvodnje traktora u Srbiji“, (Naučni časopis „Poljoprivredna tehnika“, (Vol. XXXVI, No.1, 2011., Poljoprivredni fakultet, Beograd, pp.1-10).
- [9] Obradović D., Petrović P.: „Naučne osnove energetskog potencijala traktora Rakovica-95“, (Rad štampan u naučno-stručnom časopisu JUMTO-a »Traktori i pogonske mašine«, br.4,1998., Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, str.90-97).
- [10] Oljača M., Kovačević D., Gligorević K. i dr.: „Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju Republike Srbije“, Poljoprivredna tehnika br.1, 2010, pp. 75-82.
- [11] Petrović P., Petrović Marija: „Kvantifikacija interakcije čovek-vozilo u saobraćajnim nezgodama i opštoj bezbednosti saobraćaja u Srbiji“, (Časopis „Put i saobraćaj“, Broj 2, 2011, april-jun, god. LVII, Srpsko društvo za puteve Via-Vita, 11-18).
- [12] Гельман Б.М., Москвин М.В.: „Сельскохозяйственные-ТРАКТОРЪИ“, издательство «Высшая школа», Москва, 1968.
- [13] Д. А. Чудаков: „Основы теории трактора и автомобиля“, Москва, 1962.,стр.261-276.
- [14] Лызо Г.П., Лызо А.П., Ломовский: «Тракторы автомобили двигатели», Висшая школа», Москва, 1962., стр.416-426.
- [15] В.В.Гуськова: „Тракторы-Теория, Москва, Машиностроение, 1988.
- [16] Б.А.Скотников, А.А. Мащенский, А.С Солонский: «Основы теории и расчета трактора и автомобиля», Москва, Агропромиздат, 1986.

# PROCES, PROBLEMI I EFEKTI PRERADE POVRŠINSKE VODE, BEOGRADSKI VODOVOD, POGON MAKIŠ –BEOGRAD

Slobodan Pirušić<sup>1</sup>, Branka Milutinović<sup>1</sup>, Snežana Branković<sup>2</sup>,  
Petar Branković<sup>2</sup>, Mičo V. Oljača<sup>3</sup>

<sup>1</sup> JKP Beogradski vodovod i kanalizacija, Kneza Miloša 27, Beograd

<sup>2</sup> Prirodno-matematički fakultet u Kragujevcu, Radoja Domanovića 12, Kragujevac

<sup>3</sup> Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Nemanjina 6, Zemun

## SAŽETAK

Tehnološki i industrijski razvoj tokom prethodnih decenija, praćen naglim demografskom porastom stanovništva i sve širom urbanizacijom, uzrokovali su brojne probleme vezane za pitanja vode, hrane, energije i životne sredine. U funkcionalnom smislu posmatrano, postrojenja za preradu površinske vode u Beogradu, danas su organizaciono i prostorno podeljena u zasebne celine: proizvodni pogon *Makiš, Bele Vode, Vinča*. Konačnim povezivanjem postrojenja za proizvodnju vode Makiš 1, Makiš 2, i filterskog postrojenja -Jezero, ukupni kapacitet JKP Beogradski vodovod, danas za teritoriju Beograda je raspoloživih 5000 m<sup>3</sup>/s kvalitetne vode. Čitav proces prerade vode danas je tehnološki unapređen UV dezinfekcijom u UV reaktorima, doziranjem ugljen-dioksida (poboljšanjem procesa bistrenja vode) i poboljšanjem pojedinih delova procesa prerade vode.

Fitoremedijacija je perspektivna biotehnologija koja se nameće kao jedno od kompromisnih budućih rešenja za JKP Beogradski vodovod. To bi bio novi mogući pristup preradi vode u Srbiji, zasnovan na ekološkom konceptu neutralisanja i uklanjanja toksičnih reziduala iz podzemnih i površinskih voda, za dalju primenu i potrošnju. Izborom ovakve savremene metode, osim ekoloških, postigli bi se i značajni energetske i ekonomski efekti u toku rada postrojenja Beogradskog vodovoda.

**Ključne reči:** voda, Beogradski vodovod, fitoremedijacija, energija, životna sredina,

## PROCESS, PROBLEMS AND EFFECTS OF PROCESSING SURFACE WATER, BELGRADE WATERWORKS, DRIVE MAKIŠ –BEOGRAD

Slobodan Pirušić<sup>1</sup>, Branka Milutinović<sup>1</sup>, Snežana Branković<sup>2</sup>,  
Petar Branković<sup>2</sup>, Mičo V. Oljača<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Belgrade Waterworks and Sewerage, Kneza Milosa 27, Belgrade

<sup>2</sup> Faculti of Sciences in Kragujevac, Radoja Domanovica 12, Kragujevac

<sup>3</sup> Faculty of Agriculture, Institut for Agricultural Engineering tehniku, Nemanjina 6, Zemun

<sup>1</sup> Kontakt autor: Slobodan Pirušić, e-mail: slobodan.pirusic@bvk.rs

## ABSTRACT

Technological and industrial development over the past decades, accompanied by rapid demographic growth in population and urbanization all around have caused numerous problems related to the issues of water, food, energy and the environment. Functionally speaking, the plant processing surface water in Belgrade today organisationally and spatially divided into separate segments: -Makiš, -Bele vode, Vinča. The final connection of water production facility Makiš 1, Makiš 2, and filter equipment-Lake, the total capacity of the Belgrade Waterworks, now has available 5,000 m<sup>3</sup>/s. The whole process of water treatment technology has improved UV disinfection with UV reactors, dosing of carbon dioxide (improving process water clarification) and improving certain parts of the water treatment process.

Phytoremediation is a promising biotechnology is emerging as one of compromise solutions in Belgrade Waterworks. It would be a new possible approach to water treatment, based on the ecological concept of neutralization and removal of toxic residuals from ground and surface water, which later are widely used and consumption. By selecting these modern methods, except ecological, would create considerable economic and energy effects during operation of the plant Belgrade Waterworks.

**Keywords:** water, environment, phytoremediation, energy, economic effects, Belgrade Waterworks.

## UVOD

Snabdevanje Beograda vodom je povezano sa njegovom dugogodišnjom istorijom. Kada su od Kelta osvojili Singidunum u prvom veku nove ere, Rimljani su grad Singidunum osigurali utvrđenjem u okviru koga su izgradili bunare, a posebnim vodovodom obezbedili i vodu sa udaljenih izvora, iz Lipovice i Velikog Mokrog Luga. Rimski vodovod je išao trasom duž Smederevskog drumu, pa preko današnjeg Crvenog krsta, do tvrđave.

Turci za vreme svoje vladavine, su snabdevanje vodom naselja van tvrđave sredinom XVII veka rešili izgradnjom vodovoda na pravcu Bulbuder – Slavujev venac. Voda je sa tri izvora u blizini današnje Gradske bolnice dopremana cevima od pečene gline, duž kojih je postavljeno 18 javnih česmi. Varoš Beograd se vremenom gradi i na padinama prema Savi, pa u prvoj polovini XVIII veka grad dobija još jedan, Varoški vodovod, koji u periodu od 1724. do 1737. grade Austrijanci. Ovaj vodovod je snabdevao 22 gradske česme, među kojima Terazijsku i Delijsku. Kapacitet izvora ovih vodovoda zavisio je od prirodnih uslova, pa je u drugoj polovini XVIII veka počeo znatno da slabi, zbog naglog uništavanja velikih šuma [9]. Zbog sve teže situacije u snabdevanju vodom, opštinske vlasti Beograda još 1867. godine pristupaju pripremanju za izgradnju novog centralnog vodovoda, ali tek 1884. godine predsednik opštine formira posebnu komisiju, sa zadatkom da istraži u Svetu kako su slični gradovi organizovali snabdevanje vodom. Krajem 1887. godine angažuje se inženjer Oskar Smreker (Manhajm, Germany), kome se poveravaju pripremni radovi, a kasnije i projekat kao i organizacija izgradnje vodovoda. Izgradnja prve etape trajala je 30 meseci, a vodovod je

počeo sa radom 1892. godine puštanjem vode na Terazijskoj česmi. Ovaj vodovod obuhvatao je pet cevastih bunara koji su izbušeni u Makišu kod izvora Bele vode. Između izvorišta i rezervoara od betona zapremine 1700 m<sup>3</sup>, koji je izgrađen na koti 145 u današnjoj Ulici Vojvode Šupljikca, položena je glavna dovodna cev 300/350 mm u dužini od 13 km. Razvodna mreža sa cevima promera 80 do 300 mm, dostizala je u dužinu 42 km. Kapacitet vodovoda bio je 2800 m<sup>3</sup> na dan, ili 50 lit/stanovniku.

Čitav period od osnivanja Beogradskog vodovoda do danas, obeležila je intenzivna izgradnja i širenje Beograda, uz stalni porast broja stanovnika i potreba za novim količinama vode. Uporedo sa gradom raste i njegov kapacitet vodovoda, uz neprekidne napore brojnih generacija zaposlenih da u svakom trenutku Beogradu obezbede dovoljno kvalitetne vode. Za protekle 122 godine količina proizvedene vode na dan, porasla je od 2800 m<sup>3</sup> do 550.000 m<sup>3</sup>, [9].

Beogradski vodovod, posmatran istorijski, od trenutka svog prvog, Rimskog spominjanja, pa sve do danas, predstavlja stalno kritičko preispitivanje i poboljšanja aktuelnog koncepta vodosnabdevanja. Svaka epoha, zavisno od imanentnog tehnološkog koda, predstavljala je svedočanstvo dostignutog nivoa razvoja znanja i umenja u vezi prerade i dopremanja ispravne i čiste vode za potrošače. Dok se na samom početku, skoro nedirnete prirode, kompletan proces vodosnabdevanja svodio na projektovanje sistema za dopremanje čiste izvorske vode, sa svakim narednim tehnološkim skokom ovaj proces sve je više iz građevinskih prelazio u nove tehničko-tehnološke, energetske i ekološke sfere. Savremeni trenutak, dijagnosticiran devastacijama životne sredine, nužno uspostavlja nove fizičke, hemijske kao i biotehnološke i energetske metode prerade vode. Intencija ovog rada je u razmatranju jednog takvog novog pristupa u preradi vode, utemeljenog na fitoremedijaciji - ekološkom konceptu neutralisanja i uklanjanja toksičnih reziduala iz podzemnih i površinskih voda. Predstavljena je mogućnost uvođenja fitoremedijacije u proces prerade vode pogona –Makiš, Beograd, koji je izabran zbog kompleksnosti procesa prerade površinske vode, usled čega bi se procesom fitoremedijacije stvorili uslovi za supstituisanje pojedinih faza prerade. Izborom ovakve metode, osim ekoloških, postigli bi se i značajni energetske-ekonomski efekti.

## **TEHNOLOGIJA PRERADE POVRŠINSKE VODE, POGON MAKIŠ**

U funkcionalnom smislu posmatrano, postrojenja za preradu površinske vode u Beogradu, danas su organizaciono i prostorno podeljena u zasebne celine: proizvodni pogon -*Makiš*, -*Bele Vode*, -*Vinča*.

Postrojenje za prečišćavanje vode –*Makiš* je projektovano je u tri faze, sa kapacitetom svake faze od 2 m<sup>3</sup>/s prečišćene vode. Postrojenje za prečišćavanje vode -*Jezero*, kapaciteta 1m<sup>3</sup>/s je izgrađeno na istoj lokaciji. Posebna zgrada je bila projektovana da obuhvati skladište hemikalija, pripremu i doziranje za Makiš i Jezero, za prečišćavanje ukupno 7m<sup>3</sup> vode. Voda se zahvata iz reke Save. Makiš 1 PPV, kapaciteta 2m<sup>3</sup>/s je u eksploataciji od juna 1987. god. Tokom perioda od 1985. do 1986. god. izgrađen je objekat-predtretman Jezero sa osnovnom funkcijom predtretmana vode reke Save pre njenog transporta na Bele vode i pogon Banovo Brdo. Zbog ozbiljnog nedostatka vode u periodu od 1993. do 1996. god. predtretman Jezero je rekonstruisan u moderno

postrojenje sa istim procesnim jedinicama kao što je Makiš 1. To je dovelo do značajnog poboljšanja vodosnabdevanja Beograda.

Postrojenje za prečišćavanje *Bele Vode* je u neprekidnom radu od 11.07.1892. god. Na početku rada prerađivana je samo bunarska voda iz pet cevastih bunara koja se sakupljala u sabirnom bazenu a odatle dolazila na preradu i prvu filtersku instalaciju izgrađenu 1892. godine. Godine 1930. puštena je u rad hemijsko – bakteriološka laboratorija. U periodu od 1938. do 1940. godine izgrađena je velika taložnica. Zgrada današnje laboratorije i treća filterska instalacija su izgrađene u periodu od 1938. do 1940. god. Tako da je danas ukupan kapacitet pogona Bele vode 1160 m<sup>3</sup>/s. Prerađena voda sa pogona se šalje u mrežu preko CS 1b izgrađene 1931. god. i CS 1a izgrađen 1940. god. Od 1984. god. u radu je kontaktni bazenu kome se meša prečišćena bunarska i prečišćena rečna voda i na čijem ulazu se vrši dohlorisiranje. Postoji mogućnost da se kontaktni bazen dopunjava čistom vodom sa PP Makiš.

Postrojenja na lokaciji fabrike vode -Makiš predviđena su da prerađuju vodu iz reke Save 3x2000 m<sup>3</sup>/s, kao i podzemnu vodu. Izgradnja ovih postrojenja je bila fazna. Prva faza pogona -Makiš je počela da radi 10. juna 1987 godine. Međutim, kako je druga faza fabrike vode –Makiš-2 kasnila, izgrađeno je postrojenje -Jezero od 1000 m<sup>3</sup>/s.

Fabrika vode Makiš-2 od 2000 m<sup>3</sup>/s je počela sa radom, 09. septembra 2014. godine. Konačnim povezivanjem postrojenja za proizvodnju vode -Makiš 1, -Makiš-2, i filterskog postrojenja -Jezero, ukupni kapacitet JKP Beogradski vodovod, danas ima raspoloživih 5000 m<sup>3</sup>/s vode. Čitav proces prerade vode tehnološki je unapređen UV dezinfekcijom sa UV reaktorima, doziranjem ugljen-dioksida (poboljšanjem procesa bistrenja vode) i poboljšanjem pojedinih delova procesa prerade vode.



Slika 1. Fabrika za preradu rečne vode Makiš-2, [9].  
*Figure 1. Factory for processing of river water Makis-2, [9].*

Prerada površinske vode u postrojenju –Makiš II, obuhvata različite objekte i procese:

- vodozahvat sa reke Save sa grubim i finim odvajanjem nečistoća i primesa u vodi (gruba i fina rešetka sa grabilicom i mikro sita);
- crpna stanicu sirove vode; razdelno okno;
- predjzonizaciju i glavnu ozonizaciju;
- taloženje ;
- filtraciju kroz dvoslojne filtere i filtraciju kroz filtere sa aktivnim ugljem
- konačnu dezinfekciju

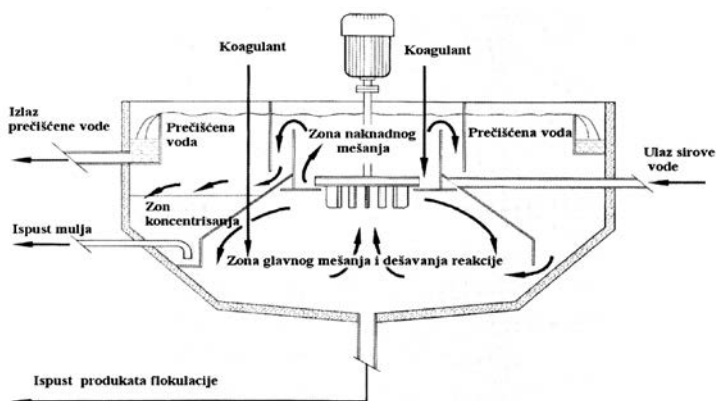
- skladištenje prerađene vode
- tretmana mulja;
- ispitivanje performansi tretmana površinskih voda na pilot postrojenju.

## PROCES PRERADE VODE, POGON MAKIŠ

Voda koja dolazi iz reke Save, kada počinje proces prerade, može sadržati čvrste materijale u koloidnom obliku. Koloidi su stabilne suspenzije veoma finih čestica u vodi, čija veličina je u opsegu od 0,1 do 0,001  $\mu\text{m}$ . Koloidne suspendovane materije nije uvek i potpuno moguće ukloniti samo tehnikom filtracija, usled čega se primenjuju procesi koagulacije i flokulacije čestica. Kao koagulant najčešće se koristi  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , koji se obično dodaje u količini od 10 do 150  $\text{g}/\text{m}^3$ .

Da bi se povećao broj koaguliranih koloida dodaju se flokulanti. Kao flokulanti koriste se polielektroliti. Celokupni proces adsorpcije polielektrolita zahteva značajnu količinu energije. Zbog toga se flokulanti dodaju vodi uz energično mešanje u posebnom procesu (sl. 2.).

Glavna ozonizacija zasniva se na primeni alotropske modifikacije kiseonika ozona, koji se proizvodi prolaskom čistog kiseonika kroz električno polje visokog napona od 6 do 18 kW. Standardna oprema za ozonizaciju obuhvata: kompresor za vazduh i sušnicu, izvor kiseonika (tank ili generator), ozon reaktor, reakcioni tank (za rastvaranje ozona) i jedinicu za razgradnju ozona (radi sprečavanja nekontrolisanog ispuštanja u atmosferu). Uobičajena koncentracija ozona u gasu iz reaktora je u rasponu od 2 do 12%, što zavisi od toga da li je korišćen vazduh ili čist kiseonik. Iz ove smeše 80 do 90% se rastvara u vodi, dok se ostatak ragrađuje pre ispuštanja u atmosferu. Koncentracija ozona na izlazu iz reaktora najčešće se održava u vrednosti od 0,4mg/l. Zavisno od kvaliteta obrađivane vode, ozon se dodaje u koncentraciji od 1g/m<sup>3</sup> vode. Ukoliko se ozon koristi za otklanjanje gvožđa i mangana, koncentracija se povećava u rasponu 1-3 g/m<sup>3</sup>. Prilikom uvođenja tretmana predozonizacije sirove vode potrošnja ozona će značajno nadmašiti uobičajenu od 1-2 g/m<sup>3</sup>. Upotrebom ozona dolazi do razgradnje organskog materijala, čime se stvara idealna podloga za pojavu mikroorganizama.

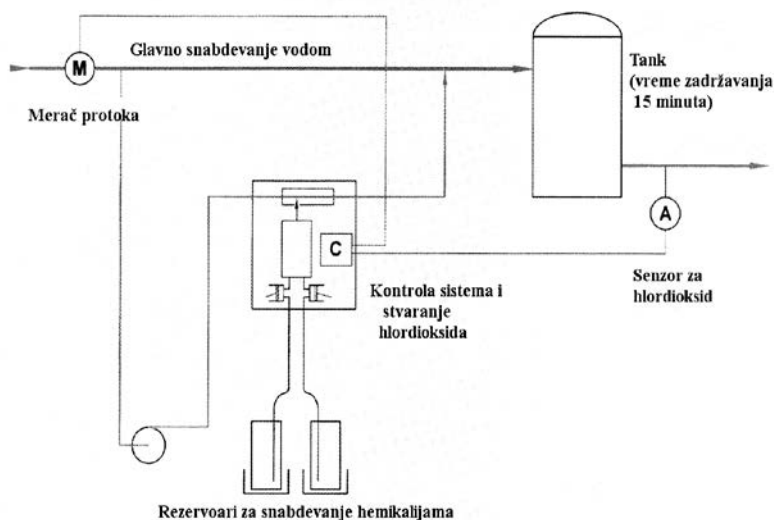


Slika 2. Proces koagulacije i flokulacije, [10, 11].

Figure 2. The Process of Conventional Coagulation and Flocculation, [10, 11].

Pogon Makiš koristi Degremon tehnologiju pešćanih filtera [12], sa dva dovoda vode sa strane koja se prelivaju na dva filterska polja (ukupne površine od  $77\text{m}^3$ ). Po svojoj strukturi prvi sloj ovog filtera sastoji se od šljunka - debljine sloja od 10 cm. Preko ovog sloja formira se 100cm finog kvarcnog peska (finoće od 0,6 do 1,2 mm). Finalni sloj čini -tuf (materijal vulkanskog porekla – primenjuje se samo u pogonu Makiš) debljine 40 cm. Kroz navedene slojeve obavlja se filtracija brzinom od 8m/h. Posle tretmana kroz pešćane dvoslojne filtere nastaje flokulaciona pogača ili filtrat male mutnoće  $2 \leq \text{NTU}$ , koji se dalje prosleđuje na postrojenje VTR GAU na postupak apsorpcije rastvorenog materijala u vodi, [12].

Aktivni uglj je nepolarno apsorpciono sredstvo sa karakteristikom da za sebe vezuje nepolarne molekule. Specifična površina aktivnog uglja varira između 200 i  $3000 \text{m}^2/\text{g}$ , najčešće  $1000 \text{m}^2/\text{g}$ , i veličine pora između 30 i  $150\text{Å}$ . Aktivni uglj se uglavnom koristi za prečišćavanje vode sa niskim sadržajem supstanci koje će se apsorbovati. Vremenom, uglj se zasititi apsorbovanim materijalom. Apсорpciona moć (mg/l) može se povratiti regeneracijom uglja pogodnim medijumom, poput vodene pare pod niskim pritiskom. Na pogonu Makiš regeneracija aktivnog uglja obavlja se u pećima pogona VTR GAU. Po svojim kapacitetima ovaj pogon je usamljen na lider-skoj poziciji, posmatrano za kompletnu Balkansku regiju.



Slika 3. Tok dijagram procesa proizvodnje  $\text{ClO}_2$ , [10, 11].

Figure 3. The flow diagram of the process  $\text{ClO}_2$ , [10, 11].

Na kraju kompletnog procesa prerade vode primenjuje se dezinfekcija vode za piće, primenom hemijskih metoda. U sklopu navedenog pogona kao dezinfekciono sredstvo koristi se hlor, koji u vodi reaguje formirajući hipohloritne jone. Hloridioksid ima karakteristike eksplozivnog gasa, zbog čega se ne transportuje već se proizvodi na licu mesta. Proizvodi se iz kiselog rastvora natrijum hlorita ( $\text{NaClO}_2$ ) ili natrijum hlorata ( $\text{NaClO}_3$ ).



Pošto je nestabilne gasovite strukture ClO<sub>2</sub> proizvodi se sa konačnom koncentracijom između 0,1 i 0,4 mg/l. (sl. 3), na mestu upotrebe, i odmah ubrizgava u tok prerađene vode.

## PRIMENA BIOREMEDIJACIJE, MOGUĆNOST ZAMENE NEKIH HEMIJSKIH METODA U PRERADI VODE

Bioremedijacija je tehnologija koja koristi biljke i mikroorganizme u njihovoj rizosferi da ukloni, razgradi ili apsorbuje polutante koje su prisutni u zemljištu, podzemnim i površinskim vodama i atmosferi. Bioremedijacione tehnike na osnovu procesa kojima biljke deluju i neutrališu polutante mogu biti: fitoekstrakcija, fitostabilizacija, fitodegradacija, fitovolatilizacija i fitostimulacija. Svaka od ovih tehnika deluju specifično na određene polutante, i sa različitim efikasnošću. Fitotransformacijom se mogu neutralisati [14]: nitrati, amonijak, fosfati; fitostabilizacijom se stabilizuju Pb, Cd, Zn, As, Cu, Cr, Se i U; fitoekstrakcijom se neutrališu Pb, Cd, Zn, Ni, Cu; a fitovolatilizacijom deluje na Se, As i Ag.

Podzemne vode i zemljište se mogu tretirati različitim remedijacionim metodama: biološkim, hemijskim, fizičkim, termičkim, solidifikacijom i stabilizacijom. Ukoliko su podzemne vode zagađene naftnim ugljovodonicima koriste se remedijacione tehnologije kao: pasivna remedijacija, pasivni/reaktivni tretman u bunarima, *air sparging* (produvanje vazduha), *biosparging*, *bioslurping*, UV-oksidacija i tehnologija ispumpavanja i tretiranja podzemne vode, [14].

U toku perade površinske vode Beogradskog vodovoda, pogonu Makiš, se mogu primeniti neke od bioremedijacionih tehnika pre svega u tretiranju vode pre ulaska u procese konvencijalnih tehnika prerade vode, kao i u tretiranju mulja.

Metoda fitoremedijacije nudi jeftinu, nenametljivu i sigurnu alternativu konvencionalnim tehnikama čišćenja kontaminiranih voda i terena. Korišćenjem sposobnosti određenih vrsta biljaka, drveća, žbunja i trava da uklanjaju, degradiraju i imobilizuju opasne materije može da se smanjiti rizik od kontaminacije zemljišta, muljeva, sedimenata, podzemnih i površinskih voda i povećati energetska efikasnost prerade vode .

Tabela.1. Energetsko-finasijska situacija, pogon Makiš, Beog. vodovod, 2013, [23].

*Table 1. Power situation, Makiš station, Belgrade Waterwork in 2013, [23].*

Broj /tip objekta objekta	Godišnja potrošnja električne energije (kWh)	Prosečni troškovi (RSD)	Prosečni troškovi (EUR)
99 bunara + 47 cevastih bunara	10.416.164	38.065.226	317.120
Makiš	46.932.435	281.991.675	2.349.931
Bele Vode	11.830.200	42.799.097	356.659
2 postrojenja za preradu podzemne vode	4.068.000 128.400	15.701.910 496.752	130.849 4140
27 crpnih stanica vode	52.909.451	189.143.958	1.576.200
<b>Ukupno</b>	<b>126.285 MWh</b>	<b>568.198.618</b>	<b>4.734.988</b>

## ZAKLJUČAK

Uloga fabrike vode u preradi pijaće vode za grad Beograd i okolinu je da imperativno obezbedi kvalitetnu pijaću vodu za građane i da sa svojim tehničkim i tehnološkim postupcima preradu vode stalno unapređuje. U radu JKP Beogradski vodovod, najvažnije činjenice su :

- Prerada pijaće vode nosi izuzetne kompleksne i dinamične zahteve koji su praćeni rizikom,
- i značajnim energetske i finansijskim troškovima (Tab.1.)
- Proces proizvodnje i postizanje kvaliteta pijaće vode zahteva primenu sistemskog i procesnog pristupa primene ISO standarda,
- Jedini i pravi put je očuvanje i unapređenje tretmana pijaće vode, pojedinih procesa koji su dugotrajni i iziskuju puno sredstava (Tab.1.), koja se stalno evidentiraju i planski rešavaju,
- Veoma važna činjenica koja može bitno da utiče na kvalitet pijaće vode jeste ekološka svest građana Beograda, koja se mora podići na što viši nivo radi zaštite prirodne sredine i indirektno izvorišta sirove vode, na čemu JKP Beogradski vodovod stalno radi.
- Primena bioremedijacionih načina prerade vode u JKP Beogradski vodovod mora naći svoju širu primenu u godinama koje dolaze
- Fitoremedijacija je jeftinija metoda u odnosu na klasične metode pripreme vode i njenom primenom se dodatno ne opterećuje životna sredina. Ona se odvija na prirodan način i može se jednostavno kombinovati sa drugim remedijacionim tehnikama i tako sinergistički ostvariti pozitivne efekte na životnu sredinu i kvalitet vode u Beogradu.

## LITERATURA

- [1] Anderson, A.T. Development of a Phytoremediation Handbook: Consideration for Enhancing Microbial Degradation in the Rhizosphere, Institute of Environmental and Human Health, Texas Tech. University, Texas.,(2002).
- [2] Borišev, M-Potencijal klonova vrba (*Salix* spp.) u fitoekstrakciji teških metala. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, PMF Department za Biologiju i ekologiju., (2010).
- [3] Đorđević-Miloradović, J., Vljaković, M.: Phytoremediation for the decontamination of heavy metals and radio-nuclides from soil in cities on the model of the factor of the accumulators – Sombor, Eco-Conference 2001., Novi Sad, pp:87-92.,(2001).
- [4] Last, M.M. Phytoextraction of toxic metals: A Review of biol. mechanisms, J. of Environmental Quality, 31: 109-120.(2002).
- [5] Pilipović, A., Klačnja, B., Orlić, S.: Uloga topola u fitorem. zemljišta i podzemnih voda, Topola, 169/170: 57-66.,(2002).
- [6] Pilon-Smiths, E., Phytoremediation. Annual Review of Plant Biology 56:15-39., (2005).
- [7] Vljaković, M., et al., Possibilities for decontamination of the soil contaminated by toxic metals, Sim. CHYMICUS II, Tara (148- 151), 2003.
- [8] <http://www.zelenmreža.org.rs/sekcija/dunav/dunav.pdsf>
- [9] <http://www.bvk.rs>

- [10] Cvjetković, M., Beogradski vodovod i kanalizacija, Razvoj i reforme od 2000 do 2008., BVK, Beograd., (2008).
- [11] JKP BVK: Jedan vek Beog. vodovoda i kanalizacije 1892-1992, (monograf.), Beograd. (1992).
- [12] <http://www.jankolisjak.com/>
- [13] Milojević M.: Kvalitet vode u vodovodima, Predavanje na skupu Inženjerske Akademije, pp:1-24, Beograd, (2004).
- [14] Ignjatović, L. Makrobiološke metode u preradi otpadnih voda, Vodič kroz jedinične operacije, ECO-TECH, Beograd, pp: 150-155. (1995).
- [15] Eseyeniyova, A., Polakovicova, G., Bilska, V., Rajnohova, H. Biological clean-up of hydrocarbon pollution, Petroleum Technology Quarterly, pp:133-137. (2000).
- [16] Hursthouse A. S. The relevance of speciation in the remediation of soil and sediment contaminated by metallic elements – an overview and examples from Central Scotland, UK, J. Environ., Monit., 3, pp: 49-60. (2001).
- [17] Josimov-Dunderski, J., Belić, A. Primena sistema mokrih polja za naselje Gložan, Letopis naučnih radova, God. 31, br. 1, pp:98-105. (2007).
- [18] Last, M.M. Phytoextraction of toxic metals: A Review of biological mechanisms, Journal of Environmental Quality, 31: 109-120. (2002).
- [19] Nikolić, Lj., Stojanović S., Lazić, D. Uloga trske (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud) u procesu prečišćavanja komunalnih otpadnih voda metodom mokrih polja (Constructed Wetlands systems), Savremena poljoprivreda, vol. 56, pp:230-235. (2007).
- [20] Pančić, V. Integralni sistem malih postrojenja – demo-jedinica RMU “Čitluk”, Zbornik radova 36. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, pp: 359-362. (2007).
- [21] Pilipović, A., Klačnja, B., Orlić, S. Uloga topola u fitoremedijaciji zemljišta i podzemnih voda, Toplola, 169/170: 57-66. (2002).
- [22] Pilon-Smiths, E. Phytoremediation. Annual Review of Plant Biology 56:15-39. (2005).
- [23] Milutinović Branka, Energetska efikasnost u JKP Beogradski vodovod i kanalizacija, Prezentacija, Beograd, 2014.

# MASFERG AGRO MEHANIZACIJA U SEZONI 2014-2015.GOD.

Tomislav Protulipac<sup>1</sup>, Aleksandar Gluvić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MasFerg Agro Mehanizacija doo, Novi Sad

## SAŽETAK

MASFERG AGRO Mehanizacija d.o.o. ulazi u sezonu 2014/2015 godina sa svojom tradicionalnom ponudom poljoprivrednih mašina uglednih svetskih proizvođača AGCO – Massey Ferguson, Challenger, Kuhn, Sampo, Vadestad, RM, Zago, Alpego i Pichon kao i novitetom u programu prikolica austrijskog proizvođača HBP-BRANTNER i specijalizovanih šumarskih traktora slovačkog proizvođača LKT. U ovom radu dajemo pregled inovacija na programu priključnih mašina i oruđa koje se nude našim kupcima i novih specijalizovanih traktora za šumarstvo. Takođe ćemo prezentovati novu generaciju teleskopskih utovarivača JCB-AGRI, nove tehnologije obrade zemljišta i setve u jednom prolazu švedskog proizvođača VADERSTAD i specijalizovane šumarske traktore LKT za rad u teškim uslovima.

**Ključne reči:** teleskopski utovarivač, sejalice, prikolica, šumarski traktor, obrada zemljišta i setva u jednom prolazu.

## MASFERG AGRO MEHANIZACION IN 2014-2015

Protulipac T., Gluvić A.\*

*MasFerg Agro Mehanizacija doo, Novi Sad*

## ABSTRACT

MASFERG AGRO Mehanizacija Ltd. is entering year 2014/2015 with traditional offer of agricultural machines made by worldwide respected producers of AGCO – Massey Ferguson, Challenger, Kuhn, Sampo, Vadestad, , RM, Zago, Alpego and Pichon and also inovations on offer agriculture trailers austrian company HBP-BRANTNER and special forestry tractor slovakian producersLKT. In this paper we are giving an overview of inovations on implements for tractors offered to our customers. We will also presenting the new generation of JCB-AGRI telescopic, new tehnology on soil cultivation and seeding in one pass from VADERSTAD and special forestry tractors LKT for work in heavy forestry condition.

**Key words:** forestry tractor, innovation, agriculture trailers, seeding, cultivation, sales, financing.

<sup>1</sup> Kontakt autor: Tomislav Protulipac, e-mail: protulipac@mfgagro.co.rs

## TRAKTORI MASSEY FERGUSON

**MF 5600 SERIJA1** - Serija 5600 obuhvata gamu traktora u dijapazonu snage od 80 do 130 KS. Reč je o višenamenskim traktorima pogodnim za rad u polju, dvorištu i za transport. Modeli ove serije su opremljeni sa „AGCO Sisu Diesel” motorima druge generacije SCR tehnologijom radne zapremine 3.300 i 4.400cm<sup>3</sup> smeštene u 3 i 4 cilindra. U ovu seriju ugrađena je verzija transmisije tipa Powershift u izvedbama Dyna 4 (16/16) i Dyna 6 (24/24) brzine sa opcijom Auto Drive -automatskom promenom stepena prenosa unutar ranga. Posедуje novi tip kabine koji je ugrađen na svim traktorima MF serije 6600, 7600, 8600 sa velikom komfornošću, nizak nivo buke do 71dB i izuzetne preglednosti.

