

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

**UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET  
INSTITUT ZA POLJOPRIVREDNU TEHNIKU  
i  
ZADRUŽNI SAVEZ SRBIJE**

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

*18th Scientific Conference  
CURRENT PROBLEMS AND TENDENCIES  
IN AGRICULTURAL ENGINEERING*

**ZBORNİK RADOVA**  
***PROCEEDINGS***

ISBN 978-86-7834-262-2

UDK 631 (059)

Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6  
Zemun – Beograd, Republika Srbija  
9.12.2016. godine

## **Programski odbor:**

dr Mićo Oljača, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija) - *Predsednik*  
dr Dušan Radivojević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija) - *Potpredsednik*  
dr Đukan Vukić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Dragan Petrović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Mirko Urošević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Steva Božić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Goran Topisirović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)  
dr Rade Radojević, 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 Zoran Mileusnić, 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 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” u Osijeku, 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 - <i>Predsednik</i>	dr Branko Radičević
dr Mićo Oljača - <i>Sekretar</i>	dr Vesna Pajić
dr Rajko Miodragović	dr Vanja Stepanović
dr Dušan Radivojević	M.Sc Dušan Radojičić
dr Rade Radojević	M.Sc Milan Dražić
dr Dragan Petrović	M.Sc Vera Cerović
dr Dimitrije Andrijević	M.Sc Dragan Dudić
dr Mirko Urošević	M.Sc Jelena Kozoderović
dr Goran Topisirović	M.Sc Dragica Radovanović
dr Milovan Živković	M.Sc Ivana Vukašinović
dr Vladimir Pavlović	M.Sc Nikola Ivanović
dr Boško Damjanović	Dipl. inž. Nebojša Balac
dr Zoran Mileusnić	Nada Šovran
dr Aleksandra Dimitrijević	Slavica Kovačević
dr Olivera Ećim-Đurić	Nikola Mišković
dr Kosta Gligorević	Strahinja Ajtić
dr Ivan Zlatanović	

## SADRŽAJ:

MODELIRANJE POBUDNIH KARAKTERISTIKA TERENA SA ASPEKTA OPTEREĆENJA TRAKTORSKIH SISTEMA .....	7
<i>Antonijević D., Radonjić R., Janković A., Lončar M., Miloradović D., Radonjić D.</i>	
SIMULACIJA PROCESA RASPRŠIVANJA .....	14
<i>Cerović V., Petrović V. D., Radojević, L.R.</i>	
OPERATIVNI I VIZUELNI NEDOSTATCI MAŠINA I OPREME ZA APLIKACIJU PESTICIDA U SVETINIKOLSKOJ OPŠTINI .....	22
<i>Dimitrovski Z., Dimitrov S., Vančo M.</i>	
UTICAJ KOROVSkih VRSTA NA EFIKASNOST DORADE SEMENA CRVENE DETELINE ( <i>Trifolium pratense</i> L.) .....	29
<i>Đokić D., Stanisavljević R., Terzić D., Milenković J., Lugić Z., Barać S., Vuković A.</i>	
NOVITETI U PONUDI MASFERG AGRO MEHANIZACIJE .....	38
<i>Gluvić A., Protulipac T.</i>	
AKTUELNO STANJE EVROPSKE REGULATIVE U OBLASTI AEROZAGAĐENJA I DIJAGNOSTIKA MOTORNih VOZILA .....	46
<i>Krstić I., Krstić V., Krstić B., Vasiljević J.</i>	
MOGUĆNOST IZRAŽAVANJA KARAKTERISTIKA KVALITETA ELEKTRO OPREME POGONSKOG MOTORA VOZILA .....	56
<i>Krstić I., Krstić V., Krstić B., Vasiljević J.</i>	
PRIMENA DIGITALNE OBRADe SLIKE U ANALIZI KVALITETA POLJOPRIVREDNOG PROIZVODA .....	64
<i>Marković D., Marković I., Simonović V., Šakota R. J., Krstić D., Oljača M.</i>	
UČESTALOST OTKAZA KAO POKAZATELJ POUZDANOSTI TRAKTORA „KUBOTA M108S“ .....	71
<i>Mileusnić Z., Stanković M., Miodragović R., Dimitrijević A., Balać N.</i>	
UTICAJ NAČINA MUŽE NA POZICIJU, DUŽINU I DEBLJINU PAPILE U POPULACIJI DOMAĆEG SIMENTALCA .....	82
<i>Nikitović J., Lazić M., Spasić Z.</i>	
PRIMENA DRONA U POLJOPRIVREDI .....	89
<i>Oljača V. M., Gligorević K., Pajić M., Zlatanović I., Dražić M., Radojičić D., Marković D., Simonović V., Marković I., Đokić M., Dimitrovski Z.</i>	

EKSPLOATACIONA ISTRAŽIVANJA RADA KOMBAINA NEW HOLLAND CR8070 U ŽETVI MERKANTILNOG KUKURUZA .....	102
<i>Pajić M., Miodragović R., Mileusnić R., Gligorević K., Dražić M., Balać N., Pajić M., Ožegović M.</i>	
POTENCIJALI SRBIJE U SVETSKOJ TRŽIŠNOJ KONKURENCIJI PROIZVODNJE POLJOPRIVREDNIH PROIZVODA .....	108
<i>Petrović P., Obradović D., Petrović M.</i>	
UTICAJNI PARAMETRI KONTAKTA PNEUMATIKA-PODLOGA NA DINAMIKU KRETANJA TRAKTORA I POJAVU CIRKULACIJE PARAZITNE SNAGE KOD POGONA 4X4 .....	119
<i>Petrović P., Petrović Ž.</i>	
UPOREDNA ANALIZA SAVREMENIH TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH SISTEMA ZA PROIZVODNJU HRANE U KONTROLISANIM USLOVIMA .....	130
<i>Prodanović M., Marković D., Simonović V., Marković I., Oljača M.</i>	
PRVI AKTIVNI MAŠINSKI PRSTEN U REPUBLICI SRBIJI .....	139
<i>Radić P., Pajić M., Karolj P.</i>	
PREGLED PRIMENE ELEKTRONSKIH SENZORA U SAVREMENOJ POLJOPRIVREDNOJ TEHNICI .....	144
<i>Radičević B., Vukić Đ.</i>	
TEČNI STAJNIAK U SISTEMU KOGENERACIJE ENERGIJE NA PORODIČNIM FARMAMA .....	152
<i>Radojčević D., Radojičić D., Zlatanović D., Dražić M., Gligorević K., Pajić M.</i>	
PREGLED POTENCIJALA PRIMENE IOT REŠENJA U POLJOPRIVREDI .....	163
<i>Stanković V. S., Stanković Z., Pajić M., Pajić V.</i>	
MOGUĆNOST PRIMENE FOTONAPONSKIH SISTEMA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI .....	172
<i>Stevanović N., Janjić A., Lazić M.</i>	
MIKROKLIMATSKI PARAMETRI PROIZVODNJE MALINE U OBJEKTU ZAŠTIĆENOG PROSTORA TUNEL TIPA .....	181
<i>Šundek B., Dimitrijević A., Blažin S., Blažin D.</i>	
MEHANIZOVANO SAKUPLJANJE PRODUKATA REZIDBE U VINOGRADIMA .....	188
<i>Urošević M., Živković M., Mitrović D., Manojlović R., Bulatović I.</i>	
POTROŠNJA ENERGIJE PRI KONVEKTIVNOM SUŠENJU KOŠTIČAVOG VOĆA U KOMORNIM SUŠARAMA .....	194
<i>Živković M., Urošević M., Komnenić V., Pajić M., Zlatanović I.</i>	

# MODELIRANJE POBUDNIH KARAKTERISTIKA TERENA SA ASPEKTA OPTEREĆENJA TRAKTORSKIH SISTEMA

**Đorđe Antonijević<sup>1</sup>, Rajko Radonjić<sup>2</sup>, Aleksandra Janković<sup>2</sup>,  
Milan Lončar<sup>3</sup>, Danijela Miloradović<sup>2</sup>, Dragoljub Radonjić<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>AMSS, Centar za motorna vozila, Ogranak Kragujevac,*

*<sup>2</sup>Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac*

*<sup>3</sup>AMSS, Centar za motorna vozila, Beograd*

## SAŽETAK

U ovom radu su razmotreni problemi modeliranja pobude terena sa aspekta oscilacija traktorskih sistema. U ovom cilju, razvijeni su odgovarajući simulaciono – identifikacioni modeli i korišćene su dve eksperimentalne metode. Dobijeni rezultati modeliranja terena su prikazani i diskutovani.

**Ključne reči:** teren, neravnine, traktor, simulacije, eksperimenti

## MODELLING OF TERRAIN EXCITATION CHARACTERISTICS WITH RESPECT TO TRACTOR SYSTEMS LOADING

**Đorđe Antonijević<sup>\*1</sup>, Rajko Radonjić<sup>2</sup>, Aleksandra Janković<sup>2</sup>, Milan Lončar<sup>3</sup>,  
Danijela Miloradović<sup>2</sup>, Dragoljub Radonjić<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>AMSS, Centre for motor vehicle, Department of Kragujevac,*

*<sup>2</sup>University of Kragujevac, Faculty of Engineering, Kragujevac*

*<sup>3</sup>AMSS, Centre for motor vehicle, Belgrade*

## ABSTRACT

In this paper the problems of terrain excitation modelling with respect to tractor systems oscillation are considered. In this sense, the appropriate simulation – identification models are developed and two experimental methods are used. The obtained results of terrain modelling are presented and discussed.

**Key words:** terrain, unevenness, tractor, simulation, experiments

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Đorđe Antonijević, e-mail: djordje@amss-cmv.co.rs

## UVOD

I pored toga što se najveći deo prevoza putnika i robe obavlja sa vozilima na savremenim putevima sa tvrdim kolovozom, jedan širi spektar ljudskih aktivnosti u domenu poljoprivrede, građevinarstva, putogradnje, rudarstva, terenskih istraživanja, vojnih operacija i slično, obavlja se na nepripremljenom terenu, sa specijalnim vozilima. Ovoj grupi vozila pripadaju i traktorski sistemi, različite konfiguracije i namene. Proučavanjem performansi ovih vozila, u sklopu njihovog kompleksnog radnog okruženja, se bavi savremena naučna disciplina, teramehanika, i ima za razvoj terenskih vozila sličnu ulogu kao i aerodinamika za razvoj vazdušnih letilica i hidrodinamika za razvoj brodova i ostalih plovila, [2]. Na bazi osnovnih principa teramehanike sledi da je poznavanje interakcije sistema, teren – terensko vozilo, od presudnog značaja za optimalni izbor konfiguracije vozila i njegovih konstruktivnih parametara sa aspekta postavljenih radnih zahteva i uslova okruženja.

U sklopu istaknute interakcije sistema uticaj terena se posmatra na osnovu kompleksa njegovih fizičko – mehaničkih i geometrijskih svojstava, [3], [5]. U ovom smislu, relevantni gornji slojevi tla terena se posmatraju kao nehomogeni višedisperzioni sistemi, sa porama između tvrdih čestica ispunjenih vodom, vazduhom i parom, [5]. Njihov sastav, u opštem slučaju, čini smeša materija mineralnog i organskog porekla, u različitim odnosima, zavisno od dubine slojeva. Gornji sloj tla, tako zvani fon, uključuje korenje i taloge rastinja i drugih materija. Najčešći primeri za ovakve strukture su : ledina, sabijene brazde, strn, zaparložene parcele itd.

Veći uticaj na fizičko – mehanička svojstva terena ispoljava vlažnost. Pri tome, procenat vlažnosti utiče na agregatno stanje tla, sa gradacijama, tvrdo, plastično, tekuće. Uticaj vlažnosti dolazi do izražaja pri dejstvu promenljivih opterećenja i pojavi filtrirajućeg efekta vlažnog tla, [3], [5]. Mehanička svojstva terena se bliže definišu njegovom otpornošću na dejstvo pritisnih i smičućih opterećenja, koja dovode do odgovarajućih deformacija i naprezanja. Deformacije mogu biti elastične, zaostale, plastične, a naprezanja, normalna, tangencijalna, [2], [3], [5], [11], [12].

Geometrijska svojstva terena definišu njegov reljef. Zavisno od dimenzija i oblika neravnina terena u odnosu na posmatrano vozilo uvode se pojmovi, makroreljef i mikroreljef. U prvom slučaju su dimenzije neravnina reda veličina sa dimenzijama vozila i veće od njih. U drugom slučaju su dimenzije neravnina tla znatno manje od gabarita vozila. Neravnine terena snimljene u određenim pravcima definišu profile neravnina : a/ profili makro-neravnina, b/ profili mikro-neravnina. U osnovi, makroprofili neravnina terena pokazuju uticaj na prohodnost i stabilnost traktorskih sistema, a mikroprofili, na oscilatorne procese u agregatima sistema, koji mogu dovesti do otežanih uslova rada za vozača- operatora, povećanog opterećenja delova i sklopova sistema, smanjenja radne brzine, pogoršanja performansi i efikasnosti proizvodnog sistema, [10]. Primeri za kategoriju neravnina mikroprofila terena su: 1/ poorana horizontlna parcela, sa podužnim brazdama, čiji poprečni profil (preseka), obrazuje više ili manje pravilne geometrijske oblike, 2/ međuredna obrada ili ubiranje uzoranih kultura, 3/ tragovi kombajna pri ubiranju zrnastih kultura, 4/ poljski putevi sa manjim udubljenjima, ispučenjima, humkama, travnatim izbočinama, ostatcima korova na ledinama, 5/ sve kategorije puteva na relaciji transportnih zadataka do radnih parcela u jednom smeru, i do skladištenja poljoprivrednih proizvoda i mehanizacije, u drugom smeru.

## MATERIJAL I METODE RADA

Saglasno uvodnim razmatranjima može se zaključiti da teren ispoljava složeno dejstvo na mehaniku interakcije sistema: terensko vozilo-teren. Ovo dejstvo je najčešće slučajnog karaktera, a time i radni procesi posmatranog traktorskog sistema, kao radnog i terenskog vozila, su po svojoj prirodi slučajni procesi. Međutim, uvođenje nerealnih pretpostavki i grubih uprošćenja pri teorijskim istraživanjima ovih procesa, što se često događa, može eliminisati primarne faktore i dovesti do pogrešnih rezultata i zaključaka. Saglasno sa ovim stavovima definisan je predmet rada i izvršen izbor adekvatne metodologije za teorijsko – eksperimentalna istraživanja u cilju modeliranja pobudnog dejstva terena na traktorske sisteme.

Pri razvoju modela pobudnog dejstva terena pošlo se od zahteva formiranja neophodnih baza podataka za: 1/ teorijska istraživanja interakcije sprege, teren – traktorski sistem, na simulacionim modelima, 2/ eksperimentalna istraživanja komponenata, podsistema, sistema kao celine, simuliranjem terenskih uslova na različitim vidovima pulzatora, 3/ proveru kompatibilnosti strukture i parametara modela pobude terena sa normiranim modelima pobude savremenih kolovoza, u cilju uporednih analiza i transfera znanja i iskustva, 4/ razvoja novih mernih metoda, za teško merljivo pobudno dejstvo terena u neposrednom kontaktu, hodni mehanizam traktora – tlo.

U skladu sa postavljenim zadacima formiran je blok dijagram modela pobude traktorskog sistema od mikro-neravnina terena, i prikazan na sl. 1. Osnovni segmenti funkcionalnog algoritma ovog modela prikazani su blokovima: 1/ Neravnine terena – kao skup ulaznih promenljivih modela, 2/ Struktura i parametri modela, 3/ Statističke karakteristike ulazno-izlaznih promenljivih modela. Za svaki planirani istraživački zadatak treba dati odgovarajuću specifikaciju osnovnih blokova i njihovih uzajamnih sprege, saglasno prikazu na sl. 1. Pri tome, u bloku 1, se specificiraju bazne promenljive za opis neravnina terena u funkciji prostornih koordinata i u jednom od tri formata, 1D, 2D, 3D. Blok 2 uključuje strukture i parametre relacija ulazno – izlaznih promenljivih, bilo kao egzaktno matematičke izraze, funkcionalne transformacije, statističke sprege, svojstva dinamičkih sistema. Blok 3, specificira relevantne statističke karakteristike za obradu ulazno-izlaznih promenljivih sistema u vremenskom ili frekventnom domenu, njihove sprege, međurelacije, karakteristične parametre i kriterijume ocene.

Za konkretna istraživanja u ovom radu, izlazne promenljive u bloku 3, specificirane su sa aspekta obrade, analize i interpretacije slučajnih procesa traktorskih sistema prouzrokovanih dejstvom slučajnih poremećaja od neravnina terena, kao funkcije raspodele  $f(z)$ ,  $F(z)$ , korelacione funkcije,  $R(\tau)$  i spektralne karakteristike,  $S(\omega)$ . U ovom smislu, zavisno od konkretnog zadatka, istraživanja se mogu obavljati u okviru pojedinačnih blokova. Na primer, u sklopu bloka 1, opis neravnina terena u funkciji prostornih koordinata. U sklopu bloka 2, identifikacija dinamičkih karakteristika traktora. U sklopu bloka 3, analiza odgovora traktorskog sistema, prethodno identifikovanih dinamičkih karakteristika, na dejstvo poznate funkcije neravnina terena. Osim toga, moguća su istraživanja u sva tri bloka modela, prema sl.1, istovremeno, u cilju praćenja interakcije sistema, karakteristične za dati radni proces. I na kraju, što je od posebnog značaja za ovaj rad, na bazi poznatih funkcionalnih sprege sva tri posmatrana bloka, i poznatih karakteristika u bilo koja dva bloka, moguće je odrediti nepoznate karakteristi-

ke trećeg bloka. Sažeti prikaz matematičkih modela statističkih karakteristika, ulazno – izlaznih promenljivih, označenih na slici 1, dat je sa sledećim izrazima, [1],[4], [6], [9],

$$f(z) = f(m_z, \sigma_z, z), \quad F(z) = \int_{-\infty}^{\infty} f(z) dz, \quad (1)$$

gde su:

$z[\text{cm}]$  - tekuće vrednosti visine neravnina terena,  
 $f(z)$  - funkcija gustine raspodele visina neravnina terena,  
 $F(z)$  - funkcija raspodele visina neravnina terena,  
 $m_z[\text{cm}]$  - srednja vrednost visina neravnina terena,  
 $\sigma_z[\text{cm}]$  - srednja kvadratna vrednost visina neravnina terena,

$$R_z(\tau) = E[z(t)z(t + \tau)] \quad (2)$$

gde su:

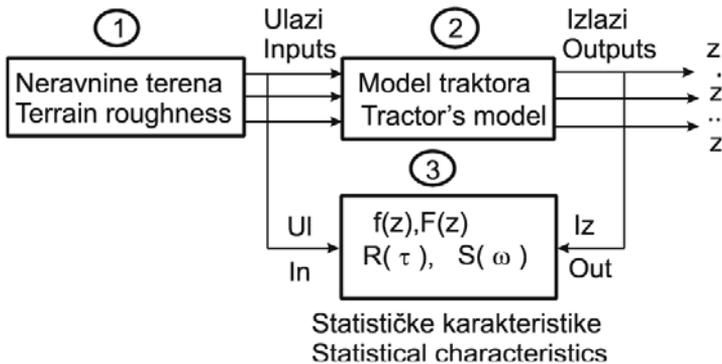
$R_z(\tau)[\text{cm}^2]$  – autokorelaciona funkcija visina neravnina terena,  
 $\tau(\text{s})$  - vremenski korak,  
 $t(\text{s})$  - vreme,  
 $E$  - simbol za matematičko očekivanje,

$$S_z(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_z(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau \quad (3)$$

$$R_z(\tau) = (1/2\pi) \int_{-\infty}^{\infty} S_z(\omega) e^{j\omega\tau} d\omega \quad (4)$$

gde su:

$\omega(\text{rad/s})$  - kružna učestanost,  
 $S_z(\omega) [\text{cm}^2 \text{ s}]$  - gustina spektra snage neravnina terena kao Furijeov transformacija autokorelacione funkcije.

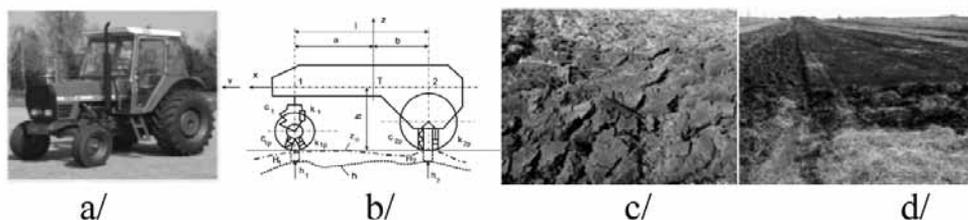


Slika 1. Model pobude traktorskog sistema od neravnina terena  
 Figure 1. Model of tractor system excitation from terrain unevenness.

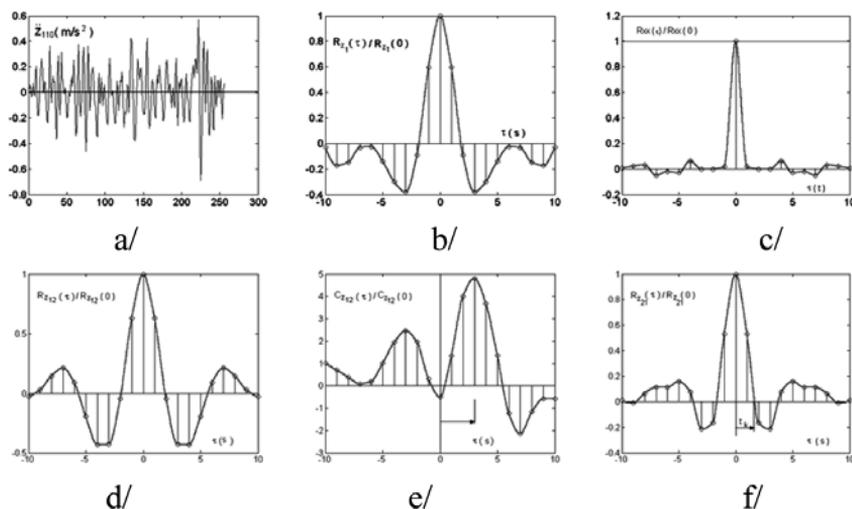
## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Neki od rezultata istraživanja prikazani su na slikama 2, 3 i 4. Prikazi na slici 2 ilustruju četiri segmenta formiranja baza podataka a u relaciji su sa ovim radom i to, a/ baza tehničke dokumentacije traktorskih sistema u eksploataciji, trendovi daljeg razvoja i drugi prilozi, b/ baza fizičkih i matematičkih modela za simulaciona istraživanja i identifikacionih metoda i modela za podršku eksperimentalnim istraživanjima, [9],[10], c/,d/ baza podataka i priloga o karakteristikama terena, stanju poljskih puteva, obradivih i neobrađenih parcela, sabijenosti tla, makro i mikrogeometriji, racionalnom utrošku energije, mapiranju terena sa aspekta ovih pokazatelja.

Na slici 3 su prikazani rezultati dobijeni na osnovu snimljenih mernih signala na opitnom vozilu, u realnim uslovima kretanja, i njihovom daljom obradom, saglasno algoritmu na sl.1, a u smislu verifikacije predložene metodologije modeliranja pobude od terena.



Slika 2. a. traktor, b. oscilatorni model traktora, c.,d. neravnine parcela  
 Figure 2. a.tractor, b.tractor oscillatory model,c., d. field unevenness



Slika 3. a. merni signal, b.,d., f. autokorelacione funkcije,  
 e/kros-korelaciona funkcija, c. referentna autokorelaciona funkcija.  
 Figure3. a .measured signal, b., d., f. autocorrelation functions, e.cross-correlation function,  
 c. comparative autocorrelation function.

Rezultati na slici 3, su prikazani prema sledećem redosledu, a/ vremenski zapis vertikalnog ubrzanja u centru prednjeg levog točka opitnog vozila, za koji su određeni statistički pokazatelji i to, srednja vrednost  $0.1165\text{m/s}^2$  i standardna devijacija,  $0.2954\text{m/s}^2$ , koje su istovremeno i parametri funkcije gustine raspodele i funkcije raspodele posmatranog zapisa, b/ normirana autokorelaciona funkcija prethodnog zapisa, c/ referentna autokorelaciona funkcija slučajnog signala tipa, " beli šum". d/, f/ normirane autokorelacione funkcije vertikalnih ubrzanja u centrima prednjeg desnog i zadnjeg levog točka opitnog vozila, respektivno, e/ kros-korelaciona funkcija zapisa vertikalnih ubrzanja u centrima prednjih točkova opitnog vozila.

Oblici krivih autokorelacionih funkcija na sl. 3, tj. odnosi eksponencijalnih i harmonijskih segmenata, ukazuju na stohastičku prirodu zapisa vertikalnih ubrzanja u izabranim mernim tačkama sistema, kao posledica dejstva stohastičke pobude od mikro-neravnina terena. Osnovni parametri za ocenu slučajnog procesa, koji se mogu formulisati na osnovu matematičkog modela (2) i na osnovu njega identifikovanih točkova autokorelacionih funkcija, na sl. 3, su 1/ maksimalna vrednost autokorelacione funkcije pri nultoj vrednosti vremenskog koraka,  $\tau=0$ , je istovremeno i vrednost disperzije stacionarnog slučajnog signala, 2/ nulta vrednost autokorelacione funkcije pri prvom presecanju apcisne ose, definiše interval korelacije posmatranog slučajnog signala, (označen sa  $t_k$  na sl. 3. f), odnosno stepen slučajnosti ; pri tome, referentna autokorelaciona funkcija, "idealnog slučajnog" signala, " belog šuma", na sl. 3. c, ukazuje na graničnu vrednost intervala,  $t_k \rightarrow 0$ , i korelacione funkcije,  $R() \rightarrow R(0)$ . Kros-korelaciona funkcija na sl. 3.e, definiše kašnjenje između pobude levog i desnog prednjeg točka u vremenskom domenu, na osnovu rastojanja maksimuma funkcije od ordinatne ose, kao analog funkciji koherence u frekventnom domenu, [6], [9]. Sa ovim modelom identifikovana su kašnjenja pobude prednjih i zadnjih točkova, kao i dijagonalnih točkova opitnog vozila. Dobijeni rezultati ukazuju na nesimetrično pobuđivanje vozila od neravnina terena što pojačava negativne efekte generiranih oscilatornih procesa, [10], [12]. Identifikovani parametri funkcija raspodele ukazuju da parcijalne raspodele mernih signala konvergiraju normalnoj Gausovoj raspodeli u graničnim slučajevima adekvatno izabranih mernih intervala i intervala diskretizacije podataka.

Kao pokazatelji za poredbene analize rezultata sa drugim radovima i normativima predloženi su gore prikazani parametri funkcija raspodele i korelacionih funkcija mernih zapisa u tačkama traktorskih sistema, centrima točkova, najbližim kontaktu točkova i tla. Takođe je iskorišćen i model (3), da se ove poredbene analize prošire i na frekventni domen, koji je do sada, u većem stepenu normativno obrađen, [7],[8].

## ZAKLJUČCI

Neravnine terena izazivaju složene oscilatorne procese traktorskih sistema, koji utiču na radnu efikasnost sistema, stanje operatora, opterećenje delova i sklopova mehanizacije, degradaciju tla. U cilju rešavanja brojnih problema iz ovih segmenta neophodno je prethodno poznavati ili u realnom vremenu snimati pobudno dejstvo terena. Jedan pristup kombinovanog korišćenja karakteristika slučajnih funkcija u vremenskom i frekventnom domenu za modeliranje pobude terena, prikazan u ovom radu, može dati doprinos u tom pravcu.

## LITERATURA

1. Anilovič, V., Marčinskij, J. 1973. Statističeski karakteristiki vozdejsvij nerovnostej puti na podvesku traktorov. Traktori i seljhozmašini, N 5, st. 7 – 9.
2. Bekker, M. 1969. Introduction to terrain-vehicle systems. University of Michigan Press.
3. Bekker, M. 1960. Off-the-road locomotion. University of Michigan Press.
4. Bendat, J., Piersol, A. 1986. Random data – Analysis and measurement procedures. John Wiley & Sons.
5. Guskov, V. 1977. Traktori – Teorija. Minsk.
6. Dodds, J., Robson, D. 1973. The description of road surface roughness. Journal of Sound and Vibration, Vol. 31, No 2, pp. 175-183.
7. ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration. General requirements
8. ISO 5007, Agricultural wheeled tractors and field machinery – Measurement of whole – body vibration of the operator
9. Radonjić, R. 1995. Identifikacija dinamičkih karakteristika motornih vozila, Mašinski fakultet, Kragujevac.
10. Radonjić, R., Janković, A., Aleksandrović, B. 2012. Uticaj karakteristika terena na oscilacije traktora. Poljoprivredna tehnika, Broj 3, Strane 11 – 23.
11. Wong, J. 1972. Effect of vibration on the performance off-road vehicles. Journal of Terramechanics, Vol.8, N4.
12. Wong, J. 2001. Theory of ground vehicle. Third edition, John Wiley& Sons.

# СИМУЛАЦИЈА ПРОЦЕСА РАСПРШИВАЊА

Вера Церовић, Драган В. Петровић<sup>1</sup>, Раде Л. Радојевић

*Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет,  
Немањина 6, Земун-Београд*

## САЖЕТАК

У раду је представљен аналитички модел за процену поља средње брзине и путања капљица које излазе из распрскивача. На основу модела је урађен и одговарајући рачунарски програм. Као резултат компјутерске симулације, за одабране почетне услове добијени су резултати који јасно указују на постојање разлика између теоријских путања капљица различитих величина - пречника 100  $\mu\text{m}$  и 800  $\mu\text{m}$  у конкретном случају.

**Кључне речи:** распрскивач, капљица, поље средњих брзина, путања, аналитички модел

## SIMULATION OF THE DIFFUSION PROCESS

Vera Cerović, Dragan V. Petrović, Rade L. Radojević

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

## ABSTRACT

The paper presents an analytical model for estimation of mean velocity field and trajectories of droplets generated by the spray nozzle. Based on the model, an appropriate computer programme specified for estimation of the mean velocities and trajectories of idealised model droplets having spherical shape and diameters 100 and was coded. Obtained results of computer simulation show clear differences between trajectories and the mean velocities of model droplets of different sizes.

**Key words:** spray nozzle, droplet, mean velocity field, trajectory, analytical model

---

<sup>1</sup> Контакт аутор: Драган Петровић, e-mail: epetrodr@agrif.bg.ac.rs

## УВОД

За оптимизацију процеса прскања потребно је познавати много параметара. У том смислу, један од најважнијих задатака конструктора рапрскивача и агронома који их примењују је процена путање и поља брзине капи. Од величине капи, њихове почетне брзине, почетног положаја, као и од струјног поља околног ваздуха зависи квалитет прскања, односно распоред капи по биљкама и губици радне течности услед расипања. Овај рад је настао у циљу развоја апроксимативног рачунарског алата за приближну процену утицаја величине сферичне модел капи неиспарљиве радне течности на њено поље средње брзине и путању.

## ОСНОВЕ АНАЛИТИЧКОГ МОДЕЛА

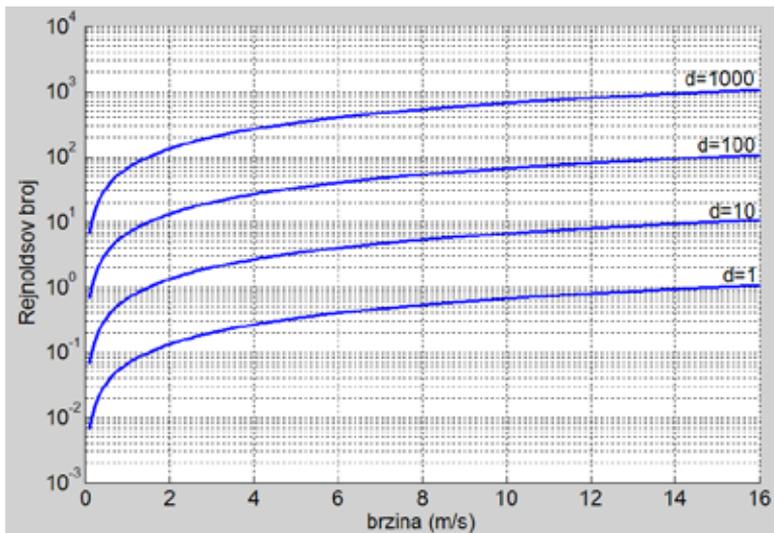
Брзина капи у струји ваздуха је под утицајем три силе: силе аеродинамичког отпора ваздуха, сопствена тежина (гравитациона сила) и силе потиска. Густина радне течности за прскање је приближно једнака густини воде. То значи да се сила потиска у претпостављеним условима може занемарити, јер је густина ваздуха ( $\rho_v \approx 1,21 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) знатно мања од густине воде ( $\rho_{\text{H}_2\text{O}} \approx 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ). После векторског сабирања силе тежине и отпора ваздуха, према другом Њутновом закону добија се диференцијална једначина која описује кретање капи

$$m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot A \cdot |\vec{v} - \vec{u}| \cdot (\vec{v} - \vec{u}) + m \cdot \vec{g} \quad (1)$$

где су  $v$ ,  $\rho$ ,  $m$ ,  $A$  редом брзина, густина, маса капљице и ортогонална пројекција површине капљице на раван управну на правац тренутног вектора брзине, је брзина околног ваздуха. Коефицијент аеродинамичког отпора је функција Рејнолдсовог броја. White (12) је на основу експерименталних истраживања извео формулу за израчунавање коефицијента отпора кретању капљице

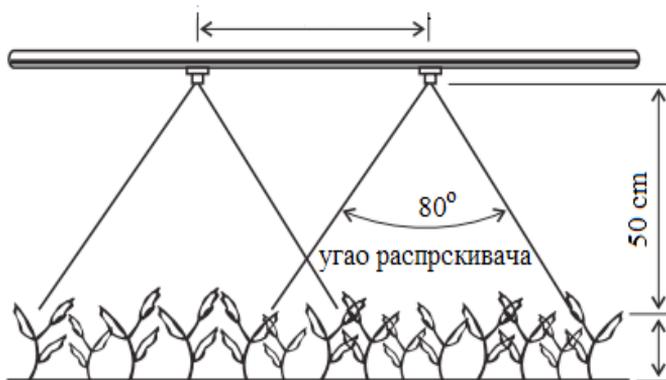
$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{6}{1 + \sqrt{Re}} + 0,4 \quad (2)$$

која је применљива за . Формула важи за чврсто тело у облику лопте, тако да се капљица апроксимира чврстом куглицом која не испарава и не мења облик у току кретања. Рејнолдсов број зависи од величине капљице  $d$ , релативне брзине капљице и од кинематске вискозности околног ваздуха . Ако се занемари брзина ваздуха, добијене вредности Рејнолдсовог броја за различите величине капљица (у  $\mu\text{m}$ ) и брзине приказане су сликом 1.



Слика 1. Рејнолдсов број за различите пречнике капљица и брзине  
*Figure 1. Reynolds number for different diameters and speed drop*

За развијање математичког модела уведене су полазне хипотезе које одговарају типичној хоризонталној ношеној прскалици, чија је принципијелна функционална шема скицирана на слици 2. Претпостављена брзина капљица на излазу из распрскивача је  $15 \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$ . Распрскивач се налази на геодезијској висини од 50 (cm) изнад врхова биљака.



Слика 2. Почетни услови  
*Figure 2. Initial conditions*

У агро-техничкој пракси се избегава прскање ратарских и повртарских култура при ветровитим временским условима. Разлог је великог расипања радне течности, које резултира повећањем норме прскања - трошкова и загађења околине. Стога је, са циљем упрошћења математичке формализације проблема,

уведена још једна хипотеза. Претпостављено је се да се формиране капи крећу у мирном атмосферском ваздуху. Као последица ове претпоставке, у израз (1) се за брзину ваздуха усваја нула вектор, што даље поједностављује модел.

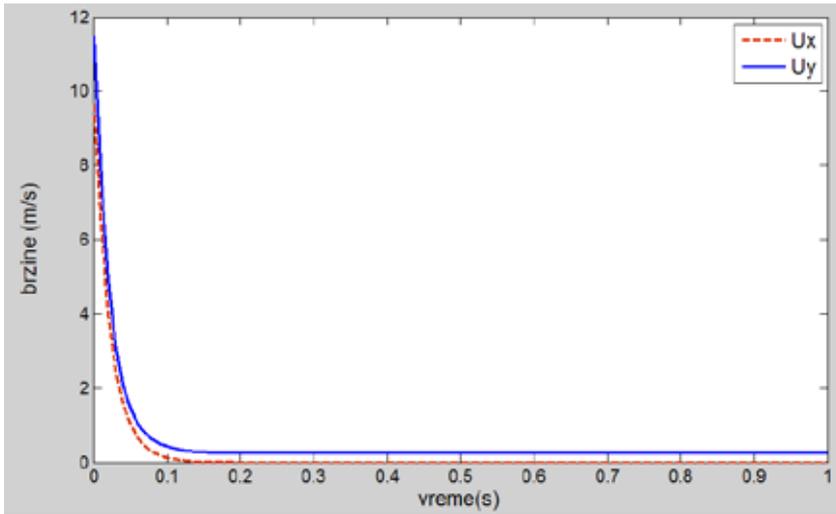


Слика 3. Блок дијаграми који описују рачунске алгоритме и одговарајуће програме  
 Figure 3. Block diagrams that describe the computational algorithms and corresponding programs

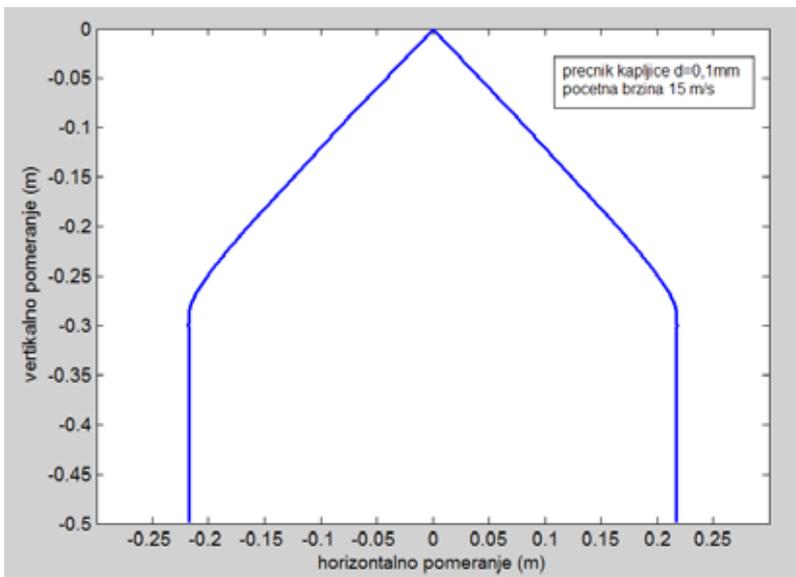
Диференцијална једначина (1) се може решити применом нумеричких метода (видети нпр. [8], [9], [11] итд.). Тиме се добијају брзине капи произвољно задате величине у произвољно изабраним временским тренуцима у току целог њиховог кретања, укључујући и тренутак депозиције на хабитус биљку. За решавање је коришћена метода Runge Kutta четвртог реда (видети [7]). Најпре је развијен модел, који је практично реализован применом програма преводиоца Fortran 95 [1] како би се израчунали вектори брзина капи. Затим су нумеричком интеграцијом добијених података одређене трајекторије капи [3]. Одговарајући алгоритми су у форми блок-шема, приказани на слици 3, намењени: (а) решавању диференцијалне једначине кретања капи и (б) одређивању њене путање.

## РЕЗУЛТАТИ

Симулиране су путање капи пречника  $\mu$  и у раванском, (2Д) координатном систему, за почетни угао прскања од  $80^\circ$ . За одабране пречнике капи и њихову брзину, (слика 1). Једначина (2) је тиме применљива за одабране услове. Резултати симулације су представљени графички.



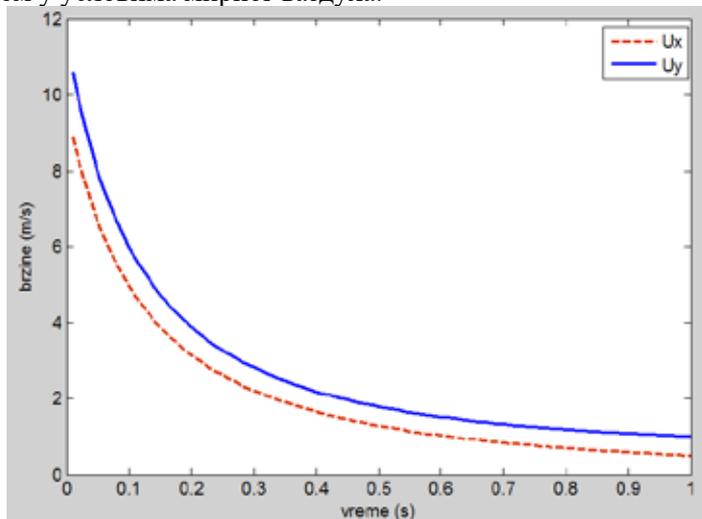
Слика 4. Компоненте брзина  $V_x$  и  $V_y$  мање капи, пречника  
*Figure 4. Components of the speed  $V_x$  and  $V_y$  small droplets with a diameter  $d = 100$*



Слика 5. Трајекторија мање капљице пречника  
*Figure 5. Trajectory smaller droplet diameter  $d = 100$*

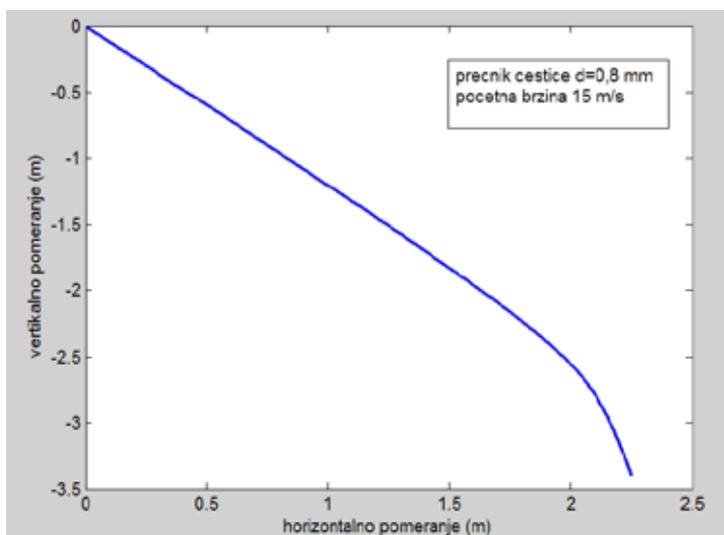
На слици 4 су приказане компоненте вектора брзине капи пречника  $d$  у функцији времена. Симулација је рађена за временски период од 1 (s) што је довољно дуг временски период да капи обе величине у слободном лету достигну мету (врх биљке) који се налази на 50 (cm) испод распрскивача. Са слике 4 је уочљиво да мања кап достиже терминалну брзину убрзо након изласка из распрскивача (за приближно 0,25 (s)).

На слици 5 је приказан пут мање капи до тренутка спуштања на врх биљке. Са слике се види да је капљица изгубила хоризонталну компоненту брзине убрзо након изласка из распрскивача и наставила даље пут са вертикалном брзином реда 0,248 (m/s). То указује да ће мања капљица пречника пасти на биљку под правим углом у условима мирног ваздуха.



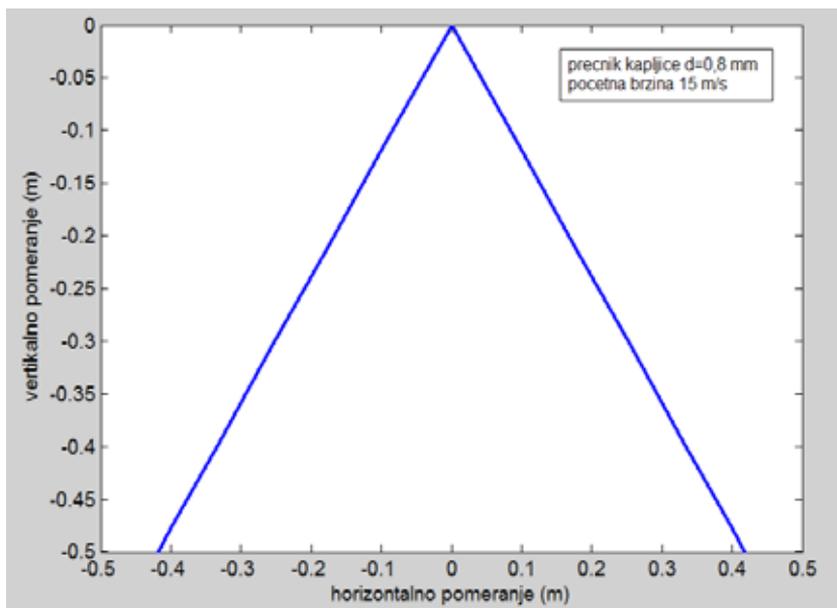
Слика 6. Компоненте вектора брзина  $V_x$  и  $V_y$  капи пречника  $d = 800$  у временског интервала од 1 [s]  
*Figure 6. The components of velocity vectors  $V_x$  and  $V_y$  drops diameter  $d = 800$  in a time interval of 1 [s]*

Слика 6 приказује резултате симулације компонента вектора брзине веће капљице пречника  $d = 800$ . Види се да брзина у току временског интервала од 1 (s) није достигла терминалну вредност.



Слика 7. Путања капи пречника  $d = 800$  у правоуглом 2Д Декартовом координатном систему, са почетком у центру излазног пресека распрскивача

*Figure 7. The path drops of diameter  $d = 800$  in a rectangular 2D Cartesian coordinate system, starting in the center of the outlet cross section of sprinklers*



Слика 8. Трајекторија веће капљице пречника  
*Figure 8. The trajectory larger droplets with a diameter  $d = 800$*

Путања веће капи за време од 1 (s) је приказана на слици 7. Са графика је уочљиво да (теоријски) чак ни на растојању од 3,5 (m) испод распрскивача није постигнута термална брзина. Слика 8 приказује да у тренутку спуштања на биљку капљица има и хоризонталну компоненту брзине. Значи да ће капљица величине пасти на биљку под неким углом за разлику од мање капљице, која на врх биљке пада вертикално. Угао „удара“ износи  $39,8^{\circ}$  за случај веће капи. Време протекло до пада веће капљице је 0,055 (s).

## ЗАКЉУЧАК

У раду је приказан резултат симулационог модела за капи две различите величине, које напуштају распрскивач брзином интензитета 15 (m/s) под углом од  $40^{\circ}$  у односу на вертикалу.

Програм може бити полазна основа за приближно одређивање брзине и путање капи за произвољне интензитета почетне брзине и излазни угао. Према резултатима симулације може се одредити брзина и угао спуштања капи на биљку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. [1] ANONIMOUS: Fortran 95 Open Source (Free) Compiler (Installer: g95\_Mingw201210.exe). <http://www.fortran.com/the-fortran-company-homepage/whats-new/g95-windows-download/> .
2. Dorr G.J. et al (2008): Combining Spray drift and Plant Architecture Modeling to Minimise Environmental and Public Health Risk of Pesticide Application, 5<sup>th</sup> International Workshop on Functional-Structural Plant Models, New Zealand.
3. [3] Jaan Kiusalaas. Numerical methods in engineering with Matlab, Cambridge University Press, New York, Second Edition, 2010.
4. Khdair Adnar Ibrahim: (1996): Simulation of Air-Assisted Spray Penetration and Deposition of Discrete Sizes of Water Droplets from Field Sprayer, Ph.D.Dissertation, The Ohio State University.
5. Mercer G. et al. (2006): Process driven models for spray retention by plants, Proceeding of the 2006 Mathematics in Industry study group, Australia, p. 57-85.
6. Miller C.H. Paul et al.(2008): Measurements of the droplet velocities in sprays produced by different designs of agricultural spray nozzle, 22<sup>th</sup> European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, Italy.
7. [7] Press WH, Teukolsky SA, Vetterling WT, Flannery BP. Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing, 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, UK, Cambridge University Press, New York, 2007.
8. [8] Richard L. Burden, J. Douglas Faires. Numerical Analysis, 9<sup>th</sup> ed., Brooks/Cole, Cengage Learning, Boston, USA, 2011.
9. [9] Steven C. Chapra and Raymond P. Canale. Numerical Methods for Engineers, 6<sup>th</sup> ed. The McGraw-Hill Companies, Inc., NY, USA, 2010.
10. Thomas D. (2002): Spray Characteristics of Fire Sprinkles, Ph.D.Dissertation, Northwestern University of Illinois, Mechanical Engineering Department.
11. [11] Walter Gautschi. Numerical Analysis, 2<sup>nd</sup> ed., Springer Science+Business Media, LLC, NY, USA, 2012.
12. [12] White F.M. (1991): Viscous Fluid Flow, MCGraw Hill, New York.

# OPERATIVNI I VIZUELNI NEDOSTATCI MAŠINA I OPREME ZA APLIKACIJU PESTICIDA U SVETINIKOLSKOJ OPŠTINI

**Dimitrovski Z.<sup>1</sup>., Dimitrov S<sup>1</sup>., Vančo M<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>*Mašinski fakultet, Univerzitet Goce Delčev, R. Makedonija*

<sup>2</sup>*SOU Kočo Racin, Sv. Nikole, R. Makedonija*

## SAŽETAK

Direktiva 2009/128 / EC Evropskog parlamenta uspostavlja okvir za sprovođenje Nacionalnog akcionog plana u svakoj zemlji, koji se odnosi na održivo korišćenje pesticida. Jedna od oblasti koje su obuhvaćene Direktivom se direktno odnosi na uvođenje obaveznog praćenja i nadzora mašina za primenu pesticida. U Republici Makedonij se ne sprovodi inspekcija ovih mašina, a s druge strane, kao zemlja kandidat Makedonija je obavezna da uskladi svoje propise sa evropskim.

Glavni cilj ovog istraživanja je da se utvrdi trenutno stanje mašina i opreme za primenu pesticida. Istraživanje je sprovedeno u Svetinikolskoj opštini, koja pokriva grad Sveti Nikole i okolna naselja. Izvršene su vizuelne i operativne provere 128 mašina. Rezultati ovog istraživanja će biti dobra osnova za dalje istraživanje i sprovođenje obavezne inspekcije ovih mašina u Republici Makedoniji.

**Ključne reči:** zaštita bilja, pesticidi, inspekcija, regulativa

## OPERATING AND VISUAL FLAWS OF PESTICIDE APPLICATION EQUIPMENT IN THE MUNICIPALITY OF SVETI NIKOLE

**Dimitrovski Z<sup>1</sup>., Dimitrov S<sup>1</sup>., Vančo M<sup>2</sup>.,**

<sup>1</sup>*Faculty of Mechanical Engineering, University Goce Delcev, R. Makedonia*

<sup>2</sup>*SOU Kočo Racin, Sv. Nikole, R. Makedonia*

## ABSTRACT

The Directive 2009/128 / EC of the European Parliament establishes a framework for the implementation of the National Action Plan in each country, which refers to the sustainable use of pesticides. One of the areas covered by the Directive is directly related to the introduction of mandatory monitoring and control of machines for application of pesticides. In the Republic of Macedonia this mandatory inspection is not im-

---

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

plemented and, on the other hand, as a candidate country Macedonia is obliged to harmonize its legislation with the European.

The main objective of this research is to determine the current status of machines and equipment for pesticide application. The survey was conducted in the municipality of Sveti Nikole, which covers the city of Sveti Nikole and surrounding villages. Visual and operational inspection of 128 machines was performed. The results of this research will be a good basis for further research and implementation of the mandatory inspection of these machines in the Republic of Macedonia.

**Key words:** plant protection, pesticides, inspection, regulation

## UVOD

Prilikom odgoja poljoprivrednih kultura proizvođač se suočava sa više faktora koji imaju tendenciju da smanje prinose, a neki od njih da čak i unište biljke. Tu spadaju klimatski uslovi i uslovi zemlje, kao i prisustvo raznih štetočina i pričionica bolesti. Zagube koje spomenuti faktori nanose ponekad mogu biti katastrofalni.

Kako bi se obezbedila sigurna proizvodnja i smanjile štete od bolesti, štetočina i korovi, preuzimaju se mere za njihovo sprečavanje, koje čine poljoprivrednu proizvodnju skupljom.

Hemiska zaštita biljka je sve skuplja, a posledice ovakve zaštite su na širokom planu raznovidne, a često i nesavladive (zagađivanje čovekove sredine i negativni uticaj na zdravlje ljudi, pojava rezistentnih sojeva i slično). Optimalni ekonomski rezultat će se dobiti samo kad postoji maksimalna razlika između postignutog prinosa i troškova za zaštitu bilja.

Kako bi zaštita bilja od bolesti, štetočina i korova bila efikasnija, trebaju se iskoristiti sve mere za sprečavanje širenja patogena, kao i mere koje će sprečiti njihov napad odnosno biljke trebaju postati otpornije na njih. To znači da se trebaju primenjivati paralelno mere koje će delovati nepovoljno na parazitske organizme i mere koje će zaštitno delovati na biljne kulture.

Čak i da se odabere najefikasniji preparat za zaštitu biljka, koji će biti primenjivan u optimalnom vremenskom period, ako se ne aplicira pravilno, efikasnost od zaštite će izostati. Uloga mašina za aplikaciju pesticida je da tretirani objekt bude celosno pokriven. Od njihovog pravilnog rada zavisi i potrošnja preparata na jedinici površine, koja utiče na troškove na jedinici površine. Upotreba starih mašina za zaštitu biljki kao i neodgovarajuće i nestručno rukovanje s njima dovodi do nesagledive posledice po zdravlje ljudi i zagađivanje životne sredine.

Budući da Republika Makedonija cilja ka evropskoj integraciji, potrebno je da ona preuzme obaveze koje proizlaze iz Spogodbe o stabilizaciji i asocijaciji u oblasti zaštite biljka, za što je potrebno zakonsko i institucionalno uređenje. Evropska Unija je donela ceo niz zakonskih propisa u oblasti upotrebe mašina za zaštitu biljka, kao što je direktiva 2009/128/EC.

U Republici Makedoniji inspekcija mašina za aplikaciju pesticida nije obavezna i pored toga što su mašine stare i amortizovane. Uvođenje inspekcije mašina za aplikaciju pesticida kao i obuka farmera koji vrše aplikaciju, će dovesti do veće zaštite život-

ne sredine i zdravlja ljudi. Harmonizacijom zakonske regulative sa Evropskom Unijom, međunarodnim propisima i standardima, u Republici Makedoniji će se postići optimalna i konkurentna proizvodnja, a tim će se eliminirati tehničke barijere u međunarodnoj trgovini sa poljoprivrednim i šumskim proizvodima.

## MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanje je sprovedeno u opštini Sveti Nikole koja obuhvata grad Sveti Nikole, i naselja Erdželija, Mustafino, Amzabegovo, Crnilište, Peširovo, Knežje, Gorobinci, Sopot, Preod, Malino, Stanjevci, Guganci, Nemanjici, Rančinci i Mečkuevci.

Tokom terenskog istraživanja upotrebljen je upitnik koji je uključivao podatke podeljene u tri grupe:

- a) opšte informacije o vlasniku
- b) opšte informacije o mašinama za aplikaciju pesticida
- c) vizuelni i operativni nedostaci mašina

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Opština Sveti Nikole nalazi se u Ovčepolskoj kotlini koja je druga po veličini žitnica u Makedoniji. Ukupna obradiva površina obuhvata 20.032 ha. Od ukupne obradive površine poljoprivredna preduzeća koriste oko 11000 ha, a oko 9000 ha su u vlasništvu individualnih poljoprivrednih proizvođača. Od žitnih kultura najviše se gaji pšenica, na oko 8500 ha, zatim jačam, na oko 5000 ha i kukuruz na oko 300ha. Ima i industrijskih kultura: suncokret na 655 ha, lucerka na oko 300 ha, duvan na oko 200 ha i silažni kukuruz na oko 200 ha, silažni grašak na površini od 50 ha, a zbog toga je i stočarstvo razvijeno. Povrće se odgaja na površini od oko 650 ha. Poljoprivredna površina je obuhvaćena hodromeliorativnim sistemom “Bregalnica”, kojim se navodnja-va 6.000 ha, što omogućuje razvoj intenzivne poljoprivrede.

Prema rezultatima Tab. 1 može se konstatovati da je u Svetinikolskoj opštini, najzastupljenija marka mašina za aplikaciju pesticida **60 (46,88%)** Agromehanika-Kranj, Republika Slovenija. Od ukupnog broja mašina i opreme za aplikaciju pesticida **99 (77,34%)** su mašine koje se upotrebljavaju za zaštitu ratarskih kultura.

Tab.1. Opšti podaci o mašinama (Opština Sveti Nikola)  
*Tab.1. General information about the machines (Municipality of Sveti Nikola)*

Red. Br.	Mašine za aplikaciju pesticida			Ukupno (%)
	Marka	Atomizer	Prskalice	
1.	Morava	/	25	25 (19,53)
2.	Mitterer	/	2	2 (1,56)
3.	Metalbraneks	/	2	2 (1,56)
4.	Sprayrer	/	1	1 (0,78)
5.	Sampo	/	1	1 (0,78)
6.	Agromehanika	28	32	60 (46,88)
7.	SVLT Asseta	/	1	1 (0,78)

8.	Agron	1	7	8 (6,25)
9.	Leško	/	15	15 (11,72)
10.	Agros	/	2	2 (1,56)
11.	Heremes	/	1	1 (0,78)
12.	Agroprpizvođač	/	4	4 (3,13)
13.	Agrimir Vistula	1	/	1 (0,78)
14.	Vitoaopeker	/	1	1(0,78)
15.	Agrofercol	/	2	2 (1,56)
16.	Lukas	/	1	1 (0,78)
17.	Gumaplas	/	1	1 (0,78)
	<b>Ukupno (%)</b>	<b>29 (22,66)</b>	<b>99 (77,34)</b>	<b>128 (100)</b>

Tab. 2. Podaci o mašinama i opremi za aplikaciju pesticida (Opština Sveti Nikola)

Tab. 2. Data on machines and equipment for pesticide application (Municipality Sveti Nikola)

Red. Broj	Tip mašine	Godine starosti			
		0-5	5-10	10-20	>20
1.	Atomizeri	7	9	7	6
2.	Prskalice	14	35	22	28
<b>Ukupno / %</b>		<b>21(16,41)</b>	<b>44 (34,38)</b>	<b>29 (22,66)</b>	<b>34 (26,56)</b>

U tabeli 2 su prikazani podatci o mašinama za zaštitu biljaka koje su najzastupljenije u Svetinikolskoj opštini prema tipu, godinama starosti i ispravnosti.

Prema rezultatima tabele možemo konstatovati da 21 (16,40%) mašina je stara do 5 godina ili se radi o novim mašinama za zaštitu biljka. 63 mašina su stare od 10 do 20 godina ili više, što predstavlja čak 49,21% od ispitivanih mašina. Prema tome možemo konstatovati da je skoro pola mašina staro ili amortizovano i ako se ne održavaju i eksploatuju pravilno mogu direktno prouzrokovati povećanje zagađenja s pesticidima u Svetinikolskoj opštini.

Tab.3. Podela mašina prema načinu agregatiranja (Opština Sveti Nikola)

Tab.3. The division of machines by way of aggregating (Municipality Sveti Nikola)

Mašine za aplikaciju pesticida (MAP)				
Način agregatiranja mašina	Nošene		Vučene	
	Prskalice	Atomizeri	Prskalice	Atomizeri
<b>Ukupno / %</b>	<b>97 (75,78)</b>	<b>29 (22,66)</b>	<b>2 (1,56)</b>	<b>0 (0)</b>

Prema rezultatima Tab.3, može se konstatovati da od ukupnog broja mašina 126 (98,44%) su traktorske nošene mašine. Najveći broj 97 ili 75,78% u Svetinikolskoj opštini su traktorske nošene prskalice za zaštitu ratarskih kultura.

Tab. 4. Vizuelni nedostaci kod mašina i opreme za aplikaciju pesticida (Opština Sveti Nikola)  
 Tab. 4. *Visual defects of machines and equipment for pesticide application*  
 (Municipality Sveti Nikola)

Delovi mašina	Vizuelni nedostaci							
	Ima	%	Modifikacije	%	Oštećeno	%	Nema	%
Šasija	112	87,5	16	12,5	/	0	/	0
Ured za prikopčavanje	125	97,66	3	2,34	/	0	/	0
Priklj. vratilo	128	100	/	0	/	0	/	0
Točkovi	2	100	/	0	/	0	/	0
Rezervoar	104	81,25	/	/	8	6,25	16	12,50
Mešalica	128	100	/	0	/	0	/	0
Pumpa	125	97,66	/	0	3	2,34	/	0
Filtri	128	100	/	0	/	0	/	0
Komandne ručice	105	82,03	/	0	23	17,97	/	0
Manometar	98	76,56	/	0	26	20,31	4	3,13
Creva	95	74,22	33	25,78	/	0	/	0
Armatura	102	79,69	26	20,31	/	0	/	0
Mlaznice	128	100	/	0	/	0	/	0
Ventilator	29	100	/	0	/	0	/	0

U poslednjih desetak godina primećuje se povećanje broja novih mašina i atomizera kao rezultat subvencija i raspodele državnog zemjišta farmerima na korišćenje i podizanje novih vinograda i voćnjaka u ovom kraju.

Dalja istraživanja se odnose na ispitivanje vizuelnih i operativnih nedostataka kod mašina i opreme za aplikaciju pesticida koji su prikazani u tabeli 4 i 5. Prema ovim podacima, može se konstatovati da prilikom vizuelne provere mašina, najviše nedostataka je utvrđeno kod manometra koji je bio neispravan ili slomljen kod 26 (20,31%) mašina, a uopšte ga nije bilo na 4 odnosno 3,13% mašina. Opšto je poznato da radni pritisak mašine direktno utiče na kvalitet rada, a samim tim i na smanjenje zagađenja životne sredine. Pored toga, nekontrolirano visoki pritisak direktno utiče na prekomerno trošenje mlaznica i oštećivanje i pucanje creva mašina.

Najviše modifikacija ima kod creva 33 (25,78 %) i armature 26 (20,31%) na kojoj su postavljene mlaznice. Najčešće se kod creva vrši zamena sa neoriginalnim delovima, a kod armature se najčešće vrši modifikacija od mašina za zaštitu ratarskih kultura u mašine za zaštitu lozarsko-voćnih kultura, tačnije armatura se modifikacijom od horizontalnom postavlja vertikalnom položaju, sa obe strane rezervoara.

Kod 23 mašine, komandne ručke su polomljene ili su vezane žicom ili manilom kako bi se mogle upotrebljavati. Svakako, ovakav pristup dovodi do nenavremenog uključivanja i isključivanja mlaznica, odnosno do isticanja prekomerne tečnosti i zagađivanja životne sredine.

Tab.5. Operativni nedostaci mašina za aplikaciju pesticida (Opština Sveti Nikola)  
 Tab.5. Operational defects of machine for pesticide application (Municipality Sveti Nikola)

Delovi mašine	Operativni nedostaci			
	Ispravno	%	Neispravno	%
Šasija	128	100	/	/
Ured za prikopčavanje	128	100	/	/
Priključno vratilo	128	100	/	/
Točkovi	2	100	/	/
Rezervoar	112	87,50	16	12,50
Mešalica	128	100	/	/
Pumpa	125	97,66	3	2,34
Filtri	128	100	/	/
Komandne ručice	105	84,00	23	17,97
Manometar	98	76,56	30	23,44
Creva	95	74,22	33	25,78
Armatura	118	92,19	10	7,81
Mlaznice	128	100	/	/
Ventilator	29	100	/	/

Od operativnih nedostataka (tab.5), najveći broj mašina 33 (25,78%) ima neispravna creva koja su bila zamjenjena sa neodgovarajućim ili crevima zamotanima sa izolir trakom. 30 ili 23,44% mašina je imalo neispravne manometre za merenje radnog pritiska i 23 ili 17,97% mašina je imalo neispravne komandne ručke. Kod 16 (12,50%) mašina poklopac rezervoara je bio polomljen i nefunkcionalan.

U razgovoru s farmerima, iz njihovog iskustva prilikom eksploatacije mašina za aplikaciju pesticida najviše se problema javlja kod creva i pumpa mašina. Zabrinjava podatak da niko od anketiranih farmera nije posetio obuke o pravilnoj i bezbednoj eksploataciji ovih mašina, ali istovremeno, svi su se farmeri izjasnili da bi hteli da posete ovakve obuke. Nepravilna aplikacija pesticida i korištenje neispravnih i amortizovanih mašina dovodi do nekontroliranog širenja bolesti i štetnika, zagađuje životnu sredinu i direktno ugrožava zdravlje farmera, članova njihovih porodica i konsumenta poljoprivrednih proizvoda.

## ZAKLJUČAK

Prema rezultatima istraživanja, može se konstatovati da je u opštini Sveti Nikole najzastupljenija marka mašina za aplikaciju pesticida Agromehnika Kranj. Najveći deo ovih mašina je star između 10 i nad 20 godina i ako nisu pravilno održavane i korištene mogu biti glavni uzročnici nepravilne zaštite i povećanog zagađenja životne sredine.

Najveći broj vizuelnih nepravilnosti je primećen kod manometra, koji su bili oštećeni kod 26 mašina, a 4 mašine nisu uopšte imale manometar. Prema tome, 30 mašina od ukupnog broja mašina se ne mogu pravilno regulisati i imaju loš kvalitet rada.

Najveći broj vizuelnih modifikacija su prisutni na crevima i armaturi mašine, odnosno na delu na kom su postavljeni mlaznici. Armatura je najčešće prepravljena od ratarskih za lozarsko-voćne kulture ili je pojačavana zbog izvijanja, pucanja i sl.

Analizirajući momentalno stanje operativnih nedostataka mašina za aplikaciju pesticida može se konstatovati da se najčešća neispravnosti primećuju kod creva zbog raznih modifikacija. Neispravn manometar i komandne ručke su drugi odnosno treći razlog za operativnu neispravnost ovih mašina koji utiče direktno na kvalitet rada.

U razgovoru s farmerima iz njihovog dugogodišnjeg iskustva prilikom eksploatacije ovih mašina najveći se problemi javljaju kod creva i pumpa mašina za aplikaciju pesticida. Svi farmeri koji imaju mašine za aplikaciju pesticida si se izjasnili da bi hteli proširiti svoje znanje posetama, obukama o pravilnoj i bezbednoj eksploataciji ovih mašina.

U Republici Makedoniji se vrši obavezna inspekcija mašina za aplikaciju pesticida. Ali, kao zemlja kandidat EU, Makedonija je obavezna da primenjuje i harmonizira zakone i standarde Evropske Unije. Brzo uvođenje i obavezna inspekcija mašina za aplikaciju pesticida, organizovanje obuka o pravilnoj i bezbednoj eksploataciji, pravilna manipulacija sa otpadom od pesticida direktno utiče na zaštitu životne sredine, zdravlja ljudi kao i na nekontrolisano širenje bolesti i štetočina u Republici Makedoniji.

## LITERATURA

1. Banaj, Đ., Tadić, V., Jurković, D., Seletković, N. (2010): Površinska raspodjela tekućine sa ratarskim mlaznicama, 45. Hrvatski i V. međunarodni simpozij agronoma, Opatija 2010., 1214 - 1218.
2. Braeckman, P., Huyghebaert, B., Sonck, B., 2004: The Belgian way of organising a compulsory inspection of sprayers. I European Workshop, Standardized Procedure for Inspection of Sprayers in Europe/ SPISE, Braunschweig– Germany 5 pp.
3. Directive 2009/128/EC- Framework Directive on the Sustainable Use of Pesticides.
4. Declercq, J., Nuyttens, D., Huyghebaert, B., 2012: An overview of the defects on orchard sprayers in Flanders. (Belgium). Communication presented during the Spise IV in Lana 2012.
5. Dimitrovski Z1., Dimitrov S1., Cvetkov S1., Jakimovska S1. 2016, An overview of the pesticide application equipment in Ovcepole region in Republic of Macedonia, 6th european workshop on standardised procedure for the inspection of sprayers in europe September 13-15, 2016, Barcelona.
6. EN 13790 (2003) Ag. machinery – Sprayers – Inspection of sprayers in use
7. Gil, E., 2006: The Spanish perspective on pesticide application issues on international standards and regulatory demands. Aspects of Applied Biology 77, 2006, International advances in pesticide application 2006, pp.51-62.
8. Gil, E., Gracia, F., 2004: Compulsory inspection of sprayers in use: Improving efficiency by training and formative aspects. In First European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe – SPISE, ed. H. Ganzelmeier and H. J. Wehmann, pp. 114-119.
9. Harasta P. 2012., New regulation concerning inspection intervals and exceptions of pesticide application equipment Fourth European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers – SPISE 4 –, Lana.

# UTICAJ KOROVSKIH VRSTA NA EFIKASNOST DORADE SEMENA CRVENE DETELINE (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.)

**Dragoslav Đokić<sup>1</sup>, Rade Stanisavljević<sup>2</sup>, Dragan Terzić<sup>1</sup>, Jasmina Milenković<sup>1</sup>, Zoran Lugić<sup>1</sup>, Saša Barać<sup>3</sup>, Aleksandar Vuković<sup>3</sup>**

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

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

<sup>3</sup>*Poljoprivredni fakultet, Priština, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Republika Srbija*

## SAŽETAK

Za zasnivanje i korišćenje crvene deteline (*Trifolium pratense* L.), seme za setvu mora biti čisto, visoke klijavosti i genetske vrednosti. Veći deo ovih zahteva se ostvaruje kroz doradu, odnosno odstranjivanjem nečistoća i semena lošijeg kvaliteta. U procesu dorade semena crvene deteline količina doradenog semena direktno zavisi od sadržaja primesa organskog i neorganskog porekla. Takođe zavisi i od količine i vrste korova u semenu koje se doraduje.

Cilj ispitivanja bio je da se pri doradi semena crvene deteline odrede relevantni parametri na mašinama za doradu. Relevantni parametri koji definišu karakteristike mašina za doradu semena bili su: čisto seme (%), seme korova i seme drugih kultura (%), inertne materije (%), količina doradenog semena (kg), gubici semena (%) i randman dorade (%).

Na osnovu dobijenih rezultata moguće je izvršiti optimalno podešavanje i izbor odgovarajućih mašina za doradu semena crvene deteline, u zavisnosti od količine i vrste korova u naturalnom semenu crvene deteline u procesu njegove dorade.

**Ključne reči:** seme, dorada, crvena detelina, korovske vrste

## EFFECT OF WEED SPECIES ON THE EFFICIENCY OF PROCESSING RED CLOVER (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) SEEDS

**Dragoslav Đokić<sup>1\*</sup>, Rade Stanisavljević<sup>2</sup>, Dragan Terzić<sup>1</sup>, Jasmina Milenković<sup>1</sup>, Zoran Lugić<sup>1</sup>, Saša Barać<sup>3</sup>, Aleksandar Vuković<sup>3</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 Belgrade, Republic of Serbia*

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

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

Rad je rezultat projekta br. 31057 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## ABSTRACT

For the establishment and use of red clover (*Trifolium pratense* L.), the seeds for sowing must be clean, high germination and genetic values. Most of these requirements are realized through processing or removal of foreign matter and seeds of lower quality. The amount of processed red clover seed directly depends on the impurities of organic and inorganic origin. It also depends of the presents weed species and amount of weed seed in seed processing.

The aim of this research was to determine relevant parameters on equipment for red clover seed processing. Relevant parameters that define the characteristics of equipment for seed processing were: pure seed (%), weed seeds and seeds of other crops (%), inert matter (%), the quantity of processed seed (kg), seed losses (%) and output (%).

Based on these results it is possible to the adjusting and optimize selection of appropriate equipments for seed red clover processing, depending on the amount and type of weed in naturalized seed red clover in the process of its processing.

**Key words:** seed, processing, red clover, weed species

## UVOD

Lucerka (*Medicago sativa* L.) i crvena detelina (*Trifolium pratense* L.) su najvažnije višegodišnje leguminoze na našim prostorima. Među krmnim leguminozama u Srbiji crvena detelina (*Trifolium pratense* L.) po učešću u proizvodnji kabaste hrane zauzima drugo mesto, odmah posle lucerke. Crvena detelina se odlikuje visokim prinosom biomase, kvalitetom krme, kao i brzom regeneracijom nakon kosidbe. Lišće je naročito bogato proteinima, čiji sadržaj iznosi oko 25% u fazi butonizacije [20]. U stočnoj ishrani crvena detelina se može koristiti kao zelena krma i prerađena u vidu sena, senaže, silaže i dehidrirana u brašno [21]. Prema sadržaju vitamina i mineralnih materija crvena detelina je jedna od najkvalitetnijih i najznačajnijih krmnih vrsta. Sadrži velike količine provitamina A, vitamina C, D, E, K, B1, B2, B3 i mikroelemente – molibden, kobalt, bor, bakar i mangan. Seno sakupljeno početkom butonizacije bogato je proteinima (18 – 24%), fosforom i kalcijumom [16]. U Srbiji se crvena detelina (*Trifolium pratense* L) gaji na 120.000 hektara i može uspešno da zameni lucerku na zemljištu sa povećanom kiselošću u ravničarskim i brdskim područjima. U plodoredu crvena detelina predstavlja usev koji dobrim delom poboljšava plodnost tla. Iza deteline u plodoredu mogu da dođu svi usevi. Nasuprot lucerki, crvena detelina bolje podnosi kiselija zemljišta. Najbolje uspeva na neutralnim do slabo kiselim zemljištima s niskom pH vrednošću (pH 5,5-7), lošije strukture. Zemljišta za gajenje su srednje teška, vlažna, srednje plodnosti tipa gajnjača, aluvijuma i smonica [14]. Od ukupno 466.000 ha obradivog zemljišta, dve trećine zauzimaju lucerka i crvena detelina, dok se na ostalim površinama gaje žuti zvezdan, jednogodišnje leguminoze (stočni grašak i stočna grahorica), krmni sirak, sudanska trava i ostale vrste [15]. Crvena detelina je biljna vrsta čiji životni vek iznosi dve do tri godine. Ova vrsta ima dobru toleranciju na plićim i kiselim zemljištima, koji nisu pogodni za lucerku, a takođe daje krmu visokog prinosa i dobrog kvaliteta [13]. Zbog izuzetnog značaja crvene deteline kao i mogućnosti

njenog gajenja na manje pogodnim i kiselijim zemljištima postoji potreba za njeno dalje širenje u poljoprivrednoj proizvodnji [7]. Klima Srbije ocenjuje se kao umereno povoljna za proizvodnju semena krmnih leguminoza. Prosečan prinos semena lucerke i crvene deteline iznosi oko 250 kg ha<sup>-1</sup> [12]. U savremenoj proizvodnji svake biljne vrste jedan od preduslova za postizanje visokih i stabilnih prinosa kao i za približavanje ostvarenju maksimalnih genetskih potencijala prinosa je upotreba kvalitetnog semena [18]. Korovske vrste u usevu crvene deteline otežavaju proces žetve, kontaminiraju seme i otežavaju proces dorade. Vilina kosica (*Cuscuta spp.*) spada u najopasnije i ekonomski najštetnije korove. Ovaj parazitski karantinski korov svojom pojavom na parcelama pod lucerkom i crvenom detelinom može da načini ogromne štete posebno ako se ne vrši njegovo suzbijanje [8], [4], [17]. U periodu vegetacije ona se ne sme pojaviti na parceli naročito kada se radi o semenskoj proizvodnji. Osim korova viline kosice naročito je opasan i karantinski korov štavelj koji svojim prisustvom u semenu crvene deteline povećava gubitke tokom procesa dorade jer se veoma teško odstranjuje iz semena osnovne kulture zbog svog oblika i veličine. Suzbijanje viline kosice u zasnivanju lucerke i crvene deteline prvenstveno se postiže setvom deklarisanog semena bez prisustva semena viline kosice na nezaraženo zemljište. Uništanjem viline kosice na proizvodnoj parceli dobijeno seme lucerke se lakše i brže doraduje, a ujedno se izbegavaju gubici koji se javljaju na mašinama za izdvajanje viline kosice [11]. Kvalitet proizvedenog naturalnog semena lucerke i crvene deteline je različit što značajno utiče na gubitke semena tokom procesa dorade. Dobija se odgovarajućom tehnologijom u proizvodnji semena, kao što su odgovarajuća agrotehnika i izbor površine. Za proces dorade se koristi aprobirano, odnosno stručno kontrolisano naturalno seme. Doradom se iz dobijenog naturalnog semena uklanjaju sva zrna stranih primesa i razne nečistoće i izdvoja čisto zrno osnovne kulture da bi se seme blagovremeno pripremlilo u što povoljnije stanje za sejalicu i kvalitetnu setvu, klijanje i nicanje, kao i za skladištenje i čuvanje do momenta setve. Dorada semena se zasniva na fizičkim karakteristikama semena. Da bi se ostvarili optimalni rezultati pri procesu dorade pre svake dorade potrebno je pažljivo analizirati svaku količinu semena i uraditi odgovarajuće podešavanje mašina za doradu [1], [2], [3], [5], [6].

