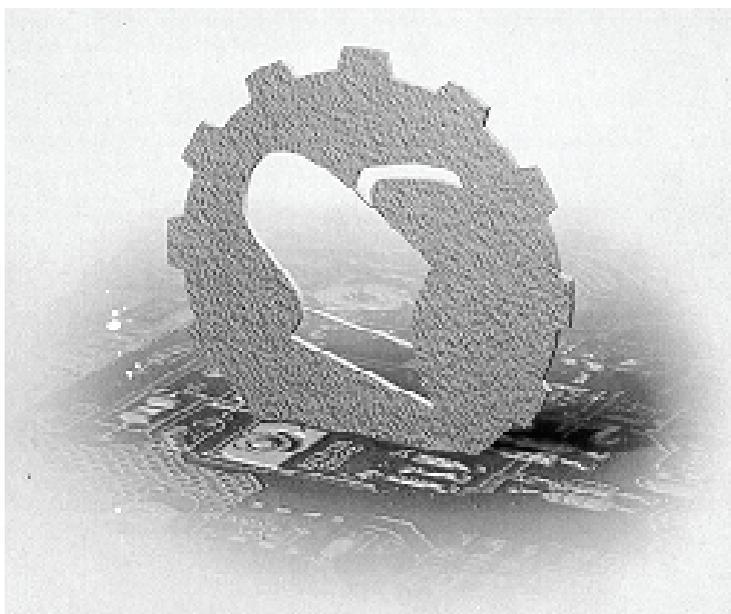


ISSN 0554-5587  
UDK 631 (059)

# ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXXV, Број 4, децембар 2010.

### **Издавач (Publisher)**

Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, Институт за пољопривредну технику, 11080 Београд-Земун, Немањина 6, п. факс 127, тел. (011)2194-606, 2199-621, факс: 3163-317, 2193-659, e-mail: [pteditor@agrif.bg.ac.rs](mailto:pteditor@agrif.bg.ac.rs), жиро рачун: 840-1872666-79.

### **За издавача**

Небојша Ралевић

### **Главни и одговорни уредник (Editor-in-Chief)**

Горан Тописировић, Пољопривредни факултет, Београд

### **Техничка припрема штампе (Technical Preparation for Printing)**

Иван Спасојевић, Пољопривредни факултет, Београд

### **Инострани уредници (International Editors)**

Schulze Lammers Peter, Institut fur Landtechnik, Universitat, Bonn, Germany  
Fekete Andras, Faculty of Food Science, SzIE University, Budapest, Hungary  
Magó László, Hungarian Institute of Agricultural Engineering Gödollo, Hungary  
Ros Victor, Technical University of Cluj-Napoca, Romania  
Sindir Kamil Okyay, Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova - Izmir, Turkey  
Vougioukas Stavros, Aristotle University of Thessaloniki

Mihailov Nicolay, University of Rousse, Faculty of Electrical Engineering, Bulgaria  
Silvio Košutić, Faculty of Agriculture University of Zagreb, Croatia  
Škaljić Selim, Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredni fakultet, Bosna i Hercegovina  
Таневски Драги, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Земјоделски факултет, Скопје, Македонија  
Димитровски Зоран, Универзитет "Гоце Делчев", Земјоделски факултет, Штип, Македонија

### **Уредници (Editors)**

Марија Тодоровић, Пољопривредни факултет, Београд  
Анђелко Бајкин, Пољопривредни факултет, Нови Сад  
Мићо Ољача, Пољопривредни факултет, Београд  
Милан Мартинов, Факултет техничких наука, Нови Сад  
Душан Радивојевић, Пољопривредни факултет, Београд  
Раде Радојевић, Пољопривредни факултет, Београд  
Мирко Урошевић, Пољопривредни факултет, Београд  
Стева Божић, Пољопривредни факултет, Београд  
Драгиша Раичевић, Пољопривредни факултет, Београд  
Ђуро Ерцеговић, Пољопривредни факултет, Београд

Ђукан Вукић, Пољопривредни факултет, Београд  
Милован Живковић, Пољопривредни факултет, Београд  
Драган Петровић, Пољопривредни факултет, Београд  
Горан Тописировић, Пољопривредни факултет, Београд  
Зоран Милеуснић, Пољопривредни факултет, Београд  
Милан Вељић, Машински факултет, Београд  
Драган Марковић, Машински факултет, Београд  
Саша Бараћ, Пољопривредни факултет, Приштина  
Небојша Станимировић, Пољопривредни факултет, Зубин поток  
Предраг Петровић, Институт "Кирило Савић", Београд  
Драган Милутиновић, ИМТ, Београд

### **Савет часописа (Editorial Advisory Board)**

Јоцо Мићић, Властимир Новаковић, Марија Тодоровић, Ратко Николић, Милош Тешић, Божидар Јачинац, Драгољуб Обрадовић, Драган Рудић, Милан Тошић, Петар Ненић

**Штампа (Printing)** "Академска издања" – Земун

**ПОЪОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА**

AGRICULTURAL ENGINEERING



# ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

AGRICULTURAL ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ

Часопис **ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА** број 1 (2, 3, 4)  
посвећен је XIV научном скупу

## **АКТУЕЛНИ ПРОБЛЕМИ МЕХАНИЗАЦИЈЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ 2010.**

### **Програмски одбор - Program board**

Проф. др Душан Радивојевић, председник  
Проф. др Мићо Ољача  
Проф. др Стева Божић  
Проф. др Ђуро Ерцеговић  
Проф. др Ђукан Вукић  
Проф. др Мирко Урошевић  
Проф. др Драган Петровић  
Проф. др Раде Радојевић  
Проф. др Милован Живковић  
Проф. др Горан Тописировић  
Доц. др Зоран Милеуснић  
Мр Марјан Доленшек

### **Организатори скупа - Organizers of meeting**

Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику, Београд  
Друштво за пољопривредну технику Србије, Београд

### **Покровитељи скупа - Donors and support**

Министарство за науку и техниолошки развој Републике Србије  
Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду Републике Србије

### **Донатори - Donors**

Привредна комора Србије  
ИМЛЕК а.д. – Београд  
GEA WestfaliaSurge Serbia d.o.o.- Београд  
Алмекс – Панчево  
Милуровић Комерц – Угриновци

### **Место одржавања - Place of meeting**

Пољопривредни факултет, Београд, **10.12.2010.**

### **Штампање ове публикације помогло је:**

Министарство за науку и техниолошки развој Републике Србије

## ***РЕЧ УРЕДНИКА***

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, у својој мисији, односно, доприносу информацији и афирмацији области механизације пољопривреде, у укупном тиражу од четири броја 2010. године приказује радове који ће бити саопштени на скупу "Дан пољопривредне технике" 10.12.2010. године на Пољопривредном факултету у Београду - Земуну.

Укупни обим часописа обухвата 45 радова из области пољопривредне технике, који се могу груписати по тематским областима од генералног развоја, информационих технологија, погонских јединица, обраде земљишта, сетве и неге гајених биљака, убирања и транспорта, као и интензивног гајења и обновљивих извора енергије. Неравномерност у структури заступљености појединих тема може имати исходиште у смислу сугерисања тематских скупова у наредном периоду, пре свега када се имају у виду актуелни моменти у стварању пословног амбијента у пољопривреди сходно процесима европских интеграција, међународних споразума и значајних извозних могућности наше пољопривредне производње. Овоме свакако треба додати неопходност истицања тема од националног значаја, пре свега када је у питању: пословање водним ресурсима, механизација сточарске производње и развој и примена технолошко-техничких система складишно дистрибутивних центара као генералног доприноса организацији малих пољопривредних произвођача, тржишно атрактивних сировина и при томе стварању амбијента већег степена финализације примарне производње. У наредном периоду истраживачи би требали да се оријентишу и на афирмацију обновљивих извора енергије базираних на могућностима остваривим у примарној пољопривредној производњи. У том смислу било би веома корисно објединити и усмерити истраживачке иницијативе свих релевантних институција наше земље.

Поред тога, наглашава се значајно учешће аутора из иностранства у доприносу размене информација на међународном нивоу.

Посебно се истиче чињеница да је значајан број радова резултат научно-истраживачких пројеката финансираних од стране Владе Републике Србије у категорији националних, технолошких и иновационих пројеката.

Захваљујући се ауторима радова, мора се нагласити да се у наредном периоду, обзиром на наведено, очекују шири и разноврснији садржаји доприноса стручњака пољопривредне технике, у реализацији мисије часописа и афирмацији струке.

*Проф. др Горан Тописировић*





## *In memoriam*

**Prof. dr Milan Đević**

**1956 - 2010**

Dana 6.3.2010. godine preminuo je dr Milan Đević, redovni profesor Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu. Generacije studenata će ga pamtiti kao izuzetnog pedagoga, uvek spremnog da sasluša, razume, pomogne i podrži. Kolege i prijatelji, u zemlji i inostranstvu, družili su se i saradivali sa predanim naučnim radnikom, neprestano nadahnutim novim idejama i neizmerno posvećenim svom poslu.

Milan Đević rođen je u Zemunu, gde je završio osnovnu školu i gimnaziju, a 1974. se upisao na Odsek za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta, gde je diplomirao 1978. Magistarski rad odbranio je 1985., a doktorsku disertaciju 1992. godine.

Od zaposlenja na Poljoprivrednom fakultetu 1980., samostalno i kao koautor objavio je preko 200 naučnih radova. Koautor je i dva univerzitetska udžbenika. Izvodio je nastavu na svim nivoima studija na Odseku za poljoprivrednu tehniku, Odseku za melioracije zemljišta i Odseku za agroekonomiju. U periodu 2003-2006. bio je predavač na internacionalnim poslediplomskim studijama, pod pokroviteljstvom DAAD i Pakta za stabilnost jugoistočne Evrope. Učestvovao je u realizaciji mnogobrojnih domaćih i međunarodnih kurseva i letnjih škola, na temu mehanizacije biljne proizvodnje, energetske efikasnosti proizvodnih sistema i očuvanja prirodnih resursa.

Profesor Đević je svojim kolegama nesebično prenosio iskustva stečena na brojnim studijskim boravcima u Rusiji, Izraelu i Nemačkoj. Rukovodio je izradom 4 doktorska, 2 magistarska, 2 specijalistička i preko 40 diplomskih radova.

Profesor Đević bio je član Commission Internationale du Genie Rural (CIGR). Učestvovao je u formiranju Regionalnog udruženja inženjera poljoprivrede jugoistočne Evrope (AĖSEE). Recenzirao je četiri univerzitetska udžbenika i bio zvaničan recenzent međunarodnih časopisa Energy i CIGR e-Journal.

Učestvovao je u izradi 25 studija i 8 projekata, a sam rukovodio izradom 4 projekta tehnološkog razvoja MNTR. Predsedavao je Komisiji za standarde u oblasti mašina za poljoprivredu i šumarstvo. Bio je član uređivačkih odbora naučnih časopisa Agricultural Engineering, Savremena poljoprivredna tehnika i Glavni i udgovorni urednik našeg časopisa, Poljoprivredna tehnika.

U oblasti poljoprivrede, stručni i naučni doprinos profesora Milana Đevića ima neprocenljiv značaj. Njegov lik, delo, posvećenost, misija i filozofija života živeće kroz generacije studenata, kolega, saradnika i prijatelja.

Bila je čast, privilegija i zadovoljstvo poznavati profesora Đevića i raditi sa njim.

*Uredništvo i saradnici časopisa  
„Poljoprivredna tehnika“*



## SADRŽAJ

Vuković, A., Barać, S., Stanimirović, N. GUBICI PRILIKOM KOŠENJA LUCERKE SAMOHODNOM KOSAČICOM-GNJEČILICOM "FORTSCHRITT" E-302.....	1-4
Topisirović, G., Radojčić, D., Dražić, M. Mogućnosti poboljšanja efekata rada ventilacionog sistema u odeljenjima prasilište i odgajalište na farmi svinja "Farkaždin".....	5-16
Topisirović, G., Radojčić, D., Radivojević, D. Predlog poboljšanja ambijentalnih uslova u objektima za tov svinja na farmi „Vizelj“.....	17-25
Magó, L. Pregled potencijala čvrste biomase u poljoprivredi Mađarske.....	27-33
Magó, L., Topisirovic, G., Oljača, Snežana, Oljača, V.M. Potencijal čvrste biomase iz poljoprivrede u Mađarskoj i Srbiji.....	35-45
Petrović, Marija, Petrović, P., Mačvanin, N., Prokeš, B Biomasa iz poljoprivrede kao potencijalni izvor alternativnih goriva pogonskih agregata.....	47-62
Gligorijević, R., Jevtić, J., Borak, Đ Biogoriva - put ka smanjenju štetnih emisija i smanjenu potrošnje mineralnih goriva.....	63-69
Magó, L Troškovi mehanizacije proizvodnja šećernog sirka ( <i>Sorghum vulgare</i> <i>var. saccharatum</i> ) sa obzirom na mehanizovanost gazdinstva.....	71-79
Jablanović, D. Vesna Haotični model rasta stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna .....	81-85
Ivanović, S., Radivojević, D., Pajić, M. Procena vrednosti objekata za čuvanje stočne hrane.....	87-92
Todorović ,Z.S., Vasiljević, R. Zorica, Popović, P.N Ekonomske efekte primene mašina i oruđa za uređenje zemljišta po površini i dubini u proizvodnji pšenice.....	93-101





UDK: 621.2

## GUBICI PRILIKOM KOŠENJA LUCERKE SAMOHODNOM KOSAČICOM-GNJEČILICOM "FORTSCHRITT" E-302

Aleksandar Vuković, Saša Barać, Nebojša Stanimirović

*Poljoprivredni fakultet, Priština-Lešak*

**Sadržaj:** U radu su prikazani gubici koji su nastali prilikom košenja lucerke samohodnom kosačicom-gnječilicom "Fortschritt" E-302. Gubici koji su se javili prilikom ispitivanja, svrstani su u dve grupe, kao gubici usled povećane visine reza (iznad 6 cm), i kao gubici usled usitnjavanja (delovi biljke koje nije moguće zahvatiti radnim organima kosačice, te ostaju neiskorišćeni na parceli). Sabiranjem gubitaka usled visine reza i gubitaka usled usitnjavanja, dobijeni su ukupni gubici pri radu ispitivane kosačice. Određivanje gubitaka vršeno je u četiri probe. Rezultati ispitivanja nam pokazuju da su minimalni gubici usled visine reza iznosili 1,08 % od prinosa, pri brzini kretanja agregata od 4,90 km/h. Sa povećanjem brzine kretanja agregata uočava se tendencija laganog povećanja gubitaka do maksimalne vrednosti od 1,31 %, pri brzini kretanja od 9,52 km/h. Gubici usled usitnjavanja su se kretali od minimalnih 0,27 %, pri maksimalnoj brzini kretanja, do maksimalnih 0,36 % pri minimalnoj brzini kretanja agregata. Prosečni ukupni gubici iznosili su 1,52 % od prinosa, pri prosečnoj brzini kretanja agregata od 6,89 km/h.

**Ključne reči:** samohodna kosačica gnječilica, košenje, gubici, visina reza.

### UVOD

Prva tehnička operacija u okviru tehnologije pripreme stočne hrane je operacija košenja. Mora se obaviti u optimalnom agrotehničkom roku, kako bi se smanjio negativan uticaj spoljnih faktora. Pri spremanju sena lucerke nastoji se iskoristiti što više biološki prinos zelene mase, između ostalog u cilju smanjenja gubitaka. Da se ne bi oštetio boker, za lucerku se smatra da je optimalna visina reza od 6 do 8cm, tj., da ne bi smela da se kosi ispod 6cm.

Gubici koji se javljaju ogledaju se kao gubici usled nepotrebno visoke visine reza (preko 6cm kod lucerke), i kao gubici usled usitnjavanja pokošene mase, jer isitnjena masa pri manipulaciji sa senom ostaje na parceli. Ako se ima u vidu da najveću količinu isitnjene mase čine delovi lista u kojem se nalazi najveća količina hranljivih materija, to se posebna pažnja mora posvetiti ovoj vrsti gubitaka. Prema [4], kraći vremenski period

sušenja lucerke (do vlažnosti od 20 %), pokošene samohodnom kosačicom-gnječilicom koji je iznosio 28 sati, utiče na smanjenje gubitaka u otreslom lišću.

Na povećanje gubitaka utiče brzina kretanja kosačice. [3], pri ispitivanju samohodne kosačice-gnječilice navodi prosečnu brzinu kretanja od 5,35 km/h. Isti autor navodi da koeficijent iskorišćenja radnog zahvata prosečno iznosi 95,5 % od prinosa. Sa povećanjem brzine kretanja kosačice dolazi do povećanja gubitaka usled visine reza, a do smanjenja gubitaka koji se javljaju usled usitnjavanja. Prema [2], samohodna kosačica "Fortschritt", znatno je odstupala od optimalne visine reza. Odstupanje je iznosilo 9,47 cm, te je usled toga došlo do povećanja gubitaka mase lucerke usled visine reza, prosečno 1,63 % od prinosa. [1], pri ispitivanju samohodne kosačice-gnječilice navode brzinu kretanja kosačice u intervalu od 3,71 do 6,41 km/h.

## MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanja su obavljena pri košenju lucerke samohodnom kosačicom-gnječilicom "Fortschritt" E-302, na parceli sa prosečnim prinosom od 3,5 t/ha (bez navodnjavanja). Treba napomenuti da su na ovako nizak prinos uticali klimatski faktori (suša), kao i to da je u momentu košenja lucerka bila u fazi bokorenja.

Prinos zelene mase određen je na osnovu merenja mase lucerke sa jednog dužnog metra u širini otkosa, preračunato na hektar. Brzina kretanja kosačice određena je hronometrijskom metodom. Visina reza određena je na mestu utvrđivanja gubitaka, i to tako što je za svaku probu na odgovarajućoj površini merena visina svih strni. Na osnovu dobijenih parametara određen je prosek za svaku probu.

Gubici pri košenju mereni su sa površine od jednog dužnog metra otkosa, u širini radnog zahvata kosačice, na istom mestu gde je određena visina reza. Ukupni gubici su predstavljeni kao zbir gubitaka nastalih usled visine reza i gubitaka nastalih usled usitnjavanja. Određivanje gubitaka vršeno je u četiri probe.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Konstruktivni radni zahvat samohodne kosačice-gnječilice iznosi 4,27 m. Koeficijent iskorišćenja radnog zahvata u toku ispitivanja po probama, kretao se u intervalu od 0,92 do 0,98. Prosečna vrednost iznosila je 0,95 od konstruktivnog, (tabela 1). Uočava se tendencija smanjenja koeficijenta iskorišćavanja radnog zahvata sa povećanjem brzine kretanja kosačice.

Tab. 1. Ostvareni radni zahvat (m)

Tip kosačice	Radni zahvat	P r o b a				Prosek
		1	2	3	4	
Samohodna kosačica-gnječilica	Konstruktivni	4,27				
	Ostvareni	4,20	4,10	4,03	3,95	4,07
	$\beta$	0,98	0,96	0,94	0,92	0,95

$\beta$ - koeficijent iskorišćenja radnog zahvata.

Prosečna visina odsecanja stabljika iznosila je 7,92 cm, pri prosečnoj brzini kretanja samohodne kosačice od 6,89 km/h, (tabela 2). Najmanja visina odsecanja iznosila je 7,54 cm, a ostvarena je pri brzini kretanja od 4,90 km/h. Najveća visina odsecanja iznosila je 8,27 cm, pri brzini kretanja od 9,52 km/h.

Tab. 2. Visina odsecanja stabljika (cm)

Tip kosačice	Parametar	P r o b a				Prosek
		1	2	3	4	
Samohodna kosačica-gnječilica	Visina odsecanja(cm)	7,54	7,83	8,04	8,27	7,92
	Brzina kret. agregata(km/h)	4,90	6,14	7,00	9,52	6,89

Sa povećanjem brzine kretanja ispitivane kosačice uočava se tendencija laganog povećanja gubitaka usled visine reza, (tabela 3). Prosečno, gubici usled visine reza iznosili su 1,21 % od prinosa, a kretali su se po probama od 1,08 % do 1,31 % od prinosa. Kod gubitaka usled usitnjavanja uočava se trend smanjenja gubitaka sa povećanjem brzine kretanja kosačice. Prosečno, gubici usled usitnjavanja iznosili su 0,31 % od prinosa, a kretali su se u intervalu po probama od maksimalnih 0,36 % do minimalnih 0,27 % od prinosa. Ukupni gubici predstavljaju zbir prethodne dve vrste gubitaka. Pri ispitivanju samohodne kosačice prosečna vrednost ukupnih gubitaka iznosila je 1,52 % od prinosa. Ukupni gubici kretali su se u intervalu od minimalnih 1,44 % do maksimalnih 1,58 % od prinosa.

Tab. 3. Gubici pri radu, (% od prinosa)

Tip kosačice	Vrsta gubitaka	P r o b a				Prosek
		1	2	3	4	
Samohodna kosačica-gnječilica	Gvr	1,08	1,20	1,24	1,31	1,21
	Gus	0,36	0,32	0,30	0,27	0,31
	Gu	1,44	1,52	1,54	1,58	1,52

Gvr- gubici usled visine reza; Gus- gubici usled usitnjavanja; Gu- ukupni gubici;

## ZAKLJUČAK

Ako imamo u vidu da dozvoljena maksimalna vrednost gubitaka iznosi 5 % od prinosa, to rezultati ispitivanja samohodne kosačice-gnječilice pri košenju lucerke, pokazuju da je ista ostvarila optimalne i ujednačene gubitke pri radu, (prosečno 1,52 % od prinosa).

Što se ostalih ispitivanih parametara tiče, može se zaključiti da je ispitivana kosačica ostvarila visok koeficijent iskorišćenja radnog zahvata od 0,95 od konstruktivnog. Ostvarena je nešto veća prosečna visina reza od 7,92 cm, ali je ona u okviru optimalne vrednosti od 6 do 8 cm koja se preporučuje za košenje lucerke. Zahvaljujući gnječiličkom uređaju, period sušenja pokošene mase na parceli bio je znatno kraći, što je imalo uticaja na hranljivu vrednost sena u pozitivnom smislu.

## LITERATURA

- [1] Koprivica, R., Stanimirović, N.: Rezultati ispitivanja samohodne kosačice "Fortschritt" E301. Revija agronomska saznanja, 6,1, 25-27, Novi Sad, 1996.
- [2] Potkonjak, V.: Iznalaženje najpogodnijih tehničko-tehnoloških rešenja za spremanje i manipulaciju senom, Izveštaj o radu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1986.
- [3] Tanevski, D.: Proučavanje na radobitne efekte i potrošivačkata na Energija na linijata mašini za pribiranje, transport i podgotovanju Na kabasta hrana za goveda. Doktorska disertacija, Skoplje, 1990.
- [4] Vuković, A., Stanimirović, N., Barać, S.: The influence of different type of mowers on alfalfa drying speed, XII International Symposium on Forage Crops of Republic of Serbia, Biotechnology in animal husbandry, book 2, vol. 26, 561-567, Belgrade, 2010.

### LOSSES IN ALFALFA MOWING PROCESS PERFORMED BY SELF-PROPELLED MOWER AND HAY CRUSHER "FORTSCHRITT" E 302

**Aleksandar Vuković, Saša Barać, Nebojša Stanimirović**

*Faculty of Agriculture, Priština-Lešak*

**Abstract:** This paper shows the losses created during alfalfa mowing process performed by self-propelled and hay crusher "Fortschritt" E 302. The losses detected during research process have been divided into two groups: losses caused by increased incision height (over 6 cm), and losses caused by crushing. The total losses made during mowing by the tested mower were calculated by adding the incision height losses and crushing losses. The research results indicate that the minimal losses caused by the incision height are 1,08 % of yields, at the aggregate mowing speed of 4,90 km/h. Aggregate mowing speed increase tend to slightly increase the losses up to maximum values of 1,31 % at the mowing speed of 9,52 km/h. The crunching losses ranged from minimal 0,27 % at the minimal aggregate mowing speed. The average total losses were 1,52 % of yields at the average aggregate mowing speed of 6,89 km/h.

**Key words:** *self-propelled mower and hay crusher, mowing, losses, incision height.*



UDK: 621.36

## MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA EFEKATA RADA VENTILACIONOG SISTEMA U ODELJENJIMA PRASILIŠTE I ODGAJALIŠTE NA FARMI SVINJA “FARKAŽDIN”

Goran Topisirović, Dušan Radojičić, Milan Dražić

*Poljoprivredni fakultet Beograd – Zemun*

**Sadržaj:** U radu je prikazana analiza rada ventilacionih sistema u odeljenjima prasilišta i odgajališta. Ova odeljenja karakteristična su po tome što se u njima drže najosetljivije kategorije u svinjarskoj proizvodnji. Upravo stoga, ovim odeljenjima treba posvetiti pažnju, i ukoliko postoje mogućnosti i opravdanost uvođenja dodatnih uređaja i adaptacije objekata, iste treba razmotriti i uvesti u praksu. Cilj rada je da se na osnovu analize postojećeg stanja, veličine odeljenja i rasporeda bokseva, kao i rasporeda i broja ventilatora, formira predlog poboljšanja mikroklimatskih parametara u odeljenjima. Postojeće stanje mikroklimatske sredine snimano je u zoni disanja životinja, u 12 mernih tačaka, pri čemu se vodilo računa da se obuhvati zona uticaja ventilatora, kao i delovi odeljenja gde je njihov efekat manje izražen. Analiza postojećeg stanja mikroklimatske sredine otkrila je da su efekti rada postojećih sistema ventilacije nedovoljni. Pogotovo je slab efekat iznošenja gasovitih produkata i čestica prašine. Uz analizu, na osnovu uočenih problema, dati su i predlozi za prevazilaženje postojećih problema. Predložena rešenja podrazumevaju ugradnju dodatne ventilacione opreme. Kombinovanjem efekata rada postojeće opreme, sa dodatnom opremom, a pogotovo širokim mogućnostima njene regulacije, može se očekivati značajno poboljšanje postojećeg stanja.

**Ključne reči:** *prasad, prasilište, odgajalište, ventilacija objekta, mikroklima objekta*

### 1. UVOD

Zadatak ventilacionih sistema u objektima stočarske proizvodnje je da formiraju optimalne mikroklimatske uslove unutar objekata. Samo se u optimalnim uslovima ambijenta mogu očekivati vrhunski rezultati proizvodnje. Poremećaj mikroklimatske sredine, pa i samo jednog mikroklimatskog parametra, može dovesti do promena u metabolizmu životinja (ubrzano disanje, drhtanje, slabije konzumiranje hrane, lošiji proizvodni rezultati) ali i do ozbiljnih zdravstvenih problema. Dugotrajna izloženost nepovoljnim mikroklimatskim parametrima, a pogotovo njihovim ekstremnim vrednostima može imati i kobne posledice po organizam životinja.

U radu su posmatrana odeljenja prasilišta i odgajivališta. Karakteristično za ova odeljenja je da su u njima smeštene najostljivije kategorije svinja. Upravo zbog toga je potrebno razmotriti mogućnosti poboljšanja efekata rada ventilacionog sistema. Samo u dobro provetrenim objektima mogu se očekivati dobri rezultati odgoja prasadi, sa krajnjim ciljem dobijanja zdrave i napredne prasadi, spremne za dalji tov i eventualno dalju reprodukciju.

Cilj rada je da se, na osnovu detaljne analize postojećeg stanja, veličine odeljenja i rasporeda boksova, rasporeda i broja ventilatora, formira predlog poboljšanja mikroklimatskih parametara u odeljenjima. Razmatrano je više potencijalnih rešenja poboljšanja efekata rada ventilacionog sistema. Preporučena rešenja treba da u velikoj meri odgovore postavljenim ciljevima, bez velikih izmena na samim objektima.

## 2. MATERIJAL I METOD

U radu su analizirani efekti rada postojećih ventilacionih sistema u odeljenjima prasilišta i odgajališta na farmi svinja „Farkaždin“. Na ovoj farmi zastupljeni su objekti tzv. tunelskog tipa. Za ovakve objekte je karakteristično da se odeljenja u kojima se odvija proizvodnja nastavljaju jedno na drugo u nizu.

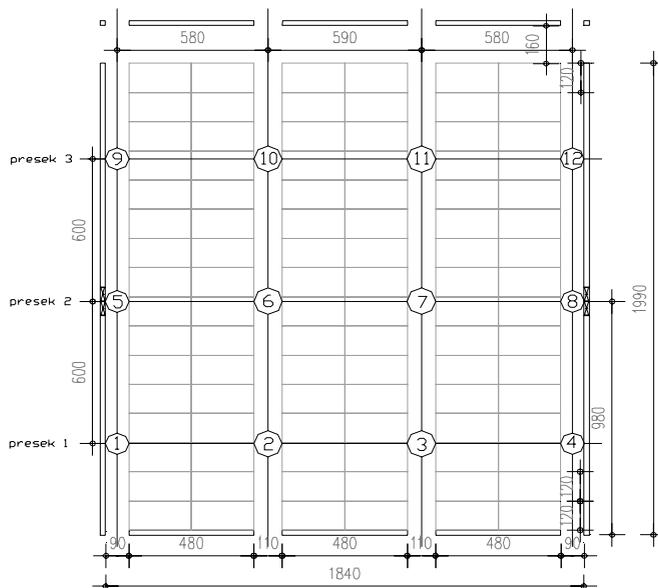
Kao prva aktivnost predviđeno je kompletno merenje mikroklimatskih parametara u posmatranim odeljenjima sa ciljem da se utvrdi postojeće stanje. Ova ispitivanja sprovedena su u dva navrata, u letnjem i u zimskom period godine. U okviru ovih istraživanja ispitivani su sledeći parametri:

- Temperatura vazduha
- Vlažnost vazduha
- Brzina strujanja vazduha
- Sadržaj štetnih gasova
- Koncentracija prašine

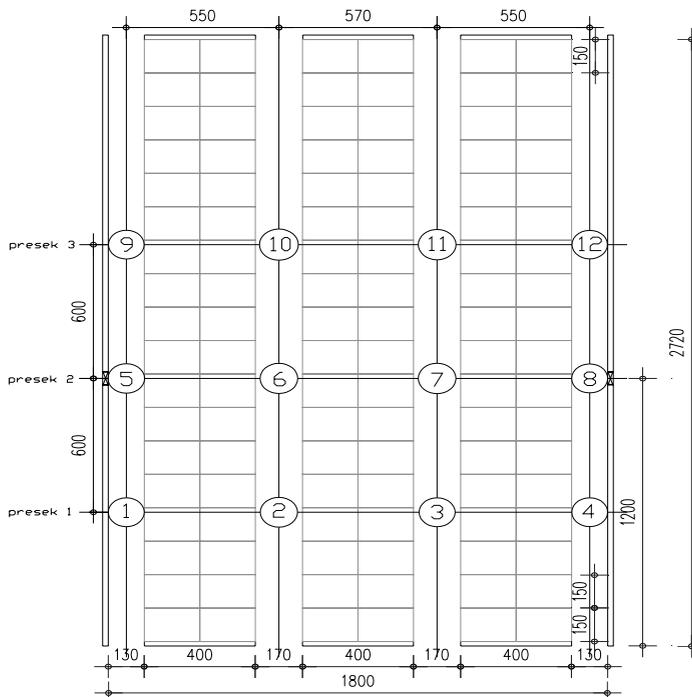
Plan oglada podrazumevao je da su u oba odeljenja, pre izvođenja samih merenja, izmerene sve dimenzije i izrađeni detaljni crteži prostorija, građevinskih elemenata, ugrađene opreme i uređaja. Na osnovu ovih dimenzija i položaja ventilatora, prozora, boksova, hodnika i ostalih elemenata, određene su karakteristične tačke u kojima su obavljena merenja. Sve merne tačke se nalaze na 50 cm iznad poda, tj. u zoni disanja grla. Uporedo sa merenjem uslova u objektu, merene su i iste veličine izvan objekta.

Merenja u objektu odgajivališta na farmi „Farkaždin“ su vršena u 12 mernih tačaka, raspoređenih u 3 niza po 4. Merni preseki su postavljeni na međusobna rastojanja od po 6 m, tako da se presek 2 nalazi u osi ventilatora, preseki 1 i 3 su pomereni prema krajevima objekta (slika 1).

Merenja u objektu prasilišta na farmi „Farkaždin“ su vršena u 12 mernih tačaka, raspoređenih u 3 niza po 4. Merni preseki su postavljeni na međusobna rastojanja od po 6 m, tako da se presek 2 nalazi u osi ventilatora, preseki 1 i 3 su pomereni prema krajevima objekta (slika 2).



Sl. 1. Osnova odgajališta i raspored mernih mesta



Sl. 2. Osnova prasilišta i raspored mernih mesta

U oba odeljenja ventilatori su raspoređeni u bočnim zidovima, sa osom ventilatora na 1.5 m od nivoa poda. Ventilacija je sistemom podpritiska. Usisavanje vazduha u objekte se vrši kroz prozore. Razlika je u dimenzijama odeljenja, kao i u činjenici da se u odgoju nalaze četiri ventilatora (slika 1), a u prasilištu dva ventilatora (slika 2).

Kao optimalni uslovi mikroklimе uzeti su parametri koje propisuje važeći DIN 18910 (Deutsches Institut für Normung).

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

U Tabeli 1 date su vrednosti osnovnih parametara mikroklimе izmerene izvan objekta.

Tab. 1. Vrednosti osnovnih mikroklimatskih parametara izmerene izvan objekta

Merena veličina	Period	Leto	Zima
	Temperatura vazduha (°C)		22.3
Relativna vlažnost vazduha (%)		59.8	70.4
Koncentracija CO <sub>2</sub> (ppm)		470	548
Vazdušni pritisak (mbar)		1002.6	1015.8

Unutar objekta izmerene su sledeće vrednosti mikroklimatskih parametara (tabela 2).

Tab. 2. vrednosti osnovnih mikroklimatskih parametara izmerene unutar objekta

Merena veličina	Poredene vrednosti	Odeljenje			
		Prasilište		Odgajalište	
		Leto	Zima	Leto	Zima
Temperatura vazduha (°C)	Norma	18	18	20	20
	Merenje	27	21	27	19
Relativna vlažnost vazduha (%)	Norma	70	70	60	60
	Merenje	62	54	62	49
Brzina strujanja vazduha (m/s)	Norma	0.2	0.2	0.2	0.2
	Merenje	0.09	0.08	0.15	0.16
Koncentracija CO <sub>2</sub> (ppm)	Norma	3000	3000	3000	3000
	Merenje	727	1536	902	1432
Koncentracija H <sub>2</sub> S (ppm)	Norma	0.5	0.5	0.5	0.5
	Merenje	7.5	10	1.7	10
Koncentracija NH <sub>3</sub> (ppm)	Norma	10	10	10	10
	Merenje	16.67	30	8.33	27
Koncentracija prašine (čestica/cm <sup>3</sup> )	Norma	20	20	20	20
	Merenje	338	225	250	219

Izmerene vrednosti mikroklimatskih parametara date su kao srednje vrednosti, jer su imale prilično ujednačenu raspodelu u objektu.

### Temperatura vazduha

U letnjem periodu temperatura vazduha unutar oba odeljenja je viša od preporučene. Ovo je uobičajena pojava u letnjem periodu, koja se primenom postojećeg sistema ventilacije ne može uspešno korigovati. Hlađenje objekata bilo bi izvodljivo primenom za tu svrhu predviđenih rešenja. Iskustva, međutim, pokazuju da se takve investicije u svinjarstvu teško otplaćuju. U ovom slučaju treba obratiti pažnju na činjenicu da je temperatura vazduha izvan objekta, niža od temperature vazduha u zoni disanja što ukazuje da ugrađeni sistem ventilacije nema dovoljno uticaja na ulaznu struju vazduha. Ugradnjom dodatnih ventilatora koji bi ulaznu struju vazduha usmerili prema zoni disanja ovaj nedostatak bio bi ublažen.

U zimskom periodu temperatura vazduha u odeljenjima je pod uticajem grejnih tela, odnosno zbog osetljivosti kategorija koje se drže u posmatranim odeljenjima, dogrevanje je neminovno. Ventilatori se u zimskom periodu uključuju povremeno, vođeni termostatom.