Nov hidraulični sistem je u ponudi u varijanti 57 ltr/min standard i opciono pojačana hidraulika od 100 lit/min sistemom *open centar* i 110 lit/min CCLS sisistemom. Takođe je povećan servisni interval na 500 radnih sati.



Sl. 1. Traktor MF 5600  
Fig. 1. Tractor MF 5600

Tab.1 Tehničke karakteristike serije MF 5600  
*Tab.1 Technical characteristics for series MF 5600*

Performanse	5608	5609	5610	MF5611	MF5612	MF5613
Motor	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU
Snaga motora (KS/kW)	80(59,9)	90(67)	100(74,6)	110 (126.8 )	120 (134.2 )	130 (149.1)
Zapremina motora (litara)	3.3	3.3	3.3	4.4	4.4	4.4
Transmisija	Dyna 4	Dyna 4	Dyna 4	Dyna 4/Dyna 6	Dyna 4/ Dyna 6	Dyna 4/ Dyna 6

**MF 7600 SERIJA** - Serija 7600 obuhvata gamu traktora u dijapazonu snage od 140 do 260KS . Modeli ove serije su opremljeni sa „AGCO Sisu Diesel” motorima izuzetne pouzdaosti već druge generacije SCR tehnologije, radnih zapremina 6600 i 7400cm<sup>3</sup> smeštene u 6 cilindra. U ovu seriju ugrađena je verzija transmisije tipa Power shift u izvedbama Dyna 4 (16/16 ) i Dyna 6 ( 24/24) brzine sa opcijom Auto Drive -automatskom promenom stepena prenosa unutar ranga kao i bestepena Dyna VT-vari-

jabilna transmisija, kao i tri nivoa opreme Osnovni, Efikasni i Ekskluzivni a sve to da bih se pokrila gama korisnika ovih traktora kao i njihova različitost u zahtevima.

Nov hidraulični sistem je u ponudi u varijanti 57 ltr/min standard i opciono pojačana hidraulika od 100 lit/min sistemom *open centar* i 110Lit/min CCLS sisitemom. Takođe je povećan servisni interval na 500 radnih sati.



Sl. 2. Traktor MF 7600  
Fig. 2. Tractor MF 7600

Tab.2 Tehničke karakteristike serije MF 7600  
Tab.2 Technical characteristics for series MF 7600

Performanse	7614	7615	7616	7618	7619	7620	7622	7624	7626
Motor	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU	AGCO SISU
Snaga motora (KS/kW)	140/103	150/110	160/118	175/129	185/136	200/147	215/147	235/173	255/188
Zapremina motora (lit.)	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6/7.4	7.4	7.4
Transmisija	Dyna 4	Dyna 4	Dyna 4 Dyna 6 Dyna VT	Dyna 4 Dyna 6 Dyna VT	Dyna 4 Dyna 6 Dyna VT	Dyna 4 Dyna 6 Dyna VT	Dyna 4 Dyna 6 Dyna VT	Dyna 4 Dyna 6 Dyna VT	Dyna 4 Dyna 6 Dyna VT

Seriya kombajna MF ACTIVA 7345/7347 S/MS - Serija 7345/7347 Activa spada u seriju kombajna visokg učinka. Ova serija obuhvata ukupno 2 modela, snage 243 i 303 KS. Kod kombajna 7347S/MS je instaliran novi motor jače snage koji omogućuje kombajnu još veći učinak kao uz manju potrošnju goriva. Ugrađeni motori su poslednja generacija AGCO Sisu Diesel – SCR standarda „Tier 3B - stage 4final“, motora sa elektronskom kontrolom. Transmisija je hidrostatska novog tipa sa 4 stepena prenosa.

Na kombajnim je instaliran novi tip kabine - Pro Line, kabine sa veći prostorom za rukovaoca. U okviru Pro line kabine je nova komandna konzola novog tipa terminala TechTouch 2, tipa touch screen koji reaguje na dodir prsta sa novim tipom grafike i prikaza radnih parametara kombajna, kao i opciono kamera instalirana na zadnjem delu kombajna i omogućuje praćenje rada i upravljanja kombajna pri kretanju u nazad, rada sečke i rasturivača pleve. Većina komandi integrisana na ručici za upravljanje - joystick.- novi tip okruženja rukovaoca. Višenamenska ručica je integrisan na desnomosloncu za ruku , zajedno sa sedištem koji se odlikuje izuzetnom preglednošću,

jednostavnosti u rukovanju i mnogo efikasnijim upravljanjem kombajnom. Ovaj sistem je već primenjen kod svih Massey Ferguson kombajna BETA, CENTORA i DELTA.

Tab.3 Tehničke karakteristike kombajna MF ACTIVA  
*Tab.3 Technical characteristics for combines MF 5600*

Model	MF 7345S	MF 7347S
Radni zahvat hedera (m) bez trake i sa trakom	4,8-7,6 FF i 5,5 - 6,8 PF	4,8-7,6 FF i 5,5 - 6,8 PF
Snaga motora (KS)	243	303
Prečnik/Širina bubnja (mm)	600/1340	600/1600
Opseg brzina (min <sup>-1</sup> )	380-1210	430-1310
Broj sekcija slamotresa	5	6
Kapacitet bunkera (l)	8600	8600
Opciona oprema	MSC – dodatni separator za kvalitean izvršaj	MSC –dodatni separator za kvalitean izvršaj



Sl. 3 Kombajn MASSEY FERGUSON serije ACTIVA  
*Fig.3 Combine MASSEY FERGUSON type ACTIVA*

## NOVA SERIJA SEJALICA ZA SETVU U JEDNOM PROLAZU

**VADERSTAV RAPID RD 300/400 S/C** - Rapid je sejalica koja otvara sva nova tržišta širom sveta. Sejalica kojih ima preko 30.000 kom. širom Evrope. Pored standardne elektronske kontrole preko kontrolnog terminala, novitet na ovim sejalicama je potpuna elektronska kontrola rada setve putem *iPad* kontrolne jedinice sa komplet grafikom i statistikom u koloru i sa mogućnošću GPS kontrole instalirane na samoj sejalici koja je dodatna oprema. Pored elektronike koja ide korak ispred na mašini su urađene dodatne modifikacije koje ovu sejalicu čine spremnom za sve uslove rada - mašina koja nema limita za setvu. Takođe nov sistem pogona je hidro pogon koji je novitet umesto mehaničkog. Zahtevan protok ulja je od 15-20l/min a u ekstremnim uslovima do 30l/min što čini ovu sejalicu pristupačnu za buduće korisnike koji imaju traktore već od 110kW/150KS. Norma setve se može podešavati u opsegu od 1,5-400kg/ha kao i norma đubrenja 70-800kg/ha. Navedene karakteristike sejalicu čine izuzetno profitabilnom i isplativom investicijom.



Sl. 4 Puna elektronska kontrol putem iPad terminala  
*Fig. 4. New electronic control station with iPad terminal*

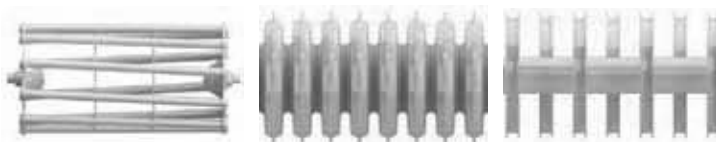
## NOVO ORUĐE ZA KONZERVACIJSKU OBRADU ZEMLJIŠTA VADERSTAD - „OPUS“

Nova generacija oruđa za redukovanu obradu zemljišta u jednom prolazu koju je Vaderstad plasirao na tržište koja je napravljena prema iskustvu poljoprivrednih proizvođača širom sveta što govori o Vaderstad mašinama da su najfleksibilnije na tržištu i da se proizvođač mašina uvek prilagođava svim Vašim zahtevima i uvek ide korak napred i obezbeđuje Vam sigurnu budućnost. Ono što čini mašinu posebnom je da može raditi na dubinama do 40cm dubine u različitim uslovima eksploatacije i to sa manjom angažovanom pogonskom snagom. Mašina ima klirens 80cm što omogućuje veliki protok biljne mase izmešane sa zemljištem prilikom kultivacije i eksploatacionim brzinama od 10-15km/h.



Sl 5. Nova generacija oruđa za obradu zemljišta u jednom prolazu  
*Fig.5 . New generaion of cultivators for work in one pass*

Ono što ovo oruđe čini posebnim je oblik motičice koji omogućuje izuzetno kvalitetnu kultivaciju zemljišta na različitim dubinama i opterećenje do 700kg po motičici.



Sl 6. Novi tip za rekonsolidaciju zemljišta  
*Fig.6 . New generaion of rollers for reconsolitation for soil*



Različiti tipovi valjaka za rekonsolidaciju zemljišta u zavisnosti od uslova eksploatacije omogućuje Opusu primenu u različitim tipovima zemljišta i ne veliku angažovanu pogonsku snagu. Ovo oruđe je još jedan iskorak u budućnost Vaderstada.

## NOVA GENERACIJA ORUĐA ZA PLITKU REDUKOVANU OBRADU VADERSTAD - CARRIER

Vaderstad je izbacio novu generaciju Carrier oruđa za pliću redukovanu obradu zemljišta koja omogućuje rad zemljištima koja imaju velike količine biljne mase i žetvenih ostataka. Carrier je napravljen tako da ima mogućnost da menja prednji tip alata u zavisnosti od primene oruđa i tipa obrade ( redukovane obrade, ljuštenja strnjišta setvospremiranja i zatvaranja brazde iza osnovne obrade).



Sl. 7. Vaderstad-Carrier tanjirača  
*Fig.7. Vaderstad-Carrier disc harrow*

Ono što je novo na tanjiračama je prednji tip alata za seckanje biljnih ostataka koji sa povećanjem eksploatacione brzine daje sve bolji i bolji efekat rada-oruđe koje dodatno iskorišćuje angažovanu snagu traktora. Prednji alat za obradu »Cross Cuter Disk«- odnosno takozvana rotosečka koja se pogonim klasičnim »kotrljanjem« po zemljištu čime obezbeđuje izuzetno veliku efekat seckanja biljne mase i sprema ih za kultivaciju putem nazubljenih diskova koji su smešteni odmah iza rotosečke.



0-2 cm      0-3 cm      5-12 cm      5-13 cm      5-16 cm

Sl. 8. Diskovi prečnika 410, 510 i 610mm  
*Fig.8. Diametar of discs 410, 510 and 610mm.*

Na slici su prikazani različiti tipovi nazubljenih diskova koji imaju šrečnik 45cm, 51cm i 61cm sve u zavisnosti od primene kao irroto sečku koji omoguće rad na dubinama od 3 do 15cm. Pri eksploatacionim brzinama 15km/h. Podešavanje napadnog ugla diskova se kreće u dijapazonu od od 11° do 19°.

## NOVO U PONUDI - RENOMIRANI SVETSKI PROIZVOĐAČ VIŠE- NAMENSKIH PRIKOLICA *HBP - BRANTNER - AUSTRIA*

Predstavljam Vam novitet u ponudi našeg privrednog društava a to su priklice koje imaju široku primenu austrijskog proizvođača HBP- BRANTNER . Elementi prikolica se seku laserski i oblikuju presama do 4000tona. Sve prikolice su premazane ACC866 sredstvom protiv zaštite od korozije. Zaštita prikolice od korozije se ostvaruje Autoforezom –procesom koji stvara antikorozivni premaz.Ono što odlikuje BRANTNER kao proizvođača je da u jednom potezu može raditi antikorozivnu zaštitu komponenti i sklopova dužine do 16m. Ovi sistemi zaštite je obezbeđeno savršeno premazivanje svih otvora za razliku od električnog lakiranja uranjanjem ne dolazi do Feraday efekta..Prednost ovog procesa je taj da može da se koristi za tretiranje tankih metlnih ploča-bočne strane prikolica u poređenju sa procesom pocinkovanja gde dolazi do deformacija stranica. Proizvodna uprošćena u par koraka čišćenje, ACC866, sušenje, bojenje. Naglašavamo da ACC obezbeđuje sertifikovano odličan kvalitet i prijanjanje zaštitnog sloja koji drugi ne mogu obezbediti. Prednosti ovih prikolica su ogromne. Okvir šasije je izrađen od presovanog profila u jednom komadu koji obezbeđuje garanciju na šasiju 10 godina.



Sl. 9.Prikolice sa tandem osovinom  
*Fig.9.Trailerwith tandem axle.*



Sl. 10. Dvoosovinske prikolice.  
*Fig.10.Trailerwith two axle*

Uređaji za kipovanje su opremljeni sa hidrocilindrima koji su hromirani i opremljene su sa automatskim ventilom za ograničenje hoda ( podizanja ) što sprečava bočno prevrtanje. Patentirano samočišćeće dno od metalne ploče 4 ili 5mm debljine i konusne platforme koja obezbeđuje lak istovar različitih tipova tereta. Čelične bočne stranice su hladno presovane sa profiliranim bočnim ojačanjem. Patentirane ivice čelične ploče obezbeđuju odlično prijanjanje pri zatvaranju. Zatvaranje stranica je centralno i bočne stranice se mogu preklapati

Karakteristično za HBP-BRANTNER je i proizvodna prikolica sa uređajem za horizontalnim potiskivanjem što je izraženo u transportu silaže, pripreme stočne hrane i transportu žitarica.



Sl. 11. Prikolice sa tandem osovinom sa pokretnom zadnjom stranicom za potisak robe pri istovaru  
*Fig.11.Trailer with tandem axle with power push system*



Sl. 12. Prikolice sa tandem osovinom i ravnim stanicama  
*Fig.12.Trailer with tandem axle and flat sides*

Potiskivanje se vrši preko tri hidrocilindra, sa hidraulično upravljivim zadnjom stranicom što omogućuje brz istovar robe iz tovarnog prostora. Prikolice sa ravnim stranicama, robusne i jake omogućuju lak transport i čist istovarni koš nakon robe koja ima mehaničkih primesa i raznih sitnih prljavština.



Sl. 13. Plug KUHN  
*Fig. 13. Kuhn Plough*

**KUHN – priključne mašine za traktore** - Dobro poznat našim poljoprivrednicima, KUHN je sinonim za vrhunski kvalitet u oblasti proizvodnje priključnih mašina za traktore. Proizvodni program KUHN-a obuhvata veoma širok spektar mašina za osnovnu i dopunsku obradu zemljišta, setvu, unošenje prirodnog i veštačkog đubriva, hemijski tretman useva, košenje i baliranje, pripremu stočne hrane i dr. Svakako da su na našem tržištu najpoznatiji KUHN-ovi plugovi i sejalice.

**Plugovi - KUHN** plugovi proizvode se kao nošeni u izvedbama od 2 do 7 plužnih tela i polu-nošeni sa maksimalno 12 plužnih tela. Potrebna snaga traktora za nošene plugove iznosi od 30 KS po plužnom telu za manje, do 55 KS po plužnom telu za plugove sa 7 plužnih tela dok za polunošene plugove sa maksimalno 12 plužnih tela potrebna snaga iznosi do 35 KS po plužnom telu. Mogu biti opremljeni različitim tipovima plužnih dasaka. U opremi su još i predplužnjaci, crtalo, točak za regulaciju dubine, transportni točak sa suspenzijom. U ponudi su i modeli sa hidrauličkim podešavanjem radnog zahvata.



Sl. 14. Pneumatska sejalice PLANTER 3  
*Fig. 14. Precision seed drill*

Sejalice - PLANTER 2 i PLANTER 3 su jedne od najpopularnijih sejalica za širokoredne kulture na našem tržištu. Odlikuje ih velika preciznost setve i jednostavno podešavanje i održavanje. Posebna pažnja u KUHN-u se pridaje završnoj obradi proizvoda. Kvalitet farbanja je vrhunski što garantuje da se korozija neće pojaviti godinama.

Najpopularnije su izvedbe sa teleskopskom gredom TS gde je moguće hidrauličnim putem dve krajnje setvene jedinice skupiti i TI kod koje je moguće hidraulički podešavati razmak između redova. Sejalice mogu biti opremljene uređajima za unošenje insekticida i min. đubriva, elektronskom kontrolom setve.

Pored opisanih mašina KUHN proizvodi kultivatore, tanjirače, žitne sejalice, sitnilice biljnih ostataka, rasipače mineralnog đubriva, prskalice, rasturače stajnjaka, kosačice, grablje, balirke, mikser prikolice i dr.



Sl. 15. Rasipač min. đubriva AXIS  
*Fig. 15. Fertilizer spreader AXIS*

Rasipač mineralnog đubriva AXIS H-EMC-W- Rasipač mineralnog đubriva AXIS H-EMC-W predstavlja novitet u ponudi KUHN-a.

AXIS nudi jedinstvenu kombinaciju inovativnih tehnologija kako bi zadovoljio sve zahteve profesionalaca. CDA (coaxial distribution adjustment) sistem omogućuje brzu adaptaciju za razne tipove mineralnih đubriva, precizno snabdevanje diska i konstantan protok mineralnog đubriva. Tome doprinosi i mešač granula smešten na dnu koša koji ima brzinu okretanja od samo 17 o/min, čime se sprečava oštećenje granula. ISOBUS dozvoljava međusobnu razmenu podataka između mašine, računara i traktora što obezbeđuje maksimalan monitoring rada. VARI-SPEED omogućuje promenu

radnog zahvata iz kabine traktora promenom brzine obrtanja diskova koji su pogonjeni hidrauličnim putem, nezavisno od broja obrtaja motora traktora. Jedinstvena EMC (Electronic Mass Flow Control) tehnologija omogućuje kontinualno merenje i podešavanje mase granulata na svakom disku nezavisno. Sistem za vaganje zajedno sa elektronskom jedinicom (ISOBUS) odgovara na sve zahteve farmera (rukovaoca) u pogledu norme tretiranja čak i u samom procesu rasipanja.

Radni zahvat rasipača AXIS kreće se od 18 m do maksimalno 50 m (model 50.1 H-EMC-W) a zapremina koša se kreće od 1.200 lit. do 4.000 lit.



Slika 16: Teleskopski manipulator JCB 531-70 Agri

*Fig. 16. Telehandler JCB 531-70 Agri*

JCB-AGRI teleskopski utovarivači - telehendleri - Teleskopski manipulator – telehendler je mašina koja je sve prisutnija na imanjima naših poljoprivrednika koji su shvatili neophodnost posedovanja mašine ovog tipa. Osnovna namena teleskopskog manipulatora je utovar, istovar, pretovar i manipulacija svim vrstama tereta koji se mogu javiti u poljoprivrednoj proizvodnji. Prednosti ove mašine u odnosu na klasične utovarivače su brojne:

- Bolje manevarske sposobnosti - manji radijus okretanja, 3 moda upravljanja
- Veća visina istovara - do 9,5 m
- Bolja stabilnost na nagnutim terenima - niža težište mašine
- Manji gabariti mašine - dozvoljavaju rad na ograničenom prostoru
- Veliki izbor radnih alata - raznovrsnost radnih operacija
- Niža cena u odnosu na klasične utovarivače.

Pored već na našem tržištu dokazanih modela JCB teleskopskih manipulatora – 531-70 Agri, 535-95 Agri i 541-70 Agri – JCB predstavlja novi model teleskopskog manipulatora sa oznakom 525-60.



Slika 17: Teleskopski manipulator JCB 525-60

*Fig. 17 Telehandler JCB 525-60*

**JCB 525-60** - Novitet u familiji JCB telehendlera, model 525-60 menja starije modele 524-50, 527-55 i 525-50. Spada u klasu manjih telehendlera ali sa svim prednostima koje krasi veće modele. Namenu nalaze na živinarskim farmama kao i na drugim farmama gde veliki telehendleri ne mogu da pristupe zbog ograničenog prostora ili niske visine ulaza. Takođe, koriste se i kao ispomoć drugim mašinama.

Iako su po gabaritnim dimenzijama manji nego navedeni modeli 531, 535 i 541, model 525-60 opremljen je kabinom normalne veličine što rukovaocu omogućuje normalno radno okruženje i pun komfor u radu. Pored toga, zadržali su i respektabilnu visinu dizanja koja iznosi 6 metara, kao i zavidnu nosivost od 2,5 t.

Osnovne karakteristike modela 525-60 su:

- Motor snage 74 KS Tier 4 Final
- Kontinualna hidrostatička transmisija – brzina kretanja do 30 km/h
- Hidraulička pumpa protoka 90 l/min
- Džojstik komande utovarne ruke
- Kompaktne dimanzije: visina 1.97 m i širina 1.89 m.
- Izuzetna preglednost

Opremu mašine čine još i: klima uređaj, podesivo sedište za rukovaoca sa naslonom za ruku, kontrolna tabla sa LCD displejem, dodatni hidraulični priključci, brza spojnica za brzu izmenu radnih alata, radna svetla napred i nazad, zaštita krovnog stakla i prednjeg vetrobranskog stakla i dr.

Još jedna od prednosti JCB teleskopskih manipulatora – LIVE LINK – sistem za satelitsko praćenje koji u realnom vremenu prati poziciju mašine kao i sve važne parametre rada i sisteme na mašini a ti podaci su uvek dostupni vlasniku ili korisniku mašine posredstvom mobilnog telefona, tablet uređaja ili lap-topa. Pored toga što ima značajnu ulogu u prevenciji krađe mašine, LIVE-LINK je vrlo koristan kada kupac/korisnik ima u vlasništvu više mašina (flotu). Tada ima mogućnost da putem LIVE-LINK-a prati kretanje svake mašine, njen učinak, potrošnju goriva, servisne intervale, učestalost zastoja i kvarova, produktivnost mašine i rukovaoca i da na osnovu tih podataka donosi odluke u cilju poboljšanja efikasnosti.

## MEHANIZACIJA U ŠUMARSTVU

**Šumski traktori LKT** - Poznati slovački proizvođač šumske mehanizacije – LKT predstavlja tržištu Srbije posredstvom firme MasFerg Agro mehanizacija d.o.o. gamu šumskih traktora. U ponudi su modeli LKT81, LKT82, LKT150 i LKT175. Kao ciljani model za tržište Srbije svojim tehničkim karakteristikama nameće se LKT81.

Traktori LKT su dug niz godina prisutni u šumama Srbije. Međutim, to su traktori nabavljeni pre više od 20 - 25 godina i čiji je radni vek na kraju. Novi traktori u Srbiji nisu nabavljani iz razloga što je fabrika imala jednu dužu pauzu u proizvodnji zbog restrukturiranja i promene vlasničke strukture. Danas je LKT ponovo respektabilan proizvođača šumskih traktora koji su zbog visokog kvaliteta i prihvatljive cene veoma traženi.

Stariji modeli LKT traktora koji su u eksploataciji u šumama Srbije veoma su popularni kod korisnika – šumara i u našim uslovima pokazali su se veoma dobro. Karakteriše ih veliki učinak, dugotrajnost i pouzdanost, mala potrošnja goriva i jednostavno održavanje.



Sl. 18. Šumski traktor LKT 81  
*Fig. 18 Forest wheeled skidder*

Novi model šumskog traktora LKT81 ima sve karakteristike robusne šumske mašine predviđene za rad u najtežim planinskim uslovima i gustom zasadu šume, kao što je to slučaj u šumama Srbije. Zadržavši sve dobre osobine svojih prethodnika, LKT81 je osavremenjen i opremljen novim savremenim komponentama koje ga čine još pouzdanijim i učinkovitijim.



Sl. 19. Šumskog traktora LKT81 u radu  
*Fig. 19. Forest tractor LKT81 at work*

Novi LKT81 premijerno je prikazan tržištu Srbije na 81. Međunarodnom Poljoprivrednom sajmu u Novom Sadu, na štandu firme MasFerg Agro mehanizacija iz Novog Sada, gde je izazvao veliko interesovanje posetilaca. Po završetku Sajma, velika prezentacija traktora LKT81 u radu održana je na terenu, u okolini Ivanjice, u gustim šumama Golije.

Prezentacija je trajala pet dana, od 23. do 27. juna. Svakodnevno je bio prisutan veliki broj korisnika šumske mehanizacije iz regiona koji su izrazili veliko interesovanje da posle Sajma pogledaju traktor i u realnim uslovima eksploatacije.

Traktor je svih 5 dana prezentacije radio besprekorno, uz izuzetno veliki učinak i zadovoljavajuću potrošnju goriva. Svaki od posetilaca prezentacije imao je priliku da lično sedne za upravljač i da se uveri u performanse mašine.

Tehničke karakteristike - Traktor LKT 81 je opremljen snažnim i ekonomičnim JCB motorom snage 85 kW kao i JCB Powershift transmisijom sa 4 stepena prenosa napred i nazad i maksimalnom brzinom kretanja do 30 km/h.

Obzirom da je rad u šumi visoko rizičan u pogledu bezbednosti, velika pažnja se posvetila sigurnosti i konforu rukovaoca pa je iz tog razloga traktor opremljen sigurnosnom kabinom koja zadovoljava ROPS/FOPS standarde, sigurnosnim neprobojnim staklima i zaštitnim mrežama.

Šasija je zglobne konstrukcije sa dva snažna hidraulična cilindra za upravljanje. Radni pritisak hidrauličnog sistema je 190 bara.

Radni organi ovog traktora su dva snažna hidraulična vitla sa silom vuče od po 80 kN, dužinom sajle 60 m i prečnikom sajle 14 mm. Brzina namotavanja sajle je 1 m/s.

Traktor je opremljen sa zadnjim nožem koji ima funkciju povećanja stabilnosti mašine prilikom izvlačenja stabala kao i sa prednjom daskom koja služi za krčenje terena. Obe daske su hidraulično kontrolisane.

Učinak i potrošnja goriva - Učinak mašine i potrošnja goriva su parametri koji interesuju svakog korisnika mašine.

Za LKT81 sa sigurnošću možemo reći da je to visoko učinkovita i ekonomična mašina. U realnim uslovima eksploatacije gde je teren pod velikim nagibom a dužina izvlačenja stabala oko 20 m i uz prosečan pređeni put vlakom po jednom ciklusu oko 200 m, dnevna potrošnja goriva se kretala do max. 1 lit/m<sup>3</sup>.

Prikazane inovacije i novi modeli mašina daju nam za pravo da zaključimo da ponuđeni asortiman mašina i oruđa programa privrednog društva „MASFERG AGRO Mehanizacija“ tradicionalno prati i nudi nove tehnologije i rešenja u poljoprivrednoj proizvodnji i proširuje gamu proizvoda u ponudi, jer cilj našeg privrednog društva je zadovoljan poljoprivredni proizvođač. Svaki farmer, manja ili veća korporacija mogu pronaći odgovor na nova pitanja koje im se nadmeću u proizvodnji i naći oslonac u *MASFERG AGRO Mehanizaciji* kao tradicionalno pouzdanog poslovnog partnera.

Unapređenje uslova poslovanja u trouglu Kupac – Dobavljač – Okruženje, kao i samo uređenje tržišta poljoprivredne mehanizacije predstavlja ideju vodilju za prevazilaženje otežanih uslova finansiranja i niskih cena poljoprivrednih proizvoda, kako bi se poljoprivredna mehanizacija učinila pristupačnom krajnjem korisniku. Pored tradicionalnog trgovanja po principu „staro za novo“ sa našim starim kupcima, tu su i poslovne banke i lizing kuće sa svojim proizvodima (kreditima, lizing aranžmanima).

## LITERATURA

1. Interna dokumentacija BRANTNER-a.
2. Interna dokumentacija VADERSTAD-a.
3. Interna dokumentacija Massey Ferguson-a
4. Interna dokumentacija JCB-a.
5. Interna dokumentacija LKT-a.
6. Profi-stručni časopis za poljoprivrednu mehanizaciju
7. DLG-stručni časopisi za poljoprivrednu mehanizaciju



# PREGLED POTENCIJALA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE U SRBIJI

**Branko Radičević<sup>1</sup>, Đukan Vukić<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,  
Beograd-Zemun*

## SAŽETAK

U radu je dat pregled potencijala obnovljivih izvora energije za proizvodnju električne energije u Srbiji. Godišnja primarna potrošnja energije u Srbiji je procenjena na oko 17 Mten. Približno oko 6% otpada na obnovljive izvore energije, tačnije na električnu energiju iz hidroelektrana. Izvršena je kratka analiza cene proširenja udela obnovljivih izvora energije u proizvodnji električne energije. Na kraju je dat pregled utvrđenih nacionalnih resursa za pojedine obnovljive izvore energije, kao ključnog elementa za buduću izgradnju obnovljivih energetske kapaciteta u Srbiji imajući u vidu intenzivan razvoj ovih izvora energije u svetu.

**Ključne reči:** Obnovljivi izvori energije, potencijal, cena

## REVIEW OF THE POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES OF ELECTRICITY IN SERBIA

**Branko Radičević<sup>1</sup>, Đukan Vukić<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering,  
Belgrade, Republic of Serbia*

## ABSTRACT

A review of the potentials of renewable energy sources and a short analysis of the price of a wider use of renewable energy sources in the electricity production in Serbia is included. The state and prospects of the future development of renewable energy in Serbia are presented in detail. Annual gross energy consumption in Serbia is about 17 Mtoe and near 6% is produced by renewable energy sources, namely, by hydropower plants. The fascinating development of renewable energy sources in Europe and worldwide which occurred while doing this study has been taken into account.

**Key words:** renewable energy sources, potential, price

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Branko Radičević, e-mail: branko@agrif.bg.ac.rs

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu: „Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji nacionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda”, evidencioni broj TR-31051, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

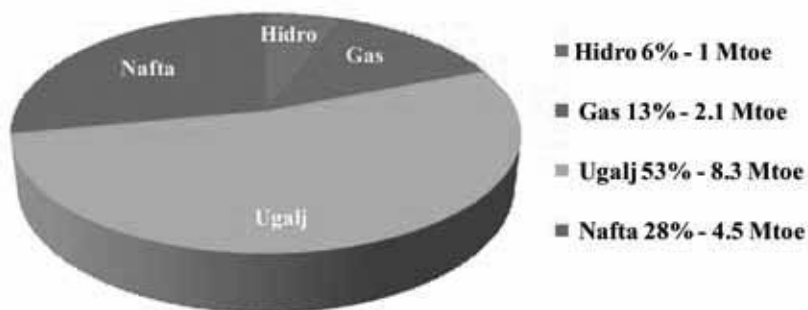
## UVOD

Kada se analiziraju potencijali obnovljivih izvora energije (OIE) koji su na raspolaganju u Republici Srbiji može se definisati sledeća podela, koja uzima u obzir poreklo određenog izvora energije: 1. Energija direktnog Sunčevog zračenja; 2. Energija biomase; 3. Energija vodotokova; 4. Energija vetra; 5. Geotermalna energija. Prilikom analize OIE za proizvodnju električne energije, mogu se definisati još dva izuzetno značajna potencijala koji mogu doprineti većoj produktivnosti električne energije u nekom sistemu: 6. Racionalnija upotreba energije uopšte; 7. Potencijal zamene energenata, odnosno električnih potrošača neelektričnim.

Uzimajući u obzir sveukupne energetske mogućnosti i potrebe, često je značajniji i opravdaniji potencijal racionalizacije upotrebe energije i supstitucije energenata, u cilju rasterećenja proizvodnih kapaciteta elektroenergetskog sistema (EES), nego ukupni potencijal za proizvodnju električne energije iz OIE.

## MATERIJAL I METODE RADA

Ukupna godišnja potrošnja primarne energije u Srbiji je procenjena na 17 Mten (Slika 1). Finalna potrošnja iznosi 8.2 Mten, dok je uvozna zavisnost 37%. Potrošnja električne energije iznosi 3 Mten (35 TWh). Udeo OIE u proizvodnji električne energije, tačnije hidroelektrana, iznosi 34% (udeo OIE u primarnoj potrošnji energije je 6%), što predstavlja značajan procenat u odnosu na većinu najrazvijenih zemalja Evrope. Upotreba biomase, prvenstveno za potrebe grejanja, nije statistički obrađena, ali se procenjuje da se približno četvrtina domaćinstava u Srbiji greje na taj način [1].



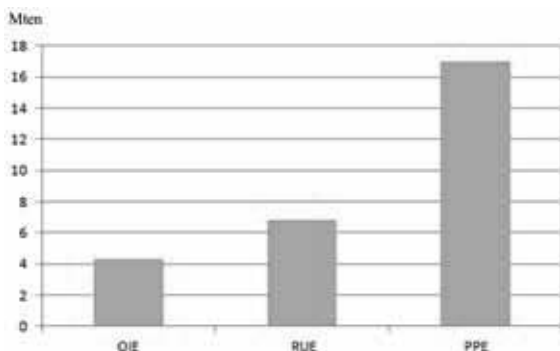
Slika 1. Učešće pojedinih energenata u ukupnoj potrošnji primarne energije u Srbiji (Mten, %)  
Picture 1. Participation of individual energizers in the total primary energy consumption in Serbia (% , Mtoe)

Ukupni potencijal OIE u Srbiji je oko 4.3 Mten, što predstavlja oko 25% ukupne primarne potrošnje energije (PPE) [2]. Potencijal pojedinih resursa iznosi: Sunčevo zračenje (SE) - 0.6 Mten, biomasa (BM) - 2.7 Mten, neiskorišćeni hidropotencijal (HE) - 0.6 Mten, energija vetra (EV) - 0.2 Mten, geotermalni izvori (GTE) - 0.2 Mten.

Važno je napomenuti da neki potencijali, kao što je solarni potencijal za proizvodnju električne energije ili potencijal geotermalne energije, imaju kapacitete kojim se

moгу teoretski, ali i tehnički, podmiriti apsolutno sve potrebe za energijom. S obzirom da sa aktuelnog ekonomskog stanovišta takve pretpostavke višestruko prevazilaze čak i vrlo optimističke procene razvoja energetskog sektora bilo gde u svetu, ove mogućnosti do sada nisu bile detaljnije analizirane [3-4].

Studije koje su rađene u poslednjih deset godina ukazuju na značajan potencijal racionalnije potrošnje energije (RUE) koji je procenjen na 40% PPE, pa je zato naš najznačajniji OIE upravo racionalnija potrošnja energije (Slika 2). Na osnovu plana Ministarstva rudarstva i energetike do 2020. godine u Srbiji treba da se izgradi 1 GW postrojenja iz OIE, i to iz energije vetra, hidropotencijala i biomase [5]. Početkom 2014. godine Srbija proizvodi 21% struje iz OIE, a do 2020. godine moraćemo da dobijamo 27% zelene energije od ukupne potrošnje struje.