Seme u proizvodnji i prometu mora da ispunjava norme kvaliteta i uslove u pogledu pakovanja i deklarisanja. Zakonom o semenu definisani su uslovi i način proizvodnje, dorade, korišćenja, prometa, uvoza i ispitivanje kvaliteta semena poljoprivrednog bilja [9]. Pravilnikom o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja [19] koji je usaglašen sa međunarodnim propisima za semena [10] definisana je norma kvaliteta semena crvene deteline. Prema ovom Pravilniku kvalitet semena crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) mora da odgovara zakonski propisanim normama za semenski materijal, a to podrazumeva najmanju čistoću semena od 95%, 2% semena drugih vrsta, korova najviše 0,5% (bez viline kosice i štavelja), do 2,5% inertnih materija, minimalno 70% klijavosti sa najviše 13% sadržaja vlage u zrnu.

Cilj ispitivanja bio je da se pri doradi naturalnog semena crvene deteline različite čistoće sa različitim sadržajem korova, doradenog određenim tehnološkim postupcima na mašinama za doradu odrede relevantni parametri i na osnovu njihovog poređenja odredi koja početna čistoća semena je dala optimalne rezultate pri doradi.

## MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanje je obavljeno u doradnom centru Instituta za krmno bilje u Globoderu-Kruševcu, gde je u tri ponavljanja doradivano naturalno seme crvene deteline šest različitih čistoća, s različitim sadržajem korovskih vrsta. Oprema za doradu se sastojala od mašina i uređaja danskih proizvođača Kongskilde i Damas: prijemni koš sa prijemnom trakom, kofičasti elevatori, mašina za fino čišćenje tip Alfa - 4 i magnetni separator nemačkog proizvođača Emceka Gompper tip 4. U gornjoj lađi mašine za fino čišćenje semena Alfa - 4 nalazi se šest sita poređanih u dva nivoa, a u donjoj lađi se takođe nalazi šest sita poređanih u dva reda. U gornjoj lađi su sita i rešeta sa okruglim otvorima prečnika: 2,75 mm; 2,5 mm; 2,25 mm; 2,0 mm; 2,0 mm i 1,9 mm. U donjoj lađi su sita sa uzdužnim - rezanim otvorima širine: 1,4 mm; 1,3 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,5 mm i 0,5 mm. Za analizu sadržaja primesa u semenu u laboratoriji za analizu uzoraka korišćena je lupa s osvetljenjem i precizna elektronska vaga. Uzorci za analizu bili su mase od 5 g i 50 g. Merenje mase doradenog semena vršeno je elektronskom vagom mernog opsega do 300 kg. Pri svakom od ponavljanja laboratorijskom analizom mereni su sledeći parametri: količina čistog semena (%), seme drugih vrsta (%), inertne materije (%), seme korova (%), količina doradenog semena (kg). Randman dorade (%) i gubici semena na opremi za doradu (%) određivani su računskim putem.

Dobijeni rezultati obrađeni su analizom varijanse (ANOVA), a ocena značajnosti razlika sredina testirana je Tukey testom. Za obradu podataka korišćen je statistički program Minitab 16.1.0 (statistics software package).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Čistoće naturalnog semena crvene deteline svih šest partija prikazane su u tabeli 1. Vrednosti čistoće su se kretala od najniže od 60% kod semena iz partije IV do 85% kod semena partije I i II. Čistoća semena partije V iznosila je 66%, partije VI 69% i 83% kod partije III. Od drugih vrsta u semenu partije IV nalazilo se 2% lucerke. Inertne materije kod naturalnog semena partije I su iznosile 15% i sastojale su se od cvetića, žetvenih ostataka i polomljenog semena. U semenu partije II inertne materije u vidu žetvenih ostataka iznosile su 15%, dok su kod semena partije III inertne materije iznosile 17%. Kod semena partije IV inertne materije u vidu cvetića i žetvenih ostataka su iznosile 38%. Kod semena partije V inertne materije u vidu zemlje su činili 34%, dok su kod semena partije VI žetveni ostaci u vidu cvetića iznosili 31%. Od korovskih vrsta u semenu I partije nalazio se muhar. U semenu partije II u uzorku semena od 5 g pronađeno je 2 semena karantinskog semena viline kosice, kao i seme muhara i bokvice. Naturalno seme III partije imalo je u uzorku od 5 g 5 semena viline kosica, 3 semena štavelja, kao i seme korova muhara i bokvice. U semenu IV partije nalazilo se seme viline kosice (u 5 g 4 semena viline kosice). Naturalno seme V partije imalo je veliki broj sitnog semena viline kosice i 2 semena štavelja u uzorku od 5 g, kao i seme ponca i bokvice. Seme VI partije je imalo 6 semena viline kosice u uzorku od 5 g.

Između ispitivanih partija semena je za početnu čistoću semena i inertne materije u semenu utvrđena i statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ) (Tab. 1.).

Tabela 1. Prosečna čistoća naturalnog semena crvene deteline  
 Table 1. The average purity of red clover seed

Partija <i>Lot</i>	I	II	III	IV	V	VI
Struktura semena <i>Seed structure</i>	%	%	%	%	%	%
Čisto seme <i>Pure seed</i>	85,0 A	85,0 A	83,0 A	60,0 C	66,0 B	69,0 B
Druge vrste <i>Other species</i>	-	-	-	2 lucerka 2 alfalfa	-	-
Inertne materije <i>Inert matter</i>	15,0 C	15,0 C	17,0 C	38,0 A	34,0 B	31,0 B
Korov <i>Weed</i>	muhar <i>barnyard grass</i>	u 5 g 2 kosice, muhar, bokvica <i>in 5 g 2 dodder, barnyard grass, plantains</i>	u 5 g 5 kosica, u 5 g 3 štavelja, muhar, bokvica <i>in 5 g 5 dodder, in 5 g 3 curly dock, barnyard grass, plantains</i>	u 5 g 4 kosice <i>in 5 g 4 dodder</i>	u 5 g mnogo sitne kosica, u 5 g 2 štavelja, poponac, bokvica <i>in 5 g many small dodder, in 5 g 2 curly dock, bindweed, plantains</i>	u 5 g 6 kosica, <i>in 5 g 6 dodder,</i>
Ukupno <i>Total</i>	100	100	100	100	100	100

Prosečne vrednosti u kolonama, označene različitim slovima se statistički značajno (Tukey test;  $p < 0,01$ ) razlikuju.

Tabela 2. prikazuje čistoću doradenog semena crvene deteline nakon procesa dorade na mašinama za doradu.

Tabela 2. Prosečna čistoća dorađenog semena crvene deteline  
Table 2. The average purity of processed red clover seed

Partija <i>Lot</i>	I	II	III	IV	V	VI
Struktura semena <i>Seed structure</i>	%	%	%	%	%	%
Čisto seme <i>Pure seed</i>	99,0 A	99,0 A	99,0 A	97,0 A	99,4 A	99,0 A
Druge vrste <i>Other species</i>	-	-	-	1,0 lucerka 1,0 alfalfa	-	-
Inertne materije <i>Inert matter</i>	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	0,6 C	0,8 B
Korov <i>Weed</i>	-	u 50 g 1 štavelj <i>in 50 g 1 curly dock,</i>	u 50 g 3 štavelja <i>in 50 g 3 curly dock,</i>	1,0 poligonum, divlja paprika, sirak, 1,0 <i>Knotweed,</i> <i>lady's thumb,</i> <i>Johnson grass</i>	u 50 g 5 štavelja <i>in 50 g 5 curly dock,</i>	0,2 sirak 0,2 <i>Johnson grass</i>
Ukupno <i>Total</i>	100	100	100	100	100	100

Prosečne vrednosti u kolonama, označene različitim slovima se statistički značajno (Tukey test;  $p < 0,01$ ) razlikuju.

Dorađeno seme bilo je veoma visoke čistoće koja se kretala od 97% kod semena partije IV, do najveće čistoće od 99,4% kod semena partije V. Čistoća ostalog semena partije (I, II, III, VI) bila je 99%. U semenu partije IV procenat korova iznosio je 1%, kao i lucerke. Sve ostale partije dorađenog semena imale su sadržaj karantinskih korova i primesa u zakonski propisanim granicama.

U tabeli 3. prikazana je količina naturalnog semena crvene deteline svih šest partija na početku procesa dorade i količina dorađenog semena na kraju procesa dorade. Prikazane su izračunate vrednosti izražene u procentima za randman dorade i gubitke na mašinama za doradu.

Tabela 3. Količina doradenog semena crvene deteline na mašinama za doradu  
 Table 3. Amounts of processed red clover seed on processing machines

Struktura semena <i>Seed structure</i>	Partija (kg)					
	<i>Lot (kg)</i>					
	I	II	III	IV	V	VI
Naturalno seme <i>Natural seed</i>	2730 B	1490 C	3621 A	440 D	1222 C	251 E
Dorađeno seme <i>Processed seed</i>	1637 C	1233 B	2850 A	232 E	597 D	155 E
Randman dorade (%) <i>Processing output (%)</i>	59,96 C	82,75 A	78,7 B	52,7 D	48,85 D	61,75 C
Gubici (%) <i>Losses (%)</i>	29,45 A	2,645 C	5,17 C	12,12 B	25,98 A	10,50 B

Prosečne vrednosti u kolonama, označene različitim slovima se statistički značajno (Tukey testu;  $p < 0,01$ ) razlikuju.

Najveći randman dorade imalo je seme partije II (82,75%), što je i statistički bilo značajno ( $p < 0,01$ ), kao i najmanje gubitke od 2,64% prilikom dorade na mašinama. Najmanji randman bio je kod semena partije V i iznosio je 48,85%. Ovo seme je imalo veoma veliki broj sitne viline kosice koja se veoma teško odstranjuje iz semena crvene deteline zbog sličnosti veličine i oblika semena. Najveći gubici od 29,45% bili su kod semena partije I. Seme partije I i pored visoke početne čistoće od 85% imalo je velike gubitke i mali randman od 59,96%. Seme korova muhara koji se nalazilo u ovom semenu veoma se teško izdvaja iz semena crvene deteline što dovodi do povećanja gubitaka semena prilikom procesa dorade.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja, može se zaključiti da u procesu dorade naturalnog semena crvene deteline s različitim sadržajem karantinskog korova svi relevantni parametri dorade zavise od početne čistoće, odnosno sadržaja karantinskih korova. Korovi u semenskom usevu crvene deteline otežavaju žetvu, zagađuju seme crvene deteline i otežavaju proces dorade. Kod semena sa velikim sadržajem štetnog karantinskog korova i inertnih materija, broj prolaza kroz sistem mašina, vreme dorade, utrošak električne energije znatno je veći od semena sa manjom količinom korova i inertnih materija. Ujedno je i iskorišćenost ovakvog semena znatno manja, a gubici semena na mašinama su značajno veći. Gubici semena crvene deteline pri doradi su u direktnoj zavisnosti od vrste i količine korova i ostalih nečistoća, organskog i neorgan-skog porekla prisutnih u naturalnom semenu.

Najveći problem pri doradi semena crvene deteline predstavlja prisustvo karantinskih korova, a pre svega viline kosice (*Cuscuta spp.*) i štavolja (*Rumex spp.*). Ovi ko-

rovi sa ostalim nečistoćama znatno otežavaju doradu semenskog materijala, jer ukoliko je povećan sadržaj štetnih korova u naturalnom semenu crvene deteline, utoliko je i sam tehnološki proces dorade duži, što smanjuje ukupnu količinu doradenog semena, povećava se utrošak energije, što otežava i poskupljuje doradu, a samim tim i cenu koštanja doradenog semena.

Rentabilnost gajenja crvene deteline uglavnom zavisi od suzbijanja korova, naročito pre zasnivanja useva crvene deteline. Kao mera suzbijanja viline kosice aprobator proizvodnje semena pre žetve mora obavezno da pregleda parcelu i isključi je iz proizvodnje za seme ukoliko se nađe seme kosice u usevu crvene deteline.

## LITERATURA

[1] Babić, M., Babić, Lj. 1998. Uticaj osnovnih fizičkih osobina semena pšenice na karakteristike strujanja vazduha. Selekcija i semenarstvo, 5(3-4): 29-32.

[2] Black, M., Bewley, J., Halmer, P. 2006. The Encyclopedia of Seeds Science, technology and uses. Wallingford, UK.

[3] Copeland, O., Lawrence, McDonald, Miller, 2004. Seed Drying. Seed Science and Technology, Norwell, Massachusetts, p. 268– 276.

[4] Čuturilo, S., Nikolić, B. 1986. Korovi lucerke i njihovo suzbijanje. Beograd, Nolit.

[5] Đokić, D. 2010. Primena različitih tehničko-tehnoloških sistema u doradi semena lucerke. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet, Beograd.

[6] Đokić D., Stanisavljević R. 2012. Possibility of Improving Seed Processing of Red Clover (*Trifolium pratense* L.) and Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Book of the proceedings International Conference on BioScience: Biotechnology and Biodiversity – Step in the Future – The Forth Joint UNS – PSU Conference, June 18-20, Novi Sad, Serbia, 135-148.

[7] Đukić, D., Mihailović, V., Tomić, Z. 1996. Rezultati oplemenjivanja krmnih biljaka u SR Jugoslaviji na kraju XX veka. VIII jugoslovenski simpozijum o krmnom bilju sa međunarodnim učešćem, Novi Sad, 5-15.

[8] Đukić, D., Moisuc, A., Janjić, V., Kišgeci, J. 2004. Krmne, korovske, otrovne i lekovite biljke. Novi Sad, Poljoprivredni fakultet.

[9] Glasnik Republike Srbije br. 45, 2005.

[10] ISTA-International Rules for Seed Testing, 1999. Seed Science and Technology, 27, Supplement. p. 1 – 333. Basserdorf, Switzerland.

[11] Karagić, Đ., Katić, S., Vasiljević, S., Milić, D. 2007. Semenarstvo lucerke u Vojvodini. XI simpozijum o krmnom bilju Republike Srbije sa međunarodnim učešćem, Novi Sad, Srbija, 87-98.

[12] Karagić, Đ., Jevtić, G., Terzić, D. 2010. Forge legumes seed production in Serbia. Biotechnology in Animal Husbandry. Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun, 26 (spec. issue), book 1: 133-148.

[13] Lakić, Ž., Vojin, S. 2010. Variability of agronomic traits of red clover genotypes (*Trifolium pratense* L.). Biotechnology in Animal Husbandry. Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun, 26 (spec. issue), book 2: 35-40.

[14] Lugić, Z., Radović, J., Terzić, D., Tomić, Z., Spasić, R. 2000. Semenarstvo višegodišnjih leguminoza u centru za krmno bilje Kruševac. XI savetovanje, Semenarstvo krmnog bilja na pragu trećeg milenijuma, Sombor, Srbija, 47-55.

[15] Lugić, Z., Lazarević, D., Erić, P., Mihajlović, V., Vučković S. 2010. The state of forage crops production in Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry* Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun, 26 (spec. issue), book 1, 29-47.

[16] Marković, J., Ignjatović, S., Radović, J., Lugić, Z. 2007. Uticaj faze razvića na sadržaj makro i mikroelemenata u lucerki i crvenoj detelini. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 44: 401-406.

[17] Miladinović, M. 2001. Proizvodnja semena krmnog bilja. *Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad*.

[18] Mladenov, V., Milošević, M. 2011. Uticaj sorte i lokaliteta na kvalitet semena ozime pšenice. *Selekcija i semenarstvo, XVII (1)*, 83-95.

[19] Službeni list SFRJ br. 47, (1987).

[20] Vasiljević, S., Katić, S., Mihailović, V. 2011. Oplemenjivanje crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) na poboljšan kvalitet krme. *Zbornik referata, 45 savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor*, 30. 01.-05. 02. 2011, 127-137.

[21] Vučković, S. 1999. *Krmno bilje*. Beograd: Institut za istraživanje u poljoprivredi "Srbija", Nova Pazova "Bonart".

# NOVITETI U PONUDI MASFERG AGRO MEHANIZACIJE

**Aleksandar Gluvić<sup>1</sup>, Tomislav Protulipac**

<sup>1</sup> *Masferg Agro Mehanizacija doo, Bulevar Slobodana Jovanovića 4, 21000 Novi Sad*

## SAŽETAK

U radu je prikazana nova generacija širokorednih sejlica za direktnu setvu i setvu na pripremljenom zemljištu kompanije Vederstad, kao i gruber za redukovanu obradu istog proizvođača. Prikazani su i noviteti iz kompanije JSB, pre svega teleskopski manipulator i mini utovarivač, kao i tehničke karakteristike LKT traktora primenjenih u šumarstvu.

**Ključne reči:** sejlica, direktna setva, redukovana obrada zemljišta, šumarski traktor

# INNOVATIONS IN MASFERG AGRO MECHANIZATION

**Aleksandar Gluvić<sup>1</sup>, Tomislav Protulipac**

<sup>1</sup> *Masferg Agro Mehanizacija doo, Bulevar Slobodana Jovanovića 4, 21000 Novi Sad*

## ABSTRACT

This paper presents a new generation of widerow seeder for direct seeding and sowing on prepared soil of Vederstad company and cultivator for reduced tillage of the same company. It is presented novelties from the company JSB primarily telehandler and skid steer loaders, as well as the technical characteristics of LKT tractors applied in forestry.

**Keywords:** seeder, direct seeding, reduced tillage, forest tractor

## SEJALICE ZA ŠIROKOREDE KULTURE

Nova generacija širokorednih sejlica za direktnu setvu i setvu na pripremljenom zemljištu *VADERSTAD–Tempo* sada mogu biti nošenog tipa i širine radnog zahvata sa 12 redova, širine rama 6m i hidraulično sklopive u transportni položaj sa opcijom opremom za ulaganje granulisanog mineralnog đubriva i najnovijom elektronskom kontrolom rada sejlice. *Tempo* sejlice su jedinstve na našem tržištu gde se pritisak po setvenoj bateriji može podešavati do imponantnih 325kg na samom ulagaču semena. Svaka baterija ima elektro-pogon tako da nemamo menjačku kutiju na sejlici već kompletan rad same sejlice je elektronski praćen preko standardnog terminala *Control*

<sup>1</sup> Kontakt autor: Aleksandar Gluvić, e-mail: [gluvic@mfagro.co.rs](mailto:gluvic@mfagro.co.rs)

*Station.* Opciono se može kontrolisati svaki detalj setve preko *iPad* računara sa varijantama ugradnje ISOBUS terminala bazne stanice *Gateway* za GPS kontrolu koji je smešten na samoj sejalici i daje veoma precizno parametre o poziciji same sejalice i uštede na uvratinama i preciznog spajanja prolaza. Ono što je novitet je da sejalice koje su radnog zahvata do 18 redova u vučenoj varijanti sa povećanim košom za seme sa 70 na 100l zapremine i košem za granulirano đubrivo do 6000l. Ono što je novitet na ovim velikim mašinama je hidraulično podešavanje pritiska iz kabine traktora umesto do sadašnji mehanički. Sejalice će u budućnosti preći isključivo na “*iPad*” sistem kontrole setve kojom ulazimo u sitne pore setve kao što je varijabilna setva, setva na uvarinama, elektronsko praćenje svake setvene baterije ponaosob sa grafičkim prikazom u boji.



Slika 1. VADERSTAD –Tempo sejalica za direktnu setvu i setvu na pripremljenom zemljištu  
*Figure 1. VADERSTAD –Tempo seeders for direct seeding and sowing on prepared soil*

Zahvaljujući novom sistemu distribucije semena u vazдушnom omotaču bez kontakta sa sprovodnom cevi pri velikim brzinama, VADERSTAD je postavio nova rešenja u kvalitetu setve širokorednih kultura. Ono što se posebno ističe kod Tempo sejalice je velika eksploataciona brzina od 10 do 20km/h, a time i sam učinak sejalice u setvi sunčokreta, kukuruza, sirka, šećerne repe I dr. Kod soje je to brzina cca 12-13km/h sa odličnom preciznošću.



Slika 2. Setveni aparat sejalice VADERSTAD –Tempo  
*Figure 2. Sowing mechanism of VADERSTAD –Tempo seeder*

## SEJALICE ZA USKOREDE KULTURE

Kao i sve VADERSTAD mašine, novu generaciju sejalica za uskoredne kulture odlikuje velika eksploataciona brzina (10-20km/h), veliki učinak i izuzetna preciznost kao dugotrajnosti. Mašina se ističe izuzetnom fleksibilnošću u eksploataciji pri različitim uslovima rada što se ostvaruje preko različitih oruđa za obradu zemljišta i njihovih kombinacija. Konceptija sejalice je zamišljena da sejalica seje u jednom prolazu u pooranom zemljištu, setvu na malču i setvu u neobrađenom zemljištu. Radni zahvat može biti od 3,4m u varijanti hidro-mehaničke sejalice sa i bez ulaganja đubriva i 4,6 i 8m u varijanti pneumatske sejalice. Sanduk sejalice za smeštaj semena i đubriva je deljiv. Ulagači semena i mineralnog granulisanog đubriva je diskosni nazubljeni, raspoređeni u dva reda za seme i jedan red za đubrivo nezavisno ogibljivi sa zatvorenim kućištem i uležištenjem bez podmazivanja. Pritisak po ulagaču je do 150 kg. Razmak između redova ulagača semena 125mm, a đubriva 250mm. Ono što posebno odlikuje ovu mašinu je termička obrada diskova na 55HRc. Radni organi sejalice su valjak na rudi sejalice (četiri točka sa pneumaticima, slobodno vođeni da prate trag traktora), dva reda radnih diskova, elastična ravnajuća daska, jedan red diskosnih ulagača mineralnog đubriva, setveni diskosni ulagači, nagazni gumeni točkovi, elastični zagrački prsti.



Slika 3. VADERSTAD –Rapid S Combi sejalica za uskorede kulture  
*Figure 3. VADERSTAD –Rapid S Combi seeder for cereals*

Standardni tip sejalice podrazumeva setvu bez satelitske navigacije i opremljen je sa markerima i markerima za stalne tragove. Standardno je da se pola širine zahvata može isključiti. Nagazni točkovi koji služe za pritisak na zemljište kako bih se ostvario što bolji kontakt između zemljišta i semena, čuvaju vlagu u zemljištu, vraćaju prvobitnu strukturu zemljišta. Svaki točak je povezan sa ulagačem, što obezbeđuje preciznosti i ujednačeno nicanje. Točkovi su smešteni po principu “*offset*”, pa nemamo efekat rada dozerske daske. Svaki nagazni točak je nezavisno ogibljen, prati dva ulagača semena i jedan red ulagača mineralnog đubriva čime je obezbeđeno odlično kopiranje terena u lošim uslovima rada-neravnom zemljištu izazvano lošom obradom ili samo prolaskom kombajna ili traktora. Garancija na sve VADERSTAD mašine je 24 meseca bez limita u broju urađenih hektara, a kod kultivatora *Swift* garancija na radne motičice je 36 meseci.

## REDUKOVANA OBRADA ZEMLJIŠTA

Nakon dugogodišnjeg iskustva u proizvodnji mašina za obradu zemljišta i redukciji broja prolaza u obradi zemljišta VADERSTAD je modelirao novi tip grubera pod imenom "OPUS" koji je obuhvatio sve zahteve budućih korisnika, ali uz manje angažovanu vučnu silu potrebnu za ovo oruđe. U pitanju je novi tip grubera sa izuzetno visokim stepenom fleksibilnosti u primeni sa različitim vidovima opreme. Novitet je da mašina može raditi i do 40cm dubine rada. Raspored motičica kao i njihov oblik omogućili su veliki protok mase zemljišta sa biljnim ostacima koji se kultiviraju. Razmak između motičica je 27cm, a klirens mašine je 80cm. Mašine trpe opterećenja do 700kg/motičici.



Slika 4. VADERSTAD –OPUS 400/700 gruber za redukovanu obradu zemljišta  
*Figure 4. VADERSTAD –OPUS 400/700 gruber for reduced tillage*

Novi tip vrhova motičica 50/80mm koje su kombinovanog tipa su napravile velike promene kod korisnika Vaderstad mašina i oruđa, jer su svojim oblikom povećale fleksibilnost primene mašine i smanjile troškove održavanja kao i same troškove proizvodnje po hektaru.



Slika 5. VADERSTAD –OPUS, izgled motičica  
*Figure 5. VADERSTAD –OPUS, appearance of tines*

Neophodna snaga traktora u zavisnosti od uslova eksploatacije za 4m širine zahvata je minimum 170KS, što je ranije u toj kategoriji oruđa neophodna snaga traktora bila 240KS. Novi tip valjka za rekonsolidaciju zemljišta je dodatno pojačao ponudu ovog oruđa kao i primenu u izuzetno teškim zemljištima.



Slika 6. VADERSTAD –OPUS, izgled valjaka  
*Figure 6. VADERSTAD –OPUS, appearance rollers*

## TELESKOPSKI MANIPULATORI I UTOVARIVAČI

JCB, kao poznati svetski proizvođač teleskopski manipulatora, je nastavio razvoj novih tehničkih rešenja i naprednih osobina ove sve popularnije mašine. Obzirom da mašine ovog tipa rade u najtežim uslovima eksploatacije (visoka temperatura okoline, prašina, raskvašen teren), kao i u režimu teškog rada i opterećenja svih sklopova (motor, transmisija, hidraulika), od najveće važnosti je da agregat bude pouzdan i efikasan. U tom smislu JCB u teleskopske manipulatore ugrađuje JCB EcoMAX T4 Final-motor sa efikasnim SCR sistemom, bez potrebe za dodatnim DOC ili DPF filterom. Ovi motori se proizvode u varijantama od 109, 125 ili 145 KS i ugrađuju se u modele Agri, Agri Plus i Agri Super. LIVE LINK – integrirano satelitsko praćenje kao deo JCB Smart tehnologije predstavlja ogroman benefit za korisnike JCB teleskopskih manipulatora. Pored pozicije mašine u realnom vremenu, korisnik može da prati i niz tehničkih parametara rada kao što su brzina, broj obrtaja motora, potrošnja goriva, eventualne anomalije u radu i dr. Svi ti podaci su lako dostupni putem računara i smart telefona. JCB je praćenjem rada 4.200 telehendlera širom sveta u poslednjih 12 meseci napravio snimanje 2.500.000 radnih časova i srednju potrošnja goriva od 5,97 l/h.



Slika 7. JCB teleskopski manipulator  
*Figure 7. JCB telehandler*

Novitet je i JCB regenerativna hidraulika utovarne ruke koja u operacijama spuštanja i uvlačenja koristi gravitaciju, bez potrebe da hidraulično ulje prođe ceo krug. Time je vreme jednog ciklusa smanjeno za 20%, a potrošnja goriva 15% u konkretnoj operaciji, odnosno 4% u toku celog ciklusa. Rukovaocima je unapređen i jedinstven sistem kontrole utovarne kašike (Bucket Control System) koji znatno olakšava pražnjenje kašike ili vila prilikom rada sa lepljivim materijalima (zemlja, stajnjak). Sistem mirne vožnje (Smooth Ride System) od sada je dostupan i u Auto modu, što znači da se automatski uključuje pri brzini većoj od 4 km/h. Dodatni hidraulički priključak za radne alate sada je opremljen dodatnim ventilom za rasterećenje hidraulike kojim se vrlo lako, iz kabine, može rasteretiti hidraulični priključak što ubrzava i olakšava promenu radnih alata. Pored ovih unapređenih karakteristika, JCB nudi i niz drugih postojećih i unapređenih osobina kao što su upravljačka palica (džojstik) integrisana u naslonu za ruku, revezibilni ventilator sa auto modom, LED radna svetla i dr.

Pored teleskopskih manipulatora, JCB proizvodi i mini utovarivače – Skid Steer utovarivače. Ove mašine su konstruisane i namenjene prvenstveno za manja imanja, male farme, gde je prostor ograničavajući faktor. Izuzetno su pogodne za male i niske objekte gde su ulazi niski i uzani, kao što su farme živine. Takođe nalaze primenu i na većim gazdinstvima gde imaju ulogu pomoćnih mašina za manipulaciju svim vrstama tereta. Mogućnost izmene većeg broja radnih alata (kao i kod telehndlera) omogućava da se mašina najbolje prilagodi radnoj operaciji koju obavlja. Ove mašine se proizvode u više opcija, sa snagom motora od 36 kW do 55 kW i kapacitetom podizanja od 612kg do 1500kg. Sistem upravljanja im omogućava odlične manevarske karakteristike pa čak i okretanje oko sopstvene ose (okretanje u mestu). JCB Skid Steer utovarivači su jedini utovarivači ovog tipa koji su opremljeni standardnim vratima za ulazak rukovaoca u kabinu. To im dozvoljava specijalna konstrukcija utovarne ruke koja je bočno postavljena. Kod drugih Skid Steer utovarivača, rukovaoci su prinuđeni da u kabinu ulaze kroz prednje vetrobransko staklo, odnosno da preskaču preko utovarne kašike što je veoma nebezbedno i može da prouzrokuje povrede rukovaoca. Ove mašine mogu da budu opremljene gumenim gusenicama umesto točkova, što im povećava vučnu silu, a ujedno smanjuje pritisak na tlo.



Slika 8. JCB-Skid Steer utovarivač  
*Figure 8. JCB-Skid Steer loader*

## ŠUMARSKI TRAKTORI

Traktore LKT karakteriše veliki učinak, dugotrajnost i pouzdanost, mala potrošnja goriva i jednostavno održavanje. Novi model šumskog traktora LKT81 ima sve karakteristike robusne šumske mašine predviđene za rad u najtežim planinskim uslovima i gustom zasadu šume. 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 komforu rukovaoca, pa je iz tog razloga traktor opremljen sigurnosnom kabinom koja zadovoljava ROPS/FOPS standarde, sigurnosnim neprobojnim staklima i zaštitnim mrežama.



Slika 9. Traktor LKT 81 u eksploataciji  
*Figure 9. Tractor LKT 81 in operation*

Šasija traktora LKT 81 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 80kN, 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. Nož i daska su hidraulično kontrolisani, džojstikom iz kabine traktora. U eksploatacionim uslovima, gde je teren pod velikim nagibom, dužina izvlačenja stabala oko 20 - 30 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> izvučenog drveta. Kao ekskluzivni deo opreme koja se ugrađuje po želji kupca je daljinska kontrola traktora. Ona omogućuje rad sa traktorom bez prisustva rukovaoca u kabini traktora. Prvi benefit ovog sistema je taj da rukovaoc može sam obavljati sve operacije prilikom izvlačenja stabala iz šume i nisu potrebni pomoćni radnici koji vezuju stabla za sajlu. Daljinska kontrola omogućuje da sve radne operacije mogu biti obavljane korišćenjem daljinskog upravljača: vožnja napred i nazad, spuštanje i dizanje noža i daske, zatezanje i otpuštanje sajle. Pored toga, daljinsku kontrolu rukovaoci koriste kada zbog nepristupačnog terena moraju da voze traktor po opasnim nagibima.

## LITERATURA

- [1] Tehnička dokumentacija kompanije "VADERSTAD AB"
- [2] Tehnička dokumentacija kompanije "JCB-AGRI DIVISION"
- [3] Tehnička dokumentacija kompanije "LKT"
- [4] Tehnička dokumentacija privrednog društva "MASFERG AGRO Mehanizacije d.o.o"

# AKTUELNO STANJE EVROPSKE REGULATIVE U OBLASTI AEROZAGAĐENJA I DIJAGNOSTIKA MOTORNIH VOZILA

Ivan Krstić<sup>1</sup>, Vojislav Krstić<sup>2</sup>, Božidar Krstić<sup>3-1</sup>, Jovica Vasiljević<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Elektronski fakultet u Nišu, student doktorskih studija*

<sup>2</sup> *Elektronski fakultet u Beogradu, student doktorskih studija*

<sup>3</sup> *Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu, profesor*

<sup>4</sup> *Agencija za bezbednost saobraćaja R. Srbije, Beograd*

## SAŽETAK

U radu se razmatra trenutna situacija problematika regulative u oblasti izduvne emisije motornih vozila. U održavanju motornih vozila poseban problem predstavlja objektivno utvrđivanje stanja vitalnih komponenata i definisanje perioda njihove zamenе, odnosno revitalizacije. Primena dijagnostičkih metoda radi utvrđivanja tehničkog stanja motornog vozila je značajna, naročito u dinamičkim režimima. Na primer: metoda dijagnostike kočenja - prema krivoj promene kočione sile na točkovima, dijagnostika motora sus - prema indikatorskom dijagramu, dijagnostika različitih mehanizama prema parametrima vibroakustičkih procesa i td. Težište sadašnjih tema u oblasti vozila su na pouzdanosti složenih sistema i njihovoj dijagnostici. U radu su date mogućnosti primene objektivnih metoda dijagnostike pri utvrđivanju stanja motornih vozila.

**Ključne reči:** motorna vozila, dijagnostika, motori sus, propisi, izduvna emisija

## AKTUEL STATE OF EUROPEAN MOTOR VEHICLE REGULATION AIR POLLUTION AND DIAGNOASTIC MOTOR VEHICLE

Ivan Krstić<sup>1</sup>, Vojislav Krstić<sup>2</sup>, Božidar Krstić<sup>3-1</sup>, Jovica Vasiljević<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Faculty of Electronic Engineering, PhD student*

<sup>2</sup> *Electronic Engineering in Belgrade, PhD student*

<sup>3</sup> *Faculty of Mechanical Engineering in Kragujevac, professor*

<sup>4</sup> *Agency for Traffic Safety of Serbia, Belgrade*

## ABSTRACT

In the paper presents actual situation o European regulations in the field of motor vehicle exhaust emissions. The special problem in the maintenance of motor vehicles is the objective identification of the state of vital components and definition of their

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Božidar Krstić, e-mail: [bkrstic@kg.ac.rs](mailto:bkrstic@kg.ac.rs)

replacement period or revitalization. Reliability of composite systems and its diagnostic are the main topic of current themes concerning vehicles. Application of diagnostic methods in order to define technical condition of motor vehicle is important, esp. in dynamic regime. For example, method of diagnostics of braking – according to curve, change in brake force on wheels, diagnostics of motor sus – according to indicator diagram, diagnostics of different mechanisms according to parameters of vibroacoustic process etc. This paper gives possibilities applications objective diagnostic methods, and it is implemented for the analysis of the state of a motors vehicle.

**Key words:** motor vehicles, diagnostic, IC engine, regulation, exhaust emission

## UVOD

Intenzivan razvoj saobraćaja, koji je logična posledica napretka društva, ima neželjena dejstva na okruženje: Povećanje broja saobraćajnih nezgoda; Zagađenje okoline izduvnom emisijom motora; Buka; Nereciklirani materijali delova vozila; Pretvaranje prirodnih površina u asfaltno-betonske površine za saobraćajnice i parking prostore.

Danas se veliki naponi ulažu radi uvođenje ekološki čistijih i odstranjivanje ekološki „prljavih“ vozila sa drumova. Čist vazduh predstavlja osnovu zdravog života i blagostanja svih živih bića. Jedan od većih uzročnika zagađenja vazduha je saobraćaj.

Trenutno na Zemlji živi oko sedam milijardi ljudi, a broj registrovanih vozila je oko milijardu i šesto miliona. U Francuskoj, Japanu i Nemačkoj je oko 600 vozila na 1000 stanovnika, dok u SAD je 800 vozila na 1000 stanovnika. U Srbiji je broj registrovanih automobila oko 1500000 vozila.

Broj automobila u svetu neprekidno raste. Iz tog razloga nastoji se da motorno vozilo bude u skladu sa prirodom i njenim zakonima. To znači da štetan uticaj motornih vozila na okolinu se svede na najmanju moguću meru. To se postiže, između ostalog, i uvođenjem zakonske regulative po pitanju izduvne emisije.

## STANJE I TRENDOVI IZDUVNE EMISIJE MOTORNIM VOZILA

Trenutno, na snazi je 125 ECE Pravilnika, od čega je 15 u oblasti izduvne emisije i energije motornih vozila, i to: ECE15 – emisija putničkih vozila (nije više aktuelan); ECE24 – emisija dima teških motora i vozila; ECE40 – emisija motorcikala; ECE47 – emisija mopeda; ECE49 – emisija gasova i čestica teških motora i vozila; ECE67 – oprema vozila sa pogonom na tečni naftni gas (LPG); ECE83 – emisija putničkih i lakih teretnih vozila; ECE84 – merenje potrošnje goriva; ECE85 – merenje snage motora; ECE96 – emisija traktorskih dizel motora; ECE101 – emisija ugljendioksida i potrošnja goriva putničkih vozila; ECE103 – zamena katalitičkih konvertora; ECE110 – specifična oprema za komprimovani prirodni gas (CNG); ECE115 – naknadna ugradnja LPG i CNG uređaja i ECE120 – merenje snage i potrošnje goriva traktora.

Svetska harmonizacija vozilskih propisa (Global Technical Regulation – GTR) obuhvata: Worldwide Heavy-Duty Certification Procedure (WHDC) – GTR No.4; Worldwide Motorcycle Emission Test Cycle (WMTC) – GTR No. 2; OBD System for Heavy-Duty Vehicles (WWH-OBD) – GTR No. 5; Heavy duty Off-Cycle Emissions

(OCE) – GTR No. 10; Particulate Measurement Programme (PMP); Non-road Mobile Machinery (NRMM); Worldwide Harmonization of Light-Duty Test Procedure (WLTP); Hydrogen and Fuel Cell Vehicles (HFCV).

U narednom delu rada daće se temeljan prikaz Evropske zakonske regulative danas, kao i trendovi razvoja i njene primene (tabele od 1 do 12).

Tabela 1. Izduvna emisija putničkih vozila i lakih teretnih vozila mase manje od 1305 kg  
*Table 1. The exhaust emissions of passenger cars and light trucks weighing less than 1305 kg*

	<b>Godina</b>	<b>CO</b> g/km	<b>THC</b> * g/km	<b>NMHC</b> ** g/km	<b>NOx</b> g/km	<b>THC+NOx</b> g/km	<b>PT</b> *** g/km
Euro 1	1992	2.72				0.97	
Euro 2	1996	2.2				0.5	
Euro 3	2000	2.3	0.2		0.15		
Euro 4	2005	1.0	0.1		0.08		
Euro 5	2010	1.0	0.1	0.068	0.06		0.005
Euro 6	2015	1.0	0.1	0.068	0.06		0.0045

\* THC – ukupni nesagoreli ugljovodonici; \*\*NMHC – nemetanski ugljovodonici;

\*\*\* Samo za benzinske motore sa direktnim ubrizgavanjem; - Emisija benzinskih motora po ECE 83.01 testu (gradski+prigradski ciklus)

Da bi se izduvna emisija benzinskih motora poboljšala potrebna je primena novih tehnologija (radi postizanja zahteva Euro 5 i 6), što se može iskazati na sledeći način: Usavršavanje motora (elektronsko ubrizgavanje, turbopunjenje, promenljiva šema razvoda, EGR); Naknadni tretman (TWC, zagrevanje katalizatora, SCR); OBD; Direktno ubrizgavanje (smanjenje emisije i potrošnje, veća cena, emisija čestica); Alternativna goriva (bio-etanol, vodonik); Hibridni pogon (paralelni, serijski, paralelno-serijski, mild, plug-in: dobra emisija i potrošnja, veća cena i masa vozila); Gorive ćelije (perspektivno rešenje ali još daleko od primene); Kvalitetno gorivo (bez sumpora, benzena i olova). Dizel motor je veliki zagađivač u velikim gradovima i zato je znatno više, od oto-motora, na udaru zakona.

Tabela 2. Izduvna emisija putničkih vozila i lakih teretnih vozila mase manje od 1305 kg  
*Table 2. The exhaust emissions of passenger cars and light trucks weighing less than 1305 kg*

	<b>Go-dina</b>	<b>CO</b> g/km	<b>THC</b> * g/km	<b>NMHC</b> ** g/km	<b>NOx</b> g/km	<b>THC+NOx</b> g/km	<b>PT</b> g/km	<b>PN</b> broj/km
Euro 1	1992	2.72				0.97	0.14	
Euro 2	1996	1.0				0.7	0.08	
Euro 3	2000	0.64			0.50	0.56	0.05	
Euro 4	2005	0.50			0.25	0.30	0.025	
Euro 5	2010	0.50			0.18	0.23	0.005	6 x 10 <sup>11</sup>
Euro 6	2015	0.50			0.08	0.17	0.0045	6 x 10 <sup>11</sup>

\* THC – ukupni nesagoreli ugljovodonici; \*\* NMHC – ne-metanski ugljovodonici; - Emisija dizel motora po ECE 83.01 testu (gradski+prigradski ciklus)

Tabela 3. Izduvna emisija putničkih i lakih teretnih vozila  
 Table 3. The exhaust emissions of passenger cars and light trucks

“Euro 5”	Masa (kg)	Gorivo	CO	THC <sup>4</sup>	NMHC <sup>5</sup>	NO <sub>x</sub>	HC+NO <sub>x</sub>	PT <sup>6</sup>
Putnička vozila <sup>2</sup>		Benzin	1.0	0.100	0.068	0.06		-
		Dizel	0.5			0.18	0.230	0.005
Laka komerc. vozila	I ≤ 1305	Benzin	1.0	0.100	0.068	0.6		
		Dizel	0.5			0.18	0.230	0.005
	II 1305÷1760	Benzin	1.81	0.130	0.090	0.075	-	-
		Dizel	0.63			0.235	0.295	0.008
	III <sup>3</sup>	Benzin	2.27	0.160	0.108	0.082	-	-
		Dizel	0.74			0.280	0.350	0.012

1 - Emisija u (g/km) po ECE 83.05 testu (gradski+prigradski ciklus); 2 - Osim za vozila max. mase preko 2500 kg; 3 - Uključujući putnička vozila mase preko 2500 kg; 4 - THC (total hydrocarbons) – ukupni nesagoreli ugljovodonići; 5 - NMHC (non-methane hydrocarbons) – nemetanski ugljovodonići; 6 - Samo za dizel motore i benzinske motore sa direktnim ubrizgavanjem

Tabela 4. Izduvna emisija putničkih i lakih teretnih vozila.  
 Table 4. The exhaust emissions of passenger cars and light trucks.

“Euro 6”	Masa (kg)	Gorivo	CO	THC <sup>4</sup>	NMHC <sup>5</sup>	NO <sub>x</sub>	HC+NO <sub>x</sub>	PT <sup>6</sup>
Putnička vozila <sup>2</sup>		Benzin	1.0	0.100	0.075	0.06		-
		Dizel	0.5			0.08	0.170	0.005
Laka komerc. vozila	I ≤ 1305	Benzin	1.0	0.100	0.075	0.06		
		Dizel	0.5			0.08	0.170	0.005
	II 1305÷1760	Benzin	1.81	0.130	0.10	0.075	-	-
		Dizel	0.63			0.105	0.195	0.008
	III <sup>3</sup> ≥1760	Benzin	2.27	0.160	0.12	0.082	-	-
		Dizel	0.74			0.125	0.215	0.012

\* Propis EC 715/2007 od 20 juna 2007. predviđa još niže granice nakon 2014. godine -Emisija NO<sub>x</sub> dizel motora manja za oko 60% u odnosu na Euro 5 (1 - Emisija u (g/km) po ECE 83.05 testu (gradski+prigradski ciklus); 2 - Osim za vozila max. mase preko 2500 kg; 3 - Uključujući putnička vozila mase preko 2500 kg; 4 - THC (total hydrocarbons) – ukupni nesagoreli ugljovodonići; 5 - NMHC (non-methane hydrocarbons) – nemetanski ugljovodonići; 6 - Samo za dizel motore i benzinske motore sa direktnim ubrizgavanjem)

Tabela 5. Izduvna emisija teških teretnih vozila  
 Table 5. The exhaust emissions of heavy duty vehicles

Nivo	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PT	Dim	Napomena
ECE 49.03	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	m <sup>-1</sup>	
A (2000)	2.1	0.66	5.0	0.10	0.8	Euro III
B1 (2005)	1.5	0.46	3.5	0.02	0.5	Euro IV
B2 (2008)	1.5	0.46	2.0	0.02	0.5	Euro V
C (EEV)	1.5	0.25	2.0	0.02	0.15	
(2013/2014)	1.5	0.13	0.4	0.1		Euro VI

\* (Granice emisija po ESC i ELR testu Pravilnika ECE R49.03)

Tabela 6. Izduvna emisija teških teretnih vozila  
*Table 6. The exhaust emissions of heavy duty vehicles*

Nivo	CO	NMHC	CH <sub>4</sub>	NOx	PM	Napomena
ECE 49	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	
A (2000)	5.45	0.78	1.6	5.0	0.16	Euro III
B1 (2005)	4.0	0.55	1.1	3.5	0.03	Euro IV
B2 (2008)	4.0	0.55	1.1	2.0	0.03	Euro V
C (EEV)	3.0	0.40	0.65	2.0	0.02	
(2013/2014)	4.0	0.16	0.5	0.4	0.01	Euro VI

\* (Granice emisija po ETC testu Pravilnika ECE R 49.03)

Tabela 7. Izduvna emisija teških teretnih vozila  
*Table 7. The exhaust emissions of heavy duty vehicles*

Test	CO	THC	NMHC	CH <sub>4</sub>	NOx	NH <sub>3</sub>	PM
	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	ppm	g/kWh
ESC (diz.)	1.5	0.13			0.4	10	0.01
ETC (diz.)	4.0	0.16			0.4	10	0.01
ETC (oto)	4.0		0.16	0.5	0.4	10	0.01

\* (Euro VI EU Direktiva 595/2009/EC)

Tabela 8. Izduvna emisija dizel motora ne-drumskih vozila - traktora i radne mehanizacije  
*Table 8. The exhaust emissions of diesel engines non-road vehicles - tractors and working machinery*

Snaga(kW)	CO	HC	NOx
130≤P<560	5.0	1.3	9.2
75≤P<130	5.0	1.3	9.2
37≤P<75	6.5	1.3	9.2

\* (NRMM – Non Road Mobile Machinery) Emissions (g/kWh) Pravilnik ECE R96.00), ISO 8178-4 C2

Tabela 9. Izduvna emisija dizel motora ne-drumskih vozila - traktora i radne mehanizacije  
*Table 9. The exhaust emissions of diesel engines non-road vehicles - tractors and working machinery*

Snaga (kW)	CO	HC	NOx
130≤P<560	3.5	1.0	6.0
75≤P<130	5.0	1.0	6.0
37≤P<75	5.0	1.3	7.0
18≤P<37	5.5	1.5	8.0

\* (NRMM – Non Road Mobile Machinery) Emissions (g/kWh) ECE R96.01 , ISO 8178-4 C2

Tabela 10. Izduvna emisija dizel motora ne-drumskih vozila - traktora i radne mehanizacije  
*Table 10. The exhaust emissions of diesel engines of non-road vehicles - tractors and working machinery*

Snaga (kW) ***	CO (g/kWh)	HC + NOx (g/kWh)	PT (g/kWh)	Važi od (u EU)
130≤P<560	3.5	4.0	0.2	30.06.2005
75≤P<130	5.0	4.0	0.3	31.12.2005
37≤P<75	5.0	4.7	0.4	31.12.2006
19≤P<37	5.5	7.5	0.6	31.12.2006

\* (NRMM) Emissions (g/kWh) Stage IIIA (Dir2004/68/EC), ECE R96.02, ISO 8178-4 C2

Tabela 11. Izduvna emisija dizel motora ne-drumskih vozila - traktora i radne mehanizacije  
*Table 11. The exhaust emissions of diesel engines of non-road vehicles - tractors and working machinery*

Snaga (kW)	CO	HC	NOx	PT	Važi do
130≤P<560	3.5	0.19	2.0	0.025	30.06.09
75≤P<130	5.0	0.19	3.3	0.025	31.12.10
56≤P<75	5.0	0.19	3.3	0.025	31.12.10
37≤P<56	5.5	HC+NOx=4.7	HC+NOx=4.7	0.025	31.12.11

\* Emissions (g/kWh) Stage IIIB (Dir2004/68/EC), Test cycle: NRSC (8 mode) ISO 8178-4 C2 or NRTC

Tabela 12. Izduvna emisija dizel motora ne-drumskih vozila - traktora i radne mehanizacije  
*Table 12. The exhaust emissions of diesel engines of non-road vehicles - tractors and working machinery*

Snaga (kW) ***	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	PT (g/kWh)
130≤P<560	3.5	0.19	0.4	0.025
56≤P<130	5.0	0.19	0.4	0.025

\* Emissions (g/kWh) Stage IV (Dir2004/68/EC), Test cycle: NRSC (8 mode) ISO 8178-4 C2 or NRTC

Na osnovu predhodno prikazanih podataka, vidi se da će propisi biti sve stroži, a primena oto i doizel motora za pogon vozila sve manja. Da bi se zadovoljili sve strožiji propisi, po pitanju izduvne emisije motornih vozila, neophodno je razvijati nove savremene tehnologije. Uvođenje novih- tzv. alternativnih pogona u serijsku proizvodnju zahteva sveobuhvatna istraživanja, kao i iznalaženje onih rešenja koja će zadovoljiti ne samo kriterijume po pitanju izduvne emisije, već i po pitanju performansi i karakteristika vozila. Pri tome neophodno je obezbediti i što niže troškove proizvodnje i eksploatacije vozila sa takvim pogonima.

## SAMODIJAGNOSTIKA VOZILA I KOMUNICIRANJA VOZILA SA OKRUŽENJEM

OBD (On-Board Diagnostic) dijagnostika na vozilu je termin koji podrazumeva sposobnost samodijagnostike vozila i komuniciranja vozila sa spoljašnjim svetom. Moderni OBD standard omogućavaju vlasniku i/ili serviseru uvid u stanje vozila i praćenje trenutnih parametara u vozilu.

OBD je kompjuterski baziran sistem za detektovanje i čuvanje kodova koji označavaju otkaz u radu motora i sistema za kontrolu emisije. Zadatak OBD sistema je da informiše vozača kada neki od parametara emisije ili rada motora izađe van dozvoljenih granica.

U aprilu 1985, Kalifornijski bord za vazdušne resurse (*CARB*) je odobrio propise u vezi samodijagnostike vozila. Ovi propisi, koji su se odnosili na skoro sva putnička i laka transportna vozila koja su se od 1988. godine, pa nadalje, prodavala na tržištu Kalifornije, zahtevali su da kontrolni modul motora prati kritične komponente u vezi emisije i da upali signalnu lampicu kada se otkaz detektuje. OBD takođe daje i dijagnostički kod otkaza što pomaže mehaničarima u određivanju najverovatnijeg uzroka otkaza u sistemu za obrazovanje smeše ili elektronike motora. Osnovna namera ovih propisa je dvojaka:

a) Poboľšanje kvaliteta izduvne emisije u toku eksploatacije na taj način što se vozač opominje kada se otkaz dogodi.

b) Pomoć mehaničarima u identifikovanju i popravljanju otkaza na sistemu za kontrolu emisije.

OBD sistem primenjuje se na komponentama za koje se smatra da bi njihov otkaz najviše uticao na pogoršanje izduvne emisije. Najčešće to obuhvata: sve glavne senzo-re motora, sistem za merenje potrošnje goriva i sistem za recirkulaciju vazduha.

Glavne komponente OBD sistema su: dijagnostički kod otkaza (DTC), signalna lampica na instrumental tabli (MIL), dijagnostički monitoring ulaznih veličina, merenja potrošnje goriva, recirkulacije izduvne emisije, praćenja otvorenosti i zatvorenosti pojedinih kola.

Iako nije zahtevano OBD propisima, neki proizvođači su uveli serijski prenos podataka (informacije digitalno kodirane i da se prenose u serijama digitalnih karaktera), kojima se može pristupiti pomoću specijalnih servisnih uređaja. Kod serijskog prenosa podataka elektronskoj informaciji o davaču, aktuatoru, količini ubrzanog goriva, paljenju itd. može se pristupiti putem provodnika koji izlazi iz *kontrolnog modula motora (ECM)*. Serije ovih karaktera se mogu dekodirati i prikazati pomoću servisnih uređaja.

Dijagnostičke kodove otkaza- Diagnostic Trouble Codes (DTC) generišu dijagnostički sistemi na vozilu i skladište ih u memoriji *ECM*. Oni označavaju kolo u okviru koga je detektovan kvar. *ECM* ima dve vrste memorije, kratkotrajnu i dugotrajnu. Da li će kod biti zapisan u jednu ili drugu zavisi od toga da li je reč o kontinualnom (teškom) otkazu ili otkazu koji se javlja sa prekidima.

Iako je OBD obezbeđivao bitne informacije o većem broju sistema i komponenti kritičnih za emisiju, postojalo je nekoliko koje nisu ugrađene u OBD sistem usled tehničkih ograničenja koja su postojala u vreme kada je sistem uveden u proizvodnju (tokom modelske 1988. godine). Od vremena kada je ODB uveden desilo se nekoliko velikih tehničkih otkrića. Na primer tehnologija praćenja izostanka paljenja i efikasnosti katalizatora su bile razvijene i uvedene u serijske modele.

Kao rezultat ovih tehničkih otkrića i zato što su se postojeći programi provere i održavanja sistemima za kontrolu emisije pokazali manje efikasni nego što se očekivalo u detektovanju otkaza koji se javljaju tokom normalne eksploatacije. Na inicijativu *CARB*-a razvijeni su obimniji OBD sistemi.

OBD II, koji je uveden od 1994. do 1996. godine imao je dodatke za: praćenje efikasnosti katalizatora, praćenje izostanka paljenja, praćenje sistema za prikupljanje isparenja iz rezervoara, praćenje sistema sekundarnog vazduha i praćenje protoka kroz sistema za *recirkulaciju izduvne emisije* (EGR). Serijski prenos podataka koji se sastoji od 20 osnovnih parametara i dijagnostičkih kodova otkaza postao je obavezni deo dijagnostičkog sistema.

Pored osnovnih OBD propisa u vezi prenosa podataka *Toyota* je unapredila sistem prenosa podataka tako da sadrži još oko 60 dodatnih parametara. Pristup svim OBD II podacima moguće je pomoću servisnih uređaja preko standardizovanog konektora za prenos podataka (*DLC*).

Standardi u vezi podataka, servisnih uređaja, uslova testa, digitalnih kodova otkaza, i svega vezanog za uvođenje propisa OBD II, ustanovljeni su od strane udruženja automobilskih inženjera (*SAE*).

Cilj propisa OBD II je da obezbedi vozilo sa dijagnostičkim sistemom koji je u stanju da kontinualno prati efikasnost sistema za kontrolu emisije, i da unapredi dijagnostikovanje i popravku kada se otkaz dogodi. U suštini, svako vozilo opremljeno sistemom OBD II ima i deo za proveru i održavanje sistema za kontrolu emisije.

Katalizatori su hemijske supstance koje utiču na hemijsku reakciju, a da pritom same ostanu nepromenjene. U vozilima se katalizator koristi za prečišćavanje izduvnih gasova: oksidi azota ( $\text{NO}_x$ ) se pretvaraju u ugljen-dioksid ( $\text{CO}_2$ ) i azot ( $\text{N}_2$ ), ugljenmonoksid ( $\text{CO}$ ) oksidacijom prelazi u ugljen-dioksid ( $\text{CO}_2$ ), ugljovodonici ( $\text{HC}$ ) oksidacijom prelaze u ugljen-dioksid ( $\text{CO}_2$ ) i vodu ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Zbog toga je katalizator jedna od najvažnijih komponenti u smislu kontrole emisije izduvnih gasova. Katalizator svoju punu radnu sposobnost postiže u rasponu temperatura od  $350^\circ\text{C}$  do  $750^\circ\text{C}$ . Gorivo koje sadrži olovo i temperature preko  $1000^\circ\text{C}$  mogu uništiti katalizator.

Kod katalizatora se prate efikasnost rada i njegovo starenje. Da bi se pratilo stanje katalizatora, druga lambda sonda, koja se nalazi iza katalizatora, meri sadržaj zaostalog kiseonika u izduvnim gasovima. Naponski signal sa prve lambda sonde se poredi sa signalom koji daje sekundarna lambda sonda, iza katalizatora. Signal sa upravljačke lambda sonde znatno osciluje zbog promena u sadržaju zaostalog kiseonika u izduvnim gasovima, što je posledica lambda regulacije. Ispravan katalizator akumulira velike količine kiseonika. Zbog toga će izmereni sadržaj kiseonika iza katalizatora veoma malo varirati, pa će i naponski signal druge lambda sonde biti relativno konstantan, bez velikih oscilacija.

Da bi vozila zadovoljila Euro 5 i Euro 6 standarde koriste se katalizatori za dodatno tretiranje štetnih materija. To su SCR-katalizator (Selective Catalytic Reduction, dodatno tretiranje azotnih oksida), i DPF katalizator (filter čestica čađi).

Smanjene performanse ili neravnomeran rad potiču od neispravnosti u radu motora. Takve neispravnosti su prouzrokovane greškama u sistemu za paljenje i sistemu za napajanje gorivom, ali mogu biti prouzrokovane i mehaničkim oštećenjima u motoru. Posledice poremećaja sagorevanja i izostanka paljenja su: Pad snage motora, narušavanje kvaliteta izduvnih gasova, prodor nesagorelog goriva u izduvni sistem i pregrevanje i oštećenje katalizatora; Narušavanje i potpuno spiranje uljanog filma u cilindru zbog nesagorelog goriva, nastaje mešovito trenje, povećano habanje, te dolazi do oštećenja klipova; Klipnih prstenova i cilindara. Iz tih razloga se tokom rada

motora neprekidno kontroliše da li je došlo do neravnomernog rada ili do izostanka paljenja.

Detekcija prekida u radu se zasniva na registrovanju neravnomernosti rada motora putem praćenja broja obrtaja kolenastog vratila. Pomoću ozubljenog prstena na kolenastom vratilu i na osnovu položaja bregastog vratila moguće je detektovati u kojem cilindru postoji izostanak paljenja. Ozubljenje je podeljeno u sektore, a ta podela odgovara broju radnih taktova po jednom obrtaju kolenastog vratila. Kod četvorocilindričnog motora postoje dva sektora, kod šestocilindričnog tri, a kod osmocilindričnog četiri sektora.

Na osnovu broja obrtaja motora i trenutka paljenja smeše, za svaki sektor se beleži vreme ciklusa. Ako nema izostanka paljenja, vreme će biti isto za svaki sektor. Ako se izostanak paljenja pojavi u nekom cilindru, brzina u odgovarajućem sektoru će se smanjiti, a vreme ciklusa povećati. Uočene i potvrđene greške se memorišu i zatim prijavljuju aktiviranjem sijalice.

EGR predstavlja koncept recirkulacije izduvnih gasova kojim se obezbeđuje povratak jednog dela izduvnih gasova u komoru za sagorevanje da bi se redukovalo stvaranje azotnih oksida tokom procesa sagorevanja u motoru. Suština ovog koncepta je u vraćanju 15 do 20% izduvnih gasova u komoru za sagorevanje.

Pre vraćanja izduvni gasovi se primenom izmenjivača toplote hlade, pa se teko temperatura izduvnih gasova koja se nalazi u rasponu od 600 do 700°C smanjuje na 200°C. Ovim se postiže da temperature ne prelaze optimalnih 1800°C (ovo je temperatura pri kojoj nastaju azotni oksidi). Kako bi se postigle dobre performanse EGR ne funkcioniše kada je motor hladan. Kada ventil recirkulacije izduvnih gasova ispravno radi procenjuje se da je emisija štetnih NO<sub>x</sub> gasova smanjena za 30%.

Praćenjem rada senzora kiseonika (lambda sonde) i trajanja impulsa ubrizgavanja tokom pražnjenja kanistera sa aktivnim ugljem, ECU može da detektuje smanjenje količine kiseonika u izduvnim gasovima i da izvrši odgovarajuće smanjenje dužine impulsa ubrizgavanja kako bi korigovao trenutno stanje bogate smeše. U tom smislu ECU može da detektuje otkaz u sistemu za pražnjenje kanistera sa aktivnim ugljem, i da sačuva DTC i obavesti vozača o pojavi otkaza.

Provera ispravnosti sistema sekundarnog vazduha vrši se trenutnim puštanjem sekundarnog vazduha ispred prve lambda sonde za vreme rada motora u zatvorenoj petlji regulacije sastava smeše. Tada ECU treba da prati reakciju senzora kiseonika čiji signal mora ukazati na prisustvo viška kiseonika u izduvnim gasovima koje ECU shvata kao osiromašenje smeše. Radi održavanja stehiometrijskog sastava smeše ECU produžava trajanje impulsa ubrizgavanja. Ukoliko se sve ovo desi tada se dobija informacija da sistem sekundarnog vazduha funkcioniše normalno. Ukoliko nakon trenutnog ubrizgavanja sekundarnog vazduha ne dođe do produženja trajanja impulsa ubrizgavanja ECU treba da detektuje otkaz u sistemu sekundarnog vazduha, da memoriše DTC i obavesti vozača o otkazu preko MIL sijalice.

## ZAKLJUČAK

Da bi se poboljšao sastav izduvne emisije neophodno je obezbediti sledeće:

- Zadovoljavajući nivo emisije NO<sub>x</sub> na izlazu iz motora zahtevaju usavršenu kontrolu sagorevanja. To zahteva nove tehnologije, kao što je promenljivo hlađenje, promenljiva šema razvoda, promenljiv stepen sabijanja i sl. Nije verovatno da će one biti raspoložive pre 2014 godine.
- Sam hlađeni EGR može se koristiti za postizanje Euro IV i V nivoa emisije NO<sub>x</sub>, ali tada može doći do povećanja emisije čestica (PM). Za smanjenje emisije čestica se može koristiti oksidacioni katalizator čestica (POC) ili DPF, ali je bolje optimizirati sagorevanje i sistem EGR sa usavršenim sistemom ubrizgavanja (FIE).
- U SAD se prednost daje sistemu EGR, a umesto SCR se preferira apsorpcioni katalizator (DeNO<sub>x</sub>).
- DPF se već koristi na Euro IV i V motorima, ali će Euro VI zahtevi proširiti njihovu primenu.
- Izmena ka svetskoj harmonizovanoj proceduri ispitivanja će zahtevati kontrolu termičkog stanja izduvnog gasa kako bi se postigla brza efikasnost SCR nakon hladnog starta. Ukoliko se prihvati WHTC test granice emisije će preći ETC nivo.
- Tipični Euro VI dizel motor teških vozila verovatno će morati da koristi hlađenu recirkulaciju izduvnog gasa (EGR) plus selektivni katalitički konvertor (SCR) sa filtrom čestica (DPF).
- U osnovi sam motor poseduje usavršen sistem sagorevanja, sistem natpunjenja, sistem ubrizgavanja goriva i (eventualno) sistem EGR.
- - Sistem SCR je počeo da se koristi i za smanjenje emisije NO<sub>x</sub> do nivoa Euro IV i V. Efikasnost konverzije u postojećem postupku ispitivanja iznosi oko 75 do 85 %. Pri tome Euro IV/V motori sa SCR ne koriste EGR. Za Euro VI nivo emisije NO<sub>x</sub> mora se kombinovati SCR sa hlađenim EGR.

## LITERATURA

- [1] Deibel, L.E., Zumwalt, B.: "Modular approach to on-board automatic data collection systems", Transportation Research Board, Washington, 1984
- [2] The gas vehicles report (GVR), vol.8, No 86, March 2009.
- [3] Hedbom, A.: Assessments of test cycle proposals, AB Svensk Bilproving, 1995.

# MOGUĆNOST IZRAŽAVANJA KARAKTERISTIKA KVALITETA ELEKTRO OPREME POGONSKOG MOTORA VOZILA

Ivan Krstić<sup>1</sup>, Vojislav Krstić<sup>2</sup>, Božidar Krstić<sup>3-1</sup>, Jovica Vasiljević<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Elektronski fakultet u Nišu, student doktorskih studija*

<sup>2</sup> *Elektronski fakultet u Beogradu, student doktorskih studija*

<sup>3</sup> *Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu, profesor*

<sup>4</sup> *Agencija za bezbednost saobraćaja R. Srbije, Beograd*

## SAŽETAK

Kvalitet rada motornih vozila iskazuje se preko efektivnosti, odnosno gotovosti, pouzdanosti i pogodnosti održavanja kao njenih komponenti.

Procesi promene stanja motornih vozila analiziraju se kao slučajni, jer su vremena rada do pojave otkaza slučajne veličine. Pouzdanost, kao karakteristika koja definiše osobinu vozila odražava radnu sposobnost tokom vremena, definiše se preko pokazatelja. verovatnoće.

Cilj rada je prikaz karakteristika motornog vozila i mogućnost izražavanja njegovog kvaliteta.

**Ključne reči:** pogonski motor, vozilo, efektivnost, pouzdanost, gotovost, pogodnost održavanja, kvalitet

## POSSIBILITY EXPRESSION CHARACTERISTICS QUALITY OF ELECTRONIC DEVICES MOTOR ENGINE

Ivan Krstić<sup>1</sup>, Vojislav Krstić<sup>2</sup>, Božidar Krstić<sup>3-1</sup>, Jovica Vasiljević<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Faculty of Electronic Engineering, PhD student*

<sup>2</sup> *Electronic Engineering in Belgrade, PhD student*

<sup>3</sup> *Faculty of Mechanical Engineering in Kragujevac, professor*

<sup>4</sup> *Agency for Traffic Safety of Serbia, Belgrade*

## ABSTRACT

Work quality the motor vehicles is stated the effectiveness, notably their components: availability, reliability and suitability of maintenance.

Proces of state changes of a motor vehicles are considered accidental, since the time interval in which the system operates until it fails is an unforeseeable variable.

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Božidar Krstić, e-mail: [bkrstic@kg.ac.rs](mailto:bkrstic@kg.ac.rs)

Reability, as a component that defines a system's nature to maintain its working ability in a given time period, is defined through probability indicators.

Am of the work is review characteristics of motor engine and possibility expression its quality

**Key word:** motor engine, effectiveness, availability, reliability, suitability of maintenance, quality

## UVOD

Samo jedno rešenje strategije održavanja, za dati pogonski motor i date uslove korišćenja, je optimalno. U tom slučaju se postižu najpovoljnije vrednosti gotovosti, pouzdanosti, minimalni troškovi korišćenja i održavanja, a samim tim i smanjenje ukupnih troškova životnog ciklusa. Zadatak optimizacije sistema održavanja pogonskih agregata sastoji se u traženju tog optimuma. Radi iznalaženja optimalnog rešenja sistema održavanja pogonskog agregata neophodno je pravilno odrediti zakonitost promene njegovih tehničkih karakteristika, prvenstveno kroz određivanje parametara njegove pouzdanosti. To je i osnovni cilj ovog rada. U radu su prikazani rezultati određivanja parametara pouzdanosti pogonskog motora vozila posebne namene. Na osnovu dobijenih rezultata moguće je odrediti vrednost optimalne periodičnosti njegovog održavanja.

## PREDMET ISTRAŽIVANJA

U vozilo posebne namene ugrađen je pogonski motor dizel sa posebnim eksploataciono tehničkim karakteristikama, koji je predmet istraživanja u ovom radu.

Ugrađeni motor je četvorotaktni "V" dizel-motor sa 10 cilindara pod uglom od 90° i direktnim ubrizgavanjem, sa komorom u klipnu i hlađen tečnošću. Motor je smešten u motorno-transmissionom odeljku vozila, paralelno uzdužnoj osi vozila, a pričvršćen je preko četiri elastična oslonca na postolje zavareno za podnu ploču vozila. Elastični oslonci motora su pričvršćeni za postolje sa po četiri vijka sa navrtkama. Motor je u vozilo postavljen tako da mu je zadnja strana (zamajac) okrenuta prema prednjem delu vozila, a prednja prema zadnjem delu vozila.

## NAJČEŠĆE NEISPRAVNOSTI

U realnim uslovima eksploatacije, na analiziranom motoru, javljaju se najčešće sledeće neispravnosti:

- Motor otežano startuje, nedozvoljeno dimi zbog nepravilnog naleganja ventila na sedište ili zbog loma ventilskih opruga.
- Motor pri radu ima nedozvoljeno veliku potrošnju motornog ulja zbog povećanja zazora između stabla ventila i vodice ventila (habanje usled dugotrajnog rada).
- Motor pri radu lupa zbog oštećenja klipova, usled pregrevanja motora ili povećane specifične potrošnje goriva.
- Motor teško startuje, prekomerno dimi usled prisustva ulja u prostoru za sagorevanje a zbog loma ili gubitka elastičnosti klipnih prstenova.

- Pri radu motora dolazi do naglog pada pritiska ulja za podmazivanje motora zbog loma pogonskog vratila pumpe za ulje.

- Motor ne razvija punu snagu zbog nedovoljnog hoda zupčaste letve pumpe visokog pritiska usled poremećaja hoda poluga pedale gasa.

- Motor pri radu ima pritisak ulja ispod minimalno dozvoljenog zbog dugotrajnog rada motora a usled povećanja zazora između rukavca kolenastog vratila i osnovnih ležajeva.

- Motor ne razvija punu snagu zbog nedovoljnog hoda zupčaste letve pumpe visokog pritiska usled poremećaja hoda poluga pedale gasa.

- Motor teško startuje, neravnomerno radi zbog nedovoljne količine goriva usled zaribavanja elementa pumpe visokog pritiska (loš kvalitet goriva).

- Motor teško pali, neravnomerno radi jer ne dobija dovoljnu količinu goriva u brizgaljku usled loma ili plastične deformacije opruge podizača klipa.

- Motor teško pali, neravnomerno radi jer ne dobija dovoljnu količinu goriva u brizgaljku usled zaribavanja klipa propusno-nepovratnog ventila pumpe visokog pritiska.

- Motor teško pali, neravnomerno radi jer ne dobija dovoljnu količinu goriva usled loma ili plastične deformacije opruge propusno-nepovratnog ventila pumpe visokog pritiska.

- Motor pri radu razvija broj obrtaja iznad maksimalno dozvoljenog zbog zaribavanja zupčaste letve (loš kvalitet goriva).

- Motor pri radu nestabilno radi usled povećanja aksijalnog zazora (slobodni hod) bregastog vratila pumpe visokog pritiska.

- Motor pri radu dimi, pri radu ne razvija punu snagu usled promene ugla predubrizgavanja zbog istrošenja bregova bregaste osovine pumpe visokog pritiska.

- Motor ne razvija punu snagu, prekomerno dimi zbog promene ugla predubrizgavanja pumpe visokog pritiska za više od tri stepena.

- Motor nepravilno i nestabilno radi, ne razvija punu snagu, nedozvoljeno dimi usled nedovoljne količine goriva ili prevelike količine goriva a zbog loma čaure ili ozubljenja čaure elementa pumpe visokog pritiska.

- Motor pri radu nema stabilan broj obrtaja zbog oštećenja naležućih površina na potisnoj ploči regulatora broja obrtaja usled osipanja cementiranog sloja i habanja potisne ploče.

- Motor teško pali, neravnomerno radi jer ne dobija dovoljnu količinu goriva usled loma ili plastične deformacije opruge propusno-nepovratnog ventila pumpe visokog pritiska.

- Motor pri radu nedozvoljeno dimi zbog nepravilnog raspršavanja goriva u prostor za sgorevanje a usled zaribavanja igle raspršivača brizgaljke (loš kvalitet goriva).

- Motor neravnomerno radi i ne razvija punu snagu zbog nedovoljne količine goriva usled zaprljanosti prečistača goriva brizgaljke (loš kvalitet goriva).

- Motor pri radu nedozvoljeno dimi usled neispravnosti brizgaljki zbog habanja i nagorevanja konusnih površina igle i tela raspršivača.

- Motor ne može da startuje jer pogonski zupčanik elektropokretača ne okreće ili se ne okreće dovoljnim brojem obrtaja usled labavljenja elektro voda elektropokretača.

- Motor nakon startovanja se gasi zbog nedovoljne količina goriva koju šalje pumpe niskog pritiska u pumpe visokog pritiska a usled zaribavanja pločice rotora (loš kvalitet goriva).

- Motor ne može da startuje jer pogonski zupčanik elektropokretača ne okreće ili se ne okreće dovoljnim brojem obrtaja jer četkice elektropokretača imaju vezu sa masom.

- Motor ne može da startuje jer pogonski zupčanik elektropokretača ne okreće ili se okreće nedovoljnim brojem obrtaja usled toga što spojnica elektropokretača proklizava.

- Pri radu motora temperatura rashladne tečnosti dostiže maksimalnu vrednost zbog proklizavanja klinastih remenova, a usled istegnutosti klinastih remenova.

- Motor vrlo brzo dostiže maksimalnu i veću temperaturu rashladne tečnosti zbog neispravne pumpe za vodu ili loma pogonskog vratila pumpe za vodu.

- Motor ne može da se pusti u rad zbog prisustva vazduha u sistemu za gorivo usled labavljenja spojeva cevi i prečistača goriva.

- Motor se pušta u rad ali se odmah zaustavlja zbog nedostatka goriva u pumpe visokog pritiska usled zaprljanosti uljaka prečistača goriva.

- Pri radu motora dolazi do prolaza izduvnih gasova kroz zaptivače izduvnih kolektora usled povećanja temperature izduvnih gasova iznad dozvoljene.

- Pri radu motora temperatura ulja na izlazu iz motora dostiže maksimum zbog neodgovarajućih fizičko-hemijs. karakteristika ulja, a usled dugotrajne upotrebe.

- Motor pri radu nema dovoljan pritisak ulja zbog zaprljanosti prečistača ulja a usled nedovoljne čistoće sistema za podmazivanje.

- Pri radu motora dolazi do propuštanja izduvnih gasova između glave i bloka motora usled progorevanja zaptivača glava a usled pregrejanosti motora.

## **ODREĐIVANJE PARAMETARA POUZDANOSTI POGONSKOG MOTORA**

Radi planiranja mera održavanja motora, predviđanja njihovog veka trajanja i ocene kvaliteta sastavnih elemenata vozila, kao i vozila u celini, neophodno je odrediti parametre njegove pouzdanosti. S obzirom da od ispravnosti utvrđivanja modela raspodele pouzdanosti zavise svi dalji zaključci i odluke vezane za preduzimanje odgovarajućih mera u cilju održavanja zahtevanog nivoa pouzdanosti motora, ovoj fazi analize treba posvetiti posebnu pažnju.

