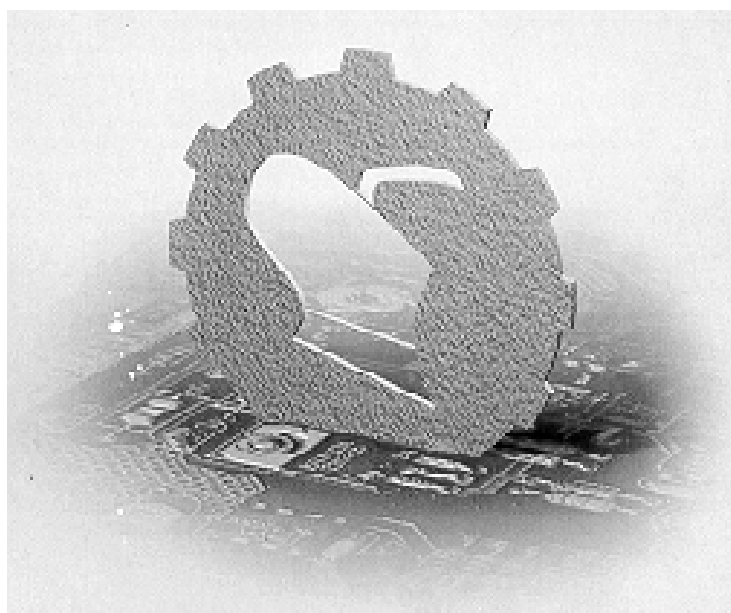


YU ISSN 0554 5587  
UDK 631 (059)

# ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXXIV, Број 3, децембар 2009.

**Издавач (Publisher)**

Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, Институт за пољопривредну технику,  
11080 Београд-Земун, Немањина 6, п. фах 127, тел. (011)2194-606, 2199-621, факс: 3163-317,  
2193-659, жиро рачун: 840-1872666-79.

**За издавача:**

Небојша Ралевић

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

Горан Тописировић, Пољопривредни факултет, Београд

**Техничка припрема (Technical arrangement)**

Страхиња Ајгић, Иван Спасојевић, Пољопривредни факултет, Београд

**Инострани уредници (International Editors)**

Schulze Lammers Peter, Institut für  
Landtechnik, Universität, 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 Okuyay, Ege University, Faculty  
of Agriculture, Bornova - Izmir, Turkey  
Vougiokos Stavros, Aristotle University of  
Thessaloniki

Mihailov Nicolay, University of Rouse,  
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  
Франц Коси, Машински 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:** "Академска издања" – Земун

**ПОЉОПРИВРЕДНА 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 XIII научном скупу

**АКТУЕЛНИ ПРОБЛЕМИ МЕХАНИЗАЦИЈЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ 2009.**

**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 Милан Ђевић  
Проф. др Мирко Урошевић  
Проф. др Драган Петровић  
Проф. др Раде Радојевић  
Проф. др Милован Живковић  
Доц. 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 Републике Србије  
Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије

**Донатори - Donors**

Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Р. Србије  
ИМЛЕК а.д. – Београд  
Good Year – Sava – Крањ  
Привредна комора града Београда  
GEA WestfaliaSurge Serbia d.o.o.- Београд  
Алмекс – Панчево  
Милуровић Комерц – Угриновци  
Societe Generale Group - SOGELEASE Srbija  
Amazone – Нови Сад  
MasFerg Agro – Нови Сад

**Место одржавања - Place of meeting**

Пољопривредни факултет, Београд, **11.12.2009.**

**Штампање ове публикације помогло је:**

Министарство за науку Републике Србије

## ***РЕЧ УРЕДНИКА***

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, у својој мисији, односно, доприносу информацији и афирмацији области механизације пољопривреде, у укупном тиражу од четири броја 2009. године приказује радове који ће бити саопштени на скупу "Дан пољопривредне технике" 11.12.2009. године на Пољопривредном факултету у Београду - Земуну.

Укупни обим часописа обухвата 69 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 амбијенту 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*

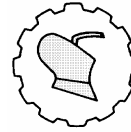




## SADRŽAJ

Саша Бараћ, Бојана Миленковић, Небојша Станимировић, Милан Биберџић, Александар Ђикић РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА РАДА КОМБАЈНА ПРИ ЖЕТВИ ХЕЉДЕ У АГРОЕКОЛОШКИМ УСЛОВИМА СЕВЕРНОГ КОСОВА И МЕТОХИЈЕ .....	1
Жељко Џелетовић, Невена Михаиловић, Ђорђе Гламочлија, Гордана Дражић, Снежана Ђорђевић, Мирјана Миловановић ЖЕТВА И СКЛАДИШТЕЊЕ <i>Miscanthus giganteus</i> Greef et Deu.....	9
Stanimirović Nebojša, Koprivica Ranko, Veljković Biljana, Barać Saša PRODUKTIVNOST RADA SILAŽNOG KOMBAJNA ZMAJ 350 PRI UBIRANJU I SPREMANJU SILAŽE ZA MUZNE KRAVE NA KOMERCIONALNOJ FARMИ .....	17
Koprivica Ranko, Veljković Biljana, Stanimirović Nebojša, Goran Topisirović EKSPLOATACIONE KARAKTERISTIKE KOMBAJNA JOHN DEERE 5820 U PRIPREMI KUKURUZNE SILAŽE ZA MUZNE KRAVE NA PORODIČNIM FARMAMA .....	23
Dragoslav Đokić, Milan Đević, Rade Stanisavljević, Dragan Terzić PRIMENA GRAVITACIONOG STOLA U DORADI SEMENSKE LUCERKE .....	31
Đević Milan, Dimitrijević Aleksandra ENERGETSKA EFIKASNOST PROIZVODNJE PARADAJZA NA OTVORENOM I U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA RAZLIČITE KONSTRUKCIJE .....	39
Rajko Miodragović, Dragan Petrović, Zoran Mileusnić, Milan Đević ENERGETSKI I DISTRIBUCIONI PARAMETRI LINEARNOG SISTEMA NAVODNJAVANJA .....	47
Rajko Radonjić DINAMIČKE KARAKTERISTIKE TRAKTORA U FUNKCIJI RADNIH ZADATAKA I ENERGETSKE EFIKASNOSTI .....	57
Milovan Živković, Mirko Urošević, Vaso Komenić, Dragana Dražić, Dušan Radivojević ASPEKTI OBRADJE ZEMLJIŠTA U VIŠEGODIŠNЈIM ZASADIMA .....	65
Dragoljub Mitrović, Radomir Manojlović TEHNOLOŠKI I EKSPLOATACIONI PARAMETRI MEHANIZOVANE SADNJE LOZNIH KALEMOVA .....	71
Radomir Manojlović, Dragoljub Mitrović, Svetozar Savić TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI, EKSPLOATACIONI I TEHNOEKONOMSKI POKAZATELЈI RADA KOMBAJNA ZA BERBU GROŽĐA .....	79
Milan Veljić, Nikola Mladenović, Dragan Marković, Vojislav Simonović OPTIMIZACIЈA PARAMETARA TEHNIČKIH REŠENЈA ZA MAŠINSKO BRANJE KOŠTIČAVOG I JAGODIČASTOG VOĆA .....	85

Mirko Urošević, Milovan Živković, Vaso Komnenić TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI ASPEKTI OBRADJE OSTATAKA REZIDBE U VOĆNJACIMA .....	95
Daniilović Milorad , Grbić Jovica , Mešanović Zoran USITNJAVANJE ŠUMSKOG OSTATKA U ZASADIMA MEKIH LIŠĆARA TRAKTOROM SAME IRON 210 DCR SA MULČEROM LIPA –AHWI 600 .....	101
Dragan Marković, Milan Veljić, Žarko Čebela NOVE TEHNOLOGIJE OPTIČKOG KOLOR SORTIRANJA VOĆA .....	113
Dušan Radivojević, Goran Topisirović, Miroslav Ćirić OCENA KVALITETA RADA MIKSER DISTRIBUTER PRIKOLICE JF-STOLL U PRIPREMI TMR OBROKA ZA MUZNE KRAVE .....	119
Ivan Zlatanović, Nedžad Rudonja, Kosta Gligorević FREKVENTNA REGULACIJA RADA VENTILATORA KAO MERA POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI SISTEMA PROIZVODNE HALE FARME TOVA PILIĆA .....	125
Миодраг Зорановић, Анђелко Бајкин, Владо Поткоњак, Мирослав Радиновић ТЕХНИЧКИ СИСТЕМИ ЗА РЕДУКЦИЈУ ТОПЛОТНОГ СТРЕСА ЖИВОТИЊА .....	133
Goran Topisirović, Dušan Radojičić, Dušan Radivojević PROMENE TEMPERATURE I VLAŽNOSTI VAZDUHA U OBJEKTU ZA VEZANO DRŽANJE KRAVA PRI VIŠESTEPENOM REŽIMU RADA KROVNIH VENTILATORA .....	125



UDK: 633.12:631.354 (497.115-17)

## РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА РАДА КОМБАЈНА ПРИ ЖЕТВИ ХЕЉДЕ У АГРОЕКОЛОШКИМ УСЛОВИМА СЕВЕРНОГ КОСОВА И МЕТОХИЈЕ

**Саша Бараћ, Бојана Миленковић, Небојша Станимировић,  
Милан Биберџић, Александар Ђикић**

*Пољопривредни факултет, Приштина - Зубин Поток  
sbarac@eunet.rs*

**Садржај:** Убирање хељде се може обавити вишефазно и једнофазно, применом жетвених комбајна са различитом технолошком шемом уређаја за вршидбу. За све комбајне заједничко је да се жетва хељде обавља једнофазно, уз различит квалитет рада. На квалитет рада комбајна утиче већи број фактора, почев од стања усева, подешености комбајна, односно дефинисаности релевантних параметара, исправности, обучености руковаоца. Уколико релевантни параметри нису усклађени, онда се квалитет рада комбајна нарушава у значајној мери, чиме се повећавају губици и удео примеса у овршеној маси. Примењена методика је стандардна за ову проблематику, а односи се на пољско-лабораторијска и експлоатациона испитивања жетвених комбајна. Циљ наших двогодишњих истраживања квалитета рада комбајна при жетви хељде је да се пољско-лабораторијским испитивањима неких комбајна утврди квалитет рада, у зависности од дефинисаних параметара, те да се са основу добијених резултата укаже на предности, односно на недостатке примењене концепције.

**Кључне речи:** комбајн, хељда, жетва, квалитет, зрно.

### УВОД

Значај хељде као специјалне ратарске културе проистиче из њене употребне вредности. Гаји се због плодова орашчића који је богат једињењима гвожђа, калијума, фосфора, лимунском, јабучном и оксалном киселином, а богат је и садржајем витамина Б1, Б2, ПП и спада у групу добрих дијететских продуката. Жетва хељде се може одвијати вишефазно, двофазно и једнофазно. Једнофазна жетва подразумева употребу житних комбајна, при чему је одређивање времена жетве значајно. Сматра се да је најповољнији период за жетву хељде када 2/3 зрна добије мрку, а стабљика црвенкасту боју. За жетву хељде могу се користити жетвени комбајни који у једном проходу обаве кошење, вршидбу и сепарацију зрна од примеса и сламе. Квалитет рада комбајна огледа се са аспекта губитака

који се јављају на појединим деловима комбајна, квалитета овршене масе и удела примеса у овршеној маси. Проблемима убирања и квалитетом рада комбајна бавило се више истраживача. Савремени житни комбајни морају испуњавати низ техничко-технолошких и експлоатационих захтева уз ефикасан вршећи уређај, тачно подешавање висине реза, мале губитке до 2%, наводи [3]. Према [7], подешавање комбајна при жетви хељде подразумева брзину вентилатора од 600-700 min<sup>-1</sup>, отвореност горњег сита 5/8 - 3/4 инча, а доњег 1/4 - 3/6 инча. Исти аутор наглашава да периферна брзина витла и радна брзина комбајна морају бити добро усклађене, тако да се губици на хедеру своде на око 1%, уз преко 90% целог зрна у овршеној маси. Савремени житни комбајни са добрим решењем хедера имају губитке у задовољавајућим границама. Најмањи губици забележени су при брзини кретања од 7,72 km/h и износили су 0,09%, а највећи при брзини кретања од 9,41 km/h и то 0,13% наводе [4]. Према [5], губици не треба да буду већи од 2% од биолошког приноса, с тим да губици вршалице комбајна не би смели бити већи од 0,8%, уз преко 90% целог зрна у овршеној маси. Према истом аутору губици на хедеру су варирали од 10,71 kg/ha-0,24% од биолошког приноса, па до 20,19 kg/ha-0,45% од биолошког приноса. [6] наводе да су губици вршалице износили код комбајна А 1,64%, односно 0,58% код комбајна Б, док је у структури овршеног зрна целог зрна било 94,79-95,37%. [1] наводе да су највећи губици на хедеру забележени код комбајна А 18,29 kg/ha, уз режим радне брзине од 0,48 m/s и брзине витла од 1,88 m/s, а најмањи код комбајна Б 3,33 kg/ha, при брзини комбајна 1,11 m/s уз брзину витла од 1,32 m/s. Исти аутори наводе да су такође код комбајна А били највећи губици на вршећем уређају и то 13,68 kg/ha, а најмањи код комбајна Б 3,32 kg/ha. Највише целог зрна било је код комбајна Б 97,92%, а најмање код комбајна А и то 95,26%. [8] указују да се једнофазна жетва хељде изводи житним комбајнима, уз одговарајућа подешавања, а хељда се жање ако је бар 75% зрна зрело. При жетви хељде број обртаја витла на комбајнима треба ускладити са брзином кретања комбајна, а губици хедера се крећу око 0,1-1,5%. Највећи губици забележени су на хедеру комбајна Z132 -1,21% (11,25 kg/ha), а најмањи код комбајна Z143 (0,41%, односно 3,90 kg/ha), наводе [2].

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

У агроколошким условима северног Косова и Метохије 2009. године, извршена су испитивања комбајна при жетви хељде, на производним површинама које су по облику и величини такве да представљају просечно стање усева, при чему је вођено рачуна о уједначености склопа и уједначености биљака хељде по висини. Површине су биле умерено нагнуте, а заступљене су биле аутохтоне сорте хељде. После одабира парцела утврђен је биолошки принос хељде и то по дијагонали парцеле, као и стање усева. У испитивањима су коришћени комбајни Z132RM (комбајн А) и Z135B (комбајн Б). Утврђивани су губици на хедеру у зависности од периферне брзине витла и режима радне брзине комбајна, губици на вршећем уређају, у зависности од размака подбубањ-бубањ на улазу и периферне брзине бубња. Квалитет овршене масе који је такође испитиван, односио се на садржај: целог, поломљеног, штурог зрна као и осталих примеса у овршеној маси. За утврђивање губитака коришћен је жичани рам величине 1m<sup>2</sup>. Рам је постављан након проласка комбајна са стране иза хедера где не сметају слама и плева. Узорци су узимани најмање три пута, при чему је настојано да комбајн ради пуном

ширином радног захвата. Губитак вршећег уређаја је утврђиван постављањем одговарајуће посуде, при кретању комбајна, између предњих и задњих тачкова попречно или косо под углом од 10-20<sup>0</sup> у односу на правац кретања. Квалитет овршене масе одређиван је узимањем узорка из бункера комбајна, при чему је бележен број узорка и режим рада комбајна. Одређивање процентуалног садржаја здравог, поломљеног зрна и примеса вршено је касније у лабораторијским условима. За примењену методику се може рећи да је била стандардна за ову проблематику, а тиче се пољско-лабораторијских и експлоатационих испитивања комбајна. Добијени резултати су приказани табеларно, обрађени статистички, а степен значајности утврђених разлика одређиван је LSD тестом.

Технички подаци испитиваних комбајна приказани су у табели 1.

Таб. 1. Технички подаци испитиваних комбајна

П а р а м е т р и	Т и п к о м б а ј н а	
	А	Б
Захват хедера (m)	3,66	3,05
Пречник бубња (mm)	550	550
Ширина бубња (mm)	790	790
Површина сламотреса (m <sup>2</sup> )	1,97	2,60
Површина чишћења (m <sup>2</sup> )	1,52	1,60
Запремина бункера (m <sup>3</sup> )	1,8	1,8
Снага мотора (kW)	51	51,5
Маса комбајна (t)	5.240	5.315
Број обртаја бубња (min <sup>-1</sup> )	420 - 1190	450 - 1150

## РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Током испитивања, комбајни су радили у релативно добрим условима. Основни подаци о усеву и режиму рада комбајна приказани су табели 2.

Таб. 2. Основни подаци о усеву и режиму рада комбајна при жетви хељде

П а р а м е т р и	К о м б а ј н	
	А	Б
А. УСЕВ		
Сорта	Аутохтона	Аутохтона
Просечни принос (kg/ha)	950	930
Влажност зрна (%)	16,10	17,90
Склоп биљака по m <sup>2</sup>	420	430
Стање усева	Усправан без корова	Усправан без корова
Б. КОМБАЈН		
Периферна брзина витла (m/s)	0,64; 1,34; 1,72	0,93; 1,46; 1,90
Број обртаја вентилатора (min <sup>-1</sup> )	690	692
Под. сита: продужетак, горње, доње (mm)	16; 11 и 5	16; 11 и 5
Усмеривачи	Г, С, С	Г, С, С
Радна брзина (m/s)	0,44; 0,80; 0,97	0,49; 0,77; 1,00
Размак подбубањ-бубањ на улазу (mm)	12; 16; 20	12; 16; 20
Периферна брзина бубња (m/s)	10,45; 13,82; 14,69	10,48; 13,97; 14,84

У табели 3. приказани су губици на хедеру и вршећем уређају комбајна А у зависности од дефинисаних параметара.

Таб. 3. Губици комбајна А у зависности од дефинисаних параметара

ГУБИЦИ ХЕДЕРА (kg/ha и %)										
Година	Брзине кретања комбајна (m/s)						Брзина витла (m/s)	Влага зрна (%)	LSD	
	V <sub>1</sub> = 0,44		V <sub>2</sub> = 0,80		V <sub>3</sub> = 0,97				5%	1%
	Губици (kg/ha и %)								5%	1%
kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%					
2009	8,78	0,92	9,24	0,97	9,57	1,00	0,64	16,10	0,135	0,276
	9,82	1,03	10,18	1,07	10,68	1,12	1,34			
	11,15	1,17	11,29	1,19	11,65	1,23	1,72			
ГУБИЦИ ВРШЕЋЕГ УРЕЂАЈА (kg/ha и %)										
Година	Размак подбубањ-бубањ на улазу (mm)						Периф. брзина бубња (m/s)	Влага зрна (%)	LSD	
	Губици (kg/ha и %)								5%	1%
	12		16		20					
2009	7,92	0,83	7,55	0,79	7,18	0,76	10,45	16,10	0,192	0,255
	8,10	0,85	7,92	0,83	7,36	0,77	13,82			
	8,57	0,90	8,34	0,88	7,84	0,83	14,69			

На основу резултата табеле 3, може се запазити да су губици на хедеру комбајна А варирали у зависности од дефинисаних параметара у распону од 8,78 kg/ha – 0,92% од биолошког приноса (брзина кретања комбајна 0,44 m/s; периферна брзина витла од 0,64 m/s), па до 11,65 kg/ha – 1,23% (брзина кретања комбајна од 0,97 m/s; брзина витла од 1,72 m/s). Промена режима радне брзине комбајна и периферне брзине витла евидентно је утицала на губитке на хедеру, при чему губици расту са повећањем брзине кретања комбајна и периферне брзине витла. Тако, најмањи губици при брзини кретања комбајна од 0,44 m/s износе 8,78 kg/ha (периферна брзина витла 0,64 m/s), а највећи 11,15 kg/ha (периферна брзина витла 1,72 m/s). Сличан је утицај и са губицима на хедеру при брзини кретања комбајна од 0,80 m/s, тако да су они износили 9,24 kg/ha, односно 11,29 kg/ha (периферна брзина витла од 0,64, односно 1,72 m/s). Интеракција брзине кретања комбајна и периферне брзине витла испољила је утицај на губитке хедера и при брзини кретања комбајна од 0,98 m/s, тако да су најмањи губици од 9,57 kg/ha (брзина витла 0,64 m/s), а највећи 11,65 kg/ha (брзина витла од 1,72 m/s). Утврђене разлике вредности губитака на хедеру у зависности од дефинисаних параметара при убирању хељде оцењене су као статистички врло значајне, при чему је изражена међузависност промена режима радне брзине комбајна и периферне брзине витла на губитке на хедеру.

Највећи губици на вршећем уређају комбајна А измерени су при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm и износили су 8,57 kg/ha (периферна брзина бубња 14,69 m/s), а најмањи при размаку подбубањ-бубањ на улазу од 20 mm - 7,18 kg/ha (брзина бубња од 10,45 m/s). Генерално посматрано, уочава се да се губици на вршећем уређају комбајна мењају у зависности од промене растојања подбубањ-бубањ на улазу и периферне брзине бубња. Утицај међузависности промене дефинисаних параметара на вредности измерених губитака хељде на вршећем уређају комбајна оцењен је као статистички врло значајан (таб.3).

Вредности измерених губитака на хедеру и вршећем уређају комбајна **Б** у зависности од дефинисаних параметара приказане су табели 4.

Таб. 4. Губици комбајна **Б** у зависности од дефинисаних параметара

		ГУБИЦИ ХЕДЕРА (kg/ha и %)								
Година	Брзине кретања комбајна (m/s)						Брзина витла (m/s)	Влага зрна (%)	LSD	
	V <sub>1</sub> = 0,49		V <sub>2</sub> = 0,77		V <sub>3</sub> = 1,00				5%	1%
	Губици (kg/ha и %)									
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%				
2009	6,56	0,71	7,19	0,77	7,64	0,82	0,93	17,90	0,198	0,320
	7,49	0,81	7,98	0,86	8,54	0,92	1,46			
	8,62	0,93	9,36	1,00	9,57	1,03	1,90			
		ГУБИЦИ ВРШЕЋЕГ УРЕЂАЈА (kg/ha и %)								
Година	Размак подбубањ-бубањ на улазу (mm)						Периф. брзина бубња (m/s)	Влага Зрна (%)	LSD	
	Губици (kg/ha и %)								5%	1%
	12		16		20					
2009	4,49	0,48	4,11	0,44	3,84	0,41	10,48	17,90	0,194	0,261
	4,77	0,51	4,29	0,46	3,92	0,42	13,97			
	5,45	0,59	4,85	0,52	4,58	0,49	14,84			

Резултати приказани у табели 4. указују да су најмањи губици на хедеру комбајна **Б** од 6,56 kg/ha били при режиму радне брзине од 0,49 m/s и периферној брзини витла од 0,93 m/s, што је истовремено и најмања вредност измерених губитака на хедеру овог комбајна. Највеће вредности губитака на хедеру комбајна **Б** забележене су при режиму радне брзине комбајна од 1,00 m/s (периферна брзина витла 0,93 m/s) и износиле су 9,57 kg/ha (1,03% од биолошког приноса). И код овог комбајна сличан је утицај међузависности промене режима радне брзине комбајна и периферне брзине витла на вредности губитака хедера, при чему је њихов утицај оцењен као статистички врло значајан.

На вршећем уређају комбајна **Б** најмањи губици забележени су при размаку подбубањ-бубањ на улазу од 20 mm и износили су 3,84 kg/ha, уз периферну брзину бубња од 10,48 m/s, а највећи при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm- 5,45 kg/ha (периферна брзина бубња од 14,84 m/s). На основу добијених резултата запажа се да постоји врло значајан утицај промене размака подбубањ-бубањ на улазу и периферне брзине витла на вредности остварених губитака хељде на вршећем уређају комбајна **Б**.

Резултати о квалитету рада сепарационих органа за обе варијанте испитиваних комбајна при комбајнирању хељде приказани су у табели 4.

Квалитет рада сепарационих органа оба комбајна утврђен је на основу анализе овршене масе из бункера. Највише целог зрна у овршеној маси комбајна **А** – 93,95% било је при размаку подбубањ-бубањ на улазу од 20 mm, уз периферну брзину бубња од 10,45 m/s, док је најмањи садржај забележен при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm уз периферну брзину од 14,69 m/s - 92,91%. Највише поломљеног зрна било је при 12 mm размака подбубањ-бубањ, уз периферну

брзину бубња од 14,69 m/s и то 3,55%, а најмањи при размаку подбубањ-бубањ од 20 mm и то 2,99% (периферна брзина бубња од 10,45 m/s. Највише штурог зрна забележено је при истим дефинисаним параметрима као и код поломљеног зрна 1,99% (највећа количина), односно 1,70% (најмања количина). Највећи садржај осталих примеса уочава се при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm у износу од 1,55% (периферна брзина бубња 14,69 m/s), а најмањи 1,36% (размак подбубањ-бубањ од 20 mm; периферна брзина бубња 10,45 m/s).

Таб. 5. Квалитет чишћења зрна испитиваних комбајна

КОМБАЈН А					
Година	Квалитет чишћења зрна (%)	Размак подбубањ - бубањ на улазу (mm)			Влага зрна (%)
		12	16	20	
		Периферна брзина бубња (m/s)			
		14,69	13,82	10,45	
2009	Цело зрно	92,91	93,67	93,95	16,10
	Поломљено	3,55	3,21	2,99	
	Штуро	1,99	1,69	1,70	
	Остале примесе	1,55	1,43	1,36	
	Укупно	100	100	100	
КОМБАЈН Б					
Година	Квалитет чишћења зрна (%)	Размак подбубањ - бубањ на улазу (mm)			Влага зрна (%)
		12	16	20	
		Периферна брзина бубња (m/s)			
		14,84	13,97	10,48	
2009	Цело зрно	93,59	93,82	94,90	17,10
	Поломљено	3,27	2,89	2,28	
	Штуро	1,72	1,63	1,51	
	Остале примесе	1,42	1,66	1,31	
	Укупно	100	100	100	

Резултати квалитета рада сепарационих органа комбајна **Б** (табела 5), указују да је најмање целог зрна у овршеној маси у износу од 93,59% било при растојању подбубањ-бубањ на улазу од 12 mm и периферној брзини бубња од 14,84 m/s, а највише при размаку подбубањ-бубањ од 20 mm и то 94,90% (периферна брзина бубња од 10,48 m/s). Најмањи садржај поломљеног зрна у овршеној маси комбајна **Б** у износу од 2,28% забележен је при размаку подбубањ бубањ од 20 mm (периферна брзина бубња од 10,48 m/s), а највећи при 12 mm - 3,27%, уз периферну брзину бубња од 14,84 m/s. Што се штурог зрна тиче, највећи садржај износио је 1,72%, а најмањи 1,53%.

Веће вредности остварених губитака на хедеру и вршећем уређају комбајна **А** у односу на комбајн **Б**, по нашем мишљењу резултат су пре свега старости овог комбајна (у експлоатацији више од 19 година), лоше подешености и недовољне обучености комбајнера и делом неправилне експлоатације. Комбајн **Б** је комбајн новијег датума а у експлоатацији је две године, што се одразило и на ефекте рада, односно на губитке и квалитет овршене масе.



## ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду изложене резултате који се односе на разматрање проблема једнофазног убирања хељде у агроколошким условима северног Косова и Метохије са испитиваним комбајнима као најзаступљенијима, може се закључити следеће:

- Постоји значајан утицај дефинисаних параметара на вредности остварених губитака при жетви хељде, како на хедеру тако и на вршећем уређају за оба испитивана комбајна. Највећи губици на хедеру у току испитивања забележени су код комбајна **A** и износили су 11,65 kg/ha, а најмањи код комбајна **B** 6,56 kg/ha. Највећи губици на вршећем уређају забележени су такође код комбајна **A** а износе 8,57 kg/ha, а најмањи код комбајна **B** - 3,84 kg/ha.

- Утицај међузависности промена режима радне брзине комбајна, периферне брзине витла, размака подбубањ-бубањ на улазу и брзине бубња на вредности губитака оцењен је као статистички врло значајан.

- Када је квалитет рада сепарационих органа у питању, уочава се да је највећи садржај целог зрна био код комбајна **B** и то 94,90%, а најмањи код комбајна **A** и то 92,91%.

- Већи губици на хедеру и вршећем уређају комбајна **A** у односу на комбајн **B**, према нашем мишљењу резултат су пре свега старости овог комбајна (у експлоатацији више од 19 година), лоше подешености и недовољне обучености руковоаца и делом неправилне експлоатације. Комбајн **B** је комбајн новијег датума, а у експлоатацији је две године, што се одразило и на ефекте рада, односно на губитке и квалитет овршене масе.

- На основу добијених резултата о утицају дефинисаних параметара на квалитет рада комбајна при жетви хељде у агроколошким условима северног Косова и Метохије, препоручују се мање брзине кретања комбајна, затим мање периферне брзине витла, већи размак подбубањ-бубањ на улазу и мање периферне брзине бубња, што омогућује мање губитке зрна хељде и висок садржај целог зрна у овршеној маси. Такође, препоручује се у циљу лакшег комбајнирања да се седам дана пре жетве обави десикација хељде са 1% магнезијум хлоридом.

- Генерално, закључак овог истраживања би био да се испитивани комбајни могу успешно користити за жетву хељде у агроколошким условима северног Косова и Метохије, при чему боље ефекте рада испољава комбајн **B** који је новијег датума и нешто бољих карактеристика у односу на први комбајн. Уз правилну оптимизацију рада, експлоатацију и едукацију руковоаца може доћи до пуног изражаја у експлоатацији у агроколошким условима северног Косова и Метохије

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бараћ, С., Ђокић, Д., Биберцић, М.: Резултати пољско лабораторијских испитивања квалитета рада неких комбајна при жетви пшенице. Пољопривредна техника бр. 1, 77-84, Београд, 2007.
- [2] Бараћ, С., Биберцић, М.: Резултати истраживања губитака на хедеру и вршидбеном уређају неких комбајна при жетви хељде у агроколошким условима северног Косова и Метохије. Зборник радова 44. Хрватског и 4. Међународног Симпозијума Агронома, 912-916, Опатија, 2009.
- [3] Војводић, М.: Жетвени комбајни. Монографија. "Невкош", 14-18, Нови Сад, 2002.

- [4] Ђевић, М., Новаковић, Д., Миодраговић, Р., Милеуснић, З.: Савремени житни комбајни у условима ПКВ-а. Пољопривредна техника бр. 1/2, 29–35, Београд, 2002.
- [5] Ђокић, Д.: Ефекти комбајнирања пшенице у агроколошким условима Срема. Магистарска теза, 107-109. Пољопривредни факултет, Приштина-Лешак, 2003.
- [6] Малиновић, Н., Туран, Ј., Механџић, Р., Поповић, В.: Савремени комбајни у условима Војводине. Савремена пољопривредна техника, Вол. 31, Но 3., 121-125. Нови Сад, 2005.
- [7] Mayers, L. Robert: Development of this publication was funded by the USDACREES Fund for Rural american program, as part of a cooperative project with the University of Missouri, MO (559-573). Missouri, USA. Published by Jefferson Institute, Columbia, 2002.
- [8] Станишић, В., Ћетковић, В.: Хелда, Монографија. Биотехнички институт, 17-18, Подгорица, 2008.

Резултати истраживачког рада настали су захваљујући финансирању Министарства за науку, Републике Србије, Пројекат "Унапређење и очување пољопривредних ресурса у функцији рационалног коришћења енергије и квалитета пољопривредне производње", евиденционог броја TP20076, од 25.06.2008.

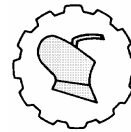
## RESULTS OF INVESTIGATIONS ON WORK QUALITY OF SOME COMBINES FOR BUCKWHEAT HARVEST IN AGROECOLOGICAL CONDITIONS OF NORTHERN KOSOVO AND METOHIA

Saša Barać, Bojana Milenković, Nebojša Stanimirović,  
Milan Biberdžić, Aleksandar Đikić

Faculty of Agriculture – Priština, Z. Potok  
sbarac@eunet.rs

**Abstract:** Wheat harvesting today is being done in single phase, by using wheat combine with different technology scheme of harvesting device. For all of these commonis isngle phase harvesting, with different work quality. Many factors influent on work quality, starting from plant status, combine adjsuements, defining of relevant parameters, condition and staff skills. If the key parameters are not adjusted, quality of work is significantly decrease, with increase losses of harvested mass. The applied methods are standard for these issues, and are related to the field-lab and exploiting trials of harvesting combines. The aim of this bienal trials was to determine quality of work, by field-lab trials depending on the defined parameters. Finaly based on achieved parameters, proove advantages and disadvantages of applied concept.

**Key words:** combine, harvest, quality, buckwheat, grain.



UDK: 631.147, 633.2

## ЖЕТВА И СКЛАДИШТЕЊЕ *Miscanthus×giganteus* Greef et Deu.

Жељко Целетовић<sup>1</sup>, Невена Михаиловић<sup>1</sup>, Ђорђе Гламочлија<sup>2</sup>,  
Гордана Дражић<sup>3</sup>, Снежана Ђорђевић<sup>2</sup>, Мирјана Миловановић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ИНЕП – Институт за примену нуклеарне енергије, Земун

<sup>2</sup>Пољопривредни факултет, Земун

<sup>3</sup>Факултет за примењену екологију "Футура", Београд

\*dzzeletovic@inep.co.rs

**Садржај:** Мискантус (*Miscanthus×giganteus* Greef et Deu.) представља нов вишегодишњи усев за производњу биомасе, који се специфично узгаја и користи као енергетска сировина за сагоревање у котловским постројењима. Крајем септембра усев мискантуса образује максималну биомасу надземног дела. Преласком у фазу зимског мировања (од краја октобра до почетка априла) садржај влаге у усеву се постепено смањује сушењем стабала и листова. Померањем времена жетве на период: крај децембра до крај марта, укупна биомаса мискантуса се смањује, због опадања листова и врхова стабала, али услед мањег садржаја воде ( $\leq 30\%$ ) и мање количине азотних материја ( $< 0,7\%$ ) добијена биомаса је квалитетнија за сагоревање. За извођење жетве кошењем надземних делова усева и његовим балирањем, неопходно само неколико дана без падавина и снежног покривача, због кретања жетвене механизације по површини терена. За дуготрајно складиштење потребно је веома растресито слагање бала.

**Кључне речи:** мискантус, одложена жетва, квалитет пожњевене биомасе, складиштење мискантуса.

### УВОД

Мискантус или кинеска шаш (*Miscanthus×giganteus* Greef et Deu.) представља нов вишегодишњи усев за производњу биомасе, који се специфично узгаја [24] и користи као енергетска сировина (тзв. „биоенергетски усев“) за сагоревање у котловским постројењима. Сагоревањем биомасе пружа се могућност снижавања емисија гаса стаклене баште - CO<sub>2</sub>.

Мискантус производи нов надземни део сваке године, из дорматног зимског ризома, када температуре земљишта достигну 10-12°C. Из земљишта ниче током априла, а надземни делови развијају се усправно, чврстих стабала, пречника 5-15 cm, које досежу 1-2,5 м у висину. Стабла имају изглед сличан бамбусовим штаповима, не гранају се и садрже чврсто језгро. Жетва се изводи сваке године кошењем и балирањем целокупног надземног дела. Овај вегетативни циклус се понавља 15-20 година.

### ВРЕМЕ ЖЕТВЕ

Мискантус се жање једном годишње, будући да учестало кошење претерано исцрпљује ризоми и убија састојину. У тренутку максималног биолошког приноса усев је зелен, а проценат влаге висок. Одлагањем жетве након тог тренутка побољшава се квалитет биомасе за сагоревање смањењем садржаја влаге и нежељених компоненти у биомаси [13], али јављају се губици у биомаси, услед отпадања лишћа и полагања усева [15], те стога одлучивање о датуму жетве представља компромис између приноса који је могуће пожњети и његовог квалитета. Поред тога, оптимални датуми жетве могу варирати између региона у зависности од временских прилика [13].

Жетвени рокови код производње *M. × giganteus* су ограничени на период од првих мразева у јесен, до тренутка поновног раста у пролеће. Време жетве зависи од локалних услова, а изводи се између новембра и априла. Померање времена жетве од јесени до почетка пролећа у наредној години снижава жетвене приносе, али повећава квалитет сагоревања снижавањем садржаја влаге, пепела, хлора и азота у свим мискантусовим генотиповима [23]. Одлагање времена жетве има најизраженији утицај на локацијма на којима постоји велики потенцијал приноса суве биомасе [16]. Ради дужег жетвеног периода, усев може бити пожњевен влажан, а затим вештачки сушен или силиран [20]. Из економских разлога касна жетва, при садржају влаге нижем од 30%, се препоручује, због цене жетве и цене сушења биомасе, које се повећавају са садржајем влаге у мискантусу [22].

У централној Европи мискантус се жање у рано пролеће, због сушења стабала у току зиме, а део пепела и нежељених компоненти у биомаси, попут: N, K, S и Cl, се испирају таложењем или транслоцирају у ризоми, чиме се битно побољшава квалитет сагоревања [9,13,15]. У Немачкој и Холандији садржај влаге се смањује са 70% (на бази масе свежег узорка) у новембру, на 20% и мање у марту или априлу [11,20]. У зависности од услова влажности, најсувљи се редовно добија у пролеће.

Померање жетве доводи до губитака у биомаси, услед губитка листова и опадања врхова стабала. Према Kath-Petersen [11], стварни жетвени губици износе око 25%, док стрњиште представља губитак од 17%. У Данској померање жетве до почетка фебруара снижава садржај влаге са 63% у октобру, на 29%, а просечно снижење приноса износило је 34% [10]. Садржаји калијума, хлора и пепела су значајно нижи са померањем жетве, док су садржаји азота и сумпора само незнатно снижени.

Beuch et al. [1], пак, процењују да је само око 50% годишње произведене надземне биомасе је подесно за жетву, због преджетвених губитака и жетвених остатака. У току зиме, највећи део листова и неодревљених вршних делова стабла

мискантуса отпадне. Ниво ових губитака је у опсегу од 3-25% у децембру, до 15-25% у марту [11]. Губитак листова током зиме мења квалитет жетвене биомасе, будући да листови садрже веће количине хранива, попут N и K [6]. Зимски губици мртвог и отпалог лишћа и горњих делова стабала могу узроковати снижавање приноса од 30-50% суве материје [8]. У Холандији губици у периоду од 1. октобра до марта износе између 29 и 42% (просечно 35,5%), а то веома много варира у зависности од временских услова у појединим годинама и између локација на којима се мискантус гаји [14].

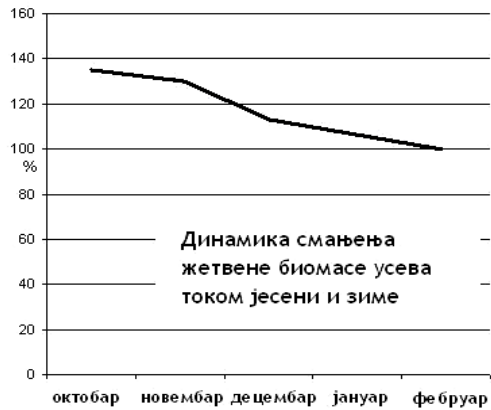
Gezan and Riche [4] су максимум биомасе установили око 5. октобра и он од тог тренутка опада по стопи од 31,1 кг ха<sup>-1</sup> на дан. Они претпостављају да је смањење изазвано респирацијом, деградацијом и опадањем лишћа. Највећи део губитка приноса је због губитка лисног материјала, који образује густ слој лисне стеље испод сазрелог усева. Слој лисне стеље код мискантуса спречава раста корова и свакако игра значајну улогу у рециклирању хранива [4].

Рана жетва мискантуса максимизира енергетски принос и примарно енергетско сакупљање по хектару, а касна жетва их снижава. Наиме, резултати пољских огледа у Немачкој показују енергетски принос од 187-528 GJ ха<sup>-1</sup> пожњевеног мискантуса у децембру [15]. Ови биоенергетски приноси са одлагањем жетве опадају за 14-15% између децембра и фебруара и даље за 13% између фебруара и марта. Ово је повезано са значајним смањењем садржаја воде и смањењем садржаја пепела, азота, хлора и сумпора у биомаси [15].



Слика 1.

Према резултатима наших истраживања, у агроеколошким условима северне Шумадије (Раља код Космаја) максималну биомасу мискантус образује током септембра (слика 1). У укупној маси пожњевеног надзеног дела садржаји N, P, и K, као и садржај влаге, практично већ крајем децембра достижу минималне вредности [25]. Одлагањем жетве на крај децембра у наведеним агроеколошким условима може се обезбедити потребан квалитет биомасе мискантуса за сагоревање. За извођење жетве од краја децембра до почетка априла неопходно само неколико дана без падавина и снежног покривача да би жетва могла да се изведе (због кретања жетвене механизације по површини терена) [25]. При том, динамика смањења жетвене биомасе мискантуса током јесени и зиме 2008/2009 (слика 2) идентична је моделу смањења жетвене биомасе мискантуса у Холандији, који су навели Lewandowski et al. [14].



Слика 2.

### НАЧИНИ ЖЕТВЕ

Жетва мискантуса може бити извршена постојећом механизацијом за кошење и балирање (слика 3) за одређене примене: као грађевински материјал, за енергетско коришћење и за коришћење за производњу папирне пулпе. За коришћење мискантуса као специјалног грађевинског материјала и геотекстила цела стабла су захтевана и неопходне су машине за кошење и везивање у свежење целих стабала.



Слика 3. Кошење и балирање мискантуса

За правилно изведену жетву на већим површинама, пољопривредну механизацију треба прилагодити на уобичајену висину мискантуса (2,0-3,5 м) и крутост (чврстину) усева мискантуса [2]. Стандардна пољопривредна механизација за кошење житарица или за кошење траве не ради добро са високим, крутим стаблима мискантуса, иако косачице са ротационим дисковима могу да се адаптирају за ову радну операцију. Биљке мискантуса су толерантне на ниску висину кошења.

Вишефазне жетвене методе обухватају: кошење, окретање откоса, скупљање и балирање, са или без збијања бала. Вишефазне методе дозвољавају сушење усева у откосима, које је брже од сушења усправног усева, због високе влажности микроклиме у приземном нивоу. Усев се прво сече косачицом. Кошењем се пресецају чврста стабла, омогућава убрзан губитак влаге, обезбеђује осветљеност.

То омогућава лакше балирање, помаже сушење материјала повећањем спољне површине и повећањем циркулације ваздуха у покошеном мискантусу.

У једнофазним жетвеним методама кретање и каснији третмани су комбиновани у једној машини. Овим се штеди на времену рада и на губицима који настају код сакупљања и паковања. Под нормалним земљишним условима вишеструки пролази пољопривредном механизацијом неће снизити приносе због збијања земљишта, јер је контактни притисак пнеуматика мањи од 2 бара (200 кПа) [11].

Балирање мискантуса (слика 3) је могуће коришћењем различитих типова уређаја за балирање, који производе различите бале (правоугаоне, округле и компактно увалане), одговарајуће за различите захтеве сагоревања у котловима. Густина суве материје у округлим балама треба да износи око 130 кг м<sup>-3</sup>, а правоугаоних великих бала око 150 кг м<sup>-3</sup> [3]. Коришћење самоходних уређаја за балирање (енгл. *self-propelled baling*) је најјевтинија опција, док су кошење и збијање након одлагања атрактивна опција, будући да је омогућено сушење, а транспортни трошкови су нижи [3].

Кошење може бити изведено и са силажним комбајнима. Густина у силажном складишту зависи од дужине одсецака. Са дужином од 11 мм густина суве материје је 95 кг м<sup>-3</sup>, а са дужином од 44 мм – 70 кг м<sup>-3</sup>. Механичким збијањем густина се може повећати до 130 кг м<sup>-3</sup>. Уситњен мискантус се може даље збијати, уколико је потребно. На пример, стационарни папир-рециклирајући уређај за балирање даје густину од 265 кг м<sup>-3</sup> [21]. У тестовима са прототипом мобилног пелетирајућег уређаја за биљну биомасу добијена је густина од 350 до 500 кг м<sup>-3</sup> [19].

### СКЛАДИШТЕЊЕ БАЛА

Стандардне методе за сламу или сено могу се користити за прикупљање и руковање балама мискантуса код транспорта и складиштења. Међутим, облик мискантусових бала тежи да буде округлији и неправилан [14]. За руковање исеченим материјалом методе сличне оним за силажни кукуруз могу бити примењене. За дуготрајно суво складиштење садржај воде треба да буде 15% или нижи [20]. Са вишим садржајима воде може се развити плесан, мада одређени степен природне вентилације може спречити њену појаву, све до садржаја воде од 25%. Спонтано samozапалење у складишту може се контролисати под условом да је омогућена вентилација, будући да је отпор протоку ваздуха и у балама и у свежњевима исецканог материјала низак [18].

Складиште може бити у наткривеном простору (простор са кровном конструкцијом), под цирадом или под пластичним прекривачем. Складиштење под кровом захтева велико инвестирање, али ће зато смањити радну површину и омогућити контролisanje прекривног слоја, онемогућити прокишњавање и услед тога губитке квалитета и квантитета. Непокривене бале на пољу добијају влагу, што доводи до кварења квалитета материјала, док бале које су покривене након одлагања на пољу губе влагу (просечно 8%), као и бале одлагане унутар наткривеног простора (просечно 11% воде) [17]. Бале мискантуса морају се држати покривене, било унутра, било напољу, уз употребу пластике или непромочивог платна, да би се спречило кварење бала и омогућило сушење [17].

## СУШЕЊЕ БАЛА

Venturi et al. [3] су закључили да је безбедно складиштење мискантуса могуће после сушења производа до 15% влаге у пољу или у вентилисаном складишту. Уколико потпуно сушење у пољу није могуће, допунско сушење ће бити потребно одмах након жетве (уколико садржај влаге премашује 25%), или у току складиштења (уколико је садржај влаге до 25%), ако постоји вентилација. При садржају влаге изнад 25%, може доћи до самозагревања ускладиштеног материјала, са ризиком од самозапаљења у одсуству вентилације [5]. При том, бале са мањом густином ( $<250 \text{ kg m}^{-3}$ ) могу се складиштити без бојазни од самозагревања [5,18]. Самозагревању подлежу бале са већим густинама и са ограниченим протоком ваздуха.

У природно вентилисаног гомили покошеног мискантуса у Данској, Kristensen [12] је установио да када се покошени мискантус, са садржајем влаге од 59% проветрава (вентилише) са  $21.500 \text{ m}^3 \text{ час}^{-1}$  амбијенталним ваздухом, садржај влаге ће опасти на 17,5% после 91 час. Уколико нема самозагревања, губици ће бити умерени. Task and Kirschbaum [18] извештавају о губитку 4-6% у тесту, у којем су бале са влажношћу од 50% вентилисане са незагрејаним ваздухом и температурама биомасе испод  $20^\circ\text{C}$ . У Холандији, бале са садржајем влаге око 25% се складиште у стоговима (сена) у пољу, прекривеним церадом, са доста простора између бала (веома растресито слагање бала). Након једног лета и зиме садржај влаге ће пасти на око 12%. Цена сушења са вентилисаним амбијенталним ваздухом је релативно ниска, до 15 евра по тони суве материје за материјал пожњевен у јануару [7].

## СИЛАЖА

Мискантус може бити ускладиштен под анаеробним условима, тј. затварањем гомиле исеченог материјала под пластични прекривач. Количина шећера у биомаси, за каснију производњу довољна је за синтезу млечне киселине која ће сузбити највећи део микробиолошке активности [20]. Према резултатима наших истраживања, око 80% биомасе представљају угљени хидрати, од чега је заступљеност целулозе  $\geq 32\%$ . Садржај протеина у биомаси износи  $\leq 0.05\%$ , а масти  $\sim 1\%$ .

За силажу мискантуса најбоље би било уклонити вишак ваздуха, уколико је могуће, збијањем пре прекривања новим количинама, нпр. преласком трактора преко њега. Уколико је садржај влаге у материјалу 60% вредност рН ће се смањити за 2 недеље на 4.2. Са нижим садржајем влаге рН ће остати виша, али ће конзервисање гомиле бити ефикасније. Без инокулације са бактеријама, које се захтева у пракси, методологија је веома слична силирању исецканог кукуруза. Силажа бала херметички затворених пластичним прекривачем је тешко остварљива због веома јаке постојаности стабала мискантуса. Уколико се користи за сагоревање, садржај влаге се може снизити сушењем са сувишном топлотом из постројења за сагоревање. Може се користити и сабијање пресом, чиме се остварује смањење влаге од 55 до 40%. Минерални садржај се, такође, смањује овим процесом [14].

Овај рад је урађен у оквиру пројеката Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, НПЕЕ 263003А (Еколошке основе развоја технологије гајења високопродуктивне биљке *Muscantus × gurganteus*, као основе новог биоенергетског горива) и НПБА 20208 (Биорационално коришћење и екоремедијација земљишта гајењем биљака за индустријску прераду). Аутори захваљују Министарству на подршци.



## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Beuch S, Boelcke B, Belau L (2000): Effect of the Organic Residues of *Miscanthus×giganteus* on the Soil Organic Matter Level of Arable Soils. *Journal of Agronomy and Crop Science*, Vol. 184, No. 2: 111-120.
- [2] Venturi P, Huisman W (1998): Modelling the optimization of primary production costs of miscanthus. In: *Biomass for Energy and Industry* (Eds. Kopetz H, Weber T, Palz W, Chartier P and Ferrero GL, Proceedings of the 10<sup>th</sup> European Conference, Würzburg, Germany, 8–11 June 1998. Rimpf, Germany), C.A.R.M.E.N., p. 806-809.
- [3] Venturi P, Huisman W, Molenaar J (1998): Mechanization and Costs of Primary Production Chains for *Miscanthus×giganteus* in The Netherlands. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Vol. 69, No. 3: 209-215.
- [4] Gezan SA, Riche AB (2008): Over-winter yield decline in Switchgrass and Miscanthus. *Aspects of Applied Biology*, Vol. 90: *Biomass and energy crops III* (Eds: E. Booth, M. Green, A. Karp, I. Shield, D. Stock and D. Turley, AAB conference, 10-12 December 2008., Sand Hutton, UK), pp. 219–223.
- [5] El Bassam N, Huisman W (2001): Harvesting and Storage of Miscanthus. In: *Miscanthus for energy and fibre* (Eds MB Jones and M Walsh), James & James, London, pp. 86-108.
- [6] Jacks-Sterrenberg I (1995): *Untersuchungen zur Ertragsphysiologie von Miscanthus sinensis Anderss. hinsichtlich einer Verwendung als Energiepflanze*. Dissertation. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I der Justus-Liebig-Universität zu Gießen. 115pp.
- [7] Jonkanski F (1994): Miscanthus - the future biomass crop for energy and industry. In: *Biomass for energy, environment, agriculture and industry* (Eds. Chartier P, Beenackers AACM, Grassi G, Proceedings of the Eighth European Biomass Conference, 3-5 October 1994., Vienna, Austria), Pergamon, Oxford, p. 372-379.
- [8] Jørgensen U (1997): Genotypic variation in dry matter accumulation and content of N, K, and Cl in *Miscanthus* in Denmark. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 12, No. 3: 155-169.
- [9] Jørgensen U, Sander B (1997): Biomass requirements for power production: how to optimise the quality by agricultural management. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 12, No. 3: 145–147.
- [10] Jørgensen U, Mortensen J, Bonderup Kjeldsen J, Schwarz K-U (2003): Establishment, Development and Yield Quality of Fifteen Miscanthus Genotypes over Three Years in Denmark. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant and Soil Science*, Vol. 53, No. 4: 190-199.
- [11] Kath-Petersen W (1994): *Leistungsfähige und bodenschonende Erntetechnik für Miscanthus*. Dissertation. Institut für Agrartechnik, Christian-Albrecht-Universität, Kiel, 249pp.
- [12] Kristensen EF (1995): Miscanthus. Harvesting technique and combustion of *Miscanthus sinensis* „*Giganteus*“ in farm heating plants. In: *Biomass for energy, environment, agriculture and industry* (Eds. Chartier P, Beenackers AACM, Grassi G, Proceedings of the Eighth European Biomass Conference, 3-5 October 1994., Vienna, Austria), Pergamon, Oxford, p. 546-555.
- [13] Lewandowski I, Kicherer A (1997): Combustion quality of biomass: practical relevance and experiments to modify the biomass quality of *Miscanthus×giganteus*. *European Journal of Agronomy*, Vol. 6, No. 3-4: 163-177.
- [14] Lewandowski I, Clifton-Brown JC, Scurlock JMO, Huisman W (2000): Miscanthus: European experience with a novel energy crop. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 19, No. 4: 209–227.
- [15] Lewandowski I, Heinz A (2003): Delayed harvest of miscanthus - influences on biomass quantity and quality and environmental impacts of energy production. *European Journal of Agronomy*, Vol. 19, No. 1: 45-63.
- [16] Miguez FE, Villamil MB, Long SP, Bollero GA (2008): Meta-analysis of the effects of management factors on *Miscanthus×giganteus* growth and biomass production. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 148, No. 8-9: 1280–1292.
- [17] Nolan A, McDonnell K, McSiurtain M, Carroll JP, Finnan J, Rice B (2008): Conservation *Miscanthus sinensis* × *giganteus* in bale form. *Aspects of Applied Biology*, Vol. 90: *Biomass and energy crops III* (Eds: E. Booth, M. Green, A. Karp, I. Shield, D. Stock and D. Turley, AAB conference, 10-12 December 2008., Sand Hutton, UK), pp. 255-262.