Slika 2. Potencijal pojedinih OIE u odnosu na primarnu potrošnju energije (PPE) i potencijal racionalnije upotrebe energije (RUE), izraženo u Mten

Picture 2. Potentials of individual RES compared to the primary energy consumption (PEC) and the potential of rationalization of energy use (REU), expressed in Mtoe

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Energija sunčevog zračenja: Solarna energija može biti direktno korišćena za pripremu tople vode ili proizvodnju električne energije. Moguće je i grejanje prostora, ali kod solarne energije postoji generalni problem da kad nam najviše treba najmanje je ima i obratno, tako da su sistemi za zagrevanje prostora izuzetno neisplativi.

Srbija se nalazi u području srednje osunčanosti u poređenju sa drugim zemljama. Izmereno je da teoretski potencijal, odnosno energija koju sunce izrači na horizontalnu površinu, na godišnjem nivou, iznosi oko 1.3 MWh/m<sup>2</sup> (0.1 ten/m<sup>2</sup>). Potencijal solarne energije za pripremu tople vode u Srbiji je 0.6 Mten [1-2]. Investicije u ova postrojenja se isplate u roku od 3 do 7 godina, zatim najveći deo tople vode u domaćinstvima se priprema upravo u električnim bojlerima, kao i da izuzetno visok procenat proizvedene električne enegrije odlazi upravo za tu namenu, zaključuje se da su ovi sistemi izuzetno važni za rasterećenje EES i treba ih što više primenjivati.

Danas u svetu preovlađuju dve tehnologije za proizvodnju električne energije iz Sunčevog zračenja. To su: fotonaponska (FN) konverzija i termosolarne (TS) elektrane.

Zbog potrebe zauzimanja izuzetno velikih površina u slučaju TS elektrana, za Srbiju je prihvatljivija FN tehnika. I pored toga što važe za jedan od najskupljih vidova proizvodnje električne energije, FN elektrane poslednjih godina doživljavaju pravi procvat u svetu, sa godišnjim rastom instaliranih kapaciteta od 130%. Do sredine 2014. godine u celom svetu je instalirano 100 GW fotonaponskih elektrana. Cena FN panela kontinuirano pada, tako da su danas investicioni troškovi u FN elektranu već ispod 2 evra po instalisanom vatu. Na geografskim širinama Srbije iskoristivost instaliranog kapaciteta se na godišnjem nivou kreće oko 15%. Subvencionisana cena električne energije iz solarnih elektrana je 23 evrocenta po kWh. Krajem 2012. godine obavljeno je izdavanje statusa povlašćenog proizvođača FN električne energije od ukupno 5 MW instaliranih kapaciteta.

Teoretski potencijal, danas već i tehnički ostvariv, za proizvodnju električne energije iz Sunčevog zračenja uz akumulaciju energije, mogao bi u potpunosti pokriti potrebe Srbije za električnom energijom. U važećim tržišnim uslovima, takvo razmišljanje je ekonomski višestruko neopravdano. Međutim, potencijal tih razmera se nikako ne sme marginalizovati, ni isključivati iz istraživačkih programa, već treba kontinuirano raditi na tehničkom unaperđenju solarnih elektrana i njihovom približavanju granicama ekonomske prihvatljivosti. Prve elektrane priključene na elektroenergetski sistem Srbije realizovane su kroz projekat Agencije za energetske efikasnost pod nazivom: Razvoj kapaciteta za korišćenje i promociju solarne energije u Srbiji. Prva je priključena elektrana u Varvarinu (april 2011.), zatim u Kuli (maj 2011.), pa u Beogradu (juli 2011.), sve tri na krovovima srednjih škola. Nominalna snaga svake je 5 kW. Očekivana godišnja proizvodnja električne energije iz sve tri elektrane je oko 17 MWh. 15. novembra 2014. godine pušten je u rad drugi blok najveće solarne FN elektrane u Srbiji u selu Velesnica (opština Kladovo). Elektrana Solaris ima ukupnu instaliranu snagu od 2 MW. Generator solarne elektrane sastoji se od  $2 \times 4.232$  fotonaponskih polikristalnih panela pojedinačne snage 245W, koji se prostire na  $2 \times 2.3$  hektara. Ukupna površina solarnih panela je  $13.600 \text{ m}^2$ . Proizvodnja električne energije u ovoj solarnoj elektrani moći će ekvivalentno da nadomesti potrebe za strujom 1500 domaćinstva.

Biomasa: Potencijal biomase je ocenjen kao najznačajniji obnovljivi energetske resurs Srbije, sa potencijalom od oko 2.7 Mten [1-2]. Od toga se na biomasu iz poljoprivredne proizvodnje odnosi oko 60%, dok je udeo šumske biomase oko 40%. Nema zvaničnog statističkog praćenja upotrebe ovog resursa, ali se prema Akcionom planu za biomasu u narednom periodu očekuju veliki pomaci i po tom pitanju.

Sa tehničkog stanovišta, veoma je širok spektar moguće upotrebe biomase i često je teško uspostaviti jedinstvene standarde u svim oblastima njene eksploatacije. Biomasa se prema načinu primene može podeliti na sledeći način: 1. Čvrsta biomasa (cepanice, iver, seno, kukuruzovina, koštice, ljuške, briketi, peleti...). Pogodna je prvenstveno za proizvodnju toplotne energije, manje za električnu. 2. Biogoriva (biodizel i bioetanol). Koriste se prvenstveno za potrebe saobraćaja. 3. Biogas. Može se koristiti i za proizvodnju električne i toplotne energije. Pravilo koje se može primeniti na sve izvore energije: što manje prerade, kraće vreme transporta i skladištenja to je upotreba isplativija, najbolje se pokazuje na primeru biomase, koja se može transformisati i koristiti na veoma veliki broj načina, ali je uvek najekonomičnije koristiti je na licu mesta uz što manje obrade.

Čvrsta biomasa se odnosi na: ogrevno drvo, ostatke iz drvoprerađivačke industrije, ostatke iz poljoprivredne proizvodnje, slamu, kukuruzovinu, mahune, ljuske, koštice, namenski uzgajane kulture za energetske potrebe, brikete, pelete itd. U najvećem broju slučajeva, pri važećim tržišnim uslovima, čvrsta biomasa je konkurentna po ceni drugim gorivima, kada je u pitanju proizvodnja toplotne energije. Iz tog razloga upotreba biomase u Srbiji je vrlo zastupljena. Procenjuje se da se oko 400.000 domaćinstava greje na biomasu, što odgovara energetske vrednosti od oko 0.3 Mten.

Tradicionalna eksploatacija biomase najčešće podrazumeva upotrebu niskoefikasnih peći, što se može prilično unaprediti. Proizvodnja peleta i briketa je u poslednjih desetak godina doživela pravi procvat, s obzirom da se to pokazalo kao veoma unosan izvozno orijentisan posao. U desetak fabrika u Srbiji veoma uspešno se koriste ostatci industrijski obrađene poljoprivredne biomase u proizvodnji energije, za potrebe samog industrijskog procesa. U svim slučajevima, takva investicija se pokazala kao višestruko korisna i brzo isplativa.

U Srbiji trenutno nema elektrana na čvrstu biomasu priključenih na elektroenergetski sistem (EES). Subvencionisana cena električne energije iz elektrana na biomasu je od 11.4 do 13.6 evroceniti po kWh. Ipak, sa sveobuhvatnog energetskog gledišta, najznačajnija je mogućnost šire i efikasnije upotreba biomase za potrebe proizvodnje toplotne energije.

Pod pojmom biogoriva podrazumevaju se, pre svega, biodizel i bioetanol. Zvanično procenjeni potencijal za proizvodnju biogoriva u Srbiji je oko 0.2 Mten [1-2]. Već sada postoje postrojenja koja bi mogla da proizvode oko 0.1 Mten biodizela godišnje, ali zbog neisplativosti proizvodnje ne rade. Za proizvodnju bioetanola postoji na desetine potpuno različitih tehnologija. U najvećem broju slučajeva gorivo je samo nusprodukt hemijske industrije. Iz tog razloga još uvek nije izdvojena jedinstvena tehnologija kao najoptimalnija, već se od slučaja do slučaja proizvodnja bioetanola prilagođava primarnim tehnološkim sistemima već postojeće industrije. Upotreba biogoriva nema velikog značaja u generisanju električne energije, čak ni u smislu zamene goriva. Prvenstvena namena je za potrebe saobraćaja.

Biogas nastaje anaerobnom digestijom (raspadanjem bez prisustva vazduha) organskih materijala. Praktično sva biomasa (biljnog i životinjskog porekla) može biti korišćena za njegovu proizvodnju. Glavni nosilac energetskog potencijala u biogasu je metan, koji dominira sa 50% do 75% u dobijenoj smesi biogasa. U zavisnosti od načina i mesta proizvodnje, postoje: poljoprivredna, industrijska, deponijska, kanalizaciona itd, biogas postrojenja. Motiv proizvodnje biogasa u razvijenim zemljama najčešće nije energetske prirode, već poštovanje strogih ekoloških standarda koji ne dopuštaju ispuštanje (prosipanje) biorazgradivog materijala u vodotokove. Subvencionisane cene za proizvođače električne energije iz biogasa, koje se u Srbiji primenjuju, su od 12 do 16 evroceniti po kWh, odnosno 6.8 evroceniti po kWh za biogas iz elektrane na deponijski gas, kao i za gas iz postrojenja za tretman otpadnih voda. Akcionim planom za biomasu postavljen je cilj da se 2013. godine proizvede 10,660 ten električne energije iz biogasa. Ovaj plan nije upotpunosti realizovan.

Hidroelektrane: Sa stanovišta proizvodnje električne energije iz OIE, hidroelektrane predstavljaju najznačajniji potencijal Srbije. Prema Katastru malih hidroelektrana

(MHE) koji je rađen osamdesetih godina prošlog veka, procenjeno je da u Srbiji ima 870 povoljnih lokacija za izgradnju hidroelektrana male snage (do 10 MW), koje bi godišnje mogle da proizvedu oko 0.15 Mten električne energije. Potencijal velikih hidroelektrana (VHE, preko 10 MW) je procenjen na 0.45 Mten [1-2]. Usled neplanske izgradnje infrastrukturnih objekata, upotrebe vodotokova za druge namene (industrija, gradski vodovodi, navodnjavanje itd.), kao i promene hidrološke situacije usled seče šuma i klimatskih promena, najnovija istraživanja pokazuju da je broj raspoloživih lokacija i njihov kapacitet, daleko ispod ranije procenjenog.

Od uvođenja mera za subvencionisanje proizvodnje električne energije iz OIE, vlada izuzetno veliko interesovanje investitora za MHE. Pored starih elektrana male snage u vlasništvu EPS-a, kojih ima oko 50, od čega je desetak u funkciji, elektrodistributivnim preduzećima i organima lokalne uprave obratilo se na stotine preduzetnika zainteresovanih za izgradnju MHE, a nekoliko novoizgrađenih je već pušteno u rad.

Subvencionisana cena električne energije iz MHE, u zavisnosti od nominalne snage i postojeće infrastrukture, kreće se u granicama od 5.9 do 9.7 evroceniti po kWh. Investicioni troškovi zavise od situacije na terenu, kao i instalisane snage. Ta vrednost se kreće od 1.5 do 3 evra po instalisanom vatu, dok je iskoristivost instalisanog kapaciteta (uslovljena raspoloživim protokom i operativnim prekidima) najčešće od 50 do 90%. Početkom 2013. godine u 17 opština i gradova u Srbiji izdate su energetske dozvole za izgradnju malih hidroelektrana na 317 lokacija. Procenjena ukupna vrednost investicija iznosi oko 500 miliona evra, od čega će veći deo biti u nerazvijenim opštinama.

Energija vetra: Procenjeni potencijal energije vetra za proizvodnju električne energije iznosi oko 0.2 Mten [1-2]. Najvetrovitije oblasti su južni Banat, Podunavlje, istočni delovi Srbije, kao i gotovo svi planinski vrhovi i prevoji širom Srbije. Za precizno određivanje pogodnih lokacija za izgradnju farmi vetroelektrana neophodno je obaviti merenja profesionalnom opremom postavljenom na meteorološke stubove, koji dosežu do visina na kojima će se nalaziti osovine vetroturbina (do 120 m). Ta merenja traju najmanje jednu, a poželjno je bar dve do tri godine. Rezultati dobijeni merenjima moraju se ekstrapolirati sa istorijskim podacima najbližih meteoroloških stanica, kako bi se anulirale varijacije saopštene potencijalne energije od godine do godine, za što duži vremenski period.

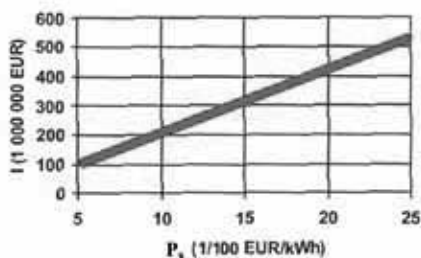
Pored srednje brzine vetra na godišnjem nivou (od 5 do 8 m/s), da bi određena lokacija bila pogodna za izgradnju farme vetroelektrana, potrebno je da se steknu i sledeći uslovi: na izabranim lokacijama treba da ima dovoljno kvalitetnog vetra; treba da postoji odgovarajuća elektromreža za prihvatanje proizvedene energije i dobra putna infrastruktura; izgradnja farme vetroelektrana na izabranoj lokaciji treba da je ekonomski opravdana; ne smeju se narušavati ekološki i socijalni standardi.

Prva vetroelektrana je priključena na EES Srbije u aprilu 2011. godine, kod Tutina. Proizvodnja električne energije iz vetra je relativno skupa. Subvencionisana cena električne energije za vetroelektrane je 23 evroceniti po kWh, a pored toga, do kraja 2012. godine na snazi je bio limit za izdavanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije od ukupno 400 MW instalisanih kapaciteta. Investicioni troškovi danas se kreću oko 1.5 evra po instalisanom vatu, a povoljne lokacije imaju iskoristivost insta-

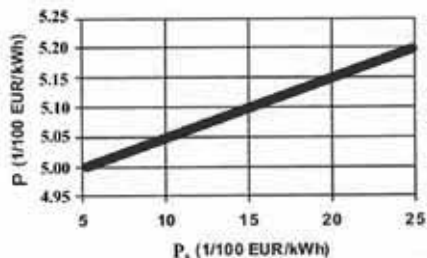
lisanog kapaciteta preko 25%. Procenjeni potencijal energije vetra Srbije se može smatrati zadovoljavajućim, imajući u vidu činjenicu da EES obično ne može stabilno prihvatati više od oko 30% učešća energije iz vetroelektrana, zbog stohastičnosti proizvodnje električne energije iz vetra. Do kraja 2015. godine očekuje se da u Srbiji bude izgrađeno nekoliko farmi vetroelektrana snage od po 10 MW.

Geotermalna energija: Srbija se nalazi na prostoru sa vrlo povoljnim geotermičkim potencijalom (toplotni fluks na znatnom delu teritorije  $> 60\text{mW/m}^2$ ). Potencijal postojećih geotermalnih izvora (bušotina, mahom u vlasništvu NIS-a) iznosi oko 0.2 Mten (bez upotrebe toplotnih pumpi) [1-2]. I pored velike izdašnosti nekih od njih, temperatura najvećeg broja izvorišta je ispod  $80^\circ\text{C}$ , što nije povoljno za proizvodnju električne energije. Praktično, samo izvorište u Vranjskoj banji ima odgovarajuće kapacitete za izgradnju geotermalne elektrane. Trenutna upotreba geotermalne energije u Srbiji je daleko ispod realnih mogućnosti. Najčešće se koristi u balneološke svrhe, a i tu su moguća velika unapređenja. Takođe, ima desetak primera upotrebe geotermalne energije od strane privatnih investitora. Subvencionisana cena električne energije iz geotermalnih elektrana je 7.5 evrocenti po kWh. U zavisnosti od kapaciteta i karakteristika izvorišta, investicioni troškovi iznose od 5 do 15 evra po instalisanom vatu na već postojećem izvorištu. Prosečna godišnja iskoristivost instalisanih kapaciteta nije ispod 90%.

Izuzetno je značajna mogućnost supstitucije energenata putem klimatizacije prostora upotrebom toplotnih pumpi sa geotermalnim sondama, pogotovo u cilju rasterećenja EES. Upotreba toplotnih pumpi je već sada ekonomski opravdana, i investicije u takve sisteme se isplate u periodu od 3 do 10 godina. Imajući u vidu da bi se upotrebom toplotnih pumpi u potpunosti mogle pokriti potrebe Srbije za klimatizacijom prostora, ovaj potencijal ima izuzetno veliki značaj.



a)



b)

Slika 3.a Vrednost investicije koja se otplati za 6 god. prostog povraćaja (1000000 EUR) u funkciji subvencionisane cene (1/100 EUR/kWh)

Picture 3.a Value of an investment which pays off within 6 years by simple investment return (1 000 000 EUR) as function of the subventioned price (1/100 EUR/kWh)

Slika 3.b Vrednost nove cene električne energije (1/100 EUR/kWh) u funkciji subvencionisane cene (1/100 EUR/kWh)

Picture 3.b Value of the new price of electrical energy (1/100 EUR/kWh) as function of the subventioned price (1/100 EUR/kWh)

Energija, pogotovo električna, dobijena iz obnovljivih izvora nije besplatna. Naпротив, njena transformacija često je znatno skuplja od energije iz uglja, gasa i nafte. Mora se raditi na daljem unapređenju i postepenom prelasku na OIE, ako ne samo iz ekoloških razloga, već i zbog činjenice da su konvencionalni (neobnovljivi) izvori energije konačni i može se očekivati dalji rast cene energenata u narednim decenijama.

Koliko košta investicija u neki OIE za proizvodnju električne energije, odnosno koliko to utiče na njenu cenu, pokazuje sledeća analiza (Slike 3.a-b). Polazne pretpostavke su: proizvodnja električne energije u Srbiji je:  $E=35$  TWh/god, željeno povećanje udela OIEE:  $dE=1\%E=350$  GWh/god., polazna cena kWh:  $C_0=5/100$  EUR/kWh. Varijabilni parametar je subvencionisana cena kWh:  $C_s=5-25/100$  EUR/kWh. Izračunate vrednosti su: vrednost investicije koja se otplati za 6 godina:  $I=[1000000$  EUR], nova cena kWh:  $C=[1/100$  EUR/kWh]. U slučaju prostog povraćaja investicije u periodu od 6 godina, potrebno je investirati:  $I=6$  god  $\cdot dE \cdot C_s$ . Nova cena električne energije, nakon uvećanja udela OIE u proizvodnji električne energije za 1%, iznosiće:  $C=(C_0+0.01 C_s)/1.01$

Novac kojim građani plaćaju subvencionisanu cenu električne energije odlazi investitoru. Dalje se raspoređuje poveriocima investitora, proizvođačima opreme, radnicima. Pri tome, pouzdanost kontinuiranog napajanja električnom energijom (energetska sigurnost) i tehnološka zavisnost je u rukama investitora.

## ZAKLJUČAK

Potencijal OIE u Srbiji, sa teoretskog i tehničkog stanovišta, mogao bi u potpunosti podmiriti potrebe za energijom Srbije. Njihova upotreba u ovom trenutku najčešće nije ekonomski opravdana. Stihijski prelazak na OIE, uz maksimalne mere subvencionisanja doveo bi do drastičnog skoka cena na tržištu energije, pogotovo električne energije. Oslanjanje isključivo na strane investitore, bez razvoja sopstvene privrede, obrazovanja i domaće preduzetničke inicijative može dovesti do odliva velikih količina sredstava iz zemlje, tehničkog zaostajanja, dubokog zaduživanja i destrukcije mnogih elemenata društvenog sistema.

Kroz inicijativu za širu upotrebu OIE trebalo bi ostvariti sledeće: jasno definisati investicije u energetsom sektoru Srbije u budućoj strategiji energetike, pri čemu su neophodne stimulatívne mere, transparentnost i efikasna zakonska regulativa; forsirati domaće investicije u OIE, prvenstveno sisteme male snage; što racionalnije koristiti postojeće i nove energetske sisteme; investirati u obrazovanje i razvoj domaćih tehnologija, prilagođenih sopstvenim potrebama; izbeći stihijski i bezuslovni prelazak na OIE sa previsokim cenama subvencija, već raditi planski i u skladu sa sveukupnim domaćim interesima i mogućnostima; stvarati ambijent preduzetničkog duha za nastup na drugim tržištima, baziran na stečenim znanjima, razvijenim proizvodima i domaćim investicijama. Na takve zaključke navode i iskustva velikog broja razvijenih zemalja, koje danas drže vodeće pozicije u primeni OIE.



## LITERATURA

- [1] Radičević, B., Vukić, Đ., Rajaković, N. (2008) The Current state of renewable sources of energy and their future prospects in Republic of Serbia, Scientific Journal: Agricultural Engineering, XXXIII, No. 3, pp. 89-98.
- [2] Đajić, N. (2011) Serbian Energetics: Yesterday, Today and Tomorrow, AGM Books.
- [3] World Energy Outlook (2012) International Energy Agency.
- [4] Milosavljević, V. (2011) Distributed energy resources - principles of operation and exploitation aspects, Akademik Science.
- [5] Naumov, R., et. al. (2010) Energy Strategy of the Republic of Serbia to the end of 2020, Ministry of Mines and Energy of the Republic of Serbia.

# KAPACITETI OBJEKATA ZA SMEŠTAJ STOKE U REPUBLICI SRBIJI

Dušan Radivojević<sup>1</sup>, Sanjin Ivanović<sup>1</sup>, Lana Nastić<sup>2</sup>, Marko Jeločnik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun*

<sup>2</sup>*Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd*

## SAŽETAK

Zdravlje i proizvodni rezultati stoke zavise pored ostalog i od uslova u kojima se ona drži. Savremeni objekti za držanje stoke omogućavaju bolje uslove za njihovo držanje, i samim tim životinje koje u njima borave boljeg su zdravstvenog stanja i ostvaruju bolje proizvodne rezultate.

U radu će biti navedene i analizirane različite vrste objekata za smeštaj stoke u Republici Srbiji i njihova zastupljenost po regionima. Takođe, biće prikazan njihov ukupan kapacitet i korišćeni kapacitet (broj mesta).

Analiza je vršena za objekte u kojima se drže goveda, svinje i koke nosilje, koje su ujedno i brojno najznačajnije vrste u uzgoju, dok su za druge vrste domaćih životinja podaci o smeštajnom prostoru prikazani zbirno.

**Ključne reči:** objekti za smeštaj stoke, regionalni razmeštaj, iskorišćenost.

## CAPACITIES OF THE FACILITIES FOR LIVESTOCK ACCOMMODATION IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Dušan Radivojević<sup>1</sup>, Sanjin Ivanović<sup>1</sup>, Lana Nastić<sup>2</sup>, Marko Jeločnik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun*

<sup>2</sup>*Institute of Agricultural Economics, Belgrade*

## ABSTRACT

Health and livestock production results primarily depend of the conditions in which the livestock is hold. Contemporary facilities for livestock accommodation are providing the better conditions for their growing, so animals that live in them are with better health status and they are achieving better production results.

Different types of facilities for cattle accommodation in the Republic of Serbia will be presented and analysed within the paper. Also, it will be shown their total projected capacity, as well as level of used capacity (number of places).

<sup>1</sup> Kontakt autor: Dušan Radivojević, e-mail: rdsan@agrif.bg.ac.rs

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat broj 31051 pod nazivom: "Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda", kao i projekat III-46006: „Održiva poljoprivreda i ruralni razvoj u funkciji ostvarivanja strateških ciljeva Republike Srbije u okviru dunavskog regiona“.

The analysis was done for the facilities where the cattle, pigs and laying hens are held, which are besides all the most important animal species in livestock breeding, while for other domestic animals the observed data were presented cumulatively.

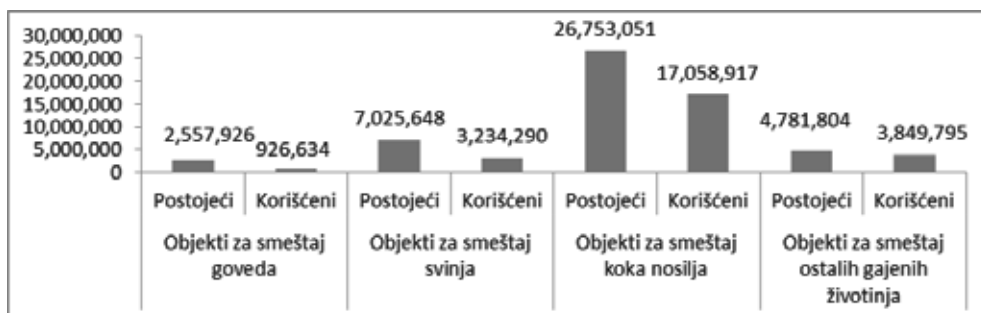
**Key words:** facilities for livestock accommodation, regional distribution, utilization.

## UVOD

U Republici Srbiji postoje značajni smještajni kapaciteti za uzgoj stoke, koji imaju nizak stepen iskorišćenja. Razlozi za ovako loše korišćenje objekata su nepovoljni ekonomski uslovi za uzgoj stoke, koji su posledica nesigurnih otkupnih cena stoke i stalnog variranja cena inputa u stočarskoj proizvodnji. Kao posledica nesugurnosti u proizvodnji upravo je najmanji stepen iskorišćenja objekata za one grane stočarske proizvodnje gdje je proizvodni ciklus duži. U prilog tome govori i činjenica da je po popisu poljoprivrede 2012. godine stepen iskorišćenja stajskih mesta najmanji za objekte za držanje goveda i iznosi 36%.

Kako navode Ivanović i saradnici (2009) stalne oscilacije cena (kako stočarskih proizvoda, tako i repromaterijala za njihovu proizvodnju), nestabilnost tržišta većine poljoprivrednih proizvoda, kao i opšte društveno, političko i ekonomsko stanje, dovelo je do velikog pada broja grla većine vrsta stoke u posljednjih 15 godina.

Procenat iskorišćenosti objekata za držanje svinja je nešto veći u odnosu na objekte za držanje goveda i iznosi 46%. Iskorišćenost objekata za smještaj koka nosilja je 64%, dok je iskorišćenost stajskih mesta najbolja kod objekata u kojima se drže ostale vrste životinja i iznosi 81% (Grafikon 1).



Grafikon 1. Postojeći i korišćeni kapaciteti objekata za smještaj stoke u Republici Srbiji 2011/2012. godine (broj mesta)

Graph 1. Existing and used capacities of facilities for livestock accommodation in Republic of Serbia (in 2011/2012, number of places)

Izvor/Source: Republički zavod za statistiku (2013): Popis poljoprivrede 2012. godine u Republici Srbiji – prvi rezultati, RZS, Beograd, Srbija.

Objekti za smještaj različitih vrsta stoke u Republici Srbiji se razlikuju u zavisnosti od načina držanja stoke. Po popisu poljoprivrede koji je vršen 2012. godine, u govedarskoj proizvodnji je navedeno pet (5) različitih tipova objekata i to: vezano držanje sa čvrstim stajnjakom i osokom, vezano držanje sa tečnim stajnjakom, slobodno držanje sa čvrstim stajnjakom i osokom, slobodno držanje sa tečnim stajnjakom i ostali objekti.

U ukupnom kapacitetu objekata za smeštaj goveda na novou Republike najveće učešće imaju ostali objekti (62,23%) pri čemu se ovde ubrajaju i objekti za tradicionalni način držanja, gde se goveda drže vezana, a izbacivanje stajnjaka se vrši ručno. Kod objekata gde se uzgoj vrši u vezanom sistemu postoje određeni nedostaci koji se pre svega odnose na zdravstveno stanje stoke (problemi sa zglobovima i papcima, problemi kod teljenja), a izražene su i velike potrebe za ljudskim radom. Podizanje ovih objekata po pravilu zahteva veća ulaganja u odnosu na druge tipove objekata.

Međutim kako navode Romčević i sar. (2007) teško je reći da li je bolji slobodni ili vezani sistem držanja krava. Oni ističu da se u budućnosti može očekivati ukрупnjavanje stada i specijalizacija proizvodnje na gazdinstvima, pa se u skladu sa tim može očekivati da će preovladati slobodni sistem držanja goveda. Sa druge strane, Tošić i Komarčević (1989) navode da „vezani sistem držanja krava ostaje trajno rešenje samo za mala nespecijalizovana i najmanja specijalizovana gazdinstva“.

Posmatrano po regionima najveći ukupni kapacitet ostalih objekata zastupljen je u Regionu Šumadije i Zapadne Srbije, sa 817.383 mesta, odnosno 51,35% u onosu na sveukupne kapaciteta republičkom nivou.

Podjela objekata za smeštaj svinja prema načinu držanja, tipu ležišta i načinu izdubavanja po popisu 2012. godine je izvršena na četiri (4) tipa: objekti sa delimično rešetkastim podom, objekti sa potpuno rešetkastim podom, objekti sa prostirkom i ostali objekti. U ukupnim smeštajnim kapacitetima za držanje svinja u Srbiji, najzastupljeniji su ostali objekti čije je učešće 59,69%, a posmatrano po regionima najveći broj mesta unutar pomenutog tipa zastupljen je u Regionu Vojvodine (41,28%).

Objekti za smeštaj koka nosilja po tipu držanja su podeljeni na pet (5) tipova: objekti sa prostirkom, objekti sa kavezima sa trakom, objekti sa dubokom jamom, objekti sa kavezima sa rešetkama i ostali objekti. Kao i kod objekata za držanje goveda i svinja, tako su i kod objekata za uzgoj koka nosilja najzastupljeniji ostali objekti, gde spadaju i tradicionalni objekti za uzgoj. Objekti koji spadaju u ostale objekte i u kojima se vrši tradicionalan uzgoj su uglavnom neuslovni i zahtevaju značajnije adaptacije kako bi se prilagodili propisima Evropske Unije.

## **MATERIJAL I METOD RADA**

Osnovni cilj rada je prikaz potencijalnih kapaciteta za držanje svih vrsta stoke na gazdinstvima u Republici, te stepena njihovog iskorišćenja. Pored navedenog, dati je i pregled visine investicionih ulaganja u objekte za smeštaj određenih vrsta stoke, odnosno objekte zastupljene u definisanim linijama proizvodnje unutar stočarstva. Tokom pisanja rada, korišćeni su podaci dobijeni Popisom poljoprivrede 2012. Godine, koji je vršio Republički zavod za statistiku, a takođe, konsultovana je i korišćena je i ostala dostupna literaturna građa vezana za karakteristike objekata za držanje svih vrsta stoke i dodatnih objekata koji su neophodni za njihovo funkcionisanje (objekti za skladištenje stočne hrane i za čuvanje stajnjaka).

## **REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA**

Kapaciteti objekata za smeštaj stoke su neravnomerno raspoređeni po regionima Republike Srbije. Najveći broj stajskih mesta za smeštaj goveda je na području regio-

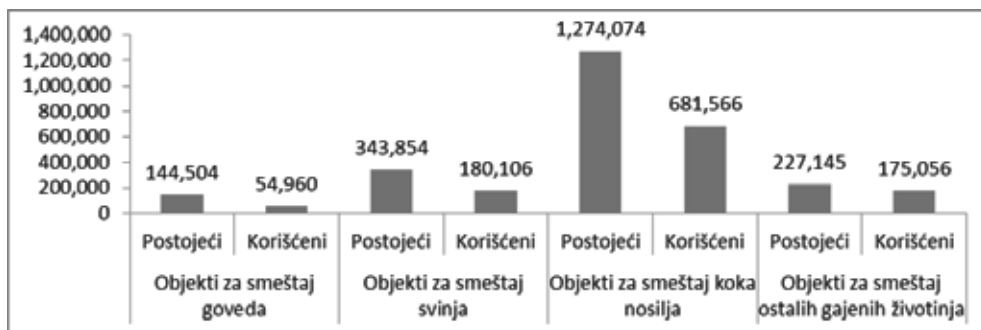
na Šumadije i Zapadne Srbije (49%), zatim na teritoriji regiona Južne i Istočne Srbije (33%), regiona Vojvodine (14%), dok su najmanji kapaciteti za smeštaj goveda zastupljeni u Beogradskom regionu (4%).

Smještajni kapaciteti za držanje svinja su najzastupljeniji na području Vojvodine (55%), zatim u regionu Šumadije i Zapadne Srbije (37%), odnosno Beogradskom regionu 6%, dok je izrazito malo učešće smještajnih kapaciteta za uzgoj svinja na teritoriji Južne i Istočne Srbije (svoga 2%).

Kod analize smještajnih kapaciteta objekata za koke nosilje, izraženo po regionima, najveće je učešće unutar regiona Šumadije i Zapadne Srbije (41%), dok je najmanje učešće u Beogradskom regionu (5%).

Slična je situacija i sa smještajnim kapacitetima objekata za smeštaj ostalih gajenih životinja, koji su najzastupljeniji u regionu Šumadije i Zapadne Srbije (42%), a najmanje u Beogradskom regionu (5%).

U Beogradskom regionu iskorišćenost većine objekata za smještaj stoke iznosi preko 50%, stim da je pojedinačno najveća iskorišćenost objekata za smeštaj ostalih gajenih životinja, oko 77%. Najniži je stepen iskorišćenosti ukupnih kapaciteta kod objekata za smještaj goveda, i iznosi 38% (Grafikon 2).

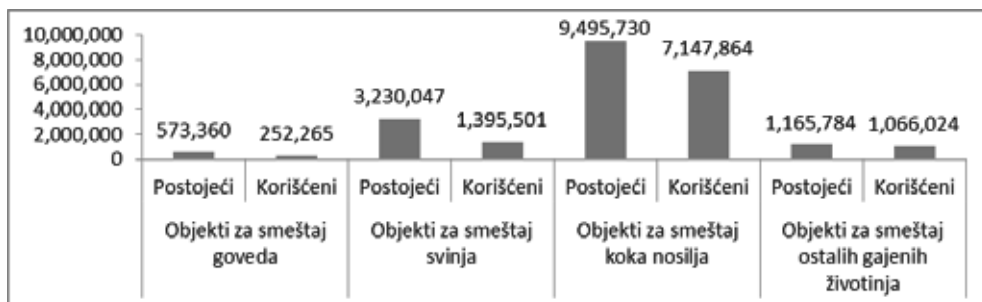


Grafikon 2. Postojeći i korišćeni kapaciteti objekata za smeštaj stoke u Beogradskom regionu 2011/2012. godine (broj mesta)

Graph 2. Existing and used capacities of facilities for livestock accommodation in Belgrade Region (in 2011/2012, number of places)

Izvor/Source: Radivojević, D. (2014): Poljoprivredna mehanizacija, oprema i objekti, Popis poljoprivrede 2012, Poljoprivreda u Republici Srbiji, Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, Beograd.