Tabela 1. Vremena rada do pojave otkaza pogonskog motora

*Table 1. Operation times the failures of the engine*

1	PVP	240	26	Glava motora	275
2	Prečistač goriva	400	27	Klipovi, karike	475
3	Brizgaljke	532	28	Pumpa niskog pritiska	272
4	Pumpa za vodu	339	29	Glava motora	386
5	Pumpa za ulje	544	30	Pumpa za vodu	197
6	Pumpa za vodu	754	31	Pumpa nis.prit.	475
7	Prečistač goriva	201	32	Izduvni kolektori	284
8	Brizgaljke	301	33	Izduvni kolektori	628

9	Glava motora	763	34	Brizgaljke	619
10	Brizgaljke	147	35	Prečistač goriva	702
11	PVP	278	36	Klipovi, karike	579
12	Glava motora	548	37	Izduvni kolektori	415
13	PVP	238	38	PVP	277
14	Klipovi, karike	399	39	Brizgaljke	251
15	Pumpa niskog pritiska	206	40	Izduvni kolektori	276
16	Pumpa za vodu	98	41	PVP	379
17	Pumpa nis. prit.	762	42	PVP	478
18	PVP	342	43	Glava motora	394
19	Brizgaljke	368	44	Glava motora	333
20	Sistem za podmaziv.	428	45	Glava motora	548
21	PVP	593	46	Klipovi, klipni prstenovi	639
22	Elektropokretač	435	47	Kolenasto vratilo	948
23	Prečistač goriva	300	48	Brizgaljke	243
24	Kolenasto vrat.	590	49	Kolenasto vratilo	634
25	Klipovi	355	50	Pumpa niskog pritiska	152

Tabela 2. Rezultati grupisanja otkaza po intervalima vremena rada pogonskog motora  
*Table 2. Results of grouping intervals of time after the cancellation of the engine*

Редни број интервала	i	1	2	3	4	5	6	7
Доња граница интервала [мч]	$i_d$	77,0	201,4	325,9	450,3	574,7	699,1	823,6
Горња граница интервала [мч]	$i_g$	201,4	325,9	450,3	574,7	699,1	823,6	948,0
Средња вредност интервала [мч]	$sv_{interv}$	139,2	263,6	388,1	512,5	636,9	761,4	885,8
Број отказа у интервалу	$n_i$	6	13	13	7	7	4	1

Tabela 3. Procenjene vrednosti pokazatelja pouzdanosti pogonskog motora  
*Table 3. Estimated value of the reliability of the engine*

i	$N_i$	$sv_{interv}$	$cn_i$	$f [мч^{-1}]$	F	R	$h [мч^{-1}]$
1	6	139,2	3,0	9,45E-04	0,058824	0,941176	0,001005
2	13	263,6	12,5	2,05E-03	0,245098	0,754902	0,002714
3	13	388,1	25,5	2,05E-03	0,5	0,5	0,004097
4	7	512,5	35,5	1,10E-03	0,696078	0,303922	0,003629
5	7	636,9	42,5	1,10E-03	0,833333	0,166667	0,006618
6	4	761,4	48,0	6,30E-04	0,941176	0,058824	0,010716
7	1	885,8	50,5	1,58E-04	0,990196	0,009804	0,016073

Tabela 4: Uporedni prikaz kvantitativnih pokazatelja odstupanja teorijskih modela raspodela od empirijske raspodele pogonskog motora

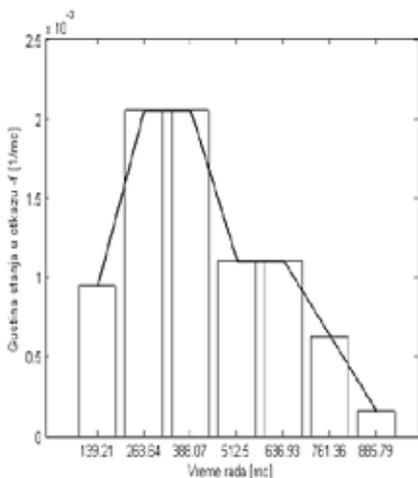
Table 4: Comparative review of quantitative indicators of deviation from the theoretical model of the distribution of the empirical distribution of the engine

Тест Расподела	Тест Колмогоров-Смирнова: $D_n$	Тест Пирсона: $\chi^2$	Тест Романовског: $R_0$
Вејбулова	0,0373	0,0038	1,4129
Експоненцијална	0,2269	0,3364	1,4748
Рејлијева	0,0396	0,0179	1,5755

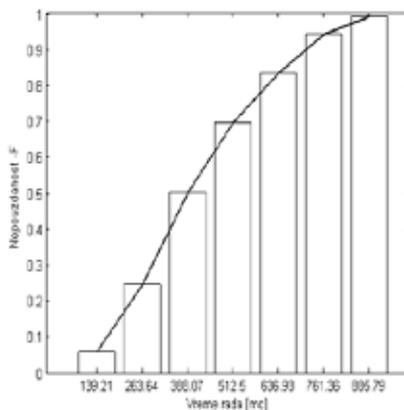
Na slikama 1,2,3 i 4 dati su grafički prikazi procenjenih pokazatelja pouzdanosti za analizirani motor.

Na osnovu podataka datih u tabeli 1 uočava se da je: Ukupan broj podataka (veličina uzorka):  $n=51$ ; Minimalno vreme rada do otkaza:  $t_{\min} = 77$  motočasova rada; maksimalno vreme rada do otkaza:  $t_{\max} = 948$  motočasova rada.

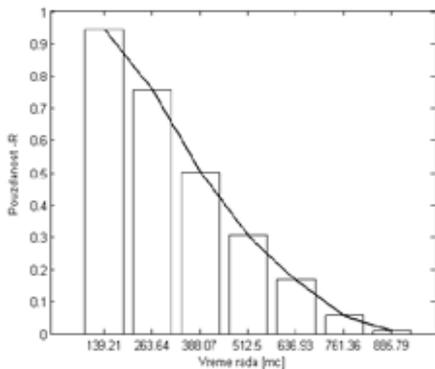
Primenom poznate metodologije [1] određeni su parametri raspoloživog statističkog skupa: Srednja vrednost vremena rada do otkaza:  $t_{sr} = 413$  mč; Standardna devijacija vremena rada do otkaza:  $SD= 192$  mč; Medijana vremena rada do otkaza:  $mediana = 386$  mč; Rang (raspon) vremena rada do otkaza:  $rang = 871$  mč; Broj intervala:  $z = 7$ .



Slika 1: Grafički prikaz procenjene vrednosti frekfrencije pojave otkaza  
Figure 1: Estimated value of graphic frekfrencije failure occurrence

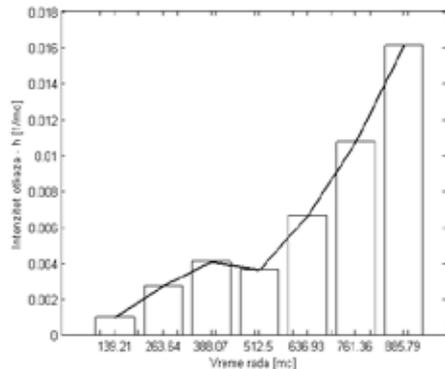


Slika 2: Grafički prikaz procenjene vrednosti funkcije nepouzdanosti  
Figure 2: Graphic presentation of the estimated value of the function of uncertainty



Slika 3: Grafički prikaz procenjene vrednosti funkcije pouzdanosti

Figure 3: Graphical presentation of the estimated value of the reliability function



Slika 4: Grafički prikaz procenjene vrednosti intenziteta otkaza

Figure 4: Estimated value of graphic intensity of failures

## ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA I IZBOR MODELA POUZDANOSTI

Pri neparametarskom testiranju hipotetičkih modela raspodela dobijaju se kvantitativni pokazatelji odstupanja teorijskih modela od empirijske raspodele. Prema [2] izračunata odstupanja mogu se iskoristiti ne samo za potvrdu da li teorijski model zadovoljava određeni test za usvojeni nivo značajnosti, već i da se usvoji onaj teorijski model kod koga su sva ili većina odstupanja najmanja. U tabeli 3 dat je uporedni prikaz karakterističnih veličina za testove Kolmogorov-Smirnova, Pirsona i Romanovskog za sva četiri korišćena teorijska aproksimativna modela pouzdanosti analiziranog motora (Vejbulov, Eksponencijalni, Rejljev, Normalni).

Pri testiranju eksponencijalne raspodele testom Kolmogorov-Smirnova zaključeno je da ova raspodela ne zadovoljava navedeni test, pa će se shodno tome isključiti kao kandidat za aproksimativni model.

Iz table 3 se vidi da su odstupanja  $D_n$  prema testu Kolmogorov-Smirnova i vrednost veličine  $\chi^2$  za test Pirsona ubedljivo najmanji za Vejbulovu raspodelu. Uporedna vrednost za test Romanovskog  $R_0$  neznatno je niža za normalnu raspodelu u odnosu na Vejbulovu.

Kako su kvantitativni pokazatelji odstupanja  $D_n$  i  $\chi^2$  za dva od ukupno tri primejena testa ubedljivo najmanji za Vejbulovu raspodelu, za aproksimativni model pouzdanosti motora OM403 usvojena je Vejbulova dvoparameterska raspodela sa parametrom razmere  $\eta_w = 450,0081$  i parametrom oblika  $\beta_w = 2,1660$ .

Na konkretnom primeru izabranog motora, prikazana je metodologija određivanja najprihvatljivijeg modela održavanja pogonskog motora. Vrednosti vremena rada do pojave otkaza, analiziranog pogonskog motora, do kojih se došlo praćenjem u eksploataciji, date su u tabeli 1. Procenjene vrednosti pokazatelja pouzdanosti motora, do kojih se došlo na osnovu podataka iz eksploatacije (tabela 1), određene su primenom

poznate metodologije [1,2,4] i prikazane u tabeli 2. Primenjujući poznatu metodologiju određivanja zakona raspodele pouzdanosti [3], a na osnovu odstupanja vrednosti teorijske raspodele od rezultata procenjenih vrednosti, na osnovu podataka iz eksploatacije došlo se do zaključka da je Weibulova dvoparameterska raspodela pouzdanosti najprihvatljiviji model za analizirani pogonski motor.

Prihvatajući ovaj zakon raspodele pouzdanosti izrazi za određivanje pouzdanosti, frekvencije pojave otkaza, intenziteta otkaza i srednjeg vremena bezotkaznog rada mogu se napisati u obliku:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{467,7503}\right)^{2,3170}} \quad (1)$$

$$f(t) = \frac{2,3170}{467,7503} \cdot \left(\frac{t}{467,7503}\right)^{2,3170} \cdot e^{-\left(\frac{t}{467,7503}\right)^{2,3170}} \quad (2)$$

$$\lambda(t) = \frac{2,3170}{467,7503} \cdot \left(\frac{t}{467,7503}\right)^{2,3170} \quad (3)$$

$$T_o = \int_0^{\infty} t \cdot \frac{2,3170}{467,7503} \cdot \left(\frac{t}{467,7503}\right)^{2,3170} \cdot dt \quad (4)$$

U izrazima 1,2,3 i 4 promenljiva  $t$  se izražava u motočasovima rada. Na osnovu predhodnih iraza mogu se odrediti optimalne periodičnosti vremena rada posle kojih treba vršiti preventivne preglede, preventivne zamene, opravke ili generalnu reviziju, kao i optimalne vrednosti zalih rezervnih delova [4].

## LITERATURA

[1] B. Krstić, Tehnička eksploatacija motornih vozila i motora, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2009.

[2] I. Krstić, B. Krstić, D. Milosavljević: Effectiveness determination of electronic devices preventive maintenance, DEMI 2011 - 10th Anniversary International conference on accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, Proceedings DEMI 2011, p.825-830.

[3] R. Trifunović: Eksploatacija motora I deo, Mašinski fakultet, Beograd, 1983.

[4] A. A. Lipgart: Dugovečnost avtomobila, Mašgiz, Moskva, 1961.

[5] B. Krstić, V. Lazić, R. Nikolić, V. Raičević, I. Krstić, V. Jovanović: "Optimal strategy for preventive maintenance of the motor vehicles clutch", Journal of the balkan tribological association", Vol.15, No 4, (2009), 611-619

[6] B. Krstić, V. Krstić, I. Krstić: Determination of an Optimal Strategy for Maintaining Motor Vehicle Clutches Using Polycriterion ptimization, Scientific Technical Review, Vol. LVIII, No. 3-4, 2008.

[7] Bass. M.S., Kwakernak H.: Rating and Ranking of Multiple Aspect Alternatives Using, Fuyy Sets Automatics, Vol.13, No. 1, 47-58, 1977.

[8] Vincke P.: Multicriteria Decision – aid, John Wiely Sons, 1992.

[9] British Standard, BS5760, Part 2, Guide to the assessment of reliability, Reliability of systems, equipments and components, BSI, London, 1981.

# ПРИМЕНА ДИГИТАЛНЕ ОБРАДЕ СЛИКЕ У АНАЛИЗИ КВАЛИТЕТА ПОЉОПРИВРЕДНОГ ПРОИЗВОДА

**Марковић Драган<sup>1</sup>, Марковић Ивана<sup>1</sup>, Симоновић Војислав<sup>1</sup>,  
Шакота Росић Јована<sup>1</sup>, Крстић Драган<sup>1</sup>, Ољача Мићо<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Универзитет у Београду, Машински факултет, Краљице Марије 16,  
Београд, Србија*

<sup>2</sup>*Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет,  
Немањина 6, Земун, Србија*

## САЖЕТАК

Дигитална обрада слике подразумева промену природе слике у циљу побољшања приказа информације за људску перцепцију, и погоднију аутономну машинску перцепцију. Инспекција испитиваног пољопривредног производа, вршена од стране обученог особља, у свом задатку има много варијабилности која се огледа у боји, текстури, типовима недостатака што отежава класификацију у краћем временском периоду. Сваки проблем који се решава визуелно, може се решавати боље и квалитетније дигиталном техником. Истовремено са повећањем захтева и очекивања у погледу здравствене безбедности хране које прописују стандарди, потреба за тачним, брзим и објективним начином одређивања ових карактеристика испитиваних производа наставља да расте континуирано. Фундаментални задаци анализе слике подразумевају: детекцију, идентификацију, мерење и решавање проблема. Скорији прогрес у овој области дозвољава аквизицију и анализу слике површине и више милиона пиксела употребом софистицираних система. Овај рад представља детаљан преглед последњег развоја и примене дигиталне обраде слике у аутоматизованој индустријској производњи и преради воћа и поврћа.

**Кључне речи:** Безбедност хране, обрада слике, колор сортирање.

## APPLICATION OF DIGITAL IMAGE PROCESSING IN THE ANALYSIS OF QUALITY OF AGRICULTURAL PRODUCTS

**Markovic Dragan<sup>1</sup>, Markovic Ivana<sup>1</sup>, Simonovic Vojislav<sup>1</sup>,  
Sakota Rosic Jovana<sup>1</sup>, Krstic Dragan<sup>1</sup>, Oljaca Mico<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Kraljice Marije 16,  
Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup>*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Zemun, Serbia*

---

<sup>1</sup> Контакт аутор: Ивана Марковић, е-mail: [imarkovic@mas.bg.ac.rs](mailto:imarkovic@mas.bg.ac.rs)

## ABSTRACT

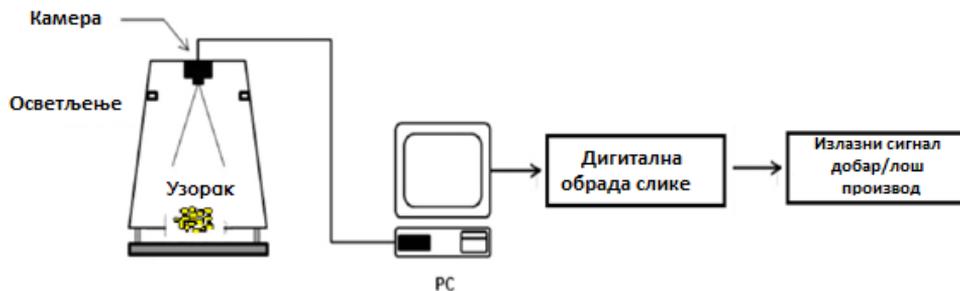
Digital image processing involves different changes of images in order to improve the display of information for human perception and to provide more convenient autonomous machine perception. Inspection of agricultural products, carried out by trained personnel, in their task has a lot of variability, which is reflected in the color, texture, types of defects and makes it difficult to classify in a shorter period of time. Each problem which is solved visually, also can be solved better by digital technology. Simultaneously, with the increasing demands and expectations in terms of food safety standards which is prescribed, the need for accurate, rapid and objective method of determining the characteristics of the investigated products continues to grow continuously. The fundamental tasks of image analysis include: detection, identification, measurement and decisions. The recent progress in this area allows the acquisition and analysis of image surfaces and many millions of pixels, using a sophisticated system. This paper presents a detailed overview of the latest developments and applications of digital image processing in an automated industrial production and processing of fruits and vegetables.

**Key words:** Food safety, imaging processing, color sorting

## УВОД

Да би се проблем недостатка хране у свету решио у примарној производњи хране, преради и поступцима чувања, уведене су нове методе. Међутим, ови поступци не иду увек у правцу осигурања безбедности прехранбених производа. Без обзира о ком поступку се ради мора се увести ефикасан систем контроле квалитета и безбедности намирница. Системи за оптичко пребирање представљају велики напредак у технологији прераде воћа и поврћа, посебно у делу контроле квалитета и аутоматизације индустријске производње. Широки спектар примене и релативно лако прелажење са процеса прераде једне врсте пољопривредног производа на другу даје им посебан значај. Очување квалитета и обезбеђивање здравствено безбедног производа представља императив и изазов данашњим произвођачима и прерађивачима прехранбених производа. Квалитет производа представља субјективни осећај сваког појединца али када је у питању храна, коначну оцену потрошач даје на основу изгледа. Боја представља важну физичку особину за одређивање квалитета и зрелости пољопривредног производа (Lee et al. 2008; Dobrzanski и Rybczynski R, 2002; Hahn, 2002; Singh et al. 1992, Singh et al. 1993) где је визуелна појава кључни фактор за афективну реакцију при бирању хране коју једемо (Zellner, et. al 2010). Боја је била полазна тачка у многим истраживањима и испитивањима квалитета воћа и поврћа, сумаризацију релевантних научних радова на ову тему су дали Zang et al. 2014, Sun и Wu, 2013, Patel et al., 2013, Brosnan, 2004, Chen et al, 2002. **Анализом слике издвајамо делове од интереса који се могу интерпретирати у виду резултата.** На слици 1, је дат основни шематски приказ анализе пољопривредног производа где се снима објекат помоћу камера и применом адекватног осветљења. Након снимања добијени сигнал се даље шаље рачунару и применом одабраних софтвера и програма, врши квантитативна и квалитативна анализа сигнала у облику слике и на

основу претходно дефинисаних критеријума, одређује да ли је производ добар или лош, где се сигнал преноси на излазну јединицу.

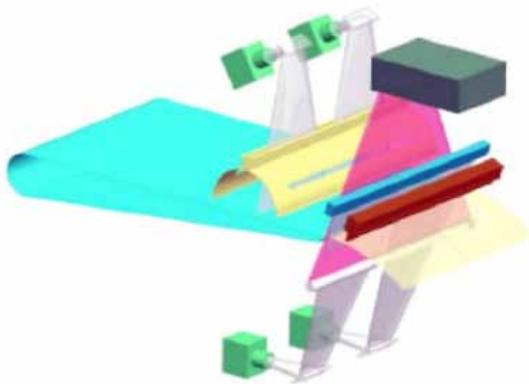


Слика 1. Шематски приказ процедуре сортирања производа  
*Figure 1. Schematic view of sorting procedure*

## СИСТЕМИ МАШИНСКОГ ВИДА

Традиционални системи машинског вида су моћан алат за инспекцију боје, текстуре, облика и неких релативно читих дефеката али има нешто мање ефикасност у детекцији оштећења која нису јасно видљива. Машине које се користе у прехранбеној индустрији се зову колор сортери и могу бити различитих конструкција. Колор сортери се састоје од неколико подсистема: за транспорт производа, за снимање, осветљење, централног управљачког система и избацивање неадекватних производа. Капацитет машине за пребирање је функција производа који се сортира, ширине и брзине транспортне траке и крећу се већ сад од 10-30 t/h, неке од 40-50 t/h, постоје чак и сортери капацитета и до 100 t/h. Подсистеми за транспорт производа су углавном тракасти транспортери различитих материјала, ширина и боја у зависности од производа који се транспортује и уређаја за снимање. Ширина траке варира у опсегу од 700-2100mm а брзина 60-240 m/min. Подсистеми за снимање могу садржати различит број уређаја за снимање и углавном се користе камере и ласери. Број камера је од две до четири камере и један до два ласера. Камере могу да буду монохроматске (углавном се не користе у прехранбеној индустрији), колор камере, хиперспектралне камере и NIR (Near-Infrared). На слици 2, је дат шематски приказ могуће поставке уређаја за снимање. Углавном се користе доње и горње камере како би производ био снимљен са свих страна. Детаљан опис и преглед примена традиционалног, хиперспектралног и мултиспектралног система машинског вида је дао Zang et al., 2014.

Што се тиче осветљења, CIE (International Commission on Illumination, 2016) је дефинисала неколико стандардних осветљења где је извршена спецификација према температурама осветљења. При инспекцији прехранбених производа најчешће се користи А (2856К), С (6774К) D<sub>65</sub> (6500К) и D (7500К). У индустријској примени најчешће је у употреби UV (ultraviolet) осветљење, флуоресцентно, LED (Light Emitting Diode) и HID (High Intensity Discharge) осветљење.



Слика 2. Шематски приказ могуће поставке уређаја за снимање  
*Figure 2. Schematic view possible settings of capture devices*

Подсистем за избацавање може да буде пнеуматски и механички. Пнеуматски систем се користи код ситно зрнастих производа као и производа величине до 30mm и код лиснатог поврћа а механички систем се користи код крупних производа воћа и поврћа као што су на пример јабуке, лубенице, кромпир и сл. Када је у питању пнеуматско избацавање ваздухом, број могућих отвора тзв. пуцаљки зависи од ширине транспортне траке и може да буде чак до 280 а величина отвора зависи од производа који се сортира и потребног притиска ваздуха за избацавање неадекватног производа.

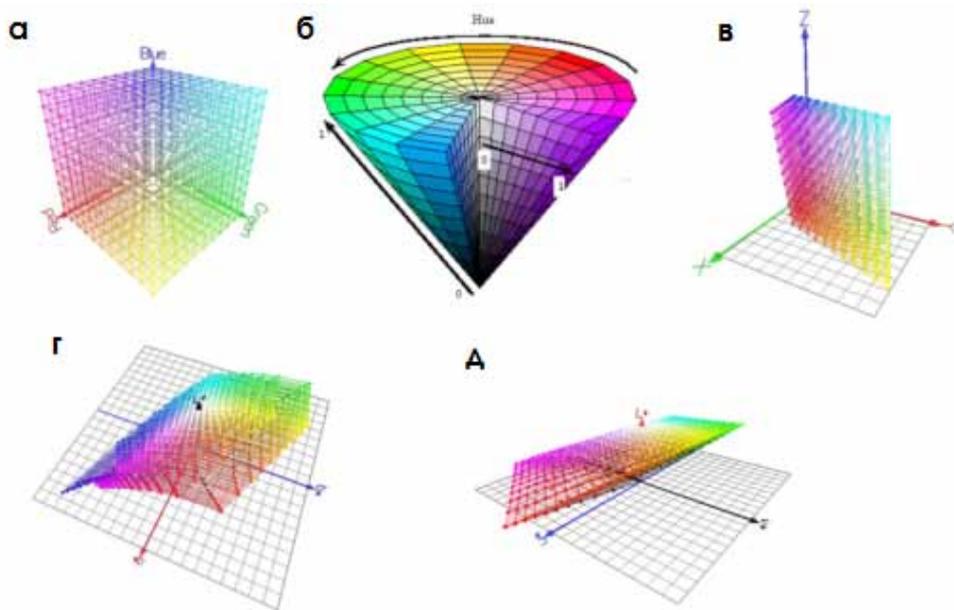
## ДИГИТАЛНА ОБРАДА СЛИКЕ

Обрада и анализа слике представља језгро компјутерског система машинског вида (**Krutz et al., 2000**). Дуго времена, употреба компјутера за манипулацију дигиталне слике је било нешто што је користило релативно мала група научника која је имала приступ скупој опреми. Сада међутим, комбинацијом моћних кућних рачунара и чињеница да свако има неки облик дигиталног апарата у виду фотоапарата или телефона, резултује обиље разних функција дигиталних обрада слика које постају стандардна операција.

Дигитална обрада слике представља концепцију, дизајн, развој и употребу програма за дигиталну обраду слике (Burger и Burge, 2016). Доказано је ефикасно средство за анализу у различитим областима и апликацијама. Анализа слике је процес који издваја објекте (делове од инетреса) од позадине производећи квантитативну информацију која се употребљава у наредном делу контролног система за одлучивање. Модерна програмска окружења са њиховим екстензивним АРИ-јима (application programming interfaces), прави скоро сваки аспект рачуњивим, биле то базе података, звук, слика, лако доступне и неспецијалистима, дају могућност развоја програма који лако могу да дођу до жељене слике и да се

изврши манипулација индивидуалним елементима. Најпознатији програми за обраду и анализу слика су Adobe Photoshop®, Corel®, Matlab® и ImageJ. Док Adobe Photoshop® и Corel® имају динамично окружење и аутоматски имплементиране алгоритме и функције за обраду слике и добијање података, у Matlab®-у и ImageJ-у је могуће правити сопствене алгоритме и plugin-ове. Оба програма имају своје библиотеке са готовим функцијама које је могуће позвати и употребити. ImageJ је бесплатан програм и цео је имплементиран у Java окружењу и ради на било ком рачунару који има инсталиран JRE (Java runtime environment).

Анализа слике представља неструктивни метод мерења различитих вредности пиксела и њихове просторне локације на слици. Анализе се врше преко добијених нумеричких вредности боја, прочитаних на некој колор скали, а сам процес конвертовања слике у нумеричку форму се назива дигитализација. Представљање видљивих боја је веома сложен проблем. До данас није пронађен савршен начин који би обухватио читав видљив спектар, а који би био независан од уређаја, односно медија. У различитим радовима и методама, испитивање се врши у различитим колор просторима, многи системи машинског вида препознају боје представљајући сликовни податак у тродимензионалном простору (Trusell, et al., 2005) као што су RGB, XYZ, HIS, HSV, CIE Lab и други приказани на слици 3.



Слика 3. 3D приказ неких колор простора  
 а)RGB, б) HSV в) XYZ г)  $L^*a^*b^*$  д)  $L^*u^*v^*$  (Mathworks, 2016)  
 Figure 3. 3D demonstration of some colour space images.  
 (a) RGB, (b) HSV (c) XYZ (d)  $L^*a^*b^*$  (e)  $L^*u^*v^*$  (Mathworks, 2016)

Многи истраживачи су вршили упоређивање неких колор простора и долазили до различитих резултата. Wen et al., 2010 је анализирао зрелост цитрусног

воћа преко RGB и HIS скала, а Mendoza и Aquilera 2004, су добијене слике банана пребацивши из RGB колор простора у CIE Lab повећали тачност сортирања на 98%. Употребом машинског сортирања булгур житарица дошло је до повећања квалитета и продуктивности у производњи, а CIE Lab скалом је мерена боја неподобних црвених и браон зрна где су резултати били задовољавајући (Bayram и Oner, 2006). При сортирању кромпира, ради боље тачности Navid (2012), је употребио и упоредио RGB, HSI, HSV скале за оцењивање боје где је HSI дала најбоље резултате.

Успешна примена дигиталне обраде слике у области пољопривреде у делу технике снимања, детекције корова и оцењивање воћа и поврћа су приказали Vibhute и Bodhe, 2012, у свом раду, употребом различитих алгоритама fuzzy логике, вештачке интелигенције и генетских алгоритама. Једна од техника у обради слике која се нашироко користи је и понављање образаца (Pattern recognition), алгоритам к-најближих суседа (k-NN) и друге.

Поред боје, као критеријуми за процену квалитета пољопривредног производа узимају се још и облик, величина и текстура испитиваног производа. Детаљан преглед релевантних радова као и опис примене предложених алгоритама на неколико врсти воћа и поврћа дали су Zang et al., 2014 и Moreda et al. 2009, у својим прегледним радовима.

## ЗАКЉУЧАК

Системи машинског вида су постали стандардан научни алат у индустријској и пољопривредној аутоматизацији због врхунских перформанси, побољшању смањења трошкова, лакој употреби и робусним алгоритмима. Међутим, да би се реализовала детекција оштећења брже и тачније, предстоји још много изазова која треба превазићи као што су боље детектовање петелке, неједнака дистрибуција светлости на неравним површинама, инспекција целе површине производа итд. Велике предности у односу на класичне методе машинског вида имају 3D технике, X-ray зраци, Raman imaging где се може очекивати већа имплементација ових техника. У сваком погледу, машинска инспекција представља обећавајућу технологију, машински вид ће наставити да игра неходну улогу у истраживањима и применама у процени квалитета воћа и поврћа. Њихов даљи развој иде значајно у правцу постизања веће ефикасности процесора, енергетске ефикасности, флексибилности а све то уз мање капиталних издатка, мање рада и мања одржавања. Када се ставе све иновације предвиђене у наредним годинама заједно, резултираће дигитално сортирање које има исту функцију одлучивања као људски мозак – сортер који одлучује и преноси информацију, квалитет, ефикасност и профитабилност који прерађивачи хране траже.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bayram, M., Oner, M. 2006. Determination of applicability and effects of colour sorting system in bulgur production line. *Journal of Food Engineering*, 74: 232–239.
2. Brosnan, T. Sun, Da-Wen, 2002. Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems – a review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36:193-213.
3. Burger, W and Burge M. 2016. *Digital Image Processing, an algorithmic introduction using Java*, Second Edition. Springer, London.
4. Chen, Y.R., Chao, K., Kim, M. 2002. Machine vision technology for agricultural applications. *Computers and electronics in agriculture*, 36:173-191.
5. Интернационална Комисија за Осветљење - International Commission on Illumination <http://www.cie.co.at/>, приступљено 09.10.2016.
6. Lee, D., Archibald, K. J., Chang, Yu-Chou, Greco, R.C. 2008. Robust color space conversion and color distribution analysis techniques for date maturity evaluations. *Journal of Food Engineering*, 88:364-372.
7. Dobrzanski, B., Ryczynski, R. 2002. Colour change of apple as a result of storage, shelf-life, and bruising. *International Agrophysics*, 16:261–268.
8. Hahn, F. Multispectral prediction of unripe tomatoes. *Biosystems Engineering*, 81(2), 2002. pp. 147–155, doi:10.1006/bioe.2001.0035.
9. Krutz, G. W., Gibson, H. G., Cassens, D. L., & Zhang, M. (2000). Colour vision in forest and wood engineering. *Landwards*, 55:2–9.
10. Mendoza, F., Aguilera, J.M. 2004. Application of Image Analysis for Classification of Ripening Bananas. *Journal of Food Science*, 69(9):415-423.
11. Moreda, G.P., Ortiz-Canavate, J., Garcia-Ramos, F.J., Ruiz-Altisent. 2009. *Journal of Food Engineering*, 92:119-136.
12. Navid H. 2012. Qualitative sorting of potatoes by color analysis in machine vision system, *Journal of agricultural science*, 4(4).
13. Patel, K., Kar, A., Jha, S., Khan, M.A. 2012. Machine vision system: a tool for quality inspection of food and agricultural products, 42:123-141.
14. Singh, N., Delwiche, M.J., Johnson, R.S., 1993. Image analysis methods for real-time color grading of stonefruit. *Computers and Electronics in Agriculture*, 9:71–84.
15. Singh, N., Delwiche, M.J., Johnson, R.S., Thompson, J. 1992. Peach maturity grading with color computer vision. ASAE Paper No. 92-3029.
16. Trusell, H. J., Saber, E., & Vrhel, M. (2005). Color image processing. *IEEE Signal Processing Magazine*, 22(1), 14–22.
17. Vibhute, A., Bodhe, S.K. 2012. *International Journal of Computer Applications*, 52(2):33-43.
18. Zellner, D.A., Lankford, M., Ambrose, L., Locher, P. 2010. Effect of balance and color on attractiveness of willingness to try and liking for food. *Food Quality and Preference*, 21:575–578.
19. Zhang B, Huang W, Li J, Zhao C, Fan S, Wu J, Liu C. 2014. Principles, developments and applications of computer vision for external quality inspection of fruits and vegetable: A review. *Food Research International*, 62:326-343.

# UČESTALOST OTKAZA KAO POKAZATELJ POUZDANOSTI TRAKTORA "KUBOTA M108S"

Mileusnić Zoran<sup>1</sup>, Stanković Miloš<sup>2</sup>, Miodragović Rajko<sup>1</sup>,  
Dimitrijević Aleksandra,<sup>1</sup> Balać Nebojša<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet Beograd, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun

<sup>2</sup>Prodajni centar "Milurović Komerc" Beogradska 32, 11277 Ugrinovci

## SAŽETAK

Uslovi eksploatacije traktora su brojni i raznovrsni što zahteva različite režime rada traktora, a svaki od njih se manifestuje kroz uticaj sila i momenata na njegove podsisteme i elemente. Pokazatelji efikasnost i pouzdanost su pogodni za analizu mašina kao što su traktori, koji se proizvode u velikim serijama i koji se koriste u širokom opsegu radnih uslova. Ovaj rad treba da pokaže da li postoji zavisnost između učestalosti pojave otkaza i dužine eksploatacionog perioda izraženog preko godina starosti, traktora Kubota 108S. Eksperimentalni podaci su prikupljeni iz arhive prodajno-servisnog centra "Milurović Komerc".

**Cljučne reči:** traktor, učestalost otkaza, pouzdanost, regresioni model

## FAILURE FREQUENCY OF TRACTOR "KUBOTA M108S" AS RELIABILITY INDICATOR

Mileusnić Zoran<sup>1</sup>, Stanković Miloš<sup>2</sup>, Miodragović Rajko<sup>1</sup>,  
Dimitrijević Aleksandra,<sup>1</sup> Balać Nebojša<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Sales Center "Milurović Komerc" Beogradska 32, 11277 Ugrinovci

## ABSTRACT

Tractors exploitation conditions are numerous and diverse, which requires different tractor working regimes where each of these is manifested through the influence of forces and moments on the subsystems. Efficiency and reliability indicators of are suitable for the analysis of machinery such as tractors, which are produced in numerous series and used in a wide range of operating conditions. This work should show whether there is a correlation between the frequency of failure occurrence and length of the exploitation period expressed in years for Kubota 108S tractor. Experimental data were collected from the archives of retail-service centre "Milurović Commerce" (Serbia).

**Key words:** tractor, frequency of failure, reliability, regression model.

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Zoran Mileusnić, e-mail: [zoranm@agrif.bg.ac.rs](mailto:zoranm@agrif.bg.ac.rs)

Napomena: Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike Srbije, projekta TR 31051.

## UVOD

Težnja za upotrebom tehničkih sredstava i sistema sve veće produktivnosti, efikasnosti i rentabilnosti nametala je sve veću složenost tih sredstava i sistema. Troškovi njihovog razvoja, proizvodnje i eksploatacije u prvi plan ističu značaj pouzdanosti kao bitnog faktora kvaliteta i raspoloživosti [2]. Profitabilnost investiranja u njih direktno je u vezi sa njihovim radom bez otkaza. Iz tog razloga je povećanje pouzdanosti uređaja i čitavih sistema imperativ za sve učesnike u procesu razvoja i proizvodnje: konstruktore, tehnologe, neposredne proizvođače ... To se odnosi ne samo na proizvode kao celinu već i na pojedine sastavne delove, sklopove i podsklopove, dakle, na sve elemente koji učestvuju u integraciji uređaja. Poboljšanje parametara, svakog od njih, osnovnih materijala i konstrukcijskih karakteristika doprinosi ukupnoj pouzdanosti sredstava i sistema. Verovatnoća bezotkaznog rada svake komponente i sklopa multiplikativno utiče na krajnju pouzdanost sistema kao celine [6].

Postignuti visoki parametri pouzdanosti bitno smanjuju troškove održavanja, što je sa stanovišta racionalnosti izuzetno značajno [3]. Visoka pouzdanost obezbeđuje korisnicima tehničkih sredstava plansko i blagovremeno izvršenje radnih zadataka što se materijalizuje kroz kvalitet i obim proizvodnje. Ništa manje nisu značajni ni osećaj sigurnosti da će se planirano izvršiti u predviđenom rok. Pouzdanost proizvoda je bitna i za dilere i prodavce. Pored uticaja na finansijski rezultat poslovanja ovih firmi visoka pouzdanost utiče na zadobijanje poverenja kupaca, što predstavlja jedan od značajnih elemenata trajanja u nemilosrdnoj tržišnoj konkurenciji [10 i 11].

Cilj rada je da se na bazi podataka servisno-prodajnog centra „Milurović Komerc“ utvrdi regresiona funkcija pojave otkaza traktora Kubota M108 S i ustanovi da li postoji zavisnost između učestalosti pojave otkaza i dužine eksploatacionog perioda izraženog preko godina starosti traktora.

## MATERIJAL I METOD RADA

U istraživanjima su korišćeni traktori “Kubota M108S” iz kontigenta prodajno-servisnog centra “Milurović Komerc”.

Polazeći od cilja rada, postavlja se nulta i alternativna hipoteza. Nulta hipoteza  $H_0$  kaže da : broj otkaza ne zavisi od godina starosti mašine  $p > 0,05$ , a alternativna hipoteza  $H_1$  da: broj otkaza zavisi od godina starosti mašine  $p < 0,05$ .

Za statističku obradu podataka korišćen je program IBM SPSS verzion 20.

Teorija pouzdanosti je relativno mlada nauka u kojoj još uvek ima osnovnih koncepata i termina koji nemaju univerzalnu definiciju. Pouzdanost je verovatnoća koja je kvantitativno izražena brojem između 0 i 1 ili 0 i 100%, a za izražavanje pouzdanosti koriste se pokazatelji pouzdanosti tj kvantitativne karakteristike nekog od svojstva koje određuje pouzdanost [8].

Do kvantitativnih podataka o pouzdanosti dolazi se uglavnom na neki od sledeća tri načina: proračunom, laboratorijski i eksploataciono. Najprirodniji način dobijanja podataka o pouzdanosti gotovih proizvoda je na osnovu eksploatacije.

Predmet rada je traktor Kubota M108S čije su tehničke karakteristike prikazane u tabeli 1.

Tab 1. Tehničke karakteristike traktora Kubota M108S [4]  
 Tab 1. Technical characteristics of the Kubota M108S tractor

Model			M108S	
			4WD	
Motor	Model		V3800-CR-TI	
	Tip		Direktno ubrizgavanje, 4 cilindarski dizel sa hlađenom tečnošću	
	Broj cilindara		4	
	Ukupni kubikaža	cm <sup>3</sup>	3769	
	Prečnik i hod cilindra	mm	100 x 120	
	Nominalni broj obrtaja	rpm	2600	
	Neto snaga	kW (KS)	80.6 (109.6)	
	PV snaga (fabrička merenja)	kW (KS)	71.6 (97.3)	
	Maksimalno obrtni moment	N-m (kgf-m) /rpm	366.4 (37.4) / 1400 do 1600	
	Kapacitet akumulatora		12V, RC: 160 min, CCA 900A	
	Kapacitet rezervoara za gorivo	L	175	
	Kapacitet motornog ulja	L	10.7	
	Kapacitet rashlađivača	L	9.6	
Težina		kg	3890	
Hodni sistem	Veličina standardnih guma	Prednje gume	340 / 85R24 (13.6R24)	
		Zadnje gume	460 / 85R34 (18.4R34)	
	Kvačilo		Hidraulični mokri diskovi	
	Upravljanje		Upravljanje na hidraulični pogon	
	Sistem kočenja		Hidraulični mokri diskovi	
	Diferencijal		Konusni zupčasti par sa blokiranjem diferencijala (Prednji & Zadnji)	
Hidraulični deo	Hidraulični sistem komandi		Položaj, vuča (gornja veza) i miks kontrola	
	Kapacitet pumpe	L / min	65	
	Kačenje na tri tačke		Kategorija 2	
	Maksimalna snaga podizanja	Na tačkama podizanja	kg	4000 sa 2 pomoćna cilindra
		24 inča iza tačke podizanja	kg	3400 sa 2 pomoćna cilindra
	Hidraulični izvodi		2 ( para ) standardno (treći par i opciono ventil za kontrolu protoka)	
	Pritisak u sistemu	MPa (kgf/cm )	19.6 (200)	
Vučni sistem		Poteznica podesiva po visini		
PV	Priključno vratilo (nezavisno)	Pravac okretanja	U pravcu kazaljke na satu, gledano sa zadnjeg dela traktora	
		PV/br.obrtaja motora	o/rpm	6 žljebova: 540 / 2205 21 žljebova: 1000 / 2210

Pouzdanost se može predstaviti kao odnos između broja uspešnih zadataka sistema  $n_1(t)$  prema ukupnom broju ovih zadataka  $n(t)$  (izraz 1) [8]:

$$\check{R}(t) = \frac{n_1(t)}{n(t)} \quad (1)$$

gde je:  $t$  vreme trajanja zadatka.

$\check{R}(t)$  je procena pouzdanosti jer je broj zadataka sistema  $n(t)$  konačan broj. Stvarna pouzdanost se dobija po formuli 2, kada broj zadataka sistema teži beskonačnosti:

$$R(t) = \lim_{n(t) \rightarrow \infty} \check{R}(t) \quad (2)$$

Zbog nepodudaranja procene pouzdanosti sa stvarnom vrednošću, uvodi se pojam nivoa poverenja. Nivo poverenja je verovatnoća da je neki parametar unutar datih granica. Rad bez otkaza dobija se kada su sve performanse sistema u skladu sa specifikacijama. Otkaz ili kvar je prestanak sposobnosti elementa da obavlja svoju funkciju. Otkaz jednog elementa ne mora istovremeno da predstavlja otkaz sistema, ako je element na kojem se kvar dogodio perifernog značaja. Međutim, ako je element od vitalnog značaja, onda je njegov otkaz i otkaz sistema. Jedan od najznačajnijih i široko korišćenih pokazatelja pouzdanosti je učestalost otkaza. Učestalost otkaza može se definisati kao očekivani broj otkaza sistema u određenom vremenskom period [9]. Konkretno, u ovom istraživanju, učestalost otkaza predstavlja očekivani broj otkaza traktora "Kubota M108S" u vremenskom periodu jedne godine.

Očekivani broj otkaza nekog tehničkog sistema u određenom vremenskom intervalu izračunava se prema relaciji 3 [5]:

$$U_o = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m f_j u_j \quad (3)$$

gde je:

$U_o$  - učestalost otkaza sistema (očekivani broj otkaza u definisanom intervalu vremena)

$N$  - broj sistema koji učestvuje u istraživanju

$u_j$  - stvarni broj otkaza kod sistema, u posmatranom periodu

$f_j$  - frekvencija broja otkaza (broj sistema koji su imali  $u_j$ -ti broj otkaza).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Iako u istraživačkom radu nije praćeno odstupanje eksploatacionih uslova i režima rada od propisanih, pretpostavlja se da su u garantnom roku (prve tri godine eksploatacije) svi traktori korišćeni u skladu sa preporukama, kako bi korisnici izbegli opasnost od gubitka garancije. Na pretpostavku da su traktori korišćeni u skladu sa specifikacijama upućuju i vrste i karakteri otkaza koji su se javljali kako u garantnom tako i van garantnog roka.

U tabeli 2 prikazane su vrste otkaza i njihov broj sa određenih pozicija na traktoru. Priroda otkaza je različita. Najveća frekvencija se javila na sklopovima i materijalima koji imaju ograničen vremenski tajming u eksploataciji, tj. to su elementi koji su skloni brzom trošenju kao što su: zaptivne gumice (spona, kvačilo...), pogonski kaiševi (vodene pumpe, pneumatske instalacije-kompresora), zatim tu su mikro pukotine na cevima hidrauličke, prestanak rada senzora... Međutim, otkazi su se javljali i usled neadekvatnog korišćenja traktora (loš kvalitet goriva, neadekvatno agregatiranje...). Značajnijih (većih) kvarova u periodu eksploatacije od 5 godina nije bilo.

Tab. 2. Lista otkaza u garantnom roku i van njega [9]  
 Tab. 2. The list of failures in the warranty period and afterwards

Pozicija otkaza	Broj otkaza
Motor	0
Sistem goriva (AC pumpa, injektori, cev common-rail grane)	22
Sistem za hlađenje (vodena pumpa, kaiš vodene pumpe)	9
Elektro sistem (kompletna el. instalacija, akumulator, ECU motora, senzor broja obrtaja motora, senzor kočnice prednjeg mosta, senzor nivoa goriva)	13
Kvačilo-transmisija (lamele, pritisna ploča, zaptivna gumica kvačila)	3
Menjački sistem (plastika ručice menjača)	2
Zadnji most-kočnice (gumica cilindra kočnice, elektro ventil kočnice, desna kočnica)	5
Prednji most (kućište bočnog reduktora i gumica kućišta,...)	5
Upravljački sistem (komplet spona, aksijalni zglobovi, manžetne na sponi,...)	18
Sistem hidraulike (ručica za podizanje i spuštanje poluga, cevi hidraulike,...)	10
3-tačke kačenje, poteznica (držač podizne poluge, stabilizator poluge i obe poluge,...)	11
Hauba (matiranje boje haube)	2
Kabina (amortizer zadnjeg stakla, prednje staklo, komplet desni retrovizor)	9
Sistem klime (kaiš klime)	12
Pneumatska instalacija (kaiš na ugrađenoj pneumatskoj instalaciji)	26

Nakon prikupljanja podataka izvršeno je njihovo sređivanje prema unapred dređenoj šemi na osnovu koje je formirana tabela 3.

Tab.3. Podaci o učestalosti otkaza traktora  
 Tab.3. Tractor cancellation frequency data

Rb. Intervala	Učestalost otkaza		Godine starosti ( $x_i$ )				
	Interval ( $k$ )	Sredina intervala ( $\bar{x}$ )	1	2	3	4	5
			Frekvencija pojavljivanja otkaza ( $f_{ij}$ )				
1	0,5-1,5	1	0	2	3	2	3
2	1,5-2,5	2	2	2	1	1	4
3	2,5-3,5	3	1	0	3	4	3
4	3,5-4,5	4	1	2	1	2	1
5	4,5-5,5	5	1	2	1	3	2
6	5,5-6,5	6	0	1	2	2	3
7	6,5-7,5	7	0	2	1	1	1
8	7,5-8,5	8	2	2	3	1	4
9	8,5-9,5	9	3	3	4	3	5
10	9,5-10,5	10	4	4	3	3	6
11	10,5-11,5	11	2	3	10	6	2
12	11,5-12,5	12	1	2	5	1	5
Ukupan broj posmatranih traktora u odgovarajućoj godini starosti ( $N_i$ )			38	38	38	38	38

U toku istraživanja posmatran je dvodimenzionalni model za koji godine starosti (godine eksploatacije) traktora predstavljaju nezavisno promenljivu  $x$ , a učestalost otkaza traktora predstavljaju zavisno promenljivu  $y$ . Kako učestalost otkaza ima slučajan karakter, to je veza između zavisno promenljive  $y$  i nezavisno promenljive  $x$ , korelaciona. To znači da u jednoj vrednosti promenljive  $x$  odgovara više vrednosti zavisno promenljive  $y$  koje su raspoređene po nekom zakonu verovatnoće. Dakle, za određeno  $x_i$  ne može se unapred predvideti odgovarajuće apsolutno  $y_i$  već samo odgovarajući interval u kojem će se ta vrednost nalaziti.

Zbog korelacione zavisnosti godina starosti traktora i broja otkaza, nemoguće je na osnovu poznavanja broja otkaza u prošlosti predvideti apsolutan broj otkaza u budućnosti već samo raspodelu mogućih brojeva otkaza u budućnosti. [1]

Budući da se verovatnoća vrednosti intenziteta otkaza (slučajno promenljive) određuje na osnovu statističkih podataka, dobijena funkcija predstavlja empirijsku funkciju verovatnoće.

Izračunavanjem aritmetičkih sredina  $y_i$  za odgovarajuće godine starosti traktora  $x_i$  dobiće se očekivane, odnosno najverovatnije vrednosti učestalosti otkaza za svaku godinu starosti ispitivane grupe traktora.

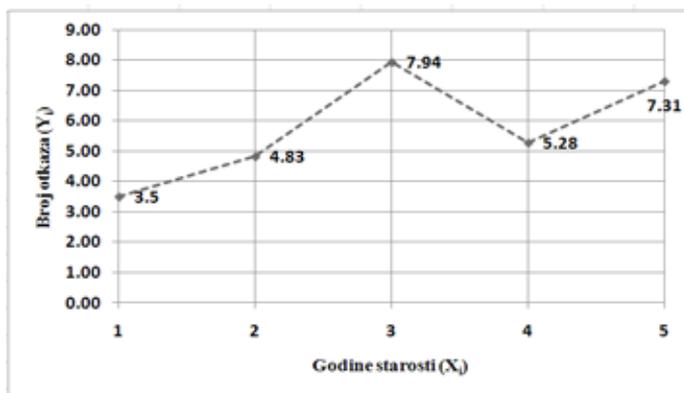
Izračunavanjem vrednosti aritmetičke sredine učestalosti otkaza  $y_i$  za sve posmatrane godine starosti traktora od  $i=1$  do  $i=5$ , može se formirati tabela 4, na osnovu koje se crta dijagram. Izračunavanje se vrši iz formule 4:

$$(\bar{y}_i) = (\bar{k}) \cdot (f_{ij}) / (N_{ti}) \quad (4)$$

Tab.4. Aritmetičke vrednosti učestalosti otkaza za pojedine godine starosti posmatranog skupa  
Tab.4. Mean value of the cancellation frequency for individual age categories for the given group.

Godine starosti traktora ( $x_i$ )	1	2	3	4	5
Aritmetička sredina učestalosti otkaza ( $\bar{y}_i$ )	3.5	4.83	7.94	5.28	7.31

Na slici 1 je prikazan grafik empirijske funkcije broja otkaza traktora Kubota M108S.



Sl.1. Grafik empirijske funkcije broja otkaza traktora Kubota M108S  
Fig.1. Empirical function of the number of Kubota M108S tractor cancellations

Dalje rešenje zadatka se sastoji u iznalaženju funkcije koja će najbolje aproksimirati prikazanu empirijsku funkciju. U tom cilju, a s obzirom na izgled regresione funkcije, odabrana su tri regresiona modela: linearni, eksponencijalni i logaritamski.

### Linearni regresioni model

Opšti oblik linearne funkcije dat je izrazom 5:

$$y_i = b_0 + b_1 \cdot x_i \quad (5)$$

Statističkom obradom podataka prikazanih iz tabele 3, dobijeni su rezultati koji su prikazani u tabeli 5.

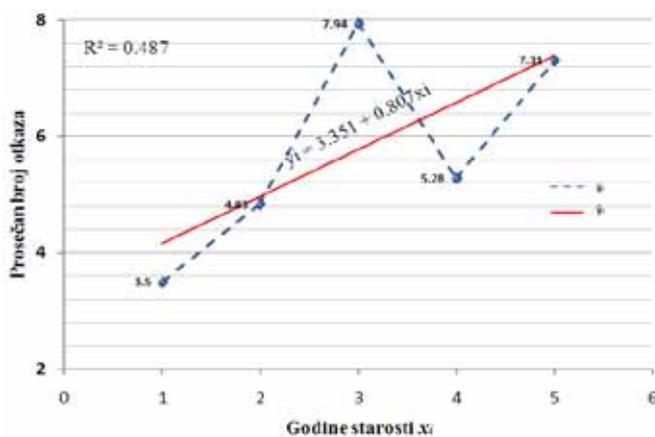
Tab.5. Linearni regresioni model učestalosti otkaza traktora  
*Tab.5. Linear regression model for tractor cancellation frequency*

Model	Ocenjeni parametri ( $b_0, b_1$ )	Nestandardizovani koeficijenti		Verovatnoća	Vrednost statistike testa t	Nivo značajnosti p	Koeficijent determinacije $R^2$
		Standardna greška koeficijena	$\beta$				
1	Konstanta	3.351	1.584		2.115	0.125	0.488
	Godine starosti	0.807	0.478	0.698	1.690	0.190	

Zavisna varijabla : Prosečan broj otkaza

Uvrščivanjem vrednosti iz tabele 5, u izraz (5), dobija se ocenjeni model linearne regresije (6):

$$\hat{y}_i = 3,351 + 0,807x_i \quad (6)$$



Sl.2. Empirijska funkcija broja otkaza traktora prikazana linearnom regresionom funkcijom  
*Fig.2. The empirical function of the number of tractors cancellation represented with the linear regression function*

Ocenjena vrednost  $b_0$  predstavlja prosečan početni broj otkaza traktora. Ocenjena vrednost koeficijenta  $b_1$  pokazuje da se broj otkaza poveća prosečno za 0,807 otkaza, kada se starost traktora uveća za jednu godinu.

Za veći broj uzoraka  $n \geq 30$  koristimo t raspodelu za testiranje hipoteze posmatranog skupa čiji su rezultati prikazani u tabeli 5.

Kod testiranja značajnosti linearnog modela dobijena vrednost nivoa značajnosti  $p$  od 0,190 pokazuje da model nije značajan jer je nivo značajnosti veći od 0,05 ( $p > 0,05$ ) [7]. Znači da ne postoji stohastička veza.

Vrednost koeficijenta determinacije pokazuje koliko dobro regresiona funkcija aproksimira empirijsku. U našem slučaju ta vrednost ( $R^2$ ) je 0,488 i ona pokazuje da je 48,8% varijacija ukupnog broja otkaza objašnjeno godinama starosti mašina, dok je 52,2% rezultat drugih uticaja (slika 2).

### **Eksponecijalni regresioni model:**

Opšti oblik ekspanencijalne funkcije ima oblik (izraz 7):

$$y_i = b_0 * e^{b_1 x_i} \quad (7)$$

Statističkom obradom podataka prikazanih u tabeli 3, dobijeni su rezultati koji su prikazani u tabeli 6.

Tab.6. Ekspanencijalni regresioni model učestalosti otkaza traktora  
*Tab.6. The exponential regression model of tractor cancellation frequency*

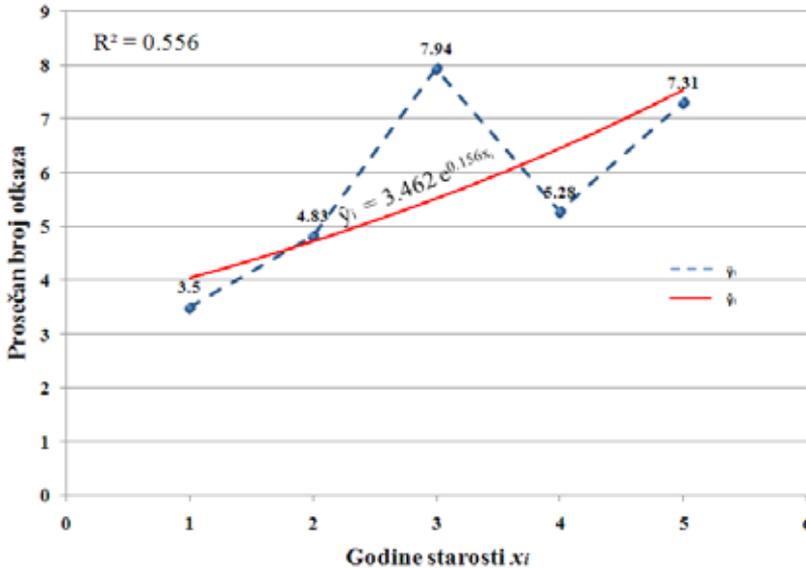
Model	Model					Ocenjeni parametri	
	Koef. determinacije $R^2$	Uzoračka realizacija F statistike	Stepen slobode df1	Stepen slobode df2	Nivo značajnosti p	$b_0$	$b_1$
Ekspanencijalna	0,557	3,765	1	3	0,148	3,462	0,156

Nezavisna varijabla : Godine\_starosti

Uvrščivanjem podataka iz tabelle 6, u jednačinu (7) dobija se matematički izraz 8 za ocenjeni ekspanencijalni model regresije:

$$\hat{y}_i = 3,462 * e^{0,156 x_i} \quad (8)$$

Kod testiranja značajnosti ekspanencijalnog regresionog modela dobijena vrednost nivoa značajnosti ( $p$ ) od 0,148 pokazuje da model nije značajan jer je nivo značajnosti veći od 0,05 ( $p > 0,05$ ) [7]. Znači da ne postoji stohastička veza. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je 0,557. Znači da je 55,7% varijacija ukupnog broja otkaza objašnjeno godinama starosti mašina, dok je 44,3% rezultat drugih uticaja. Ovaj model prikazan je grafikom na slici 3.



Sl.3. Grafik aproksimacije empirijske funkcije broja otkaza traktora Kubota M108S eksponencijalnom regresionom funkcijom

Fig.3. Empirical approximation function of the number of Kubota M108S tractor cancellations using the exponential regression function

**Logaritamski regresioni model:**

Opšti oblik logaritamske funkcije dat je izrazom 9:

$$y_i = b_0 + b_1 \ln x_i \tag{9}$$

Statističkom obradom podataka prikazanih u tabeli 3, dobijeni su rezultati koji su prikazani u tabeli 7.

Tab.7. Logaritamski regresioni model učestalosti otkaza traktora

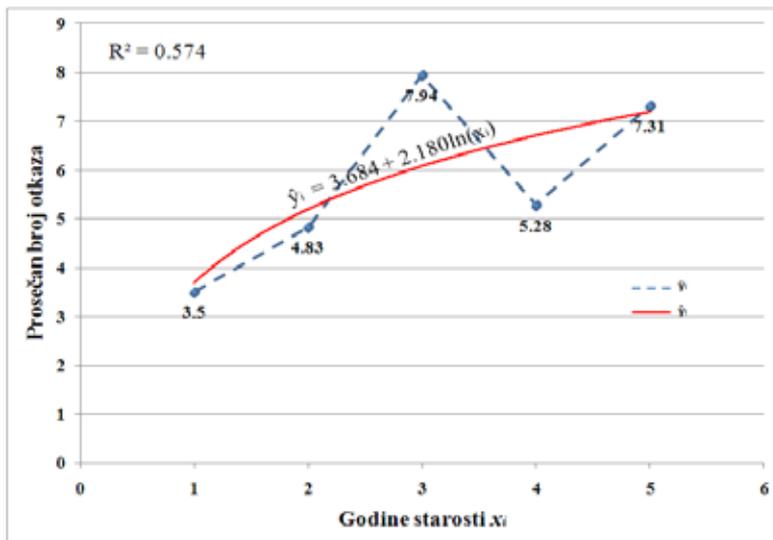
Tab.7. A logarithmic regression model of tractor cancellation frequency

Model	Model					Ocenjeni parametri	
	Koef. determinacije R <sup>2</sup>	Uzoračka realizacija F statistike	Stepen slobode df1	Stepen slobode df2	Nivo značajnosti p	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>
Logaritamska	0,575	4,057	1	3	0,137	3,684	2,180

Nezavisna varijabla : Godine\_starosti

Uvrščivanjem podataka iz tabele 7 u jednačinu (9) dobijen je model logaritamske regresije 10 :

$$\hat{y}_i = 3,684 + 2,180 \ln x_i \tag{10}$$



Sl.4. Grafik aproksimacije empirijske funkcije broja otkaza traktora Kubota M108S logaritamskom regresionom funkcijom

Fig.4. Empirical approximation function of the number of cancellation for Kubota M108S tractor using the logarithmic regression function

Kod testiranja značajnosti logaritamskog regresionog modela dobijena vrednost nivoa značajnosti ( $p$ ) od 0,137 pokazuje da model nije značajan jer je nivo značajnosti veći od 0,05 ( $p > 0,05$ ) [7]. Znači da ne postoji stohastička veza. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je 0,575, pokazuje da je 57,5% varijacija ukupnog broja otkaza objašnjeno godinama starosti mašina, dok je 42,5% rezultat drugih uticaja.

S obzirom da je unapred izabran nivo značajnosti testa istraživanja  $\alpha = 0,05$  i na osnovu analize rezultata dobijenih preko pomenuta tri regresiona modela u ovom slučaju, broj otkaza ne zavisi od godina starosti traktora (linearni  $p = 0.190 > 0,05$ ; eksponencijalni  $p = 0.148 > 0,05$  i logaritamski  $p = 0.137 > 0,05$ ). Nulta hipoteza ( $H_0$ ) je istinita i ne odbacuje se tako da je zaključak testiranja ispravan.

Godišnji obim korišćenja traktora je bio veoma različit u zavisnosti od potreba i namene traktora i kretao se od nekoliko stotina pa do nekoliko hiljada radnih sati, tako da se ne može sa velikom pouzdanošću analizirati uticaj otkaza. Zanimljiv primer godišnjeg obima korišćenja je traktor koji je prodat firmi "BD Agro" iz Dobanovaca. Taj traktor je za 6 meseci i 14 dana izašao iz garantnog perioda odnosno napravio nešto više od 3000 radnih sati. Korišćen je non-stop sa radom u 3 smene i glavnom svrhom usitnjavanja hrane u silo-miks prikolicama. U tom periodu je radio bez otkaza.

## ZAKLJUČAK

U posmatranom petogodišnjem periodu evidentirano je ukupno 1098 otkaza za celu grupu traktora ili prosečno 28,89 otkaza po jednom traktoru. Najveći broj otkaza zabeležen je u trećoj godini eksploatacije (302) kao rezultat serijskih zamena kaiševa kompresora, ili prosečno 7,95 otkaza po traktoru, a najmanje u prvoj godini (133), što je prosečno 3,5 otkaza po jednom traktoru.

Od sva tri modela regresije najveći koeficijent determinacije je dobijen u logaritamskom modelu ( $R^2=0,575$ ) što znači da je ovaj model najbolje prilagođen eksperimentalnim podacima.

U ogledu između intenziteta otkaza i godina starosti traktora ne postoji stohastička veza, jer je u svim ispitivanim modelima nivo značajnosti  $p$  znatno veći od 0,05. To znači da se ni jedan regresioni model ne može primeniti za projektovanje učestalosti otkaza sa traženim nivoom pouzdanosti u posmatranom periodu, ali ovi modeli su dobra podloga za dalja istraživanja u narednim godinama eksploatacije.

## LITERATURA

[1] Božić, S., Urošević, M., Ralević N.: (1996) Učestalost otkaza kao pokazatelj pouzdanosti prskalica za zaštitu biljaka, Poljoprivredna tehnika broj 1/2, str.91-98, Beograd.

[2] Božić, S., Mileusnić, Z.: (2005) Analiza uticaja uslova eksploatacije traktora na njegovu pouzdanost, Poljoprivredna tehnika broj 2, str. 95-104, Beograd.

[3] Colin du Plessis : (2007) Replacement of Earthmoving Equipment at Surface Coal Mining operations in South Africa, A research report submitted to the Gordon Institute of Business Science, University of Pretoria, Johannesburg.

[4] shizu K., Sakai K.: (2007) Kubota farm & Industrial machinery service, ltd., OSAKA, JAPAN, str.10.

[5] Kurij, K.: (1985) Eksploataciona pouzdanost inženjerskih mašina, Biblioteka Pravila i udžbenici, knjiga 542., SSNO Generalštab JNA, Beograd.

[6] Polovina D., Ivković S., Ignjatović D., Tanasijević M., (2010) Remaining operational capabilities evaluation of bucket wheel excavator by application of expert's assessment method with empirical correction factor, Structural Integrity and life , Vol.10(1), p.31-42.

[7] Radojka M.: (2005) STATISTIKA, Udžbenik, Univerzitet Beograd, Poljoprivredni fakultet Zemun.

[8] Vujanović, D.: (1990) Teorija pouzdanosti tehničkih sistema, Vojnoizdavački novinski centar, Beograd, str.13-14.

[9] Arhiva radnih naloga traktora Kubota M108S prodajno-servisnog centra "Milurović Komerc" Ugrinovci, Beograd.

[10] [http://www.kubota-kosport.si/?page\\_id=40](http://www.kubota-kosport.si/?page_id=40)

[11] [http://www.kubota.si/kubota\\_traktor\\_M108S.htm](http://www.kubota.si/kubota_traktor_M108S.htm)

# UTICAJ NAČINA MUŽE NA POZICIJU, DUŽINU I DEBLJINU PAPILE U POPULACIJI DOMAĆEG SIMENTALCA

Jelena Nikitović<sup>1</sup>, Marko Lazić<sup>1</sup>, Zvonko Spasić<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Univerzitet u Banjoj Luci, Institut za genetičke resurse, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina*

<sup>2</sup> *Zemljoradnička zadruža "Eko Župa", Srećkova 35, 37230 Aleksandrovac, Srbija*

<sup>3</sup> *Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Srbija*

## SAŽETAK

Opšte poznate prednosti mašinske muže u odnosu na ručnu mužu su povećanje produktivnosti rada, veća količina i higijenska ispravnost mleka. Pored toga, kod ručne muže mleko se muže povećanim pritiskom na sise (potiskivanjem mleka), dok princip rada savremenih aparata za mužu je sličan sisanju teleta (isisavanje mleka). Na osnovu iznetog, cilj ovog rada bio je ispitati uticaj načina muže na poziciju sisa prednjeg vimena, dužinu i debljinu sisa kod goveda simantalske rase. S obzirom na dobijeni rezultat, razlike između ručne i mašinske muže goveda za poziciju sisa prednjeg vimena su statistički nesigifikantne ( $t_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ) nakon prvog, drugog i trećeg partusa. Međutim, razlike između ručne i mašinske muže za dužinu i debljinu sisa nakon trećeg teljenja su statistički značajne ( $t_{exp}$ ,  $p \leq 0,05$ ), dok su nakon prvog i drugog partusa statistički nesigifikantne ( $t_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ).

**Ključne reči:** linearna ocena, mašinska muža, ručna muža.

## INFLUENCE WAYS OF MILKING TO POSITION, LENGTH AND THICKNESS OF TITS IN THE POPULATION OF DOMESTIC SIMMENTAL COWS

Jelena Nikitovic<sup>1</sup>, Marko Lazić<sup>2</sup>, Zvonko Spasić<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *University of Banja Luka, Genetic Resources Institute, Bulevar vojvode Petra Bojovica 1A, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina*

<sup>2</sup> *Agricultural Cooperative "Eko Zupa", Sreckova 35, 37230 Aleksandrovac, Serbia*

<sup>3</sup> *University of Pristina, Faculty of Agriculture, Kopaonicka nn., 38219 Lesak, Serbia*

## ABSTRACT

Generally known advantages milking of machines as compared to hand-milking are to increase labor productivity, higher quantity and hygienic quality of milk. More-

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Marko Lazić, e-mail: msc.lazic@gmail.com

over, milking takes place with increased pressure on tits during hand-milking, while the working principle of contemporary apparatus for milking similar to feeding-sucking calves. Based on the above, the aim of this study was to investigate the influence ways of milking on position, length and thickness of tits in the population of domestic simmental cows. As for the results obtained, difference between machines and hand milking cattle for the position of front teats was not statistically significant ( $t_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ) after the first, second and third calving. However, the differences between machines and hand milking cows for the length and thickness of teats after the third calving were statistically significant ( $t_{exp}$ ,  $p \leq 0,05$ ), while after the first and second calving was statistically insignificant ( $t_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ).

**Keywords:** linear score, milking machines, hand milking.

## UVOD

Govedarskoj proizvodnji se danas poklanja posebna pažnja, samim tim što mleko predstavlja jednu od važnijih namirnica u ishrani stanovništva. Pored toga što unapređenje i razvoj govedarstva direktno utiče i na privredu svake zemlje, zabrinjavajući su negativni trendovi u pogledu zastupljenosti i produktivnosti stočnog fonda. Povećanje broja krava prvenstveno zavisi od smeštajnih uslova, zatim dovoljne količine kvalitetne hrane, kao i od rešenja problema muže. Iako predstavlja izuzetno naporan rad, u našoj zemlji zbog malog broja krava po gazdinstvu još uvek je zastupljena ručna muža. Međutim kod specijalizovanih gazdinstva gde je mleko glavni izvor prihoda zastupljenija je mašinska muža. Neki autori navode da se kod mehaničke muže javljaju mnogi faktori koji mogu negativno da utiču na zdravlje vimena, njegovu produktivnost i kvalitet mleka [17]. Jedan od bitnih uslova da se smanje kliničke i subkliničke bolesti vimena i proizvede mleko ekstra klase (broj somatskih ćelija  $\leq 400000/\text{ml}$ , ukupan broj mikroorganizama  $\leq 100000/\text{ml}$ ) jeste procedura muže koja obuhvata stimulativne i higijenske procedure pripreme vimena, tok muže, proceduru nakon muže i higijenu aparata za mužu [13].

Prema načinu korišćenja aparati za mužu se mogu podeliti na različite tipove (pokretne, polu-pokretne, stacionirane). U zavisnosti od smera govedarske proizvodnje, kao i sistema držanja, razlikujemo aparate za mužu koji se koriste u stajama i u izmuzištima tj. u zasebnim specijalizovanim objektima za mužu. Prema tipu izmuzišta razlikuju se tandem, riblja kost, rotolokator i dr. Naravno postoje i podtipovi, kao što je rotaciono izmuzište tipa tandem i karusel tipa riblja kost. Osnovna karakteristika izmuzišta je da krave dolaze na mužu do mužača a ne mužač do krava, da je oprema za mužu skoncentrisana na relativno malom prostoru i da su kod muže hodanje i prenošenje mleka svedeni na minimum [17].

Mašinska muža ima prednost u odnosu na ručnu zbog toga što se postiže ujednačenije pražnjenje vimena, kao i manji kontakt mleka sa spoljašnjom sredinom [7]. Pored brojnih prednosti mašinske muže, aparat za mužu mora posebno da bude prilagođena životinjama, prvenstveno zbog velike osetljivosti vimena. Kvalitet aparata za mužu se zasniva u prvom redu na ispunjavanju fizioloških zahteva u odnosu na vrlo složeni sastav vimena i proces odavanja mleka [12]. Uprkos činjenici da je mleko ve-

oma povoljna sredina za život mikroorganizama, unutrašnjost vimena može biti značajniji izvor bakterijske kontaminacije mleka samo u slučajevima infekcije vimena [13]. Kada u vimenu poraste pritisak do fiziološki određene granice, koja utiče na proces stvaranja mleka, potrebno je obaviti mužu. Ukoliko se muža ne učini na vreme tj. u stalnom vremenskom intervalu, dolazi do pojave zasušivanja. Proces mašinske muže se može opisati kroz sledeće faze: priprema, glavna, «slepa» i naknadna muža. Kod ručne muže proces pranja i masaže vimena je sličan mašinskoj muži, međutim umesto «isisavanja mleka» kod ručne muže mleko se muze povećanim pritiskom na sise tj. potiskivanjem mleka. Naravno, pored muznog aparata, nedostaci u osobinama tipa dovode do slabije proizvodnje, lošeg zdravstvenog stanja i preranog isključenja krava iz stada [9].

Na osnovu svega izloženog, cilj ovog rada bio je ispitati uticaj ručne i mašinske muže na poziciju sisa prednjeg vimena, dužinu i debljinu sisa u populaciji goveda simentalске rase.

## MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanje uticaja načina muže na poziciju papila prednjeg vimena, debljinu i dužinu sisa kod domaćih krava simentalске rase obavljeno je u saradnji sa osnovnom selekcijskom službom u Aleksandrovcu. Područje delovanja organizacije, na kome se sprovodi odgajivački program, prostire se na istočnim padinama planine Kopaonik u centralnom delu Republike Srbije, a koje obuhvata brdsko planinska područja gde su određena naselja sa otežanim uslovima rada u poljoprivredi. Analiza je sprovedena pregledom osnovne i izveštajne dokumentacije o matičnoj evidenciji goveda simentalске rase, kao i službenih beleški sa selekcijske smotre. U radu su analizirana ručno i mašinski mužena goveda sa ukupno 120 linearno ocenjenih mera sa jednakim brojem grla nakon prvog, drugog i trećeg teljenja. Ispitivana goveda su prošla kroz više faze odabiranja i ocenjivanja, a u skladu sa odgajivačkim programom. Ispitivanje, odabiranje i ocenjivanje posmatranih goveda vršeno je na organizovanim selekcijskim smotrama u periodu od 30-og do 150-og dana nakon partusa, a pretežno između 80-og i 100-og dana laktacije. Od pomoćnog pribora za merenje pozicije sisa prednjeg vimena, debljine i dužine sisa kod goveda simentalске rase, korišćena je Ve-Bo pantljika. Za procenu i dodelu ocena tipa primenjen je kriterijum, u zavisnosti od odgajivačkog cilja, koji primenjuju odgajivačke organizacije. U Republici Srbiji primenjuje se linearno ocenjivanje goveda na način koji detaljnije opisuju priručnici za linearno ocenjivanje [8, 10, 14], a koje je predviđeno i Glavnim odgajivačkim programom. Za statističku analizu ispitivanih osobina izračunata je prosečna vrednost ( $\bar{x}$ ) i standardna devijacija (Sd), dok je za statističku značajnost razlika primenjena analiza varijanse i *t*-test.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Dobijeni rezultati koji se odnose na uticaj ručne i mašinske muže nakon prvog, drugog i trećeg partusa na poziciju papila prednjeg vimena, kao i debljinu i dužinu papila u populaciji domaćih krava simentalске rase, prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Uticaj načina muže na poziciju papila prednjeg vimena, debljinu i dužinu papila u populaciji domaćih goveda simentalke rase

*Table 1. The effect ways of milking to the position, length and thickness of tits in the population of domestic Simmental cows*

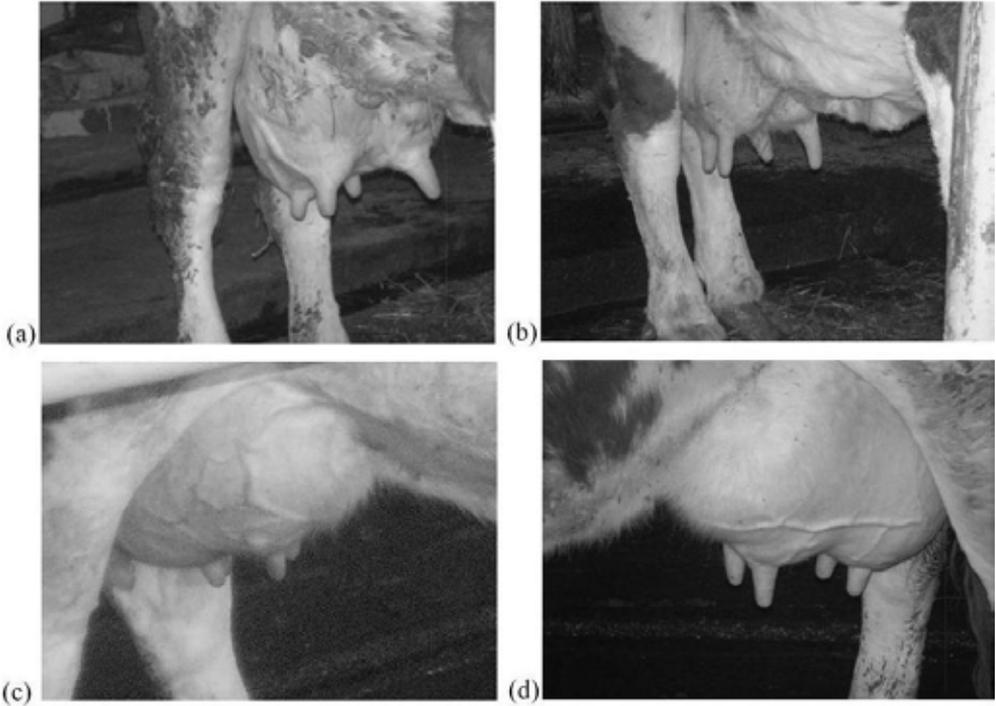
Svojstvo, cm	Muža	Partus ( ± Sd)			F- test
		I	II	III	
Pozicija papile	Ručna	11,95 ±1,99	12,80 ±2,31	13,45 ±1,93	2,61 <sup>NS</sup>
	Mašinska	12,15 ±1,27	12,40 ±2,50	13,10 ±2,45	1,05 <sup>NS</sup>
	t- test	0,48 <sup>NS</sup>	1,09 <sup>NS</sup>	0,84 <sup>NS</sup>	-
Dužina papile	Ručna	4,45 ±0,48	5,02 ±0,51	5,78 ±0,73	25,92 <sup>***</sup>
	Mašinska	4,34 ±0,24	4,97 ±0,42	5,39 ±0,61	28,06 <sup>***</sup>
	t- test	1,29 <sup>NS</sup>	0,45 <sup>NS</sup>	2,23 <sup>*</sup>	-
Debljina papile	Ručna	2,46 ±0,30	2,55 ±0,30	2,61 ±0,29	1,26 <sup>NS</sup>
	Mašinska	2,44 ±0,29	2,59 ±0,30	2,53 ±0,26	1,34 <sup>NS</sup>
	t- test	0,90 <sup>NS</sup>	0,73 <sup>NS</sup>	2,16 <sup>*</sup>	-

\*-  $P \leq 0,05$ ; \*\*-  $P \leq 0,001$ ; \*\*\*-  $P \leq 0,001$ ; <sup>NS</sup>-  $P > 0,05$

S obzirom na dobijeni rezultat (tabela 1.), razlike između ručne i mašinske muže za poziciju sisa prednjeg vimena su statistički nesignifikantne ( $t_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ) nakon prvog, drugog i trećeg partusa. Međutim, razlike između ručne i mašinske muže za dužinu i debljinu sisa nakon trećeg teljenja su statistički značajne ( $t_{exp}$ ,  $p \leq 0,05$ ), dok su nakon prvog i drugog partusa statistički nesignifikantne ( $t_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ). Primenom metode analize varijanse utvrđeno je da su razlike nakon prvog, drugog i trećeg partusa goveda simentalke rase (tabela 1.) za dužinu sisa statistički značajne kod ručne ( $F_{(2,57)}=25,92$ ;  $p \leq 0,001$ ) i kod mašinske muže ( $F_{(2,57)}=28,06$ ;  $p \leq 0,001$ ). Međutim, dobijeni rezultati (tabela 1.) ukazuju da su razlike nakon prvog, drugog i trećeg teljenja domaćih krava simentalke rase za poziciju papila prednjeg vimena i debljinu papila statistički nesignifikantne ( $F_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ).