- [18] Tack F, Kirschbaum HG (1995): Verfahren und Technik der Lagerung von *Miscanthus*. In: *Symposium Miscanthus - Biomassebereitstellung, energetische und stoffliche Nutzung, Dresden, 1994. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“*. Vol. 4. Münster, Germany: Landwirtschaftsverlag, p. 129-141.
- [19] Hartmann H (1997): *Analyse und Bewertung der Systeme zur Hochdruckverdichtung von Halmgut*. Gelbes Heft 60. Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik der Technische Universität München-Weihenstephan, 63pp.
- [20] Huisman W, Kortleve WJ (1994): Mechanization of crop establishment, harvest, and post harvest conservation of *Miscanthus sinensis* "Giganteus". *Industrial Crops and Products*, Vol. 2, No. 4: 289-297.
- [21] Huisman W, Venturi P, Molenaar J (1997): Costs of supply chains of *Miscanthus giganteus*. *Industrial Crops and Products*, Vol. 6, No. 3-4: 353-366.
- [22] Huisman W (1998): Harvesting and Handling of PRG Crops. In: *Production and use of perennial rhizomatous grasses (PRG) in the energy and industrial sector of Europe* (Ed. Lewandowski I), Institut für Pflanzenbau und Grünland, Stuttgart, p. 42-47.
- [23] Clifton-Brown JC, Lewandowski I (2002): Screening *Miscanthus* genotypes in field trials to optimise biomass yield and quality in southern Germany. *European Journal of Agronomy*, Vol. 16, No. 2: 97-110.
- [24] Целетовић Ж, Дражић Г, Благојевић С, Михаиловић Н (2006): Специфични агротехнички услови гајења мискантуса. *Пољопривредна техника*, Г. 31, бр.4: 107-115.
- [25] Целетовић Ж, Михаиловић Н, Гламочлија Ђ, Дражић Г (2009): Одложена жетва *Miscanthus×giganteus* – утицај на квалитет и количину образоване биомасе. *ПТЕП – часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди*, Вол. 13, бр. 2: 170-173.

#### HARVESTING AND STORAGE OF *Miscanthus×giganteus* Greef and Deu.

Željko Dželetović<sup>1\*</sup>, Nevena Mihailović<sup>1</sup>, Djordje Glamočlija<sup>2</sup>,  
Gordana Dražić<sup>3</sup>, Snežana Djordjević<sup>2</sup>, Mirjana Milovanović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INEP – Institute for the Application of Nuclear Energy, Zemun, Serbia

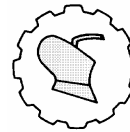
<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia

<sup>3</sup>Faculty for Applied Ecology „Futura“, Belgrade, Serbia.

\*zdzeletovic@inep.co.rs

**Abstract:** *Miscanthus (Miscanthus×giganteus* Greef et Deu.) represents a new perennial crop for biomass production, grown and used specifically as energy source (i.e. „bioenergy crop“) for combustion in boiler systems. At the end of September, miscanthus crops form maximal biomass of aboveground parts. With the transition to winter dormancy (since the end of October till the beginning of April) water content in the crop is gradually decreased by stem dessication. With the shifting of harvest time to the interval: end of December – end of March, overall miscanthus biomass is decreased, due to defoliation and falling-off of stem tops, but, because of decreased water content ( $\leq 30\%$ ) and the content of nitrogen compounds ( $< 0,7\%$ ) the obtained biomass is more convenient for combustion. For harvesting and baling of aboveground parts, only few days without precipitation and snow cover are sufficient, which is necessary for the operation of machines. For long-term storage, very loose piling of bales is necessary.

**Key words:** *miscanthus, postponed harvest, harvested biomass quality, miscanthus storage.*



UDK: 631.354.2

## PRODUKTIVNOST RADA SILAŽNOG KOMBAJNA ZMAJ 350 PRI UBIRANJU I SPREMANJU SILAŽE ZA MUZNE KRAVE NA KOMERCIONALNOJ FARMI

Stanimirović Nebojša\*, Koprivica Ranko\*\*, Veljković Biljana\*\*, Barać Saša\*

\*Poljoprivredni fakultet, Kosovska Mitrovica, Zubin Potok

\*\* Agronomski fakultet, Čačak

**Sadržaj:** U radu su prikazana istraživanja produktivnosti silažnog kombajna Zmaj – 350 u procesu pripremanja kukuruzne silaže. Snimana je struktura radnih sati i izračunati su koeficijenti iskorišćavanja radnog vremena, da bi se ukazalo na efikasnost koja se može postići u radu, tokom procesa siliranja u skladu sa brzinom kretanja i dužinom seckanja biljaka. Dobijeni koeficijenti su, niskih vrednosti, što se može objasniti lošom organizacijom rada. U cilju postizanja bolje efikasnosti rada potrebno je izvršiti racionalizaciju rada i korekcije u vremenu trajanja pojedinih radnih operacija.

**Ključne reči:** silaža silažni kombajn, organizacija rada.

### 1. UVOD

U ukupnom obimu stočarske proizvodnje govedarstvu pripada značajno mesto. Za razvoj i unapređenje govedarske proizvodnje neophodno je obezbediti dovoljnu količinu kabaste hrane, koja bi bila ekonomski isplativa. Brojna istraživanja su pokazala da je silaža zbog svoje hranljive vrednosti u ishrani krava muzara jedno od najekonomičnijih hraniva. Bez obzira na to suočeni smo sa problemom da se u ishrani goveda kod nas još uvek malo koristi silaža od kukuruza, a veoma malo silaža od mešavine leguminoza, sirtka i žitarica. Trava sa košenih livada se uglavnom koristi kao seno u ishrani stoke. Za uspešno pripremanje silaže potrebna je tehnička opremljenost odgovarajućim visokoproduktivnim kombajnima, pri čemu je na našim poljoprivrednim gazdinstvima ova mehanizacija dugo bila u nedostatku. U poslednjoj deceniji zahvaljujući uvozu polovne mehanizacije iz razvijenih zemalja i privatizaciji velikih kompleksa individualna poljoprivredna gazdinstva su se obezbedila potrebnom mehanizacijom. Time su stvoreni uslovi za brzu pripremu silaže uz dobru organizaciju rada i maksimalno korišćenje tehničkih kapaciteta kombajna što je bio i cilj ovoga rada.

Eksploatacionim istraživanjima samohodnih silo kombajna bavili su se mnogi autori, navedeni su pojedini rezultati koji su značajni za naša istraživanja.

Lulo (9) je ispitivao silo kombajn New Holland 818 sa motorom od 58,88 kW za pogon radnih delova i ustanovili su prosečan učinak od 15,4 t/h efektivnog rada pri

brzini kretanja od 4,14 km/h u prinosu mase od 45,6 t/ha. Isti autor navodi da je silo kombajn Zmaj-Hesston 7550 ostvario propusnu moć od 7,76 kg/sec, odnosno 28 t/h efektivnog radnog vremena.

Gašparac (1) je u ispitivanjima samohodnog silažnog kombajna Toron SPS-35 sa četvororednim adapterom za kukuruz dobio stvarni učinak u toku cele sezone od 28,1-68,6 t/h, a tehnički 36,2-98,8 t/h pri brzini 5,85-9,8 km/h. Sa adapterom za nisku-travnu silažu postignut je učinak 27,3-48,6 t/h, odnosno 2,1-3,7 ha/h, pri visini rezanja od 5,6-8,2 cm. Isti autor je za kombajn John Deere 5400 sa nominalnom snagom motora 156,03 kW utvrdio prosečan učinak od 54,72 t/h.

Popović (12) je ispitivao silažni kombajn Zmaj-350 sa motorom snage 125 kW i sa brzinom od 6-7 km/h postigao učinak od 60,3-66,7 t/h, a pri brzini od 7,5 km/h učinak 75,2 t/h

Milojević (10) je ispitivao pet samohodnih silo kombajna. U toj konkurenciji najveći učinak u osmočasovnoj smeni postigao je kombajn Farmhand F-600 od 213 t, pri prosečnoj brzini rada 5,11 km/h. Kombajn Dania i Klaas-Jaguar sa istom širinom radnog zahvata ali zbog manjih radnih brzina od 3,67 km/h i 3,60 km/h ostvarili su znatno niže učinke od 150,37 t i 157,00 t za smenu. Od svih ispitivanih kombajna, kombajn Fortschritt je imao najveći radni zahvat 2,45 m, ali zbog malih brzina od 2,34 km/h ostvario je samo 117,58 t za smenu od osam sati rada ili 14,70 t/h. Gubici mase pri ubiranju kod ovog kombajna su 0,18%, a gubici pri utovaru u tarnsportno sredstvo 4,68% od prosečnog prinosa.

U ispitivanjima Tanevskog (14) ovaj kombajn je ostvario najveću propusnu moć od 30,28 t/h pri brzini od 7,02 km/h i visini košenja 24,3 cm., a najmanja propusna moć 21,09 t/h i brzinom 4,21 km/h pri visini rezanja od 20,8 cm. Prosečan učinak za osmočasovnu smenu rada je 207,8 t, pri brzini 5,48 km/h i propusne moći od 25,97 t/h.

Novaković i sar. (11) ispitivali su silažni kombajn Fortschritt E-281 u spremanju travne silaže i pri brzinama od 4 km/h ostvario učinak 0,6 ha/h, a propusnu moć 7,2 kg/sec. Kombajn je u spremanju silaže od cele biljke kukuruza postigao učinak od 0,3-0,4 ha/h i propusnu moć do 7,5 kg/sec pri radnim brzinama 3-3,5 km/h.

Isti kombajn je ispitivao i Stanimirović i sar. (13) i došlo se do sledećih rezultata. Sa prosečnom radnom brzinom od 4,08 km/h, ostvaren je prosečan protok mase 7,24 kg/s, odnosno 26,06 t/h a izraženo u površini iznosi 0,86 ha/h. Najmanji protok mase od 5,55 kg/s odnosno 19,98 t/h i učinak od 0,64 ha/h ostvaren je pri radnoj brzini 3,01 km/h. Najveći protok mase od 9,40 kg/s i učinak od 1,17 ha/h ostvaren je sa radnom brzinom 5,13 km/h. Od fabrički projektovanog kapaciteta ostvareno je prosečno 32,57% sa variranjima od 23,85 – 42,30%.

Do sličnih rezultata kod istog kombajna došao je i Jačinac i sar. (7) Pri prosečnoj brzini rada od 4,55 km/h ostvarena je propusna moć kombajna 7,64 kg/sec i učinak 27,5 t/h čistog rada. U zavisnosti od brzine kretanja, prinosa, vlažnosti i dužine seckanja mase propusna moć kombajna varirala je u intervalu od 6,24-8,56 kg/sec. Prosečan učinak kombajna po času čistog rada kretao se u dijapazonu od 16,7-30,8 t/h, a za desetočasovno radno vreme 166,7 tona.

Howe (5) smatra da su samohodni kombajni rentabilni ako ostvare učinak od 0,9 ha/h.

Ištvan (6) ističe da donji delovi kukuruzne biljke između 4-5 internodije nemaju skoro nikakvu hranljivu vrednost, jer sadrže 40% celuloze i 13-17% lignina. Sadržaj vode u ovom delu stabljike je preko 80%. Radi toga autor zaključuje da je silažni kukuruz potrebno kositi na većoj visini čak i do 30 cm.

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanja su obavljena u procesu pripreme silaže od kukuruza na parcelama koje su bile skoro pravilnog pravougaonog oblika, ravne ili blago nagnute. Na ovim parcelama bila su zastupljena dva hibrida ZP 42 A; i ZP 704. Zakorovljenost parcele bila je neznatna, a vlažnost zemljišta u granicama optimalnog. U toku ispitivanja vršili smo hronografisanje vremena rada silažnog kombajna Zmaj-350 sa troredim adapterom za visoku silažu. Radi boljeg sagledavanja korišćenja radnog vremena grupisali smo ga u nekoliko grupa: proizvodno ili osnovno vreme, pomoćno vreme, vreme puta i gubici vremena u radu. Hronografisanje je vršeno po pet dana u toku dve godine. Tokom procesa ubiranja biljaka za pripremu silaže vršena su i merenja: visine biljaka, debljine stabla, visine klipa, broja biljaka, prinosa po hektaru, radne brzine kretanja, visine reza, vremena utovara prikolice, težine prikolice, propusne moći i učinka kombajna.

## 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Prosečni podaci o stanju silažnog kukuruza u momentu kombajniranja pokazuju da se visina biljaka kretala u rasponu od 2.024-2.130 mm, visina klipa 744-770 mm, prečnik stabla na visini košenja 21,40-22,80 mm. Broj biljaka po hektaru se kretao od 52.592 – 55.220, a prinos od 28.936 – 31.454 kg/ha, pri vlažnosti od 68,03 – 70,18%. Meteorološki uslovi tokom rada bili su povoljni i bez padavina.

Stepen korišćenja radnog vremena silažnog kombajna zavisi od nekoliko faktora koje možemo grupisati na sledeći način:

- Tehničko-eksploatacionu pouzdanost,
- Obučenost rukovaoca,
- Organizaciju ubiranja useva i transporta.

U ovim istraživanjima za transport su korišćene kombinovane, standardne prikolice Zmaj - 470 adaptirane za prihvatanje silaže.

Iz prikazanih rezultata u (tabeli 1) može se videti da je prosečno proizvodno radno vreme iznosilo 225,86 minuta ili 37,64% u odnosu na ukupno radno vreme. Pomoćno radno vreme iznosilo je 223,88 minuta i zajedno sa vremenom puta učestvuje u ukupnom vremenu rada sa 45,85%. Gubici radnog vremena bili su zastupljeni sa 99,01 minut odnosno 16,51%. U okviru pomoćnog radnog vremena koje čine vreme okreta, snabdevanja, odmora, održavanja mašina i dr. mogu se uočiti značajni organizacioni propusti.

U našim istraživanjima struktura radnog vremena a time i iskorišćavanje radnog vremena ustanovljeno je u proizvodnim uslovima organizacije u kojoj su istraživanja vršena bez uticaja na organizaciju rada. Dobijeni koeficijent iskorišćavanja radnog vremena su nedopustivo niski, što bi se moralo ubuće značajno iskorigovati. Istraživanja pokazuju da su koeficijent iskorišćavanja radnog vremena u prvoj godini iznosili 0,40, a u drugoj 0,35, dok je u proseku za obe godine ostvaren koeficijent iskorišćavanja radnog vremena od 0,38. Ovako niske vrednosti koeficijenata iskorišćavanja radnog vremena su nedopustive kod mašina koje su znatno niže tehničke pouzdanosti, pa i u uslovima najgore organizacije rada.

Tabela 1. Struktura radnog vremena pri pripremi silaže

Radno vreme	I		II		X	
	min.	%	min.	%	min.	%
<b>1. Proizvodno vreme</b>	242,23	40,37	209,45	34,91	225,86	37,64
<b>2. Pomoćno vreme</b>						
Vreme okreta	10,50	1,75	12,43	2,07	11,46	1,91
Vreme odmora	87,13	14,52	86,93	14,48	87,02	14,50
Vreme snabdevanja	30,00	5,00	20,00	3,33	25,00	4,17
Vreme održavanja mašina	80,00	13,33	100,00	16,67	90,00	15,00
Vreme zamene prikolice	11,00	1,83	9,80	1,63	10,40	1,73
<b>Ukupno</b>	218,63	36,43	229,16	38,18	223,88	37,31
<b>3. Vreme puta (do parcele i nazad)</b>	55,00	9,17	47,50	7,92	51,25	8,54
<b>3. Gubici vremena</b>						
Čekanje prikolice	12,00	2,01	8,10	1,35	10,05	1,68
Kvarovi mašine	32,00	5,33	77,43	12,91	54,71	9,12
Zagušivanje zastoji u rad	10,14	1,69	8,36	1,39	9,25	1,54
Ostali zastoji u radu	30,00	5,00	20,00	3,33	25,00	4,17
<b>Ukupno</b>	84,14	14,03	113,89	18,99	99,01	16,51
<b>Svega 1 + 2 + 3</b>	600,00	100,00	600,00	100,00	600,00	100,00

Iz strukture radnog vremena vršena je analiza pomoćnog vremena i gubitaka vremena u radu. Vreme puta, koje obuhvata odlazak i povratak na parcelu, odvijalo se nedopustivo dugo čak 51,20 minuta, tako da je učešće ovog vremena u ukupnom iznosilo 8,54%. Pri tome treba naglasiti da su parcele u proseku bile udaljene samo 4,5 km od ekonomskog dvorišta. Kombajn u transportu može da razvije brzinu od 28 km/h što znači, da je došlo do nepredviđenog gubitka u vremenu rada i da se kombajn tokom puta nepotrebno zadržavao. Vreme odmora radnika za doručak, ručak i druge fiziološke potrebe iznosilo je 87,02 minuta, sa učešćem od 14,5% u ukupnom vremenu. Dobrom organizacijom rada pojedina vremena bi se mogla značajno iskorigovati i pojedini gubici radnog vremena mogu se potpuno eliminisati. S obzirom na to da ispitivano imanje poseduje dva silažna kombajna u sezoni kombajniranja može se uključiti i treći kombajner koji bi naizmenično zamenjivao u radu jednog i drugog kombajnera. Tada bi se mnoga pomoćna vremena i vreme održavanja mašina skratila ili potpuno eliminisala.

Ekonomsko opravdanje bi se pronalazilo i u tome što je mnogo veća vrednost jednog časa rada kombajna nego novčane nadoknade, koja bi se davala, za još jednog kombajnera. Uz pomoć trećeg kombajnera skratilo bi se vreme održavanja i punjenja kao i vreme za otklanjanje kvarova i zastoja.

Kombajn je u toku rada pokazao visoku tehničku i eksploatacionu karakteristiku a zastoji i kvarovi više su bili rezultat nestručne primene i slabog rukovanja. Kombajn Zmaj-350 je radio sa troidim uređajem širina radnog zahvata iznosila je 2,1 m. Prosečna brzina kretanja kombajna na podešenoj dužini seckanja od 19 mm bila je 7,11 km/h. Na osnovu ovih podataka produktivnost rada po smeni bila je 5,6ha. Ako se

uzme u obzir da na imanju ima 190 ha silažnog kukuruza i da poseduju dva silo kombajna, važno je istaći da je sa ovim učincima ubiranje trajalo oko 42 dana. Ovakvim načinom rada ne obezbeđuje se ubiranje silaže sa optimalnim procentom vlage i u slučaju da se seju najraniji i najkasniji hibridi čime nije ispunjen veoma važan preduslov da se ubiranje silažnog kukuruza mora izvoditi u predviđenim u agrorokovima.

Tabela 2. Protok mase i učinak silažnog kombajna Zmaj 350 pri ubiranju silažnog kukuruza

Kombajn	Mere varijacije	Brzina km/h	Protok mase		Učinak ha/h
			kg/s	t/h	
Zmaj 350	$\bar{X}$	5,12	9,12	32,88	1,09
	$\bar{S}_x$	0,10	0,28	0,99	0,03
	Sd	0,39	1,07	3,84	0,11
	Cv	7,62	11,73	11,68	10,09
	min.	4,50	7,16	25,78	0,94
	max.	5,86	11,29	40,64	1,32

Podaci iz (tabele 2) pokazuju da ukoliko kombajn radi sa prosečnom srednjom brzinom od 5,12 km/h, postiže učinak od 1,09 ha/h i propusnu moć od 9,12 kg/sec ili 32,88 t/h. Pri minimalnim brzinama rada od 4,5 km/h propusna moć je iznosila 7,16 kg/sec ili 25,78 t/h. Povećanjem brzine rada na 5,86 km/h propusna moć je bila 11,29 kg/sec ili 40,64 t/h. Učinak kombajna pri minimalnim i maksimalnim brzinama iznosio je 0,94 ha/h odnosno 1,32 ha/h.

#### 4. ZAKLJUČAK

Iskorišćenost dnevnog radnog vremena pri kombajniranju silažnog kukuruza u proizvodnim uslovima bila je veoma niska, svega oko 38%. Prosečan dnevni učinak bio je 5,67 ha pri brzini kretanja od 7,11 km/h i dužini seckanja od 19 mm. Ubiranje silaže pod ovim uslovima trajalo je oko 42 dana, a tako dug period ubiranja ne obezbeđuje ubiranje silaže u optimalnim agro rokovima. Za postizanje većeg učinka neophodno je izvršiti promenu i značajne korekcije u organizaciji rada. Obzirom da tehničke karakteristike kombajna Zmaj 350 prikazuju da pri prosečnoj brzini rada od 5,12 km/h može da postigne prosečnu propusnu moć od 9,12 kg/sec ili 32,88 t/h.

#### LITERATURA

- [1] Gašparac, J. (1984): Rezultati ispitivanja samohodnog krmnog kombajna Agrostroj Toron SPS-35. Agrotehničar br.1, Zagreb.
- [2] Haferat, A., Harms H., H. (2002): Coping procedure in the silage. Landtechnik 2/2002. pp 106-107.
- [3] Hale, H., H. (1999): Harvester and transport as a parallel process. Landtechnik 5/99 pp. 172-173.

- [4] Harouna, Maiga (2007): Corn silage harvest managment. [www.ork.umn.edu/academics/agri](http://www.ork.umn.edu/academics/agri).
- [5] Howe, S. (1977): Silage sistema copared. Power farming IV.
- [6] Ištvan, P. (1974): Upotreba koncentrovane silaže u tovu goveda. Dokumentacija za tehnologiju i tehniku u poljoprivredi br. 5-6. Beograd
- [7] Jačinac, B., Koprivica, R Stanimirović, N., Marić, S. (2006): Istraživanja kombajna Fortschritt E-280 u kombajniranju silažnog kukuruza. Traktori i pogonske mašine vol. 11 No 3/4 p. 37-40. Novi Sad
- [8] Koprivica, R., Stevović, V., Stanimirović, N., Terzić, D. (2007): Use of Fortschritte E-281 C self propelled harvester in grass ensiling. Acta agriculturae Serbica Vol.XII.23. pp 69-75. Cacak
- [9] Lulo, M., Popović, I. (1968): Eksploataciona svojstva krmnog kombajna New Holand 818. Poljoprivredni pregled XVI, br.11-12. Sarajevo.
- [10] Milojević, B. (1980): Najprikladnija linija mašina za ubiranje silažnog kukuruza na krupnim gazdinstvima. Doktorska disertacija. Novi Sad.
- [11] Novaković, D., Božić, S., Radivojević, D. (1984): Mogućnosti spremanja silaže samohodnim kombajnom Fortschritt E-281 u brdskom području. Poljoprivredna tehnika. Godina XIX 1983/1984. Beograd.
- [12] Popović, Ž.(1984): Prvi domaći samohodni silažni kombajn. Agrotehničar br.1/1. Zagreb.
- [13] Stanimirović, N., Koprivica, R., Veljković Biljana, Topisirović, G (2008): Kvalitet rada silažnog kombajna Fortshritte – 281. Poljoprivredna tehnika, godina XXXIII, broj 3 strana 11-17. Beograd
- [14] Tanevski, D. (1986): Proučavanje na rabotnite efekti i potrošivačka na energija na linijata mašini za pribiranje, transport i podgotvuvavanje na kabasta hrana za goveda. Doktorska disertacija. Skopje.

Rad je deo istraživanja na projektu TR 20012 Primena i razvoj savremenih tehničko-tehnoloških sistema smeštaja, ishrane, izdubavanja i muže krava u cilju povećanja proizvodnje mleka visokog kvaliteta, 2008-2011, finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

**SILAGE HARVESTER ZMAJ 350 PRODUCTIVITY IN HARVESTING  
AND CHOPPING OF MAIZE SILAGE FOR DAIRY COWS  
ON A COMMERCIAL FARM**

**Stanimirović Nebojša\*, Koprivica Ranko\*\*, Veljković Biljana\*\*, Barać Saša\***

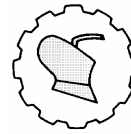
\* Faculty of Agriculture, Kosovska Mitrovica, Zubin Potok

\*\* Agricultural faculty, Čačak

**Summary:** The results of research work on the use of working hours for silage maize harvest by silage combine Zmaj-350 are presented in this work. What are also presented are the structure of working hours with the coefficients of the use of working hours and accomplished efficiency according to the move speed and the length of cutting. In is concluded that this coefficient is small because of the bad work organization so that the certain corrections in this organization are necessary.

**Key words:** silage, silage combine, organization of work.





UDK: 631.354.2

## EKSPLOATACIONE KARAKTERISTIKE KOMBAJNA JOHN DEERE 5820 U PRIPREMI KUKURUZNE SILAŽE ZA MUZNE KRAVE NA PORODIČNIM FARMAMA

Koprivica Ranko<sup>1</sup>, Veljković Biljana<sup>1</sup>, Stanimirović Nebojša<sup>2</sup>, Goran Topisirović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet, Čačak; <sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Kosovska Mitrovica, Zubin Potok; <sup>3</sup>Poljoprivredni fakultet, Beograd -Zemun

**Sadržaj:** Istraživanja su obavljena na porodičnim komercijalnim farmama užeg područja Zapadne Srbije. Sa ciljem da se utvde eksploatacione karakteristike i pouzdanost u radu polovnog samohodnog kombajna John Deere 5820 u vlasništvu porodične farme „Braća Mitrović“. Kombajn je korišćen u procesu siliranja hibridnog kukuruza ZP-735, čiji je prosečan prinos iznosio 24,35 t/ha, a vlažnost mase je bila 60%. Kombajn je u proizvodnim uslovima rada pri najmanjoj brzini od 2,99 km/h ostvario propusnu moć od 28,55 t/h. Sa povećanjem brzine rada na 4,5 km/h ostvarena je veća produktivnost, koja je iznosila 37,40 t/h. U toku sezone kombajn je silirao 125 ha sa prosečnim dnevnim učinkom od 7,25 ha. Kombajn je kvalitetno i pouzdano radio bez većih kvarova, što ukazuje na to da i polovni kombajni ukoliko se pravilno održavaju mogu da ostvare dobar radni efekat. Troškovi siliranja na komercijalnoj farmi, na ispitivanim parcelama iznosili su 1,54 dinara po kilogramu.

**Ključne reči:** kukuruzna silaža, silažni kombajn, produktivnost kombajna.

### 1. UVOD

U postupku pripremanja stočne hrane siliranje je postupak u kome se najbolje iskorišćavaju hranljive materije iz cele biljke kukuruza. Dok se kod ubiranja klipa kukuruza, koriste hranljive materije samo iz zrna kukuruza. Pri pripremi silaže, silo-masa od cele biljke kukuruza, se kontinuirano odvozi sa parcela tako da se zemljište može brzo pripremiti za setvu sledećih kultura. Kukuruzna silaža je, u našoj zemlji, jedan od najvažnijih izvora kabaste hrane u ishrani mlečnih krava i tovu junadi, tokom zime ali i preko cele godine. Od ukupnih površina pod kukuruzom svega 5 % površina se koristi za proizvodnju silaže. Pri procesu siliranja kukuruza sve radne operacije su u potpunosti mehanizovane.

U savremenim uslovima, poljoprivredne proizvodnje efikasno i ekonomično ubiranje i pripremanje krmnih kultura za ishranu stoke, nezamislivo je bez primene odgovarajućih visoko produktivnih mašina, koje se razlikuju po konstrukciji, kapacitetu i

kvalitetu rada. Za siliranje kukuruza na porodičnim i komercijalnim farmama koriste se samohodni kombajni domaćih i stranih proizvođača. Zbog nedostatka investicionih sredstava farmeri često nisu u mogućnosti da nabave nove kombajne, već se odlučuju za kupovinu polovnih. Uglavnom su to kombajni nabavljeni iz uvoza, proizvedeni pre 15 do 20 godina, koje su tamošnji farmeri izbacili iz upotrebe - rashodovali i nabavili produktivnije i tehnički i tehnološki savremenije. Upravo takva dva silo kombajna John Deere 5820 i John Deere 5720 nabavili su i vlasnici porodične farme „Braća Mitrović“, za svoje potrebe i za pružanje usluga drugima. Kombajni su proizvedeni 1984. godine. Ovakva starosna struktura utiče na kvalitet spremanja silaže, pouzdanost u radu i produženje agrotehničkih rokova. Cilj rada je bio da se utvrdi eksploataciona pouzdanost ovih kombajna u pripremanju silaže cele biljke kukuruza.

Eksploatacione osobine samohodnih silo kombajna proučavali su mnogi autori, i došli su do značajnih rezultata *Lulo (6)* je ispitivao silo kombajn New Holland 818 sa motorom od 58,88 kW za pogon radnih delova i ustanovili prosečan učinak od 15,4 t/h efektivnog rad pri brzini kretanja od 4,14 km/h u prinosu mase od 45,6 t/ha. Isti autor navodi da je silo kombajn Zmaj-Hesston 7550 ostvario propusnu moć od 7,76 kg/sec, odnosno 28 t/h efektivnog radnog vremena.

*Gašparac (1)* je u ispitivanjima samohodnog silažnog kombajna Toron SPS-35 sa četvororednim adapterom za kukuruz dobio stvarni učinak u toku cele sezone od 28,1-68,6 t/h, a tehnički 36,2-98,8 t/h pri brzini 5,85-9,8 km/h. Sa adapterom za nisku-travnu silažu postignut je učinak 27,3-48,6 t/h, odnosno 2,1-3,7 ha/h, pri visini rezanja od 5,6-8,2 cm. Isti autor je za kombajn John Deere 5400 sa nominalnom snagom motora 156,03 kW utvrdio prosečan učinak od 54,72 t/h.

*Milojević (7)* je ispitivao pet samohodnih silo kombajna. U toj konkurenciji najveći učinak u osmočasovnoj smeni postigao je kombajn Farmhand F-600 od 213 t, pri prosečnoj brzini rada 5,11 km/h. Kombajn Dania i Klaas-Jaguar sa istom širinom radnog zahvata ali zbog manjih radnih brzina od 3,67 km/h i 3,60 km/h ostvarili znatno niže učinke od 150,37 t i 157,00 t za smenu.

U ispitivanjima kombajna Fortschritt E-281 i *Jačmac i sar. (3)* su pri prosečnoj brzini rada od 4,55 km/h postigli propusnu moć kombajna 7,64 kg/sec i učinak 27,5 t/h čistog rada. U zavisnosti od brzine kretanja, prinosa, vlažnosti i dužine seckanja mase propusna moć kombajna varirala je u intervalu od 6,24-8,56 kg/sec. Prosečan učinak kombajna po času čistog rada kretao se u dijapazonu od 16,7-30,8 t/h, a za desetočasovno radno vreme 166,7 tona.

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanja su obavljena u toku 2009. godine u kampanji pripremanja silaže od cele biljke kukuruza u Zapadnom delu Srbije na porodičnim i komercijalnim farmama. Na parceli gde su vršena istraživanja posejan je hibridni kukuruz ZP-735. Ustanovljen je prosečan prinos, visina useva kukuruza i vlažnost silirane mase. Radi utvrđivanja eksploatacionih karakteristika kombajna merena je brzina rada, osnovno vreme, zastoji, težina prikolica, vreme punjenja prikolice i propusna moć kombajna. Pored toga pratili smo i režim i kvalitet rada kombajna izražen kroz dužinu iseckane mase i visinu košenja. Sva merenja su izvršena po standardnim metodama u ispitivanjima tehničko-tehnoloških

i eksploatacionih osobina mašina. Na kraju kampanje spremanja silaže napravljena je ekonomska analiza i ustanovljeni troškovi pripremanja silaže.

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Osnovne tehničke karakteristike silažnog kombajna John Deere 5820, koji je nabavljen na porodičnoj farmi, su da kombajn pokreće šestocilindrični linijski dizel motor, sa vodenim hlađenjem. Brzna kretanja od 0-28 km/h obezbeđena četvorostepenim menjačem, uz mogućnost odabiranja još četiri položaja za svaki stepen prenosa u toku ispitivanja kombajn je radio u drugom stepenu prenosa i prvom položaju ručice varijatora. Uređaj za sečenje je bubanj sa 40 noževa i poseduje mogućnost automatskog oštrenja. Kombajn je snabdeven adapterom za visoku silažu sa 4 reda i pic-up uređajem za nisku silažu širine radnog zahvata 4 m.

U procesu pripremanja silaže koji je organizovan na farmi pratili smo rad kombajna John Deere 5820, koji je u ovom slučaju radio uslužno i dva samohodna kombajna Zmaj-350, koji su bili vlasništvo farme. Posao je bio organizovan tako da je John Deere 5820 bio angažovan za ubiranje silažnog kukuruza na parceli površine 18,5 ha, koja je bila pravougaonog oblika. Na parceli je bio posejan hibridni kukuruz ZP-735 prosečnog sklopa od 59.200 i visine biljaka 275,87 cm sa ostvarenim prosečnim prinosom od 24,53 t/ha. Na ostalim parcelama ukupne površine od 66,88 ha bili su angažovani samohodni kombajni Zmaj-350. Pri radu za prihvatanje pokošene silažne mase kukuruza korišćene su 2 prikolice Zmaj-470 i 2 prikoice IMT sa podignutim stranicama. Radi bolje organizacije transporta angažovana su i dva šlepera marke Skanija zapremine sanduka 22 m<sup>3</sup>, tako da je deo transporta obavljen uslužno, a deo je obavljen sopstvenim sredstvima.

Tabela 1 Eksploataciona istraživanja silo kombajna John Deere

Pokazatelji	Srednja vrednost $\bar{X}$	Standardna devijacija Sd	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije CV
Vreme utovara (s)	811,200	228,472	460	1.130	28,165
Težina prikol. (kg)	6.907,6	1.799,50	3.720	9.400	26,051
Propusna moć (t/h)	30,895	2,58	28,55	37,40	8,351
Brzina rada (km/h)	3,523	0,515	2,99	4,50	14,618
Osnovno vrem rada (s)	557,90	89,347	435	764	16,015
Vreme okreta (s)	54,50	13,922	32	75	25,545
Vreme zamene prikolice (s)	22,80	11,312	8	42	49,614
Vreme zastoja u radu (s)	22,40	33,120	0	81	147,857
Ukupno vreme (s)	657,60	117,658	509	905	17,892
Proizvodni učinak (ha/dan)	7,249	0,916	5,95	8,61	12,636
Visina košenja (cm)	24,943	3,509	16	30	14,068

Podaci u (tabeli 1) pokazuju da je kombajn u tokom istraživanja radio u pripremanju silaže cele biljke kukuruza prosečnom brzinom od 3,52 km/h. Pri ovoj brzini i prosečnim

prinosom od 24,35 t/ha ostvarena je propusna moć od 30,895 t/h. Sa povećanjem brzine rada na 4,50 km/h kombajn je postigao maksimalnu produktivnost rada od 37,49 t/h. Pri ovim brzinama rada kombajn je u toku ispitivanja u proizvodnim uslovima ostvario učinak od 5,95-8,61 ha, u proseku 7,249 ha za dan.

Površinski učinak silažnog kombajna zavisio je od: propusne moći kombajna, dužine seckanja mase, radne brzine, prinosa, veličine i oblika parcele, organizacije prihvatanja i transporta mase i dr.

Zastoji kombajna u radu obično se odnose na zagušenja nailaskom veće mase, a da pri tome nije prilagođena brzina rada.

Za prihvatanje iseckane silažne mase korišćene su traktorske prikolice i kamioni šleperi zbog toga su koeficijenti varijacije kod vremena utovara i težine prikolice imali vrednosti od 28,165, odnosno 26,051.

Analizom učinka u toku ispitivanja zaključujemo da je kombajn ubrao 18,5 ha i 453,95 t. Ova masa je transportovana do silo objekta u 79 tura, od toga 13 kamionima sa prosečnim tertom od 8,70 t, a ostalo traktorskim prikolicama sa prosečnom masom 5,16 t po prikolici.

Značajan faktor koji u velikoj meri utiče na kvalitet pripremljene silaže je visina košenja biljaka. Mnogi proizvođači žele da postignu veće prinose u zelenoj silo masi nižim košenjem biljaka, ne vodeći pri tome računa o kvalitetu dobijene silaže. Tačno je da visina košenja na oko 10 cm povećava ukupan prinos, ali istovremeno smanjuje svarljivost i energiju silaže, jer taj deo stabljike sadrži najmanje hranljivih materija. Takođe, veća je opasnost od unošenja delova zemljišta, koje se nalazi na prizemnom delu stabla ili se zahvata kombajnom (krtičnjaci, mikrodepresije ili neravnine). Prema istraživanjima *Koljajića (5)* prisustvo zemljišta u silaži smanjilo je energetske vrednosti u zavisnosti od količine koja je uneta. Silaža sa 2% zemljišta imala je 12,49% nižu energetska vrednost u odnosu na silažu bez zemljišta. Kada se sadržaj zemljišta poveća na 4 % energetska vrednost opada za 14,36 % u odnosu na silažu bez zemljišta. Povećanjem količine zemljišta u siliranoj masi utiče se na hemijski sastav silaže, pri čemu se sadržaj pepela i buterne kiseline povećava, a smanjuje mlečna kiselina, pH vrednost i BEM (bezazotne ekstraktne materije).

Tabela 2. Uticaj visine košenja na prinos i kvalitet silaže

Visina košenja u cm	Prinos mase (t/ha) na bazi 30% SM	Celuloza u %	Sadržaj skroba u %	Proizvodnja mleka po toni SM silaže u kg
10	74	22,1	28,4	1.100
20	71	21,6	29,3	1.125
50	66	20,6	31,1	1.190

Izvor: podaci Poineer u Srbiji

Na kvalitet proizvedene silaže značajno mogu da utiču visina košenja biljaka i dužina seckanja silaže. Podaci iz (tabele 2) pokazuju da se povećanjem visine košenja sa 10 na 20 cm uticalo na visinu dobijenih prinosa, pri čemu su dobijeni prinosi manji za 3 t. Sa druge strane postignut je bolji kvalitet dobijene silaže. Značajno je istaći da veći sadržaj skroba u silaži povoljno utiče na njenu ukupnu hranljivu vrednost. Pri čemu se kao krajnji rezultat u ishrani muznih krava povećava dobijena količina mleka za 25 litara po toni suve materije silaže.

Istraživanja pokazuju da sa povećanjem visine košenja kukuruzne silaže do 50 cm od zemljišta, maksimalno se povećava svarljivost silaže, a time i produkcija mleka. U tom slučaju prinos dobijene silo mase bio bi smanjen za 8 t/ha na bazi 30% suve materije. Na farmerima je da sami odluče o visini košenja i dužini seckanja silo mase, pri čemu biraju da li će u proizvodnji ostvariti bolji kvalitet ili kvantitet silaže.

Prema sličnim istraživanjima *Milojević (7)* navodi da gubici koji nastaju pri ubiranju silažnog kukuruza kao posledica povećanja visine reza nisu veliki. Kreću se u granicama od 0,07% do 0,31 % od prinosa. *Tanevski (9)* je u istraživanjima silažnog kombajna Fortshrite-E- 281 C u pripremanju kukuruzne silaže pri brzini kretanja od 3,9-3,96 km/h ustanovio gubitke pri košenju od 0,59-0,61 % od prosečnog prinosa sa povećanjem visine rezanja na 20,8cm.

*Stanimirović (8)* smatra da su gubici nastali zbog povećane visine reza, pri prosečnoj visini reza od 18,57 cm iznosili 1.007 kg/ha, odnosno 3,33% od ukupnog prinosa. Kod visine reza sa 13 na 6 cm gubici su bili 287 kg/ha ili 0,94%. Sa najvećom ostvarenom visinom reza od 21 cm gubitak je iznosio 1.469 kg/ha odnosno 5,15% ukupnog prinosa. Međutim, kvantitativna i kvalitativna analiza pojedinih delova i cele biljke ispitivanih hibrida kukuruza ukazuje da donji deo biljke do 20 cm visine u voštanoj zrelosti sadrži 82,33-82,34% vode. Od cele biljke kukuruza u tom delu ima najviše celuloza, najmanje hranljivih materija, što ukazuje da se realni gubici mogu najbolje sagledati u metaboličkoj energiji. *Ištvan (2)* ističe da donji delovi kukuruzne biljke između 4-5 internodijenemaju skoro nikakvu hranljivu vrednost, jer sadrže 40% celuloze i 13-17% lignina. Sadržaj vode u ovom delu stabljike je preko 80%. Radi toga autor zaključuje da je silažni kukuruz potrebno kositi na većoj visini čak i do 30 cm.

U našim ispitivanjima presudan je bio kvalitet tako da je prosečna visina rezanja iznosil 24,94 cm, a maksimalna do 30 cm.

Dužina seckanja silaže je vrlo važan tehnološki faktor koji utiče na kvalitet silaže. Sitnije iseckana masa se bolje sabija prilikom siliranja, manje zauzima prostora u silo objektu, lakše izuzima, transportuje i raspodeljuje u jaslama. Poznato je da su kod krupno seckane silaže cele biljke kukuruza veći ostaci u jaslama zbog mogućnosti biranja kvalitetnijih delova. Sitno seckanu silažu krave konzumiraju u većim količinama, smanjuju se gubici u jaslama, a sama proizvedena silaža je kompaktnija i kvalitetnija.

*Johns et all (4)* su u spremanju silaže hibridnog kukuruza 3845 i Quanta sa kombajnom John Deere 5830 odredili vreme početka žetve u zavisnosti od zrelosti zrna. Početak žetve kada je mlečna linija zrna između 1/3 i 2/3 celog zrna pri dužini seckanja mase od 6,4 mm dao je kvalitetnu silažu, jer je svarljivih proteina bilo 62% .

Kombajn je u toku ispitivanja radio kvalitetno, ujednačeno seckao masu do 10 mm sa razbijenim zrnom i kočankom. Dužu masu uglavnom čine lakši delovi biljke kukuruza pre svega lišća, koje kombajn nije mogao da isecka zbog prisustva velikog procenta suve materije čak 40%.

Podaci u (tabeli 3) pokazuju da je za pripremanje kukuruzne silaže na površini od 66,88 ha, za žetvu, transport i gaženje mase utrošeno ukupno 6.690 l goriva, tako da je potrošnja bila oko 100 l po hektaru. Za transport mase korišćeni su: 3 sopstvena traktora MTZ i 4 iznajmljena traktora. Uslužni traktori su dnevno dobijali za transport silaže po 25 l goriva. Ukupno su transportovali 437.220 kg silaže i potrošili 805 l goriva, što znači da je sa 1,0 l goriva transportovano 543,13 kg mase. Sopstveni traktori sa farme transportovali su ukupno 994.490 kg silomase, pri čemu su utrošili 2.139 l goriva, pa je sa 1,0 l goriva transportovano je 464,93 kg kukuruzne silaže.

Samohodni kombajni Zmaj-350 i Zmaj-351 potrošili su u 2.776 l goriva za žetvu 66,88 ha silaže, što po jednom hektaru iznosi 41,51 l. Cena dobijene silaže pri radu ovih kombajna iznosila je 0,67 din/kg.

Tabela 3. Troškovi siliranja kukuruza

Radna operacija	Utrošak goriva (l)	Vrednost (din) utrošnog goriva	Cena usluga (din)	Ukupna količina silaže(kg)	Cena u RSD po kg silaže
Silirana površina 18,50 ha					
Uslužno kombajniranje John Deere	ulazi u cenu usluge	ulazi u cenu usluge	295.067,50	453.950	0,65
Silirana površina 66,88 ha					
Kombajniranje (Z 350 i Z 351)	2.776	245.676,00	sopstvena sredstva	1.431.710	0,17
Uslužni prevoz	805	71.242,50	65.583,00	437.220	0,31
Sopstveni prevoz	2.139	189.301,50	sopstvena sredstva	994.490	0,19
Ukupni troškovi	5.720	625.341,00	65.583	1.431.710	0,67
Ukupni troškovi gaženja silaže	1.346	119.121,00	310.200,00	1.885.660	0,22
UKUPNO				1.885.660	1,54

Pri radu kombajna John Deere, koji je za ove poslove bio angažovan uslužno, troškovi goriva za kombajniranje i transport bili su uračunati u cenu koja je pre žetve dogovorena i iznosila je 0,65 din/kg. Ugovorena cena je loše procenjena i pri ovakvim uslugama kombajn može zaraditi više ali ukoliko bi se i po ovoj ceni angažovao veći broj dana i na većoj površini cena bi bila opravdana u ukupnoj siliranoj i transportovanoj masi. Ukupni troškovi siliranja pri radu obe grupe kombajna iznosili su 1,54 dinara po kilogramu silaže.

Silažni kombajni John Deere vlasništvo porodične farme Mitrović u toku kampanje pripremanja silaže bili su angažovani u širem predelu Zapadne Srbije. Za potrebe sopstvene farme na kojoj gaje muzne krave silirali su 14 ha, što je bilo sasvim dovoljno za ishranu 27 krava muzara i ostalog stočnog fonda koji poseduju. Pored pripreme silaže na sopstvenom imanju kombajni su uslužno radili u spremanju silaže i na drugim porodičnim farmama ukupno su požnjeli oko 200 ha. Najviše je urađeno na farmi Šarulja u Ravnom Gaju. Silažni kombajn je za nepunih 16 dana požnjeo 108 ha silaže od cele biljke kukuruza, sa prosečnim prinosom mase od 24,20 t/ha. Pri kombajniranju ove površine pod silažnim kukuruzom, kombajn je potrošio ukupno 3.320 l dizel goriva, što po hektaru iznosi 30,74 l. Sezonski učinak kombajna bi bio i veći da površine pod kukuruzom na ovoj farmi nisu usitnjene i udaljene jedne od drugih, pa je dosta vremena izgubljeno pri transportu i okretanju na uvratinama.

Kombajn John Deere 5820 pored rada na pripremanju silaže od cele biljke kukuruza korišćen je i pri spremanju silaže od graška i ovsu na površini od 20 ha na komercijalnoj farmi Pantocomerce iz Čačka.

Prilikom nabavke polovnih kombajna iz inostranstva sumnja se u njihovu ispravnost, kvalitet i pouzdanost u radu, a kao problem javlja se i nabavka rezervnih delova. U našem slučaju kombajn je kvalitetno i pouzdano radio bez većih kvarova. Manji kvarovi su se pojavljivali u toku rada ali otklanjani su vrlo brzo, uz nabavku domaćih rezervnih delova (od drugih taktora, kombajna itd.), koji su u potpunosti ili uz malu doradu odgovarali i ugrađivani.

#### 4. ZAKLJUČAK

U Srbiji se od ukupno zasejanih površina pod kukuruzom samo oko 5 % koristi za pripremu silaže, bez obzira što je poznato da je to jedno od najjeftinijih hraniva za ishranu domaćih životinja. Opremljenost porodičnih farmi tehnikom za ubiranje kukuruzne silaže često je niskom nivou, pa je to jedan od razloga.

Snabdevenost porodičnih farmi je uglavnom bila sa jednodrednim i dvorednim kombajnima, a nedostajali su samohodni visokoproduktivni kombajni. Poslednjih godina pojedine porodične farme uspele su da kupe nove kombajne, ali je veći broj farmi uspeo da uveze polovne kombajne iz inostranstva koji su tamo bili rashodovani. Takava dva samohodna silažna kombajna John Deere 5820 i John Deere 5720 nabavili su i vlasnici porodične farme Braća Mitrović. U sezoni spremanja silaže od cele biljke kukuruza u 2009. godini u širem predelu Zapadne Srbije ovi kombajni su ukupno požnjeli oko 200 ha. Na sopstvenoj farmi silaža je pripremljena na površini od oko 14 ha. Uslužno na komercionalnoj farmi Pantacomece požnjeveno je 20 ha. Na farmi Šarulja u Ravnom Gaju spremljeno je čak 108 ha kukuruzne silaže za 16 dana. U proizvodnim uslovima rada kombajn John Deere 5820 je ostvario prosečni dnevni učinak 7,25 ha. Pri prosečnoj brzini rada od 3,52 km/h kombajn je postigao propusnu moć od 30,89 t/h, a pri maksimalnoj brzini od 4,5 km/h ostvario je produktivnost od 37,40 t/h. Kombajn je pouzdano i kvalitetno radio iseckana masa je bila dobro usitnjena i ujednačena, a zrno razbijeno, pa je dobijena silaža bila zadovoljavajućeg kvaliteta.

#### LITERATURA

- [1] Gašparac, J. (1984): Rezultati ispitivanja samohodnog krmnog kombajna Agrostroj Toron SPS-35. Agrotehničar br.1, Zagreb.
- [2] Ištvan, P. (1974): Upotreba koncentrovane silaže u tovu goveda. Dokumentacija za tehnologiju i tehniku u poljoprivredi br. 5-6. Beograd
- [3] Jačinac, B., Koprivica, R. Stanimirović, N., Marić, S. (2006): Istraživanja kombajna Fortschritt E-280 u kombajniranju silažnog kukuruza. Traktori i pogonske mašine vol. 11 No 3/4 p. 37-40. Novi Sad
- [4] Jonhson L.M., Harrison, J.H., Davidson, D., Robutti, J.L., Swift, M., Mahanna, W.C., Shinnors, K. (2002): Corn Silage Management I: Effects of Hybrid, Maturity and Mechanical Processing on Chemical and Physical Characteristics, Journal of Dairy Science, Vol.85 No.4 833-853.
- [5] Koljajić, V., Milojević, B., Šutić Marija Šutić, Milošević, P. (1976): Kvalitet silaže zelenog kukuruza u zavisnosti od količine unete zemlje pri siliranju. Savremena poljoprivreda br. 3-4, XXIV, str. 87-93, Novi Sad.