### Vlažnost vazduha

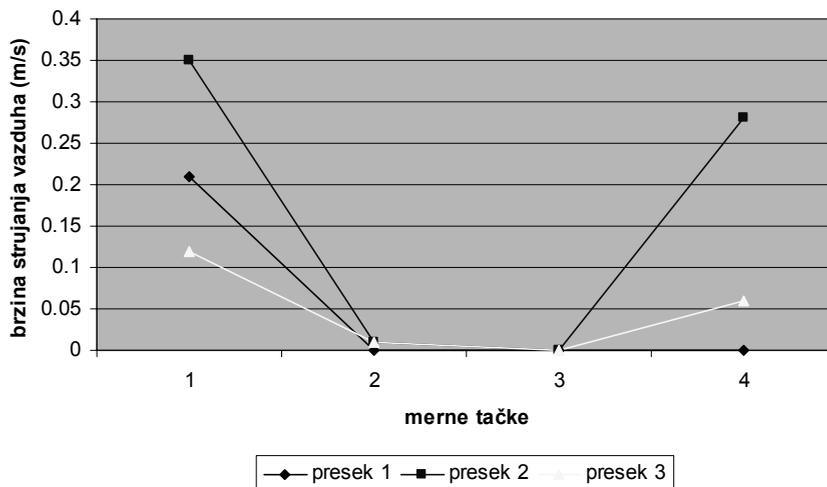
Za prasilište je, u letnjem periodu, karakteristična nešto niža vrednost vlažnosti vazduha od preporučene. Slično kao kod temperature vazduha, ovo je uobičajena pojava u letnjem periodu, koja se primenom postojećeg sistema ventilacije ne može uspešno korigovati. Primena nekog sistema evaporativnog hlađenja poboljšala bi stanje vlažnosti vazduha, ali kao što je već napomenuto, takve investicije nisu uobičajene u svinjarstvu. U odgajalištu je vrednost vlažnosti vazduha u letnjem periodu zadovoljavajuća.

U zimskom periodu u oba odeljenja su vrednosti relativne vlažnosti vazduha niže od preporučenih. To je posledica primene grejnih tela i samo povremenog uključivanja ventilatora.

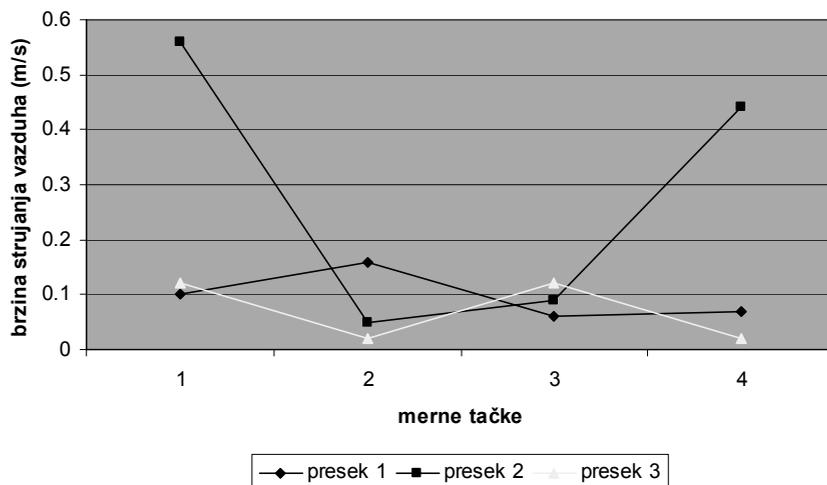
### Brzina strujanja vazduha

Razmatranje raspodela brzina strujanja vazduha u objektu zahteva deteljniju analizu. Srednje vrednosti, date u tabeli 2, ne oslikavaju na pravi način raspored brzina strujanja vazduha, usled specifičnog položaja ventilatora.

Ako se pažljivo pregledaju grafički predstavljeni rezultati za sve merne preseke (slika 3), jasno se uočava da su proseci uvećani zahvaljujući povećanim vrednostima brzine strujanja vazduha u mernim tačkama koje se nalaze u blizini bočnih ventilatora, gde je struja jača i usmerena. Idući prema središnjim delovima objekata, po pravilu se uočava pad brzine strujanja ili potpuni gubitak u nekim slučajevima. Nema sumnje da je ovde, čak i sa smanjenim ukupnim protokom vazduha, postignuta povoljnija usmerenost vazduha kroz zonu disanja i donje delove boksova, što je rezultat horizontalne ventilacije, ali se zbog njenog smanjenog intenziteta ovaj efekat u srednjim zonama objekata gubi.



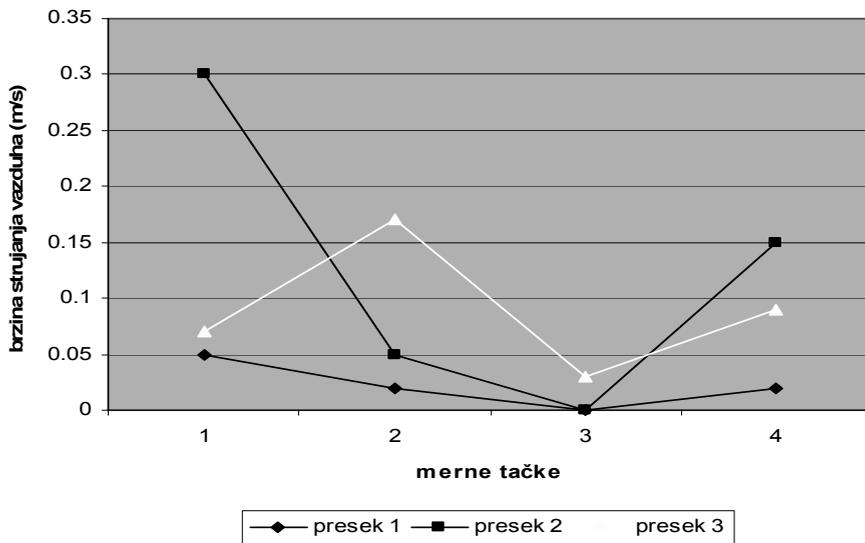
Sl. 3. Brzine strujanja vazduha u pojedinim presecima prasilišta u letnjem periodu



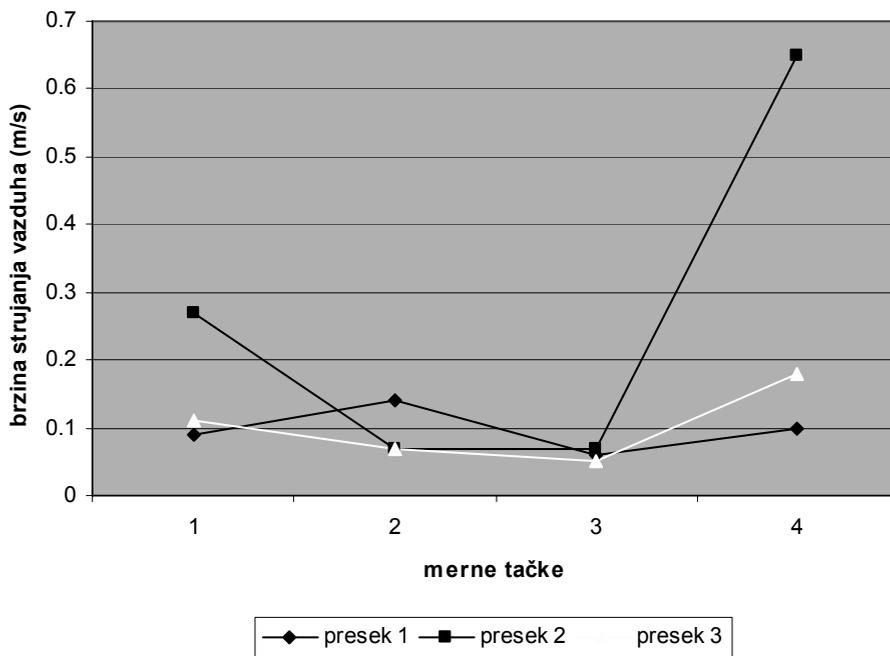
Sl. 4. Brzine strujanja vazduha u pojedinim presecima odgajališta u letnjem periodu

Ovo je razlog što se u kasnijim merenjima pokazalo da, naizgled povoljnija usmerenost strujanja, nije dala nikakve rezultate u uklanjanju gasovitih i čestičnih kontaminanata iz objekata.

Brzine strujanja vazduha u odeljenju odgajališta (slika 4) pokazuju identične trendove kao i u prasilištu. Jedina razlika je u samom intenzitetu strujanja, što je posledica veličine samog odeljenja i činjenice da se u odgajalištu nalazi veći broj ventilatora. Zbog toga se zaključci izvedeni u prethodnom slučaju mogu primeniti i na odgajalište.



Sl. 5. Brzine strujanja vazduha u pojedinim presecima prasilista u zimskom periodu



Sl. 6. Brzine strujanja vazduha u pojedinim presecima odgajališta u zimskom periodu

Raspored brzina strujanja vazduha u posmatranim odeljenjima u zimskom periodu (slike 5 i 6) pokazuju slične trendove kao i u letnjem periodu. Razlika je jedino u izmerenim intenzitetima strujanja vazduha. Ovo je posledica periodičnog rada ventilatora, koji zimi nisu uključeni sve vreme. Pogotovo je indikativna vrednost brzine strujanja vazduha u preseku 2, merna tačka 4 (slika 6). Izmerena vrednost u posmatranom slučaju je posledica trenutno povećane brzine strujanja zbog uključivanja ventilatora neposredno pre merenja.

#### Koncentracija ugljen-diosida

U stajskom vazduhu je, u svim mernim tačkama, daleko ispod dozvoljenih granica, pa je ovo i jedini uslov koji je potpuno zadovoljen.

#### Koncentracija vodonik-sulfida

Srednje vrednosti koncentracije vodonik-sulfida u objektu ukazuju da primenjeni ventilacioni sistem u većini slučajeva ima zanemarljiv efekat. Uzevši u obzir osetljivost kategorija svinja u posmatranim odeljenjima, kao i štetnost ovog agensa, ne samo po same životinje nego i na zaposlene, jasno je da postojeće stanje zahteva određene mere u cilju poboljšanja.

U prasilištu je pogotovo izražen slab efekat ventilacije, gde je bez obzira na godišnje doba koncentracija vodonik-sulfida veća od dozvoljene i do 20 puta.

U odeljenju odgoja, izmerene su nešto niže vrednosti koncentracije vodonik-sulfida (u letnjem periodu) u poređenju sa prasilištem. Odavde se već mogu izvući određeni zaključci, a to je da se sa povećanjem broja ventilatora i njihovim ravnomernijim rasporedom u objektu mogu postići bolji efekti iznošenja vodonik-sulfida.

U zimskom periodu, kada efekat ventilacije slabi zbog periodičnog režima rada ventilatora, i u odgajalištu se koncentracija vodonik-sulfida značajno povećava. Zaključak koji se ovde nameće je da se samim povećanjem broja ventilatora u objektu ne mogu postići željeni rezultati u toku cele godine, tako da je potrebno razmotriti i druge opcije za poboljšanje stanja mikroklimе u posmatranim odeljenjima.

#### Koncentracija amonijaka

Ova vrednost u većini slučajeva prekoračuje dozvoljenu granicu. Obzirom na horizontalno usmereno strujanje vazduha, i ovaj gas se na isti način usmerava kroz objekat, a smanjuje se efekat podizanja u gornje slojeve zbog njegove manje specifične težine u odnosu na vazduh. Tako se u ovom slučaju dobijaju i uvećane vrednosti u donjim slojevima, u kojima su merenja vršena. Posebno je karakteristično da su ovde, pored toga što su vrednosti uvećane, one i relativno ujednačene po svakom preseku preko celog objekta, što je takođe rezultat navedenog uticaja.

#### Koncentracija prašine

U vazduhu oba odeljenja je daleko iznad dozvoljenih granica, pa je time ovo još jedan važan efekat značajnog narušavanja mikroklimatskih uslova. Ovde posebno treba

naglasiti da povećana koncentracija prašine ima više različitih negativnih uticaja na zdravstveno stanje grla i ljudi, od kojih se neki pojavljuju i sa odloženim dejstvom, pa je šteta višestruka. Posebnu pažnju treba obratiti na to da je ovaj poremećaj najizraženiji upravo u prasilištu, gde se i golim okom može uočiti da je stanje veoma loše.

Visoke vrednosti koncentracija prašine su pogotovo izražene leti. Ovo je direktna posledica načina ventiliranja objekta, odnosno, horizontalna ventilacija ne dozvoljava ravnomernije dispergovanje prašine kroz zapreminu objekta. U zimskom periodu, kada je režim rada ventilatora periodičan, izmerene su nešto niže vrednosti koncentracije prašine.

### **Predlog poboljšanja stanja mikroklimе**

Diskusija rezultata merenja jasno ukazuje da je potrebno preduzeti određene mere za poboljšanje stanja mikroklimе. Jedan od načina je da se, pogotovo u prasilištu, poveća broj ventilatora i da se oni ravnomernije rasporede u odeljenju. Međutim, u odeljenju odgoja, gde je ugrađen veći broj ventilatora sa povoljnijim rasporedom, efekat poboljšanja je vidljiv samo leti. Zbog toga je potrebno predložiti još neke mere u cilju poboljšanja stanja mikroklimе.

Jedan od načina je da se sama ulazna struja vazduha uputi prema životinjama. Mešanje svežeg spoljašnjeg vazduha sa vazduhom u zoni disanja (čiji su parametri mereni), dovelo bi do smanjenja koncentracija štetnih agenasa (gasova i prašine). Pri tome, mora se voditi računa o temperaturnim razlikama spoljašnjeg i unutrašnjeg vazduha. Za uvođenje vazduha mogu se ugraditi poliuretanske profilisane žaluzine, sa mogućnošću regulacije stepena otvaranja i pravca kretanja ulazne struje vazduha (slika 7).



*Sl. 7. Žaluzine za montažu na ulazne otvore objekta*

Prednosti predloženih žaluzina su: dobra izolaciona svojstva, snažna konstrukcija uz malu masu, jednostavno podešavanje (moguće je pojedinačno i grupno podešavanje) i održavanje, otpornost na agresivne agense iz stajskog vazduha.

Sledeća mera za poboljšanje efekata ventilacionog sistema podrazumeva ugradnju dodatnih ventilatora u objekat. Ovi ventilatori se ugrađuju unutar samog objekta, kao “viseći” (slika 8.)

Zadatak ovih ventilatora je da ulaznu struju vazduha drže “pritisnutom” i da je usmeravaju ka životinjama. Ventilatori su projektovani tako da imaju veliki domet, a sam način ugradnje omogućava da im se položaj može menjati. Na taj način može se menjati i

intenzitet delovanja vazdušne struje na životinje. Takođe, postoji i mogućnost frekventnog regulisanja rada, kao i vođenja ventilatora termostatima. Ventilatore treba ugraditi van zone dejstva postojećih ventilatora. U suprotnom, ulazna struja vazduha bila bi zahvaćena bočnim ventilatorima i trenutno sprovedena van objekta. Time bi efekat provetravanja bio umanjen. Pored toga, u zimskom period ulazna struja ne bi stigla da se dovoljno zagreje kretanjem kroz objekat i predstavljala bi opasnost za životinje (zbog velike temperaturne razlike).



*Sl. 8. Dodatni ventilator u objektu*

Ugradnjom ventilatora između zona uticaja zidnih ventilatora i podešavanjem nagiba njihovih radnih kola, ulazna struja bi se usmerila ka životinjama, sa dovoljno dugom putanjom da se zagreje. Takvo kretanje ulazne struje poboljšalo bi provetravanje zone disanja pre nego što napusti objekat pod dejstvom bočnih ventilatora.

Pored navedenog, kao pozitivni efekti ugradnje ventilatora mogu se očekivati i: redukcija broja insekata u odeljenjima, eliminisanje problema grupisanja životinja u potrazi za kvalitetnijim vazduhom, redukcija toplotnog stresa, povećanje efekta sušenja vlažnih površina usled konstantnog kretanja vazduha.

Dalja poboljšanja moguće je postići združenim delovanjem regulacije ventilatora u zidu objekta (postojeći ventilatori), regulacije režima rada dodatnih ventilatora i stepena otvaranja ulaznih otvora. Na taj način značajno se povećava mogućnost stvaranja optimalnih mikroklimatskih uslova u objektu.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Analiza efekata rada postojećih ventilacionih sistema u posmatranim odeljenjima, ukazuje da je potrebno razmotriti mogućnosti poboljšanja. Ova konstatacija pogotovo

dobija na značaju ako se uzme u obzir da su odeljenja namenjena najosteljivijim kategorijama u svinjarskoj proizvodnji.

Pojedini parametri mikroklimе su do te mere poremećeni, da dostižu granične vrednosti pri kojima su izuzetno opasni (toksični) čak i pri kratkotrajnom izlaganju, a pogotovo pri izloženosti na duži rok. Iz navedenih razloga, u radu su razmatrana rešenja za poboljšanje efekata rada ventilacionih sistema, bez preterano velikih intervencija na samim objektima.

Jedno od navedenih rešenja ipak podrazumevaju izmene na samom objektu (ugradnja žaluzina na ulaznim otvorima). Međutim, predložena mera se ne može smatrati značajnom promenom na samom objektu. Sledeći korak u poboljšanju efekata rada ventilacionog sistema, podrazumeva ugradnju dodatne opreme (višećih ventilatora) od koje se očekuju brojni pozitivni efekti.

Konačno, povoljniji uslovi smeštaja sa aspekta mikroklimе se mogu stvoriti kombinovanjem pozitivnih uticaja postojećeg sistema ventilacije i predloženih mera za poboljšanje. Napred navedeno, uz široke mogućnosti regulacije (pa i automatizacije) dodatne opreme treba da pruži značajno bolji kvalitet vazduha u objektu. Samim tim, za očekivati je da iz prasilišta i odgajališta izađu zdrava i napredna prasad koja će u tovu zabeležiti dobre rezultate.

## LITERATURA

- [1] Blanes V., Pedersen S. (2005): Ventilation Flow in Pig Houses measured and calculated by Carbon Dioxide, Moisture and Heat Balance Equations, *Biosystems Engineering*, Volume 92(4), October 2005, p.p 483-493
- [2] Chow W., Wong L., Fung W. (1996): Field measurement of the air flow characteristics of big mechanically ventilated spaces, *Building and Environment*, Volume 31, Issue 6, November 1996, str. 541-550
- [3] Hydor Ltd: Heating and Ventilating for Pigs: Available from: [www.hydor.co.uk](http://www.hydor.co.uk)
- [4] Jacobson L. D. (2007): Animal Structures: Air Quality, *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*
- [5] Wang X., Zhang Y., Zhao L. Y., Riskowski G. L. (2000): Effect of ventilation rate on dust spatial distribution in a mechanically ventilated airspace, *Transactions of the ASAE*. VOL. 43(6), str. 1877-1884

## POSSIBILITIES FOR IMPROVEMENT OF VENTILATION SYSTEMS EFFICIENCY IN PIG FARM FARROWING ROOM AND NURSERY

**Goran Topisirović, Dušan Radojičić, Milan Dražić**

*Faculty of Agriculture Belgrade*

**Abstract:** Analysis of ventilation systems efficiency in farrowing room and nursery is presented in this paper. Those rooms are selected because of the most sensitive

categories in pig production cycle. From this reason, these farm confinements should be carefully analyzed and, if possible, additionally equipped and specially adopted. Based on the present conditions analysis, this paper should suggest improvements of microclimate conditions in the researched confinements. Existing microclimate conditions are monitored in the piglets breath zone, in 12 measuring points, and the zones that are in front and between the fans, as well. Results of the existing conditions analysis emphasized the inefficiency of the present ventilation systems. Especially low effect is achieved in removal of harmful gasses and airborne dust particles. Along with the defined problems, possible solutions are suggested. The solutions included installation of additional ventilation equipment. Combined effects of the existing and the additional equipment, along with its possibilities for fine regulation, should significantly improve the existing conditions.

**Key words:** *piglets, farrowing room, nursery, ventilation system, microclimate*



UDK: 621.36

## PREDLOG POBOLJŠANJA AMBIJENTALNIH USLOVA U OBJEKTIMA ZA TOV SVINJA NA FARMI „VIZELJ“

Goran Topisirović, Dušan Radojičić, Dušan Radivojević

*Poljoprivredni fakultet Beograd – Zemun*

**Sadržaj:** u radu je analizirano stanje ambijentalnih uslova u objektu za tov svinja. Karakteristično za ove objekte je da se u njima nalaze životinje u završnoj, finalnoj fazi lanca proizvodnje svinjskog mesa. Od produktivnosti i ekonomske efikasnosti ove faze proizvodnje, često zavisi uspeh poslovanja cele farme svinja. Cilj rada je da na osnovu detaljne analize postojećeg stanja mikroklimе u objektu, a u skladu sa dimenzijama, brojnim stanjem životinja u objektu i rasporeda i efikasnosti postojeće opreme, razmotre potencijalna rešenja poboljšanja stanja mikroklimе u objektu. Postojeće stanje ambijenta snimano je u tri merne tačke, raspoređene po objektu tako da se obuhvate zone uticaja ventilatora, ali i zone u kojima je efekat rada ventilatora slabije izražen. Rezultati merenja ukazuju na postojanje problematične zone u objektu u kojoj je efekat provetravanja slab. Međutim, u celom objektu su uočene povećane vrednosti pojedinih zagađivača stajskog vazduha. Na osnovu analize rezultata merenja razmotreni su i potencijalni načini za poboljšanje stanja ambijenta. Predloženo rešenje podrazumeva ugradnju dodatne opreme i manje adaptacije objekta. Kombinovanjem pozitivnih strana postojeće opreme, sa prednostima dodatne opreme uz široke mogućnosti regulacije, može se očekivati značajan efekat poboljšanja stanja mikroklimе u posmatranom objektu.

**Ključne reči:** *objekti za tov, tovljenici, ambijentalni uslovi, ventilacija objekta, ventilatori*

### 1. UVOD

Ambijentalnim uslovima u objektima za tov svinja se u praksi često ne posvećuje dovoljno pažnje. Pri tome se zaboravlja da se samo u optimalnim ambijentalnim uslovima mogu očekivati vrhunski rezultati. Optimalni uslovi mikroklimе imaju blagotvorno dejstvo na organizam životinja, omogućavajući normalno odvijanje fizioloških procesa. Poremećaji mikroklimе dovode do promena u metabolizmu životinja. Svaka promena u metabolizmu koja se može manifestovati ubrzavanjem disanja, drhtanjem, smanjenim konzumiranjem hrane, povećanom potrošnjom vode i sl., pored nesumnjivog uticaja na stanje životinja ima i implikacije na uspeh u proizvodnji. Na primer, povećano konzumiranje hrane, uz slabije rezultate prirasta je samo jedna od negativnih manifestacija

poremećenog mikroklimata sa jasnim odražajem na veličinu troškova. Isti zaključak se može izvesti i za povećanu potrošnju vode. Značajniji poremećaji mikroklimata mogu dovesti i do pojave bolesti, čime se povećavaju troškovi lečenja.

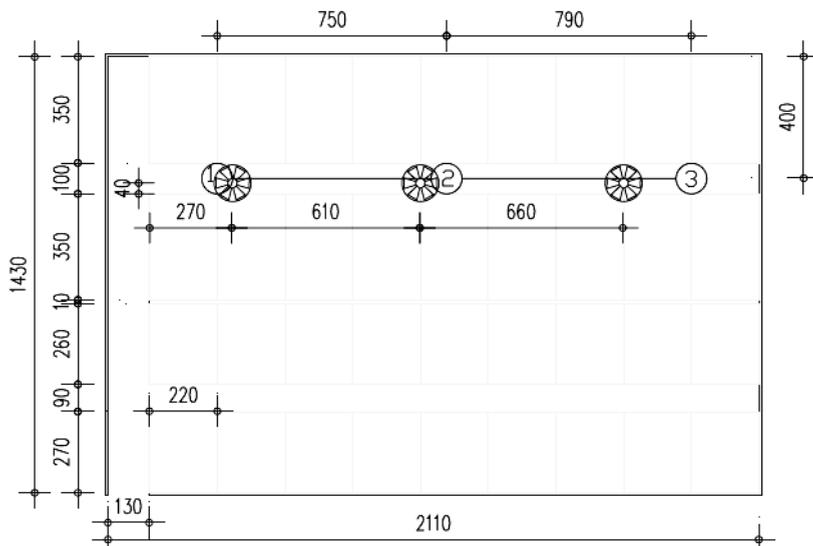
U radu je posmatran objekat za tov svinja. Karakteristično za ove objekte je da predstavljaju stanište završne kategorije u lancu proizvodnje svinjskog mesa. Tovljenici su veliki potrošači hrane i vode, uz istovremeno značajnu produkciju stajnjaka. Upravo zbog tih karakteristika, uz stalnu težnju za smanjenjem troškova proizvodnje, razmatranje rešenja za stvaranje optimalnih uslova smeštaja u postojećim objektima dobija na značaju.

Cilj rada je da se, na osnovu detaljne analize postojećeg stanja, veličine odeljenja i rasporeda bokseva, rasporeda i broja ventilatora, formira predlog poboljšanja mikroklimatskih parametara u odeljenjima. Razmatrano je više potencijalnih rešenja poboljšanja efekata rada ventilacionog sistema. Preporučena rešenja treba da u velikoj meri odgovore postavljenim ciljevima, bez velikih izmena na samim objektima.

## 2. MATERIJAL I METOD

U radu su analizirani efekti rada ventilacionog sistema u objektu za tov svinja na farmi „Vizelj“.

Prva aktivnost podrazumevala je kompletno merenje dimenzija objekata i utvrđivanje položaja ventilacione opreme. Potom su određena merna mesta. Merenje je vršeno u tri merne tačke, na visini od 50 cm od poda, odnosno u zoni disanja životinja. Merne tačke su ravnomerno raspoređene u objektu i obuhvataju zone uticaja ventilatora, kao i zone u kojima je efekat rada ventilatora slabije izražen (slika 1).



Sl. 1. Osnova objekta za tov i raspored mernih mesta

Merenja mikroklimatskih parametara vršena su u dva navrata, u letnjem i zimskom periodu. U okviru ovih istraživanja ispitivani su sledeći parametri:

- Temperatura vazduha
- Vlažnost vazduha
- Brzina strujanja vazduha
- Sadržaj štetnih gasova
- Koncentracija prašine

Postojeći ventilatori su ugrađeni u vertikalne ventilacione cevi, na visini od 2 m od nivoa poda. Ventilacija je po principu podpritiska, pri čemu se vazduh u objekat uvodi kroz prozore.

Kao optimalni uslovi mikroklimе uzeti su parametri koje propisuje važeći DIN (Deutsches Institut für Normung).

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Vrednosti osnovnih mikroklimatskih parametara izmerenih izvan objekta, date su u tabeli 1.

*Tab. 1. Vrednosti mikroklimatskih parametara izmerene izvan objekta*

Merena veličina	Leto	Zima
Temperatura vazduha (°C)	22.9	-2.9
Relativna vlažnost vazduha (%)	44.4	52
Koncentracija CO <sub>2</sub> (ppm)	436	511
Vazdušni pritisak (mbar)	1013.5	1026.7

Unutar objekta izmerene su sledeće vrednosti mikroklimatskih parametara (tabela 2).

*Tab. 2. Vrednosti osnovnih mikroklimatskih parametara izmerene unutar objekta*

Merena veličina	Poredene vrednosti	Tovilište	
		Leto	Zima
Temperatura vazduha (°C)	Norma	16	16
	Merenje	26	10
Relativna vlažnost vazduha (%)	Norma	80	80
	Merenje	54	88
Brzina strujanja vazduha (m/s)	Norma	0.2	0.2
	Merenje	0.07	0.15
Koncentracija CO <sub>2</sub> (ppm)	Norma	3000	3000
	Merenje	1123	2171
Koncentracija H <sub>2</sub> S (ppm)	Norma	0.5	0.5
	Merenje	3.3	3.3
Koncentracija NH <sub>3</sub> (ppm)	Norma	10	10
	Merenje	16.7	23.33
Koncentracija prašine (čestica/cm <sup>3</sup> )	Norma	20	20
	Merenje	153	299

Izmerene vrednosti mikroklimatskih parametara date su kao srednje vrednosti, jer su imale prilično ujednačenu raspodelu u objektu.

Ipak, određena odstupanja od srednjih vrednosti uočljiva su u mernom preseku 3 (slika 1), i biće posebno analizirana.

### Temperatura vazduha

U letnjem periodu, vrednosti temperature vazduha su veće od propisanih. Ova konstatacija važi za ceo objekat. Ovo je uobičajena pojava u letnjem periodu, koja se primenom postojećeg sistema ventilacije ne može uspešno korigovati. Hlađenje objekata bilo bi izvodljivo primenom za tu svrhu predviđenih rešenja. Iskustva, međutim, pokazuju da se takve investicije u svinjarstvu teško otplaćuju.

U zimskom periodu, izmerene vrednosti temperature su niže od propisanih. Budući da se radi o završnoj kategoriji u lancu proizvodnje svinjskog mesa, ova konstatacija nema veliki značaj. Pri tome, može se očekivati i da se temperatura povećava u periodu kada ventilatori ne rade (zimi je režim rada ventilatora periodičan).

### Vlažnost vazduha

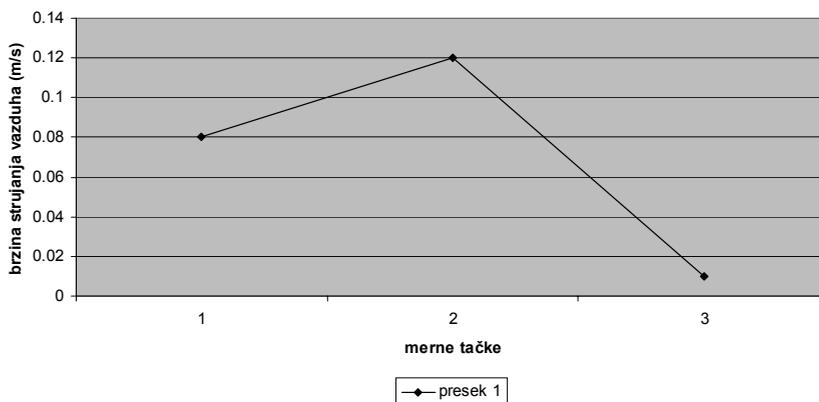
U letnjem periodu, vlažnost vazduha je značajno niža od preporučene. Ali, imajući u vidu namenu objekta kao i samo doba godine, ulaganje u opremu koja bi ispravila ovakvo stanje nema osnova.

U zimskom periodu, vlažnost vazduha je nešto veća od preporučene, ali sa malim odstupanjem da bi se na bilo koji način intervenisalo u cilju smanjenja vlažnosti vazduha.

### Brzina strujanja vazduha

Iako srednje vrednosti brzina strujanja vazduha ukazuju da je stanje mikroklimе, sa ovog aspekta, povoljno, potrebni je ipak obratiti pažnju na par činjenica.

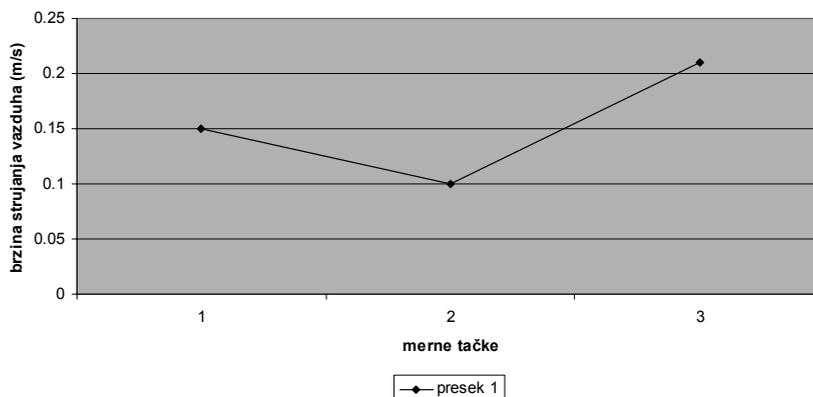
U letnjem periodu, brzine strujanja vazduha imaju vrednosti koje su niže od optimalnih (u letnjim uslovima se u cilju boljeg provetravanja mogu dopustiti brzine strujanja i do 0.5 m/s). Pored toga, i raspored brzinskih polja strujanja vazduha u objektu je neujednačen (slika 2).



Sl. 2. Brzine strujanja vazduha u objektu tova u letnjem periodu

Na slici 2 je jasno uočljivo da efekat provetranja, čak i sa malim udaljenjem od ventilatora, naglo opada. U daljoj analizi, ova pojava će posebno dobiti na značaju.

Sa druge strane, u zimskom periodu situacija je potpuno drugačija (slika 3).



Sl. 3. Brzine strujanja vazduha u objektu tova u zimskom periodu

U zimskom periodu, najveće brzine strujanja izmerene su u trećoj mernoj tački, sa vrednostima većim od propisanih. Ovo ukazuje na postojanje vazdušne struje, koja se usled velikih razlika u temperaturi naglo usmerava kroz ovu zonu objekta. Naime, u ovoj zoni je kretanje vazduha dejstvom ventilatora nezatno, tako da hladna ulazna struja “ubrzano” popunjava mesto vazduha koji se izvetrava ventilatorima. Takvo stanje je pogotovo nepovoljno zbog velike temperaturne razlike spoljašnjeg i unutrašnjeg vazduha u ovom dobu godine.

#### Koncentracija ugljen – dioksida

U stajskom vazduhu je, u svim mernim tačkama, daleko ispod dozvoljenih granica, pa je ovo i jedini uslov koji je potpuno zadovoljen.

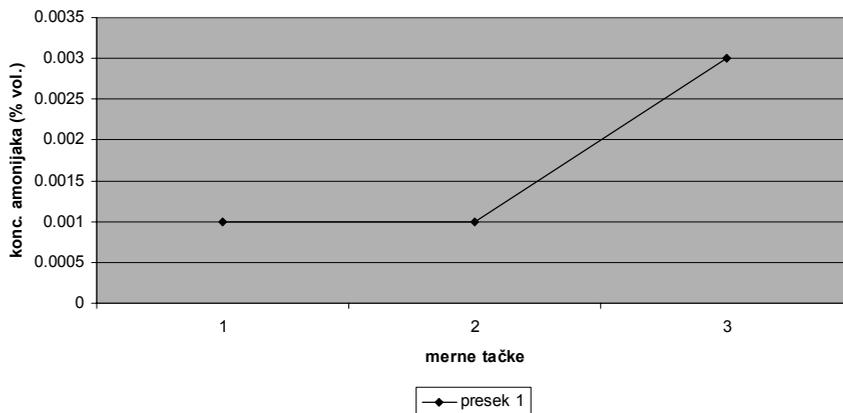
#### Koncentracija vodonik – sulfida

Dosta je ujednačena i prostorno i vremenski. Izmerene vrednosti premašuju optimum, ali ovo je logična situacija uzevši u obzir način ventilacije. Vodonik – sulfid, budući da je teži od vazduha, taloži se pri podu objekta a visoko postavljeni ventilatori nisu u stanju da stvore dovoljno jaku vazdušnu struju koja bi ga ponela. Ovakvo sadržaj ovog gasa je pod direktnim uticajem brojnog stanja životinja u objektu. Iako izmerene vrednosti sadržaja vodonik – sulfida u vazduhu nemaju alarmantne vrednosti, ipak je za preporuku razmatranje umanjavanja njegove koncentracije u vazduhu.

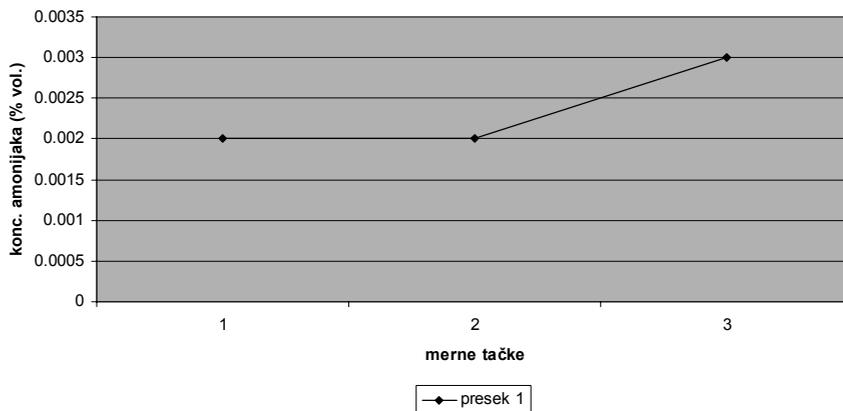
#### Koncentracija amonijaka

Premašuje optimalne vrednosti i u letnjem i u zimskom periodu. Ovakvo stanje je direktna posledica velike telesne mase grla u objektu, kao i gustine naseljenost. Ono što

je nepovoljno je činjenica da je amonijak lakši od vazduha i da se obično velike koncentracije registruju u gornjim zonama objekta. U ovom slučaju i u nižim zonama objekta su izmerene povećane koncentracije. Rezultati merenja koncentracije amonijaka navode na zaključak da je ukupan protok vazduha kroz objekat nedovoljan i da treba razmotriti rešenja za intenziviranje ukupnog procesa ventilacije. Prostorni raspored izmerenih vrednosti amonijaka ponovo ukazuje na neujednačenost intenziteta ventilacije u objektu (slike 4 i 5).