Na fotografiji 1. prikazana je razvijenost kravljeg vimena pri čemu se posebno naglašava izgled papila. Na prikazanim fotografijama zapaža se pozicija sisa jako ka spolja (slika 1a), veoma dugačke sise (slika 1b), veoma kratke sise (slika 1c) i srednja dužina i pozicija sisa (slika 1d). Uprkos činjenici da karakteristike vimena moraju da zadovolje određene uslove radi efikasnije mašinske muže, predstavljeni izgled vimena ukazuje da u Srbiji postoje grla kod kojih svojstva vimena teže ka biološkom ekstremu tj. prema manje poželjnim osobinama.

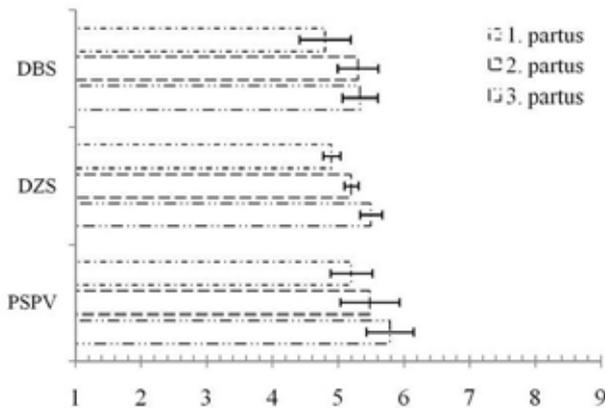
Za uvođenje i širenje mašinske muže u praksi potrebno je obezbediti neke predu-slove od kojih se ističu sledeći: pouzdan izvor električne energije, obezbeđenje kvalitetnog aparata za mužu i dobre servisne službe, pravilno korišćenje aparata u toku postupka muže, kao i pogledu higijene [12]. Iako razvoj aparata za mužu traje duži niz godina, na tržištu prevladavaju muzilice sa pojedinačnim muznim čašama različitih kvaliteta. Pored kvaliteta, nepravilno korišćenje mašina za muzu je glavni faktor pojave subkliničkih mastitisa [17]. Propusti u higijeni muže, mužača, sredine u kojoj se obavlja muža i aparata za mužu kao i njihova tehnička ispravnost, imaju primaran značaj u nastanku oboljenja vimena a odatle i na kvalitet mleka [3]. Takođe, neki autori [2] ukazuju da na količnu slobodnih masnih kiselina u mleku najmanje utiče ručna muža, pa mašinska muža sa prenosnom muznom jedinicom sa kantom, muža u izmu-zištu, a najjači je uticaj sistema muže pomoću mlekovoda u štali.



Slika 1. Razvijenost sisa: pozicija sisa jako ka spolja (a), veoma dugačke sise (b), veoma kratke sise (c) i srednja dužina i pozicija sisa (d)

Figure 1. The development of tits: position very outward (a) very long taets (b) teats very short (c) and median length and position of teats (d)

Na grafikonu 1. su prikazani rezultati koji se odnose na linearnu ocenu tipa nakon prvog, drugog i trećeg partusa ispitivanih krava kombinovanih proizvodnih sposobnosti za poziciju papila prednjeg vimena, kao i debljinu i dužinu papila.



Grafikon 1. Linearna ocena ( $\pm$  SE) za poziciju sisa prednjeg vimena (PSPV), debljinu sisa (DBS) i dužinu sisa (DZS) nakon prvog, drugog i trećeg partusa

Graph 1. Type traits ( $\pm$  SE) for the position teats (PSPV), thickness of teats (DBS) and teats length (DZB) after the first, second and third calving

Dobijeni rezultati za ispitivana goveda simentalске rase na istočnim padinama planine Kopaonik (grafikon 1) ukazuju da je prosečna debljina sisa nakon prvog, drugog i trećeg partusa normalna. Takođe kod analiziranog srpskog simentalca može se uočiti da je prosečna pozicija sisa prednjeg vimena i dužina sisa srednja (grafikon 1). Identične rezultate za linearne ocene vimena kod krava simentalске rase predstavili su i drugi autori [5, 6, 11, 15, 16] u svojim istraživanjima. Pojedine rase krava odlikuju se različitom razvijenošću četvrti vimena, što pod delovanjem podpritiska pruža različite otpore otvaranja sfinkera za izlaz mleka iz kanala papile [12]. Pored toga razvijenost kravlјeg vimena direktno utiče na postavljanje muznih čaša, pri čemu posebnu pažnju treba posvetiti selekciji muznih grla. Da bi produktivni život krava usmerenih za proizvodnju mleka bio što duži i uspešniji posebnu pažnju treba posvetiti osobinama tipa i konstitucije [9].

Za dobijanje higijenski ispravnog mleka, osim zdrave mlečne žlezde, važni su i faktori spoljne sredine, koji mogu da doprinesu naknadnoj kontaminaciji mleka [3]. Prema tome ukoliko se postupci pripreme za mužu, muža i završne operacije, izvode pravilno, onda se može dobiti mleko vrhunskog kvaliteta [13]. Negativni stimuli (promena lokacije, nove tehnološke aktivnosti, nepoznati zvuci i ljudi) ometaju homeostazu životinja i uvode ih u stanje stresa [1]. Prema tome, svi objekti i sistemi za smeštaj moraju biti projektovani, izgrađeni i održavani da omogućе postizanje pet sloboda, koje predstavljaju logičnu osnovu ostvarenja dobrobiti životinja unutar sistema držanja: sloboda od gladi i žeđi, sloboda od neudobnosti, sloboda od bola, povreda i bolesti, sloboda ispoljavanja normalnog ponašanja i sloboda od straha i uznemiravanja [4].

## ZAKLJUČAK

S obzirom na dobijeni rezultat, razlike između ručne i mašinske muže domaćih krava simentalске rase za poziciju sisa prednjeg vimena su statistički nesignifikantne ( $t_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ) nakon prvog, drugog i trećeg partusa. Međutim, razlike između ručne i mašinske muže za dužinu i debljinu sisa nakon trećeg partusa su statistički značajne ( $t_{exp}$ ,  $p \leq 0,05$ ), dok su nakon prvog i drugog teljenja statistički nesignifikantne ( $t_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ). Ispitivana goveda simentalске rase na istočnim padinama planine Kopaonik ukazuju da je prosečna debljina sisa nakon prvog, drugog i trećeg partusa normalna. Takođe kod analiziranog srpskog simentalca može se uočiti da je prosečna pozicija sisa prednjeg vimena i dužinu sisa srednja. Analizirane razlike nakon prvog, drugog i trećeg teljenja za dužinu sisa su statistički signifikantne, dok su za debljinu sisa i poziciju sisa prednjeg vimena statistički nesignifikantne ( $F_{exp}$ ,  $p > 0,05$ ). Na osnovu navedenog, buduće analize bi trebale da obuhvate uticaj različitih tipova aparata za mužu na ukupnu razvijenost kravlјeg vimena. Takođe, treba obratiti pažnju između rasa različitih proizvodnih sposobnosti, što direktno može olakšati izbor muznog aparata.

## LITERATURA

- [1] Bobić, T., Mijić, P., Knežević, I., Šperanda, M., Antunović, B., Baban, M., Sakač, M., Frizon, E., Koturić, T. 2011. Uticaj faktora sredine na izlučivanje mleka i stres muznih krava. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(3): 919-927.
- [2] Golc-Teger, S. 1988. Načini mužnje i njeni utjecaji na kvalitetu mlijeka. *Mljekarstvo*, 38(9): 233-242.
- [3] Hristov, S., Relić, R., Stanković, B. 2002. Propusti u sprovođenju higijenskih mera pri muži krava. *Journal of Agricultural Sciences*. 47(2): 233-240.
- [4] Hristov, S., Stanković, B., Zlatanović, Z., Joksimović-Todorović, M., Davidović, V. 2008. Uticaj držanja, zdravlje i dobrobit muznih krava. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24 (1-2): 25-35.
- [5] Lazić, M., Spasić, Z., Grcač, D., Ilić, Z., Milošević, B., Rakonjac, S. 2015. Comparison of linear type traits of daughters of Simmental bulls. *Acta Agric Serb*. 20 (40): 99-106.
- [6] Lazić, M., Spasić, Z., Petrović, M., Stolić, N., Samardžić S., Savić, Z., Rakonjac, S. 2016. Uticaj letnjeg i zimskog perioda ishrane na telesnu razvijenost krava simentalске rase. 21. Savetovanje o Biotehnologiji, Zbornik radova, Čačak. 21 (24): 599-603.
- [7] Mandić, L., Gutić, M., Bogosavljević-Bošković, S., Kurćubić, V., Petrović, M., Dosković, V. 2006. Aktivnosti podrške razvoju mlekarstva Srbije (regija Čačak): Higijena mleka. Projekat Ministarstva za inostrane poslove Vlade Republike Italije. 5.
- [8] Pantelić, V., Petrović, M., Stojić, P. 2005. Uputstvo za linearno ocenjivanje tipa i kondicije goveda. Institut za stočarstvo, Beograd.
- [9] Pantelić, V., Skalicki, Z., Petrović, M.M., Aleksić, S., Mišćević, B., Ostojić-Andrić, D. 2007. Varijabilnost linearno ocenjenih osobina tipa bikovskih majki simentalске rase. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23(5-6-1): 201-208.
- [10] Posavi, M. 1999. Procjena vanjštine goveda (linear scoring), Hrvatski stočarsko selekcijski centar, Zagreb.
- [11] Posavi M., Kap M., Èurik I., Kljujev A. 1999. Heritability estimates of type traits scored by linear scoring „System 97“. *Poljoprivredna znanstvena smotra*. 64(1): 59-65.
- [12] Radivojević, D. 2004. Mehanizacija stočarske proizvodnje. Poljoprivredni fakultet Univerzite-ta u Beogradu, Beograd. 75.
- [13] Radivojević, D., Ivanović, S., Veljković, B., Koprivica, R., Radojčić, D., Božić, S. 2011. Uticaj različitih muznih sistema na kvalitet mleka u toku mužnje krava. *Poljoprivredna tehnika*, 36(4): 1-9.
- [14] Šakić, V., Posavi, M., Katica, V., Softić, A. 2004. Linearna procjena vanjštine simentalskog i holštaj-frizijskog goveda. Veterinarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Tempus Project, Sarajevo.
- [15] Sölkner J., Patschina R. 1999. Relationship between type traits and longevity in Austrian Simmental cattle. *Interbull Bulletin*. 21: 91-95.
- [16] Spasić Z., Milošević B., Lazić M., Ćirić S., Stolić N., Ilić Z., Pesić B. 2015. Linear evaluation of primiparous Simmental cows. Fifth International Conference „Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences“, Lozenec, Bulgaria: 9-13.
- [17] Urošević, M., Boboš, S., Gagrčin, M., Bugarski, D., Pušić, I. 2002. Uticaj načina držanja muznih krava na higijensku ispravnost mleka. Zbornik Jugoslovenskog mlekarskog simpozijuma «Savremeni trendovi u mlekarstvu», Vrnjačka banja, 134-139.

# PRIMENA DRONA U POLJOPRIVREDI

Mičo V. Oljača\*<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Miloš Pajić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>, Milan Dražić<sup>1</sup>,  
Dušan Radojčić<sup>1</sup>, Marković Dragan<sup>2</sup>, Simonović Vojislav<sup>2</sup>, Marković Ivana<sup>2</sup>,  
Milorad Đokić<sup>3</sup>, Zoran Dimitrovski<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd-Zemun

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, Beograd

<sup>3</sup>Univerzitet EDUKONS, Fakultet za biofarming, Novi Sad

<sup>4</sup>Univerzitet Goce Delčev, Mašinski fakultet, Štip, R.Makedonija

## SAŽETAK

Rad analizira mogućnost i potrebu primene posebnih tipova robota (bespilotne mini letelice različitih konstrukcija sa oznakom UAV) u poljoprivredi (agrodron). U Svetu je 2015. godina proglašena (Fortune Magazin, 2016) godinom uspona i velike primene dron letelica u svim oblastima ljudskih aktivnosti, a naročito u poljoprivredi i šumarstvu (75 % upotrebe). To je značajno za velike površine farmi, gde ove mini letelice imaju mnogobrojne korisne funkcije i veoma ekonomičnu primenu.

Let agrodrona od 45 min, sa visinom od 1 m do 120 m, može analizirati više funkcionalnih parametara na približno 120 ha pod usevima, i sve podatke poslati na više lokacija (računsko-informativni centar, mobilni telefoni korisnika i slično). Danas neki tipovi agrodrona imaju relativnu cenu do 2.000 USD, ukoliko korisnici (farmeri) sami sastave agrodron od kupljenih delova. Ipak cena ovih mini letelica može biti i do 250.000 USD za posebne modele koji koristi vojska, kada su opremljeni specijalnim infracrvenim kamerama, senzorima i drugom HD video tehnologijom koju kontroliše operater (pilot) sa površine zemlje. Upotreba agrodrona je možda skupa na početku, ali istraživanja pokazuju da mnogobrojni podaci koje prikupljaju (na primer: identifikovanje vrste insekata i biljnih bolesti, potrebe navodnjavanja, procene prinosa ili praćenje kretanja životinja na farmama), pomažu farmerima da povrate uložena sredstva, nekada za samo godinu dana. Farmeri mogu da koriste ove letelice u racionalnoj i preciznoj upotrebi pesticida, herbicida, minaralnih đubriva na osnovu podataka koje dobijaju od agrodrona u sistemu procesa precizne poljoprivrede. Tako farmeri imaju velike finansijske koristi, jer jedan let drona ima cenu flaše obične vode, a podaci koje prikuplja imaju veliku vrednost. Postoji anegdota o farmerima USA koji prvo kupe ili nabave agrodron, a onda lovačkog psa. U radu su predstavljene neke konstrukcije agrodrona i neke ideje primene danas, zbog moguće upotrebe u poljoprivredi Republike Srbije u narednom periodu.

**Ključne reči:** agrodron, bespilotne letelice (UAV), poljoprivreda, budućnost, R.Srbija.

# APPLICATION OF DRONE IN AGRICULTURE

**Mičo V. Oljača\*<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Miloš Pajić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>,  
Milan Dražić<sup>1</sup>, Dušan Radojičić<sup>1</sup>, Marković Dragan<sup>2</sup>, Simonović Vojislav<sup>2</sup>,  
Marković Ivana<sup>2</sup>, Milorad Đokić<sup>3</sup>, Zoran Dimitrovski<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*University of Belgrade, F. of Agriculture, Dep. AgrEng., Nemanjina 6, Belgrade, R. of Serbia*

<sup>2</sup>*University of Belgrade, Faculty of Mec. Eng., 11000 Belgrade, K. Marije 16, R. of Serbia*

<sup>3</sup>*University of EDUKONS, Faculty of Biofarming, Novi Sad, R. of Serbia*

<sup>4</sup>*University of Goce Delcev, Faculty of Mechanical Engineering, Štip, R. of Makedonia*

## ABSTRACT

The paper analyzes the possibility and necessity of applying special types of robots (mini unmanned aircraft with different constructions with the UAV tag) in agriculture (agrodrome). Year 2015 was declared (Fortune Magazine, 2016) as the year of increase and widespread application of drone aircraft in all areas of human activity, particularly in agriculture and forestry (75% usage). This is important for large areas of farms, where the mini aircraft have numerous useful functions and a very cost-effective application.

Agro drone flight (flight time of 45 min, and the flight altitude of 1 m to 120 m) can be used to analyze more functional parameters on about 120 ha of crops, and all data can be sent to multiple locations (Audit Information Centre, mobile phones users and the like). Today some types of agro drones have a relative price of 2000 USD, if the users (farmers) assemble the drone themselves after purchasing it in parts. However the price of these mini aircraft can be up to 250,000 US\$ for specific models used by the military, when equipped with special infrared cameras, sensors and HD video technology, which is controlled by an operator (pilot) from the surface. Usage of agro drones may be expensive at first, but research shows that many data collected (for example, identifying the species of insects and plant diseases, irrigation, yield assessment or monitoring the movement of animals on farms), help farmers to regain invested funds, sometimes for only one year. Farmers can use these aircraft in order to establish a rational and precise use of pesticides, herbicides, mineral fertilizers, all based on data obtained from the agro drone, used for precision agriculture systems. In this sense, the farmers have significant financial benefits, since one drone flight has an operational cost of a water bottle, and the data collected has great value. There are anecdotes about farmers in the US who first buy an agro drone and afterwards a hunting dog. The paper presents some structures of agro drones as well as ideas for their possible future application in agriculture of the R. of Serbia.

**Keywords:** agro drone, unmanned aerial vehicles (UAV), agriculture, future, R. of Serbia.

## UVOD

New Oxford American Dictionary reč „dron“ (eng. *Drone*) definiše kao „daljinski kontrolisanu bespilotnu letelicu ili projektil“. Merriam-Webster Dictionary kao „bespilotnu letelicu ili plovilo navođeno daljinskim upravljanjem“. Ipak, ovaj termin je odavno počeo da označava mini letelice koje imaju sposobnost autonomnog (samostalnog) leta. Bez obzira da li su navođene GPS-om, sensorima ili optičkom tehnologijom, one stoje u oštrm kontrastu sa uređajima na daljinsko upravljanje (npr. radio-navođenim raznim tipovima aviona), jer operater (čovek) u njihovom slučaju obavezna opcija. Ova razlika povlači još jednu značajnu specifičnost, mišljenje javnosti, da su dronovi veoma skupi, neverovatno sofisticirani, robotizovani mini avioni, koje vojska i obaveštajne službe koriste za razne namene. Američki avion General Atomics MQ-9 Reaper (cena 16,9 mil. USD), ipak odgovara ovakvoj oceni.

Tehničko-tehnološka evolucija dronova je dostigla visok razvoj i podelu, kada je u pitanju forma ovih mini letelica. Vojni dronovi uglavnom imaju formu ili oblik aviona, dok su civilni dronovi najviše konstrukcije rotokopteri (Sl.1.a,b,c). Istovremeno, izrazi kao što su bespilotne letelice, bespilotna vazдушna vozila (eng. *Unmanned Aerial Vehicles*), bespilotni vazduhoplovni sistemi (eng. *Unmanned Aerial Systems*) i, naravno, dronovi, označavaju sve navedene tipove, bez obzira na primenu. Termin „dron“ je isto primenjiv i za mini letelicu iz Francuske Parrot MAMBO, (Sl.1a.) ili CyberQuad (Sl.1b.), kvadkoptere sa cenom do 300 USA\$ za amatersku upotrebu, (težina do 400 gr. i vreme leta do 20 min., nosivost od 250 gr.)



Sl.1. Tipovi dronova: a.) Parrot, b.) CyberQuad, c.) DragonFly X4-ES, d.) Flay EBee  
Fig.1. Types of drones: a.) Parrot, b.) CyberQuad, c.) DragonFly X4-ES, d.) Flay EBee

Dronovi se danas sve više koriste u mirnodopske svrhe, ali treba napomenuti da je bespilotni let u početku bio čisto vojna tehnologija. Pionir ovog koncepta bio je srpski naučnik Nikola Tesla (1856-1943), sa istraživanjima u oblasti elektrotehnike i bežične tehnologije (daljinsko upravljanje), kada je još 1915. godine, futuristički opisao flotu bespilotnih letelica dizajniranih za odbranu USA.

Danas, jedina prepreka koja trenutno stoji pred ambicijama industrije proizvodnje mini i mikro letelica je Američka Federalna agencija za avijaciju (US Federal Aviation Agency, US FAA). Prema zakonima SAD, svi zainteresovani za bilo kakvu upotrebu dronova u vazдушnom prostoru SAD moraju imati posebnu dozvolu (certifikat za upotrebu), a zabranjeno im je da ovakve letelice koriste na visinama većim od 120 m, posebno u oblastima sa gustim vazдушnim saobraćajem (npr. blizu aerodroma). US FAA je od 2007. godine do danas izdala oko 1500 ovih licenci univerzitetima, policiji i drugim organizacijama. Dok je na početku XXI veka bilo u upotrebi 50, danas je na

ratištima u Iraku i Siriji većina od ukupno oko 7.000 ovih letelica, čija tehnologija uključuje sva moderna dostignuća aeronautike, robotike i elektronike (<http://www.voanews.com>).

Kao novo sredstvo vojnih tehnologija, koje svakako menja način kako se vode ratovi – ali i kako se razmišlja o njima – bespilotne letelice imaju prateće kontroverze, kojih ima ih više vrsta: od toga da donose nove nedoumice o „pravilima i običajima” oružanih sukoba, pa do procena da, zato što je njihov učinak „hirurški” precizan i bez gubitaka na strani napadača, u stvari povećavaju rizik međunarodnih sukoba, i smanjuju globalnu upotrebu vojne sile.

Iran je 2015. godine saopštio (<https://www.theguardian.com>) da poseduje bespilotnu letelicu koju je predsednik Avganistana nazvao „ambasadorom smrti”. Naravno, u tom delu sveta u ovoj tehnologiji prednjači Izrael, koji je posle USA, najveći proizvođač različitih tipova „dron letelica” široke namene.

## UPOTREBA DRONA U AKTIVNOSTIMA LJUDI

### Koristi od tipičnog (civilnog) drona

Ako se uzme za primer popularni dron model Parrot MAMBO (Sl. 1a.), onda ova bespilotna letilica relativno mala (58 cm x 58 cm i težinom od samo 380 g), sa četiri rotora omogućuju brzinu horizontalnog leta ove mini letelice do 11 m/s sa zavidnim osobinama vertikalnog poletanja i sletanja, okretima u vazduhu, i slično. Mikroprocesor ovog drona omogućava autonomiju i izvršavanje programiranih instrukcija, Wi-Fi radio modul opciju daljinske kontrole preko drugog Wi-Fi uređaja, HD kamera vizuelne percepcije korisnika i opcioni GPS modul, sposobnost preciznog određivanja lokacije objekata koji se prate ili snimaju.

Prva opcija je upotreba dronova sa neophodnom opremom je samo nadgledanje nekoga i negde uz pomoć kamere i senzora. Ali to može biti i špijuniranje komšija ili nešto ozbiljnije, jer posedovanje ličnog jeftinog vrlo preciznog, dopunskog „oka na nebu“, nekome može dati veliku slobodu i moć. Istovremeno činjenica da je i iznad ljudi mnogo nepoznatih dronova može stvoriti osećaj nelagodnosti, pa čak i paranoje.

Da li dron koji lebdi iznad našeg automobila pripada saobraćajnoj policiji ili nekim teroristima koji su nas odredili za odabrani cilj napada na civilnu populaciju? Kako to sve znati pre nego što bude kasno?. Činjenica da ove bespilotne letelice u svakom trenutku mogu biti pod kontrolom anonimnog pojedinca nepoznatih motiva koji sedi na udaljenoj lokaciji, može biti relevantna za poverenje ljudi prema ovoj novoj tehnologiji?. Interesovanje za primene mini letelica ili dronova za civilnu upotrebu je svakim danom sve veće. Tako je 01. aprila 2016. godine, poštanska služba La Poste Group (Francuska) objavljuje ulazak u partnerstvo sa proizvođačem kvadrikoptera Parrot (Francuska): cilj saradnje je pokretanje projekta bespilotne vazdušne dostave štampe i pošte za provinciju Overnjski (južni deo centralne Francuske). Iako se ispostavilo da je ovo saopštenje bilo prvoaprilska šala, upotreba dronova u mirnodopske svrhe daleko je od vica. Dolazak nove ere upotrebe drona nagoveštava i Uredba o modernizaciji i reformi Federalne agencije za avijaciju iz 2012. kojom je Senat SAD naložio da se do 2015. godine postepeno ukinu mnoge restrikcije u vezi bespilotnih vazduhoplovnih sistema kao deo priprema za njihovu komercijalnu upotrebu. Zato, znatan broj kompa-

nija (90 milijardi USD vredna industrija proizvodnje dron letelica) ozbiljno se priprema za borbu u ovoj interesantnoj novoj vazduhoplovnoj revoluciji. I poznatiji univerziteti u Svetu rade na istraživanjima čiji će rezultati civilne dronove učiniti daleko preciznijim od danas postojećih i značajno proširiti mogućnosti buduće primene.

## PRIMENA DRON LETELICA U POLJOPRIVREDI

U poljoprivredi se mogu pojaviti korisnici drona kao:

- Farmeri, koji imaju potrebu za misijom drona u prikupljanju informacija na farmi,
- Poljoprivredni servisi koji prikupljaju inoformacije za više korisnika – farmera.

Glasna i agresivna reklama za upotrebu nekih tipova bespilotnih letelica (dronova) u poljoprivredi, podstakla je dosta kontroverznih reakcija i ideja.

Mnogi autori i istraživači podržavaju i priželjkuju masovnu upotrebu dron letelica u poljoprivredi smatrajući da bi time i precizna poljoprivreda [11] dobila nov kvalitet. Istovremeno drugi oprezniji Autori, bojeći se da ogroman broj podataka dobijen uz pomoć dronova predstavlja problem, kako u njihovoj adekvatnoj obradi, tako i praktičnoj primeni. Istovremeno i pravni aspekt primene drona u poljoprivredi je i dalje nejasan jer navedeni i propisani niz ograničenja (moguće zloupotrebe, na primer: prava na privatnost, mogućnosti vojne i industrijske špijunaže, terorizma, ometanja vazdušnog saobraja, itd.). Mini letelice, dronovi (Sl.1., Sl.8., Sl.9) mogu se koristiti komercijalno u području telekomunikacija, vremenskoj prognozi, saobraćajnog i pomorskog nadzora, transporta, traganja i spasavanja, istraživanjima nalazišta uglja, nafte ili gasa, itd.

Pošto se u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji koriste velike površine zemljišta [11], najviše koristi od dronova, odnosno daljinskog istraživanja terena (praćenja/izviđanja), svakako ima poljoprivreda, jer mini letelice omogućuju relativno lako pravovremeno praćenje stanja i napredovanja useva, utvrđivanje potrebe za navodnjavanjem, prihranom, zaštitom od biljnih bolesti i štetočina, i drugih različitih agrotehničkih mera, ali i utvrđivanje potrebe za posebnim uređenjem zemljišta, njegovim popravkama, uključujući i potrebne meliorativne zahvate. Dron sa GPS navigacijom može brzo obaviti snimanje i kartiranje farme ili proizvodnog područja, precizno i više puta prikazati stanje površine sa štetočinama, pojavu biljnih bolesti, nedostatak vlage u zemljištu i slične operacije na farmama.

I to na tačnim lokacijama (geografska širina i dužina) i odmah omogućiti pravovremenu i brzu reakciju osoblja sa farme, što može drastično racionalizovati i smanjiti troškove proizvodnje, uključujući i broj potrebnih radnika. Za redovno praćenje/izviđanje stanja useva koriste se male i jeftine letelice-mini agrodronovi (Sl.1.) uz čiju pomoć farmer ima širok i precizan pogled „sa neba“.

Istovremeno, može imati i makro pogled, znači krupne kadrove koji se ne mogu dobiti iz satelita ili aviona bez skupe video opreme. Ako se pri pregledu useva uoči problem, može se fotografisati i utvrditi njegova tačna pozicija ponovnim letom drona iznad nekog područja. Naredni korak je kartiranje, odnosno kreiranje precizne digitalne slike proizvodne površine koja se uobičajeno vizuelizuje GIS alatima (geografski informacioni sistem; tzv. pametne karte). Kad se snimanje obavlja sa više kamera u različitim talasim dužinama sunčevog spektra, obradom fotografija može se relativno

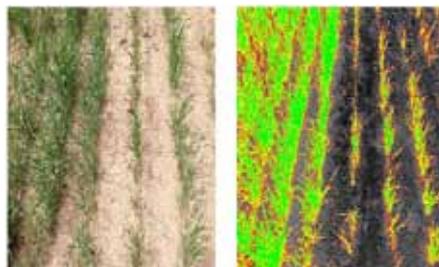
pouzdanost proceniti stanje poljoprivrednih kultura (Sl.2. i 3), najčešće izračunavanjem NDVI indeksa (normalni indeks vegetacije).



Bolestan list List pod stresom Zdrav list

Sl.2. Princip spektralne analize lista useva

Fig.2. The principle of spectral list analysis



Sl.3. Stanje useva pšenice i zemljišta

Fig.3. Condition of Wheat and Soil

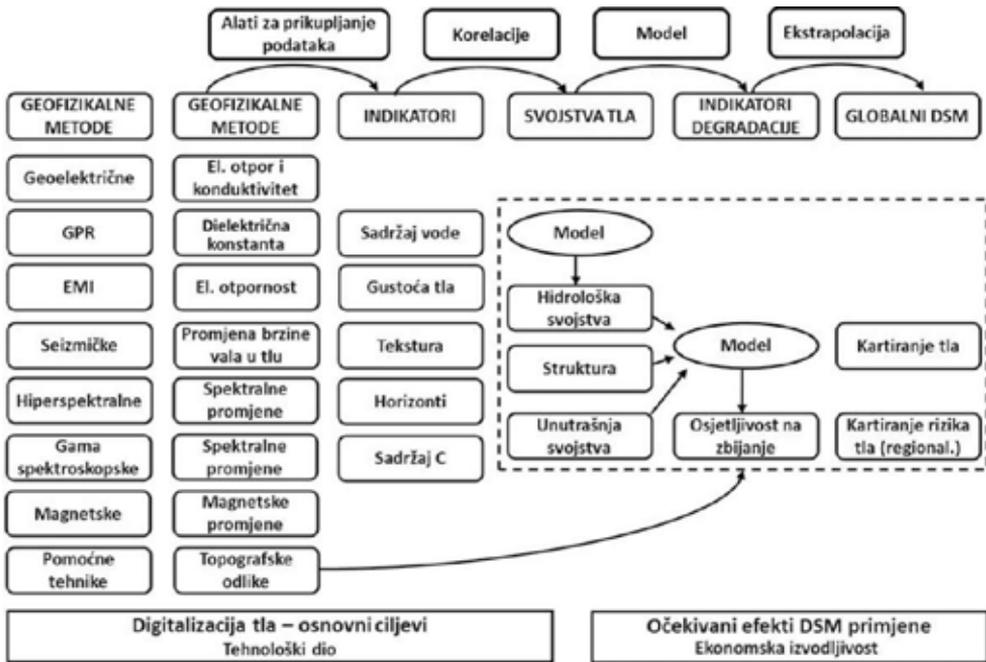
NDVI indeks (Normal Difference Vegetation Index) ima vrednost razlike između intenziteta reflektovane talasne dužine svetlosti sa dve različite frekvencije, (VIS=vidljivi deo spektra, 400-700 nm; NIR=infracrveni deo spektra, 700-1300 nm), prema matematičkoj relaciji:

$$NDVI = (NIR - VIS)/(NIR + VIS)$$

Izvestan broj istraživačkih radova smatra upitnom pouzdanost NDVI jer je to nelinearan indeks, na koga utiču i dodatni faktori: boja zemljišta, sadržaj vode u zemljištu i biljkama, atmosfersko zračenje, količina biomase, boja lišća i drugi faktori. Zato je u primeni korekcija/kalibracija NDVI sa više različitih faktora kao na primer: SAVI = *Soil Adjusted Vegetation Index*, EVI = *Enhanced Vegetation Index* i drugi, kada je moguće analizirati znatno više različitih vegetacijsko-biofizičkih parametara koristeći podatke daljinskih snimanja pomoću mini letelice-drona, jer aktivnost zelenih biljaka/poljoprivrednih kultura uključuje indeks površine lista (LAI), zelenu biomasu, apsorbovanu svetlosnu energiju, CWSI (*Crop Water Stress Index* ili indeks vodnog stresa biljaka), CCCI (*Canopy Chlorophyll Content Index* ili koncentraciju hlorofila u biljnom pokrivaču, koji ukazuje i na ishranjenost biljaka kiseonikom itd. Zato je sve česca praksa da se NDVI indeks koriguje, sa više faktora koje znatno podižu tačnost i pouzdanost NDVI indeksa, pa je korekcionni faktor NNI indeks (*Nutrition Nitrogen Index*) koji zahteva poznavanje stvarne i kritične koncentracije kiseonika u biljkama, ili RI indeks (*Response Index*), u kome je  $NDVI_{rs} = NDVI$  kalibraciona traka kulture, koja je prihranjena dozom prema preporuci osnovne hemijske analize zemljišta;  $NDVI_f = NDVI$  useva) i dr.

Dronovi zato imaju različitu tehničku opremu, uključujući HD kamere visoke rezolucije, više tipova infracrvenih i termalnih senzora, elektromagnetne senzore, i neke tipove radara.

Za utvrđivanje pojedinih osobina nadgledanih površina koriste se različiti EMI senzori (elektromagnetna indukcija, spektralna analiza u vidljivom i infracrvenom delu spektra), kao i druge vrste senzora koji prikazuju stanje vegetacije (Sl.3.) kao precizni foto snimak. Analiza fotografije (Sl.3) sa opremom (Sl.4) koju nosi dron prilikom leta preko parcela sa usevom, na primer daje situaciju sa ocenama: dobro=izrazito zelena boja pšenice; oštećen list pšenice sušom=crvena boja ivice lista, i stanje zemljišta u stanju smanjene vlažnosti kao crno/braon boju (desna fotografija Sl.3.)



Sl.4. Tipovi geofizičkih senzora za osobine zemljišta, [6].  
 Fig.4. Types of geophysical sensors for Soil properties, [6].

Praćenje stanja poljoprivrednih kultura snimcima iz satelita ili aviona, kao i pregled obilaskom terena vozilima ili pešice, do sada, bili su osnovni načini pregleda/inspekcije. Ipak ove metode bile su često nepotpune i vremenski ograničene (oblačno i/ili kišno vrijeme, magla, vlažno tlo i slično) pa prikupljanje navedenih podataka, njihova obrada i analiza može potrajati dugo vremena. Rezultat je zakasnela intervencija, pa su neke štete ipak neizbežne, zbog nezapažene pojave bolesti ili neishranjenosti useva. Pored ovih problema obavezno se javljaju i povećani troškovi prihranjivanja useva i zaštite i time, smanjen prinos i pad profita.

Upoređenje tehnike izviđanja mini letelicama-dronovima, sa drugim metodama, donosi zaključak da ova tehnika sa mini letelicama donosi daleko jeftinije, ažurnije i tačnije podatke o stanju useva pa su za praćenje useva na prosečnim površinama 50 do 500 ha dronovi trenutno prvi i najbolji izbor. Primena je raznolika u oblasti praćenja (analize) stanja useva:

- Rast i razvitak useva (fenofaze i etape razvitka),
- Gustina i sklop i visinu poljoprivrednih kultura,
- Zdravlje (kondicija) useva,
- Potrebe za prihranom useva (vreme, mesto i tačna količina, prostorni raspored),
- Potreba za navodnjavanjem,
- Pojave bolesti i biljnih štetočina (lokacija, koncentracija, pravci prostiranja)
- Pojave korova i zakorovljenost (rasprostranjenost, vrste),
- Procena biomase i prinosa,

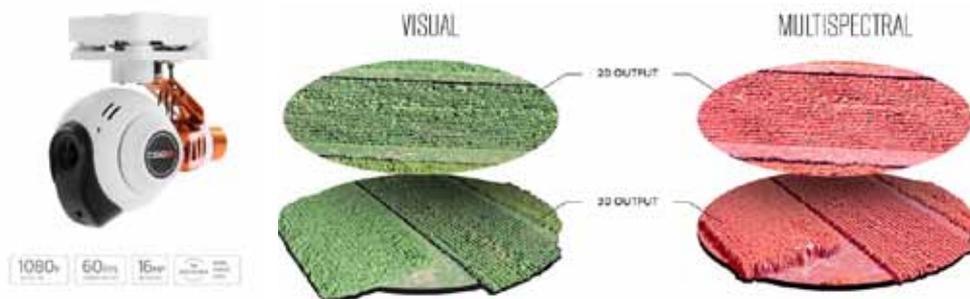
- Utvrđivanje mogućeg termina žetve, na osnovu stanja useva prema fazi sazrevanja,
- Utvrđivanje pojave mikrodepresija posle obrade i pripreme zemljišta, pojave za-  
državanje vode na površini zemljišta, stanje drenaže i drugi.

Dronovi namenjeni za komercijalnu upotrebu u poljoprivredi najčešće se kupuju sa kompletom PC programa (na primer: platforme AgOS, AgWorks i MyAgCentral) za analizu prikupljenih podataka i automatsko planiranje leta drona u obilasku terena (Sl.4.).



Sl.5. Plan leta drona za obilazak terena, [8], [9].  
Fig.5. The drone flight plan for tour a fields, [8], [9].

Standardna oprema drona obuhvata: GPS uređaje, digitalne kamere (fotoaparati) sa multispektralnim senzorima. Neki skuplji modeli ovih mini letelica, imaju infracrvene (toplotne), hiperspektralne (za nevidljivo zračenje) senzore, optički radar (LIDAR = *Light Detecting and Ranging*), 3D radar (SAR = *Synthetic Aperture Radars*) i slično. U zavisnosti od preciznosti video opreme koju dron ima u obilasku poljoprivrednih površina fotografije (Sl.5a) koje se dobijaju imaju različit kvalitet koji je značajan u analizi dobijenih podataka, kao na primer visina useva u nekim fazama porasta useva.



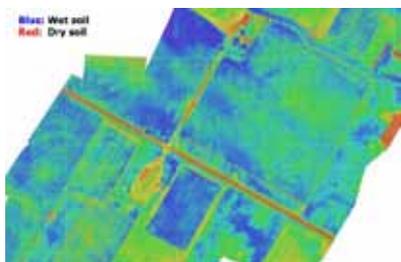
Sl.5a. Kamera i tipovi snimaka terena sa usevom, [9].  
Fig.5a. The camera shots and types of terrain and crops, [9].

Danas postoji video oprema i senzori [8], sa cenama od 200 USD do 50.000 USD u zavisnosti od preciznosti i broja snimaka terena pod usevom u vremenskoj jedinici. Najmanja rezolucija fotografija (koje se kasnije analiziraju) je 12 Mpix. Ovu najmanju preciznost postižu kamere GoPro Hero 3 i 4 Hero. Postoje i preciznije kamere sa 20 Mpix:

- Sony QX1: kompaktna, mala težina, realni snimci (tip VIS), u formatu RAW ili JPEG.
- *Canon EOS Rebel SL1 DSLR Camera Kit*: samo realni snimci (tip VIS).
- *Zenmuse X3*: koristi sitem DJI , samo realni (vidljivi) snimci terena/objekata (tip VIS).
- *GoPro Hero 3 and Hero 4*: kompaktna, vodootporna, samo realni snimci (tip VIS),
- upotreba kod jeftinih modela kvadrikoptera,
- *MaxMax (Nikon)*, ima opciju snimaka tipa NIR i VIS, cene do 5,000 USD.

U toku samo jednog leta drona, termalne kamere mogu napraviti snimke tipa: VIS (vidljivi deo spektra), ili NIR (nevidljivi deo spektra svetlosti) i prikazati promene temperature biljaka i površine zemljišta koje ima oscilacije temperature u funkciji stanja vlažnosti zemljišta.

Na osnovu ovog, dobija se snimak-fotografija termalne kamere koja prikazuje prisustvo (plava boja, Sl.6.) ili odsustvo vode (suša,crvena boja, Sl.6) zbog efekata hlađenja zemljišta u toku sezone.

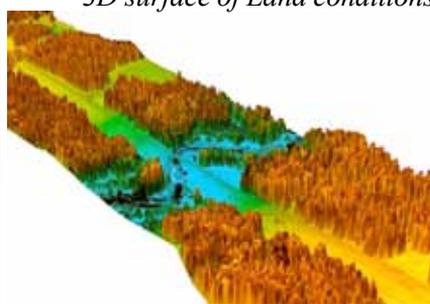
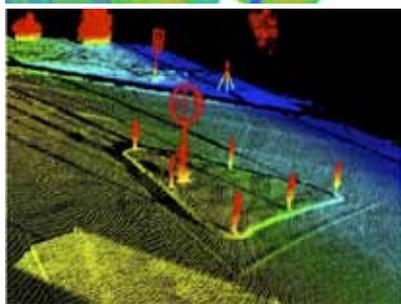


Sl.6. Snimak termalne kamere

*Fig.6. Photo of Thermal cameras*

Sl.7. Snimak LIDAR,  
3D stanje površine zemljišta

*Fig.7. Photo LIDAR,  
3D surface of Land conditions*



Optički radar (LIDAR=*Light Detecting and Ranging*), *pokazuje snimak stanja površine zemljišta (Sl.7), kao 3D model, gde se jasno i precizno vidi raspored, oblici i dimenzije objekata. Preciznost je veoma velika do  $\pm 10$  cm , ali ova oprema je najskuplja (60.000 \$ do 150.000 \$), koju dron može imati (<http://www.ocularrobotics.com/products/lidar/re05/>).*

### **Dron za potrebe poljoprivrede**

Navedene osnovne osobine drona kao mini letelice, omogućuju da se generalno za potrebe poljoprivrede odaberu oni koji se kupuju opremljeni odgovarajućim PC programima i najnužnijom opremom. Prema [8], [3], to su:



Sl.8. Osnovni modeli drona sa krilima za poljoprivredu, [8], [3].

*Fig.8. The basic types of agricultural drones with wings, [8], [3].*

### Poljoprivredni modeli drona sa krilima

1. SenseFly eBee i AgEagle (Sl.8.A-1): veoma popularan model mini letelice sa W/ Ag servisima sa upotrebom u sistemu dron-traktor operacija na njivi sa usevima.
2. PrecisionHawk Lancaster (Sl.8.A-2): model mini letelice sa krilima sa kvalitetnim rešenjima programa i konstantno praćenje sa optimizacijom rada mašina u svim delatnostima u poljoprivredi.
3. Trimble (Sl.8.A-3): model drona UX5, namenjen poljoprivredi i šumarstvu. Opremljen je kompletnom i veoma skupom opremom i programima koji omogućuju potpuni vizuelni pregled terena sa kulturama.

### Poljoprivredni modeli tipa Multi-Rotor Ag Drones



B-1

B-2



B-3

Sl.9. Osnovni modeli drona sa pogonom rotorima za poljoprivredu, [8], [9].

*Fig.9. The basic types drones multi rotors models for agriculture, [8], [9].*

**AGCO Solo** (Sl.9. B-1): projektovan na osnovnom modelu **3DR Solo quadcopter**, ima komplet sa RGB za kolor fotografije terena i infrared kamere za monitoring stanja biljaka (na primer suša). Komplet sadrži i Agribotix program za obradu fotografija i formiranje mapa zone nadgledanja useva u poljoprivredi.

1. **senseFly eXom** (Sl.9. B-2): Model Parrot (Francuska) namenjen specijalno poljoprivredi. Komplet opreme sadrži program Pix4D za nadgledanje tehničkih sistema za navodnjavanje.
2. **DJI multi-rotors** (Sl.9 B-3): Model Phantom 4 ima široku primenu u saobraćaju (avio saobraćaj), industriji, poljoprivredi šumarstvu. U opremi poseduje novu generaciju GPS autopilot opreme i HD kameru za snimanje useva ili šuma ako se koristi u ovim oblastima.

Treba napomenuti da se od nedavno na tržištu u Svetu pojavljuju i konstrukcije amaterskih malih bespilotnih letelica (Amater Drone), kojima se upravlja uređajem za radio-kontrolu. Prodaje se i savremenija letelica tog tipa, opremljena kompjuterom čija putanja leta se može programirati, „ArduPilot Mega”, i predstavlja, uređaj sa autopilotom. Računar uređaja ima softver koji upravlja komponentama hardvera za let ove bespilotne letelice. Moto firme koja prodaje ove proizvode je: Dobrodošli u sistem „Uradi sam bespilotnu letelicu”. Softver je izrađen na osnovu programa tipa otvorenog koda, što znači da je dostupan svakom ko poznaje programiranje. U kompletu se dobija okvir-ram letelice, pogonski motor 950 kV, model super Tigar sa autopilotom Arducopter ESCs (Arduino-based autopilot for mulitrotor craft), punjive baterije, ostali delovi u koje spadaju i elise, stajni trap i, naravno, konzola-ekran sa komandama. Na telo letelice može da se pričvrsti minijaturna video-kamera.

### Najnovija rešenja u oblasti konstrukcija i primene drona

Vojni inženjeri u USA razvijaju nove generacije „mikro-dronova”, pokušavajući da konstruišu i razviju bespilotne letelice veličine insekata ili ptica.



Sl.10. Tipovi i oblici konstrukcija Nano drona, [3].

*Fig.10. The types and forms (models) of construction of Nano drone, [3].*

Konstruktori i inženjeri u Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, USA, [3], proizveli su poslednjih godina neke prototipove nano drona (Sl.10): mehanički kolibri, vilin konjic, komarac), čije sposobnosti leta se zasnivaju ne samo na elisnom motoru već i na pokušaju da se imitiraju letovi ptica, vilinih konjica i insekata ili čak delova biljaka koji lete zahvaljujući aerodinamičkom obliku i vetru koji ih odnese na neko odstojanje. Konstruisana je i letelica koja imitira let semena kanadskog javora. Pentagon, USA, 2011. godine je tražio od Kongresa 5 milijardi USD za razvoj ove vrste letelica, u narednih pet godina. Ovaj program istraživanja je pretežno usmeren na razvoj „vijorećih krila”, odnosno tehnologiju koja kopira način letenja insekata ili ptica. Svakako da je namena tih letelica za špijunske aktivnosti i vojna izviđanja, obzirom da bi ove nano letelice bile maskirane izgledom nekog od insekta ili ptice, koja u određenim okolnostima (špijunski i izviđački letovi) ne pobuđuje veću pažnju. Istraživači (AeroVironment Institute, California, USA) predstavili su 2010. godine još jedan oblik mikro-letelice nalik na pticu kolibri (Sl.10). Ova mehanička ptica izrađena je od nekih tipova nano materijala, predstavlja prototip, a pokreću je brzi pokreti krila, kao kod pravog kolibrija.

## ZAKLJUČAK

Uloga mini bespilotnih letelica ili dronova se brzo prenela sa upotreba za vojne namene, na primenu (75% od ukupnog broja) u poljoprivredi, šumarstvu (i nekim drugim delatnostima), pomažući korisnicima da nadgledaju i kontrolišu velike površine različitih namena, štedeći tim korisnicima mnogo vremena i finasijskih ulaganja u proizvodnju. Iako je nedavno pažnja o dronovima bila usmerena na kompaniju Parrot (Francuska) koje želi da ove mini letelice upotrebi za komercijalne namene, veći deo dronova očekuje perspektivnija budućnost na farmama (i velikim prirodni rezervatima, šumama i slično). To je zato što se poljoprivredne operacije [11] prostiru na velikim udaljenostima i uglavnom nemaju problem privatnosti ili bezbednosti koje bi sprečile korišćenje ovih letelica, kao u gradskim predelima (npr. aerodromi). Dron sa cenom od 2.000 USD za letelicu koji farmeri sami sastavljaju, do 150.000 USD za agrodron složene namene, koji je opremljen HD infracrvenim kamerama, senzorima i drugom video tehnologijom je možda skupa letelica na početku, ali pristalice ove tehnologije kažu da razni podaci koje prikupljaju - od identifikovanja problema insekata, problema navodnjavanja, procena prinosa ili praćenje goveda koja su odlutala - pomažu farmerima da povrate uloženo, često za samo godinu dana.

Farmeri mogu da koriste bespilotne letelice (agrodron) i da prilagode precizno svoju upotrebu pesticida, herbicida, đubriva i drugih materijala, na osnovu toga šta je potrebno na određenoj tački u polju sa usevom, kao proces poznat kao precizna poljoprivreda, štedeći novac od nepotrebne i preterane upotrebe resursa, da u isto vreme smanjuju i količinu koja može da utiče na obližnje reke i potoke i time utiču na čuvanje prirodnih resursa i zemljišta. Mogućnost agrodrona je značajna u efikasnoj kontroli površina za koje je ranije trebalo puno sati zbog obilazaka zemljišta peške ili terenskim vozilima. Oni danas imaju mogućnosti snimanja kanala, a korisni su u snimanju stanja u navodnjavanju, melioracijama, kada se vrlo lako i brzo mogu utvrditi štete od voda, insekata ili divljači, a isto tako i kontrolisati stanje vodostaja reka koju okružuju ili prolaze pored velikih poljoprivrednih imanja.

Analitičari procenjuju da je potencijal poljoprivrednih dronova ogroman. Prema podacima Lux Research (istraživanja i konsultantske usluge) u oblasti novih tehnologija [7], očekuje se da 2025. godine vrednost tržišta komercijalnih dronova dostigne 1,7 milijardi USD, od čega 350 miliona USD su bespilotne letelice prilagođene za poljoprivrednu upotrebu. Naravno, porastom i napretkom tehnologije proizvodnje mini letelica kao agrodrona, počinje nova i bolja budućnost poljoprivredne proizvodnje.

## LITERATURA

[1] <http://bestdroneforthejob.com/drone-buying-guides/agriculture-drone-buyers-guide/>

[2] <http://rmax.yamaha-motor.com.au>

[3] [https://sh.wikipedia.org/wiki/Wright-Patterson,\\_Ohio](https://sh.wikipedia.org/wiki/Wright-Patterson,_Ohio)

[4] <http://tangosix.rs>

[5] <https://www.avinc.com/>

[6] [https://en.wikipedia.org/wiki/Normalized\\_Difference\\_Vegetation\\_Index](https://en.wikipedia.org/wiki/Normalized_Difference_Vegetation_Index)

[7] <http://www.luxresearchinc.com/>

[8] <http://www.airware.com/>

[9] <https://www.parrot.com>

[10] <http://uas.trimble.com/>

[11] Dragan Marković, Milan Veljić, Vojislav Simonović, Marković Ivana: Economic indicators of precision guidance in crop production in agricultural corporation Belgrade (PKB), FME Transaction, 2011, Belgrade, Vol. 39, No.4, 185-189 UDK 621, YU ISSN 1451-2092.

[12] Ivana Marković, Jelena Ilić, Dragan Marković, Vojislav Simonović, Nenad Kosanić: Color measurement of food products using CIE Lab and RGB color space, Journal of hygienic engineering and design, 2013., Vol. 4, pp. 54-59.

# **EKSPLOATACIONA ISTRAŽIVANJA RADA KOMBAJNA NEW HOLLAND CR8070 U ŽETVI MERKANTILNOG KUKURUZA**

**Miloš Pajić<sup>1</sup>, Rajko Miodragović<sup>1</sup>, Zoran Mileusnić<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>,  
Milan Dražić<sup>1</sup>, Nebojša Balać<sup>1</sup>, Marko Pajić<sup>2</sup>, Marko Ožegović<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup> *Poljoprivredna škola Valjevo, Vladike Nikolaja 54, 14000 Valjevo*

<sup>3</sup> *RTI doo, Bul. Vojvode Stepe 22, 21000 Novi Sad*

## **SAŽETAK**

Proizvodnja merkantilnog kukuruza kod nas zauzima značajno mesto u ratarskoj proizvodnji jer je u strukturi setve kod poljoprivrednih gazdinstava zastupljena sa oko 30%. Cilj ovog istraživanja je analiza parametara rada kombajna nove generacije u uslovima ubiranja merkantilnog kukuruza, na osnovu čega bi se sagledale mogućnosti povećanja učinka, produktivnosti rada i smanjenja utroška goriva i gubitaka.

Na osnovu sprovedenog istraživanja kombajna New Holland CR8070 u žetvi merkantilnog kukuruza, utvrđeno je da je optimalni kapacitet rada deklarisan na 11 kg/s ovršenog zrna pri brzini od 7 km/h, da su gubici separacionih radnih organa tolerantni do brzine od 7 km/h, da su gubici na hederu tolerantni do brzine od 7,5 km/h, da je prosečna produktivnost 41t/h, da je prosečna potrošnja goriva 19,6l/h i da sa koeficijentom iskorišćenja kombajna od 0,77 ovaj kombajn ima mogućnosti povećanja produktivnosti sa boljom usaglašenošću režima i uslova rada.

**Ključne reči:** kombajn, kukuruz, brzina, gubici, učinak

## **RESEARCH OF NEW HOLLAND CR8070 HARVESTER EXPLOITATION IN CORN HARVEST**

**Miloš Pajić<sup>1</sup>, Rajko Miodragović<sup>1</sup>, Zoran Mileusnić<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Milan  
Dražić<sup>1</sup>, Nebojša Balać<sup>1</sup>, Marko Pajić<sup>2</sup>, Marko Ožegović<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup> *High School of Agriculture - Valjevo, Vladike Nikolaja 54, 14000 Valjevo*

<sup>3</sup> *RTI doo, Bul. Vojvode Stepe 22, 21000 Novi Sad*

---

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

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

## ABSTRACT

Production of commercial maize makes an important part of farming in Serbia, since it is represented with around 30% in the structure of sowing in agricultural holdings. The aim of this study is to analyze the operating parameters of a new generation combine in terms of harvesting a corn, based on which the possibilities of increasing the production impact and decreasing fuel consumption and losses could be perceived.

Research of New Holland CR8070 combine harvester in a corn harvest showed: (I) that the optimal working capacity is 11 kg / s of threshed grain at a speed of 7 km / h, (II) that the losses at separating working parts can be tolerated to a speed of 7 km / h, (III) the losses at header can be tolerated to a speed of 7.5 km / h, (IV) the average productivity is 41t / h, (V) the average fuel consumption is 19,6l / h, and (VI) that, having the coefficient of utilization 0.77, the combine harvester has option to increase productivity with better compliance of regime and working conditions.

**Keywords:** harvester, corn, speed, losses, productivity

## UVOD

Proizvodnja merkantilnog kukuruza, po visini ostvarenih prinosa može da se meri sa najvećim svetskim dostignućima, jer je ostvareni prinos veći od 10-15t/ha. Ovakav prinos je rezultat primene savremene agrotehnike, uvođenja visikorodnih hibrida, povećane primene mineralnih đubriva, korišćenje hemijskih sredstava za zaštitu kukuruza i uvođenje savremenih sredstava mehanizacije visoke energetske snabdevenosti koji mogu da ispune zahteve agrotehnike i da povećaju produktivnost rada i ekonomičnost proizvodnje uz smanjenje utroška ljudskog rada [6].

Proces proizvodnje merkantilnog kukuruza je mehanizovan 100% [1]. Međutim, stepen mehanizacije rada po tehnološkim procesima je različit: obrada zemljišta, usitnjavanje biljnih ostataka kukuruza i kombajniranje su mehanizovani 100%, dopunska obrada sa unošenjem insekticida i herbicida i rasipanje mineralnih đubriva 33,33%, setva 50 %, nega i zaštita 66, 34%, transport materijala 58,97%, transport gotovih proizvoda 77-100% .

Progres i produktivnost rada i ekonomičnost poljoprivredne proizvodnje može da raste u onoj meri koliko to omogućuju tehnička sredstva mehanizacije koja se koriste [2]. Imajući ovo u vidu, u radu su predstavljeni parametri eksploatacije kombajna New Holland-CR8070 i uticaj tih parametara na proizvodnost i na utrošak energije u toku žetve merkantilnog kukuruza.

Pravilnim izborom odgovarajuće brzine kretanja mogu se postići značajne uštede goriva i energije [3].Povećanjem brzine kretanja u radu do određene granice koja je limitirana snagom traktora/kombajna, povećava se časovna potrošnja goriva, ali se postiže veći učinak, pa je ukupna potrošnja goriva i energije po jedinici površine manja, a postiže se i ušteda u efektivnom vremenu rada.

Period u kome je plod biljke u stanju povoljnom za ubiranje je pet do deset dana. Na osnovu ovog podatka dolazimo do zaključka da proces ubiranja ratarskih kultura treba da traje vrlo kratko tj. savladati ga u što kraćem vremenskom periodu [4]. Ovo je

naročito izraženo kod strnih kultura, kod kojih su gubici usled osipanja, pada hektolitarske težine (kao posledica vlage od jutarnjih rosa i eventualne kiše), te otežanog ubiranja usled polegnuća i porastanja korova, rastu eksponencijalno posle petog ili desetog dana nakon pune tehnološke zrelosti pojedinih kultura.

Žitni kombajni kao i ostali tipovi poljoprivrednih mašina imaju svoj potencijalni kapacitet koji u uslovima eksploatacije treba maksimalno iskoristiti da bi troškovi rada bili što niži [5]. To se može postići uz povećanje učinka kombajna uz istovremeno smanjenje potrošnje goriva. Na bazi rezultata dobijenih na osnovu laboratorijsko-poljskih ispitivanja i njihovom analizom može se zaključiti da je kapacitet i kvalitet rada kombajna u direktnoj zavisnosti od brzine kretanja i usaglašenosti žetvenog uređaja-adaptora, kao i biološkog prinosa zrna.

## MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanje je obavljeno 2014. godine na parcelama kompanije Agrounija a.d. iz Indije. Parcela na kojoj je sprovedeno istraživanje nalazi se na 45.0228°26' N, 20.0440°43' E, u ataru sela Ljukovo. Temperatura vazduha u toku ispitivanja kretala se oko 9°C (u jutarnjim satima) do 24°C u toku dana. Vlažnost vazduha se kretala oko 63% (u jutarnjim satima) do 47% u toku dana.

Ispitivanje kombajna je izvršeno u merkantilnom kukuruзу, pri čemu su evidentirani sledeći pokazatelji koji su od bitnog značaja za proces ubiranja:

- sorta kukuruza – DKC 5276 (hibrid – Dekalb)
- sklop biljaka u žetvi – 65.711 biljaka/ha
- međuredno rastojanje – 70 cm
- rastojanje u redu - prosečno - 21,74 cm
- prinos zrna – prosečno - 15.566,27 kg/ha
- vlažnost zrna – prosečno 16,15%
- stanje useva – uspravan

Pri vršenju tehnoloških ispitivanja kombajn New Holland CR8070 je radio u sledećem režimu rada :

- brzina kretanja kombajna: 6 km/h
- broj obrtaja motora kombajna: 2100 obrt./min
- broj obrtaja rotora: 480 obrt./min
- razmak korpe: 55 mm
- brzina remena: 630 obrt./min
- broj obrtaja ventilatora: 1000 obrt./min
- sita, gornja otvorenost: 15 mm
- sita, donja otvorenost: 11 mm
- adapter za kukuruz je osmoredi Fantini, model LH4, radnog zahvata 5,6 m

U ispitivanjima je korišćeno: štoperica, merna traka, trasirke, merno platno, platneno crevo, koš, vaga i drugo. Za svaki ispitivani parametar uzeti su odgovarajući uzorci u tri ili više ponavljanja.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Praćenjem eksploatacionih parametara rada tokom ispitivanja kombajna New Holland CR8070 ostvareni su rezultati prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Eksploatacioni parametri rada kombajna NH CR8070 u žetvi kukuruza  
Table 1. *Exploitation parameters of NH CR8070 combine harvester in the corn harvest*

Brzina kretanja kombajna <i>Harvester speed</i>			Protok zrna <i>Grain flow</i>			Površinski učinak <i>Surface productivity</i>			Maseni učinak <i>Mass productivity</i>		
km/h			kg/s			ha/h			t/h		
min.	max.	prosek	min.	max.	prosek	min.	max.	prosek	min.	max.	prosek
5,8	6,25	5,91	8,01	9,44	8,54	2,27	2,45	2,32	28,84	33,98	30,74
6,86	7,32	7,12	11,02	13,06	11,39	2,69	2,87	2,79	39,67	47,02	41,01
7,85	8,33	8,18	13,93	15,27	14,63	3,08	3,27	3,21	50,15	54,97	52,67

Pražnjenje bunkera je efikasno. Mlaznica zrna je puna i konstantnog toka. Protok zrna se kretao od 8 kg/s do 15 kg/s. Vreme pražnjenja bunkera zapremine 9500 dm<sup>3</sup> je oko 200 s. Kombajn NH CR8070 je pogonjen od motora zapremine 8,7l, nominalne snage 300 kW, maksimalne snage 330 kW (ISO 14396). Kombajna je u zavisnosti od brzine kretanja ostvario površinske učinke 2,27-3,27ha/h uz potrošnju goriva 18,33-21,63l/ha i časovnu potrošnju goriva od 43,8-62,3l/ha pri opterećenju motora od 67-84%. Precizni podaci o utrošku goriva i opterećenju motora se mogu videti u tabeli 2.

Tabela 2. Energetski parametri (potrošnja goriva) pri rada kombajna NH CR8070  
Table 2. *Energy parameters (fuel consumption) of the harvester NH CR8070*

Brzina kretanja kombajna <i>Harvester speed</i>			Potrošnja goriva <i>Fuel consumption</i>			Potrošnja goriva <i>Fuel consumption</i>			Učinak motora kombajna <i>The effect of the combine engine</i>		
km/h			l/h			l/ha			%		
min.	max.	prosek	min.	max.	prosek	min.	max.	prosek	min.	max.	prosek
5,8	6,25	5,91	43,8	53	47,91	19,26	21,63	20,68	67	73	70,6
6,86	7,32	7,12	52,1	57,2	54,65	19,37	19,93	19,58	74	79	76,8
7,85	8,33	8,18	56,4	62,3	60,2	18,33	19,08	18,77	80	84	82,6

Sa povećanjem brzine rada uočen je porast primesa u bunkeru, što ukazuje da kombajn uvlači veću količinu stajljike koju mu dostavlja 8-redi adapter, što utiče na čistoću zrna. Brzine veće od 7 km/h imaju značajnije učešće primesa (od 0,5% do 1%).

Protok žetvene mase predstavlja parametar koji ukazuje na efikasnost i opterećenost separacionih radnih organa (rotor, lađa, sita). Protok žetvene mase čini ukupna količina zrna, kočanki i stajljika koje prođu kroz separacione organe kombajna i prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3. Tehnološki podaci eksploatacije kombajna NH CR8070  
 Table 3. Technological data of exploitation NH CR8070 combine harvesters

Prinos zrna <i>Grain yield</i>	Brzina kretanja kombajna <i>Harvester speed</i>			Protok zrna <i>Grain flow</i>			Protok žetvene mase <i>Flow harvest weight</i>		
	kg/ha	km/h			kg/s			kg/s	
15.566,27	min.	max.	prosek	min.	max.	prosek	min.	max.	prosek
	5,8	6,25	5,91	8,01	9,44	8,54	10,57	12,28	10,96
	6,86	7,32	7,12	11,02	13,06	11,39	13,88	16,64	15,49
	7,85	8,33	8,18	13,93	15,27	14,63	17,95	21,07	19,34

Gubici vršalice su u direktnoj zavisnosti od brzine kretanja i predstavljeni su u tabeli 4. Sa povećanjem brzine na 7 km/h i više, dolazi do povećanja ukupnih gubitaka (preko 1%).

Tabela 4. Ostvareni gubici kombajna u žetvi kukuruza  
 Table 4. Harvester losses of the corn harvest

Prinos zrna <i>Grain yield</i>	Brzina kretanja kombajna <i>Harvester speed</i>	Gubici na hederu <i>Header losses</i>		Gubici na separacionim uređajima <i>Separation devices losses</i>		Ukupni gubici <i>Total losses</i>	
		%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
15.566,27	5,91	0,236	36,74	0,744	115,81	0,98	152,55
	7,12	0,294	45,76	0,934	145,39	1,228	191,15
	8,18	0,582	90,60	1,197	186,33	1,779	276,92

Generalno uzevši, optimalan režim rada kombajna je pri visini ukupnih gubitaka do 1%. Povećanje gubitaka sa brzinom kretanja je evidentno, ali su gubici u granicama tolerantnih vrednosti do brzine od 7 km/h.

Gubici hedera su takođe predstavljeni u tabeli 4, i oni su po svojoj količini manji od gubitaka ostvarenih na separacionim uređajima, ali ne i zanemarljivi. U radu nije primećen efekat opalih klipova. Sa povećanjem brzine kretanja većom od 8 km/h, dolazi do većih gubitaka (kategorija - gubici na hederu), što predstavlja ograničavajući faktor uspešnog rada kombajna, po pitanju ukupnih gubitaka.

Sa povećanjem brzine na 8 km/h registrovani su protoci žetvene mase od 19,34 kg/s, pri kojima kombajn nije mogao da bez problema prihvati požnjevenu masu. Problem ovakvog rada manifestovao se nagomilavanjem mase na ulaznom elevatoru, čije dimenzije (otvor) su ograničavajući faktor protoka, jer letvičasti transporter tada nema kapacitet da efikasno prihvati požnjevenu masu.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu iznetih rezultata, kombajn New Holland CR8070 je u žetvi merkantilnog kukuruza sledeće rezultate:

Gubici separacionih radnih organa su tolerantni do brzine od 7km/h.

Gubici na hederu su tolerantni do brzine od 7,5km/h.

Ostvaren je površinski učinak veći od 3ha/h.

Prosečna potrošnja goriva u uslovima ubiranja kukuruza je 19,6l/ha.

Kipovanje bunkera je izuzetno efikasno, mlaznica zrnevlja je puna i konstantnog toka.

Prosečna produktivnost u ubiranju kukuruza je 41t/h sa stepenom iskorišćenja kombajna od 77%.

Kombajn New Holland CR8070 predstavlja savremen kombajn sa tehničkim mogućnostima koje uz pravilnu optimizaciju mogu postići efikasan rad u uslovima ratarske proizvodnje na većim površinama.

## LITERATURA

[1] Dumanović, Z. 2002. Optimizacija potrošnje energije u proizvodnji kukuruza, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

[2] Đević, M., Miodragović, R., Mileusnić, Z. 2005. Kombajni nove generacije u uslovima ubiranja kukuruza. Poljoprivredna tehnika, XXX, broj 1, Beograd, 77-83.

[3] Filipović, D., Piria, I. 1987. Mogućnosti uštede energije u obradi tla. Zbornik radova sa savetovanja- Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, 2. deo, Zadar, 457-461.

[4] Lazić, V., Turan, J. 1999. Rad žitnih kombajna na seljačkim gazdinstvima, Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad, broj 3, 127-134.

[5] Miodragović, R., Đević, M. 2004. Contemporary Combine Harvesters in Corn Harvesting, VI International Symposium – Young People and Multidisciplinary Research, Temisoara, Romania.

[6] Pajić, M., Ercegović, Đ., Raičević, D., Oljača, M., Vukić, Đ., Gligorević, K., Radojević, R., Dumanović, Z., Dragičević, V. (2009): Efekti primene različitih sistema obrade zemljišta i tretmana herbicida u proizvodnji merkantilnog kukuruza. Traktori i pogonske mašine, 14 (4), 70-76.

# POTENCIJALI SRBIJE U SVETSKOJ TRŽIŠNOJ KONKURENCIJI PROIZVODNJE POLJOPRIVREDNIH PROIZVODA

**Predrag Petrović<sup>1</sup>, Dragoljub Obradović<sup>2</sup>, Marija Petrović<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Institut za opštu fizičku hemiju, Studentski trg 12, 11000 Beograd, Srbija*

<sup>2</sup>*Institut za mehanizaciju poljoprivrede, 11080 Beograd-Zemun Polje, Srbija*

<sup>3</sup>*Poljoprivredni fakultet, 11080 Beograd-Zemun, Srbija, Student doktorskih studija,*

## SAŽETAK

Prema svojim zemljišnjim potencijalima, Srbija spada u zemlje koje imaju velike mogućnosti u poljoprivrednoj proizvodnji žitarica, voća i povrća, kao i u stočarskoj, živinarskoj i drugoj proizvodnji. U realnosti sve te potencijale Srbija ne koristi ili koristi u sasvim malom procentu, pa umesto da mnoge proizvode izvozi, ona čak uvozi neke za koje ima i mogućnosti i znanja za proizvodnju i snabdevanje domaćeg tržišta.

Zašto je to tako. Pre svega zbog neorganizovanosti i nemogućnosti države za značajnim podsticajima u poljoprivrednoj proizvodnji, loša situacija u pogledu stanja poljoprivredne mehanizacije, loša posedovna struktura zemljišnog poseda, fluktuacija seoskog stanovništva u gradove, loša organizacija otkupa proizvoda, značajan poremećaj u tržišnoj proizvodnji, veliki uticaj uvoznikom lobiju koji uvozi poljoprivredne proizvode, koji mogu da se proizvode u Srbiji u dovoljnoj količini za domaće tržište a delom i za izvoz isl.

U ovom radu je razmatran odnos učinka savremene proizvodnje traktora i veličine poseda poljoprivrednih gazdinstava prema statičkim podacima u cilju procene naše konkurentnosti na svetskom tržištu u oblasti prometa poljoprivrednih proizvoda.

Osim toga, razmatrani su i neki ograničavajući parametri koji utiču na konkurentnost poljoprivrednih proizvoda na svetskom tržištu. Pre svega: posedovna struktura zemljišta, agrotehnički kapaciteti i tehnološka opremljenost, demografski parametri, ograničavajući faktori nekonkurentnosti na međunarodnom tržištu i drugi parametri. Na kraju su dati neki pravci daljeg razvoja, kojim bi se stanje u poljoprivrednoj proizvodnji poboljšalo, a time i konkurentnost na međunarodnom tržištu.

**Ključne reči:** traktor, posed, tržište, konkurentnost, poljoprivreda, proizvodnja

## RESOURCES SERBIAN MARKET COMPETITION IN THE WORLD PRODUCTION OF AGRICULTURAL PRODUCTS

**Predrag Petrović<sup>1</sup>, Dragoljub Obradović<sup>2</sup>, Marija Petrović<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of General Physical Chemistry, Student square 12, 11000 Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup>*Institute of Agricultural Engineering, 11080 Belgrade-Zemun Polje, Serbia*

<sup>3</sup>*Faculty of Agriculture, 11080 Belgrade-Zemun, Serbia, PhD student*

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Petrović Predrag, e-mail:mpm@eunet.rs

## ABSTRACT

According to its Register Deed potential, Serbia is among the countries that have great potential in agricultural production of cereals, fruits and vegetables, as well as livestock, poultry and other production. In reality all these potentials Serbia does not use or used in very small percentage, but instead of many products exported, it even imports some of which has the capacity and skills to produce and supply the domestic market.

Why is it so. Primarily because of disorganization and lack of state for significant incentives to agricultural production, poor situation regarding the status of agricultural mechanization, poor ownership structure of land ownership, the fluctuation of the rural population to the cities, poor organization purchase products, significant market disruption in the production, importing large impact lobby which imports of agricultural products, which can be produced in Serbia in sufficient quantities for the domestic market and partly for export and so on.

This paper discusses the relationship of the impact of modern production of tractors and the size of the estate of farms according to statistical data in order to evaluate our competitiveness in the world market in the field of transport of agricultural products.

In addition, they discussed some limiting parameters that affect the competitiveness of agricultural products on the world market. First of all: ownership structure of land, agro-technical capacity and technological equipment, demographic parameters, the limiting factors are the lack of competitiveness in the international market and other parameters. Na the end, give some directions for further development, which would be the situation in agriculture improved, and thus the competitiveness on international market.

**Keywords:** Tractor, Property, Market, Competition, Agriculture, Manufacturing

## UVOD

U Srbiji se decenijama priča o povoljnim potencijalima u pogledu poljoprivredne i stočarske proizvodnje, sa izvanrednim mogućnostima izvoza različitih kultura, kao i proizvodnjom kvalitetnog mesa i mesnih prerađevina. U stvarnosti to nije tako, jer mnogi problemi se nerešavaju, a nedostatak potrebnih materijalnih sredstava, permanentno je prisutan.

Od navođenja mnogobrojnih problema, u ovom radu je sprovedena i analiza ostvarenja učinka u oranju za strna žita, okopovine i šećernu repu i upoređen je sa prosečnom veličinom poljoprivrednog gazdinstva u regionima Srbije. Upoređenjem učinka traktora savremene proizvodnje sa statističkim podacima o vlasništvu poseda poljoprivrednih gazdinstava, mogu se preliminarno oceniti mogućnosti Srbije na svetskom komercijalnom tržištu poljoprivrednih proizvoda.

I pored neiskorišćenih poljoprivrednih potencijala i mnogobrojnih problema koji se ne rešavaju na adekvatan način, poljoprivreda Srbije ipak postiže izvestan trend povećanja proizvodnje za svoje tržište, a neke kulture i za izvoz. U nekim kulturama Srbija je suviše uvozno orijentisana, ali zahvaljujući izvozu ipak se postiže izvestan suficit u spoljnotrgovinskoj razmeni agrarnih proizvoda popravljajući, na taj način, platno bilansnu poziciju Srbije u celini [1].