Objekti za smeštaj ostalih gajenih životinja su najbolje iskorišćeni objekti u regionu Vojvodine (91,44%), što je ujedino i najveći procenat iskorišćenja ovog tipa objekata u odnosu na sve ostale posmatrane regione (Grafikon 3). Najmanje su iskorišćeni postojeći kapaciteti objekata za smeštaj svinja (43,20%).

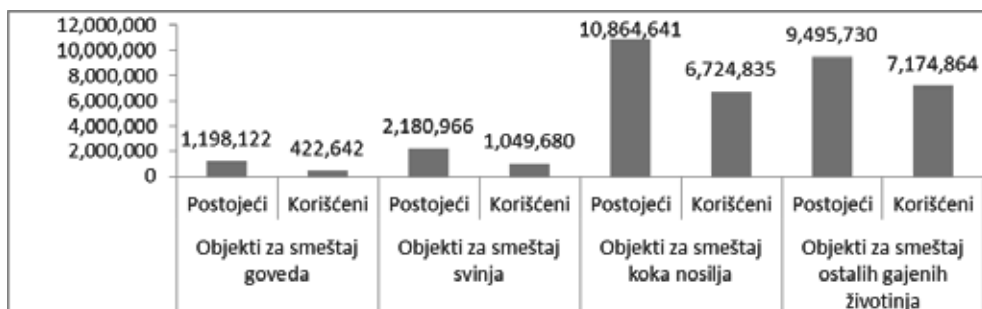


Grafikon 3. Postojeći i korišćeni kapaciteti objekata za smeštaj stoke u regionu Vojvodine 2011/2012. godine (broj mesta)

Graph 3. Existing and used capacities of facilities for livestock accommodation in Vojvodina Region (in 2011/2012, number of places)

Izvor/Source: Radivojević, D. (2014): Poljoprivredna mehanizacija, oprema i objekti, Popis poljoprivrede 2012, Poljoprivreda u Republici Srbiji, Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, Beograd.

Iskorišćenost postojećih smeštajnih kapaciteata za stoku na području Šumadije i Zapadne Srbije se kreće u intervalu od 35,28 do 75,56%. Najveći stepen iskorišćenja smeštajnog kapaciteta je kod objekata za smeštaj ostalih gajenih životinja, a najniži je kod objekata za smeštaj goveda (Grafikon 4).

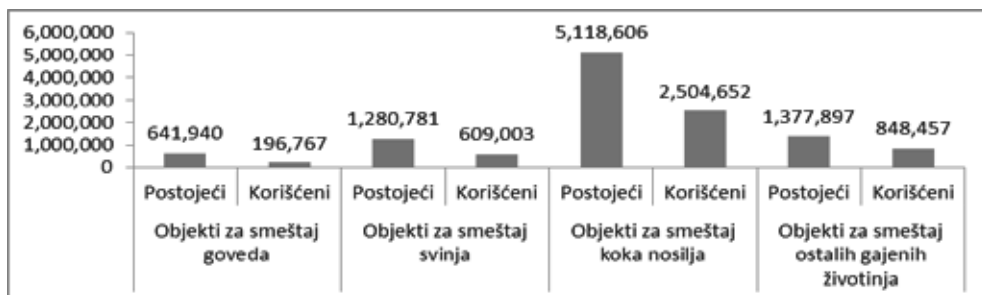


Grafikon 4. Postojeći i korišćeni kapaciteti objekata za smeštaj stoke u regionu Šumadije i Zapadne Srbije 2011/2012. godine (broj mesta)

Graph 4. Existing and used capacities of facilities for livestock accommodation in Šumadija and Western Serbia Region (in 2011/2012, number of places)

Izvor/Source: Radivojević, D. (2014): Poljoprivredna mehanizacija, oprema i objekti, Popis poljoprivrede 2012., Poljoprivreda u Republici Srbiji, Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, Beograd.

Po pitanju analiziranih objekata za smeštaj stoke regionu Južne i Istočne Srbije imaju najniži stepen iskorišćenosti u odnosu na ostale delove Republike (Grafikon 5). Stepenn njihovog iskorišćenja, zavisno od vrste objekata, ima sledeće vrednosti: kod objekata za smeštaj goveda 30,65%, kod objekata za smeštaj koka nosilja 48,93% i kod objekata za smeštaj ostalih gajenih životinja 61,58%.



Grafikon 5. Postojeći i korišćeni kapaciteti objekata za smeštaj stoke u regionu Južne i Istočne Srbije 2011/2012. godine (broj mesta)

*Graph 5. Existing and used capacities of facilities for livestock accommodation in Southern and Eastern Serbia Region (in 2011/2012, number of places)*

Izvor/Source: Radivojević, D. (2014): Poljoprivredna mehanizacija, oprema i objekti, Popis poljoprivrede 2012., Poljoprivreda u Republici Srbiji, Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, Beograd.

Ulaganjima u objekte za smeštaj stoke se bavio Ivanović (2008), koji je prilikom formiranja modela gazdinstava različitih veličina predvideo sledeće tipove govedarske proizvodnje:

Tip 1 – Proizvodnja mleka, uzgoj junica za sopstvene potrebe i prodaja sve preostale muške i ženske teladi sa starosti od sedam dana.

Tip 2 - Proizvodnja mleka, uzgoj junica za sopstvene potrebe i tov preostale muške i ženske junadi.

Tip 3 - Proizvodnja mleka, uzgoj junica za sopstvene potrebe, tov preostale muške i ženske junadi i tov kupljene junadi.

Tabela 1. Investiciona ulaganja u govedarsku proizvodnju tipa 1 na gazdinstvu sa 15 krava (u EUR)  
*Table 1. Investments in cattle production for Type 1 on the household with 15 cows (in EUR)*

Namena ulaganja	Iznos
Staja za krave (93 m <sup>2</sup> )	12.090,00
Staja za junice (38 m <sup>2</sup> )	4.940,00
Trenč silos (300 m <sup>3</sup> )	12.000,00
Šupa za seno (31 m <sup>2</sup> )	930,00
Koš za kukuruz (22 m <sup>3</sup> )	660,00
Đubrište za čvrsti stajnjak (45 m <sup>2</sup> )	900,00
Bazen za osoku (34 m <sup>2</sup> )	2.040,00
Objekat za laktofriz i muzni uređaj (7,5 m <sup>2</sup> )	1.875,00
Objekti za mašine za ratarsku proizvodnju (50 m <sup>2</sup> )	1.500,00
Ostali pomoćni objekti (9 m <sup>2</sup> )	1.170,00
<b>I Ukupna vrednost objekata</b>	<b>38.105,00</b>

Izvor/Source: Ivanović, S. (2008): Ekonomska efektivnost investicija u govedarskoj proizvodnji porodičnih gazdinstava, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.

Potrebna ulaganja u objekte za držanje stoke na gazdinstvu, kapaciteta 15 krava, utvrđeni su u tabelama 1, 2, i 3 (Ivanović, 2008).

Ukupna vrednost ulaganja u objekte za govedarsku proizvodnju je najniža kod tipa 1, dok su najveća investiciona ulaganja potrebna za izgradnju objekata na gazdinstvima tipa 3, koje se pored proizvodnje mleka, uzgoja junica za sopstvene potrebe, tova preostale muške i ženske junadi, bave i tovom kupljene junadi.

Tabela 2. Investiciona ulaganja u govedarsku proizvodnju tipa 2 na gazdinstvu sa 15 krava (u EUR)

*Table 2. Investments in cattle production for Type 2 on the household with 15 cows (in EUR)*

Namena ulaganja	Iznos
Staja za krave (93 m <sup>2</sup> )	12.090,00
Staja za junice i tovnu junad (66 m <sup>2</sup> )	8.580,00
Trenč silos (355 m <sup>3</sup> )	14.200,00
Šupa za seno (37 m <sup>2</sup> )	1.110,00
Koš za kukuruz (35 m <sup>3</sup> )	1.050,00
Đubrište za čvrsti stajnjak (53 m <sup>2</sup> )	1.060,00
Bazen za osoku (40 m <sup>3</sup> )	2.400,00
Objekat za laktofriz i muzni uređaj (7,5 m <sup>2</sup> )	1.875,00
Objekti za mašine za ratarsku proizvodnju (50 m <sup>2</sup> )	1.500,00
Ostali pomoćni objekti (9 m <sup>2</sup> )	1.170,00
<b>I Ukupna vrednost objekata</b>	<b>45.035,00</b>

Izvor/Source: Ivanović, S. (2008): Ekonomska efektivnost investicija u govedarskoj proizvodnji porodičnih gazdinstava, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Tabela 3. Investiciona ulaganja u govedarskoj proizvodnji tipa 3 na gazdinstvu sa 15 krava (u EUR)

*Table 3. Investments in cattle production for Type 3 on the household with 15 cows (in EUR)*

Namena ulaganja	Iznos
Staja za krave (93 m <sup>2</sup> )	12.090,00
Staja za junice i tovnu junad (86 m <sup>2</sup> )	11.180,00
Trenč silos (397 m <sup>3</sup> )	15.880,00
Šupa za seno (42 m <sup>2</sup> )	1.260,00
Koš za kukuruz (44 m <sup>3</sup> )	1.320,00
Đubrište za čvrsti stajnjak (59 m <sup>2</sup> )	1.180,00
Bazen za osoku (44 m <sup>3</sup> )	2.640,00
Objekat za laktofriz i muzni uređaj (7,5 m <sup>2</sup> )	1.875,00
Objekti za mašine za ratarsku proizvodnju (50 m <sup>2</sup> )	1.500,00
Ostali pomoćni objekti (9 m <sup>2</sup> )	1.170,00
<b>I Ukupna vrednost objekata</b>	<b>50.095,00</b>

Izvor/Source: Ivanović, S. (2008): Ekonomska efektivnost investicija u govedarskoj proizvodnji porodičnih gazdinstava, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.



Kod sva tri tipa govedarske proizvodnje, u ukupnoj vrednosti investicionog ulaganja dominiraju vrednosti objekata za čuvanje silaže, odnosno trenč silosa i staje za krave.

Sličnom tematikom se bavio i Ivanović (2013) kada je prilikom formiranja modela porodičnih gazdinstava vezanih za tov junadi i svinja definisao sledeća dva modela:

Model 1 – Tov junadi od 150 do 450 kg težine.

Model 2 – Tov svinja od 25 do 105 kg težine.

Tada su analizirani kapaciteti tovilišta za junad (50 grla u jednom turnusu) i kapaciteti tovilišta za svinje (100 grla u jednom turnusu), a visina potrebnih investicionih ulaganja u pomenute objekte utvrđena su u tabelama 4 i 5.

Tabela 4. Visina investicionih ulaganja u objekte za tov junadi (u EUR)

*Table 4. Investments in facilities for young cattle fattening (in EUR)*

<b>Namena ulaganja</b>	<b>Iznos</b>
Staja slobodnog sistema za tovnju junad	20.480,00
Trenč silos	9.000,00
Šupa za seno lucerke	2.500,00
Koš za kukuruz	2.100,00
Đubrište za čvrsti stajnjak	5.000,00
Bazen za osoku	2.000,00
Ostali pomoćni objekti	2.400,00
<b>I Ukupna vrednost objekata</b>	<b>43.480,00</b>

Izvor/Source: Ivanović, S. (2013): Analiza investicija u stočarskoj proizvodnji, monografija, Poljoprivredni fakultet Beograd.

Kao što se može videti iz priloženih tabela, vrednost potrebnih investicionih sredstava za izgradnju tovilišta za junad (kapaciteta 50 junadi) kreću se oko 43.480,00 EUR, dok je za izgradnju tovilišta za svinje (kapaciteta 50 tovljenika u turnusu) potrebno daleko manje finansijskih sredstava, oko 28.100,00 EUR.

Tabela 5. Visina investicionih ulaganja u objekte za tov svinja (u EUR)

*Table 5. Investments in facilities for pigs fattening (in EUR)*

<b>Namena ulaganja</b>	<b>Iznos</b>
Staja za tov svinja	18.000,00
Bazen za tečni stajnjak	5.500,00
Koš za kukuruz	2.200,00
Ostali pomoćni objekti	2.400,00
<b>I Ukupna vrednost objekata</b>	<b>28.100,00</b>

Izvor/Source: Ivanović, S. (2013): Analiza investicija u stočarskoj proizvodnji, monografija, Poljoprivredni fakultet Beograd.

## ZAKLJUČAK

Na području Republike Srbije postoje značajni kapaciteti za smještaj svih vrsta stoke, koji nažalost nisu dovoljno iskorišćeni. Najmanji stepen iskorišćenja karakteriše objekte za smeštaj goveda, dok je najveći kod objekata za smještaj ostalih gajenih životinja. Ostali objekti, odnosno tradicionalni tip objekata je najzastupljeniji tip objekata u svim posmatranim granama stočarske proizvodnje (u govedarstvu, svinjarstvu i kod uzgoja koka nosilja).

Smještajni kapaciteti za držanje goveda, posmatrano po regionima imaju najveću iskorišćenost u regionu Šumadije i Zapadne Srbije, dok su objekti za smještaj svinja najzastupljeniji na području Vojvodine. U Regionu Šumadije i Zapadne Srbije najveće je iskorišćenje smeštajnih kapaciteta za držanje koka nosilja, dok su smeštajni kapaciteti za ostale gajene životinje najbolje iskorišćeni na teritoriji Vojvodine.

Niska iskorišćenost objekata za smeštaj stoke rezultat je nepovoljnih uslova poslovanja kako u stočarskoj proizvodnji tako i u čitavoj poljoprivredi. U skladu rečenim, postoji opravdana potreba za stvaranjem povoljnih uslova poslovanja za gazdinstva koja se bave stočarskom proizvodnjom, kako bi se uticalo na poboljšanje ostvarenih rezultata poslovanja na ovim gazdinstvima. Naravno, sa tim bi postepeno došlo i do povećanja stepena iskorišćenosti postojećih objekata na gazdinstvima.

## LITERATURA

- [1] Radivojević, D., Božić, S., Mileusnić, Z. (2014): Analiza važnijih obeležja poljoprivrednih mašina, opreme i objekata u Republici Srbiji, Završna konferencija Primena podataka Popisa poljoprivrede 2012. u analizi stanja poljoprivrede i u planiranju agrarne politike u Republici Srbiji, Subotica, maj 2014, Republički zavod za statistiku, Beograd, Srbija.
- [2] Radivojević, D. (2014): Poljoprivredna mehanizacija, oprema i objekti, Popis poljoprivrede 2012, Poljoprivreda u Republici Srbiji, Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, Beograd, Srbija.
- [3] Republički zavod za statistiku (2013): Popis poljoprivrede 2012. godine u Republici Srbiji – prvi rezultati, RZS, Beograd, Srbija.
- [4] Ivanović, L., Jeločnik, M., Bekić, B. (2009): Possibilities for increment of live stock breeding competitiveness on the territory of Belgrade city, Proceedings from the 113th Seminar of EAAE, IAE and EAAE, December 2009, Belgrade, pp. 191-199.
- [5] Romčević, Lj., Trifunović, G., Lazarević, Lj. (2007): Govedarstvo Srbije, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, Srbija.
- [6] Tošić, M., Komarčević, D. (1989): Mehanizacija stočarske proizvodnje (mašine, oprema i objekti u stočarstvu), Naučna knjiga i Poljoprivredni fakultet, Beograd, Srbija.
- [7] Ivanović, S. (2008): Ekonomska efektivnost investicija u govedarskoj proizvodnji porodičnih gazdinstava, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun, Srbija.
- [8] Ivanović, S. (2013): Analiza investicija u stočarskoj proizvodnji, monografija, Poljoprivredni fakultet Beograd – Zemun, Srbija.

# POTENCIJAL PROIZVODNJE I KORIŠĆENJA TOPLOTNE ENERGIJE DOBIJENE U PROCESU KOMPOSTIRANJA ČVRSTOG GOVEĐEG STAJNJAKA

**Dušan Radojičić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>, Dušan Radivojević<sup>1</sup>,  
Miloš Pajić<sup>1</sup>, Milan Dražić<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Nemanjin 6, 11080 Zemun*

## SAŽETAK

U ovom radu je analiziran potencijal dobijanja toplote iz procesa proizvodnje komposta, sa ciljem da se u grubim crtama utvrdi potencijal korišćenja toplote koja se razvija u procesu kompostiranja. Posmatrana je proizvodnja komposta od čvrstog goveđeg stajnjaka, na otvorenom platou, korišćenjem odgovarajuće mašine. Merenjem je ustanovljeno povećanje temperature u masi i do 75°C, i prilično stabilan temperaturni režim. Usvojen je model za analizu, elementarna prizma. U sprovedenoj analizi učinjene su određene aproksimacije i pojednostavljenja. Ovo je urađeno zbog toga što se od ovog koraka očekuje samo gruba procena potencijala dobijanja toplote. Rezultati iz analize pokazuju da posmatran proces zaslužuje detaljniji pristup, kako u eksperimentalnom radu, tako i u upotpunjavanju analize sa faktorima koji imaju uticaja u ovom procesu.

**Ključne reči:** kompost, toplota, korišćenje toplote

## POTENTIAL OF PRODUCTION AND UTILIZATION OF HEAT ENERGY OBTAINED IN A PROCESS OF SOLID CATTLE MANURE COMPOSTING

**Dusan Radojicic<sup>1</sup>, Ivan Zlatanovic<sup>1</sup>, Dusan Radivojevic<sup>1</sup>,  
Milos Pajic<sup>1</sup>, Milan Drazic<sup>1</sup>, Kosta Gligorevic<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Faculty of Agriculture University of Belgrade, Nemanjina 6, 11080 Zemun*

## ABSTRACT

The analysis of producing of heat from the compost production process, with goal to determine a rough sketch of the potential use of heat that develops in the process of composting is presented in this paper. Production of compost from solid cattle manure in bright plateau, using appropriate equipment is considered. Conductet temperature measurements revealed the temperature increase in the mass of up to 75 ° C, with a fairly

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Dušan Radojičić, e-mail: radojicic@agrif.bg.ac.rs

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu: „Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda”, evidencioni broj TR-31051, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

stable temperature regime. A model for the analysis, elemental prism was adopted. In the conducted analysis, certain approximations and simplifications were adopted. This is done because of that in this step only a rough estimate of the potential of heat production is expected. Results from the analysis show that the observed process deserves a more detailed approach, both in experimental work and in completing the analysis of the factors that influence this process.

**Keywords:** compost, heat, heat utilization

## UVOD

Proizvodnja komposta od čvrstog govedeg stajnjaka je tehnološki postupak koji može biti od velike važnosti kako za samu poljoprivrednu proizvodnju tako i za pitanja zaštite životne sredine. Osnovni cilj ovog tehnološkog postupka je brza konverzija organske materije u mineralnu, kao i prevođenje mineralnih materija u oblike koje biljke mogu brzo i lako da iskoriste [3].

Ovaj postupak podrazumeva periodičnu negu stajnjaka, čime se vrši unošenje vazduha, odnosno aeracija mase, odgovarajućom opremom. Jasno je da je pri tome potrebno utrošiti neku količinu energije. Preradom stajnjaka postupkom kompostiranja rešavaju se sledeći problem: uništavaju se patogeni mikroorganizmi i gljivice koje se nalaze u izlučevinama domaćih životinja i prostirci, uništava se sposobnost klijanja semena korova, smanjuje se potreban prostor za skladištenje stajnjaka (budući da gotov kompost ima višestruko manju zapreminu), smanjuje se zagađenje životne sredine neprijatnim mirisima i nekontrolisanim oticanjem osoke, smanjuju se troškovi manipulacije, transporta i aplikacije stajnjaka [4,6].

Sirovi stajnjak se podvrgava tretmanu u cilju unošenja vazduha u masu. Time se podstiče razvoj mikroorganizama koji razlažu organsku materiju. Sam stajnjak je veoma biogena sredina, sa prisutnim brojnim sojevima mikroorganizama. U prvoj fazi, razvijaju se psihrofilni mikroorganizmi. Optimalni uslovi njihovog razvoja podrazumevaju temperature od 15°C – 20°C. U sledećoj fazi, na temperaturama od 30°C - 40°C razvijaju se mezofilni mikroorganizmi. U trećoj fazi, na temperaturama preko 50°C razvija se grupa termofilnih mikroorganizama. Odgovarajućim rasporedom tretmana i održavanjem potrebnih količina vazduha, mezofilna faza postiže se već posle prvih 24 časa nege. Maksimalno postignute temperature održavele su se u periodu od 1/3 trajanja nege. Sama nega trajala je sedam nedelja. Za vreme trajanja nege stajnjaka izvrši se dvanaest tretmana mase [5,6]. Uzevši u obzir sledeće parametre: razvijene temperature, vreme trajanja tih temperatura i velike količine stajnjaka koje se svakodnevno proizvode može se pretpostaviti da se ovim postupkom mogu dobiti značajne količine energije. U prilog tome govore i rezultati do kojih su došli i drugi autori, po kojima se od 1 kg organskog otpada oslobađa toplota od 1136 kJ (komunalni otpad), 17,06 MJ (mešavina slame i pilećeg stajnjaka) [1].

Cilj rada je da se u grubim crtama utvrdi potencijal korišćenja toplote koja se razvija u procesu kompostiranja. Ukoliko se utvrdi da se razvija značajna količina toplote, treba sprovesti detaljnija istraživanja u cilju verifikacije ove procene i eventualnog razvijanja sistema za upotrebu energije dobijene na ovaj način.

## MATERIJAL I METOD

U radu se posmatra proces kompostiranja čvrstog govedeg stajnjaka. Stajnjak se iz staja dovozi na betonski plato i odlaže u formi prizmi (slika 1). Nega se izvodila prototipom samohodne mašine za negu stajnjaka KOMPOMAT-1 (slika 1).

Osnovni tehnički podaci prototipa mašine su: masa 3400kg, širina traga 3600 mm, brzina kretanja 286-716 m/h, snaga motora 44 kW, nazivni broj obrtaja motora 2200 o/min, učinak 200-1300 m<sup>3</sup>/h, radni zahvat 3000 mm, klirens 1500 mm.

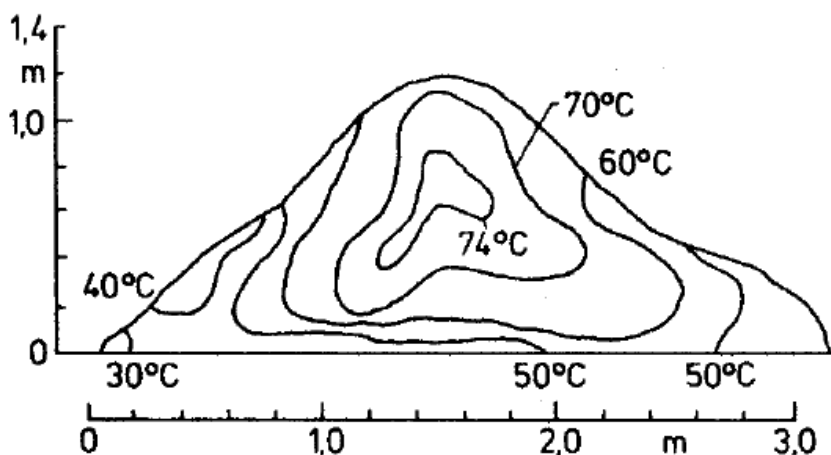
Radna brzina mašine menjana je u intervalu od 0.1-0.7 km/h, (na trasi dužine prizme od 80 m mereno je vreme, a brzina je dobijena računom) [6].



Slika 1. Mašina za negu stajnjaka u radu i formirana prizma  
*Figure 1. Machine for manure treatment in action and formed prisms*

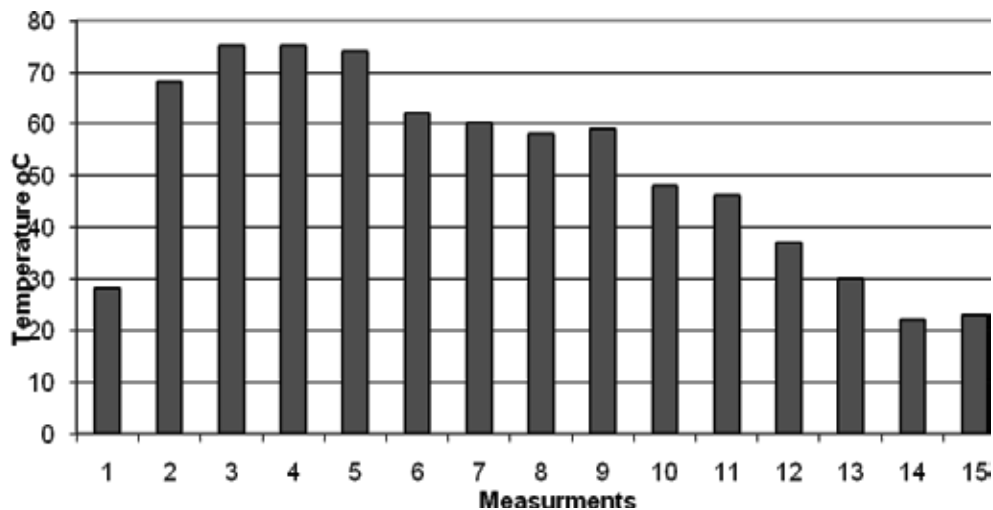
Radna brzina mašine menjana je u intervalu od 0,1-0,7 km/h, (na trasi dužine prizme od 80 m mereno je vreme, a brzina je dobijena računom) [6].

Nega se izvodila u trajanju od sedam nedelja, i za to vreme izvršeno je dvanaest tretmana. Jedan od praćenih parametara bila je i temperatura mase. Merenje temperature vršeno je dva puta nedeljno. Do značajnog povećanja temperature dolazi već posle drugog dana nege (slika 2).



Slika 2. Raspored temperaturnih polja u masi posle drugog dana nege  
*Figure 2. Distribution of temperature fields in manure after second day of treatment*

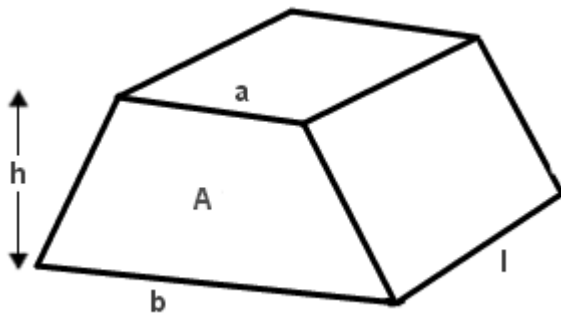
Merenjem temperature ustanovljene su vrednosti u granicama ambijentalne temperature pa sve do 75°C (grafik 1).



Grafik 1. Promene temperature u kompostu u toku perioda nege  
*Graph 1. Temperature changes in compost during treatment period*

## REZULTATI I DISKUSIJA

Za procenu mogućnosti korišćenja toplotne energije umesto realne prizme koja je u opštem slučaju i nepravilnog oblika, posmatračemo odgovarajući model (slika 3).



Slika 3. Model za analizu  
Figure 3. Analysis model

Dimenzije modela su: dužina  $l=1\text{ m}$ , visina  $h=1,2\text{ m}$ , duža osnovica baze  $b=2,7\text{ m}$ , kraća osnovica baze  $a=1,314\text{ m}$ , dužina kraka baze  $c=1,386\text{ m}$ .

Posmatračemo samo model konvektivnog odavanja toplote, pri čemu ćemo smatrati da je podna površina dobro izolovana i da se kroz nju ne odvodi toplota. Ukupna površina preko koje se emituje toplota pod ovim pretpostavkama je:

$$A = 2(((a+b)/2)h) + 2cl + al = 8,9 \text{ (m}^2\text{)}$$

Ako za srednju brzinu kretanja mašine uzmemo  $0,4\text{ km/h}$ , onda će ukupno vreme tretiranja elementarne prizme iznositi (za svih 12 tretmana):

$$t = 12(l/v) = 12(1/400) = 0,03 \text{ (h)} = 108 \text{ (s)}$$

Za to vreme, utrošena energija za negu (potrošnja goriva) po elementarnoj prizmi će iznositi:

$$E_u = Peq_c H_d t = 44 * 0,24 * 43 * 0,03 = 13,6224 \text{ (MJ)}$$

U prethodnoj formuli  $Pe=44\text{ kW}$  je snaga motora,  $q_c=0,24\text{ kg/kWh}$  je specifična potrošnja goriva,  $H_d=43\text{ MJ/kg}$  [2], toplotna moć dizel goriva.

Za ocenu potencijala proizvodnje toplote iz procesa kompostiranja uzećemo vrednosti temperature preko  $40^\circ\text{C}$ , pod pretpostavkom da bi odvođenje toplote ispod tog temperaturnog nivoa moglo da naruši procese koji se eventualno još uvek događaju u masi komposta. Dakle, na raspolaganju nam je period od 30 dana, odnosno 720 časova. Za vrednost temperature koja ulazi u proračun uzima se srednja vrednost temperature u tom periodu (grafik 1). Srednja temperatura zapravo je temperatura koja se može smatrati konstantnom u tom periodu i njena vrednost je  $62,5^\circ\text{C}$ . Prenosenje toplote u ovom slučaju je složena fizička pojava čiji će intezitet zaviasiti od brojnih faktora. Neki od njih su temperatura okolnog vazduha, uslovi kretanja vazduha, vlažnosti vazduha i dr. Ako se posmatra samo konvektivno prenošenje toplote, primeniće se formula:

$$q = \alpha(T_2 - T_1)A$$

Ukoliko se posmatra konvekcija toplote u vazduh koji miruje za koeficijent prelazka toplote -  $\alpha$  se može uzeti vrednost:  $\alpha = 7 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ , a ukoliko se vazduh kreće, odnosno za prinudnu konvekciju, može se uzeti vrednost  $\alpha = 30 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ . Ako za temperaturu okolnog vazduha uzmemo npr.  $20^\circ\text{C}$ , toplota koja se prenosi imaće vrednost

$$q = 7 \cdot (335,65 - 293,15) \cdot 8,9 = 2647,75 \text{ (W)} = 2,65 \text{ (kW)} - \text{ za slučaj konvekcije u vazduh koji miruje}$$

$$q = 30 \cdot (335,65 - 293,15) \cdot 8,9 = 11347,5 \text{ (W)} = 11,35 \text{ (kW)} - \text{ za slučaj konvekcije u vazduh koji se kreće}$$

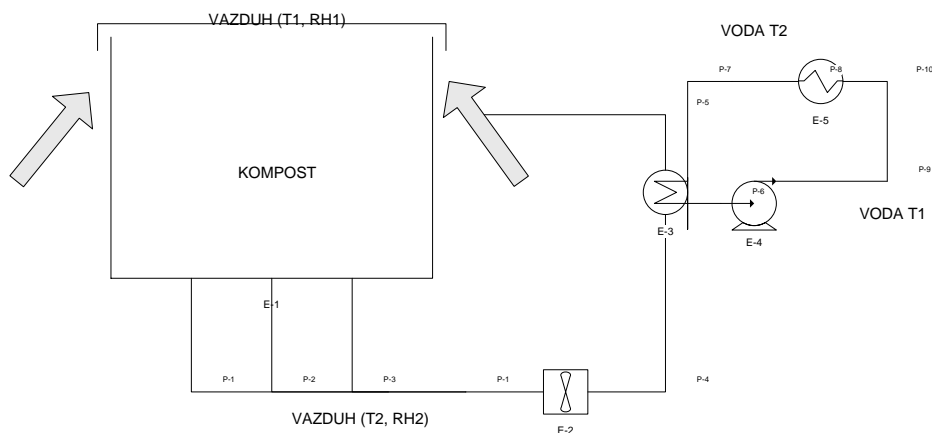
Ako se za vreme trajanja ovakvog prenosa energije uzme već pomenuti period od 30 dana, preneti energija će iznositi:

$$E_u = qt = 6862,968 \text{ (MJ)} \text{ za prvi slučaj}$$

$$E_u = qt = 29412,7 \text{ (MJ)} \text{ za drugi slučaj}$$

Zapremina elementarne prizme je približno  $2 \text{ m}^3$ , i u njoj se može naći oko 2000 kg supstrata (u početku). Odatle proizilazi da se po 1 kg supstrata može proizvesti od 3,43 do 14,71 MJ/kg supstrata. Iz analize se vidi da energijam koja se potencijalno može dobiti u proizvodnji komposta značajno prevazilazi ukoženu energiju.

Veću efikasnost, u tom smislu, pokazuju postrojenja kod kojih se vazduh kreće. Šema jednog takvog postrojenja data je na slici 4.



Slika 4. Šema postrojenja za proizvodnju komposta sa korišćenjem toplote proizvedene u procesu kompostiranja

Figure 4. Scheme of facility for compost production with process obtained heat utilization

Na slici 4, prikazano je postrojenje za korišćenje toplote iz procesa kompostiranja. Korišćenje toplote se ostvaruje na sledeći način: kompost se balazi u nadkrivenom objektu (može i u nepokrivenom, ali se tada povećavaju gubici toplote). Na podu objekta se nalaze podužni otvori, kroz koje se vazduh iz komposta izvlači ventilatorom. Pri



tome, na mesto vazduha koji je pokrenut ventilatorom dolazi svež vazduh iz okoline. Zagrejan vazduh se ventilatorom usmerava na razmenjivač toplote voda–vazduh, a posle toga se izvodi iz procesa. Preporučljivo je da se vazduh pre ispuštanja u atmosferu tretira nekim postupkom za prečišćavanje, npr. biofilterom [7]. Toplota koju vazduh predaje vodi u razmenjivaču toplote koristi se za zagrevanje vode. Dalja upotreba zagrejane vode zavisi od tehnološkog procesa na farmi, može se koristiti za grejanje objekta, za sanitarne potrebe, pripremu hrane i slično.

## ZAKLJUČAK

Iz rezultata analize zaključujemo da je moguće proizvesti značajne količine energije. Sama sprovedena analiza je prilično gruba, uz dosta aproksimacija i pojednostavljenja. Ali njena svrha je i bila da se stekne neka početna slika o tome da li se proizvodnja komposta može iskoristiti i za dobijanje toplote koju je moguće iskoristiti a da se sam proces kompostiranja ne naruši. Ukoliko toplotu preuzima vazduh on se može iskoristiti za dogrevanje objekata ili vode, naravno preko razmenjivača toplote, jer takav vazduh u sebi nosi neprijatne mirise. Za očekivati je da realni rezultati, po uključivanju svih (ili barem što većeg broja) parametara koji u ovako složenom procesu imaju uticaja budu drugačiji. Ono što svakako može narušiti razmatranu analizu su gubici toplote, kroz zidove objekata. Sa druge strane, ovde nije razmatran mehanizam prenosa toplote zračenjem. Takođe, ostaje i otvoreno pitanje da li je posmatrani temperaturni interval dobro izabran, odnosno, da li se sme odvoditi toplota iz mase i kada temperatura priđe vrednosti od 40°C ili ne.