Sl. 4. Raspored koncentracije amonijaka u letnjem periodu



Sl. 5. Raspored koncentracije amonijaka u zimskom periodu

### Koncentracija prašine

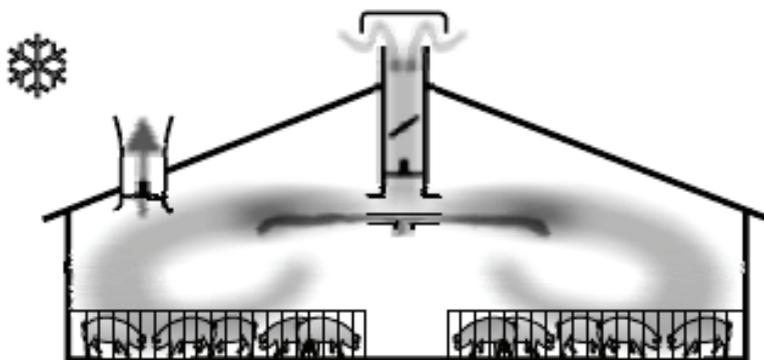
Sve izmerene vrednosti značajno prevazilaze propisane vrednosti. Generalno, zaključak je da postojeći ventilacioni sistem ne stvara dovoljno jaku vazдушnu struju koja bi mogla sa uspehom da iznese čestice prašine.

### **Predlog poboljšanja stanja mikroklima**

Analiza rezultata merenja ukazuje na opravdanost razmatranja mera za poboljšanje postojećeg stanja mikroklima. Iako izmerene vrednosti parametara mikroklima, na prvi pogled, nisu alarmantne, svako poboljšanje će dobro doći. Stvaranje boljih ambijentalnih uslova značiće i ostvarivanje boljih rezultata tova, uz bolji prirast i konverziju hrane, što za krajnji cilj ima unapređenje ekonomskih efekata proizvodnje.

Prilikom razmatranja mera za poboljšanje efekata rada ventilacionog sistema treba se voditi idejom minimalnih investicija. U skladu sa tim, predložena rešenja treba da što je moguće manje menjaju konstrukciju i koncepciju objekta.

Jedno od mogućih rešenja je promena samog načina ventiliranja objekta. Promena podrazumeva zamenu postojećeg sistema ventilacije podpritiskom. Umesto njega, predlog je da se ugradi sistem ventilacije po principu ravnoteže. Pri tome, za izvođenje vazduha van objekta koristio bi se postojeći sistem, a uvođenje vazduha vršilo bi se novoinstaliranim ventilatorima. Dodatni ventilatori bili bi ugrađeni po sredini krova objekta. Na taj način bi se u velikoj meri povećala mogućnost upravljanja uslovima sredine. Predloženo rešenje prikazano je na slici 6.



*Sl. 6. Predlog sistema ventilacije objekta za tov svinja u zimskom periodu*

Predloženo rešenje podrazumeva ugradnju dva ventilatora za uvođenje vazduha. Ventilatori treba da budu ugrađeni između ventilatora za odvod vazduha, kako bi se izbeglo "direktno" mešanje ova dva toka vazduha. Takođe, predloženi ventilatori su opremljeni i usmerivačima vazduha (slika 7). Ovi usmerivači imaju mogućnost promene toka vazdušne struje promenom položaja usmeravajućih lopatica (dvanaest različitih položaja usmeravajućih lopatica). U jednom krajnjem položaju usmerivača vazduh iz usmerivača izlazi tako da se kreće uz krovnu konstrukciju, pri čemu se zagreva. Time je izbegnuta direktna izloženost životinja hladnom vazduhu u zimskom periodu. U drugom krajnjem položaju, vazdušna struja se usmerava direktno naniže.



*Sl. 7. Usmerivač vazduha na ventilatoru za uvođenje vazduha u objekat*

Predloženo rešenje, pored mogućnosti potpune kontrole nad tokovima vazduha u objektu, pruža i široke mogućnosti regulacije, pa i automatskog procesa vođenja sistema.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Uslovima mikroklimе u objektima za tov svinja često se ne pridaje veliki značaj. Pri tome se čine velike greške, jer ovu kategoriju karakteriše brz porast, pri čemu stres izazvan nepovoljnom mikroklimom može imati velike posledice. Nesumnjiv je uticaj mikroklimatskih parametara na ekonomske pokazatelje tova, ali i na kvalitet mesa. Na kraju, ne treba zanemariti ni sve češće i oštrije zahteve u pogledu dobrobiti životinja.

Analiza efekata rada postojećeg ventilacionog sistema ukazuje na opravdanost razmatranja rešenja za poboljšanje postojećeg stanja. Svako rešenje koje za cilj ima stvaranje boljih ambijentalnih uslova zaslužuje pažnju, jer se samo u optimalnim ambijentalnim uslovima mogu očekivati vrhunski rezultati tova. Napred navedeno posebno dobija na značaju ako se uzme u obzir potrošnja hrane i vode u objektima za tov svinja. Uz blagotvoran uticaj optimalnog ambijenta na metabolizam životinja, potrošnja vode i hrane biće racionalnija.

Predloženo rešenje podrazumeva promenu načina ventilisanja objekta, ali uz zadržavanje postojeće opreme i uz minimalne izmene na samom objektu. Oprema koja je

predviđena za ugradnju u objekat ima široke mogućnosti za regulisanje režima rada i usmeravanje vazdušne struje. Ugradnjom dodatne opreme bili bi otklonjeni nedostaci postojećeg ventilacionog sistema, uz istovremeno zadržavanje je njegovih prednosti.

Na osnovu prethodno navedenih činjenica, može se zaključiti da bi se uvođenjem predloženog rešenja dobila mogućnost potpune kontrole uslova smeštaja, što otvara mogućnosti racionalizacije potrošnje energije, vode, hraniva, sredstava za lečenje. Time bi se ekonomski pokazatelji proizvodnje značajno unapredili.

## LITERATURA

- [1] Andronie I., Andronie V., Parvu M., Berghes C. (2008): Correlation Between the Welfare of Finishing Pigs and Growing Conditions Induced Stress, Volume 65(1) 2008, p.p. 208-212
- [2] Blanes V., Pedersen S. (2005): Ventilation Flow in Pig Houses measured and calculated by Carbon Dioxide, Moisture and Heat Balance Equations, Biosystems Engineering, Volume 92(4), October 2005, p.p 483-493
- [3] Chow W., Wong L., Fung W. (1996): Field measurement of the air flow characteristics of big mechanically ventilated spaces, Building and Environment, Volume 31, Issue 6, November 1996, str. 541-550
- [4] Jacobson L. D. (2007): Animal Structures: Air Quality, [Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering](#)
- [5] SKOV A/S: Equal Pressure Ventilation – Pigs: Available from [www.skov.com](http://www.skov.com)

## POSSIBLE IMPROVEMENT OF AMBIENT CONDITIONS IN FATTENING PIGS CONFINEMENT BUILDING ON THE PIG FARM „VIZELJ“

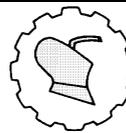
**Goran Topisirović, Dušan Radojičić, Dušan Radivojević**

*Faculty of Agriculture Belgrade*

**Abstract:** State of ambient conditions in the finishing pigs fattening unit is analyzed in the paper. Efficiency and productivity of this pig production phase significantly influence the production results of the whole pig farm. Based on the present conditions analysis, this paper should suggest improvements of microclimate conditions in the researched confinements. Existing ambient conditions was monitored in 3 measurement points, disposed in the zones of the fans operation and between them. Measurement results showed the critical zone with the very low ventilation effect. Over the whole room, increased values of airborne pollutants were noticed. According to the results analysis, possible procedures for improvements were considered. Suggested solution includes installation of additional equipment and minor constructional adaptations. Combined effects of the existing and the additional equipment, along with its possibilities for fine regulation, should significantly improve the existing conditions.

**Key words:** *fattening rooms, pig fatteners, ambient conditions, ventilation, fans*





UDK: 631.621

## **SURVEY OF SOLID BIOMASS POTENTIALS OF HUNGARIAN AGRICULTURE**

**László Magó**

*Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő, Hungary*

**Summary:** The survey focuses on the biomass potential from the agriculture, the possibilities of the energetic use of the biomass, biogas, biodiesel and the bioethanol, in Hungary.

The biggest biomass producer in Hungary is the agriculture producing 58 million tons of organic material annually in which primary product is 53 % (30.5 million tons) and by-products 47 % (27,5 mill t). The biomass utilized for energetic purposes is barely 1.8 million tons, a merely 0.3 % of the total quantity.

The proportion of the renewable energies gained from the biomass hardly exceeds 1 % in the energy consumption of the agriculture.

The renewable energies gained from part of the biomass produced by the agriculture could cover 10 % of the national energy demand on the short term.

**Key words:** *solid biomass, biomass potential, renewable energy*

### **1. INTRODUCTION**

According to surveys there is a significant biomass potential in Hungary. The total bulk of biomass in the country is up to 350-360 million tons out of which 105-110 million tons (about 30 %) reproduce themselves annually. The energy content of the biomass developing annually is up to 1185 PJ which is 5 % more than the total annual energy consumption of the country (1120 PJ). The fact that quantity of coal generated annually by plants is four times as much as the quantity of fossil coal exploited for energetic purposes in a year – as much as 30.4 million tons.

Tab 1. Potential and utilization possibilities of energetic biomass from the agriculture

No.	Biomass	Quantity 1000 t/year		Energy content PJ/year	
		Min.	Max.	Min.	Max.
<b>I. Biomass for combustion</b>					
1.	Straw	1.000	1.200	11,7	14,0
2.	Stalk	2.000	2.500	24,0	30,0
3.	Energy grass	500	600	6,0	7,0
4.	Vine- and orchard shoot	300	350	4,3	5,0
5.	Energy plants on arable land	1.800	2.500	27,3	38,0
<b>II. Production of biofuels</b>					
1.	Corn maize	1.200	2.000	14,4	24,0
2.	Wheat/rye	600	1.800	7,2	21,6
3.	Rape	220	460	3,3	7,0
4.	Sunflower	50	200	0,8	3,2
<b>III. Biogas production</b>					
1.	Liquid manure, organic waste	6.000	10.000	5,4	9,0
2.	Silomaize, sorghum	1.600	3.200	5,4	10,8
Total:				109,8	169,6
In % of the total Hungarian energy consumption of 1120 PJ				9,7 %	15,0 %

## 2. RESULTS OF THE SURVEY

### Biomass for energy

In the primary biomass produced by the agriculture first of all the by-products arising in better amount can be reckoned with for energetic purposes. Under common or regular conditions 2,6-2,9 million tons of **cereal straw** is processed annually of which 1,6-1,7 million tons are utilized for animal breeding and for industrial purposes. The major part of the remaining 1,0-1,2 million tons of cereal straw could be used for energy production and annually 11,7-14 PJ energy could be produced of it. At present straw is practically not utilized for energetic purposes in Hungary due to the lack of appropriate stokes.

**Maize stalk** production in Hungary is 8-10 million tons of which 2-2,5 million tons could be utilized for energetic purposes which could yield 20-24 PJ energy p.a. Among the by-products of crop growing sunflower stalk and rape straw also arise in big quantities which could be utilized for burning and could supply 5-6 PJ thermal energy annually should the appropriate technologies for harvesting and burning be available.

The quantity of **vineyard and orchard pruning residues** (branch tendrils and fruit tree loppings) arising annually is 300-350 thousand tons which could supply 4,3-5 PJ energy. There have only been attempts for their burning till now. The harvesting in bales and burning in small stokes of branch tendrils is a viable solution on the vine growing farms. For the chopping, collecting and burning of pruning residues no technology has been developed so far.

Among the plants which can be produced on big areas for energetic purposes first of all the "Szarvasi energiafű" and the energetic tree plantations can come into consideration in Hungary.

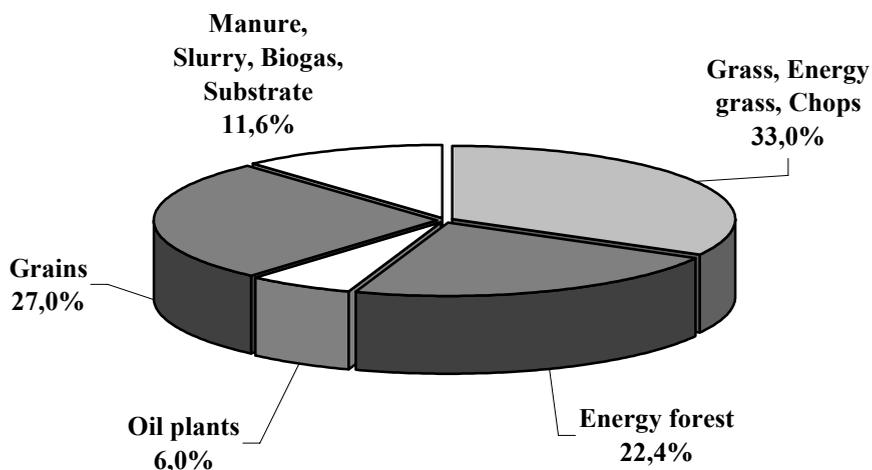


Fig. 1. Possibilities of agricultural energetic biomass potential and utilization in Hungary

The Szarvas **energy-grass** as a short rotation herbaceous grasses is able to provide a dry bulk of 10t/ha which can be baled for several years the energy content of which is 110-120 GJ/ha. The energy-grass can easily be pelletized. 6-7 tons of pellets can be produced of the grass yield of one hectare the burning features of which are more auspicious in lower capacity stokes than that of the chopped material in thermal power stations.

Should the final form of firing technology of energy-grass be developed cropping could be started in a short time maybe on 50-60 thousand hectares which would supply a 500-600 thousand ton bulk of biomass annually, of which 6-7 PJ energy can be produced.

Tab. 2. The real and feasible capacity for energetic utilization of solid biomass in Hungary

Biomass	Utilization	Actual capacity			Expected growth till 2020		
		Unit (pieces)	Capacity (MW)	Biomass demand (2000 t)	Unit (pieces)	Capacity (MW)	Biomass demand (1000 t)
1. Wood chips (forest or planted wood)	Electricity	5	140	1000	8	420	2800
	Central heating	5	24	25	25	120	150
	Central heating + electric energy production	2	12	32	20	120	180
2. Straw, Energy grass	Straw power plant, electric energy production and heat utilization	-	-	-	2-3	40-60	450
Sum total		12	176	1057	55-56	700-720	~ 3600

Another prospective source of bio-energy is the energetic tree plantation classified in the agricultural plantation management cultivation sector by which dendromass can be produced relatively fast and in big quantity for energetic purposes.

According to experiences hitherto it is expedient to plant the **short rotation wooden crops** varieties (poplar, willow) with a number of plants 12000-15000/ha which will be ready for felling in 3-5 years. The re-shooting tree stock can be harvested in another 3-5 years by felling totally 5-7 times assuming a plantation lifespan of 15-25 years. On the basis of long term-experiments made with different tree varieties yields of 11-20 t/ha/year can be achieved, of which 185-330 GJ/ha energy can be produced.

A rapid territorial expansion of the energetic plantations is expected in the near future which can achieve, or even exceed 100 thousand hectares of which 25-30 PJ energy can be gained.

For energy production under arable land conditions *triticale in the form of whole plant* cut into windrow and baled can also be taken into account the yield of which may reach 8-10 t/ha with 40 % grain bulk in it. Its energy content is 15-16 GJ/t so 120-160 GJ/ha energy can be produced. It has a favourable feature from the point of view of firing technology, that in baled form it burns more slowly and with a more even heat regress than wheat straw.

These biomasses originating from plants which can be produced on the field and utilized by direct burning are gaining a growing emphasis in our national energy policy in the coming years.

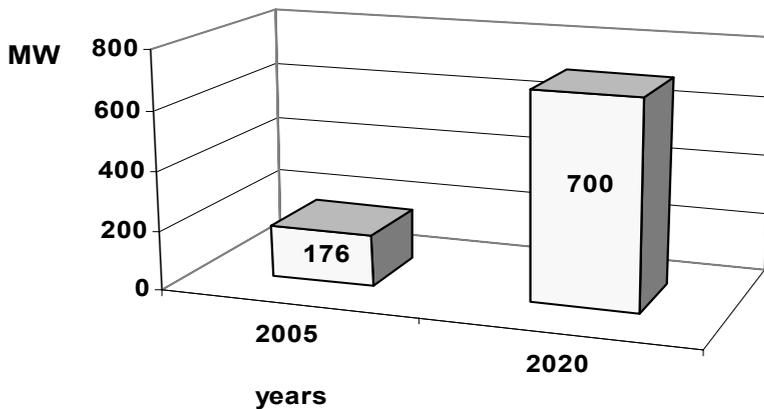


Fig. 2. Planned enlargement of energetic utilization of solid biomass

### Economical background

Among the obstacles of the transformation into energy and the utilization of biomasses of agricultural origin the financing of investments, matters of thrift, matters of regulation and the lack of appropriate integrations and logistics are the most significant.

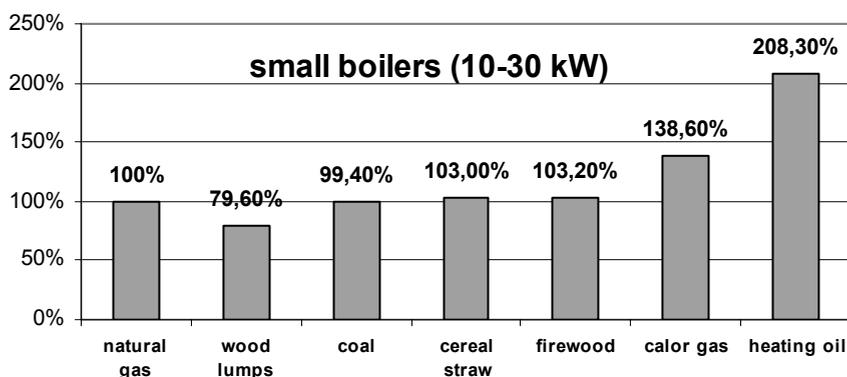


Fig. 3. The comparison of the expense of the heat production on natural gas base in case of different energy sources and 10-30 kW boilers

The costs of heat produced from the biomass are also highly dependent from the production costs of raw-materials, from the connected logistic costs, and from the construction and size of firing appliances, from the efficiency of firing and last but not least from the servicing and operational costs of the appliances.

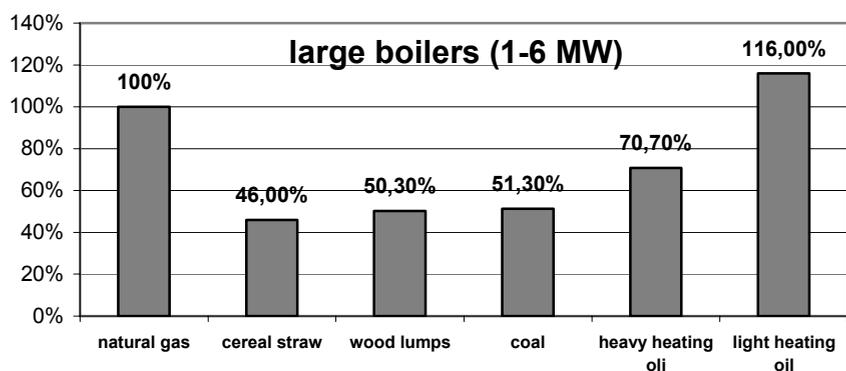


Fig. 4. The comparison of the expense of the heat production on natural gas base in case of different energy sources and 1-6 MW boilers

The production costs of heat produced of renewable fuels are inversely proportional with the size of firing appliances. Among the renewable energy sources *young trees* can be used for heat energy production at the lowest cost. The price of heat energy produced by young trees can even compete with natural gas. The heat energy produced by burning straw-bales is in case of big size boiler – with a performance of 1-6 MW - *more economical than natural gas*.

Examining the inner cost structure of heat production it can be stated that by renewable energy sources the operational and maintenance costs of the firing appliances

are far higher than those of firing appliances operating by traditional fuels. In the latter case the majority of the costs (85-95 %) arises from the price of fuels.

### 3. CONCLUSIONS

It can be stated that bio-ethanol and bio-diesel as fuels for internal combustion engines can be produced in Hungary at a competitive price by the utilization of biomass of agricultural origin as well as chopped wood on energy plantations and baled wheat straw apt for burning for the production of heat energy. The Hungarian agriculture could provide for 10 % of the domestic energy demand to be covered by these renewable energy sources.

#### Acknowledgement

The authors would like to express their gratitude to the National Office for Research and Technology (NKTH) for the financial support.



Established by the support of the National Office for Research and Technology.

### REFERENCES

- [1] Dolenšek M., Oljača Snežana., Kovačević D., Oljača M. V.: (2008) Technics and Tehnologycal Solutions of Modern Usage of Biomass for Energy Production in Houses, Agricultural Engineering Scientific Journal, Beograd-Zemun Serbia. Vol XXXIII, No. 3. p. 99-107.
- [2] Fenyvesi L., Hajdú J.: (2005). Ökonomische Zusammenhänge der Nutzung von Biomasse, Biomasse – Energie aus der aus Landwirtschaft, Dreigrenze-Konferenz, Slowakei und Ungarn, Tagungsband, Nyitra, 3-4. May 2005, p.133-138.
- [3] Fenyvesi L., Pecznik P.: (2004). Is Hungary the source of bioenergy for Europe?, Second World Biomass Conference, Proceedings of the World Conference held in Rome, Italy 10-14 May 2004. (1): 542-545.
- [4] Hajdú J., Fenyvesi L., Pecznik P.: (2005). Impaction of EU Joining for Renewable Energy Utilisation in Hungary, The 4<sup>th</sup> Research and Development Conference of Central and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering. Moscow, 12-13. May. 2005. 25-32.
- [5] Hajdú J., Magó L.: (2006) The Possibilities of Use of the Biomass in Hungary, Proceedings of the 34<sup>th</sup> International Symposium “Actual Tasks on Agricultural Engineering”, Opatija, Croatia, 21-24. February 2006. Proc. 111-120.
- [6] Hajdú J., Magó L.: (2008) „Agricultural Biomass Potential in Hungary”, Proceedings of 10<sup>th</sup> International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Antalya, Turkey, 14-17 October 2008., p. 512-517.

- [7] Magó L., Hajdú J., Fenyvesi L.: (2009) „Biomass Potential from Agriculture in Hungary”, Journal of Scientific Society of Power Machines, Tractors and Maintenance “Tractors and Power Machines”, Novi Sad, Serbia. Vol. 14. No. 1., p. 15-21.
- [8] Oljača Snežana, Oljača M., Kovačević D., Glamočlija Đ.: (2007) Ekološke posledice upotrebe biljaka za dobijanje energije, Agricultural Engineering Scientific Journal, Beograd-Zemun Serbia. Vol XXXII, No. 4. p. 91-97.

## PREGLED POTENCIJALA ČVRSTE BIOMASE U POLJOPRIVREDI MAĐARSKE

**László Magó**

Mađarski institut za poljoprivrednu tehniku,  
Gödöllő, Mađarska

**Sadržaj:** Ovaj pregled se odnosi na potencijal biomase iz poljoprivrede, mogućnosti energetske primene biomase, biogas, biodizel i bioetanol, u Mađarskoj.

Najveći proizvođač biomase u Mađarskoj je poljoprivreda, sa 58 miliona tona organske materije godišnje, u čemu primarni proizvod čini 53 % (30.5 miliona tona) a sporedni proizvodi 47 % (27,5 mil. t). Biomasa namenjena za energetska upotrebu čini oko 1.8 miliona tona, samo 0.3 % ukupne količine.

Učešće obnovljivih izvora energije dobijenih iz biomase retko prelazi 1 % ukupne potrošnje energije u poljoprivredi.

Obnovljiva energija dobijena iz dela biomase proizvedenog u poljoprivredi mogla bi, u kratkom roku, da pokrije preko 10 % nacionalnih potreba za energijom.

**Ključne reči:** čvrsta biomasa, potencijal biomase, obnovljiva energija





UDK: 631.621

## SOLID BIOMASS POTENTIAL FROM AGRICULTURE IN HUNGARY AND SERBIA

László Magó<sup>1</sup>, Goran Topisirović<sup>2</sup>, Snežana Oljača<sup>3</sup>, Mičo V. Oljača<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő, Hungary*

<sup>2</sup> *Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering, Belgrade, Serbia*

<sup>3</sup> *Faculty of Agriculture, Institute of Crop Science, Belgrade, Serbia*

**Abstract:** The research aimed to measure the quantity of agricultural biomass suitable for energy purposes at regional level (mostly in Serbia and Hungary). Furthermore, our common research also aimed to determine the potential of biomass for energy purposes with regards to the grown plants. We also aimed to name the possibilities and ways of utilisation of the solid biomasses of various origins.

Experiments of this kind have already commenced in Hungary and Serbia, in the Gödöllő-based Hungarian Institute of Agricultural Engineering and the Institute of Agricultural Engineering of the Faculty of Agriculture in Beograd.

The potentials of different types of solid biomass from agriculture are presented in the paper. The survey has included the comparative presentation of solid biomass potentials in Hungary and Serbia.

**Key words:** *solid biomass, agricultural biomass potential, renewable energy, energy utilisation*

### INTRODUCTION

Renewable energy sources are strongly emphasized among the other items for renewable energy production and environmental protection. Besides, very important are improvements in rural development, employment, energy supply diversification, lower fossil fuels consumption, reliability of energy supply, engagement of domestic industry, etc.

According to the EU Directive 2003/30/EC, the biomass is defined as following: 'biomass' means the biodegradable fraction of products, waste and residues from agriculture (including vegetal and animal substances), forestry and related industries, as well as the biodegradable fraction of industrial and municipal waste.

In the Action plan for biomass 2010 - 2012, that was designed by the Ministry of Environment and Spatial Planning and the Ministry of Energy and Mining of the Serbian Government, this definition is more precise: biomass is the biodegradable fraction of

products, waste and residues from agriculture (including vegetal and animal substances), forestry and wood industry, as well as the biodegradable fractions of industrial and municipal waste, which use in energy production is allowed, according to the relevant regulation from the field of environmental protection.

Basically, biomass is plant or animal matter (hence organic resources) that can be used to produce energy through different processes. The energy of plant matter is recaptured by the plants in the photosynthesis, transforming the sunlight into chemical energy and providing the base for the environmental chain. During the photosynthesis, plants combine carbon dioxide from the air and water from the ground to generate carbohydrates, which form the building blocks of biomass. In this way, the solar energy is stored in the chemical bonds of the structural components of biomass. This energy can be extracted using different methods. On the other hand, the main source of energy from animal sources mainly comes from cattle manure.

The general importance of the renewable energy sources in the EU economy can be illustrated by the following table, that presents the planned increase of renewable energy sources in the EU from 1995 to 2010.

Tab. 1. Renewable energy sources in the EU in 1995 and the predicted capacities in 2010

Type of energy	Renewable energy source potentials in 1995	Predicted potentials in 2010	Increment index
1. Wind	2,5 GW	40 GW	16
2. Water	92 GW	105 GW	1,1
Large power plants	82,5 GW	91 GW	0,01
Small power plants	9,5 GW	14 GW	1,5
3. Photovoltaic cells	0,03 GW	3 GW	100
4. Biomass	44,8 M toe	135 M toe	3
5. Geothermal			
Electricity	0,5 GW	1 GW	2
Heat	1,3 GWt	5 GWt	3,8
6. Solar collectors	$6,5 * 10^6 \text{ m}^2$	$100 * 10^6 \text{ m}^2$	15,3
7. Passive solar energy		35 Mtoe	-
8. Other		1 GW	-

## CROP SPECIES FOR ENERGY

An energy crop is a plant grown as a low cost and low maintenance harvest used to make biofuels, or combusted for its energy content to generate electricity or heat. Energy crops are generally categorized as woody or herbaceous (grassy). Figure 1 shows different possibilities for field crops usage [6]. The most common energy crops are: rapeseed, soybean, jatropha, mahua, mustard, flax, sunflower, palm oil, hemp, used for oil and energy (biodiesel), woody crops such as willow or poplar, as well as temperate grasses such as *miscanthus* and *Pennisetum purpureum* (both known as elephant grass), if carbohydrate content is desired for the production of biogas whole-crops such as maize, Sudan grass, millet, white clover and many others, can be made into silage and then converted into biogas. Ethanol can be made from sugar or starchy crops such as: sugar cane, sugar beet, potato, maize.

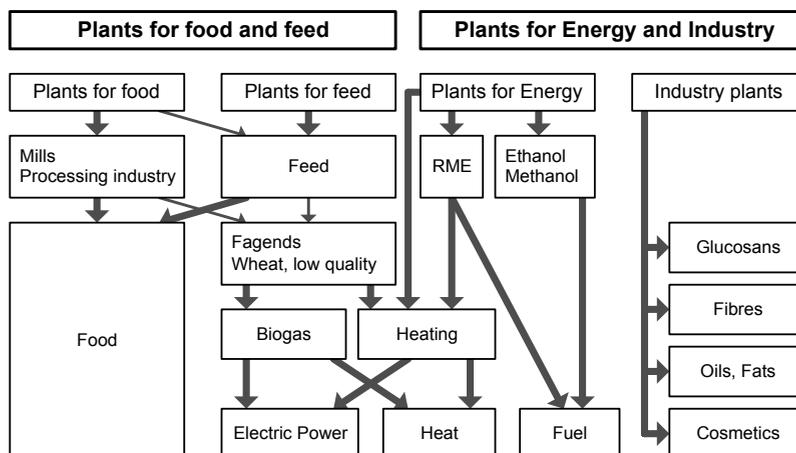


Fig. 1. Plants for Energy usage, [6]

## HUNGARIAN PREVIEW

According to surveys there is a significant biomass potential in Hungary. The total bulk of biomass in the country is up to 350-360 million tons out of which 105-110 million tons (about 30 %) reproduce themselves annually. The energy content of the biomass developing annually is up to 1185 PJ which is 5 % more than the total annual energy consumption of the country (1120 PJ). The fact that quantity of coal generated annually by plants is four times as much as the quantity of fossil coal exploited for energetic purposes in a year – as much as 30.4 million tons.

Tab. 2. Potential and utilization possibilities of energetic biomass from the agriculture

No.	Biomass	Quantity 1000 t/year		Energy content PJ/year	
		Min.	Max.	Min.	Max.
<b>I. Biomass for combustion</b>					
1.	Straw	1.000	1.200	11,7	14,0
2.	Stalk	2.000	2.500	24,0	30,0
3.	Energy grass	500	600	6,0	7,0
4.	Vine- and orchard shoot	300	350	4,3	5,0
5.	Energy plants on arable land	1.800	2.500	27,3	38,0
<b>II. Production of biofuels</b>					
1.	Corn maize	1.200	2.000	14,4	24,0
2.	Wheat/rye	600	1.800	7,2	21,6
3.	Rape	220	460	3,3	7,0
4.	Sunflower	50	200	0,8	3,2
<b>III. Biogas production</b>					
1.	Liquid manure, organic waste	6.000	10.000	5,4	9,0
2.	Silomaize, sorghum	1.600	3.200	5,4	10,8
Total:				109,8	169,6
In % of the total Hungarian energy consumption of 1120 PJ				9,7 %	15,0 %

## BIOMASS FOR ENERGY

In the primary biomass produced by the agriculture first of all the by-products arising in better amount can be reckoned with for energetic purposes. Under common or regular conditions 2,6-2,9 million tons of **cereal straw** is processed annually of which 1,6-1,7 million tons are utilized for animal breeding and for industrial purposes. The major part of the remaining 1,0-1,2 million tons of cereal straw could be used for energy production and annually 11,7-14 PJ energy could be produced of it. At present straw is practically not utilized for energetic purposes in Hungary due to the lack of appropriate stokes.

**Maize stalk** production in Hungary is 8-10 million tons of which 2-2,5 million tons could be utilized for energetic purposes which could yield 20-24 PJ energy p.a. Among the by-products of crop growing sunflower stalk and rape straw also arise in big quantities which could be utilized for burning and could supply 5-6 PJ thermal energy annually should the appropriate technologies for harvesting and burning be available.

The quantity of **vineyard and orchard pruning residues** (branch tendrils and fruit tree loppings) arising annually is 300-350 thousand tons which could supply 4,3-5 PJ energy. There have only been attempts for their burning till now. The harvesting in bales and burning in small stokes of branch tendrils is a viable solution on the vine growing farms. For the chopping, collecting and burning of pruning residues no technology has been developed so far.

Among the plants which can be produced on big areas for energetic purposes first of all the energy-grass and the energetic tree plantations can come into consideration in Hungary.

**The energy-grass** as a short rotation herbaceous grasses is able to provide a dry bulk of 10t/ha which can be baled for several years the energy content of which is 110-120 GJ/ha. The energy-grass can easily be pelletized. 6-7 tons of pellets can be produced of the grass yield of one hectare the burning features of which are more auspicious in lower capacity stokes than that of the chopped material in thermal power stations.

Should the final form of firing technology of energy-grass be developed cropping could be started in a short time maybe on 50-60 thousand hectares which would supply a 500-600 thousand ton bulk of biomass annually, of which 6-7 PJ energy can be produced.

Another prospective source of bio-energy is the energetic tree plantation classified in the agricultural plantation management cultivation sector by which dendromass can be produced relatively fast and in big quantity for energetic purposes.

According to experiences hitherto it is expedient to plant the **short rotation wooden crops** varieties (poplar, willow) with a number of plants 12000-15000/ha which will be ready for felling in 3-5 years. The re-shooting tree stock can be harvested in another 3-5 years by felling totally 5-7 times assuming a plantation lifespan of 15-25 years. On the basis of long term-experiments made with different tree varieties yields of 11-20 t/ha/year can be achieved, of which 185-330 GJ/ha energy can be produced.

A rapid territorial expansion of the energetic plantations is expected in the near future which can achieve, or even exceed 100 thousand hectares of which 25-30 PJ energy can be gained.

For energy production under arable land conditions *triticale in the form of whole plant* cut into windrow and baled can also be taken into account the yield of which may reach 8-10 t/ha with 40 % grain bulk in it.

Its energy content is 15-16 GJ/t so 120-160 GJ/ha energy can be produced. It has a favorable feature from the point of view of firing technology, that in baled form it burns more slowly and with a more even heat regress than wheat straw. These biomasses originating from plants which can be produced on the field and utilized by direct burning are gaining a growing emphasis in our national energy policy in the coming years.

Tab. 3. The real and feasible capacity for energetic utilization of solid biomass in Hungary

Biomass	Utilization	Actual capacity			Expected growth till 2020		
		Unit (pieces)	Capacity (MW)	Biomass demand (2000 t)	Unit (pieces)	Capacity (MW)	Biomass demand (1000 t)
1. Wood chips (forest or planted wood)	Electricity	5	140	1000	8	420	2800
	Central heating	5	24	25	25	120	150
	Central heating + electric energy production	2	12	32	20	120	180
2. Straw, Energy grass	Straw power plant, electric energy production and heat utilization	-	-	-	2-3	40-60	450
Sum total		12	176	1057	55-56	700-720	~ 3600

## SERBIAN PREVIEW

The agricultural biomass wastes are coming from cereals, mostly wheat, barley and corn, and from industrial crops mostly sunflower, soya, and rapeseed. In addition, there are many livestock farms in agricultural regions, where liquid and solid manure are considered as biomass waste. Fruit growing is also present in the agricultural areas, but the main area of fruit growing is the hilly region on the south, where main types of fruit are plums, apples, cherries, peaches, and grapes.