- [6] Lulo, M., Popović, I. (1968): Eksploataciona svojstva krmnog kombajna New Holand 818. Poljoprivredni pregled XVI, br.11-12. Sarajevo.
- [7] Milojević, B. (1980): Najprikladnija linija mašina za ubiranje silažnog kukuruza na krupnim gazdinstvima. Doktorska disertacija. Novi Sad.
- [8] Stanimirović, N., Koprivica, R., Veljković Biljana, Topisirović, G. (2008): Kvalitet rada silažnog kombajna Fortshritte – 281. Poljoprivredna tehnika, godina XXXIII, broj 3 strana 11-17. Beograd
- [9] Tanevski, D. (1986): Proučavanje na radobitne efekti i potrošivačka na energija na linijata mašini za pribiranje, transport i podgotvuvavanje na kabasta hrana za goveda. Doktorska disertacija. Skopje.
- [10] <http://srbija.pioneer.com>

Rad je deo istraživanja na projektu TR 20012 *Primena i razvoj savremenih tehničko-tehnoloških sistema smeštaja, ishrane, izdubavanja i muže krava u cilju povećanja proizvodnje mleka visokog kvaliteta*, 2008-2011, finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

#### **PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THE JOHN DEERE 5820 HARVESTER USED FOR PREPARING MAIZE SILAGE FOR DAIRY CATTLE ON FAMILY FARMS**

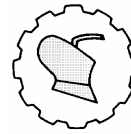
**Koprivica Ranko<sup>1</sup>, Veljkovic Biljana<sup>1</sup>, Stanimirovic Nebojsa<sup>2</sup>, Topisirovic Goran<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Faculty of Agronomy, Čačak; <sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Kosovska Mitrovica-Zubin Potok; <sup>3</sup>Faculty of Agriculture Belgrade-Zemun*

**Abstract:** The research was conducted on commercial family farms in the region of Western Serbia. The objective of this study was to evaluate the performance characteristics and operating reliability of the used/old self-propelled John Deere 5820 harvester owned by the Mitrovic Brothers family farm. The harvester was used for preparing ZP-735 hybrid maize silage, with the average maize yield and forage moisture being 24.35 t/ha and 60%, respectively. Under operating conditions, at the lowest operating speed of 2.99 km/ha, the harvester had a harvesting capacity of 28.55 t/ha. With an increase in operating speed to 4.5 km/ha, the harvesting performance was raised to 37.40 t/h. During the season, the harvester ensiled 125 ha at an average daily efficiency of 7.25 ha. The harvester operated in a high-quality and reliable manner without any major breakdown, which suggested that used harvesters, if properly maintained, can exhibit good operational efficiency. Ensiling costs at the test field on the commercial farm were 1.54 diners per kilogram.

**Key words:** *maize silage, forage harvester, harvesting performance*





UDK: 633.31

## PRIMENA GRAVITACIONOG STOLA U DORADI SEMENSKE LUCERKE

Dragoslav Đokić<sup>1</sup>, Milan Đević<sup>2</sup>, Rade Stanisavljević<sup>1</sup>, Dragan Terzić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut za krmno bilje - Kruševac

<sup>2</sup> Poljoprivredni fakultet - Beograd

**Sadržaj:** Procesom dorade semenske lucerke iz naturalnog semena sa primesama uklanjaju se sva zrna stranih primesa i razne nečistoće i izdvaja čisto zrno osnovne kulture koje se priprema u što povoljnije stanje za sejalicu i kvalitetnu setvu, klijanje i nicanje. Gubici semena lucerke u procesu dorade zavise od vrste i količine korova i ostalih nečistoća, organskog i neorganskog porekla prisutnih u naturalnom semenu.

U radu je data analiza efikasnosti pri doradi naturalnog semena lucerke dve različite čistoće (B1, B2) dorađene na istom sistemu mašina za doradu u okviru koga je korišćen gravitacioni sto Oliver - 240. Kao relevantni parametri koji definišu efekte dorade semena lucerke bili su: čisto seme (%), seme korova i seme drugih kultura (%), inertne materije (%), količina dorađenog semena (kg), vreme dorade semena (h), utrošak aktivne električne energije (kWh) i reaktivne električne energije (kVArh), randman dorade (%) i gubici semena (%).

**Ključne reči:** dorada, seme, lucerka, sistem mašina, gravitacioni sto, čistoća, inertne materije, aktivna električna energija, reaktivna električna energija, randman, gubici.

### 1. UVOD

Lucerka (*Medicago sativa* L.) je u Srbiji zbog visine prinosa i kvaliteta krme najznačajnija višegodišnja, višeatkosna krmna leguminoza. U 2007 godini lucerka je poželjevena na površini od 186.268 ha [11].

Osim gajenja za krmu lucerka se koristi i za proizvodnju semena koje ima visoku cenu i predstavlja veoma značajnu robu kako na domaćem tako i na stranom tržištu [5]. Fizičke i biološke osobine semena lucerke omogućuju lako transportovanje semena iz regiona u region, tako da ono može biti predmet trgovine [7].

Proces dorade semena lucerke (*Medicago Sativa* L.) se izvodi na više mašina i uređaja za doradu, što podrazumeva niz različitih postupaka u zavisnosti od ulazne čistoće semena. Ukoliko se ne primene adekvatne mašine za doradu i odgovarajuća tehnologija dorade ovakav način rada može imati za posledicu veći utrošak vremena i energije za doradu i povećanje gubitaka semena.

Zakon o semenu propisuje uslove i način proizvodnje semena, dorade i stavljanje u promet [2]. Ovaj zakon je usklađen sa pravilnikom međunarodnog udruženja za ispitivanje semena [4]. Kvalitet doradenog semena lucerke mora da odgovara zakonski propisanim normama za semenski materijal. Prema normama kvaliteta minimalna čistoća semena lucerke je 95%, dozvoljeno je do 2% drugih vrsta, i do 0,5% korova (bez karantinskih korova), sa 70% klijavosti i 13% vlage zrna [6]. U semenu lucerke ne smeju da budu prisutni karantinski korov kao što su vilina kosica (*Cuscuta spp.*) i štavelj (*Rumex spp.*).

Veoma važan pokazatelj efikasnosti sistema za doradu semena lucerke je razlika između količine čistog semena koja se laboratorijski proceni i stvarne količine dobijenog semena na kraju procesa dorade pri čemu ona mora da bude što manja [3].

Krajnji cilj dorade semena je da se dobije najveći procenat čistog semena sa maksimalnim genetskim potencijalom, što se odražava na procentualni vek trajanja semena [1]. Cilj istraživanja je bio da se ustanove relevantni parametri prilikom dorade semena iz dve partije različite početne čistoće doradene na istom sistemu mašina i da se na osnovu dobijenih rezultata ustanovi kolika je efikasnost primenjenog sistema za doradu za određenu čistoću semena.

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanja su obavljena u doradnom centru Instituta za krmno bilje iz Kruševca. Prilikom procesa dorade korišćen je sistem mašina za doradu koji se sastojao od sledećih mašina i uređaja: prijemni koš sa trakastim transporterom, trakasti transporteri, zavojni transporter, kofičasti elevatori [9], mašina za grubo i fino čišćenje i trijera [8] danskih proizvođača Damas i Kongskilde, gravitacioni separator Oliver – 240 (sl. 1) i mašina za magnetno čišćenje nemačkog proizvođača Emceka Gompper.

Na sistemu mašina za doradu semena lucerke, u tri ponavljanja doradivano je seme čistoće B1 od 59% i seme B2 sa znatno većom čistoćom od 85,43%. Količina semena za ispitivanje je iznosila 300 kg, odnosno 900 kg za svaku čistoću semena za sva tri ponavljanja, dok je ukupna količina semena za obe čistoće iznosila 1800 kg.

Za svako ponavljanje za obe čistoće semena mereni su sledeći parametri: čisto seme (%), seme drugih kultura (%), inertne materije (%), seme korova (%), količina doradenog semena (kg), vreme dorade semena (h), utrošak aktivne električne energije (kWh) i reaktivne električne energije (kVARh), randman dorade (%) i gubici semena na mašinama za doradu (%).

Merenje mase semena za uzorke vršilo se na električnoj preciznoj vagi CASBEE, dok je određivanje mase većih količina doradenog semena dobijenih na kraju radnog procesa vršeno mehaničkom vagom proizvođača "Libela" mernog opsega od 5 do 200 kg.

Očitavanje utroška električne energije se vršilo na višefunkcijskom digitalnom indirektnom trofaznom brojilu DMG2 koje je namenjeno za indirektno merenje aktivne i reaktivne energije, maksimalne srednje snage, pamćenje njihovih vrednosti u zadatim vremenskim trenucima i registrovanje 15 - minutnih profila snage u industriji.

Analiza sadržaja primesa u semenu obavljala se u laboratoriji pri čemu se koristilo uveličavajuće staklo sa osvetljenjem, dok se hronometrisanje vremena rada obavljalo štopericom.



Slika 1. Gravitacioni separator – OLIVER 240 (Emceka Gompper)

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Posle prvog prolaska kroz sistem mašina seme čistoće B1 je sa prosečne čistoće od 59% povećalo čistoću na 91,17%, odnosno za 32,17% (tabela 1). Drugih vrsta u uzorku semena nije bilo, dok je sadržaj inertnih materija iznosio 8,83% i sačinjavale su ga šturo zrno i žetveni ostaci. Korovi su u prvom prolazu odstranjeni i samo je registrovano prisustvo semena kamilice (*Matricaria chamomilla* sp.). Seme se posle prvog prolaska kroz sistem mašina usmerava sa trijera u veliki koš, a zatim se iz njega pretače u džambo vreće iz kojih se seme ponovo vraća u prijemni koš, odakle se preko kofičastih elevatora i skretnice direktno usmerava na gravitacioni sto na dalju doradu.

Na gravitacionom stolu [10] doradom se dobijaju tri frakcije semena i to: dobro seme koje ide na dalju doradu na trifolin, seme koje sa otpadom sa drugih mašina iz sistema ide ponovo na još jednu doradu i otpad sa velikom količinom korova i nečistoća koji se ponovo ne dorađuje.

Kvalitet semena lucerke iz dobre frakcije posle dorade na gravitacionom stolu je u okviru zakonskih normi. I pored visoke čistoće semena lucerke od 95,17%, bez korova, posle dorade na gravitacionom stolu u cilju preventivnog odstranjivanja eventualnih korova ovo seme se dorađuje na trifolinu. Seme se sa gravitacionog stola direktno sipa na horizontalni trakasti transporter ispod donjih cilindara trijera i kofičastim elevatorom transportuje u koš iznad mešaone trifolin mašine. Dorađeno seme je bez korova sa 97,73% čistog semena, dok ostatak od 2,27% čini šturo zrno. Drugih vrsta i korova nije bilo u analiziranim uzorcima.

Iz semena dorađenog iz otpada dobijenog sa mašine za fino čišćenje, sa donjih cilindara trijera i sa gravitacionog stola na standardni način dorade koji se koristi u doradnom centru nije dobijeno seme odgovarajućeg kvaliteta po zakonskim normama (čistoća mu je <95%), tako da se ovo dobijeno seme ne računa u ukupno dobijenu količinu semena na kraju dorade.

Tab. 1. Dorada semena čistoće B1

Struktura semena	Procentualni udeo	Vrsta korova
Čistoća naturalnog semena B1 (uzorak iz prijemnog koša)		
Čisto seme	59	crvena detelina ( <i>Trifolium pratense</i> L.) u
Druge vrste	0	tragovima
Inertne materije	39,3	mahune, šturo zrno, žetveni ostaci
Korov	1,7	<i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Amaranthus retroflexus</i> L., <i>Daucus carota</i> L., 4 <i>Cuscuta</i> spp. u 5 g
Čistoća semena B1 posle prolaska kroz mašine (uzorak iz velikog koša)		
Čisto seme	91,17	
Druge vrste	0	
Inertne materije	8,83	šturo zrno, žetveni ostaci
Korov	0	<i>Matricaria chamomilla</i> sp.
Čistoća semena B1 posle dorade na gravitacionom stolu (uzorak iz džaka)		
Čisto seme	95,17	
Druge vrste	0	
Inertne materije	4,83	
Korov	0	šturo zrno
Čistoća semena B1 posle prvog prolaska kroz trifolin (uzorak iz džaka)		
Čisto seme	97,73	
Druge vrste	0	
Inertne materije	2,27	
Korov	0	šturo zrno

Seme čistoće B2 nakon prvog prolaska kroz sistem mašina je sa prosečne čistoće od 85,43% povećalo čistoću na 92,53% odnosno za 7,1%. Sadržaj inertnih materija u vidu šturog zrna posle dorade prosečno je iznosio 7,47%. U prosečnom uzorku od 5 g bili su zastupljeni karantinski korovi vilina kosica (*Cuscuta* spp.) i štafelj (*Rumex* spp.) sa po 5 zrna (tabela 2).

Kod dorade semena čistoće B2 zbog visoke početne čistoće naturalnog semena tehnološki proces dorade je modifikovan u odnosu na doradu semena čistoće B1, odnosno promenjen je tok semena kroz sistem mašina. Posle prvog prolaska semena kroz sistem mašina za doradu analizom uzorka ustanovljena je čistoća semena od 92,53% pri čemu je seme direktno usmereno u koš iznad mešaone trifolina.

Seme koje je doradeno posle prvog prolaska kroz trifolin je čistoće koja je po zakonski propisanim normativima za seme lucerke. Čistoća semena je iznosila 95,53%, a inertnih materija u vidu šturog i oštećenog zrna je bilo 4,2%. U uzorku od 50 g analizom su pronađena 3 zrna karantinskog korova štafelje (*Rumex* spp.) što je po zakonu za semenski materijal lucerke u dozvoljenim granicama.

Otpad sa fine mašine i sa donjih cilindara trijera iz semena čistoće B2 se posle prvog prolaska kroz sistem mašina za doradu sakupljao, a zatim doradivao na gravitacionom stolu. Podaci o kvalitetu semena doradivanog iz otpada semena B2 na sistemu mašina dati su u tabeli 3.

Tab. 2. Dorada semena čistoće B2

Struktura semena	Procentualni udeo	Vrsta korova
Čistoća naturalnog semena B2 (uzorak iz prijemnog koša)		
Čisto seme	85,43	šturo zrno, žetveni ostaci
Druge vrste	0	<i>Amaranthus retroflexus</i> L, <i>Daucus carota</i> , 3
Inertne materije	13,4	<i>Cuscuta spp.</i> u 5 g, 6 <i>Rumex spp.</i> u 5 g, <i>Lolium</i>
Korov	1,17	<i>perenne</i> L.
Čistoća semena B2 posle prolaska kroz mašine (uzorak iz velikog koša)		
Čisto seme	92,53	
Druge vrste	0	
Inertne materije	7,47	šturo zrno
Korov	0	5 <i>Rumex spp.</i> u 5 g, 5 <i>Cuscuta spp.</i> u 5 g
Čistoća semena B2 posle prvog prolaska kroz trifolin (uzorak iz džaka)		
Čisto seme	95,53	
Druge vrste	0	
Inertne materije	4,47	šturo zrno, oštećeno zrno
Korov	0	4 <i>Rumex spp.</i> u 50 g

Otpad se sastojao od 60% čistog semena i 40% inertnih materija u obliku šturog zrna. Analizom uzorka od 5 g utvrđeno je prisustvo 4 zrna semena korova viline kosice (*Cuscuta spp.*). Posle dorade semena na gravitacionom stolu dobijeno je prosečno 93,33% čistog semena, sa 6,67% šturog zrna. U uzorku od 5g pronađena su i 2 zrna viline kosice (*Cuscuta spp.*).

Posle dorade otpada na gravitacionom stolu dobijeno je seme koje je lošeg kvaliteta i seme koje je visoke čistoće. Dobro seme se posle dorade na gravitacionom stolu sipalo na horizontalni trakasti transporter ispod donjih cilindara trijera i kofičastim elevatorom transportovalo u koš iznad mešaone trifolin mašine, dok seme lošeg kvaliteta ide u otpad i ne doraduje se, jer u sebi ima veliku količinu šturog zrna.

Tab. 3. Dorada semena B3 iz otpada

Struktura semena	Procentualni udeo	Vrsta korova
Čistoća semena B3 iz otpada (uzorak iz prijemnog koša)		
Čisto seme	60	
Druge vrste	0	
Inertne materije	40	šturo zrno
Korov	0	4 <i>Cuscuta spp.</i> u 5 g
Čistoća semena B3 iz otpada posle dorade na gravitacionom stolu (uzorak iz koša mešaone)		
Čisto seme	93,33	
Druge vrste	0	
Inertne materije	6,67	šturo zrno
Korov	0	2 <i>Cuscuta spp.</i> u 5 g
Čistoća semena B3 iz otpada posle prvog prolaska kroz trifolina (uzorak iz džaka)		
Čisto seme	96,67	
Druge vrste	0	
Inertne materije	3,3	šturo zrno
Korov	0	4 <i>Rumex spp.</i> u 50 g

Nakon dorade na trifolinu analizirani uzorak se sastojao od 96,67% čistog semena i 3,3% šturog zrna. Od semena korova analizom je utvrđeno prisustvo 4 zrna karantinskog korova štavelja (*Rumex spp*) u 50 g, što je u dozvoljenim granicama.

U tabeli 4 su dati podaci prosečnih vrednosti svih parametara dobijenih ispitivanjem u procesu dorade semena lucerke čistoće B1 i B2 u doradnom centru Instituta za krmno bilje u Kruševcu.

Analizirajući podatke iz tabele 4 dobijenih prilikom procesa dorade semena lucerke dve različite čistoće uočava se da se vreme dorade kod semena obe čistoće neznatno razlikuje, kao i utrošak reaktivne električne energije.

Tab.4. Vreme dorade, utrošak električne energije, metalnog praha i vode, količina doradenog semena, randman dorade i gubici semena lucerke čistoće B1 i B2, pri doradi na mašinu za doradu

Čistoća semena	Vreme dorade (min)	Utrošak el. energije		Utrošak		Količina semena (kg)			Randman dorade (%)	Gubici semena (%)
		Aktivne (kWh)	Reaktivne (kVARh)	Met. prah (kg)	Voda (l)	Sa dorade	Iz otpada	Σ		
B1	125	49,13	67,57	0,8	2,1	132	-	132	44,0	25,43
B2	126,7	59,7	68,97	1,2	3,3	222	15,33	237,3	79,1	7,41

Utrošak aktivne električne energije kod semena čistoće B2 u odnosu na seme B1 je veći za 10,57 kWh ili za 21,27%, kao i utrošak metalnog praha na magnetnoj mašini za 0,4 kg i vode za 1,2 l. Ukupno dobijena količina semena na kraju dorade iz semena čistoće B2 u odnosu na seme čistoće B1 je veća za 105,3 kg ili za 79,77%. Randman dorade semena čistoće B2 od 79,1% uz gubitke semena na mašinama od 7,41% predstavlja veoma dobro iskorišćenje semena za razliku od semena čistoće B1 koje je imalo znatno lošije iskorišćenje i velike gubitke u procesu dorade, što je posledica velikog procenta nečistoća u naturalnom semenu koje su iznosile skoro 40%.

#### 4. ZAKLJUČAK

Za doradu naturalnog semena lucerke čistoće B1 sa 59% čistog semena i sa velikom količinom inertnih materija od 39,4% u vidu mahuna, šturog zrna i žetvenih ostataka, sa malim procentom karantinskih korova viline kosice (*Cuscuta spp.*) primenom gravitacionog stola posle prvog prolaska semena kroz sistem mašina nisu postignuti očekivani rezultati. Doradom semena lucerke iz frakcije sa čistim semenom sa gravitacionog stola na trifolin mašini dobijeno je kvalitetno seme visokog kvaliteta od 97,73%. Iz otpada sa fine mašine, donjih cilindara trijera i gravitacionog stola koje u sebi nije imalo veliku količinu štetnih korove, ali je imalo veliku količinu šturog zrna nije dobijeno čisto seme tako da je randman dorade bio nizak i iznosio je 44% sa velikim gubicima zrna na mašinama od 25,435%.

Kod dorade semena B2 sa većom početnom čistoćom semena od 85,43%, pri prvom prolasku semena kroz sistem mašina čistoća se povećala na 92,53% sa 7,47% inertnih materija u vidu šturog zrna. Zbog visoke čistoće ovo seme se posle prvog prolaska kroz sistem mašina direktno doradivalo na trifolin mašini. Otpad iz semena čistoće B2 sa fine mašine i sa donjih cilindara trijera se posle prvog prolaska kroz sistem mašina za doradu

sakupljao i dorađivao na gravitacionom stolu. Na taj način se vreme za doradu i utrošak električne energije znatno smanjuje, jer gravitacioni sto ima veliki kapacitet. Veći utrošak aktivne električne energije od 10,57 kWh kod dorade semena čistoće B2 u odnosu na seme čistoće B1 je nastao prilikom prolaska semena B2 kroz sistem za doradu prvi put. Ovaj prolazak je znatno duže s obzirom da naturalno seme sa većim procentom čistog semena kroz sistem prolazi sporije. Seme sa nižom čistoćom je prvi put prolazilo kroz sistem mašina brže u odnosu na seme sa većom količinom čistog semena, jer inertne materije u semenu lucerke ne predstavljaju veći problem prilikom procesa dorade i zasun na prijemnom košu kojim se kontroliše protok mase je više otvoren.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su doradom semena veće početne čistoće B2 u odnosu na seme sa nižom početnom čistoćom B1 uz primenu gravitacionog separatora postignuti znatno bolji rezultati kod semena sa većom početnom čistoćom.

### LITERATURA

- [1] Copeland O. Lawrence, McDonald Miller (2004): Seed Drying. Seed Science and Technology, Norwell, Massachusetts, p. 268– 276.
- [2] Glasnik Republike Srbije br. 45, (2005).
- [3] Đokić, D., Đević M., Stanisavljević R., Terzić D., Cvetković M., (2008): Uticaj čistoće naturalnog semena lucerke na randman dorade. Poljoprivredna tehnika. Godina XXXIII. Broj 3. Poljoprivredni fakultet – Institut za poljoprivrednu tehniku, Beograd – Zemun, str. 1 – 9.
- [4] ISTA (1999): International Rules for Seed Testing 1999. Seed Sci & Technol., 27, Supplement, p.1 – 333.
- [5] Mišković B. (1986): Krmno bilje. Naučna knjiga, Beograd, str. 1 - 503.
- [6] Službeni list SFRJ br. 47, (1987).
- [7] Smith L. D. (1988): The Seed Industry. In: Hanson A. A., Barnes D. K., and Hill R. R. Jr. (eds.) Alfalfa and Alfalfa Improvement, Agronomy Monograph № 29, ASA, CSSA, SSSA, Medison, Wisconsin, USA, p. 1029 – 1036.
- [8] <http://www.damas.com/>
- [9] <http://www.kongskilde.com/Grain/>
- [10] <http://www.olivermfgco.thomasregister.com>
- [11] <http://www.webrzs.statserb.sr.gov.yu/axd/en/kontakt.htm>

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekti:

1. "Unapređenje i očuvanje poljoprivrednih resursa u funkciji racionalnog korišćenja energije i kvaliteta poljoprivrede" evidencioni broj TR 20076, od 25. 06. 2008.
2. "Unapređenje genetičkog potencijala krmnih biljaka i tehnologija prouzvodnje i iskorišćavanja stočne hrane u funkciji razvoja stočarstva", 20048 (2008 - 2011).

## THE APPLICATION OF GRAVITY TABLE FOR ALFALFA SEED PROCESSING

Dragoslav Djokić<sup>1</sup>, Milan Djević<sup>2</sup>, Rade Stanisavljević<sup>1</sup>, Dragan Terzić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute for Forage Crops - Kruševac*

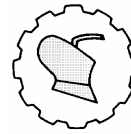
<sup>2</sup> *Faculty of Agriculture - Beograd*

**Abstract:** Processing alfalfa seed from natural sources with admixture, grains of other species and various impurities are removed and clear grain of the basic culture is obtained. Grain of the basic culture is prepared for sowing machine and quality planting, germination and sprouting. Alfalfa seed losses during the processing depend on quantity and type of weed and other impurities of organic and inorganic origin present in the naturalized seed.

In this paper is given the analyses of the efficiency during natural alfalfa seed processing of two different purities (B1, B2), processed on the same equipment that involves gravity table Oliver - 240. As the relevant parameters that define the effects of alfalfa seed were: clear grain (%), weed and other cultures seed (%), inert matter (%), quantity of processed seed (kg), time of seed processing (h), active (kWh) and reactive (kVArh) current consumption, processing output (%), and seed losses (%).

**Keywords:** *processing, seed, alfalfa, equipment, gravity table, purity, inert matter, active current energy, reactive current energy, output, loses.*





UDK: 631.344

## ENERGETSKA EFIKASNOST PROIZVODNJE PARADAJZA NA OTVORENOM I U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA RAZLIČITE KONSTRUKCIJE

Đević Milan, Dimitrijević Aleksandra

*Poljoprivredni fakultet, Beograd*  
*mdjevic@agrif.bg.ac.rs; saskad@agrif.bg.ac.rs*

**Sadržaj:** Obzirom na intenzivnost korišćenja paradajza u ljutoj ishrani, za proizvođače je od izuzetnog značaja energetska, ekonomska i ekološka efikasnost proizvodnje. Obzirom da se paradajz gaji kako na otvorenom tako i u objektima zaštićenog prostora cilj istraživanja je bio analiza proizvodnje na otvorenom polju i u objektima zaštićenog prostora tunel i blok tipa sa aspekta potrošnje energije i energetske efikasnosti. Objekat tunel tipa dimenzija je 5 x 20 m i pokriven je dvostrukom 180 $\mu$ m PE UV IR folijom. Blok objekat je sa dva broda, dimenzija 21 x 250 m pokriven dvostrukom PE UV IR folijom. Rezultati ukazuju da se niža potrošnja energije po jedinici površine može očekivati na otvorenom, a da se, kada su objekti zaštićenog prostora u pitanju niža potrošnja energije može očekivati kod objekata veće specifične zapremine tj. objekata blok tipa.

**Ključne reči:** paradajz, otvoreno polje, plastenici, energetska efikasnost.

### 1. UVOD

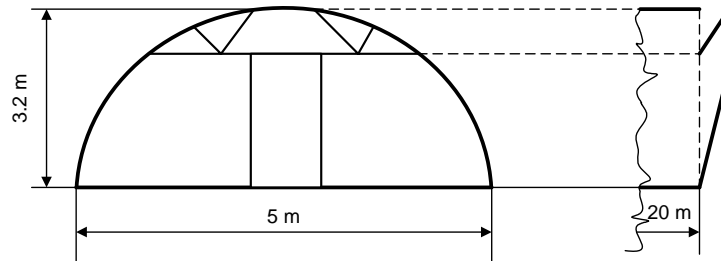
Paradajz je jedna od najčešće korišćeni povrtarskih kultura u ljudskoj ishrani kako u svežem tako i u konzervisanom stanju. Ima visoku energetska vrednost i bogat je mineralima i vitaminima. U Svetu se gaji na oko 2,5 miliona hektara a u Srbiji na oko 20 000 hektara (Ilin et al, 2003) sa prosečnim prinosom od 8,3 t/ha. Gaji se kako na otvorenom polju tako i u objektima zaštićenog prostora. Kada je reč o proizvodnji u zaštićenom prostoru, paradajz se u Srbiji uglavnom proizvodi u objektima bez grejanja (Lazić i Ilin, 1999) koji omogućavaju dve, najviše tri nedelje ranije pristizanje u odnosu na proizvodnju na otvorenom polju. Ukoliko se paradajz gaji u objektima sa sistemom za grejanje, ubiranje može početi već u aprilu (Hanan, 1998, Momirović, 2003). Razlozi zašto se paradajz kod nas ređe gaji u zagrevanim objektima mogu biti visoka potrošnja energije (Brkić i Škrbić, 1999), visoke investicije u sistem za zagrevanje i investicije u visokoprinodne sorte.

Cilj ovog rada je analiza strukture utrošene energije u proizvodnji paradajza na otvorenom polju i u objektima zaštićenog prostora tunel i blok tipa kako bi se utvrdilo da

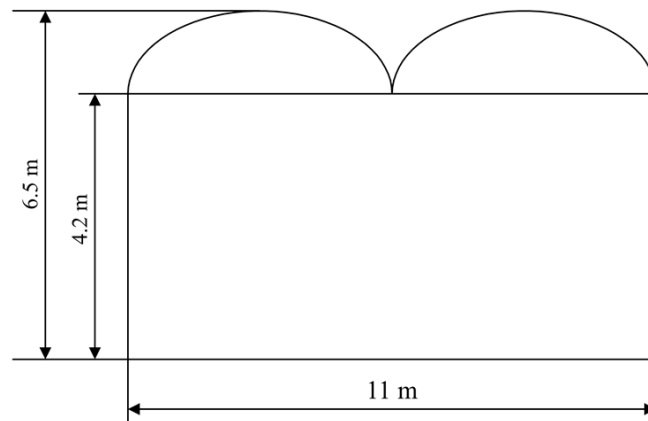
li je proizvodnja u zaštićenom prostoru energetski opravdana i da li postoje razlike u količini i strukturi utrošene energije kod objekata zaštićenog prostora različite konstrukcije.

## 2. MATERIJAL I METOD

Proizvodnja paradajza je praćena na otvorenom polju i u objektima zaštićenog prostora tunel i blok tipa. Objekat tunel tipa (Sl. 1.) podrazumevao je visoki tunel dimenzija 8 x 25 m prekriven dvostrukom PE folijom debljine 180  $\mu\text{m}$  sa dodatkom UV stabilizatora i IC blokirajućih elemenata. Blok objekat je podrazumevao dvobrodni plastenik pokriven dvostrukom folijom, širine 21 m i dužine 250 m. Unutrašnja folija plastenika (Sl. 2) je bila debljine 50  $\mu\text{m}$  dok je spoljašnja bila debljine 180  $\mu\text{m}$ . Specifična zapremina visokog tunela iznosila je 16,08  $\text{m}^3/\text{m}$  a blok objekta 104,81  $\text{m}^3/\text{m}$ .



Sl. 1. Tunel plastenik



Sl. 2 Blok objekat

Ekspерiment je izveden na privatnom imanju Slaviše Kovačevića, 130 km južno od Beograda i na imanju Žužulj Koste u Pančevu. Proizvodnja paradajza je ocenjena na osnovu potrošnje energije, energetskog odnosa i energetske produktivnosti.

Metod koji je korišćen prilikom analize (Storck, 1978, Ortiz-Cañavate, Hernanz, 1999, Djevic, Dimitrijevic, 2009, Hatirli et al, 2006, Ozkan et al, 2007, Dimitrijević i Đević, 2009) podrazumeva analizu energetske inputa (definisane direktnih i indirektnih energetske inputa), potrošnje energije za dati tehnološko-tehnički sistem proizvodnje i analizu energetske efikasnosti. Kao parametar koji opisuje konstrukciju uzeta je zapremina objekta po dužnom metru, [m<sup>3</sup>/m] koja adekvatno prikazuje razlike u konstrukciji tunela i blok objekta.

Energetski input je dobijen množenjem utrošenog materijala i ljudskog rada sa pripadajućim energetske ekvivalentom (Enoch, 1978).

Proizvodnja paradajza je praćena od sadnje paradajza na stalno mesto, do ubiranja. Na otvorenom polju bilo je 204 sadnice, u tunelu 400 dok je u blok plasteniku posađeno 14463 biljke. Paradajz je, i na otvorenom polju i u objektima, gajen u zemljištu pokrivenom malč folijom debljine 25 µm. Proizvodna tehnologija je podrazumevala pripremu zemljišta, aplikaciju hraniva pred sadnju i tokom vegetacije, aplikaciju fungicida i pesticida i uobičajene mere nege u vidu vezivanja paradajza, zalamanja zaperaka i navodnjavanja.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Količine utrošenog materijala i ljudskog rada kao i njihova energetska vrednost, prikazane su u tabelama 1 i 2. Na osnovu energetske inputa i proizvodne površine izračunata je i specifična potrošnja energije.

Tab. 1. Potrošnja energije u proizvodnji paradajza na otvorenom polju

Energetski input	Količina	Utrošak energije (MJ)	Udeo %
Gorivo (l)	1	47,8	4,77
Tehnički sistemi (h)	0,18	2,35	0,23
Hraniva (kg)			
Azot	3,75	295,13	29,43
Fosfor	9,3	161,82	16,14
Kalijum	14,1	193,17	19,27
Voda (l)	10080	90,72	9,05
Ljudski rad (h)	108	211,68	21,11
Ukupna potrošnja energije (MJ)		954,87	100
Specifična potrošnja energije (MJ/m <sup>2</sup> )		15,91	

Parametar koji se može iskoristiti za upoređenje ova dva tehnološko-tehnička sistema gajenja, je specifična potrošnja energije po jedinici površine. Ovaj parametar je pokazao različite vrednosti u sva tri slučaja. Najniža vrednost zabeležena je u proizvodnji na otvorenom polju, 15,91 MJ/m<sup>2</sup> dok je najviša vrednost zabeležena u slučaju proizvodnje paradajza u objektu tunel tipa, 24,12 MJ/m<sup>2</sup>. Ukoliko se ove vrednosti uporede dolazi se do zaključka da je, sa aspekta potrošnje energije po jedinici površine, u poređenju sa proizvodnjom na otvorenom, proizvodnja u zaštićenom prostoru zahtevnija i to u slučaju blok objekta 33,19% viša a u slučaju proizvodnje u visokom tunelu čak 51,6% intenzivnija.

Tako bi se, pored proizvodnje na otvorenom, proizvođačima mogla preporučiti i proizvodnja u zaštićenom prostoru ali veće specifične zapremine.

Tab. 2. Potrošnja energije u proizvodnji paradajza u objektu zaštićenog prostora

Energetski input	Tunel objekat			Blok plastenik		
	Količina	Utrošak energije (MJ)	Udeo %	Količina	Utrošak energije (MJ)	Udeo %
Gorivo (l)	3	143,4	5,95	70	3346	3,01
Slama (kg)				1050	17293,5	15,55
Tehnički sistemi (h)	0,17	2,22	0,09	5,2	67,91	0,06
Hraniva (kg)						
Azot	19,26	1515,76	62,84	625,23	49205,6	44,23
Fosfor	8,75	152,25	6,31	327,75	5702,85	5,13
Kalijum	22,75	311,67	12,92	817,4	11198,38	10,07
Pesticidi (kg)	0,02	3,98	0,17	0,58	115,42	0,1
Fungicidi (kg)	0,203	18,68	0,77	3,26	299,92	0,27
Voda (l)	1032	9,29	0,39	1445400	13008,6	11,69
Ljudski rad (h)	130	254,8	10,56	5616	11007,36	9,89
Ukupna potrošnja energije (MJ)		2412,05	100		111245,50	100
Specifična potrošnja energije (MJ/m <sup>2</sup> )		24,12			21,19	

Iz strukture utrošene energije u proizvodnji paradajza na otvorenom (Tab. 1) može se videti da veći udeo u ukupno utrošenoj energiji ima indirektno utrošena energija, čak 95,23%. U proizvodnji u tunelu (Tab. 2) indirektni energetski inputi učestvuju sa 94,05% dok učešće indirektnih energetskih inputa u blok plasteniku, obzirom na korišćenje slame za održavanje povoljne strukture zemljišta, nešto niže (81,45%). Razlog za niže učešće direktnih energetskih inputa može biti činjenica da objekti nisu zagrevani (Babić et al, 2003). Ovakva struktura utrošene energije proizilazi is veoma intenzivnog uloženog ljudskog rada, i, shodno prinosu, intenzivnoj proizvodnji paradajza u plasteniku u odnosu na otvoreno polje.

U sva tri slučaja najintenzivniji utrošak energije je bio putem hraniva. U proizvodnji na otvorenom hraniva su učestvovala sa 64,84% u ukupnom energetskom bilansu. U tunelu i blok objektu njihovo učešće je iznosilo 82,07% i 59,43% redom. Ostali energetski inputi su pokazali različite vrednosti u sva tri slučaja. U proizvodnji na otvorenom, nakon hraniva, najveći udeo u utrošenoj energiji imaju ljudski rad, 21,11% i voda sa 9,05%. Udeo ostalih energetskih inputa je manji od 1%. U objektu tunel tipa, nakon hraniva, najintenzivniji utrošak energije je preko ljudskog rada (10,56%). Učešće ostalih energetskih inputa je manje od 1%. U blok plasteniku se, takođe, uočava intenzivnija potrošnja energije putem vode za navodnjavanje (11,69%) i putem ljudskog rada (9,89%).

Energetski output (Tab. 3) je određen na osnovu prinosa i energetske vrednosti paradajza. Najviši specifični energetski output ostvaren je u proizvodnji paradajza u plasteniku i to blok tipa (19,02 MJ/m<sup>2</sup>) a najniži na otvorenom polju (13,6 MJ/m<sup>2</sup>). U

poređenju sa blok objektom u proizvodnji na otvorenom ostvaren je 28,5%, odnosno u tunelu 15,88% niži energetske output po jedinici površine.

Tab. 3. Prinos paradajza i energetske output

	Prinos (kg)	Energetske output (MJ)	Specifični energetske output (MJ/m <sup>2</sup> )
Otvoreno polje	1020	816	13,6
Tunel	2000	1600	16
Dvobrodni platenik	124848	99878,4	19,02

Viši energetske output je dobijen u slučaju proizvodnje paradajza u zaštićenom prostoru, kao što se i očekivalo. Na otvorenom polju prinos paradajza je bio 17 kg/m<sup>2</sup> dok je u tunelu prinos iznosio 20 kg/m<sup>2</sup>. U blok plateniku zabeležen je prinos od 23,78 kg/m<sup>2</sup>. Razlog višem energetske outputu u objektima zaštićenog prostora mogu biti uniformniji mikroklimatskim proizvodnim uslovima u poređenju sa klimatskim uslovima na otvorenom (Janić et al, 2005). U julu i avgustu zabeležene više dnevne temperature i viši nivo sunčevog zračenja koji su više oštetile usev napolju nego u objektu.

Na osnovu energetske inputa i ostvarenog energetske outputa određeni su osnovni energetske parametri (Tab. 4). Može se primetiti da se dobijene vrednosti razlikuju u zavisnosti od tehnološko-tehničkog sistema proizvodnje.

Tab. 4. Parametri za energetske analizu

Energetske parametar	Otvoreno polje	Tunel	Dvobrodni platenik
Energetske input / kg proizvoda (MJ/kg)	0,98	1,21	0,89
Energetske odnos	0,81	0,66	0,9
Energetske produktivnost (kg/MJ)	1,02	0,83	1,12

Ukoliko se uporede vrednosti energetske inputa uloženog po kilogramu proizvoda može se videti da je najviše energije potrebno uložiti u proizvodnju u tunelu, zatim na otvorenom polju a najmanje u proizvodnji u blok plateniku. U proizvodnji na otvorenom potrebno je, po jedinici prinosa, uložiti 10% više energije nego u proizvodnji na otvorenom. U tom smislu je i tunel 36% zahtevniji.

Vrednosti dobijene za energetske odnos se takođe razlikuju. Najviša vrednost je zabeležena u proizvodnji u blok plateniku dok je najniži energetske odnos dobijen u slučaju proizvodnje u objektu tunel tipa. Ove vrednosti se mogu uporediti sa rezultatima dobijenim u Turskoj (Hatirli et al, 2006) gde se navodi da ove vrednosti variraju od 0,7 do 2,3 u zavisnosti od veličine proizvodne površine.

Ako se analizira energetske produktivnost, može se videti da je ona najviša u slučaju proizvodnje u blok plateniku. Ukoliko se uporede vrednosti dobije se da je proizvodnja paradajza na 26% manje energetske produktivna u poređenju sa blok platenikom dok ta vrednost za proizvodnju na otvorenom iznosi 9%

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da, ukoliko se posmatra potrošnja energije po jedinici površine, proizvodnja na otvorenom polju i dalje

predstavlja manje intenzivan vid proizvodnje paradajza u uslovima rane njivske proizvodnje. Kada se posmatra ostvareni prinos na otvorenom i u objektima zaštićenog prostora, može se zaključiti da objekti zaštićenog prostora pružaju određenu zaštitu od sunčevog zračenja i umanjuju temperaturna kolebanja, stvarajući time uniformnije i pogodnije uslove za rast, razviće i plodonošenje biljaka. Dobijeni energetske parametri ukazuju da viši prinosi ostvareni u objektima zaštićenog prostora ne mogu uvek da dovedu i do povoljnog stepena iskorišćenja energije i nižeg specifičnog energetskog inputa po kilogramu proizvoda. Kod objekta tunel tipa se pokazalo da ostvareni prinos od 20 kg/m<sup>2</sup> nije dovoljan za ostvarivanje povoljnijeg specifičnog energetskog inputa. Sa druge strane, za blok objekat se može reći da su proizvodnja i potrošnja energije bolje izbalansirani. Blok je pokazao i najviši energetske output koji je bio dovoljan da se opravda visoka potrošnja energije i time dođe do nižeg specifičnog utroška energije po kilogramu proizvoda kao i boljeg stepena iskorišćenja energije.

Dalja istraživanja po ovoj tematici bi trebalo da obuhvate energetske efikasnost proizvodnje paradajza i ostalih, za region značajnih povrtarskih kultura, u više različitih tipova konstrukcija objekata zaštićenog prostora u različitim sezonama gajenja.

#### 4. ZAKLJUČAK

Paradajz je veoma značajna povrtarska kultura u ljudskoj ishrani. Može se gajiti kako na otvorenom polju tako i u objektima zaštićenog prostora. Cilj rada je bila analiza potrošnje energije u povrtarskoj proizvodnji na otvorenom polju i u objektima zaštićenog prostora.

Na osnovu potrošnje energije i energetskog outputa, utvrđeni energetske parametri ukazuju da je specifična potrošnja energije po jedinici površine niža na otvorenom polju u poređenju sa objektima zaštićenog prostora. Struktura utrošene energije ukazuje da 80 do 90% ukupne utrošene energije čini indirektno utrošena energija i to putem hraniva, vode i ljudskog rada. Rezultati ukazuju i na to da je utrošak energije po jedinici proizvodnje niži u objektima zaštićenog prostora u poređenju sa proizvodnjom na otvorenom polju. Proizvodnja u zaštićenom prostoru se pokazala i kao energetske produktivnija.

#### LITERATURA

- [1] Babić, M. i Babić Ljiljana. 2003. Proizvodnja u zaštićenom prostoru na bazi biomase kao energenta, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 29 (3):97-105
- [2] Badger P. C. 1999. Solid Fuels, In *CIGR Handbook*, vol. 3. p. 248-288.
- [3] Brkić, M. i Škrbić, N. 1999. Zagervanje plastenika i staklenika, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 25 (3):102-111
- [4] Dimitrijević M., Đević M., Boretos M., Miodragović R. 1999. Design and Control Systems in Greenhouses, In *Technique Towards the 3<sup>rd</sup> Milenium*; Haifa, Israel,
- [5] Dimitrijević Aleksandra i Đević, M. 2005. Potrošnja energije i energetske efikasnost proizvodnje u kontrolisanim uslovima, In *III nučno-stručni skup "Klimatizacija, grejanje, hlađenje i ventilacija"*, Zlatibor
- [6] Dimitrijević, Aleksandra i Đević, M. 2007. Potrošnja energije u objektima zaštićenog prostora, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 33 (3-4):179-186

- [7] Djevic, M., Dimitrijevic, A., 2009. Energy consumption for different greenhouse construction. *Energy*, 34, No. 9: 1325-1331
- [8] Enoch H.Z. 1978. A theory for optimalization of primary production in protected cultivation, I, Influence of aerial environment upon primary plant production, *Acta Hort.* 76:31-44.
- [9] Hanan, J.J. 1998. *Greenhouses. Advanced Technology for Protected Cultivation*, CRC Press.
- [10] Hatirli, S. A., Ozkan B., Fert C. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production, *Renewable Energy*. 31:427-438
- [11] Ilin, Ž., Marković, V., Mišković, A., Vujsinović, V. 2003. Proizvodnja rasada paradajza, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 29 (3):69-75
- [12] Janić, T. Brkić, M., Bajkin, A. 2005. Proračun potrebne količine toplotne energije za zagrevanje plastenika od 0,5 ha u realnim uslovima. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 31 (4):181-196
- [13] Lazić Branka i Ilin, Ž. 1999. Stanje i pravci razvoja proizvodnje u zaštićenom prostoru, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 25 (3):91-101
- [14] Momirović, N. 2003. Škola gajenja povrća, Specijalno Izdanje, Poljoprivredni list. p. 50-53.
- [15] Nelson, P. 2003. *Greenhouse Operation and Management*, 6<sup>th</sup> edition. 2003.
- [16] Ortiz-Cañavate J., Hernanz J.L. 1999. Energy Analysis and Saving in Energy for Biological Systems, In *CIGR Handbook*, vol. 3. p.13-37.
- [17] Ozkan B., Fert C., Karadeniz F. 2007. Energy and cost analysis for greenhouse and open-filed grape production, *Energy*. 32: 1500-1504.
- [18] Storck, H. 1978. Towards an Economic of Energy in Horticulture, *Acta Hort.* 76:15-30.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, Republike Srbije, Projekat "Unapređenje i očuvanje poljoprivrednih resursa u funkciji racionalnog korišćenja energije i kvaliteta poljoprivredne proizvodnje", evidencionog broja TR-20076, od 25.06.2008.

## ENERGY EFFICIENCY OF THE OPEN FILED AND GREENHOUSE TOMATO PRODUCTION

**Djević Milan, Dimitrijević Aleksandra**

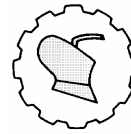
*Faculty of Agriculture, Belgrade, mdjevic@agrif.bg.ac.rs; saskad@agrif.bg.ac.rs*

**Abstract:** The aim of this paper is to analyze energy patterns in open and greenhouse tomato production, since tomato is very important vegetable in human nutrition with tendency to be used whole year. The greenhouses used were one tunnel structure, covered with double PE folia, 5 x 20 m and one gutter-connected double PE covered structure 21m wide and 250m long. The results obtained lead to the conclusion that lower specific energy per production surface can be expected in conditions of the open filed and that, regarding the greenhouses lower value for energy consumption can be expected in case of multi-span greenhouses.

**Key words:** *tomato, open filed, greenhouse, energy efficiency.*







UDK: 626.843

## ENERGETSKI I DISTRIBUCIONI PARAMETRI LINEARNOG SISTEMA NAVODNJAVANJA

**Rajko Miodragović, Dragan Petrović, Zoran Mileusnić, Milan Đević**

*Institut za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun*

**Sadržaj:** Rad predstavlja sintezu višegodišnjih istraživanja navodnjavanja kišenjem mobilnim linearnim uređajem nekih ratarskih i povrtarskih useva. Program istraživanja je obuhvatio analizu parametara koji utiču na ravnomernost navodnjavanja mobilnog linearnog sistema. Cilj istraživanja je utvrđivanje energetske parametara, pokazatelja kvaliteta rada i njihovog uticaja na ravnomernost navodnjavanja prema zadatoj normi.

**Ključne reči:** navodnjavanje, linearni mobilni uređaj, potrošnja energije, ravnomernost.

### 1. UVOD

Značaj navodnjavanja proističe iz uloge vode kao vegetacionog faktora za biljku i njenu životnu sredinu, jer je voda izvor života i uslov njegovog opstanka. Privredna svrha navodnjavanja sastoji se u povećanju poljoprivredne proizvodnje na postojećim površinama pri najmanjim proizvodnim troškovima, dovođenjem u skladan odnos mnogobrojnih činilaca od kojih zavisi prinos useva.

Intenzivna biljna proizvodnja nije moguća bez navodnjavanja. Uz neka otvorena pitanja iz obrade zemljišta i primene hemijskih sredstava u našim uslovima postaje i osnovna determinanta savremene biljne proizvodnje. U svetskim razmerama, u 1975 godini oko 16,60% od ukupno obradivih površina je bila navodnjavana a oko 30-40% svetske proizvodnje hrane je ostvarivano upravo na ovim površinama. Obim navodnjavanih površina se povećava i to, u proseku, po stopi od  $10^7$  (ha) godišnje. Do 2010 godine to će značiti punih  $6 \cdot 10^8$  (ha) pod navodnjavanjem. Kod nas obim navodnjavanih površina niz godina stagnira na oko 2% obradivih površina. Potrebna intenzifikacija biljne proizvodnje u sklopu niza mera i postupaka zahteva povećanje fizičkog obima navodnjavanih površina. Metoda prinudnog navodnjavanja (pod pritiskom) dominira i u našim proizvodnim uslovima, ispoljavajući se uglavnom u vidu kišenja. Uticaj navodnjavanja na zemljište odražava se na privremene ili trajne promene njegovih svojstava. Posledice mogu biti pozitivne ili negativne, u zavisnosti od primenjenog načina navodnjavanja. Zemljište treba navodnjavati strogo normiranim količinama vode, ne dozvoljavajući njeno površinsko oticanje i infiltraciju u dublje slojeve ispod aktivnog sloja za rast biljaka.

Prema procenama Republičkog fonda za zemljište od pre pet godina, Srbija raspolaže sa ukupno navodnjavanom površinom od oko 215.000 ha. Od toga preko 50 (%), ili 100.000-120.000 (ha), nalazi se na teritoriji Vojvodine, oko 50.000 (ha) na Kosovu i oko 40.000 (ha) u centralnom delu Srbije. Međutim, u godišnjem proseku, navodnjavanje se odvija se na površini od 75.033 (ha).

*Bošnjak (1999)* u svojim radovima vrši klasifikaciju navodnjavanja na površinsko navodnjavanje potapanjem, prelivanjem, navodnjavanjem iz brazdi, kišenjem, navodnjavanje kap po kap i subirigaciju.

Mnogobrojni primeri iz prakse takođe potvrđuju pozitivan uticaj navodnjavanja. *Vasić i sar. (1995)*, navode primer PIK Bečeja, gde se ostvarene razlike prinosa u navodnjavanim uslovima u odnosu na nenavodnjavane uslove kreću od 25% do 180%.

*Thormann i Sourell (1998)* bave se problematikom navodnjavanja krompira linearnim sistemima, koji su pokazali određene prednosti naročito u slučaju kada se u obzir uzmu energetske uštede u odnosu na druge sisteme navodnjavanja. Sem toga, ovi sistemi se odlikuju smanjenjem ukupnog učešća ljudskog rada potrebnog za njihovo funkcionisanje u odnosu na druge sisteme za navodnjavanje. Linearni sistemi za navodnjavanje su pogodni za površine do 300 ha, a u nemačkim uslovima proizvodnje nisu pogodni za površine manje od 30 ha.

*King i Wall (1966)* proučavaju mrežu kontrole i raspodele vode, kao i prikupljanja relevantnih podataka za primenu sistema koje karakteriše promenljiva količina isporučene vode, na parcelama nepravilnog oblika pod centar-pivot sistemom navodnjavanja.

*Miodragović i sar. (1997)*, na osnovu sopstvenih višegodišnjih istraživanja pokretnih sistema navodnjavanja, određuju eksploatacione parametare ovih sistema i uticaj navodnjavanja na prinos.

Cilj ovog rada je ocena kvaliteta rada linearnog pokretnog sistema navodnjavanja, utvrđivanje odgovarajućih relevantnih energetskih parametara i procena njihovog uticaja na ravnomernost navodnjavanja u odnosu na zadatu normu.

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

Optimalno korišćenje uređaja za navodnjavanje zahteva poznavanje većeg broja uticajnih parametara, koji po svojoj prirodi nisu samo agrotehnički i tehnoeкономski. Da bi se obezbedile potrebne informacije, potrebno je pažljivo pratiti dati tehnički sistem u toku eksploatacije u cilju utvrđivanja pokazatelja radne efektivnosti sistema, potrošnje energije, usklađenosti sistema itd. Time se, uz pokazatelje o prinosu, postavlja osnova za potpunu ocenu uspešnosti (isplativosti) navodnjavanja.

Da bi pružio odgovor na neka pitanja istaknuta u opisu cilja istraživanja, program rada se zasniva na ispitivanju pokretnog linearnog sistema navodnjavanja (lineara) sa gledišta ostvarivanja zadate norme navodnjavanja, ravnomernosti raspodele vodenog taloga i utvrđivanja energetskih parametararada istih.

Polazna pretpostavka je da se pravilnim rasporedom vodenog taloga, prilikom navodnjavanja poljoprivrednih useva, ostvaruje minimalni utrošak energije, povećava prinos gajenih useva, a time se smanjuju i eksploatacioni troškovi sistema.

Norme navodnjavanja i ravnomernost raspodele vodenog taloga su izmerene samobeležecim mehaničkim meračima visine vodenog taloga, tipa Eijkelkamp (slika 1).