Na osnovu dobijenih rezultata i brojnih literarnih izvora zaključujemo da posmatrani proces svakako zaslužuje detaljniju analizu. Ta analiza trebala bi da uključi terenska ispitivanja, odnosno posmatranje ovog procesa na postrojenjima – objektima za proizvodnju komposta (u punoj veličini), laboratorijske modele, verifikaciju podudarnosti rezultata laboratorijskog modela i objekata u punoj veličini. Jedna od faza trebala bi da bude i stvaranje pouzdanog matematičkog modela koji bi opisivao (što realnije) posmatrani proces. Na kraju, na osnovu dobijenih rezultata moglo bi se zaključiti da li je opravdano dodatno ulaganje u objekte i opremu u cilju iskorišćenja toplote koja se javlja u procesu proizvodnje komposta.

## LITERATURA

- [1] Irvine, G., Lamont, E.R., Antizar-Ladislao, B. 2010. Energy from waste: Reuse of compost heat as a source of renewable energy, *International Journal of Chemical Engineering*, Volume 2010, ArticleID 627930, 10 pp
- [2] Nikolić, B., Stefanović, A. 2007. Neke karakteristike ubrizgavanja biodizela, ulja repice i dizel goriva u motorima SUS, *Zbornik radova 13. SIMTERM*
- [2] Radivojević, D., Veljković, B., Radojičić, D., Koprivica, R., Ivanović, S., Božić, S. 2012. Fertilizing effects of manure aerobic treatment. *Proceedings of The First International Symposium on Animal Science*, Book II, pp 1123 – 1130
- [3] Radivojević, D., Ivanović, S., Radojičić, D., Veljković, B., Koprivica, R., Božić, S. 2012. Nutritive and Economic Effects of Aerobic Treatment of Solid Manure, *Ekonomika poljoprivrede*, 3 Vol. LIX, pp. 401-412

- [4] Radivojević, D., Radojičić, D., Veljković, B., Koprivica, R., Ivanović, S., 2014. Determination of influential parameters for composting of liquid manure with wheat straw. Kosutic S (ed) Proc 42nd International Symposium on agricultural Engineering Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia, pp 251-261.
- [5] Radivojević, D., Topisirović, G., Sredojević Zorica 2002: New methods of bovine solid manure tretment. Lucrari Stiintifi Zootehnie si biotehnologi, vol XXXV, Timisoara, p.p. 39 – 46
- [6] Radivojević, D. 1996. Energetske i eksplotacione karakteristike mašina za aerobnu negu stajnjaka. Savremena poljoprivredna tehnika pp 600 – 604
- [7] Radojičić, D., Zlatanović, I., Radivojević, D., Topisirović, G., Gligorević, K., Pajić, M., Dražić, M. 2012. Mogućnosti, značaj i efekti prečišćavanja stajskog vazduha, Zbornik radova sa 16. Naučno stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede“, str. 147 - 155

# UTICAJ PRIMENE OREBRENIH POVRŠI NA POBOLJŠANJE PRENOŠENJA TOPLOTE KROZ AKUMULATOR TOPLOTE ISPUNJEN FAZNO PROMENJIVIM MATERIJALOM

Nedžad Rudonja<sup>1</sup>, Mirko Komatina<sup>1</sup>, Goran Živković<sup>2</sup>, Milijana Paprika<sup>2</sup>  
Branislav Repić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, Srbija*

<sup>2</sup>*Institut za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za termotehniku i energetiku, Beograd, Srbija*

## SAŽETAK

U radu je prikazana osnovna podela fazno promenljivih materijala koji se koriste kao radni medijumi u akumulatorima toplote. Prikazani su rezultati merenja termofizičkih karakteristika parafina komercijalnog naziva E53 dobijeni primenom TCi uređaja za merenje toplotne provodljivosti materijala. Takodje, date su osnovne jednačine, granični i početni uslovi matematičkog modela za rešavanje problema promene faze PCM-a. Postupak numeričkog rešavanja diferencijalnih jednačina sproveden je uz pomoć Fluent 12.1 softvera. Primenom orebrenih površi dolazi do bržeg topljenja fazno promenljivog materijala što je posledica poboljšanog prenosa toplote.

**Ključne reči:** akumulatori toplote, fazno promenjivi materijali, numeričko modeliranje

## HEAT TRANSFER ENHANCEMENT IN A THERMAL ENERGY STORAGE FILLED BY PHASE CHANGE MATERIAL USING FINS

Nedžad Rudonja<sup>1</sup>, Mirko Komatina<sup>1</sup>, Goran Živković<sup>2</sup>, Milijana Paprika<sup>2</sup>  
Branislav Repić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup>*Vinča Institute of Nuclear Sciences, Laboratory for Thermal Engineering and Energy, Belgrade, Serbia*

## ABSTRACT

The paper presents the basic division of phase change materials that are used as working medium in the thermal energy storages. The results of measurements of ther-

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Nedžad Rudonja, e-mail: nrudonja@mas.bg.ac.rs

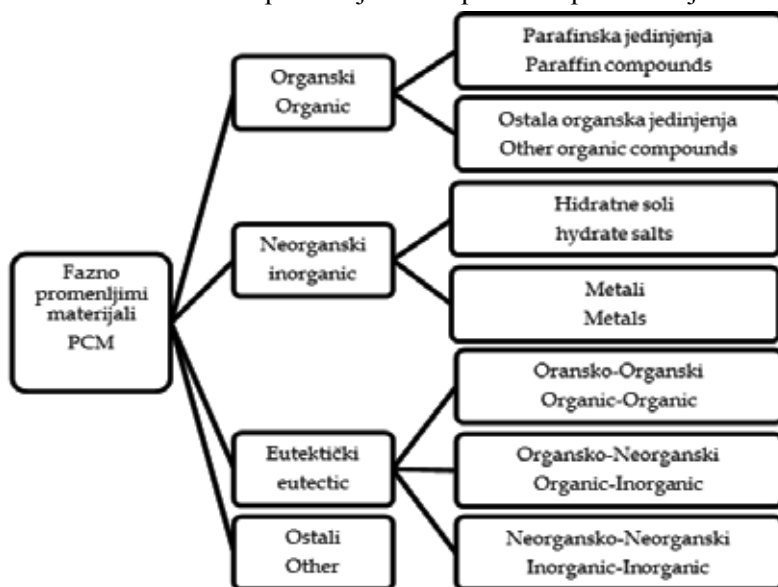
Projekat: Razvoj i unapređenje tehnologija za energetske efikasno korišćenje više formi poljoprivredne i šumske biomase na ekološki prihvatljiv način, uz mogućnost kogeneracije, III42011, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

mal characteristics of paraffin E53 were obtained by TCi device for measuring the thermal conductivity of the materials. The basic equations, boundary and initial conditions of the mathematical model for solving the problem of phase change of PCM have been presented. The process of numerical solving of differential equations was conducted with the Fluent 12.1 software. Using metal fins leading to faster melting of phase change material as a result of the improved heat transfer through it.

**Key words:** thermal energy storage, phase change material, numerical modeling

## UVOD

Fazno promenljivi materijali (PCM – Phase Change Material) su svoju primenu našli u raznim oblastima industrije kao što su industrija građevinskih elemenata, svemirska tehnika, vojna industrija itd. Značajnu primenu imaju u akumulatorima toplote u kojima menjaju fazu tokom dovodjenja i odvodjenja toplote. Pri prelasku iz čvrstog u tečno agregatno stanje PCM-i se tope i tokom te promene apsorbuju toplotu pri približno stalnoj temperaturi. Suprotno tome, u toku procesa očvršćavanja PCM-a toplota se odvodi, tj. u slučaju akumulatora toplote dolazi do „pražnjenja“ akumulatora. Osnovna podela PCM zasniva se prema njihovom poreklu i prikazana je na Sl. 1.



Slika. 1 Podela faznoproemljivih materijala[1][2]  
 Figure 1. The division of phase change materials

Veća amukulacija energije po jedinici zapremine i približno izotermisko dovodjenje i odvodjenje toplote, predstavlja osnovnu prednost PCM-a u odnosu na druge medijume za skladištenje toplote. Medjutim, s druge strane PCM poseduju značajan nedostatak koji se ogleda u maloj toplotnoj provodljivosti materijala koja otežava prenošenje toplote tokom procesa promene faze. Ovaj nedostatak uzrokuje isuviše dugo vreme

punjenja, odnosno pražnjenja akumulatora toplote. Primera radi, ukoliko se PCM-i koriste u akumulatorima toplote u sklopu solarnih sistema onda se proces punjenja mora obaviti u vremenskom okviru u kojem postoji solarna energija, tj. u toku dana. Ako se govori o Evropi, solarna energija je u proseku dostupna oko 8 sati dnevno. Stoga je proces „punjenja“ akumulatora toplote neophodno obaviti u vremenskom intervalu od maksimalno 8 sati. Dakle, tokom ovog perioda potrebno je istopiti PCM i toplotu promene faze iskoristiti za akumulaciju toplote. Da bi se ovaj proces obavio neophodno je uspostaviti toplotne mostove unutar PCM, koji će efikasno sprovesti toplotu do oblasti u kojima se nalazi neistopljeni PCM.

U praksi postoji nekoliko metoda koje se koriste za rešavanje problema male toplotne provodljivosti PCM-a.

## **NAČINI INTENZIVIRANJA PROCESA PRENOŠENJA TOPLOTE KROZ PCM**

Postoji nekoliko načina za poboljšanje prenošenja toplote kroz PCM. Prvi način jeste ubacivanje dodatnog materijala, koji ima značajno veću toplotnu provodljivost od PCM-a. Kao materijali koji se najčešće dodaju su metalni opiljci ili vlakna, grafitni prah itd. Na ovaj način moguće je postići značajno povećanje „toplotne provodljivosti PCM-a“ u iznosu od 60 do 150%[3][4][5]. Međutim, osnovni nedostatak ovakvih rešenja leži u nemogućnosti održanja ravnomerne raspodele dodatog materijala po zapremini PCM. Ovaj nedostatak je posledica taloženja dodatog materijala u toku vremena što značajno umanjuje efekat koji se želeo postići njegovim dodavanjem. Neki autori[6] su ispitivali metalne pene, čije pore, tj. metalne šupljine ispunjava PCM. Takođe, koristili su i matrice od materijala velike toplotne provodljivosti[7]. Ovaj način poboljšanja prenošenja toplote kroz PCM prati pothladjivanje PCM u porama metalnih pena ili matrica. Osim toga, kao posledica povećanih otpora strujanja unutar pora, dolazi do degradacije PCM, a usled toga i smanjenja toplote promene faze. Ono što je takođe bitno smanjuje se i broj mogućih ciklusa topljenje-očvršćavanje pa je potrebno češće vršiti zamenu PCM u akumulatorima toplote.

Metoda koja je dala najbolje rezultate jeste orebravanje na strani PCM-a[8][9][10][11]. Orebrene površi igraju ulogu toplotnih mostova preko kojih se toplota neophodna za promenu faze dostavlja do oblasti udaljenih od toplotnog izvora.

Kako bi se ispitao uticaj orebrenih površi na termofizičke procese u fazno promenljivim materijalima i na taj način smanjio broj eksperimentalnih istraživanja koristi se numeričko modeliranje procesa promene faze. Zbog kompleksnosti problema promene faze (nestacionarnost procesa), složenih geometrija orebrenih površi i zavisnosti termofizičkih osobina PCM-a od temperature, za modeliranje procesa promene faze koriste se neki od komercijalnih softvera. Najčešće korišćeni softveri su Fluent[12][13], Comsol MP[14][15] ili Transys[16].

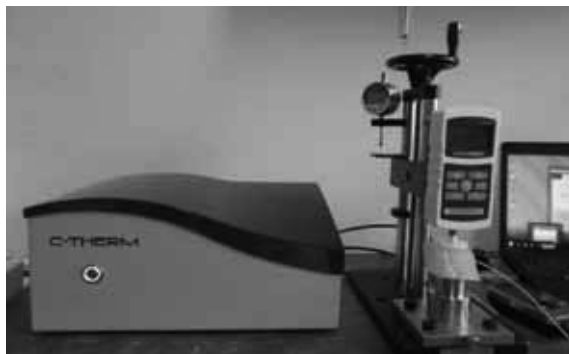
## **TERMOFIZIČKE KARAKTERISTIKE**

Za pristupanje numeričkom modeliranju neophodno je poznavati termofizičke karakteristike PCM-a. U ovom radu posmatrana je promena faze parafina komercijal-

nog naziva E53. Parafini kao PCM-i našli su široku primenu zbog niza pogodnih osobina poput podudarnog procesa promene faze (topljenje-ocvršćavanje i obrnuto), hemijske stabilnosti, temperature promene faze koja je uparljiva sa radom solarnih sistema itd. Neke od termofizičkih veličina izmerene su pomoću TCi uređaja za merenje toplotne provodljivosti materijala, čija je eksperimentalna aparatura prikazana na Sl. 2, dok su rezultati merenja predočeni u Tab. 1. Dobijeni rezultati merenja pokazuju dobro slaganje sa rezultatima prezentovanim u radovima drugih autora [17], pa se preostale, za modeliranje neophodne termofizičke karakteristike sa dovoljnom sigurnošću mogu preuzeti iz datog rada [17]. Korišćenjem TCi uređaja direktno se meri efuzivnost i toplotna provodljivost materijala. Indirektno se pomoću poznate vrednosti gustine materijala može izračunati i specifični toplotni kapacitet.

Veza između efuzivnosti i ostalih termofizičkih veličina koje su prikazane u Tab. 1. data je sledećom relacijom:

$$e = \sqrt{\rho k c_p} \text{ [Ws}^{1/2} / \text{m}^2\text{K]} \quad (1)$$



Slika. 2. Merenje termofizičkih karakteristika parafina E53 pomoću TCi  
 Figure 2. Measurement of thermal characteristics of paraffin E53 by TCi

Tabela 1. Izmerene termofizčke karakteristike parafina E53  
 Table 1. Measured thermal and physical properties of paraffin E53

Merenje <i>Measuring</i>	Efuzivnost <i>Effusivity</i> $e \text{ [Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K]}$	Toplotna provodljivost <i>Thermal conductivity</i> $k \text{ [W/mK]}$	Specifični toplotni kapacitet <i>Specific heat capacity</i> $c_p \text{ [J/kgK]}$
1	734.81	0.351	1701.86
2	734.81	0.351	1701.86
3	736.46	0.353	1701.67
4	737.79	0.354	1701.52
5	733.71	0.350	1701.99
6	736.36	0.353	1701.68
7	739.19	0.356	1701.39
8	739.7	0.356	1701.34
9	737.81	0.354	1701.52
10	739.69	0.356	1701.34

## MATEMATIČKI I GEOMETRIJSKI MODEL

Za ispitivanje uticaja orebrenih površi na proces prenošenja toplote kroz PCM napravljeni su geometrijski modeli koji se međusobno razlikuju po broju rebara. Svaki od modela sastoji se cevi, tj. od centralnog grejača kroz koji struju fluid (HTF-Heat Transfer Fluid) kojim se simulira proces „punjenja“ akumulatora toplote. Cev je sa spoljašnje strane orebrena podužnim rebrima koja uranjaju u PCM. Dimenzije rebara su iste i iznose: dužina  $L=500\text{mm}$ , visina  $H=150\text{mm}$  i debljina rebra  $s=3\text{mm}$ . Spoljašnji prečnik cevi iznosi  $60\text{mm}$ , dok je debljina  $3\text{mm}$ . Visina akumulatora toplote ispunjena fazno promenljivim materijalom iznosi  $600\text{mm}$ . Prečnik cilindra u kome se nalazi PCM iznosi  $400\text{mm}$ . Navedene dimenzije su usvojene kako bi se rezultati numeričkog modela verifikovali na eksperimentalnoj instalaciji koja je prethodno razvijena [18]. Osnovne pretpostavke i granični uslovi matematičkog modela su:

1. gubici toplote kroz spoljašnji cilindar, dno i vrh cilindra su zanemarljivi
2. promena zapremine usled promene faze PCM je zanemarljiva
3. temperatura HTF na ulazu u centralni grejač je konstantna i iznosi  $623\text{K}$
4. početna temperatura iznosi  $293\text{K}$
5. PCM je nestišljiv
6. Materijal cevi isti je kao materijal rebra
7. Zanemarljivi toplotni otpori između rebra i cevi

Osnovne jednačine na kojima se zasniva model su:

$$\text{-Jednačina kontinuiteta} \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{u}) = 0 \quad (2)$$

$$\text{-Jednačina količine kretanja} \quad \rho \left( \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} \right) = -\nabla p + \nabla \cdot \tau + \rho \vec{g} \quad (3)$$

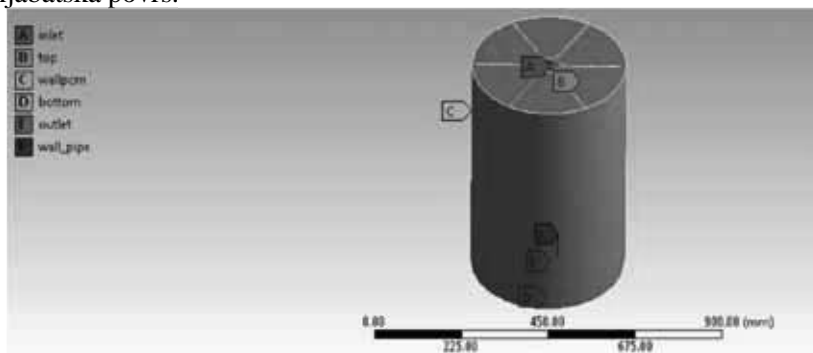
$$\text{-Jednačina energije} \quad \frac{\partial (\rho H)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{u} H) = \nabla \cdot (k \nabla T) \quad (4)$$

U prethodnim jednačinama  $H$  predstavlja entalpiju,  $T$  temperaturu,  $\rho$  gustinu materijala,  $k$  toplotnu provodljivost fazno promenljivog materijala,  $\vec{u}$  vector brzine strujanja,  $p$  je statički pritisak, a  $\tau$  predstavlja tenzor viskoznih napona.

## NUMERIČKO MODELIRANJE

Numeričko modeliranje u ovom radu je sprovedeno u softverskom paketu Ansys, tj. korišćenjem podprograma Fluent. Generisanje geometrijskog modela takodje je sprovedeno uz pomoć Ansys softvera. Ukupna zapremina akumulatora toplote, uključujući i zapreminu orebrenja, podeljena je na oko 15000 kontrolnih zapremina. Vremenski korak bio je  $0,5\text{s}$ , dok je broj iteracija za svaki vremenski korak iznosio 50.

Usvojeni vremenski korak izabran je zbog konvergencije rešenja. Ovaj vremenski korak je maksimalni vremenski korak koji je dovodio do konvergencije rešenja. Dovedenje toplote vršeno je preko centralnog grejača kroz koji struji HTF Sl.2. HTF ustrojava u centralnu cev preko površi A (Sl.2), a napušta cev u preseku E (Sl.2). Predavanje toplote PCM-u vrši se preko cevi i orebrenja. PCM je ograničen sa gornje i donje strane adijabatskim površima B i D(Sl.2). Takođe, površ C(Sl.2) je posmatrana kao adijabatska površ.

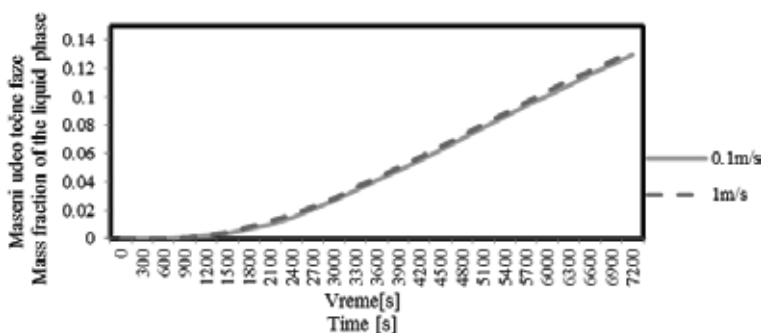


Slika. 3 Model akumulatora toplote sa PCM za slučaj 6 rebara

Figure 3. The model of the thermal energy storage with PCM for the case of 6 fins

## REZULTATI ANALIZE

Kako bi se procenio uticaj brzine strujanja HTF na prenošenje toplote kroz PCM upoređen je uticaj dve brzine strujanja 0,1 i 1 m/s na formiranje tečne faze u toku vremena, tj. uspostavljena je zavisnost izmedju masenog udela tečne faze PCM-a i brzine strujanja HTF u toku vremena. Odabrane brzine su najčešće brzine koje se u praksi javljaju pri strujanju kroz cevovode solarnog postrojenja. Ova zavisnost prikazana je na Sl.4. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je uticaj brzine strujanja HTF na formiranje tečne faze PCM-a nije značajan, pa se shodno tome može zanemariti. Dakle, poboljšanje prenošenja toplote mora se ostvariti u samom PCM-u.

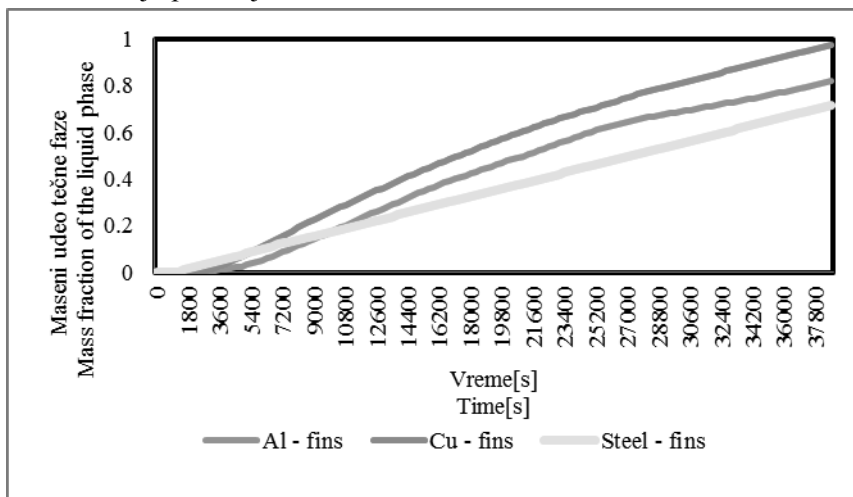


Slika. 4 Uticaj brzine strujanja HTF na formiranje tečne faze PCM-a-umerički rezultati

Figure 4. The influence of the velocity of HTF on the producing the liquid phase of the PCM-Numerical results



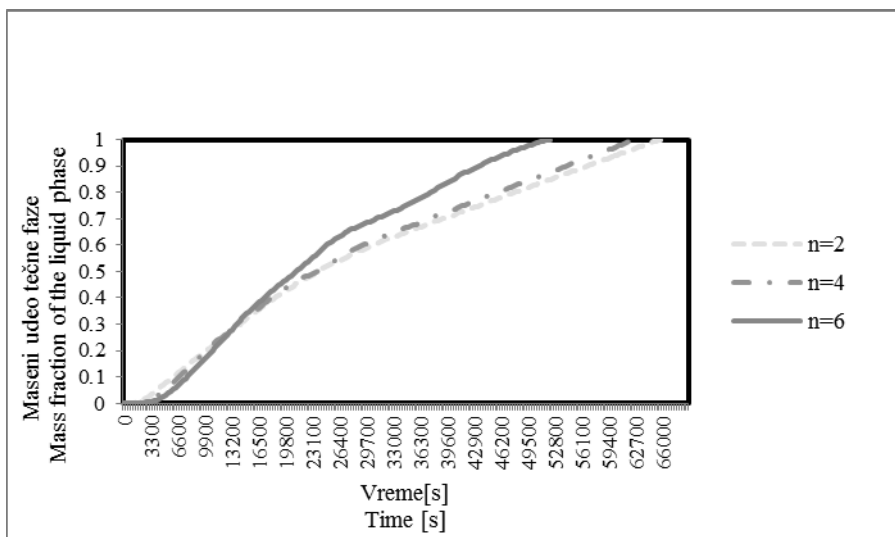
Dalja numerička analiza obuhvatila je ispitivanje uticaja materijala rebra na formiranje tečne faze u PCM-u i prikazan je na Sl.5. Kako se i očekuje, najbolji rezultati dobijaju se sa korišćenjem materijala koji imaju najveću toplotnu provodljivost, što u navedenom slučaju poseduje bakar.



Slika. 5 Uticaj materijala rebra na formiranje tečne faze –numerički rezultati  
 Figure 5. The influence of fins material on the producing PCM's liquid phase-Numerical results

Na osnovu Sl.5 može se videti da proces formiranja tečne faze prvo počinje u slučaju korišćenja rebara sa najmanjom toplotnom provodljivošću, a što u ovom primeru poseduje čelik. Ova pojava može se objasniti činjenicom da se zbog male toplotne provodljivosti rebra, celokupan toplotni protok dovodi uskom pojasu PCM-a. Kao posledica toga mala zapremina PCM se brže zagreva od ostalog dela PCM-a, pa samim tim pre dolazi do promene faze. Međutim, tokom vremena rebra sa većom toplotnom provodljivošću dovode do topljenja veće količine PCM u akumulatoru toplote.

Numeričkom analizom vršeno je ispitivanje uticaja broja rebara na formiranje tečne faze PCM-a a što je prikazano na Sl.6. Slično kao u slučaju analize uticaja materijala rebra na formiranje tečne faze, tako i u slučaju analize uticaja broja rebara na formiranje tečne faze, zaključeno je da u početnom periodu dovodjenja toplote manji broj rebara efikasniji, tj. stvara veću količinu istopljenog PCM-a. Međutim, nakon početnog perioda orebrenje sa većim brojem rebara postaje efikasniji, tj. stvara veću količinu tečne faze pa samim tim i pre sprovođi topljenje celokupne mase PCM-a.



Slika. 6 Uticaj broja rebara na formiranje tečne faze PCM –numerički rezultati  
*Figure 6. The influence of the number of fins on the producing PCM's liquid phase-Numerical results*

## ZAKLJUČAK

Fazno promenjivi materijali, koji se koriste kao ispunja u akumulatorima toplote, usled male toplotne provodljivosti imaju ograničenu upotrebu. Problem male toplotne provodljivosti PCM-a može se rešiti povećavanjem površine za razmenu toplote. Najpouzdanija metoda koja daje zadovoljavajuće povećanje prenošenja toplote kroz PCM a koja je i vremenski održiva jeste orebravanje. Numerička analiza je pokazala da je zanemarljiv uticaj brzine strujanja HTF na formiranje tečne faze u PCM-u, kao i da je potrebno koristiti rebra sa što većom toplotnom provodljivošću. Takođe, broj rebara, odnosno površina orebranja ima veliki uticaj na brzinu topljenja PCM-a tj. „punjenja“ akumulatora toplote ispunjenih PCM-a.

## LITERATURA

- [1] Agyenim, F., P. Eames, and M. Smyth. 2009. “A comparison of heat transfer enhancement in a medium temperature thermal energy storage heat exchanger using fins.” *Solar Energy* 83(9):1509–1520.
- [2] Agyenim, F., P. Eames, and M. Smyth. 2010. “Heat transfer enhancement in medium temperature thermal energy storage system using a multitube heat transfer array.” *Renewable Energy* 35(1):198–207.
- [3] Ahmad, M., A. Bontemps, H. Sallée, and D. Quenard. 2006. “Experimental investigation and computer simulation of thermal behaviour of wallboards containing a phase change material.” *Energy and Buildings* 38(4):357–366.
- [4] Anghel, E.M., A. Georgiev, S. Petrescu, R. Popov, and M. Constantinescu. 2014. “Thermo-physical characterization of some paraffins used as phase change materials for thermal energy storage.” *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 117(2):557–566.

- [5] Baby, R., and C. Balaji. 2013. "Experimental investigations on thermal performance enhancement and effect of orientation on porous matrix filled PCM based heat sink." *International Communications in Heat and Mass Transfer* 46:27–30.
- [6] Chou, H.-M., C.-R. Chen, and V.-L. Nguyen. 2013. "A new design of metal-sheet cool roof using PCM." *Energy and Buildings* 57(0):42–50.
- [7] Dincer, I. 2008. *Thermal Energy Storage Systems and Applications*, Second Edition.
- [8] Erek, A., Z. ?lken, and M.A. Acar. 2005. "Experimental and numerical investigation of thermal energy storage with a finned tube." *International Journal of Energy Research* 29(4):283–301.
- [9] Fukai, J., M. Kanou, Y. Kodama, and O. Miyatake. 2000. "Thermal conductivity enhancement of energy storage media using carbon ® bers." c:1543–1556.
- [10] Hichem, N., S. Noureddine, S. Nadia, and D. Djamila. 2013. "Experimental and Numerical Study of a Usual Brick Filled with PCM to Improve the Thermal Inertia of Buildings." *Energy Procedia* 36:766–775.
- [11] Mesalhy, O., K. Lafdi, and A. Elgafy. 2006. "Carbon foam matrices saturated with PCM for thermal protection purposes." *Carbon* 44(10):2080–2088.
- [12] Mettawee, E.-B.S., and G.M.R. Assassa. 2007. "Thermal conductivity enhancement in a latent heat storage system." *Solar Energy* 81(7):839–845.
- [13] Mosaffa, A.H., C.A. Infante Ferreira, F. Talati, and M.A. Rosen. 2013. "Thermal performance of a multiple PCM thermal storage unit for free cooling." *Energy Conversion and Management* 67(0):1–7.
- [14] Sharifi, N., T.L. Bergman, and A. Faghri. 2011. "Enhancement of PCM melting in enclosures with horizontally-finned internal surfaces." *International Journal of Heat and Mass Transfer* 54(19–20):4182–4192.
- [15] Sharma, S.D., and K. Sagara. 2005. "Latent Heat Storage Materials and Systems: A Review." *International Journal of Green Energy* 2(1):1–56.
- [16] Shatikian, V., G. Ziskind, and R. Letan. 2008. "Numerical investigation of a PCM-based heat sink with internal fins: Constant heat flux." *International Journal of Heat and Mass Transfer* 51(5-6):1488–1493.
- [17] Stritih, U. 2004. "An experimental study of enhanced heat transfer in rectangular PCM thermal storage." *International Journal of Heat and Mass Transfer* 47(12-13):2841–2847.
- [18] Rudonja, N. Živković, G. Komatina, M. Repić, B. 2012. Eksperimentalno ispitivanje akumulacije toplote u akumulatoru toplote primenom faznoproemljivog materijala. *Poljoprivredna tehnika*. 3(3): 71-79.

# UTICAJ KONSTRUKTIVNE IZVEDBE OROŠIVAČA NA KVALITET DISTRIBICIJE ZAŠTITNE TEČNOSTI

Mirko Urošević<sup>1</sup>, Milovan Živković<sup>1</sup>, Vaso Komnenić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd*

<sup>2</sup>*Visoka poljoprivredna strukovna škola, Šabac*

## SAŽETAK

Savremena tehnologija proizvodnje voća zahteva da se u zaštiti primenjuju mašine koje svojom konstrukcijom osiguravaju kvalitetnu aplikaciju pesticida. Te mašine treba da omoguće primenu manje norme tretiranja kako bi se zaštita izvela u kraćem agrotehničkom roku i kako bi što manje destruktivo delovale na zemljište.

Analizom tipova mašina koje se primenjuju u voćarskoj praksi Srbije uočeno je da su u velikoj meri zastupljeni klasični tipovi orošivača sa kojim se još uvek primenjuju velike noreme tretiranja i koji imaju veoma neravnomernu distribuciju vazdušne struje po visini krošnje voćke.

Rezultati prikazani u radu pokazuju da se norme tretiranja od prosečno 1500 l/ha primenom klasičnih orošivača, mogu smanjiti čak u proseku na 500 l/ha primenom orošivača sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad. Pored navedenog treba naglasiti da se primenom orošivača tih konstruktivnih rešenja ostvaruje i znatno bolja vertikalna distribucija zaštitne tečnosti.

**Ključne reči:** tip orošivača, norma tretiranja, vertikalna distribucija tečnosti

## IMPACT OF MISTBLOWERS CONSTRUCTION ON QUALITY OF PROTECTIVE FLUID DISTRIBUTIONS

Mirko Urošević<sup>1</sup>, Milovan Živković<sup>1</sup>, Vaso Komnenić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade*

<sup>2</sup>*School of Applied Agricultural Studies, Sabac*

## ABSTRACT

Modern technologies of production of fruit requires to be applied in the protection of its construction machines that provide a quality manner pesticide application. These machines should allow the application of lower standards of treatment in order to pro-

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Milovan Živković, e-mail: mzivko@agrif.bg.ac.rs

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za prosvetu i nauku, Republike Srbije, Projekat «Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda», evidencioni broj TR - 31051

tect performed in a shorter period of time and agrotechnical to minimize destruktiv operate on land.

By analyzing the types of machinery used in fruit growing Serbia observed that largely represented the classic types of mistblowers with which are still applicable big mad treatment and who have a very uneven distribution of air flow at the height of the crown fruit.

The results presented in the paper show that the standards of treatment of approximately 1500 l / ha using conventional air assisted sprayers can be reduced even in an average of 500 l / ha application of sprayers with air currents obliquely backwards. In addition it should be noted that the application of these mistblowers konstruktivnih solution achieves significantly better vertical distribution of protective fluid.

**Keywords:** mistblowers type, standard treatment, vertical distribution of liquid

## UVOD

Razvoj i usavršavanje tehnike primene pesticida u višegodišnjim zasadima uslovio je da postupak raspršavanja pomoću vazdušne struje postaje dominantan. Korišćenje mašina koje aplikaciju ostvaruju raspršivanjem bitno je doprinelo poboljšanju kvaliteta zaštite, kao i povećanju produktivnosti rada. Treba imati na umu da aplikacioni stepen korisnog dejstva ovog postupka može još da se poboljša novim usavršavanjem mašina koje se koriste u zaštiti.