Actual annual biomass production in Serbia is app. 12.5 million t (2.7 million of TOE). From this sum, 1.7 million TOE is agricultural biomass, and 1.02 million TOE comes from the forestry.

Tab. 4. Possibilities for energy production from biomass in Serbia

Biomass source	Potential (toe)
Wood biomass	1.527.678*
Wood for combustion	1.150.000
Wood residues	163.760
Wood processing residues	179.563
Outside forests wood	34.355
Agricultural biomass	1.670.240
Crop production residues	1.023.000
Fruit and grape production and processing residues	605.000
Liquid manure (for biogas production)	42.240

\* Recent research on wood biomass, according to the FAO methodology

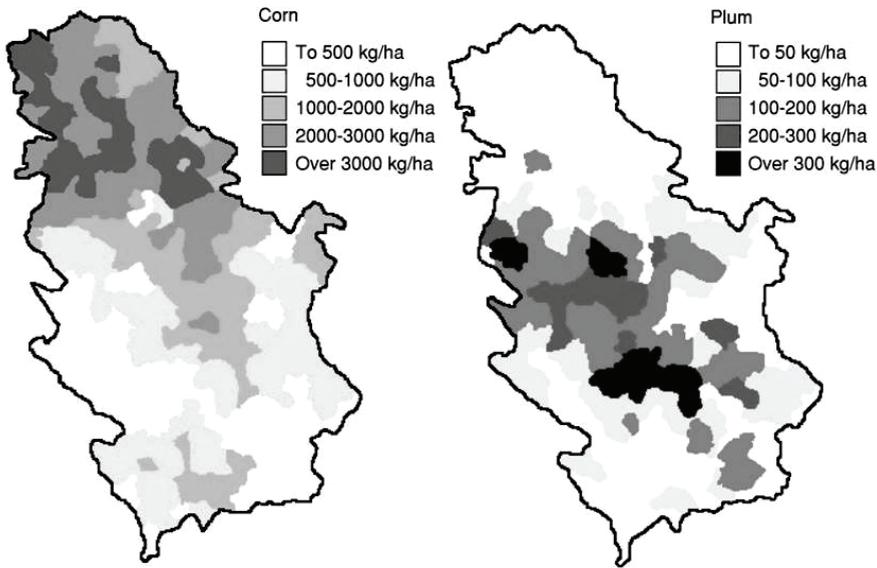


Fig. 2. Agricultural areas under corn fields and plum orchards

For easier classification, biomass that originate from agriculture can be divided in three main categories: from crop production, fruit production and livestock breeding.

### BIOMASS FROM CROP PRODUCTION

In Serbia, there are many small individual landowners who deal with production of cereals or industrial plants, like sunflower or soya. A great deal of crop farming production, almost 75% is achieved in small or medium size private ownership, while only about 25% of crop farming production belongs to agricultural companies of relatively larger size.

Tab. 5. Yield of main species in crop farming and energy potential of their residues

Plant	Yield (10 <sup>3</sup> t)	Total residues (10 <sup>3</sup> t)	Residues for energy use (10 <sup>3</sup> t)	Energy potential (toe)*
Wheat	2.905,0	2.905,0	1.365,0	Average heating value 14MJ/kg
Barley	365,0	295,0	180,0	
Rye	14,1	15,5	4,4	
Corn	4.827,0	5.310,0	1.140,0	
Sunflower	280,0	705,0	240,0	
Soya	160,0	320,0	130,0	
Rape seed	2,6	7,8	1,6	
Total		9.560,0	3.060,0	1023000

\*1 toe – ton of oil equivalent = 41,860 MJ

The modern way of livestock breeding does not consider extensive use of bio mass residues for animal bedding. At large agricultural farms it is more favorable and cost effective to collect biomass residues in bales, and use them without any further preparation in small or medium sized boilers.

About half of bio mass residues at large agricultural farms can be used for energy purposes, while only about 20% bio mass residues generated on relatively small private farms can be used for energy purposes.

Greater amount of bio mass residues generated on small agricultural farms can be used for energy if these owners would have appropriate ovens and boilers for burning biomass residues, or if they find an interest to collect residues and sell them.

### BIOMASS FROM FRUIT PRODUCTION AND VITICULTURE

One of main activities in fruit growing and viticulture is pruning of small branches, and these cut small branches can be available for energy purposes. Total number of registered fruit trees is about  $94 \cdot 10^6$ . Half of this number are plum trees, about 20% are apple trees and almost 15% are cherry trees, both sour and sweet cherry.

The total bio mass residues from fruit growing amounts about 475.000 t, with average heating value of 14 MJ/kg the energy potential of biomass residues from fruit trees pruning is about 159.000 toe. The energy potential of vine pruning residues is about 155.000 toe.

*Tab. 6. Energy potential of biomass residues deriving from fruit cultivation and processing*

Species	Number of trees [10 <sup>3</sup> ha]	Type of biomass residues	Biomass residues [t]	Annual energy equivalent [toe]
Plum	50.630	pruning, stones	393.500	132.600
Apple	17.570	pruning, peel	36.200	10.900
Cherries	12.280	pruning, stones	55.000	16.500
Pear	7.080	pruning, peel	14.000	4.300
Peach	4.450	pruning, stones	35.100	11.700
Apricot	1.900	pruning, stones	15.500	4.100
Walnuts	2.100	pruning, shell	55.000	14.100
Grape	77.390	pruning, peel, seeds	515.000	166.300
Total: 360.500				

Stones of plums, cherries, peaches, and apricots together with peels and seeds of apples, pears, and grapes are wastes derived from processing of fruit. The quantity of these wastes amounts to about 200,000 t. With a relatively modest heating value of 9 GJ/t, the energy potential of fruit processing wastes is about 46,000 toe. This value is relatively small comparing to the energy potential of other fruit residues derived from growing. But an important advantage of these wastes is that they are already collected in every company dealing with fruit processing.

The overall energy potential of bio mass residues from fruit growing, viticulture and fruit processing is about 605,000 toe.

## BIOMASS FROM LIVESTOCK BREEDING

Liquid manure deriving from cattle and pig breeding together with poultry litter are potential energy sources as well. Because of high water content (up to 90%) these slurries are usually treated by anaerobic digestion. These wastes are recommended for anaerobic digestion, not only for an energy reason, but also for getting more suitable and environmentally friendly fertilizers.

Livestock breeding in Serbia comprises mainly cattle, pigs, poultry and sheep.

*Tab. 7. Livestock in medium and great farms and energy potential of their manure [2, 19]*

Livestock	Location of farms	Number of heads	Manure [m <sup>3</sup> /day]	Biogas [m <sup>3</sup> /day]	Annual energy equivalent [toe]
Cattle	Flat regions	149.300			
	Hilly regions	111.000			
	Total	260.300	5.270	105.000	20.140
Pigs	Flat regions	1.369.500			
	Hilly regions	285.600			
	Total	1.655.100	4.560	91.200	17.500
Poultry		2.350.000	480	24.000	4.600
Total					42.240

The major part of livestock is located in small farms, with only a few heads in each. An organized manure collection from these small farms is not likely to be easily technically feasible, and the financial feasibility is uncertain as well. Therefore, in the analysis of energy potential, only manure in medium and great farms is considered as a prospective source of fuel, since manure from these farms does not need to be transported, and can be efficiently treated in an aerobic digestion.

## COMPETITION BETWEEN FOOD AND ENERGY PRODUCTION

FAO and OECD estimate that food consumption will increase 10% annually, while energy consumption will increase 3% by 2030. Increased need of food will be covered with bio-technical progress before all on suitable location for agricultural production. Some analysts note that oil prices will not stay on present price of US\$87.63 a barrel - the highest level since late 2008. Considering that oil price has exceptional influence on bioenergy production, production of bioethanol in Brasil is rentable without subsidies if the oil price is between US\$30 and US\$40 per barrel. In such areas more agricultural land will be used for energy production and higher food prices will be reasonable consequence.

EU commission evaluates profitability of biofuel production in Europe when oil prices are between US\$60 and US\$90 a barrel which means double than breakeven point in Brasil. According research [21], food production in Europe will be still in the foreground ahead energy production. According to the authors' [15], own calculations for EU countries, domestically produced biofuels would not be viable without a subsidy of some kind unless oil prices were consistently higher than US\$80 a barrel. Given that

such prices are not imminent, the biofuel industry in Europe, as in the United States, is heavily dependent on continuing political support. The European Union has supported biofuel production primarily to promote sustainable farming, protect the countryside, create additional value added and employment in rural areas, reduce the cost of farm support policies, and diversify its energy supplies. Reducing emissions of greenhouse gases is only a secondary goal because the net energy efficiency of the biofuel crops grown in Europe is low. Thus the biofuel industry has much higher carbon abatement costs than do some other fields of energy use.

Partly as a result of negative publicity regarding biofuels, the European Union watered down its 2020 biofuels conversion goals while Germany began to remove tax credits that aided its domestic biodiesel industry. The biofuel tax increases, aimed at ultimately creating tax parity between biofuels and conventional fuels, rendered the domestic German biodiesel industry unable to compete with subsidized biodiesel from South American and the US. 27% of German capacity shut down altogether, while 36% ran at less than 50% of capacity. Meanwhile, the European Union flirted with doing away with a 10 percent biofuels target and 2008-2020 conversion schedule. The EU ultimately agreed to confirm the targets as a renewable energy conversion, but 30% of the target would be met by electric cars or trains, with the remainder to come from biofuels. The EU also said it would develop regulations by 2010 to limit the impact of indirect land-use change, while biofuels developed from non-food sources will receive preferred treatment under the agreement. The agreement will need to be ratified by the European Parliament and all 27 EU members.

## **REAL MEANING OF BIOENERGY AND REALITY OF OTHER SOURCES**

Actual results of bioenergy use are not much encouraging except direct burning of biomass. Bioenergy contribution is marginal in total energy balance. If we use half of all arable land for bioenergy production, it will cover only 5% of energy needs. Although some researches are in progress, there is no new kind of bioenergy on market such as BtL (Biomass-to-liquid) [8]. There are prospect that mankind will have secure and cheap sources of energy such as nuclear fission and fusion (atomic power plant for the future) [17], [18].

## **CONCLUSIONS**

The energy crisis on the world draws the attention to the energy sources which can be produced by the agriculture. The lasting energy deficiency can be replaced with the big mass of biomass gained mostly from the agriculture and forestry. The agriculture would be capable to cover 10 % of the country's energy needs from renewable energy sources on a middle term. A new power generating section of the agriculture takes shape across Europe in the immediate future expectedly, that may contribute in a considerable measure to the reduction of the energy deficiency collaborating tightly with the energy producer's and the service provider's sections of the countries, while he secures new revenue source.

- Bioenergy contribution is marginal in total energy balance except direct burning of biomass.
- Economy of bioenergy production depends of subsidies in EU and without them only biomass combustion is cost effectively.
- Producer`s dilemma what is better to produce: food or energy depends of income and household capacities.
- Ecological acceptability of bioenergy is not always positive.
- Ethnical questions (burning of grains) sometimes are significant but economy is in first plan.
- Plant use for energy in EU will not significantly decrease food production but it will increase food prices.

## REFERENCES

- [1] Anonymous. 1997. Energy for the future: Renewable sources of energy. White Paper for a Community Strategy and Action Plan. COM (97)599 final (26/11/1997).
- [2] Anonymous. 2010. Akcioni plan za biomasu 2010 – 2012. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, Vlada Republike Srbije. Beograd.
- [3] Bickert, C. 2006: Wie knapp wird Getreide? DLG Mitteilungen 4/2006: 74-77.
- [4] Bickert, C. 2006: Brot und Spiele. DLG Mitteilungen 4/2006: 77.
- [5] Bošković, D. 2006: Tekma za koruzo. Delo, sobotna priloga 19.10.06: 11.
- [6] Breitschuh, G., Reinhold, G., Vetter, A. 2005: Wirtschaftlichen Bedeutung der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe für Landwirtschaft: Der Landwirt als Energiewirt – Potenziale für die Erzeugung. KTBL-Schrift 420: 19-36.
- [7] Dänzer, D. 2006. Vom Landwirt zum Energiewirt. Energietechnik, oktober 2006: 3.
- [8] FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. 2006. BtL: Biokraftstoff der Zukunft. Landtechnik 4/2006: 206-207.
- [9] Guidi, D., Best, G. 2003: The clean development mechanism. Implications for energy and sustainable agriculture and rural development projects. FAO, Rome: 44pp.
- [10] Krajnc, N. 2003. Lesna biomasa in politika Evropske unije na področju izrabe obnovljivih virov energije. Gospodarjenje z odpadki, No. 46, p.p. 19-22. [COBISS.SI-ID 1105318]
- [11] Kopetz, H. 2005. Die energetische Nutzung der Biomasse als Beitrag zum Klimaschutz und zur Energieversorgung. KTBL-Schrift 420: 7-18.
- [12] Ilic, M., Grubor, B., Tesic, M. 2004. The State of Biomass Energy in Serbia. Thermal Science: Vol. 8, No. 2, pp. 5-19. Belgrade.
- [13] Hajdú J., Magó L.: (2006) The Possibilities of Use of the Biomass in Hungary, Proceedings of the 34th International Symposium “Actual Tasks on Agricultural Engineering”, Opatija, Croatia, 21-24. February 2006. Proc. 111-120.
- [14] Hajdú J., Magó L.: (2008) „Agricultural Biomass Potential in Hungary”, Proceedings of 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Antalya, Turkey, 14-17 October 2008., p. 512-517.
- [15] Henniges O. Zeddiess J. (2005) “Economics of Bioethanol in the Asia-Pacific: Australia – Thailand – China,” in *F. O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report*, Vol. 3, No. 11.

- [16] Magó L., Hajdú J., Fenyvesi L.: (2009) „Biomass Potential from Agriculture in Hungary”, Journal of Scientific Society of Power Machines, Tractors and Maintenance “Tractors and Power Machines”, Novi Sad, Serbia. Vol. 14. No. 1., p. 15-21.
- [17] Oljača, S. 2006, Čiste tehnologije i očuvanje životne sredine u poljoprivredi, Poljoprivredni kalendar 2007:323.
- [18] Potočnik, J. 2006: Zlitje prihodnosti. National Geographic, september 2006: 31-38.
- [19] Schenkel, R. 2006: Z dejstvi nad predsodke in strahove. Delo 20.7.06; 17.
- [20] Twidell, J., Weir, T. 2006. Renewable Energy Resources. Second edition. Taylor & Francis Group, London and New York.
- [21] Quirin, M., Reinhart, G.A. 2005: Ökobilanzen von Bioenergieträgern – ein Überblick. KTBL-Schrift 420: 37-45.
- [22] Uffelman, W., Graser. S. 2006: Was ist nachhaltiger? DLG Mitteilungen 10/2006: 10.
- [23] Zimmer, Y. 2006: Aufs richtige Pferd setzen. DLZ Agrarmagazin 8/2006: 142-144.
- [24] <http://www.cid.csic.es/enof/whitebook.pdf>

This paper is the parts of results of the first year activities on the project „Determination of Solid Biomass Potential from Agriculture in Hungary and Serbia“ of the Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő, and the Institute of Agricultural Engineering, Belgrade.

## POTENCIJAL ČVRSTE BIOMASE IZ POLJOPRIVREDE U MAĐARSKOJ I SRBIJI

László Magó<sup>1</sup>, Goran Topisirović<sup>2</sup>, Snežana Oljača<sup>3</sup>, Mičo V. Oljača<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mađarski institut za poljoprivrednu tehniku, Gödöllő,

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

<sup>3</sup> Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo, Beograd, Srbija

**Sadržaj:** U ovom istraživanju vršenaje procena dostupne količine biomase iz poljoprivrede, koja se može iskoristiti za dobijanje energije na regionalnom nivou (Srbija i Mađarska). Uz to, naše zajedničko istraživanje imalo je za cilj i da oodredi potencijal biomase za dobijanje energije u odnosu na vrste proizvedene biljne mase. Konačno, pokušali smo i da sagledamo mogućnosti i načine za ujednačavanje čvrste biomase različitog porekla.

Slični ogledi su već izvođeni u Mađarskoj i Srbiji, u Mađarskom institutu za poljoprivrednu tehniku u Gödöllő i Institutu za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu. U radu su predstavljeni potencijali različitih tipova čvrste biomase iz poljoprivrede. Pregled je obuhvatio komparativnu prezentaciju potencijala biomase Mađarske i Srbije.

**Ključne reči:** čvrsta biomasa, potencijal poljoprivredne biomase, obnovljiva energija





UDK: 631.3

## BIOMASA IZ POLJOPRIVREDE KAO POTENCIJANI IZVOR ALTERNATIVNIH GORIVA POGONSKIH AGREGATA

Marija Petrović, Predrag Petrović<sup>1</sup>, Nada Mačvanin, Bela Prokeš<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut „Kirilo Savić“, Beograd, Srbija

<sup>2</sup>Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika, Novi Sad,

**Sadržaj:** Tečna fosilna goriva su najdominantnija goriva za pogon, kako sredstava svih vidova saobraćaja, tako i poljoprivrednih radnih mašina i agregata. U narednom periodu je nerealno očekivati intenzivniji i masovniji razvoj, u primeni, novih konstrukcija motora koje bi bile prilagođene nekoj drugoj vrsti goriva. Svi naponi su usredsređeni na pronalaženju supstitucije goriva, koje bi bilo prilagođeno postojećim konstrukcijama motora, a da istovremeno zadovolje i dodatne kriterijume vezane za obnovljivost, ekologiju, pouzdanost korišćenja i dr.

U tom kontekstu, biogorivima se posvećuje sve veća pažnja, koja se mogu proizvesti iz obnovljivih primarnih i sekundarnih poljoprivrednih sirovina, sa generalno pozitivnim efektima performansi, pouzdanosti, emisije izduvnih gasova, a time i zaštite životne sredine, kao i drugim zahtevima koje sadašnja goriva fosilnog porekla ispunjavaju.

Kao biogoriva mogu se razmatrati metanol, biometanol, bioetanol, biodizel, prirodni gas, vodonik i dr. Sirovine iz poljoprivredne biomase za proizvodnju alternativnih goriva mogu biti: šećerna trska, šećerna repa, sirak šećerac, kukuruz, pšenica, uljana repica, suncokret, krompir, ječam, maslina, palma, batata, monioka, jerusalemska artičoka (topinambur) i dr. Iz proizvoda i ostataka šumskih masa: drvo, celuloza, papir, crni lug i dr. Zatim iz različitih vidova otpada, kao što su: komunalni i sekundarni otpad, otpadi iz proizvodnje žitarica i hrane i dr., uz sadašnju primenu goriva fosilnog porekla iz: nafte, uglja, uljnih škrljaca, prirodnog gasa i dr.

U radu je dat kraći prikaz mogućih vrsta goriva iz biomase, koja se mogu, sa svojim prednostima i manama, potencijalno koristiti kao pogonsko gorivo motora SUS.

**Ključne reči:** poljoprivreda, mehanizacija, gorivo, motor, biomasa, emisija, životna sredina

### 1. UVOD

Goriva fosilnog porekla su dugi niz godina dominantna u primeni za pogon mobilnih sistema sa motorima unutrašnjeg sagorevanja. Međutim, nerealno je očekivati

da će se takav trend primene i dalje nastaviti, i to iz više razloga. Pre svega zbog sve pesimističnijih procena o rezervi nafte, zatim sve strožijih zahteva u pogledu emisije izduvnih gasova, odnosno zaštiti životne sredine, zahteva novijih konstrukcija motora, neracionalne primene biomase iz poljoprivrede za proizvodnju goriva i energije.

Neke inicijative u Svetu, u pogledu razvoja i proizvodnje alternativnih goriva, benzinskih i dizel motora, datiraju dugi niz decenija, a u našoj zemlji intenzivnija istraživanja su vršena pre dve-tri decenije, kada su i počela prva objavljivanja rezultata istraživanja na domaćim skupovima i časopisima.

U ovoj dekadi Evropska unija je 2003. u cilju promovisanja korišćenja biogoriva i drugih alternativnih goriva, pre svega za drumski transport, u kojem gorivo po proceni učestvuje sa više od 85%, usvojila dve direktive:

- Direktiva 2003/30/EC, kojom se zahteva od zemalja članica da proizvedu ili obezbede na tržištu minimalne količine biogoriva kojim bi se zadovoljili ciljevi, da se do kraja 2003. za 0,2%, (460.000 t etanola), a do 2005. obezbedi zamena od 2 % (3,7 mil.t.), fosilnih goriva, a do kraja 2010. od 5,75% (10,7 mil. t.), mereno u odnosu na sadržaj energije.

- Direktiva 2003/96/EC, omogućuje zemljama članicama EU da primene različite takse za biogoriva u cilju podsticanja njihovog razvoja.

Osnovni ciljevi navedenih evropskih direktiva su da pokrenu iniciranje smanjenja primene i postepeno oslobađanje EU od uvoza goriva fosilnog porekla, koji danas iznosi oko 50 % energije, što po nekim procenama ako se nastavi ovakav trend potrošnje, može do 2030. dostići i oko 70 %.

Zatim da se ostvare ciljevi Kjoto sporazuma iz 1997. godine i smanji emisija gasova, koji doprinose efektu staklene bašte, pri čemu se najveća pažnja posvećuje emisiji CO<sub>2</sub>, zbog toga je potrebno u periodu od 2008. - 2012. smanjiti emisiju CO<sub>2</sub> za 5,2%, u odnosu na stanje iz 1990. Međutim ako se u tom kontekstu ništa ne bi preduzimalo i ukoliko bi se zadržao postojeći trend emisije CO<sub>2</sub>, predviđa se da bi do 2012. emisija CO<sub>2</sub> mogla da ima značajnu tendenciju porasta. I jedan od bitnijih ciljeva je ostvarenje zamene oko 20% tradicionalnih goriva fosilnog porekla u drumskom transportu do 2020. Transport predstavlja važan sektor energetske potrošnje i potpuno je zavistan od snabdevanja naftnim derivatima, odnosno bazira se sa 98% na naftnim derivatima i troši oko 67% od ukupnih naftnih derivata EU. Transport je ujedno i ključni generator emisije CO<sub>2</sub> i emituje oko 28% ukupne emisije CO<sub>2</sub> u EU.

Ne treba zapostaviti i mogućnost pojave eventualne nove svetske krize u snabdevanju naftnim derivatima, koje bi bile, s obzirom na stepen generalnog svetskog razvoja, sa većim posledicama, nego u vreme prethodne dve. [1]

## **2.MATERIJAL I METOD RADA**

### **2.1. Zahtevi kvaliteta i mogućnosti proizvodnje goriva iz biomase poljoprivrede**

Prema procenama, goriva fosilnog porekla i dalje će dugi niz godina biti primarna, kao pogonska za motore različitih aplikacija. I pored takvih predviđanja danas su mnogi pravci razvoja fokusirani na pronalaženju supstitucije goriva, koje bi bilo prilagođeno postojećim konstrukcijama motora, a da istovremeno zadovolje i dodatne kriterijume

vezane za obnovljivost, ekologiju, pouzdanost korišćenja i dr. Takva goriva moraju da zadovolje sledeće kriterijume:

1. Da imaju visoka energetska svojstva, odnosno visoku toplotnu moć.
2. Da imaju mogućnost lakog formiranja smeše goriva i vazduha, pri svim radnim uslovima, a posebno pri niskim temperaturama.
3. Da imaju veliku brzinu sagorevanja.
4. Da goriva za benzinske motore imaju dobru otpornost na pojavu detonacija, a za dizel motore da poseduju sklonost ka samopaljenju.
5. Da imaju dobre ekološke karakteristike, kako u pogledu niske emisije toksičnih komponenata tako i u pogledu male emisije gasova koji utiču na posledice stvaranja tzv. efekata „staklene bašte“.
6. Da sagorevaju bez taloga, pepela i drugih ostataka.
7. Sva goriva moraju biti hemijski stabilna i ne smeju izazivati koroziju i agresiju na druge materijale.
8. Ne smeju posedovati sastojke koji stvaraju toksične komponente pri sagorevanju.
9. Sva goriva moraju biti pogodna za skladištenje i manipulaciju.
10. Moraju imati nisku, odnosno relativno pristupačnu cenu.

U najnovije vreme, pored navedenih zahteva kvaliteta goriva, sve prisutniji su zahtevi niske izduvne emisije toksičnih gasova i dobijanje goriva iz obnovljivih izvora energije. Težnja je da se proizvode nova goriva na novim tehnologijama koje nude znatan potencijal u poboljšanju kvaliteta vazduha i smanjenju emisije gasova, a sve u cilju zaštite životne sredine i uticaju na globalnu promenu klime. Međutim, potpun prodor novih tehnologija na tržište je dugačak proces, a neke od novih tehnologija su još uvek u razvojnoj fazi i zahtevaju znatna ulaganja do konačne primene. Slična situacija je i u oblasti tehnologija primene goriva.

Sve te okolnosti primoravaju svetske činioce u automobilske industriji i energiji uopšte, na razvoju novih vrsta goriva iz obnovljivih izvora iz biomase poljoprivrede i poljoprivrednih kultura

Kao vidovi alternativnih biogoriva u primeni se mogu naći: metanol, biometanol, bioetanol, biodizel, prirodni gas, vodonik i dr. Kao sirovine biomase iz poljoprivrede mogu biti: šećerna trska, šećerna repa, sirak šećerac, kukuruz, pšenica, uljana repica, suncokret, krompir, ječam, maslina, palma i drugi egzotični proizvodi. Za proizvodnju mogu se koristiti i ostaci šumskih masa: drvo, celuloza, papir, crni lug i dr., zatim iz nekih vrsta otpada, kao što su komunalni i sekundarni, otpadi iz proizvodnje žitarica i hrane i dr.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

#### 3.1. Biogoriva-biomasa

Biogoriva su alkoholi, eteri, esteri i druga hemijska jedinjenja proizvedena iz celulozne biomase kao što su plodovi biljaka i drveta, poljoprivredni i šumski otpad, gradske i industrijske deponije itd. Koriste se za stvaranje energije u različitim postrojenjima, a u saobraćaju se uglavnom u minimalnim količinama koriste bioetanol,

biodizel, biometanol i bioulja. Biogas se retko koristi za mobilne mašine, ali je interesantan za stacionarnu primenu. Dugoročno, i neka druga goriva, kao što je biodimetileter, pa čak i biovodonik, mogu biti interesantni.

Biomasa se može koristiti kao gorivo za motore na nekoliko načina:

- Plodovi biljaka bogati uljem (repica, soja, suncokret itd.) mogu biti, nakon ceđenja, podvrgnuti preradi (procesom transesterifikacije) u gorivo koje može naslediti dizel gorivo bilo u potpunosti, bilo u mešavinama sa dizel gorivom.
- Šećerni plodovi, zrna i drugi sastojci mogu biti podvrgnuti fermentaciji u cilju dobijanja alkohola (bioetanol) koji se može primeniti kao gorivo ili u mešavini sa benzinom.

Organski otpadni materijal se može pretvoriti u vozilsko gorivo na sledeće načine:

- Iskorišćeno ulje (nakon kuvanja) u biodizel.
- Životinjski i ljudski izmet se može pretvoriti u biogas.
- Odbačeni plodovi mogu se koristiti za proizvodnju bioetanola.

Nažalost, dobijene količine goriva iz ovih materija nisu velike, ali je otpadni materijal besplatan i njihovom preradom i odlaganjem sekundarnih sirovina znatno bi se smanjilo zagađenje životne sredine.

Osnovne prednosti biogoriva su, da je to obnovljiv i neiscrpan izvor energije-goriva, koje emituje manje zagađenje u atmosferu od klasičnog goriva. Osim toga, ova goriva su CO<sub>2</sub> neutralna, odnosno ona emituju, ali i troše CO<sub>2</sub>. Veoma važno je i to, da koriste otpadne materije koje bi najčešće bile deponovane, a na taj način, pa makar i u minimalnom procentu bi učestvovala u supstituciji goriva fosilnog porekla, što će naročito biti važno u narednim decenijama.

Međutim, u globalu, biogoriva imaju i određene nedostatke, pre svega su relativno skupa, a potrošnja energije za njihovu proizvodnju je takva da grubo pokriva polovinu učinka u pogledu smanjenja emisije CO<sub>2</sub> (još više u slučaju bioetanola). Ovaj raskorak se može smanjiti korišćenjem samo otpadnog materijala, ali to smanjuje racionalnost, a povećava troškove proizvodnje. Prema nekim nepotvrđenim procenama, najviše što se može postići u supstituciji konvencionalnih goriva je do 8%, pogotovu ukoliko se u budućnosti proizvodnja biogoriva ograniči na 10% obradivog zemljišta.

Poseban nedostatak može biti nešto veća emisija nereguliranih komponenata (kao što su aldehidi) koje mogu izazvati iritacije disajnih organa i time ugroziti kvalitet vazduha.

Biogoriva se ne mogu smatrati kao dugoročna i potpuna zamena konvencionalnih goriva, zbog ograničenih raspoloživih i mogućih količina, ali ona zaslužuju izuzetnu pažnju jer mogu bez većih problema biti primenjena na postojećem voznom parku, uz korišćenje postojećeg sistema distribucije i manipulacije. Zbog toga u njihovu primenu ne treba posebno investirati u novu infrastrukturu, pogotovu ukoliko se koriste mešavine, a ne kompletna supstitucija konvencionalnih goriva.

U slučaju biodizela, malo je verovatno da se na tržištu može ponuditi više od nekoliko procenata ukupne potražnje za gorivima. Zbog toga, kao što je rečeno, logičnija je primena biodizela ili bioetanola u mešavinama do 5 %. Korišćenje 100 % biodizela ili bioetanola na postojećim vozilima u principu se ne preporučuje u opštem slučaju jer može dovesti do tehničkih problema i oštećenja komponenata motora, kao što su agresije na zaptivke, gumene proizvode, farbe i druge komponente.

U odnosu na konvencionalna goriva, koja su po hemijskom sastavu uglavnom ugljovodonici, biogoriva imaju kiseonik u svom sastavu, pa se zato još nazivaju i oksigenovana goriva ili oksigenati. Ova goriva, generalno, imaju dobre karakteristike prilikom primene u motorima SUS, jer povećavaju oktanski broj goriva ukoliko se dodaju motornim benzinima. Danas se u svetu smatra da najviše šanse za upotrebu kao tečno biogorivo ima bioetanol. Budući da se bioetanol proizvodi na bazi biomase tj. poljoprivrednih kultura, odnosno biljnih i/ili otpadnih materijala odgovarajućih industrija. Kao što je već pomenuto, predviđa se da će cena sirovine za njegovu proizvodnju, kao i dostupnost zemljišta za gajenje poljoprivrednih kultura koje služe kao sirovine biti ključni opredeljujući faktori prilikom izgradnje proizvodnih postrojenja. [1]

### 3.1.2. Metanol

Metanol se može proizvesti polazeći od bilo koje ugljenične sirovine, ali se najčešće dobija iz uglja, prirodnog gasa ili biomase. Najracionalnije dobijanje metanola, ali i pored toga da je cena uglja po jedinici energije niža nego cena prirodnog gasa, ipak nisu opravdana velika investiciona ulaganja u troškove prerade uglja u metanol.

Racionalnija proizvodnja metanola je iz prirodnog gasa, koji će i dalje biti znatno jeftiniji od uglja. Oko 75% metanola se danas u svetu proizvodi iz prirodnog gasa pre svega iz ekonomskih razloga. Rezerve prirodnog gasa u svetu su velike, a treba imati u vidu da se gas može dobiti i anaerobnom digestijom biomase ili otpadnog mulja. Tehnologija dobijanja metanola iz prirodnog gasa je razrađena i zahteva eventualnu doradu nekih tehnoloških rešenja, da bi proizvodnja bila ekonomična.

Proizvodnja metanola iz prirodnog gasa se sastoji od tri osnovne faze: proizvodnja gasa za sintezu (singas), konverzija singasa u sirovi metanol i destilacija metanola da bi se dobio proizvod željene čistoće.

Proizvodnja metanola, polazeći od biomase, (takozvanog biometanola) dobija na značaju pre svega iz ekoloških razloga, jer je bilans ugljenika u ovom slučaju nula. Metanol se retko proizvodi kao jedini proizvod, već su procesi tako izvedeni da se istovremeno dobijaju pored metanola, vodonik, električna energija, toplotna energija, kiseonik i drugi nusprodukti, a najčešće zajedno metanol i vodonik.

Postoji čitav niz manje ili više komercijalnih postupaka proizvodnje metanola polazeći iz biomase, koji obavezno sadrže sledeće faze: predtretman, gasifikaciju, prečišćavanje gasa, reforming viših ugljovodonika, premeštanje da bi se dobio odgovarajući odnos H<sub>2</sub> i CO, separaciju i prečišćavanje gasa za sintezu metanola. Prinos metanola u zavisnosti od korišćene biomase, prikazan je u tabeli 1.

Tab. 1: Prinos metanola u zavisnosti od vrste korišćene biomase [1].

Početa sirovina	Efikasnost konverzije u metanol
Efikasnost konverzije u metanol	65 %
Biomasa	60 %
Šumski otpaci	55 %
Otpaci drveta	43,5-50,8 %
Šumski otpaci	65-75 % (tečna biogoriva)

### 3.1.2.1. Dobijanje metanola iz biomase

Biomasa je, takođe, pogodna sirovina za proizvodnju metanola. Procene su da je u svetu raspoloživo 1-4,7 miliona tona suve biomase dnevno. Jedna tona biomase odgovara proizvodnji od oko 100 galona (oko 440 l) metanola. Pogodne sirovine su lignocelulozne i to ostaci iz proizvodnje žitarica, hrane, drveta, čvrstog komunalnog otpada, celuloze, papira i sl. Kao sirovina biomasa ima određene prednosti u odnosu na ugalj. Ona je mnogo reaktivnija pa se lakše gasifikuje. Takođe, biomasa u najvećem broju slučajeva ne sadrži sumpor što pojeftinjuje proces, jer se isključuje faza uklanjanja sumpora. S druge strane, troškovi transporta biomase u odnosu na ugalj su mnogo veći zbog manje gustine energije u jedinici zapremine. Biomasa koja se koristi u ove svrhe mora prethodno da se obradi, tako da cena transporta bude što je moguće manja. Zbog toga se biomasa obično usitnjava, suši, sabija (paletira), pa tek onda transportuje u fabriku za proizvodnju metanola. Cena metanola proizvedenog iz biomase (u svetu) je još uvek veća nego metanola iz fosilnih goriva, mada na nju utiče u velikoj meri državna fiskalna politika. Ova cena je u zavisnosti od geografskog područja vrlo različita i zavisi pre svega od cene sirovine i transportnih troškova.

Najpogodnija biomasa za proizvodnju metanola je drvo zbog svog konzistentnog sastava. Efikasnost konverzije zavisi naravno od primenjenog tehnološkog postupka, ali i od vrste drveta koje se koristi i udela drvnih otpadaka (lišće, iglice) u masi drveta. Prema nekim okvirnim praktičnim rezultatima iz proizvodnje metanola, iznosi se, da je prosečna efikasnost konverzije drveta u metanol oko 50 %, a polutečne biomase oko 65 %. [1]

## 4. GASOVITA GORIVA

Gasovita goriva su vrlo pogodna za primenu u motorima SUS. U alternativna goriva, moguće je razmatrati tečni naftni gas, tečni prirodni gas, gas u tečnost, komprimovani prirodni gas i vodonik.

Prednosti primene gasovitih goriva za pogon motora su: brzo i lako se mešaju sa vazduhom obrazujući smešu potrebnih karakteristika, potpuno sagorevaju, i pri različitim režimima rada, tokom sagorevanja ne stvaraju se naslage na klipovima i ventilima, omogućavaju lako startovanje pri svim vremenskim uslovima, poseduju visoku otpornost prema detonativnom sagorevanju, pa dopuštaju rad sa višim stepenima kompresije, što je od značaja za primenu kod OTO motora, ne utiču na razređivanje ulja za podmazivanje.

I pored gotovo idealnih svojstava za primenu u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, gasovita goriva imaju i ozbiljne nedostatke zbog kojih je njihova primena, za sada, vrlo ograničena. S obzirom da su u gasovitom stanju, ova goriva zahtevaju primenu posebnih, uglavnom velikih, rezervoara na vozilu, a manipulacija gorivom, kao i skladištenje i distribucija prilično su složeni. Ipak, najnoviji trendovi pooštavanja zakonskih propisa u pogledu emisije motornih vozila i ostalih izvora, kao i kretanja cena na tržištu konvencionalnih tečnih goriva polako, ali sigurno, nameću gasovita goriva kao jeftinija i ekološki pogodnija.