Sl. 1. Merač visine vodenog taloga (kišomer)

### Mobilni linearni sistem

Za razliku od centar pivot sistema, koji se obrću oko jedne tačke, mašine sa translatorskim kretanjem (Rendžeri-Rangers) kreću se uzduž navodnjavane površine, paralelno sa kanalom (ili cevovodom) iz kojeg uzimaju vodu (slika 2). Kanal ili cevovod se može nalaziti na ivici ili sredini parcele, pa se govori o bočnom ili centralnom napajanju. Kanal može biti betoniran, obložen plastičnom folijom, ili bez obloge ako to osobine tla dozvoljavaju.



Sl. 2. Prikaz mašine sa linearnim kretanjem

Osnovne tehničke karakteristike mašine sa linearnim kretanjem su:

- tip agregata "Sever-Valmont"-16 kW sa dizel motorom "TAM"-110,4 kW;
- radni upravljački napon 380-110/24 V;
- mašina se kreće duž otvorenog kanala sa vodom;
- mašina je dvokrilna sa centralnim napajanjem dužine 2 x 500 m;
- vođenje mašine je elektromehaničko;
- broj obrtaja dizel pumpnog agregata 2000 o/min;

- protok pumpe 120 l/s;
- pritisak na manometru na početku mašine 2.25 bar;
- pritisak na kraju mašine 1.40 bar;
- pad pritiska kroz cevi mašine 0.85 bar;
- tip prskača "Valley" 20;
- dužina parcele 2800 m.

Duž cele mašine na cevovodu se nalaze prskači (slika 3). Prečnik mlaznice prskača zavisi od njihove udaljenosti od izvora vode. Na krajevima mašine se može nalaziti dalekometni prskač kojim se vrši navodnjavanje po krajevima parcele.



Sl. 3. Prikaz prskača sa regulatorom pritiska

Norma navodnjavanja reguliše se preko "procentalnog programatora" (slika 4), koji određuje brzinu kretanja mašine, odnosno normu navodnjavanja (tabela 1).



Sl. 4. Kontrolna kutija sa "procentualnim programatorom"

Za određivanje željene vrednosti, na koju treba postaviti procentalni programator, odnosno podesiti vreme trajanja jednog prohoda mašine, koristi se i grafička metoda izračunavanja, koja u obzir uzima sledeće parametre:

- protok  $Q$  (l/s);
- površinu parcele  $A$  (ha);
- dnevni talog vode  $N_d$  (mm/dan);

- željeni talog po jednom proходу mašine  $N_p$  (mm/prohod);
- dužina hoda mašine  $L_{pr}$  (m) i
- vrsta pneumatika (standardni ili široki).

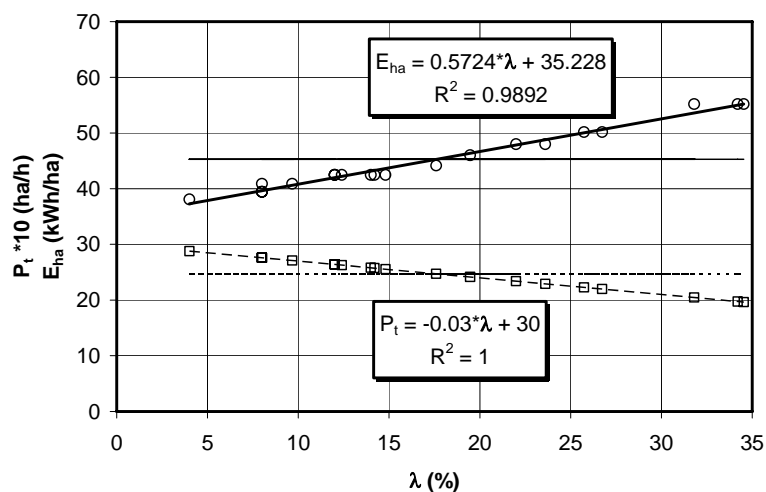
Tab 1. Norma navodnjavanja na "procentualnom programatoru"

Brojna vrednost na programatoru (%)	Vreme trajanja jednog prolaza mašine (h)	Visina vodenog taloga po prolazu mašine (mm)
10	286,30	44,35
20	143,15	22,17
30	95,43	14,78
40	71,57	11,09
50	57,26	8,87
60	47,72	7,39
70	40,90	6,34
80	35,79	5,54
90	31,81	4,93
100	28,63	4,43

Istraživanja, čiji su rezultati prikazani u radu, sprovedena su u u periodu 2003-2005. godine na proizvodnim parcelama PDS "PKB Opovo" i PKB-Beograd.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

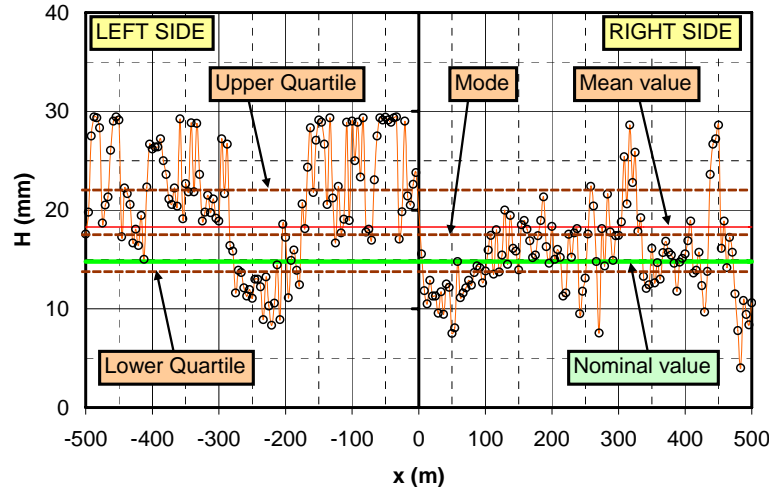
Poljska ispitivanja su obuhvatila eksploataciona praćenja koja su u sebi sadržavala utvrđivanja potrošnja energije i kvalitet rada - ostvarivanje norme navodnjavanja. Sva merenja su pojedinačno predstavljena tabelarno i grafički.



Sl.5. Energetski pokazatelji rada mobilnog linearnog sistema

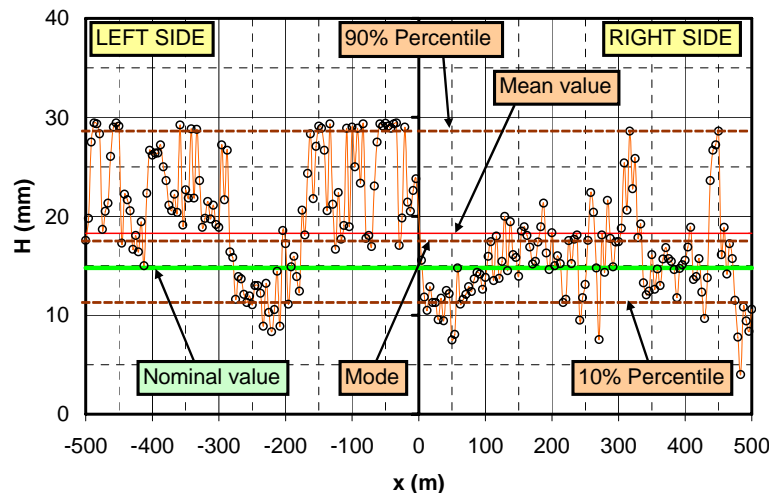
Na slici 5. je prikazana potrošnja energije mobilnog linearnog sistema. Srednja vrednost potrošnje energije iznosi 45,28 (kWh/ha), što govori o energetskoj opravdanosti primene ovog

sistema. Maksimalna potrošnja energije dostiže vrednost 55,20 (kWh/ha) što se može obrazložiti visokom vrednosti klizanja, koja je u tom režimu ispitivanja dostigla 34,5 (%).



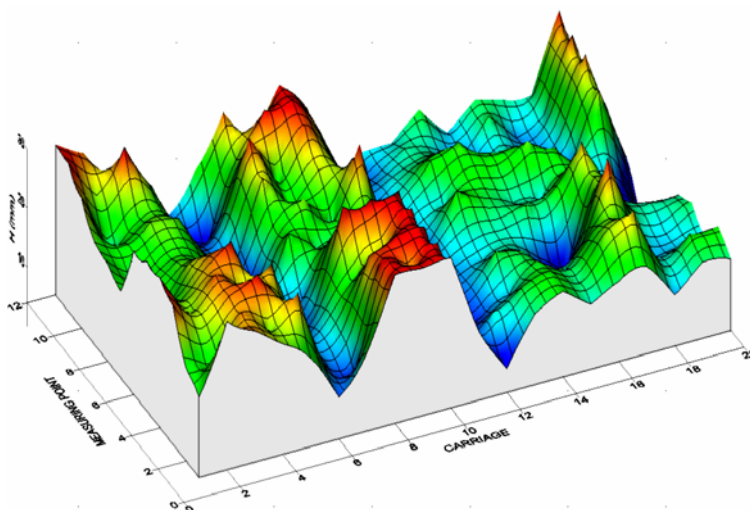
Sl.6. Poprečna raspodela vodenog taloga  $H$  (mm), pri navodnjavanju zemljišta linearnim pokretnim sistemom. Karakteristične veličine: nominalna vrednost, srednja aritmetička vrednost (matematičko očekivanje), donji i gornji kvartil, medijana.

Slika 6 prikazuje raspodelu vode  $H$  u (mm) vodenog taloga. Nominalna vrednost od 14 (mm) je znatno manja od srednje aritmetičke vrednosti jednake 18.27 (mm), što ukazuje na razbacivanje energetske i vodene resurse. Veoma je izražena asimetrija u dostavi vode na levoj i desnoj strani sistema. Čak i na istoj strani sistema, raspodela tečnosti je veoma neravnomerna. Standardna devijacija, kao jedna od mera rasipanja raspodele taloga od srednje vrednosti, računata po celoj širini sistema iznosi 6 (mm) vodenog taloga. To je veoma blisko polovini nominalne vrednosti taloga.



Sl. 7. Percentil 10%, medijana i percentil 90%

Donji (13.75 mm) i gornji kvartil (22.02 mm), slika 6, su izrazito asimetrično pozicionirani ne samo prema nominalnoj vrednosti, nego i u odnosu na medijanu koja uzorak deli na dva dela sa jednakim brojem članova. Isti slučaj je i sa percentilom 10% i percentilom 90%, jednakim 11.28 mm i 28.61 mm, respektivno (slika 7). Unutar intervala ograničenog sa ova dva percentile nalazi se 80% celokupnog uzorka, dok je preostalih 20% merenih vrednosti vodenog taloga H (mm) van njih.



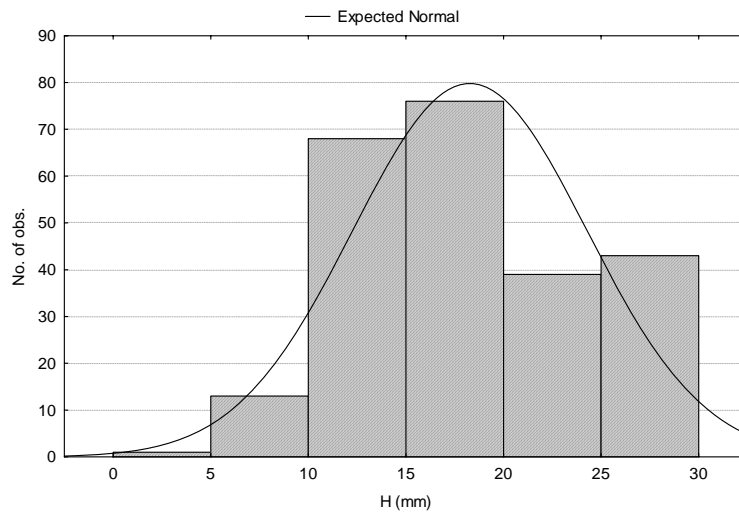
Sl. 8. Raspodela vodenog taloga H (mm) pri navodnjavanju zemljišta linearnim sistemom, po kolicima (CARRIAGE=1,2,...,20) i mernim mestima (MEASURING POINT=1, 2,...,12).

Bolja ilustrativnost efikasnosti testiranog sistema postiže se primenom 3-D dijagrama slika 8. Na slici dominiraju "visoki bregovi" i "duboke kotline", koji u numeričkom smislu predstavljaju vrednosti značajno različite od norme. To jasno ukazuje na nedostatak sistema u pogledu ravnomerne dostave tečnosti zemljištu i naravno zasejanim usevima. Drugim rečima, posmatrani sistem nije bio podešene na zadovoljavajući način.

Tabela 2. Raspodele vodenog taloga – brojne vrednosti

H (mm)	Broj uzoraka	Kumulativni Broj uzoraka	%	Kumulativni %
0.00<H<=5.00	1	1	0.41667	0.4167
5.00<H<=10.00	13	14	5.41667	5.8333
10.00<H<=15.00	68	82	28.33333	34.1667
15.00<H<=20.00	76	158	31.66667	65.8333
20.00<H<=25.00	39	197	16.25000	82.0833
25.00<H<=30.00	43	240	17.91667	100.0000

Tabela 2 i slika 9 prikazuju raspodelu vodenog taloga po klasama i takođe potvrđuju nedovoljnu preciznost sistema u pogledu ravnomernosti dostave vode. Ilustracije radi, može se navesti da se u navedenom eksperimentu visina vodenog taloga kretala u granicama od 4 (mm) do maksimalnih 29.44 (mm). Medijana, kao vrednost koja se po veličini nalazi na sredini uzorka (50% uzoraka ima manju, a 50% veću vrednost od medijane) iznosi 17.50 (mm), što je znatno iznad nominalne vrednosti od 14 (mm).



Sl. 9. Histogram raspodele vodenog taloga

Histogram na slici 9 pokazuje da poprečna raspodela tečnosti ne odstupa preterano od normalne (Gausove), mada je devijacija primetna. To potvrđuju i vrednosti bezdimenzijskih faktora asimetrije (0.36) i zaravnjenosti (2.27). Za normalnu raspodelu, vrednosti istih faktora su 0 i 3, respektivno.

#### 4. ZAKLJUČAK

Mobilni sistemi navodnjavanja kišenjem predstavljaju savremene sisteme za intenzivno navodnjavanje i zahtevaju vrlo stručan, kvalitetan i efikasan rad rukovoca i programera koji izrađuju eksploatacione sezonske programe za njihovo korišćenje.

Rezultati ispitivanja pokazuju da je potrošnja energije testiranog sistema navodnjavanja bila 45,28 (kWh/ha), a ukupno utrošena energija za navodnjavanje jednog hektara navodnjavanih useva 162.87 MJ po jednom navodnjavanju. U proseku, godišnja utrošena energija za navodnjavanje iznosila bi 814.35 MJ.

Generalno gledano, u cilju poboljšavanja rada mobilnih sistema navodnjavanja, treba posvetiti pažnju rešavanju sledećih pitanja:

- u pogledu ravnomernosti rasporeda vodenog taloga i optimalnog utroška vode, posebnu pažnju treba posvetiti održavanju i testiranju prskača, i njihovoj pravovremenoj zameni;



- održavanju mašine jer se zastoji u radu čak i od jednog dana, teško mogu nadoknaditi.

### LITERATURA

- [1] Bošnjak, Đ. (1999): Navodnjavanje poljoprivrednih useva. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- [2] King, B.A., Wall, R.W. (1998): Supervisory control and data acquisition for site-specific center pivot irrigation. Applied Engineering in Agriculture. USA.
- [3] Maletić Radojka (2005): Metodi statističke analize u poljoprivredi i biološkim istraživanjima, Univerzitet Beograd, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd
- [4] Miodragović, R., Đević, M., Mančev, S. (1996): Efekti primene mobilnog uređaja za navodnjavanje u biljnoj proizvodnji. Zbornik radova DPT 1996. Beograd-Zemun
- [5] Miodragović, R. (2009) Optimizacija primene mobilnih sistema navodnjavanja u biljnoj proizvodnji, Doktorska disertacija, Beograd-Zemun.
- [6] Thormann, H.H., Sourell, H. (1998) Irrigation with machines covering a wide area is become ever more wide-spread. Beregnung mit Grossflaachen-Beregnungsmaschinen findet immer mehr Verbreitung. Germany.
- [7] Vasić, G., Kresović B. i Tolimir, M. (1995): Stanje i mogućnosti navodnjavanja u proizvodnji kukuruza. Zbornik radova sa simpozijuma sa međunarodnim učešćem, Oplemenjavanje, proizvodnja i iskorištavanje kukuruza, 177-186, Beograd.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, Republike Srbije, Projekat "Unapređenje i očuvanje poljoprivrednih resursa u funkciji racionalnog korišćenja energije i kvaliteta poljoprivredne proizvodnje", evidencionog broja TP 20076A, od 1.04.2009.

### ENERGY AND DISTRIBUTIONS PARAMETERS OF LINEAR IRRIGATION SYSTEM

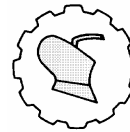
**Rajko Miodragović, Dragan Petrović, Zoran Mileusnić, Milan Đević,**

*Institute of Agricultural Mechanization, Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun*

**Abstract:** The paper is a synthesis of several years long research on rain irrigation with the mobile linear system, in some arable crops and vegetables. The research program included analysis of parameters that influence uniformity of mobile linear irrigation. The main research goal was to define the energetic indicators, as well as indicators of function quality, and their influence on defining of irrigation uniformity according to the predefined irrigation rate.

**Key words:** irrigation, linear, energy consumption, uniformity, irrigation rate.





UDK: 631.3

## DINAMIČKE KARAKTERISTIKE TRAKTORA U FUNKCIJI RADNIH ZADATAKA I ENERGETSKE EFIKASNOSTI

**Rajko Radonjić**

*Mašinski fakultet - Kragujevac  
rradonjic@kg.ac.rs*

**Sadržaj:** Zavisno od poljoprivredne operacije i korišćenih priključnih uređaja traktor obavlja različite zadatke. Pri tome, raspoloživa vučna sila je od najvećeg značaja. U ovom radu razmotreni su uticajni faktori na vučne karakteristike traktora i energetske efikasnosti. Razvijen je jedan prikladan model za analizu parametara snage motora i potrošnje goriva, takođe je formiran simulacioni model i korišćen za istraživanje karakteristika traktora pri nestacionarnom kretanju.

**Ključne reči:** traktor, snaga, gorivo, vučne karakteristike, efikasnost.

### UVOD

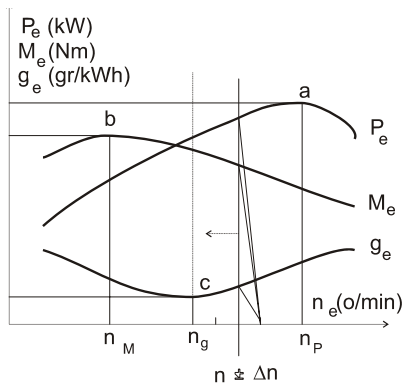
Poljoprivredni traktor je namenjen za obavljanje velikog broja radnih operacija u poljskim uslovima, ali i za transportne zadatke kako u poljskim tako i u drumskim uslovima. Pri radu sa pasivnim priključnim uređajima, bez dopunskog pogona, na primer plugovima, zastupljena je vučna funkcija traktora, dok je kod aktivnih priključnih uređaja, na primer balera, pored vučne zastupljena i pogonska funkcija traktora. U sklopu rešavanja ovih problema definišu se zadaci ocene vučno-brzinskih karakteristika traktora i mogućnosti za njihovo poboljšanje vodeći računa o brojnim uticajima: konstruktivnim parametrima traktora, posebno, pogonskog agregata – motora, interakciji kretača i tla, vrsti radne operacije, konstruktivnim parametrima priključnog uređaja, uslovima rada, obučenosti i iskustvu ljudskog operatora vozača i slično. Dakle, brojni su faktori koji utiču na vučno-brzinske karakteristike traktora, a neki od njih imaju odlike slučajnih funkcija, [1], [2], [3]

U vezu sa vučno-brzinskim karakteristikama traktora dovode se i pitanja produktivnosti rada, ekonomičnosti pogona, energetske efikasnosti, zaštite okruženja, bezbednosti i komfora rada ljudskog faktora – operatora, [4], [5]. Strogi zahtevi u ovom domenu uključeni u pravno-tehničku regulativu imali su pozitivne efekte na razvoj

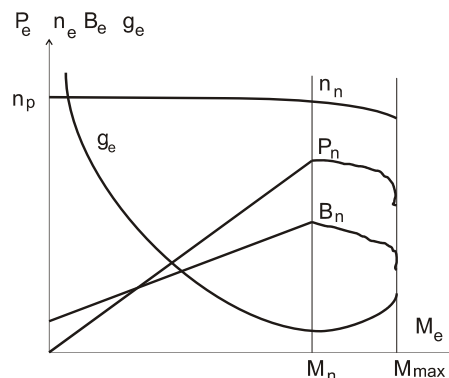
konstrukcije traktora i priključnih uređaja, [6]. Sve ovo dovodi do potrebe da se istražuju nove mogućnosti i metode analize efikasnosti korišćenja nove tehnike, a rezultati takvih analiza postaju baza za njihovu dalju optimizaciju. U ovom smislu su i sprovedena istraživanja prezentirana u narednim poglavljima.

### ANALIZA UTICAJNIH FAKTORA

Na vučno-brzinske dinamičke karakteristike traktora značajan uticaj ispoljavaju parametri i svojstva pogonskog agregata - motora. U ovom smislu ističu se izlazne karakteristike motora sa unutrašnjim sagorevanjem sračunate, odnosno, snimljene na zamajcu motora, kao uzajamne zavisnosti snage,  $P_e$  [kW], i parametara snage, tj., obrtnog momenta,  $M_e$  [Nm], broja obrtaja,  $n_e$  [ $\text{min}^{-1}$ ], kao i pokazatelj ekonomičnosti rada motora, specifična potrošnja goriva,  $g_e$  [gr/kWh]. Na sl. 1 i 2, ilustrovane su dve mogućnosti prikaza ovih zavisnosti, kao brzinska karakteristika motora, na sl. 1, kao regulatorska karakteristika motora na sl. 2.



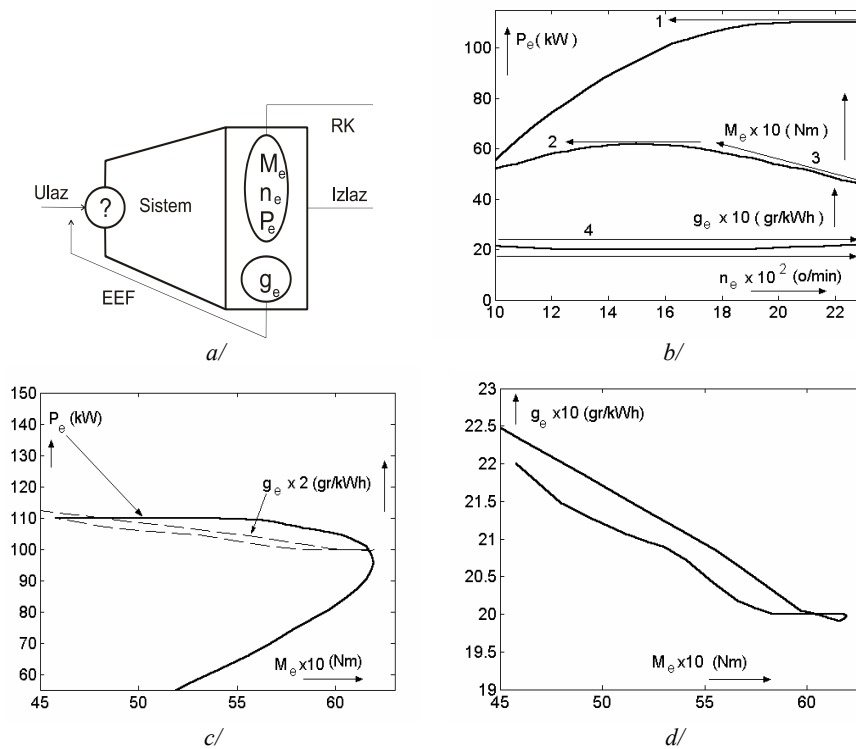
Sl. 1. Brzinska karakteristika motora



Sl. 2. Regulatorska karakteristika motora

Tokovi krivih brzinske karakteristike motora sa unutrašnjim sagorevanjem, na sl. 1, pored ostalog, karakteristične su i po tome, što se tri karakteristična režima rada motora, pri maksimalnoj snazi, tačka  $a$ , pri maksimalnom momentu, tačka  $b$ , pri minimalnoj potrošnji, tačka  $c$ , ostvaruju pri različitim brojevima obrtaja. Ovo je bio i razlog za primenu brojnih tehničkih rešenja regulacionih sistema kao kompromisnog usaglašavanja efekata neprikladnih karakteristika motora SUS, [7]. Jedno od tih rešenja je i primena regulatora rada motora, jednorežimskih, dvorežimskih, sverezimskih. Efekti dejstva regulatora broja obrtaja kolenastig vratila motora i tokovi tako zvane, regulatorske karakteristike, prikazani su upravo na sl. 2, kao zavisnosti, broja obrtaja,  $n_e$ , snage,  $P_e$  časovne,  $B_e$  i specifične,  $g_e$ , potrošnje goriva od obrtnog momenta na zamajcu motora,  $M_e$ . Regulator je projektovan tako da održava rad motora u domenu najmanje specifične potrošnje goriva,  $g_{emin}$ , dakle, pri režimu nominalnih parametara,  $M_n$ ,  $B_n$ ,  $P_n$ ,  $n_n$ . Pri tome, treba istaći da  $P_n$  predstavlja maksimalnu snagu regulatorske karakteristike za dati režim  $M_n \rightarrow g_{emin}$ , ali ne i maksimalnu snagu brzinske karakteristike,  $P_{emax}$ , tačka  $a$ , na sl. 1, pa je  $P_n \leq P_{emax}$ .

U vezi sa grafičkim prikazima uticajnih parametara motora,  $M_e$ ,  $n_e$ ,  $P_e$ , na radne karakteristike traktora, RK, i  $g_e$ ,  $B_e$ , na energetska efikasnost traktora, EEF, prikazali smo i grafičku interpretaciju problema na sl. 3. Naime, za dinamički sistem motora SUS sa izlaznim karakteristikama,  $M_e \rightarrow n_e \rightarrow P_e$ , postavlja se zadatak adekvatnog definisanja i izbora ulaza (?). U ovom smislu se ističe parametar specifične potrošnje goriva,  $g_e$ , koga treba, iz grupe "izlaznih parametara", prevesti na ulaz sistema i uspostaviti relacije, ulaz  $\rightarrow$  izlazi, to jest,  $g_e \rightarrow ((M_e, n_e) \rightarrow P_e)$ , što je u relaciji sa transformacijom energije u motoru SUS: hemijska energija iz određene mase goriva,  $g_e \rightarrow$  u toplotnu, ova  $\rightarrow$  u mehanički rad,  $M_e, n_e \rightarrow P_e$ . Prema tome, snimanjem vremenskih promena, gore navedenih veličina, pri nestacionarnim režimima,  $g_e(t) \rightarrow (M_e(t), n_e(t) \rightarrow P_e(t))$ , formira se baza za identifikaciju dinamičkih karakteristika motora prema gore predloženom algoritmu. Istovremeno, ovaj algoritam pruža mogućnosti za analizu stacionarnih karakteristika motora. Jedan primer je prikazan na sl. 3 b, c, d.



Sl. 3. Grafička interpretacija ulazno-izlaznih karakteristika motora

Poređenjem brzinske karakteristike jednog savremenog traktorskog motora, prikazane na sl. 3b, sa specificiranim domenima, šematski prikazanim na sl. 1, uočavaju se efekti savremene tehnologije aktivne kontrole radnih procesa motora: a/ značajan domen,  $P_{e\max} \approx \text{const}$ , b/ širi domen,  $g_{e\min} \approx \text{const}$ , c/ intenzivan porast,  $M_e \rightarrow M_{e\max}$ , pri porastu opterećenja motora, smanjenja broja obrtaja kolenastog vratila – dakle, povećana

elastičnost rada motora po obrtnom momentu i broju obrtaja. Isticanje ovih svojstava je još adekvatnije na graficima, na sl. 3 c, d, formiranim prema predloženom algoritmu za stacionarne režime rada motora.

U ovom smislu, pri analizi radnih zadataka i energetske efikasnosti poljoprivrednih traktora, kako pri stacionarnim tako i nestacionarnim režimima kretanja, od značaja je raspoloživa baza podataka, način interpretacije i uvođenja pogonskih karakteristika motora u simulacione proračune. Kod klasičnog pristupa proračuna pokazatelja radnih operacija traktora koriste se regulatorske karakteristike motora, za režime kretanja sa konstantnom brzinom, a za transportne zadatke koriste se brzinske karakteristike, pri promenljivim režimima kretanja. Pri tome su uvek aktuelni zahtevi za povećanje dinamičnosti i brzine kretanja traktora u saobraćaju.

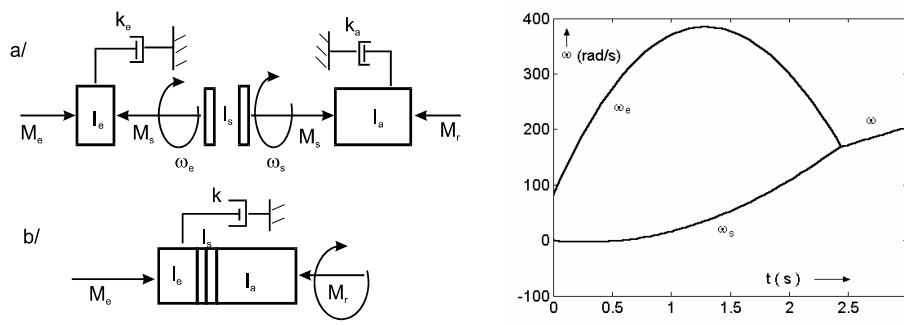
Savremene metode proračuna u relaciji sa korišćenim principima regulacije rada traktorskih agregata i sistema omogućavaju kompleksniji i efikasniji pristup baziran samo na identifikovanim brzinskim karakteristikama kao ulaznim podacima. Jedan primer proračuna promenljivog režima kretanja traktora pri polasku iz mesta i zaletu, sa klasičnom frikcionom spojnicom i stupnjevitim menjačem, prikazan je u narednom poglavlju.

### MODELIRANJE PROCESA POLASKA TRAKTORA

Formirani modeli za istraživanje procesa polaska traktora prikazani su na sl. 4a, za radni režim - klizanje spojnice, sl. 4 b, radni režim -uključena spojnica. Uslovi dinamičke ravnoteže za jedan i drugi slučaj, na osnovu kojih su izvedene odgovarajuće diferencijalne jednačine, prikazani su izrazima (1a) i (1b), uz korišćenje oznaka na sl. 4 a, b, respektivno:

$$I_e^* \frac{d\omega_e}{dt} = M_e - k_e \omega_e - M_s, \quad I_a^* \frac{d\omega_s}{dt} = M_s - k_a \omega_s - M_r \quad (1a)$$

$$(I_e + I_s + I_a) \frac{d\omega}{dt} = M_e - k\omega - M_r \quad (1b)$$



Sl. 4. a,b/ Modeli frikzione spojnice i prenosa snage traktora, c/ tokovi ugaonih brzina

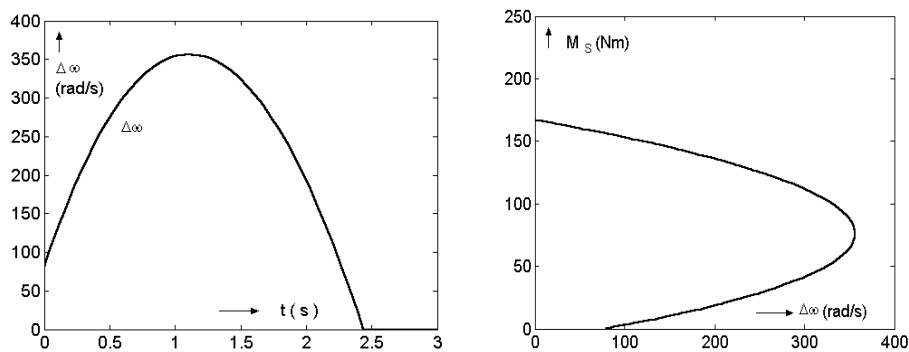
Saglasno blok šemi na sl. 4 a,b, i uvedenim oznakama, rešenja diferencijalnih jednačina (1a), predstavljaju promenljive stanja sistema u fazi klizanja,  $\omega_e$ ,  $\omega_s$ ,  $\omega_e - \omega_s$ . Upravljačke promenljive se formiraju dejstvom vozača na komandu za dovod goriva motoru, koja je u relaciji sa  $M_e(t)$ , i komandu spojnice, koja je u relaciji sa  $M_s(t)$ . Izlazne promenljive,  $v$ ,  $s$ ,  $R_k$ , su u relaciji sa promenljivim stanja:

$$v = k_i \omega_s, \quad dv/dt = k_i (d\omega_s / dt), \quad s = \int_0^{t_0} \omega_s dt, \quad R_k = \int_0^{t_0} M_s (\omega_e - \omega_s) dt \quad (2)$$

a fizički predstavljaju, brzinu, podužno ubrzanje, predjeni put traktora u fazi klizanja  $t_0$ , kao i rad klizanja spojnice, respektivno. Isti mogu poslužiti kao pokazatelji vrednovanja ciklusa uključivanja spojnice sa aspekta zaleta traktora,  $v$ ,  $dv/dt$ ,  $s$ , komfora vožnje,  $dv/dt$ , pouzdanosti i veka elemenata,  $R_k$ .

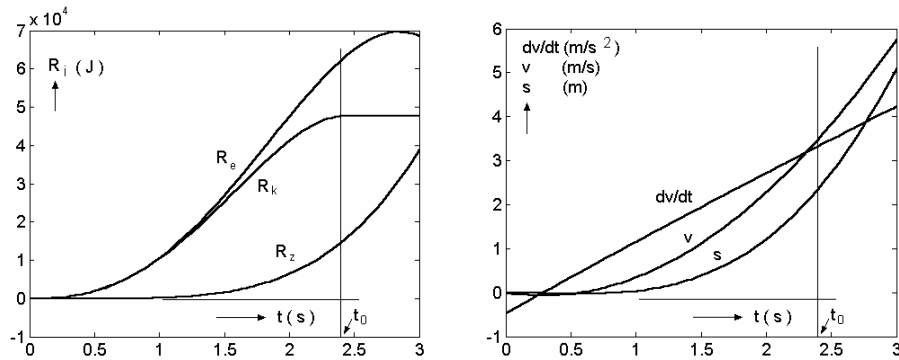
## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Priloženi rezultati na slikama 4 c, 5, 6 i 7, odnose se na simulaciju polaska traktora iz mesta. Ukupna masa traktora 3000kg, međuosno rastojanje 2.2m.

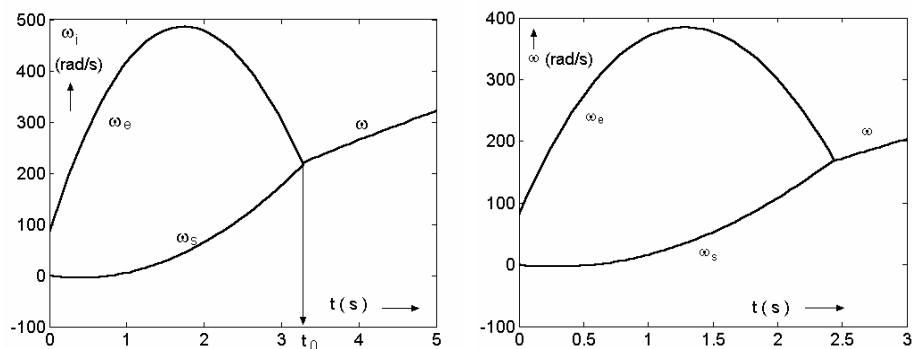


Sl. 5 a/ Brzina klizanja spojnice, b/ moment klizanja spojnice

Za date podatke, tokovi ugaonih brzina pogonskog i vođenog dela, prikazani su na sl. 4c, za radno i referentno stanje. Prema tokovima ovih krivih, to jest, njihovoj zajedničkoj tački, može se odrediti vreme klizanja, iz uslova,  $\omega_e = \omega_s$ , zatim, brzina klizanja,  $\Delta\omega = \omega_e - \omega_s$ , može se takođe, analizirati proces klizanja i zaleta traktora. Grafička zavisnost momenta klizanja od ugaone brzine klizanja,  $M_s = f(\Delta\omega)$ , prikazana je na sl. 5b. Slika 6a prikazuje vremensku raspodelu rada motora  $R_e$ , u fazi klizanja spojnice, na rad klizanja  $R_k$ , najveći deo, i rad zaleta vozila  $R_z$ , znatno manji deo. Na sl. 6b, prikazani su pokazatelji traktora u fazi klizanja, podužno ubrzanje  $dv/dt$ , brzina  $v$ , predjeni put  $s$ . Uticaj brzine, tempa uključivanja spojnice na pokazatelje klizanja, pokazan je na sl. 8. Tokovi krivih na sl. 8 a, odgovaraju 1.5 puta sporijem tempu uključivanja spojnice. Pri ostalim nepromenjenim uslovima i parametrima, povećan je period klizanja sa 2.5s na 3.3s a takođe i ugaona brzina klizanja. Za datu izvedbu klasične spojnice i traktora na tempo uključivanja presudnu ulogu ima vozač.



Sl. 6. Komponente rada  $R_e - R_k, R_z$ ; pokazatelji zaleta  $dv/dt, v, s, u$  fazi klizanja spojnice



Sl. 7. Uticaj tempa uključivanja spojnice na pokazatelje procesa polaska traktora

## ZAKLJUČAK

Poljoprivredni traktor u toku svog radnog veka obavlja različite poljoprivredne operacije i transportne zadatke. Zavisno od konkretnog zadatka i formirane radne konfiguracije, traktor izvršava funkciju vuče i/ili pogona, zavisno od toga da li je spregnut sa pasivnim ili aktivnim priključnim mašinama. Sa ovih aspekata značajne su njegove vučne dinamičke karakteristike, kao i sistem za prenos i razvođenje snage. U pogledu radnih zadataka i energetske efikasnosti traktora ključnu ulogu ima pogonski agregat – motor SUS. Način interpretacije i korišćenja baze podataka karakteristika traktorskih motora u relaciji sa primenom savremenih metoda proračuna su polaz za identifikaciju dinamičkih karakteristika traktora relevantnih za efikasno izvršavanje radnih zadataka i racionalno korišćenje energije.



## LITERATURA

- [1] Sohne W.: Agricultural Engineering and Terramechanics. Journal of Terramechanics, vol. 6, N<sup>o</sup> 4, 1969.
- [2] Roberts M.: MF 8200 tractors: take a CAN bus trip around the big new Masseys, Profi Int.99.
- [3] Kolobov G., Parfenov A.: Tjagovje karakteristiki traktorov. "Mašinstroenije", Moskva, 1972.
- [4] Wong J.: Theory of ground vehicles. John Wiley & Sons, Newyork, 1995.
- [5] Radonjić R.: Razvoj softvera za simuliranje procesa obrade zemljišta. Poljoprivredna tehnika, 3, str. 19-24, 2007.
- [6] Oljača M. i dr.: Tehnička rešenja uređaja i opreme za povećanje sigurnosti rada mobilnih mašina i traktora u poljoprivredi. Poljoprivredna tehnika, br. 1, str. 89-100, 2008.
- [7] Krutov V.: Dvigatelj vnutrenego sgoranija kak regulirzemij objekt. "Mašinstroenie", Moskva, 1978.

## TRACTOR DYNAMICAL CHARACTERISTICS IN RELATION TO WORKING TASKS AND ENERGY EFFICIENCY

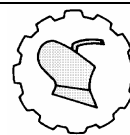
**Rajko Radonjić**

*Mechanical Faculty - Kragujevac  
rradonjic@kg.ac.rs*

**Abstract:** Depending on the agricultural operation and used implements, tractor perform different tasks. Therefore, tractor drawbar pull is of prime importance. In this paper influencing factors on the tractor tractive performance and energy efficiency are considered. An appropriate model to analyse tractor engine power parameters and fuel consumption is developed. Also, a simulation model is formed and used to investigate of the tractor unsteady driving performance.

**Key words:** tractor, power, fuel, tractive performance, efficiency.





UDK: 631.4

## ASPEKTI OBRADE ZEMLJIŠTA U VIŠEGODIŠNJIM ZASADIMA

Milovan Živković<sup>1</sup>, Mirko Urošević<sup>1</sup>, Vaso Komenić<sup>3</sup>  
Dragana Dražić<sup>2</sup>, Dušan Radivojević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun; <sup>2</sup>Istitut za šumarstvo Beograd

<sup>3</sup>Visoka Poljoprivredna škola Šabac

**Sadržaj:** Obrada zemljišta, osnovna i dopunska, u visokointenzivnim voćnjacima, sa ostalim agrotehničkim merama, neposredno utiče na rast i rodnost gajenih voćaka. Navedeni efekti postižu se samo u uslovima pravilne i pravovremene obrade zemljišta.

Iskustava u obradi zemljišta kreću se od vrlo intenzivne do potpunog izostavljanja, što ima za posledicu primenu velikog broja tehničkih rešenja mašina i oruđa. Metod izbora polazi od uzgojnog oblika, međurednog rastojanja biljaka, klime, zemljišta...

Predmet rada je ispitivanje eksplotacionih parametara rotofreze za istovremenu rednu i međurednu obradu marke »Nardi« model ZH/B 145 C. Ispitivani tip mašine je veoma zastupljen u našoj voćarskoj praksi. Na osnovu analize dobijenih rezultata, sadašnjim i potencijalnim korisnicima mašine mogu se predočiti prednosti i nedostaci ove varijante obrade zasada.

Uzgojni oblik koji dozvoljava upotrebu ove mašine, čiji je radni zahvat od 1,45 m, su svi tipovi Palmeta, Vitko vreteno...

Optimizacija složenih sistema značajno ističe i nužnost optimalnog agregata sa aspekta elementarnih eksploatacionih mogućnosti, koje treba posmatrati u interakciji sa finansijskim efektom koji opterećuje proizvodnju u voćnjacima.

**Ključne reči:** traktorsko-mašinski agregat, rotositnilica, dubina rada, brzina kretanja, učinak.

### 1. UVOD

U agrarno razvijenim zemljama savremena tehnologija gajenja višegodišnjih zasada se kreće u dva pravca: sa zatravljivanjem međurednog prostora a obradom rednog prostora – zaštitne zone i obrada cele površine. Ukoliko je zastupljena tehnologija sa zatravljivanjem međurednog prostora neophodna je dovoljna količina vode u zemljištu bilo da se ona obezbeđuje padavinama ili navodnjavanjem. U našim uslovima je više zastupljena tehnologija gajenja sa obradom cele površine.

Iz tih razloga tendencija povećanja rentabilnosti uzgoja višegodišnjih zasada u našim uslovima podrazumeva maksimalni stepen obrade. Pri tome se mora odgovoriti svim standardima kvaliteta obrade zemljišta kao i zadovoljiti svaki ekološki aspekt.

Obrada zemljišta u višegodišnjim zasadima je tehnološki uslovljena većim brojem parametara definisanih karakteristikama višegodišnje biljke kao što je npr. uzgojni oblik zatim osobinama zemljišta, stanjem terena.

Zato mehanička obrada zemljišta a naročito u redu tz. zaštitnoj zoni predstavlja tehnički veoma složen i kompleksan problem, obzirom da se radi o površini zemljišta neposredno uz biljku. Taj porostor čini površina ispod krošnje biljke zbog čega je ograničen pristup oruđa odnosno mašini za obradu.

U našoj voćarsko-vinogradarskoj praksi zastupljena je primena herbicida za uništavanje korovske vegetacije u rednom prostoru. Međutim, treba naglasiti da primena pesticida utiče na zagađenje životne okoline. Pored navedenog herbicidima se samo uništava korovska vegetacija bez obrade zemljišta.

Dosadašnji pokušaji domaće industrije u razvoju i proizvodnji ovih mašina su neuspešni, tako da njihova skromna primena u našoj praksi je ostvarena uvozom nedovoljnog broja inostranih rešenja. Te mašine su još uvek skupe u odnosu na kupovnu moć domaćih uzgajivača višegodišnjih zasada. Sve to upućuje na nužnost većeg angažovanja naučne i stručne javnosti na rešavanju prisutnog problema kako bi se obezbedila konkurentnost domaće proizvodnje na svetskom tržištu.

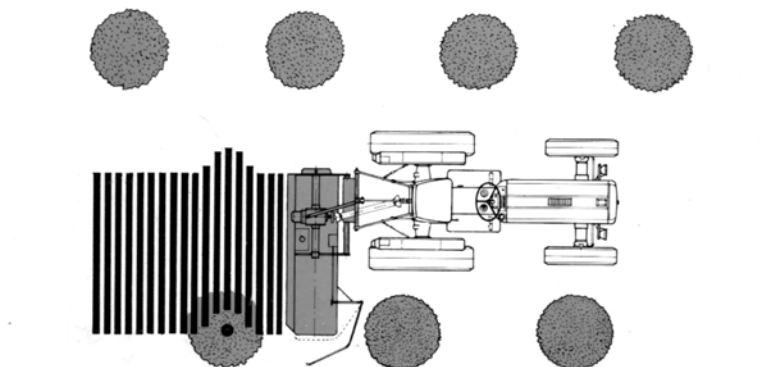
## 2. MATERIJAL I METOD

Saglasno postavljenom cilju predmet praćenja je rotofreza za istovremenu obradu međurednog i rednog prostora marke »Nardi« model ZH/B 145 C u agregatu s traktorima IMT – 539, R – 65 i R – 76 , kao najzastupljenijim traktorima u našoj voćarskoj praksi.



Sl. 1. Izgled rotofreze »Nardi« model ZH/B 145 C

Istraživanja prikazana u radu obavljena su u zasadu jabuke uzgojnog oblika Palmeta i Vitko vreteno podignutog na zemljištu tipa gajnjača, međurednog i rednog prostora 4,5 x 2 m. Mašina radi na principu otklona u stranu koji se realizuje hidrauličnim sistemom mašine. Sa desne strane ispred mašine postavljena je pipalica (taster) koja je u vezi sa hidrauličnim sistemom za otklon mašine u stranu. Pipalica nailaskom na stablo ostvaruje kontakt i kretanjem unazad, dok se agregat kreće unapred, prenosi silu na hidraulični sistem koji realizuje otklon mašine u stranu. Time se izbegava direktni kontakt između stabla i radnih elemenata mašine. Po prestanku kontakta pipalice sa stablom, prestaje dejstvo sile na hidraulični sistem i mašina se vraća u prvobitni položaj.



Sl. 2. Šematski prikaz agregata traktor-rotofreza za međurednu i rednu obradu zemljišta u zasadu

#### Tehničke karakteristike

- Način agregatiranja sa traktorom ..... u tri tačke
- Radni zahvat ..... 1,45 m
- Dužina otklona u stranu ..... 35 cm
- Dubina rada ..... do 20 cm
- Masa ..... 480 kg
- Broj radnih elemenata ..... 33
- Porebna snaga motora traktora ..... 25-59 kW

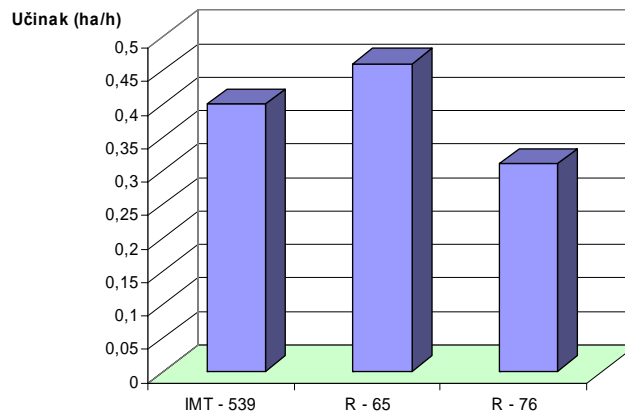
### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja pokazuju da je dubina rada rotofreze u agregatu sa različitim traktorima bila prilično ujednačena od 8,2 cm (R-65) do 9,8 cm (R-76). Analizom podataka u prikazanoj tabeli uočava se da se nije ostvarila pretpostavka da će se sa jačim traktorom R – 76 (57 kW) ostaviti veća brzina rada u odnosu na traktore R - 65 (48 kW) i IMT – 539 (28 kW). Prosečna brzina rada tokom oglada je iznosila 1,45 (R – 76) do 2,15 km/h (R – 65). Ostvarenje manje brzine kretanja sa traktorom veće snage motora objašnjava se neadekvatnim gabaritnim dimenzijama traktora, zbog čega je bila nedovoljna prohodnost i preglednost rukovaoca iz kabine traktora na rotofrezu i samu vočku. Dnevni učinak je bio 2,2 ha/dan (R – 76) do 3,2 ha/dan (R – 65).

Tab. 1. Rezultati ispitivanja rotofreze »Nardi« model ZH/B 145 C

Pokazatelji rada	Jedinica mere	Pogonska mašina		
		IMT – 539	R – 65	R - 76
Dubina rada	cm	8,9	8,2	9,2
Brzina kretanja	km/h	1,91	2,15	1,45
Vreme rada	%	86,97	82,81	93,73
Vreme okreta	%	11,56	14,61	6,27
Neto vreme rada	%	98,53	97,42	98,80
Gubici vremena	%	1,47	2,58	1,20

Kao veoma značajan faktor ekonomičnosti primene nekog agregata, uz zadovoljavajući kvalitet rada je svakako učinaka tog agregata. Iz tih razloga je učinak praćenih agregata predstavljen dijagramom na slici 3.



Sl. 3. Učinak rotofreze u zavisnosti od tipa traktora

Analizom dijagrama sa slike 3 uočava se da je najveći učinak od 0,46 ha/h ostvario agregat rotofreza-traktor R – 65. To je ostvareno zbog najveće brzine kretanja što se objašnjava dovoljnom rezervom snage motora traktora u odnosu na agregat rotofreza-traktor IMT – 539 i lakšom prohodnošći i boljom preglednošću tokom rada u odnosu na agregat rotofreza-traktor R – 78.

#### 4. ZAKLJUČAK

Analizom svega prezentiranog u radu, može se zaključiti da ukoliko je zastupljena tehnologija gajenja višegodišnjih zasada bez zatravljanja, treba koristiti takve konstrukcije mašina koje istovremeno obrađuju međuredni i redni prostor.

Od ispitivanih agregata gde su bili zastupljeni standardni (nenamenski) traktori najadekvatniji se pokazao traktor R - 65 jer je uz zadovoljavajući kvalitet rada ostvario najveći učinak. To upućuje na zaključak da za ostvarenje veće produktivnosti u procesu realizacije obrade zemljišta višegodišnjih zasada treba koristiti namenski-voćarskovinogradarski traktor adekvatne snage.

#### LITERATURA

- [1] Đević, M., Novaković, D., Veličković, M., Mileusnić, Z. (2001): Energetski pokazatelji rada traktorsko-mašinskih agregata za obradu u visokointenzivnim voćnjacima, Jugoslovensko voćarstvo, Vol. 35. br.157-165, Beograd.
- [2] Komnenić, V., Nenić, P., Urošević, M., Živković, M. (2001): The effects of different modes of mechanized of cv Golden Delicious on M9 rootstock on vegetative growth and yield, Journal of Yugoslav Pomology, Vol. 35.br.135-136 (2001/3-4), 167-174.