Konvencionalni orošivači koji su opremljeni niskovođenim aksijalnim ventilatorom u našoj voćarskoj praksi predstavljaju mašine koje se još uvek najviše koriste u procesu primene pesticida. Njime se pri radu ostvaruje zrakasti snop vazdušne struje usmerene koso naviše. Tako usmerene vazdušne struje obezbeđuju u velikoj meri dospevanje zaštitne tečnosti na naličje lista zbog podizanja lisne mase ali sa veoma intenzivnim zanošenjem-driftom. Drift koji predstavlja gubitak zaštitne tečnosti zbog ne dospevanja do ciljane površine predstavlja ekonomski gubitak i ekološko opterećenje životne sredine.

Uočeni nedostaci u radu konvencionalnih orošivača su omogućili nastanak novih konstrukcija sa usmeravanjem vazdušne struje koso unazad. Radom tih konstruktivnih rešenja orošivača dobija se nešto lošija depozicija zaštitne tečnosti na naličju lista, bolji kvalitet zaštite lica a znatno manji gubitak zaštitne tečnosti.

Orošivačem sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad obezbeđuje se velika mogućnost podešavanja usmerenja vazdušne struje koso unazada prema potrebi uzgojnog oblika i zapremimi krošnje. Uslovi eksploatacije orošivača definišu njapovoljniji ugao usmerenja struje koji presudno utiče na kvalitetom zaštite i intenzitetom drifta.

## MATERIJAL I METOD RADA

Eksperimentima je obavljeno uporedno ispitivanje rada dva tipa orošivača: sa niskovođenim ventilatorom (konvencionalni) i orošivača sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad. Zaštita je obavljena u dve vrste zasada koji se razlikuju po bujnosti. Tehničke karakteristike orošivača i radni parametri orošivača dati su u tabeli 1.

Raspored biljaka jedanog zasada je 3 m x 1,5 m; širina krošnje u pravcu reda 1,3 m; upravno na pravac reda 1,2 m; visina krošnje 2,2 m a drugog zasada razmak sadnje je 4 m x 2,5 m; širina krošnje u pravcu reda 2,2 m; upravno na pravac reda 1,2 m; visina krošnje 2,5 m. Kod prvog zasada ukupna zapremina svih krošnji (manje bujnosti) je iznosila 7 626 m<sup>3</sup>/ha a kod drugo (veće bujnosti) 11 550 m<sup>3</sup>/ha.

Tokom ispitivanja agregat se kretao brzinom od 5 km/h i ostvarivao normu tretiranja od 860 l/ha. Na orošivačima su bili zastupljeni rasprskivači koji daju šuplji konusni mlaz pod pritiskom tečnosti od 20 bar. Brzine strujanja vazduha su merene direktno pomoću digitalnog Anemometra (Kestrel® 4000 Pocket Weather Meter) ispred zida od lišća i mogla su da se menjaju promenom broja obrtaja rotora i položaja lopatica.

Registrowanje kapi tokom eksperimenta obavljano je pomoću vodosenzibilnih papirića (TeeJet) dimenzija 52x76 mm i bili su postavljeni u redove biljaka (pričvršćeni sa donje strane lišća) i na drvene stalke van reda, u tri mesta po prohodu, na rastojanju od 20 m. Rad agregata je započinjao i završavao 50 m pre, odnosno posle mesta uzorkovanja kapi. Odmah po prolasku orošivača merena je masa listića pomoću elektronske vage serije PS/C1 vage preciznost 0,001g. Dobijena razlika u masi listića pre i posle obavljanja ogleada omogućila je utvrđivanje količine tečnosti po jedinici površine mernih vodosenzibilnih listića. Određivanje strukture mlaza i pokrovnosti tretirane površine (papirića) obavljeno je Doppler Particle Analyser-om.

Tabela. 1. Tehničke i rade karakteristike orošivača  
*Table. 1. Technical and operating features of mistblowers*

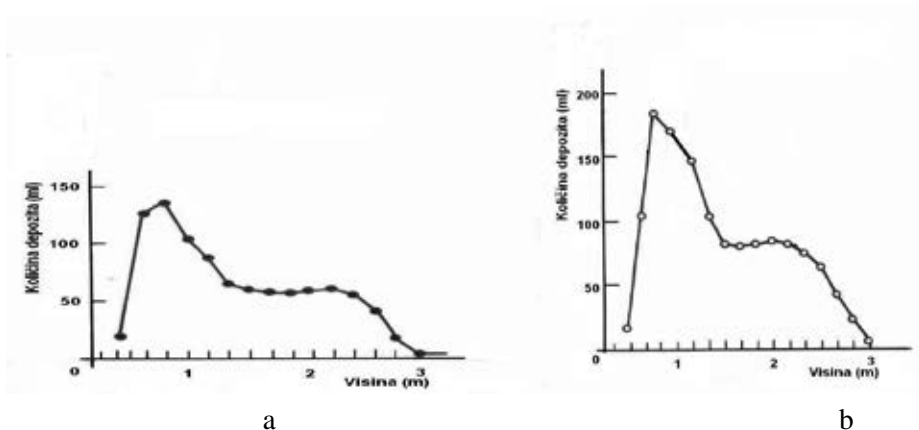
Osobine	Orošivači	
	Konvencionalni	Sa usmerenjem koso unazad
Smer vazdušne struje	Zrakasti	45° unazad
Maksimalna brzina vazduha, m/s	35	35
Protok vazduha, m <sup>3</sup> /h	35 000	30 000
Tip rasprskivača	Vrtložni	Vrtložni
Broj rasprskivača	10	12
Norma tretiranja, l/ha	200	200
Brzina kretanja orošivača, km/h	6,0	6,0

Cilj istraživanja je bio da se odredi razika u kvalitetu rada kao i uticaj smera vazdušne struje drugog orošivača na količinu deponovanja zaštitne tečnosti unutar krošnje, intenzitet pokrivanja i gubitak van ciljne površine u voćnjacima različite bujnosti.

## REZULTATI I DISKUSIJA

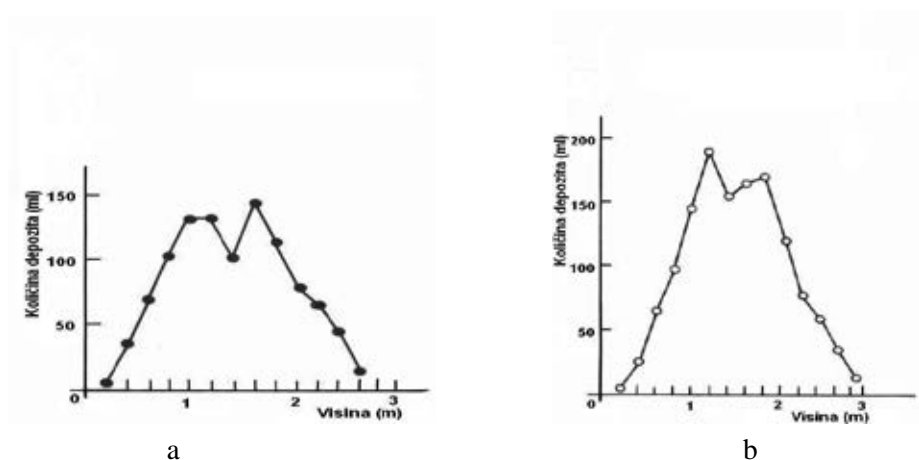
### Raspored vazduše struje u zavisnosti od tipa orošivača i vrste zasada

Zavisno od tipa orošivača i visine, raspored depozita za konvencionalni orošivač dat je na slici 1. gde je a) manje bujne voćke i b) bujnije voćke. Analizom dijagrama se može uočiti da raspred deponovane količine tečnosti varira sa promenom visine i to se uglavnom smanjuje, a variranje kod bujnijih voćaka je izraženije.



Slika 1. Raspored količine depozita po visini krošnje kod konvencionalnog orošivača: : a) zasad manje bujnosti; b) zasad veće bujnosti.  
*Figure 1. Schedule the amount of the deposit height at the crown of conventional mistblowers: a) so far less vigor; b) now greater vigor.*

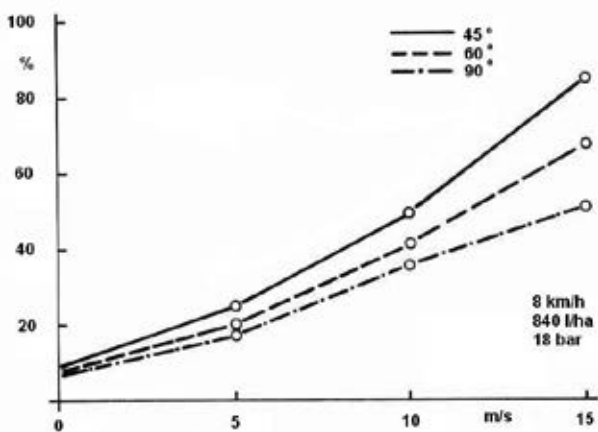
Na slici 2 prikazan je dijagram iz koga se vidi raspored depozita po visini krošnje za orošivač sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad. Sa dijagrama se uočava da je distribucija ravnomernija u odnosu na prvi orošivač.



Slika 2. Raspored količine depozita po visini kod orošivača sa usmerenjem unazad: a) zasad manje bujnosti; b) zasad veće bujnosti.  
*Figure 2. Schedule the amount of deposit in height with a sprayer pointing backwards: a) so far less vigor; b) now greater vigor.*

Uticaj ugla strujanja i brzine vazdušne struje na nanošenje zaštitne tečnosti u unutrašnjost krošnje prikazan je dijagramom na slici 3. Analizom dijagrama može se uočiti da usmeravanje vazdušne struje koso unazad dovodi do većeg pokrivanja bez obzira na prethodno odabrane brzine vazdušne struje tokom rada orošivača. Prema tome, može se zaključiti da postoji uprvna srazmera između boljeg odlaganja i smanjivanja

ugla vazdušne struje od 90° na 45°, tako da pri brzini vožnje od 5 km/h dolazi do povećanja depozida i do 18%.



Slika 3. Uticaj usmerenja vazdušne struje koso unazad na intenzitet pokrivanja  
Figure 3. Effect of direction of air flow obliquely backward on the intensity of coverage

Objašnjenje za to su sledeće činjenice: koso usmerene vazdušne struje omogućuje lako prodiranje u zid od lišća, povećava se put prolaska kroz krošnju biljaka kao i povećanje zone dodira vazdušne struje sa površinom lišća. Sve to omogućuje da zaštitna tečnost potpunije prekrije lisnu površinu.

Polazeći od pretpostavke da pri maloj brzini strujanja veći broj kapljica dospeva na lice gde se zadržavaju, a moć prodiranja, ravnomarnost raspoređivanja i stepen pokrivanja donje strane lišća smanjen zbog smanjene energije.

Vrednosti na dijagramu pokazuju da stepen odlaganja raste sa smanjenjem ugla usmerenja vazdušne struje i sa povećanjem brzine vazdušne struje. Razlog tome svakako je bolje prodiranje u zid od lišća zbog povećane kinetičke energije spreja. Tako na primer pri brzini od 15 m/s i pri uglu usmerenja vazdušne struje od 90°, naličja listova su bila pokrivena najviše 50 % u poređenju sa uglom usmerenja od 45° unazad i istom brzinom prekrivanje je iznosilo 85%.

### Gubici van ciljne površine

Drift orošivača na površini zemlje i u vazduhu pri tretiranju manje bujnih voćaka dati su u tabelama 2. Podaci u tabeli 2 pokazuju da gubitak zaštitne tečnosti na zemlji ispod krošnji kod manje bujnih voćaka bio je veći za više od dva puta nego gubitak u vazduhu na visinama do 2 m. Objasnjeno je za to je veća efikasnost zadržavanja kapljica zbog „filter“ efekta bujnijih voćnjaka, a time i lisne mase i rasprostranjenja krošnje. Obzirom da je brzina spreja brže opadala tako da se veće kapi izdvajaju i padaju na zemlju čime je povećano zagađenje zemljišta.



Tabela 2. Gubitak zaštitne tečnosti na zemljištu i u atmosferi  
 Table 2. Loss of protective fluid on land and in the atmosphere

Tretman		Količina depozita, mg/cm <sup>2</sup>				Gubitak u atmosferu u odnosu na zemljište %
		Zemljište	Na visini		Prosek	
			0-2 m	2-4 m		
Konvencionalni	Manje bujan zasad	72,1	20,6	63,5	52,1	116,43
	Bujniji zasad	111,4	16,8	26,5	51,6	38,86
Sa usmerenjem unazad	Manje bujan zasad	65,4	34,8	33,4	44,5	104,28
	Bujniji zasad	57,6	21,0	14,1	30,9	60,94

Pored toga iz tabele 2 se uočava da je najveći gubitak u oba voćnjaka zabeležen kod konvencionalnog orošivača. Međutim, prosečan gubitak kod konvencionalnog orošivača je približan kod oba zasada, dok najmanji prosek je zabeležen kod drugog tipa orošivača u bujnijem zasadu a iznosio je 30,9 mg/cm<sup>2</sup>. Udeo gubitaka u atmosferi u odnosu na gubitak na zemljištu znatno je veći za oba tipa orošivača kod manje bujnog zasada. Kod bujnijih zasada gubitak u atmosferu u odnosu na gubitak na zemlju je najmanje zabeležen kod konvencionalnog sa učešćem od 38,86 %, što je u apsolutnim vrednostima 43,29 mg/cm<sup>2</sup>. Kod drugog tipa orošivača za bujniji zasad i pored većeg procentualnog učešća (60,94 %) gubitka u atmosferu, apsolutna vrednost je značajno manja i iznosila je 35,1 mg/cm<sup>2</sup>.

## ZAKLJUČAK

Upoređujući konvencionalni orošivač sa orošivačem različitog usmerenja vazdušne struje koso unazad, zapaža se da je raspored depozita po visini krošnje znatno bolji kod orošivača sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad za obe vrste zasada.

Usmeravanjem vazdušne struje koso unazad kod drugog tipa orošivača obazbeđuje veće pokrivanje bez obzira na prethodno odabranu brzinu vazdušne struje. Postoji upravna srazmera između deponovanja i smanjivanja ugla usmerenja vazdušne struje od 90° na 45°, tako da pri brzini kretanja od 5 km/h dolazi do povećanja deponovanja i do 18 %.

Upoređujući gubitke u atmosferi kod oba tipa orošivača uočava se da je veći gubitak u oba voćnjaka zabeležen kod konvencionalnog orošivača. Kod bujnijih zasada gubitak u atmosferi u odnosu na gubitak na zemljištu ima znatno manje učešće za oba tipa orošivača.

Na osnovu rezultata u ovom radu smatramo da u domaćoj voćarskoj praksi treba afirmisati i tehnička rešenja orošivača kod kojih postoji mogućnost podešavanja usmerenja vazdušne struje i koso naviše kao što su orošivači sa fleksibilnim cevima.

## LITERATURA

- [1] Koch, H., Weisser, P., 2002. Expression of dose rate with respect to orchard sprayer function. *Advances of Applied Biology* 66, 353–358.
- [2] Pergher, G., Petris, R., 2007. Canopy structure and deposition efficiency of vineyard sprayers. *Rivista di Ingegneria Agraria* 2, 53–60.
- [3] Walklate, P.J., Cross, J.V., Richardson, G.M., Baker, D.E., Murray, R.A., 2003. Ageneric method of pesticide dose expression: application to broadcast spraying of apple trees. *Annals of Applied Biology* 143, 11–23.
- [4] Walklate, P.J., Cross, J.V., Richardson, G.M., Baker, D.E., 2006. Optimising the adjustment of label-recommended dose rate for orchard spraying. *Crop Protection* 25, 1080–1086.
- [5] Walklate, P.J., Cross, J.V., 2010. A webpage calculator for dose rate adjustment of orchard spraying products. *Aspects of Applied Biology* 99, 359–366.
- [6] Urošević, M., Živković, M., Komnenić, V. (2006): Primena automatskih regulacionih sistema u cilju smanjenja gubitaka pesticida u zaštiti voćnjaka, *Poljoprivredna tehnika*, broj 1, Beograd, str. 67-71.
- [7] Urošević, M., Živković, M., Berjan, S., Sivčev Branka (2008): Uticaj brzine vazdušne struje i kretanja orošivača kvalitet zaštite, *Пољопривредна техника*, broj 3, Beograd, стр. 19-23.
- [8] Urošević, M., Živković, M. (2012): Tehnički Parametri ventilatori orošivača i kvalitet zaštite vinograda, *Poljoprivredna tehnika*, broj 3 Beograd, стр. 61- 69.
- [9] Živković, M., Komnenić, V., Urošević, M. (2006): Uticaj konstruktivnih rešenja orošivača na kvalitet zaštite i smanjenja drifta, *Poljoprivredna tehnika*, broj 3, Beograd, str. 11-17.

# ANALIZA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA SA UČEŠĆEM TRAKTORA I PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE POSTOJEĆEG STANJA I PRAKSE U REPUBLICI SRBIJI

Dorđe Vranješ<sup>1</sup>, Branimir Miletić<sup>1</sup>, Mićo Oljača<sup>2</sup>, Kosta Gligorević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agencija za bezbednost saobraćaja R.Srbije, B. Mihajla Pupina 2, 11.070 N. Beograd,

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivedni fakultet u Zemunu,

## SAŽETAK

Statistički podaci o saobraćajnim nezgodama sa učešćem traktora u Republici Srbiji pokazuju da je ova kategorija učesnika u saobraćaju u velikoj meri rizična sa aspekta bezbednosti saobraćaja. Na osnovu toga, u radu je prikazana analiza stanja bezbednosti traktora u saobraćaju na osnovu ključnih pokazatelja stanja bezbednosti saobraćaja. Pored toga, u radu su prikazane mape rizika stradanja vozača traktora po opštinama i gradovima u Republici Srbiji. Na kraju rada dati su odgovarajući predlozi i smernice za unapređenje postojećeg stanja i prakse u Republici Srbiji.

**Ključne reči:** Bezbednost saobraćaja, traktori, nezgode, pokazatelji.

# ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS WITH THE TRACTORS AND RECOMMENDATIONS FOR PROMOTING ACTUAL PRACTISE IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Dorđe Vranješ<sup>1</sup>, Branimir Miletić<sup>1</sup>, Mićo Oljača<sup>2</sup>, Kosta Gligorević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Road Traffic Safety Agency in the Republic of Serbia, Novi Beograd

<sup>2</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun

## ABSTRACT

Statistical data about traffic accidents with tractors in Republic of Serbia shows that this road users category have big level of the road accidents risk. In this work we showed results from analysis of the traffic accidents data. The Risk maps for tractors accidents in municipalities in the Republic of Serbia are also showed in this segment. At the end of this work we give the recommendations for promoting actual practise in the Republic of Serbia in context of the tractors road safety.

**Key words:** Traffic safety, tractors, accidents, indicators.

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Đorđe Vranješ, e-mail: djordje.vranjes@abs.gov.rs

## UVOD

Traktori predstavljaju jedno od osnovnih sredstava za vršenje poljoprivredne delatnosti na području Republike Srbije [12, 14]. Poljoprivredna delatnost je posebno zastupljena na području Vojvodine i pojedinih oblasti centralne Srbije, zbog povoljnih ravničarskih predela i velikih površina namenjenih za obradu zemljišta. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku, do 2011. godine, na području Republike Srbije, ukupno je bilo registrovano 138.675 traktora [15].

Stupanjem na snagu Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima uvedeno je nekoliko značajnih novina koje se odnose na vozače traktora [1,2,3]:

- Traktorom i radnom mašinom može upravljati samo vozač koji ima vozačku dozvolu za vozila F kategorije.
- U saobraćaju na putu, uključeno žuto rotaciono ili trepćuće svetlo mora da ima traktor noću, u uslovima smanjene vidljivosti i kada ima priključke za izvođenje radova na naisturenijoj tački tih uređaja.
- Maksimalna dozvoljena brzina kretanja za traktore je 40 km/h, odnosno 30 km/h kada se u priključnom vozilu koje vuče traktor prevozi najmanje jedno lice.
- Traktor sme da vuče samo priključno vozilo za traktor, a ostala motorna vozila ne smeju da vuku priključno vozilo za traktor.
- Teret u rasutom stanju, osim na priključnom vozilu za traktor, mora da bude prekriven.
- Na priključnom vozilu koje vuče traktor može se prevoziti najviše pet lica.
- Lica koja se prevoze u tovarnom prostoru ne smeju stajati ili sedeti na stranicama karoserije, na nestabilnom teretu ili teretu koji prelazi visinu tovarnog sanduka, odnosno lica koja nisu navršila 14 godina života smeju se prevoziti samo u pratnji punoletnog lica.
- Vozač traktora ne sme upravljati na način koji omogućava iskakanje iz vozila, otvaranje vrata, naginjanje van vozila, vožnju na spoljnim delovima vozila ili na traktorskim prikolicama.

Nakon stupanja na snagu izmena i dopuna odredaba Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima od 2011. godine definisane su odredbe o registraciji i redovnom tehničkom pregledu traktora i priključnih vozila za traktor. Redovnom godišnjem tehničkom pregledu vozilo se podvrgava pre izdavanja saobraćajne dozvole, odnosno izdavanja registracione nalepnice, kao i izdavanja posebne nalepnice o redovnom tehničkom pregledu traktora i priključnih vozila za traktor. Tehnički pregled se može izvršiti do 30 dana pre podnošenja zahteva za registraciju odnosno nakon isteka roka važenja saobraćajne dozvole.

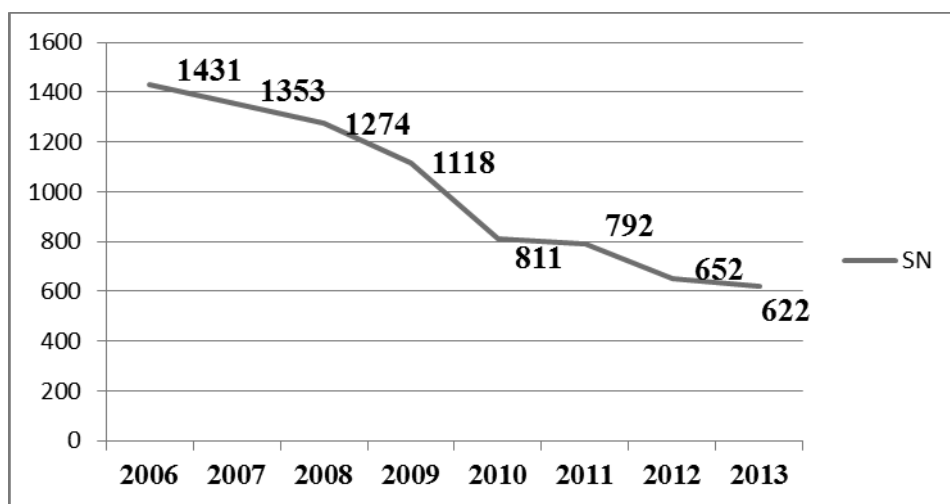
Registraciona nalepnica se izdaje u trajnom važenju za traktore i priključna vozila za traktore, i oni se moraju ponovo registrovati samo prilikom promene vlasnika, nosioca prava korišćenja, promene prebivališta vlasnika na teritoriji drugog registarskog područja ili drugih podataka koji se unose u saobraćajnu dozvolu. Vlasnici traktora i priključnih vozila za traktore, dužni su da nakon izdavanja registracione nalepnice svake godine obave redovni tehnički pregled, o čemu se izdaje nalepnica o tehničkom pregledu traktora i priključnih vozila za traktor koja služi kao dokaz da je tehnički pregled traktora izvršen.

Sve navedene zakonske odredbe bile su neophodne da bi se otklonili veliki nedostaci i problemi koji su se javljali u praksi pre stupanja na snagu novog Zakona. Odrebe novog Zakona predstavljaju odličnu osnovu za unapređenje bezbednosti saobraćaja za vozače traktora.

## STANJE BEZBEDNOSTI VOZAČA TRAKTORA U REPUBLICI SRBIJI

Traktori su motorna vozila koja se često pojavljuju u saobraćaju na javnim putevima [9, 12, 14], a da pritom retko ispunjavaju sve zakonske bezbedonosne obaveze, kako u pogledu samih vozila, tako i u pogledu ponašanja vozača. U prilog tome govori i podatak koliko vozači traktora često učestvuju u saobraćajnim nezgodama, odnosno koliko često ginu ili bivaju povređeni. Uz to, u saobraćajnim nezgodama često stradaju i njihovi saputnici.

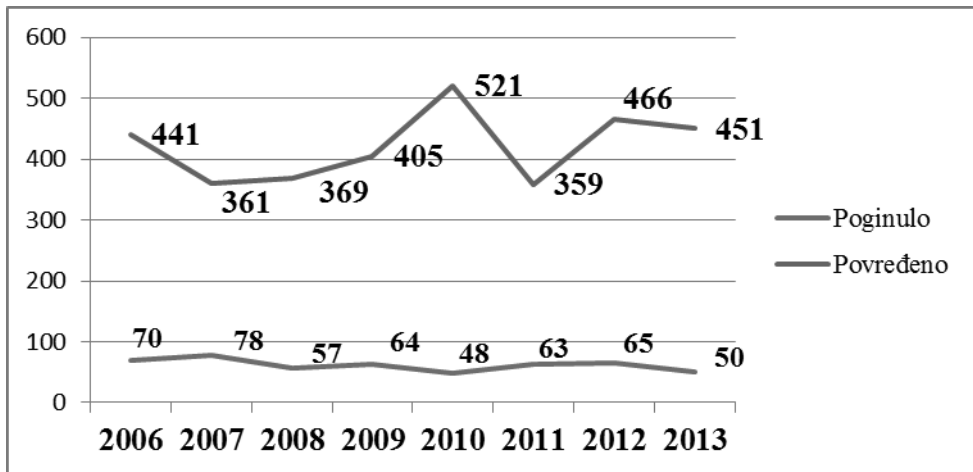
Na području Republike Srbije u periodu od 2006. do 2013. godine vozači traktora su učestvovali u ukupno 8.053 saobraćajnih nezgoda u kojima je 495 lica poginulo i 3.373 lica je povređeno.



Slika 1. Ukupan broj saobraćajnih nezgoda sa učešćem vozača traktora u Republici Srbiji u periodu od 2006. do 2013. godine, [15]

*Picture 1. Total of number of the traffic accidents with tractors in Republic of Serbia for period from 2006. to 2013, [15]*

Posmatrajući trend zastupljenosti ukupnog broja saobraćajnih nezgoda sa slike 1. svakako se može zaključiti da se u posmatranom periodu beleži povoljan trend sa aspekta bezbednosti traktora u saobraćaju. Tokom 2006. godine vozači traktora su učestvovali u ukupno 1.431 saobraćajnoj nezgodi, a tokom 2013. godine u svega 622 saobraćajne nezgode.



Slika 2. Ukupan broj poginulih i povređenih lica u saobraćajnim nezgodama sa učešćem vozača traktora u Republici Srbiji u Periodu od 2006. do 2013. godine, [15]

Picture 2. Total number of killed and injured in the traffic accidents with tractors in Republic of Serbia in the period from 2006. to 2013. , [15]

Kada se posmatraju statistički podaci o ukupnom broju povređenih i poginulih lica može se zaključiti da su njihovi trendovi različito zastupljeni u posmatranom vremenskom periodu.

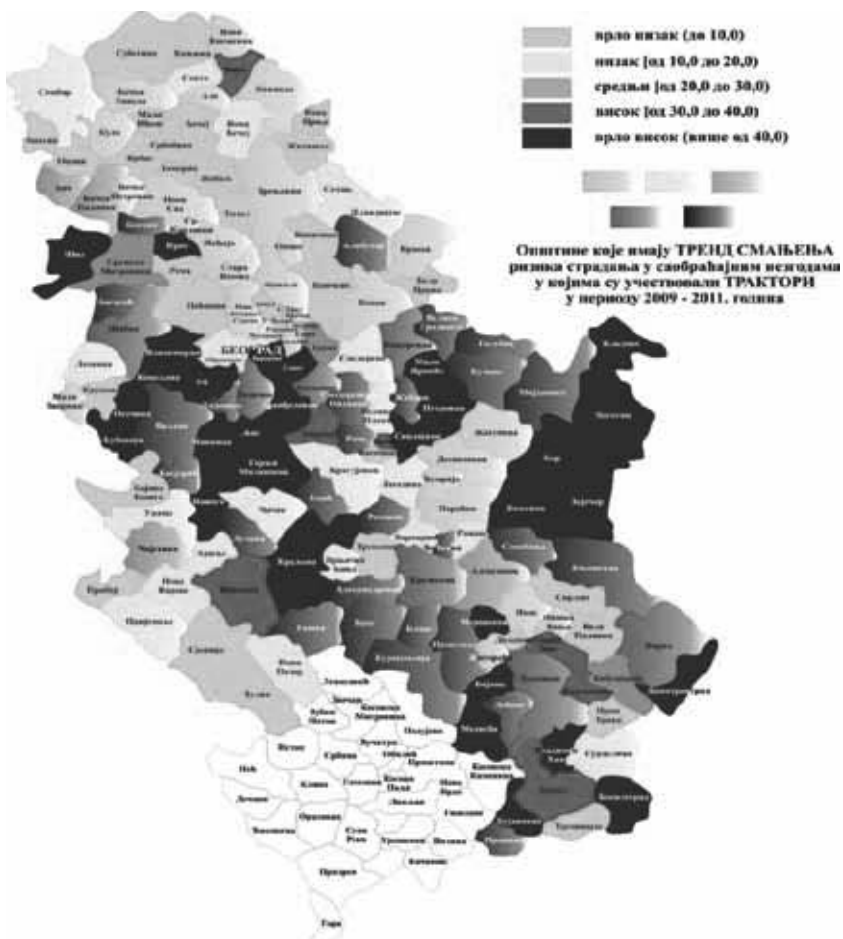
Ukupan broj povređenih lica značajno varira u posmatranom periodu. Najveća vrednost povređenih lica 521 upravo se beleži u prvog godini primene novog Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima u Republici Srbiji. Nakon toga, ukupan broj povređenih lica je nastavio da varira, bez uspostavljanja konstantnog trenda opadanja.

Ukupan broj poginulih lica u saobraćajnim nezgodama u kojima su učestvovali vozači traktora beleži trend smanjenja. Kod ove kategorije se takođe beleže delimične oscilacije u pogledu trenda zastupljenosti.

## **MAPE RIZIKA O STRADANJU VOZAČA TRAKTORA U SAOBRAĆAJNIM NEZGODA PO OPŠTINAMA**

Istraživanjem je [15, 16], analizirano pet kategorija rizika u okviru populacije javnih i saobraćajnih rizika stradanja u saobraćaju. Istraživani su rizici stradanja na osnovu:

1. saobraćajnih nezgoda sa nastradalim licima u kojima su učestvovali traktori;
2. saobraćajnih nezgoda sa poginulim licima u kojima su učestvovali traktori;
3. broja poginulih lica u saobraćajnim nezgodama sa traktorima,
4. broja poginulih i teško povređenih lica u saobraćajnim nezgodama sa traktorima i
5. ponderisanog broja svih nastradalih lica u traktorima.



Slika 3. Javni rizik stradanja vozača traktora u saobraćajnim nezgodama po opštinama u Republici Srbiji za period 2009-2011. godine. [16]

Picture 3. The Public risks of traffic accidents with tractors in municipalities in the Republic of Serbia in the period 2009-2011. , [16]

Najveće međusobno podudaranje sa svim istraživanim rizicima, kao i sa srednjom vrednošću javnih odnosno saobraćajnih rizika, uočeno je kod rizika koji se dobija na osnovu ponderisanog broja nastradalih lica (vozača i lica koja su prevožena u (na) traktorima i traktorskim prikolicama). Na osnovu ove kategorije rizika izvršeno je identifikovanje najrizičnijih opština i mapiranje rizika za sve opštine u Srbiji.

Identifikovanje najrizičnijih opština u Srbiji – opština sa najvećim stradanjem u saobraćajnim nezgodama sa traktorima, predstavlja alarm za prepoznavanje problema koje treba rešavati u pojedinim opštinama. Cilj istraživanja je da u opštinama koje imaju „visok“ i „vrlo visok“ nivo rizika stradanja u saobraćajnim nezgodama sa traktorima inicira uključivanje institucija lokalne samouprave – opštinskih saveta za bezbednost saobraćaja u rešavanju problema, kako bi se smanjio broj i posledice saobraćajnih nezgoda u kojima učestvuju traktori.



Slika 4. Saobraćajni rizik stradanja vozača traktora u saobraćajnim nezgodama po opštinama u Republici Srbiji za period 2009-2011. godine. [16]

*Picture 4. The Traffic risks of accidents with tractors in municipalities in the Republic of Serbia in the period 2009-2011., [16]*

## REZULTATI I DISKUSIJA

Veliki broj saobraćajnih nezgoda događa se upravo zbog neispravnih svetlosnih i svetlosno signalnih uređaja na traktoru [12, 14, 15]. Učestala je praksa da vozači traktora, prilikom vraćanja sa poljoprivrednih radova, na putu do kuće, upravljaju traktorom i priključnim vozilom koji nisu propisno osvetljeni. Takođe, jako mali broj vozača traktora koristi žuto rotaciono ili trepćuće svetlo na najisturenijoj tački svog vozila. Veliki broj traktora nema kabinu ili sigurnosni ram, što dodatno može uticati na pasivnu bezbednost vozača traktora u slučaju prevrtanja, odnosno nastanka saobraćajne nezgode.

Problem koji se javlja u vreme vršenja poljoprivrednih radova, posebno u jesen kada su učestale kiše, je taj da vozači traktora nanose blato na kolovoz glavnog puta sa sporednih zemljanih puteva [12, 14, 15, 16]. Na ovaj način se direktno utiče na povećanje rizika nastanka saobraćajne nezgode za sve učesnike u saobraćaju, zbog lošeg prijanjanja na kolovozu.



Pored unapređenja svesti o značaju bezbednog učešća u saobraćaju, potrebno je vršiti stalnu edukaciju vozača traktora u smislu sticanja praktičnih veština za bezbedno upravljanje traktorom u saobraćaju. Veliki doprinos će se ostvariti sa početkom primene novog sistema obuke vozača koji je definisan Zakonom o bezbednosti saobraćaja na putevima i podzakonskim aktima kojima se detaljnije reguliše oblast obuke vozača u Republici Srbiji.

Agencija za bezbednost saobraćaja je, idući u susret navedenim problemima, započela sa sprovođenjem preventivno-promotivnih aktivnosti koje imaju za cilj povećanje bezbednosti vozača traktora u saobraćaju. Sve aktivnosti su usmerene na povećanje svesti o značaju bezbednog učešća vozača traktora u saobraćaju. Agencija će posebno apelovati na vozače traktora da poštuju sve Zakonom definisane odredbe, a posebno one koje se odnose na korišćenje žutog rotacionog ili trepćućeg svetla, na ispravnost uređaja za davanje svetlosnih znakova i tehničku ispravnost traktora i priključnih vozila za traktore. Ovaj apel predstavljaće interventnu meru u nameri da se što brže reaguje na povećanje stradanja.