## 5. ETANOL

Svetska proizvodnja etanola je u 2004. iznosila preko 40 Gl. Glavni proizvođači etanola su Brazil i SAD, koji zajedno proizvode oko 80% od ukupne svetske proizvodnje. Etanol se može proizvesti hemijskom sintezom ili fermentacijom. Od ukupne proizvodnje etanola preko 60% se proizvodi fermentacijom i predstavlja bioetanol, odnosno etanol proizveden od obnovljivih sirovina. Osnovna namena etanola se može svrstati u tri oblasti: za korišćenje u industriji kao sirovina ili rastvarač, za proizvodnju alkoholnih pića, i kao gorivo.

### 5.1. Sirovine za proizvodnju bioetanola

Bioetanol se može proizvesti fermentacijom iz svih sirovina u kojima ima šećera koje kvasac može da metabolizuje, ili u kojima ima polisaharida koji se mogu razgraditi do šećera koje kvasac može da koristi. Šećeri koje kvasac, ili proizvodni mikroorganizam može da koristi su glukoza, fruktoza, saharoza i maltoza, a primenom specijalnih kvasaca i galaktoza i laktoza.

Polisaharidi, koji se mogu razgraditi do ovih fermentabilnih šećera (hemijski ili enzimski) su dekstrini, skrob, inulin, hemiceluloze i celuloze.

Obzirom da su ovakvi šećeri i polisaharidi veoma rasprostranjeni u biljkama, postoji veliki broj potencijalno mogućih sirovina za proizvodnju etanola. Kada se razmatra mogućnost industrijske proizvodnje bioetanola na određenim sirovinama moraju se uzeti u razmatranje faktori kao što su koncentracija ugljenih hidrata (odnosno moguće iskorišćenje na etanol, tj. količina etanola koja se može dobiti iz jedinice mase sirovine), zatim cena i dostupnost sirovine, kao i cena tehnološkog postupka za proizvodnju etanola na određenoj sirovini. U tabeli 2 prikazani su prosečni prinosi i iskorišćenja proizvodnje etanola važnijih poljoprivrednih proizvoda.

Tab. 2: Prosečni prinosi i iskorišćenja etanola iz važnijih poljoprivrednih sirovina [1].

Sirovina	Prinos (t/ha)	Spec. iskor. etanola na sirovinu (hl/t)	Iskor. etanola po jed. površine (hl/ha)
Šećerna trska (Brazil)	100	~0,68	~50
Šećerna repa	66-78	~0,80	~0,80
Sirak šećerac	~25	~0,68	~17,0
Kukuruz (SAD)	7-8	~3,50	~2,0
Pšenica	2-5	~3,70	7,4-18,5
Sirak	1-6	~3,40	3,4-20,4
Krompir	17-20	~1,00	17-20
Batata	10-15	~1,30	13,0-19,5
Manioka	12-25	~1,70	20,4-42,5
Jerusalemska artičoka (topinambur)	20-40	~0,77	15,4-30,8

### 5.1.1. Sirovine bogate šećerom

**Melasa šećerne repe i šećerne trske.** Etanol se tradicionalno i veoma dugo proizvodi iz melasa šećerne trske ili šećerne repe. Dugo vremena u prošlosti melasa je imala primat kao sirovina za proizvodnju etanola. Međutim, danas melasa ima visoku cenu i na raspolaganju su ograničene količine koje su uslovljene proizvodnjom šećera. Kako se u svetu sve intenzivnije razvija proizvodnja šećera, odnosno zaslađivača iz žitarica (saharoza, glukoza, glukozni i fruktozni sirupi itd.), sledi da se može očekivati dalji umeren razvoj proizvodnje šećera iz šećerne trske i šećerne repe, što istovremeno znači i umeren porast raspoloživih količina melase za proizvodnju etanola.

**Šećerna repa i šećerna trska** se tradicionalno koriste za proizvodnju šećera. Inače, zbog visokog sadržaja saharoze one predstavljaju sirovine koje su pogodne za proizvodnju bioetanola. Korišćenje ovih sirovina za proizvodnju bioetanola zavisi od njihove trenutne cene i podobnosti za rast na određenim podnebljima i klimatskim uslovima. Postoje genetski manipulisane sorte koje mogu dati bolje prinose fermentabilnih šećera po jedinici površine, i sa produženom sposobnošću lagerovanja. Međutim, cena proizvedenog etanola od šećerne repe je još uvek nekonkurentna ceni.

### 5.1.2 Sirovine bogate skrobom

**Žitarice.** Kukuruz, a u poslednje vreme i pšenica, zbog visokih i stabilnih prinosa, ekonomične proizvodnje, viškova na svetskom tržištu i relativno stabilne cene, predstavljaju jedne od najčešće korišćenih sirovina bogatih skrobom, kako za proizvodnju šećera, tako i za proizvodnju etanola. Kukuruz predstavlja osnovnu sirovinu za proizvodnju bioetanola u SAD. Korišćenje žitarica, koje se tradicionalno koriste u ishrani za proizvodnju etanola može se opravdati postizanjem značajno niže cene proizvodnog postupka razgradnje skroba i prevodenja u fermentabilne šećere.

**Ječam i raž** su sirovine kojima je globalno obično posvećeno mnogo manje poljoprivredne površine od drugih žitarica. Oni daju manji prinos po zasejanoj površini i obično se koriste za proizvodnju alkoholnih pića, a njihovo korišćenje za proizvodnju bioetanola kao biogoriva se može opravdati samo u slučaju oštećenih zrnelja.

**Krompir** je kao sirovina za proizvodnju bioetanola za korišćenje kao gorivo, takođe, pod znakom pitanja zbog relativno visoke cene sirovine i sezonskog rada postrojenja. Upotreba krompira za dobijanje etanola je opravdana u slučaju postojanja značajnih količina otpadnog materijala pri preradi krompira, kao i u oblastima sa velikim tržišnim viškovima krompira i relativno lakog izdvajanja.

U ostale značajne skrobne sirovine za proizvodnju bioetanola mogu se svrstati tritikale, sirak, sirak za zrno, manioka, batata i jerusalimska artičoka (topinambur).

### 5.1.3. Sirovine na bazi celuloze - lignocelulozne sirovine

Celulozna biomasa koja uključuje biljnu i drvenu biomasu, otpadne poljoprivredne biomase, otpatke iz proizvodnje papira i dr, predstavlja najveću i svima dostupnu sirovinsku bazu za koju se pretpostavlja da će u bliskoj budućnosti biti najzastupljenija u industrijskoj proizvodnji bioetanola.

Ova biomasa se i danas koristi, mada u manjem obimu, u nekim zemljama (Severna Evropa, Kanada, SAD). Naime, danas još uvek nije potpuno rešen postupak pripreme otpadne poljoprivredne celulozne biomase i biomase drveta na način da bi proizvodnja većih razmera bila ekonomski opravdana, mada su intenzivna istraživanja na tom planu u toku i očekuju se pozitivni pomaci, koji bi rezultirali masovnim uvođenjem ove biomase u proizvodnju etanola

## 5.2. Tehnologija proizvodnje bioetanola

Bioetanol se proizvodi fermentacijom šećera prisutnih u biomasi ili šećera dobijenih prethodnom enzimskom konverzijom sastojaka biomase. Fermentacija šećera biomase se vrši pomoću mikroorganizama, i to tradicionalno pomoću kvasaca, a u novijim tehnologijama i pomoću određenih bakterija. Tehnologija za proizvodnju etanola se razlikuje u zavisnosti od vrste primenjene sirovine - supstrata i globalno se može podeliti u tri faze: prethodna obrada supstrata, fermentacija supstrata, i izdvajanje proizvoda (destilacija, rektifikacija, prečišćavanje i obezvodnjavanje).

Faza prethodne obrade supstrata ima za cilj da se skrobne ili celulozne komponente iz biomase prevedu u fermentabilne šećere i vrši se tretmanima sa enzimima ili kiselinama. Fermentabilni šećeri su oni šećeri koje mikroorganizmi mogu metabolisati, odnosno fermentisati do etanola, i to su uglavnom monosaharidi sa šest (glukoza, fruktoza, galaktoza, manosa) ili pet ugljenikovih jedinica (ksiloza, arabinoza) ili disaharidi (saharoza, maltoza, laktoza). Supstrati na bazi biomase koja je bogata šećerima, kao na primer šećerna repa, ne zahtevaju prethodnu enzimsku hidrolizu, već se na njima, može direktno izvoditi mikrobiološka fermentacija do etanola. [1]

## 5.3. Primena etanola u dizel motorima

Sve pomenute prednosti i mane etanola pri primeni u benzinskim motorima, važe i za primenu u dizel motoru, kod koga se primenom etanola može rešiti problem emisije čestica.

Princip rada dizel motora, ne može se ostvariti, sa čistim etanolom jer ovaj ima ekstremno loš cetanski broj, ali korišćenje mešavina dizel goriva sa niskim procentom udela etanola mogu dati izvesne pozitivne rezultate kako u pogledu supstitucije fosilnih goriva tako i u pogledu ekoloških karakteristika. Međutim, dodavanje etanola dizel gorivu istovremeno smanjuje cetanski broj, toplotnu moć, udeo aromata i kinematsku viskoznost mešavine i menja karakteristike temperature destilacije.

Ipak, ukoliko se koriste mešavine dizel goriva sa 10 do 30 % etanola, uz korišćenje aditiva za održavanje stabilnosti mešavine i aditiva za poboljšanje cetanskog broja („cetane improvers”) mogu se postići povoljne ekološke karakteristike dizel motora.

Prema objavljenim podacima, mešavina sa 10 do 15% etanola u dizel gorivu daje smanjenje emisije čestica za oko 20 do 40%. Emisija NOx ostaje približno ista, mada postoji trend daljeg smanjenja. Međutim, mešavine etanola blago povećavaju emisiju ugljenmonoksida, acetaldehida i nesagorelih ugljovodonika, ali se emisija ovih komponenata može bitno smanjiti dodavanjem aditiva za poboljšanje upaljivosti.

Zbog svega toga, proizvođači motora i opreme za ubrizgavanje ne priznaju garancije pri korišćenju čistog etanola i jedino preporučuju mešavinu dizel goriva sa 5% biodizela standardnog kvaliteta.

Zaključak je da biodizel, kvaliteta isključivo prema standardu, može da posluži kao dodatak dizel gorivu u iznosu do 5%. Čist biodizel (100%) ostaje ograničen za lokalnu upotrebu na motorima pripremljenim za eksploataciju na tu vrstu goriva.

## 6. BIODIZEL

Biodizel je do sada dosta razmatran i ispitivan i kroz te aktivnosti nastale su mnoge studije, monografije, naučno-stručni radovi i dr. (Furman T. **BIODIZEL**- proizvodnja i korišćenje, 1995., **BIODIZEL** –Alternativno i ekološko gorivo, 2005, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, prof dr A.Stefanović.; **DIZEL MOTORI SA GORIVOM NA BAZI BILJNIH ULJA**, Monografija, Mašinski fakultet Niš, 1999. i dr.)

Jedan od prvih dizel motora iz 1995. koristilo je biljno ulje, a demonstraciono vozilo Rudolfa Dizela koristilo je ulje kikirikija. Međutim, korišćenje čistog bio ulja (i pored pokušaja, danas nije pogodno jer stvara znatne taloge, pre svega u elementima sistema ubrizgavanja), i zato je upotreba njihovih estera jedino racionalnije rešenje.

Po definiciji biodizel (mono alkil estera) je gorivo obogaćeno kiseonikom na bazi različitih estera. Ono se dobija iz domaćih obnovljivih izvora (plodova bogatih ulja/životinjskih masti) i sadrži sve metil estre masnih kiselina (FAME – Fatty Acid Methyl Ester), koji potiču iz različitih izvora:

- Metil estri biljnih ulja (VOME – Vegetable Oil Methyl Esters), kao što su:
- SOME/SME – Metil ester ulja soje (eventualno masline)
- RAME/RME – Metil ester repice (eventualno: suncokreta, kikirikija, pamuka itd)
- Metil ester korišćenog biljnog ulja (UVOME), dobijenog korišćenjem (recikliranjem) ulja iz prehrane.
- Metil ester masti i loja (TME), životinjsko ulje uključujući otpad pri obradi mesa,
- Etil ester, repice (REE) bilo soje (SEE).

Biodizel ima slične karakteristike kao i konvencionalno dizel gorivo, i jedno je od alternativnih goriva koje se može uspešno koristiti u bilo kom postojećem, neizmenjenom dizel motoru, kao čisto, ili u mešavini sa dizel gorivom. Međutim, većina proizvođača motora i opreme za ubrizgavanje jedino preporučuju mešavinu od 5% biodizela u konvencionalnom dizel gorivu, zbog problema koji se mogu javiti zbog nekompatibilnosti čistog biodizela sa nekim materijalima u motoru i sistemu ubrizgavanja. Biodizel se može skladištiti u istim rezervoarima kao i dizel gorivo, tako da ne smanjuje korisni teret i radijus kretanja, ali se mora voditi računa o lošijoj oksidacionoj stabilnosti biodizela i mogućem dejstvu na neke premaze (lakove, boje) sistema napajanja gorivom. Nisko temperaturene karakteristike mogu biti problem ukoliko se koristi čist biodizel, dok su ostale karakteristike slične dizel girivu. [4,5].

Prednosti biodizela kao motorskog goriva leže u činjenici da on sadrži oko 11% (maseno) kiseonika i da zbog toga može smanjiti neke toksične komponente koje su produkt nepotpunog ili nezavršenog sagorevanja. To su pre svega CO i HC, ali u izvesnoj meri i emisiju čestica. Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> iz samog motora nije značajnije, ali ako se uzme celokupan proces i apsorpcija CO<sub>2</sub> od strane biljne materije, onda je i

ovaj faktor pozitivan. Posmatrajući ceo ciklus stvaranja i korišćenja biodizela procenjuje se da je emisija CO<sub>2</sub> manja za 50% u odnosu na dizel gorivo.

Pri tome se biodizel dobro uklapa sa novim tehnologijama kao što su katalizatori, filtri čestica, recirkulacija izduvnih gasova itd. Biodizel je biodegradivan (kao šećer), po prirodi netoksičan, i ima više tačku paljenja od dizela.

Međutim, korišćenje biodizela ima izvesne nepogodnosti, kao što su:

- loša oksidaciona stabilnost, odnos sklonost ka starenju, tako da se ne preporučuje dugo čuvanje u rezervoaru,
- degradacija u sistemu napajanja ubrzana prisustvom kiseonika, vode, toplote i nečistoća,
- korozija legura aluminijuma i cinka u sistemu napajanja zbog prisustva slobodnog metanola,
- oštećenja zaptivnih materijala, boja i lakova usled prisustva masnih kiselina,
- loše niskotemperaturne karakteristike i začepljenje sistema napajanja, posebno na niskim temperaturama, usled prisustva masnih kiselina i slobodnog glicerina,
- začepljenje mlaznica brizgača i loše raspršivanje zbog prisustva čvrstih jedinjenja soli,
- povećano razređenje i polimerizacija ulja za podmazivanje,
- problem mazivosti zbog polimerizacije, što iziskuje češće zamene ulja, i
- zaglavljivanje pumpe za ubrizgavanje zbog visoke viskoznosti na niskim temperaturama.

Proizvođači motora i opreme za ubrizgavanje ne priznaju garancije pri korišćenju čistog biodizela i jedino preporučuju mešavinu dizel goriva sa 5% biodizela standardnog kvaliteta. Doduše, toliko približno i iznosi maksimalno moguća ponuda biodizela na tržištu, pošto je njegova proizvodnja ograničena mogućnostima zasada kultura. [3,4]

## 7. BIOGAS

Tipičan biogas je deponijski gas koji pretstavlja jedan veoma jeftin, čist i efikasan izvor obnovljive energije. Korišćenje deponijskog biogasa je značajno i sa stanovišta mogućeg zagađenja ukoliko se oslobodi u atmosferi. Korišćenjem biogasa može se proizvoditi električna i toplotna energija, po ceni manjoj od konvencionalne energije, ali se može koristiti i kao pogonsko gorivo za motore.

Deponijski tipični gas, ima oko 45% metana, ugljendioksida oko 35% i azota oko 20%. Deponijski gas bogat metanom se stvara raspadanjem odloženog (zakopanog) đubriva, obično nakon godinu dana od dana odlaganja, a nakon toga se kontinualno može koristiti narednih dekada.

Međutim, pravi biogas se stvara u specijalnim septičkim rezervoarima ili digesterima u kojima se drži organski otpad (životinjski i ljudski izmet, poljoprivredni otpad, odbaćena hrana i sl.) bez prisustva svetlosti i vazduha tako da pod dejstvom anaerobičnih bakterija dolazi do raspadanja i stvaranja biogasa. Interesantno je napomenuti da se u tom procesu, pored bio gasa stvara i veoma kvalitetno đubrivo za poljoprivredu. Dužina procesa stvaranja biogasa zavisi od prisustva specijalnih mikroorganizama (psihofila, mesofila i termofila), čiji rast zavisi od temperature, tako da

pri 15°C, traje 100 dana, pri 35°C, 30 dana, a pri 55°C, 10 dana. Ovako stvoren biogas sadrži oko 60-65% metana.

Problem sa biogasom je što se tokom procesa fermentacije stvara i oko 1% sumporovodonik H<sub>2</sub>S, koji je jako otrovan i korozivan. Zbog toga se on mora odstraniti iz biogasa (obično dodavanjem 3-5% vazduha u digestor tako da se sumporovodonik razlaže na vodu i sumpor.

Biogas se može koristiti direktno kao gorivo za grejanje, kuvanje ili proizvodnju struje. Ukoliko se koristi kao gorivo za motore, obično se prečišćava i sabija u boce slično kao prirodni gas (ali sa znatno manjim sadržajem metana). Pri skladištenju i korišćenju bio gasa mora se obratiti pažnja na moguće korozivno dejstvo. Za drumska vozila se retko koristi, ali za vandrumska (kao što su traktori) ovo rešenje ima smisla jer se gas koristi na poljoprivrednom dobru, gde se on i stvara. Najintenzivnija proizvodnja i primena ovog gasa je u Kini, SAD i Nemačkoj. [2]

## 8. TEČNI NAFTNI GAS

Tečni naftni gas (TBG ili LPG –Liquefied Petroleum Gas) je mešavina nižih ugljovodonika, mahom propana (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) i butana (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), uz nešto malo propilena (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>) i butilena (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>), u različitim procentima mešanja od 95% propana u jednim zemljama do 60% butana u drugim.

Primena tečnog naftnog gasa za pogon vozila ima praktičnog značaja jer:

- karakteristike LPG odgovaraju uslovima obrazovanja smeše i sagorevanja u OTO motorima,
- izduvna emisija motora sa LPG sadrži manje CO, HC, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> i čestica (ispod granica EURO-4),
- vek motora može biti manji jer se ulje za podmazivanje nešto više degradira gasnim gorivom,
- postoji veoma rasprostranjeno iskustvo u primeni ovog goriva na motornim vozilima,
- postoji velika ponuda opreme (OEM i za naknadnu ugradnju) za sve vrste aplikacija: putnička, laka teretna i teška vozila,
- mreža za distribuciju LPG je relativno dobro rasprostranjenja sa trendom daljeg proširenja jer ne postoje ozbiljniji problemi pri manipulaciji sa LPG na tržištu,
- razrađeni su i prihvaćeni propisi (kako direktive EU tako i ECE propisi) o komponentama i ugradnji LPG sistema na motorima, kao i propisi koji se odnose na definisanje emisije, potrošnje itd.,
- standardizacija kvaliteta goriva stalno napreduje i već postoji standardizovana specifikacija komercijalnog LPG goriva (CEN EN589) i
- cena goriva je najčešće niska jer LPG nije oporezovan kao benzin ili dizel gorivo.

Primena TNG (LPG) ima i izvesnih nedostataka kao što su:

- problem sigurnosti je važan faktor, tako da se sa njim mora manipulirati kao sa svakim gasnim gorivom, znači uz dosta opreza i pažnje,

- korišćenje vozila sa TNG-om nije preporučljivo (jer je teži od vazduha) u zatvorenim prostorima, podzemnim garažama, specijalnim tunelima, feri brodovima itd.,
- snaga vozila je za oko 5% manja u odnosu na odgovarajući benzinski motor, iako je toplotna moć LPG veća od benzina,
- međutim, s obzirom da je stehiometrijska količina vazduha LPG veća, toplotna moć smeše je približno ista, pošto je koeficijent punjenja motora sa LPG manji (jer gas zauzima veći prostor u usisnoj smeši),
- potrošnja goriva u masenim jedinicama je veća, iako termički stepen korisnosti može biti bolji,
- vozilo zahteva posebnu instalaciju za smeštaj i napajanje TNG, koja zauzima smeštajni prostor.

## 9. VODONIK KAO ALTERNATIVNO GORIVO BUDUĆNOSTI

Vodonik će u budućnosti sigurno igrati važnu ulogu kao održivo motorno gorivo, jer može da se proizvodi u praktično neograničenim količinama iz obnovljivih izvora. Vodonik je ekološko gorivo, jer su produkti njegovog sagorevanja izuzetno čisti (elektromobili su tzv. ZEV – Zero Emmision Vehicles, odnosno vozila sa nultom emisijom, a pri upotrebi kao motorno gorivo u smeši sa prirodnim gasom emituje se samo mala količina NOx). Pored toga, vodonik raspolaže najvišim sadržajem energije po jedinici mase – njegova donja toplotna moć iznosi 120 MJ/kg, a oktanski broj mu je oko 130.

### 9.1. Tehnologije proizvodnje vodonika

Vodonik je najjednostavniji element i najrasprostranjeniji gas u svemiru. Iako se u prirodi nikad ne javlja slobodan, već isključivo u kombinaciji sa drugom elementima, kao što su kiseonik ili ugljenik, vodonik se može proizvesti iz različitih izvora – uglja, nafte, prirodnog gasa, biomase i vode – uz pomoć različitih tehnologija:

- reformiranje parom prirodnog gasa u H<sub>2</sub> i CO, u prisustvu Ni katalizatora,
- gasifikacija koristi toplotu za razlaganje uglja ili biomase u gas iz kojeg može biti izdvojen vodonik,
- termičko razlaganje vode koristi visoku temperaturu (1000 °C) za dobijanje H<sub>2</sub> i O<sub>2</sub>,
- elektrolitička analiza vode u H<sub>2</sub> i O<sub>2</sub> (postoji i elektroliza vodene pare visoke temperature, čime se štedi na električnoj energiji),
- termohemijsko razlaganje vode, uz pomoć hemikalija i toplote,
- fotoelektrohemijski sistemi koriste poluprovodničke materijale za razlaganje vode uz pomoć sunčeve energije,
- fotobiološki sistemi koriste mikroorganizme za razlaganje vode uz pomoć sunčeve svetlosti,
- biološki sistemi koriste mikrobe za razlaganje različitih tipova biomase u vodonik,
- proizvodnja vodonika iz energije vetra.

## 10. ZAKLJUČAK

Cilj dosadašnjih i budućih istraživanja raznih vrsta alternativnih izvora energije i mogućnosti njihove racionalne primene u različitim delatnostima, pre svega mobilnih sredstava, je smanjenje potrošnje naftnih derivata (goriva fosilnog porekla) i smanjenja globalnog zagađenja.

Na osnovu dosadašnjih istraživanja u oblasti alternativnih goriva i napred izloženog može se zaključiti sledeće:

Metanol kao gorivo može uspešno da zameni deo konvencionalnih goriva, i njegova primena u svetu će biti sve veća, u početku u različitim vidovima mešavina, kasnije u sve većem procentu, a posebno u novim dostignućima gorivih ćelija. Tehnologija proizvodnje metanola je uglavnom razrađena i samo su ekonomski faktori ograničavajući u njegovoj masovnijoj primeni. Kod nas je potrebno izraditi konkretne tehnno-ekonomske studije proizvodnje biometanola iz drvnog otpada i crnog luga, koje su najperspektivnije sirovine u našoj državi.

U zemljama celog sveta, a takođe i u zemljama Evropske unije, evidentan je intenzivan trend korišćenja bioetanola kao goriva, koje ima znatno pogodnije efekte na zaštitu životne sredine i emisiju gasova staklene bašte od konvencionalnih goriva.

U skladu sa izraženim svetskim trendom za iznalaženjem alternativnih goriva, država Srbija treba da donese odgovarajuće programe koji bi uključivali proizvodnju takvih goriva u cilju supstitucije dela motornih goriva fosilnog porekla, posebno što postoji opredeljenje za ulazak u EU, pa na tom planu i buduće mere sa EU bi trebale da budu usaglašene u većem obimu.

Tečni naftni gas, kao jedan vid alternativnog goriva i pored izvesnih nedostataka, danas ima široku primenu kao gorivo motora, pre svega kao obnovljivo gorivo i povoljnih karakteristika emisije izduvnih gasova, što znatno utiče na smanjenje efekata globalnih promena.

Biodizel, koje je kao gorivo ne tako davno predstavljeno kao esterifikovano gorivo budućnosti za dizel motore ili u različitim vidovima mešavina. Mnogi proizvođači dizel motora u Evropi i Americi, podržavajući povoljne energetske i ekološke prednosti u odnosu na klasična goriva, preporučuju primenu biodizela uz određene smernice koje bi sprečile eventualne neželjene posledice. U poslednjoj dekadi prošlog veka u Srbiji su vršena veoma značajna istraživanja na proizvodnji i primeni biodizela, da bi u prvoj dekadi ovog veka, u tom pogledu, ta istraživanja u potpunosti stala.

## LITERATURA

- [1]. D. Stojiljković i sar.: „*Alternativna goriva za pogon motora sus u 21 veku*”, Studija, Evidencioni broj 290029, Mašinski fakultet, Beograd, Naručilac Vlada Republike Srbije, Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine, Beograd, jun 2006.
- [2]. Studija 290027, „*Primena evropskih propisa iz oblasti energije i ekologije motornih vozila i prevoza opasnih materija drumskim putem u SR Srbiji*”, Ministarstvo za nauku, tehnologiju i zaštitu životne sredine nacionalni program energetske efikasnosti „Energetska efikasnost u

- saobraćaju”, EKOLOGIJA I ENERGIJA VOZILA, Nosioци: Mašinski fakultet Beograd, INNV, 2005.
- [3]. Furman T. i sar.: BIODIZEL- Alternativno i ekološko tečno gorivo, Monografija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2005.
- [4]. Marković Lj., Petrović P., Janković S.: „*Energija iz biomase kao alternativno gorivo dizel motora*„ (Naučno-Stručno Savetovanje „BIOMASA„ EKO-EK-95–Ekologija, Energija, Ekonomija, Bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi, 03.jun.1995g., Beograd)
- [5]. Marković Lj., Petrović P., Janković S: „*Biomase kao potencijalni izvor goriva za dizel motore*“, (Stručno savetovanje „BIOMASA„- EKOLOGIJA, ENERGIJA, EKONOMIJA, Bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi, 1996g. Čoka.
- [6]. Furman T., Nikolić R., Malinović N., Turkulov J. Petrović P. i sar.: BIODIZEL - proizvodnja i korišćenje, Monografija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1995.
- [7]. Tomić M., Furman t., Savin L., Nikolić R., Simikić M.: „*Energetske karakteristike i emisija izduvnih gasova traktora primenom biodizela i evrodizela*“, Časopis „Traktori i pogonske mašine“, br. 2/3, 2009, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, str.106-113.
- [8]. Klinar I., Torović T., Antonić Ž., Nikolić N., Dorić J.: *Neki aspekti primene cng za pogon motornih vozila*“, Časopis „Traktori i pogonske mašine“, br.2/3, 2009, Poljoprivredni fak., N.Sad, str.75-82.
- [9]. P. Petrović, M. Jevtić, S. Vukmirović: „*Uticaj železničkog saobraćaja na globalne klimatske promene i zaštitu životne sredine*“, (Konferencija „Zaštita životne sredine u energetici, rudarstvu i pratećoj industriji“, 21-23.09.2010. Divčibare, Fakultet za ekologiju i zaštitu životne sredine, Univerzitet Union, str. 390-398).
- [10]. P.Petrović, Marija Petrović: „*Uljecaj kvalitete goriva na toksičnost emisije ispušnih plinova motora i okoliš*“, Časopis „Goriva i maziva“, Zagreb, Hrvatska (u prijavi).

## BIOMASS FROM AGRICULTURE AS AN ALTERNATIVE FUEL SOURCE POTENTIAL ENGINES

Marija Petrović, Predrag Petrović<sup>1</sup>, Nada Mačvanin, Bela Prokeš<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute „Kirilo Savić“, Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup>*Institute of Occupational Health, Novi Sad, Serbia*

**Abstract:** Liquid fossil fuels are the dominant fuel for the plant, as means of all forms of transport, employment and agricultural machines and aggregates. In the coming period is unrealistic to expect more intense and massive development, implementation, construction of new engines that would be adapted to another type of fuel. All efforts have been focused on finding such a fuel that could be adapted to existing engine structures, and to simultaneously satisfy additional criteria related to ecology, as well as reliability and privacy.

In this context, biofuel is given increasing attention, which can be produced from renewable primary and secondary agricultural raw materials, with generally positive effects of performance, reliability, emissions and thus protect the environment, as well as other requirements that the current fossil fuel backgrounds meet.

As biofuels can be considered methanol, biometanol, bioethanol, biodiesel, natural gas, hydrogen and others. Raw materials from agricultural biomass to produce alternative fuels could be: sugar cane, sugar beet, corn sorghum, corn, wheat, rapeseed, sunflower, potatoes, barley, olive, palm, sweet potato, monioka, Jerusalem artichokes (topinambur) and others. Products and residues from forest mass: wood, pulp, paper, black lug and others. Now it different kinds of waste such as municipal and secondary waste, food wastes, wastes from production of cereals and food, etc..., With the current use of fossil origin fuel from oil, coal, oil shale, natural gas and others.

The paper gives a brief review of possible fuel from biomass, which can be, with its advantages and disadvantages, potential use as fuel internal combustion engines.

**Key words:** *Agriculture, Machinery, Fuel, Engines, Biomass, Emissions, Environment*



UDK: 631.3

## BIOGORIVA - PUT KA ŠMANJENJU ŠTETNIH EMISIJA I ŠMANJENU POTROŠNJE MINERALNIH GORIVA

**R. Gligorijević, J. Jevtić, Đ. Borak**

*IMR-Institut, Beograd*

**Sadržaj:** Globalna industrijalizacija, povećane broja stanovnika u svetu i povećanje broja vozila uzrokovali su rast potrošnje energije i zagađenje vazduha. Potrošnja primarne energije u svetu je u stalnom rastu. Najvažniji primarni izvor energije je nafta (37%).

Sa povećanjem broja vozila povećava se i emisija štetnih gasova. Sada se u svetu troše milioni dolara za iznalaženje puteva za smanjenje emisije CO<sub>2</sub> umesto za smanje emisije štetnih čestica i NO<sub>x</sub>.

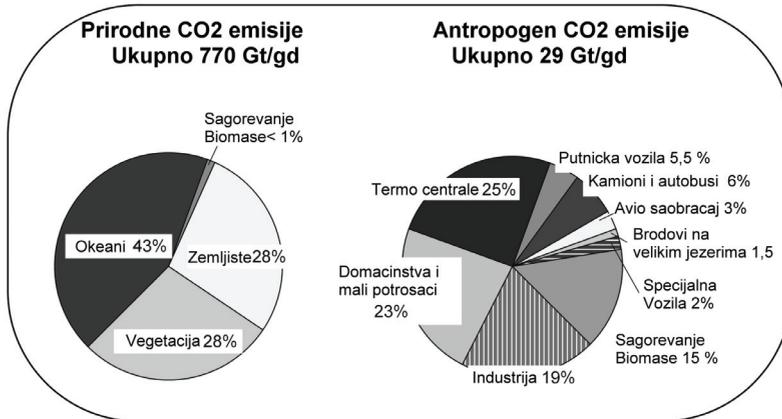
Povećanje potrošnje primarne energije ne može biti podmireno samo konvencionalnim-fosilnim gorivima. Zato ne-fosilna goriva iz relativno obnovljivih izvora postaju sve važniji izvor energije. Biogoriva su šansa da se smanji uvoz mineralnih goriva i emisije štetnih gasova.

Sa tog aspekta u radu se analiziraju biogoriva.

**Ključne reči:** *biogoriva, emisije, biomasa*

### UVOD

Istraživanja i diskusije o razvoju vozila, osobito dizel vozila, stavljaju naglasak na razvoj optimiranih pogona koji daju veću snagu, manju potrošnju goriva i manje emisije, a uz to da su manjih gabarita i manje težine- da sa što manjom potrošnjom postignu ubrzanje. Da bi se ispunili sve oštriji budući emisioni propisi, glavni nosioci biće motori, koji tu ulogu sada ispunjavaju koristeći katalizatore i filtere. Ali, katalizatori i filteri ne mogu smanjiti emisiju CO<sub>2</sub>, kojoj se pridaje ogroman a neosnovan značaj, zbog tzv. globalnog zagrevanja /1/, na koje po mnogim istraživanjima /2-6/ CO<sub>2</sub> nema uticaja, s obzirom da CO<sub>2</sub> nastao iz prirodnih izvora doprinosi nešto preko 5% prirodnom efektu staklene bašte, a od toga je oko 1% posledica ljudskih aktivnosti. Oko 12% u antropogenoj emisiji CO<sub>2</sub> povezano je sa putnim transportom, uglavnom putničkim i komercijalnim vozilima (sl.1).



Sl.1. Globalna godišnja emisija CO<sub>2</sub>/7/

U svetu se troše milioni i milioni dolara na za iznalaženje puteva za smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, umesto za smanjenje emisije NO<sub>x</sub> i čestica. Tako je međudržavna komisija pri UN (IPCC) nedavno postavila cilj da se emisija CO<sub>2</sub> smanji za 50-80% do 2050 god., da bi se održalo maksimalno povećanje temperature od 2<sup>0</sup>C. Taj cilj košta 0,12% globalnog godišnjeg GDP, koji iznosi US\$ 50x10<sup>12</sup> /8 /.

Pored smanjenja težine vozila, emisija CO<sub>2</sub> se može smanjiti i poboljšanjem procesa sagorevanja i smanjenjem trenja kretnih komponenata.

Ugljen dioksid je minoran gas staklene bašte. Vodena para je najzastupljeniji (min.70%) atmosferski gas zelene bašte.

Merenja /2,3,6,9-12/ pokazuju da prosečna globalna temperatura ne samo da nije porasla poslednjih godina, kako to IPCC /13,14/ i Al Gor /15/ navode i da će porast od 2<sup>0</sup> C imati katastrofalne posledice na eko-sisteme, već nije porasla od 1995god., a čak se 2002 god smanjila iako je koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi porasla 8% od 1995 god. Istraživanja /4-6/ pokazuju da su netačni navodi /13-15/ da je prosečna globalna temperatura bila relativno stabilna u pre-industrijskom periodu (1900) i da će ubrzano rasti (6%) u narednih 100 godina. To su lukavo /2,3/ smišljeni –programirani kompjuterski modeli da se dobije ono što se ciljno želi, da bi se upečatljivo uverila javnost u ispravnost tvrdnji o katastrofalnim posledicama usled zagrevanja kao posledici porasta sadržaja CO<sub>2</sub> uzrokovanog ljudskim aktivnostima. Validni (empirijski) kompjuterski modeli pokazuju čak smanjenje temperature. Istraživanja /2-6/ pokazuju da se temperatura u prošlosti menjala i da će se menjati i da nema nikakve veze sa ljudskim aktivnostima koja uzrokuju porast sadržaja CO<sub>2</sub>, jer čak porast CO<sub>2</sub> uzrokuje blagi pad temperature. Odlučujuću ulogu imaju aktivnosti-promene na Suncu tj radijacija. Na obe vremenske geološke skale, od 1-god i 100-god., promene u atmosferskoj temperaturi prethode promeni CO<sub>2</sub>.