- [3] Komnenić, V., Urošević, M., Živković, M. (2003): Mechanized pruning of apple on stock seedling, Nacional conference with internacional participation, Stara Zagora, Bugarska.
- [4] Комненић, В., Вамповац, З., Живковић, М. (2005): *Примена средстава механизације у обради земљишта у воћарским засадима*, 11. Конгрес друштва за проучавање земљишта Србије и Црне Горе «Земљиште као ресурс одрживог развоја, Будва, 131.
- [5] Urošević, M., Mileusić, M., Miodragović, R., Dimitrijević Aleksandra, (2006): *Energetical parameterrs of tractor-implement unit for additional tillage in highly intensive orchards*, Actual Tasks on Agricultural Engineering, Zbornik radova sa XXXIV međunarodnog simpozijuma u Opatiji, 437-443.
- [6] Živković, M.; Radivojević, D.; Urošević, M.; Komnenić, V.; Dragana Dražić (2007): *Eksplotacioni i ekonomski aspekti pripreme zemljišta za podizanje višegodišnjih zasada*, Poljotehnika, br.2, str. 13-16, Beograd-Zemun.
- [7] Živković, M.; Radivojević, D.; Urošević, M.; Dragana Dražić (2006): *Izbor TMA za duboku obradu zemljišta pri podizanju višegodišnjih zasada*, Poljotehnika, br.2, str. 55-62, Beograd-Zemun.
- [8] Živković, M., Urošević, M., Komnenić, V. : (2008) *Tehnološki i tehnički aspekti mehanizovane sadnje višegodišnjih zasada*, Poljotehnika, br.3, str. 32-39, Beograd-Zemun.
- [9] [www.grupponardi.it](http://www.grupponardi.it)

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finasiranju Ministarstva za nauku, Republike Srbije, Pojekat «Istraživanja mogućnosti proizvodnje biomase za energiju iz plantaža kratke ophodnje ophodnje u okviru energetskih sistema Srbije» evidencioni broj 18201

## ASPECTS OF SOIL CULTIVATION IN ORCHARDS

Milovan Živković<sup>1</sup>, Mirko Urošević<sup>1</sup>, Vaso Komenić<sup>3</sup>  
Dragana Dražić<sup>2</sup>, Dušan Radivojević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture Belgrade-Zemun; <sup>2</sup>Institute of Forestry - Belgrade  
<sup>3</sup>Higher Agricultural School of Professional Studies- Šabac

**Abstract:** Highly intensive fruit production in both basic and supplemental soil cultivation, along with other agricultural practices was found to impact both growth and fertility of fruit trees. Favourable effects may be expected provided appropriate and timely soil cultivation is employed.

Soil cultivation practices range from intensive to completely lacking, which results in the implementation of technical solutions such as machines and tools. The choice depends on the training system, interrow spacing, climate, soil, .....

The aim of the study was to analyze exploitation parameters of the most frequently used rotary hoe („Nardi”, Model ZH/B 145 C). Based on the results obtained, both current and potential machine users may be informed of the advantages and disadvantages of the cultivation.

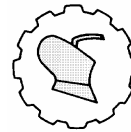
The machine may be used provided working widths amount to 1.45 m and in palmette and slender spindle training systems.

Optimal aggregates from the aspect of basic exploitation possibilities need to be analyzed focusing on the financial effect of fruit production.

**Key words:** tractor-machine aggregate, rotositnilica, output, working depth, speed.







UDK: 631.629

## TEHNOLOŠKI I EKSPLOATACIONI PARAMETRI MEHANIZOVANE SADNJE LOZNIH KALEMOVA

Dragoljub Mitrović<sup>1</sup>, Radimir Manojlović<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Biotehnički fakultet – Podgorica

<sup>2)</sup> "13. Jul – Plantaže" a.d. – Podgorica

**Sadržaj:** Sadnja loznih kalemova izvodi se nakon osnovne i dopunske obrade zemljišta. Zavisno od tipa zemljišta, uređenosti i konfiguracije terena, sadnja loznih kalemova se može obaviti na više načina. Jedan od načina sadnje, zasniva se u formiranju rupa traktorskom bušilicom, različite dubine i poprečnog presjeka. Kod ovog načina sadnje lozni kalemovi se ručno postavljaju u prethodno otvorene rupe i ručno se obavlja zagrtanje. Drugi način sadnje loznih kalemova, zasniva se u primjeni poluautomatske sadilice uz pomoć radnika koji ručno postavljaju kalem u sekciju aparata.

Istraživanja mehanizovane sadnje loznih kalemova obavljena su u 2006. godini na proizvodnim površinama vinograda Ćemovskog polja u okolini Podgorice. Sadnja loznih kalemova sorte Vranac obavljena je sa poluautomatskom sadilicom "VAGNER" u agregatu pogonske mašine od 75 kW.

**Ključne riječi:** zemljište, vinograd, sadnja, lozni kalem, sadilica.

### UVOD

Sadnja loznih kalemova je važna i odgovorna agrotehnička mjera koja zahtjeva dosta mašinskog i ljudskog rada. Kod sadnje loznih kalemova na težim, kamenitim i šljunkovitim zemljištima za formiranje kanala koriste se kanalokopači ili vodene burgije. Kod primjene traktorske bušilice, prethodno je potrebno na pripremljenom zemljištu, obaviti markiranje mjesta sadnje u redu na projektovanom međurednom i unutar-rednom rastojanju. Nakon markiranja mjesta, agregat se kreće u pravcu markiranog reda tako da se agregat za bušenje postavlja u vertikalni položaj na markirano mjesto. Usled rotacije i prodora burgije na željenu dubinu, pomoću hidrauličnog sistema se podiže i ponovo aktivira u rad, dva do tri puta, pri čemu se rupa formira i čisti. Zavisno od konfiguracije i uređenosti zemljišta, proizvodnost agregata se kreće od 60 do 100 rupa na sat. Prema istraživanjima Živkovića i sar., kod rada traktorske bušilice sa jednom burgijom, broj izbušenih rupa iznosi 60 rupa/h, a utrošeno prosječno vrijeme iznosi 0,35 min/rupi.

Kod sadnje loznih kalemova na teškim i kamenitim zemljištima za formiranje rupa koriste se vodene burgije. Usled pritiska vode od 5 do 8 bara otvaraju se rupe prečnika od 10 do 15 cm i dubine do 50 cm u veoma kratkom vremenskom intervalu od 5 do 10 sek. Prema Živkoviću i sar. u strukturi vremena kod izvođenja rupa pomoću hidrobura, proizvodnost iznosi oko (438 rupa/h), a prosječno vrijeme za otvaranje rupe iznosi 0,135 min/rupi, što za osmočasovno radno vrijeme iznosi oko 3500 rupa.

Kod polumehanizovane sadnje loznih kalemova primjenom poluautomatske sadilice, lozni kalemovi se ulažu na jednaku projektovanu dubinu i na jednako međuredno i unutarredno rastojanje. Proizvodnost agregata prema Živkoviću i sar. iznosi oko 2609 sadnica/h uz prosječnu radnu brzinu agregata od 3,4 km/h.

### MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanja agregata, pogonske mašine i poluautomatske sadilice loznih kalemova obavljena su u martu 2006.godine, na proizvodnim površinama vinograda "13 jul – Plantaže" a.d. Podgorica. Vinogradi su zasnovani na ravnom, skeletnom i ekeletoidnom zemljištu. Sadnja je obavljena u agregatu traktora Landini snage motora od 75 kW i poluautomatske sadilice Vagner, a kao sadni materijal upotrebljeni su lozni kalemovi sorte Vranac.

Ispitivanja agregata su obavljena na pripremljenoj parceli na kojoj je izvršena osnovna obrada, dubokim oranjem sa plugovima za rigolovanje. Nakon rigolovanja izvršeno je ravnjanje i nivelisanje terena pomoću buldozera i grejdelja. Zatim je obavljeno markiranje redova na međuredno rastojanje od 2,6 m. Po obavljenom markiranju redova specijalizovnim rasturačem stajnjaka sa bočnim rasturanjem, obavljeno je rasturanje organske materije (stajnjak + treset), u redu, a zatim i riperovanje markiranih redova na dubini do jednog metra. Nakon izvedenih agrotehničkih mjera obavljena je sadnja loznih kalemova sa pomenutim agregatom.

Ispitivanja agregata u sadnji loznih kalemova obavljena su na dužini redova sadnje od 276 m sa međurednim rastojanjem od 2,6 m i rastojanjem loznih kalemova u redu od 0,70 m, i dubinom sadnje od 0,30 m.

Hronometrijska snimanja rada agregata sastojala su se u utvrđivanju vremena rada pojedinih radnih operacija: vrijeme postavljanja loznih kalemova na platformu, vrijeme prohoda agregata na dužini redova od 276 m, vrijeme zastoja agregata u radu, vrijeme okretanja agregata na uvratini, vrijeme povratka agregata, utvrđivanje broja praznih mjesta loznih kalemova na dužini reda. Na osnovu utvrđenih parametara, data je i proizvodnost agregata.

### REZULTATI I DISKUSIJA

Poluautomatska sadilica loznih kalemova je nošena mašina koja se koristi za sadnju loznih kalemova na većim proizvodnim površinama.

Sadilica se sastoji iz: nosivog rama na kojem je postavljena platforma, dva oslona metalna točka jednog točka sa pneumatikom i sadnog aparata. Sadilica se oslanja na dva metalna točka koji ujedno služe za regulisanje dubine sadnje. Aparat za odlaganje loznih

kalemova se sastoji od šest do osam štipaljki koje su postavljene na vertikalni disk i radijalno su raspoređene. Pogon aparata za sadnju se ostvaruje odmotavanjem čelične sajle koja se fiksira (učvršćuje) na početku reda. Odmotavanjem sajle vrši se ravnomjerno obrtanje aparata za sadnju što uslovljava preciznu sadnju loznih kalemova u redu. Na kraju reda vrši se primotavanje čelične sajle pomoću sopstvene hidraulične pumpe koja je postavljena na ramu sadilice čiji se pogon ostvaruje od priključnog vratila traktora preko kardanskog vratila.

Otvaranje brazde obavlja se pomoću raonika koji je postavljen na nosivom ramu čijim se pomjeranjem u vertikalnoj ravni ujedno vrši podešavanje dubine sadnje loznog kalema do 40 cm. Raonik sadilice je masivan, izrađen je od kvalitetnog čelika jer trpi veći otpor u nepovoljnim skeletnim zemljištima koja sadrže kamen i šljunak. Na nosivom ramu sadilice postavljena su dva sjedišta za radnike koji odlažu lozni kalem u štipaljku sadnog aparata. Zagrtanje odloženog kalema na određenu dubinu obavlja se pomoću dva metalna točka (pritiskivača) koji su postavljeni pod određenim uglom. Sadilica se agregatira za pogonsku mašinu od 60 do 80 kW, zavisno od tipa i strukture zemljišta. U procesu rada agregat se kreće radnom brzinom od 1,5 do 2,5 km/čas. U tehnološkom procesu rada sadilicu opslužuju dva radnika koji stavljaju lozni kalem u aparat za sadnju koji svojom rotacijom u pravcu kretanja agregata sprovodi i odlaže lozni kalem u prethodno otvoreni kanal. Rastojanje loznih kalemova u redu reguliše se promjenom prenosnog odnosa lančanika na aparatu kao i brojem štipaljki.

Kod sadnje sa poluautomatskom sadilicom lozni kalemovi se ulažu na jednaku projektovanu dubinu i jednako unutar redno rastojanje. Međuredno rastojanje se izvodi snimanjem i markiranjem redova prema projektovanoj tehnologiji. Proizvodnost agregata u sadnji loznih kalemova kreće se od 1200 do 1500 loznih kalemova na sat, a dnevna proizvodnost od 8 do 12000 kalemova na dan. Radi poređenja kod ručne sadnje loznih kalemova proizvodnost po jednom radniku kreće se od 500 do 600 loznih kalemova na dan. Na slici 1. Prikazan je ispitivani agregat u radu.



Sl. 1. Sadilica loznih kalemova

Eksploatacioni parametri ispitivanog agregata u sadnji loznih kalemova prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Eksploatacioni pokazatelji rada agregata

Prohodi agregata	Dužina reda (m)	Vrijeme prohoda (m)	Radna brzina (km/h)	Utovar loznih kalemova (min.)	Okretanje agregata (min.)	Prazni hod (min.)	Zastoji agregata (min.)	Broj praznih mjesta
1	276	7,10	2,34	2,50	1,50	2,80	1,00	6
2	276	6,50	2,52	2,00	2,50	3,30	/	7
3	276	7,20	2,30	3,00	2,00	2,50	1,50	2
4	276	6,80	2,45	2,50	2,80	2,80	0,30	4
5	276	7,00	2,40	3,50	2,00	3,40	2,00	7
<b>Xsr.</b>	<b>276</b>	<b>6,92</b>	<b>2,87</b>	<b>3,20</b>	<b>2,50</b>	<b>2,95</b>	<b>1,20</b>	<b>5</b>

Ispitivanja agregata obavljena su na dužini redova od 276 m i rastojanjem kalemova od 0,70 m, što iznosi 394 lozna kalemova, što obračunato na 1 ha, sa rastojanjem redova od 2,6 m iznosi 5516 kalemova/ha.

Ukupno vrijeme agregata u sadnji jednog reda iznosi:  $t_u = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5) = 17 \text{ min}$

Proizvodnost ispitivanog agregata na dužini od 276 m, iznosila je: **(394 kal/17 min) = 1380 kal/h**, odnosno **238 min/ha = 3,97 h/ha**, odnosno **0,25 ha/h**.

Teorijska proizvodnost agregata  $W_t = 2870:0,70 = 4100 \text{ kal/h} = 0,75 \text{ ha/h}$ . Koeficijent iskorištenja vremena ( $n = 0,25/0,75 = 0,33$ ).

Proizvodnost ispitivanog agregata za osmočasovno radno vrijeme  $W_d = (0,25 \times 8) = 1,97 \text{ ha/dan}$ . Proizvodnost kod sadnje loznih kalemova na da iznosila je  $W_d = 1,97 \times 5516 = 10866 \text{ kal/dan}$ .

U radu agregata na ispitivanoj parceli broj praznih mjesta iznosio je u prosjeku 5 kalemova na dužini reda od 276 m što predstavlja 1,3%.

## ZAKLJUČAK

Sadnja loznih kalemova je važna agrotehnička mjera, od koje u velikoj mjeri zavise ostale agrotehničke operacije u eksploataciji vinograda. Kod ručne sadnje utroši se dosta mašinskog i ljudskog rada. Poređenja radi za osmočasovno radno vrijeme jedan radnik može zasaditi od 400 do 500 kalemova.

Ispitivani agregat u sadnji loznih kalemova ostvario je proizvodnost:  **$W_t = 0,25 \text{ ha/h}$** , odnosno **1,97 ha/dan**, što predstavlja proizvodnost od **1357 kal/h** ili **10866 kal/dan**. Sadnja loznih kalemova sa poluautomatskom sadilicom predstavlja značajno tehničko i tehnološko rešenje, jer se lozni kalemovi ne oštećuju, sadnja je precizna, kalemovi se postavljaju na jednako unutar redno rastojanje i na jednaku dubinu, sa procentom praznih mjesta od 1,3%. Prazna mjesta su rezultat nedovoljne obučeniosti pomoćnih radnika koji postavljaju lozni kalem u aparat za sadnju.

Na osnovu rezultata ispitivanja i proizvodnosti agregata, poluautomatska sadilica u odnosu na ručnu sadnju predstavlja rešenje u sadnji loznih kalemova na većim proizvodnim površinama.

## LITERATURA

- [1] Agrotehničar 12/90: Podizanje intezivnih voćarskih nasada i njihovo opremanje potrebnom mehanizacijom, Zagreb 1990. godina.
- [2] Nenić P., Urošević M., Živković M. (1997): Priprema zemljišta za sadnju voćaka i vinove loze, osnov za uspješnu proizvodnju. Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet Beograd.
- [3] Živković M., Urošević M., Komnenić V. (2008): Tehnološki i tehnički aspekti mehanizovane sadnje višegodišnjih zasada, poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet Beograd.

## TECHNOLOGICAL AND EXPLOITATION PARAMETERS OF MECHANIZED GRAPE-WINE TRUNCHEON PLANTATION

**Dragoljub Mitrović<sup>1</sup>, Radomir Manojlović<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Biotehnicki fakultet – Podgorica*

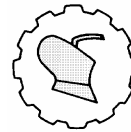
<sup>2)</sup> *"13. Jul – Plantaze" a.d. – Podgorica*

**Abstract:** Grape-wine truncheon plantation is carried out after basic and additional soil cultivation. Depending on the type of soil, terrain arrangement and configuration, grape-wine truncheon plantation can be carried out in multiple ways. One of plantation methods is based on digging holes with tractor drill, which can vary in depth and crossing section. When using this method of plantation, grape-wine truncheons are manually placed into previously dug holes, and manually hoarded. Another grape-wine truncheon plantation method is based on application of semi-automatic planter, with help from workers manually placing truncheons into the device section.

Research was made in 2006. at the production areas of Cemovsko polje winery, in Podgorica suburb. Grape-wine truncheon plantation of *vranac* sort was carried out with semi-automatic planter "VAGNER" in the machinery aggregate with 75kW of power.

**Key words:** *soil, vineyard, plantation, grape-wine truncheon, planter.*





UDK: 631.342

## TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI, EKSPLOATACIONI I TEHNOEKONOMSKI POKAZATELJI RADA KOMBAJNA ZA BERBU GROŽĐA

Radomir Manojlović<sup>1</sup>, Dragoljub Mitrović<sup>2</sup>, Svetozar Savić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> "13. Jul - Plantaže", a.d. - Podgorica

<sup>2</sup> Biotehnički fakultet - Podgorica

**Sadržaj:** Berba grožđa za industrijsku preradu, u "13. Jul - Plantaže", a.d., u okolini Podgorice, na proizvodnim površinama vinograda oko 2200 ha, većinom se obavlja ručno.

Zadnjih godina, pristupilo se mehanizovanoj berbi vinskog grožđa, primjenom vučenog i samohodnog kombajna. Ispitivanja samohodnog kombajna, PELENC – 4560 – SMART, obavljena su u 2008. godini na proizvodnoj površini Ćemovskog polja na objektu Rakića Kuće, u vinogradu sorte VRANAC. Prinos grožđa na ispitivanoj parceli (168m x 60m) = (1 ha) iznosio je oko 11785 kg.

Proizvodnost kombajna za jedan sat rada iznosila je oko 0,97 ha/h, odnosno oko 7,8 ha/dan. Tehnička proizvodnost je iznosila oko 11455 kg/h, odnosno 91637 kg/dan, uz potrošnju energije od 630 MJ/ha.

**Ključne riječi:** grožđe, berba, kombajn, proizvodnost, energija.

### UVOD

Vinogradarstvo je intenzivna grana poljoprivrede koja zahtijeva veća ulaganja po jedinici površine. Berba vinskih sorti grožđa obavlja se u punoj zrelosti, jer je tada najveći sadržaj šećera i masa grožđa. Klasična berba vinskih sorti grožđa obavlja se pri temperaturama od 20 do 25°C. Iskustvo je pokazalo da ubrano grožđe treba što prije transportovati do prerađivačkih pogona. Kod organizacije berbe vinskog grožđa treba obezbijediti: tehnička raspoloživa sredstva za berbu, radnu snagu, odgovarajuću ambalažu, transportna sredstva, pripremiti i osposobiti preradne kapacitete.

Berba vinskog grožđa može se obavljati na više načina: klasična metoda ili ručna berba, polumehanizovani način i mehanizovani način.

**Klasična ili ručna metoda berbe** zahtijeva veće učešće ljudskog rada po jedinici površine. Prema našim istraživanjima, za berbu (1 ha) vinograda utroši se od 300 do 400 radnih sati, što znači da jedan radnik u toku dana ubere 400 – 600 kg grožđa, da je za (1 ha) u toku jednog dana potrebno od 30 – 40 radnika. Broj radnika u berbi zavisi od:

sorte, visine prinosa, uzgojnog oblika, obučenosti berača, organizacije berbe i utovara ubranog grožđa.

Imajući u vidu činjenicu da je raspoložive radne snage sve manje, koja traži veću koncentraciju u kratkom vremenskom intervalu od 20 do 30 dana, proces berbe se sve više mehanizuje.

**Polumehanizovana metoda berbe** vinskog grožđa podrazumijeva primjenu specijalizovanih platformi, odnosno specijalizovanih prikolica. Berba vinskog grožđa manjim dijelom na proizvodnim površinama Čemovskog polja, AD "Plantaže", zadnjih godina se obavlja pomoću specijalizovanih jednoosovinskih prikolica – platformi, u agregatu vučne pogonske mašine od 30 kW.

Kod ovog načina berbe platformu opslužuje 16 radnika, koji obavljaju berbu iz 4 reda vinograda, s tim što ubrano grožđe direktno dopremaju u sanduk zapremine 6 m<sup>3</sup>, nosivosti 3,8 t. Nakon punjenja platforme vinskim grožđem na pretovarnoj rampi vrši se utovar u transportno sredstvo. Produktivnost radnika u berbi kreće se od 1,0 do 1,2 t/dan. Ovom metodom berbe, grožđe se ne zadržava na proizvodnoj parceli, isključuje se upotreba plastičnih vreća i ručni utovar, a gubici grožđa i soka svedeni su na najmanju mjeru.

**Mehanizovana berba vinskog grožđa** podrazumijeva primjenu mašina, kombajna, a zavisno od tehničko-tehnoloških rješenja, kombajni mogu biti: vučeni i samohodni. I jedni i drugi nalaze svoju primjenu u proizvodnoj praksi, zbog veće proizvodnosti i ekonomičnosti. Vučeni kombajni se agregatiraju za vučno-pogonsku mašinu od 40 do 50 kW, i mogu ostvariti proizvodnost od 2 do 3 ha/dan.

Proizvodnost samohodnih kombajna kreće se od 5 do 15 ha/dan, uz prosječne gubitke grožđa 5 do 10%.

Kvalitet ubranog grožđa pomoću kombajna zavisi od: uzgojnog oblika, širine radnog pojasa, konfiguracije terena, visine naslona, načina rezidbe, sortne osobine itd.

## MATERIJAL I METOD RADA

Vinogradi AD "Plantaže", na Čemovskom polju, proizvodnih površina oko 2200 ha, podignuti su na ravnom skeletnom i skeletoidnom zemljištu u okolini Podgorice prije 30 godina.

Ekperimentalna ispitivanja mašinske berbe vinskog grožđa obavljena su u 2008. godini na proizvodnim površinama Čemovskog polja na objektu "Rakića Kuće", sorte "Vranac", u punoj proizvodnji.

Sadnja loze je obavljena na međurednom rastojanju redova čokota od 2,60 m, i rastojanjem u redu od 0,70 m. Stubovi zasada su metalne građe, "U" profila, širine 7 cm, visine 1,80 m, sa rastojanjem stubova u redu od 6,0m.

Dužina redova proizvodnih površina iznosi 168 m. Uzgojni sistem je modifikovana horizontalna dvokraka kordunica sa širinom zelenog pojasa duž špalira u zoni grožđa od 50 do 60 cm. Nasloni su postavljeni od pocinčane žice, na metalnim stubovima visine h=1,80 m. Raspored žica postavljen je na nivoima: 60; 80; 100; 130; 140 i 160 cm.

Ispitivanja mašinske berbe vinskog grožđa obavljena su u radu samohodnog kombajna "PELLENC – 4560" – SMART.

Ispitivanja su obavljena prema utvrđenoj metodici ispitivanja Instituta za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu. Metodom ispitivanja obuhvaćena su: tehnička, tehnološka, eksploataciona i tehnoeekonomska ispitivanja.



**Tehnička ispitivanja** su prezentovana na osnovu tehničke dokumentacije kombajna, uz određenu tehničku ekspertizu.

**Tehnološki proces rada** koncipiran je tehnološkim rješenjima kombajna uz detaljan prikaz istraživanja.

**Eksploataciona** ispitivanja kombajna određena su metodom hronometrije, i matematičkom obradom podataka. Ovim istraživanjima obuhvaćena je: radna brzina kombajna (mjerenjem u pet (5) ponavljanja na dužini reda od 168 m); vrijeme okretaja na uvratini; vrijeme punjenja bunkera; vrijeme pražnjenja bunkera; potrošnja goriva u l/h i l/ha; proizvodnost ha/h; kg/h; kg/ha; ha/dan.

**Tehnoekonomska** ispitivanja određena su matematičkim putem, na osnovu eksploatacionih istraživanja i obuhvataju utrošak energije po jednom ha.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

### Tehničke karakteristike

Kombajn kao samohodna univerzalna mašina za berbu vinskog grožđa a uz određenu zamjenu uređaja može se koristiti uspješno u zelenoj rezidbi vinove loze, kao i u primjeni hemijskih sredstava u suzbijanju biljnih bolesti i štetočina.

Oznaka mašine:	PELLENC – 4560 – SMART tip D/45
dužina kombajna	4510 mm
širina kombajna	2640 mm
visina kombajna	3590 mm
masa kombajna	8600 kg
snaga motora	118 kW
zapremina rezervoara za gorivo	220 l
transportna brzina	27 km/h
broj oscilacija (udara palica)	400 – 600 udara/min
klirens kombajna	2200 mm
zapremina bunkera	2 x 2 m <sup>3</sup> = 4 m <sup>3</sup> do 3t grožđa
rad na bočnom nagibu terena	do 29%
rad na usponu	do 34%
radna brzina kombajna	od 4 do 10 km/h

### Tehnološke karakteristike ispitivanog kombajna

Samohodni kombajn za berbu grožđa za industrijsku preradu "PELLENC – 4560" – "SMART" sastoji se od više sklopova i uređaja:

- pogonskog motora, transmisije, uređaja za kretanje i upravljanje,
- uređaja za otresanje bobica grožđa,
- razdjeljivača u vidu "krljušti",
- horizontalnih i kosih transporterata,
- ventilatora,
- bunkera za grožđe,
- transporterata za pražnjenje bunkera.



*Sl. 1. Samohodni kombajn za berbu grožđa za industrijsku preradu "PELLENC – 4560" – "SMART"*

U procesu rada kombajn objaše red loze, a otresanje bobica nastaje usljed vibracije palice koje su postavljene u dva reda. Prilikom vibracija od 400 do 600 udara u minutu, palice zahvataju cijelu masu sa grozdovima, pri čemu bobice i grozdovi padaju na sabirnu platformu i dalje se usmjeravaju na donju traku transportera. Otrešene bobice grožđa zajedno sa lišćem loze izložene su dejstvu vazdušne struje ventilatora u dva para (donja i gornja zona), pomoću kojih se vrši separacija (odvajanje) lišća i drugih primjesa, tako da se bobice transportuju pneumatskim transporterom u bunker. Pražnjenje bunkera ubranog grožđa obavlja se hidrauličnim putem, na kraju parcele u transportno sredstvo.

Tehnološki proces rada kombajna prati se preko elektronskih uređaja. Komanda ručice za pokretanje se sastoji od prekidača za trešenje bobica i komande, objedinjenih komandom (trešenje bobica, usmjeravanje, transport i aspiraciju). Zona komandi za priključke na komandnoj konzoli omogućava puštanje u rad i regulaciju brzine funkcija: otresanje, aspiracija i usmjereni transport. Pomoću tastera za otresanje na komandnoj konzoli podešava se frekvencija otresanja. Aspiracija se reguliše pomoću tastera na komandnoj konzoli, a pritisak se očitava na monitoru. Pomoću tastera podešava se brzina transporta.

**Objedinjena komanda** se ostvaruje preko tastera objedinjene komande, pri čemu se aktiviraju funkcije: trešenje, usmjeravanje transportera i aspiracije. Objedinjena komanda kombajna koristi se prilikom ulaska i izlaska kombajna iz reda.

**Automatska vožnja** kombajna može se obaviti uključenjem u funkciju nakon prohoda 5 do 10m, u redu, a isključuje se kod izlaska iz reda.

**Automatska kontrola** terena sprječava da uređaj za berbu dođe u kontakt sa terenom, signalna lampica za visinu se pali, pri čemu se uređaj za berbu podiže sve dok se ne isključi kontakt senzora sa podlogom.

Svi elementi, uređaji na komandi konzole osiguravaju bezbjedan rad svih radnih elemenata kombajna, a rukovaocu signaliziraju na vrijeme sve promjene i nepravilnosti rada uređaja na kombajnu.

### Eksploatacioni i tehnokonomski pokazatelji rada kombajna

Eksploatacioni pokazatelji rada kombajna prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Eksploatacioni pokazatelji rada kombajna

Prohodi kombajna	Dužina prohoda (m)	Vrijeme prohoda (min)	Radna brzina (km/h)	Vrijeme okretanja (sec)	Vrijeme pražnjenja bunkera (sec)	Količina grožđa bunkera (kg/bunkeru) iz 5 redova	Proizvodnost W=ha/h	Proizvodnost ha/dan (8h)
1	168	2,00	5,00	25	40	2550	1,04	8,32
2	168	2,20	4,60	30	50	2500	0,96	7,68
3	168	2,40	4,20	30	60	2600	0,88	7,04
4	168	2,15	4,70	40	30	2575	0,98	7,84
5	168	2,10	4,80	25	35	1560	1,00	8,00
X sr.	168	2,20	4,60	30	43	512 kg/redu	0,97	7,8

Ispitivani kombajn prilikom rada ostvario je prosječnu radnu brzinu od 4,6 km/h. Prosječno vrijeme za okretanje kombajna na uvratinama je iznosilo oko 30 sec, a vrijeme pražnjenja bunkera oko 43 sec.

Površina proizvodne parcele vinograda iznosila je 168m x 60m = 10000 m<sup>2</sup> ili 1ha. Pražnjenje bunkera izvodilo se nakon berbe grožđa iz 5 redova dužine 168 m, a prosječna količina ubranog grožđa iz jednog reda dužine 168 m iznosila je oko 512 kg.

Količina grožđa u bunkeru iz 5 redova kretala se od 2500 do 2600 kg.

Površinu 1 ha na kojoj su obavljena ispitivanja kombajna, (168m x 60m) međusobnog rastojanja 2,6 m, sačinjavala su 23 reda. Rastojanje čokota u redu iznosilo je 0,70 m, što predstavlja broj od 5500 čokota/ha.

Prinos grožđa na ispitivanoj parceli površine 1ha iznosio je 11.785 kg što predstavlja prosječan prinos od 2,14 kg po jednom čokotu.

Proizvodnost kombajna određena je na osnovu jednačine:

$$W = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot n \quad (\text{ha/h})$$

$$W = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot n \cdot t \quad (\text{ha/dan})$$

Proizvodnost kombajna za jedan sat rada u prosjeku je iznosila oko 0,97 ha/h, što za osmočasovno radno vrijeme iznosi oko 7,8 ha/dan.

Prema istraživanjima Laze Abramova, dnevni učinak rada kombajna kreće se od 5 do 15 ha, zamjenjuje od 60 do 120 berača, radnika, uz gubitke 5 do 10%.

Prema istraživanjima Petra Nenića, proizvodnost samohodnog kombajna se kreće od 5 do 10ha/dan, a ukupni gubici grožđa kretali su se od 2,35 do 5,8%.

U tabeli 2. prikazani su tehnokonomski pokazatelji rada ispitivanog kombajna.

Proizvodnost kombajna je u prosjeku iznosila oko 11.455 kg/ha, odnosno 91.637 kg/dan. Potrošnja goriva od 17,50 l/ha, što predstavlja potrošnju energije od 630 MJ po jednom hektaru.

Prema istraživanjima Stevana Lopičića (1980. god.), kod mehanizovane berbe vinskog grožđa, u radu kombajna FEMINIA i VEKTURE, u berbi grožđa "13. Jul - Plantaže", a.d., na lokalitetu Čemovskog polja, ostvarili su proizvodnost i do 5 ha/dan uz gubitke bobica od 4,18-9,01%, što u prosjeku iznosi 6,54% uz primjese lišća oko 2,8%.

Tabela 2. Tehnoekonomski pokazatelji rada kombajna

Redni broj	Tehnička masena proizvodnost (kg/h)	Potrošnja goriva Qt (l/h)	Potrošnja goriva Qha (l/ha)	Tehnička masena proizvodnost (kg/dan)	Potrošnja energije MJ/ha
1	12 256	18	18,72	98 048	674
2	11 313		17,28	90 504	622
3	10 370		15,84	82 960	570
4	11 549		17,65	92 392	635
5	11 785		18,00	94 280	648
Xsr	11 455	18	17,50	91 637	630

Qt = l/h - potrošnja goriva za jedan sat rada motora

Qha = Qt/Wt - potrošnja goriva

E = Q/ha \* g - energija

g = energetska vrijednost plinskog ulja

D<sub>2</sub>=36MJ

## ZAKLJUČAK

Na osnovu prezentiranih rezultata istraživanja samohodnog kombajna za berbu grožđa "PELENC – 4560 – SMART", može se zaključiti da je to pouzdana mašina sa dobrim tehničko-tehnološkim rješenjima kod berbe vinskog grožđa.

Eksploatacioni rezultati istraživanja ukazuju da je kombajn ostvario proizvodnost koja se može smatrati optimalnom u uslovima rada na Čemovskom polju kod berbe vinskog grožđa.

Ostvarena proizvodnost kombajna na jedan sat rada od 11.455 kg/ha grožđa, odnosno 91.637 kg/dan, predstavlja konceptijsko rješenje jer zamjenjuje oko 150 radnika berača na dan.

Potrošnja goriva i energije od 630 MJ/ha može se smatrati opravdanom, a značajna je kod energetskog bilansa utroška energije u mehanizovanoj berbi vinskog grožđa.

Mašinska berba, uz primjenu kombajna, može naći svoje mjesto u berbi grožđa za industrijsku preradu AD "Plantaže" u Podgorici.

## LITERATURA

- [1] Burić, D. (1995): Savremeno vinogradarstvo, "Nolit", Beograd.
- [2] Brčić, J. (1981): Mehanizacija u biljnoj proizvodnji, Zagreb.
- [3] Dujmović, M. (1976): Ispitivanje samoberača – kombajna za grožđe FEMINIA, tip CORSICA 210, Zagreb.
- [4] Nenić, P., Jovanović, B., Radojević, P. (1997): Prilog ispitivanja kombajna za berbu grožđa, zbornik radova, Novi Sad.
- [5] Pantić, Z. (1977): Rezultati ispitivanja mašina za berbu grožđa, tipa CORSICA u Vršačkim vinogradima, savjetovanje, Novi Sad.
- [6] Lopičić, S., Ulićević, M., Dujović, M., Marković, B. (1981): Neki rezultati proučavanja mehanizovane berbe grožđa u okolini Titograda, poljoprivreda i šumarstvo XXVII, 1. 93-101, Titograd.

**TECHNICAL-TECHNOLOGICAL, EXPLOATATIONAL  
AND TECHNOECONOMICAL WORK INDICATORS  
FOR GRAPE COMBINE HARVESTERS**

**Radomir Manojlović<sup>1</sup>, Dragoljub Mitrović<sup>2</sup>, Svetozar Savić<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> "13. Jul - Plantaže", a.d. - Podgorica

<sup>2</sup> Biotechnical faculty - Podgorica

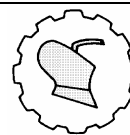
**Abstract:** Grape harvest for industrial refining, in the "13. Jul - Plantaže", a.d., near Podgorica, in the production areas of the vineyard around 2200 ha, is mostly done manually.

Mechanised harvest of wine grapes has been applied in the last few years, using self-propelled and pulled combine harvester. Research on self-propelled combine harvester, PELENC – 4560 – SMART, was made in year 2008. at the production area of Čemovsko field, Rakića Kuće facility, in the vineyard of VRANAC species. Grapes income on the researched stretch (168m\*60m) = (1 ha) was roughly 11,785 kg.

Productivity of the combine harvester in an hour of work was roughly 0,97 ha/h, or around 7,8 ha/day. Technical productivity was around 11455 kg/h, or 91637 kg/day, with energy consume of 630 MJ/ha.

**Key words:** grape, harvest, combine harvester, productivity, energy.





UDK: 631.558.1

## OPTIMIZACIJA PARAMETARA TEHNIČKIH REŠENJA ZA MAŠINSKO BRANJE KOŠTIČAVOG I JAGODIČASTOG VOĆA

Milan Veljić, Nikola Mladenović, Dragan Marković, Vojislav Simonović

*Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu*

**Sadržaj:** Mašinsko branje voća, prvenstveno koštičavog i jagodičastog voća predstavlja zahtevan zadatak zbog mogućeg oštećenja plodova pri kontaktu plodova sa granama, delovima mašine (uredjaja), kao i pri padu na podlogu. U radu su prikazana tehnološka tehnička rešenja za branje višanja, šliva i malina. Analizirane su specifičnosti pri branju i dati prikazi i rezultati otkidanja plodova pri oscilovanju nosećih struktura plodova. Prikazana su i razmatrana tehnološka tehnička rešenja pri mašinskom branju malina.

**Ključne reči:** voće, tehnologija, tehnička rešenja, otresanje, optimizacija.

### UVOD

Branje voća po svojim specifičnostima u mnogome se razlikuje od ubiranja ostalih poljoprivrednih plodova. Razgranatost košnji, brojnost plodova malih dimenzija kod koštičavog voća zahteva znatno angažovanje radne snage, produženje agrotehničkog roka za branje čime se utiče na smanjenje kvaliteta plodova (prezreli plodovi) a samim tim i na cenu plodova pri iznošenju na tržište. Slično je i pri ubiranju jagodičastog voća gde zbog razgranatosti žbunova (razgrtanje pri branju), sitnih plodova, potrebe da se berba obavi u nekoliko navrata, pošto plodovi ne sazrevaju istovremeno, zahteva se veliki udeo radne snage. Ručno branje i jedne i druge vrste voća zbog niske produktivnosti iziskuje visoke troškove pa se tendencija razvoja savremenih visoko proizvodnih tehnologija u poljoprivredi svodi i na primenu mašinskog, odnosno mehanizovanog branja voća putem otresanja. Često obezbeđenje dovoljne radne snage za obavljanje berbe u kratkom vremenskom periodu je ograničavajući faktor daljem razvoju voćarske proizvodnje. Veliki broj stabala voća, visoki prinosi a i gajenje voća na velikim površinama ukazuje ne samo na opravdanost već i na potrebu korišćenja tehničkih rešenja za mašinsku branje voća. Preduslovi za ovakav pristup branja voća je uskladjivanje zasada i tehnologije gajenja mašinama, a sa druge strane uskladjivanje tehničkih sistema, kroz optimizaciju brojnih tehničkih parametara, biljkama odono stablu, žbunu pa i plodu.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA OTRESANJA KOŠTIČAVOG VOĆA

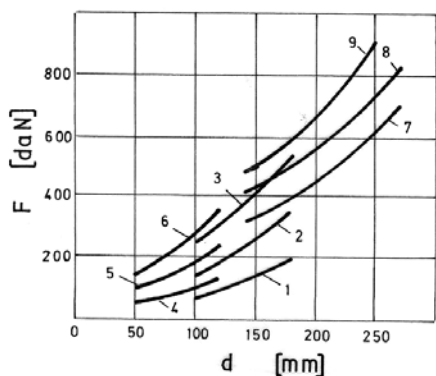
Uspešnost ubiranja koštičavog voća mašinskim putem u mnogome zavisi od uslova gde se primenjuju tresaći a odnose se na:

- teren na kome se gaji voće,
- načine sadnje i rezidbe i
- sortu voća.

Za primenu tresaća značajno je obezbediti veći razmak između redova i način rezidbe kako bi se oblikovala takva kruna, da grane ne budu jedna iznad druge, i da su manje dužine. Značajno je i da su plodovi otporni na udare, da se nalaze na kraćim peteljka sa malom silom veze između ploda i peteljke, kao i da plodovi jednovremeno sazrevaju. Najbolji rezultati rada tresaća pri branju (všnje i šljive) su u voćnjacima sa međurednim rastojanjem od 6m i razmakom od 5-6 m stabla od stabla u redu. Prečnik stabla treba da iznosi najviše do 200 mm, a visina debla najmanje 1,2 m.

Pri optimizaciji parametara tresaća voća pošlo se od osnovnih zahteva koji tresać voća mora da ispuni, kako bi došlo do maksimalnog stepena otresanja plodova (preko 95%) uz vodjenje računa da se ne ošteti kora stabla ili razmrda korenov sistem. Ti se zahtevi prvenstveno odnose na potrebnu silu za otresanje i kinematske parametre vibratara (frekvenciju i amplitudu).

Sila neophodna za prenošenje vibracija preko šipke vibratora na deblo različitog prečnika, za odklon stabla od 20 mm, prikazana je na (slika: 1).



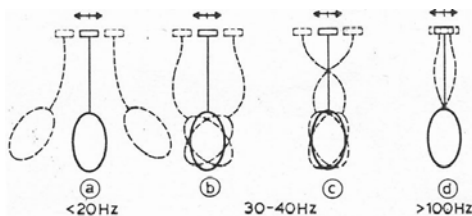
1-3- stablo jabuke i šljive starosti 11 god, pri obuhvatu debla stezačem na visini od 1,2; 0,8; i = 0,5 m od zemlje;

4-6 polužbunaste višnje starosti 17 godina pri hvatanju stezačem na visini od 0,6; 0,4 u 0,3 m od zemlje;

7-9- jabuke i šljive starosti 25 god. pri hvatanju stezačem na visini od 0,7; 0,6 i 0,4 m od zemlje.

Sl. 1. Zavisnost potrebne sile od prečnika debla

Istraživanja koja su sprovedena pri otresanju maslina imala su za cilj utvrđivanje karaktera kretanja ploda pri različitim frekvencijama (slika: 2). Pokretanje plodova su evidentirana sa više snimaka učinjenih ultra brзом kamerom.



Sl. 2. Karakter kretanja sistema plod-peteljka masline pri različitim frekvencijama



Pri frekvenciji od oko 20 Hz masline su blago oscilovale u vidu njihajućih pokreta, (slika: 3) dok su sa oko 30-40 Hz plodovi oscilovali oko jedne tačke, bez značajnih pomeranja, mada je i u toj fazi došlo do otkidanja plodova. Preko 90-100 Hz plodovi su vidljivo ostali nepokretni, dok je peteljka vibrirala kao uklještena greda na oba kraja.

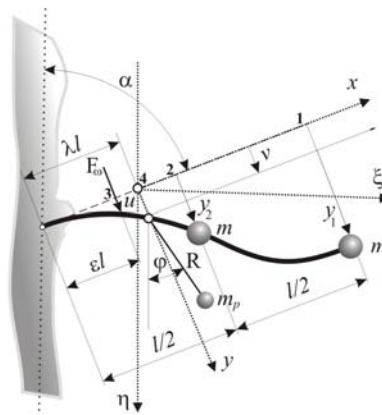


Sl. 3. Različiti položaj ploda pri frekvenciji kada je došlo do otkidanja

Pri istraživanjima koja su vršena na Mašinskom fakultet u Beogradu usvojen je mehanički model u kome je grana predstavljena konzolom približno konstantnog kružnog poprečnog preseka prečnika  $d$ , dužine  $l$ , konstantne krutosti, pri čemu je njen nagib prema stablu određen uglom  $\alpha$ , što je prikazano na (slika: 4). Na osnovu pretpostavki, izloženih u [1] i [2], diferencijalne jednačine kretanja koncentrisanih masa, kojima je grana aproksimirana, imaju oblik:

$$\begin{aligned} y_1 + m\ddot{y}_1\alpha_{11} + m\ddot{y}_2\alpha_{12} - F_\omega\alpha_{13} &= 0, \\ y_2 + m\ddot{y}_1\alpha_{21} + m\ddot{y}_2\alpha_{22} - F_\omega\alpha_{23} &= 0, \\ u + m\ddot{y}_1\alpha_{31} + m\ddot{y}_2\alpha_{32} - F_\omega\alpha_{33} &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

gde su  $a_{ij}$  ( $i, j=1,2,3$ ) uticajni koeficijenti konzole, imajući pri tome u vidu da je  $a_{ij}=a_{ji}$ , dok su  $y_1$  i  $y_2$  koordinate koncentrisanih masa, a  $u$  je pomeranje tačke 3 na mestu hvataljke. U jednačinama (1) veličina  $F_\omega$  označava intenzitet prinudne sile na mestu dejstva čeljusti uređaja za mehanizovano ubiranje ploda, a  $m$  predstavlja polovinu ukupne mase grane i ploda.



Sl. 4. Geometrija grane sa plodom

Ako je kretanje tačke 3 na mestu hvataljke zadato zakonom [3]:

$$u = r \sin(\omega t), \quad (2)$$

pri čemu je  $r$  amplituda prinudnih oscilacija tačke na mestu hvataljke uređaja, dok je  $\omega$  kružna frekvencija prinudnih oscilacija, opšta rešenja sistema (1) glase:

$$\begin{aligned} y_1 &= A_1^{(1)} \cos(k_1 t - \beta_1) + A_1^{(2)} \cos(k_2 t - \beta_2) + C_1 \sin(\omega t), \\ y_2 &= \eta_{21}^{(1)} A_1^{(1)} \cos(k_1 t - \beta_1) + \eta_{21}^{(2)} A_1^{(2)} \cos(k_2 t - \beta_2) + C_2 \sin(\omega t), \end{aligned} \quad (3)$$

vođeći računa da su  $\eta_{21}^{(1)}$  i  $\eta_{21}^{(2)}$  koeficijenti glavnih oblika oscilovanja. Imajući u vidu poznato stanje sistema u početnom trenutku, mogu se odrediti konstante  $A_1^{(1)}$ ,  $A_1^{(2)}$ ,  $\beta_1$  i  $\beta_2$ , što je praktično i urađeno u [2].

Pomeranje proizvoljne tačke vešanja ploda 4 na rastojanju  $\lambda l$  ( $0 \leq \lambda \leq 1$ ) od mesta ukleštenja izračunava se na osnovu izraza:

$$v = -m\ddot{y}_1 \alpha_{14} - m\ddot{y}_2 \alpha_{24} + F_\omega \alpha_{34}, \quad (4)$$

pri čemu su uticajni koeficijenti  $\alpha_{14}$ ,  $\alpha_{24}$  i  $\alpha_{34}$  izračunati u [2]. Pobudnu silu  $F_\omega$  moguće je izračunati iz sistema (1), čime je pomeranje  $v$  proizvoljne tačke grane u potpunosti određeno.

Pod pretpostavkom da je masa pojedinačnog ploda daleko manja u poređenju sa masom jedne grane ( $m_p \ll 2m$ ), to se uticaj ploda na zakon kretanja tačke vešanja ploda može zanemariti. Koordinate težišta ploda u odnosu na koordinatni sistem  $\xi O \eta$ , prikazan na sl. 1, iznose:

$$\begin{aligned} \xi_T &= R \sin \varphi + v \cos \alpha, \\ \eta_T &= R \cos \varphi + v \sin \alpha, \end{aligned} \quad (5)$$

Pri čemu je  $R$  redukovana dužina peteljke. Diferenciranjem izraza (5) po vremenu mogu se dobiti projekcije brzine težišta ploda na odgovarajuće koordinatne ose, tako da kinetička energija ploda postaje:

$$E_k = \frac{1}{2} m_p (\dot{\xi}_T^2 + \dot{\eta}_T^2) = \frac{1}{2} m_p [R^2 \dot{\varphi}^2 + \dot{v}^2 + 2R\dot{\varphi}\dot{v}\cos(\alpha - \varphi)]. \quad (6)$$

Budući da je položaj težišta određen, poznata je i potencijalna energija ploda:

$$E_p = -m_p g \eta_T = -m_p g (R \cos \varphi + v \sin \alpha). \quad (7)$$

Iz relacija (6) i (7), primenom *Lagrange*-ovih jednačina druge vrste, nakon linearizacije za slučaj malih oscilacija, dobija se diferencijalna jednačina relativnog kretanja ploda:

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{R} \varphi = -\frac{\cos \alpha}{R} \ddot{v}, \quad (8)$$

u kojoj veličina  $\varphi$  označava ugao otklona peteljke ploda od vertikale. Opšte rešenje diferencijalne jednačine relativnog kretanja ploda (8), može se napisati u obliku:

$$\varphi = A \cos\left(\frac{g}{R} t\right) + B \sin\left(\frac{g}{R} t\right) + E_1 \sin(k_1 t) + E_2 \sin(k_2 t) + E_3 \sin(\omega t), \quad (9)$$

gde su  $E_1$ ,  $E_2$  i  $E_3$  određeni u radu [2], dok su konstante  $A$  i  $B$  određene na osnovu poznatih početnih uslova.

Kriterijum otkidanja ploda definisan je uslovom da intenzitet inercijalne sile

$$I_p = m_p R \sqrt{\dot{\varphi}^2 + \varphi^4} \quad (10)$$

nije manji od eksperimentalno određenog intenziteta sile u peteljci  $S$ , tj.

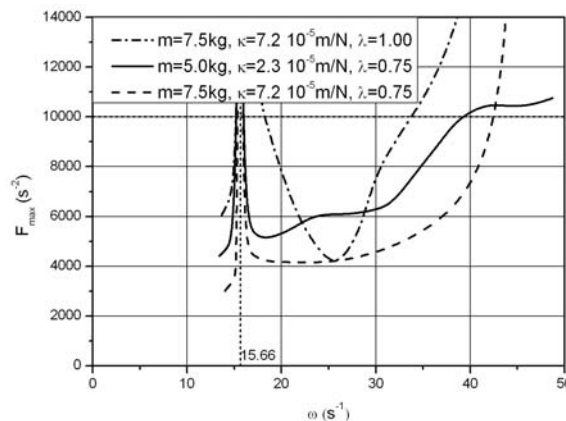
$$S \leq m_p R \sqrt{\ddot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^4}. \quad (11)$$

Veličina  $m_p$ , prisutna u izrazima (10) i (11) predstavlja masu ploda. Uvođenjem funkcije  $F = \sqrt{\ddot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^4}$ , uz uslov iz literature [4] da je  $S = 0.280\text{N}$ , dolazi se do zaključka da vrednost pomenute  $F$  funkcije mora biti

$$F \geq 10^4 \text{s}^{-2}, \quad (12)$$

da bi došlo do otkidanja ploda, pri čemu je  $m_p = 7\text{g}$ , a  $R = 4\text{ cm}$ .

U cilju verifikacije opisanog mehaničkog modela izvedeno je numeričko izračunavanje maksimalne vrednosti funkcije  $F$ , tj.  $F_{\max} = \max \left| \sqrt{\ddot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^4} \right|$ . Za razliku od rezultata ostvarenih u slučaju modela sa jednom koncentrisanom masom [1], gde je kriterijum (12) mogao biti zadovoljen samo u slučaju kada je plod lociran na kraju grane ( $\lambda=1$ ), u slučaju modela sa dve koncentrisane mase [2] on je zadovoljen u širem opsegu lokacije ploda ( $0.5 \leq \lambda \leq 1$ ). Razmatranjem rezultata modela sa jednom koncentrisanom masom [1] i poboljšanog modela sa dve koncentrisane mase [2], može se doneti zaključak da uslozňjavanje modela aproksimacijom grane većim brojem koncentrisanih masa dovodi do povećanja njegove tačnosti, približavajući numerička rešenja eksperimentalnim vrednostima.

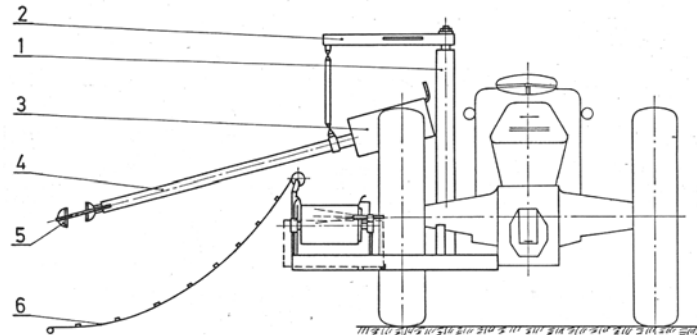


Sl. 5. Dijagram zavisnosti  $F_{\max}$  od kružne frekvencije  $\omega$

Vrednosti funkcije  $F_{\max} = \max \left| \sqrt{\ddot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^4} \right|$ , za različite kombinacije fizičkih i geometrijskih veličina ( $m, \kappa = l^3 / 3\mathbf{B}, \lambda$ ) prikazani su dijagramom na (slika: 5), u dovoljnom širokom opsegu kružne frekvencije  $\omega$  pobudne sile.