## MATERIJAL I METOD RADA

Posedovna struktura gazdinstava prema vlasništvu poljoprivrednih površina  
 Posedovna struktura poljoprivrednih gazdinstava, prikazana je na bazi popisa  
 2012.godine, objavljena zvanično od strane Zavoda za statistiku Republike Srbije.

Tabela 1. Posedovna struktura zemljišta u Srbiji  
*Table 1. Possessory structure of land in Serbia*

R.br.	OKRUG	Broj gazdin- stava	Ukupno (ha)	Prosek po gazdinstvu (ha)
1.	Republika Srbija	778.891	1.844.768	2,37
2.	Centralna Srbija	577.416	1.189.176	2,06
3.	Vojvodina	201.475	655.592	3,25
4.	Posed >20ha u R. Srbiji	6.300	96.942	15,39
5.	Posed >20ha u Centralnoj Srbiji	3.192	28.527	8,94
6.	Posed >20ha u Vojvodini	3.108	68.415	22,01
7.	Beograd	60.371	101.090	1,67
8.	Severno bački okrug	18.939	61.634	3,25
9.	Srednje banatski okrug	25.272	92.837	3,67
10.	Severno banatski okrug	23.711	73.350	3,09
11.	Južno banatski okrug	33.644	126.419	3,76
12.	Zapadno bački okrug	24.088	66.189	2,75
13.	Južno bački okrug	41.439	124.212	3,00
14.	Sremski okrug	34.382	110.951	3,23
15.	Mačvanski okrug	46.805	114.158	2,44
16.	Kolubarski okrug	29.846	85.906	2,88
17.	Podunavski okrug	24.797	55.346	2,23
18.	Šumadijski okrug	31.390	79.883	2,54
19.	Pomoravski okrug	35.624	75.421	2,12
20.	Zaječarski okrug	22.221	64.183	2,89
21.	Zlatiborski okrug	41.139	84.690	2,06
22.	Moravski okrug	31.448	64.701	2,06
23.	Rasinski okrug	39.492	67.565	1,71
24.	Nišavski okrug	39.680	64.242	1,62
25.	Toplički okrug	16.782	28.725	1,71
26.	Pirotski okrug	17.872	21.845	1,22
27.	Jablanički okrug	33.325	41.929	1,26
28.	Pčinjski okrug	24.466	34.564	1,41

Iz tabele 1, vidi se da prosečno poljoprivredno gazdinstvo u Srbiji poseduje 2,37 ha, u Centralnoj Srbiji 2,06 ha, a u Vojvodini 3,25 ha poljoprivredne površine. Prosečan vlasnički posed u Srbiji iznosi 15,39 ha, u centralnoj Srbiji 8,94 ha, i u Vojvodini 22,01ha. U tabeli su prikazani rezultati popisa po okruzima i vlasničkoj strukturi kreće se od 1,22 ha do 3,76 ha, u zavisnosti od okruga do okruga. Treba imati u vidu da su prikazani samo podaci zemljišta koje se nalazi u svojini poljoprivrednih gazdinstava, a nije uzeto u obzir koliko je zemljišta korišćeno.

Preko 20 ha u Srbiji ima 5,25% poljoprivrednog zemljišta, u centralnoj Srbiji 2,40%, a u Vojvodini 10,43%, u svojinskom posedu poljoprivrednih gazdinstava, u odnosu na ukupnu poljoprivrednu površinu. Može se konstatovati da je sadašnja vlasnička struktura poljoprivrednih površina mala za savremenu poljoprivrednu proizvodnju u pogledu primene savremene poljoprivredne tehnike [2].

## **PRIMER EFEKTIVNOSTI TRAKTORA VELIKE SNAGE U SAVREMENOJ POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI**

Kada je u pitanju izbor traktora, polazi se od snage motora i mase traktora. Snaga motora ima uticaj na brzinu kretanja, a masa na veličinu vučnih sila. Koeficijent korisnog dejstva  $\eta_t$  izračunava se kao odnos snage vuče traktora ( $P_v$ ) i snage motora ( $P_m$ ). Koeficijent adhezije traktora  $a$  se definiše kao odnos sile vuče ( $F_v$ ) i mase traktora ( $m$ ). Za proračun eksploatacionih karakteristika traktora korišćeni su koeficijenti dobijeni ispitivanjem traktora na strnjici:  $\eta_t=0,65$  i  $a=0,41$ . Za analizu je planski uzet jedan savremeni traktor snage 270kW, eksploatacione mase od 14.800 kg ( $G=14.519daN$ ), odnosno  $P_v=175,5kW$ , a  $F_v=60kN$  i  $v=10,53km/h$ .

Izračunavanje širine zahvata pluga izvršeno je za oranje na dubini od 25cm, za strna žita, 30cm, za okopavine i 35cm, za šećernu repu. Na bazi ispitivanja specifični otpor zemljišta za navedene dubine oranja usvojene su vrednosti: 7,0 N/cm<sup>2</sup>, 8,0 N/cm<sup>2</sup>, i 9,0N/cm<sup>2</sup>. Koeficijent adhezije je usvojen 0,41, a korisnog dejstva 0,65. Širina zahvata pluga za navedene dubine oranja je: 3,40cm, 2,48m i 1,89m.

Dnevni učinak za dve smene (16h) sa koeficijentom iskorišćenja radnog vremena 0,80 (12,8h efektivnog rada), je po navedenim dubinama oranja 46,17ha, 33,68 ha i 25,67ha.

Za jednu sezonu učinak je obračunat na 90 radnih dana što je uobičajno za ovu kategoriju traktora. Struktura radnih dana odgovara strukturi setve na velikim gazdinstvima. Oranje za strna žita iznosi 33 radna dana ili 37%, za okopavine 45 radnih dana ili 50% i za šećernu repu 12 radnih dana ili 13%.

Sezonski učinak traktora u oranju iznosi za strna žita 1.523ha, za okopavine 1.515ha i za šećernu repu 308ha, ukupno 3.346ha. Potencijalni učinak u oranju analiziranog traktora, je mnogo veći od prosečnog statističkog vlasničkog poseda u Srbiji.

Pri proizvodnji, najveći utrošak energije je u toku oranja, s obzirom na stanje naše mehanizacije proizilazi da naša poljoprivreda, ne može adekvatno da konkuriše na svetskom tržištu u oblasti proizvodnje i prodaje proizvoda. Svetska poljoprivredna gazdinstva koriste savremenu mehanizaciju, na većim parcelama, što je u odnosu na stanje u Srbiji uglavnom suprotno, primena traktora manjih snaga i velike starosti, a male površine. Upoređenjem sa svetskom produktivnošću rada, naša produktivnost znatno zaostaje za svetskom i samo na osnovu tih činjenica, vidi se da naši proizvodi ne mogu biti adekvatno konkurentni na svetskom tržištu [5] [6].

## **REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA**

### **Poljoprivredna i stočarska proizvodnja 2013 - 2014 u Srbiji**

U ovom delu rada prikazana je poljoprivredna proizvodnja nekih vrsta žitarica i povrća, kao i nekih grla u stočarskoj proizvodnji u Srbiji.

U odnosu na desetogodišnji prosek u 2014. godini ostvarena je veća proizvodnja soje za 44,9%, kukuruza za 34,3%, suncokreta za 27,6%, šećerne repe za 21,5% i pšenice za 13,8%. Ostvarena proizvodnja kod značajnih biljnih kultura imala je i znatno viši nivo od proizvodnje koja je bila u 2013. godini, posebno kod kukuruza, soje i šećerne repe koji beleže rekordan rod.

Rekordna proizvodnja kukuruza od 7.951.583 tona, veća je za 35,6% u odnosu na predhodnu godinu. Proizvodnja pšenice manja je u 2014. za 11,27% u odnosu na 2013. godinu, iako je zasejana na površinama većim za 7,34%, dok je u odnosu na desetogodišnji prosek veća za 13,8%.

Tabela 2. Ostvarena proizvodnja važnijih useva u 2013 i 2014. godini

*Table 2. Effected production of major crops in 2013 and 2014.*

R.br.	Kultura	Pokazatelji	2013	2014	Indeks 2014/2013
1.	Pšenica	Požnjevena površina (ha)	563.403	604.748	107,34
		Ukupan prinos (t)	2.690.266	2.387.202	88,73
		Prinos (kg/ha)	4.775	3.947	82,66
2.	Kukuruz	Požnjevena površina (ha)	1.186.523	1.057.877	89,16
		Ukupan prinos (t)	5.864.419	7.951.583	135,64
		Prinos (kg/ha)	4.943	7.517	152,07
3.	Šećerna repa	Požnjevena površina (ha)	62.411	64.112	102,73
		Ukupan prinos (t)	2.983.217	3.507.441	117,57
		Prinos (kg/ha)	47.800	54.708	114,45
4.	Suncokret	Požnjevena površina (ha)	188.189	175.366	93,19
		Ukupan prinos (t)	512.839	509.250	99,30
		Prinos (kg/ha)	2.725	2.904	106,57
5.	Soja	Požnjevena površina (ha)	159.724	154.249	96,57
		Ukupan prinos (t)	385.214	545.898	141,71
		Prinos (kg/ha)	2.412	3.539	146,72
6.	Krompir	73.659	766.829	468.792	61,13

Rod povrća u 2014.godini iznosio je 1.387.574 t, što je znatno niže od višegodišnjeg proseka od 2 mil.

Tabela 3.Osnovna proizvodnja važnijih vrsta povrća (t)

*Table 3.Basic production of major vegetables (t)*

R.br.	Kultura	Površina (ha)	2013	2014	Indeks 2014/2013
1.	Krompir	73.659	766.829	468.792	61,13
2.	Paradajz	9.162	174.512	127.562	73,01
3.	Kupus i kelj	11.116	303.893	261.240	85,96
4.	Paprika	11.865	147.287	114.472	77,72
5.	Dinje i lubenice	6.396	254.533	228.407	89,74
6.	Krastavac	4.179	63.687	52.672	82,70

Tabela 4. Broj grla životinja u Republici Srbiji (u 000 kom.)  
 Table 4. Number of animals in the Republic of Serbia (000 pcs.)

R.br.	Grlo	2013	2014	Indeks 2014/2013
1.	Goveda	913	920	100,77
2.	Konji	16	16	100,00
3.	Svinje	3.144	3.236	102,93
4.	Ovce	1.616	1.748	108,17
5.	Koze	225	219	97,30
6.	Živina	17.860	17.167	96,12
7.	Broj košnica	653	677	103,68

Goveda se najviše gaje u Regionu Šumadije i Zapadne Srbije (45,2% u odnosu na ukupan broj goveda na teritoriji Republike Srbije), a svinje u Regionu Vojvodine (40,9%). U odnosu na desetogodišnji prosek (2004-2013), ukupan broj goveda manji je za 9,3%, svinja za 6,8%, konja za 12,8% i živine za 5,3%, a veći je broj ovaca za 11,9% i koza za 33,9%. Broj goveda na početku 2014. bio je smanjen, takođe je smanjen i izvoz goveda. Podaci RZS pokazuju da je povećanje u broju goveda zabeleženo u priplodu, na liniji klanja i na kraju godine (u odnose na podatke iz predhodne 2013. godine).

Prema saopštenju (PO12) Republičkog zavoda za statistiku sa stanjem na dan 1. decembra 2014. ukupan broj grla u 2014. iznosio je oko 1.748.110 (povećanje od 8,2% u odnosu na 2013.) Ukupan broj muznih krava u 2014., iznosio je oko 155.000, što je oko 24,4% manje u odnosu na broj muznih ovaca u 2013. Takođe, učešće broja muznih grla u odnosu na ukupan broj ovaca u 2014., bio je 8,87%, dok je učešće ovaca za period u 2014. u odnosu na ukupan broj ovih životinja bio 72,43% [5] [8].

### Potencijalni prirodni uslovi Srbije u međunarodnoj konkurentnosti

S obzirom na geografski položaj, severne širine, četiri klimatska područja, Srbija ima veoma pogodne prirodne uslove za proizvodnju raznovrsnih poljoprivrednih useva. I pored velike geografske heterogenosti, teško je obeležiti globalne mikroeone poljoprivrede, ali u Srbiji se mogu lako klasifikovati reoni pogodni za pojedine proizvodnje (žita, industrijskih kultura, voća, povrća, grožđa, malina, stoke i dr.), što je veoma bitno za ekonomsku politiku u poljoprivredi.

Srbija raspolaže sa oko 5.097.0002 hektara poljoprivredne površine (0,59 ha po stanovniku), od toga 4.224.000ha obradive površine (0,47 ha po stanovniku), što je iznad standarda zemalja Evrope.

U nekim zemljama Evrope obradive površine po stanovniku iznose: Holandiji 0,06 ha, Nemačkoj 0,19ha, Mađarskoj 0,51ha, Italiji 0,20ha, Francuskoj 0,33ha, Danskoj 0,50ha.

Odnos šumske i poljoprivredne površine u Srbiji je (39:61), i iznad je istog odnosa u Evropi, što je takođe velika prednost za uspešan razvoj poljoprivredne proizvodnje.

Vodni potencijali u vidu reka, jezera i kanala je veoma povoljan, ali nedovoljno iskorišćen za poljoprivrednu proizvodnju, jer prema nekim podacima od ukupnih obradivih površina, navodnjava se svega oko 1,0%, odnosno oko 40.000ha [7].

### **Demografska kretanja i raspoloživi radni potencijali**

S obzirom na mnoge potencijale koje Srbija poseduje, civilizacijsko kretanje seoske populacije i poljoprivrednog stanovništva sa karakteristikom egzodusa, veoma je negativno uticalo, ali i ubuduće će uticati na dalje pravce razvoja poljoprivrede. Krajem četrdesetih godina na selu je u Srbiji živelo oko 80% stanovništva, danas gradska populacija čini 51% stanovništva. Udeo poljoprivrednog stanovništva u ukupnom, prema podacima FAO, u nekim zemljama Zapada i dalekog Istoka iznosi: SAD 2,3%, Velikoj Britaniji 1,8%, Francuskoj 4,2%, Nemačkoj 3,6%, Grčkoj 19,8%, Mađarskoj 10,3%, Kini 65,2%, a u Srbiji 17,3%.

Osim fluktuacije seoskog stanovništva, odvijale su se nepovoljne promene u okviru samih domaćinstava, kao što je rast broja i udela tzv. nepoljoprivrednih i mešovitih poljoprivrednih domaćinstava, ali i raste broj domaćinstava bez aktivnih poljoprivrednika.

U Srbiji ima preko 7.000 seoskih naselja, a od toga u oko 72%, vrši se brzo demografsko gašenje.

Mnoga sela brdsko–planinskog područja su se demografski ispraznila, što je bila neminovnost izazvana teškim uslovima ostvarivanja dohotka za koliko-toliko normalan život. Zbog toga je neophodna veća pažnja države da povoljnijom agrarnom politikom učine oživljavanje proizvodnje i sela, kako bi ostvarivali makar približno dohodak kao i u nepoljoprivrednim delatnostima i uslove života kao što su u gradu. Možda je jedan od više koraka ka tom cilju projektovanje i operacionalizacija modela farmerizacije i otklanjanja problema daljeg usitnjavanja zemljišta. Po nekim stavovima stručnjaka potreba afirmacije zadrugarstva je neophodna, ali ona ne rešava dalje usitnjavanje zemljišnjih poseda [7] [10].

### **Posedovna struktura obradivog zemljišta u Srbiji**

Od ukupnog obradivog zemljišta 95% (oko 4.000.000 ha) je u vlasništvu privatnih posednika, a 5% (225.000 ha) u vlasništvu poljoprivrednih preduzeća i zemljoradničkih zadruga. Međutim nepovoljnost je i što je u poslednjih nekoliko godina, pojava trenda smanjivanja površina u vlasništvu poljoprivrednih preduzeća i zemljoradničkih zadruga.

Najveći broj preduzeća–posednika je u kategoriji do 50ha (55,3%), a najmanji u kategoriji preko 5.000ha (2,95%). U privatnom sektoru je znatno izraženija usitnjenost poseda. Dominiraju gazdinstva–farme čiji je posed do 3ha (58,1%), samo 0,8% gazdinstava imaju posed 15–20ha, a 0,5% posed veći od 20ha (u Velikoj Britaniji prosečna veličina farme iznosi 69,3 ha, Francuskoj 41,7ha, Danskoj 42,6ha, Holandiji 18,6ha, Nemačkoj 31,0ha, Belgiji 20,6ha). U EU je prosečna veličina farme 20,7ha, što je pet puta više od prosečne veličine poseda porodičnog gazdinstva u Srbiji. Prema popisu poljoprivrede 2012., prosečno porodično gazdinstvo u Srbiji koristi 4,5ha poljoprivrednog zemljišta.

## **Agrotehnička opremljenost poljoprivrednih sredstava u Srbiji**

Poljoprivreda Srbije raspolaže sa oko 408.000 traktora svih vrsta. Od toga je na privatnom sektoru više od 386.000 traktora, odnosno više od 97% od ukupnog broja. Jedan traktor dolazi na prosečno 10,4ha na privatnom, a 57,2ha u državnom sektoru. Prosečna snaga traktora je na privatnom sektoru 33 kW, dok je na državno–društvenom sektoru oko 70kW. Starosna struktura je veoma nepovoljna i prelazi 13 godina na društvenom–državnom i 18 godina na privatnom sektoru, odnosno preko 35% traktora je starije od 18 godina.

Broj kombajna se u poslednjih pet godina permanentno smanjuje. Sa 6.063 komada (1985.god.) broj kombajna je smanjen na manje od 2.000 komada.

Potrošnja mineralnih đubriva je u poslednjih 5-6 godina znatno smanjena. Sa 1.450.000 t (1985. god.) smanjena je na oko 300.000t (2000.god.), odnosno 600.000t (2010.god.) sa tendencijom postepenog povećanja.

Prinos je u poslednjih deset godina opao za oko 20% kod pšenice (sa 4,5 t/ha na 3,7 t/ha), a kod šećerne repe za preko 27% (sa 49,0 t/ha na 45,0 t/ha).

Potrošnja sredstava za zaštitu bilja u kontinualnom trendu je u smanjenju od 1985. godine. Naime, u 2010. godini ona je za više od 5 puta manja od potrošnje u 1985. godini (sa 15.396 t smanjena je na svega oko 3.000 t). Relativno niska potrošnja sredstava za zaštitu bilja, posebno na privatnom posedu, svakako je jedan od osnovnih agrotehničkih razloga smanjenih prinosa poslednjih godina, posebno ako se ima u vidu da biljne bolesti i zakorovljenost zemljišta smanjuju prinos za preko 40% [2] [3].

## **Agroindustrijski kapaciteti u Srbiji**

U predhodnoj državnoj zajednici kapaciteti i tehnološka opremljenost prehrambene industrije bila je na zavidnom nivou i nikada nije predstavljala limitirajući faktor rasta i prerade poljoprivrednih proizvoda, industrijskog bilja, voća i povrća i drugih kultura, kako u kvantitativnom, tako i u kvalitativnom smislu. Danas je situacija u tom smislu dosta nepovoljna, s obzirom na mnoge pogrešne vlasničke transformacije predhodnih kapaciteta, a oni kapaciteti koji su kako-tako opstajali, rade sa relativno niskim stepenom iskorišćenja, kako u ukupnoj industriji prerade poljoprivrednih proizvoda, tako i u nekim njenim vidovima posebno. Na primer, uljare sada koriste kapacitete sa oko 50%, šećerane 25%, konditorska industrija 40%, klanice 30%, industrija stočne hrane 34% itd.

To su dugoročni i aktuelni problemi nedovoljnog korišćenja kapaciteta zbog nedovoljnih količina poljoprivrednih kultura ali i nekvalitetnog i nestručnog menadžmenta, što značajno utiče na nekonkurentnost u izvozu [7].

## **Faktori koji ograničavaju efikasnije uključivanje u međunarodne poljoprivredne tokove**

Neki ograničavajući faktori u poljoprivredi Srbije, kao prepreka efikasnijem uključivanju u konkurentne međunarodne poljoprivredne tokove:

Nedovoljno korišćenje prirodnih potencijala poljoprivrede Srbije uzrokovano je, pre svega, u nepovoljnoj demografskoj strukturi poljoprivrednog stanovništva, maloju prosečnoj veličini poseda, ali i amortizovanoj, pa i tehnološki prevaziđenoj i proizvodno amortizovanoj opremi koja se koristi.

Nedovoljan asortiman prehrambenih proizvoda, u odnosu na savremenu ponudu u svetu.

Teškoće u istraživanju potpunijeg korišćenje postojećih kapaciteta i uvođenja novih linija i proizvoda.

Velika promenljivost kvaliteta tržišnih proizvoda, zbog nedostatka ili neadekvatne primene standarda, a najčešće zbog propusta odgovornih ili odsustva kontrole po važećim standardima.

Sporo prilagođavanje tržišnim kriterijumima poslovanja, odnosno uvođenje savremenog menadžmenta i marketinga.

Daje se nedovoljan značaj ambalaži i pakovanju, koji postaju veoma značajni, a možda i presudni za promet, naročito na svetskom tržištu.

Nepostojanje dugoročnih čvrstih ugovornih odnosa između prehrambene industrije i proizvođača sirovina (gazdinstva, zadruge, poljoprivredna preduzeća).

Neizgrađenost odgovarajućih organizacionih i ekonomskih odnosa na zadružnim principima između proizvođača i prerađivačke industrije.

Prisutno odsustvo ekonomsko – tržišne povezanosti poljoprivrede i drugih industrija koje koriste poljoprivredne proizvode i onih koji proizvode za poljoprivredu.

Nedostatak potrebnih kvalitetnih kadrova koji nezaostaju za svetskim kadrovima u savremenim tehnološkim i marketinškim zahtevima.

Dugotrajna neusklađenost proizvođača sa državnim organima [7] [9].

### **Osnovni pravci i projekcija daljeg razvoja poljoprivrede Srbije**

Izmena proizvodne strukture i prilagođavanje proizvodnje po količini, kvalitetu i konkurentnosti zahtevima svetskog tržišta, osnovno je polazište da se na osnovu naših proizvodnih kapaciteta i komparativnih prednosti projektuje razvoj srpske poljoprivrede, prehrambene industrije i sprovede ofanzivna izvozna orijentacija. U svakom slučaju promene su, neminovne, a da li će one biti brze ili ne, videće se, jer postoje zgovornici i jedne i druge varijante. Projekcija proizvodnje je takođe neminovna, a da li će se ona zasnivati i dalje na pšenici i kukuruzu ili će se više potencirati proizvodnja industrijskog bilja. Zadržavanje pšenice u strukturi setve, objašnjava se činjenicom da pšenica zahteva manja ulaganja u vremenu kada su finansijska sredstva veoma skromna i skupa uz procenu da će situacija na svetskom tržištu i u narednom periodu biti za proizvođača i izvoznika pšenice interesantna, još uvek visokom potrošnjom po glavi stanovnika (oko 180 kg).

Projekcije sleduju i u stočarskoj proizvodnji, intenziviranjem proizvodnje u govedarstvu radi veće proizvodnje mleka i govedeg mesa. Oživljavanje stočarske proizvodnje, obezbediće do 2020. godine godišnji rast fizičkog obima poljoprivredne proizvodnje od prosečno 2-4%, i učešće društvenog proizvoda poljoprivrede u ukupnom društvenom proizvodu zemlje oko 10%. U periodu posle 2020. godine, projektovana proizvodna struktura obezbediće godišnji rast fizičkog obima poljoprivredne proizvodnje od oko 1,5 – 2,0% i učešće poljoprivrede u stvaranju društvenog proizvoda zemlje nešto ispod 10%. Svakako ovakva projekcija pretpostavlja i veću upotrebu faktora intenzifikacije poljoprivredne proizvodnje ( mineralnih đubriva, sredstava za zaštitu bilja, kvalitetnog sortog semena, kvalitetne proteinske stočne hrane, efikasnije

poljoprivredne mehanizacije i dr.). Realizacijom ovako projektovane poljoprivredne proizvodnje mogu se konstantno obezbeđivati, pored zadovoljenja domaćih potreba za hranom i značajni suficiti većine poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda. To upućuje na zaključak da kao zemlja možemo i moramo biti stalni izvoznik poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda, najmanje u vrednosti oko 5-6 milijardi dolara do 2020. godine.

Ono što je realno, a moglo bi da se do 2020. godine izveze i to: pšenicu – 1 mil. tona, kukuruza – 3mil. tona, šećera – 250.000 tona, 100.000 tona ulja, voća i povrća u vrednosti od oko 400 mil. dolara, žive stoke i mesa u vrednosti od 250 mil. dolara, vina i žestokih pića u vrednosti od 50 mil. dolara i duvana u vrednosti od 20 mil. dolara i dr [7] [8].

## ZAKLJUČAK

Na osnovu činjenica i sprovedene analize podataka, mogu se doneti sledeći zaključci:

- U radu su razmatrane potencijalne i kritične mogućnosti naše poljoprivrede u proizvodnji poljoprivrednih kultura, sa osvrtom na iskustva nekih razvijenih zemalja.

- Savremena poljoprivredna proizvodnja može da bude konkurentna na svetskom tržištu, samo u slučaju ako se za proizvodnju koristi savremena poljoprivredna mehanizacija.

- Izvršiti povećanje poseda i prilagoditi savremenim posedovnim strukturama po uzoru na razvijene zemlje. Usitnjenost poseda već dugu niz godina, pokazuje kao neracionalno i efikasno rešenje.

- Osnovni pravci budućeg razvoja poljoprivrede i prehrambene industrije su: optimalno korišćenje raspoloživih proizvodnih kapaciteta, povećanje obima poljoprivredne proizvodnje, izmena proizvodne strukture u korist intenzivnih proizvodnji, proizvodnja visokofinansijskih i visokokvalitetnih proizvoda. Sve ovo radi podmirjenja domaće tražnje i značajnog izvoza poljoprivredno – prehrambenih proizvoda i biološki kvalitetnije hrane.

- Sa ozdravljenjem primarne poljoprivredne proizvodnje, pokrenuće se i sva ostala prateća industrija (hemijska, mašinska, građevinarstvo, trgovina i dr.), koji takođe moraju da shvate da je opstanak nekih grana navedenih industrija isključivo zavistan od stanja poljoprivrede.

## LITERATURA

[1] Republički zavod za statistiku: “Poljoprivreda-poljoprivredni fondovi-Beograd“, decembar 2003., knjiga 1.

[2] “Strategija poljoprivrede Srbije-oktobar 2004.godine“. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede.

[3] “Strategija poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014-2024. godine“, Službeni glasnik Republike Srbije.

[4] „Zašto i kako se organizovati u zadruge“, Srpska akademija nauka i umetnosti-odbor za selo, Beograd, 2012.

[5] Obradović D., Teofanović Ž., Dumanović Z.: „Naučne osnove tehničko-tehnološkog napretka u razvoju mehanizacije poljoprivredne proizvodnje početkom 21 veka“, Tehnika, br.7-8, SITJ, 1997.

[6] Teofanović Ž., Obradović D., Dumanović Z.: „Prednosti poljoprivrednih gazdinstava sa velikim zemljišnim posedom u mogućnosti korišćenja savremene poljoprivredne tehnike početkom 21 veka“. Tehnika, br.7-8 SITJ, 1997.

[7] Prostran M.: „Stanje i potencijali u proizvodnji hrane u republici Srbiji“, Časopis „Traktori i pogonske mašine“, No. 1, Vol. 18, 2013, str. 6-11.

[8] Petrović P. Dragoljub O., Teofanović Ž.: „Organizacija tehničko-remontnog servisa za održavanje traktorsko-mašinskog parka“, XL Naučno stručni skup „Održavanje mašina i opreme“, Dots iipp, Mašinski fakultet Beograd-Budva, 2015., str.340-348.

[9] Obradović D., Teofanović Ž., Petrović P., Petrović Marija, Ružičić L.: „Značaj i uticaj navodnjavanja na naturalni i ekonomski efekat poljoprivrednih prinosa“, Časopis JUMTO „Traktori i pogonske mašine“, 2012, Vol.17, No.5, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str.46-53.

[10] Petrović Marijan, Petrović P., Obradović D.: „Stanje, perspektive i značaj navodnjavanja obradivog poljoprivrednog zemljišta u Srbiji“, 16 Naučno stručni skup: „Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede“, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2012., str.138-146.

[11] Bugarin Đ., Obradović Lj., Milovanović M., Tomić D.: „Aktuelno stanje i perspektive u proizvodnji poljomehanizacije“, Časopis „Traktori i pogonske mašine“, No. 1, Vol. 18, 2013, str. 12-19.

# UTICAJNI PARAMETRI KONTAKTA PNEUMATIKA-PODLOGA NA DINAMIKU KRETANJA TRAKTORA I POJAVU CIRKULACIJE PARAZITNE SNAGE KOD POGONA 4X4

Predrag Petrović<sup>1</sup>, Živojin Petrović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut za opštu fizičku hemiju, Beograd

<sup>2</sup>Tehnička škola, Zrenjanin, Srbija

## SAŽETAK

Pri kretanju mobilnih mašina ostvarivanje kontakta između pneumatika i podloge je veoma kompleksno, zbog pojava mnogobrojnih promenljivih parametara koji se javljaju u toku eksploatacije. Kada je u pitanju pneumatik, bez obzira na njegovu primenu (motorno vozilo, traktor, radna mašina i dr.) na intenzitet pojava tih parametara utiču njegove konstruktivne i fizičke karakteristike kao što su: tip pneumatika, elastičnost karkase, dezen protektora, kvalitet i vrsta materijala i drugi. Na promenljivost pojava, pre svega utiču: radijalno opterećenje pneumatika, promenljivost tangencijalnih sila, brzine obrtanja točka, pritisak u pneumaticima, koeficijenti prijanjanja i kotrljanja, stanje i temperature podloge, vremenski uslovi, karakteristike pogonskog agregata, načina eksploatacije i dr.

Kada se posmatra traktor, koji se uglavnom kreće po deformabilnoj podlozi, koja se pored elastičnih deformacija pneumatika, deformiše i podloga. Zbog takvih stohastičkih i kompleksnih pojava i sama analiza kontaktnih parametara je veoma složena i zahteva pored činjeničnih i dosta pretpostavki. Pri kretanju traktora sa pogonom na četiri točka (4x4) prijanjanje se postiže iskorišćenjem celokupne težine traktora, u odnosu na kretanje vozila sa dva pogonska točka (4x2), kada se iskorišćava samo deo težine vozila koja se prenosi na pogonske, odnosno zadnje točkove kada je u pitanju traktor.

Vučne karakteristike traktora sa četiri pogonska točka u mnogome zavise od ostvarenja optimalnih uslova kretanja točkova i kontaktne površine u toku eksploatacije. U slučaju da dolazi do kinematske neusklađenosti kretanja točkova jednog u odnosu na drugi pogonski most, a pri određenim tipovima transmisije, tzv. blokiranim razvodom, postoji mogućnost pojave nekorisne snage, odnosno parazitne snage koja ne samo da ne učestvuje u realizaciji kretanja, već naprotiv njemu se suprotavlja. Takve pojave su posebno izražene kod motornih vozila koja se kreću po nedeformabilnoj podlozi, kada pneumatik "isključivo" trpi elastične deformacije u odnosu na čvrstu podlogu, čije se deformacije zanemaruju.

U ovom radu je dat kraći prikaz analize vučnih karakteristika traktora sa pogonom (4x2) i osvrt na uslove i posledice pojava parazitne snage kod pogona (4x4) i njenim posledicama.

**Ključne reči:** traktor, vuča, točkovi, kinematika, snaga, prijanjanje

## INFLUENTIAL PARAMETERS CONTACT SURFACE ON TYRE AND DYNAMICS OF CHANGE IN TRACTOR AND CIRCULATION PARASITIC FORCES OCCUR WITH DRIVE 4X4

Predrag Petrović<sup>1</sup>, Živojin Petrović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of General Physical Chemistry, Student square 12-14, 11000 Belgrade, Serbia,

<sup>2</sup>Technical School Zrenjanin, Serbia

<sup>1</sup> Kontakt autor: Petrović Predrag, e-mail:mpm@eunet.rs

## ABSTRACT

When moving mobile machines achieving contact between the tire and the substrate is very complex, due to the emergence of a number of variable parameters that occur during operation.

When it comes to tire, regardless of its use (motor vehicle, tractor, working vehicles, etc.). The intensity of occurrence of these parameters affect its structural and physical characteristics such as: type of tire, the elasticity of the carcass, tread design, quality and type material type and quality of the substrate and others. On the variability of the phenomenon, primarily affected by radial load tyre, variability of tangential forces, the speed of rotation point, the tire pressure, grip and rolling coefficients, condition and substrate temperatures, weather conditions, characteristics of the powertrain, exploitation, etc.

When observing the tractor, which generally moves in a deformable surface, which is next to the elastic deformation of the tire deforms and substrate. Because of these stochastic and complex phenomena and the analysis itself contact parameters is very complex and requires the addition of factual and plenty assumption. When moving tractors with four-wheel drive (4x4) grip is achieved by utilization of the entire weight of the tractor, in relation to the movement of vehicles with two drive-wheel (4x2), when the exploits only a portion of the weight of vehicles that are transmitted to the drive or the rear wheels when it comes to the tractor.

Tractive characteristics of tractors with four-wheel drive largely depend on achieving optimal conditions for the movement of the wheels and the contact surface during operation. In the event that there is a mismatch of kinematic movement of one wheel in relation to the second drive axle, and in certain types of transmissions, so-called. blocked divorce, there is the possibility of useless power, and leakage power that not only does not participate in the realization of movement, but on the contrary it is counterpoise.

Such phenomena are especially pronounced in the motor vehicles that move on the ground not deformable when tire "explicitly" suffers elastic strain as compared to a solid support, whose deformations are ignored.

This paper gives a short overview of the analysis of traction characteristics of the tractor drive (4x2) and the review of the conditions and consequences of the phenomenon of leakage power during operation (4x4) and its consequences.

**Keywords:** Tractor, Traction, Wheels, Kinematics, Power

## UVOD

Mehanika kretanja mobilnih mašina točkaša, zasniva se na kotrljanju točkova i u zavisnosti od vrste podloge razlikuju se četiri osnovna slučaja kretanja:

1. Kotrljanje elastičnog točka po apsolutno tvrdoj podlozi. Deformacije podloge su zanemarljivo male u odnosu na deformacije točka.
2. Kotrljanje apsolutno krutog točka po deformabilnoj podlozi, Deformacije točka su zanemarljivo male u odnosu na deformacije podloge.
3. Kotrljanje elastičnog točka po mekoj podlozi. Prisutne su deformacije i točka i podloge.
4. Kotrljanje apsolutno krutog točka po apsolutno krutoj podlozi (železnička vozila, tramvaji, specijalna vozila i sl.) [6].

Najčešći slučaj je kretanje elastičnog točka po nedeformabilnoj podlozi. Pri kotrljanju elastičnog točka, njegov poluprečnik kotrljanja je varijabilan, odnosno nije vremenski konstantan. U takvim uslovima promenljivosti parametara, kotrljanje pneumatika po podlozi

je vezano za gubitke mehaničke energije i to na: deformaciju pneumatika, histerezisne gubitke, proklizavanje pneumatika na podlozi, savlađivanju otpora lepljenja pneumatika za podlogu, vršenje pozitivnog rada pogonske sile koja uslovljava kretanje, rad koji se troši na deformaciju protektora i njegovo ciklično sabijanje, istiskivanje vazduha iz šara dezena pneumatika i dr. Koliko je kontakt pneumatika i podloge kompleksan najbolje se može sagledati kroz analizu kretanja elastičnog točka po nedeformabilnoj podlozi, a još složenije po deformabilnoj podlozi.

## MATERIJAL I METOD RADA

### Mogućnosti izvođenja transmisije mobilnih mašina

Kod starijih tipova traktora izvođenje transmisije sa pogonom 4x4 u osnovi se može svesti na dva osnovna tipa: sa blokiranim i diferencijalnim razvodom snage. Pri pogonu sa blokiranim razvodom prednji i zadnji pogonski most su u krutoj kinematskoj vezi i tada su ugaone brzine svih točkova „uslovno“ nepromenljive-konstantne. Diferencijalni prenos snage kompenzuje razliku ugaonih brzina točkova prednjeg i zadnjeg pogonskog mosta.

U zavisnosti od uslova prijanjanja svih točkova, koji nisu u svakom momentu isti, pojavljuje se razlika u obimnim brzinama točkova, koji u zavisnosti od vrste podloge, proklizavaju i veoma često u takvim uslovima kretanja izazivaju pojavu nekorisne snage, koja cirkuliše kroz transmisiju i pri tome se ne koristi za vuču, već naprotiv, suprostaavlja se kretanju delujući u suprotnom pravcu.

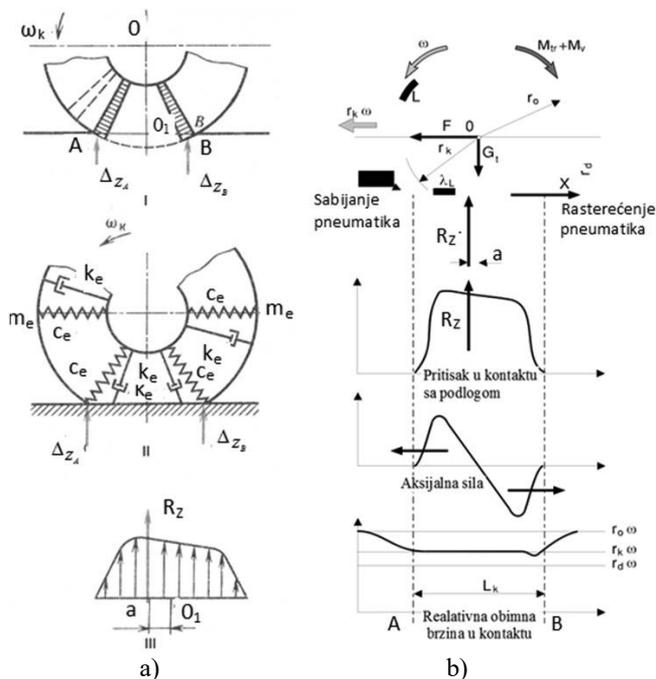
Obezbeđenje savršene identičnosti obimnih brzina prednjih i zadnjih točkova praktično je nemoguće, pre svega što razlike u dinamičkim poluprečnicima točkova mogu odstupati od svojih proračunatih vrednosti u jednu ili drugu stranu (veće ili manje), ali i zbog drugih mnogobrojnih faktora: promenljivosti proizvodnih tolerancija, stepena istrošenja dezena protektora, pritiska vazduha u pneumaticima, preraspodele opterećenja i dejstva normalnih opterećenja i reakcije podloge u uslovima kretanja, tangencijalne i radijalne elastičnosti karkase i drugih faktora [7].

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

### Tangencijalna elastičnost pneumatika

Analiza fizičkih parametara kontakta pneumatika i podloge, pokazuje da je kontakt veoma kompleksan i zahteva studiosna istraživanja, ali i pretpostavke pojava koje je teško fizički definisati. Jedan model radijalnih deformacija i otpora elementarnih normalnih reakcija, prikazan je na slici 1 (a i b). Pri kretanju, zona pneumatika ( $O_1-A$ ) izložena je sabijanju, a zona ( $O_1-B$ ) rasterećenju (slika 1a I). Elementarna reakcija u zoni sabijanja je  $\Delta z_A$ , a u zoni rasterećenja  $\Delta z_B$  (slika 1a II). Svaki element pneumatika poseduje neku elementarnu masu  $m_c$ , određene krutoći  $c_c$ . Te karakteristike u zavisnosti od vrste materijala pneumatika, pri sabijanju i rasterećenju stvaraju unutrašnju energiju koja dovodi do zagrevanja pneumatika.

Ako bi se sve elementarne površine karakterizovale ma-som ( $m_c$ ), krutošću ( $c_c$ ), pri-gušenjem ( $k_c$ ), brzinom ( $\dot{z}$ ) i ubrzanjem ( $\ddot{z}$ ) deformacija, onda se kretanje elementarne površine može izraziti jed.  $m_c \ddot{z}_c \pm 2n \dot{z}_c + c_c z_c = \Delta z_A$ , pri čemu je  $2n$  koeficijent otpora, deformacije “z”, sa znakom “+” i “-“ u zavisnosti od stanja elementarne mase, odnosno da li je izložena sabijanju ili istežanju, kao i od brzine kretanja. Pri kretanju vozila od 0-3,6 m/s, član  $m_c \ddot{z}_c$  je mali pa se može zanemariti. Pa je:  $\Delta z_A = c_c \cdot z_c + 2n \dot{z}_c$  i  $\Delta z_B = c_c \cdot z_c - 2n \dot{z}_c$  [3][2].



Slika 1. Fizičke karakteristike u kontaktu pneumatik podloga (deformacije, normalna reakcija, prigušenje, tangencijalni napon, obimne brzine).  
 Figure 1. The physical characteristics of the tire contact surfaces (deformation, normal reaction, damping, tangential stress, rotational speed).

Iz analize proizilazi da normalna reakcija podloge pri kretanju točka ne deluje u pravcu ose, ne prolazi kroz tačku  $O_1$ , već je ekscentrično u odnosu na osu pomena za vrednost  $a=e_f$  (često se nalazi u literaturi), kao što je prikazano na slici 1 (a III i b).

Vrednost ekscentriciteta „ $a$ ” je veća ako su veći koeficijent otpora materijala „ $2n$ ” i brzina  $v_e$  elementarne mase. Brzina  $v_e$  je proporcionalna brzini kretanja točka „ $v$ ”. Ako bi koeficijent otpora bio konstantan, onda bi vrednost „ $a$ ” bila proporcionalna brzini kretanja. Neka ispitivanja, pokazuju da sa povećanjem brzine kretanja i koeficijenta „ $2n$ ”, vrednost „ $a$ ” umanjuje.

Sa povećanjem brzine „ $v$ ”, sila inercije  $m_e \ddot{z}_e$ , imaće sve veći uticaj na proces deformacija elemenata pneumatika, prenoseći takav uticaj i na zonu pneumatika koja nije u kontaktu. Tako stvorena energija pretvara se u toplotnu, odnosno zagrevanje pneumatika. Dugotrajnost takvih uslova dovodi do skraćanja životnog veka pneumatika.

Za određivanje otpora kotrljanja pneumatika koriste se laboratorijski uslovi za merenje sila koje nastaju u procesu kotrljanja pneumatika pod opterećenjem.

Koeficijent tangencijalne elastičnosti pneumatika  $\lambda$ , definiše se kao promena dinamičkog poluprečnika kotrljanja, pri dejstvu tangencijalne sile od 1 daN. Dinamički poluprečnik „ $r_d$ ” kotrljanja menja se u funkciji od tangencijalne reakcije tla  $r_d=f(X)$ , sa povećanjem tangencijalne reakcije u smeru kretanja, smanjuje se dinamički poluprečnik kotrljanja, odnosno sa smanjenjem tangencijalne reakcije, tj. povećanjem negativne vrednosti, isti se povećava. Ovakav uticaj tangencijalne reakcije pozitivno utiče na izjednačavanje eventualnih razlika u poluprečnicima kotrljanja. Pretpostavkom da je zavisnost približno linearna, poluprečnika kotrljanja i tangencijalne reakcije, dobija se:  $r_{d1} \approx r_{d1}^0 - \lambda_1 \cdot X_1$  ;

$r_{d_2} \approx r_{d_2}^0 + \lambda_2 \cdot X_2$ , gde su:  $\lambda_1, \lambda_2$  odgovarajući koeficijenti tangencijalnih elastičnosti prednjih i zadnjih pneumatika.

Znak „-“, ispred  $\lambda_1$ , označava da se radi o pozitivnoj pogonskoj tangencijalnoj reakciji, a znak „+“ ispred  $\lambda_2$ , da se radi o negativnoj kočionoju tangencijalnoj reakciji.

Predpostavkom da su koeficijenti tangencijalnih elastičnosti međusobno jednaki na točkovima

prednjeg i zadnjeg mosta:  $\lambda = \lambda_1 = \lambda_2 = \lim_{\Delta r_d \rightarrow 0, \Delta X \rightarrow 0} \frac{\Delta r_d}{\Delta X}$ ,

Iz uslova da su poluprečnici kotrljanja jednaki:  $r_{d_1}^0 - \lambda_1 \cdot X_1 = r_{d_2}^0 + \lambda_2 \cdot X_2$ ;  $r_{d_1}^0 - r_{d_2}^0 = \Delta r_0 = \lambda(X_1 + X_2)$ , za slučaj:  $X_1 = Z_1 \cdot \varphi$ ;  $X_2 = (Z_1 \cdot \varphi - \Sigma R)$ , sledi  $\Delta r_0 = \lambda(2 \cdot Z_1 \cdot \varphi - \Sigma R)$ .

Predhodnom jednačinom, zaključuje se da početna razlika dinamičkih poluprečnika kotrljanja ne treba da bude veća od vrednosti desne strane jednačine da bi u kretanju bila kompenzirana, tj. da bi, s obzirom na raspodelu tangencijalnih reakcija, došlo do izjednačavanja poluprečnika kotrljanja. Za slučaj da je  $\Sigma R = Z_1 \cdot \varphi$ , početna razlika poluprečnika kotrljanja definiše se izrazom:  $\Delta r_0 = \lambda \cdot Z_1 \cdot \varphi = \lambda \cdot \Sigma R$

Za proučavanje kretanja traktora najveći značaj ima, pomenuti, treći slučaj, gde se deformacije podloge ne mogu zanemariti. Kotrljanje se vrši u ravni točka, a karakter samog kretanja zavisi od karaktera sila koje deluju na točak. Najopštiji karakter kretanja točka, je slučaj pri delovanju pogonskog momenta točka  $M_t$ , i radijalnog opterećenja točka  $G_t$ , pojavljuju se reakcije  $X_t$  i  $Z_t$  koje obrazuju momente  $X_t \cdot r_d$  i  $Z_t \cdot a$ , koji se uravnotežavaju sa pogonskim momentom. U osi točka pojavljuje se reakcija  $R_t$  u horizontalnom pravcu koja je po apsolutnoj vrednosti jednaka tangencijalnoj reakciji  $X_t$ , ali suprotnog smera.

$$X_t = \frac{M_t}{r_d} - G_t \cdot f$$

Odnos  $M_t / r_d$ , predstavlja obimnu silu pogonskog točka  $F_0$ ,  $G_t \cdot f$ , je fiktivna sila pri kotrljanju  $R_t$ . Da bi se ostvarilo kotrljanje bez klizanja potrebno je sledeće ispunjenje uslova:

$$X_t \leq Z_t \cdot \varphi, \text{ odnosno } X_{0_{\max}} = Z_t(\varphi + f)$$

Sprovedenim analizama pogonskog točka može se konstatovati sledeće: Točak ima pozitivnu tangencijalnu reakciju podloge  $X_t$ . Dovedeni moment je veći od momenta  $Z_t \cdot a$ , za iznos

$X_t \cdot r_d$ . Ukoliko se moment  $M_t$  smanjuje, smanjivaće se i tangencijalna reakcija tla  $X_t$ .

Ukoliko je moment  $M_t = Z_t \cdot a$ , tangencijalna reakcija tla je  $X_t = 0$ .

Za vrednost  $M_t < Z_t \cdot a$ , tangencijalna reakcija  $X_t$  postaje negativna. Najveća vrednost tangencijalne reakcije iznosi  $X_{t_{\max}} = \varphi \cdot Z_t$ , a njene vrednosti mogu da se nađu u granicama  $0 < X_t \leq \varphi \cdot Z_t$ .

Maksimalna vrednost momenta iznosi:

$$M_{\max} = X_{\max} \cdot r_d + Z_t \cdot a = \varphi \cdot Z_t \cdot r_d + a \cdot Z_t = (\varphi \cdot r_d + a) \cdot Z_t$$

pa se moment kreće u interval:  $(\varphi \cdot r_d + a) \cdot Z_t \geq M_t \geq Z_t \cdot a$

Kočeni točak je specijalni slučaj pogonskog točka pri čemu je  $M_k = -M_t$ , promenom znaka momenta menja se smer reakcijama  $R_t$  i  $X_t$ . Moment  $M_k$  može da se menja od 0 do neke minimalne negativne vrednosti koja odgovara početku proklizavanja kočnog točka. Tangencijalna reakcija  $X_t$  menja se u granicama:

$$-\varphi \cdot Z_t > X_t \geq -\varphi \cdot Z_t, \text{ amoment}, 0 > M_k \geq -Z_t(\varphi \cdot r_d - a)$$

Minimalna obimna sila koćenog točka je:

$$X_{\min} = -Z_t(\varphi - f); \quad M_k = (-M_k) = X_t \cdot r_d - Z_t \cdot a; \quad M_t = -X_t \cdot r_d + Z_t \cdot a$$

Povećanjem momenta koćenja ( $M_k$ ) povećava se apsolutna vrednost tangencijalne reakcije ( $X_t$ ) koja prouzrokuje smanjenje kraka „a“.

Pri manjim vrednostima obrtnog momenta, poluprečnik kotrljanja  $r_k$  je veći od dinamičkog poluprečnika ( $r_k > r_d$ ), pri daljem porastu u jednom trenutku dolazi do izjednačavanja ( $r_k = r_d$ ), a pri daljem povećanju ( $r_d > r_k$ ).

Savremeni pneumatici su obično torusni napunjeni sabijenim vazduhom i omogućavaju istovremene deformacije u tri pravca: radijalnom, tangencijalnom i bočnom. Danas su u primeni radijalni pneumatici, koje u osnovi određuje radijalna elastičnost, koju karakteriše veličina radijalnog ugiba. Eksperimentalno se radijalni ugib pneumatika određuje merenjem vertikalnog rastojanja od ose točka do površine naleganja pri opterećenju točka normalnom silom:  $h_z = r_0 - r_s$ , gde je:  $h_z$  – radijalni ugib,  $r_0$  – slobodni radijus pneumatika,  $r_s$  – statički radijus [2] [5].

### Analiza vučnih sila traktora sa pogonom 4x2

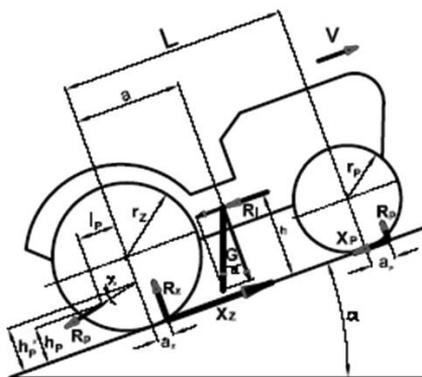
Da bi se u osnovi sagledala analiza pojava vučnih sila i njihovih reakcija u pojedinim uslovima eksploatacije, najpogodnije je sagledavanje kretanja traktora na usponu.

Normalne reakcije podloge na točkove traktora mogu imati različite vrednosti, kao i značaj u zavisnosti od uzajamnih sila i momenata koji deluju za vreme kretanja. Veličina tih reakcija utiče na vučne i kočione sile, dinamičku karakteristiku, uzdužnu i poprečnu stabilnost, opterećenje pneumatika i komponenata transmisije i njihova tribološka svojstva i druge uzajamne parametre pri različitim uslovima eksploatacije.

Posmatrajmo opšti slučaj kretanja traktora 4x2, sa prikolicom, koji se kreće ubrzano na usponu pod uglom  $\alpha$  u odnosu na horizontalu (slika 2), sa zadnjim vodećim i prednjim vođenim točkovima i teorijskim poluprečnicima pneumatika, zadnjih ( $r_z$ ) i prednjih ( $r_p$ ) točkova.

Pri pravolinijskom kretanju traktora na kontaktnoj površini deluju sledeće sile i otpori:

1. Težina traktora  $G$ , deluje u centru težišta mase traktora, definisanog dvema koordinatama, uzdužnom „ $a_T$ “ i vertikalnom „ $h_T$ “. Prva, definiše rastojanje od centra težišta do ose vodećeg točka, druga rastojanje od centra težišta do kontaktne površine (slika 2).
2. Normalne reakcije puta su,  $R_z$  na vodećem točku, i  $R_p$  na vođenom. Reakcija  $R_z$  deluje na rastojanju  $a_z$ , a reakcija  $R_p$  na rastojanju  $a_p$  u odnosu na osu točka normalnu na površinu podloge.
3. Tangencijalne sile deluju paralelno sa površinom puta i to pogonska sila koja izaziva kretanje  $X_z$  i deluje na rastojanju  $r_z$  od ose vodećeg točka, a sila otpora kretanju  $X_p$  deluje u suprotnom smeru od pogonske sile, na rastojanju  $r_p$  od ose vodećeg točka.
4. Vučni otpor  $R_k$  deluje na vučnoj poteznici traktora na visini  $h_k$  od površine puta, pod uglom  $\gamma_p$  u odnosu na površinu podloge.
5. Ukupna sila inercije  $R_i$  javlja se pri kretanju traktora, odnosno rotaciji masa obrtnih elemenata transmisije pri neustaljenom kretanju traktora.



Slika 2. Šematski prikaz dejstva sili i reakcija podloge pri kretanju na usponu  
 Figure 2. Schematic representation of the facts forces and reaction substrate with movement on the rise.

U pravcu kretanja, odnosno ravni dejstvuje tangencijalnih sili inercije obrtnih delova transmisije, momenti izazvani tim silama inercije, kao i otpor vazduha, nemaju značajniji uticaj na opšta vučno- dinamička svojstva traktora, pa se njihov uticaj može zanemariti.

Pri kretanju, vučnoj sili traktora, suprostavlja se sila otpora na poteznici  $R_p$  koja dejstvuje u pravcu vučne sile. Tačka na poteznici na kojoj se agregatira priključna mašina ili oruđe, naziva se tačkom kačenja oruđa i pojednostavljuje se radi lakše analize. Njena visina iznad površine puta je  $h'_p$ , pod uglom  $\gamma_p$ , i definisana je odnosa:  $h'_p = h_p + l_p \cdot \text{tg} \gamma_p$

$l_p$ - je uzdužno rastojanje od tačke dejstva na poteznici (tačke vešanja) prikolice ili nekog drugog oruđa agregatiranog sa traktorom do ose vodećeg tačka.

Ugao  $\gamma_p$  se smatra *pozitivnim* u uslovima kada je linija vučnog otpora okrenuta nadole u odnosu na kontaktnu površinu i tačkova traktora koji se u uslovima kretanja mogu usvojiti kao  $M_f$ , pa se dobija formula koja određuje reakciju  $R_p$ : Iz prikazane šeme se vidi da normalna reakcija podloge  $R_p$ , dejstvuje na prednje tačkove, a postavljanjem jednačina momenta svih sili koje deluju na traktor, u odnosu na tačku  $O_2$ , u kojoj pogonska tangencijalna sila  $X_z$ , preseca osu pogonskog tačka normalnu na površinu podloge, pa jednačina ravnoteže ima sledeći oblik:

$$R_p(L+a_p) + R_z \cdot a_z + G \cdot \sin \alpha \cdot h + P_i \cdot h + R_p \cos \gamma_p \cdot h'_p - G \cdot \cos \alpha \cdot a_t = 0$$

gde je:  $L$ - osno rastojanje između tačkova prednjeg i zadnjeg mosta. Zamenom u jednačini proizvoda  $R_z \cdot a_z$  i  $R_p \cdot a_p$  odgovarajućim momentima otpora  $M_{fz}$  i  $M_{fp}$ , kotrljanja vodećih i vođenih tačkova i sređivanjem  $M_{fz} + M_{fp}$  koji predstavljaju odgovarajući moment otpora kotrljanja traktoru, koji se u uslovima kretanja usvaja kao  $M_f$ , pa se dobija

formula koja određuje reakciju  $R_p$ : 
$$R_p = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a_t - (G \cdot \sin \alpha + R_f) \cdot h - R_p \cdot h'_p - M_f}{L}$$

U ovim i daljim analizama usvaja se da je  $\cos \gamma_p = 1$ . Normalna reakcija podloge  $R_z$  može se odrediti izjednačavanjem projekcija dejstvujućih sili na poprečnu ravan normalnu na površinu podloge:  $R_p + R_z = G \cdot \cos \alpha + R_p \cdot \sin \gamma_p$

Ako se svuda umesto reakcije  $R_p$  zameni njeno značenje iz predhodne jed., dobija se sledeća formula:

$$R_z = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot (L - a_t) + (G \cdot \sin \alpha + R_f) \cdot h - R_p \cdot h'_p + M_f}{L} + R_p \sin \gamma_p$$

Ako se posmatra kretanje na nagibu, tako da ugao  $\alpha$  ima negativno značenje i član  $G \cdot \sin \alpha$ , u jed., imaće znak minus. Sila inercije  $R_i$  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  $\mathbf{R}_p$  i  $\mathbf{R}_z$  imaju sledeće značenje.

$$R_p = \frac{G \cdot a_t - R_p \cdot h'_p - M_f}{L} \quad R_z = \frac{G \cdot (L - a_t) + R_p \cdot h'_p + M_f}{L} + R_p \cdot \sin \gamma_p$$

Reakcije  $\mathbf{R}_p$  i  $\mathbf{R}_z$  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:

$$R_{pst} = G \cdot \frac{a_t}{L}, \quad R_{zst} = G \cdot \frac{L - a_t}{L}$$

Izračunavanjem vrednosti reakcija  $\mathbf{R}_p$  i  $\mathbf{R}_z$  koje deluju na prednje i zadnje točkove traktora pri različitim uslovima eksploatacije, pokazuju da one nisu konstantne, već se tokom kretanja menjaju. Ako se traktor kreća bez agregata ili ako je linija otpora paralelna površini puta, te promene reakcija  $\mathbf{R}_p$  i  $\mathbf{R}_z$  uslovljavaju i rezultat preraspodele normalnih opterećenja između prednjih i zadnjih točkova. Smanjenje opterećenja na prednjim točkovima izaziva povećanje opterećenja na zadnjim točkovima i obratno. Suma  $\mathbf{R}_p + \mathbf{R}_z$  postaje jednaka  $G \cdot \cos \alpha$ . Pri nagibu linije otpora u odnosu na površinu puta, promene reakcija  $\mathbf{R}_p$  i  $\mathbf{R}_z$  ne prouzrokuju značajno preraspodele normalnih opterećenja između točkova, već i kao rezultat toga, u tom slučaju je:  $R_p + R_z = G \cdot \cos \alpha + R_p \cdot \sin \gamma_p$ . 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  $\mathbf{h}_p \neq \mathbf{h}_p$ .

Pri utvrđivanju normalnih reakcija  $\mathbf{R}_p$  i  $\mathbf{R}_z$  vozila, neophodno je uzeti u obzir dejstvo spoljašnjih sila, kao silu otpora vazduha  $\mathbf{R}_a$ , koja deluje u centru čeonu površine na visini  $\mathbf{h}_a$  od površine puta. U vezi sa tim, proizilazi da reakcije  $\mathbf{R}_p$  i  $\mathbf{R}_z$  kod vozila treba dopuniti formulom za vrednost momenta  $\mathbf{R}_a \cdot \mathbf{h}_a$ . U formulu za  $\mathbf{R}_p$  ona mora biti sa znakom minus, a u formuli za  $\mathbf{R}_z$  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  $\mathbf{R}_p$  i  $\mathbf{R}_z$ , pogodna je sledeća analiza. Ako se odnos  $\mathbf{R}_p/G$  nazove - koeficijentom opterećenja prednjih točkova, a odnos  $\mathbf{R}_z/G$ -koeficijentom opterećenja zadnjih točkova i označe sa  $\lambda_p$  i  $\lambda_z$ , njihove vrednosti se mogu odrediti po različitim metodama proračuna reakcija  $\mathbf{R}_p$  i  $\mathbf{R}_z$ , pa pri razmatranju kretanja traktora sa agregatom na horizontalnoj podlozi koeficijenti  $\lambda_p$  i  $\lambda_z$  imaće sledeće značenje:

$$\lambda_p = \frac{a_t}{L} - \frac{R_p \cdot h'_p + M_f}{G \cdot L} = \lambda_{pst} - \frac{R_p \cdot h'_p + M_f}{G \cdot L},$$

$$\lambda_z = \frac{L - a_t}{L} + \frac{R_p \cdot (h'_p + L \cdot \sin \gamma_p) + M_f}{G \cdot L} = \lambda_{zst} + \frac{R_p \cdot (h'_p + L \cdot \sin \gamma_p) + M_f}{G \cdot L}$$

U tim formulama  $\lambda_{pst} = \frac{a_t}{L}$ ,  $\lambda_{zst} = \frac{L - a_t}{L}$ , definišu koeficijente opterećenja prednjih i zadnjih točkova, pri stacionarnom-statičkom položaju.

Ako je pravac vučnog otpora na poteznici paralelan površini puta ( $\gamma_p=0$ ), to je  $\lambda_p + \lambda_z = 1$ . Ako je  $\gamma_p \neq 0$ , 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:

$$\lambda_p = \frac{a_t}{L} - \frac{M_f + R_a \cdot h_a}{G \cdot L} = \lambda_{pst} - \frac{M_f + R_a \cdot h_a}{G \cdot L}$$

$$\lambda_z = \frac{L - a_t}{L} + \frac{M_f + R_a \cdot h_a}{G \cdot L} = \lambda_{zst} + \frac{M_f + R_a \cdot h_a}{G \cdot L}$$

Veličina  $\lambda_p$  ima značaj u zaključku upravljivosti mašine, a veličina  $\lambda_z$  karakteriše na zadnjim vodećim točkovima, prijanjanje [4][5].

#### Osvrt na pojavu parazitske snage kod pogona 4x4

Obezbeđenje optimalne identičnosti obimnih brzina prednjih i zadnjih točkova, pogonskih mostova traktora i vozila, pri pogonu 4x4, je praktično nemoguće. Razlozi za takvu konstataciju su navedeni u predhodnom izlaganju.

Pri kretanju u krivinama kinematska neusklađenost uslovljena je time što pri krivolinijskom kretanju traktora sa pogonom 4x4, svaki pogonski most bi trebao istovremeno da prelazi različite puteve, međutim ako su oba pogonska mosta sa blokiranim prenosom oni imaju tendenciju kretanja istim translatornim, a različitim obimnim brzinama. Takvi uslovi su neostvarljivi u takvim konstruktivnim rešenjima, odnosno blokiranim razvodom, sobzirom da pri takvom kretanju obimne brzine nisu jednake, time i translatorne, kao i različiti putevi prelaska svih točkova. U takvim uslovima, dolazi do izvesnog proklizavanja u zavisnosti od vrste podloge, odnosno koeficijenta prijanjanja između pneumatika i podloge, pa dolazi do pojava pojačanog proklizavanja točkova. Kada je u pitanju kretanje traktora na oranici, kontakt omogućava lakšu kompenzaciju navedenih pojava sa znatno manjim negativnim posledicama u odnosu pri kretanju napr. na asfaltu, kada je koeficijent prijanjanja mnogo veći, pa te pojave više dolaze do izražaja u smislu pre svega istrošenja šare protektora pneumatika i skoro svih napred navedenih parametara koji utiču na povećana, a beskorisna opterećenja komponenata transmisije.

Drugim rečima, pri pravolinijskom kretanju, po ravnoj podlozi sa blokiranim pogonom mostova i postojanju razlike obimnih brzina prednjih i zadnjih točkova, izjednačavanje odnosa brzina oba pogonska mosta moguće je samo u uslovima proklizavanja ili klizanja točkova. Uslovi jednakosti odnosa brzina oba pogonska mosta su pri:  $v_T'(1 - \delta_1) = v_T''(1 - \delta_2)$

Točkovi na prvom pogonskom mostu, kao vodeći, uslovno se nazivaju „preticajući“, a točkovi koji proklizavaju na drugom pogonskom mostu nazivaju se „zaostajući“. Veličina  $\delta$  u jednačini karakteriše proklizavanje i klizanje točkova. Ako se usvoji da su „preticajući“ točkovi koji proklizavaju, označeni sa znakom „plus“ i „zaostajući“ koji klizaju, označeni sa znakom „minus“, a  $v_T'$  i  $v_T''$  kao brzine točkova jednog pogonskog mosta, onda se odnos

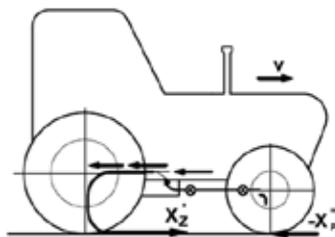
$\frac{v_T'}{v_T''} = k_H$ , naziva koeficijentom kinematičke neusklađenosti prednjih i zadnjih pogonskih točkova. Za svako pogonsko sredstvo, koeficijent kinematske neusklađenosti ima veliki značaj, koji se može neznatno menjati u zavisnosti od uslova kretanja.

Između „preticajućih“ i „zaostajućih“ točkova koji proklizavaju postoji zavisnost koja se može izraziti jednačinom:  $\delta_2 = 1 - \frac{v_T'}{v_T''}(1 - \delta_1) = 1 - k_H(1 - \delta_1)$

Ako veličina  $\delta_1$  ima pozitivnu vrednost, kao preticajući točkovi onda oni funkcionišu sa izvesnim proklizavanjem. Ako je  $\delta_2 < 0$ , zaostajući točkovi su klizajući, ako je  $\delta_2 = 0$ , onda se točkovi kotrljaju bez klizanja i proklizavanja. Ako je  $\delta_2 > 0$ , onda zaostajući točkovi proklizavaju, ali njihova vrednost je manja od proklizavanja preticajućih točkova. Najbolji vučni pokazatelji traktora (vozila) su pri ostvarenju istih obimnih brzina točkova prednjeg i zadnjeg mosta. tj. pri koeficijentu kinematske neusaglašenosti  $k_H = 1$ . U tom slučaju prednji i zadnji točkovi imaju jednaka proklizavanja, odnosno njihove brzine su identične.

Pri pojavi kinematske neusklađenosti prednjih i zadnjih točkova koji imaju različite uslove proklizavanja, klizanje zaostajućih točkova može biti manje od preticajućih. Kada se kinematska neusklađenost smanji, tada je i drugačija promena svojstava točkova oba mosta. Najnepovoljniji negativni uticaj na vučne pokazatelje traktora ima klizanje zaostajućih točkova, kada istovremeno i vodeći zaostaju toliko dugo, dok klizanje točkova postoji i na vođenim. Razmatranjem kretanja traktora sa pogonom 4x4, pod dejstvom vučne sile  $X'_z$  zadnji točkovi koji se okreću brže od prednjih (slika 3), iniciraju na prednjim točkovima negativnu tangencijalnu silu vuče  $X''_p$ , koja se u kontaktu sa tlom protivi kretanju. Šematski prikaz dejstva pogonske sile i sile koja se suprotstavlja kretanju, dat je na slici 3. O stvorene vučne sile  $X'_z$  prenosi se preko konstrukcije traktora zaostajućim točkovima i predaje transmisiji koja se troši na savlađivanju negativne sile  $X''_z$ . Tako obrazovana snaga na preticajućim točkovima u kontaktu sa podlogom  $P_{kz}$  cirkuliše kroz transmisiju, od točkova koji klizaju ka vodećim točkovima i kroz konstrukciju traktora u obrnutom smeru ka točkovima koji je iniciraju. Takvim vidom, ka zadnjim pogonskim točkovima snaga se prenosi na dva načina: preko zadnjih pogonskih točkova i od prednjih zaostajućih, ka zadnjim, koja se uslovno naziva parazitnom. Sjedinjavanjem oba toka snage usmerenih ka vodećim točkovima, formira se stvarna vučna sila, odnosno pozitivna vučna sila na pogonskim točkovima  $X_z$ , umanjena za vrednost stvorene parazitne snage. Takvi gubici dostižu vrednost obično 5-8%, mada mogu dostići i znatno viši nivo u zavisnosti od uslova eksploatacije i pre svega vrste kontakta pneumatika i podloge. Sila  $X''_p$  obrazuje obrtni moment koji se prenosi na pogonske točkove [4].

Takva cirkulacija snage je beskorisna za kretanje i vučno-dinamičke karakteristike traktora i vozila i zbog toga se naziva parazitnom snagom. Ta snaga se ne koristi dopunski potrošnji energije za kretanje, već opterećuje transmisiju i stvara nepotrebne mehaničke gubitke. Parazitnu snagu koja nastaje u takvim slučajevima, u zavisnosti od uslova kretanja, nemoguće je eliminisati dovoljnom razlikom kompenzacije vrednosti proklizavanja prednjih i zadnjih točkova, ako između njih postoji kinematska neusklađenost.[8]



Slika 3. Šematski prikaz pojave cirkulacije parazitne snage kod traktora 4x4.  
*Figure 3. Schematic representation of the phenomena of the circulation of parasitic power for tractors 4x4*

Takvi slučajevi su najverovatniji pri kretanju po tvrdim putevima i pri uslovima kada je proklizavanje vodećih točkova malo. U takvim uslovima iskorišćenje na drugom pogonskom mostu ne samo da ne daje pozitivne efekte, već stvara negativne posledice.

Pri kretanju traktora na oranici, gde je zemljište savršeno rastresito, opterećenje na točkovima značajno, ostvarena razlika vrednosti proklizavanja prednjih i zadnjih točkova može biti sasvim dovoljna pri svim realno ostvarljivim kinematskim neusaglašavanjem između točkova. Prema tome u kretanju u poljskim uslovima sa značajnim opterećenjem na poteznici traktora parazitna snaga pri pravoliniskom kretanju traktora značajnije ne utiče.

Pri kretanju u krivini ako se ono ostvaruje pri uzajamno blokiranim razvodom pogonskih mostova skoro uvek cirkuliše parazitna snaga. Prednji točkovi koji moraju preći

veći put, od zadnjih, krećući se klizanjem i na njih dejstvuje negativne sile vuče. Čim se smanji radijus kretanja u krivini, time se povećava parazitna snaga.

Ako se na oba pogonska mosta, vučne tangencijalne sile raspoređuju u zavisnosti od odnosa proklizavanja točkova između mostova, time će i delovanje tangencijalnih sila vuče imati neposrednu zavisnost [4] [9].

## ZAKLJUČAK

Motorna vozila, a time i traktori se obično vezuje za sistem „vozilo-vozač-put(*oronica*)- sredina“, pa parametri koji figurišu u tom sistemu, utiču i na vučno-dinamičke karakteristike, a time i produktivnost traktora u eksploataciji, kao i druge bitne parametre.

Na bazi sprovedenih analiza može se zaključiti, da je konstruktivno veoma važno da se slučajevi pojava zaostajanja i preticanja pogonskih točkova kod pogona 4x4, ako ne u potpunosti eliminišu, onda u najvećoj mogućoj meri smanje. Cirkulacija tzv. parazitske snage nastaje sve vreme dok na pogonskim točkovima pri tzv. blokiranom (krutom) razvodu pogona, koji zaostaju, postoji negativna sila. Njen intenzitet zavisi od navedenih faktora: normalnih opterećenja na točkovima, koeficijenta prijanjanja (vrste podloge), razlike u vrednostima dinamičkih poluprečnika točkova, tangencijalne i bočne elastičnosti pneumatika, istrošenja dezena pneumatika, stepena korisnog dejstva podsklopova transmisije i drugih faktora. Takve pojave negativno utiču na vučno-dinamičke karakteristike mobilnih sredstava koja poseduju točkove, suprotstavljaju se kretanju, a istovremeno vrše dodatno opterećenje i habanje sistema i komponenata transmisije. Kod traktora sa pogonom (4x4) na oranici, neusklađenost ugaonih brzina točkova prednjeg i zadnjeg pogonskog mosta, kompenzuje se deformacijom podloge, ali uz smanjenje energetske i proizvodne efikasnosti.

Teško je sve parametre koji se pojavljuju u stohastičkom vidu i sagledati, a naročito uzeti u obzir i po mogućstvu predvideti pri analizi vučno-dinamičkih karakteristika, a naročiti delovati na njih u toku eksploatacije.

## LITERATURA

- [1] V.V. Guskova: Teorija traktora, Moskva, Mašinstroenie, 1988.
- [2] A.S. Litvinov, J.E. Farobin: Avtomobil-Teorijsko eksploataciona svojstva, Moskva, Mašinstroenie, 1989
- [3] Danon G., Gavrić M., Vasić B.: „Pneumatici-karakteristike, izbor, eksploatacija“, NIRO-OMO, Mašinski fakultet, Beograd, 1999. godine.
- [4] Petrović P., Petrović Ž., Obradović D., Marija Petrović: „Dinamika kretanja traktora (4x2) i pojava cirkulacije parazitne snage pri pogonu (4x4)“, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, „TEHNIKA“-Mašinstvo, broj 2, 2015., 64(2015)2, str. 281-287.
- [5] Petrović P. „Uticaj elastičnosti i drugih parametara pneumatika na vučno-dinamičke karakteristike točka u kontaktu sa podlogom“, IX naučna konferencija PneuUMAtici 2016., PUMA 2016, Goč, 2016, iipp, Mašinski fakultet Beograd, str. 14-30.
- [6] Petrović P.: „Istraživanje uticaja cirkulacije parazitne snage na opterećenje transmisije lakih terenskih vozila“, Magistarski rad, Mašinski fakultet Beograd, 1989.
- [7] Petrović P.: »Eksperimentalno-teorijska analiza koeficijenata zaostajanja i preticanja točkova motornih vozila sa pogonom 4x4., VI-ti Simpozijum "Motorna vozila i motori-MVM-90,1990., Mašinski fakultet Kragujevac, god.XVI, br.91, str.71-78.
- [8] D.A. Čudakov: «Osnovi teorije traktora i automobila», SSSR, Moskva, 1962.
- [9] M.A. Runec: «Spravočnik automobilske tehnike», Moskva, Transport, 1978.

# УПОРЕДНА АНАЛИЗА САВРЕМЕНИХ ТЕХНИЧКО – ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА ЗА ПРОИЗВОДЊУ ХРАНЕ У КОНТРОЛИСАНИМ УСЛОВИМА

Продановић Милутин<sup>1</sup>, Марковић Драган<sup>2</sup>, Симоновић Војислав<sup>2</sup>,  
Марковић Ивана<sup>2</sup>, Ољача Мићо<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ЈП Електропривреда Србије, Огранак обновљиви извори,  
Београд, Царице Милице 2

<sup>2</sup> Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, Краљице Марије 16

<sup>3</sup> Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет,  
Земун-Београд, Немањина 6

## САЖЕТАК

У раду ће бити приказан развој нових техничко технолошких система за производњу хране у контролисаним условима. Такође ће бити анализирана математичким моделима поједина техничка решења у зависности од спектра фактора који утичу на избор модела. Пошто се до сада основни начин производње хране у контролисаним условима био на земљишту, а због чињенице да је данас земљиште поприлично загађено и да је за враћање земљишта у оптимално стање потребно више десетина година, представљен је хидропонски начин гајења бильних култура. Хидропонски начин гајења у производњи хране у контролисаним условима представља техничко технолошки подсистем и он ће у овом раду бити приказан преко основних система гајења, техничко технолошких уређаја и опреме, система грејања и вентилације кроз обновљиве изворе енергије, контроле хранљивог раствора и предностима и манама гајења хидропоном.