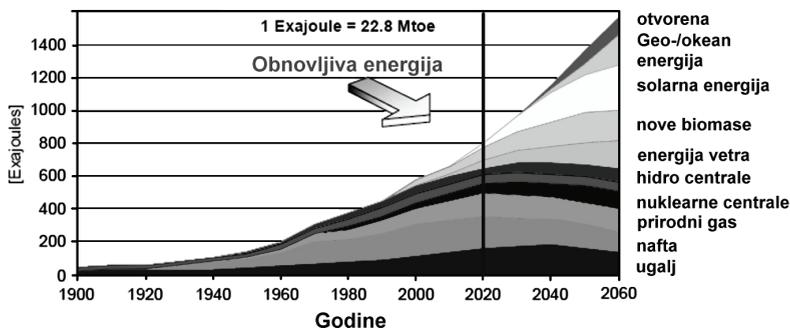
Bez obzira što nema naučne podloge za pretpostavljene, a javnosti nametnute i stalno ponavljajuće tvrdnje da ljudske aktivnosti uzrokuju porast sadržaja CO<sub>2</sub>, koji može dovesti do katastrofalnih posledica na eko-sisteme, sve zemlje EU su prihvatile klimatske promene kao glavni zadatak u zaštiti životne sredine.

Mnogi istraživači /2-6/ ukazuju na značajan rast retorike IPCC od pojave filma i knjige Al Gora /15/, koji zloslutno upozoravaju na katastrofalne posledice zagrevanja planete usled antropogenog porasta koncentracije CO<sub>2</sub>. Kritičari /9-12/ Al Gorovih zloslutnih upozorenja smatraju da su ona pristrasna, obmanjujuća, preterana, špekulativna i potpuno pogrešna, te njegovo pozivanje na «moralnu obavezu» nazivaju «moralizam», čiji je cilj kao i IPCC stavova da se sačine čvrsti međudržavni sporazumi koji precizno definišu globalni industrijski razvoj u svetu i upravljanje energetskim izvorima, bez brige što skoro 1,6 milijardi ljudi u svetu nema električnu energiju, a još milijardu zbog siromaštva ne može da kupi automobil, ali bi zato svi imali moralnog spasitelja u strahu od predviđene klimatske katastrofe kao posledice globalnog zagrevanja uzrokovanog porastom koncentracije CO<sub>2</sub> od ljudskih aktivnosti. Mnogi smatraju da je IPCC bio glavni lobista paničnih upozorenja Kyoto Protokola, koji će potpisnice sporazuma koštati trilione dolara za njegovo ispunjenje, a i ako bi sve zemlje potpisnice ispunile uslove, temperatura bi se smanjila za 0,02<sup>0</sup> C. To znači, kada bi se sav saobraćaj obustavio Kyoto se ne bi ispunio.

Tvrđnje, vešto politički osmišljene i medijski plasirane uz stalno ponavljanje, da je automobil odgovoran za klimatske promene zbog emisije CO<sub>2</sub> su neosnovane, te politički zahtevi da automobilska industrija smanji emisiju CO<sub>2</sub> ima opravdanje samo sa aspekta racionalne potrošnje goriva, tj potrošnje primarne energije, jer je emisija CO<sub>2</sub> direktno proporcionalna potrošnji goriva. To znači, da emisiji vozila od 120g CO<sub>2</sub> /100km, propisana od 2012 god., biće adekvatna potrošnja goriva od 4,5-5,0 l/100km. Predviđa se plaćanje penala od 5 eura za svako prekoračenje od 1-4 g. iznad 120g CO<sub>2</sub> i 95 eura za svaki gram više od 4 grama.

## BIOGORIVA

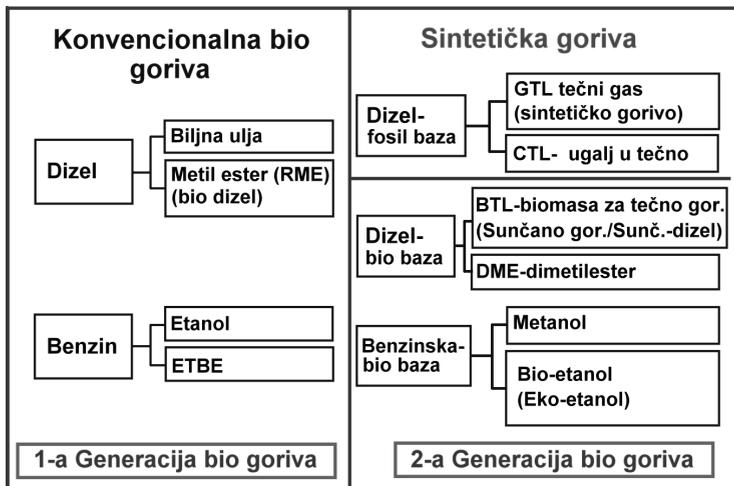
Transportni sektor troši oko 30% primarne energije, a oko 97% energije-goriva za transport se podmiruje iz nafte. Procene su da će zahtevi za primarnom energijom u svetu rasti 1,5% između 2007 i 2030 god., što iznosi 12000 do 16800 miliona tona ekvivalent nafte (Mtoe), a to je preko 40% i prema jednom održivom scenariju će rasti do 2060 god (sl.2). U EU je projektovano povećanje od 11,7 do 16,1 EJ/god između 2000 i 2030 god.



Sl.2 Održivi scenarij svetskih energetskih potreba

Rast broja stanovnika kao i globalizacija industrije uz porast broja automobila uslovljavaju stalni rast potrošnje nafte, čija cena raste a rezerve se smanjuju. Zbog toga su neophodni alternativni izvori snabdevanja gorivima. Istraživanja su fokusirana na biogoriva, koja predstavljaju relativno-obnovljive izvore, a uz to sagorevanjem emituju manje emisije CO, HC, PM i CO<sub>2</sub>.

U proteklim dekadama razvijena su različite vrste alternativnih goriva, a samo mali broj od njih je ušlo na tržište. Danas se govori o dve proizvodne generacije alternativnih goriva (sl. 3) : **1-a generacija**, bazirana na zrnastim usevima (biodizel, etanol), kao seme repice, kukuruz, soja i dr. i **2-a generacija**, (potpuno sintetička bazirana na biogenoj energiji kao BTL (sunčev dizel), DME i bioetanol - od lignoze, mada se može reći da postoje četiri vrste alternativnih goriva /16,17,18 /.



Sl.3. Proizvodne generacije alternativnih goriva

1-a generacija biogoriva dobija se konverzijom biomase na bazi šećera (repa, trska), skroba (kukuruz, pšenica, raž idr.) u etanol i biljnih ulja (repica, soja, suncokret, jatrofa idr.) u biodizel.

Za 2-u generaciju biogoriva koristi se biomasa iz lignoceluloznih biljaka-drвета (vrba, topola, eukaliptus, ostatci od prerade drвета i dr.), lignoceluloznih trava i drugih poljoprivrednih ostataka (slama i sl.). Biomasa se prevodi u gorivo biohemijskim procesima ili termohemijskom konverzijom koristeći sagorevanje, gasifikaciju i konverziju sintetičkog gasa ili pirolizu /18/

Glavni nedostatak 2-e generacije biogoriva je što su tehnologije dobijanja još uvek u eksperimentalnoj fazi, za razliku od 1-e generacije gde su tehnologije dobijanja uhodane, tako da se danas dosta koristi bioetanol kao i biodizel pre svega u mešavini (20%) sa mineralnim gorivom.

Iz ekonomskih razloga već duže vreme se čine pokušaji da se koriste čista biljna ulja (repičino pre svega, koje ima najmanje ukupno zasićenje-3,1 i koje se sastoji većim delom-54% od euručne masne kiseline, a zatim od oleinske-14% i linolne -13,5% ) u mešavini sa mineralnim dizelom. Rezultati nisu optimistični jer dolazi do oštećanja

ventilskog i klipnog sklopa. Zato se uglavnom koriste esterifikovana ulja- metilestar kao jevtiniji u odnosu na etilestar, koji u odnosu na čisto ulje ima znatno manju gustinu i viskozitet. Glavni nadostatak, pored ostalih /16/, biodizela je slaba oksidaciona sposobnost i jaka tendencija polimerizacije kao i izdvajanje kristala već na 1,5<sup>0</sup> do 0<sup>0</sup> C.

Proizvodnja biogoriva predstavlja veliku šansu za evropsku ekonomiju i povećanje zaposlenosti u ruralnim područjima, kao i za zemlje u razvoju i našu zemlju. Bez druge generacije biogoriva neće se moći dostići cilj u 2020 god od 10% biogoriva u mineralnim gorivima (oko 550 000 t/god u EU), jer bi to značilo da 15% obradivih površina u EU treba da bude zasejano sa kulturama iz kojih se dobijaju biogoriva.

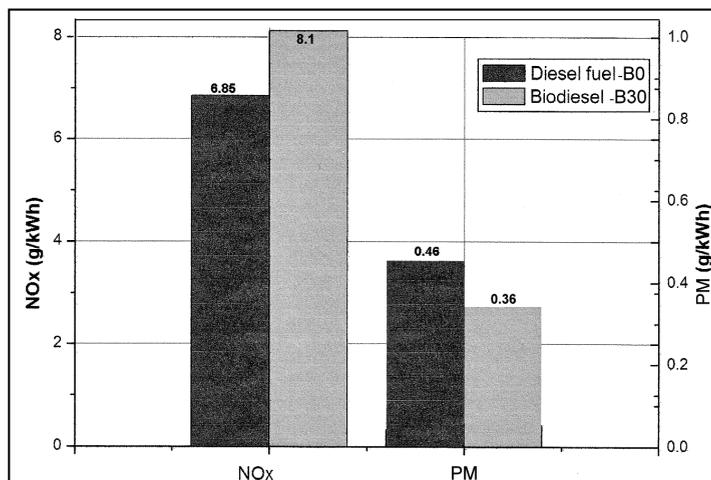
## EMISIJE BIOGORIVA

Za ispitivanje emisije biogoriva korišćena je mešavina (B30) mineralnog dizela i biodizela na bazi repičinog ulja (30%). Mineralni dizel je imao cetanski index (CI) 48,6, gustinu 0,84 g/cm<sup>3</sup>, a sadržaj sumpora je bio 0,035%, dok je biodizel imao CI=53, gustinu 0,88 g/cm<sup>3</sup>. Mešavina B30 je imala gustinu 0,86 g/cm<sup>3</sup> i CI=51,5. Veća gustina ima za posledicu lošiju atomizaciju goriva u procesu sagorevanja.

Ispitivanje je izvođeno na trocilindričnom traktorskom turbo motoru sa direktnim ubrizgavanjem i međuhlađenjem vazduha, snage 40,5 kW, zapremine 2,5 dm<sup>3</sup>.

Ispitivanje je izvođeno po ECE R96 propisima, a po 8-stupnom ciklusu.

Rezultate ispitivanja specifičnih emisija čestica (PM) i oksida azota (NO<sub>x</sub>) prikazuje sl.4.



Sl.4. Specifične emisije PM i NO<sub>x</sub> mineralnog dizela-B0 i mešavine B30-biodizela i mineralnog dizela

Sa sl.4 se vidi da je emisija NO<sub>x</sub> mešavine B30 veća oko 18% u odnosu na emisiju NO<sub>x</sub> čistog mineralnog dizela, dok je emisija PM smanjena za oko 21% u odnosu na emisiju čestica mineralnog dizela.

Smanjenje emisije čestica mešavine biodizela i mineralnog dizela rezultat je povećanja sadržaja kiseonika u biogorivu (oko 10%), kao i odsustvo sumpora i policikličnih aromata u biodizelu.

Povećanje sadržaja kiseonika u smeši vodi do povećanja temperature plamena pri sagorevanju što pogoduje obrazovanju većeg sadržaja NOx .

Mešavina biodizela i mineralnog dizela smanjila je snagu motora oko 2% u odnosu na čist mineralni dizel.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog može se reći:

1. Tvrdnje, vešto politički osmišljene i medijski plasirane uz stalno ponavljanje, da je automobil odgovoran za klimatske promene zbog emisije CO<sub>2</sub> su neosnovane, te politički zahtevi da automobilska industrija smanji emisiju CO<sub>2</sub> ima opravdanje samo sa aspekta racionalne potrošnje goriva, tj potrošnje primarne energije, jer je emisija CO<sub>2</sub> direktno proporcionalna potrošnji goriva.
2. Emisija čestica-PM mešavine-B30 biodizela i mineralnog dizela je oko 21% manja u odnosu na emisiju čistog mineralnog dizela.
3. Emisija oksida azota-NOx je oko 18% veća u odnosu na emisiju mineralnog dizela.
4. Mešavina B30 ima veću gustinu i cetanski idex od mineralnog dizela.
5. Korišćenjem mešavine biodizela i mineralnog dizela smanjuje se potrošnja a time i uvoz mineralnog goriva.
6. Alternativna goriva, osobito iz lignoceluloze tj. biogoriva 2- generacije su velika šansa za svetsku ekonomiju i velika šansa za povećanje zaposlenosti, smanjenje potrošnje mineralnih goriva i smanjenje emisije štetnih gasova.

## LITERATURA

- [1] Gligorijević , R., Jevtić, J., Borak, Đ., Uticaj ugljendioksida na globalno zagrevanje i ekologiju transporta-realnost ili preterivanje, Energija-ekonomija- ekologija , 2010, vol.12. No. 3, str. 75
- [2] Carter, R., The Myth of Dangerous Human- Coused Climate Change, The AusIMM News Leaders Conference, Bisbane, QLD, 2-3 Maz 2007, p.61.
- [3] Lewis, M., A Skeptic Guide to an Inconvenient Truth, <http://www.cli.org>
- [4] Carter, R., Public misperception of human - caused climate change: The role of the media, December 2006, <http://members.iinet.net.au>
- [5] Carter, R., Human-caused global warning. Mc Carthism, intimidation, press bias, sensorship, polucy-advice corruption and propaganda, <http://members.iinet.net.au>
- [6] Jaworsky, Y., CO<sub>2</sub>, the greatest scientific scandal of our time, Executive Intelligence Revie, 2007, No34, p.38
- [7] Gruden,D. Umveltschutz in der Automobilindustrie, Vieweg+Tebner Verlag, Gmbh, Wiesbaden, 2008
- [8] Vomocka, F., CGI Breacktrough, Engine Technology Intern., Septembar 2009, str. 62
- [9] Lindzen, R., Understanding common climate claims 2006, <http://www.climate-science.org>
- [10] [www.climate-science.org](http://www.climate-science.org)

- [11] De Frootas, R., Are observed changes in concentration of carbon dioxide in the atmosphere really dangerous?, Bulletin of Canadian Petroleum Geology No.50, p.297
- [12] Geihard, E., etc., Geological perspectives on climate change, Studies in Geology 2001, No47,p.472
- [13] Khandekar, L., etc., The global warming debate: A review of the state of science, Pure and Applied Geophysics, No. 162, p.1557
- [14] IPCC 2005, <http://www.ipcc.ch-activity-uncertainty-guidancenote.pdf>
- [15] IPCC 2007, Climate Change, Geneva 2007
- [16] Al Gor, An Inconvenient Truth USA, 2006
- [17] Gligorijević , R., Jevtić, J., Borak, Đ., Potentials I limitations of alternative fuels for diesel engine, Thermal Science, Vol.13,2009, No.3, pp.175
- [18] Gligorijević , R., Jevtić, J., Borak, Đ., Future fuess quality and the biofuels as the chance for reduction exhaust emissions,, Automotive industry: technical chalenges, design, issues and global economic crisis, Novapublishers, USA 2010, pp.99-140
- [19] Gligorijević , R., Jevtić, J., Borak, Đ., Biomass into biofuels as the chance to reduction of energetic dependence and increasing work jobs, Energija-ekonomija- ekologija 2009, vol.11. No. 3/4, str. 110

## **BIOFUELS - A WAY TO REDUCTION OF POLLUTANT EMISSIONS AND CONSUMPTION OF MINERAL FUELS**

**R. Gligorijević, J. Jevtić, Đ. Borak**

*IMR-Institute, Belgrade*

**Abstract:** Global industrialization, population growth and growth in the number of vehicles worldwide have led to increase global energy consumption and air pollution. The primary energy consumption in the world is continuously growing. The most important primary energy source is crude oil (37%).

With increasing number of vehicles increases emissions. Now the world spends millions dollars to find ways to reduce CO<sub>2</sub> emissions instead of reducing emissions of particulates and NO<sub>x</sub>.

Increase in primary energy consumption can not be settled only by conventional-fossil fuels. Therefore, non-fossil fuels from relatively renewable sources are becoming an increasingly important source of energy. Biofuels are an opportunity to reduce imports of mineral fuels and emissions.

From this point of the paper analyzes the biofuels.

**Key words:** *biofuels, emissions, biomass*





UDK: 631.3

## **THE COSTS OF SWEET SORGHUM (*SORGHUM VULGARE SACCHARATUM*) PRODUCTION, ACCORDING TO THE LEVEL OF THE FARM'S MECHANIZATION**

**László Magó**

*Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő, Hungary*

**Summary:** Our work is a comprehensive examination that analyses the machine fleet formation and machine use of plant production farms that grow sweet sorghum too by using computer aided modeling. It considers the characteristics of machines used at the production technologies of different plants and it especially focuses on the appliance of machines with the convenient capacity and level from the side of costs at different farm sizes.

The total production cost of sweet sorghum per hectare in case of small-scale farm size is minimum 715 EUR. Examining the large-scale production the costs reduce, but they can not be reduced under the 610 EUR/hectare level.

**Key words:** *sweet sorghum, plant production, farm mechanization, farms*

### **1. INTRODUCTION**

The goal of the research is the technical-economical analysis of the production-technology system of the sweet sorghum that is known as energy plant and nowadays as a promising base material of biotechnological industries.

Work done *by an efficiently developed machine system* is a significant condition of the fruitfulness of farming. The machine prices and the cost of their utilization are extremely high and all these result in extraordinarily high production costs. *Rational machine utilization* is a definitive factor of the efficiency of venture-farming.

We have accomplished the examinations by taking power-machines from different quality and cost levels as base. Through this we have showed that not only the size of the farms affects the amount of the operational costs, but the standard of mechanization too.

## 2. METHOD

### 2.1. The sweet sorghum (*Sorghum vulgare saccharatum*)

The sweet sorghum is one of Hungary's plants that is capable to produce the greatest amount of biomass and its production can be fitted in the conventional alternation of the cereals and industrial plants and the outstanding yields can be ensured at lower costs than other cultures. From the point of view of energetic use, the component of the sweet sorghum that is classed as secondary product, the high sugar content solution that can be pressed from the spears, that is a suitable base material for bioconversion methods. The amount of the productable sugar reaches or exceeds the amount of the glucose that can be produced from cereals grown on a land with the same size. The complex use of the components that can be obtained from the sweet sorghum can significantly increase the reachable profitability of agriculture.

The plant is subtropical, needs hot weather and takes drought significantly. It is also called durra or sweet-cane. It was grown in a higher amount between the two world wars. After the World War II, until the start of the sugar production, the sugar containing syrup pressed and condensed from the plant was used instead of sugar. Nowadays it is mainly used to produce silage fodder, planted with silage corn. The growing conditions are very advantageous, because the sweet sorghum gives a stable yield even in case of poor water supply (60-70 tons/hectare) (Kocsis 2009). [5]

### 2.2. The surveyed crops

The surveys can be conducted by *modeling* the machine working processes of agricultural production. On the base of field crop production a crop plan including cereal plants for human consumption, *sweet sorghum* for animal breeding and for *energy* production purposes and oil seeds – as sunflower and the nowadays very popular crucifer - appropriate for human consumption and energy production as well and reflecting the special features of production in Hungary has been applied. Depending on venture size the proportion of the crop area of the individual plants has been stipulated in view of the agronomical and production technological conditions.

### 2.3. The significance of machine utilization, the machine families applied, the parameters of model calculations

In the utilization costs of the more and more up-to-date and expensive power machines the proportion of *fixed costs*, especially amortization and maintenance is very high. This expense can be decreased by increasing *utilization*. If the applied means are coupled to the individual field work operations at their effective operation cost – i.e. taking the rate of utilization into account – the effect of *working-hour performance* on costs will become measurable.

Basically the cheapest power machine families used in Hungary on the one hand and the ones with the highest possible investment cost demand available on the market of agricultural machinery on the other have been the subject of the survey (Magó 2008). [6]

The basic figures of machine utilization have been determined with the help of the data base of the Hungarian Institute of Agricultural Engineering of Ministry of Rural Development. [3]

The *model-calculations* have affected the farm size points of machine stock development in a farm size of 30 and 1000 ha. On this basis we can come to statements affecting a wider segment of the agricultural property structure, resp. to conclusions concerning mechanization and machine utilization.

### 3. RESULTS

#### 3.1. The constitution of the machine system in case of the examined operating sizes

The power-machine system that can be ordered to serve the examined operating size of 30 hectares to finish the soil preparation in a good quality consists of the minimal 40 kW output piece and the attachable soil tilling, nutritive spreading and insecticide process machines. In case of the 1000 hectare farm size that is the base of the large-scale examination, the minimum is the tractors with 60-120 kW of output that can be the base of the machine works. The different output-categories are represented by two power-machines in each case. The easier nutritive supply and insecticide tasks are done by the machines with smaller output and the heavier tasks are done by the machines with higher output. The *materials handling to the depot* can also be done by these tractors by using tow-cars to increase the exploitation of the machines.

In case of farm size of 30 hectares, the finishing of the harvesting works as wage-farm is the most efficient. According to the calculations, on a 1000 hectare sized farm, to reach the acceptable capacity-utilization, one *cereal combine-harvester machine* can be operated as the property of the farm. The appliance of the self-propelled silo harvester that does the gathering of the sorghum as a property, highly increases the machine costs of the farm, therefore it can be seen in the chapter *results* in details that it is more advantage out to use a self-propelled silo harvester for commission work.

#### 3.2. The number of the executed working-hours in function of the power-machine category, the mechanical level and the farm size

The number of the executable working-hours of the power-machines in case of different farm sizes determines the composition to each category of the power-machine system;

In case of the examined *smaller sized farm* (30 hectares) based on our calculations *low exploitation* can be reached to the tractors: maximum 435 working-hours/year.

*In case of large estate sizes* (1000 hectares) the executed machine working-hours of the farms power-machine fleet, based on our model calculations is 6650 working-hours, from which the tractors represent a major (1100 working-hours/year (power-machine

with 60 kW output) and 1700 working-hours/year (power-machine with 120 kW output) part.

With a clever-chosen cereal harvesting machine at *one thousand hectare* farm size executing about 450-500 working-hours it reaches *significant* exploitation, that results in *acceptable* operational cost. The annual capacity exploitation of the self-propelled silo combine in case of own property is only 150 working-hours, that makes the idea of purchasing the machine as property to think it over.

The number of the working-hours at *unity area* will *decrease* by the increasing of the estate size. *In case of 30 hectare farm sizes 14,4 working-hours/hectare/year* materializes. In case of the 1000 hectare farm size about *6,6 working-hours/hectare /year* can be measured annually.

These values characterize the power-machine usage with low investment costs and slightly change in case of using power-machine ranges with high investment costs. The modern power-machine implement connections finish their work in a shorter time, that can also be seen in the mentioned specifically indicator too. Annually, depending on the estate size, the use of machines with higher price and technical level mean 0,2 - 0,6 working-hours per hectare preference. However, assuming only inner, private working, this preference is disadvantageous, because the annual working-hour execution of the different machines decrease, that increases their specifically usage costs.

In case of a **30 hectare sized farm** the machine work demand of sweet sorghum that's production is fitted in the rotation of crops is 120 working-hours, that is 14,8 working-hours/hectare. This value is slightly higher than the economic average. In case of a **1000 hectare sized farm** the machine work demand of sweet sorghum that's production is fitted in the rotation of crops is 1675 working-hours, that is 6,7 working-hours/hectare. This marks well that the production of sweet sorghum is a labour-intensive activity, because this value is also higher than the value that is specific to the whole farm. By using *modern machines* the shown working-hour execution parameters will decrease with 4-5 %.

With the increasing of the farm size, the specific number of the needed machine working-hours for a unity of area decreases and the values almost half in case of using high output machines at large-scale production.

In case of small-scale production the significant number of shift-hours increases the living work outlay, thereby *increases the employment*. In the farms with this size the use of small output machines is reasonable. However the proper usage of the small capacity machines is not ensured either, so the significant constant costs induce *higher operational costs*.

### 3.3. The analysis of the machine usage and machine investment costs

Applying *low-level* power-machine fleet, the annual machine use cost of a **30 hectare** farm that produces sweet sorghum too is 11.785 EUR, that is 393 EUR per hectare. The specific machine cost of the produced crops is the following: wheat 365 EUR/hectare, sunflower 375 EUR/hectare, rape 395 EUR/hectare, sweet sorghum 440 EUR/hectare. In the sowing plan the ratio of the plants is the following: wheat 40%, sunflower 25%, sweet sorghum 25%, rape 10%.

The whole machine investment cost in case of a **30 hectare** plant production farm is 37.145 EUR, that is 1235 EUR per hectare. The whole investment cost of the machines applied in the production of the sweet sorghum is 23.570 EUR, that is 2975 EUR per hectare.

Applying *modern power-machines* the annual machine use cost is 14.645 EUR, that is 491 EUR per hectare. In case of the produced plants the machine costs are the following: wheat 460 EUR/hectare, sunflower 475 EUR/hectare, rape 500 EUR/hectare, sweet sorghum 540 EUR/hectare.

In this case the whole cost of machine investment is 63.930 EUR, that is 2130 EUR per hectare. The whole investment cost of the machines applied in the production of the sweet sorghum is 47.860 EUR, that is 5965 EUR per hectare.

Those who work on **small sized** farm can count with low power-machine utilization, that also has effects on the use costs per working-hour of the tractors. This value is 19 EUR/working-hours in case of the 40 kW tractors that are usually used in small works. At this production size, the calculated cost of the borrowed used cereal harvester and self-propelled silo combine is 52,5 EUR/working-hours and 72,7 EUR/working-hours. In case of *modern machines* the specific cost of the mentioned tractor to a time unit is 24 EUR. The cost of the cereal combine is 73,6 EUR/working-hours. In case of an ensilage cutter, we can also count with the given values, because in the database that we used for the calculations we haven't found two different technical levels from the harvesting machines with these functions.

Considering a **1000 hectare sized farm** in case of *low level* mechanization, taking the above mentioned sowing plan ratios the annual use cost of the machines is 303,5 thousand EUR, that is 303,5 EUR/hectare. The machine cultivation cost per hectare to each of the plants:

wheat: 240 EUR, sunflower 270 EUR, rape 245 EUR, sweet sorghum 465 EUR.

Basically the machine investment costs are 814,3 thousand EUR, that is 814,3 EUR calculated for area unit. For the mechanization of the sweet sorghum production itself, 623,2 thousand EUR is needed, that means specifically 2500 EUR/hectare.

If the use of the self-propelled ensilage cutter machine is not as an own property, than it is *leased work*, the machine use cost of the whole farm is 267,8 thousand EUR. The specific value for a hectare is 267,8 EUR. And the specific machine cost of the sweet sorghum production is the advantageous level of **320 EUR/hectare**.

The machine investment costs also decrease to 596,4 thousand EUR (596,4 EUR/hectare). In this case the price of the machines that are in close connection with the production of sweet sorghum is 428,6 thousand EUR (1718 EUR/hectare).

With the appliance of *high level* power-machines the annual machine use cost projected to the whole farm is 339 thousand EUR, specifically 339 EUR/hectare. In case of wheat it is 275 EUR/hectare, sunflower 305 EUR/hectare, rape 275 EUR/hectare and sweet sorghum 505 EUR.

It can be observed that the machine cost of sweet sorghum is the highest in every case, compared to the other plant cultures. This is mostly because great volume of the harvesting and crop transporting tasks: at least 60-80 t/hectare of crop has to be harvested and transported to the processing plant.

The machine investment costs are the following: The costs to the whole farm is 1050 thousand EUR, that is 1050 EUR/hectare. The purchasing of the machines that are

needed for the sweet sorghum production cost 810 thousand EUR. The projection of this to one hectare is 3245 EUR.

If the ensilage cutter machine does its tasks as *leased work*, the costs decrease. As a result of the calculations, the total machine use cost of the whole farm is 303,5 thousand EUR. Specifically it is 303,5 EUR/hectare. The machine work cost of the sweet sorghum production is **365 EUR/hectare**.

The machine investment costs decrease to 832 thousand EUR (832 EUR/hectare) in this case too. With this, the purchasing price of the machines that are part of the sweet sorghum production is 615 thousand EUR (2465 EUR/hectare).

The Figure 1. also shows the previously introduced things, where the upper and lower limit of the machine use costs are shown in function of the farm size, that are determined considering the use of low level power-machines and implements and the expensive power-machines that represent the modern machine technologies.

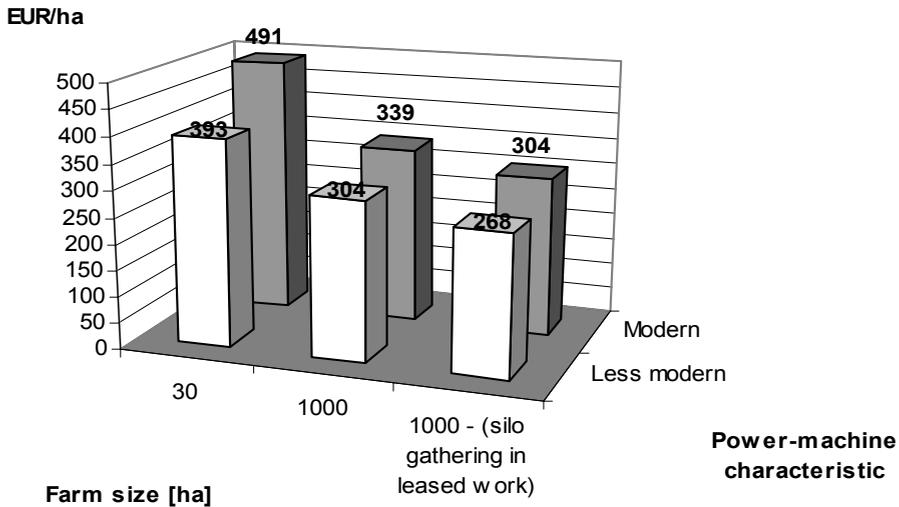


Fig. 1. The specific machine use costs in case of different mechanization levels at farms with the investigated sizes

**In large-scale production** the exploitation of the power-machines is more advantageous. The tractor with 60 kW output works 1100 working-hours and the medium sized universal power-machine with 120 kW output works 1750 working-hours annually. The use cost of them to one working-hour is 15,7 EUR, and 27,3 EUR. According to our calculations the use cost of the cereal harvester and self-propelled silo combine as own property is 83 EUR/working-hour, and 243,2 EUR/working-hour. If we borrow the ensilage cutter for work, the cost reduces significantly to 97,4 EUR/working-hour. In case of *modern power-machines* the specific cost of the mentioned tractors to a time unit are 19,7 EUR and 31,4 EUR. The cost of the cereal combine is 93,4

EUR/working-hours. In case of an ensilage cutter as we have mentioned, we can calculate with the above given values.

Tab 1. The direct machine operation costs of the work processes of the sweet sorghum production

Farm size	In case of using low cost power-machine		In case of applying modern power-machines	
	30 ha	1000 ha	30 ha	1000 ha
Dimensional unit	EUR/ha	EUR /ha	EUR /ha	EUR /ha
Stubble ploughing	23	15,4	28,6	17,6
Fertilizer distribution	11,8	8	14,8	8,3
Muck-spreading		34,9		39,8
Stubble care	23	15,4	28,6	17,6
Deep ploughing	69,4	33,8	78,9	37,5
Plough levelling	23	15,4	28,6	17,6
Herbicide spraying	10,9	7	13,4	7,8
Chemical pouring	15,5	10,6	19,2	12,1
Preparation of seedbed	15,5	10,6	19,2	12,1
Sowing	22,3	18	25,9	19,8
Chemical plant protection	10,9	7,0	13,4	7,8
Within-the-row cultivation	19,6	7,7	23,8	9
Harvesting	(65,2)	171 (64,1)	(65,2)	171 (64,1)
Crop transportation to depot	(57,1)	32,9	(65,3)	38,5

The operational costs of the work processes of the sweet sorghum production calculated after the computer modeling can be seen on Table 1.

The marked costs in the chart show the direct costs of the machine operation, plus the accessory costs (farm level costs) that increase the discussed values with almost 20%.

The difference between the costs of the small and the large-scale farm size is well-marked. This all can be explained with the efficiency of the machine exploitation. In the field of costs there is also a difference between the use of modern and less modern machines. In case of small-scale farm size, with using less modern power-machines a more advantageous cost level can be reached, although the quality of the work and the circumstances of the working must be considered. In case of large-scale farm size the difference between the operational costs of the less modern and modern machines decrease significantly, because the operation of the less modern machines is more expensive at larger strain and the high level constant costs of the modern machines significantly decrease, according to their better exploitation, considering one unit of work. The values in brackets show the first-cost of the leased work.

The introduced operational costs can slightly modified with the spatial distribution, because for example in a more undeveloped region the lower wages have decreasing effects on the operational costs, compared to the regions where the wages are higher and the job market is more efficient. Furthermore the feature of the ground, the soil and other factors can slightly have influence on the costs.

It can be established that apart from the level of mechanization, the person who works even on a 30 hectare sized farm using own property machines must face higher specific investment cost than the lower cost level that can be experienced at a 1000

hectare sized farm. If some production technological compulsion forces to do so, the owner should try to increase the exploitation of the machines by offering leased work to others in order to keep the costs at an acceptable level. With this the specific machine use costs can be reduced.

#### 4. CONCLUSIONS

Besides the introduced machine costs we must count with the prices of the input materials of the sweet sorghum production to know the whole cost of the production of the plant. For the nutrient supply we can count with about 150 EUR per hectare. The cost of the seeds is around 40-55 EUR/hectare, the cost of the pesticide reaches 60 EUR to each area unit. Adding all these, we face a minimal input material cost is 250 EUR/hectare. Beside this we must not forget about the cost of the insurance and other supplemental expenses that is connected to the production.

Adding everything, the total production cost of the studied plant per hectare in case of small-scale farm size is minimum 715 EUR. Examining the large-scale industrial production the costs reduce, but they can not be reduced under the 610 EUR/hectare level.

The aim of our research work and the exposition of its results is the professional support of the machine investment decisions and the machine utilization practice of the different size ventures promoting hereby the creation of the conditions of fruitful farming and rational machine investment decisions.

#### Acknowledgement

The author would like to express his gratitude to the National Office for Research and Technology (NKTH) for the financial support.



Established by the support of the National Office for Research and Technology.



## REFERENCES

- [1] Daróczy M.: (2007) Basic Tasks of the Agricultural Investment Process, Hungarian Agricultural Engineering. No. 20., p. 65-66.
- [2] Fenyvesi L., Gockler L., Hajdú J., Husti I.: (2003) A mezőgazdaság műszaki fejlesztésének lehetséges megoldásai. Gazdálkodás, No. 5. 1-15 p.
- [3] Gockler L.: (2010) The Costs of Agricultural Machines in 2010, Mezőgazdasági Gépüzemeltetés 2010. No.1., Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Gödöllő.
- [4] Husti I., Kovács I.: (2009) Adaptation of Integrated Enterprise Management Systems for Farm Machinery Management, Abstracts of the International Conference "Synergy and Technical Development in the Agricultural Engineering", Gödöllő, Hungary, 31. August - 3. September 2009. p. 101.; Full Paper in CD Issue.
- [5] Kocsis L.: (2009) A cukorcirok betakarításának lehetőségei a feldolgozási folyamat gazdaságosságának figyelembevételével. Mezőgazdasági Technika. Vol. L., No. 7. p. 12-14.
- [6] Magó L.: (2008) The Comparison of the Technical-economical Parameters of Machine Utilization under Different Level of Mechanization Subject to Farm Size, Agricultural Engineering Research – Bulletin of the Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő, 39 p.

## TROŠKOVI MEHANIZACIJE PROIZVODNJA ŠEĆERNOG SIRKA (*SORGHUM VULGARE VAR. SACCHARATUM*) SA OBZIROM NA MEHANIZOVANOST GAZDINSTVA

László Magó

*Mađarski Institut za poljoprivrednu tehniku, Gödöllő, Mađarska*

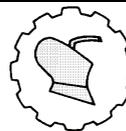
**Sadržaj:** Određivanje najefikasnijeg sastava mehanizacije za svaku farmu i za svaku vrstu biljne proizvodnje je vrlo značajno u današnje vreme. Struktura i iskorišćenost mašina, koje se primenjuju na posedima različite veličine, utiče na ekonomske informacije vezane uz mehanizaciju proizvodnje.