Osim dobijenih i primenjenih kinematskih i dinamičkih parametara pri osvajanju traktorskog tresaća voća pošlo se od toga da traktorista, osim upravljanja traktorom preuzima i ulogu rukovanja sa vibratorom tresaća. Zahtevi koji su morali da budu ispunjeni su u tome da se komande za rukovanje tresaćem (vibratorom) nalaze na dohvat ruke traktoriste i da pri radu traktorista ima pregled rada pojedinih delova sistema tresaća i uređaja za prikupljanje.

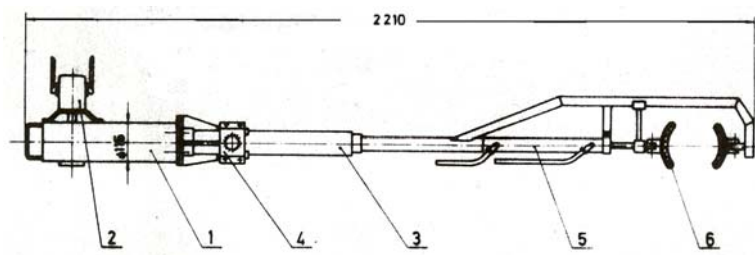
Tresač voća sa uređajem za prikupljanje, (slika: 6), je razvijen na Mašinskom fakultetu u Beogradu, a realizovan u fabrici mašina "Morava" iz Požarevca.



Sl. 6. Šematski prikaza tresača voća sa platnom za prikupljanje plodova "Morava"  
1-vertikalni nosač-stub; 2-obrtni horizontalni nosač; 3-vibrator;  
4-strela; 5-hvatač debla ili grana; 6-sabirno platno.

Vibrator 1. sa zamajcem i klipnim mehanizmom (slika: 7) pogon dobija od hidromotora 2. Tresač prenosi silu na stablo ili granu u pravcu strele. Hvatač 6. je sa nepokretnom i pokretnom čeljusti obloženoim gumom da bi se sprečilo oštećenje kore stabla ili grane. Pokretna čeljust se pomera pomoću hidrocilindra 5. koji ima zadatak da stegne stablo ili granu. Na strelji 3. nalazi se priključak za vešanje tresača 4. za obrtni horizontalni nosač 2 (slika: 6).

Hvatač vibratora u tehnološkom procesu rada u prvoj fazi obuhvata i steže stablo i oscilacije od vibratora prenosi na stablo. Rezultati oscilovanja vibratora u drugoj fazi rada je otkidanje plodova od grane na mestu najslabije veze peteljke i ploda. U sledećoj fazi otršeni plodovi se prihvataju specijalnim uređajima za prikupljanje ranije postavljenim ispod krošnje. Da bi došlo do otkidanja plodova neophodno je zadati frekvenciju i amplitudu oscilovanja vibratora tako da parametri oscilovanja na mestu obuhvatanja stabla (grane) obezbede ubrzanje ploda neophodno za otkidanje peteljke ili ploda.



Sl. 7. Prikaz sklopova ruke tresača voća  
1-vibrator; 2-hidromotor; 3-strela; 4-priključak za vešanje tresača;  
5-hidrocilindar i 6-hvatač debla ili grana

Ispitivanja tresaća su obavljena na plantažu višanja "Džervin" u Knjaževcu. Vršeno je otresanje višanja "Hajman" starosti stabala oko 10 godina, visine do 3 m i prečnika stabla od 90 do 130 mm. Zasad višanja je sa rastojanjem voćaka u redu 3 m, a između redova 4 m. Prinos višanja po hektaru (oko 830 stabala) je iznosio 20000 kg. Frekvencija i amplituda trešenjasu bile u granicama vrednosti koje su predviđene proračunom i to: frekvencija je iznosila do 15Hz, a amplituda oko 35mm. Pri ispitivanju su bila angažovana 3 radnika i traktorista. Proizvodnost tresaća je bila 20 stabala na sat (prosečna vrednost nakon 20 dana ispitivanja) što znači da je u proseku ubrano od 500 do 550 kg višanja na sat. Za 2 do 5 sekundi oko 95% plodova višanja je bilo otrešeno. Mali procenat plodova višanja koji je ostao na voćkama nalazio se na dugačkim i visokim granama.

### PARAMETRI MAŠINA ZA BRANJE JAGODIČASTOG VOĆA

Za mašinsko branje jagodičastog voća potrebno je obezbediti određene preduslove prvenstveno pri planiranju budućih sorti zasada i to:

- da se gaje sorte kod kojih se lako odvajaju plodovi bez snažnog protresanja,
- da se kalkuliše količina nezrelih plodova, odnosno da se ne gaje sorte gde lako otpadaju i plodovi u nezrelom stanju kao i zreli,
- da plodovi imaju čvrstinu kako ne bi došlo do gnječenja plodova pri mašinskom branju,
- da se gaje biljke sa zgusnutim žbunovima koji se lakše beru nego sa proređenim stabljikama,
- da se gaje biljke koje imaju uspravan model rasta koje se lakše beru od biljaka niskog rasta ili rasta u širinu.

Pri primeni mašina za berbu preporučuje se podizanje leja iznad tla za gajenje zasada. Biljke treba da su na maloj udaljenosti, u formi žive ograde, ali nikako grupisane. Za okretanje mašine na kraju reda za ulazak u drugi red poteban je prostor širine od 7,5 do 9 m.

Za bolje širenje stabljika pri vrhu preporuka je korišćenje visokih oslonaca (drvenih ili metalnih) visine 1.8 m, prečnika oko 8cm. Za održavanje novih stabljika u vertikalnom položaju koriste se dve žice za zatezanje čije su kuke zakačene na pritke na visini od oko 80 cm i na 160 cm, s tim što donja žica ne sme biti na manjoj visini od 75 cm. Osim ovih zahteva potrebno je orezivanjem eliminisati nizak rast koji je najteži za berbu, eliminisati žbunastu zbijenost, suve grančice i bolesne delove i proređivati bočne izdanke koji leže na niskim delovima grana. Oblikovan grm treba da odgovara mašinskoj berbi odnosno krošnja treba da je uska, a biljke koje leže do zemlje treba orezivati nisko, ispod 40 cm.

Pri mašinskom branju jagodičastog voća pristup žbunovima je istovremeno sa obe strane, odnosno tehnička rešenja su tunelskog tipa. Otresanje plodova se vrši pri kontinualnom kretanju mašine u pravcu ose zasada. Firma "Korvan" u proizvodnom programu ima mašine za branje jagodičastog voća (maline i borovnice), za branje kafe i za berbu grožđa. Mašina za branje malina i borovnica "Korvan" 930 (slika: 8) je vučena mašina dok su ostale mašine iste firme samohodne i većeg kapaciteta. Za vuču i pogon mašine koristi se traktor minimalne snage od 23 kW, sa vučnom silom od 1200 daN i sa brojem obrtaja priključnog vratila od 540 min<sup>-1</sup>. Gabaritna dužina berača je 5.5 m, širina 3.1 m, visina 2.82, dok se pri transpotru zbog skupljanja bočnih platformi – krila širina

svodi na 2.62 m. Masa berača je 2300 kg. Dimenzije operativne jedinice su širina 152 cm, visina 190 cm, dužina radnog dela mehanizma za branje 243 cm, sa propusnim otvorom mehanizma za branje od 63 cm. Beračica je opremljena hidrauličnim sistemom sa pumpa koja ima ulazni broj obrtaja od 300 do 900 min<sup>-1</sup>. Cilindri mehanizma za nivelisanje imaju mogućnost nivelisanja zglobnog kraka sa hvataljkama. Tanjiri služe za prihvatanje voća i ne smeju se pri radu kretati unazad jer može doći do oštećenja. Ako se tanjiri senzorski vođeni nagnu na jednu stranu dolazi do nepravilnog rada. Takođe ukoliko je žica na manjoj visini od tla od 75 cm može da utiče na kvalitet rada pomerljivih tanjira, a u slučaju zapadanja žice pod lopatice ventilatora i do zastoja.



*Sl. 8. Mašina za branje malina i borovnica "Korvan" 930  
a) prednji izgled i priključivanje za traktor; b) zadnji izgled*

Beračica mora često da se podešava. Obično se to obavlja prema prioriteta, tj. kada je brzina od najvećeg značaja, ili kada je kvalitet ubranog voća, klimatski uslovi, veličina radne ekipe, stepen isplativosti, tradicija berbe visoko plasirani prioriteta.

Postoje 6 osnovnih varijanti podešavanja i to:

- brzina rada tresilice (vibracije),
- podešavanje mehanizma glave tresilice,
- osnovna brzina kretanja,
- učestanost berbe,
- podešavanje vibratora,
- brzina kretanja transportnih traka,
- podešavanje ugla nagiba platforme za prihvatanje voća.

Podešavanje jedne funkcije utiče na rad ostalih funkcija. Brzina rotacija tresilice se za maline kreće od 400 do 650 min<sup>-1</sup> (najčešće 500 min<sup>-1</sup>). Brzina određuje količinu plodova za branje. U početku sezone brzina rotacije treba da je manja nego u sredini ili na kraju sezone. Za probu utvrđivanja optimalne brzine tresilice povećava se brzina dok su 2% obranih plodova od ukupne količine voća zeleni (1 nezreo plod na 40 ili 50 plodova).

Ako se upotrebljavaju šipke tresaća (pipci hvatača) od najlona brzina rotacije tresilice ne bi trebalo da pređe vrednost od 650 min<sup>-1</sup>. Ako je potreban veći broj obrtaja od naznačenog moraju se upotrebiti šipke od fiberglasa. Moguće je doći do nagnječenja voća u slučaju preopterećenja trakastog transportera. Takođe na kvalitet obranog voća utiče i rad ventilatora koji se treba često čistiti.

Veoma precizan automatski sistem upravljanja sledi liniju centra žbunova. Automatski upravljanja je tako programiran da, ukoliko red zasada nije odgovarajući, prelazi u manuelni sistem upravljanja. Kretanje tresilice van centra zasada makar za samo 5 cm može uticati na rad tresilice i na dodatne gubitke voća.

Beračica bere voće po zrelosti, a ne po boji što često kod korisnika dovodno do zabune, Prvu berbu treba započeti kada neki plodovi padnu na zemlju. I tada ne treba gledati na boju plodova već na zrelost. Pri sledećem proходу beračica treba da se kreće u istom smeru kao u prethodnom proходу.

#### 4. ZAKLJUČAK

Za racionalnu berbu koštičavog voća porebno je primeniti mašinsko branje kako bi se u odnosu na ručno branje skratilo vreme izvodjenja operacije, smanjio broj radnika potrebnih za ručno branje, povećala proizvodnost i smanjili troškovi od 1,5 do 2,5 puta zavisno od vrsta voća, sorti, vrsta zasada nitd. Osvajanje tresaća voća bilo je bazirano na utvrđivanju parametara vibratora potrebnih za otresanje voća. Oscilovanje grana plodova, pri protresanju vibratorom je razmatran kao mehanički sistem konzole sa dve koncentrisane mase i na osnovu analiza dobijenih rezultata može se zaključiti da je dobijeno poklapanje numeričkog rešenja sa eksperimentalnim podacima.

Analiza postojećih koncepcija mašinskog berača jagodičastog voća ukazuju na veliki broj faktora koji utiču na kvalitet rada, odnosno na kvalitet ubranih plodova. Može se zaključiti da dalji rad na razvoju berača jagodičastog voća treba da se odnosi na razvoj robusnijih mašina koje omogućavaju rad i sa širim dijapazonom razlike u dimenzijama, obliku i načinu sadjenja i rezidbe žbunova.

#### LITERATURA

- [1] Veljić, M., Čović, V., Bojanić, Z., *Određivanje optimalne frekvencije uređaja za otkidanje plodova*, Savremena poljoprivredna tehnika, No.3, Novi Sad, 1983, pp.145-149.
- [2] Čović, V., Lukačević, M., Veljić, M., Bojanić, Z., *Određivanje frekvencije uređaja za mehanizovano ubiranje plodova*, "Tehnika", Mašinstvo 32 (10), Beograd, 1983, pp. 1441-1444.
- [3] Tuguz, M., *Vibracioni sjem jabolk trosovim ustroistvom*, Mehanizacija i elektrifikacija soc. Sel. Hoz-va, br. 3, 1980.
- [4] Bošnjaković, A., Đukić, N., Karadžić, B., *Fizičko-mehaničke osobine plodova višanja u vezi sa mehanizovanim berbom potresanjem*, Savremena poljoprivredna tehnika, br. 4, Novi Sad, 1980.
- [5] Veljić M., Živković D. *Prilog određivanja ekonomičnosti tresaća voća*, 31 "Jupiter" konferencija, Zlatibor 2005. MF u Beogradu, Zbornik radova, pp. 4.33-4.38.
- [6] Živković D., Veljić M., Pozhidaeva V., *Determination of economic indicator for mechanized harvesting of plumbs*, 7<sup>th</sup> International conference AMO'2006, Technical University of Sofija, Sozopol – Bulgaria, pp. 104-108.
- [7] Veljić M., Marković D., *Development technological and technical solutions for mechanical harvester od stone fruit*, Mechanical design 2009, FTN Novi Sad. pp. 193-196.

Ovaj rad je rezultat projekta TR – 14210A "Razvoj mašina i opreme za proizvodnju i preradu voća" koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

**OPTIMIZATION OF PARAMETAR OF TECHNICAL SOLUTIONS  
FOR MECHANICAL HARVEST OF STONE AND BERRY FRUIT**

**Milan Veljić, Nikola Mladenović, Dragan Marković, Vojislav Simonović**

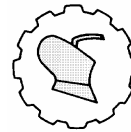
*Faculty of Mechanical Engineering - Belgrade*

*mveljic@mas.bg.ac.rs; nmladenovic@mas.bg.ac.rs; dmarkovic@mas.bg.ac.rs*

**Abstract:** Mechanical harvest of fruit, primarily stone and berry fruit is desired task toward possibility defect of product which is in contact with limbs, part of machines as well as when fruit fall on the ground. In this paper is shown technology-tehnical solution for harvest of sheries, plums and raspberry. It is analysed specifics in harvest and shown results tweak products in oscilation stalk of fruit. It is shown technology – technical solution for mechanical harvest of raspberry.

**Key words:** *fruit, techology, technical solutions, shake, optimization.*





UDK: 631.147

## TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI ASPEKTI OBRADE OSTATAKA REZIDBE U VOĆNJACIMA

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

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun; <sup>2</sup>Visoka Poljoprivredna škola Šabac

**Sadržaj:** Ostaci rezidbe u višegodišnjim zasadima predstavljaju balast koji je neophodno ukloniti odnosno obraditi u formi koja neće ometati prolazak sredstava mehanizacije tokom realizacije naredne operacije. Najzastupljeniji način obrade ostataka rezidbe, u našoj voćarskoj praksi je usitnjavanje i rasipanje u međurednom prostoru. Za realizaciju te radne operacije se primenjuje više tipova mašina za usitnjavanja biljne mase nastale rezidbom voćnjaka. Primenjena tehnička rešenja predstavljaju skupe uvozne mašine za čiju primenu treba dati kompetentan odgovor na pitanje, koja bi bila najadekvatnija zahtevima prakse. U obavljenim eksperimentima ispitivane su četiri mašine sa radnim elementima: ugaoni noževi koji rotiraju u horizontalnoj ravni, Y udarni sekači, delta udarni sekači (čekići) i pločasti udarni sekači koji rotiraju u vertikalnoj ravni. Merenja su obavljena u zasadima jabuke starosti 7-9 godina različitog međurednog i rednog rastojanja gde je debljina grana iznosila u proseku 3 cm pri brzinama agregata od 4,5; 6,2 i 7,5 km/h. Ostvarena dužina sečenja se kretala do 5 cm. Za upoređenje četiri tipa radnih organa u žiži interesovanja bile su postignute: dužine sečenja biljnog materijala i za to potrebna snaga pri različitim brzinama kretanja.

**Ključne reči;** oblik radnih elemenata, dužina sečenja, brzina kretanja, angažovana snaga

### 1. UVOD

Nakon rezidbe u međurednom prostoru ostaje velika masa orezanih grana ili lastara, što ometa mehanizovano obavljanje narednih operacija. Zato u višegodišnjim zasadima veliki obim posla predstavlja uklanjanje ostataka posle rezidbe, gde između redova ostaju znatne količine odsečenih grana i lastara. Ta velika masa koja može biti 10 – 15 t/ha, mora se ukloniti za relativno kratko vreme, bez obzira na vremenske uslove i cenu koštanja jer sledi zaštita koja se ne sme odložiti ili propustiti.





Na manjim površinama uklanjanje lastara i grana se vrši jedostavnim traktorskim oruđima u obliku vila. Iako jedan od najstarijih načina on se kod nas još uvek koristi. Znatno brži, jednostavniji i ekonomičniji način obrade orezanih grana i lastara je korišćenje mašina za drobljenje orezane mase koja se kasnije najčešće zaorava. Nedostatak ovog načina obrade orezanih grana je u tome što se posle više godina, stvara sloj izdrobljenih grana, koje ne uspevaju da istrunu i time otežavaju realizaciju narednih

radnih operacija a naročito obradu zemljišta. Drugim rečima, dolazi do prezasićenosti zemljišta otpacima grana kao i stvaranja nepropusnog sloja jer veliki deo ne prelazi u organsku materiju. Kod bilo kojeg načina sređivanja orezanih biljnih ostataka, međuredni prostor u zasadu treba da bude što ravniji, odnosno bez većih mikroneravnina,

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

Za realizaciju oglada korišćene su mašine sa četiri različita oblika radnih elemenata. To su: ugaoni noževi, Y udarni sekači, delta udarni sekači i pločasti udarni sekači. Mašine sa navedenim oblikom radnih elemenata su se primenjivale u zasadu jabuke starosti 7-9 godina različitog međurednog i rednog rastojanja. Eksperimenti su obavljani sa tri različite brzine kretanja agregata od 4,5; 6,2 i 7,5 km/h. Prosek debljine orezanih grana je iznosio oko 3 cm. Za upoređenje četiri tipa radnih organa u žizi interesovanja bile su postignute: dužine sečenja biljnog materijala i za to potrebna snaga pri različitim brzinama kretanja.

Tab. 1 Tehničke karakteristike ispitivanih mašina

Tip radnih elemenata	Radni zahvat [m]	Snaga motora traktora [kW]	Broj radnih elemenata [-]	Broj obrtaja rotora [min <sup>-1</sup> ]	Masa mašine [kg]
	1,8	30	6	2300	230
	2,2	40	44	2325	490
	2,2	40	22	2325	490
	2,3	44	20	2325	650

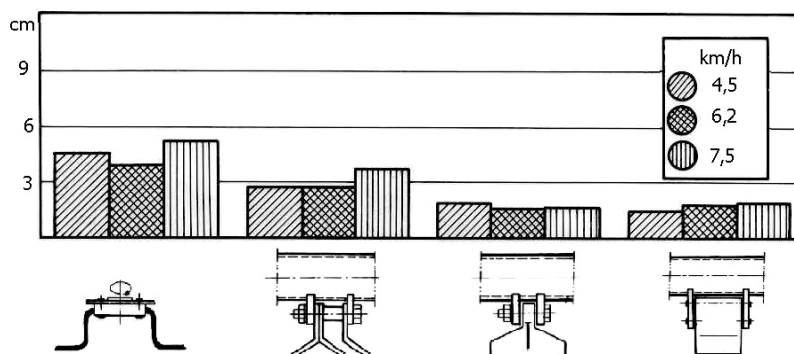
Mašine sa ugaonim noževima se koriste i kao mulč mašine tj. za uništavanje travnog pokrivača. Primenjuju se na dobro poravnatom zemljištu i bez kamena. Imaju vertikalnu osovinu sa horizontalno postavljenim noževima. Rotor ima dva, tri ili četiri kraka na kojima se nalaze noževi. Noževi svojim oblikom i brzinom obrtanja sa donje strane stvaraju potpritisak koji delimično podiže sitne grane ili lastare. Zahvat navedenih mašina se kreće od 1,2–2,0 m a radna brzina od 2–8 km/h, tako da se ostvaruje učinak od 0,4–0,9 ha/h, što zavisi od uslova rada (poravnatost terena, prohodnost agregata, međuredni razmak i sl.).

Kod mašina sa rotoudaračima u obliku Y udarni sekači, delta udarni sekači i pločasti udarni sekači (čekići), radni elementi su pričvršćeni na horizontalni rotor pomoću zavrtnja i slobodno vise. Tokom rada rotiraju velikom obimnom brzinom (50 m/s i većom). Pritom zahvataju orezanu masu, bacaju je na limeno kućište, na kome su zavareni protivrežuću noževi, te se masa vrlo intenzivno usitnjava.

Za dobar rad mašinama sa rotoudaračima veoma je bitno da su čekići dobro izbalansirani, u protivnom javlja se nemiran rad i vibracije, koje najpre prouzrokuju oštećenja ležajeva. Bez obzira koji tip drobilice je u pitanju, poželjno je da se iza nje nalazi valjak, koji ima za zadatak da poravna izdrobljeni materijal.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni rezultati ispitivanja pokazuju da tri testirane verzije radnih elemenata: Y udarni sekači, delta udarni sekači i pločasti udarni sekači ostvaruju približno jednake vrednosti dužine usitnjenog materijala. Značajno veća razlika se uočava kad je u pitanju usitnjavanje materijala kod radnih elemenata ugaonih noževa po kolotragu točkova traktora. Angažovana snaga za pogo radnih elemenata oblika Y sekača je značajno niža u odnosu na ostale tri izvedbe. Kada je u pitanju brzina kretanja agregata uočljiva razlika je u dužini usitnjene mase kod oblika radnih elemenata ugaoni noževi i Y sekači. Ta razlika se ispoljava pri brzini kretanja agregata od 7,5 km/h. Kod ovih oblika radnih elemenata ne uočava se značajna razlika u dužini usitnjene mase između brzina kretanja agregata od 4,5 km/h i 6,2 km/h. Kod radnih elemenata oblika delta udarni sekači i pločasti udarni sekači, brzine kretanja agregata nemaju značajan uticaj na dužinu usitnjene mase.

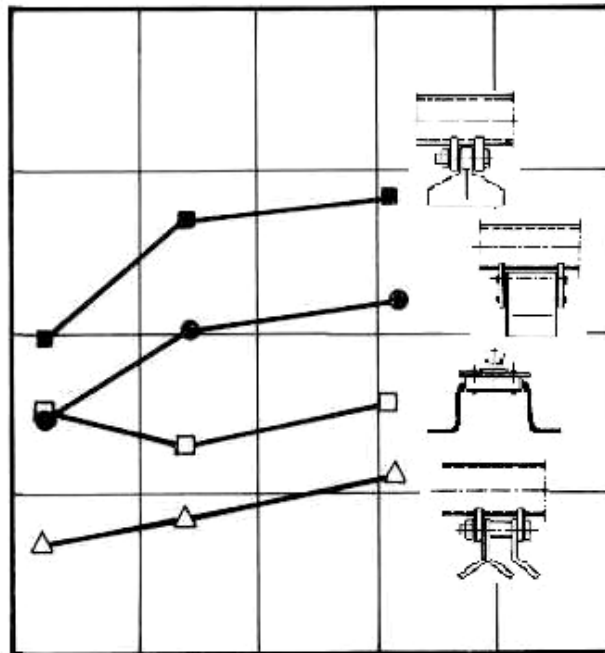


Sl. 1. Zavisnost dužine usitnjenog materijal od tipa radnog elementa i brzine kretanja agregata



Sl. 2. Zavisnost dužine usitnjenog materijal po kolotragu točkova traktora od tipa radnog elementa i brzine kretanja agregata

Analizom dijagrama na slici 3 uočava se da je najveća angažovana snaga upravo kod onih radnih elemenata koji ujedno i ostvaruju najbolji kvalitet rada u pogledu usitnjenosti biljne mase a to su delta udarni saekači i pločasti udarni sekači. Mimo očekivanja, uporedna analiza angažovane snage za druga dva oblika radnih elemenata je pokazala da je potrebna veća snaga za pogon radnih elementa oblika ugaonih noževa nego Y udarnih sekača.



Sl. 3. Angažovana snaga za pogon radnih elemenata u zavisnosti od tipa radnog elementa i brzine kretanja agregata

#### 4. ZAKLJUČAK

Analizom prikazanih rezultata ispitivanja može se zaključiti da od svih ispitivanih oblika radnih elemenata najbolji kvalitet rada ostvaruju oblici, delta udarni sekači i pločasti udarni sekači. Oni ujedno za svoj pogon angažuju najveću snagu po metru radnog zahvata. Na osnovu navedenog sledi da su i troškovi rada mašina sa navedenim radnim elementima veći. Ali ako se uzme u obzir da ne postoji velika razlika u kvalitetu rada u zavisnosti od brzine kretanja, zaključuje se da se sa ovim mašinama može raditi sa većim brzinama u odnosu na ostale. Time ove mašine ostvaruju najveći učinak što kompenzuje troškove angažovane snage. Na osnovu svega, za realizaciju radne operacije usitnjavanje orezanih grana i laterala može se dati prednost mašinama sa radnim elementima oblika delta udarni sekači i pločasti udarni sekači.

Pored navedenih prednosti treba naglasiti da su mašine sa navedenim radnim elementima najosetljivije na neravnomerno trošenje radnih elemenata što uzrokuje pojavu debalansa rotora. Ova pojava, usled inercionih sila izaziva udare što se veoma negativno odražava na vek trajanja ležajeva mašine.

### LITERATURA

- [1] Di Blasi, C., Tanzi, V. And Lanzetta, M.: A study on the production of agricultural residues in Italy, Biomass and Bioenergy, Vol. 12, No.5, (1997), 321-331.
- [2] Ilić, M., Gruber, B., Tešić, M.: The state of biomass energy in Serbia, Thermal science, (2004) 8/2, 5-20.
- [3] International Energy Agency (IEA), OECD/IEA: RENEWABLES IN GLOBAL ENERGY SUPPLY, An IEA Fact Sheet, IEA Publications, Paris, France, (2007).
- [4] International Energy Agency, OECD/IEA: BIOFUELS in a global context, Sustainable Biofuels Certification Stakeholder Meeting, Renewable Energy Unit, Lausanne, Switzerland, (2006).
- [5] Martinov, M., Tešić, M., Brkić, M.: Ostaci biljne proizvodnje kao izvor energije - Case study opština Bečej, Pik "Bečej", Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 32 (2006), No. 1-2, Novi Sad, 10-17.
- [6] Murizio V. : Trinciasarmenti per accendere le caldaie, časopis "Machineagricole domain", numero 3 Marzo 2009 str. 65-67
- [7] Mitić, D.: Briketiranje biomase, PTEP - časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Vol. 2 (1998), br. 3, Novi Sad, 67-70.
- [8] Sabo, A., Ponjičan, O.: Energetski potencijal biomase u zasadima jabuke i mogućnost korišćenja, PTEP - časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Vol. 2 (1998), br. 3, Novi Sad, 106-108.
- [9] Živković, M., Radojević, R., Urošević, M. (2007): Priprema i potencijal ostataka rezidbe u voćnjacima i vinogradima kao energetska goriva, Poljoprivredna tehnika, god. XXXII, br. 3, str. 79-86.
- [10] www.nobili.com; fabrička ispitivanja mašine triturator-mulcher model RMS-560.
- [11] www. Bertimia.it; fabrička ispitivanja mašine trinciatrice spostabilee reveribile mod. Ekre/s-180.
- [12] www. Ferrara.com/ferri: fabrička ispitivanje mašine trinciatrici mod. MT-180.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, Republike Srbije, Pojekat «Istraživanja mogućnosti proizvodnje biomase za energiju iz plantaža kratke ophodnje ophodnje u okviru energetske sistema Srbije» evidencioni broj 18201
---

## ASPECTS OF SOIL CULTIVATION IN ORCHARDS

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

*<sup>1</sup>Faculty of Agriculture Belgrade-Zemun*

*<sup>2</sup>Higher Agricultural School of Professional Studies- Šabac*

**Summary:** Highly intensive fruit production in both basic and supplemental soil cultivation, along with other agricultural practices was found to impact both growth and fertility of fruit trees. Favourable effects may be expected if appropriate and timely soil cultivation is provided.

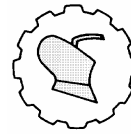
Soil cultivation practices range from intensive to completely lacking, which results in the implementation of technical solutions such as machines and tools. The choice depends on the production technology, interrow spacing, climate, soil, etc.

The aim of the study was to analyze exploitation parameters of the most frequently used rotary cultivator („Nardi”, Model ZH/B 145 C). Based on the results obtained, both current and potential machine users may be informed of the advantages and disadvantages of the cultivation.

The machine may be used with working widths up to 1.45 m in palmette and slender spindle production systems.

Optimal aggregates from the aspect of basic exploitation possibilities need to be analyzed focusing on the financial effect of fruit production.

**Key words:** *tractor-machine aggregate, rotary cultivator, output, working depth, speed.*



UDK: 631.147

## USITNJAVANJE ŠUMSKOG OSTATKA U ZASADIMA MEKIH LIŠĆARA TRAKTOROM SAME IRON 210 DCR SA MULČEROM LIPA –AHWI 600

Danilović Milorad<sup>1</sup>, Grbić Jovica<sup>1</sup>, Mešanović Zoran<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Šumarski fakultet u Beogradu, <sup>2</sup>JP "Vojvodinašume" ŠG "Novi Sad"

**Sadržaj:** U radu su prikazani rezultati istraživanja efekata rada na poslovima usitnjavanja šumskog ostatka traktorom Same Iron 210 DCR sa mulčerom LIPA–AHWI 600, u zasadima topola na području Vojvodine. Usitnjavanje šumskog ostatka kao i uklanjanje žbunaste vegetacije izvršeno je u različitim uslovima rada.

Snimano je vreme usitnjavanja šumskog ostatka sakupljenog u gomile, kao i usitnjavanje šumskog ostatka rasutog po sečini.

Pored toga, izvršeno je snimanje rada na poslovima uklanjanja žbunaste vegetacije koristeći različite načine rada, mehanizovani-mulčerom LIPA–AHWI 600 sa zahvatom 2,25 m, polumehanizovani-motornom testerom i manuelni načina rada, a zatim izvršena analiza i poređenje rezultata istraživanja. Snimanje je izvršeno na oglednim površinama na području ŠU "Plavna". U ovim istraživanjima primenjen je metod fotohronometraže i pritočni metodom merenja vremena.

Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima prikazuju strukturu utrošenih vremena, ostvarene učinke, dnevne i jedinične troškove rada.

Na bazi rezultata izvršenih analiza i njihovog poređenja, proizilazi da su efekti rada na usitnjavanju grupisanog šumskog ostatka znatno veći, ali je učešće fizičkog rada znatno zastupljeno.

Takođe, efekti rada na uklanjanju žbunaste vegetacije su veći kada se primenjuje mehanizovani način rada, posmatrano sa ekonomskog, ekološkog i ergonomskeg aspekta.

**Ključne reči:** tehnologija, traktor Same Iron 210, mulčer LIPA–AHWI 600, usitnjavanje šumskog ostatka, topola, učinak, troškovi usitnjavanja.

### 1. UVOD

Priprema terena prilikom podizanja zasada topola je jedna od značajnih mera za visoku produkciju drvene mase. Osnivanje zasada topole u najvećem broju slučajeva se obavlja na površinama gde je prethodno izvršena seča i izrada drvnih sortimanata, kao i na površinama koje spadaju u domen proširene reprodukcije. Ove površine su najviše zastupljene uz obale velikih reka, gde je prisustvo prizemne vegetacije veoma izraženo. Na površinama posle izvršene čiste seče i izrade ostaje šumski ostatak koji može da se koristi kao sirovina za proizvodnju energije ili za drugu namenu. Međutim, šumski ostatak

u velikom broju slučajeva ostaje neiskorišćen, pa ga je potrebno ukloniti sa površina za pošumljavanje kako bi započeo novi proces proizvodnje drveta. Uklanjanje ovog materijala sa površine za pošumljavanje obavlja se na različite načine, a najčešće sakupljanjem granjevine i ostalog drvnog materijala u hrpe, koje se pale kada su za to vremenske prilike odgovarajuće. Na područjima gde se u blizini sečine nalaze naseljena mesta, deo drvnog ostatka posle seče daje se na korišćenje stanovništvu za lične potrebe najčešće bez nadoknade. Na područjima gde nema u blizini naseljenih mesta, korišćenje šumskog ostatka od strane okolnog stanovništva je znatno manje zbog visokih troškova transporta. Na ovim područjima radnici sakupljaju drveni ostatak u gomile, koje pale kada se za to stvore povoljne vremenske prilike. Uklanjanjem i paljenjem celokupne drvene mase šumskog ostatka zemljište biva osiromašeno hranjivim materijama, koje su veoma bitne za rast biljke. Priprema terena za pošumljavanje na ovakav način povezana je sa problemima nedostatka radne snage i visokim troškovima. Pored toga, situacija se slična i prilikom uklanjanja bujne prizemne vegetacije i šiblja na aluvijalnim ravnima. Priprema ovakvih terena za pošumljavanje iziskuje značajna finansijska sredstva, a shodno tome utiče i na povećanje ukupnih troškova proizvodnje. Uvođenjem savremene mehanizacije na poslove pripreme terena za pošumljavanje postignut je značajan napredak sa više aspekata, a posebno na polju humanizacije rada. Na ovaj način je u velikoj meri rešen problem pripreme površina za osnivanje intenzivnih zasada. Međutim, vrlo je bitno izvršiti izbor odgovarajućeg sredstva za rad posmatrano sa različitih aspekata primenljivosti.

Za mehanizovano uklanjanje žbunaste vegetacije koriste se razni uređaji (rotacione sitnilice, mulčeri i dr.) agregirani sa adaptiranim poljoprivrednim traktorima. Poznati proizvođači ovih uređaja su LEMIND, FORSA, WILLIBALD, NICCOLAS, SEPPI i dr.

Rotacione sitnilice služe za usitnjavanje žbunaste vegetacije prečnika do 3 cm, međutim mulčeri nabrojanih firmi koriste se za usitnjavanje drvenastog materijala i do 20 cm prečnika.

Prema rezultatima istraživanja (Jezdić D., Mrđenović S., Došić B., Tomašević I. 19) problem agregiranja ovog uređaja bio je vezan za oštećenja na kvačilu traktora. Ovaj problem je rešavan u saradnji sa proizvođačima mašina ugradnjom centrifugalnog kvačila, kojim je omogućeno lakše uključivanje mašine i smanjenje udara na transmisiji traktora i mašine.

Traktori novijeg datuma, u odnosu na nekad korišćene traktore na ovim poslovima, opremljeni su obrtnim sedištem, klima uređajima, ojačanim kardanskim vratilom i dr.

Cilj ovoga rada je istraživanje efekata rada traktora Same Iron 210 DCR sa mulčermom LIPA-AHWI 600, na poslovima usitnjavanja šumskog ostatka posle izvršene seče u zasadima topole, kao i poređenje efekata ostvarenih u različitim uslovima rada. Pored toga, cilj je da se istraže i uporede efekti rada na poslovima uklanjanja žbunaste vegetacije, u zavisnosti od stepena mehanizovanosti radova i da se ukaže na predosti primene određenog metoda posmatrano sa ekološkog, ergonomskog i ekonomskog aspekta.

## 2. MESTO I METOD ISTRAŽIVANJA

Istraživanja mulčiranja šumskog ostatka, posle izvršene čiste seče, u cilju pripreme površine za pošumljavanje, izvršeno je u septembru i oktobru 2008. godine na području ŠU Pančevo, u GJ "Donje Potamišje", odeljenje 20e i (Slika 1) i u ŠU "Kovilj" u januaru mesecu (zimski uslovi rada) u odeljenju 56 g.





*Slika 1. Mulčiranje šumskog ostatka*

U odeljenju 20 e, GJ "Donje Potamišje" šumski ostatak bio je raspoređen na celoj površini, a na delu sečine granjevine sakupljena u gomile. Prilikom snimanja vreme je bilo oblačno sa povremenom kišom. Prosečna temperatura u vreme snimanja bila je 13°C. Rukovalac na ovim poslovima imao je radno iskustvo od 10 godina.

Pored snimanja rada na poslovima mulčiranja, snimani su i utrošci goriva i maziva, kao značajne osnove za kalkulacije troškova rada na poslovima mulčiranja. Snimanje je izvršeno po metodu dopune rezervoara.

Na području ŠU Plavna, u GJ "Plavanske šume" u odeljenju 12e, snimano je mulčiranje podrasta (žbunaste vegetacije) prečnika do 18 cm (Slika 2). Snimanje je izvršeno na tri ogledne površine.

Na OP 1 izvršeno je snimanje pripreme terena za pošumljavanje manuelnom radnom snagom koristeći, sekiru kao alat za rad (Slika 3).



*Slika 2. Žbunasta vegetacija*



*Slika 3. Uklanjanje žbunaste vegetacije sekicom*

Površina na kojoj je izvršeno snimanje obrasla je izdanačkom topolom, belom topolom, američkim jasenom i veoma gustim svibom prečnika do 5 cm. Površina je predviđena za rekonstrukciju nakon neuspelog pošumljavanja (Slika 2). Za pripremu terena za pošumljavanje odnosno uklanjanja rastišta korišćena je sekira. Površina na kojoj je izvršeno snimanje bila je 8 ari i 70 m<sup>2</sup> (Slika 3).

Za vreme snimanja vreme je bilo sunčano, a za snimanje su izabrana su dva radnika prosečnih radnih sposobnosti. Snimanje je izvršeno u mesecu oktobru 2008 godine. Na površini je sečeno sve rastište, koje je sakupljeno u hrpe i zapaljeno (Slika 3).

Na OP2 izvršeno je snimanje rada na pripremi terena za pošumljavanje motornom testerom "STIHL" MS 260 i sekirom kao pomoćnim alatom (Slika 4).



*Slika 4. Uklanjanje žbunaste vegetacije motornom testerom*



*Slika 5. Uklanjanje žbunaste vegetacije motornom testerom uz izradu dr. mater.*

Površina ove ogledne površine iznosila je 9 ari i 90 m<sup>2</sup>. U periodu snimanja vreme je bilo maglovito, a rastište vlažno. Snimanje je izvršeno u oktobru 2008 godine. Sniman je radnik prosečnih radnih sposobnosti, a organizaciona forma rada bila je 1MR. Seča krupnijeg rastišta izvršena je motornom testerom STIHL MS 260. Snaga ove testere bila je 2,6 kW, mase 4,7 kg, a dužina vodilice 37 cm. Sitnije rastište sečeno je sekirom. Drvni materijal posle seče je sakupljen u gomile, a zatim paljen.

Na OP 3 izvršeno je snimanje rada na pripremi terena motornom testerom STIHL MS 260, uz obaveznu izradu sitnog drvnog materijala (Slika 5). Snimanje je izvršeno u decembru 2008. godine po vedrom i veoma hladnom vremenu.

U oba slučaja sniman je isti radnik i isto sredstvo rada. Površina koja je pripremana za pošumljavanje, a izdvojena kao ogledna površina iznosila je 9 ari. Na oglednoj površini posečeno je svo rastište, izrađeno i složeno ogrevno drvo i sečenice. Ostatak je sakupljen u gomile i zapaljen.

U istim uslovima rada izvršeno je snimanje pripreme terena traktorom Same Iron 210 DCR sa mulčermom LIPA-AHWI 600. Širina radnog zahvata, iznosila je 2,35 m (Slika 6).



Slika 6. Uklanjanje žbunaste vegetacije traktorom Same Iron 210 DCR sa mulčecom LIPA –AHWI 600

Tehničke karakteristike traktora Same Iron 210 DCR i mulčera LIPA –AHWI 600 su:

Tabela 1. Tehničke karakteristike traktora Same Iron 210 DCR

Tehničke karakteristike traktora	
motor	6 cilindrični turbo dizel (EURO 3)
snaga	156,5 kW
zapremina	7146 cm <sup>3</sup>
masa traktora	7520 kg
klirens	620 mm
kapacitet hidrauličke pumpe	103 L·min <sup>-1</sup>
kočnice	pneumatske, integralno hidrostatičko kočenje na sva četiri točka
maksimalni obrtni momenat	836 N·m
menjač	18 brzina sa elektro-hidrauličkom kontrolom i puzajućim brzinama, minimalna brzina 0,437 km·h <sup>-1</sup>
dimenzije pneumatika	prednji 480/70-34 zadnji 580/70-42
Tehničke karakteristike mulčera	
radni zahvat mulčera	2,25 m
minimalna potrebna snaga traktora za pogon	135 kW
ulazno vratilo reduktora	1 i ¾ cola

Snimanja je izvršeno metodom fotohronometraže, a merenje trajanja radnih operacija protočnom metodom.

U okviru projektovane tehnološke šeme snimano je vreme mulčiranja, vreme okretanja i vreme opravdanih i neopravdanih zastoja.

Snimljeni podaci su obrađeni uobičajenim matematičkim i statističkim metodama (deskriptivna statistika, korelaciona analiza, analiza varijanse, jednostruka i višestruka regresiona analiza i dr.).

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Dužina parcela koja je uzeta kao uzorak prilikom mulčiranja iznosila je 255 do 328m.

Učešće vremena okretanja u ukupnom vremenu utrošenom na mulčiranje parcele dužine 328 m u jednom proходу iznosi prosečno 11,4%, a na parceli dužine 255 m je 4,24%. Ovi rezultati pokazuju da učešće vremena utrošenog na okretanje traktora u jednom proходу zavisi od dužine mulčirane površine.

Učešće vremena zastoja od ukupnog vremena rada na površini gde je mulčiranje izvršeno u jednom proходу je 6,47 %, a na površini gde je mulčiranje izvršeno u dva prohoda iznosi 7,27 %.

Učešće zastoja u ukupnom vremenu je relativno malo, što se može obrazložiti dobrom organizacijom rada i sposobnosti rukovaoca mašinom

Prosečna brzina kojom se traktor kretao prilikom mulčiranja u jednom proходу je 10,3 m·min<sup>-1</sup>, a na površini gde je mulčirano u dva prohoda 18,8 m·min<sup>-1</sup>.

Učinak koji je ostvaren na uzornim površinama dužine 328 m u dva prohoda iznosio je 0,98 ha·dan<sup>-1</sup>, a na uzornim površinama dužine 255 m u jednom proходу iznosio je 0,64 ha·dan<sup>-1</sup>. Količina goriva utrošena na površini gde je mulčiranje izvršeno u jednom proходу iznosila je 189,5 L·ha<sup>-1</sup>, na površini gde je mulčiranje izvršeno u dva prohoda utrošeno je 204,5 L·ha<sup>-1</sup>.

#### Usitnjavanje žbunaste vegetacije

Ukupno vreme rada utrošeno na pripremu terena za pošumljavanje površine od 8 ari i 70 m<sup>2</sup>, gde je primenjen manuelni način rada iznosi 40 h i 40 min. Od tog vremena na zastoje otpada 6 h i 40 min, odnosno 16,4%. Zastoji se prvenstveno odnosili na odmore radnika.

Učinak koji je radnik ostvario po efektivnom satu rada iznosi 0,231 ar·h<sup>-1</sup> ili 0,00231 ha·h<sup>-1</sup>, odnosno za osmočasovno vreme rada 0,86 ar·dan<sup>-1</sup> ili 0,0086ha·dan<sup>-1</sup>.

Između površina na kojima je izvršeno istraživanje nije bilo značajniji razlika kada je u pitanju zastupljenost rastinja (Tabela 2)

Ukupno vreme rada utrošeno na pripremi terena za pošumljavanje motornom testerom STIHL MS 260 iznosi 20 h i 45 min. Od toga vremena na zastoje otpada 4 h i 30 min, odnosno 21,7%.

U tabeli 2 prikazana je zastupljenost po vrstama drveća i po dimenzijama na oglednim površinama.

Ukupna količina goriva utrošena za vreme rada na pripremi ove površine iznosila je 3,9 L, odnosno 0,394 L·ar<sup>-1</sup> ili 39,4 L·ha<sup>-1</sup>, a količina maziva utrošena za vreme snimanja iznosila je 2,3 L, odnosno 0,23·ar<sup>-1</sup> ili 23,2 L·ha<sup>-1</sup>.

Učinak koji je radnik ostvario po efektivnom satu rada iznosi 0,508 ar·h<sup>-1</sup> ili 0,00508 ha·h<sup>-1</sup>, odnosno za osmočasovno vreme rada 4,06 ar·dan<sup>-1</sup> ili 0,0406 ha·dan<sup>-1</sup>.

Tabela 2. Zastupljenost po vrstama drveća i dimenzijama

Ds	do 5 cm	5 – 10 cm	Preko 10 cm	do 5 cm	5 – 10 cm	Preko 10 cm	do 5 cm	5 – 10 cm	Preko 10 cm
	kom								
	OG 2			OG 2			OG 3		
Bela topola	107	28	3	56	31	11	117	27	7
EAT	31	6	1	27	14	3	28	16	1
Američki jasen	81	16	11	118	43	27	138	36	17
UKUPNO	219	50	15	201	88	41	283	79	25

Ukupno vreme rada utrošeno na pripremu terena za pošumljavanje na OG 3 iznosilo je 21 h i 22 min. Od tog vremena, na zastoje otpada 4 h i 45 min, odnosno 22,2%.

Ukupna količina goriva utrošena za vreme rada na pripremi ove površine iznosila je 6,5 L odnosno  $0,722 \text{ L}\cdot\text{ar}^{-1}$  ili  $72,2 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a količina maziva utrošena za vreme snimanja iznosila je 3,9 L, odnosno  $0,43\cdot\text{ar}^{-1}$  ili  $43,3 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Učink koji je radnik ostvario po efektivnom satu rada iznosi  $0,453 \text{ ar}\cdot\text{h}^{-1}$  ili  $0,00453 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ , odnosno za osmočasovno vreme rada  $3,62 \text{ ar}\cdot\text{dan}^{-1}$  ili  $0,0362 \text{ ha}\cdot\text{dan}^{-1}$ . Zastoji koji su se javljali tokom snimanja odnosili su se sipanje goriva i maziva, oštrenje lanca motorne testere i odmone radnika. Svi zastoji su bili opravdani.

Na oglednoj OG 3 izrađeno je:

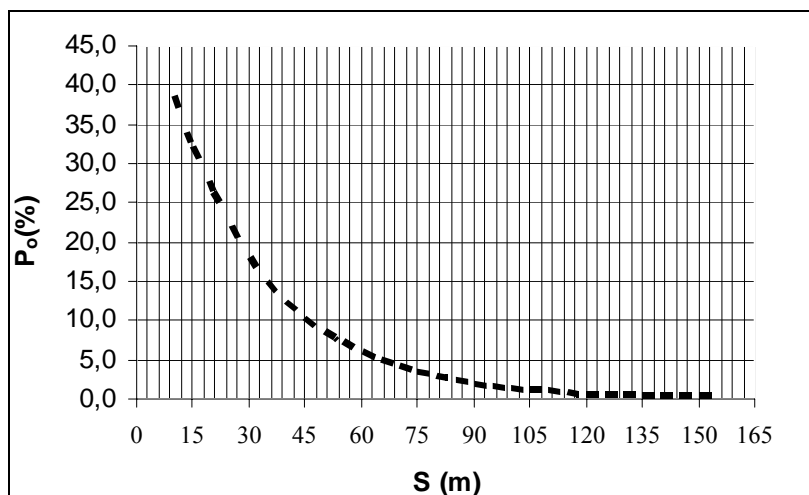
- ogrevnog drveta mekih lišćara 0,4 prn
- ogrevnog drveta tvrdih lišćara 1,2 prn
- sečenica mekih lišćara 0,9 prn
- sečenica tvrdih lišćara 4,4 prn

Rezultati istraživanja efekata rada traktora traktorom Same Iron 210 DCR sa mulčerom LIPA –AHWI 600 na poslovima mulčiranja, odnose se na jedan prohod širine 2,25 cm. Maksimalni prečnik rastinja na snimanoj površini iznosio je 18 cm. Distanca prohoda (prosečna dužina mulčirane površine) iznosila je od 60 do 100 m. Prosečna brzina kojom se traktor kretao prilikom mulčiranja iznosila je  $6,59 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ , a prosečno učešće zastoja prilikom mulčiranja iznosi 9,71%. Zastoji su se odnosili na zaglavljivanje grana, čišćenje stakla radi bolje vidljivosti i dr. Učešće vremena okretanja iznosilo je 2,39% od ukupnog vremena mulčiranja i okretanja.

Učink koji je ovo sredstvo ostvarilo u istraživanim uslovima rada iznosi  $0,083 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Učink varira u zavisnosti od dužine parcele koja je predmet mulčiranja, odnosno od učestalosti okretanja.

Na grafikonu prikazana je zavisnost učešća okretanja od transportne distance. Između ovih veličina postoji potpuna korelativna povezanost ( $r=0,97$ ,  $p=0,000$ ), na nivou poverenja  $p=0,05$ , odnosno procentualno učešće vremena okretanja značajno opada sa povećanjem distance mulčiranja. Standardna greška, izračunatih parametara je 0,127.



Grafikon 1. Učešće vremena okretanja u zavisnosti od dužine parcele

Veza između promenljivih predstavljena je eksponencijalnom funkcijom:

$$P_o = \exp(4,025 - 0,037 \cdot S) \quad (1)$$

P<sub>o</sub>- procentualno učešće vremena okretanja;  
S-distanca mulčiranja.

### Troškovi mulčiranja

Normativi utroška goriva izračunati su za konkretne uslove rada, a maziva na bazi tehničke dokumentacije. Cene goriva, maziva, HTZ opreme korišćene su od avgusta 2009. godine.

Dnevni troškovi računati su na bazi 250 planiranih, odnosno 200 efektivnih radnih dana.

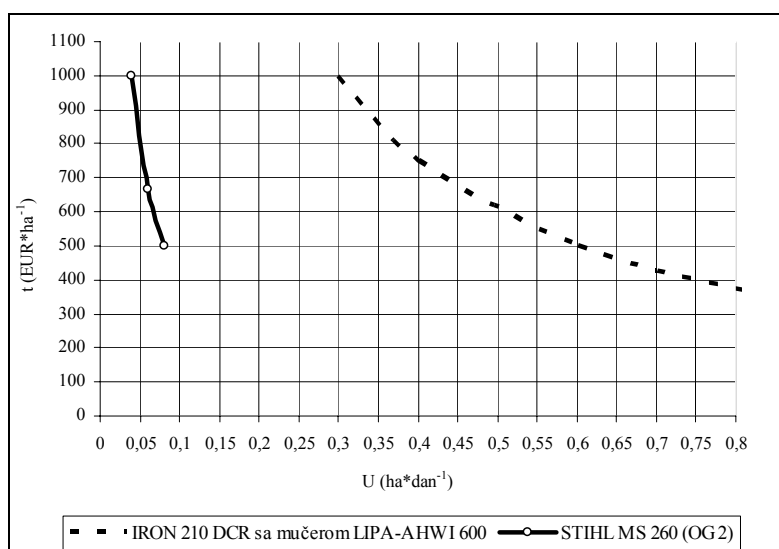
Tabela 3. Zavisnost jediničnih troškova od distance

S	t <sub>it</sub>	S	t <sub>it</sub>
m	EUR·ha <sup>-1</sup>	m	EUR·ha <sup>-1</sup>
10	866,9	120	582,4
20	711,7	140	578,7
30	660,0	160	575,9
40	634,1	180	573,7
50	618,6	200	572,0
60	608,2	250	568,9
70	600,8	300	566,8
80	595,3	350	565,4
90	591,0	400	564,3
100	587,5	450	563,4

Legenda: U-učinak t<sub>it</sub>-jedinični troškovi

Na bazi dnevnih direktnih troškova rada koji iznose  $299,6 \text{ EUR}\cdot\text{dan}^{-1}$ , za odgovarajuće uslove rada izračunati su jedinični troškovi i prikazani u tabeli 3. Prosečni učinak koji je traktor Same Iron 210 DCR sa mulčermom LIPA-AHWI 600 ostvario u istraživanom uslovima rada iznosio je  $0,525 \text{ ha}$ . Na osnovu direktnih dnevnih troškova i prosečno ostvarenog učinka, jedinični troškovi iznose  $570,7 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Jedinični troškovi su u zavisnosti od distance mulčiranja (Tabela 3). Sa povećanjem distance mulčiranja u istim uslovima rada, učešće vremena okretanja je manje odnosno učinak veći, a shodno tome troškovi jedinični troškovi manji. Prema tome osnovni ulazi u norme rada na poslovima mulčiranja sa ovim sredstvima su distanca mulčiranja i broj prohoda.