**Кључне речи:** хидропоник, математички модели, утицајни фактори, регулатор.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN TECHNICAL - TECHNOLOGICAL SYSTEM FOR THE PRODUCTION OF FOOD IN CONTROLLED ENVIRONMENT

Prodanovic Milutin<sup>1</sup>, Markovic Dragan<sup>2</sup>, Simonovic Vojislav<sup>2</sup>,  
Markovic Ivana<sup>2</sup>, Oljaca Mico<sup>3</sup>

<sup>1</sup> JP EPS, Department renewable energy, Belgrade, Carice Milice 2

<sup>2</sup> University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering,  
Belgrade, Kraljice Marije 16

<sup>3</sup> University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade, Nemanjina 6

---

<sup>1</sup> Контакт аутор: Војислав Симоновић, e-mail: vsimonovic@mas.bg.ac.rs

## ABSTRACT

This paper shown the development of new technical and technological system for food production in controlled conditions. It will also be analyzed and modeled individual technical solutions depending on the range of factors that influence the choice of model. Because up to now the main mode of food production in controlled environment was on soil, due to the fact that today the land is quite polluted, and that is to restore the land in optimal condition needed for several decades, moved the hydroponic method of growing crops. Hydroponic method of growing food production in controlled environment presents technical and technological subsystem and he will in this paper be shown through the basics of growing systems, technical and technological devices and equipment, heating and ventilation system through renewable energy, control nutrient solution and the advantages and disadvantages of growing hydroponics.

**Keywords:** hydroponics, mathematical model, relevant factor, controller

## УВОД

Освајање технологија и одговарајућих решења инсталација, уређаја и опреме за производњу хране у заштићеним просторима представљају један од најважнијих задатака.

Производња хране у контролисаним условима треба да буде стална без обзира на временске прилике и опасности (ветар, киша, град, суша, мраз, болести, инсекти и сл.). Посебно су значајна питања технологија хидропонских система. Сва ова решења треба да буду таква да трају дужи временски период (најмање 15 година) а не да се сваке или сваке друге године обнављају као и да обезбеде могућност преласка са једне на другу културу брзо и ефикасно. Значи непрекидна производња, планирани рок убирања са великим приносима. У даљем раду експлицитно треба да се добију одговори, поред обезбеђења производње здраве, незагађене хране, у вези са степеном економичности, трошковима производње по јединици производа, употребом отпадне топлотне енергије и енергије од индустријских капацитета, обратним осмодским системима за чишћење и поновну употребу загађене воде, алтернативним изворима енергије, осветљењем содијумом под великим притиском, допуна или замена дневног светла, угљендиоксидним производним системима, побољшање фотосинтезе и производње биљака, пратећим системима и програмима управљања, компјутерска контрола регулисањем хранијивих раствора [10].

Основни улазни параметри за сваки СЕА систем су: трошкови (инвестициони и одржавања, при чему су највећи трошкови радне снаге и енергената), избор места, избор енергената за загревање и хлађење СЕА и неки спољни фактори (економска оправданост, потребе тржишта). Унутрашњи фактори СЕА система се однос углавном на део за гајење усева, и односи се на: начин гајења (класичан, хидропонски или неки потпуно нови начин гајења), степен аутоматизације, начин загревања и хлађења система, врста усева, температура, влажност, концентрација  $\text{CO}_2$ , ниво светлости, начин заштите усева, прехрана усева, квалитет семена и

други фактори. Основни показатељ рада СЕА система је квалитет и количина произведене хране по јединици површине. СЕА систем може да служи за производњу хране како за људе тако и за животиње. Није сваки систем економски исплатив на свакој локацији. Конструкција СЕА система може да доста варира у зависности да ли је смештен у пустињским, тропским или умереним пределима [9].

Хидропонско узгајање је вероватно најинтезивнији метод производње усева у данашњој пољопривредној индустрији. Технологија за овај систем производње хране је доста унапредовала у последњих 20 година. Пољопривреда у контролисаним условима је добила важност у хортикултури не само у производњи повртарских и украсних биљака него и у производњи расада [1]. Даљи пораст броја стаклених башта или СЕА, где се хидропоник користи за повртарску производњу, зависиће највише од развоја производних система који могу да конкуришу, у смислу цене, са пољопривредом на отвореном простору.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

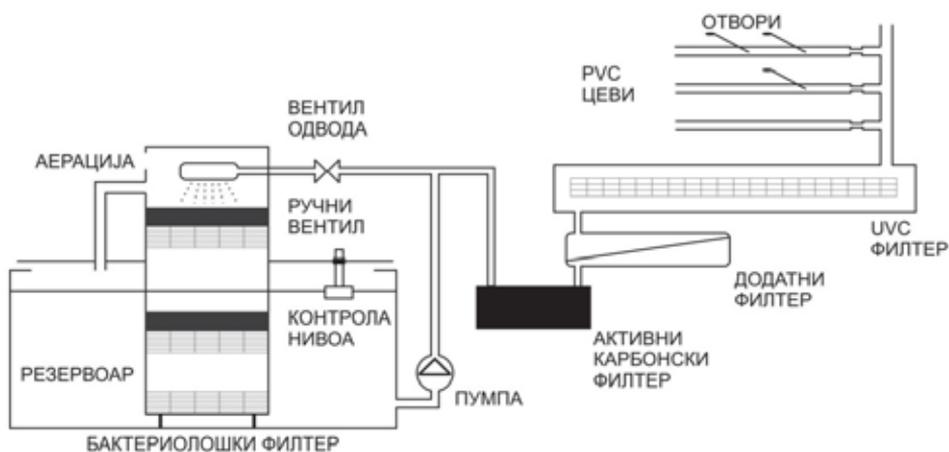
Собна хидропонска башта, приказана на слици 1, омогућава људима да производе сопствену храну. Пројектоване су за континуалану производњу хране која у довољним количинама обезбеђује дневне потребе домаћинству од 3-4 члана, а притом лако може да се прошири.



Слика 1. Собна хидропонска башта  
*Figure 1. Indoor hydroponic garden*

Коришћењем хидропонске технике лако је могуће узгајати здрав производ без отрова и пестицида са оптималним нивоом витамина и других корисних елемената. Због хидропонског начина гајења оваквим инсталацијама није потребно земљиште. Цео систем оваквих башти је модуларан и може се у потпуности размонтирати ради транспорта или складиштења, што аутоматски значи да га је и лако саставити. Техничко технолошки систем хидропонске собне баште приказан

је на слици 2. Ове баште погодне су за гајење готово свих врста поврћа зелене салате, парадајза, паприке, краставца, лековитог биља. Избор културе и конфигурација система зависи од потребне количине светлости и простора. Собни хидропонски систем је у облику ормана у више различитих димензија прилагођених стандардним димензијама модерног стамбеног простора тако да је овај систем могуће инсталирати у било који стамбени објекат.



Слика 2. Техничко технолошки систем хидропонске собне баште  
*Figure 2. Tecnical – technology system of indoor hydroponic garden*

## РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Производно време усева може се значајно смањити у контролисаним или полуконтролисаним условима у односу на производњу на отвореном пољу. Принос по производном циклусу је повећан отклањањем ограничења која се јављају на отвореном пољу па контролом окружења може се добити оптимални раст усева. Усеви гајени било на отвореном пољу или у стакленим баштама или коморама испољавају значајне разлике у производности (табела 1). Ради поједностављења полуконтролисани и контролисани услови су сврстани заједно. Ниједна од презентованих вредности усева не репрезентују максималне приносе по сезони, нити, што је можда још важније за будућност пољопривреде у контролисаним условима (СЕА), оптимални принос. Вредности само представљају релативну предност производње усева под окружујућим условима који спречавају главне узроке ограничења раста усева. Прве две колоне у табели показују како држање главних променљивих величина окружења изван ограничавајућих граница раста могу да скрате време производње у поређењу са производњом на отвореном пољу. Пошто усев може да се гаји током целе године у контролисаним условима, постоји комперативна производна предност над културама на отвореном пољу, где је само један циклус гајења могућ у многим климатским регионима. Такође, принос по циклусу гајења тежи да буде већи када се производи у контролисаним

условима. Пошто ниједна од вредности нису оптималне, постоји одређени потенцијал за додатно побољшање перформанси усева у контролисаним условима. Ако се годишња производња повећа повећањем приноса усева по циклусу и бројем циклуса током године, доћи ће до још веће разлике између производње у контролисаним условима и отвореном пољу. Соја може да да 10,6 пута више зрна по години у контролисаним условима у односу на отворено поље, а можда и више када се оптимизују сви услови гајења. Зелена салата готово 19 пута више лиснате биомасе може да произведе у години, а пшеница готово 13 пута више. Треба опет напоменути да вредности у табlici не представљају потпуну оптимизациону контролу окружења.

Табела 1. Упоредње времена производње и просечног приноса за усеве који се гаје на отвореном пољу у односу на производњу у контролисаним условима [2]

Table 1. Comparison of production time and average yields for crops that are grown in open fields in relation to production under controlled environment [2]

Усев	Време производње (дани)		Циклуса по години		Принос по циклусу (g/m <sup>2</sup> ×10 <sup>-3</sup> )	
	Отворено поље	Контролисани услови	Отворено поље	Контролисани услови	Отворено поље	Контролисани услови
Соја	130	80	1	4	0,59	1,57
Парадајз	160	67	1	5	12,91	17,00
Зелена салата	55	22	2	15	2,40	6,00
Шећерна репа	140	100	1	3	5,29	14,67
Кикирики	110-140	90	1	4	0,28	0,80
Купус	62-110	90	2	4	2,69	9,00
Спанаћ	75	60	2	6	2,20	5,00
Кромпир	110	80	1	4	3,79	12,40
Жито	120	65	1	5	0,40	1,00

Хидропонски гајена зелена салата у коморама са контролисаном околином под оптималним условима нивоом угљендиоксида, светлости, хранљивих материја, температуре, воде и влажности, може да буде зрела за брање у року од 3 недеље од садње семена. Оптимизација економичности производње у контролисаним условима је поље истраживања које обећава, и још један разлог због чега је истраживање усева у контролисаним условима потребно.

Први ниво индустријализације гајења биљака у заштићеном простору односно оптимизација комплекса машина за гајење поврћа у стакленим баштама. Комплекс машина обухвата машине за сађење убирање и обраду повртарских култура и гљива у заштићеном простору. Такође су разрађена решења за механизовано обављање основних процеса припреме земљишних супстрата и расадних смеса за обраду и профилисање земљишта за израду тресетних лонаца за негу

биљака и убирање плодова (основне машине су за окопавање и обраду земљишта ротацијоном ситницицом, разбацавање минералних хранива, машина за припрему земљишта и расадних смеса универзална дизалица и сл.). За мостну шашију разрађен је систем прикључних машина, комплексна линија механизоване обраде почев од касетне машине за садњу расада обраде и припреме земљишта за међуредну култивацију до убирања усева. У овај први ниво индустријализације гајења култура се може укључити и комплекс машина и оруђа за индустријску производњу шампињона (припрему супстрата, комбајн за производњу компоста за припрему покривача).

Други ниво индустријализације гајења биљака у заштићеном простору би се достигао изградњом и увођењем роботизованих техничких средстава. Сигурно да у заштићеном простору за разлику од производње на великом броју парцела за различите климатске услове и биолошке природе објеката има далеко мање тешкоћа односно има низ предности на плану освајања и примене роботизованих средстава механизације. У оваквим условима зона опслуживања је мања климатски услови стабилни сталне комуникације и транспортне везе при раду су у веома одређеној технолошкој повезаности тако да се ствара регулисана технолошка средина која омогућава свођење умне делатности робота и решавање детерминисаних задатака. Разрада роботизованих система је веома компликован посао али има прилично задовољавајућих резултата нпр. робот за безконечно тражење плодова и убирање краставаца у стакленим баштама. А и анализа савремених техничких средстава нарочито нових технологија и техника повезивања више операција у једном проходу указује да је објективно изградња роботизованих комплекса за аутоматизацију технолошких процеса на свим нивоима производње у стакленим баштама могућа. За разраду ових пројектних задатака треба освојити решење транспортно координатног система и два типа транспортних уређаја робот носач и робот модул. Сигурно да би примена роботизованих техничких комплекса у стакленим баштама имала знатног утицаја на економски и социјални ефекат.

Трећи ниво индустријализације би представљала изградња аутоматизованих конвејерских култивационих објеката аутоматских фабрика. Треба нагласити да су општи тј. експериментални објекти показали веома задовољавајуће резултате. Ради се о потпуно новим технологијама и техникама које обезбеђују сталну годишњу производњу са свакодневном шемом приноса. Ради се о модулу објеката за производњу парадајза, паприка, краставаца, клица и лековитог биља. У култивационој просторији са непровидним кровом и зидовима аутоматски се одржава оптимална температура, влажност и осветљеност уз аутоматску исхрану. Објекат је подељен у три дела: расадни, индукциони и производни. Сваки овај део има посебан састав храњења. Биљке гајених култура су смештене у кутијама које висе о ланчаном транспортеру и премештају се у вертикалном простору у просторној светлосној решетки по путањама на крају модула. Такође се ради на даљим истраживањима блока за управљање климатизацијом технолошким режимом повезивање оваквог објекта са роботизацијом на плану освајања решења аутоматске фабрике за производњу пољопривредних производа. На основу истраживања разрађени су системи башти и систем за производњу зелене крмне масе.

Прва хидропонска постројења су била уништавана због проблемима са штеточинама. Беле мушице, лиснате ваши, мали црви, нематодe, лисната буђ и вируси, као и обољења кореновог система као што је пхитиум кореново труљење и венење због бактерија, су били уобичајени. Данас, не као 20 година пре, суви раствор је често стерилизован. Универзитет у Аризони има програм контроле одређених обољења кореновог система са повшина помоћу не хемијског приступа [7]. Резултати нису још увек примењени у хидропонском систему, али ипак изгледају обећавајуће.

Било који извор енергије треба да је одржив једном кад се постави у стаклену башту. У пределима са хладним зимама, термички заклон од прозирног полиестера или алуминијумске фолије се поставља да би се смањили губици топлоте током ноћи и до 57%. У пустињама зимске температуре нису довољно велике за складиштење заклона. Док заклони обезбеђује уштеду енергије, они нису довољно ефикасни да би оправдали њихову високу цену. Чак шта више, сенка заклона, чак и кад је уролана и спакована током дана, може да смањи принос [5,11].

Данас постоји ново интересовање у осветљењу стаклених башти помоћу интезивних лампи. Почетни и експлоатациони трошкови оваквог система су високи и неће, у скорашњој будућности, омогућити конкурентност поврћу гајеним у стакленим баштама у регионима са пуно светлости. Изузетак може да буде у регионима где је цена струје ниска.

Квалитет воде је један од важнијих фактора у стакленим баштама, поготово где се велике количине воде додају као ограничена количина средства за гајење. Раст биљака је под утицајем узајамног дејства растворених хемијских елемената у води за снабдевање, хемијских особина подлоге за гајење у коју се додаје вода и ефикасности успостављеног програма.

У одабиру места за стаклену башту, узгајивач мора да буде информисан о неколико хемијских особина које могу да узрокују проблеме за гајење у стакленим баштама: вредности рН, базичност (алаклитет), растворљивост соли калцијума, магнезијума, бора, флуора, хлора, сумпора, натријума, карбона и гвожђа. Што је чистија вода већа је могућност постизања максималних приноса [4].

Интегрисано управљање штеточинама (IPM) је делимично занимљив произвођачима у СЕА због малог броја пестицида који могу да се користе у стакленим баштама. Заstraшујућа способност неких штеточина да развију отпорност на пестициде је обновило интересовање широм света за коришћење природних непријатеља штеточина, делимично када се користи заједно са баштованском праксом, генетиком и другим контролним механизмима. Будући узгајивачи можда ће гајити усеве без примене било каквих хемикалија за контролу обољења и инсеката. Производња усева захтева индентификацију и могућих проблема обољења усева и проблема инсеката, и способност да се прописано уједињене болести и инсекти предупредe и искуства контроле пропишу у укупном плану управљања [3].

Равнотежа између високих улагања и радних трошкова стаклених башти је знатно већа производност таквог система у поређењу са пољопривредом на отвореном пољу (open field agriculture OFA). Приноси су већи у стакленим баштама него у OFA због оптималних услова гајења, уравнотежене прехране биљака, итд., који су обезбеђени у контролисаним условима. Због контроле околине може да

се оствари производња током целе године, док је производња на отвореном простору најчешће сезонска [8].

Укупан приход при производњи поврћа у стакленим баштама мора да буде велик, а то се постиже високим ценама производа и/или високим приносима. Постоји јако мало места за грешку због чега је неопходно да не постоје нарушавање контроле окружења, компетентности руководства или било ког фактора производње. Данас, многи произвођачи поврћа у стакленим баштама имају боље услове него пре 15 година, нарочито ако се у пустињским пределима света са пуно светла производе усеви који не могу да се узгајају током зимских месеци [6].

## ЗАКЉУЧАК

У табели 2 је приказан кратак осврт на неке предности и проблеме који се јављају при примени система за производњу хране у контролисаним условима (СЕА).

Табела 2. Предности, могућности и проблеми експлоатације СЕА  
*Table 2. Adventure, possibilities and problems of СЕА*

Предности СЕА	Изазови за експлоатацију СЕА
Висока производност а мањи утрошак воде	Висок почетни капитал и радни трошкови
Уједначеност произведених усева	Интензиван људски рад
Производња током целе године	Висока технологија захтева више обуке
Већа укупна поузданост у снабдевању храном	Ниска толеранција на грешке при раду
Модуларност уређаја и опреме	Социоекономски, образовни и културни чиниоци
Независност од квалитета пољопривредног земљишта	Могућност пробоја и прихватања као нови начин производње

Производња хране у контролисаним условима има своју перспективу и оправданост. Основна улога овог вида пољопривреде је обезбеђење свежег воћа и поврћа током целе године, током и ван сезонског периода. Ово представља основну оправданост високих трошкова оваког начина производње. Такође оваква производња хране има битну улогу и у обезбеђењу свеже хране при свемирским истраживањима, што представља још интензивнији и одређенији начин производње, због добијања програмиране дневне производње. Истраживања треба усмерити на развоју регулатора који може да компезује поремећаје основних фактора контроле (температура, влажност, концентрација  $\text{CO}_2$ , осветљење) и анализи њиховог утицај на принос и квалитет производа. Још једна примена производње хране у контролисаним условима је за добијање сорти које су најпогодније за неко подручје, симулирајући климатске услове карактеристичне за то подручје у производним постројењима. Производња хране у контролисаним условима представља економски оправдани систем како за производњу здравствено безбедне хране за становништво, тако и у научноистраживачке сврхе.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бајкин А., Орловић С., Поњичан О., Сомер Д., 2005. Машине у хортикултури, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
- [2] Dilip J., Gopal N. T. 2001. Modeling and optimal design of evaporative cooling system in controlled environment greenhouse, Center for Energy Studies, Indian Institute of Technology, Hauz Khas, New Delhi, India.
- [3] Dorais, M., Papadopoulos, A., Gosselin, A. 2001. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality, *Agronomie* 21 367383, INRA, EDP Sciences.
- [4] Fleisher, D., H. Baruh. 2000. An Optimal Control Strategy for Crop Growth in Advanced Life Support System, Agricultural Experiment Station Paper # P-7501- 07-00, September.
- [5] Fleisher D., K.C. Ting. 2002. Modeling and Control of Plant Production in Controlled Environments, *Acta Hort.* #539 pp.85-92.
- [6] Giacomelli G. 2002. Consideration for Energy Management of Greenhouse Heating and Cooling, Controlled Environment Agriculture Center Agricultural & Biosystems Engineering Department, University of Arizona, Southern Greenhouse vegetable Growers Association Conference, Shreveport LA.
- [7] Jensen M. 2001. Controlled Environment Agriculture in Deserts, Tropics, and Temperate Regions - A World Review, Controlled Environment Agricultural Center, Department of Plant Science, University of Arizona, March 26.
- [8] Mitchell C.A. 2004. Controlled Environments in Plant-Science Research and Commercial Agriculture, Department of Horticulture and Landscape architecture, Purdue University West Lafayette, Indiana, *ИЖОБ* 33, 1-12.
- [9] Новаковић В. 2002. Производња хране у регулисаним условима, Студија, Машински факултет, Београд.
- [10] Smith G. 2010. A Harvest of Heat: Agribusiness and Climate Change, Agribusiness Action Initiatives, North America. str 1-20
- [11] Stout M. 2013. Aquaponic Gardening, Penguin Group, USA, 2013, str. 1-12.

# PRVI AKTIVNI MAŠINSKI PRSTEN U REPUBLICI SRBIJI

Petar Radić<sup>1</sup>, Miloš Pajić<sup>2</sup>, Pece Karolj<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Zadružni savez Vojvodine, Novi Sad*

<sup>2</sup> *Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd*

<sup>3</sup> *Mašinski prsten- Agrokrug, Bačko Petrovo Selo*

## SAŽETAK

Pokret mašinskih prstena predstavlja poseban oblik organizovanja poljoprivrednika u zemljama sa razvijenom poljoprivredom, uglavnom u državama zapadne Evrope. Osnovna ideja i linija vodilja pri osnivanju je uposliti postojeću mehanizaciju što više, tako što će joj se „obezbediti“ adekvatno radno vreme ili proširenje lepeze usluga te iste mehanizacije. U Bačkom Petrovom selu postoji mašinski prsten – Agrokrug. Ovaj mašinski prsten je osnovan 2005. godine i tada je obrađivao 70 ha, a u 2016. godini obrađuju 300 ha.

**Ključne reči:** mašinski prsten, mehanizacija, usluga, udruženje, troškovi proizvodnje.

## THE FIRST ACTIVE MACHINERY RING IN REPUBLIC OF SERBIA

Petar Radić<sup>1</sup>, Miloš Pajić<sup>2</sup>, Pece Karolj<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Cooperative Union of Vojvodina, Novi Sad*

<sup>2</sup> *Faculty of Agriculture, Zemun-Beograd*

<sup>3</sup> *Machinery ring - AGROKRUG, Backo Petrovo Selo*

## ABSTRACT

A concept of machine ring is a special form of organization of farmers in countries with developed agriculture, mainly in the countries of Western Europe. The basic idea and guideline of this kind of organization is to utilize the existing machinery as much as possible, by ensuring adequate working time or by expanding the range of services machinery can serve. In Bačko Petrovo Selo, there is a machinery ring called Agrokrug. This machinery ring was established in 2005. At this time 70 ha were tilled, while in 2016 300 ha are being handled.

**Keywords:** machine ring, machinery, services, associations, the cost of production.

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Petar Radić, e-mail: radicpetar@gmail.com

## UVOD

Moderna poljoprivredna proizvodnja više nije moguća bez savremene poljoprivredne mehanizacije. Istovremeno mehanizacija predstavlja najveći pojedinačni udeo u troškovima proizvodnje [6, 7]. To je naročito izraženo na manjim proizvodnim jedinicama (imanjima) gde ti troškovi zbog zakona velikih brojeva kod mašina i malog obima proizvodnje znatno smanjuju prihode. Pošto su mogućnosti pojedinih korisnika ograničene (ograničen obim površina), moguće je povećati obim rada samo sa korišćenjem mašina na više imanja [2].

Pokret mašinskih prstena predstavlja poseban oblik organizovanja poljoprivrednika u zemljama sa razvijenom poljoprivredom, uglavnom u državama zapadne Evrope. Osnovna ideja i linija vodilja pri osnivanju je uposliti postojeću mehanizaciju što više, tako što će joj se „obezbediti“ adekvatno radno vreme ili proširenje lepeze usluga te iste mehanizacije.

Kao postojbina mašinskih prstena smatra se Nemačka i trenutno je tamo naplodonije tlo za razvoj mašinskih prstena. Kao ilustracija ovoga je, da je trenutno 193.200 članova udruženo u krovni Savezni mašinski prsten u Nemačkoj, i to u preko 250 pojedinačnih Mašinskih prstena podeljenih u 12 regionalnih saveza, sa učešćem od 49% svih obradivih površina u Nemačkoj u ovom sistemu. Iako je sam pokret nastao 60-tih godina prošlog veka, prvobitna ideja se razvijala, tako da je od 1996. godine Savezni Mašinski prsten u statusu društva sa ograničenom odgovornošću, da bi mogli da ostvaruju profit koji se generiše u nekoliko oblasti:

- Osnovna namena – povezivanje davalaca i primaoca mašinskih usluga, odnosno iznajmljivanje mašina i radne snage za rad u poljoprivredi i šumarstvu.
- Povoljniji uslovi za nabavku svojim članovima – od raznih inputa u poljoprivredi do kupovine razne robe za široku potrošnju (automobila npr.) po boljim uslovima.
- Ugovaranje dodatnih poslova za mehanizaciju – zimsko održavanje putnih saobraćajnica, održavanje zelenih površina, pruga, aerodrome i dr.
- Energetika – proizvodnja i prodaja zelene bio energije kod svojih članova (proizvodnja uljane repice, biodizela, peleta, kogeneracija i trigeneracija).

Na jugu Nemačke, gde je u proseku manji poljoprivredni posed (oko 20 hektara), više od 90 odsto pruženih usluga kombajna, traktora i drugih mašina je kroz sistem mašinskog prstena. U Nemačkoj radi 258 mašinskih prstenova koji zapošljavaju gotovo 3.000 stručnjaka ekonomske, mašinske i poljoprivredne struke i imaju 200.000 članova.

Osnovna namenamašinskog prstena je bila upotrebiti najracionalnije i najproduktivnije poljoprivrednu mašinu u posedu i to tako što će joj se omogućiti povećanje broja časova rada u toku godine dodatnim poslovima i uslugama koje joj se nalaze kroz formu mašinskog prstena.

## MAŠINSKI PRSTENI 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 [1].

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 [11]. 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) [4, 5].

Prvi oblici udruživanja u vidu mašinskog prstena 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 [4]. Pomoću ovog projekta formirano je više udruženja i zadruga proizvođača i prerađivača poljoprivrednih proizvoda, ali i 6 mašinskih prstena sa namerom da omogući efikasniju i profitabilniju proizvodnju. Problem je kasnije nastao oko vlasništva, održavanja i prioriteta pri korišćenju sredstava mehnizacije [3].

Već 11 godina u Bačkom Petrovom Selu funkcioniše mašinski prsten pod nazivom „AGROKRUG“. Ovo udruženje je nastalo uz organizacionu podršku profesora sa poljoprivrednog faklteta, a čine ga isključivo poljoprivredni proizvođači [8, 9].

## MAŠINSKI PRSTEN – “AGROKRUG”

Da bi pojeftinili proizvodnju i bolje iskoristili mehanizaciju, osam zemljoradnika u Bačkom Petrovom Selu svojevremeno su, po ugledu na farmere u Nemačkoj, osnovali „Agro krug“, odnosno mašinski prsten u kome je oko 80 mašina. Ovak mašinski prsten je osnovan januara 2005. godine, kada su se šest domaćina dogovorila da se udruže i pokušaju da obrađuju svoje posede (oko 70 ha) na drugačiji način[3]. Moto udruženja je da i mali i srednji poljoprivrednici mogu da se pojave kao zakupci zemljišta, ali isključivo udruženi. Od tada do danas, mašinski prsten Agrokrug je i organizaciono i materijalno dovoljno ojačao tako da se prvobitan posed osnivača sa početnih 70 ha uvećao na 200 hau 2013.godini(spovstveni posed i zemljište uzeto u zakup), dok su 2016.godine obrađivali 300 ha.

Tabela 1.Struktura požnjevenih površina u “Agrokrugu” u 2016.godini  
*Table 1. Structure of the harvested area in “Agrokrug” in 2016.*

Korišćene mašine	Usevi	Površina (ha)
Z 142 (2 kom)	Pšenica, ječam, soja, suncokret	198
Berač Z 222 (1 kom)	Kukuruz u klipu	58
Z 142 (1 kom)	Kukuruz u zrnu	15
Ručno	Proso, sirak i dr.	22
UKUPNO POŽNJEVENO		293

Iako je osnovna ideja zadržana da se zna ko je vlasnik koje mašine, u Agrokrugu su otišli i korak dalje tako da su rešili da pojedine mašine koje su im nedostajale (ili su

bile nedovoljnog kapaciteta ili zastarele), kupe udruženi i imaju ih u zajedničkom vlasništvu, a sve preko asimetričnih vlasničkih kvota nad zemljištem, koje su uneli zajedno kao „osnivački ulog“. Po rečima članova mašinskog prstena “to je ujedno bio i najveći test zrelosti udruženja”, jer mnoge donacije u poljoprivrednoj mehanizaciji, koje su završavale na razne načine i preko raznih programa kod poljoprivrednika su padale u vodu kada bi došlo do prvih kvarova. Sve je lepo dok traje, ali kada je trebalo donirane mašine održavati i popravljati, uspostavilo se da nikoga to ne zanima. Agrokrug je imao sreću da su u samom početku tom problemu posvetili posebnu pažnju tako da je i kroz dodatnu obuku jedan član mašinskog prstena posebno zadužen za održavanja i opravke sve postojeće mehanizacije (gde su pojedinci vlasnici, ili gde je zajedničko vlasništvo nad mašinom). Na taj način obezbeđena je samoodrživost cele ideje i takva je izdržala test vremena. Članovi mašinskog prstena AGROKRUG u oktobru 2016. godine su:

- Pece Karolj
- Zolika Kiš
- Bognar Karolj
- Barči Janoš
- Varga Robert
- Erne Peter
- Pece Zoltan
- Nađ Nandor

Iako su pojedinačno zadržali svoje mašine u vlasništvu (nakon sveobuhvatne analize šta im je potrebno od mehanizacije), članovi AGROKRUGA su postepeno zajednički kupovali sledeću poljoprivrednu mehanizaciju:

- Dvoredni berač Zmaj 222 - polovan
- Univerzalni žitni kombajn Z 142 (komada dva) – polovni
- Dvoredi tarup Pobeda – repariran
- Kembridž valjak – nov

Primećuje se izuzetna strpljivost članova Mašinskog prstena Agrokrug i njihova namera da se pre opreme sa polovnom mehanizacijom koju sami remontuju i održavaju nego nabavkom nove mehanizacije. Međutim ta polovna mehanizacija je sada postala i ograničavajući faktor, tako da se očekuje da u toku ove zimske sezone preovlada namera za nabavkom i većih i novijih poljoprivrednih mašina (pre svega kombajna i samohodnog berača kukuruza) za početak.

Članovi mašinskog prstena Agrokrug posebnu pažnju posvećuju i zaštiti na radu, isa ponosom ističu da u proteklih 11 godina koliko postoje nikada nije došlo do povređivanja u toku rada, niti do nekog saobraćajnog prekršaja. Ovo je rezultat pre svega permanentnih napora svih članova oko obuka i pripreme svih poljoprivrednih operacija unapred.

Ovakav kvalitet rada se posebno ističe i kroz saradnju sa okolnim poljoprivrednim srednjim školama, gde đaci iz Petrovog Sela, dolaze da odrade stručnu praksu u okviru mašinskog prstena, tako što učestvuju u tekućim radnim operacijama, ali uz kontrolu i praćenje starijih članova.

Sa timskim radom postigli su to da radime brže, efikasnije, nemaju prazne hodove kombajna, prelaze najkraći put od jedne do druge parcele. Sa takvom organizacijom su,

po rečima ekonomiste i člana mašinskog prstena, smanjili cenu koštanja poljoprivrednih proizvoda, odnosno troškove obrade zemlje za oko 20%.Svi članovi se uzajamno pomažu, usluge se ne naplaćuju u novcu, a sve se obračunava na osnovu vrednosti setve hektara kukuruza. Tako, na primer, hektar oranja vredi kao setva četiri hektara kukuruza.

## 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.Uspešno funkcionisanje mašinskog prstena zavisi od veličine poseda i brojnosti članova, sposobnosti rukovodioca kao i opšteg ambijenta za poslovanje. Neophodni su jasni uslovi poslovanja, kao i odgovarajući podsticaji od strane države.

U praksi, postoji problem konflikata, međusobnog nepoverenja i nepoštovanja dogovora između članova mašinskog prstena. Rešavanje ovih problema bi značajno doprinelo razvoju mašinskih prstenova u Republici Srbiji.Formiranje mašinskih prstena u R. Srbiji je oblik interesnog udruživanja od posebnog značaja za male poljoprivredne proizvođače. U cilju stimulisanja formiranja mašinskih prstena i unapređenja konkurentnosti neophodna je državna podrška. Sveukupno, stvaranje mašinskih prstena bi doprinelo unapređenju proizvodnje i stvaranju konkurentnih privatnih porodičnih farmi.

## LITERATURA

[1] Drnić, B. 2007. Eksploatacija mašina individualnih poljoprivrednih gazdinstava.Agrar časopis, Zrenjanin, br 12

[2] 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.

[3] Pajić, M., Radojičić, D., Gligorević, K., Dražić, M., Oljača, M., Zlatanović, I. 2014. Stanje i perspective mašinskih prstenova u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji.Zbornik radova, 17. Naučno stručni skup "Aktuelni problem mehanizacije poljoprivrede", Beograd, Srbija: 122-132.

[4] 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.

[5] 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.

[6] Tot, A. 2007. Mašinski krugovi individualnih poljoprivrednih proizvođača.Traktori i pogonske mašine, 12(5): 40-43.

[7] Tot, A. 2008. Međusobna ispomoć gazdinstava. Poljoprivrednik, 2371: 20-25.

[8] Tot, A. 2013. Jedna mogućnost racionalnije nabavke i korišćenja poljomehanizacije. Traktori i pogonske mašine, 18(1): 86-94.

[9] 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.

[10] Zarić, V., Filipović, N., Pantić Katarina 2009. Mašinski prstenovi u srpskoj poljoprivredi - iskustva, izazovi i dalji razvoj. Poljoprivredna tehnika, 34(4): 105-110.

[11] <http://popispoljoprivrede.stat.rs/>

# PREGLED PRIMENE ELEKTRONSKIH SENZORA U SAVREMENOJ POLJOPRIVREDNOJ TEHNICI

**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 su predstavljene karakteristike, princip rada i tipične primene elektronskih senzora u savremenoj poljoprivrednoj tehnici. Analizirani su kapacitivni, elektromagnetni, optički (laserski i infracrveni), bežični i elektromehanički senzori koji rade na principu piezoefekta. Ukazano je na specifičnosti primene ovih senzora u poljoprivrednoj tehnici, kao i na tendencije njihovog daljeg razvoja.

**Ključne reči:** senzor, merenje, upravljanje, prinos, poljoprivreda

## REVIEW OF THE IMPLEMENTATION OF ELECTRONIC SENSORS IN MODERN AGRICULTURAL ENGINEERING

**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

This paper presents the characteristics, working principle and typical applications of electronic sensors in modern agricultural engineering. The capacitive, electromagnetic, optical (laser and infrared), wireless and electromechanical piezoelectric sensors are analysed. Features of the application of these sensors in agricultural engineering, as well as the trends of their further development are explained in detail.

**Key words:** sensor, measurement, control, yield, agriculture

## UVOD

Razvoj digitalnih senzora, elektronike, računara i ljudskog znanja rezultovao je njihovom širokom primenom u savremenoj poljoprivredi. Prikupljanje informacija i komunikacije znatno su unapređene, kao i njihova obrada i korišćenje. Pojam informa-

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Branko Radičević, e-mail: branko@agrif.bg.ac.rs

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

ciono-komunikacione tehnologije obuhvata sve prethodno navedeno. To se ne odnosi samo na merenja i kontrolu, nego i obradu podataka, upravljanje postupcima i sistemima u poljoprivredi i konačno upravljanje gazdinstvom [1].

Prednosti uvođenja savremenih tehnologija u poljoprivredi su mnogobrojne: kontrolisanje uslova proizvodnje, veći prinosi, manji troškovi, povećanje konkurentnosti na tržištu, povećanje kvaliteta proizvoda, stvaranje dugoročne saradnje među proizvođačima i distributerima, izrada baze podataka, bolja zaštita od vremenskih nepogoda i podsticaj naučnim institucijama.

## **MATERIJAL I METODE RADA**

Nastojeći da odgovori na sve veće globalne potrebe za hranom i reši problem zagađenja prirodne sredine, poljoprivredni sektor ulazi u digitalnu eru. Poljoprivrednici sve više koriste nove tehnologije kako bi proizvodili veću količinu proizvoda boljeg kvaliteta uz manju upotrebu poljoprivrednih inputa i manje zagađenje životne sredine. Rast svetske populacije za posledicu ima povećanje tražnje poljoprivrednih proizvoda dok istovremeno opadaju mogućnosti za zadovoljenje te traženje zbog smanjenja obradivih površina i klimatskih promena. Kao inovativno rešenje za ovaj problem nameće se tzv. precizna ili planirana poljoprivreda odnosno agri-tek revolucija. Tržište precizne poljoprivrede u 2016. na globalnom nivou vredi oko 3 milijarde evra. Očekuje se dalji rast po godišnjoj stopi od 12% do 2020.

Precizna poljoprivreda uključuje korišćenje satelitskih sistema, poput GPS, kao i interneta, u cilju upravljanja proizvodnjom i smanjenja korišćenja đubriva, pesticida i vode. Poljoprivrednici koji rade na osnovu preciznih podataka u prilici su da najbolje iskoriste hemijske inpute (pesticide ili đubrivo), što je od značaja za zaštitu tla i podzemnih voda, a doprinosi i rastu efikasnosti proizvodnje. Istovremeno se popravljaju kvalitet proizvoda, a potrošnja energije se znatno smanjuje.

Korišćenjem senzora farmeri mogu da otkriju delove polja kojima je potreban poseban tretman i da usmere nanošenje hemikalija na određena mesta, čime se smanjuje potrebna količina hemikalija i štiti prirodna sredina. Finansijski podsticaji i mere podrške omogućavaju farmerima da investiraju u tehnologije za preciznu poljoprivredu, npr. u mašine koje precizno doziraju đubrivo. Sve više se implementiraju inovacije iz industrije poljoprivrednih mašina, a novine još brže ulaze u poljoprivredu gde dominiraju velika imanja.

## **REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA**

U modernoj poljoprivredi koristi se veliki broj senzora. Primena senzora na zemljištu i usevima je najčešće u vidu utvrđivanja potrebe za hranivima, detekciji korova i utvrđivanju zakorovljenosti parcele, oceni napada bolesti na usevu i snimanja osnovnih zemljišnih osobina. U stočarstvu se koriste kod ocene proizvodnje mesa i u procesu muže.

Idealan sistem precizne poljoprivrede predstavljao bi skup elektronskih senzora koji su locirani u direktnom kontaktu ili vrlo blizu zemljine površine i koji su povezani sa crnom kutijom koja u realnom vremenu analizira reakcije senzora, obrađuje podatke

i odmah menja količine koje treba da se primene. Na taj način može se momentalno dobiti preporuka za primenu određene količine inputa, najčešće optimalne, sa visokim ekonomskim i agronomskim efektom.

Međutim, većina senzora ili kontrolnih uređaja za primenu zahtevaju određeno vreme za merenje, radi integracije i/ili prilagođavanje, što smanjuje željenu brzinu rada ili gustinu merenja. Rasipači đubriva i prskalice koji rade na principu tehnologije promenljivih vrednosti zahtevaju dodatne podatke (kao što je planirani prinos) kako bi razvili potrebne algoritme za preporuku (setove jednačina). Takođe, ne postoji jedan algoritam, za određene specifične uslove, dokazan i primenljiv u svim specifičnostima biljne proizvodnje.

Različiti tipovi senzora imaju važnu primenu. Elektromagnetni senzori koriste električne uređaje radi merenja sposobnosti zemljišta da provode ili akumuliraju naelektrisanje. Komercijalno dostupni senzori mapiraju elektro-provodljivost zemljišta (EC-metar za određivanje hranljivosti zemljišta) i na osnovu izmerenog mogu se predvideti pH-zemljišta i rezidualni azot. Optički senzori koriste refleksiju svetlosti za određivanje zemljišta (*Near Infra Red tehnologija*). Određuju sadržaj: gline, organske materije i vlažnost zemljišta. Mehanički senzori se mogu koristiti za utvrđivanje mehaničkog otpora zemljišta (sabijenost). Elektrohemijski senzori omogućavaju dobijanje najvažnijih informacija za preciznu poljoprivredu kao što su nivo hraniva u zemljištu i pH. Često se koriste i senzori za protok vazduha i akustični senzori [2].

Kada govorimo o poljoprivrednoj mehanizaciji, razne visoko-tehnološke naprave nisu prvo što nam padne na pamet, ali već danas realnost su traktori i kombajni koji rade sami, kao i roboti koji se koriste isključivo u poljoprivredi. Navodnjavanje može da se vrši uz pomoć telefona. Koristi se mobilna aplikacija za pametne telefone koja omogućava kontrolisanje sistema navodnjavanja. Tu su i aplikacije koje prate skladištenje žitarica. Aplikacija *Load Out Technologies* omogućava da se samostalno izvrši tovarenje žitarica. *Precision Planting* je aplikacija koja prikuplja sve podatke i obezbeđuje im pristup na tabletima i pametnim telefonima.

Senzori vlažnosti u zemlji mogu da prate podatke o nivou vlage na određenoj dubini zemljišta. Optički senzori mogu da vide koliko je đubriva potrebno biljkama na osnovu količine svetlosti koja se reflektuje od njih. Senzori omogućavaju efikasnu primenu đubriva uz minimalne gubitke. Senzori za biljke se upotrebljavaju za utvrđivanje potreba biljaka za azotom (prihrana), prisustva određenih patogena u usevu i vrste korova i intenziteta zakorovljenosti. Senzori mere pokrivenost zemljišta vegetacijom, a algoritam uređaja daje preporuku potrebe za azotom za pojedine biljne useve. Prateći promene u boji useva u vegetaciji dobijaju se područja potencijalno dobrog i lošeg useva. Senzore korsitimo prilikom uzimanja uzoraka zemljišta radi preporuke đubrenja i praćenja osnovnih parametara plodnosti [3].

Kontrola otkosa i *VRT (Variable Rate Technology)* zasnovani su na GPS tehnologiji. Da ne bi došlo do preklapanja u aplikaciji đubriva ili navodnjavanja zbog nepravilnosti u obliku njiva, GPS mapiranje pokazuje gde je posao već obavljen i sprečava njegovo ponavljanje. Kontrola otkosa isključuje aplikatore kad se uđe u deo koji je već tretiran. Farmer može da napravi GPS mape sa uputstvima i da, umesto nanošenja jednakih količina đubriva preko čitave njive, bude određena najpodesnija količina za određeni deo zemlje.

Multispektralni snimci koji se naprave iz aviona ili satelita mogu farmerima da pruže brojne korisne informacije o njivama. Slike crvene boje otkrivaju količinu mulja, peska, kalcijuma i gline u zemljištu. Infracrvena čitanja pokazuju koji delovi imaju više vode i kako se voda kreće njivom. Infracrveni snimci mogu da se koriste i da se ispita prekrivenost korovom.

Na osnovu termalnih ultracrvenih snimaka pristupa se podacima o zdravlju biljaka. One koje nisu zdrave ne mogu da se ohlade kroz ispuštanje vode preko listova i zato se pregrevaju. Zeleno svetlo (koje predstavlja hlorofil biljke) koristi se radi pristupa podacima o rastu biljke. Multispektralni podaci prebacuju se na kompjuterski model kako bi se napravila mapa polja sa instrukcijama. Farmer na mapi polja može da vidi koje kombinacije daju najbolje rezultate. Tu su i sistemi koji se mogu priključiti na traktor i iščitavati njivu dok se kreću. Kada se proračuna količina vode i đubriva koji su potrebni, automatske prskalice prilagođavaju mlaz na osnovu dobijenih informacija.

Telematika je nauka nastala udruživanjem telekomunikacija i informatike. Ova tehnologija omogućava komunikaciju opreme i farmera, prodavaca i servisera opreme, a takođe i povezivanje, tj. komunikaciju opreme među sobom. U pitanju su mašine, savremeni traktori, kombajni i ostala moderna oprema koja prenosi podatke o svom radu. Tako kombajn i traktor mogu da komuniciraju. Putem telematike može da se sazna kada se kombajn puni. Ako nešto prestane da radi, putem telematike serviser može u nekim slučajevima da izvrši popravku na daljinu ili barem da obavi dijagnostiku. Dostupni su i pregledni podaci o korišćenju goriva, radnim satima itd.

Zahvaljujući tehnologiji GPS, traktori, kombajni i motokultivatori mogu sa preciznošću da se kreću kroz njive. Kompjuterskom sistemu na vozilu kaže se koliko će se široka putanja pokriti, a potom se izvrši kratka vožnja koja će obeležiti tačke X i Y da bi se napravila prava linija. Zatim GPS sistem na osnovu te linije izvodi paralelne linije, koje su udaljene jedna od druge onoliko koliko oprema koja se koristi zahteva. Sistem može da vrši i treking vijugavih linija. Treking sistem je povezan sa volanom traktora, čime ga automatski održava na pravom putu i oslobađa ga potrebe za čovekom koji upravlja. To omogućava farmeru da se posveti drugim aktivnostima. Traktor koji sam vozi nije jedina inovacija te vrste. NH<sub>2</sub>, Hydrogen Powered Tractor, radi na vodonik, ne zagađuje vazduh i nečujan je.

Specijalizovani roboti se sve više primenjuju u raznim oblastima poljoprivredne proizvodnje. Vitirover je robot koji kosi travu, ima veliki solarni panel i bežične mogućnosti, pa nema potrebe za punjačem ili kablom. Robotom se upravlja preko pametnog telefona. Primate's Progress je solarna kosilica, posebna po tome što je sastavljena isključivo od recikliranih materijala.

Nedavno je u Kini predstavljen robot 30 second son, jer toliko može radi dok mu ne zatreba punjenje, ali takođe ume da se predstavi i kaže da je robot koji vuče rikšu. Projekat cRops (*Clever Robots for Crops*) usmeren je na robote koji će uzgajati dobar usev. Roboti treba da prskaju posebno određene biljke i njihove delove i da beru plodove kada su zreli, što veoma lako prepoznaju. Roboti treba da detektuju prepreke kako bi se neometeno kretali. Autonomni farmerski robot Agria je ekološka mašina pogodna za poljoprivrednike koji imaju manje zemlje. Kontrola ovog robota vrši se putem kompjutera ili pametnog telefona, a radnje koje može da obavi su sejanje i davanje prave mere đubriva. Ovaj robot kontroliše insekte, gljivice i parazite putem

infracrvenih i ultraljubičastih zraka, a može da ispita i zemlju i biljke radi njihovog specifičnog tretiranja.

Robot koji može da bere jagode razvijen je u Japanu. Zrele jagode selektuju se putem stereoskopskih kamera. Robot posmatra jagode u 3D prostoru, a algoritmi za obradu snimaka određuju zrelost. Vrš se analiza toga koliko su one crvene. Kad se proceni da su zrele da se uberu, robot brzo locira plod u 3D prostoru i bere ga. Ovi roboti mogu da rade ceo dan i noć. Robot ima veliki potencijal zbog tehnologije na vizuelnom polju, preciznosti razaznavanja nijanse boje koja ukazuje na zrelost, kao i preciznosti branja tako da se plod ne oštećuje. Svaka ubrana jagoda je na gotovo istom nivou zrelosti. Sledeće primene su za grožđe, paradajz i drugo bobičavo voće i povrće.

Na automatizaciji uzgoja pirinča Japanci takođe već duže rade. Robot je još 2005. godine uspeo da posadi pirinač bez ljudske pomoći. Sada su tu brojni roboti traktori i kombajni, opremljeni kompjuterima i GPS sistemima, koji se koriste za snalaženje u prostoru. Senzori nagiba i ostali instrumenti proračunavaju ugao i pravac kretanja mašine, kompjuterski kontrolisane, tako da robot jasno zna svoju poziciju u polju.

MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) je razvio eksperimentalnu, potpuno automatizovanu staklenu baštu, u kojoj na uzdignutim platformama raste čeri paradajz. Staklenik u potpunosti održavaju mali roboti. Svaka biljka opremljena je sensorima koji prate njeno stanje. Ako nekoj biljci nedostaje vode, tu je odmah robot koji će je zaliti. Kada je neki plod zreo, robot, koristeći sistem analize fotografije, locira plod na stabljici i bere ga svojim mehaničkim rukama.

Elektronski senzori se koriste u živinarstvu, svinjarstvu (u proizvodnji mesa) i govedarstvu, gde najveću primenu imaju u proizvodnji mesa i automatizovanoj muži mlečnih krava (robot za mužu). Robotizovana mašina čini proces muže krava potpuno automatizovanim. Trenirana krava tako može bilo kada, kad oseti potrebu, uz pomoć mašine da dá mleko, umesto da to obavlja jednom dnevno. To povećava količinu mleka za 20 odsto. Kompanija Lely usmerena je na obezbeđivanje rešenja za automatsko hranjenje stoke. Juno je u obliku svemirskog broda i vrsta je robota koji donosi hranu životinjama. Juno se kreće putanjom blizu životinja, prateći ogradu za hranjenje. Ne ometajući životinje, mašina donosi hranu do ograde. Postoji Juno 150 i kompaktnija verzija Juno 100. Baza za napajanje služi kao tačka sa koje se kreće i vraća nakon svakog obavljenog hranjenja. Zahvaljujući ugrađenim sensorima, Juno može da se kreće raznim rutama.

Sve više se koriste standardne, ali i 3D i 4D digitalne kamere za neprekidno nadgledanje stoke kada nije u blizini, ili samo za praćenje u kritičnim momentima, na primer pre nego što krava treba da se oteli. Ultrazvuk se koristi i za praćenje ploda životinja. Na osnovu ultrazvuka može se ispitati kvalitet mesa životinje. Testiranje DNK olakšava identifikovanje životinja sa dobrim pedigreeom i poželjnim karakteristikama. Te informacije zatim se mogu koristiti da se unapredi kvalitet stada. Jedan od načina za nadgledanje životinja su i ogrlice koje olakšavaju njihovo praćenje, kako njihovo kretanje tako i njihovo stanje. Električne ograde sa sensorima za detekciju udaljenosti životinja na farmama se takođe sve više instaliraju.

Za utvrđivanje prisustva određenih patogena u usevu čovek je još sredinom XX veka koristio razne tehnike fotografisanja useva fotoaparatom radi ocene biljnih bolesti. Danas se sve više koriste dronovi i bespilotne letelice sa specijalnim kamerama koje

beleže promene na listovima, jer patogeni (prouzrokovali biljnih bolesti) menjaju boju listova smanjujući količinu hlorofila i drugih pigmenata. Kamere visoke rezolucije koriste se za detekciju vrste i oblika korova i intenziteta zakorovljenosti gajene biljke. Ove kamere beleže prisustvo korova, sadržaj azota i fenofazu biljke.

QR (*Quick Response*) je bar-kod prvobitno namenjen auto-industriji, a zatim se primena proširila i na zaštitu životinja. Mikročipovi su dugo bili prisutni sa istom svrhom, međutim maleni čip koji se ugrađuje pod kožu životinje, a radi putem RFID (*Radio-Frequency IDentification*) tehnologije, osim što ne može da se zagubi kao QR identifikacija, odlazi u prošlost. Podaci koji su skriveni, dok se ne pročita digitalno, mogu se lako otkriti pomoću pametnih naprava koje se svakodnevno koriste. Prednost identifikacione ogrlice je u tome što se može skenirati pametnim uređajima koje poseduje veliki broj ljudi, a ne mora se ići do ustanove koja ima čitač mikročipova. Uređaji koji čitaju mikročipove nisu univerzalni, već čitaju samo određene vrste čipova. Podaci na mikročipu se ne ažuriraju, pa ako se informacije promene, onda čip više nema svrhe. QR kôd je tako stekao prednost kao jednostavna identifikacija, svima pristupačna. Kad se bar-kod skenira, pojavljuje se podatak sa osnovnim informacijama, ili se otvara internet stranica na kojoj se nalazi profil životinje koji se može menjati prema potrebi, pa su podaci uvek ažurirani. Senzori u novim, pametnim ogrlicama šalju informacije pametnim telefonima farmera i saopštavaju gde je životinja, da li ima neki problem, da li je raspoložena za parenje itd.

Da bi se krave i ostale životinje relaksirale koristi se automatska četka npr. DeLaval koja ima kontrolisane automatske pokrete (da četkanje ne bi prešlo u grebanje). Četka se pri dodiru pokreće, tj. rotira na način koji je za životinju poželjan. Prijatno i bezbedno četkanje odvija se pod svakim uglom. Specijalna četka izmišljena je sa namerom da pospeši cirkulaciju kod životinja i da ih ujedno čisti, održava zaokupljenim i smirenim.

Budućnost donosi eksperimente na polju ishrane, pa piletina može da ima ukus nečega što čoveku najviše prija. Ako se realizuje koncept Phillips Design Food Creation, oblik i struktura namirnica koje jedemo moći će da se menjaju. Tako ćemo krastavac, po želji, moći da učinimo penušavim, a meso nalik pasti, i to omiljenog ukusa. Nutricioni sadržaj moći ćemo da zadržimo ili promenimo.

Primena bežičnih senzornih mreža u poljoprivredi je u početnoj fazi i dalji razvoj obuhvata sledeće oblasti: praćenje stanja sredine, precizna poljoprivreda, kontrola mašina i procesa, izgradnja i automatizacija postrojenja i sistemi za praćenje [1].

U poljoprivrednoj tehnici koriste se i specijalne vrste senzora. Piezoelektrični senzori nalaze primenu na samohodnim poljoprivrednim kombajnima u okviru uređaja za merenje gubitaka zrna koji u svom sastavu ima tri piezoelektrična senzora, i to, dva za praćenje gubitaka na slamotresi i jedan za praćenje gubitaka na sitima [5]. Moгуće je pratiti pojedinačne ili ukupne gubitke. Zrna kulture koja se ubiraju izazivaju mehaničke impulse padajući na sonde gde se pretvaraju u električne impulse koji se prenose do elektronskog snopa u kome se sumiraju i pojačavaju. Piezoelektrični senzor reaguje samo na pad ili udar zrna o sondu, dok na ostale materijale ne reaguje. Ako vrednost apsolutnih gubitaka zrna pređe maksimalnu dozvoljenu vrednost, koja je unapred zadata, aktivira se indikator na ekranu bord kompjutera u kabini rukovaoca koji se na taj način na to upozorava.

Senzor za protok mase zrna je specijalna višeslojana zakrivljena udarna ploča smeštena na vrhu elevatora za očišćeno zrno, gde meri stvarni protok. Kada zrno udara u ploču, senzor registruje njegov pokret i udar. Dobijena vrednost merenja, zajedno sa ugaonom brzinom vratila elevatora za zrno koristi se za određivanje vrednosti stvarnog protoka ovršenog zrna, i automatski se preračunava u vrednost prinosa. Konstrukcija senzora obezbeđuje veliki stepen pouzdanosti i tačnosti. Da bi se povećala i osigurala tačnost ovog senzora, koristi se i dodatni PC softver tipa Auto Zeroing Sistem (*Class kombajni*) koji se nalazi u upravljačko-modularnom sistemu kombajna [5].

Specijalni piezoelektrični senzor za pritisak tipično se ugrađuje u metalni naplatak pneumatika savremenih radnih i transportnih mašina [5]. Pritisak vazduha deluje na piezoelektrični davač u obliku diska koji je ugrađen sa unutrašnje strane naplatka, i njegova vrednost se preko bežične (*wireless*) antene prenosi u prijemnik signala, a zatim do board kompjutera. Rukovaoc mašine očitava trenutni pritisak u pneumatiku. Podatak o vrednosti pritiska u pneumaticima bitno utiče na eventualno regulisanje režima eksploatacije i brzine kretanja radnih mašina po različitim vrstama i tipovima podloga u toku poljoprivrednih radova.

Merenje ugaone brzine, odnosno broja obrtaja rotirajućih elemenata, na samohodnim poljoprivrednim kombajnima obavlja se pomoću induktivnih, optoelektronskih, kapacitivnih i elektrodinamičkih tipova senzora. Obično se mere i kontrolišu brojevi obrtaja: vratila bubnja, elevatora hedera, kolenastog vratila slamotresa i vratila elevatora zrna. Ukoliko u radu dođe do preopterećenja pojedinih vratila na ekranu monitora se pojavljuje odgovarajući zvučni i optički signal.

Na poljoprivrednim traktorima računarska jedinica ima funkciju kontrole i upravljanja radom pogonskog motora i transmisije. Jedan od osnovnih ulaznih parametara neophodnih za rad centralne računarske jedinice su brzine pojedinih rotirajućih elemenata: bregastog vratila i kolenastog vratila. U ovom slučaju koriste se senzori elektromagnetnog (induktivnog) tipa koji su najpogodniji zbog teških uslova eksploatacije u pogledu visoke radne temperature i okruženja sa dosta nečistoća. Brzine kolenastog i bregastog vratila su u funkciji određivanja upravljačkog signala za rad elektromagnetnih brizgaljki u slučaju DIESEL motora i indukcionih kalemova i elektromagnetnih brizgaljki u slučaju OTO motora [6].

U okviru sklopa transmisije traktora i/ili samohodnih poljoprivrednih mašina najčešće se mere brzine rotiranja priključnog vratila, poluvratila i pogonskih točkova. Za merenje brzine priključnog vratila koriste se identični senzori prethodno pomenutim za merenje brzina bregastog i kolenastog vratila. Princip merenja je identičan kao i položaj senzora u sklopu. Merenje brzine (broja obrtaja) pogonskih točkova izvodi se pomoću senzora koji su prilagođeni ovoj nameni u smislu da se radi o znatno manjem broju obrtaja. U upotrebi su takođe elektromagnetni (induktivni) senzori, samo je njihova konstrukcija prilagođena potrebama i položaju montaže u sklopu.

Merenje zapreminskog protoka zrna žitnih kombajna vrši se pomoću optičkih senzora [4]. Zapremina zrna se meri dok materijal (zrno) prolazi preko senzora tokom fiksnog vremenskog intervala ili se meri vreme potrebno da poznata zapremina zrna prođe preko senzora. Da bi se zapreminski protok preračunao u maseni, potrebno je poznavati gustinu materijala. Indirektno merenje zapreminskog protoka zrna pomoću optičkih senzora (svetlosni predajnik i prijemnik) koji mere visinu količine zrna na

lopatici elevatora, vrši se tako što prijemnik konstatuje prekid svetlosnog zraka usled prisustva materijala čija se visina meri. Koristeći podatak o registrovanoj visini, procenjuje se ukupna zapremina zrna na lopaticama. Pošto je poznat podatak o brzini elevatora, računa se zapreminski protok.

Laserski sistemi upravljanja na poljoprivrednoj mahanizaciji takođe koristi optičke senzore. Emiter laserskog zraka emituje isprekidani, nevidljivi (infracrveni) laserski zrak, frekvencije 60 MHz, pri čemu se emiter neprestano pomera na levo i desno za 6° u odnosu na vertikalnu osu pokrivajući na taj način željenu radnu zonu. Nepožnjevene stabljike i strnjika različito reflektuju ovaj laserski zrak. Prijemni senzor (fotodioda) registruje reflektovani laserski zrak i meri vremensku razliku od trenutka odašiljanja do trenutka prijema svetlostnog pulsa. Na ovaj način se precizno meri rastojanje između vrha nepožnjevene stabljike i prijemnog senzora i vrha strnjike i prijemnog senzora, a mesto gde se javi razlika u rastojanju predstavlja granicu između požnjevenog i nepožnjevenog dela parcele. Računarska jedinica sistema, kontinuirano prati rezultate merenja prijemnog optičkog senzora i u zavisnosti od položaja ivice hedera i utvrđene granice između požnjevenog i nepožnjevenog dela parcele, daje komandu izvršnom delu sistema o potrebnim korekcijama pravca kretanja mašine [4].

## ZAKLJUČAK

Danas smo sa okruženi pametnim uređajima počevši od mobilnih telefona, tableta, televizora koji su povezani na Internet bežičnom tehnologijom, računara i drugih elektronskih uređaja, preko objekata u kojima se drži stoka, traktora i kombajna, sejalica i ostale poljoprivredne opreme. Kapacitivni, elektromagnetni, optički (laserski i infracrveni), bežični i elektromehanički piezoelektrični senzori imaju važnu ulogu u poljoprivrednoj tehnici. Inteligentne i pristupačne tehnologije primenjene u poljoprivredi treba da omoguće: optimizaciju proizvodnje primenom najboljih poljoprivrednih praksi, povećanje profita kroz povećanje kvaliteta i količine prinosa, lako pronalaženje kupaca za proizvedenu hranu i smanjenje njenog propadanja.

## LITERATURA

[1] Oljača, M., Vukić, Đ., Ercegović, Đ., Radivojević, D., Momirović, N., Topisirović, G., Gligorević, K., Radičević, B., Oljača, V. 2008. Bežični senzori u poljoprivredi danas i buduće perspektive primene. Poljoprivredna tehnika, 33(1): 7-20.

[2] Popović, M. 2004. Senzori i merenja. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Srpsko Sarajevo, 503.

[3] Radičević, B., Vukić, Đ., Ercegović, Đ., Oljača, M. 2008. Merenje vlažnosti zemljišta. Poljoprivredna tehnika, 33(4): 25-36.

[4] Radičević, B., Vukić, Đ., Ercegović, Đ., Oljača, M. 2009. Optički senzori i njihova primena na poljoprivrednim mašinama. Poljoprivredna tehnika, 34(1): 123-136.

[5] Vukić, Đ., Ercegović, Đ., Radičević, B., Oljača, M., Gligorević, K., Pajić, M. 2009. Piezoelektrični senzori i njihova primena na poljoprivrednim mašinama. Traktori i pogonske mašine, 14(4): 101-106.

[6] Vukić, Đ., Oljača, M., Ercegović, Đ., Radičević, B. 2008. Senzori ugaone brzine i njihova primena u poljoprivrednoj tehnici. Traktori i pogonske mašine, 13(3): 86-94.

# TEČNI STAJNJAK U SISTEMU KOGENERACIJE ENERGIJE NA PORODIČNIM FARMAMA

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

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun

## SAŽETAK

Naturalni tečni stajnjak, kao suspenzija celokupnih izlučevina krava i pratećih kategorija, bez primesa prostirke i ostataka neiskorišćene hrane, predstavlja raznorodni energetska izvor, jer se od njega može dobiti gas, toplota, električna struja, gorivo za pogon i dr. Uvođenjem naturalnog tečnog stajnjaka u tretman ka proizvodnji energije, kao primarnim postupkom njegovog iskorišćenja, pored energetske efikasnosti farme, doprinosi se većoj zaštiti životne sredine jer se, smanjuju emisije sumpor-dioksida, ugljen-dioksida i azot-dioksida, u odnosu na sagorevanje fosilnih goriva. Pored toga u značajnoj meri se uništavaju patogeni, kao i sposobnost klijanja semena korovskog bilja koje se može naći u stajnjaku.

U radu se predlaže optimalna tehnologija i tehnička rešenja korišćenja tečnog stajnjaka, radi poboljšanja energetske efikasnosti proizvodnje na mini farmi, ali i njegovog daljeg potpunog iskorišćenja kao organskog đubriva. Obrađena je mini farmi muznih krava kapaciteta 50 muznih grla kakvih već sada ima dosta u Srbiji. Postupci prikupljanja, obrade, pripreme, kao i korišćenja tečnog stajnjaka, u našim uslovima nisu naišli na širu primenu, zbog ekstenzivnog načina proizvodnje i nedomaćinskog načina poslovanja.

Ogromne količine ovog organskog đubriva sa visokim đubrivnim potencijalom u oblicima lakopristupačnim za biljke, ni na koji način se ne koriste, već se nekontrolisano puštaju u okruženje zagađujući, na sve moguće načine, životnu sredinu. Ta se praksa mora prekinuti.

Ekonomski efekti u zemljama sa manje razvijenom stočarskom proizvodnjom, kakva je naša, ukazuju da se tom pitanju mora posvetiti adekvatna pažnja i pravilno usmeriti proizvodnja, koja sa svojim sekundarnim proizvodima može doprineti pozitivnijem rezultatu. Ovaj rad daje usmerenja ka tome.

**Ključne reči:** tečni stajnjak, energija, farma muznih krava, kogeneracija energije, organsko đubrivo

<sup>1</sup> Kontakt autor: Dušan Radivojević, e-mail: rdušan@agrif.bg.ac.rs

Napomena: Rad predstavlja deo istraživanja na projektu TR31051 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

# LIQUID MANURE IN SYSTEMS OF ENERGY COGENERATION ON FAMILY FARMS

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

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

## ABSTRACT

Natural liquid manure as a suspension of overall cow and related categories excreta, with out of admixtures of bedding materials and residues of anused feed, is diversified energetic source, because it can produce gas, heat, electric power, fuel, etc. Teh introduction of natural liquid manure in treatment towards energy production, contribute not only to energy efficiency of farm, but also to better environment protection because of increased emission of sulfur dioxide, carbon dioxide and nitrogen dioxide, compared to combustion of fossil fuels. In addition, a significant amount of pathogens are destroyed and weeds seeds that can be found in manure germination energy is significantly lower.

This paper presents optimal technology and technical solutions of liquid manure usage for improving energy efficiency of small farms, and also the following total usage of liquid manure as organic fertilizer. In this paper, a mini farm of 50 dairy cows, which are now common i Serbia has been considered. Methods of collecting, processing, preparation, and use of liquid manure, in our conditions are not met at a wider application, due to the extensive production.

Huge amounts of this organic fertilizer with graet nutritive potential in forms that are easily accessible to plants are not used in any way, and are uncontrollably released to environment causing pollution to environment in any possible way. That practise must be stopped.

Economic effects in countries with less developed livestock production, such as ours, suggest that this issue must be given adequate attention and redirected the way of production, which, with secondary products can significantly improve the outcome. This paper gives direction to it.

**Keywords:** liquid manure, energy, dairy farm, cogeneration energy, organic fertilizer.

## UVOD

Razvoj društva prati proizvodnja sekundarnih proizvoda, uključujući i otrovne i opasne supstance, a zagađenje zemlje, vode i vazduha se širi. Potrebno je doneti odluke ekonomske i ekološke politike, koje bi morale da promovišu ekološki čiste tehnologije, koje minimiziraju zagađenje i recikliraju sekundarne proizvode u sve većoj meri.

Spoznaja datog stanja svakim danom povećava brigu o iskorišćavanju prirodnih resursa i globalno isticanje potrebe uspostavljanja uslova na Zemlji za održiv razvoj, uspostavljanje striktno kontrole emisije štetnih materija, korišćenje izvora energije sa malim sadržajem ugljenika i širenje primene čistih i obnovljivih izvora energije.

Nije samo bliska perspektiva iscrpljivanja, doskora i naizgled neizmernih, izvora fosilnih goriva, uticala na podsticanje upotrebe obnovljivih vidova energije. U efektu staklene bašte koji se povezuju sa povišenjem temperatura u globalnim razmerama, dominantno učestvuje povećan sadržaj CO<sub>2</sub> u atmosferskom vazduhu.

Biomasa može da podmiri 14 % ukupne svetske potrebe za energijom [6], [3]. Sa ekološkog stanovišta posebno je značajna činjenica da biomasa u svom elementarnom sastavu u principu ne sadrži sumpor, ili je sadržaj sumpora, bar za red veličine manji od sadržaja u fosilnim gorivima.

Osnovu razvoja tehnologija za korišćenje biomase za proizvodnju posebnih vrsta biogoriva i upotrebnih oblika energije čine klasične tehnologije termohemijskog pretvaranja - sagorevanje, gasifikacija i piroliza.

## **MATERIJAL I METOD RADA**

### **Karakteristike tečnog stajnjaka kao sirovine za kogeneraciju:**

Tečni stajnjak sa govedarske farme se može koristiti i za proizvodnju biogasa. Korišćenje tečnog stajnjaka za proizvodnju biogasa, koji se može upotrebiti kao zame-na za prirodni gas ima ekonomskog opravdanja. To je naročito opravdano na mestima gde postoji velika količina tečnog stajnjaka, kao što su farme srednjih i velikih kapaciteta [4], [2].

Biogas je mešavina metana i ugljendioksida, a može sadržati i amonijak, sumpordioksid i vodonik, u zavisnosti od korišćene biomase. Biogas nastaje pri bakterijskom razlaganju organske materije u anaerobnim uslovima.

Električna energija dobijena sagorevanjem biogasa je pogodna da se koristi kao bazna energija. Praktične primene razvijenih tehnologija i izgrađeni sistemi, daju tehničku potvrdu projektima u kojima sistemi integrisane gasifikacije i kombinovane proizvodnje toplotne i električne energije - kogeneracije. Razvoj sistema malog kapaciteta je značajan za relativno nerazvijena ruralna područja, bez energetske infrastrukture i nestabilnog snabdevanja energijom.

Širenje primene kogeneracije u svetu i EU je rezultat porasta cena fosilnih goriva i uvođenja taksu na korišćenje fosilnih goriva, zbog zagađenja okoline. EU je planirala da do 2010. godine udeo biomase u proizvodnji finalne energije dostigne u proseku 12 %, dok danas Austrija, Švedska i Finska imaju 20 % ukupne proizvodnje energije iz biomase [1], [7].

Prognozira se da će do 2020 godine u svetu biti instalisano 30 000 MW proizvodnje električne energije iz biomase. Najviše proizvodnje iz biomase imaju zemlje u razvoju zbog brzog ekonomskog razvoja, povećanja potrošnje električne energije, problema zagađenja okoline, i veće potrebe za energijom u seoskim naseljima.

Cena električne energije proizvedene iz biomase zavisi od korišćene tehnologije, veličine elektrane i cene biogoriva. Elektrane na biomasu imaju snagu od nekoliko kW (za kućnu upotrebu) do 200 MW.

Međunarodne obaveze svake zemlje u oblasti ekologije nalažu brze promene u odnosu prema zagađivačima. Tehnologija biogasa može da pruži znatan doprinos unapređenju pokazatelja ekološkičnosti naše (poljo)privrede, a takođe i energetske efikasnosti, otvaranja novih radnih mesta, tehnološkog razvoja, pa i pokazatelja primene naučnih dostignuća u praksi.

Značajno je i potrebno podsticanje uvođenja tehnologije biogasa i proizvodnje električne struje iz njega uz vrednovanje, pre svega, ekoloških parametara rada takvih postrojenja [3], [5]. Problematika biogasa dotiče brojne sektore privrede i ekonomike, npr. energetska politika, politika o životnoj sredini, politika razvoja poljoprivrede, vodoprivrede, elektroprivrede, nacionalna ekonomika, mala i srednja preduzeća, politika zapošljavanja, naučna politika, podsticaji tehnološkog razvoja, poreska politika).

### **Izbor tehnološkog rešenja**

Za korišćenje tečnog stajnjaka kao sirovine za proizvodnju biogasa moguće je primeniti sledeće sisteme za izdubavanje, kao i njihove karakteristike:

- kontinuirano prikupljanje tečnog stajnjaka ostvaruje se pomoću sistema samooticanja,

- korišćenjem sistema sa ustavama sa potpunim pražnjenjem pojedinačnih kanala.

U prvom slučaju tečni stajnjak se prikuplja u neki bazen za prikupljanje (predbazen ili drugi manji bazen), tako što se u toku celog dana, osim nekoliko sati u toku noći (5-6 časova), iz objekata za držanje stoke, izbacuje približno podjednaka količina stajnjaka.

To se istovremeno događa u svim objektima jedne farme, tako da se svakodnevno dobija ujednačena mešavina stajnjaka svih kategorija sa jedne farme. Znači, u toku godine se dobija stajnjak ujednačenog sastava i količine. Razlike u jednom i u drugom mogu biti izazvane samo promenom načina ishrane i sastava hrane. To je najvažniji pokazatelj sa stanovišta obezbeđenja sirovine za proizvodnju biogasa.

U drugom slučaju vrši se pražnjenje pojedinih kanala, i to kako jednog objekta, tako i različitih objekata. Na taj način se u pojedinim danima dobija tečni stajnjak od različitih kategorija stoke, koje se hrane različitim sastavom obroka. Iz tog razloga, sastav stajnjaka može biti različit. Radi toga se kod ovakvih farmi vrši grupisanje objekata istih kategorija grla, kao i usaglašavanje vremena pražnjenja. Svakako da je neophodna dodatna priprema sirovine pre uvođenja u bioreaktor.

Korišćenje vode za ispiranje kanala ni u kom slučaju nije poželjno, iz više razloga. Razređivanjem stajnjaka, smanjuje se sadržaj suve materije u stajnjaku i povećava se njegova količina, što povećava troškove manipulacije sa njim uz male efekte. Ukoliko je ispiranje kanala neophodno za normalno funkcionisanje sistema izdubavanja, onda se preporučuje separacija naturalnog tečnog stajnjaka i povratno kretanje tečne faze kojom se izvodi ispiranje kanala. Novije farme treba da imaju mogućnost pražnjenja kanala sa obe strane. Na taj način se sprečava zadržavanje čvrste faze u kanalu, te tako prestaje potreba za ispiranjem bilo koje vrste.

### **Uslovi pripreme tečnog stajnjaka za proizvodnju biogasa**

Kod korišćenja tečnog stajnjaka za proizvodnju biogasa postavljaju se dva osnovna preduslova, kao značajna pre početka proizvodnje. To su:

1. Tečni stajnjak u svom sastavu ne sme sadržati strana tela organskog ili neorganskog porekla, koja onemogućavaju uobičajeno korišćenje pumpi. Pri ovome se pre svega misli na mehaničke primese.

2. Uspeh u proizvodnji biogasa u najvećoj meri zavisi od sadržaja organske suve materije u tečnom stajnjaku. Proces proizvodnje se ne može ostvariti dok se ne raspolože sa minimalnim količinama organske suve materije, kod stajnjaka goveda oko 5%.

Smanjenjem sadržaja organske suve materije od neke prosečne količine u velikoj meri se snižava proizvodnja biogasa, a istovremeno udeo procesne energije jako raste.

Vrednost sadržaja organske suve materije bi trebao da se kreće u granicama koje su prirodne za stajnjak u trenutku njegovog formiranja. Te veličine su za stajnjak goveda oko 8%. Povećanje sadržaja suve materije ili bolje rečeno, održavanje tog sadržaja u prirodnim granicama, bi trebalo da bude uobičajen postupak. On može da bude sproveden na razne načine i pod raznim uslovima. Uobičajena su tri načina:

1. Sprečavanje neracionalnog rasipanja vode,
2. Povećanje sadržaja suve materije,
3. Dodavanje drugih materija.

U stajama iz kojih se stajnjak koristi za proizvodnju biogasa, treba eliminisati bilo kakvo nepotrebno pranje vodom. U slučajevima neophodnog pranja objekata i opreme u njima, treba koristiti pumpe visokog pritiska koje troše veoma male količine vode, uz visoku efikasnost. Sedimentacija je najjednostavniji način da se jedan deo tečne faze iz tečnog stajnjaka odvoji od ukupne mase. Time se značajno povećava sadržaj organske suve materije u ostatku stajnjaka.

Sedimentacija kao vid povećanja sadržaja organske suve materije kod govedeg stajnjaka nije moguća. Osnovni razlog je način raslojavanja na faze. Čvrsta, zbog manje specifične mase pluta nad tečnom. Kod govedeg stajnjaka se čvrsta faza izdvaja na površinu, zbog male specifične mase kojoj doprinosi vrlo visok sadržaj celuloze. Povećanje sadržaja organske suve materije u tečnom stajnjaku goveda se može ostvariti dodavanjem živinskog stajnjaka, koji ima 3 puta veći sadržaj suve materije od navedenih vrsta [4]. U takvim slučajevima neophodno je dobro rešiti postupak homogenizacije mešavine. Za homogenizaciju se preporučuju mehanički rotacioni uređaji, koji pored kvalitetnog mešanja u masu uvode i manje količine vazduha. Ta pojava se odražava povoljno na stvaranje preduslova za mikrobiološku razgradnju i pojavu gasa. Takođe dolazi do povećanja temperature mase, koja je značajni faktor za postupak fermentacije.