Glavna aktivnost Agencije na prevenciji saobraćajnih nezgoda sa traktorima je sprovođenje sveobuhvatne kampanje pod nazivom „TRAKTOR NA PUTU – BEZBEDANI UOČLJIVI!“. Učešćem na 79. međunarodnom poljoprivrednom sajmu u Novom Sadu, Agencija za bezbednost saobraćaja R. Srbije, počela je sa sprovođenjem navedene kampanje čiji je cilj podrška pozitivnom ponašanju i znanju koje ispoljavaju i treba da poseduju vozači traktora, kao i unapređenje bezbednosti saobraćaja kroz informisanje i promenu negativnih stavova vozača traktora, ali i vozača ostalih motornih vozila.

Partneri Agencije u ovoj kampanji su: Uprava saobraćajne policije MUP-a R. Srbije, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Udruženje osiguravača Srbije, *Delta Generali*, Saveti za bezbednost saobraćaja u lokalnim samoupravama i Poljoprivedni fakultet u Beogradu-Zemunu (Katedra za poljoprivrednu tehniku). Očekuje se da će kampanja doprineti smanjenju broja saobraćajnih nezgoda sa traktorima i broja poginulih i povređenih u tim nezgodama.

Tokom 2015. godine Agencija za bezbednost saobraćaja Republike Srbije, nastojće da sprovede istraživački projekat koji ima preiritetni cilj unapređenje bezbednosti vozača traktora i drugih učesnika u javnom saobraćaju sa predlogom urgentnih mera u formi Zakonskih predloga .

## ZAKLJUČAK

U narednom periodu potrebno je preduzeti veliki broj aktivnosti koje će biti usmerene na unapređenje bezbednosti vozača traktora u saobraćaju. Sprovođenje aktivnosti je potrebno preduzeti u svim lokalnim samoupravama, a posebno onim u kojima je zastupljen najveći rizik stradanja u saobraćajnim nezgodama. Takođe, potrebno je što više zainteresovanih subjekata uključiti u sprovođenje navedenih aktivnosti. Zajedničkim delovanjem i sistemskim pristupom, značajno se može unaprediti postojeće stanje bezbednosti vozača traktora u saobraćaju.

Značaj segment aktivnosti ka unapređenju postojećeg stanja treba usmeriti na kontinuiranu edukaciju vozača traktora. Ovu edukaciju potrebno je sprovoditi u saradnji sa poljoprivednim savetodavnim stručnim službama u Republici Srbiji. Pored toga, potrebno je izraditi i odgovarajuće priručnike za potrebe edukacije vozača traktora.

Imajući u vidu da je u toku 2014. godine stupila na snagu dopuna Pravilnika o registraciji motorinih i priključnih vozila kojom se vozačima traktora omogućuje da registruju svoje traktore i priključna vozila, potrebno je promovisati značaj bezbednog učešća u saobraćaju i poštovanja odredaba Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima. Dopune navedenog pravilnika omogućile su svim vozačima traktora da do kraja 2015. godine izvrše registraciju traktora i priključih mašina za koje nisu imali propisanu dokumentaciju.

## LITERATURA

- [1] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima (Službeni glasnik Republike Srbije, br. 41/09)
- [2] Pravilnik o podeli motornih i priključnih vozila i tehničkim uslovima za vozila u saobraćaju na putevima (Sl. glasnik R. Srbije, br. 40/2012)
- [3] Pravilnik o registraciji motornih i priključnih vozila (Sl. glasnik Republike Srbije, br. 41/09)
- [4] Oljača V. M., Vukić Đ., Ercegović Đ., Gligorević K., Pajić M., Božić S., Radojević R., Dimitrovski Z.: Tehnička rešenja uređaja i opreme za povećanje sigurnosti rada mob. mašina i trak. u poljoprivredi. Poljoprivredna tehnika, vol. 33, No.1, str. 89-100, 2008.
- [5] M. V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Dušan Radivojević, Nebojša Momirović, Goran Topisirović, Kosta Gligorević, Branko Radičević, Vladimir M. Oljača: Bežični senzori u poljoprivredi danas, i buduće perspektive primene. Časopis Poljoprivredna tehnika, str.7-20, No 1, Beograd, 2008.
- [6] Steva Božić, Dušan Radivojević, Rade Radojević, Sanjin Ivanović, Goran Topisirović, Mićo Oljača, Kosta Gligorević, Branka Kalanović: Organizovano korišćenje sredstava poljoprivredne mehanizacije. Časopis Poljoprivredna tehnika, str.75-80, No 1, Beograd, 2008
- [7] M. V. Oljača, Đ. Vukić, Đ. Ercegović, K.Gligorević, I. Zlatanović: Alternativni pogon na vanputnim vozilima. Časopis Poljoprivredna tehnika, str.39-50, No 1, Beograd, 2008.
- [8] Zoran Dimitrovski, Kosta Gligorević, Lazar Ružičić, Mićo V. Oljača: Posledice nesreća sa traktorima u poljoprivredi sa učešćem starije populacije farmera. Časopis Poljoprivredna tehnika, str.103-110, No 4, Beograd, 2008.
- [9] M. V. Oljača, Đ.Vukić, Đ. Ercegović, K. Gligorević, M.š Pajić, S.Božić, R. Radojević, Zoran Dimitrovski: Tehnička rešenja uređaja i opreme za povećanje sigurnosti rada mobilnih mašina i traktora u poljoprivredi. Poljoprivredna tehnika, str.89-100, No 1, Beograd, 2008
- [10] Oljača, V.M., Kovačević, D., Radojević, R., Gligorević, B.K., Pajić, M., Dimitrovski, Z.: Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju R. Srbije. Poljoprivredna tehnika, Vol. 35, No.1, str. 75-82,2010.
- [11] Dimitrovski Zoran, Oljača Mićo V., Gligorević Kosta, Ružičić Lazar:Nesreće sa traktorima na javnim putevima u R. Makedoniji: Poljoprivredna tehnika, vol. 35, br. 1, str. 89-97, 2010
- [12] Oljača Mićo V., Kovačević Dušan, Radojević Rade, Gligorević Kosta, Pajić Miloš, Dimitrovski Zoran: Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju Republike Srbije Poljoprivredna tehnika, vol. 35, br. 1, str. 75-82, 2010
- [13] Kosta Gligorević, Mićo V. Oljača, Lazar Ruzičić, Miloš Pajić, Zoran Dimitrovski, Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju na teritoriji Beograda. Poljoprivredna tehnika, No2, str. 71 - 79, Beograd, (2012)
- [14] Kosta Gligorević, Mićo V. Oljača, Lazar Ruzičić, Miloš Pajić, Zoran Dimitrovski,: Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju na teritoriji Beograda. Zbornik radova XVI Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem: Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede 2012 -DPT 2012, str. 75-82, Beograd, (2012)
- [15] Statistički podaci u saobraćajnim nezgodama u R. Srbiji, Ministarstvo unutrašnjih poslova R. Srbije, Beograd, 2014.
- [16] Mapiranje rizika stradanja vozača traktora u saobraćajnim nezgodama po opštinama i gradovima u Republici Srbiji, Agencija za bezbednost saobraćaja R. Srbije, Beograd, 2012.

# FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE DEPOSOLA TENT-A

**Branka Žarković<sup>1</sup>, Vesna Radovanović<sup>1</sup>, Ljubomir Životić<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Nemanjina 6, Zemun*

## SAŽETAK

*Koncept projekta TR 31006 Ministarstva nauke, prosvete i tehnološkog razvoja - "Ispitivanje mogućnosti korišćenja kontaminiranih voda za gajenje alternativnih, zdravstveno bezbednih žita" – istražuje mogućnost korišćenja voda potencijalno kontaminiranih toksičnim metalima za navodnjavanje kvinoje (*Chenopodium quinoa* Wild), heljde (*Fagopyrum esculentum* Moench.) i pšenice krupnik (*Triticum spelta* L.). Ispitivanja se vrše na lokalitetu deponije pepela termoelektrane Nikola Tesla B u Obrenovcu, na zemljištu tipa deposol. Voda korišćena za zalivanje se filtrira kroz pepelište pomenute termoelektrane i promenljivog je kvaliteta.*

Ovakva istraživanja obuhvataju praćenje promena odgovarajućih parametara u sistemu zemljište/biljka/vode za navodnjavanje. Pored ispitivanja kvaliteta voda za navodnjavanje, određivana su fizičko-hemijska svojstva zemljišta pre postavljanja ogleada kao i posle berbe navedenih useva. Sadržaj toksičnih metala u zemljištu ispituje se sa ciljem utvrđivanja uticaja navodnjavanja na njihovu akumulaciju i migraciju u zemljištu. U okviru rada su prikazani rezultati analiza mehaničkog sastava zemljišta i sadržaja pojedinih toksičnih metala. Rezultati nam ukazuju na veliku heterogenost ispitivane površine sa aspekta mehaničkog sastava, sadržaj gline varira od 15 do 50%, peska od 7 do 77%, kao i ukupnog sadržaja arsena i kadmijuma u zemljištu. Dobijeni rezultati su prikazani u prostoru korišćenjem geografskog informacionog sistema (GIS). Privođenje deposola kulturi zahtevalo je mehaničko čišćenje površine i rigoloвање, kao mere ujednačavanja njegovog sastava.

**Ključne reči** : mehanički sastav, deposol, arsen, kadmijum

## PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF TENT DEPOSOLS

**Branka Žarković<sup>1</sup>, Vesna Radovanović<sup>1</sup>, Ljubomir Životić<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Nemanjina 6, Zemun*

## ABSTRACT

The project TR 31006 of Ministry of science, education and technological development of the Republic of Serbia, named "Investigation of the possibility to use contaminated water to grow alternative, health secure crops" investigate a possibility to use potentially contaminated water with toxic elements to irrigate quinoa (*Chenopodi-*

<sup>1</sup> Kontakt autor: Branka Žarković, e-mail: brana@agrif.bg.ac.rs

um quinoa Wild), buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench.*) and dinkel wheat (*Triticum spelta* L.). Study area is located at Deposols of thermo-power plant Nikola Tesla B in Obrenovac, Serbia. Irrigated water is percolated through thermo power plant ash deposits and has a variable quality.

This type of studies enable the monitoring of changes in soil-plant-irrigated water system parameters. Adjacent to water quality monitoring, soil physico-chemical characteristics were determined before experiment set-up and after the harvest of above mentioned crops. The content of toxic elements in soil is determined in order to find the effects of irrigation water on their accumulation and migration in soil.

This paper presents the results of particle size analysis and the content of some toxic elements in soil. The results indicate high heterogeneity of particle size in soil, where clay content varies from 15 to 50%, sand content varies from 7 to 77%, such as the contents of total arsenic and cadmium. Obtained data are spatially presented in GIS.

The antropogenization of Deposols requested their mechanical cleaning and deep ploughing, as measures to homogenized their characteristics.

**Keywords:** particle size, deposols, arsenic, cadmium

## UVOD

Koncept projekta TR 31006 Ministarstva nauke, prosvete i tehnološkog razvoja - "Ispitivanje mogućnosti korišćenja kontaminiranih voda za gajenje alternativnih, zdravstveno bezbednih žita" – istražuje mogućnost korišćenja voda potencijalno kontaminiranih toksičnim metalima za navodnjavanje pšenice krupnik (*Triticum spelta* L.), heljde (*Fagopyrum esculentum Moench.*) i kvinoje (*Chenopodium quinoa* Wild).

Krupnik (*Triticum spelta* L.) je veoma stara vrsta pšenice. Gaji se radi zrna (ploda) koje je obavijeno plevicama. Krupnik se donekle razlikuje od obične pšenice. Pre svega, razvija snažniji korenov sistem, tako da ova vrsta žita bolje koristi hranljive materije i može se gajiti na manje plodnim zemljištima. Krupnik je manje zahtevan prema agroekološkim uslovima nego obična pšenica. Tolerantan je na mnoge bolesti koje napadaju pšenicu i druga žita.

Heljda (*Fagopyrum esculentum Moench.*) je drevna vrsta žita koja se u Kini gaji više od hiljadu godina. Gaji se radi plodova orašica velike upotrebne vrednosti. Heljda se koristi i kao povrće (list). Morfološki se razlikuje od ostalih žita jer pripada drugoj botaničkoj porodici. Heljda je usev prolećne do kasne letnje setve, odlično uspeva u nešto vlažnijim i prohladnim klimatskim uslovima, kakvi vladaju u brdsko-planinskim područjima. Osetljiva je na niske temperature. U pogledu zemljišta nije probirljiva.

Kvinoja (*Chenopodium quinoa*) potiče iz regiona Anda. U visoravnima Anda poljoprivredna proizvodnja odigrava se pri vrlo nepogodnim uslovima koji uključuju sušu, povišeni salinitet zemljišta, mraz, vetar i grad. Kvinoja se adaptirala na te nepovoljne uslove, visoka tolerantnost na nekoliko abiotičkih stresova i velika genetička variabilnost predstavljaju uslove za gajenje ove žitarice i pri drugim klimatskim uslovima u drugim delovima sveta (Adolf et al., 2013). Gajenje kvinoje povezano je sa proizvodnjom zdravstveno bezbedne hrane, izabrana je za kulturu koja će osigurati izvor hrane u 21. veku (FAO, 2006).

Ispitivanja se vrše na lokalitetu deponije pepela termoelektrane Nikola Tesla u Obrenovcu. Navodnjavanje se vrši vodom iz kanala za odvođenje suvišnih voda koji se proteže duž eksperimentalne parcele. Voda iz kanala je kontaminirana toksičnim metalima jer protiče kroz pepelište pomenute termoelektrane. Projektom su predviđene dve varijante ogleđa sa navedenim kulturama: bez navodnjavanja i sa navodnjavanjem vodom iz kanala.

Ogled je postavljen na zemljištu tipa deposol. Deposoli su zemljišta koja nastaju nasipanjem, pri zemljanim radovima, ili odlaganjem na određeno mesto, jalovinskog materijala iz raznih rudnika (Dugalić i Gajić, 2013).

Zemljište predstavlja trofazni polidisperzni sistem koji se sastoji iz čvrste, tečne i gasovite faze. U sastav čvrste faze ulaze dve vrste čestica: mehanički elementi i strukturni agregati. Mehanički sastav zemljišta predstavlja procentualni sadržaj mehaničkih elemenata u zemljištu i to je jedna od najvažnijih fizičkih osobina zemljišta (Živković i Đorđević, 2003).

Mehanički elementi su odvojeni komadi stena i minerala, kao i čestica organske materije koji se u većini zemljišta međusobno povezuju u strukturne agregate (Živković i Đorđević, 2003). Podaci o mehaničkom sastavu indirektno i direktno ukazuju na mnoge osobine zemljišta. On utiče na tok mnogih procesa u zemljištu kao i na većinu njegovih fizičkih osobina, vodno-vazdušnih i toplotnih osobina, fizičko-mehaničkih osobina, kao i na neke hemijske osobine, adsorpcijsku i bufernu sposobnost, hranljivi režim i plodnost zemljišta. Njegov indirektni uticaj se odražava na rokove izvođenja poljoprivrednih i meliorativnih radova, uslove obrade zemljišta, količine đubriva (Gajić, 2006).

Postanak određenih mehaničkih elemenata je različit, kao i njihove osobine. Čestice gline se karakterišu osobinama lepljivosti, bubrenja, skupljanja, koagulacije, peptizacije i adsorpcije jona iz zemljišnog rastvora, koje odsustvuju u drugim frakcijama. U frakciji gline se nalazi pretežan deo biljkama pristupačnih hraniva (Živković i Đorđević, 2003).

Postoje mnogobrojni načini prikazivanja rezultata mehaničke analize. Za poljoprivredne svrhe rezultati mehaničke analize se najčešće predstavljaju preko teksturnih klasa (Lal and Shukla, 2004). Promene mehaničkog sastava u prostoru mogu da se prikazuju i prate primenom geografskog informacionog sistema (GIS).

U toku prethodne tri decenije razvile su se informacionih tehnologija (GIS, modeliranje, globalni pozicioni sistemi (GPS), daljinska detekcija), koje su proizvele značajan uticaj na pristupe proučavanju, posmatranju i planiranju prirodnih resursa. Najjednostavnija definicija smatra GIS kompjuterskim sistemom sposobnim da čuva i koristi podatke koji opisuju Zemljinu površinu i njenu unutrašnjost (ESRI, 1995).

Cilj ovoga rada je da se predstave neki od rezultata Projekta kroz različite načine prikazivanja podataka o zemljištu (mehanički sastav, sadržaj toksičnih elemenata) koristeći klasične metode i novije tehnologije.

## MATERIJAL I METOD RADA

Izabrano ogledno polje nalazi se na lokalitetu deponije pepela termoelektrane Nikola Tesla B, u blizini Obrenovca na 44°37'58" SGŠ i 20°2'34" IGD. Degradirano zemljište je nastalo usled izvođenja građevinskih radova na izgradnji Termoelektrane. Veličina osnovne parcele iznosi 20 m x 60 m = 120 m<sup>2</sup>

Mehanički sastav određivan je metodom prosejavanja (sita) i sedimentacije (Živković, 1966). Ova metoda određivanja mehaničkog sastava se sastoji iz hemijske, mehaničke i termičke dezagregacije, prosejavanja i sedimentacije čestica u mirnoj vodi. Ukupno 38 zemljišnih uzoraka sa dubine 0-20 cm je ispitivano u dvogodišnjem periodu. Teksturane klase su određivane uz pomoć teksturnog trougla (*Soil Survey Division Staff, 1993*).

Ukupne količine teških metala određivane su metodom induktivno kuplovane plazme IC-OES u uzorcima prethodno razorenim koncentrovanom azotnom kiselinom.

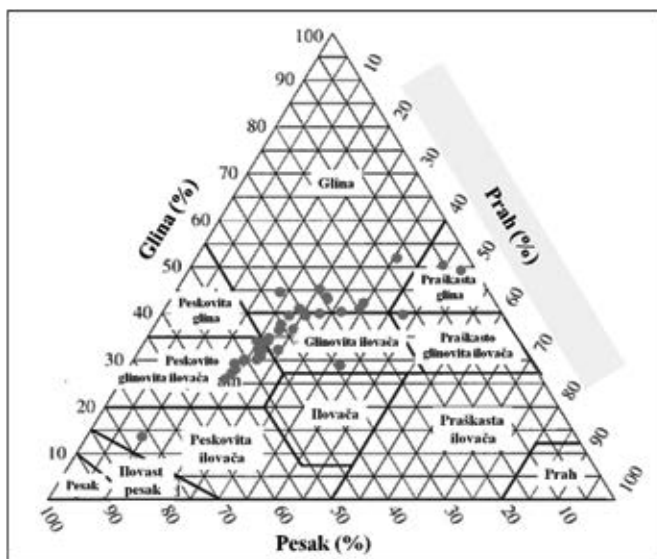
Prostorni prikaz rezultata mehaničkog sastava, arsena i kadmijuma je napravljen uz pomoć ArcGIS 9.2. (ESRI, 1995) metodom inverznih ponderisanih rastojanja (IDW-inverse distance weight, Shepard, 1968).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati mehaničkog sastava ispitivanog deposola su dosta heterogeni. Ukupan broj od 38 uzoraka pokazuje visok koeficijent varijacije za sve ispitivane frakcije. Kod sadržaja gline koeficijent varijacije iznosi 21.3% što predstavlja i najnižu vrednost među ispitivanim frakcijama. Nakon frakcije gline po veličini koeficijenta varijacije, frakcije fizičke gline i sitnog peska, imaju vrednost od 23.8% i 28.9%, respektivno. Koeficijent varijacije frakcije praha iznosi 32.6%, dok je kod ukupnog peska njegova vrednost 36.2%. U prilog ovome pokazuju i podaci da na oglednom polju sadržaj ukupnog peska varira od 4.3 do 77.8%, a sadržaj praha od 9.1 do 47.8%. slična amplituda u rezultatima se javlja i kod frakcije gline, 13.1 do 51.5%.

Ipak, ovako velike varijacije u ispitivanim uzorcima se značajno umanjuju ukoliko se odstrane dva uzorka koji značajno odskaku po svojim vrednostima a predstavljaju obode ispitivnog ogleda.

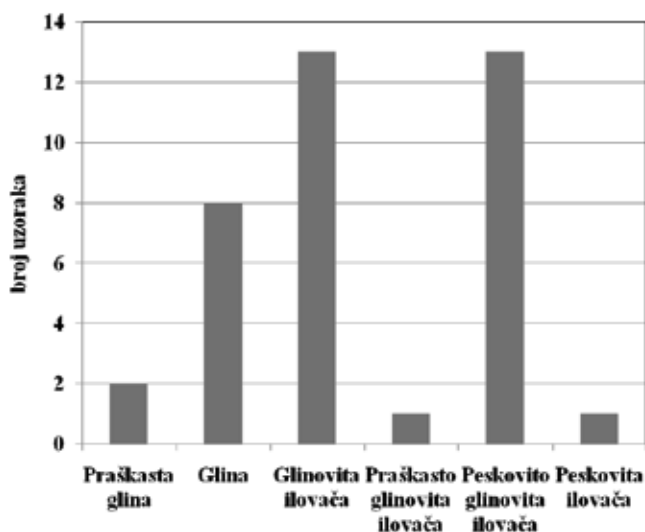
Rezultati ovako heterogenog mehaničkog sastava koji ima većinu svojih frakcija van normalne distribucije podataka možemo prikazati pomoću više različitih grafičkih prikaza. Prvi prikaz je korišćenjem teksturnog trougla u kojem se uočava vizuelno kojim teksturnim klasama pripadaju ispitivani uzorci (slika 1).



Slika 1. Teksturni trougao (Soil Survey Division Staff. 1993) sa prikazanim teksturnim klasama (n=38)

Figure 1. Texture triangle with the displayed texture classes (n=38)

Na malo različit način isti ovi podaci mogu da se prikažu i uz pomoć histograma koji ukazuje na broj uzorka po teksturnim klasama (slika 2).

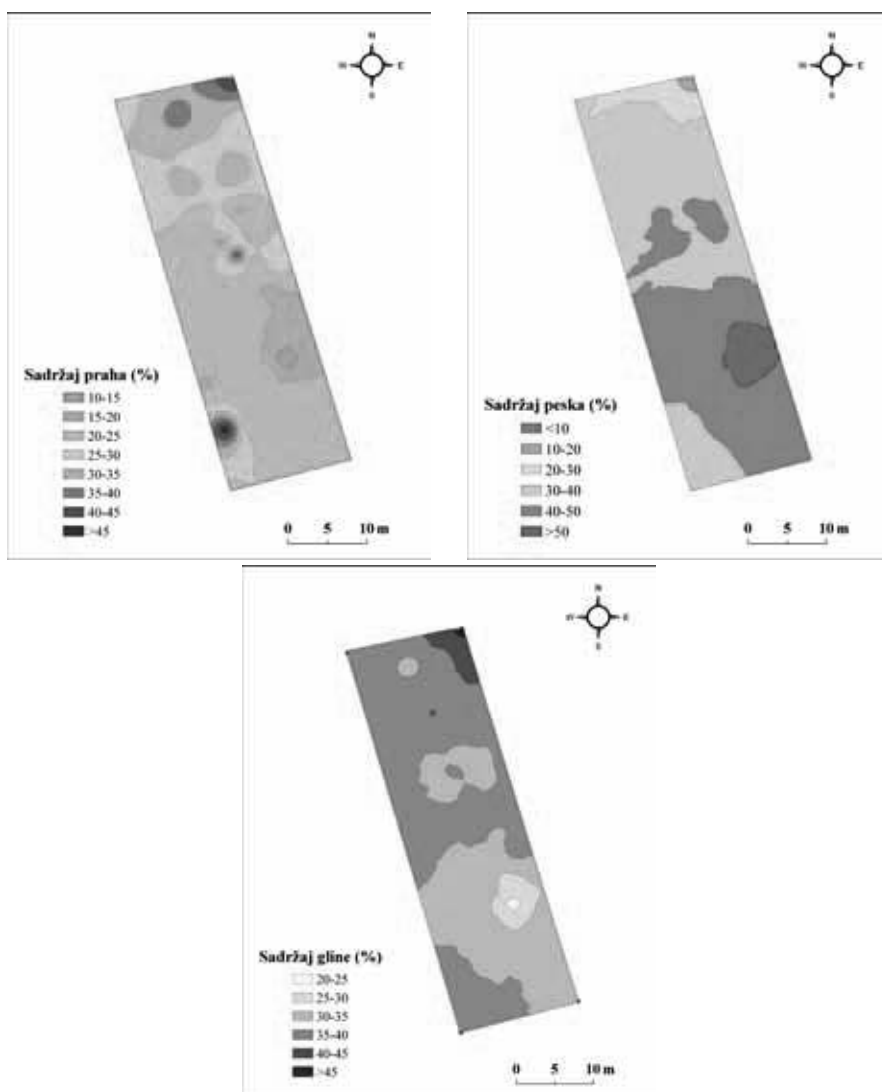


Slika 2. Broj uzoraka koji odgovara određenim teksturnim klasama na ispitivanoj lokaciji (n=38)

Figure 2. The number of samples corresponding to certain texture classes on the test site

Treći način prikazivanja istih podataka o mehaničkom sastavu oglednog polja je preko pravljenja mapa različitih mehaničkih frakcija u GIS okruženju (slika 3).

Tek nakon ovakva tri načina prikazivanja podataka o mehaničkom sastavu određenog zemljišta se može imati i predstava o ovoj osobini zemljišta. Ovakav pristup posmatranju ove veoma bitne fizičke osobine zemljišta je neophodan za one lokacije koje su heterogene u svojim osobinama. U slučaju homogenih celina dovoljan je samo jedan od ovih prikaza ili mali tabelarni osvrt da prikaže ovu osobinu.

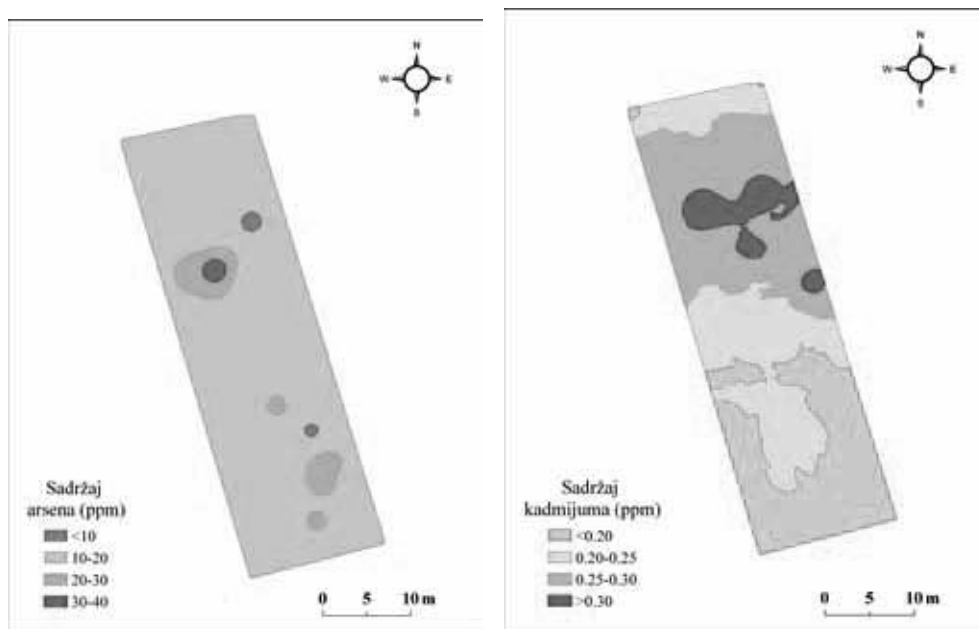


Slika 3. Prostorni raspored sadržaja praha, peska i gline na ispitivanoj lokaciji dobijeni IDW tehnikom

Figure 3. Spatial distribution of the content of the powder, sand and clay on the test location obtained with IDW technique



Rezultati ispitivanja zemljišta na sadržaj ukupnih koncentracija arsena i kadmijuma mogu se predstaviti prostorno IDW tehnikom (slika 4). Iako se koncentracije arsena kreću u širokom rasponu vrednosti (7.55 – 20.82 ppm), sadržaj ovih elemenata u ispitivanim uzorcima zemljišta je generalno nizak, niži od maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK, SG RS 11/90). Prosečan sadržaj As je 15 ppm, u najvećem broju uzoraka (99%) je ispod 18ppm. Samo u dva uzorka zemljišta koncentracije As se nalaze u rasponu od 30 do 40 ppm. Sadržaj kadmijuma u zemljištu varira u koncentracijama od 0,18 do 0,44 ppm, ove vrednosti su znatno niže od MDK.



Slika 4. Prostorni raspored sadržaja arsena i kadmijuma na ispitivanoj lokaciji dobijeni IDW tehnikom

*Figure 4. Spatial distribution of arsenic and cadmium on the studied location obtained with IDW technique*

## ZAKLJUČAK

Mehanički sastav predstavlja jednu od najvažnijih fizičkih osobina zemljišta i odličan je pokazatelj mnogih karakteristika zemljišta. Njegova homogenost je veoma bitna prilikom postavljanja i izvođenja oglada jer se tako smanjuje uticaj ‘greške’ heterogenosti zemljišnog pokrivača na biljnu proizvodnju. Deposoli su zemljišta koja mogu da se karakterišu različitim mehaničkim sastavom, kako po dubini profila, tako i na malim rastojanjima u prostoru, koji može biti veoma heterogen. Samim tim i osobine deposola će biti u velikoj zavisnosti od mehaničkog sastava. Dubokom obradom i rigolovanjem može se samo do izvesne mere uskladiti varijabilnost ove osobine zemljišta. Veoma je bitno da se odredi mehanički sastav pred postavku oglada i da se tako utvrdi njegov potencijalni uticaj na biljnu proizvodnju. Na ispitivanoj lokaciji

mehanički sastav i njegove frakcije variraju u širokom dijapazonu tako da prikazivanje ovih podataka uslovljava numerički, grafički i prostorni prikaz ove osobine zemljišta, kako bi se imala potpuna predstava.

Sadržaj arsena i kadmijuma u zemljištu kreće se u granicama dozvoljenih koncentracija, što pokazuje da zemljišta nisu zagađena ovim elementima. Međutim, da bi se utvrdilo u kojoj meri su ustanovljene koncentracije ispitivanih elemenata štetne za biljke i okolnu životnu sredinu neophodna je detaljna analiza pristupačnih formi i sadržaja u biljkama i vodi za navodnjavanje.

## LITERATURA

- [1] Adolf, V.I., Jacobsen, S., Shabala, S. 2013. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Environmental and Experimental Botany* 92, pp. 43-54.
- [2] Dugalić, G. and Gajić, B. 2012. *Pedologija*. Čačak: Agronomski fakultet; Kragujevac: Univerzitet, Grafika Jureš. – 295 str.
- [3] Gajić, B. (2005). *Fizika zemljišta*. Praktikum, Beograd, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Grafo-print, 185 str.
- [4] Lal, R. and Shukla, M.K. (2004). *Principles of Soil Physics*. Marcel Dekker, New York, 716 pp.
- [5] ESRI (1995). *Understanding GIS – The ARC/INFO Method*. Environmental Systems Research Institute, Inc., published by John Wiley & Sons Inc, New York.
- [6] Shepard, D. (1968). A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data, *Proc. 23rd National Conference ACM*, ACM, 517-524.
- [7] Soil Survey Division Staff. 1993. *Soil survey manual*. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- [8] Živković, M. (1966). Usporedna ispitivanja raznih metoda pripreme beskarbonatnih zemljišta za mehaničku analizu. *Zemljište i biljka*, vol. 15, br. 3, 381-407, Beograd.
- [9] Živković, M. i Đorđević, A. (2003). *Pedologija, knjiga I, Geneza, sastav i osobine zemljišta*. Beograd: Poljoprivredni fakultet Univerziteta, (Beograd: Rubikon), 291 str.

# EKSPLOATACIONI PARAMETRI POBOLJŠANOG TRESAČA KOŠTIČAVOG VOĆA DOMAĆE PRIZVODNJE

Milovan Živković<sup>1</sup>, Mirko Urošević<sup>1</sup>, Vaso Komnenić<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Visoka poljoprivredna strukovna škola, Šabac

## SAŽETAK

Iskustva u mehanizovanoj berbi šljiva i višanja, tresačima inostrane proizvodnje, motivisala su nas da započnemo razvoj domaćeg tehničkog rešenja sa kojim su obavljena trogodišnja ispitivanja. Rezultati tih ispitivanja saopštena su 2007 godine. Tehničkim usavršavanjem tog rešenja poboljšana je njegova funkcionalnost i radni kapacitet. Tehničke izmene vibracionog uređaja omogućile su kontinualne promene frekvencije tokom rada tresača, veću manevarsku sposobnost i povećanje sabirne površine.

U radu su prikazani četvorogodišnji rezultati eksploatacionih ispitivanja agregata traktora i poboljšanog tresača SP-05 domaće proizvodnje. Tresač vibracionog tipa sastoji se od dva glavna uređaja: za njihanje voćke i za prihvatanje otrešenih plodova. Njegov princip rada se zasniva na međusobnom dejstvu dveju masa koje omogućuju pojavu inercijalnih sila plodova u krošnji voćke. Pri eksploatacionom ispitivanju tresač je bio agregatiran s traktorom IMT – 539 a opsluživala su ga dva radnika.

Rezultati dobijeni na osnovu praćenja rada pomenutog agregata pokazuju da je kod šljive u proseku ostvarena količina prikupljenih plodova 94,9 % a kod višnje 93,6 %. Sile otkidanja su iznosile kod šljive u proseku 3,5 N a kod višnje 4,2 N. Količina neotrešenih plodova kod šljive primenom poboljšanog rešenja tresača je u proseku 2,5% a kod višnje 3,9 %. Količina plodova palih van sabirnog platna kod šljive je iznosila 2,6 % od otrešenih plodova a kod višnje 1,9%.

Korišćenjem poboljšnog tehničkog rešenja pojeftinjuje se proizvodnja sitnog koštičavog voća u odnosu na primenu prototipa tresača.