Uzimajući u obzir sadašnju fragmentiranu strukturu gazdinstva, postavljen je istraživački cilj, da se odredi najefikasnija kombinacija mašina, koja bi se koristila pored proizvodnja žitarica i uljanih biljaka i kod gajenja šećernog sirka na različitim veličinama farmi.

Modeliranje je izvršen sa mašinama sa najnižim i najvišim troškovima da bi se odredio interval mogućih troškova po različitim veličinama poseda. Veličina gazdinstva je varirana između trideset i hiljadu hektara.

**Ključne reči:** *sirak, biljna proizvodnja, mehanizacija, farma*





UDK: 631.4

## HAOTIČNI MODEL RASTA STOPE FIKSNIH INVESTICIJA U PROIZVODNJI KOMBAJNA

Vesna D. Jablanović

*Poljoprivredni fakultet u Beogradu*

**Sadržaj:** Teorija haosa, kao skup ideja, pokušava da osvetli strukturu aperiodičnih, nepredvidivih, dinamičkih sistema. Haos uključuje tri značajna principa (i) ekstremna senzitivnost na promenu početnih; (ii) uzrok i posledica nisu proporcionalni; i (iii) nelinearnost.

Osnovni cilj rada je prikazivanje relativno jednostavnog modela rasta stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna koji ima mogućnost generisanja stabilne ravnoteže, ciklusa i haosa, što zavisi od vrednosti parametara.

Ključna hipoteza ovog rada se zasniva na ideji da koeficijent  $\pi = \gamma + 1$  ima značajnu ulogu u objašnjavanju lokalne stabilnosti stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna, pri čemu je  $\gamma$  – odgovarajući parametar.

**Ključne reči:** haos, proizvodnja kombajna, stopa fiksnih investicija.

### UVOD

Teorija haosa se koristi da bi se dokazalo da se haotične fluktuacije mogu javiti u kompletno dinamičkim modelima. Haotični sistemi pokazuju senzitivnu zavisnost od početnih uslova: naizgled beznačajne promene početnih uslova proizvode velike razlike outputa. Ovo se veoma razlikuje od stabilnih dinamičkih sistema u kojima mala promena jedne varijable proizvodi malu i lako merljivu sistematičnu promenu.

Teorija haosa počinje sa Lorenz-ovim (1963) otkrićem kompleksne dinamike koja se javlja od tri nelinearne diferencijalne jednačine vodeći ka turbulenciji vremena. Li i Yorke (1975) su otkrili da jednostavna logistička kriva može pokazati veoma kompleksno ponašanje. Dalje, May (1976) opisuje haos u populacionoj biologiji. Teoriju haosa su primenili u ekonomiji Benhabib i Day (1981,1982), Day (1982, 1983,1997, ), Grandmont (1985), Goodwin (1990), Medio (1993,1996), Medio, A. i Lines, M (2004), Lorenz (1993), Shone, R.(1999), Jablanović (2010), između ostalih.

Osnovni cilj rada je prikazivanje relativno jednostavnog modela rasta stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna koji ima mogućnost generisanja stabilne ravnoteže, ciklusa i haosa, što zavisi od vrednosti parametara.

## MODEL

Stopa fiksnih investicija u proizvodnji kombajna predstavlja odnos između fiksnih investicija ( $I_f$ ) i dohotka ( $Y$ ) u proizvodnji kombajna. Odnosno,

$$i_f = \frac{I_f}{Y} \quad (1)$$

pri čemu,  $I_f$  označava fiksne investicije u proizvodnji kombajna, dok  $Y$  označava dohodak u proizvodnji kombajna.

Dalje, pretpostavlja se da stopa fiksnih investicija u proizvodnji kombajna nije konstantna.

Indeksira se  $i_f$  sa  $t$ , tj.,  $i_{ft}$  označava vreme  $t=0,1,2,3,\dots$ . Dalje, stopa rasta stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna korespondira sledećem izrazu:

$$\frac{i_{f,t+1} - i_{ft}}{i_{ft}} \quad (2)$$

Postulira se da stopa rasta u vremenu  $t$  treba biti proporcionalna izrazu  $1 - i_{ft}$ . Odnosno, nakon uvođenja određenog parametra  $\gamma$ :

$$\frac{i_{f,t+1} - i_{ft}}{i_{ft}} = \gamma (1 - i_{ft}) \quad (3)$$

Rešavanje poslednje jednačine donosi model rasta stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna, tj.,

$$i_{f,t+1} = i_{ft} + \gamma i_{ft} (1 - i_{ft}) \quad (4)$$

Model koji je prikazan jednačinom (4) se naziva logistički model. Za većinu izbora  $\gamma$ , ne postoji eksplicitno rešenje za (4). Naime, poznavajući  $\gamma$  i mereći  $i_{f,0}$  ne bi bilo dovoljno da se predvidi  $i_{ft}$  za ma koju tačku vremena, kao što je ranije bilo moguće. Ovo je suština prisustva haosa u determinističkim feedback procesima. Lorenz (1963) je otkrio ovaj efekat – nedostatak predvidivosti u determinističkim sistemima. Senzitivna zavisnost je jedan od centralnih elemenata determinističkog haosa.

Ova vrsta diferencne jednačine (4) može dovesti do veoma interesantnog dinamičkog ponašanja, kao što su ciklusi koji se ponavljaju periodično, odnosno, haos u kome ne postoji regularno ponašanje  $i_{ft}$ . Ova diferencna jednačina (4) poseduje haotičan region koga karakteriše: prvo, kada je data početna tačka  $i_{f,0}$ , tada je rešenje veoma senzitivno na promene parametra  $\gamma$ ; drugo, kada je dat parametar  $\gamma$ , tada je rešenje veoma senzitivno na promene početne tačke  $i_{f,0}$ . U oba slučaja, ova dva rešenja su u početnim periodima veoma bliska, ali se kasnije oni ponašaju na haotičan način.

### LOGISTIČKA JEDNAČINA

Logistička jednačina se često navodi kao primer kako se kompleksno, haotično ponašanje može pojaviti na osnovu veoma jednostavne nelinearne dinamične jednačine. Ovu jednačinu je popularisao Robert May (1976). Logistički model je Pierre François Verhulst koristio kao demografski model.

Moguće je pokazati da je proces iteracije logističke jednačine :

$$z_{t+1} = \pi z_t (1 - z_t) , \quad \pi \in [0, 4] , \quad z_t \in [0, 1] \quad (5)$$

ekvivalentan iteracijama modela rasta (4) kada se koristi sledeća identifikacija :

$$z_t = \frac{\gamma}{\gamma+1} i_{ft} \quad i \quad \pi = \gamma+1 \quad (6)$$

Upotrebom (6) i (4) dobija se :

$$z_{t+1} = \frac{\gamma}{\gamma+1} i_{ft+1} = \frac{\gamma}{\gamma+1} [i_{ft} + \gamma i_{ft} (1 - i_{ft})] = \gamma i_{ft} - \frac{\gamma^2}{\gamma+1} i_{ft}^2$$

Upotrebom (5) i (6) dobija se:

$$\begin{aligned} z_{t+1} &= \pi z_t (1 - z_t) = (\gamma+1) \frac{\gamma}{\gamma+1} i_{ft} \left(1 - \frac{\gamma}{\gamma+1} i_{ft}\right) \\ &= \gamma i_{ft} - \frac{\gamma^2}{\gamma+1} i_{ft}^2 \end{aligned}$$

Tako se dokazalo da su iteracije  $i_{ft+1} = i_{ft} + \gamma i_{ft} (1 - i_{ft})$  identične  $z_{t+1} = \pi z_t (1 - z_t)$  upotrebom  $z_t = \frac{\gamma}{\gamma+1} i_{ft}$  i  $\pi = \gamma+1$ . To je značajno zato što su se dinamička svojstva logističke jednačine (5) detaljno (Li and Yorke (1975), May (1976)).

Pokazano je da :

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

## ZAKLJUČAK

Ovaj rad sugerira zaključak u korist upotrebe modela rasta stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna. Model (4) se oslanja na parametar  $\gamma$  i početnu vrednost stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna,  $i_{t0}$ . Ali mala promena vrednosti parametra  $\gamma$  i stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna,  $i_{t0}$ , otežava predviđanje dugoročnog kretanja ove stope fiksnih investicija.

Ključna hipoteza ovog rada se zasniva na ideji da koeficijent  $\pi = \gamma + 1$  igra značajnu ulogu u određenju lokalne stabilnosti stope fiksnih investicija u proizvodnji kombajna, pri čemu je  $\gamma$  određeni parametar.

## LITERATURA

- [1] B e n h a b i b, J., D a y, R.H. (1981) Rational Choice and Erratic Behaviour, *Review of Economic Studies* 48: 459-471
- [2] B e n h a b i b, J., D a y, R.H. (1982) Characterization of Erratic Dynamics in the Overlapping Generation Model, *Journal of Economic Dynamics and Control* 4: 37-55
- [3] B e n h a b i b, J., N i s h i m u r a, K. (1985) Competitive Equilibrium Cycles, *Journal of Economic Theory* 35: 284-306
- [4] D a y, R.H. (1982) Irregular Growth Cycles, *American Economic Review* 72: 406-414
- [5] D a y, R.H. (1983) The Emergence of Chaos from Classical Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics* 98: 200-213
- [6] G o o d w i n, R.M. (1990) *Chaotic Economic Dynamics*, Clarendon Press, Oxford
- [7] G r a n d m o n t, J.M. (1985) On Endogenous Competitive Business Cycles, *Econometrica* 53: 994-1045
- [8] K e l s e y, David (1988) The Economics Of Chaos Or The Chaos Of Economics, *Oxford Economic Papers*; Mar 1988; 40, 1; ProQuest Social Science Journals
- [9] L i, T., Y o r k e, J. (1975) Period Three Implies Chaos, *American Mathematical Monthly* 8: 985-992
- [10] L o r e n z, E.N. (1963) Deterministic nonperiodic flow, *Journal of Atmospheric Sciences* 20: 130-141
- [11] L o r e n z, H.W. (1993) *Nonlinear Dynamical Economics and Chaotic Motion*, 2nd edition, Springer-Verlag, Heidelberg
- [12] M a y, R.M. (1976) Mathematical Models with Very Complicated Dynamics, *Nature* 261: 459-467
- [13] M e d i o, A. (1993) *Chaotic Dynamics: Theory and Applications to Economics*, Cambridge University Press, Cambridge
- [14] R ö s s l e r, O.E. (1976) An equation for continuous chaos, *Phys.Lett.* 57A: 397-398
- [15] T u, P.N.V. (1994) *Dynamical Systems*, Springer - Verlag.

## A CHAOTIC FIXED INVESTMENT RATE GROWTH MODEL IN THE COMBINE PRODUCTION

Vesna D. Jablanović

*Faculty of Agriculture, Belgrade*

**Abstract:** Chaos theory, as a set of ideas, attempts to reveal structure in aperiodic, unpredictable dynamic systems. Chaos embodies three important principles: (i) extreme sensitivity to initial conditions; (ii) cause and effect are not proportional; and (iii) nonlinearity.

The basic aim of this paper is to provide a relatively simple the fixed investment rate growth model in the combine production that is capable of generating stable equilibrium, cycles, or chaos depending on parameter values.

A key hypothesis of this work is based on the idea that the coefficient  $\pi = \gamma + 1$  plays a crucial role in explaining local stability of the fixed investment rate in the combine production, where  $\gamma$  is a suitable parameter.

**Key words:** *chaos, combine production, fixed investment rate.*





UDK: 631.1.017

## PROCENA VREDNOSTI OBJEKATA ZA ČUVANJE STOČNE HRANE

Sanjin Ivanović, Dušan Radivojević, Miloš Pajić

*Poljoprivredni fakultet – Beograd*

**Sadržaj:** Da bi u savremenim uslovima poslovanja proizvodnja mleka bila ekonomski opravdana, neophodno je koristiti odgovarajuće vrste i kombinacije stočnih hraniva. To znači da se kabasti deo obroka za krave mora zasnivati na korišćenju kukuruzne silaže, uz dodatak manje količine sena lucerke. Ovakva kombinacija kabastih hraniva omogućava visoku proizvodnju mleka po kravi, uz održavanje troškova proizvodnje na niskom nivou. Međutim, navedeni koncept ishrane vezan je za visoka investiciona ulaganja u odgovarajuće objekte za smeštaj stočne hrane.

Da bi se utvrdila ekonomska efektivnost investicionih ulaganja u moderne objekte za čuvanje stočne hrane, korišćena je metoda prinodne vrednosti investicije. Utvrđena prinodna vrednost poređena je sa odgovarajućim troškovima izgradnje navedenih objekata, pri različitim cenama stočne hrane i različitim pretpostavljenim gubicima usled njenog neadekvatnog skladištenja.

**Ključne reči:** *proizvodnja mleka, stočna hrana, troškovi, investicije, prinodna vrednost*

### UVOD

Proizvodnja mleka u Srbiji susreće sa mnogobrojnim problemima, kao što su niske otkupne cene mleka i tovnje junadi, stalni rast cena inputa (prvenstveno u proizvodnji stočne hrane), mala veličina govedarskih gazdinstava (posmatrano po broju grla i oraničnim površinama kojima raspoložu), zastarelim objektima i opremom, nedovoljnom regulativom tržišta otkupa mleka i sl. Usled procesa pristupanja evropskoj uniji, bez obzira na nepovoljnu situaciju u kojoj se nalaze, proizvođači će morati da se približe u normama i standardima sa EU (Radivojević i sar., 2009). Da bi u takvoj situaciji mogli ostati konkurentni, oni moraju značajno sniziti troškove proizvodnje.

U tom smislu, sitna porodična gazdinstva (kao dominantni proizvođači mleka u Srbiji), mogu delovati u više smerova, kao što su uvećanje broja krava na farmi i istovremena modernizacija objekata i opreme. Time bi se povećala produktivnost rada, porastao kvalitet mleka i poboljšalo zdravstveno stanje goveda (usled čega bi se smanjila cena koštanja mleka). Takođe, povezivanje farmera u zadruge ili udruženja značajno bi

popravilo njihovu pregovaračku poziciju na tržištu otkupa mleka. Kao mere za poboljšanje konkurentnosti govedarskih farmi mogu se navesti i razvoj poljoprivredne savetodavne službe, unapređenje rada veterinarske službe i sl.

Međutim, često se zaboravlja da poboljšanje (osavremenjavanje) načina ishrane krava predstavlja izuzetno veliki potencijal za smanjenje troškova proizvodnje mleka. To praktično znači da se u ishrani krava kabasti deo obroka mora u najvećoj meri sastojati od silaže čitave biljke kukuruza, kao hraniva koje je veoma kvalitetno i istovremeno izuzetno jeftino u poređenju sa alternativnom ishranom senom lucerke.

Po standardima koje nameće savremena nauka, na 100 kg težine goveda trebalo bi se u ishrani naći 5 – 6 kg silaže i 0,6 – 0,8 kg sena lucerke.

U praksi se na porodičnim gazdinstvima silaža kukuruza veoma često koristi, ali njeno učešće u strukturi ishrane nije ni približno navedenim teoretskim normama. Sa druge strane, korišćenje silaže zahteva značajna investiciona ulaganja u odgovarajuće silose, bez kojih bi gubici silaže tokom čuvanja bili veoma veliki. Pored toga, da bi se sprečilo držanje sena lucerke na otvorenom (što takođe može dovesti do gubitaka u količini i kvalitetu sena), svako gazdinstvo mora podići odgovarajuće šupe za seno. Ipak, neophodne investicije u objekte za skladištenje sena su mnogo niže od ulaganja u skladištenje silaže kukuruza.

## METOD RADA I PREDMET ISTRAŽIVANJA

Imajući u vidu opisanu problematiku, predmet istraživanja u ovom radu je ekonomska efektivnost ulaganja u izgradnju silosa i šupa za smeštaj sena. Da bi se ocenila isplativost ovog tipa ulaganja, primeniće se metod prinorne vrednosti investicije. Prinorna vrednost ulaganja u objekte za čuvanje stočne hrane utvrdiće se na bazi smanjenja gubitaka u količini odgovarajućih stočnih hraniva (koji su nastali usled neodgovarajućeg čuvanja), pri čemu su ti gubici vrednosno izraženi.

Metod prinorne vrednosti predstavlja jednu varijantu metoda kapitalne vrednosti (neto sadašnje vrednosti) investicije. Prinorna vrednost pokazuje koliko se najviše može uložiti u neku investiciju, a da pri tome ona još uvek bude ekonomski opravdana (Gogić, 2009). Prinorne vrednosti investicije u suštini se izračunava tako što se iz formule za kapitalnu vrednost investicije izostave potrebna investiciona ulaganja. Odnosno, ako se od prinorne vrednosti investicije oduzmu odgovarajuća investiciona ulaganja, onda se dobija neto sadašnja vrednost. Zato je analizirana investicija ekonomski opravdana ako je njena prinorna vrednost veća od investicionih ulaganja (Andrić i sar., 2005), što znači da je istovremeno kapitalna vrednost (kao najvažniji pokazatelj ekonomske efektivnosti investicija) veća od nule.

Prinorna vrednost investicija se obično utvrđuje pod pretpostavkom da se primanja i izdavanja razlikuju po pojedinim godinama korišćenja investicije i da nastaju krajem godine. Pod navedenim pretpostavkama za računanje prinorne vrednosti koristi se formula:

$$P = \left( \frac{b_1}{r^1} + \frac{b_2}{r^2} + \dots + \frac{b_n}{r^n} + \frac{B_n}{r^n} \right) - \left( \frac{u_1}{r^1} + \frac{u_2}{r^2} + \dots + \frac{u_n}{r^n} \right)$$

gde je:

b – primanja od investicije po pojedinim godinama,

u – izdavanja za korišćenje investicije po pojedinim godinama,

B<sub>n</sub> – likvidaciona vrednost investicije na kraju ekonomskog veka korišćenja,

r – diskontni faktor.

Pošto je u proceni prinodne vrednosti objekata za smeštaj stočne hrane teško tačno proceniti promenu efekata od investicije po pojedinim godinama, za izračunavanje prinodne vrednosti koristiće se donekle pojednostavljena formula, koja polazi od pretpostavke da se prinodna vrednost dobija na bazi prosečnih vrednosti odgovarajućih pokazatelja (odnosno, smatra se da su primanja i izdavanja od investicije jednaka u svim godinama korišćenja, kao i da ona nastaju krajem svake godine). Prema tome, da bi se utvrdila prinodna vrednost objekata za čuvanje stočne hrane koristiće se formula:

$$P = (b - u) \cdot \frac{r^n - 1}{r^n (r - 1)} + \frac{B_n}{r^n}$$

Važno je istaći da se kao prihodi od investicija u silose i šupe za seno posmatraju gubici u količini silaže i sena lucerke (odnosno njihova vrednost), koji bi postojali ako bi se silaža pravila u improvizovanim silosima, to jest ako bi se seno čuvalo složeno u kamarama na otvorenom. Istovremeno, izdavanja za korišćenje investicije bi se odnosila na troškove održavanja i osiguranja ovih objekata.

U radu će se poći od pretpostavke da se ekonomski efekti investicije posmatraju u periodu od 10 godina, a da se nakon toga perioda kao ostatak vrednosti investicije (likvidaciona vrednost) koristi neamortizovana vrednost ovih osnovnih sredstava. Pri tome je njihov ukupni pretpostavljeni vek korišćenja 50 godina, a likvidacija nakon deset godina upotrebe je fiktivna.

Prilikom određivanja diskontne stope pošlo se od činjenice da njenu visinu nije jednostavno utvrditi, uzimajući u obzir sve faktore koju na nju utiču (kao što su struktura izvora finansiranja, oportunitetni troškovi sopstvenog kapitala i različita visina kamatnih stopa na pozajmljeni kapital – zavisno od toga da li se koriste klasični bankarski krediti ili krediti koje subvencioniše država). Zbog toga je za proračune prinodne vrednosti korišćena stopa od 5%, koja se veoma često u praksi koristi kao univerzalna osnova za određivanje ekonomske efektivnosti investicija (npr. kod evaluacije investicija koje se finansiraju iz predpristupnih fondova evropske unije).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U cilju procene prinodne vrednosti betonskog trenč silosa, pošlo se od pretpostavke da je cena njegove izgradnje 20 EUR/m<sup>3</sup>, a da se u toj zapremini silosa može čuvati 400 kg silaže. Projektovana ukupna zapremina silosa je 1.000 m<sup>3</sup>, odnosno u njemu se može čuvati 400.000 kg silaže, što bi bilo približno dovoljno za farmu od 50 krava sa pratećim kategorijama. Potrebno investiciono ulaganje za izgradnju ovakvog silosa bilo bi 20.000 EUR. Uzimajući u obzir da na visinu prinodne vrednosti silosa utiče cena silaže koja se u njemu čuva, kao i alternativni gubici silaže do kojih bi došlo ako bi se ona čuvala u

improvizovanim silosima, pretpostavljena cena silaže kukuruza u analizi kreće se u opsegu 0,03 – 0,05 EUR/kg, dok analizirana visina gubitaka silaže u improvizovanom silosu u odnosu na betonski silos varira između 10% i 20% (mada ovi gubici u praksi mogu biti i znatno veći).

Od troškova vezanih za ovakvu investiciju pretpostavljeno je postojanje troškova održavanja i osiguranja, kako kod ulaganja u trenč silos, tako i kod šupe za seno. Visina troškova održavanja određena je na nivou od 1% od početne vrednosti objekta, dok su troškovi osiguranja formirani na nivou od 0,2% od početne vrednosti silosa i šupe. Rezultati dobijeni na bazi ovih pretpostavki prikazani su u tabeli 1.

*Tab. 1. Prinosna vrednost ulaganja u izgradnju silosa, pri različitim cenama kukuruzne silaže i njenim različitim gubicima pri čuvanju u neodgovarajućim silosima (u EUR)*

Cena silaže (EUR/kg)	Smanjenje gubitka u količini, odnosno vrednosti silaže		
	10%	15%	20%
0,03	17.235,23	21.868,25	26.501,27
0,04	20.323,91	26.501,27	32.678,63
0,05	23.412,59	31.134,29	38.855,99

Da bi ulaganje u izgradnju silosa bilo ekonomski opravdano, neophodno je da prinosna vrednost bude veća od potrebnih investicionih ulaganja, koja u ovom slučaju iznose 20.000 EUR. Očigledno je da je prinosna vrednost investicije veća od potrebnih investicionih ulaganja u svim analiziranim slučajevima, osim kod kombinacije najniže cene kukuruzne silaže i najmanjih mogućih gubitaka prilikom njenog alternativnog čuvanja. Imajući u vidu da su u praksi gubici silaže usled kvarenja pri neodgovarajućem čuvanju mnogo veći od 10% (idu čak i do 100%), jasno je da se može smatrati da je ulaganje u kvalitetne betonske silose uvek ekonomski opravdano.

Dobijeni rezultati bili bi još povoljniji ako se uzme u obzir da troškovi održavanja silosa praktično ni ne postoje, kao i da silose (zbog njihovih građevinskih karakteristika) nije potrebno ni osiguravati od elementarnih nepogoda, požara i sl.

Da bi se procenili gubici sena lucerke pri čuvanju van odgovarajućeg objekta, pošlo se od navoda Krištofa (1977), koji citirajući Rogulića ističe da gubici u količini sena (u odnosu na količinu koja je dovezena sa njive) kod čuvanja na otvorenom iznose 20 – 25%, dok su oni u slučaju čuvanja sena u šupi svega 5 – 6%. Očigledno je da se ovde upotrebom nadstrešnice (šupe) smanjuju gubici u količini sena za približno 20%.

Sa druge strane, upotreba plastičnih folija za zaštitu sena od nepovoljnih klimatskih uticaja smanjuje gubitke sena, pa je Ivanović (2005) pretpostavio da se u tom slučaju izgradnjom šupe čuva 10% vrednosti sena lucerke u odnosu na čuvanje u kamarama.

Pri proračunima se pošlo od činjenice da se na 1 m<sup>3</sup> može čuvati 200 kg baliranog sena lucerke, a da se seno skladišti do 4 metra visine, tako da se na jednom m<sup>2</sup> može čuvati 800 kg sena. Ulaganje u šupu za seno po 1 m<sup>2</sup> iznosi 70 EUR. Pretpostavljeno je da je šupa ukupne površine 100 m<sup>2</sup>, pa ukupna ulaganja u njeno podizanje 7.000 evra, pri čemu se u šupi skladišti 80.000 kg sena lucerke.

Ova veličina šupe za seno je izabrana zato što je objekat navedene veličine približno dovoljan da se zadovolje potrebe govedarske farme kapaciteta 50 krava sa odgovarajućim pratećim kategorijama. Da bi se utvrdila prinosna vrednost šupe za seno,

pretpostavljeno je da se gubici u količini (a time i vrednosti) sena uz korišćenje šupe smanjuju za 10% - 20%, dok se istovremeno pretpostavlja da se cena sena lucerke može kretati od 0,05 – 0,15 EUR/kg. Uticaj na visinu prinosa vrednosti šupe za seno ovakve kombinacije cena sena lucerke i gubitaka pri neadekvatnom čuvanju lucerke prikazan je u tabeli 2.

*Tab. 2. Prinosna vrednost ulaganja u šupu za seno, pri različitim cenama sena lucerke i različitim gubicima sena pri čuvanju na otvorenom (u EUR)*

Cena lucerke (EUR/kg)	Smanjenje gubitka u količini, odnosno vrednosti sena		
	10%	15%	20%
0,05	5,877.90	7,422.24	8,966.58
0,10	8,966.58	12,055.26	15,143.94
0,15	12,055.26	16,688.28	21,321.30

Imajući u vidu da je za izgradnju analizirane šupe za seno potrebno uložiti 7.000 EUR, može se videti da je i ova investicija u većini kombinacija posmatranih faktora ekonomski opravdana. Samo pri veoma niskim cenama sena lucerke i minimalnim gubicima na njenoj količini može doći do toga da investicija nije ekonomski opravdana, što bi ipak u praksi bio ekstreman slučaj koji se ne može ponavljati u svakoj poslovnoj godini.

## ZAKLJUČAK

Opstanak porodičnih govedarskih farmi (a posebno onih koje se bave proizvodnjom mleka) u konkurentskoj borbi sa farmerima iz razvijenijih zemalja zavisi od njihove sposobnosti da smanje troškove poslovanja. Kao jedan od najboljih načina za sniženje cene koštanja mleka je optimizacija ishrane, odnosno davanje većeg značaja silaži čitave biljke kukuruza i upotrebi samo manjih količina sena lucerke. Međutim, da bi se održao kvalitet i količina ovih hraniva u dužem periodu, neophodno je izgraditi odgovarajuće objekte za njihov smeštaj.

Pošto izgradnja ovakvih objekata zahteva značajna ulaganja (što se posebno odnosi na silose), korišćen je metod prinosa vrednosti da se utvrdi da li su navedene investicije ekonomski opravdane. Analiza je pokazala da su ulaganja u ove objekte u najvećem broju analiziranih slučajeva ekonomski opravdana. Samo u situaciji kada su cene silaže i sena veoma niske, kao i kada su gubici do kojih dolazi usled neadekvatnog čuvanja gotovo zanemarljivi, može se desiti da analizirane investicije ne budu ekonomski opravdane.

## LITERATURA

- [1] Andrić, J., Vasiljević Zorica, Sredojević Zorica (2005): Investicije (Osnove planiranja i analize). Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- [2] Brigham, F.E., Gapenski, L.C. (1997): Financial Management – Theory and Practice. Eight Edition, The Dryden Press.

- [3] Gogić, P. (2009): Teorija troškova sa kalkulacijama – u proizvodnji i preradi poljoprivrednih proizvoda. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [4] Ivanović, S. (2005): Prinosna vrednost osnovnih sredstava u govedarskoj proizvodnji porodičnih gazdinstava. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
- [5] Ivanović, S. (2006): Utvrđivanje prinosa vrednosti staje za muzne krave. Ekonomika poljoprivrede, God./Vol. LIII, Broj 4/2006, Beograd, str. 1039 – 1053.
- [6] Ivanović, S., Radivojević, D., Pajić, M. (2008): Ekonomska efikasnost investicija u proizvodnji mleka na porodičnim gazdinstvima. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIII, broj 4, decembar 2008, Beograd, str. 87 – 95.
- [7] Krištof, M. (1977): Kalkulacije u poljoprivredi. Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
- [8] Radivojević, D., Ivanović, S., Topisirović, G., Božić, S. (2009): Utvrđivanje parametara za ocenu ekonomske efikasnosti porodičnih farmi muznih krava. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIV, broj 4, decembar 2009, Beograd, str. 121 – 130.
- [9] Radivojević, D., Topisirović, G., Stanimirović, N. (2002): Mehanizacija stočarske proizvodnje. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [10] Radivojević, D. (2004): Tehničko tehnološki projekat i studija izvodljivosti farme za muzne krave na porodičnom gazdinstvu. Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku Republike Srbije, Projekat broj 20012 – TR

## VALUATION OF FEED STORAGEES

**Sanjin Ivanović, Dušan Radivojević, Miloš Pajić**

*Faculty of Agriculture – Belgrade*

**Abstract:** In order to keep milk production economically effective in contemporary business environment, it is necessary to use appropriate types and combinations of animal feed. This means that the bulky part of the meal for the cows has to be based on the use of corn silage, with the addition of small amounts of alfalfa hay. This combination of forage allows for high milk production per cow, while keeping production costs low. However, this concept of nutrition is related to high investments in appropriate facilities for the storage of animal feed.

To evaluate the economic effectiveness of investments in modern feed storages, a method of present value of investment is used. Determined present value of investment is compared with the corresponding construction costs of the objects at different prices of animal feed and various assumed losses due to its inadequate storage.

**Key words:** *milk production, fodder, costs, investments, present value of investment*



UDK: 631.3

## EKONOMSKI EFEKTI PRIMENE MAŠINA I ORUĐA ZA UREĐENJE ZEMLJIŠTA PO POVRŠINI I DUBINI U PROIZVODNJI PŠENICE

Saša Z. Todorović, Zorica R. Vasiljević, Nikola P. Popović

*Poljoprivredni fakultet Zemun*

**Sadržaj:** U tržišnim uslovima poslovanja osnovno merilo uspešnosti poljoprivredne proizvodnje su ostvareni ekonomski rezultati. Međutim, sve glasnije se postavlja pitanje očuvanja i racionalnog korišćenja prirodnih resursa, posebno zemljišta. Potreba očuvanja i racionalnog korišćenja neobnovljivih prirodnih resursa, kao što je zemljište, zahteva eliminisanje uobičajene prakse proizvodnje i primenu novih tehnologija obrade i novih mašina i oruđa. Ipak, da bi nove tehnologije obrade i nove mašine i oruđa bili masovno prihvaćeni i uspešno primenjeni u praksi, potrebna je potvrda ispoljavanja pozitivnih tehničko-tehnoloških i ekonomskih efekata dobijena kroz odgovarajuća naučna istraživanja.

Imajući to u vidu, cilj ovog rada je da se sagledaju ekonomski efekti produženog dejstva primene nove tehnologije obrade i novih mašina i oruđa za uređenje zemljišta po površini i dubini u proizvodnji pšenice.

U tom smislu utvrđeno je da promena tehnologije obrade i primena novih mašina i oruđa u prvoj godini izvođenja ogleada ima pozitivno produženo dejstvo u drugoj godini izvođenja ogleada, koje se ogleada u smanjenju varijabilnih troškova po kg proizvedene pšenice za 23,57%. Obavljeno istraživanje i rezultati dobijeni u ovoj analizi predstavljaju nastavak istraživanja ekonomskih efekata primene mašina i oruđa za uređenje zemljišta po površini i dubini u proizvodnji pojedinih kultura kojima su do sada obuhvaćeni kukuruz i suncokret. Dobijeni rezultati ukazuju na potrebu proširenja istraživanja i na druge značajne poljoprivredne kulture.

**Ključne reči:** *ekonomski efekti, uređenje zemljišta, nove tehnologije, kalkulacije, pšenica.*

### UVOD

Povećanje produktivnosti zemljišta i rada su ključni za poljoprivredne proizvođače u Republici Srbiji kako bi održali svoje pozicije u uslovima sve jače konkurencije. U tržišnim uslovima poslovanja osnovno merilo uspešnosti poljoprivredne proizvodnje su

ostvareni ekonomski rezultati. Međutim, sve glasnije se postavlja pitanje očuvanja i racionalnog korišćenja prirodnih resursa, posebno zemljišta, što naročito dobija na značaju ako se ima u vidu podatak da u Srbiji ima preko 400.000 ha zemljišta sa mehaničkim sastavom teškog tipa i preko 100.000 ha na različite načine oštećenih zemljišta (Ercegović i sar., 2008). Pored toga, svake godine, sa različitim degradacionim procesima ošteti se i novih 1.000 ha zemljišta. Zbog velike rasprostranjenosti zemljišta ovog tipa, postoji potreba da se postojeći načini obrade modifikuju, kombinacijom postojećih i novih tehnologija u procesu proizvodnje najvažnijih ratarskih kultura (Ercegović i sar., 2009b). Potreba očuvanja i racionalnog korišćenja neobnovljivih prirodnih resursa, kao što je zemljište, zahteva eliminisanje uobičajene prakse proizvodnje i primenu novih tehnologija obrade i novih mašina i oruđa, koje treba da obezbede optimalnu potrošnju pogonske energije, rada i ostalih resursa, a da se pri tome obezbedi maksimalno iskorišćavanje prirodnog potencijala plodnosti zemljišta i rodnosti biljaka. U tom smislu neophodno je poboljšati uslove za biljnu proizvodnju na zemljištima teškog mehaničkog sastava. Poboljšanja se prvenstveno odnose na popravku fizičko-mehaničkih, vodno-vazdušnih i drugih osobina zemljišta. S obzirom na to da je limitirajući faktor u biljnoj proizvodnji vodno-vazdušni režim zemljišta, potrebno je na zemljištima teškog mehaničkog sastava primeniti obradu zemljišta krtičenjem (primena drenaznog pluga DP-4), koja će omogućiti i znatno poboljšanje svih relevantnih zemljišnih parametara (Radojević i sar., 2010). Međutim, da bi nove tehnologije obrade i nove mašine i oruđa bili masovno prihvaćeni i uspešno primenjeni u praksi, potrebna je potvrda ispoljavanja pozitivnih tehničko-tehnoloških i ekonomskih efekata dobijena kroz odgovarajuća naučna istraživanja. Zbog toga sve više raste značaj istraživanja problema vezanih za ovu oblast (Ercegović i sar., 2009a), pri čemu se nikako ne sme zapostaviti ekonomski aspekt. U tom smislu rezultati dosadašnjih istraživanja o opravdanosti promene tehnologije obrade i primene novih mašina i oruđa u proizvodnji pojedinih kultura pokazuju da je promena tehnologije obrade i primena novih mašina i oruđa u proizvodnji kukuruza i suncokreta ekonomski opravdana, s obzirom da dolazi do smanjenja varijabilnih troškova po kilogramu proizvedenog kukuruza za 6,74% (Todorović i sar., 2010a) i za 4,77% po kilogramu proizvedenog suncokreta (Todorović i sar., 2010b). Svakako, obavljena istraživanja ne predstavljaju konačne rezultate primene nove tehnologije, imajući u vidu potrebu proširivanja istraživanja i na druge kulture kao i potrebu ispitivanja produženog dejstva istih.

Imajući to u vidu, cilj ovog rada je da se sagledaju ekonomski efekti produženog dejstva primene nove tehnologije obrade i novih mašina i oruđa za uređenje zemljišta po površini i dubini u proizvodnji pšenice uz nastojanje da se na taj način doprinese što uspešnijem formulisanju odgovora na pitanje da li je i pod kojim uslovima njihova primena opravdana.