U stajnjaku se mogu naći primese koje štetno deluju na proces razgradnje i dobijanje gasa. To su pre svega antibiotici, koji u nekim slučajevima mogu potpuno zaustaviti proces. Za preporuku je da se stajnjak ne uvodi u proizvodnju gasa u vreme velikih akcija lečenja grla antibioticima. Posebno u slučajevima kada se koriste lekovi iz grupe furazolidona i sulfametazina. Od sredstava za pranje i dezinfekciju najmanji uticaj na proces dobijanja gasa imaju hloroform i fenoli, a najveći aldehidi.

### **Merodavni pogonski parametri procesa anaerobne fermentacije**

Intenzitet procesa anaerobne fermentacije meri se količinom biogasa obrazovanog u jedinici vremena, pri određenim vrednostima parametara procesa. Za potpunu razgradnju nekog supstrata do prestanka fermentativne aktivnosti potreban je vrlo dug period. Zato se iz ekonomskih razloga proces vodi do određenog stepena razgradnje organskih materija. U postupcima za obradu otpadnih voda definiše se "tehničko vreme razlaganja<sup>2</sup>, kao i vremenski interval ukome se dobija 90 % količine gasa, koja bi se mogla teorijski dobiti (to odgovara razlaganju 30 – 50% mase polaznih organskih materijala).

Na brzinu fermentativne aktivnosti na određen način utiču i brojni faktori, od kojih su najvažniji:

- temperatura supstrata u reaktoru;
- koncentracija organskih suvih materija;
- pH vrednost supstrata;
- prisustvo inhibirajućih faktora.

### **Uticaj temperature supstrata**

Temperaturni nivo, a takođe i kolebanje temperature supstrata, imaju presudan uticaj na intenzitet fermentativnih reakcija. Prvi stupanj procesa, hidroliza, suštinski je malo osetljiv na temperaturne promene, što zavisi od prirode bakterijske flore koja uslovljava ovu fazu. Nasuprot tome, druga i treća faza procesa zahtevaju približno konstantnu i uniformnu temperaturu supstrata u reaktoru, pošto u slučaju promene temperature, acetogene i metanogene bakterije reaguju naglim padom fermentativne aktivnosti, jer su adaptirane na ujednačenu procesnu temperaturu. Zbog toga temperaturno polje supstrata tokom procesa u reaktoru treba da bude što bliže homogenom i stacionarnom (ako se želi nesmetano odvijanje procesa odstupanja temperature ne smeju preći  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  [4].

### **Uticaj koncentracije organskih suvih materija**

Specifično opterećenje zapremine reaktora  $M_s$  je masa organskih suvih materija, koja se dnevno unosi po jedinici zapremine reaktora. Veći deo organskih supstanci prolazi kroz uređaj kao biološki balast, bez uticaja na tok biohemijskih zbivanja, pa su vrednosti specifičnog opterećenja za teže razgradljive supstance ( goveđi stajnjak ), u principu veće nego za one koje se lakše anaerobno razgrađuju ( svinjski stajnjak ).

Koncentracija organskih suvih materija u supstratu, koji se uvodi u reaktor, neposredno utiče na vrednost kinetičke konstante  $K_M$  ( Tabela 4 ). Za stajnjak goveda, kinetička konstanta  $K_M$  ima konstantnu vrednost 0,95 za  $S_R$  £90 kg/m<sup>3</sup> (Tabela 2), a iznad te vrednosti raste sa povećanjem koncentracije  $S_R$ .

### **Uticaj PH vrednosti**

Katalitička aktivnost bakterijskih fermentata u tesnoj je vezi sa pH vrednošću supstrata. Najveći broj bakterija razvija svoje specifično katalitičko dejstvo samo u određenom pH području, izvan koga brzina fermentativne aktivnosti brzo opada. Najpovoljnija koncentracija vodonikovih jona poznata je kao optimalna pH vrednost.

Metanogene bakterije zahtevaju za svoju aktivnost sredinu u kojoj se, pored izvora ugljenika (ugljeni hidrati) koji su izvori energije za metabolične procese bakterija, nalaze i joni amonijuma (nastali razlaganjem proteina, nitrata, amonijaka itd.) (izvori azota), a neophodni su za sintezu novih ćelijskih struktura. Optimalna vrednost odnosa količine ugljenika i azota ( $^{\circ}\text{C}/\text{N}$  odnos<sup>2</sup>) iznosi oko 30. Ako u sirovom materijalu preovlađuju ugljeni hidrati u odnosu na pomenuta azotna jedinjenja, stvara se nedovoljno jona amonijuma (niske vrednosti pH supstrata), pa zbog povećanja kiselosti sredine nastaje biogas sa smanjenim udelom metana. S druge strane, povećana koncentracija jona amonijuma prouzrokuje rast pH vrednosti preko 8, što će zaustaviti metanogene procese. Otuda koncentracija jona amonijuma treba da bude u rasponu 1000–1400 g/m<sup>3</sup>.

Optimalna vrednost pH supstrata određena je oblastima maksimalne aktivnosti acidofornih (acidogenih) i metanogenih bakterija. Populacija acidofornih bakterija

najbolje se razvija pri vrednosti pH od 5–6, a metanogenih pri pH od 6–8. Vodeći računa o obe vrednosti, smatra se da se optimalne pH vrednosti nalaze u intervalu 6,4–7,2 (mada ima i podataka da bi pH trebalo da bude 7–7,5 zbog sprečavanja "kiselinskog preopterećenja") [4].

### Uticaj prisustva inhibirajućih faktora

Mnogi fizički faktori, kao što su povećana temperatura ili jaki mehanički potresi i neke vrste zračenja, usporavaju ili inaktiviraju dejstvo fermentata. Pored toga, postoji više hemijskih agensa i supstanci koje mogu lako, preko hemijskih reakcija, kompletno ili selektivno da inaktiviraju fermente ili da inhibiraju aktivnost bakterija. S obzirom na poreklo stajnjaka, potencijalni inhibitori procesa anaerobne fermentacije jesu joni metala: bakra, cinka, kalijuma, magnezijuma, nikla i hroma. Određene koncentracije deterdženata i nekih sredstava za ubrzanje prirasta životinja i za dezinfekciju objekata takođe deluju negativno na tok fermentativnih procesa. Teorijski proračun količine metana, odnosno biogasa obrazovanog u jedinici vremena (obično jedan dan) tokom procesa anaerobne fermentacije, zasniva se na korišćenju jednačina kinetičkih zavisnosti. Specifična produkcija gasa  $V_s$ , koja je globalna karakteristika energetskog potencijala organskog materijala za proces fermentacije, predstavlja osnov za ocenu tehnokonomske opravdanosti gradnje postrojenja. Pošto se u praksi pojavljuju različite definicije te veličine, treba usvojiti one koje daju najpogodnije uslove za energetske i ekonomske analize procesa (Tabela 1).

Tabela 1. Pregled definicija specifične produkcije biogasa  
Table 1. Overview of definitions of specific biogas production

OZNAKA	DEFINICIJA	JEDINICA
$V_{SBS}$ $V_{SMS}$	Količina biogasa $V_{SBS}$ (ili metana $V_{SMS}$ ) svedena na 1 kg dnevno unetih suvih materija u reaktor, koja se dnevno obrazuje pri datim vrednostima temperature fermentacije i retencijskog perioda	$\frac{m^3}{kgSMdan}$
$V_{SBO}$ $V_{SMO}$	Količina biogasa $V_{SBO}$ (ili metana $V_{SMO}$ ) svedena na 1 kg dnevno unetih organskih suvih materija u reaktor, koja se dnevno obrazuje pri datim vrednostima temperature fermentacije i retencijskog perioda	$\frac{m^3}{kgOSMdan}$
$V_{SBR}$ $V_{SMR}$	Količina biogasa $V_{SBR}$ (ili metana $V_{SMR}$ ) svedena na 1 kg dnevno razgrađenih organskih suvih materija, koja se dnevno obrazuje pri datim vrednostima temperature fermentacije i retencijskog perioda	$\frac{m^3}{kgRSMdan}$
$V_{SBV}$ $V_{SMV}$	Količina biogasa $V_{SBV}$ (ili metana $V_{SMV}$ ) svedena na 1 m <sup>3</sup> zapremine supstrata u reaktoru, koja se dnevno obrazuje pri datim vrednostima temperature fermentacije i retencijskog perioda i zapreminskog opterećenja reaktora	$\frac{m^3}{m^3 dan}$
$V_{SBU}$ $V_{SMU}$	Količina biogasa $V_{SBU}$ (ili metana $V_{SMU}$ ) svedena na jedno uslovno grlo** (UG), koja se dnevno obrazuje pri datim vrednostima temperature fermentacije i retencijskog perioda	$\frac{m^3}{UGdan}$

Ako je specifična produkcija data kao zapremina (m<sup>3</sup>), njena vrednost važi za normalne fizičke uslove<sup>2</sup>, tj. p=101325 Pa i T=273,1°C

\*\* Uslovno grlo (UG) – 500 kg mase životinje

Biohemijska potreba kiseonika BPK (kg po m<sup>3</sup> supstrata) (Tabela 2.) jeste masa kiseonika potrebna za potpunu biohemijsku oksidaciju jedinice količine (najčešće zapremine) nekog supstrata. BPK-5 jeste masa kiseonika potrebna za petodnevnu biohemijsku reakciju.

Tabela 2. Merodavni parametri materijala  
*Table 2. Govern parameters of metherials*

VELIČINA (PARAMETAR)	OZNAKA	JEDINICA
maseni udeo suvih materija	$g_{SM}$	kg/kg
koncentracija suvih materija	$S_R$	kg/m <sup>3</sup>
maseni udeo organskih suvih materija	$g_{OSM}$	kg/kg
koncentracija organskih suvih materija	$C_{OSM}$	kg/m <sup>3</sup>
maseni udeo organske materije u suvoj supstanci	SM	kg/kg
biohemijska potreba kiseonika	BPK	kg/m <sup>3</sup> (g/l, mg/l)
hemijska potreba kiseonika	HPK	kg/m <sup>3</sup> (g/l, mg/l)

Hemijska potreba kiseonika HPK (kg po m<sup>3</sup> supstrata) (Tabela 2) tj. masa kiseonika potrebna za potpunu hemijsku oksidaciju jedinice količine (najčešće zapremine) nekog supstrata. Služi kao ocena potencijala hemijske aktivnosti celokupne, a ne samo biohemijski razgradnjive supstance.

Tabela 3. Vrednosti teorijske maksimalne vrednosti  $V_{S,MAX}$  specifične produkcije metana čistih komponenata organske mase supstrata

*Table 3. The values of the theoretical maximum value  $V_{S,MAX}$  specific methane production of pure components of organic matter substrate*

VRSTA POLAZNOG SUPSTRATA	VRSTA ANALIZE SUPSTRATA	$V_{S,MAX}$	RELATIVNI ZAPREMINSKI UDEO METANA
/	/	m <sup>3</sup> /kg	/
svi tipovi	HPK	0,35	1
ugljeni hidrati	OSM	0,79	0,50
Masti	OSM	1,44	0,72
proteini (C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub> N <sub>2</sub> )	OSM	0,96	0,53
sirćetna kiselina	OSM	0,75	0,50
mlečna kiselina	OSM	0,81	0,58
metil-alkohol	OSM	1,12	0,75
etil-alkohol	OSM	0,97	0,75

Tabela 4. Određivanje vrednosti merodavnih parametara kinetike procesa anaerobne fermentacije stajnjaka domaćih životinja  
 Table 4. Determining the value of respective parameters of kinetics of anaerobic fermentation of manure of farm animals

PARAMETAR	JEDINICA	JEDNAČINA	PRIMEDBA
$B_s$	Nm <sup>3</sup> /kg dan	$B_s=0,30$ – stajnjak goveda	granice odstupanja: ±10%
$m_M$	kg/kg	$\mu_M = 0,013 \cdot (T_R - 273,1) - 0,129$	važi u opsegu 290-340 K
$K_M$	/	stajnjak goveda: $K_M=0,95$ ( $S_R \leq 90$ kg/m <sup>3</sup> ) $K_M=0,06875 \cdot S_R - 4,55$ ( $S_R \leq 90$ kg/m <sup>3</sup> )	
$K_D$	kg/kg	$K_D = 0,1 \cdot \mu_M$	

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

### Potencijali mini farme muznih krava i proračun raspoložive količine biogasa

Uspeh u proizvodnji biogasa u najvećoj meri zavisi od sadržaja organske suve materije u tečnom stajnjaku. Vrednost sadržaja organske suve materije bi trebalo da se kreće u granicama koje su prirodne za stajnjak u trenutku njegovog formiranja. Te veličine su za stajnjak goveda oko 80 kg/m<sup>3</sup>.

Održavanje koncentracije suve materije u prirodnim granicama predstavlja veoma težak problem u uslovima uobičajene primene. Proračun raspoložive količine biogasa baziran na vrednostima koncentracija suve materije naturalnog stajnjaka, prema našoj proceni, ne predstavlja realnu sliku stanja. Zbog neracionalnog rasipanja vode u objektima, treba računati sa smanjenim vrednostima koncentracije suvih materija. Prosečne vrednosti sa kojim treba računati produkciju biogasa iznose 60 kg/m<sup>3</sup> za stajnjak goveda.

Nadalje, s obzirom na velike troškove transporta stajnjaka, realne uslove za širenje primene imaju samo decentralizovani sistemi proizvodnje i potrošnje gasa, sa „toplotnom“ primenom biogasa na licu mesta bez pretvaranja u „više“ oblike energije. Proračun raspoložive količine biogasa određen je za sledeće uslove:

Stajnjak goveda: koncentracija suvih materija:  $S_R=60$  kg/m<sup>3</sup>, udeo organske u suvoj materiji:  $SM=0,85$ , temperatura stajnjaka u fermentoru:  $T_R=308$  °C vreme zadržavanja: 25 dana. Prosečna vrednost produkcije biogasa:  $V_{SMV}=1,0$  Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> dan. Proračun toplotnog ekvivalenta biogasa određen je pod sledeću uslovima: relativni zapreminski udeo metana u biogasu:  $r_M=0,6$ , toplotna moć biogasa:  $H_D=22,5$  MJ/Nm<sup>3</sup>. Prosečne vrednosti merodavnih parametara nerazblaženog stajnjaka na farmi muznih krava su ilustrovani u Tabeli 6. Mogućnosti produkcije biogasa na porodičnoj farmi kapaciteta 50 krava sa pratećim kategorijama, kao i mogućnost da proizvode električnu energiju koristeći biogas od stajnjaka, ilustrovane su u Tabeli 7.

Tabela 5. Prosečne vrednosti merodavnih parametara nerazblaženog stajnjaka na farmi muznih krava

Table 5. Average values of respective parameters undiluted manure on dairy farms

VRSTA ŽIVOTINJE	MASENI UDELI			BPK-5, g/m <sup>3</sup>	HPK, g/m <sup>3</sup>
	g <sub>SM</sub> , kg/kg	g <sub>OSM</sub> , kg/kg	SM, kg/kg		
krave i junad	0,11	0,85	0,77	15000	26000
telad u tovu	0,035	0,032	0,89	11500	22000

Tabela 6. Mogućnosti porodične farme muznih krava da proizvede električnu energiju koristeći biogas od stajnjaka

Table 6. Potential of familydairy cows farm to produce electric power by using manure based biogas

Gazdinstvo	Broj grla	Dnevna količina stajnjaka, m <sup>3</sup> /dan	Moguća proizvodnja biogasa, Nm <sup>3</sup> /dan	Moguće postrojenje*, kW <sub>e</sub> /dan
Muzne krave	50	3	45	9
Junice	25	1	15	3
Junad u tovu	20	1	15	3
telad	16	0,3	4	0,9
Ukupno:		5,3	79	15,9

\* – srednji stepen korisnosti proizvodnje električne energije 40%.

– faktor opterećenja 0,685 (ekvivalentno radu punim kapacitetom tokom 6.000 h

Instalisana snaga postrojenja za proizvodnju električne energije na farmi kapaciteta 50 muznih krava sa pratećim kategorijama, koja bi kao gorivo koristilo samo biogas nastao od tečnog stajnjaka sa sopstvene farme, bi se kretala oko 16 kW.

Analizom podataka u tabeli 7, može se zaključiti da svaka ovakva pojedinačna farma u slučaju korišćenja stajnjaka samo sa svoje farme ima mogućnosti da gradi postrojenja za proizvodnju električne energije samo relativno malih snaga, maksimalno do 30 kW<sub>e</sub>. Može se sa sigurnošću pretpostaviti da za određen broj mini farmi, ali ipak nešto manjeg kapaciteta, neće biti opravdano graditi postrojenje malog kapaciteta. Ako se usvoji donja granica kapaciteta postrojenja od 50 kW<sub>e</sub>, što zahteva proizvodnju biogasa od minimalno 250 m<sup>3</sup>/dan, onda sledi da za sve farme malog kapaciteta ne bi bilo opravdano graditi postrojenje.

Specifična vrednost investicije u postrojenje (€/kW) se smanjuje sa povećanjem kapaciteta. Iz tog razloga je poželjno imati postrojenje većeg kapaciteta, pogotovo što snaga 100 kW<sub>e</sub> pripada donjoj granici opsega snaga kod kojih se primenjuje ova vrsta postrojenja. Povećanje snage postrojenja na biogas na jednoj farmi moguće je ostvariti uzimanjem stajnjaka sa drugih farmi. Međutim, transport tečnog stajnjaka nije jeftin.

Opravdanost transporta tečnog stajnjaka sa jedne farme na drugu postoji samo ako su ove farme relativno blizu, do maksimalno 15 km. Pored toga, danas se koriste i druge otpadne organske materije (otpad iz klanice, otpad od prerade žvinskog mesa ili ribe), a takođe i sucokret, silažna trava i kukuruz. Sve ove materije doprinose povećanju proizvodnje biogasa, a tretmanom otpadnih materija se istovremeno rešavaju i

ekološki problemi. Posebno je značajan doprinos povećanju kapaciteta proizvodnje biogasa, a time i snage postrojenja, dodavanje čvrste biomase, koja sadrži samo prirodnu količinu vlage.

## ZAKLJUČAK

Uspeh u proizvodnji biogasa u najvećoj meri zavisi od sadržaja organske suve materije u tečnom stajnjaku. Vrednost sadržaja organske suve materije bi trebalo da se kreće u granicama koje su prirodne za stajnjak u trenutku njegovog formiranja. Te veličine su kod stajnjaka goveda oko  $80 \text{ kg/m}^3$ . Održavanje koncentracije suve materije u prirodnim granicama predstavlja veoma težak problem u uslovima uobičajene primene.

Proračun raspoložive količine biogasa baziran na vrednostima koncentracija suve materije naturalnog stajnjaka, ne predstavlja realnu sliku stanja. Zbog neracionalnog rasipanja vode u objektima, treba računati sa smanjenim vrednostima koncentracije suvih materija. Prosečne vrednosti sa kojima treba računati produkciju biogasa iznose  $60 \text{ kg/m}^3$  za stajnjak goveda. Može se zaključiti da svaka ovakva pojedinača farma u slučaju korišćenja stajnjaka samo sa svoje farme ima mogućnosti da gradi postrojenja za proizvodnju električne energije samo relativno malih snaga, maksimalno do  $30 \text{ kW}_e$ .

Može se sa sigurnošću pretpostaviti da za određen broj mini farmi, ali ipak nešto manjeg kapaciteta, neće biti opravdano graditi postrojenje malog kapaciteta. Ako se usvoji donja granica kapaciteta postrojenja od  $50 \text{ kW}_e$ , što zahteva proizvodnju biogasa od minimalno  $250 \text{ m}^3/\text{dan}$ , onda sledi da za sve farme malog kapaciteta ne bi bilo opravdano graditi postrojenje.

## LITERATURA

[1.] Di Blasi, C., Tanzi, V. And Lanzetta, M.: A study on the production of agricultural residues in Italy, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 12, No. 5 (1997), pp. 321-331.

[2.] Ilić, M., Grubor, B., Tešić, M.: The state of biomass energy in Serbia, *Thermal science*, 8:2,2004, 5-20.

[3.] Oka, S., Jovanović, Lj.: Biomasa u energetici, Biomasa - obnovljivi izvori energije, monografija, Biblioteka naučnoistraživačkih dostignuća, Jug. društvo termičara, Beograd, 1997.

[4.] Radivojević D. i dr. (2003): Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu primenu i energetsko iskorišćenje u Srbiji .Studija broj *NP EE611-113A* ,p.p.11-25..

[5.] Rakin, P.: Obnovljivi izvori energije na početku trećeg milenijuma, "Alternativni izvori energije i budućnost njihove primene u zemlji", naučni skupovi, knjiga 58, odjeljenje prirodnih nauka, knjiga 7, Podgorica, 2002, 21-29.

[6.] Todorović, Marija, Ećim, Olivera, Zlatanović, I.: Prilaz optimizaciji algoritma upravljanja sistemom kogeneracije na osnovi OIE, *Poljoprivredna tehnika*, god. XXX, Br. 4, 2005, 87-95.

[7.] Todorović, Marija, Kosi, F.: Obnovljivi izvori energije i sirovina - tehnologije korišćenja biomase za energiju i industriju, "Informacione tehnologije i razvoj poljoprivredne tehnike", DPT' 98, Beograd, 1998, 29 - 36.

# PREGLED POTENCIJALA PRIMENE IOT REŠENJA U POLJOPRIVREDI

Staša Vujičić Stanković<sup>1</sup>, Zoran Stanković<sup>2</sup>, Miloš Pajić<sup>3</sup>, Vesna Pajić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Univerzitet u Beogradu, Matematički fakultet, Studentski trg 16,  
11000 Beograd, Srbija*

<sup>2</sup>*CONIMEX Trade, d.o.o., Zemunska 161/f, 11277 Ugrinovci, Srbija*

<sup>3</sup>*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija*

## SAŽETAK

Neprestani napredak elektronike, informacionih i telekomunikacionih tehnologija doveo je do sve veće primene interneta, senzora i automatske obrade podataka u poljoprivredi. Koncept interneta stvari, IoT (The Internet of Things), objedinjuje potencijale njihove primene donoseći mogućnost povezivanja različitih stvari putem Interneta zarad međusobne razmene informacija. Pod stvarima se podrazumevaju različiti uređaji, koji se sastoje od senzora za merenje fizičkih i hemijskih veličina ili aktuatora. Oni putem interneta šalju podatke o izmerenim vrednostima na lokaciju na kojoj se vrši obrada primljenih podataka i reaguju u skladu sa primljenim povratnim informacijama. U obradi se koriste i dodatni podaci kakvi su vremenske prilike, geolokacijski podaci ili podaci prikupljeni sa opreme. Analizom ovih podataka može se postići bolji uvid u širu sliku na terenu, mogu se izvesti različiti zaključci i u skladu sa njima unaprediti donošenje odluka koje doprinose unapređenju poljoprivredne proizvodnje.

U radu su analizirane primene IoT rešenja za praćenje različitih parametara atmosferskih prilika i zemljišta, kao što su temperatura, vlažnost i količina padavina, u cilju povećanja kvaliteta, kvantiteta i isplativosti poljoprivredne proizvodnje. Predstavljena su neka od savremenih komercijalnih rešenja i ideje za njihovo unapređenje.

**Ključne reči:** IoT rešenja, senzori, aktuatori, internet, poljoprivreda

## A REVIEW OF POTENTIAL APPLICATIONS OF IOT IN AGRICULTURE

Staša Vujičić Stanković<sup>1</sup>, Zoran Stanković<sup>2</sup>, Miloš Pajić<sup>3</sup>, Vesna Pajić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*University in Belgrade, Faculty of Mathematics, Studentski trg 16,  
11000 Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup>*CONIMEX Trade, d.o.o., Zemunska 161/f, 11277 Ugrinovci, Serbia*

<sup>3</sup>*University in Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun,  
Belgrade, Serbia*

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Staša Vujičić Stanković, e-mail: stasa@matf.bg.ac.rs

Napomena: Rad predstavlja deo istraživanja na projektima III47003 i TR31063 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

## ABSTRACT

The continuous progress of electronics, information and telecommunication technologies has led to the increasing use of the Internet, sensors and automatic processing of data in agriculture. The Internet of Things (IoT) concept brings together potentials of different devices and resources, enabling connection of different things over the Internet for the sake of mutual exchange of information. Under the things, different devices have been implied, which consist of sensors for measuring physical and chemical values or actuator. They send information about the measured values over the Internet, to a location where the processing of the received data will take place, and react in accordance with the output. Additional information such as weather conditions, geolocation data, or data collected from the equipment can be used, too. The analysis of this data can help in achieving a better insight of the situation on the field, can lead to various conclusions and, in accordance, improve making decisions process contributing agricultural production development.

The paper analyzes the application of IoT solutions for monitoring various parameters of weather and soil conditions, such as temperature, humidity and rainfall, to increase the quality, quantity and profitability of agricultural production. Some of the modern commercial solutions and ideas for their improvement are presented.

**Keywords:** IoT solutions, Sensors, Actuators, Internet, Agriculture

## UVOD

Paradigma interneta stvari, IoT (The Internet of Things), podrazumeva da će stvari koje nas okružuju postati aktivni učesnici interneta i da će biti u mogućnosti da proizvode i upotrebljavaju podatke. Pri tome se pod stvarima podrazumevaju tehnički uređaji, kakvi su primera radi traktori, ali i oni elementi koji se tradicionalno ne smatraju povezanim sa tehnologijom u tom smislu, kakvi su primera radi poljoprivredni proizvodi ili usevi. Stvari će biti opremljene sposobnošću da vrše osluškivanje i identifikaciju, da budu umrežene i obrađuju podatke, čime se omogućava njihova međusobna komunikacija, kao i komunikacija sa drugim uređajima i servisima preko interneta, kako bi se postigli određeni ciljevi [2].

Internet stvari se zasniva na integraciji različitih tehnologija i komunikacijskih rešenja, kakve su primera radi tehnologije identifikacije i praćenja, žične i bežične senzorske i aktuatorske mreže i različiti komunikacijski protokoli. U njegovom razvoju i unapređenju učestvuju rezultati različitih oblasti, kao što su informatika, elektronika, telekomunikacije i društvene nauke. S druge strane, njegova primena koja obuhvata ugradnju računarskih sposobnosti u različite vrste stvari koje nas okružuju obezbeđuje kvalitativni i kvantitativni napredak u različitim poljima, od kojih je jedno poljoprivreda.

## INTERNET STVARI (IOT)

U skladu sa velikim istraživačkim naporima usmerenim na razvoj i raznovrsne primene interneta stvari, sama definicija pojma nije jedinstvena. Prema [1], termin „internet stvari“ je prvobitno predložen da označi interoperabilne objekte koje je mo-

guće jedinstveno identifikovati, povezane RFID (Radio-Frequency IDentification) tehnologijom [16]. Kasnije je termin proširen da obuhvati i tehnologije senzora, aktuatora, GPS i mobilnih uređaja. U radovima [2, 9, 14] se osnovna ideja paradigme interneta stvari razmatra kao „dinamična globalna mrežna infrastruktura sa mogućnostima samokonfigurisanja utemeljena na standardima i interoperabilnim komunikacionim protokolima, gde fizičke i virtualne ‘stvari’ imaju identitete, fizičke atribute i virtualne karakteristike, koriste inteligentni interfejs i integrisane su u informacione mreže“. Drugim rečima, internet stvari se može definisati kao mnoštvo heterogenih objekata u interakciji sa fizičkim okruženjem ili kao globalna mreža koja povezuje pametne objekte [7].

Termin „internet stvari“ skovao je britanski preduzetnik Kevin Ešton 1999. godine [1] kako bi opisao veze između fizičkih objekata. Njegovo današnje shvatanje ne odgovara izvornom, te se u pojedinoj literaturi umesto ovog termina predlaže termin „internet svega“ (Internet of Everything) kao nadskup interneta stvari koji osim veza između fizičkih objekata obuhvata i veze između ljudi, podataka i procesa. Pored toga, u literaturi se javlja termin koji označava još sveobuhvatniji sveprisutni zajednički softverski ekosistem „internet bilo čega“ (Internet of Anything) [3].

U ovom radu će se pod internetom stvari podrazumevati koncept koji stavlja naglasak prvenstveno na povezanost između različitih predmeta, ali njegova definicija uključuje i povezanost između različitih prostora i štaviše bilo čega drugog što bi moglo da bude povezano preko interneta na nešto drugo.

Primer radi, njegova primena u maloprodaji i logistici obuhvata različite aspekte [5]. Korišćenje pametnih mobilnih telefona u kombinaciji sa RFID ili NFC (Near Field Communication) [15] označenim proizvodima obezbeđuje prednosti ne samo za proizvođače, trgovce i kupce, već i za one koji vrše utovar, istovar, prevoz robe i bilo koga ko učestvuje u lancu snabdevanja. Javlja se mogućnost da pametni mobilni telefoni budu opremljeni aplikacijama za kupovinu kako bi mogli da upravljaju našim listama za kupovinu ili našim informacijama o ishrani, kao i mogućnost da se integrišu poslovanje trgovaca s jedne strane i svet potrošača sa druge strane zarad međusobne koristi. S jedne strane, informacije koje generišu kupci (npr. ocenjivanje proizvoda) mogu da budu značajne za trgovce. Sa druge strane, informacije koje su u vlasništvu distributera nisu uvek značajne samo za trgovce, već mogu da budu značajne i za kupce. Na primer kod sledljivosti robe kupac može u realnom vremenu da na svom mobilnom uređaju postavi upit o dostupnosti proizvoda u određenoj prodavnici. Da bi se realizovala sledljivost robe tokom čitavog životnog ciklusa proizvoda i da bi se stvorila transparentnost duž lanca snabdevanja, prvi korak je da se prilikom njene proizvodnje svaki pojedinačni proizvod označi, kao i da se svakom dodaju senzori za osmatranje i prikupljanje različitih informacija (npr. geološki podaci, temperaturni podaci itd.), a potom da se pruži infrastrukturna podrška za obradu tih informacija.

U pregledu potencijalnih primena IoT tehnologije predstavljenom u [2], pored ličnog i socijalnog domena, domena transporta, logistike, zdravstva i pametnog okoliša u kući ili kancelariji, u kratkim crtama se razmatra i praćenje parametara životne sredine. Pri tome se naglasak ne stavlja na praćenje tih parametara zarad poboljšanja rasta i razvoja kultura, već na proizvode koji su već ušli u proces distribucije pa treba obratiti pažnju na njihovu očuvanost čime bi se prvenstveno poboljšala efikasnost lanca snabdevanja hranom.

## PRIMENA IOT REŠENJA U POLJOPRIVREDI

Tradicionalna poljoprivreda se uglavnom oslanja na prirodne resurse i niske troškove radne snage, pa ne može da ispuni zahteve moderne poljoprivrede koja zahteva visok kvalitet, efikasnost i bezbednost. Zbog toga je u poslednjih nekoliko godina pravac razvoja poljoprivrede usmeren na široku primenu tehnologija interneta stvari kao što su osmatranje i rano upozoravanje, donošenje odluka o kontrolisanom đubrenju ili navodnjavanju, postavljanje dijagnoze daljinski ili nadzor bezbednosti i kvaliteta.

IoT rešenja u osnovi obuhvataju primenu različitih senzora za merenje fizičkih i hemijskih veličina ili aktuatora, slanje podataka o izmerenim vrednostima putem interneta na lokaciju na kojoj se vrši obrada primljenih podataka i reagovanje u skladu sa primljenim povratnim informacijama. Obrada podataka pored primljenih podataka uključuje i dodatne podatke dobijene iz drugih izvora kakvi su vremenske prognoze, geolokacijski podaci ili podaci prikupljeni sa opreme. Na taj način se postiže bolji uvid u širu sliku na terenu, mogu se izvesti različiti zaključci i u skladu sa njima unaprediti donošenje odluka koje doprinose unapređenju poljoprivredne proizvodnje.

U cilju povećanja kvaliteta, kvantiteta i isplativosti poljoprivredne proizvodnje IoT rešenja se koriste za analiziranje useva i predviđanje prinosa poljoprivredne proizvodnje [8], za praćenje različitih parametara atmosferskih prilika i zemljišta, kao što su temperatura, vlažnost, količina padavina [17, 18], količina hranljivih materija [6] ili parametara koji se odnose na zdravstveno stanje biljaka [4, 12]. Pored toga, prednosti njihovih primena su kontrolisanje finansijskih aspekata proizvodnje (npr. kontrolisano korišćenje đubriva, pesticida i vode, smanjenje troškova proizvodnje, povećanje zarade), održivost, kontrolisanje bezbednosti hrane i zaštita životne sredine [10].

## PRIKAZ JEDNOG IOT REŠENJA U POLJOPRIVREDI

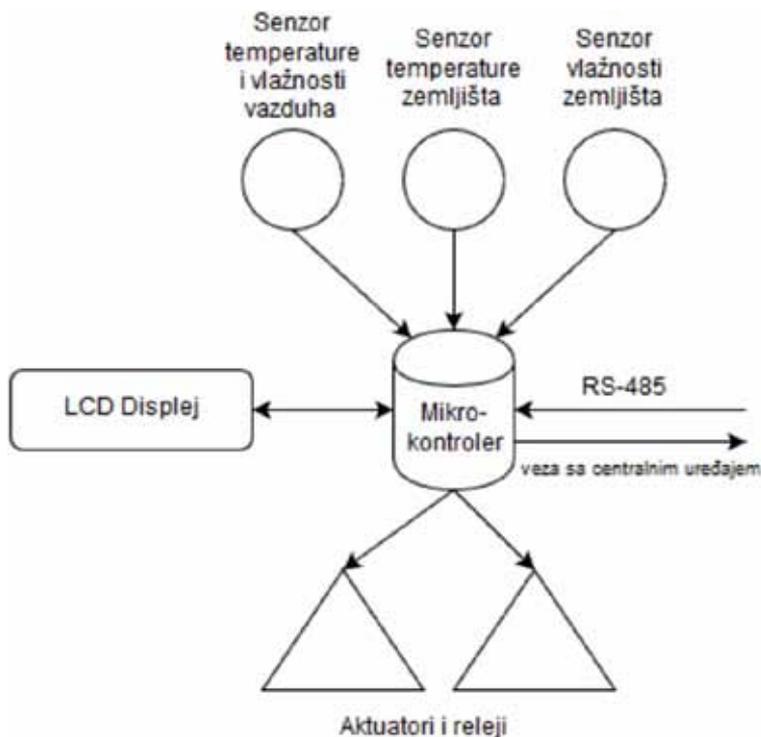
Jedna od mogućih primena IoT u poljoprivredi je za nadgledanje temperature i vlažnosti vazduha i zemljišta u plasteničkoj proizvodnji. Nadgledanje ovih parametara u plasticima je od velike važnosti pošto su plastenici relativno male zapremine i usled promene atmosferskih prilika (sunčano/oblačno) u njima može da dođe do brze promene temperature koja zahteva neodložnu reakciju. Svaka veća promena temperature ili vlažnosti je stresan doživljaj za biljke i doprinosi smanjenju porasta, prinosa, a neretko i do uvenuća. Porast temperature i vlažnosti se najčešće reguliše otvaranjem prozora za provetravanje koji se nalaze u gornjem delu plastenika, dok se regulacija niske temperature vrši uključivanjem dodatnog izvora toplotne energije. Sve ovo može da se radi automatski pomoću odgovarajućih aktuatora i releja. Takođe, na osnovu podatka o vlažnosti zemljišta moguće je i automatski uključivati i isključivati orošavanje i navodnjavanje.

Za hardverski deo IoT rešenja koje je implementirano za rešavanje navedenih problema korišćena je tehnologija otvorenog koda Arduino<sup>2</sup>, a za nadzor i kontrolu IoT uređaja je razvijena posebna Con IOT platforma koja se sastoji od Con IOT veb servisa, baze podataka i Con IOT veb aplikacije koji će biti detaljnije opisani u nastavku.

---

<sup>2</sup> Arduino: <https://www.arduino.cc/>.

Hardversko rešenje se sastoji iz dva uređaja. Prvi uređaj se nalazi u plasteniku i služi za prikupljanje podataka sa senzora koje šalje centralnom uređaju, za primanje naredbi od centralnog uređaja i upravljanje aktuatorima za otvaranje prozora za provetranje i regulaciju dogrevanja, navodnjavanja i orošavanja. Blok šema ovog uređaja data je na slici 1.



Slika 1. Blok šema uređaja u plasteniku.

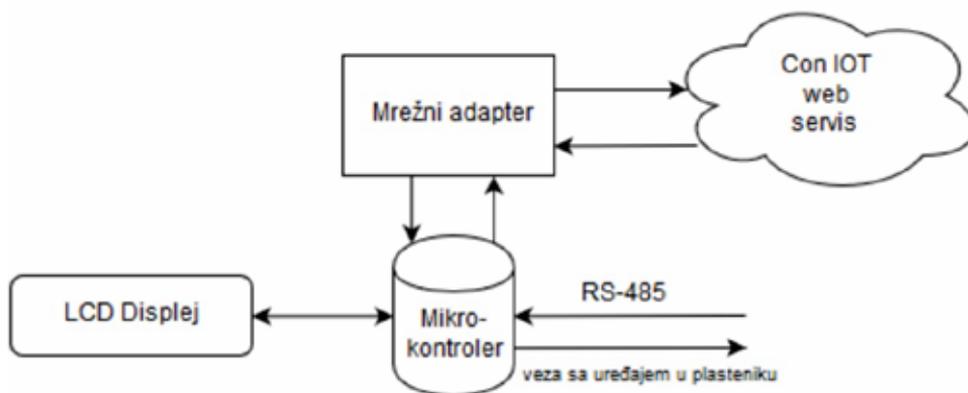
Figure 1. Block diagram of the device in the greenhouse.

Senzori koji su korišćeni za merenje temperature i vlažnosti vazduha su visoke preciznosti i to 0,1 °C za temperaturu vazduha i 0,1% za vlažnost vazduha. Za merenja u zemljištu korišćen je vodootporni senzor u kućištu od nerđajućeg čelika preciznosti 0,2 °C, a za merenje relativne vlažnosti zemljišta korišćen je senzor koji merenjem provodljivosti detektuje vlažnost zemljišta. Ovde je potrebno naglasiti da ova vrsta senzora za merenje vlažnosti zemljišta nije velike preciznosti, ali je dovoljna za određivanje granice na kojoj je potrebno otpočeti odnosno završiti navodnjavanje. Za regulaciju grejanja koristi se relej koji ima ulogu termostata. Za aktuatore za otvaranje prozora su korišćeni elektromehanički aktuatori sa servo motorima koji mogu precizno da regulišu otklon prozora, a u skladu sa stepenom prekoračenja temperature i vlažnosti vazduha unutar plastenika. Za regulisanje navodnjavanja i orošavanja korišćeni su bistabilni ventili.

Drugi, centralni uređaj, je mozak sistema i služi za primanje, obradu i prosleđivanje informacija primljenih od uređaja u plasteniku. Ova dva uređaja komuniciraju

žičnim putem i to koristeći industrijski protokol RS-485 [13]. Ovaj protokol je namenjen za korišćenje u teškim uslovima i dizajniran za rad na velikim udaljenostima. Tako je, na primer, moguće postići brzine prenosa od blizu 10 Kbps na udaljenosti do 1 km što je i više nego dovoljno za količinu informacija koja se razmenjuje unutar ovog sistema. Protokol RS-485 za prenos podataka koristi uvrnutu paricu, kao što je primera radi telefonska parica. Cena ovakvih kablova je vrlo niska. Kada se prilikom poređenja ove cene sa cenom bežične tehnologije namenjene većim udaljenostima uzme u obzir stabilnost veze koja se dobija upotrebom ovakvih kablova, gotovo uvek je žična veza u prednosti. Treba napomenuti da je ovo rešenje korišćeno samo za komunikaciju između uređaja, dok je veza sa internetom ostvarena konvencionalnim putem.

Centralni uređaj se sastoji od Atmel mikrokontrolera, LCD displeja, mrežnog adaptera i RS-485 modula. Njegova blok šema prikazana je na slici 2.



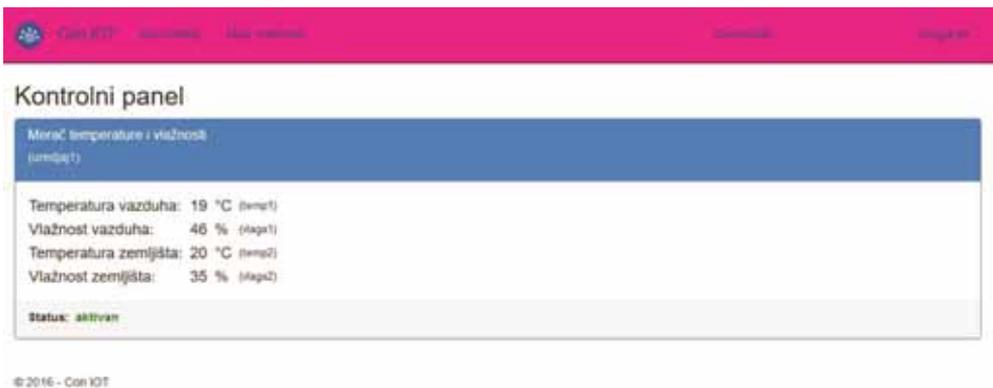
Slika 2. Blok šema centralnog uređaja.  
 Figure 2. Block diagram of the central unit.

LCD displeji kojima su opremljena oba uređaja omogućavaju uvid u stanje uređaja i očitavanje senzora (slika 3).

Glavni zadatak centralnog uređaja je da prikuplja podatke koje prima od prvog uređaja i da ih prosleđuje veb servisu Con IOT koji služi za razmenu podataka između centralnog uređaja i baze podataka. Korisnik putem Con IOT veb aplikacije vrši kontrolu i upravljanje centralnim uređajem i može u realnom vremenu da vidi podatke koje uređaj šalje (slika 4).



Slika 3. Centralni uređaj.  
*Figure 3. Central unit.*

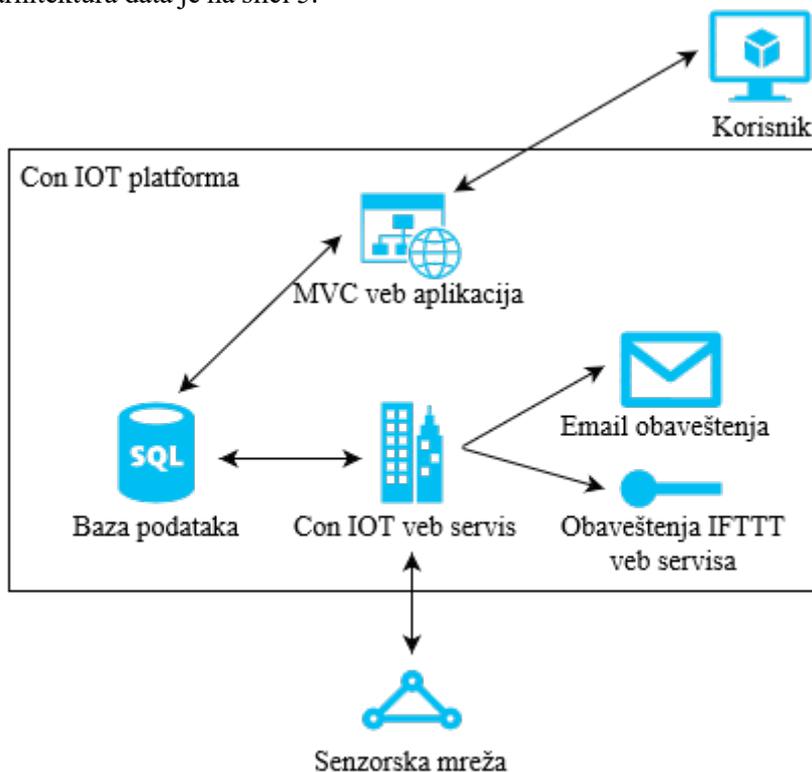


Slika 4. Kontrolni panel veb aplikacije.  
*Figure 4. Web application control panel.*

Veb servis Con IOT je RESTful veb servis [11] koji je u mogućnosti da prihvati različita očitavanja sa IoT uređaja, kao i da im prosledi različite parametre. RESTful servisi su platformski i jezički nezavisni servisi koji se implementiraju kao skupovi resursa kojima se može pristupiti, pri čemu svaka informacija predstavlja resurs koji se identifikuje i kome se pristupa pomoću njegovog jedinstvenog URL-a (Uniform Resource Locator) ili opštije URI-ja (Uniform Resource Identifier).

Uređaji su vezani za korisnički nalog i identifikuju se jedinstvenim tokenima. Ovaj sistem omogućava pregled očitavanja sa senzora u realnom vremenu kao i obaveštavanje korisnika o unapred definisanim događajima putem elektronske pošte ili pak direk-

tno na pametni telefon putem „push notification“ notifikacija bez obzira na operativni sistem telefona upotrebom veb servisa IFTTT<sup>3</sup>. Takođe, moguće je i slanje konvencionalnih SMS poruka kao upozorenja. Sistem se sastoji iz nekoliko delova i njegova opšta arhitektura data je na slici 5.



Slika 5. Arhitektura sistema.  
 Figure 5. Architecture of the system.

Centralni uređaj takođe očitava granične vrednosti koje korisnik može da podesi na veb portalu i reaguje u skladu sa njima. Korisnik, na primer, može da podesi dozvoljeni opseg temperature vazduha u plasteniku. Centralni uređaj očitava podešene minimalne i maksimalne vrednosti i upoređuje ih sa očitanim vrednošću. Ukoliko je temperatura van zadatog opsega sam odlučuje šta je potrebno raditi kako bi se temperatura regulisala i tu odluku u vidu odgovarajuće komande šalje uređaju u plasteniku. Uređaj u plasteniku reaguje na komandu i vrši potrebnu radnju pomoću releja i aktuatora (otvara prozor ili uključuje dogrevanje). Ukoliko se temperatura ne vrati u zadati opseg u roku od 30 minuta centralni uređaj putem veb servisa obaveštava korisnika o nastaloj situaciji, tako da korisnik može pravovremeno da reaguje na problem i na taj način spreči ili umanjí potencijalnu štetu na uzgajanoj kulturi.

<sup>3</sup> IFTTT veb servis: <https://ifttt.com/>.

## ZAKLJUČAK

Uprkos napretku u tehnologijama interneta stvari, njihova primena u poljoprivredi i dalje ostaje otvoren i težak zadatak. Iako su napravljeni prvi koraci, usaglašavanje različitih postignuća raznorodnih domena i njihova integracija u sveobuhvatan kompleksan sistem koji pruža efikasnu i robustnu poljoprivredu je posao koji tek treba uraditi.

## LITERATURA

- [1] Ashton, K. 2009. That 'Internet of Things' Thing, RFID. URL: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>.
- [2] Atzori, L., Iera, A., Morabito, G. 2010. The Internet of Things: A Survey. *Computer Networks*, 54(15): 2787-2805.
- [3] Bojanova, I., Hurlburt, G., Voas, J. 2014. Imagineering an Internet of Anything. *Computer*, 47:72-77.
- [4] Dang, K., Sun, H., Chanet, J.P., Garcia-Vidal, J., Barcelo-Ordinas, J.M., Shi, H.L., Hou, K.M. 2013. Wireless Multimedia Sensor Network for Plant Disease Detections. NICST'2103 New Information Communication Science and Technology for Sustainable Development: France-China International Workshop, Clermont-Ferrand, France.
- [5] Fiedler, M., Meissner, S. 2013. IoT in Practice: Examples: IoT in Logistics and Health. *Enabling Things to Talk: Designing IoT solutions with the IoT Architectural Reference Model*, Springer Berlin Heidelberg, 27-36
- [6] Galande, S.G., Agrawal G.H., Dighe S.B. 2015. Greenhouse Microclimatic Real-Time Monitoring with the Help of NPK Sensor. *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*, 2(5): 2511-2515.
- [7] IoT-A. 2010. Internet of Things – Architecture Project (IOT-A). <http://www.iot-a.eu/public>.
- [8] Lee, M., Hwang, J., Yoe, H. 2013. Agricultural Production System Based on IoT. *IEEE 16th International Conference on Computational Science and Engineering (CSE)*, Sydney, NSW: 833-837.
- [9] Li, S., Xu, L.D., Zhao, S. 2015. The Internet of Things: A Survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2): 243–259.
- [10] Patil, V.C., Al-Gaadi, K.A., Biradar, D.P., Rangaswamy, M. 2012. Internet of Things (IoT) and Cloud Computing for Agriculture: An Overview. *Proceedings of Agro-Informatics and Precision Agriculture (AIPA 2012)*, India, 292-296.
- [11] Richardson, L., Ruby, S. 2008. *RESTful web services*. O'Reilly Media, Inc, Sebastopol, CA, 454.
- [12] Shi, Y., Wang, Z., Wang, X., Zhang, S. 2015. Internet of Things Application to Monitoring Plant Disease and Insect Pests. *International Conference on Applied Science and Engineering Innovation (ASEI 2015)*, Jinan, China, 31-34.
- [13] Texas Instruments. 2007. *Interface Circuits for TIA/EIA-485 (RS-485)*. URL: <http://www.ti.com/lit/an/slla036d/slla036d.pdf>.
- [14] van Kranenburg, R. 2007. *The Internet of Things: A Critique of Ambient Technology and the All-Seeing Network of RFID*. Institute of Network Cultures, Amsterdam, 60.
- [15] Want, R. 2011. Near Field Communication. *IEEE Pervasive Computing*, 10(3): 4-7.
- [16] Want, R., Nath, B., Reynolds, F. 2006. *RFID Technology and Applications*. *IEEE Pervasive Computing*, 5: 22-24.
- [17] Zhang, M., Li, M., Wang, W., Liu, C., Gao, H. 2013. Temporal and Spatial Variability of Soil Moisture based on WSN. *Mathematical and Computer Modelling*, 58(3-4): 826–833.
- [18] Zhou, H., Liu, B., Dong, P. 2012. *The Technology System Framework of the Internet of Things and Its Application Research in Agriculture*. *The Technology System Framework of the Internet of Things and Its Application Research in Agriculture*, Springer Berlin Heidelberg, 293-300.

# MOGUĆNOST PRIMENE FOTONAPONSKIH SISTEMA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI

Nikola Stevanović<sup>1</sup>, Aleksandar Janjić<sup>2</sup>, Marko Lazić<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Istraživačko-razvojni centar "ALFATEC", Bul. Nikole Tesle 63/5, 18000 Niš, Srbija

<sup>2</sup> Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija

<sup>3</sup> Agronomski fakultet, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija

## SAŽETAK

Cilj rada je da obezbedi, usmeri i podstakne jačanje svesti o značaju fotonaponskih sistema u poljoprivrednoj proizvodnji, kao i da predstavi mogućnost primene istih. Pored fotonaponskih pumpnih sistema, u radu su predstavljeni i aktuelni problemi koji su u vezi sa povećanom potrebom za energijom. Sama proizvodnja energije na farmama iz obnovljivih izvora mora da ispunjava brojne uslove, među kojima se prvenstveno nameće biosigurnost i dobrobit životinja, zatim čitav niz tehničkih, organizacionih, građevinskih, proizvodnih i ekonomskih zahteva koje postavlja određena proizvodnja. Sa druge strane osnovni cilj koji se želi postići je obavljanje pojedinih poslova u okviru tehnološkog procesa proizvodnje uz pomoć mehanizacije i tehničkih uređaja. S obzirom da se organskoj poljoprivrednoj proizvodnji danas poklanja posebna pažnja, fotonaponski sistemi mogu naći višestruku primenu u okviru dugoročne tendencije razvoja određenih grana poljoprivredne proizvodnje.

**Ključne reči:** energija, fotonaponski sistem, paneli, poljoprivreda.

## POSSIBILITIES OF APPLICATION OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Nikola Stevanović<sup>1</sup>, Aleksandar Janjić<sup>2</sup>, Marko Lazić<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Research and development center "ALFATEC", Bul. Nikole Tesle 63/5, 18000 Nis, Serbia

<sup>2</sup> Faculty of Electronic Engineering, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Nis, Serbia

<sup>3</sup> Faculty of Agronomy, Cara Dusana 34, 32000 Cacak, Serbia

## ABSTRACT

Purpose of this paper is to provide, focus and encourage raising consciousness on the importance of photovoltaic systems in agricultural production, and to present possible application. In addition to the photovoltaic of pump system, the paper presents the current problems that are associated with increased energy requirements. The pro-

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Nikola Stevanović, e-mail: [nikolas.serbia@gmail.com](mailto:nikolas.serbia@gmail.com)

duction of energy on the farms from renewable sources must fulfill different conditions such as biosecurity, animal welfare, than a number of technical, organizational, construction, manufacturing, economic demands imposed by certain production. On the other hand, the basic objective to be achieved by the performance of specific tasks within the technological process with the aid of machinery and technical equipment. Given that special attention paid to organic agricultural production, photovoltaic systems be found the multiple use within of long-term tendencies in development of certain branches of agricultural production.

**Keywords:** energy, photovoltaic systems, panels, agriculture.

## UVOD

Svojim aktivnostima čovek (ne)svesno menja prirodni prostor u kome brojne životne zajednice zadovoljavaju svoje potrebe, kao jedan od najmoćnijih ekoloških faktora na Zemlji. Najkrupnije promene fizičkog prostora i ekoloških uslova života su započele krčenjem i uništavanjem šumskog pokrivača i razvojem zemljoradnje. To se posebno odrazilo na klimatske promene ali i na ekološki sistem. Korišćenje energije fosilnih goriva drastično je uticalo na atmosferu i promenu klimatskih uslova. Ovome takođe treba dodati i posledice izazvane neprekidnim zagađivanjem vazduha, vode i zemljišta otpadnim materijama koje čovek odbacuje u procesu sve veće urbanizacije i industrijalizacije [7].

Poslednjih godina u svetu se povećavaju istraživačka ulaganja u oblasti fotonaponske konverzije Sunčevog zračenja, u cilju dobijanja što kvalitetnijih i jeftinijih komponenata fotonaponskih sistema. Do sada je u svetu izgrađeno nekoliko hiljada fotonaponskih elektrana snage od 1 kW do nekoliko stotina megavata. Smanjenjem cene otvorena su nova tržišta uz veliki broj različitih primena. Primene kao što su osvetljenje, telekomunikacija, rashladni sistemi, dopremanje vode za stoku, napajanje sistema za navodnjavanje, punjenje mobilnih telefona, pokazale su se kao konkurentne i profitabilne u odnosu na već postojeće tehnologije. Poslednjih 15 godina u urbanim sredinama širom Evrope sve je veća primena fotonaponskih sistema, koja je dovela do pozitivnih ekonomskih i ekoloških efekata.

Na osnovu iznetog, cilj rada je da obezbedi, usmeri i podstakne jačanje svesti o značaju fotonaponskih sistema u poljoprivredi, kao i da predstavi mogućnost primene istih.

## PROBLEMI SA ENERGIJOM I REŠENJA

Tokom industrijalizacije i sa porastom stanovništva na Zemlji povećala se i potreba za energijom. To je dovelo do povećane upotrebe fosilnih goriva. Fosilno gorivo je energetska izvor koji je nastao od fosilnih ostataka biljaka i životinja. Ukupno 90% energetske potrošnje čovečanstva potiče od fosilnih goriva. Zatim, tu su i oni koji ih lično spaljuju u vlastitim pećima za ogrev. U mnogo slučajeva one su gore od industrijskih dimnjaka, jer je malo koja kućna peć opremljena filterima, pa tako nastaju ekološki problemi.

Svetska ekonomija trenutno zavisi od fosilnih goriva. Prevozna sredstva pokreću derivati nafte, pri tom u svetu postoji veliki broj sličnih potrošača. Nova vozila se

pretežno nameću bogatijim nacijama sveta, dok automobili u zemljama u razvoju su u najvećem broju slučaja stariji pa time i manje povoljni po sredinu [1].

Elektrana kao gorivo koristi naftu, ugalj ili prirodni gas. Nepotpuno sagorevanje goriva u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem oslobađa otrovni ugljen-monoksid i razne ugljovodonike. I pri samom vađenju, transportu i skladištenju nafte zagađuje se životna sredina. Slično je i sa ugljem. Pored problema vezanih za zagađenje životne sredine, tu je i problem stvaranja ekonomske zavisnosti. Naime, veliki broj zemalja u svetu, ne može proizvesti dovoljno nafte da odgovori potražnji, već je uvozi iz zemalja bogatih ovom sirovinom [7].

I pored ovih činjenica glavni izvor energije još uvek su fosilna goriva, ključni svetski energent. Nafta je najznačajnija a ugalj i prirodni gas su podjednako zastupljeni. Gotovo 13% energije dobija se iz nuklearnih elektrana, a tek mali deo energije dolazi od obnovljivih izvora [8].

Fosilna goriva, su glavni uzrok problema sa zagađivanjem i zagrevanjem vazduha u prizemnom sloju atmosfere Zemlje. Dva glavna razloga za napuštanje fosilnih goriva su: degradacija kvaliteta vazduha, klimatske promene i ograničenost rezervi fosilnih goriva [5].

Pre ill kasnije, civilizacija će morati da se u potpunosti okrene podmirivanju energetske potrebe iz izvora koji nisu zasnovani na sagorevanju fosilnih goriva. Čak i kada problem klimatskih promena ne bi postojao, svetske zalihe fosilnih goriva nisu neiscrpane pa se sadašnjim tempom očekuje njihovo iscrpljivanje najkasnije do kraja 21. Veka [3].

Rešavanje prethodno navedenih problema nedostatka energije i zagađivanja životne sredine može se ostvariti povećavanjem proizvodnje energije iz obnovljivih izvora u koje spadaju: solarna energija, energija vetra, biomasa, geotermalni izvori, energija malih vodenih tokova, energija plime i oseke, energija talasa.

Stepen naučnog razvoja u ovom trenutku omogućava komercijalno korišćenje nekih od njih. Nekoliko tehnologija, posebno energija vetra, male hidroelektrane, energija iz biomase i sunčeva energija, trenutno se smatraju ekonomski konkurentnim.

Obnovljivi izvori energije, ne uključujući hidroenergiju, daju manje od 1% ukupno potrebne energije. Taj udeo u budućnosti treba znatno povećati. Obnovljivi izvori energije imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju emisije ugljen dioksida u atmosferu i njihovim korišćenjem smanjuje se zavisnost od uvoza energetskih sirovina i električne energije.

Proces prihvatanja novih tehnologija vrlo je spor. Glavni problem za instalaciju novih postrojenja je početna cena. To diže cenu dobijene energije u prvih nekoliko godina, na nivo potpune neisplativosti u odnosu na ostale komercijalno dostupne izvore energije. Veliki udeo u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora rezultat je ekološke svesti stanovništva, koje usprkos početnoj ekonomskoj neisplativosti, instalira postrojenja za proizvodnju «čiste» energije [7].

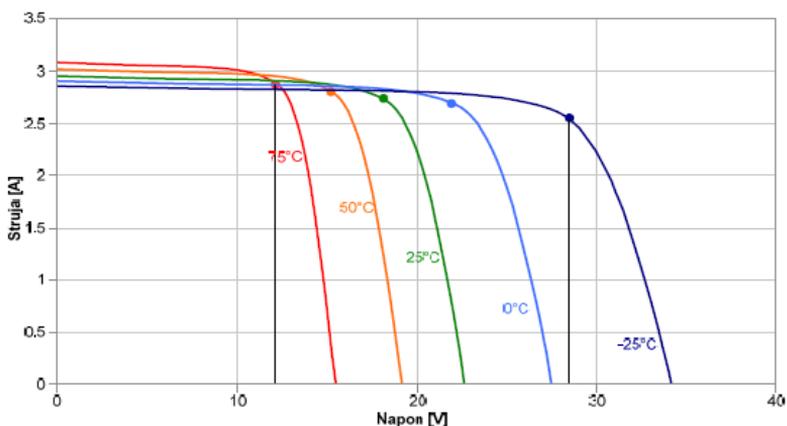
## FOTONAPONSKI SISTEMI

Fotonaponski sistemi su sistemi koji se koriste za fotonaponsku konverziju energije Sunčevog zračenja u električnu energiju. Fotonaponska konverzija se vrši na fotonaponskim ćelijama koje predstavljaju najmanji deo ovog sistema. Fotonaponske ćelije se izrađuju od poluprovodničkih materijala obično silicijuma, jednostavne su građe,

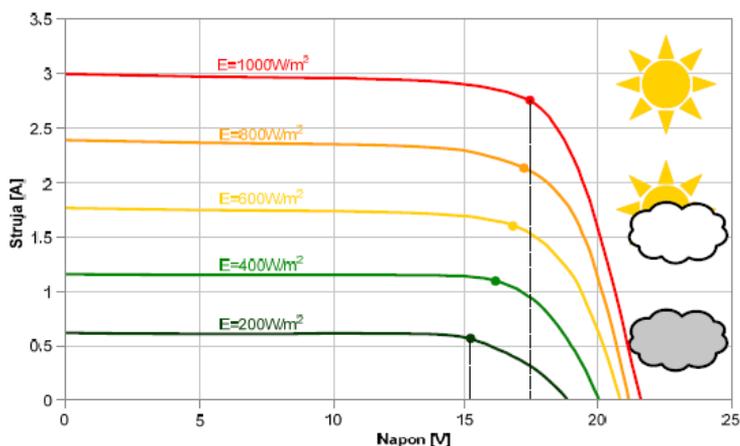
bez pokretnih delova, nemaju štetan uticaj na okolinu i imaju dug životni vek. Reč fotonaponski predstavlja kombinaciju Grčke reči photo što znači svetlost i reči volt jedinice za napon. Fotonaponska konverzija predstavlja pojavu da se pod dejstvom svetlosti mogu osloboditi elektroni iz metala i ta pojava se naziva fotonaponski efekat. Osnovni elementi fotonaponskog sistema su: fotonaponski paneli, baterije, kontroler punjenja baterije i invertor.

## KARAKTERISTIKE FOTONAPONSKE ČELIJE

Najvažniji uticaj na karakteristike fotonaponske ćelije imaju temperatura i snaga površinskog zračenja. Sa porastom temperature, napona ćelije opada dok je promena struje praktično zanemarljiva. Povećanjem snage zračenja povećava se struja ali napon ne menja značajno [4].



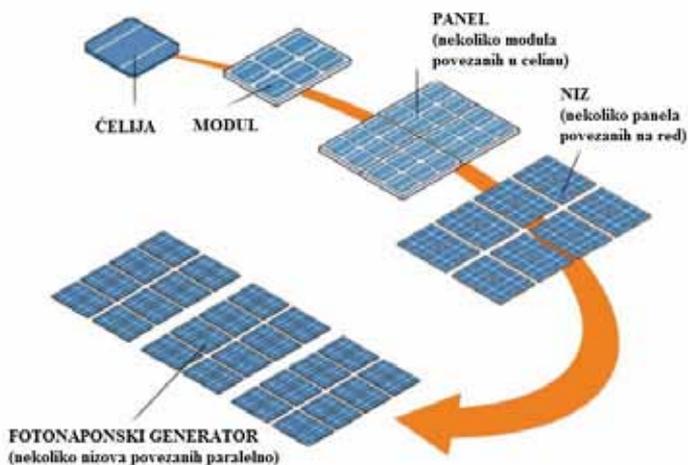
Slika 2. I-U karakteristika fotonaponske ćelije u zavisnosti od temperature [9]  
 Figure 2. C-V characteristic of photovoltaic cell dependance of temperature



Slika 3. I-U karakteristike fotonaponske ćelije u zavisnosti od zračenja [9]  
 Figure 3. C-V characteristic of photovoltaic cell dependance of irradiation

## FOTONAPONSKI PANELI

Fotonaponski paneli predstavljaju osnovnu komponentu svakog fotonaponskog sistema budući da se na njima vrši pretvaranje energije Sunčevog zračenja u električnu energiju. Fotonaponski paneli se sastoje od fotonaponskog modula, jedan fotonaponski modul je sastavljen od 36 fotonaponskih ćelija povezanih u 4 paralelna reda čineći dostupnu površinu od 0.5 do 1 m<sup>2</sup>. Nekoliko panela povezanih na red čine niz, a nekoliko nizova povezanih paralelno čine fotonaponski generator.



Slika 4. Spoj u fotonaponski generator [10]

Figure 4. Connection to photovoltaic generator

Postoje različite vrste fotonaponskih panela. Paneli od kristalnog silicijuma su najduže u upotrebi i oni mogu biti: monokristalni i polikristalni silicijumski paneli. Monokristalni silicijumski paneli koji su načinjeni od silicijuma visoke čistoće, debljine od 200 do 250 mirko metara i efikasnosti od 14% do 17%. Polikristalni silicijumski panel koji se izrađuje tako što se tečni silicijum uliva u blokove koji se kasnije režu, debljine od 180 do 300 mikro metara i efikasnosti od 12% do 14%. Pored ovih postoje i tankoslojne ćelije koje su debljine nekoliko mikro metara.

## PRIMENA FOTONAPONSKIH SISTEMA U POLJOPRIVREDI

Procenjuje se da određeni broj svetske populacije nema pristup električnoj energiji. Ova situacija je dovela do efikasne primene fotonaponskih sistema u brojnim udaljenim i nepristupačnim sredinama. Energija koja se dobija konverzijom energije Sunčevog zračenja u električnu na fotonaponskim panelima značajno je jeftinija u odnosu na izgradnju mreže do tih krajeva. Zbog toga što ne zahtevaju goriva i nemaju pokretnih delova, njihova upotreba je dosta prihvatljivija u odnosu na dizel generatore. Posebno treba naglasiti da je razvoj poljoprivredne proizvodnje uslovljen primenom sa-

vremenih tehnologija. S obzirom da se proizvodnja na farmama konstatno unapređuje, primena fotonaponskih sistema u poljoprivredi je sve veća. Primenjuju se za snabdevanje vodom za stoku i pumpnih sistema za navodnjavanje, sušenje žitarica, grejanje prostora i vode i snabdevanje električnom energijom sistema za ventilaciju.

Prema analizi koju je 2000. pripremio FAO [13], prepoznate su mogućnosti i ograničenja u primeni fotonaponskih sistema u poljoprivredi prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Mogućnosti i ograničenja primene fotonaponskih sistema u poljoprivredi  
*Table 1. Possibilities and limitations of application photovoltaic systems in agriculture*

Oblast	Mogućnosti	Ograničenja
Oprema	Fleksibilnost i skalabilnost	Visoka cena po kW vršne snage
Rad i održavanje	Pouzdanost	Potreba za rezervnim izvorom energije (akumulatori) za dane bez Sunca
Organizacija	Laka integracija	Potrebno je veće angažovanje učesnika
Uticaj na okolinu	Bez emisije štetnih gasova	Odlaganje akumulatora

Analizirajući ograničenja koja su tada bila postavljena, zaključujemo da jedino ograničenje koje je i danas aktuelno predstavlja odlaganje akumulatora. Međutim, upotrebom fotonaponskih sistema sa drugim vidovima skladištenja energije i ovaj problem se eliminiše [12].

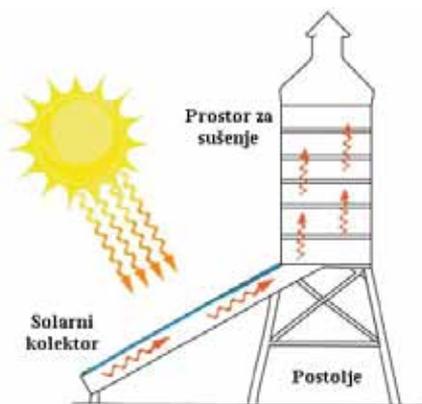
## PRIMENA FOTONAPONSKIH SISTEMA U STOČARSKOJ PROIZVODNJI

Određene grane poljoprivredne proizvodnje karakteriše velika površina i mala potrošnja električne energije. Kao primer mogu se navesti pilići za tov sa maksimalnom gustinom naseljenosti od 33 kg/m<sup>2</sup>, pri čemu intenzitet svetlosti mora da bude najmanje 20 luksa tokom perioda osvetljenosti, dok je kod svinja potrebno obezbediti 40 luksa veštačkog osvetljenja najmanje osam sati dnevno. Naravno najadekvatnije je da veštačko osvetljenje odgovara prirodnom osvetljenju. Međutim pored osvetljenja, a u skladu sa fiziološkim potrebama gajene vrste i kategorije životinja, potrebno je obezbediti i ostale adekvatne uslove (termoregulaciju, ventilaciju i sl.) kao i brojne higijensko-sanitarne mere, za koje je svakako neophodna električna energija. Sama proizvodnja energije na farmama iz obnovljivih izvora mora da ispunjava brojne uslove, među kojima se prvenstveno nameće biosigurnost i dobrobit životinja, zatim čitav niz tehničkih, organizacionih, građevinskih, proizvodnih i ekonomskih zahteva koje postavlja određena proizvodnja. Sa druge strane osnovni cilj koji se želi postići je obavljanje pojedinih poslova u okviru tehnološkog procesa proizvodnje uz pomoć mehanizacije i tehničkih uređaja. U vezi sa tim može se slobodno reći da je primena mehanizacije i automatizacije jedan od najaktuelnijih problema savremene stočarske proizvodnje, posebno kada je reč o primeni obnovljivih izvora energije.

Pored navedenog treba naglasiti da su u mnogim oblastima na planeti vodeni resursi u opadanju. To se dešava prvenstveno zbog porasta broja stanovništva i učestanih suša. Površinska voda pretežno se koristi samo za navodnjavanje i u tehničke svrhe, dok za piće nije poželjna bez adekvatne prerade. Usled nedostatka površinskih voda, postoji sve veća potreba za podzemnim. Obično je iz bunara i bušotina potrebno ispumpavati vodu iz velikih dubina pri čemu fotonaponske pumpe ovde nalaze uspešnu primenu, što ih čini izuzetno pogodnim za određene oblasti koje karakterišu manje količine padavina. Takođe, razlika u ceni između zemljišta tj. pašnjaka sa i bez pristupa električnoj mreži može biti toliko velika da je apsolutno opravdano korišćenje fotonaponskih sistema. Na farmama se zahteva grejanje vazduha i vode što iziskuje veliku količinu energije. Životinje se prvenstveno kod intenzivne proizvodnje nalaze u zatvorenom prostoru gde se zahteva pažljiva regulacije temperature i kvalitete vazduha radi očuvanja zdravlja životinja. Tako da se za vreme hladne sezone zahteva dogrevanje prostora a za vreme tople sezone se zahteva bolja ventilacija prostora. Za grejanje prostora se koriste solarni kolektori. Oni se takođe koriste i za grejanje vode koja se koristi za čišćenje opreme ili u komercijalne svrhe. Njihovom primenom se može uštedeti čak 25% energije koja bi bila potrebna za grejanje vode [2].

## PRIMENA FOTONAPONSKIH SISTEMA U BILJNOJ PROIZVODNJI

Jedan od najstarijih primena energije Sunčevog zračenja u poljoprivredi jeste za sušenje žitarica. Prestavlja jednostavu i jeftinu tehniku za sušenje žitarica na mestu berbe. Nedostatak ove tehnike je što se žitarice nalaze na otvoreno i izložene su različitim uticajima kao što su ptice, vetar i kiša. Savremeniji način za sušenje žitarica je primena solarnih sušilica u kojima su žitarice zaštićene od spoljih uticaja, pri čemu je sušenje značajno brže i ravnomernije, a kao rezultat se ima bolji kvalitete žitarica. Osnovne komponente solarne sušilice su prostor za sušenje žitarica, postolje i solarni kolektor, i prikazana je na slici 5. Solarni kolektori vrše konverziju energije Sunčevog zračenja u toplotnu kojom se suše žitarice.



Slika 5. Solarna sušilica [11]

*Figure 5. Solar dryer*

Energije Sunčevog zračenja ima značaju primenu u biljnoj proizvodnji, posebno fotonaponski pumpni sistemi koji služe za pumpanje vode iz reka, bunara i bušotina. Oni mogu biti jednosmerni ili naizmjeničnu u zavisnosti od tipa pumpe, koji zavisi od mesta primene i potrebne količine pumpanja vode. Jednosmerni sistemi su uglavnom mali. Oni su sastojci od fotonaponskih panela koji su direktno povezani sa jednosmernim motorom koji pokreće pumpu. Naizmjenični sistemi se sastoje od fotonaponskih panela koji se na naizmjenični motor priključuju putem invertora. Invertor je elektronski uređaj koji povezuje jednosmeran i naizmjeničan električni sistema. Fotonaponski paneli proizvode jednosmernu struju koja se treba pretvoriti u naizmjeničnu. Energija se iz jednosmernog dela sistema prenosi do invertora koji može proizvesti napon određene frekvencije.

Pored direktnog povezivanja pumpe sa motorom, postoji i mogućnost skladištenja dela električne energije i njeno korišćenje u trenutku kada fotonaponski paneli ne proizvode električnu energiju, a to može biti ili oblačan dan ili u noćnom periodu. Tada se koriste fotonaponske baterije i kontroler punjenja baterije. Kontroler punjenja baterije predstavlja srce jednog fotonaponskog sistema, povezivajući fotonaponske panele, bateriju i potrošača. On vrši nadzor punjenja baterije, štiteći je od prepunjavanja ili preteranog pražnjenja. Dok su baterije elektrohemijske naprave koje služe za skladištenje električne energije u vidu himijske energije. Izbor jednosmernog ili naizmjeničnog pumpnog sistema vrši se na osnovu njihovih karakteristika koje su prikazane u tabeli 2.

Tabela 2. Karakteristike pumpnih fotonaponskih sistema [6]  
*Table 2. Characteristic of photovoltaic pumping system*

Sastav	Jednosmerni sistem <i>Panel i pumpa</i>	Naizmjenični sistem <i>Panel, inverter i pumpa</i>
Snaga (W)	160-600	600-2000
Jednosmerni napon (V)	$\leq 60$	$\geq 120$
Pumpa	Površinska	Potopna
Opseg (m <sup>3</sup> /dan)	100-200	500-1500
Pouzdanost	Srednja	Odlična
Period održavanja	6-12 meseci	5-7 godina
Izvor vode	Reke, izvori	Bušotine

## ZAKLJUČAK

Fotonaponski sistemi se koriste za proizvodnju čiste, obnovljive energije već više od 25 godina. Pretvaranje sunčeve energije u električnu ima poseban značaj kada je reč o primeni obnovljivih izvora električne energije u poljoprivredi. Fotonaponski sistemi sadrže materijale koji se mogu reciklirati i ponovo koristiti u novim proizvodima. Recikliranjem se ne smanjuje samo količina otpada, nego se smanjuje i potrebna količina energije, a time i troškovi i uticaj na okolinu tokom proizvodnje modula. Industrijski procesi recikliranja postoje i za tankoslojne i za silicijske panele. Kako su prve značajnije instalacije bile u ranim devedesetim, potpuno recikliranje zbog kraja životnog veka će se dogoditi tek za 10-15 godina. Takođe, fotonaponska industrija radi na stvaranju rešenja istinske održive energije koja uzima u obzir uticaj na okolinu svih faza

životnog veka proizvoda, od izvora sirovine pa sve do kraja životnog veka i recikliranja. Iako su početna ulaganja veća u odnosu na neke klasične sisteme, velike su mogućnosti primene fotonaponskih sistema u svim granama poljoprivredne proizvodnje, pri čemu je posebno opravdan značaj primene na farmama, njivama i pašnjacima gde ne postoji mogućnost priključenja na električni distributivni sistem.

## LITERATURA

[1] Centar za ekologiju i energiju. 2006. Priručnik uradi sam solarni kolektor (Preuzeto iz: Energetska evolucija, George Stiff) Tuzla. [Online] Available at: <http://ekologija.ba/userfiles/file/Uradi%20sam%20solarni%20kolektor.pdf> [22.09.2016].