Na grafikonu 2 prikazana je zavisnost jediničnih troškova od učinka na poslovima mulčiranja.



Grafikon 2. Zavisnost jediničnih troškova od učinka

Jedinični troškovi mulčiranja traktorom Same Iron 210 DCR sa mulčermom LIPA-AHWI 600 opadaju sa rastom učinka. Ako izvršimo poređenje između troškova mulčiranja šumskog ostatka prikupljenog u gomile i rasutog, može se konstatovati da prikupljanje materijala u gomile znatno utiče na učinke prilikom usitnjavanja šumskog ostatka, a samim tim i na jedinične troškove.

Na osnovu dnevnih direktnih troškova rada motorne testere Stihl MS 260 za uslove koji su bili predmet istraživanja izračunati su jedinični troškovi rada. Direktni dnevni troškovi rada motorne testere Stihl MS 260 iznose  $39,95 \text{ EUR}\cdot\text{dan}^{-1}$ , a prosečni učinak koji je radnik ostvario za osmočasovno radno vreme je  $0,0406 \text{ ha}\cdot\text{dan}^{-1}$ . Prema tome, jedinični troškovi rada na OG 2 iznose  $984,2 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a na OG 3 gde je izrađivan drveni materija, jednični troškovi iznose  $1225 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Jedinični troškovi na OG 1 su vrlo visoki i iznose  $3470 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Na bazi ovih analiza proizilazi da su jedinični troškovi najmanji kada se primenjuje potpuno mehanizovan način rada. Odnosno ovaj način rada je povoljniji i sa ekološkog i ergonomskeg aspekta.

#### 4. ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata izvršenih analiza mogu se doneti sledeći zaključci:

- učinak mulčera zavisi od dužine parcele, odnosno sa povećanjem dužine učinak raste;
- učešće zastoja u ukupnom vremenu mulčiranja traktorom Same Iron 210 DCR sa mulčerom LIPA–AHWI 600 je malo što je rezultat dobre organizacije rada i uvežbanosti rukovaoca mašinom;
- uslovi rada rukovaoca mašine znatno su poboljšani klimatizovanjem kabine traktora i ugradnjom ergonomskog obrtnog sedišta;
- efekti rada mulčera su znatno veći ako je prethodno izvršeno sakupljanje granjevine u hrpe;
- ulaz u norme rada mehanizovanim uređajima na poslovima mulčiranja su distanca mulčiranja i broj prohoda;
- snaga motora istraživanog traktora je dobro prilagođena zahvatu mulčera;
- usitnjena drvena masa meša se sa humusom i obogaćuje zemljište hranjivim materijama, odnosno popravlja kvalitet zemljišta, što je prednost u odnosu na manuelni rad gde se šumska biomasa spaljuje;
- primena mulčera većeg radnog kapaciteta opravdana je u uslovima gde je predmet usitnjavanja krupniji drveni materijal iznad 3 cm;
- rastinje većeg prečnika iznad 15 cm, poželjno je poseći motornim testerama kako bi efekti rada bili veći;
- učinak traktora prilikom mulčiranja šumskog ostatka u jednom prohodu je veći od učinka ostvarenog u dva prohoda;
- prosečna brzina kretanja traktora sa mulčerom znatno je manja kada se traktor kreće u jednom prohodu, a vreme okretanja je procentualno više zastupljeno;
- priprema površine za pošumljavanje je kvalitetnija, ako se vrši u dva prohoda;
- troškovi rada na pripremi zemljišta za pošumljavanje najmanji su kada se koristi potpuno mehanizovan način rada.

#### LITERATURA

- [1] Bobinac M, Jezdi D. (1991): *Šumski mulčeri Willibald UFM-180 u agregatu sa traktorom "Rakovica-135"- mogućnosti i primena u uzgojnim radovima*, Beograd.
- [2] Bajić V., Đoković P., Danilović M. (1999): *Neki aktuelni problemi šumarstva Srbije i mogućnosti za njihovo rešenje*, Traktori i pogonske mašine, str. 50-54., Novi Sad.
- [3] Bajić V., Đoković P., Danilović M. (1999): *Neki aktuelni problemi šumarstva Srbije i mogućnosti za njihovo rešenje*, Pravci razvoja traktora i mobilnih sistema, Traktori i pogonske mašine str. 50-54., 1999, Novi Sad.
- [4] Bajić V., Đoković P., Danilović M. (1998): *Prilog valorizacije drveta kao sirovine*, Prosiding, str. 352-355, Sofija.
- [5] Bajić V., Danilović M. (2003): *Advancement of thinning technology of basis of mechanisation*, Prosiding, str. 161-165, Sofija.



- [6] Nikolić S., Jezdić D. (2003): Tehničke norme i normativi u šumarstvu-drugo prošireno izdanje, JP"Srbijašume" i JP"Vojvodinašume"Beograd.
- [7] Danilović M., Đoković P. (1997): Potrošnja goriva i maziva u prorednim sečama hrastovo-grabovih sastojina, Šumarstvo, str. 75-85, Beogradu.
- [8] Danilović M. (2005): *Vrhunske tehnologije u iskorišćavanju šuma*, Traktori i pogonske mašine, 10, 5, 31-38, Novi Sad.
- [9] Jezdić D., Mrdenović S., Došić B., Tomašević I.( ): *Primena adaptiranog poljoprivrednog traktora STAYER 145a, sa priključnim oruđima u uzgojnim radovima šumarstva*, Beograd.
- [10] Čuprić N., Bajić V., Danilović M. (2006): *Mechanization in the utilization of Serbian forests: conditions for application of modern forestry mechanization* ,XVIII International conference on "Material handling, constructions and logistics", 149-153, Beograd.

## CHIPPING THE FOREST RESIDUE IN SOFTWOOD DECIDUOUS TREES PLANTATIONS USING TRACTOR SAME IRON 210 DCR EQUIPPED WITH MULCHER LIPA –AHWI 600

Danilović Milorad<sup>1</sup>, Grbić Jovica<sup>1</sup>, Mešanović Zoran<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Forestry, Belgrade, <sup>2</sup> Public Company "Vojvodinašume" Forest Holding  
"Novi Sad"

**Abstract:** Presented in this scientific paper are the results of a study on work effects during chipping forest residue using tractor Same Iron 210 DCR equipped with a mulcher LIPA –AHWI 600 in poplar plantations in Vojvodina region. Chipping of forest residue and removal of brush vegetation has been done in a variety of conditions.

Time that was recorded was the time needed to chip the residue that has been piled up, and time needed to chip forest residue that was scattered on the felling site.

Besides that, time on jobs of removing the brush vegetation using different methods, mechanized- using mulcher LIPA –AHWI 600with a 2,25m span, semi-mechanized-using chainsaw and manually, was recorded upon which the analysis and the comparison of the results had been done. Recording had taken place on experimental areas within the territory of SU "Plavna". Method of photo-chronometry has been used in this study along with the method of tributary time measuring.

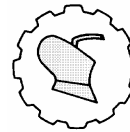
Results acquired by this study show the structure of spent time, accomplished efficiency, daily and unit costs of labor.

On the basis of the results of the carried out analysis and their comparison, it results that the effects of labor on chipping of piled up residue are significantly higher, but the participation of physical labor is significantly present.

Also, effects of work on removal of brush vegetation are higher when mechanized method is implemented, observed from economic, ecologic and ergonomic aspect.

**Key words:** *technology, tractor Same Iron 210, mulcher LIPA–AHWI 600, chipping forest residue, poplar, chipping cost.*





UDK: 631.362

## NOVE TEHNOLOGIJE OPTIČKOG KOLOR SORTIRANJA VOĆA

**Dragan Marković, Milan Veljić, Žarko Čebela**

*Mašinski fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** U ovom radu je prikazan princip rada optičkog prebiranja voća kolor sorterima. Rad detaljno opisuje sistem transporta proizvoda kroz mašinu, sistem izbacivanja neuslovnih proizvoda, vizuelni sistem (sistem kamera i lasera), sistem obrade podataka i korisnički interfejs. U radu su prikazane i prednosti mašinskog u odnosu na ručno prebiranje kao i rezultati testova sprovedenih u fabrici za preradu hrane "ITN Eko Povlen" u Kosjeriću.

**Ključne reči:** voće, kolor sorter, kamera, laser, kompresovan vazduh.

### UVOD

Razvoj tehnologije kamera visoke rezolucije, kao i brzih računarskih procesora, doveo je do brzog razvoja mašina za optičko selektiranje, u poslednjih 20 godina. Opšte usvojen naziv kolor-sorter, ne definiše jasno sve sisteme koji se koriste za uočavanje defekata i neuslovnih proizvoda. U početku mašine za selektiranje koristile su kamere za uočavanje nedostataka na proizvodu koji se kretao u struji vazduha ("in air"). Sve strožiji zahtevi u industriji hrane doveli su do mnogih promena na mašinama za selektiranje, kao i kombinovanje više različitih sistema za uočavanje defekata. Danas, proizvođači ove opreme opredelili su se za jedan od tri sistema za transport proizvoda kroz sistem za uočavanje defekata:

1. "In Air" – slobodni pad
2. "Belt" – trakasti transporter
3. "Channel" – kanalni,

kao i nekoliko sistema za uočavanje defekata:

- a. Crno bele kamere
- b. Kolor kamere
- c. IR kamere
- d. Laser
- e. X-zraci

S obzirom da se pred mašinom stalno postavljaju novi (strožiji) zahtevi u pogledu kvaliteta finalno prebranog proizvoda, proizvođači mašina uglavnom koriste kombinacije neka od dva gore navedena sistema. U oblasti prebiranja hrane, u cilju uklanjanja neuslovnih proizvoda i organskog, ali i neorganskog otpada, sistem koji se najbolje pokazao je kombinacija dve ili više kolor kamera visoke rezolucije sa laserom.

U nastavku rada detaljno je opisana mašina za prebiranje svežeg i smrznutog voća (i povrća) sa dve kamere visoke rezolucije i jednim laserom, kao rešenje koje ima mogućnost prepoznavanja najsličniju ljudskom oku.

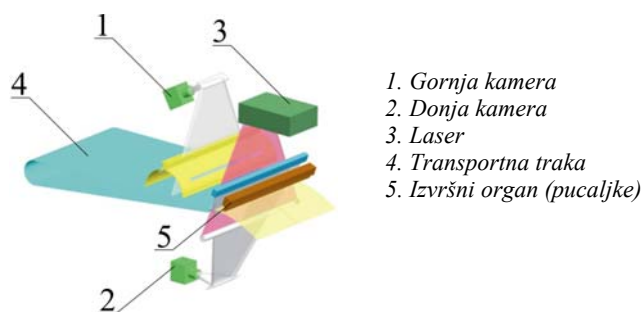
### OPIS MAŠINE

Mašine unutar sebe imaju više različitih sklopova koji se mogu podeliti u više sistema:

- Sistem transporta proizvoda kroz mašinu
- Sistem izbacivanja neuslovnih tj. tzv. "loših" proizvoda
- Vizuelni sistem (sistem kamera i lasera)
- Sistem obrade podataka
- Korisnički interfejs

Princip rada mašina za optičko prebiranje plodova voća se sastoji u tome da proizvod prolazi kroz mašinu na trakastom transporteru, biva konstantno sniman kamerama i laserima i upoređivan sa unapred zadatim kriterijumima dobrog i lošeg proizvoda. Snimljeni proizvod se zatim upoređuje sa zadatim kriterijumima i ako zadovoljava kriterijume dobrog proizvoda biva transportovan kroz mašinu na dalju preradu, a ako ne odgovara kriterijumima dobrog proizvoda biva izbačen iz mašine. Izbacivanje iz mašine se vrši pneumatskim izbacivačima (pucaljka). Zadati kriterijumi se odnose na boje. Dobar proizvod, bez obzira o kojoj sorti se radi, ima određenu nijansu boje, a loši proizvodi su obično potpuno drugačije boje. Ovakav način prebiranja je najpribližniji ljudskom, tj. manuelnom načinu prebiranja.

**Sistem transporta** podrazumeva trakasti transporter na kome se nalazi proizvod koji se transportuje kroz mašinu. Proizvod se transportuje određenom brzinom po transportnoj traci određene boje i profila, u zavisnosti od proizvoda koji se po njoj transportuje. Brzina transportne trake se može menjati, u zavisnosti od proizvoda. Na ulaznom delu transportera nalazi se stabilizator proizvoda čija je uloga da obezbedi brzinu proizvoda identičnu brzini transportne trake, a u cilju dobijanja pravolinijskog kretanja proizvoda definisanom brzinom.



Slika 1. Integrisani sistem mašine sa kamerama i laserima

**Sistem za izbacivanje** se sastoji od izvršnih organa (pucaljki) čija je uloga da izbace neuslovan proizvod iz mašine. Kada je određen proizvod usnimljen i prepoznat kao loš i treba da bude izbačen iz mašine, pneumatske pucaljke se otvaraju tačno iznad tog proizvoda, izbacuju komprimovani vazduh iznad njega i odstranjuju ga iz mašine. Pucaljke su raspoređene celom širinom trakastog transportera i pokrivaju svaki njen deo.

Na osnovu kalkulacije: brzine kretanja neuslovnog proizvoda, njegovog položaja unutar mašine i pravca kretanja, vremena dolaska do odgovarajuće pucaljke koja treba da izbací komprimovani vazduh izračunava se potrebno vreme izbacivanja, tj vreme aktiviranja pucaljki. Sistem za snabdevanje komprimovanim vazduhom pucaljki je integrisan u mašinu.

**Vizuelni sistem** je integrisan sistem kolor kamera i lasera koji se nalaze u mašini. Njihova uloga je da snimaju proizvod koji se nalazi na trakastom transporteru.

**Kolor kamere** imaju tri signala u sebi: crveni, zeleni i plavi (RGB). Na osnovu kombinacije ovih boja dobijaju se sve ostale boje. Svaka od ovih osnovnih boja prepoznaje 256 nijansi svoje boje, tako da ukupno postoje približno 16,7 miliona nijansi boja. Kamere imaju opseg skeniranja 1024 piksela po kvadratnom inču. Obično se postavljaju kamere sa gornje i donje strane da bi se smanjili tzv. mrtvi uglovi prilikom prolaska proizvoda kroz mašinu. Pored ovoga, kamere se obično postavljaju pod određenim uglom u odnosu na horizontalu.

**Laseri** u mašinama imaju ulogu da prepoznaju strani materijal i strane primese koje se eventualno nalaze u struji proizvoda koja se kreće kroz mašinu. Laseri ne prepoznaju proizvod po boji već po fizičko-mehaničkim karakteristikama proizvoda tj. po njegovom kristalnoj rešetki. Proizvod koji se kreće kroz mašinu skenira se laserima i na osnovu skeniranih parametara upoređuje se sa zadatim vrednostima dobrog i lošeg proizvoda. Laser, ne prepoznaje boje, ali takođe ima tri kanala na osnovu kojih se dobija odgovarajući izlazni signal. Ti signali su: refleksija, polarizacija i tzv. skatering (razbacivanje izlaznog signala koji prolazi kroz dati filter).

Laser u sebi, pored izvora laserske svetlosti, ima i sistem ogledala koji se rotira oko vratila. Laserski zrak se odbija od ogledala i reflektuje na trakasti transporter po kome se kreće proizvod. Odbijeni signal od proizvoda se sakuplja, a zatim šalje u odgovarajući uređaj u kome se vrši analiza izlaznog signala i upoređivanje sa zadatim kriterijumima proizvoda.

**Sistem obrade podataka** se sastoji od više računara koji obrađuju podatke i šalju ih do izvršnih organa tj. pneumatskih pucaljki. U samoj mašini se nalaze dva tipa računara. Prvi tip računara, tzv. IP računar, ima ulogu da dobija signale od kamera ili lasera i da te signale, koji su analogni, prebaci u digitalni oblik. Digitalni signali se lakše koriste u obradi. Uređaji za snimanje proizvoda koji se kreće po trakastom transporteru (kamere i laseri) su povezani sa ovim računarima. Kada neki od ovih uređaja snimi sliku proizvoda na traci, potrebno je da se dati signal obradi. Signal se prebacuje putem firewire kabla do odgovarajućeg računara koji ga prihvata. Analogni signal se u ovom računara konvertuje u digitalni signal. Signal se zatim šalje do drugog tipa računara, tzv. UI računara. Ovi računari primaju digitalni signal i dalje ga obrađuju. Obradeni signal se prenosi do izvršnih organa, pneumatskih pucaljki, takođe preko firewire kablova. Na osnovu obradenih signala koje je poslao UI računar odgovarajuća pneumatska pucaljka se aktivira i odstranjuje proizvod koji po zadatim kriterijumima nije dobar i treba da bude izbačen iz mašine.

Sa druge strane, signal iz UI računara se preko ethernet kablova prenosi do računara za sortiranje koji je povezan sa računarem na kome se nalazi korisnički interfejs.

**Korisnički interfejs** se sastoji od veoma jednostavnog softvera koji služi za kontrolu i nadzor procesa prebiranja. Korisnički interfejs se nalazi na računaru za sortiranje koji prima podatke od UI računara. Moguće je vršiti proces prebiranja direktno sa mašine, preko touch screen-a ili preko računara sa daljinskom upravljanjem. Korisnički interfejs je po pravilu relativno jednostavan i njime rukuje operater na mašini. Potrebno je što bolje naučiti mašinu nijansama bojama tako da se one dele u određene grupe, npr. dobar proizvod, loš proizvod, pozadina itd.

## REZULTATI ISPITIVANJA

Ispitivanje rada mašine za optičko prebiranje, izvršeno je u pogonu "EKO Povlen" u Kosjeriću u radu sa zamrznutim plodovima maline i višnje.

Na slici 2. prikazani su dobri proizvodi koji su prošli proces optičkog prebiranja i upućeni dalje na ostale tehnološke operacije.



Slika 2. Izgled „dobre“ maline i višnje koje su prošle proces optičkog prebiranja

Na slici 3. prikazani su loši plodovi voća i povrća koji su prepoznati kao neuslovni proizvod i izbačeni iz mašine.



Slika 3. Izgled „loše“ maline i višnje koje su izbačene iz mašine

U tabeli 1. su prikazani dobijeni podaci prilikom odstranjivanja lošeg proizvoda iz mašine. Test je rađen na malini, kao najtežoj sirovini za obradu. Loš proizvod koji je trebao da bude izbačen iz mašine je malina sa peteljkom, malina sa suvom bobicom i plesiva malina.

Tabela 1. Masa i procenat izbačenih neuslovnih proizvoda iz mašine

Sirovina	Malina sa peteljkom		Malina sa suvom bobicom i plesiva malina	
	gr	%	gr	%
Ulaz u mašinu	2000	100	8900	100
Izbačeno iz mašine	1760	88	6100	69

Pošto povećanje kapaciteta prerade i smanjenja radne snage predstavljaju najbitnije prednosti mašinskog prebiranja voća u odnosu na ručno, potrebno je bilo izvršiti uporedni test koji će potvrditi prednosti mašinskog u odnosu na ručno prebiranje. Test je urađen u fabrici za preradu hrane "Eko Povlen"-Kosjerić. Naime, sa jednakim brojem ljudi (11) se prerađivala sirovina (malina) ručnim putem i na mašini za optičko prebiranje. Rezultati su predstavljeni u tabeli 2. U prvoj koloni je prikazan kapacitet prerade (kg/h), a u drugoj koloni je prikazan utrošak sirovine po jednom radniku u toku jednog sata.

Tabela 2. Uporedni rezultati prebiranja plodova voća (maline) ručnim i mašinskim putem

Prebiranje voća	Kapacitet prerade [kg/h]	Utrošak sirovine po jednom radniku [kg/radnik]
Mašinsko	1974,33	179,48
Ručno	386,25	35,11

Na osnovu dobijenih podataka može se zaključiti da se parametri mašinske prerade u proseku povećavaju 5 puta u odnosu na ručnu preradu.

### ZAKLJUČAK

Proces prerade voća (i povrća) kreće se u smeru potpune automatizacije sa minimalnom ulogom čoveka. Mašine za optičko prebiranje predstavljaju veliki pomak u tehnologiji prerade voća i povrća i imaju veliku primenu na širok spektar proizvoda. Iako je njihova inicijalna cena visoka efekti koji se ogledaju u ubrzanju (skraćanju) procesa proizvodnje i smanjenju troškova radne snage daju pozitivne rezultate na dug vremenski period. Imajući u vidu ove parametre proizvodnje dolazimo da zaključka da upotreba ovih mašina dovodi do nižih ukupnih troškova proizvodnog procesa i boljih poslovnih rezultata.

### LITERATURA

- [1] G.P. Moreda, J. Ortiz-Cañavate, F.J. García-Ramos, M. Ruiz-Altisent, Non-destructive technologies for fruit and vegetable size determination – a review, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Zaragoza, 2008.
- [2] G.P. Moreda, J. Ortiz-Cañavate, F.J. García-Ramos, M. Ruiz-Altisent, Effect of orientation on the fruit on-line size determination performed by an optical ring sensor, Universidad Católica de Avila, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Zaragoza, 2006
- [3] Mustafa Bayram, Mehmet D. Öner, Determination of applicability and effects of colour sorting system in bulgur production line, Faculty of Engineering, University of Gaziantep, 2005.
- [4] J. Blasco, N. Aleixos, S. Cubero, J. Gomez-Sanchis, E. Molto, Automatic sorting of satsuma (Citrus unshiu) segments using computer vision and morphological features, Universidad Politécnica de Valencia, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias IVIA, 2008.
- [5] Yang Liu, Automatic calibration of a rainfall-runoff model using a fast and elitist multi-objective particle swarm algorithm, University of Manchester, 2008.
- [6] Lihong He, Zhanwen Niu, Dongliang Chen, Research on development of color sorter using triz, School of Mechanical Engineering, Tianjin University, 2006.
- [7] J. Blasco, N. Aleixos, E. Molto, Machine Vision System for Automatic Quality Grading of Fruit, Universitat Jaume, 2003.
- [8] Koro Kato, Electrical Density Sorting and Estimation of Soluble Solids Content of Watermelon, Division of Environmental Science and Technology, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, 1997.

- [9] N. Aleixos, J. Blasco, F. Navarro'n, E. Molto, Multispectral inspection of citrus in real-time using machine vision and digital signal processors, Universitat Jaume I, 2001.
- [10] Changming Sun a, Mark Berman, David Coward, Brian Osborne, Thickness measurement and crease detection of wheat grains using stereo vision, CSIRO Mathematical and Information Sciences, CSIRO Exploration and Mining, The Grains Research Centre, 2007.
- [11] R. Mattone, G. Campagiorni, F. Galati, Sorting of items on a moving conveyor belt. Part 1: a technique for detecting and classifying objects, Fraunhofer Institut, Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Universita degli Studi di Roma La Sapienza, 1999.
- [12] Tadhg Brosnan, Da-Wen Sun, Improving quality inspection of food products by computer vision—a review, University College Dublin, National University of Ireland, 2003.
- [13] Cheng-Jin Du and Da-Wen Sun, Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation, Department of Agricultural and Food, Engineering, University College Dublin, National University of Ireland, 2003.
- [14] F. J. Garc\_ía-Ramos, J. Ortiz-Canavate, M. Ruiz-Altisent, Evaluation and correction of the mechanical aggressiveness of commercial sizers used in stone fruit packing lines, University of Zaragoza, Polytechnic University of Madrid, 2003.
- [15] Lisa G. Neven, James D. Hansen, Robert A. Spotts, Maryna Serdani, Eugen. A. Mielke, Jinhe Bai, Paul M. Chen, Peter G. Sanderson, Effect of high-pressure hot water washing treatment on fruit quality, insects, and disease in apples and pears Part IV: Use of silicone-based materials and mechanical methods to eliminate surface arthropod eggs, Yakima Research Laboratory, Mid-Columbia Agricultural Research and Extension Center, Oregon State University, 2006.
- [16] Jinhe Bai, Eugene A. Mielke, Paul M. Chena, Robert A. Spotts, Maryna Serdane, James D. Hansen, Lisa G. Neven, Effect of high-pressure hot-water washing treatment on fruit quality, insects, and disease in apples and pears Part I. System description and the effect on fruit quality of 'd'Anjou' pears, Mid-Columbia Agricultural Research and Extension Center, Oregon State University, Yakima Agricultural Research Laboratory, 2006.
- [17] Tadhg Brosnan, Da-Wen Sun 1, Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems/a review, Department of Agricultural and Food Engineering, University College Dublin, National University of Ireland, 2002.

Ovaj rad je rezultat projekta TR-14210A "Razvoj mašina i opreme za proizvodnju i preradu voća", koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

## NEW TECHNOLOGIES IN FRUIT COLOR SORTING

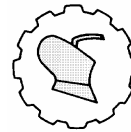
**Dragan Marković, Milan Veljić, Žarko Čebela**

*Faculty of Mechanical Engineering - Belgrade*

**Abstract:** This paper concentrates on application of color sorting machines for fruit sorting. Paper shows in details transport system through sorting machine, reject system, visual system (cameras and lasers), data processing system and user interface. Advantages of machine sorting versus manual (hand) sorting are presented, as well as result of tests conducted in food processing factory "ITN Eko Povlen" in Kosjeric.

**Key words:** *fruits, color sorter, camera, laser, compressed air.*





UDK: 621.2

## OCENA KVALITETA RADA MIKSER DISTRIBUTER PRIKOLICE JF-STOLL U PRIPREMI TMR OBROKA ZA MUZNE KRAVE

Dušan Radivojević\*, Goran Topisirović\*, Miroslav Ćirić\*\*

\* Poljoprivredni Fakultet - Beograd

\*\* Lučar Holštajn farma - Deronje

**Sadržaj:** U radu je analiziran kvalitet homogenizacije i distribucije TMR obroka za muzne krave koji je formiran u vertikalnoj mikser distributer prikolici JF-Stoll VM 8 1S. TMR obrok je sastavljen po recepturi za grla u muži u prvoj fazi laktacije sa proizvodnjom mleka od oko 40 l/dan. Analizirani su fizičko hemijski sastojci u skladu sa pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za hranu za životinje (sl. list SRJ br.20/00 38/01), kao što su sadržaj vlage, sadržaj pepela, sadržaj masti, sadržaj celuloze, sadržaj proteina, sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija. Za uzorkovanje i nalazu su primenjene standardne i nestandardne metode.

**Ključne reči:** mikser distributer prikolica, TMR obrok, homogenizacija.

### UVOD

TMR (Total mixed ration), je potpuno mešani obrok za muzne krave u kojem se nalaze svi sastojci koji čine obrok zajedno. Potpuno mešani obrok pokriva veliki raspon osnovnih sastojaka obroka, kao što su sastojci zelene ili silirane kabaste hrane, kao i energetskih i proteinskih koncentrata. TMR obrok podrazumeva sistem samoishrane krava u toku 24 časa, što znači da se u pripremi i distribuciji istog, kravama odmah distribuira količina hrane za celodnevne potrebe.

Wattiaux (1994) je istakao prednosti ovoga sistema ishrane; Osigurava da krava pojede željenu proporciju svih sastojaka hrane koji su uključeni u obrok, povećava ukupno konzumiranje suve materije od strane krava – homogenost smeše kabaste i koncentrovane hrane, povećava proizvodnju mleka zbog tačnije izbalansiranosti obroka, smanjuje gubitke hraniva boljim konzumiranjem neukusnih hraniva i izvora NPN-a, kao što je urea. Ishrana TMR obrocima osigurava stabilnu floru u buragu bez većih promena pH vrednosti. Time se smanjuje mogućnost nastanka probavnih smetnji, probavlja se više hranljivih sastojaka, a povećava se mlečnost.

U slučaju ishrana krava koncentratima *ad libitum*, dolazi do smanjenog konzumiranja kabašte hrane, sa posledicama koje iz toga proističu, iz tog razloga sistem koji se zasniva na *ad libitum* ishrani, treba da bude potpuno mešanih komponenti obroka.

Potpuno mešani obroci nasuprot individualnoj ishrani, su različiti po tome što su zasnovani na grupnoj ishrani. Sistem se može oceniti kao povoljan za praksu kod slobodnog načina držanja muznih krava, kada su krave podeljene u proizvodne grupe prema stadijumu laktacije. Priprema i distribucija TMR obroka je moguća uz primenu specijalnih mikser distributer prikolica.

Mikser distributer prikolica JF-Stoll je posebno prilagođena savremenim zahtevima tehnologije ishrane preživara, odnosno TMR tehnologiji.

### **CILJ RADA**

Cilj ispitivanja je ocena kvaliteta homogenizovanosti i distribucije TMR obroka za muzne krave, sačinjenog u vertikalnoj mikser distributer prikolici JF-Stoll VM 8 1S. Analizom fizičko hemijskih sastojaka u skladu sa pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za hranu za životinje (sl.list SRJ br.20/00 38/01), sadržaj vlage, sadržaj pepela, sadržaj masti, sadržaj celuloze, sadržaj proteina, sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija, daće se ocena kvaliteta rada prikolice.

### **MATERIJAL I METOD RADA**

Ispitivanje kvaliteta rada vertikalne mikser distributer prikolice JF-Stoll VM 8 1S, je izvedeno na komercijalnoj farmi muznih krava Lučar Holstein farms doo, u Deronjama. U analizu je uključena količina TMR obroka za 30 krava u jednoj liniji ishrane, sa količinom hrane od 51,33 kg/grlo/dan. Za uzorkovanje i nalalizu su primenjene standardne i nestandardne metode.

#### **Tehničke karakteristike i oprema mikser distributer prikolice JF STOLL VM 8 1S**

Uži model; 1 stepenasti vertikalni rotor sa zavojima visine 1,17 m ; brzina okretanja rotora 32 o/min; 5 noževa (opcija: maksimalno 10 kom); 2 ugrađena protivnoža; 2 mehanička podesiva protivnoža za kontrolisano usitnjavanje, digitalna vaga sa glavnim monitorom u kabini traktora za praćenje utovara iz drugog traktora, 3 nezavisne ćelije za merenje težine utovara, potpuno pražnjenje prikolice pomoću hidrauličnih dozirnih vrata na levu stranu (opcija desno i/ili levo), visina istovara 70 cm, transportna širina sa jednim vratima 229 cm, rukovanje hidrauličnim funkcijama prikolice iz kabine traktora, pneumatici 30/11,5-14,5; hidraulične kočnice; potporna stopa mehanička; okretaji kardanskog vratila 540 o/min; za rad potreban jedan par hidrauličnih izvoda. Zapremina sanduka 8 m<sup>3</sup>, nosivost 3200 kg, visina 2,49 m; min. snaga traktora 40 kW/54 KS; masa 2650 kg.

Smesa TMR obroka izrađena za Farmu LHF – Deronje. Namena Krave u laktaciji do 100 dana.

**I Ulazni podaci:**

Telesna masa, kg .....	650,00
Dnevna mlečnost, kg .....	45,00
Mlečna mast, % .....	3,00
Laktacija po redu .....	2
Dana laktacije .....	60
Prirast mladih krava, g/dan .....	150,00
Konzumiranje .....	Zadovoljavajuće

**II Hraniva:**

	<b>Količina (kg)</b>
Seno lucerke .....	6,00
Senaža luc. 2008. ....	6,00
Sil. kukuruza 2008. ....	20,49
Amilo proteks.....	2,00
Kukuruz – zmo .....	1,07
Sojin punomasni griz .....	1,00
Stočno brašno .....	1,50
Pivski treber sirovi .....	6,00
Koncentrat 21 % .....	7,00
Premix .....	0,5
Stočna kreda .....	0,04
Stočna so .....	0,08
<b>U k u p n o</b> .....	<b>51,33</b>

**III Hranljive vrednosti obroka:**

Suva materija, kg .....	26,35
Suva materija, % .....	51,33
Suva materija iz koncentrata, % .....	42,67
Neto energija laktacije (NEL), MJ .....	173,71
Ovsene hranljive jedinice (OHJ) .....	22,99
Koncentracija obroka (MJ/kg SM) .....	6,59
Koncentracija obroka (OHJ/kg SM) .....	0,87
Ukupan protein, g .....	4653,43
Ukupan protein, %SM .....	17,66
Nerazgradivi protein (UIP), %SM .....	5,84
Nerazgradivi protein (UIP), %UP .....	33,08
Sirova mast, g .....	1070,48
Sirova mast, %SM .....	4,06
Sirova celuloza, g .....	4389,73
Sirova celuloza, %SM .....	16,66
- ADF, % .....	20,69
- NDF, % .....	34,54

<b>Makroelementi</b>	<b>g</b>	<b>%SM</b>
Kalcijum .....	205,56 .....	0,78
Fosfor .....	126,38 .....	0,48
Kalcijum : fosfor .....	1,6 : 1	
Magnezijum .....	59,78 .....	0,23
Kalijum .....	224,66 .....	0,85
Natrijum .....	66,32 .....	0,25
Sumpor .....	37,10 .....	0,14

**Mikroelementi, mg/kgSM**

Mangan .....	33,81
Cink .....	31,81
Kobalt .....	1,05
Gvožđe .....	178,53
Bakar .....	9,48
Jod .....	0,20
Selen .....	0,31

**IV Efikasnost iskorišćavanja obroka:**

Suve materije po kg mleka, g .....	585,48
Koncentrata po kg mleka, g .....	283,86

**REZULTATI FIZIČKO – HEMIJSKIH ISPITIVANJA**

Analizirani su fizičko hemijski sastojci u skladu sa pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za hranu za životinje (sl.list SRJ br.20/00 38/01), sadržaj vlage, sadržaj pepela, sadržaj masti, sadržaj celuloze, sadržaj proteina, sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija. Za uzorkovanje i nalalizu su primenjene standardne i nestandardne metode.

*Tabela 1. Rezultati fizičko hemijske analize TMR obroka na početku jaslala*

<b>Parametar</b>	<b>Jedinica</b>	<b>Vrednost</b>	<b>Metoda</b>
Sadržaj vlage	%	50,33	Sl.IIst br.15/87
Sadržaj pepela	%	3,26	Sl.IIst br.15/87
Sadržaj masti	%	1,52	Sl.IIst br.15/87
Sadržaj celuloze	%	8,60	EL 10305005-35
Sadržaj proteina	%	8,96	Sl.IIst br.15/87
Sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija	%	27,33	Sl.IIst br.15/87

*Tabela 2. Rezultati fizičko hemijske analize TMR obroka na kraju jaslala*

<b>Parametar</b>	<b>Jedinica</b>	<b>Vrednost</b>	<b>Metoda</b>
Sadržaj vlage	%	47,86	Sl.IIst br.15/87
Sadržaj pepela	%	3,27	Sl.IIst br.15/87
Sadržaj masti	%	1,61	Sl.IIst br.15/87
Sadržaj celuloze	%	9,23	EL 10305005-35
Sadržaj proteina	%	9,30	Sl.IIst br.15/87
Sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija	%	28,73	Sl.IIst br.15/87

Prosečni sadržaj vlage u oba analizirana uzorka se kretao između 47,86 do 50,33%. Razlika od oko 5% u sadržaju vlage na početku i na kraju jasala na mestima uzorkovanja se može smatrati zanemarivom. Ne mora da znači da je rad uređaja za homogenizaciju na prikolici uzrok tome.

Sadržaj pepela od prosečnih 3,26% – 3,27% je očekivan. Razlika u uzorkovanim količinama je beznačajna, što ide u prilog kvalitetu homogenizovanosti, odnosno ujednačenosti uzorka.

Prosečan sadržaj masti od 1,52% do 1,61% u drugom uzorku na kraju jasala, takođe je očekivan, sa odstupanjem od 9% u količini. Uzrok treba tražiti u različitoj masi komponenata koje su ostale u prikolici u središtu i na kraju bile distribuirane. To odstupanje nije zanemarljivo obzirom da se radi o komponentama koncentrata. Bolje rezultate bi svakako pokazala vertikalna prikolica sa dva vertikalna mešača ili horizontalna sa dva ili više mešača.

Prosečan sadržaj celuloze se kretao od 8,6% do 9,23% u drugom uzorku. Razlika u količini je iznosila oko 7%. Uzročnik je potpuno isti kao i kod sadržaja masti.

Prosečan sadržaj proteina se kretao kod prvog uzorka 8,96%, a kod drugog 9,30%. Razlika u sadržaju analiziranih uzoraka je oko 3,8%.

## ZAKLJUČAK

U radu je analiziran kvalitet homogenizacije i distribucije TMR obroka za muzne krave, formiranog u vertikalnoj mikser distributer prikolici JF- Stoll VM 8 1S.TMR obrok je sastavljen po recepturi za grla u muži u prvoj fazi laktacije sa proizvodnjom mleka od oko 40 l/dan. Količina hraniva u TMR – u je iznosila 51,33 kg/grlu. Ta količina je raspoređena – distribuirana na dužinu jasala od 0,75 m, prosečna visina hraniva je bila oko 50 cm, a širina oko 80 cm.

Analizirani su fizičko hemijski sastojci u skladu sa pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za hranu za životinje (sl.list SRJ br.20/00 38/01).

Na osnovu ostvarenih rezultata analize može se zaključiti da ispitivana mikser distributer prikolica JF-Stoll VM 8 1S.TMR, može da zadovolji postavljene uslove. Međutim, imajući u vidu količinu hrane u obroku i sastav obroka, odstupanja nekih elemenata u uzorkovanoj masi su utvrđena, pre svega kod koncentrata, pa i kabastog dela obroka (masti oko 9%, celuloze 7%, proteina 3,8%).

Pojava odstupanja je očekivana, iz tehničkih razloga, obzirom na broj i konstrukciju mešača (jedan). Poznato je da se kod ove vrste mešača pojavljuje nestabilnost u radu zbog toga što se u toku distribucije vrši pritisak mase hrane na otvor za pražnjenje.

Kod potreba za distribucijom velike količine hrane po grlu, u jednom prolazu prikolice - TMR obrok, (51,33 kg/grlo), sa složenim sastavom, kao što je ovde bio slučaj, preporučuje se je prikolica sa bar dva radna tela - mešača ili prikolica druge koncepcije.

Ispitivana prikolica može da potpuno zadovolji TMR obroke sa manjim količinama hraniva po grlu, ali i sa manjim brojem komponenata u obroku, na primer kod junadi, junica ili krava u završnoj fazi laktacije, odnosno zasušenih krava.

### LITERATURA

- [1] Coppock, C.E. (1986): Nutritional perspective on dairy cattle feeding systems. Dairy Housing.II.Proceedings of the Second national Dairy Housing Conference. Medison, ASAE.
- [2] Čobić, T., Bačvanski, S., Antov, G. (1991): Alternativna strategija u ishrani visokomlečnih krava. Aktuelna pitanja govedarske proizvodnje na društvenim i individualnim gazdinstvima.God.XXV, Sv. 53, Beograd.
- [3] Murphy, J. (1999): Effect of dry period protein feeding on post-partum milk production and composition. milk production and composition. Livestock Production Science, 57, 169-179.
- [4] Olsson, G. (1996): Effects of feeding strategy before calving on dairy cow performance. Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Agrar 18, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Sweden.
- [5] Lammers, B.P., Buckmaster, D.R., Heinrichs, A.J. (1996): A simplified method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations.J. J. Dairy Sci. 79: 922-928.
- [6] Grubic, G., Adamovic, M. (2003): Ishrana visokoproduktivnih krava. Institut PKB Agroekonomik, Beograd.

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

### ESTIMATION OF MIXER DISTRIBUTION TRAILER FUNCTION QUALITY JF - STOLL IN PREPARATION OF TMR FEED MIXTURE FOR DAIRY COWS

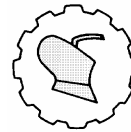
**Dusan Radivojević<sup>\*</sup>, Goran Topisirović<sup>\*</sup>, Miroslav Ćirić<sup>\*\*</sup>**

<sup>\*</sup>*Faculty of Agriculture - Beograd*

<sup>\*\*</sup>*Lučar Holštajn farma - Deronje*

**Abstract:** Quality of TMR feed homogenization and distribution is analyzed in this paper. TMR feed mixture for lactating cows feeding was prepared in vertical mixer distribution trailer JF- Stoll VM 8 1S. The mixture was consisted of components that are defined for dairy cows in the first lactation phase, with the milk production of about 40 l/day. Physical and chemical parameters are analyzed according to the regulations of quality and other requirements for animal feeds (Official Journal of SRJ nr. 20/00 38/01), such as contents of moisture, ash, fats, cellulose, proteins and non nitrogen extractive matter. For sampling and analysis are applied standard and non standard methods.

**Key words:** *mixer distribution trailer, TMR feed mixture, homogenization.*



UDK: 621.36

## FREKVENTNA REGULACIJA RADA VENTILATORA KAO MERA POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI SISTEMA PROIZVODNE HALE FARME TOVA PILIĆA

Ivan Zlatanović\*, Nedžad Rudonja\*\*, Kosta Gligorević\*

\*Univerzitet u Beogradu Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun

\*\* Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, Beograd

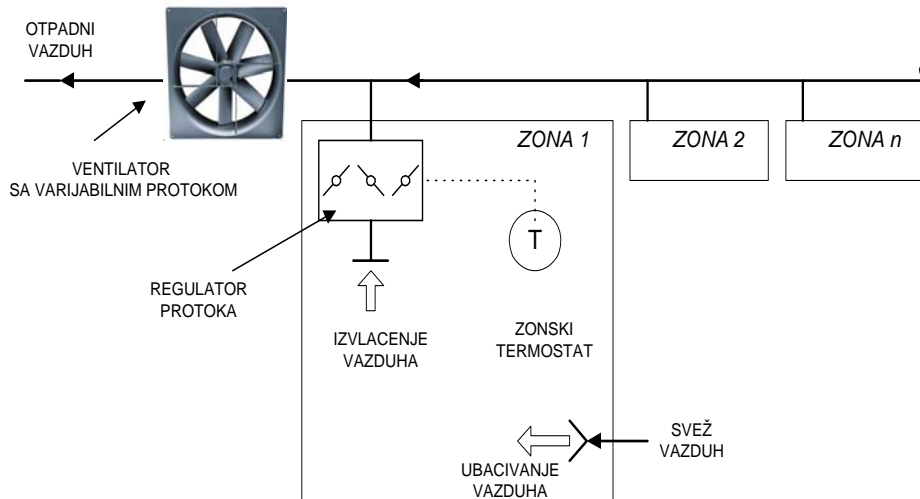
**Sadržaj:** U proteklih nekoliko godina je primetna sve češća primena sistema ventilacije koji rade sa promenljivim protokom fluida. Pristupačnost, jednostavnost i isplativost ugrađivanja opreme za frekventnu regulaciju ventilatora doprinela je povećanju energetske efikasnosti sistema ventilacije i njihovoj tehno-ekonomskoj isplativosti. U ovom radu je data paralela između dosad korišćenih konvencionalnih sistema i sistema sa promenljivim protokom. Takođe je analiziran način i mogućnosti prelaska starijih sistema na novi način regulacije u skladu sa trendovima, a opet uz minimiziranje troškova adaptacije. Energetska efikasnost sistema ventilacije primenom frekventno regulisanih komponenti sistema često biva sastavni deo projektnog zadatka i pretenduje da postane jedan od bitnijih standarda u projektovanju termotehničkih sistema i instalacija.

**Ključne reči:** Frekvencija, regulacija, ventilacija, ventilator, energija, efikasnost.

### 1. UVOD

Ventilacioni sistemi mogu pokrivati i više zona pri čemu svaka zona može imati različite unutrašnje parametre temperature, vlažnosti, i slično. U zavisnosti od trenutnog toplotnog opterećenja ventilisanog prostora (zone), a pomoću regulatora protoka vazduha koji se odovodi iz tog prostora, vođenog odgovarajućim signalom (najčešće zonskog-sobnog termostata ili senzora povišene koncentracije nekog gasa), može se podesiti da u prostor dospe (prestruji) dovoljna količina svežeg vazduha neophodna za eliminisanje toplotnog opterećenja ili smanjenje koncentracije senzorom praćenog gasa (Slika 1). Ukupna količina dovedenog i odvedenog vazduha će tako varirati u toku vremena u zavisnosti od konkretne potrebe. U normalnim uslovima rada ova smanjena potreba za protokom dovešće do smanjenja potrebe za snagom ventilatora, odnosno uštede koja se može postići regulisanjem rada ventilatora. Obzirom na to da će manji protok, odnosno manje

brzine strujanja vazduha kroz kanalsku mrežu dovesti i do smanjenja pada pritiska koji ventilator treba da savlada, u praksi se često primenjuju tzv. “booster“ ventilatori. Ovi ventilatori se ugrađuju na grane sa najvećim padom pritiska kao podrška glavnom pogonskom ventilatoru, čime se izbegava da glavni ventilator bude predimenzionisan.



Slika 1. Šematski prikaz komponenti sistema ventilacije sa varijabilnim protokom

Regulisati protok vazduha u sistemu znači regulisati rad motora ventilatora na taj način da brzina obrtanja bude varijabilna i podesiva (ili nekim signalom vođena) prema konkretnoj potrebi.

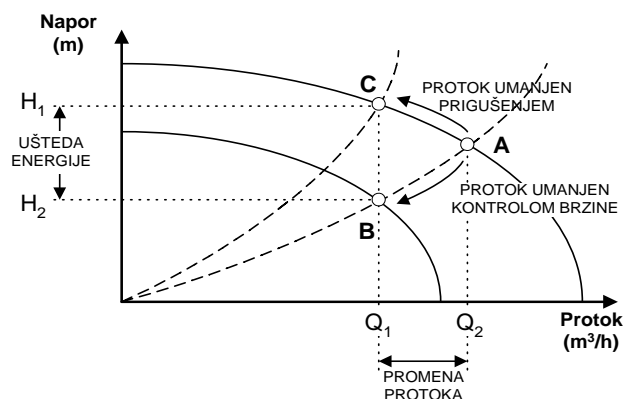
## 2. REGULACIJA PROTOKA FREKVENTNOM KONTROLOM VENTILATORA

Pored velikih ušteda u potrošnji energije postoje i druge prednosti korišćenja ventilatora sa regulisanom brzinom:

- lagodan start motora, fino ubrzavanje i usporavanje motora;
- nema ekstremnih vrednosti napona struje pri radu sistema;
- energetska ušteda je primetna (Slika 2), obzirom na to da se snaga/potrošnja energije menja sa trećim stepenom brzine;
- brzina se može kontrolisati prema konkretnoj potrebi;
- automatizacija čitavog procesa je moguća, tako da je moguće ostvariti preciznu regulaciju protoka, pritiska, itd.

Regulacija brzine se može ostvariti na više načina (Tabela 1), a jedna od najefikasnijih metoda je varijacija napona struje kontrolom frekvence (Slika 3).

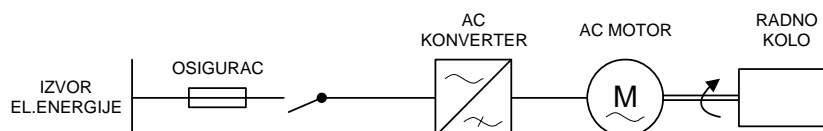




Slika 2. Prikaz ostvarene uštede na dijagramu karakteristika jednog centrifugalnog ventilatora

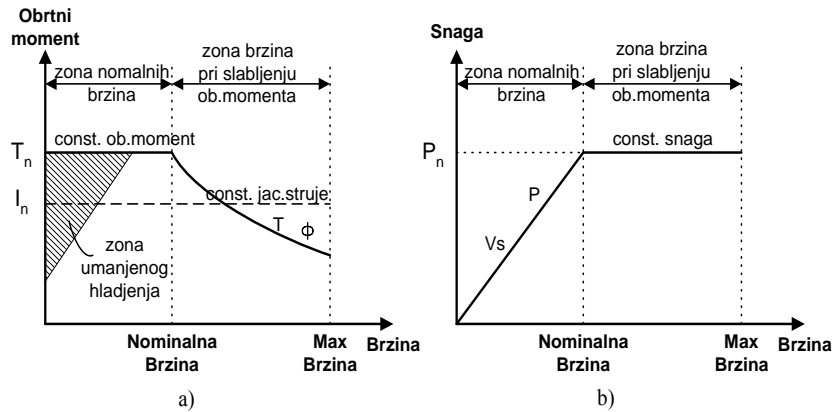
Tabela 1. Klasifikacija metoda kontrola brzine

Mehanička kontrola brzine	- remeni i lančani prenos sa podesivim veličinama prečnika - frikcionni prenosnici
Hidraulička kontrola brzine	- hidrodinamički tip - hidrostatički tip
Električna kontrola brzine	- kontrola položaja četkica (Scharge motor) - Ward-Leonard sistem sa generatorom - varijacija napona jednosmerne struje kod motora sa jednosmernom strujom - varijacija napona struje kontrolom frekvence - klizna kontrola napona - ciklo-konverter kontrola - elektromagnetno uparavanje (kontrola) - servo-upravljanje



Slika 3. Šema komponenata za regulaciju brzine

Kontrola sinhronne brzine motora se u zavisnosti od broja polova motora može ostvariti menjanjem frekvence. U slučaju da želimo umanjiti brzinu u odnosu na njenu nominalnu vrednost, smanjivaćemo frekvencu ali tako da odnos napona i frekvence bude konstantan kako bi se izbeglo preopterećenje motora. U ovom slučaju će motor bez problema moći da savlada zahtevane napore (obrtne momente) i za manje vrednosti brzina. U oblasti zone normalnih brzina izlazna snaga motora će biti proporcionalna brzini. Međutim, ukoliko želimo veće brzine, tj. povećavamo frekvencu iznad nominalne vrednosti, zalazimo u zonu rada motora u kojoj će motor ostvariti željenu brzinu ali će njegova mogućnost savladavanja određenog napora biti umanjena (Slika 4a). U ovoj oblasti rada motora izlazna snaga motora ostaje konstantna sa promenom brzine (Slika 4b).



Slika 4. Promena obrtnog momenta i snage AC motora u različitom opsegu brzina

Najčešći vid hlađenja motora je vazdušno prinudno hlađenje ostvareno ugradnjom lopatica za prinudno strujanje vazduha na samoj osovini motora neposredno uz motor. Lopatice se okreću zajedno sa vratilom prilikom rada motora pospešujući strujanje vazduha. Zbog toga kod motora sa regulisanom brzinom mora da se vodi računa o minimalnoj brzini (zona umanjenog hlađenja - Slika 4a) obrtanja osovine motora kako bi hlađenje motora pravilno funkcionisalo.

Proizvođači motora i kovertera frekvenci razvili su različite metode izbora opreme u zavisnosti od opterećenja. Postojanje raznih tipova nomograma dosta olakšava izbor opreme ali najčešće se konačna odluka donosi uz poštovanje nekoliko osnovnih principa:

- 1) Specificirati na početku opseg rada komponenti (napon i frekvencu rada, startni obrtni moment, karakteristiku ob.moment-brzina, raspon brzina koje se žele postići, periode ubrzavanja/usporavanja, momente inercije motora);
- 2) Odrediti željeni broj polova motora (najčešće prema maksimalnoj brzini koja se želi postići);
- 3) Utvrditi željenu snagu motora (na osnovu obrtnog momenta i brzine);
- 4) Odabrati odgovarajući konverter frekvence (da poseduje mogućnosti varijacije frekvence i održavanja konstantnih zadatih vrednosti);

Za razliku od motora koji su u zavisnosti od klase zaštite otporni na razne vidove spoljnih uticaja (vlaga, prašina, itd.) konverteri su osetljive komponente koje trebaju biti smeštene u okruženju bez prašine i abrazivnih materijala, daleko od korozivnih ili zapaljivih gasova i tečnosti, kao i van prostora sa visokom vlažnošću vazduha.