**Ključne reči:** šljiva, višnja, mehanizovana berba, sila otkidanja, gubici u berbi

## EXPLOITATION PARAMETERS OF ADVANCED DOMESTICALLY MANUFACTURED TREE SHAKER FOR STONE FRUITS

Milovan Živkovic<sup>1</sup>, Mirko Urosevic<sup>1</sup>, Vaso Komnenic<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade

<sup>2</sup>School of Applied Agricultural Studies, Sabac

<sup>1</sup> Kontakt autor: Milovan Živković, e-mail: mzivko@agrif.bg.ac.rs

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za prosvetu i nauku, Republike Srbije, Projekat «Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda», evidencioni broj TR – 31051.

## ABSTRACT

Experiences in automatic plum and sour cherry collection by foreign production shakers motivated us to start the development of a domestic technical solution with which three-year trials were performed. The results of those trials were reported in 2007. By technical improvement of the solution, its functionality and operational capacity have been enhanced. Technical modifications of a vibrating device have allowed continuous frequency modifications during the tree shaker operation, greater maneuvering capability as well as collection area.

The operation shows a four-year results of exploitation trials of a tractor aggregate and of advanced domestically manufactured SP-05 tree shaker. Vibrating tree shaker consists of two principal devices: one for tree shaking and another for catching the detached fruits. Its principle of operation is based on mutual action of two masses which allow the appearance of inertial forces of fruits in a tree crown. In the exploitation trial, the tree shaker was aggregated with the IMT-539 tractor with the engagement of two workers.

The results which were achieved based on the monitoring of the operation of the mentioned aggregate show that an average quantity of collected plums and sour cherries amounts to 94.9% and 93.6%, respectively. Detachment forces for plums and sour cherries amounted to 3.5 N and 4.2 N, respectively. The quantity of fruits which remained on the tree when using the advanced tree shaker for plums and sour cherries is 2.5% and 3.9%, respectively. The quantity of plums and sour cherries which fell outside the collection area amounted to 2.6 % and 1.9% of the detached fruits, respectively.

By the utilization of the advanced technical solution, the manufacture of small stone seeds becomes cheaper in comparison with the usage of tree shaker prototype.

**Key words:** plum, sour cherry, automatic collection, detachment force, collection losses

## UVOD

Nove tehnologije gajenja voća i povećane potrebe industrije za preradu, stimulišu interes za uzgajanje voća za preradu. Takav trend je prisutan u većini evropskih država a pre svega u agrarano razvijenim i državama visokog standarda. Razvoj industrije za preradu doprinosi osavremenjavanju tehnologija gajenja zasada kojima se postižu veliki proizvodni rezultati.

Najbolje pretpostavke za razvoj voćarske proizvodnje je postojanje sigurnog plasmama i garancije prerađivača. Pored toga, intezivnim razvojem prerađivačkih kapaciteta omogućava se konkurentna proizvodnja, najpre šljive i višnje, koja po cenama proizvoda je niža od proizvoda za potrošnju u svežem stanju.

Od osamdesetih godina prošlog veka u agrarno razvijenim zemljama počinje intezivna razvoj sredstava mehanizacije za berbu šljive i višnje što uslovljava smanjenje vremena potrebnog za berbu i doprinosi smanjenju cene obavljanja berbe (Costa, G., Sansavini, S., Grandi, M. 1977).

Dugogodišnja istraživanja i usavršavanja postupaka mehanizovane berbe uzimajući u obzir efikasnost, pogodnost postojećih oblika krošnji (sistem uzgoja) kao i troš-

kove rada i energije, najefikasnijim su se pokazali mehanički postupci odvajanja, po principu njihanja tj. vibriranja (Urošević 1993). Sile koje su potrebne za odvajanje plodova proizvode se prinudnim periodičnim vibracijama ili udarima koji se izazivaju u stablu, granama i krošnjama.

Pruzrokovanje trešenja voćke a samim tim i sila inercije koje dovode do otkidanja plodova, zasniva se na međusobnom dejstvu dveju masa. Najuticajni parametri na proces trešanja su: amplituda i frekvencija voćke. Polazeći od činjenice da svi drugi parametri (masa voćke, zapremina krošnje, raspored plodova, visina debla, ugao prostiranja grana itd.) za savaku konkretnu voćku su konstantne vrednosti, dolazi se do zaključka da bi bilo jako poželjno da mašina ima mogućnost promene amplitude i frekvencije tokom samog procesa trešanja (Živković, Urošević, Komnenić 2003).

Mehanizovana berba tresenjem se ostvaruje dejstvom inercionih sila ploda koje dovode do otkidanja ploda od peteljke ili peteljke od grane, a te sile se javljaju usled vibracija grane na kojoj se plod nalazi, izazvane od strane mašine pomoću koje se vrši berba (Urošević, Živković 1997). Proces izazivanja vibracija krošnje voćke, njihanje ploda i uvijanje peteljke naziva se otresanje ili tresenje, a vibracione mašine za ubiranje voća se obično sastoje od dva glavna uređaja: za njihanje voćke i za prihvatanje otrešenih plodova (Urošević, Živković, Komnenić 2007).

Značaj mehanizovane berbe je u tome što pored veće produktivnosti rada, voće može da se obere za kratko vreme i po lepom vremenu i to u stanju optimalne zrelosti za berbu, čime se izbegavaju štete od opadanja plodova naročito u krajevima gde su česti jesenji vetrovi (Veličković 2004). Ovaj problem se rešava uvođenjem novih tehničkih rešenja a naročito domaće proizvodnje u postupcima berbe a zatim skladištenja i prerade.

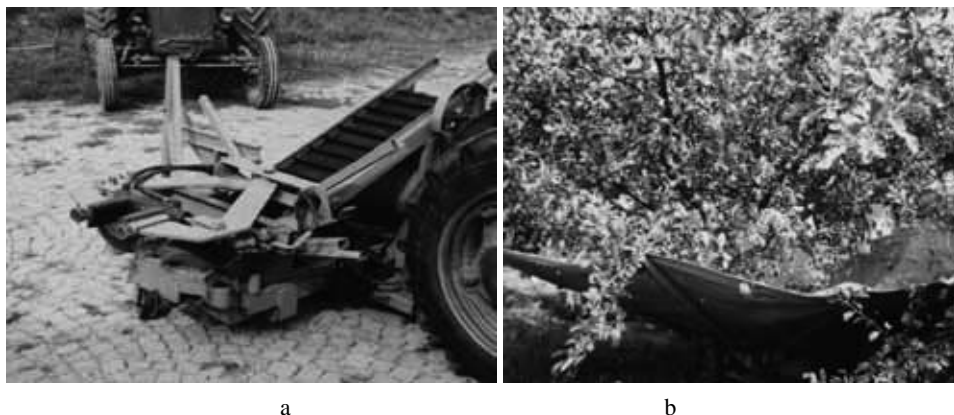
## MATERIJAL I METOD RADA

Praćenje rada tresaća SP-05 domaće proizvodnje (sl. 1) je ostvareno tokom višegodišnjeg istraživanja u berbi šljive i višnje. Berba višnje je obavljena u jednom mahu, dok je berba šljive ostvarivana u jednom ili u dva maha, kao što se često radi u ručnoj berbi a naročito kada je sazrevanje voća postepeno.

Praćeni parametri tokom berbe po svakom stablu su bili:

- količina plodova koji su otpali usled trešenja i prikupljeni na sbirnoj površini
- količina plodova koji su otpali usled trešenja i pali van sabirne površine;
- količina plodova koji su ostali na stablu;
- sila otkidanja - 100 plodova po stablu, pomoću dinamometra model **PCE-FM200**;
- struktura korišćenja radnog vremena – hronografijom i hronometrijom.

Pored toga, na uzorcima sa najmanje 10 kg/stablo, analizirano je mehaničko oštećenje plodova, razlikujući pri tome dve klase (celi plodovi ili samo malo zgnječeni i raspuknuti ili dosta zgnječeni) kod višnje. Kod šljive razdvajane su tri klase tako da pored celih i dve kategorije oštećenih plodova: teško ili manje oštećenih. Kao baza za poređenje rezultata korišćena je ručna berba i berba tresenjem pomoću motke, koje su obavljane na određenom broju uzorkovanih stabala.



Slika 1. Izgled ispitivanog tresaća: a) uređaj za trešenje; b) sakupljački uređaj  
*Figure 1. The layout of the test shakers: a) device for shaking; b) collecting device*

Zasad šljive je podignut na brežuljkastom terenu sa nagibom terena od 12% sa rasporedom biljaka 5 x 4 m. Važno je napomenuti da za rad ovim tresaćem visina debla mora biti veće od 0,6 m i u ispitivanom zasadu iznosila su od 0,7 do 0,9 m. Dimenzije plodova sorte *Požegača* u momentu berbe su iznosile 35/25 mm i mase 14,5 g. Zasadi *oblačinske* višnje sa gustom sadnje 4 x 3 m teren sličan terenu na kome se nalazio zsad šljive. Visina debla se kretala od 0,5 do 0,70 m a masa plodova se kretala u proseku 3 g. Tresač je bio agregatiran s traktorom IMT-539 bez kabine i opsluživala su ga 2 radnika.

## REZULTATI ISPITIVANJA

### Berba šljiva

Rezultati ogleada prikazani u tabeli 1 navode na zaključak: korišćenje tresaća u svakom slučaju je opravdano jer je povećan % obranih plodova u odnosu na ručnu berbu, koji se kreće od 93-97 %. Sila otkidanja plodova šljive se kretala u proseku oko 3,5 N.

Broj plodova koji su pali na zemlju zato što sabirna površina uređaja za sakupljanje nije mogla da prihvate plodove, kretao se 0,9-4,4 %. Primenom poboljšanog rešenja tresaća ostvarena je berba koja se kretala i do 97% što je približno učinku ručne berbe.

Mehanizovana berba, u dva navrata, delimično je sprečila prirodno opadanje plodova (pod uslovom da se berba izvrši nedelju dana pre uobičajenog trešenja) i povećao kvalitet ostalih plodova, ali nije u značajnijoj meri povećan % otrešenih plodova, što upućuje na zaključak da je berba u dva navrata neopravdana obzirom da povećava troškove berbe.

Poređenjem dobijenih rezultata uočava se da kod poboljšanog rešenja procenat plodova pali van sakupljačkog uređaja je manji što se može objasniti činjenicom da je povećana njegova ukupna površina. Ostali parametri nemaju značajnijeg variranja kod oba tipa tresaća

Tabela 1. Uporedi prikaz tehnoloških parametara radaprototipa i poboljšanog tresaća u berbi šljive  
 Table 1. Compare display the technological parameters of the prototype and improved shakers in picking plums

Način berbe		Otrešeni plodovi			Ostali na stablu %	Oštećenja prikupljenih plodova %	
		Pali na prihvatnu površinu (ubrano) %	Pali na zemlju %	Ukupno %		Oštećenja prikupljenih plodova %	
						Celi ili malo oštećeni	Oštećeni
Ručna		95,1	2,8	97,9	2,1	99,8	0,2
Ručno trešenjem		-	94,1	94,1	5,9	90,8	9,2
Tesačem	Prototip:						
	- berba u dva maha ukupno	95,5	3,2	93,7	6,3	99,3	0,7
	- jedna berba	92,0	4,4	94,4	5,6	98,5	1,5
	Poboljšano rešenje:						
- berba u dva maha ukupno	96,8	0,9	97,7	2,3	99,1	0,9	
- jedna berba	95,0	2,8	97,8	2,8	98,6	1,4	

Vrednovano prema tehnološkim potrebama industrijske prerade, mehanizovana berba je izazvala oštećenja koja nisu prelazila 1,5 % kao što nema značajnijeg uticaja na kvalitet tokom prerade. Mehanička oštećenja pri ručnom trešenju su bila znatno veća a u nekim ogledima kretala se u proseku i do 9,2%.

Analizom tabele 2 može videti najviše utrošeno proizvodnog vremena na otresanje stabla kod rada prototipa tresaća, dok je kod poboljšanog rešenja ta vrednos manja za trećinu. Ta ušteda vremena za otresanje postignuta je na osnovu usavršavanja vibracionog uređaja tako da je vreme otresanja skraćeno. Značajna ušteda vremena kod poboljšanog rešenja je postignuta i kod okretanja na uvratinama kao i vreme za prilazak i hvatanje stabla što se može objasniti većom manavarskom sposobnostima samog agregata. Tome treba dodati uticaj veće uvezbanosti rukovaoca samog agregata. Kao rezultat tehničkog poboljšanja tresaća se odrazilo se na ukupno vreme potrebno za oresanje stabla. Tako da kod prototipa ukupno vreme otresanja jednog stabla je 37 s a kod poboljšanog rešenja 32 s što predstavlja smanjenja za približno 24 %. Ušteda u vremenu direktno doprinosi povećanju produktivnosti a time ismanjenju troškova rada agregata u brebi. Za desetočasovno radno vreme proto tipom je ubrano 973 a poboljšanim rešenjem tresaća 1125 stabala. Može se konstatovati da uz maksimalno prilagođavanje znsata učinak u berbi se može kretati i do 1200 stabala u toku 10 časova rada.

Tabela 2. Struktura korišćenja radnog vremena oba tipatresača u zasadima šljive  
*Table 2. Structure rdnog time use of both types shakers in plum*

Elementi radnog vremena	Struktura korišćenja radnog vremena					
	Prototip tresaća			Poboljšano rešenje tresaća		
	Ukupno (s)	(%)	s/stablu	Ukupno (s)	(%)	s/ stablu
1. Ukupno	36000	100	37	36000	100	32
2. Proizvodno	33081	91,9	34	33750	93,75	30
2.1. Prilazak i hvatanje stabla	5838	16,21	6	5625	15,62	5
2.2. Razmotavanje »amrele«	3892	10,82	4	5625	15,62	5
2.3. Otresanje	8757	24,32	9	6750	18,74	6
2.4. Sakupljanje »amrele« i odmicanje od stabla	4864	13,51	5	5625	15,62	5
2.5. Premeštanje do drugog stabla	7784	21,63	8	9000	25,00	8
2.6. Okretanje na uvratinama	1946	5,41	2	1125	3,13	1
3. Neproizvodno (priprema i odmor)	1945	5,40	2	2250	6,28	2
4. Gubici (podizanje niskih grana)	974	2,70	1	-	-	-

Tabela 3. Vremena i radna produktivnost (jednog radnika)  
pri berbi šljiva uz prosečan prinos 56 kg/stablo  
*Table 3. Time and labor productivity (one employee)  
at harvest plums with an average yield of 56 kg / tree*

Vrsta berbe	Vreme efektivnog rada				Radna produktivnost		Kapacitet rada tresaća		
	min/ stab	min/ 100kg	h/ha	Indeks %	kg/h/rad.	stab/h/rad.	kg/h	stab/h	
Ručna	50,4	105,0	599,8	100,0	57,1	1,2	-	-	
Ručna trešenjem	36,9	76,9	439,1	73,10	78,0	1,6	-	-	
Mehanizovana berba	Prototip	1,23	2,2	10,27	1,71	2724	48,65	5449	97,3
	Poboljšano rešenje	1,06	1,9	8,88	1,48	3150	56,25	6300	112,5

Podaci u tabeli 3 pokazuju produktivnost rada jednog radnika sa tresaćem u odnosu na ručnu berbu je višestruka tako da za učinak koji ostvari sto radnika u ručnoj berbi potrebno 1,71 radnika sa prototipom odnosno 1,48 radnika kod poboljšanog rešenja. Poređenjem produktivnost rada dva tehnička rešenja tresaća može se konststovati da postoji značano povećanje kod poboljšanog rešenja. Povećana produktivnost se kreća oko 15,5 %.



## Berba višanja

Rezultati dobijeni u berbi višnje bili su u suštini analogni onim u berbi šljiva, i jako manje uspješni, zbog nekih karakteristika svojstveni višnje i zbog samih voćnjaka gde su vršeni ogledi.

Tabela 4. Uporedni prikaz tehnoloških parametara radaprototipa i poboljšanog tresaća u berbi višnje.

*Table 4. Comparative review of the technological parameters of the prototype and improved shakers in picking cherries.*

Način berbe		Otrešeni plodovi			Ostali na stablu %	Oštećenja prikupljenih plodova %	
		Pali na prihvatnu površinu (ubrano) %	Pali na zemlju %	Ukupno %		Celi ili malo oštećeni	Oštećeni
Ručna		93,2	1,9	95,1	4,9	98,9	1,1
Ručno trešenjem		-	96,1	96,1	3,9	93,8	6,2
Tesačem	Prototip	91,8	1,4	93,2	6,8	99,3	0,7
	Poboljšano rešenje	94,2	0,6	94,9	5,1	99,2	0,8

Na osnovu rezultata iz tabele 4 može se zaključiti a da je procenat otrešenosti višanja manji u odnosu na šljivu i kretao se u proseku 91,8 % kod prototipa 94,2 %. To se objašnjava činjenicom da je kod višnje plod na dužoj peteljci i manje je mase, što uzrokuje veću silu otkidanja koja je iznosila u proseku 4,2 N. Procenat palih plodova van sabirne površine je znatno manji u odnosu na plodove šljive tako da je kod poboljšanog rešenja iznosio svega 0,6 %, čemu doprinosi manja dimenzija krošnje.

Hronografija rada tresaća u berbi, tabela 5 pokazuje da je ukupno vreme rada po stablu višnje duže u odnosu na šljivu, za oba tresaća tako da je kod prototipa bilo 39 s/stablu a kod poboljšanog rešenja 34 s/stablu prototipom tresaća vreme. Vreme okreta je duže obzirom da se radi o manjem razmaku između redova zbog čega je bilo potrebno više vremena pri manevrisanju tokom prelaska iz reda u red. Gubici vremena su se javili kod oba tipa tresaća obzirom da je kod stabala višnje bilo više niskih grana krošnje. Broj otrešenih stabala višnje kod prototipa je bio 923 u toku destočasovne smene a kod poboljšanog rešenja 1058 za isto vreme.

Poređenjem rezultata produktivnosti jednog radnika u berbi višanja u odnosu na berbu šljiva tabele 5 i 6 može se uočiti da je ona manja. Tako da za učinak 100 radnika u ručnoj berbi potrebno je 2,8 radnika kod prototipa odnosno 2,4 kod poboljšanog rešenja. Ti rezultati pokazuju da se proizvodnost u berbi višanja kod oba tipa tresaća kreće oko 61 % u odnosu na produktivnost u berbi šljiva.

Tabela 5. Struktura korišćenja radnog vremena oba tipatresača u zasadima višnje  
 Table 5. Structure rdnog time use of both types shakers in cherries

Elementi radnog vremena	Struktura korišćenja radnog vremena					
	Prototip tresaća			Poboljšano rešenje tresaća		
	Ukupno (s)	(%)	s/stablu	Ukupno (s)	(%)	s/stablu
1. Ukupno	36000	100	39	36000	100	34
2. Proizvodno	32308	89,74	35	32825	91,16	31
2.1. Prilazak i hvatanje stabla	4615	12,82	5	5294	14,70	5
2.2. Razmotavanje »amrele«	3962	11,00	4	5294	14,70	5
2.3. Otresanje	10153	28,20	11	7412	20,59	7
2.4. Sakupljanje »amrele« i odmicanje od stabla	4615	12,82	5	5294	14,70	5
2.5. Premeštanje do drugog stabla	6461	17,95	7	7412	20,59	7
2.6. Okretanje na uvratinama	2769	7,69	3	2117	5,88	2
3. Neproizvodno (priprema i odmor)	1846	5,13	2	2117	5,88	2
4. Gubici (podizanje niskih grana	1846	5,13	2	1058	2,93	1

Tabela 6. Vremena i radna produktivnost (jednog radnika)  
 pri berbi višnje uz prosečan prinos 48 kg/stablo  
 Table 6. Time and labor productivity (one employee)  
 at harvest cherries with an average yield of 48 kg / tree

Vrsta berbe	Vreme efektivnog rada				Radna produktivnost		Kapacitet rada tresaća		
	min/stab	min/100kg	h/ha	Indeks %	kg/h/rad.	stab/h/rad.	kg/h	stab/h	
Ručna	221,2	341,0	642,8	100,0	18,1	0,27	-	-	
Ručna trešenjem	161,7	249,6	470,6	73,20	24,7	0,6	-	-	
Mehanizovana berba	Prototip	1,3	2,7	18,05	2,8	2215	46,15	4430	92,3
	Poboljšano rešenje	1,1	1,2	15,75	2,4	2539	52,9	5078	105,8

## ZAKLJUČAK

Poboljšano tehničko rešenje domaće proizvodnje, na osnovu višegodišnjeg ispitivanja je apsolutno pokazalo racionalnost kako u tehničkom tako i u eksploatacionom smislu u odnosu na prototipsko rešenje čiji rezultati ispitivanja su saopšteni 2007. godine. Rešenje je u potpunosti dostiglo zadovoljavajuću funkcionalnost i radni kapacitet. Na osnovu svega prethodno rečenog tresać je prešao u serijsku proizvodnju i stavljen je na raspolaganje domaćoj i stranoj voćarskoj praksi.

Dalja istraživanja treba da budu usmerena ka detaljnoj analizi ekonomske opravdanosti primene ove mašine. Na osnovu dobijenih podataka o produktivnosti mašine i gubicima pri berbi, može se preliminarno zaključiti da posotoji apsolutna ekonomska opravdanost primene ove mašine u procesu berbe šljive i višnje za indistrijsku preradu.

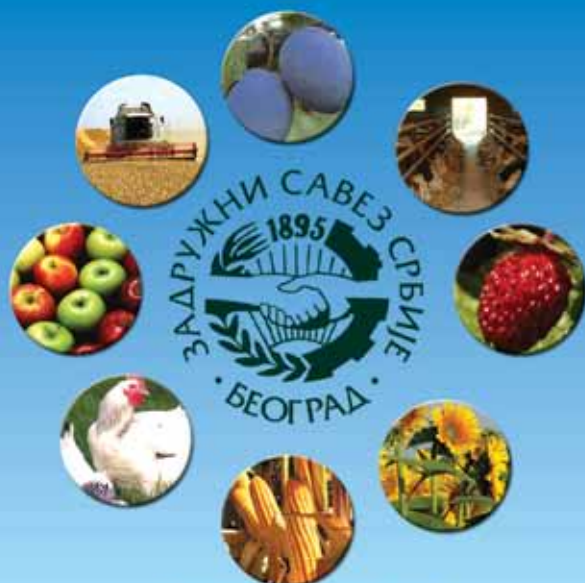
## LITERATURA

- [1] Costa, G., Sansavini, S., Grandi, M. (1977): Mehanizovana berba kajsija i šljiva, zbornik radova, IX interanionalni simpozijum Jugoslovenskog društva za poljoprivrednu tehniku: Poljoprivredna tehnika u Agroindustrijskom kompleksu, Novi Sad, str. 207-221.
- [2] Urošević, M. (1993): Istraživanje uticajnih parametara ubiranja šljive mašinama vibracionog tipa. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemn-Beograd,
- [3] Urošević, M., Živković, M. (1997): Uticaj tehničko-tehnoloških parametara na efikasnost i kvalitet mehanizovanog ubaranja višnje, zbornik rezimea sa II Međunarodnog naučnog skupa "Dani višnje", Prolom banja.
- [4] Živković, M., Urošević, M., Komnenić, V.(2003): Osnovni parametri rada kombajna-tresaća u berbi koštičavog voća; zbornik rezimea Naučno stručng savetovanja agronoma Republike Srpske sa međunarodnim učešćem: Nove tehnologije i edukacija u funkciji proizvodnje hrane, Teslić, Republika Srpska, 129-130
- [5] Veličković, M. (2004): Opšte voćarstvo, udžbenik, Poljoprivredni fakultet, Zemn-Beograd,
- [6] Urošević, M., Živković, M., Komnenić, V. (2007): Eksploatacioni parametri tresaća koštičavog voća domaće proizvodnje, Poljoprivredna tehnika, godina XXXII, broj 3, Beograd, str. 33-38.

Naučni skup su pomogli:

---

*Scientific conference is supported by:*



**Задружни савез Србије**  
је национална асоцијација земљорадничких задруга,  
основана далеке 1895. године -  
члан и оснивач Међународног задружног савеза (ІСА).

#### **Делатност Задружног савеза Србије:**

- ❖ пружа стручну помоћ при оснивању и пословању задруга;
- ❖ сарађује са покрајинским и окружним задружним савезима и координира њихов рад;
- ❖ сарађује са државним институцијама приликом доношења прописа и мера економске и аграрне политике;
  - ❖ организује такмичење у пољопривредној производњи и додељује признања;
  - ❖ спроводи задружну ревизију;
- ❖ сарађује са научним, стручним и образовним институцијама; одлучује о располагању имовине која престане после престанка рада задруга и задружних савеза;
  - ❖ обавља друге послове од интереса и значаја за рад оснивача.

#### **ЗАДРУЖНИ САВЕЗ СРБИЈЕ**

[www.zssrbije.org](http://www.zssrbije.org)

Председник: НИКОЛА МИХАИЛОВИЋ

Тел/факс: +381 11 3821 002, +381 11 3821 047

Mail: [nikola@zssrbije.org](mailto:nikola@zssrbije.org)

ПИБ: 100150150 МАТИЧНИ БРОЈ: 07019207

ТЕКУЋИ РАЧУН: 205-2566-53, Комерцијална банка Београд



Trebinska 24, 11000 Beograd, Srbija  
**T/F:** +381 (0) 11 2850655  
**M:** +381 (0) 63 638787  
 e-mail: [office@vekom.com](mailto:office@vekom.com)  
[www.vekom.com](http://www.vekom.com)

*Predstavništvo Crna Gora*



27.marta 46, 81000 Podgorica  
**T/F:** +382 (0) 20 648263  
 +382 (0) 20 648264  
 e-mail: [office@vekom-mont.com](mailto:office@vekom-mont.com)  
[www.vekom-mont.com](http://www.vekom-mont.com)

*Predstavništvo Bosna i Hercegovina*



Nedima Filipovića 4a, 71000 Sarajevo  
**T/F:** +387 (0) 33 522840  
 +387 (0) 33 522805  
 e-mail: [office@geokom.ba](mailto:office@geokom.ba)  
[www.geokom.ba](http://www.geokom.ba)



**KONGSKILDE**



**ÖVERUM**

**JOSKIN**



Mašine i oprema  
za skladištenje,  
sortiranje i pakovanje  
povrća i voća

**ITN**  
GROUP  
www.itn.rs



**ITN**  
GROUP

**ITN AGROTECH**  
POLJOPRIVREDNA MECHANIZACIJA

**GOLDONI**



**MANITOU**



ITN d.o.o.; Dubrovačka 22; 11080 Beograd-Zemun, Srbija  
Tel: +381 11 2198 662; 3160 328; 2104 245, Fax: + 381 11 3161 770  
Homepage: [www.itn.rs](http://www.itn.rs) E-mail: [agrotech@itn.rs](mailto:agrotech@itn.rs)

**KRONE**



**B**



**PMC**  
Harvesters Ltd



**GRIMME**



**B.L.**



**HARDI**



**Ag Leader**  
Technology



**ITN**

# MASFERG AGRO

mehanizacija

[www.mfagro.co.rs](http://www.mfagro.co.rs)

MASFERG AGRO mehanizacija D.O.O., 21000 Novi Sad, Futoli put 10  
Srbija, Tel: +381 (0)21 400 525, 400 255, Fax: 400 850, E-mail: [office@mfagro.co.rs](mailto:office@mfagro.co.rs)



**HB BRANTNER**  
Westeuropäischer Agrargerätehersteller



Od 1000 €/t

**AUSTRIJSKE PRIKOLICE  
VRHUNSKOG KVALITETA**



PRODAJA POLJOPRIVREDNE  
MEHANIZACIJE

SERVIS

ORIGINALNI REZERVNI  
DELOVI







# NOVA M7 SERIJA PREMIJUM MODELI

M7-131 M7-151 M7-171



U NOVOJ 2015. SA TRAKTORIMA

**Kubota** SNAGE do 190 KS

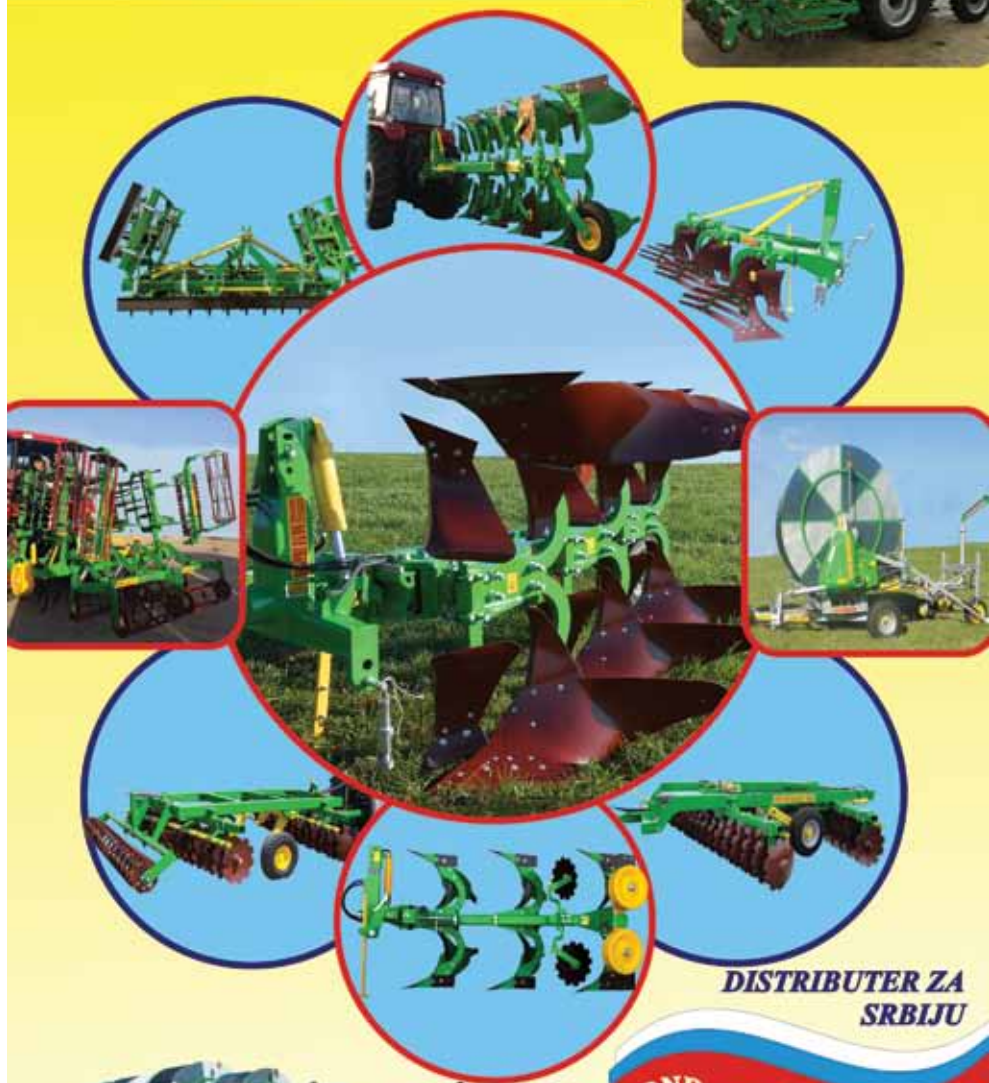


**MILUROVIĆ KOMERC**

Ugrinovci, Beogradska 32, Tel.: 011/8409-528, Fax: 011/8409-809  
[www.milurovickomerc.com](http://www.milurovickomerc.com) [office@milurovickomerc.com](mailto:office@milurovickomerc.com)

**FPM**

NOVA FABRIKA POLJOPRIVREDNIH MAŠINA  
**MEHANIKA**  
KOZARSKA DUBICA



**DISTRIBUTER ZA  
SRBIJU**

**KONDIĆ**  
M&M **KONDIĆ-L&M&M**  
Futog

tel.:021/270 17 48

065/436 26 43, [www.mehanika.c](http://www.mehanika.c)



## 157. ГОДИНА ТРАДИЦИЈЕ , САРАДЊЕ И ПОВЕРЕЊА



### ПРИВРЕДНА КОМОРА БЕОГРАДА

Привредна комора Београда је интересна, пословно-стручна организација привредних субјеката на територији Београда.

Чланови Привредне коморе Београда су правна и физичка лица која обављају регистровану привредну делатност на територији Београда.

### ПРИВРЕДНА КОМОРА БЕОГРАДА

ПОМАЖЕ, ИНФОРМИШЕ И ЗАСТУПА ИНТЕРЕСЕ ПРИВРЕДЕ БЕОГРАДА

ИСКОРИСТИТЕ СВОЈА ПРАВА И ПОГОДНОСТИ, ОЛАКШАЈТЕ И УНАПРЕДИТЕ ПОСЛОВАЊЕ

- заједничко представљање на сајмовима и изложбама
- директно повезивање са институцијама ЕУ - Брисел
- заступање интереса привреде у дефинисању привредних прописа
- повезивање са пословним партнерима
- израда пројектне документације
- израда бизнис плана
- услуге по Вашем захтеву
- оглашавање

#### НОВА УСАУГА ПРИВРЕДНЕ КОМОРЕ БЕОГРАДА



#### Chamber Trust Seal



Печат пословног поверења  
- пасош за Ваш бизнис

У сарадњи са Привредном комором Париза, Привредна комора Београда обезбедила је за привредне субјекте и предузетнике са територије Србије изузетно повољне услове за добијање печата пословног поверења установљеног у светској коморској мрежи.

#### План едукације за 2015. годину



[treningkom@kombeg.org.rs](mailto:treningkom@kombeg.org.rs)



#### Центар пословних информација

телефон: 381 113625 144

[heda@kombeg.org.rs](mailto:heda@kombeg.org.rs)

[www.kombeg.org.rs](http://www.kombeg.org.rs)



Служба за односе с чланицама  
тел: 381 11 2641 355/ 116

11000 Београд, Инеза Милоша 12  
телефон: 381 11 2641 355  
факс: 381 11 3618 003

# AgriCons T.E.C.

AgriCons T.E.C. d.o.o. Beograd

tel: +(381)11 2635 856  
 fax: +(381)11 2635 096  
 mob: +(381)63 8327 634  
 e-mail: info@agrimonstec.com  
 web: www.agrimonstec.com

**JOSKIN**

**ARCUSIN**

**EURO  
bagging**

**SUEVIA**

**BÖCK**



**K KONGSKILDE**



**LUCAS G**

**S  
SKIOLD**

**LANDMECO**



**agrifac**