[2] Chikaire, J., Nnadi, F.N., Nwakwasi, R.N., Anyoha, N.O, Aja O.O., Onoh, P.A., and Nwachukwu C.A. 2010. Solar energy applications for agriculture. *Journal of Agricultural and Veterinary Sciences*, 2: 58-62.

[3] Despotović, Ž. 2012. Obnovljivi Izvori Energije-Stanje i Prespektive u Svetu i u Srbiji. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/264346463> [22.09.2016].

[4] Đurić, B.M., Đurišić, R.Ž., Čukarić, R.A., Ilić, V. 2010. Elektrane. Beopres. Beograd

[5] Gburčik, P., Gburčik, V., Gavrilov, M., Srdanović V. 2006. Komplementarnost režima energetskeg potencijala sunca i vetra u Srbiji. ELEKTRA IV - Konferencija o uzajamnosti zaštite životne sredine i efikasnosti energetskih sistema, Tara, 11.-15. Septembar.

[6] Lorenzo, E. 1994. Solar Electricity: Engineering of Photovoltaic Systems. Institute of Solar Energy. Polytechnic University of Madrid.

[7] Nemeš, S. 2007. Obnovljivi izvori energije. Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu. 3.

[8] Tehnički muzej 2013. Proizvodnja električne energije: Prednosti i nedostaci postojećih tehnologija. Mreža mlade generacije Hrvatskoga nuklearnoga društva (MMG HND), Zagreb. Available at: [http://nuklearno-drustvo.hr/attachments/article/238/Brosura\\_MMG\\_web.pdf](http://nuklearno-drustvo.hr/attachments/article/238/Brosura_MMG_web.pdf) [22.09.2016].

[9] <http://www.ho-cired.hr/referati-umag2010/SO4-08.pdf> [01.07.2015].

[10] [http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/c71c66c1f02e6575c125711f004660e6/d54672ac6e97a439c12577ce003d8d84/\\$FILE/Vol.10.pdf](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/c71c66c1f02e6575c125711f004660e6/d54672ac6e97a439c12577ce003d8d84/$FILE/Vol.10.pdf) [22.09.2016].

[11] [https://energypedia.info/wiki/Solar\\_Drying](https://energypedia.info/wiki/Solar_Drying) [10.10.2016].

[12] Janjić. A. Vodič za uvođenje standarda energetskeg menadžmenta, EMDC Beograd, 2016.

[13] B. Campen, D. Guidi, G. Best Solar photovoltaics for sustainable agriculture and rural development FAO UN, Rome 2000.

# MIKROKLIMATSKI PARAMETRI PROIZVODNJE MALINE U OBJEKTU ZAŠTIĆENOG PROSTORA TUNEL TIPa

**Brankica Šundek<sup>1</sup>, Aleksandra Dimitrijević<sup>1</sup>, Slobodan Blažin<sup>2</sup>, Dragan Blažin<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> *Poljoprivredna srednja škola „Josif Pančić“, Novoseljanski put 31, Pančevo, Srbija*

## SAŽETAK

Proizvodnja u objektima zaštićenog prostora predstavlja najintenzivniji oblik poljoprivredne proizvodnje. Cilj ovog rada je da prikaže rezultate istraživanja mikroklimatskih parametara pri proizvodnji maline u objektu zaštićenog prostora tunel tipa i da ukaže na mogućnost unapređenja proizvodnje maline u kontrolisanim uslovima proizvodnje. Istraživanje je imalo za cilj analizu mikroklimatskih uslova u objektu tunel tipa. Analiziran je raspored temperatura, relativne vlažnosti vazduha i energije sunčevog zračenja po dužini objekta. Dobijeni rezultati ukazuju na to da se kontrolisanjem mikroklimatskih parametara u tunel objektu utiče se na raniji početak cvetanja, na dužinu cvetanja maline kao i na sam početak i dužinu trajanja berbe maline u odnosu na proizvodnju na otvorenom polju.

**Ključne reči:** temperatura vazduha, relativna vlažnost vazduha, energija sunčevog zračenja.

## MICROCLIMATIC PARAMETERS OF RASPBERRIES PRODUCTION IN TUNNEL TYPE GREENHOUSE

**Brankica Šundek<sup>1</sup>, Aleksandra Dimitrijević<sup>1</sup>, Slobodan Blažin<sup>2</sup>, Dragan Blažin<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> *Agricultural High school Josif Pančić, Novoseljanski put 31, Pančevo, Serbia*

## ABSTRACT

Greenhouse production represents the most intensive form of agricultural production. The aim of this research was to analyze microclimatic parameters in raspberries production in greenhouse tunnel type and to indicate the possibility of improving raspberries production in greenhouses. Air temperature, relative humidity and solar radiation were analyzed in tunnel type of greenhouse. Results show that controlling the microclimate parameters in the tunnel greenhouse influences earlier and longer flowe-

---

<sup>1</sup> Kontakt autor: Brankica Šundek, e-mail: brankicasundek@gmail.com

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

ring of raspberry as well as on the beginning and duration of the raspberries harvest when compared the open field production.

**Keywords:** air temperature, relative humidity, solar radiation.

## UVOD

Inteziviranje poljoprivredne proizvodnje jeste istorijska težnja uslovljena povećanom potrebom za hranom kako zbog porasta broja stanovnika tako i zbog ograničenosti prirodnih resursa u smislu plodnog zemljišta i dovoljnih količina vode. Značaj proizvodnje u zaštićenom prostoru je u kontinuitetu snadbevanja tržišta tokom cele godine, što je bitno i doprinosi pravilnoj ishrani stanovništva. Da bi se postigao cilj, a to je povećanje prinosa na datim površinama, uz istovremeno odgovarajući kvalitet proizvoda, gajenim biljkama treba obezbediti adekvatne mikroklimatske parametre tj proizvodne uslove uz poštovanje zahteva za minimalnim utroškom energije. Mikroklimatski parametri u proizvodnji u objektima zaštićenog prostora su temperatura i relativna vlažnost vazduha i zemljišta, kvalitet vazduha i zemljišta i količina energije sunčevog zračenja [1]. Praćenje ovih proizvodnih parametara je od velikog značaja za uspešnost proizvodnje u kontrolisanim uslovima [7]. Takođe je neophodno poznavati uzajamnu vezu između tipa konstrukcije zaštićenog prostora, pokrivnog materijala i same biljke čija se proizvodnja prati [2].

Malina, proizvodnjom od blizu 600. 000 t (FAOSTAT, 2012) zauzima 24. mesto u svetu. Ona je posle jagode i crne ribizle, najznajčajnije jagodasto voće. Agroekološki uslovi optimalni za uspevanje ove vrste skoncentrisali su proizvodnju na relativno mali prostor zapadne i centralne Srbije, ali u poslednjoj deceniji, a naročito u poslednjih nekoliko godina, malina se sve više širi i izvan ovih tradicionalnih područja gajenja, pa je ima čak i u ravničarskim područjima uglavnom zbog relativno dobrih cena i olakšanog plasmana plodova [4].

Plodovi maline se koriste u svežem i smrznutom stanju, kao i za različite oblike prerade. Poseduju značajna hranljiva, zaštitna, dijetetska i lekovita svojstva. Pomenuta svojstva mogu varirati u zavisnosti od vrste i sorte maline, rodnosti, stepena zrelosti ploda, ekoloških uslova kao i od primenjene agrotehnike [6]. Maksimalni prinosi maline, koji se ostvaruju po jedinici površine u Srbiji, tri do četiri puta su veći od prosečnih. To jasno ukazuje na velike mogućnosti za inteziviranje proizvodnje maline. Malina je 1988. godine postala najvažnija jagodasta voćka u tadašnjoj Jugoslaviji [5] i to visoko mesto zauzima i danas.

Gajenje maline u zaštićenom prostoru, u svetu, je dosta razvijeno, posebno u zemljama gde je veća potrošnja maline u svežem stanju (SAD, Holandija, Belgija, Engleska, Kanada i dr.) i u zemljama odakle se izvozi malina u svežem stanju (Španija, Italija). U Srbiji se poslednjih godina sve više ljudi odlučuje za proizvodnju maline u zaštićenom prostoru. Za sada su to male površine, ali zadovoljavajuća otkupna cena maline motiviše mnoge poljoprivrednike na povećanje površina pod zaštićenim prostorom, jer Srbija ima potencijale za kontinuiranu proizvodnju maline, od početka maja, pa čak i ranije, pa sve do pojave prvih mrazeva.

Cilj ovog rada je da pokaže kako tip konstrukcije, sezona proizvodnje maline utiču na mikroklimatske parametre u objektu tunel tipa, kao i da prikaže razlike pri

merenju mikroklimatskih parametara, temperature, relativne vlažnosti vazduha i energije sunčevog zračenja, unutar objekta i na otvorenom polju.

## MATERIJAL I METOD

Praćenje mikroklimatskih parametara je izvršeno unutar objekta tunel tipa i na otvorenom polju pri proizvodnji maline „Polana“ (*Polana*). Za potrebe istraživanja korišćen je tunel objekat dimenzija 47 m x 8 m, pokriven jednostrukom folijom debljine 180  $\mu\text{m}$  PE UV IR. Visina objekta u vrhu konstrukcije je 3,1 m. Ventilacija se obavljala prirodnim putem preko čeonih otvora. Eksperiment je izveden na privatnom gazdinstvu u selu Gloganj kod Pančeva. Proizvodnja maline je praćena u junu i julu 2016. godine.

Za praćenje mikro-klimatskih uslova u tunel objektu i na otvorenom polju korišćena je oprema koja podrazumeva set data-logera za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha i set solarimetara. U tu svrhu korišćeni su WatchDog Data Logger i Model 110 Temp 8K, preciznosti 0,6°C, WatchDog Data Logger Model 150 Temp/RH, preciznosti  $t=0,6^\circ\text{C}$  i  $\text{RH}=3\%$ , WatchDog Data Logger-om Model 450 – Temp, Relative Humidity  $t=0,6^\circ\text{C}$  i  $\text{RH}=3\%$ .

Statistička analiza podataka podrazumevala je analizu varijanse i LSD test kako bi se utvrdilo da li su mikroklimatski parametri uniformni dužinom objekta. Za analizu mikroklimatskih parametara izvan i unutar objekta korišćena je hipoteza o jednakosti dve aritmetičke sredine, kada nije data standardna devijacija, testirana t-testom. Za statističku analizu korišćeni su petodnevni proseci.

## REZULTATI I DISKUSIJA

### Temperatura vazduha unutar i izvan objekta

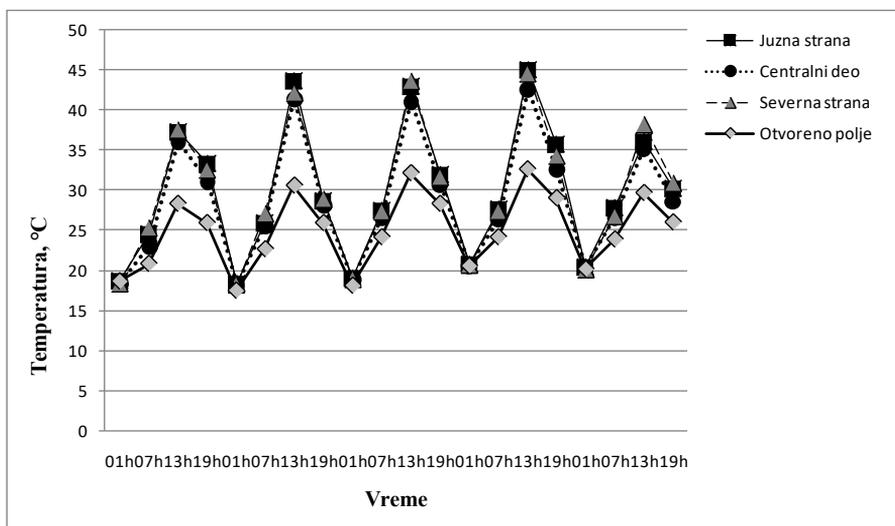
Merenja temperature u objektu tunel tipa pokazala su da njene vrednosti dužinom objekta jako malo variraju. U jutarnjim i popodnevним časovima najniže vrednosti temperature su zabeležane u centralnom delu objekta, dok su najtoplije tačke bile na severnoj strani objekta. Razlike u temperaturi od 1,1°C u 7h i 0,45°C u 13h, nisu statistički značajne. U večernjim i noćnim časovima najniža vrednost temperature vazduha zabeležena je u centralnom delu objekta, dok su najviše vrednosti zabeležene na južnoj strani objekta. Statistička analiza podataka je pokazala da razlike od 0,89°C u 19 h i 0,11°C u 1h nisu značajne.

Tabela 1 Prosečne temperature vazduha unutar objekta i na otvorenom polju  
*Table 1. The average temperatures inside the greenhouse and in the open field*

Vreme	Južna strana	Centralni deo	Severna strana	Otvoreno polje
01h	19.5	19.27	19.18	18.95
07h	26.7	25.6	26.71	23.11
13h	41	39.25	41.19	30.68
19h	32.01	30.23	31.61	27.04

Na osnovu statističke analize može se zaključiti da u slučaju proizvodnje maline (*Polana*) u objektu tunel tipa, temperatura vazduha ne varira značajno njegovom dužinom, i da se u ovakvom objektu mogu očekivati povoljni i uniformni proizvodni uslovi u letnjoj proizvodnji. Razlog za uniforman raspored temperature se može prepisati tipu konstrukcije, orijentaciji objekta, veličini kao i načinu ventilacije.

Merenje temperature na otvorenom polju, ukazuju da je temperatura unutar objekta bila značajno viša i tokom dana i tokom noći (Tab. 1). U noćnim časovima statistička analiza ukazuje da razlika od  $0,46^{\circ}\text{C}$ , nije statistički značajna. U jutarnjim časovima, razlika se polako povećava, i sama statistika se menja i ukazuje da je temperaturna razlika od  $3,57^{\circ}\text{C}$  vrlo statistički značajna. U popodnevним časovima, temperatura unutar objekta je viša u odnosu na otvoreno polje za  $10,51^{\circ}\text{C}$ . Daljom statističkom analizom utvrđeno je da je razlika od  $5,35^{\circ}\text{C}$  vrlo statistički značajna. U večernjim časovima takođe je utvrđeno da je razlika unutar objekta i otvorenog polja od  $3,78^{\circ}\text{C}$ , vrlo statistički značajna.



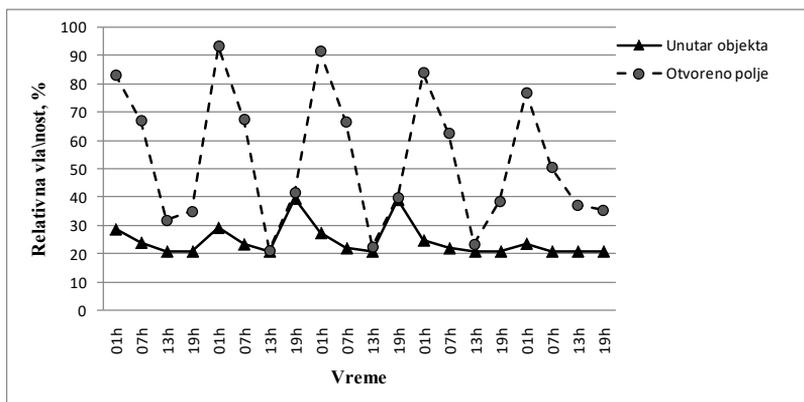
Slika 1. Temperaturna variranja unutar objekta i na otvorenom polju  
 Figure 1. Temperature variation inside and outside the tunnel greenhouse

Malina loše podnosi velike letnje žege i sušu. Kao posledica stresa izazvanog višim srednjim vrednostima temperature tokom vegetacionog perioda, dolazi do pojave smanjenja vegetativnog porasta izdanaka maline [6]. Razlog velike razlike u temperaturi unutar objekta tunel tipa i otvorenog polja, može se prepisati lošoj ventilaciji objekta.

### Relativna vlažnost vazduha unutar i izvan objekta

Malina loše podnosi sušu. Pri nedovoljnim količinama vlage u zemljištu i vazduhu, koren slabo raste, smanjuje se broj izdanaka, njihova bujnost i prinosi, a pogoršava kvalitet ploda. Takođe, velika vlažnost utiče na smanjenje kvaliteta ploda, preko smanjenja količine suvih materija i podstiče na širenje truleži ploda.

Statistička analiza merenja razlike relativne vlažnosti vazduha unutar objekta i na otvorenom polju ukazuje na variranja koja su statistički veoma značajna. U jutarnjim časovima merenja pokazuju razlike koje nisu svakidašnje za zaštićeni prostor, odnosno da je relativna vlažnost vazduha na otvorenom polju bila veća u odnosu na unutrašnjost objekta za 40,51%. Daljom statističkom analizom utvrđeno je da je razlika od 12,43% u 7h vrlo statistički značajna. U popodnevним i večernjim časovima statistika takođe pokazuje da su razlike od 2,11% i 2,07% statistički značajne i da je relativna vlažnost vazduha znatno veća na otvorenom polju. Tokom noći ta razlika dospeva i do 59,14%, gde je daljom analizom utvrđano da je razlika od 18,71% vrlo statistički značajna.



Slika 2. Relativna vlažnost vazduha unutar i izvan objekta

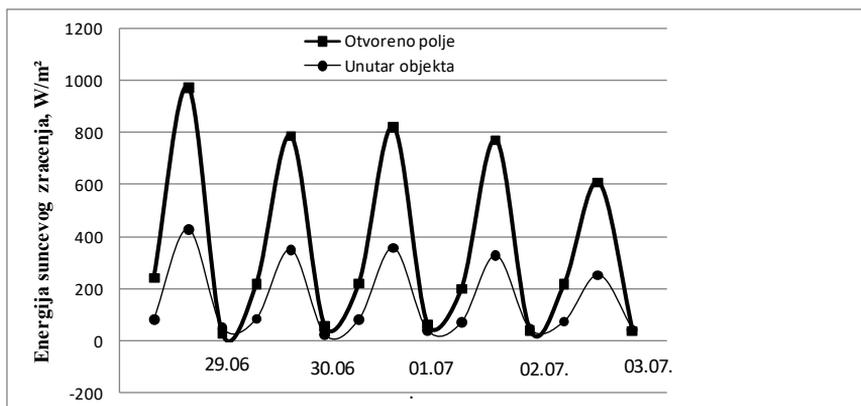
Figure 2. Air relative humidity inside and outside the tunnel type greenhouse

Razlog niske relativne vlažnosti vazduha može se tražiti i kod same maline Polana, koja je sama po sebi dosta niska (150cm) za razliku od drugih sorti koje se uzgajaju u zaštićenim prostorima (npr. Heritage), pa samim tim i ne zauzima veliku površinu ispod konstrukcije objekta i svojom transpiracijom ne utiče dovoljno na relativnu vlažnost vazduha unutar objekta. Takođe razlog može biti i nedovoljna norma navodnjavanja za vreme berbe, jer malina troši velike količine vode pri sazrevanju plodova.

### Energija sunčevog zračenja

Malina je biljka Sunca (heliofit). Ona ne podnosi zasenu ali ni visoke temperature i direktno sunčevo zračenje. Merenja energije sunčevog zračenja unutar objekta i na otvorenom polju ukazuju na postojanje razlika. U jutarnjim časovima razlika je iznosila 142,24 W/m<sup>2</sup>, što znači da je biljkama bilo dostupno 34,96% od ukupne energije sunčevog zračenja u jutarnjim časovima. Statističkom analizom potvrđeno je da je razlika vrlo statistički značajna.

U popodnevним časovima razlika energije sunčevog zračenja unutar objekta i izvan objekta iznosila je 451 W/m<sup>2</sup>, što znači da je do biljke dolazilo 43,18% od ukupne energije sunčevog zračenja. U večernjim časovima razlika nije statistički značajna.



Slika 3. Energija sunčevog zračenja unutar objekta i na otvorenom polju  
*Figure 3. Solar radiation inside and outside the tunnel type greenhouse*

Razlog ovako velike razlike u energiji sunčevog zračenja unutar i izvan objekta se može pripisati postojanju mreže za senčenje. U letnjoj proizvodnji ona i može da prija malini pri visokom intenzitetu sunčeve svetlosti, ali sa opadanjem energije sunčevog zračenja, mrežu treba skinuti sa objekta.

## ZAKLJUČAK

Rezultati pokazuju je temperatura vazduha unutar objekta zaštićenog prostora uniformna njegovom dužinom. Proizvodni uslovi su, tako, uniformni, što ukazuje na optimalan izbor tipa konstrukcije pri proizvodnji maline u letnjoj sezoni.

Visoke temperature unutar objekata u zaštićenom prostoru tokom letnje proizvodnje uvek predstavljaju ozbiljan problem kom se mora posvetiti pažnja. Razlike temperature unutar objekta i na otvorenom polju pokazale su se kao vrlo statistički značajne. U periodu berbe maline tokom toplih dana i vrelih noći sa smanjenom vlažnošću vazduha potrebno je pored ventilacije i dobrog navodnjavanja obezbediti dodatno orošavanje malinjaka. Primena orošavanja podrazumeva i kvalitetnu zaštitu, da ne bi došlo do bolesti kod biljke.

Rezultati merenja relativne vlažnosti vazduha pokazali su neočekivane rezultate, gde je relativna vlažnost vazduha bila dosta viša na otvorenom polju u odnosu na unutrašnjost objekta. Razlog se može prepisati sorti maline koja ima manji habitus i time zauzima manju zapreminu objekta. Isto tako razlog se može prepisati i nedovoljnim količinama vode tokom navodnjavanja tj lošim rasporedom ciklusa navodnjavanja, što može napraviti veliki problem pri proizvodnji. Visoke temperature praćene smanjenom vlažnošću vazduha su nepovoljne tokom fenofaze plodova, jer utiču na ubrzano zrenje, formiranje sitnijeg ploda koji je lošeg kvaliteta. Umanjuje se rod preko uvenuća gornjeg dela izdanka i sasušivanja sekundarnih i tercijernih plodova. Pojedinačne koštunice na plodu pobebe, omekšaju i u njima počinje kiselinsko vrenje, pa takav plod nije upotrebljiv. Na mladim izdancima pojavljuju se ožegotine na tkivu sa osunčane strane, a isušuje se i pupoljak. Ove pojave su sve češće na nižim terenima i u toplijim područjima netipičnim za gajenje maline.

Takođe suva i topla leta odgovaraju crvenom pauku ili paučinastoj grinji (*Tetranychus urticae*) koji živi na naličju lišća maline i mnogih drugih biljaka. Mlade larve su prozirne, a starije postaju žute. Napadnuto lišće požuti, pa postaje crvenkasto-smeđe, suši se i rano otpada. Suzbija se akaricidima kad larve počnu da se pile.

Rezultati merenja energije sunčevog zračenja ukazuju na postojeće razlike, koje su u jutarnjim i popodnevним časovima statistički značajne. Malina ne podnosi zasenu, ali pri visokoj energiji sunčevog zračenja na objektima zaštićenog prostora mogu se koristiti mreže sa zatamnjenjem oko 20%.

Sve navedeno ukazuje da se proizvodnji maline u zaštićenom prostoru mora posvetiti posebna pažnja, jer se za malinu može reći da je „kraljevska“ biljka. Neusaglašenost mikroklimatskih parametara tj proizvodnih uslova, ima nepovoljan uticaj, koji se odražavaju na prinos a samim tim i na rentabilnost proizvodnje.

## LITERATURA

[1] Dimitrijević, A., Miodragović, R., Mileusnić, Z. 2014. Temperatura vazduha u objektima zaštićenog prostora različite konstrukcije. 17. Naučno-stručni skup Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede, Zbornik radova, Beograd: 36-44.

[2] Dimitrijević, A., Šundek, B., Blažin, S., Blažin D. 2016. Production conditions for greenhouse vegetable. 20. Journal on Processing and Energy in Agriculture. Novi Sad: 21-24

[3] Nikolić, M., Milivojević, J. 2015. Jagodaste voćke- Tehnologija gajenja, Beograd

[4] Nikolić, D., Keserović, ., Magazin, N., Paunović, S., Miletić, R., Nikolić, M., Milivojević, 2012. Stanje i perspektive razvoja voćarstva u Srbiji. Uvodno predavanje na 14. Kongresu voćara i vinogradara Srbije sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova i apstrakata, Vrnjačka Banja: 3-22.

[5] Stanisavljević, M., Tešović, Ž., Dulić, I. 1989. Trends in raspberry production and research in Yugoslavia, 1980-1988. Acta Horticulturae, 262, pp 439-445

[6] Poledica, M. 2014. Uticaj Prohexadione Ca i zakidanje prvih serija izdanaka na biološko proizvodnje osobine sorte maline „Willamette“ (*Rubus idaeus* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

[7] Ponjičan, O., Bajkin, A., Dimitrijević, A., Mileusnić, Z., Miodragović, R. 2011 In: Kosutic S (ed) Proc 39th International Symposium on agricultural Engineering Actural Tasks on agricultural Engineering, Opatija, Croatia: 393-401.

# MEHANIZOVANO SAKUPLJANJE PRODUKATA REZIDBE U VINOGRADIMA

Mirko Urošević<sup>1</sup>, Milovan Živković<sup>1</sup>  
Dragoljub Mitrović<sup>2</sup>, Radomir Manojlović<sup>3</sup>, Ivan Bulatović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet – Beograd

<sup>2</sup>Biotehnički fakultet, Podgorica

<sup>3</sup>“13 jul-Plantaže“ a.d. Podgorica

## SAŽETAK

Važna agrotehnička mera koja se obavlja u vinogradu jeste rezidba čiji produkti predstavljaju biomasu koja se može koristiti kao energetski izvor. Ostaci rezidbe u vinogradima se mogu sakupljati: ručno, plumehanizovano i mehanizovano. Ručno i polumehanizovno sakupljanje ostataka rezidbe je veoma neproduktivno a samim tim i neekonomično pa se iz tih razloga u praksi veoma retko realizuje.

U radu su prikazani rezultati ispitivanja mašine za sakupljanje i baliranje produkata rezidbe vinove loze, roto balera CAEB Internacional Quickpower 1230 u agregatu s traktorom Foton Europard FT-454 4WD.

Ispitivanje je obavljeno na proizvodnim površinama „13 jul-Plantaže“ a.d. Podgorica. Sadnja loze sorti Vranac i Župljanka je obavljena na međurednom i rednom rastojanju 2,6 x 0,7 m i 2,6 x 1 m. Dužina redova je iznosi 168 m a zastupljen uzgojni sistem je modifikovana horizontalna dvokraka kordunica.

Rezultati ispitivanja pokazuju da je pri radnoj brzini agregata od 0,92 km/h ostvarena proizvodnost od 0,15 ha/h ili 1,22 ha/dan. Broj formiranih bala prosečne mase 25 kg iznosio je 188 bala/ha ili 4,7 t/ha što daje energetsku vrednost od 43750 – 64400 MJ/ha. Navedena količina energije predstavlja ekvivalent količini dizel goriva D<sub>2</sub> od 1067 -1570 kg.

**Ključne reči:** vinova loza, ostaci rezidbe, baliranje, biomasa, energija.

## MECHANIZED COLLECTION OF PRUNING RESIDUES IN VINEYARDS

Mirko Urošević<sup>1</sup>, Milovan Živković<sup>1</sup>  
Dragoljub Mitrović<sup>2</sup>, Radomir Manojlović<sup>3</sup>, Ivan Bulatović<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Biotechnical faculty, Podgorica

<sup>3</sup>“13. jul Plantaže“ a.d. Podgorica

<sup>1</sup> Kontakt autor: Milovan Živković, e-mail: mzivko@agrif.bg.ac.rs

Rad je deo istraživanja u okviru projekta TR 31051, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## ABSTRACT

Pruning is an important agro-technical measure performed in a vineyard and pruning residues represent a biomass which can be used as energy source. Pruning residues in vineyards can be collected: manually, by using semi-mechanized and mechanized techniques. Manual and semi-mechanized collection of pruning residues is very unproductive and therefore uneconomical, however, for these reasons, it is very rarely implemented in practice.

This paper presents the results of testing the machine for the collection and baling of vine pruning residues, roto baler CAEB International Quickpower 1230 combined with the tractor Europard Foton FT-454 4WD.

Testing was performed in production areas "13. jul-Plantaže" a.d. Podgorica. Grape varieties *Vranac* and *Župljanka* were planted at inter-row and row spacing of 2.6 x 0.7 m and 2.6 x 1 m. The rows are 168 m long and modified horizontal bilateral cordon is used as vine training technique.

The test results show that the productivity of 0.15 ha/h or 1.22 ha/day is achieved at the operating speed of the aggregate of 0.92 km/h. The number of formed bales of the average mass of 25 kg was 188 bales/ha or 4.7 t/ha, which gives the energy value of 43750 to 64,400 MJ/ha.

The said amount of energy is equivalent to 1067 -1570 kg of diesel fuel D2.

**Key words:** vine, pruning residues, baling, biomass, energy.

## UVOD

Imajući u vidu deficitarnost fosilnih goriva (nafta, ugalj zemni gas) kao i njihovu cieniu, logično se nameće potreba za korišćenjem obnovljivih energetskih izvora kao što je biomasa /1/. Kod primene biomase kao ergetskog izvora potrebno je: proučiti raspoloživi potencijal, kvalitet, tehnologiju spremanja, transporta, skladištenja i prerade u određenim postrojenjima. Važan energetski potencijal u poljoprivredi predstavljaju produkti rezidbe u vinogradarstvu i voćarstvu /3, 5/. Produkti rezidbe vinove loze predstavljaju biomasu koja ima značajnu energiju i može se koristiti u energetske svrhe i predstavlja ekološko gorivo /4/.

Prilikom sakupljanja i transporta produkata rezidbe vinove loze (lastari), predstavljaju problem pogotovo kada su u pitanju veće proizvodne površine. Uzimajući u ozir činjenicu da se količine produkata rezidbe po jednom čokotu kreću od 1,2 - 1,8 kg zrele ili zelene mase, što predstavlja količinu od 4,0 - 6,0 t/ha biomase /8/. Tehnološki postupak obrade produkata rezidbe u vidu briketa omogućava, povećanje zapreminske mase, olakšava manipulaciju, skladištenje i upotrebu /7/. Prema istraživanjima /9/, formirane brikete sa 10 - 15% vlage imaju toplotnu vrijednost oko 18,4 MJ/kg. Procesi sakupljanja, baliranja, transporta, sušenja i prerade zahtevaju primenu adekvatnih mašina i opreme što se u praksi javlja kao problem /2, 6/. Dobre rezultate u primeni su pokazale mašine za baliranje produkata rezidbe formirajući valjkaste bale, koje su pogodne za utovar, transport, dalju manipulaciju i preradu.

## MATERIJAL I METOD RADA

Obavljeno ispitivanje priključne mašine za sakupljanje i baliranje produkata rezidbe vinove loze roto baler *CAEB Internacional Quickpower 1230* u agregatu sa traktorom Foton Europard FT-454 4WD od 25 - 40 kW pri obrtajima priključnog vratila od 540  $min^{-1}$ . Ispitivanja su realizovana tokom zrele rezidbe (jnuar-fbruar) na proizvodnim površinama vinograda „13 Jul- Plantaže“ a.d. Podgorica. Programom rada obuhvaćeni su parametri: radna brzina agregata (km/h), proizvodnost agregata (ha/h, bala/h, bala/ha) prosečna masa formirane bale (kg), veličina i zapremina bale (dužina, prečnik) i potrošnja goriva (l/h, l/ha, l/t).



Sl. 1. Izgled roto balera Quickpower 1230

Fig.1. Appearance roto baler

### Tehničke karakteristike roto balera Quickpower 1230, Caeb Internacional

- visina 1000 mm
- širina 1462 mm
- dužina 1165 mm
- masa 536 kg
- radni zahvat 1462 mm
- potrebna snaga traktora 30 kW
- potreban broj priključnog vratila 540  $min^{-1}$
- potreban pritisak u baleru 160 bar
- masa formiranih bala od 25 - 35 kg
- vreme formiranja bale 60 s
- dužina formirane bale 750 mm

### Tehnološki proces rada roto balera

Presa za baliranje produkata rezidbe je složena priključna mašina, koja u tehnološkom procesu rada formira bale u obliku cilindra prečnika 500 mm i dužine 750 mm, mase od 20 - 30 kg. Pogon prese za baliranje se ostvaruje od priključnog vratila traktora snage motora 30 kW. Uređaj za sakupljanje se sastoji od dva ozubljeni valjka koji su postavljeni jedan iza drugog. U procesu rada pick-up uređaj sakuplja i podiže masu, do prvog valjka koji je dalje usmerava do drugog valjka, koji dalje masu doprema u zonu za baliranje. Komora za baliranje se sastoji od valjaka koji sabijaju dopremljenu

masu u obliku cilindra-valjka. Merač pritiska u komori ima ulogu da reguliše sabijanje bale prema zadatoj zapremini. Nakon formiranja bale, uređaj za vezivanje obavlja vezivanje bale, a uređaj za odlaganje odlaže formiranu balu u međuredni prostor vinograda. Hidraulično senzorski sistem pritiska u komori za baliranje kao i hidraulična kontrola otvaranja uređaja za odlaganje formirane bale, olakšava kontrolu i rad balera odnosno agregata. Utovar formiranih bala se obavlja ručno ili pomoću dopunskog uređaja za direktno odlaganje bala u prateće transportno sredstvo.



Sl. 2. Agregat u radu  
*Fig. 2. Generator running*

## REZULTATI I DISKUSIJA

Tabela 1. Rezultati ispitivanja agregata  
Table 1. Summary of bale formation

Radna brzina <i>km/h</i> <i>Working speed</i> <i>km/h</i>		Broj bala Number bale <i>ha/h</i>	Proizvodnost Productivity					Potrošnja goriva Fuel consumption			
			<i>ha/dan</i>	<i>bala/h</i>	<i>bala/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/h</i>	<i>l/h</i>	<i>l/ha</i>	<i>l/t</i>	
	0.68	18	0.12	0.96	36	197	4.90	0.9	5.0	42	5.6
	0.76	20	0.12	0.96	42	219	5.50	1.0	-	42	5.0
	1.15	15	0.18	1.50	50	164	4.10	1.2	-	27	4.2
	0.94	17	0.15	1.20	46	186	4.60	1.1	-	33	4.6
	1.15	16	0.18	1.50	50	175	4.30	1.2	-	27	4.2
Xsr	0.92	17	0.15	1.22	44	188	4.70	1.1	5.0	34	4.6

Prosečna radna brzina agregata na ispitivanoj parceli dužine 350 m i širine 2.6 m (910 m<sup>2</sup>) iznosila je 0.92 km/h. Sa ovom radnom brzinom agregat je ostvario proizvodnost od 0.15 ha/h ili 1.22 ha/dan. Broj formiranih bala prosečne mase 25 kg iznosio je 188 bala/ha ili 4.7 t/ha.

Prosečna potrošnja dizel goriva D<sub>2</sub> iznosila je 5.0 l/ha, a specifična potrošnja 34 l/ha ili 4.6 l/t. Uzimajući u obzir eksploatacione parametre agregata kojima se definiše uložena energija i energetska potrošnja prikupljene mase, može se odrediti ukupni energetska bilans značajan sa aspekta ekonomičnost obavljanja procesa sakupljanja i baliranja. Činjenica je da ostaci rezidbe imaju značajan energetska potencijal. Prema istraživanjima /9/ pri sagorevanju, ostataka zrele rezidbe vinove loze, gornja toplotna moć se kreće 11.82 MJ/kg. Na osnovu iznetih rezultata može se precizno definisati vrednost pozitivnog bilansa u dobijenoj energiji primenom navedenog agregata.

## ZAKLJUČAK

Sakupljanje i baliranje ostataka rezidbe su značajni iz više razloga. Rešava se problem zagađenja životne sredine, a produkti se mogu koristiti kao energent u primarnoj preradi grožđa i voća. Obzirom na energetska vrednost koja se kreće 12,5 - 18,4 MJ/kg, što na prosečnu količinu od 3,5 t/ha predstavlja energetska vrednost od 43750 - 64400 MJ/ha, koja predstavlja količinu dizel goriva D<sub>2</sub> od 1067 - 1570 l/ha uzimajući u obzir da je prosečna energetska vrednost dizel goriva D<sub>2</sub> 41 MJ/l.

Produkti rezidbe vinove loze se mogu koristiti u energetske svrhe u različitim oblicima, zavisno od načina prikupljanja, briketiranja i primene. Sakupljanje i primena ostataka rezidbe u vinogradu, u cilju korišćenja biomase u energetske svrhe ima svoje opravdanje, pogotovo na većim proizvodnim površinama. Ispitivano tehničko rešenje rotobalera u sakupljanju ostataka rezidbe daje zadovoljavajuće rezultate u smislu produktivnosti, kvaliteta rada i potrošnje goriva. Iz tih razloga smatramo da će navedeno tehničko rešenje imati i ekonomsku opravdanost zbog čega se može preporučiti vinogradarskoj praksi regiona. Rezultati ispitivanja obavezuju naučnoistraživačke organizacije da intenzivnije predlažu primenu ispitivanog tehničkog rešenja.

## LITERATURA

- [1] Aranda-Heredia, E. 1981. Rcolte mecanique de la biomasse a destination energetique: le bois de taille de l'oliver, Atti Simp, Intern. Meccanizz. Agricola. Bologna.
- [2] Bugarin, R., Sedlar, R., Urošević, M., Živković, M., Đukić, N. 2013. Mehanizacija u voćarstvu, vinogradarstvu i zaštiti bilja. Traktori i pogonske mašine. Vol. 18, No. 1, p. 56-65.
- [3] Komnenić, V., **Živković, M.**, Urošević, M. 2006. Efekti mehanizovane rezidbe jabuke. Пољопривредна техника, година XXXI, broj 3, Beograd, стр. 23-27.
- [4] Recchia, L., Daou, M., Rimediotti, M., Cini, E., Vieri, M. 2009. New shredding machine for recycling pruning residuals. Biomass and bioenergy, 33 pp 149–154.
- [5] Thy, P., Esbensen, K.H., Jenkins, B.M. 2009. On representative sampling and reliable chemical characterization in thermal biomass conversion studies. Biomass and bioenergy, 33 pp 1513 – 1519.
- [6] Urošević, M., Živković, M., Komnenić, V. 2009. Tehničko-tehnološki aspekti obrade ostataka rezidbe u voćnjacim. Пољопривредна техника, година XXXIV, broj 3, Beograd, стр. 95-100.
- [7] **Živković, M.**, Radojević, R., Radivojević, D., Dražić Dragana 2008. Postupci pripreme ostataka rezidbe iz višegodišnjih zasada. Пољопривредна техника, година XXXIII, broj 4, Beograd, стр. 1-8.
- [8] Живковић, М., Урошевић, М., Кoprивica, R. 2010. Ostaci rezidbe višegodišnjih zasada kao energetski izvor. XV Savetovanje o biotehnologiji, Agronomski fakultet u Čačku, zbornik radova, str. 429-435
- [9] Živković, M., Urošević, M., Pajić, M., Koprivica, R. 2012. Energetski potencijal produkata rezidbe voćarskih i vinogradarskih zasada Srbije. Пољопривредна техника, година, година XXXVII, broj 4 Beograd, стр. 69-77.

# POTROŠNJA ENERGIJE PRI KONVEKTIVNOM SUŠENJU KOŠTIČAVOG VOĆA U KOMORNIM SUŠARAMA

Milovan Živković<sup>1</sup>, Mirko Urošević<sup>1</sup>, Vaso Komnenić<sup>2</sup>,  
Miloš Pajić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> *Visoka Poljoprivredna škola strukovnih studija Šabac u Šapcu*

## SAŽETAK

Prenos vlage iz materijala zagrejanim agensom u okolinu pri kontaktu vlažnog materijala i agensa predstavlja proces konvektivnog sušenja. Sušenje plodova voća, kao vrste biljnih i termički osetljivih materijala, predstavlja veoma kompleksan termotehnički proces koji angažuje veliku količinu pre svega toplotne energije. Tehnički parametri sistema i termofizičke osobine materijala kvantitativno definišu energetske bilans procesa sušenja. U procesima sušenja pored toplotne energije angažuje se i drugi oblici, a najčešće električna. Vrste angažovane energije u postupku sušenja je pre svega uslovljena konstruktivnim rešenjima uređaja i načinom upravljanja procesom. U radu su dati pregledi rezultata eksperimentalnih ispitivanja utroška energije pri sušenju šljive prmenom tehničkih sistema koji po svojoj koncepciji koriste ekološki »čiste« oblike i obnovljive izvore energije. Dobijeni rezultati pokazuju utrošak pojedinih oblika energije, po jediničnoj količini osušenog proizvoda, što predstavlja specifičnu potrošnju.

**Ključne reči:** plodovi voća, sušenje, potrošnja energije, biljni materijal

## ENERGY CONSUMPTION DURING CONVECTION DRYING OF STONE FRUITS IN CHAMBER DRIERS

Milovan Živković<sup>1</sup>, Mirko Urošević<sup>1</sup>, Vaso Komnenić<sup>2</sup>,  
Miloš Pajić<sup>1</sup>, Ivan Zlatanović<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> *Agricultural High School, Šabac, Serbia*

## ABSTRACT

The transfer of moisture from the material by heated agent to the surroundings during the contact of wet material and agent represents the process of convection drying. Drying of fruits as types of plant and thermally sensitive materials represents a very complex thermal-technical process that engages a high quantity of thermal energy in

<sup>1</sup> Kontakt autor: Milova Živković, e-mail: mzivko@agrif.bg.ac.rs

Napomena: Rad je deo istraživanja u okviru projekta TR 31051, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

the first place. Technical parameters of the system and thermal-physical properties of the material define the energy balance of the drying process in terms of quantity. In addition to thermal energy, the drying process engages other forms of energy, most frequently electrical energy. The type of engaged energy during the drying process is conditioned by the structural design of the device and the process management method. This paper presents the results of experimental testing of energy consumption during plum drying by applying technical systems that based on their design use ecologically "clean" forms and renewable energy sources. The obtained results show the consumption of certain forms of energy per unit of quantity of the dried product, which represents specific consumption.

**Key words:** fruits, drying, energy consumption, plant material

## UVOD

Stalno usavršavanje tehničko-tehnoloških postupaka, kojima se čuva voće potrebnog kvaliteta, daje mogućnost da se tokom cele godine plodovi voća koriste za ishranu. U praksi kao osnovni postupak čuvanja plodova primenjuje se termičko konzervisanje dehidracijom odnosno sušenje /1, 3/. Hemijski sastav koštičavog voća karakteriše veliko prisustvo vode koja omogućava odvijanje mnogih biotehničkih procesa i pojavu mikroorganizama, koji im ograničavaju postojanost u svežem stanju. Sušenje predstavlja veoma složen termofizički proces kretanja energije i materije kroz zapreminu sušenog materijala /2/.

Kvalitetan proces sušenja treba da omogući uklanjanje vlage iz plodova bez značajnije izmene nutritivnih vrednosti ploda /4, 6/. Smanjivanje količine vode na potrebnu vrednost sušenjem kao vrstom dehidracije, nastaju nepovoljni uslovi za razvoj izazivača kvara koga čine razne vrste mikroorganizama. Konzervisani plodovi sušenjem pored značajnog izvora energije koja je uvećana i do 3,5 puta, se po svojoj hranljivoj vrednosti, izjednačuje sa svežim voćem pre sušenja /5/ i sadrži gotovo sve materije koje se smatraju neophodnim za funkcionisanje ljudskog organizma.

Tehničkim rešenjima kojima se ostvaruje sušenje ima presudni uticaj na usavršavanje procesa, a imaju za cilj postizanje što boljeg kvaliteta i ekonomičnosti u voćarskoj proizvodnji /7/. Ako se čitav proces dovoljno mehanizuje i automatizuje /8/, što je slučaj kod agrarno razvijenih država, on postaje uprošćen tako da daje značajnu ekonomičnu proizvodnju sušenog voća.

Pored šljive kao standardnog voća za sušenje, kajsija takođe predstavlja pogodno koštičavo voće za tu vrstu konzervisanja. Plodovi kajsije namenjeni sušenju moraju pripadati odgovarajućem sortimentu kod koga plodovi imaju što više suve materije. Sušeni plodovi kajsije treba da poseduju prijatnu aromu, harmonični ukus i neizmenjenu boju, što zahteva adekvatnu pripremu plodova i kvalitetno sproveden proces sušenja. Domaća voćarska praksa ima skromna iskustva u sušenju kajsije i to uglavnom predstavlja novinu, što se pre svega odnosi na tehnološki deo koji čini adekvatnu pripremu plodova a ona se obavlja hemijskim tretmanima u odgovarajućim uređajima. Kada je ta oblast u pitanju, naša voćarska praksa se u najvećoj meri koristi inostranim iskustvima /5/. Ta iskustva ukazuju da proces sušenja plodova kajsije može biti zadovoljavajućeg

kvaliteta ako se ostvari sa sličnim režimom kao i za šljive, primenom istih tehničkih sistema. Proces konvektivnog sušenja se razlikuje u vremenu trajanja i dinamici odvođenja vlage što zahteva odgovarajuće režime sušenja definisani parametrima agensa.

## MATERIJAL I METODE

U skladu sa definisanim programom, ostvarena su istraživanja procesa sušenja šljiva i kajsija eksperimentalnim putem. Eksperimentalno istraživanje je obuhvatilo procese sušenja šljive i kajsije na laboratorijskoj instalaciji za ispitivanja procesa sušenja i univerzalnoj prototipskoj sušari UVS-4<sup>2</sup> komornog tipa. Obavljana su ispitivanja potrošnje toplotne energije merenjem na osnovu vremenskog uključanja grejača, kao i merenjem preko potrošnje drveta. Potrošnja toplotne energije na osnovu entalpije i količine utrošenog vazduha nametnula je potrebu strujno tehničkih merenja tehnoloških parametra relevantnih za proces sušenja koštice voća. Posebno su analizirani: brzina sušenja, temperatura i protok zagrejanog vazduha, kao i specifična potrošnja energije.

Polazeći od činjenice da temperaturski režim predstavlja osnovne karakteristike procesa sušenja, eksperimentalna istraživanja sušenja šljive su koncipirana tako da obuhvate određeni broj merenja sa tri različita režima sušenja, prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Temperature agesa i vreme trajanja pojedinih faza  
*Table 1. Medium temperature and phases duration*

FAZE <i>PHASE</i>	REŽIM SUŠENJA <i>DRYING REGIME</i>					
	I		II		III	
	Trajanje <i>Duration</i> [h]	Temper. agensa <i>Medium</i> <i>temperature</i> [°C]	Trajanje <i>Duration</i> [h]	Temper. agensa <i>Medium</i> <i>temperature</i> [°C]	Trajanje <i>Duration</i> [h]	Temper. agensa <i>Medium tempera-</i> <i>ture</i> [°C]
Predgrevanje <i>Preheating</i>	1	45	/	/	1	45
Prelazna faza <i>Transitional phase</i>	11	65	/	/	8	65
Pohladiavanje <i>Undercooling</i>	0,5	53	/	/	0,5	54
Intenzivno sušenje <i>Intensive drying</i>	7,5	73	20	73	10,5	73
Ukupno trajanje <i>Total duration</i>	20	-	20	-	20	-

Eksperimenti sušenja plodovima kajsije su obavljani sa stalnim režimom, tako da su tokom procesa sušenja temperatura i maseni protok agensa održavani na konstantnom nivou u meri koliko je bilo moguće postojećim instalacijama, obzirom na određene gubitke zbog izolacije i inertnost sistema.

<sup>2</sup> Prototipska sušara je originalni patent istraživačkog tima Instituta za poljoprivrednu tehniku poljoprivrednog fakulteta iz Zemuna u saradnji sa Institutom za proučavanje lekovitog bilja "Josif Pančić" iz Beograda.

### **Eksperimentalni uređaji**

Laboratorijske univerzalne instalacije sa rasporedom termo parova sastoji se od sledećih funkcionalnih celina: elektromotor sa ventilatorom, "topli" kanal za pripremu vazduha, "hladni" kanal, merni kanal sa komorom za smeštaj materijala i odvodni kanal.

Kod merenja temperature vazduha i materijala korišćeni su termoparovi (Fe-Co) i živini termometri. Termoparovi su bili postavljeni na sledećim mestima kod eksperimentalnog uređaja: ispred ventilatora, na ulazu u komoru za sušenje, u materijalu (na 6 mesta) i iza komore (slika 1).

Utvrđivanje temperaturnih vrednosti u navedenim mestima (locirani termoparovi) ostvarena je uz pomoć računara HP 35731B povezanog preko akvizicione jedinice HP 3421A. Merene vrednosti istovremeno su prikazane na terminalu i zapisivane na papiru preko štampača.

Univerzalna prototipska komora sušare sastoji se od sledećih funkcionalnih celina: toplovodni kotao, razmenjivač toplote - zagrejač vazduha, aksijalni ventilatori za strujanje vazduha, komora za sušenje i sistem za regulisanje temperature vazduha.

Konstrukcija sušare smeštena je na pokretnu vučenu šasiju sa točkovima. Zidovi su izrađeni od pocinkovanog lima sa izolacijom od poliuretana debljine 30 mm.

Za obavljene ogleda na prototipskoj sušari, merenje temperaturnih vrednosti je ostvareno istim računarskim sistemom kao i kod laboratorijske sušare (računara HP 35731B povezanog preko akvizicione jedinice HP 3421A).

Svi dobijeni rezulta merenja po eksperimentima su obrađeni statističkom metodom "analiza greške merenja".

## **REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA**

Ostvareni rezultati merenja tokom eksperimenata predstavljaju relevantne parametre kojima se definiše potrošnja toplotne i električne enrgije u procesu sušenja šljiva, pri različitim režimima za oba tehnička rešenja sušara. Značajno je nepomenuti da potrošnja energije kod laboratorijske instalacije za obe vrste voća je u vidu električne energije koja se jednostavno transformiše i dobija se potrošnja toplotne energije.

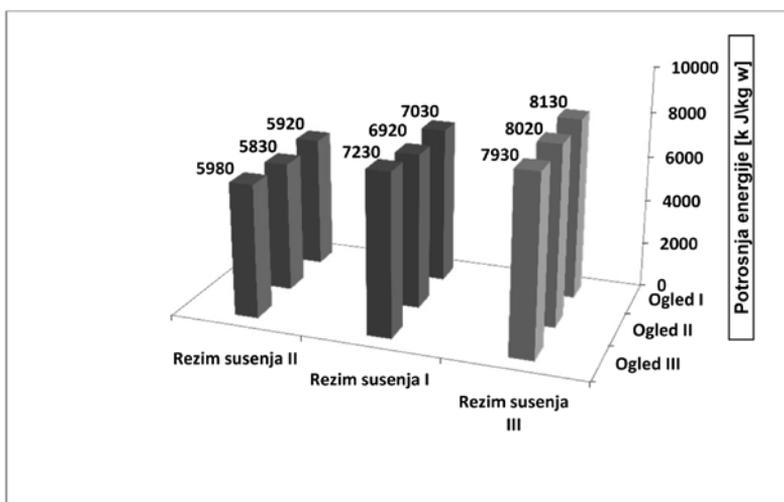
### **Specifična potrošnja toplotne energije**

Racionalnost i ukupni ekonomski efekat kao i osnovni parametar koji definiše proces sušenje, je ukupna utrošena energija. Uspešnost svake tehnologije sušenja je najmanji utrošak energije i ostvarivanje potrebnog kvaliteta sušenih proizvoda.

Potrošnja energije je najpre određivana posredno, merenjem utroška ogrevnog drveta u toplovodnom kotlu, kod prototipske sušare, a na laboratorijskoj potrošnja električne energije utvrđena je na osnovu sistematski registrovanog vremenskog uključivanja segmenata predgrejača i dogrejača vazduha poznate snage. Drugi način utroška enegije je utvrđivan "računski", na osnovu promene entalpije vazduha pri zagrevanju u razmenjivaču toplote, kod prototipske sušare, odnosno na električnim grejačima, na laboratorijskoj instalaciji.

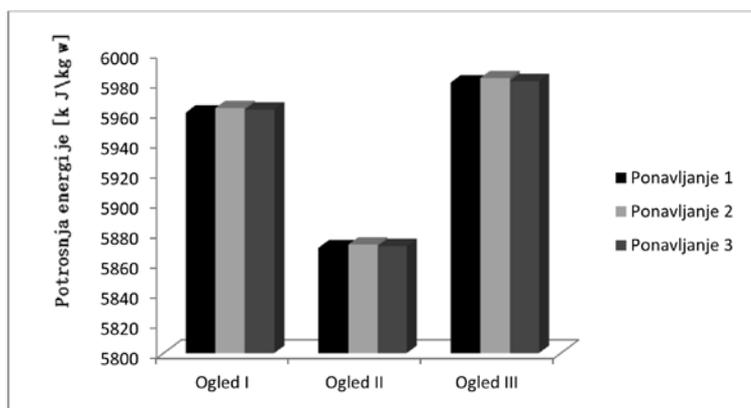
## Potrošnja toplotne energije pri sušenju šljiva

Na osnovu promene entalpije određena je specifična potrošnja korisne energije, vlažnog vazduha kod eksperimenta sa plodovima šljive. Za obe vrste sušara prikazana je grafički (slike 1 i 2). Posmatranjem histograma (slika 1) uočava se značajna razlika u utrošku energije u pojedinim režimima sušenja. Međutim, razlike između eksperimenata za isti režim su neznatne i mogu se objasniti nepostojanjem identičnih uslova za sve eksperimente kao i greškama merenja tokom eksperimenta



Sl. 1. Potrošnja toplotne energije pri sušenju šljiva na laboratoriskoj sušari određene preko entalpije vazduha

*Fig. 1. Energy consumption during plum drying by laboratory dryer specific enthalpy through the air*



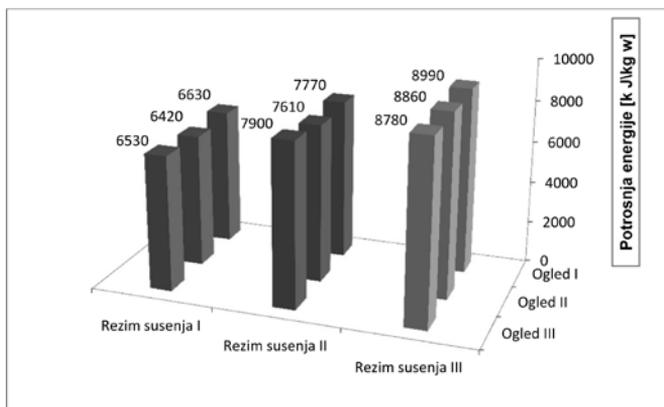
Sl. 2. Potrošnja toplotne energije pri sušenju šljive na prototipskoj sušari određena preko entalpije vazduha

*Fig. 2. Energy consumption during plum drying the prototypical dryer specific enthalpy through the air*

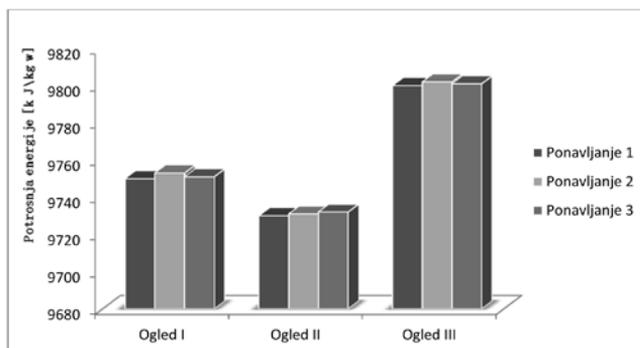
Nakon 16 časova sušenja, uporedna analiza eksperimenata prvog i drugog režima sušenja pokazuju da je utrošak energije približan i u proseku se kreće oko 6000 [kJ/kgw]. Analiza rezultata eksperimenata drugog i trećeg režima sušenja; oba procesa imaju isto trajanje, ali je potrošnja energije različita a razlika dostiže vrednosti i do 1200 [kJ/kgw], što se objašnjava činjenicom da su procesi sušenje ostvarivanom različitom dinamikom.

Specifična potrošnja energije, za eksperimente sa šljivom na prototipskoj sušari, određene na osnovu promene entalpije vazduha, prikazana je histogramom (sl.4), gde su uslovi približno isti drugom režimu sušenja, na laboratorijskoj sušari (sl. 3). Uпорednom analizom dijagrama uočava se razlika u utrošku energije, tako da je kod laboratorijske sušare, u proseku veća za oko 1000 [kJ/kg w].

Postojanje značajnih razlika specifične potrošnje toplotne energije za eksperimente kod različitih sušara pod približno istim uslovima se mogu objasniti činjenicom da je specifična potrošnja vazduha po kilogramu osušenih plodova kod laboratorijske sušare veća. Uzrok tome je svakako činjenica da je zapreminsko iskorišćenje komore za sušenje laboratorijske sušare znatno manje u odnosu na prototipsku tokom obavljanja eksperimenta.



Sl. 3. Stvarna potrošnja energije pri sušenju plodova šljive na laboratorijskoj sušari  
 Fig. 3. The actual energy consumption in the drying plum the laboratory dryer



Sl. 4. Stvarna potrošnja energije pri sušenju plodova šljive na prototipskoj sušari  
 Fig. 4. The actual energy consumption in the drying plum the prototypical dryer

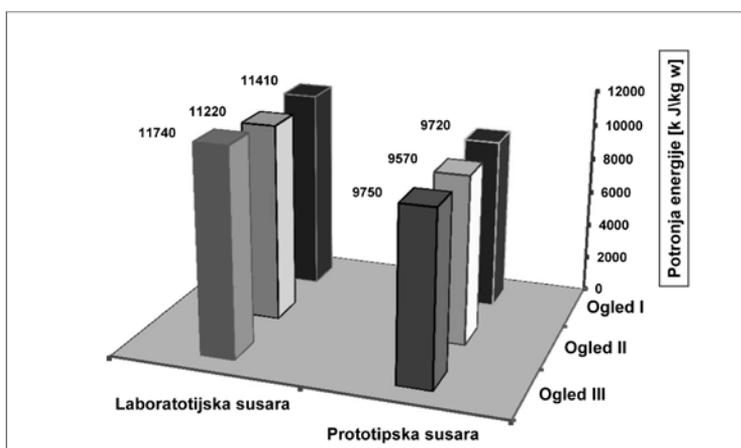
Rezultata prikazanim na slici 5 i 6 pokazuju da je kod laboratorijske sušare “stvarna” potrošnja energije, određena utroškom električne energije za zagrevanje vazduha, u odnosu na utrošak utvrđen preko entalpije vazduha za oko 10% veća. To se može objasniti činjenicom da je toplotna izolacija laboratorijske sušare, i pored kvalitetnog montiranja izolacionih obloga, ne sprečava u potpunosti toplotne gubitke o kojim se mora voditi računa prilikom utvrđivanja toplotnog bilansa.

Pri sušenju plodova šljive na prototipskoj sušari, eksperimentalno je utvrđena da potrošnja energije za pogon toplovodnog kotla se kretala i do 10000 [kJ/kg w]. Polazeći od činjenice da je toplotna moć drveta od 12000 [kJ/kg], može se zaključiti da postoje značajni gubici pri transformaciji i prenosu energije u uređajima za pripremu tople vode komorne sušare. Zatim, na povećanje ukupnih gubitaka u sušari uticala je nedovoljna izolacija poda i spojevi vrata komore za sušenje koji su posledica tehničkih nedostataka sišare.

### Potrošnja toplotne energije pri sušenju kajsije

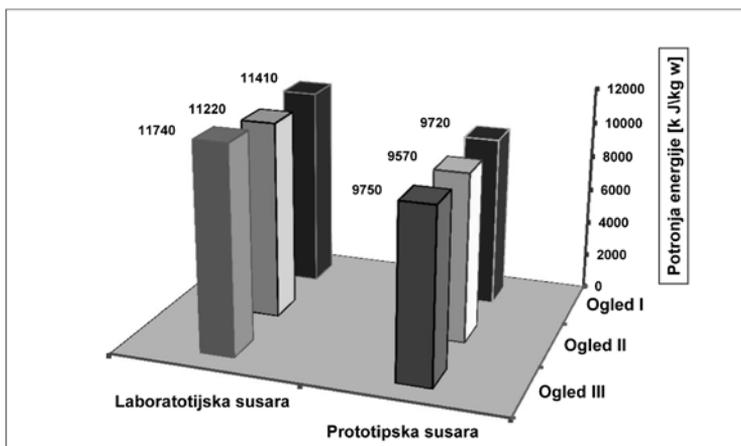
Razlike u procesima sušenja kajsije u odnosu na sušenje šljive se javljaju zbog različitih termofizičkih osobina i oblika sušenog materijala, nasipnoj masi, razlike u ostvarivanju relevantnog režima eksperimenata, dužine trajanja procesa i dr. Sve to utiče da potrošnja energije pri sušenju kajsije se razlikuje od potrošnje pri sušenju šljiva. Potrošnja energije dobijene na osnovu određivanja entalpije vazduha kod laboratorijske i prototipske sušare, pri sušenju kajsije prikazana je pomoću histograma (sl. 5).

Veća specifična potrošnja toplotne energije (sl. 6) pri sušenju na laboratorijskoj instalaciji u odnosu na komornu sušaru se objašnjava većom specifičnom potrošnjom vazduha. Veća potrošnja vazduha kod laboratorijske sušare je uslovljena prevashodno manjim stepenom iskorišćenja zapremine komore za sušenje i nešto većom brzinom njegovog protoka kroz komoru za sušenje.



Sl. 5. Potrošnja energije pri sušenju kajsija na oba tipa sušara definisane entalpijom vazduha za sušenje

Fig. 5. Energy consumption in the drying apricots on both types of dryers defined by the enthalpy of air for drying



Sl. 6. Stvarna potrošnja energije pri sušenju kajsija na laboratorijskoj i prototipskoj sušari  
 Fig. 6. The actual energy consumption in the drying apricots laboratory and prototypical dryer

Dobijeni rezultati o specifičnoj potrošnji energije ukazuju da utrošak u procesu sušenja kajsija u odnosu na sušenje šljive je znatno veća. Uzrok tome je pre svega, termofizičke osobina plodova kajsije kao materijala. Pored toga u postupku pripreme plodova kajsija za sušenje, raspređuju se na površini lese sa manjom nasipnom gustoćom (tanji sloj) čime se dobija manje maseno opterećenje jedinične površine lesa odnosno površine za sušenje.

Eksperimenti ostvareni približno istim režimima pokazuju da odnos specifične potrošnje energije sušenja kajsija i šljiva, se kreće oko vrednosti 1,6. Prema literaturnim podacima ti odnosi se kreću i do 2,9 puta. Najveći uticaj na to ima režim sušenja, vrednost krajnje vlage sušenih materijala i trajanje procesa sušenja.

## ZAKLJUČAK

Teorijska saznanja i praktična iskustva stečena tokom obavljenih eksperimentalnih ispitivanja ostvaren na dva različita tehnička sistema koja su specifični po svojoj koncepciji i načinu funkcionisanja, kao i korišćenju dve vrste plodova upućuju na nedvosmislene zaključke. Zaključcima se može konstatovati da:

- Termofizičke osobine i biološka svojstva plodova voća imaju presudni uticaj na definisanje procese sušenja kao i vreme njegovog trajanja.
- Parametri tehnološkog procesa sušenja definišu potrebne tehničke parametre sistema kojima se obavlja sušenje.
- Vremensko trajanje i režimi sušenja kojima se definiše dinamika procesa dehidracije su presudna za energetski bilans celog tehničkog sistema.
- Kvalitet i postupci pripreme plodova za sušenje ima značajan uticaj, pored kvaliteta i na potrošnju energije.
- Plodovi kajsije zahtevaju delikatu pripremu koja podrazumeva odgovarajući hemijski tretman. Za njihovo sušenje ostvaruje se veća specifična potrošnja energije.

- Komore objekata za sušenje pored dobrih termičkih svojstava u pogledu izolacije treba da imaju što veći stepen iskorešćenosti prostora.
- bi se istovremeno obezbedila racionalna potrošnja energije i kvalitet osušenih plodova, neophodna je adekvatna usklađenost odnosa između temperature agensa sušenja i vremena trajanja procesa.

## LITERATURA

[1] Antonijević, D., Voronjec, D. 1992. Kretanje vlaga unutar materijala tokom procesa sušenja sa konduktivnim dovodenjem toplote, "Procesna tehnika", Beograd, br. 2 - 3, st. 318-321,

[2] Bogner, M., Vasiljević, B. 1986. Osnovi teorije i tehnike sušenja, Procesna tehnika 2 i 3, 77-85 i 69-78.

[3] Bu-Xuan Wang. 1987. Heat transfer Science and Technology, Hem. Pub. Cop., Washington,.

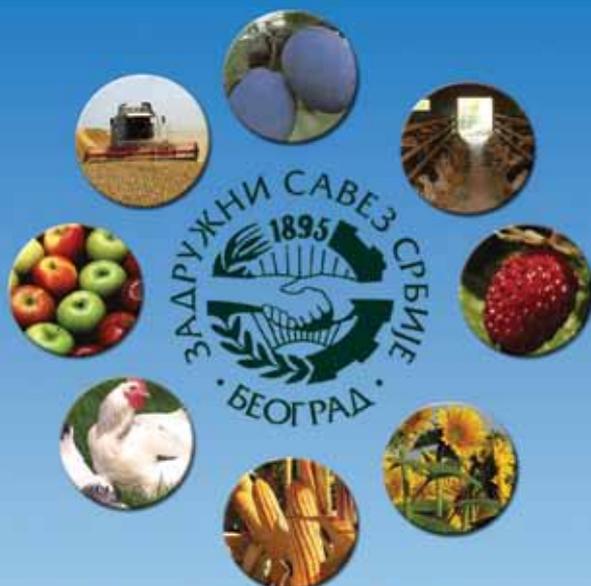
[4] Marković, V. 1995. Tehnologija sušenja, prerada i pakovanje suvih šljiva, Beograd.

[5] Živković, M. 1998. Određivanje optimalnih parametara tehničko-tehnoloških sistema za sušenje koštičavog voća, Doktorska disertacija, Beograd.

[6] Живковић, М., Коси, Ф. 2005. *Кинетика сушења коштичавог воћа*, IX DPT, Актуелни проблеми механизације пољопривреде, Пољопривредна техника, година XXX, број 3, стр. 71-79.

[7] **Živković, M.**, Zarić, V., Radojević, R. 2006. Analiza ekonomskih efekata sušenja voća korišćenjem različitih tehničkih rešenja, ПТЕП, часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди, Вол. 10; 1-2, Novi Sad, str. 26 - 28

[8] Živković, M., Ećim-Đurić, Olivera, Topisirović, G. 2011. Numerička simulacija matematičkog modela sušenja šljive. Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 37, br. 3., Novi Sad, p.p. 235 - 244.



**Задружни савез Србије**  
 је национална асоцијација земљорадничких задруга,  
 основана далеке 1895. године -  
 члан и оснивач Међународног задружног савеза (ИСА).

#### **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 цомпине која преостане после престанка рада задруга и задружних савеза;
- ❖ обавља друге послове од интереса и значаја за рад оснивача.

#### **ЗАДРУЖНИ САВЕЗ СРБИЈЕ**

[www.zs.rs/zs.rs/](http://www.zs.rs/zs.rs/)

Председник: НИКОЛА МИХАИЛОВИЋ

Тел/факс: +381 11 3821 002, +381 11 3821 047

Матични број: 100156150

ПИБ: 100156150 МАТИЧНИ БРОЈ: 07019207

ТЕКУЋИ РАЧУН: 205-2566-33, Комерцијална банка Београд

Centar za reprodukciju i osemenjavanje “Krnjača”



STOČARSKO VETERINARSKI CENTAR

# KRNJAČA

65 godina  
POVERLJIVA

Pančevački put 105, Krnjača, Beograd  
+381 11 27 11 292  
+381 11 27 48 183  
mail: [svckrnjaca@gmail.com](mailto:svckrnjaca@gmail.com)



# Inter Agrar

Inter-Agrar Srb d.o.o.

Međunarodni put 165, Čenej, ☎ 021/714-366

[www.inter-agrar.com](http://www.inter-agrar.com)

 Inter Agrar

Srem: 062 782 208

Severni Banat: 062 782 288

Južni Banat: 063 589 772

Bačka: 062 782 272

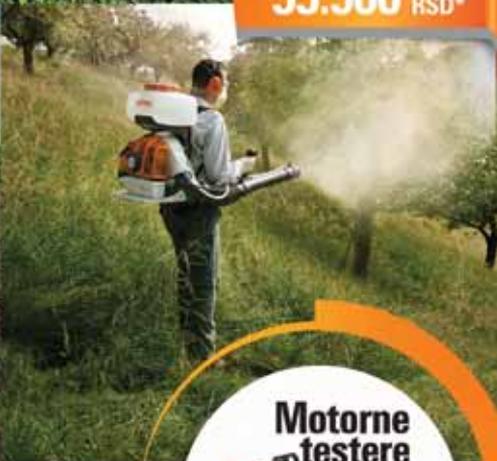




Trimer već od  
**17.100 RSD\***



Freza već od  
**103.930 RSD\***



Atomizer već od  
**55.900 RSD\***

### STIHL – spoj tradicije i revolucionarnih ideja

Veliki vizionar Andreas Stihl je davne 1926. godine osmislio prvu motornu testeru i kreirao jedan od najpoznatijih svjetskih brendova - STIHL.

90 godina predanog rada obeležene su tehnološkim inovacijama i revolucionarnim idejama u razvoju preko 15 proizvodnih grupa koje STIHL danas ima u ponudi.

Ideja o tome kako olakšati ljudima rad u prirodi razvila se zajedno sa njihovim potrebama i danas u STIHL asortimanu

možete naći veliki broj motornih testera za različitu primenu, trimera za travu, atomizere, ali i VIKING - premium baštenski program koji čine kosačice, freza, ustrinjivači lišća.

STIHL je pre 4 godine počeo sa radom u Srbiji i Crnoj Gori sa ciljem da približi vrhunski asortiman proizvoda i obezbedi najkvalitetniju servisnu uslugu usklađenu sa potrebama domaćeg korisnika kroz mrežu od preko 160 ovlašćenih specijalizovanih prodavaca i serviseru.



Motorne  
testere

već od  
**19.999 RSD\***

\*Neobavezujuća preporučena maloprodajna cena.

**Budi profesionalca u tebi**

**STIHL®**



**VÄDERSTAD**

# MASFERG AGRO

mehanzacija

[www.mfagro.co.rs](http://www.mfagro.co.rs)

Tel: 021 400-525, 069 10-10-700, 063 10-10-700  
 Bulevar Slobodana Jovanovića 4, 21000 Novi Sad  
 Email: [office@mfagro.co.rs](mailto:office@mfagro.co.rs)



*Challenger*

**Unifeed** DIVISION



SAMPRO ROSENLEW



[www.tehnocontrol.co.rs](http://www.tehnocontrol.co.rs)

**TEHNOCONTROL**

SRBIJA, 21000 Novi Sad, Ilije Birčanina 25  
021/6310-333, 069/33-56-846, E-mail: [tehnocontrol@sbb.rs](mailto:tehnocontrol@sbb.rs)



**TEHNIČKI PREGLED PRSKALICA I ATOMIZERA!**

Generalni zastupnik, prodavac i ovlašćeni serviser

**aams-salvarani**

mernih uređaja za ispitivanje mašina za zaštitu bilja

- ISPITIVANJE U SKLADU SA EVROPSKIM STANDARDOM EN13790
- KONTROLA MANOMETARA
- KONTROLA PUMPE
- KONTROLA RASPRSKIVAČA
- KONTROLA RAVNOMERNOSTI RADA I RASPODELE TEČNOSTI NA PRSKALICI
- PRODAJA MERNIH UREĐAJA



REZERVNI DELOVI ZA PRSKALICE: DIZNE, SITA, NOSAČI, MEMBRANE, MANOMETRI...

**TeeJet**  
TECHNOLOGIES



**PRODAJA REZERVNIH DELOVA I ULJA ZA TRAKTORE, KOMBAJNE I OSTALE POLJOPRIVREDNE MAŠINE**

John Deere, Claas, Case, NH

  
COMMA ULJA I MAZIVA





**ITN**  
GROUP

Savremena dostignuća i  
inovativne mašine za  
vrhunske rezultate u poljoprivredi



**KRONE** **MANITOU** **KONGSKILDE** **GRIMME**  
**GOLDONI** **JOSKIN** **BOURGOIN** **PMC Harvesters** **Ag Leader** **B.L.** **HARDI**  
Technology

ITN GROUP Beograd, Dubrovačka 22, Zemun; tel: +381 11 4414900; [www.itn.rs](http://www.itn.rs) e-mail: [agrotech@itn.rs](mailto:agrotech@itn.rs)

# Kubota

For Earth, For Life



## 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)



AGROGLOBE DOO  
KONTAKT TELEFON  
021 2155926 · 064 871 3457



# AGROTV

126. kanal mts TV



Agro TV je prvi specijalizovani televizijski kanal posvećen poljoprivredi, ali i svima koji vole prirodu i poštuju pravila zdravog života. Osnovan je sa idejom da se na dnevnom nivou gledaocima pruže aktuelne, korisne i pouzdane informacije o agraru i životnoj sredini. Program AgroTV sadrži više od dvadeset različitih formata koji uz dnevno aktuelne informacije o poljoprivredi, na zanimljiv način prikazuju život na selu, i uz učešće eminentnih stručnjaka obrađuju teme iz različitih oblasti poljoprivrede. Počeli smo sa emitovanjem 04.05.2016., u okviru mts TV servisa Telekoma Srbije, sa bazom od 400.000 korisnika i tendencijom rasta. Naša misija je da gledaocima pružimo informacije koje mogu koristiti u svakodnevnom životu i poslu. Angažovanjem profesionalnih, kreativnih i preduzimljivih ljudi, želimo da damo doprinos razvoju agrara u Srbiji i unapređenju kvaliteta života svih njenih građana, onih koji žive od poljoprivrede, i onih koji se slažu sa idejom vodiljom Agro Tv - U poljoprivredi je budućnost!

Naša vizija je da postanemo lideri u informisanju o poljoprivredi i životnoj sredini u zemlji i regionu. Uz to, naša televizija je mesto okupljanja i plasiranja zdravih i korisnih ideja, koje će doprineti da Srbija postane bolje mesto za život.

U svetlu toga, želja nam je da ostvarimo saradnju sa stručnim licima i kompanijama iz ove oblasti, koje imaju istu viziju budućnosti agrara kao i mi. Ukoliko prepoznajete zajedničku ideju, možete nam se obratiti putem e-maila na [agrotv@agrotv.net](mailto:agrotv@agrotv.net). Otvoreni smo za sve vaše predloge i vidove saradnje.

**AGROTV** - jedini kanal posvećen poljoprivredi 365 dana u godini!

**Vreme je za podrivanje**

**МИТРАШИНОВИЋ**

**Mitrašinović doo**

**Šalinačka 3b, 11300 Smederevo, Srbija**

**Email: [office@mitrasinovic.com](mailto:office@mitrasinovic.com)**

**Web adresa: [www.mitrasinovic.com](http://www.mitrasinovic.com)**

**Telefon +381(0)26 672 818**

**Fax +381(0)26 672 819**

**Dubina obrade 40 - 80 cm**

**Efikasno rastresanje zemljišta**

**Konstruisano za najteže uslove rada**

**ISO 9001:2008**

**ISO 14001:2004**

**OHSAS 18001:2008**