## MATERIJAL I METOD RADA

Programom merenja tokom druge godine izvođenja oglada obuhvaćeni su potrošnja resursa u proizvodnji pšenice kao i relevantni parametri pri radu mašina i oruđa u proizvodnim uslovima Instituta za kukuruz, Zemun Polje (O.D. „Krnješevci“ iz Krnješevaca). Naglasak istraživanja je na ispitivanju ekonomskih efekata produženog dejstva primene nove tehnologije obrade i novih mašina i oruđa za uređenje zemljišta po

površini i dubini u proizvodnji pšenice. S obzirom da je u prvoj godini izvođenja ogleda izvršeno uređenje zemljišta po površini i dubini na oglednoj parceli (univerzalni skreperski ravnjač USM-5, drenažni plug DP-4 i vibracioni razrivač VR-5) tehnologija proizvodnje pšenice na kontrolnoj i oglednoj parceli u drugoj godini izvođenja ogleda je identična i zasnovana na uobičajenim i već primenjivanim agrotehničkim merama (tabela 1).

Tab. 1. Tehnološke operacije primenjene u proizvodnji pšenice na kontrolnoj i oglednoj parceli u 2009/2010 godini

Operacija	Vreme izvođenja	Agregat za izvršenje rada		
		Pogonska mašina	Priključna mašina	
			Vrsta	ŠRZ (m)
Tanjiranje teškom tanjiračom	28.09.2009 02.10.2009	Traktor (John Deere 4755)	Teška tanjirača (Lemind)	4,5
Đubrenje mineralnim đubrivima (osnovno)	01.10.2009	Traktor (MTZ 82)	Rasipač mineralnog đubriva (Rauch AXIS)	24
Tanjiranje srednje teškom tanjiračom	03.10.2009 06.10.2009	Traktor (John Deere 4755)	Tanjirača (Drava)	4,3
Setva	28.10.2009 30.10.2009	Traktor (MTZ 82)	Sejalica (Delta)	3
Drljanje	28.10.2009 30.10.2009	Traktor (John Deere 8230)	Teška drljača (Dubica)	7
Đubrenje mineralnim đubrivima (prihranjivanje)	31.03.2010	Traktor (MTZ 82)	Rasipač mineralnog đubriva (Rauch AXIS)	24
Tretiranje pesticidima	23.04.2010	Traktor (MTZ 82)	Prskalica (Agromehanika, 2200 l)	
Žetva	18.07.2010. 20.07.2010	Univerzalni kombajn (Class Lexion 430)	Adapter za pšenicu	6

Za razliku od primenjene tehnologije proizvodnje, potrošnja resursa u proizvodnji pšenice na kontrolnoj i oglednoj parceli je istovremena ali ne i identična (tabela 2).

Tab. 2. Potrošnja resursa u proizvodnji pšenice na kontrolnoj i oglednoj parceli u 2009/2010 godini

Naziv materijala	JM	Cena (RSD/JM)	Kontrolna parcela		Ogledna parcela	
			Količina (JM/ha)	Troškovi (RSD/ha)	Količina (JM/ha)	Troškovi (RSD/ha)
Seme pšenice „Dragana“	kg	25,00	200,00	5.000,00	200,00	5.000,00
Miner. đubr. MAP (11:52:0)	kg	30,00	93,00	2.790,00	93,00	2.790,00
Miner. đubr. AN (34% N)	kg	24,80	262,90	6.519,92	262,90	6.519,92
Pesticid „Meteor“	g	39,82	9,60	382,27	9,60	382,27
Pesticid „King“	l	2.896,70	0,30	869,01	0,30	869,01
Evrodizel	l	115,00	52,57	6.045,55	46,92	5.395,80
<b>Ukupno</b>				<b>21.606,75</b>		<b>20.957,00</b>

Razumevanje pravog ekonomskog efekta primene novih mašina i oruđa nije moguće bez sprovođenja sveobuhvatne ekonomske analize. Međutim, za sprovođenje takve vrste analize

potrebno je poznavati troškove koji proističu iz ulaganja finansijskih sredstava u nabavku novih mašina i oruđa (amortizacija i kamata) neophodnih za realizovanje nove tehnologije obrade (drenažni plug DP-4 i vibracioni razrivač VR-5), kao i troškove njihovog smeštaja, osiguranja i tehničkog održavanja. S obzirom da se navedene mašine ne nalaze u masovnoj upotrebi i da im nije poznata tržišna cena, nemoguće je precizno navesti iznos navedenih troškova. Zbog toga je sprovedena analiza koja će se bazirati samo na onim troškovima koji se precizno mogu izračunati, a to su u ovom trenutku samo varijabilni troškovi proizvodnje pšenice i to troškovi semena, mineralnih đubriva, sredstva za zaštitu, goriva i maziva (Todorović i sar., 2009). S tim u vezi, potrebno je istaći da se ovi troškovi u svom ukupnom iznosu menjaju sa promenom obima korišćenja proizvodnih kapaciteta, odnosno sa promenom obima proizvodnje (Andrić, 1998). Imajući prethodno izneseno u vidu, za analizu ekonomskih efekata produženog dejstva primene novih mašina i oruđa u proizvodnji pšenice, odabrana je kalkulacija na bazi varijabilnih troškova kao najprikladnija u ovoj situaciji, s obzirom da se ovaj model kalkulacije upotrebljava u situacijama kada dolazi do čestih promena strukture, obima i načina proizvodnje (Gogić, 2005).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu izvedenih radnih operacija na oglednoj i kontrolnoj parceli u drugoj godini izvođenja ogleđa i merenja utrošene količine pogonskog goriva pri izvođenju istih, ustanovljeno je da je u drugoj godini izvođenja ogleđa na oglednoj parceli smanjena potrošnja pogonskog goriva za 10,75% kao posledica smanjenja vučnih otpora i mogućnosti povećanja radnih brzina izazvanih promenom tehnologije obrade i primenom novih mašina i oruđa u prvoj godini izvođenja ogleđa (produženo dejstvo). Samim tim za 10,75% niži su i troškovi goriva na oglednoj parceli u drugoj godini izvođenja ogleđa. Treba imati u vidu da troškovi goriva u ovom slučaju ne obuhvataju troškove goriva nastale u prvoj godini izvođenja ogleđa i primene novih mašina i oruđa, s obzirom da zbog praćenja produženog dejstva primene novih mašina i oruđa nije moguća njihova adekvatna raspodela. Međutim, prema rezultatima istraživanja Raičevića i sar. (2005) oni se mogu raspodeliti tokom četiri proizvodne godine, koliko traju efekti njihove primene.

Kao posledica smanjenja troškova pogonskog goriva dolazi i do smanjenja troškova kamate na uložena obrtna sredstva za 3,32%. Smanjenje ovih troškova zapravo pokazuje da sa promenom tehnologije obrade dolazi do smanjenja novčanih izdataka nakon prve godine primene mašina i oruđa. Ovu činjenicu svakako treba imati u vidu prilikom razmatranja odluke o prelasku na novu tehnologiju obrade.

Činjenica je da se sa promenom tehnologije obrade i primenom novih mašina i oruđa smanjuje obim upotrebe traktora nakon prve godine primene mašina i oruđa. To sa druge strane dovodi do niza pozitivnih efekata koji se višestruko reflektuju na troškove upotrebe sredstava mehanizacije.

Najpre, kao posledica smanjenog obima upotrebe traktora u toku godine može se očekivati smanjenje troškova tehničkog održavanja istih. Bez obzira na njihovo smanjenje, neophodno je, s obzirom da su u pitanju varijabilni troškovi, koji kao i troškovi pogonskog goriva imaju direktan uticaj na novčani tok, celishodno i blagovremeno sprovođenje adekvatnih mera iz oblasti menadžmenta, a sve u cilju povećanja efikasnosti korišćenja poljoprivredne mehanizacije i minimiziranja troškova njihove upotrebe (Vasiljević i sar., 2008.).

Evidentno je i da sa promenom tehnologije obrade i primenom novih mašina i oruđa dolazi do smanjenja utroška rada nakon prve godine njihove primene. Međutim, kako ističu Todorović i sar. (2009.) da li će doći i do smanjenja troškova rada zavisi od vrste angažovanog rada. Ako se pretpostavi da se radi o povremenom angažovanju radnika na časovnoj osnovi i plaćanju na bazi utrošenih časova rada, to je onda varijabilni trošak i doći će do smanjenja troškova rada. Međutim, ako se pretpostavi da se radi o stalno angažovanim radnicima plaćenim kroz plate, onda je to fiksni trošak i u tom slučaju ne mora obavezno doći i do smanjenja troškova rada. Sama činjenica da će se broj utrošenih časova rada radnika smanjiti nakon prve godine promene tehnologije obrade i primene novih mašina i oruđa, kao što je već rečeno, ne znači da će se i stvarni troškovi rada radnika smanjiti.

Imajući u vidu prethodno izneseno, radi dobijanja što potpunije slike urađena je analitička kalkulacija na bazi varijabilnih troškova proizvodnje pšenice (tabela 3).

Tab. 3. Analitička kalkulacija na bazi varijabilnih troškova proizvodnje pšenice u 2009/2010 godini (cena pšenice 15,00 RSD/kg)

ELEMENTI	Kontrolna parcela	Ogledna parcela	Razlika u odnosu na kontrolnu parcelu (RSD)	Razlika u odnosu na kontrolnu parcelu (%)	Indeksi (kontrolna parcela=100)
<b>I PRIHOD</b>					
1. Prinos (kg/ha)	<b>3.577,00</b>	<b>4.525,00</b>	<b>948,00</b>	<b>26,50</b>	<b>126,50</b>
2. Prihod (RSD/ha)	<b>53.655,00</b>	<b>67.875,00</b>	<b>14.220,00</b>	<b>26,50</b>	<b>126,50</b>
<b>II TROŠKOVI</b>					
<b>Ia VARIJABILNI TROŠKOVI (RSD/ha)</b>	<b>23.594,24</b>	<b>22.811,16</b>	<b>-783,08</b>	<b>-3,32</b>	<b>96,68</b>
1.1. Seme	5.000,00	5.000,00	0,00	0,00	100,00
1.2. Mineralno đubrivo	9.309,92	9.309,92	0,00	0,00	100,00
1.3. Sredstva za zaštitu	1.251,28	1.251,28	0,00	0,00	100,00
1.4. Gorivo <sup>1</sup>	6.045,55	5.395,80	-649,75	-10,75	89,25
1.5. Mazivo	906,83	809,37	-97,46	-10,75	89,25
1.6. Održavanje mehanizacije <sup>2</sup>					
1.7. Plaćena radna snaga <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.8. Kamata na uložena obrtna sredstva	1.080,65	1.044,79	-35,87	-3,32	96,68
<b>Ib VARIJABILNI TROŠKOVI (RSD/kg)</b>	<b>6,60</b>	<b>5,04</b>	<b>-1,56</b>	<b>-23,57</b>	<b>76,43</b>
<b>IIIa BRUTO MARŽA (RSD/ha)</b>	<b>30.060,76</b>	<b>45.063,84</b>	<b>15.003,08</b>	<b>49,91</b>	<b>149,91</b>
<b>IIIb BRUTO MARŽA (RSD/kg)</b>	<b>8,40</b>	<b>9,96</b>	<b>1,54</b>	<b>18,50</b>	<b>118,50</b>

*Napomena:* 1) troškovi goriva u ovom slučaju ne obuhvataju troškove goriva nastale u prvoj godini izvođenja ogleda i primene novih mašina i oruđa, s obzirom da zbog praćenja produženog dejstva primene novih mašina i oruđa nije moguća njihova adekvatna raspodela; 2) troškovi održavanja u ovom slučaju ne uključuju pripadajući deo troškova održavanja novih mašina i oruđa s obzirom da se ne nalaze u masovnoj upotrebi, zbog čega je nemoguće precizno utvrditi iznos navedenih troškova; 3) za realizovanje predviđene tehnologije obrade nije bilo neophodno dodatno angažovanje radnika sa strane (radnici plaćeni po času rada).

Zabeleženi porast prinosa pšenice na oglednoj parceli za 26,5% kao i smanjenje potrošnje pogonskog goriva za 10,75% može se pripisati produženom dejstvu promene tehnologije obrade i primene novih mašina i oruđa u prvoj godini izvođenja ogleda. Rast prihoda po ha za 26,5% izazvan rastom prinosa uz istovremeno smanjenje ukupnih

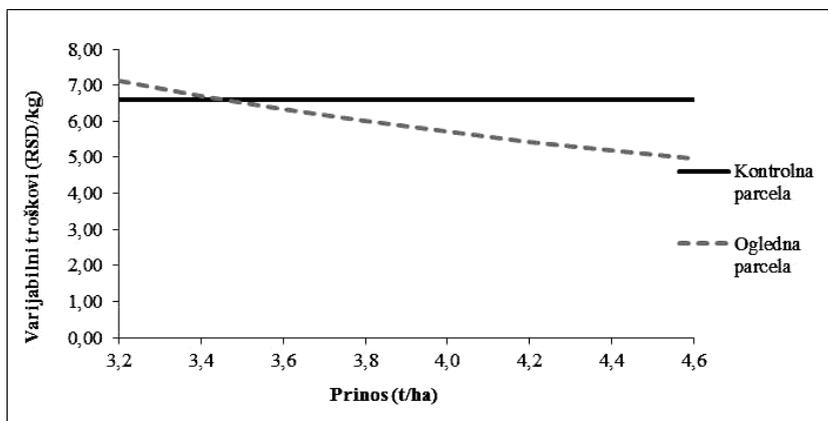
varijabilnih troškova za 3,32% rezultiralo je povećanjem marže pokrića za 15.003,08 RSD/ha tj. 1,54 RSD po kg proizvedene pšenice što predstavlja povećanje marže pokrića od 49,91% po ha tj. 18,50% po kg proizvedene pšenice. Istovremeno, varijabilni troškovi po kilogramu proizvedene pšenice, niži su za 23,57% na oglednoj u poređenju sa kontrolnom parcelom usled većeg prinosa pšenice i nižih ukupnih varijabilnih troškova.

Imajući u vidu važnost produktivnog korišćenja raspoloživih resursa, izuzetno je značajno identifikovati najvažnije faktore od kojih zavisi visina varijabilnih troškova po kilogramu proizvedene pšenice i sagledati njihov uticaj (tabela 4).

Tab. 4. Analiza uticaja najvažnijih faktora na visinu ostvarenih varijabilnih troškova po kg proizvedene pšenice

Faktor	Faktor			Varijabilni troškovi (RSD/kg)					
	Vrednost	Promena	Promena (%)	Kontrolna parcela			Ogledna parcela		
				Vrednost	Promena	Promena (%)	Vrednost	Promena	Promena (%)
Prinos - kontrolna parcela (kg/ha)	3.219,30	-357,70	-10%	7,33	0,73	11,11%	5,04	0,00	0,00%
	3.398,15	-178,85	-5%	6,94	0,35	5,26%	5,04	0,00	0,00%
	3.577,00	0,00	0%	6,60	0,00	0,00%	5,04	0,00	0,00%
	3.755,85	178,85	5%	6,28	-0,31	-4,76%	5,04	0,00	0,00%
	3.934,70	357,70	10%	6,00	-0,60	-9,09%	5,04	0,00	0,00%
Prinos - ogledna parcela (kg/ha)	4.072,50	-452,50	-10%	6,60	0,00	0,00%	5,60	0,56	11,11%
	4.298,75	-226,25	-5%	6,60	0,00	0,00%	5,31	0,27	5,26%
	4.525,00	0,00	0%	6,60	0,00	0,00%	5,04	0,00	0,00%
	4.751,25	226,25	5%	6,60	0,00	0,00%	4,80	-0,24	-4,76%
	4.977,50	452,50	10%	6,60	0,00	0,00%	4,58	-0,46	-9,09%
Cena pogonskog goriva (RSD/l)	103,50	-11,50	-10%	6,39	-0,20	-3,09%	4,90	-0,14	-2,85%
	109,25	-5,75	-5%	6,49	-0,10	-1,54%	4,97	-0,07	-1,43%
	115,00	0,00	0%	6,60	0,00	0,00%	5,04	0,00	0,00%
	120,75	5,75	5%	6,70	0,10	1,54%	5,11	0,07	1,43%
	126,50	11,50	10%	6,80	0,20	3,09%	5,18	0,14	2,85%
Utrošena količina pogonskog goriva - kontrolna parcela (l/ha)	47,31	-5,26	-10%	6,39	-0,20	-3,09%	5,04	0,00	0,00%
	49,94	-2,63	-5%	6,49	-0,10	-1,54%	5,04	0,00	0,00%
	52,57	0,00	0%	6,60	0,00	0,00%	5,04	0,00	0,00%
	55,20	2,63	5%	6,70	0,10	1,54%	5,04	0,00	0,00%
	57,83	5,26	10%	6,80	0,20	3,09%	5,04	0,00	0,00%
Utrošena količina pogonskog goriva - ogledna parcela (l/ha)	42,23	-4,69	-10%	6,60	0,00	0,00%	4,90	-0,14	-2,85%
	44,57	-2,35	-5%	6,60	0,00	0,00%	4,97	-0,07	-1,43%
	46,92	0,00	0%	6,60	0,00	0,00%	5,04	0,00	0,00%
	49,27	2,35	5%	6,60	0,00	0,00%	5,11	0,07	1,43%
	51,61	4,69	10%	6,60	0,00	0,00%	5,18	0,14	2,85%

Zbog velikog uticaja prinosa pšenice na visinu varijabilnih troškova po kilogramu proizvedene pšenice (tabela 4), a time i na ekonomsku isplativost promene tehnologije obrade i primene novih mašina i oruđa, urađena je odgovarajuća senzitivna analiza. Analizom je pretpostavljeno da je prinos pšenice ostvaren na kontrolnoj parceli konstantan i da iznosi 3.577,0 kg/ha, odnosno da su njegovi jedinični troškovi fiksni i da iznose 6,6 RSD/kg, dok je za oglednu parcelu pretpostavljeno da prinos pšenice varira u intervalu od 3.200 do 4.600 kg/ha, odnosno da može biti veći ili manji od prinosa koji se ostvaruje na kontrolnoj parceli (grafikon 1).



*Graf. 1. Odnos varijabilnih troškova po kilogramu proizvedene pšenice pri različitim sistemima obrade zemljišta*

Sprovedena ekonomska analiza pokazuje da su varijabilni troškovi proizvodnje jednog kilograma pšenice niži na oglednoj parceli, sve dok je prinos pšenice veći od 3.456,26 kg/ha. U slučaju da prinos pšenice na oglednoj parceli bude na približno istom nivou sa prinosom na kontrolnoj parceli, troškovi po jedinici mere biće manji za oko 3,32%. U slučaju približno istih troškova po jedinici mere prednost ipak treba dati tehnologiji obrade primenjenoj na oglednoj parceli, zbog njenih ekoloških i organizacionih prednosti.

## ZAKLJUČAK

Ocena ekonomske opravdanosti promene tehnologije obrade i primene novih mašina i oruđa nije moguća bez sveobuhvatne analize. U tom smislu, prethodno sprovedena ekonomska analiza koja uzima u obzir varijabilne troškove dovede do stvaranja mnogo preciznije slike o tome šta se može očekivati u budućnosti sa prelaskom na novu tehnologiju obrade.

U slučaju proizvodnje pšenice utvrđeno je da promena tehnologije obrade i primena novih mašina i oruđa u prvoj godini izvođenja ogleđa ima pozitivno produženo dejstvo u drugoj godini izvođenja ogleđa, koje se ogleđa u smanjenju varijabilnih troškova po kg proizvedene pšenice za 23,57%. Na taj način pozitivni efekti novih mašina i oruđa primenjenih za uređenje zemljišta po površini i dubini u prvoj godini izvođenja ogleđa

ispoljavaju se u produktivnijem korišćenju resursa (inputa) tj. kroz niže troškove po jedinici autputa i u drugoj godini izvođenja oglada. Čak i u slučaju da prelazak na novu tehnologiju obrade ne dovodi do promene ekonomskih rezultata poslovanja, on je ipak poželjan, zbog pozitivnih ekoloških i organizacionih efekata koji se time ostvaruju.

Na osnovu dosadašnjih rezultata istraživanja moguće je očekivati pozitivne efekte primene analiziranih mašina i oruđa što je od presudne važnosti prilikom donošenja odluke o opravdanosti njihovog uvođenja. Svakako, obavljena istraživanja ne bi trebalo da predstavljaju konačne rezultate primene nove tehnologije, već je potrebno ova istraživanja proširiti i na druge značajne kulture, kao i produžiti postojeća istraživanja radi daljeg evidentiranja produženog dejstva istih. Pored navedenih istraživanja, svakako je uporedo potrebno raditi i na istraživanjima ostalih parametara (eksploatacionih, ekonomskih, pedoloških, ekoloških i dr.).

## LITERATURA

- [1] Andrić, J. (1998): Troškovi i kalkulacije u poljoprivrednoj proizvodnji. Savremena administracija. Beograd.
- [2] Ercegović, Đ., Pajić, M., Raičević, D., Oljača, M. V., Gligorević, K., Vukić, Đ., Radojević, R., Dumanović, Z., Dragičević, Vesna (2009a): Uticaj konzervacijske obrade zemljišta na prinos suncokreta i merkantilnog kukuruza. *Poljoprivredna tehnika*, 34(2), 69-82.
- [3] Ercegović, Đ., Raičević, D., Vukić, Đ., Oljača, M. V., Radojević, R., Pajić, M., Gligorević, K. (2008): Tehničko-tehnološki aspekti primene mašina i oruđa za uređenje zemljišta po površini i dubini. *Poljoprivredna tehnika*, 33(2), 13-26.
- [4] Ercegović, Đ., Raičević, D., Vukić, Đ., Radojević, R., Gligorević, K., Pajić, M., Oljača, M. V. (2009b). Tehničko-tehnološki aspekti upotrebe mašina i oruđa za nove tehnologije u biljnoj proizvodnji. *Journal of Agricultural Sciences*, 54(3), 257-268.
- [5] Gogić, P. (2005): Teorija troškova sa kalkulacijama – u proizvodnji i preradi poljoprivrednih proizvoda. Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- [6] Radojević, R., Ercegović, Đ., Gligorević, K., Pajić, M. (2010). Uređenje prevlaženih zemljišta teškog mehaničkog sastava po dubini. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 36(2), 117-128.
- [7] Raičević, D., Radojević, R., Ercegović, Đ., Oljača, M. V., Pajić, M. (2005): Razvoj poljoprivredne tehnike za primenu novih tehnologija u procesima eksploatacije teških zemljišta, efekti i posledice. *Poljoprivredna tehnika*, 30(1), 1-8.
- [8] Todorović, S., Vasiljević, Zorica, Popović, N. (2009): Ekonomski aspekti primene mašina i oruđa za uređenje zemljišta po površini i dubini. *Poljoprivredna tehnika*, 34(4), 99-104.
- [9] Todorović, S., Vasiljević, Zorica, Popović, N. (2010a) Ekonomski efekti primene mašina i oruđa za uređenje zemljišta po površini i dubini u proizvodnji kukuruza. u: Zbornik radova: XV savetovanje o biotehnologiji, Čačak, Vol. 15. (17), str. 703-708.
- [10] Todorović, S., Vasiljević, Zorica, Popović, N. P. (2010b). Ekonomski efekti primene mašina i oruđa za uređenje zemljišta u proizvodnji suncokreta. *Ekonomika poljoprivrede*, 57(2), 327-336.
- [11] Vasiljević, Zorica, Todorović, S., Popović, N. (2008): Uticaj promene cene goriva na optimizaciju ukupnih troškova upotrebe poljoprivredne mehanizacije za obradu zemljišta. *Poljoprivredna tehnika*, 33(4), 69-77.

Istraživanja u ovom radu deo su projekta “Efekti primene i optimizacija novih tehnologija, oruđa i mašina za uređenje i obradu zemljišta u biljnoj proizvodnji” TR 20092 koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

## **ECONOMIC EFFECTS OF THE APPLICATION OF NEW TYPES OF MACHINES AND TOOLS FOR THE ARRANGEMENT OF SOIL’S SURFACE AND DEPTH IN WHEAT PRODUCTION**

**Saša Z. Todorović, Zorica R. Vasiljević, Nikola P. Popović**

*Faculty of Agriculture, Zemun, Republic of Serbia*

**Abstract:** In market conditions of business operations the main criterion of successful agricultural production is achieved economic results. However, the question of preservation and rational use of natural resources, especially soil, is increasingly raised. The need of preservation and rational use of natural resources, such as soil, requires the elimination of the usual practice of production and application of new technologies as well as new types of machines and tools. Nonetheless, new cultivation technologies and new machines and tools will be widely adopted and successfully applied in practice if the necessary verification of positive technical, technological and economic effects obtained through appropriate scientific researches is provided.

Bearing this in mind, the aim of this paper is to examine the economic effects of prolonged effect of new technology and new types of machines and tools for the arrangement of soil’s surface and depth in wheat production.

In this sense, it is determined that a change in cultivation technology and application of new machines and tools in the first year of conducting the experiment has a positive prolonged effect in the second year of conducting the experiment as well, which is reflected in a reduction of variable costs per kilogram of produced wheat by 23.57%. The conducted research and results obtained in this analysis represent a continuation of research of economic effects of the application of new machines and tools for the arrangement of soil’s surface and depth in individual crop production (a previous study included corn and sunflower). The obtained results indicate the need to expand research to other important crops.

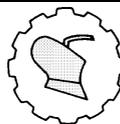
**Keywords:** *economic effects, arrangement of soil, new technologies, calculations, wheat.*



# CONTENTS

Vuković, A., Barać, S., Stanimirović, N. LOSSES IN ALFALFA MOWING PROCESS PERFORMED BY SELF-PROPELLED MOWER AND HAY CRUSHER "FORTSCHRITT" E 302.....	1-4
Topisirović, G., Radojčić, D., Dražić, M. POSSIBILITIES FOR IMPROVEMENT OF VENTILATION SYSTEMS EFFICIENCY IN PIG FARM FAROWING ROOM AND NURSERY.....	5-16
Topisirović, G., Radojčić, D., Radivojević, D POSSIBLE IMPROVEMENT OF AMBIENT CONDITIONS IN FATTENING PIGS CONFINEMENT BUILDING ON THE PIG FARM „VIZELJ“.....	17-25
Magó, L. SURVEY OF SOLID BIOMASS POTENTIALS OF HUNGARIAN AGRICULTURE.....	27-33
Magó, L., Topisirovic, G., Oljača, Snežana, Oljača, V.M. SOLID BIOMASS POTENTIAL FROM AGRICULTURE IN HUNGARY AND SERBIA.....	35-45
Petrović, Marija, Petrović, P., Mačvanin, N., Prokeš, B. BIOMASS FROM AGRICULTURE AS AN ALTERNATIVE FUEL SOURCE POTENTIAL ENGINES.....	47-62
Gligorijević, R., Jevtić, J., Borak, Đ. BIOFUELS- A WAY TO REDUCTION OF POLLUTANT EMISSIONS AND CONSUMPTION OF MINERAL FUELS.....	63-69
Magó, L THE COSTS OF SWEET SORGHUM ( <i>SORGHUM VULGARE SACCHARATUM</i> ) PRODUCTION, ACCORDING TO THE LEVEL OF THE FARM'S MECHANIZATION.....	71-79
Jablanović, D. Vesna A CHAOTIC FIXED INVESTMENT RATE GROWTH MODEL IN THE COMBINE PRODUCTION.....	81-85
Ivanović, S., Radivojević, D., Pajić, M. VALUATION OF FEED STORAGEES.....	87-92
Todorović ,Z.S., Vasiljević, R. Zorica, Popović, P.N. ECONOMIC EFFECTS OF THE APPLICATION OF NEW TYPES OF MACHINES AND TOOLS FOR THE ARRANGEMENT OF SOIL'S SURFACE AND DEPTH IN WHEAT PRODUCTION.....	93-101





**Предмет и намена:** ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је научни часопис који објављује резултате основних и примењених истраживања значајних за развој у области биотехнике, пољопривредне технике, енергетике, процесне технике и контроле, као и електронике и информатике у биљној и сточарској производњи и одговарајућој заштити, доради и преради пољопривредних производа, контроли и очувању животне средине, ревитализацији земљишта, прикупљању отпадака и њиховом рециклирању, односно коришћењу за производњу горива и сировина.

.....

### УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

Захваљујући вам на интересовању за часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА молимо вас да се обратите Уредништву ако ова упутства не одговоре на сва ваша питања.

Рад доставити у писаној и електронској форми на адресу Уредништва

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику

11080 Београд-Земун, Немањина 6; п. факс 127 e-mail: [pteditor@agrif.bg.ac.rs](mailto:pteditor@agrif.bg.ac.rs)

У пропратном писму или на самом раду навести име аутора за даљу комуникацију: важећа адреса, број телефона и е-пошта.

Мада сви радови подлежу рецензији за оригиналност, квалитет и веродостојност података и резултата одговарају искључиво аутори. Подразумева се да рад није публикован раније и да је аутор регулисао објављивање рада с институцијом у којој је запослен.

### Тип рада

Траже се оригинални научни радови и прегледни чланци. Прегледни радови треба да дају нове погледе, уопштавање и унификацију идеја у односу на одређени садржај и не би требало да буду превасходно изводи раније објављених радова. Поред тога, траже се и прелиминарни извештаји истраживања у форми краћих прилога. Ова врста прилога мора да садржи нека нова сазнања, методе или технике који очигледно представљају нове домете у одговарајућој области. Кратки прилози објављиваће се у посебном делу часописа. У часопису је предвиђен прос-тор за приказе књига и информације о научним и стручним скуповима.

Рад треба да буде написан на српском језику, по могућству ћирилицом, а прихватају се и прилози на енглеском језику. Будући да су области пољопривредне технике интердисциплинарне, потребно је да бар увод буде писан разумљиво за шири круг читалаца, не само за оне који раде у одређеној ужој области. *Научни значај рада и његови закључци требало би да буду јасни већ у самом уводу* - то значи да није довољно дати само проблем који се изучава већ и његову историју, значај за науку и технологију, специфичне појаве за чији опис или испитивање могу бити употребљени резултати, као и осврт на општа питања на која рад може

да да одговор. Одсуство оваквог прилаза може да буде разлог неприхватања рада за објављивање.

### Поступак ревизије

Сви радови подлежу ревизији ако уредник утврди да садржај рада није прикладан за часопис. У том случају се враћа аутору. Уредништво ће улагати напоре да се одлука о раду донесе у периоду краћем од два месеца и да прихваћени рад буде објављен у истој години када је први пут поднет.

### Припрема рада

Рад треба да буде штампан на хартији стандардног А4 формата, с дуплим проредом. Дужина рада је ограничена на 20 страна, укључујући слике, табеле, литературу и остале прилоге.

**Наслов** - Наслов рада треба да буде кратак, описан и да одговара захтевима индексирања. Испод наслова навести име сваког од аутора и установе у којој ради. Сугерише се да број аутора не буде већи од три, без обзира на категорију рада. Евентуално, шира прегледна саопштења могу се у том смислу посебно размо-трити, у току ревизије.

**Апстракт** - У изводу треба дати кратак садржај онога шта је у раду дато, главне резултате и закључке који следе из њих. Извод не треба да буде дужи од половине стране куцане с дуплим проредом. У изводу не треба користити скраћенице, математичке формуле или наводе литературе.

**Литература** - Листу литературе дати на посебном листу и такође с двоструким проредом. Референце треба да садрже аутора(е), наслов, тачно име часописа или књиге и др., број страна од-до, издавача, место и датум издавања.

**Табеле** - Табеле треба бројати по реду појављивања. Свака табела мора да има означене све редове и колоне, укључујући и јединице у којима су величине дате, да би се могло разумети шта је у табели представљено. Свака табела мора да буде цитирана у тексту рада.

**Слике** - Слике треба да буду доброг квалитета укључујући ознаке на њима. Све слике по потреби треба да имају легенду. Објашњења симбола и мерне јединице треба да се дају у легендама слика. Све слике треба да буду цитиране у тексту. У случају посебних захтева треба се обратити Уредништву. Раније публиковане слике могу се послати само ако их прати и писмена сагласност аутора.

**Математичке ознаке** - У експоненту треба користити разломке уместо корена. Разломке у тексту писати искључиво с косом цртом а у једначинама кад год је то могуће. Једначине обележавати почињући с једначином (1), па даље редом до краја рада.

**ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА** излази једном годишње као четвороброј, у издању Института за пољопривредну технику Пољопривредног факултета у Београду. Претплата за 2011. годину износи 2.000 динара за институције, 500 динара за појединце и 100 динара за студенте.

На основу мишљења Министарства за науку и технологију Републике Србије по решењу бр. 413-00-606/96-01 од 24. 12. 1996. године, часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је ослобођен плаћања пореза на промет робе на мало.



## МОГУЋНОСТИ И ОБАВЕЗЕ СУИЗДАВАЧА ЧАСОПИСА

У одређивању физиономије часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, припреми садржаја и финансирању његовог издавања, поред сарадника и претплатника (правних и физичких лица), значајну подршку Факултету дају и суиздавачи - радне организације, предузећа и друге установе из области на које се мисија часописа односи.

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је научни часопис који објављује резултате основних и примењених истраживања значајних за развој у области биотехнике, пољопривредне технике, енергетике, процесне технике и контроле, као и електронике и информатике у биљној и сточарској производњи и одговарајућој заштити, доради и преради пољопривредних производа, контроли и очувању животне средине, ревитализацији земљишта, прикупљању отпадака и њиховом рециклирању, односно коришћењу за производњу горива и сировина.

### Права суиздавача

Суиздавач часописа може бити свако правно лице односно грађанско-правно лице, предузеће или установа које је заинтересовано за ширење и пласирање информација у области пољопривредне технике, односно науке, струке и других делатности од значаја за модерну пољопривредну производњу и производњу хране или модерније речено - за успостављање и развој одрживог ланца хране.

Фирма која жели да постане суиздавач, уплатом, једном годишње, на рачун издавача суме која је једнака отприлике износу 10 годишњих претплата стиче следећа права:

- Делегирање свога представника - стручњака у Савет часописа;
- У сваком издању часописа који излази једанпут годишње, као четвороброј у тиражу од по 350 примерака, могуће је у форми рекламног додатка остварити право на бесплатно објављивање по једне целе стране свог огласа, а једном годишње та страна може да буде у пуној боји; Напомињемо овде да цена једне рекламне-информативне стране у пуној боји у једном броју износи 20.000 динара.
- Од сваког броја изашлог часописа бесплатно добија по 3 примерка;
- У сваком броју рекламног додатка му се објављује, пуни назив, логотип, адреса, бројеви телефо-на и факса и др., међу адресама суиздавача;

- Има право на бесплатно објављивање стручно-информативних прилога, производног програма, информација о производима, стручних чланака, вести и др.;

### Како се постаје суиздавач часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

Пошто фирма изрази жељу да постане суиздавач, од ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА добија четири примерка уговора о суиздавању потписана и оверена од стране издавача. Након потписивања са своје стране, суиздавач враћа два примерка Факултету, после чега прима фактуру на износ суиздавачког новчаног дела. Уговор се склапа са важношћу од једне (календарске) године, тј. односи се на два броја часописа.

Приликом враћања потписаних уговора суиздавач шаље уредништву и своју адресу, логотип, текст огласа и рукописе прилога које жели да му се штампају, као и име свог представника у Савету часописа. На његово име стижу и бесплатни примерци часописа и сва друга пошта од издавача.

Суиздавачки део за часопис у 2011. год. износи 20.000 динара. Напомињемо, на крају, да суиздавачки статус једној фирми пружа могућност да са Факултетом, односно уредништвом часописа, разговара и договара и друге послове, посебно у домену издаваштва.

### Научно-стручно информативни медијум у правим рукама

Када се има на уму да часопис, са два обимна броја са информативно-стручним додатком, добија значајан број фирми и појединаца, треба веровати у велику моћ овог средства комуницирања са стручним и пословном јавношћу.

Наш часопис стиже у руке оних који познају области часописа и њима се баве, те је свака понуда коју он садржи упућена на праве особе. Већ та чињеница осмишљава бројне напоре и трајне резултате који стоје иза подухвата званог издавање часописа.

За сва подробија обавештења о часопису, суиздаваштву, уговарању и др., обратите се на:

Уредништво часописа  
ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА  
Пољопривредни факултет,  
Институт за пољопривредну технику  
11080 Београд-Земун, Немањина 6, п. факс 127,  
тел. (011)2194-606, факс: 3163317.  
e-mail: [pteditor@agrif.bg.ac.rs](mailto:pteditor@agrif.bg.ac.rs)