### 3. KRITERIJUMI ZA DIMENZIONISANJE SISTEMA VENTILACIJE PROIZVODNE HALE FARME TOVA PILIĆA

Za sve prostore, unutrašnji projektni parametri definisani su tehnologijom tova, uzrastom jata, minimalno potrebnim količinama svežeg vazduha, brzinom vazduha, kvalitetom vazduha i nivoom buke unutar prostora.

Tabela 2. Uticaj temperature prostora u hali na jedinke tova

12° do 24°C	Opseg temperatura u kojima jedinkama ne pada na teret da sopstvenim metabolizmom regulišu telesnu temperaturu.
18° do 24°C	Idealni opseg temperature, tzv. termoneutralna ili zona komfora.
24° do 29°C	Opseg temperatura u kome se može primetiti smanjena potrošnja hrane ali još uvek ne sa negativnim uticajem.
29° do 32°C	Opseg temperatura u kome bi trebalo reagovati pokretanjem sistema za rashlađivanje vazduha u prostoriji.
32° do 35°C	Opseg temperatura lošeg komfora za jedinke koji se mora sprečiti rashlađivanjem ambijenta.
35° do 38°C	Opseg temperatura koje štetno deluju na tov u slučaju dužeg izlaganja, a u slučaju kvara sistema hlađenja povećati količinu vode za piće.
preko 38°C	Preduzeti hitne mere rashlađivanja prostora kako se opstanak jedinki ne bi ugrozio!

Da bi se postigli maksimalni rezultati tova, temperatura mora konstantno da se održava u okviru tzv. termoneutralne ili zone komfora pilića, pri čemu treba održavati uniformnost temperature duž celog objekta. Termoneutralna zona se menja kako pilići rastu, a na nju utiču:

- Telesna težina
- Ventilacije (brzina vazduha)
- Unos hrane
- Relativna vlaga
- Ambijentalna temperatura

Sa povećanjem relativne vlažnosti, smanjuje se sposobnost pilića da odagnaju toplotu kroz isparavanje. Visoka relativna vlažnost u kombinaciji sa visokom ambijentalnom temperaturom (na primer 32°C, 90% RH) je posebno problematična. Kako pilići stare tako i ovaj efekat postaje lošiji. Bez adekvatnog gubitka toplote biće ugrožena i sposobnost pilića da kontrolišu svoju unutrašnju telesnu temperaturu i normalne telesne funkcije.

Definisanje kapaciteta ventilacionog sistema može se uraditi pomoću četiri ventilaciona kriterijuma K1-K4, koji su opisani u nastavku.

#### K1. Preporučeni Minimalni Obrok Vazduha po jedinici mase pileta (MOV)

Prvi kriterijum je preporučena minimalna količina vazduha prema telesnoj masi pilića. Obzirom na to da vremenom masa pilića varira i ova količina vazduha će varirati. Ovu količinu vazduha je neophodno ostvariti zbog potrebe pilića za kiseonikom. Gustina smeštaja jedinki određuje ukupan broj jedinki i najčešće iznosi 14 kom/m<sup>2</sup>.

Telesna masa	Preporučeni protok vazduha po kilogramu telesne mase
0,3 do 2,3 kg	1,7 m <sup>3</sup> /h
2,3 do 5,6 kg	1,4 m <sup>3</sup> /h
5,6 do 11,2 kg	1,2 m <sup>3</sup> /h

**K2. Preporučeni Broj Izmjena Vazduha u prostoriji (BIV)**

Drugi kriterijum je preporučen broj izmena vazduha u prostoriji u letnjem periodu. Potrebna izmena vazduha definisana je samom zapreminom ventilisane prostorije koja se može odrediti na osnovu njenih osnovnih dimenzija.

Preporučuje se od 0,75 do 1,3 izmena vazduha prostorije u minuti vremena, odnosno u proseku 60 izmena/čas.

**K3. Preporučena Brzina Strujanja u Zoni pilića (BSZ)**

Treći kriterijum je preporučena brzina strujanja duž pilića. Strujanje vazduha se najčešće ostvaruje u pravcu postavljanja linija hranjenja, što je i ovde slučaj, tako da je površina poprečnog preseka prostorije upravna na pravac linije hranjenja i merodavna za određivanje brzine strujanja. Mali pilići su osetljivi na promaju tako da i mala brzina vazduha kao što je 0,5 m/s može izazvati značajan efekat rashlađivanja kod na primer jednodnevnih pilića.

Starost pilića	Maksimalna dozvoljena brzina vazduha, m/s
0-14 dana	Miran vazduh
15-21 dan	0,5
22-28 dana	0,875
28 dana +	1,75-2,5

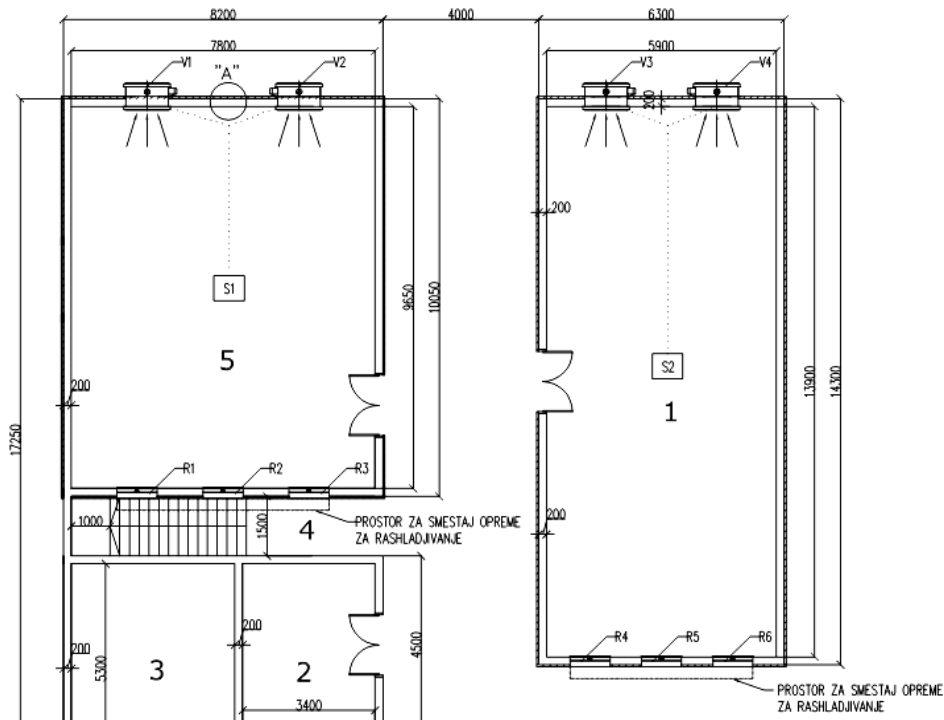
**K4. Pokrivanje Toplotnog Opterećenja (TO)**

Protok vazduha neophodan za eliminisanje toplotnog opterećenja objekta. Preporuke vezane za toplotni fluks kroz spoljašnje pregrade (omotač prostorije) moraju biti ispoštovane, naročito za krovnu konstrukciju gde se ne preporučuje veći specifični toplotni fluks od 85 W/m<sup>2</sup>.

Tabela 3. Dobijeni rezultati i usvojene vrednosti su prikazane u sledećoj tabeli po halama.

Prostorija		Hala tov 1	Hala tov 2
Površina	m <sup>2</sup>	90,1	78,39
Visina prostorije	m	2	2
Zapremina	m <sup>3</sup>	180,2	156,78
Poprečni presek prostorije	m <sup>2</sup>	11,8	15,6
Gustina naseljenosti	kom/m <sup>2</sup>	14	14
Broj pilića	kom	1262	1098
Prosečna masa	kg	2	2
MOV	m <sup>3</sup> /h/kg	1,7	1,7
BIV	izmena/h	60	60
BSZ	m/s	0,5-2	0,5-2
TO	W	11261	10411
K1 – protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	4290	3734
K2 – protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	10812	9407
K3 – protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	21240-84960	28080-112320
K4 – protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	648	599

U tabeli 3 proračunate su vrednosti za dve hale za tov pilića približno istih površina ali različite geometrije i orijentacije. Koncept ventilacije je tunelski tip (slika 5).



Slika 5. Osnova objekta sa prikazom hala za tov pilića (Hala 1 – prostorija 1, i Hala 2 – prostorija 5) i ventilatorima V1, V2, V3 i V4 u sistemu ventilacije tunelskog tipa.

Implementaciju opreme za regulaciju i adaptaciju postojećih sistema klimatizacije i ventilacije moguće je ostvariti ugradnjom motora sa varijabilnim brojem obrtaja na već postojeće ventilatore.

Na primer, ako ventilator snage 17 kW koji radi u režimu 36.000 m<sup>3</sup>/h i 1,12 kPa želimo regulisati tako da može postići režim 18.000 m<sup>3</sup>/h i 0,7 kPa, dovoljna snaga u regulisanom režimu rada biće 5,3 kW. Ovim se na 4015 časova rada, koliko bi na primer ventilator radio u novom režimu, pri ceni električne energije od 0,05 EUR/kWh uštedi 2.353 EUR godišnje. Procenjena cena jedne takve investicije (ugradnje i adaptacije) bila bi oko 12.000 EUR, što znači da bi period otplate ove investicije iznosio približno 5 godina.

#### 4. ZAKLJUČAK

Veliki tehničko-tehnološki napredak u oblasti automatske regulacije poslednjih decenija uz sve rasprostranjeniju primenu mikroprocesorskih jedinica, doprineo je pouzdanosti regulisanja rada komponenata sistema klimatizacije i kontroli samog procesa čime su minimizirani gubici u energiji i troškovi eksploatacije.

Ventilacioni sistemi velikih objekata su dobro mesto za implementaciju savremenijih metoda regulacije jer su kod ovih sistema dugoročno gledano uštede značajne. Međutim, pre donošenja konačne odluke potrebno je u potpunosti analizirati opravdanost jednog ovakvog načina regulacije na datom objektu (sistemu).

Energetska efikasnost sistema klimatizacije u industrijskim i proizvodnim objektima primenom frekventno regulisanih komponenti sistema često biva sastavni deo projektnog zadatka i pretenduje da postane jedan od bitnijih standarda u projektovanju termotehničkih sistema i instalacija.

### LITERATURA

- [1] Barnes M.: Practical variable speed drive and power electronics, Elsevier, Great Britain, 2003.
- [2] Department of energy, mines and resources Canada: Energy management series for industry commerce and institutions, Book 13 – Fans and pumps, Canada
- [3] Digital engineering library: HVAC Systems Design Handbook, McGraw-Hill, 2004.
- [4] ASHRAE Handbook: 2000 HVAC Systems and equipment, Chapter S40 – Motors, Controls, & Variable-Speed Drives, 2000.
- [5] Cobb-Vantress Inc: Vodič za tov brojlera, 2004.
- [6] Zlatanović, I.: Idejni projekat mašinskih instalacija za ventilaciju proizvodnih hala farme tova pilića u Selu Rgošte kod Knjaževca, 2009.

### CHICKEN FATLING PRODUCTION HALL VENTILATION SYSTEM ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT WITH VARIABLE FREQUENCY CONTROL FOR FANS

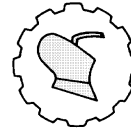
**Ivan Zlatanović\*, Nedžad Rudonja\*\*, Kosta Gligorević\***

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

*\*\* University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Kraljice Marije 16,  
Belgrade*

**Abstract:** In past few years there were a notable number of ventilation systems applications working with variable air volume (VAV). Accessibility, simplicity and low-cost of frequency regulation equipment implementation in ventilation systems using fans is raising energy efficiency of ventilation systems and their providence. A parallel view between conventional and VAV systems is presented in this paper. Transformation of average conventional into VAV system with minimum cost of adaptation possibility is analyzed. Energy efficiency of ventilation systems in non-residential facilities achieved with frequency regulated components is being part of project assignment and pretends to become important standard in ventilation systems design methodology.

**Key words:** *Frequency, regulation, ventilation, fan, energy, efficiency.*



UDK: 636.05 : 572.021

## ТЕХНИЧКИ СИСТЕМИ ЗА РЕДУКЦИЈУ ТОПЛОТНОГ СТРЕСА ЖИВОТИЊА

**Миодраг Зорановић, Анђелко Бајкин, Владо Поткоњак, Мирослав Радиновић**

*Пољопривредни факултет - Нови Сад, zormi@polj.uns.ac.rs*

**Садржај:** Данас, посебно у развијеним индустријским зонама већине земаља света, евидентно је присуство високог стандарда у снабдевању популације храном. У овим друштвима људима расте интересовање како и под којим условима коришћени прехранбени производи настају. Ова питања изнад свега су у вези са сложеностима животињског здравља и менаџментом њихових узгојних услова, квалитетом финалног производа и еколошким утицајима изазваним продукцијом животиња. Битан проблем у вези тога је висока температура заједно са влажношћу ваздуха. Ово не карактерише само вреле климатске зоне, јер високе температуре истичу се и у Србији током лета. Ови екстремни климатски услови воде ка редукацији животињских перформанси. У раду се презентују и оцењују разне варијанте система за редукацију топлотног стреса за говеда, свиње и живину.

**Кључне речи:** *животиња, климатски услови, топлотни стрес, слађење ваздуха*

### 1. УВОД

Визура еволуције фарминга указује на степен развоја животињског благостања и заштите животне средине. Тек другом половином претходног века, развојем глобалног научног и техничко-технолошког поља, индустријализација води перманентном побољшању животињског менаџмента. Услед глобалних промена на тржишту хране и тежње ка ублажавању ефекта стаклене баште, нове менаџмент системе карактерише интензиван развој мониторинга у процесу узгоја животиња.

Висока температура и влажност ваздуха узрок су ефеката топлотног стреса, посебно код животиња у лоше пројектованом и организованом простору. Високопродуктивне животиње захтевају редукацију топлотог стреса према стандарду DIN 18910 „Thermal insulation for closed livestock buildings“, који разматра терморегулациони систем разних животињских врста, дефинишући њихове захтеве према критичним вредностима базних параметара микроклимата контролисаног амбијента.

Почетак топлотног стреса код млечних крава везан је за критичну вредност простог THI-индекса 72 (температура-релативна влажност ваздуха; Armstrong, 1994). Унос хране биће редукован при критичној температури амбијента 24° С (Hahn et al, 1992). Млечна крава продукује велике количине топлоте путем

дигестивног тракта. Ради одржавања температуре тела у оквиру нормалне, настаје трансфер топлоте на релацији „кшава-непосредно окружење“. Овај процес примарно се одвија путем респираторног система животиње и евапорације влаге са површине њеног тела под стресним стањем. У природним условима, при температури амбијента испод 15,5°C, више од 50% топлоте губи се без евапоративног хлађења. Досезањем вредности 26,5° C, око 25% топлоте емитује се путем неевапоративних феномена, а 75% евапорацијом влаге са коже и респиративним системом. Континуалним порастом температуре амбијента изнад 26,5° C, већи проценат топлоте губи се преко коже и респирацијом, а много мањи кроз неевапоративне процесе (Kibler, 1950).

Прихватљива спољна температура за млечну краву, при нормалном атмосферском притиску и RH 75-80% креће се у интервалу 5-25° C. Изнад 25° C терморегулациони механизам краве ангажује енергију самохлађења преко кожног површине и респираторног система. Даљим повишењем, у функцији његовог интензитета, инерција самохлађења опада. Високопродуктивне краве су веома осетљиве на топлотни стрес услед природно високих захтева за храном. При прекорачењу температура изнад 32° C, унос суве материје изазива пад продукције млека 20-30%, тј. 4,5-11,3 kg млека/дану. Многобројна истраживања указују да краве подвргнуте хлађењу дају 4,08 kg више млека/дану од нетретираних. Сваких 0,45 kg дневног приноса еквивалент је 102-109 kg млека по лактационом периоду.

Могуће последице топлотног стреса краве су: појачан захтев продужне пажње, тешко телење, топлотна исцрпљеност, присуство масноћа у јетри свеже отелене краве, маститис, негативне реакције на вакцинације са могућим побачајем и смрћу, хромост са могућим непредвидивим оболењем кроз неколико недеља до неколико месеци, конзумирање сигнификантно мање количине хране са надокнадом током хладнијег периода дана уз обилне дозе (Shearer, 1999). Редукован унос хране, праћен прекомерним конзумирањем изазива ацидозе, као главни узрок ламинитиса (преждераност, запаљење осетљивих ткива одмах изнад папака). Са порастом температуре окружења расте и респираторна стопа краве уз прогресивно дахтање пропраћено дисањем кроз отворена уста. Последица је респираторна алкалоза услед рапидног губитка CO<sub>2</sub> (Respiratori alkalosis). Овај стрес кржава компензира повећањем уринарног оутпута бикарбоната, чиме је бураг изложен умањењу резерве плувачних бикарбоната. Стадијум развитка ембриона редукован је услед мање активности током еструса, повећања стопе беживотних фоликула, често завршавајући развојни ток. Засушене краве у периоду тромесечне бременитости, након топлотног стреса имале су мање тешка тељења, али веће проблеме са метаболизмом, продукујући 12% мање млека у наредној лактацији.

Најопштији индекс топлотног стреса ТНІ прорачунат је на основу температуре и RH ваздуха узгојног амбијента. Трпно стање млечне краве започиње кад ТНІ прекорачи 72, што се дешава при следећим стањима ваздуха у окружењу: 22-24° C и RH 80%; 27° C и RH 65%; 29,5° C и RH 40% (Combs, 1996). Умерен стрес појављује се при температурама ваздуха око 27° C и RH 100% до 32° C и RH 50%, изазивајући екстремно „плитко дисање“, обилно знојење и преко 10% пада у приносу млека. Озбиљан стрес, при температурама ваздуха 32° C и RH 100% до 38° C и RH 60%, изазива бректање са отвореним устима, повишену температуру тела и пад приноса млека до 25%. Краве изложене топлотном стресу тражиће сенку, редуковати унос хране, радије стајати, повећати стопу респирације,



повећати телесну температуру, повећати продукцију пљувачке, повећати потребе за водом ради одавања топлоте путем респираторног система и знојењем до 50%.

Генерално, постоје два приступа хлађењу млечних крава. Кондиционирање ваздуха представља редукцију његове температуре и релативне влажности, са адекватним потенцијалом снижења THI контролисаног амбијента. Значајно економичнији метод за редукцију температуре ваздуха је путем евапоративног хлађења. При испаравању вода одузима топлоту околног ваздуха повећавајући његову RH. Евапоративно хлађење може да редукује број часова током виших топлотних стања амбијента - повишен THI индекс у неким контролисаним окружењима (Huhnke et al, 2001). Овај систем хлађења коришћен је успешно при хлађењу млечних крава у топлим аридним климатима. Под аридним климатским условима и високој температури ваздуха, постоји велик потенцијал за редукцију температуре и THI. Међутим, ако се RH ваздуха повећава и/или температура опада, потенцијал евапоративног хлађења опада. Ефикасност опреме за евапоративно хлађење рангира се између 50 и 80% од максималне ефикасности редукционог потенцијала система. У влажним климатским зонама, висока релативна влажност редукује потенцијал евапоративног хлађења. Пошто RH расте изнад 70%, потенцијал редукције у THI-у мањи је од 10%.

Мали број истраживања посвећен је ефекту евапоративног хлађења на ниво стреса млечних крава смештених у хумидним климатским зонама. Brown et al. (1974) оцењивали су ефекте евапоративног хлађења у стајама Mississippi University-а током лета 1970, 1971. и 1972. Продукција млека сигнификантно је повећана у једном од три посматрана лета, а респирационе стопе смањене током два од три летња периода путем евапоративног хлађења.

## 2. МАТЕРИЈАЛ

При дефинисању стања ваздуха у простору за држање стоке потребно је мерење одређеног броја параметара према изабраној технологији, табела 3.

Таб. 1 Мерење климатски параметри унутар објекта

Параметар	Мерна технологија
Температура	Data logger. Преносив мерни инструмент (краткотрајно мерење).
Релативна влажност	Data logger. Преносив мерни инструмент (краткотрајно мерење).
Концентрација гаса	Мултигасни монитор, преносив мерни инструмент (текуће мерење)
Брзина ваздуха	Преносив мерни инструмент (краткотрајно мерење)
Струјни ток ваздуха	Визуелизација димним генератором
Проток ваздуха	Преносив мерни инструмент (краткотрајно мерење); Анемометар (дуготрајно мерење)
Стопа размене ваздуха	Гасно индикаторски метод са индикаторима гасова CO <sub>2</sub> , SF <sub>6</sub> и Krypton 85

Задовољавајуће дефинисано кретање ваздуха окарактерисано је мерењем његове брзине и визуелизацијом струјног поља помоћу дима. За мерење стопа разних интерактивних размена у просторном пољу ваздуху АТВ је развио посебне

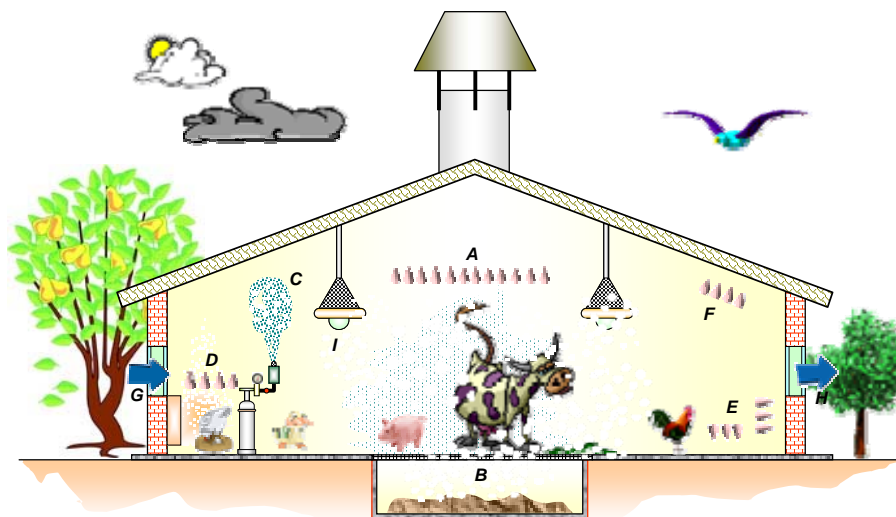
гасне методе, Müller et al, 2000. Предност употребе Krypton 85 технологије је висока резолуција у времену и брза променама положаја одредишта мерног места, посебно за компликоване услове протока (радиоактивно-инертни гас).

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ

#### *Утицајни фактори на микроклимат у животињским објектима*

Главни утицајни фактори на климат у животињском објекту приказани су на сл. 1., а додатни су: сунчево зрачење током обданице, експозиција објекта и сенчење, спољна температура и влажност ваздуха, брзина ваздуха унутар и ван објекта, топлотни капацитет надземне структуре објекта и пода.

Важан фактор је и дневна варијација продукције топлоте од стране животиње, као последица активности животиња изазваних нпр. светлосним режимом, менаџментом исхране и низом других фактора.

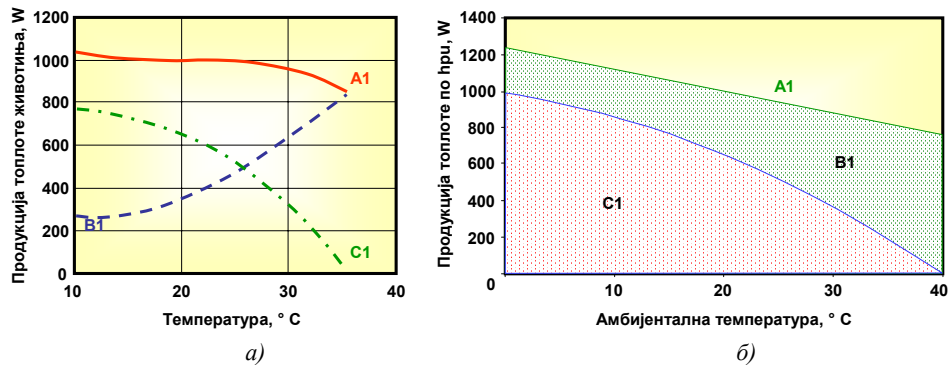


Сл. 1. Шематско представљање најважнијих топлотних и субстанцијалних протока за један животињски објекат:

*A-животињска продукција топлоте, влаге,  $CO_2$ ; B-испаривање воде и гасних компоненти ( $NH_3$ ,  $H_2S$  итд.); C-дозатор гаса; D-загревање; E-пренос топлоте; F-топлота кондензације; G-свеж ваздух; H-загађен ваздух; I-електрични уређаји (Hans-Joachim and Reiner, 2007)*

Веза између тоталне, осетне и латентне топлоте у односу на амбијенталну температуру, као генерални модел за говеда, свиње и живину, дата је на сл. 2,а. Узимајући у обзир појаву гомилања, распрострањености и специфичног понашања животиња у оперативном пољу, температурна спрега са константном тоталном топлотом није тако изражена, због чега је линеарна веза између тоталне продукције топлоте животиње и амбијенталне температуре боља за практичне

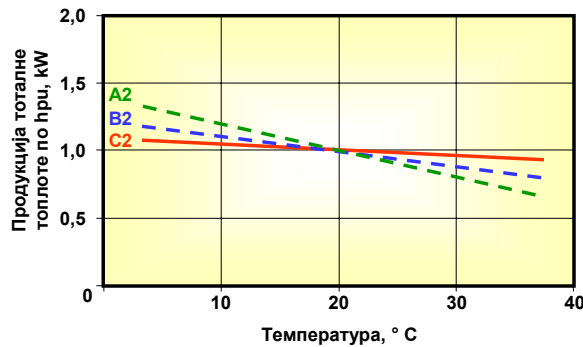
услове. Ако је одсутна информација за дату врсту и услове држања на сл. 2,б приказана је продукција тоталне топлоте и влаге од животиња. За више специфичних ситуација, дијаграми су доступни за неке комбинације врста и начина држања, *CIGR (2002)*.



Сл. 2. Базни дијаграми за однос између осетне и латентне топлоте у односу на амбијенталну температуру:

а) -генерални модел за говеда, свиње и живину; б) за врсте и услове држања у одсуству потребних информација. База 1 hpi = 1000 W при 20° C; A1-тотална топлота; B1-латентна топлота; C1-осетна топлота *Strøm and Feenstra (1980) i CIGR (1984)*

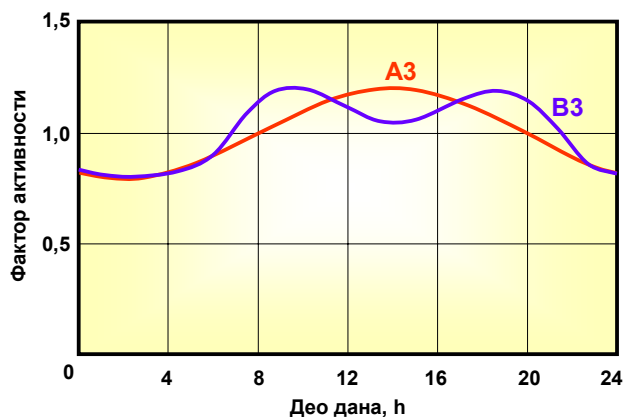
Интензитет продукције тоталне топлоте животиња при варијацији температуре амбијента зависи од врсте и величине животиње. Продукција тоталне топлоте редукује се грубо са 0,4% по степену пада температуре за говеда, 1,2% за свиње и 2,0% за живину, сл. 3.



Сл. 3. Продукција тоталне топлоте за говеда, свиње и живину у функцији температуре: A2-перад; B2-свиње; C2-говеда, *CIGR (2002)*

Важан фактор је и дневна варијација продукције топлоте животиња услед промене њиховог понашања у комерцијалним објектима. Два генерална модела за

дневну варијацију топлоте услед активности животиња су *the Drommedar* и *the Camel* модели, сл. 4.



Сл. 4. Стандардна корекција продукције топлоте животиња услед дневне варијације:  
A3- *the Drommedar* model; B3- *the Camel* model, CIGR (2002)

### Индекси термалног комфора

Индекси термалног комфора развијени су ради карактеризације и квантификације адекватне зоне комфора за посебне животињске врсте. Улога индекса је презентација корелационих променљивих у једној функционалној једначини са циљем дефинисања резултантног амбијента за адекватне услове микроклимата (Clark, 1981). Индекси термалног комфора могу се класификовати као:

- Биофизички индекси - засновани на топлотним изменама између тела животиње и амбијента, доводећи у везу специфичне елементе захтеваног комфора актуелних животињских врста.
- Физиолошки индекси - засновани на физиолошким одзивима животиња у поређењу са идеално познатим амбијенталним условима као референци.
- Субјективни индекси: засновани на специфичним и субјективним експерименталним подацима у вези са одзивом животиње на топлотни осећај и степен њене продукције.

Неколико публикација користило је индекс топлотног комфора у посебном амбијенталном профилу, углавном температура и влажност. Прости температурни и влажностни индекс-ТНІ развијен је углавном за хумани фактор као функција температуре сувог термометра и температуре тачке росе, Thom (1959). Касније су Johnson et al. (1965) уочили да продукција млека код млечних крава опада са порастом вредности ТНІ. Индекс је потом прилагођен за оцењиване продукције млечних крава под специфичним кондиционалним профилем амбијента. Аутори су указали да се редукује продукција млека и интензитет конзумирања суве материје, када ТНІ досегне вредност 77.

$$THI = DBT + 0,36 \cdot DPT + 41,2 \quad \text{Johnson et al. (1965)} \quad (1)$$

Где су:

*THI* - температурни и релативно влажностни индекс;

*DBT*-температура сувог термометра, ° C и

*DPT*- температура тачке росе, ° C.

Buffington et al. (1981) развили су израз за „Black Globe Humidity Index (BGHI)“ - црни глобусни индекс влажности сједињењем употребе глобусне температуре „black globe temperature“ уместо температуре сувог термометра, узимајући у обзир утицај соларне радијације на дефинисан концепт THI индекса.

$$BGHI = BGT + 0,36 \cdot DPT + 41,5 \quad \text{Buffington et al. (1981)} \quad (2)$$

Где су:

*BGHI* - црни глобусно влажностни индекс;

*DBT*- црна глобусна температура, ° C и

*DPT*- температура тачке росе, ° C.

THI вредности табеле 1. развили су Johnson et al. (1965), а употребљене од Nienaber and Hahn (2004) за мерење и оцењивање услова топлотног стреса у објектима за продукцију товних грла, млечних крава и свиња.

Нормалним вредностима сматрају се  $\leq 74$ , стање приправности 75-78, опасне 79-83 и ванредне  $\geq 84$ .

Gates et al. (1995) прилагодили су THI функцију за пернате животиње, наглашавајући варијацију у сагласности са употребом система евапоративног хлађења унутар узгојног простора. Резултати су предати географско-информационом систему за помоћ произвођачима живине у доношењу одлуке усаглашеној временској прогнози.

$$THI = 0,85 \cdot DBT \cdot 0,15 \cdot WBT \quad \text{Gates et al. (1995)} \quad (3)$$

Где су:

*THI* - индекс температуре и релативне влажности;

*DBT*- температура сувог термометра, ° C и

*WBT*- температура влажног термометра, ° C.

Пошто вентилација има важну улогу у одзиву живине на топлотни стрес, Tao and Xin (2003) прилагодили су THI у функцију коришћења брзине ветра као променљиве, и назвали нови индекс „Temperature-Humidity-Velocity Index (THVI)“: „индекс температуре-влажност-брзине“.

Они су такође прилагодили неколико фаза топлотног комфора као: нормално, опрез, опасност и ванредна опасност, засновано на варијацији температуре тела живине.

$$THVI = (0,85 \cdot DBT \cdot 0,15 \cdot WBT) \cdot V^{-0,058} \quad \text{Tao and Xin, 2003} \quad (4)$$

Где су:

*ТНVI* - индекс температура-влажност-брзина;

*ДВТ*- температура сувог термометра, ° С;

*ВВТ*- температура влажног термометра, ° С и

*V*- брзина ветра.

Таб. 2. Вредности температурног и влажносног индекса везаног за безбедност од топлотног стреса, USDC-ESSA (1970)

		Релативна влажност ваздуха, %																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Температура, ° С	20	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68
	22	64	65	65	66	66	67	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
	24	66	67	67	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
	26	68	69	69	70	71	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78	79
	28	70	70	71	72	73	74	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
	30	71	72	73	74	75	76	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
	32	73	74	75	77	77	78	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90
	34	75	76	77	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
	36	77	78	79	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97
	38	78	79	81	83	84	85	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100

Оцена утицаја специфичних климатских параметара на перформансе животиња тежак је, а при реализацији скуп задатак, чиме је потребна комбинација односа између перформанси животиње и топлотног стања њеног окружења.

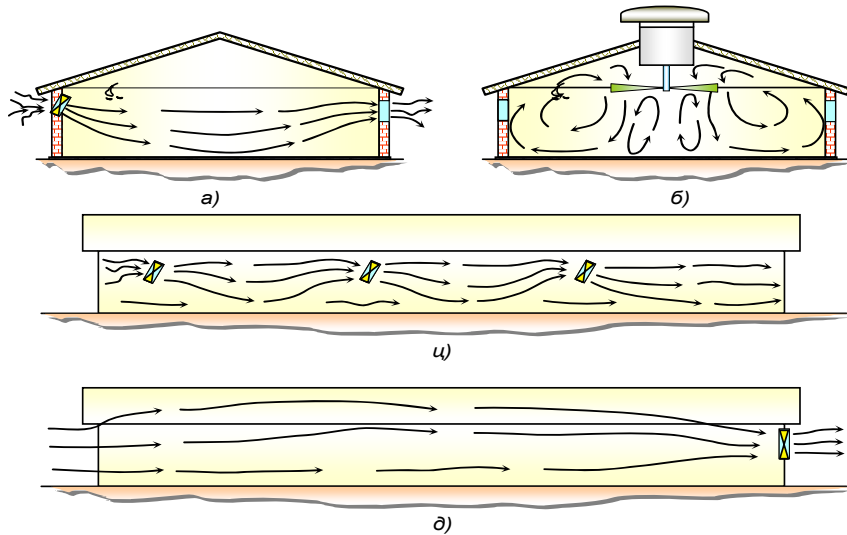
### Техничке могућности за редукацију топлотног стреса

Главни утицајни фактори на топлотни стрес су температура, влажност и брзина ваздуха, као и утицај директног сунчевог зрачења у тренутној зони животиње. Ако током летњег периода дневна температура значајно расте, мора се повећати усмерен проток ваздуха у зони животиња ради повећања коефицијента прелаза топлоте са њиховог тела на окружење.

Табела 3. Препоручене брзине ваздуха за говеда, *Herkner et al. (2002)*

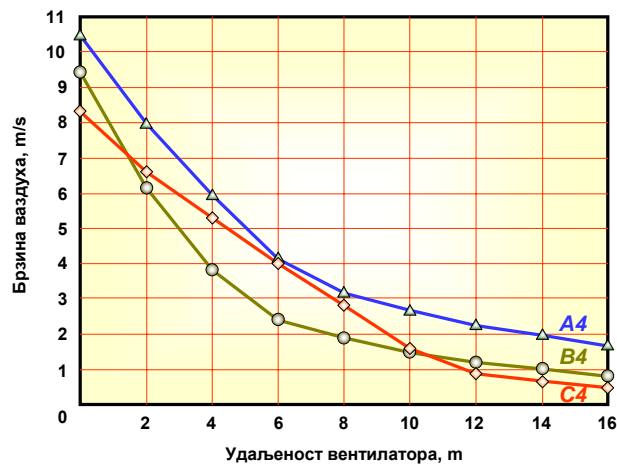
Температура, ° С	≥ 10	13	16	19	20	21	22
Брзина ваздуха, m/s	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Температура, ° С	23	24	25	26	27	28	30
Брзина ваздуха, m/s	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	2.5

Скоро сви објекти за говеда природно су вентилисани. Контролисан пораст брзине струјања ваздуха остварује се уградњом додатних вентилатора, сл. 5.



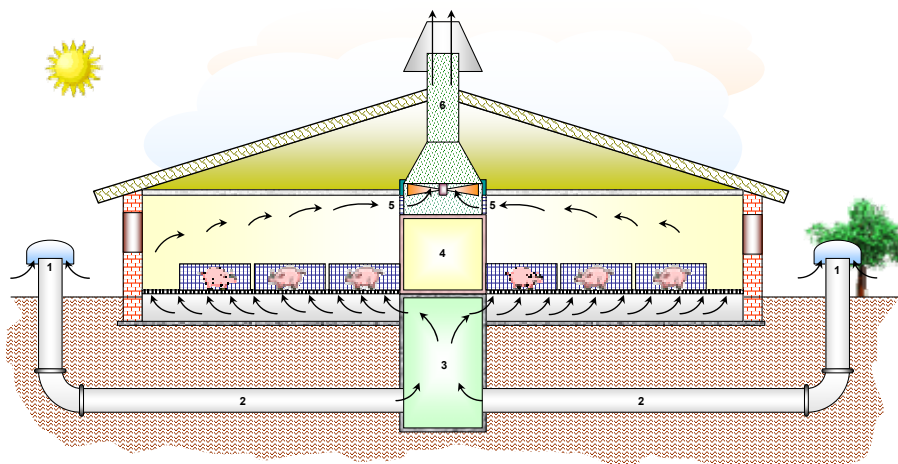
Сл. 5. Разна решења за додатну вентилацију у говедарским објектима  
 а)-попречна вентилација; б)-вертикална плафонска вентилација;  
 ц)-вентилација „корак по корак“; д)-тунелска вентилација

Промена поља брзине ваздушне струје у функцији удаљености од најчешће коришћених вентилатора приказана је на сл. 6. У зони испод кућишта вентилатора ваздух прилази малом брзином 0,5-0,6 m/s. На удаљености између 6-12 m, просечна брзина ваздуха је 1-2 m/s. Према стандарду DIN18910, брзине ваздуха у објекту до 0,6 m/s су благе. У комбинацији са тунелском вентилацијом, систем евапоративног хлађења замаглаивањем или применом влажних јастука остварује значајне резултате у климатима са високом температуром ваздуха ниске RH.



Сл. 6. Брзина ваздуха у осни ваздушног млаза зависно од удаљености од вентилатора  
 A4- вентилатор пречника 1,2 m; B4- вентилатор пречника 0,7 m;  
 C4- вентилатор пречника 0,7 m

Објекти за свиње углавном су принудно вентилисани. Осим система за евапоративно хлађење и замагљивање, користи се систем размењивача топлоте укопан у земљу, чији топлотни понор у складу са годишњим добом обезбеђује адекватно прикондиционирање ваздуха при улазу у објекат, сл. 7.



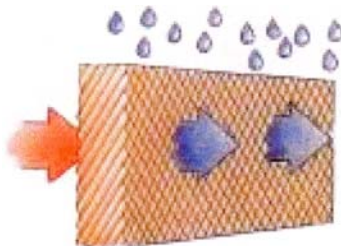
Сл. 7. Попречни пресек објекта за товне свиње-принудна вентилација у вези са геотермалним размењивачем топлоте:

1-улаз ваздуха; 2-цеви размењивача топлоте; 3-коридор свежег ваздуха;  
4-спојни коридор; 5-засуни излазног ваздуха; 6-издувна цев

У живинарским објектима углавном се користе плафонски вентилатори ради побољшања кретања ваздуха у зони животиња заједно са системом евапоративног хлађења.

### Систем евапоративног хлађења

Евапоративно хлађење је адијабатски процес овлаживања ваздуха (Wiersma and Short, 1993), јер се његова осећајна топлота користи за евапорацију распршене воде у контакту са њим (Simmons and Lott, 1996). Након тога осећајна топлота је конвертована у латентну садржану унутар испарења, резултирајући редукијом температуре сувог термометра са комплементарним порастом релативне влажности третираног ваздуха.



Сл. 8. Радни принцип система хлађења са влажним јастуцима



Репрезент евапоративних система је хлађење порозно влажним јастуцима. Спољни ваздух, под дејством вентилатора ниског притиска, адекватном брзином креће се кроз влажни јастук на фронталном зиду објекта, настављајући ток охлађен и релативно овлажен до излаза из објекта, сл. 8.

У поређењу са распршујућим и системом замагљивања, неке мане као: „аздух мора бити потискиван кроз влажни јастук-повећан енергетски захтев и значајни температурни и влажносни градијенти дуж контролисаног објекта“, формиране су и етикетиране за систем хлађења влажним јастуком. Међутим, у многим зонама South Ibera Peninsula систем се употребљава са великом ефикасношћу (Lucas et al. 2000; Montero, 1996). Главне предности овог система су одсуство директног влажења тела животиња контролом тачке росе и ефекат пречишћавања ваздуха.

Ефекти хлађења функција су неколико фактора: материјал са дизајном влажних јастука, позиционирање, површина и дебљина јастука, температура воде, проточне стопе ваздуха и воде као и температура са RH спољног ваздуха (Timmons and Baughman, 1984). Ефикасност хлађења ( $\eta_c$ , %; Kosa et al. 1991; Heber et al. 1991; Al-Massoum et al., 1998), може се дефинисати као:

$$\eta_c = (DBT - DBTC) \frac{1}{(DBT - WBT)} \cdot 100 \quad (5)$$

Где су:

$DBTC$  - температура сувог термометра хлађеног ваздуха, °C;

$DBT$  - температура сувог термометра спољног ваздуха, °C и

$WBT$  - температура влажног термометра спољног ваздуха, °C.

Указане ефикасности хлађења варирају према разним ауторима у различитим ситуацијама за различиту опрему. Употребом влажних јастука дебљине 100 мм различитих материјала, као и неколико проточних стопа ваздуха и воде, Al-Massoum et al. (1998), учили су ефикасности система хлађења од 52,1% до 90,1%. McNeill et al. (1983) утврдили су ефикасност 85% при екстремним условима 38,0° C амбијенталне температуре и 30% RH-ваздуха.

Систем функционише у комерцијалним објектима сувих и топлих зона са ефикасношћу 80%, што је жељена ефикасност према литературним изворима. Међутим, ако су рецикулациони резервоар за воду и овлажени јастуци изложени директном дејству Сунца, ефикасност може бити редукована до 15%. Ови резултати илуструју важност сенчења система хлађења са влажним јастуцима уз вероватно потребу термоизолованости његових компоненти. Коришћењем разних материјала, Cruz et al. (2005) забележили су ефикасност од 22 до 84%, под истим летњим условима. Ови резултати такође показују да струготине дрвета, угљена прашина и „CELDEK“ су материјали који воде ка високом степену ефикасности.

Брзина кретања ваздуха кроз влажне јастуке такође је фундаменталан фактор за ефикасност система, пошто је контактено време између ваздуха и влажних јастука детерминанта процеса размене топлоте.

Према Региссинотто et al. (2005), у регионима окарактерисаним периодима топлотног стреса, услед високих температура и ниских вредности RH спољног ваздуха, које негативно утичу на перформансе животиња, употреба система евапоративног хлађења оправдана је због значајног пада вредности THI.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Производња животиња важан је фактор при снабдевању популације виталним намирницама и испоруци сировина за различите гране индустрије. Благостање домаћих животиња и њихове високе перформансе захтевају сагласност са адекватним микроклиматским условима унутар објекта за њихов смештај током целе године.

Посебно у летњем периоду, високе температуре изазивају значајне проблеме. У природно вентилираним објектима за стоку користе се додатни вентилациони системи ради побољшања кретања ваздуха контролисаног амбијента. Ови системи минимизирају потрошњу енергије, уравнотежујући брзинско поље ваздуха у зони боравка животиња.

Системи кондиционирања ваздуха засновани на евапоративном процесу хлађења, енергетски су нискоценовни, ослобођени алтернативе загађења средине-ефекат стаклене баште, одржавајући задовољавајући топлотни комфор у великим затвореним просторима, као што су објекти за животиње. Развој ових система подразумева повећање њихове ефикасности са повишењем температуре спољног ваздуха снижене RH.

У сегменту свињарског фарминга, размењивач топлоте укопан у земљу подноси тест времена.

Од посебног интереса је развој интегралних техничких система са могућностима „загревање-хлађење-пречишћавање-вентилација“. Примена ових система неопходна је у условима високих вредности апсолутне и релативне влажности ваздуха, скученим просторима и местима са израженим присуством потенцијалног топлотног ресурса, као што су измузишта. Оваква места, заједно с топлотним размењивачем у земљи, идеалне су варијанте за примену ефекта топлотне пумпе.

У вези са производњом биогаса, примена техничких система хлађења у процесу свињарске производње развија се у Немачкој.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Al-Massoum, A., Haffar, I., Ahmed, M. H. 1998. A similitude model for testing greenhouse evaporative cooling pads under the hot-arid of UAE. *Acta Horticulture*, v. 456, p. 329-337.
- [2] Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77, p.2044-2050.
- [3] Brown, W.H., Fuquay, J.W., McGee, W.H., Iyengar, S. S. 1974. Evaporative cooling for Mississippi dairy cows. *Transactions of the ASAE* 17(3), p. 513-515.
- [4] Buffington, D E; Collazo Arocho, A; Canton, G H; Pitt. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. *Trans. ASAE, St. Joseph, MI*, v. 24, n. 3, p. 711-714.
- [5] Clark, J A. 1981. Environment aspects of housing for animal production. London: Butterworths, p.511-520
- [6] Combs, D. 1996. Drinking water requirements for heat stressed dairy cattle, *Univ. of Wisconsin Dairy Profit Report Vol. 8, No. 3*

- [7] Cruz, V. F., Perissinotto, M., Lucas, E. M., Moura, D. J. 2005. Comparacao entre a utilizacao de diferentes materiais porosos na confeccao de paineis para sistema de arrefecimento evaporativo. In: XV Congresso de Zootecnia (Zootec I&D), Vila Real, 2005. Anais. Vila Real, p. 525-528.
- [8] Gates, R S; Zhang, H; Colliver, D G. 1955. Regional variation temperature humidity index for poultry housing. Transaction of the ASAE, v. 38, n. 1, p. 197-205.
- [9] Hahn, G. L., Chen, Y. R., Nienaber, J. A., Elgenberg, R. A., Parkhurst, A.M. 1992. Characterizing animal stress through fractal analysis of thermoregulatory responses. Thermal Biology, 17(2), p.115-120.
- [10] Hans-Joachim, M., Reiner, B. 2007. Technical Solutions for Reduction of Heat Stress in Animal Houses. Proceedings of Clima 2007 WellBeingIndoors. Leibniz-Institute for Agricultural Engineering e. V. (ATB). Germany.
- [11] Heber, A., Cole, S., Murphy, J. 1991. Facility for testing exhaust ventilation fans. Applied Engineering in Agriculture, v. 7, n. 5, p. 599-605.
- [12] Herkner, S., Lankov, C. 2002. Heidenreich für Hochleistungskühe. Landtechnik. 5/2002, p. 286-287.
- [13] Huhnke, R. L., McCowan, L. C., Meraz, G. M., Harp, S. L., Payton, M. E. 2001. Determining the frequency and duration of elevated temperature-humidity index. ASAE Meeting Paper No. 01-4111. St. Joseph, MI. ASAE.
- [14] Kibler, H. H. 1950. Environmental physiology with special reference to domestic animals. X. Influence of temperature, 5 to 95 ° F, on evaporative cooling from the respiratory and exterior surfaces in Jersey and Holstein Cows. Missouri Agr Exp Sta Res Bul 46, p.1-18.
- [15] Koca, R., Hughes, W., Christianson, L. 1991. Evaporative cooling pads-test procedures and evaluation. Applied Engineering in Agriculture, 7(4), p. 485-490.
- [16] Lucas, E. M., Randall, J. M., Meneses, J. F. 2000. Potential for evaporative cooling during heat stress periods in pigs production in Portugal (Alentejo). J. agric. Engng Res., v. 76, p. 363-371.
- [17] McNeil, S. G., Fehtr, R. L., Walker, J. N., Parker, N. 1983. Performance of evaporative coolers for mid-south gestation housing. Transactions of ASAE, v. 26, n. 1, p. 219-222.
- [18] Montero, J. L. 1996. Tecnologia de refrigeration de invernaderos. Doctorado da Cálida ETSIA, UPM; Madrid. Spain
- [19] Müller, H. J., Möller, B., Gläser, M. 2000. The Determination of Air Change Rates in Naturally Ventilated Cattle Barns. ROOMVENT 9-12 July 2000. Proceedings Volume I, p. 505-510.
- [20] Nienaber, J. A, Hahn, G. L. 2004. Engineering and management practices to ameliorate livestock heat stress. In: Proceedings, International Symposium of CIGR. New trends in Farm Buildings,
- [21] Perissinotto, M; Cruz, V F; Moura, D J. 2005. Potencial de utilizacao do resfriamento evaporativo na bovinocultura leiteira durante periodos de estrsse termico no Alentejo. In: XV Congresso de Zootecnia (Zootec I&D), Vila Real. Anais. Vila Real. p. 529-532
- [22] Shearer, J. K. 1999. Foot health from a veterinarian's perspective. in Proc. Feed and Nutritional Management Cow College, Virginia Tech, p. 33-43.
- [23] Simmons, J., Lott, B. 1996. Evaporative cooling performances resulting from changes in water temperature. Applied Engineering in Agriculture, v. 12, n. 4, p. 497-500.
- [24] Strøm, J. S., Feenstra, A. 1980. Heat loss from cattle, swine and poultry. ASAE Paper No. 80-4021. St. Joseph, Michigan USA.
- [25] Tao, X., Xin, H. 2003. Temperature-Humidity-Velociti Index for market-size broilers.

- Proceedings of the 2003 ASAE Annual International Meeting. Paper n. 034037. Nevada-USA
- [26] Thom, E. C. 1959. Discomfort Index. *Weatherwise*, v. 12, p. 57-59.
- [27] Johnson, H. D. 1965. Environmental temperature and lactation with special reference to cattle. *International Journal of Biometereology*, v. 9, p. 103-116.
- [28] Timmons, M. B., Baugham, G. R. 1984. A Plenum concept applied to evaporative pad cooling for broiler housing. *Transactions of the ASAE*, v. 27, n. 6, p. 1877-1881.
- [29] Wiersma, F., Shortt, G. H. 1983. Evaporative cooling. In: Hellickson, M. A., Walker, J. N. (Ed) *Ventilation of Agricultural Structures*, p.103-108. Edgard Blucher. ST. Joseph, Michigan: ASAE, p. 370.
- [30] CIGR, 1984. *Climatization of Animal Houses*. Report of working group. Scottish Farm Building Investigation Unit. Craibstone, Aberdeen, Scotland.
- [31] CIGR Report. 2002. *Climatization of Animal Houses*. Editors: Pedersen, S., Sällvik, K. Working Group Report on: Heat and Moisture Production at Animal and House Level. Published by DIAS, Denmark

Рад је саставни део пројекта истраживања у области технолошког развоја за период 2008-2010 „Унапређење и очување пољопривредних ресурса у функцији рационалног коришћења енергије и квалитета пољопривредне производње“ Евиденциони број: 20076.

## TECHNICAL SYSTEMS FOR ANIMALS HEAT STRESS REDUCTION

**Miodrag Zoranović, Anđelko Bajkin, Vlado Potkonjak, Miroslav Radinović**  
*Faculty of Agruculture - Novu Sad, zormu@polj.unc.ac.rc*

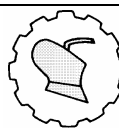
**Abstract:** Today, especially in the developed industrialized areas of the most world countries, there is evident a high standard presence of food supply for the population. In these societies people asking increasingly how and under which conditions their foods are produced. These questions relate above all to the complexes of animal's health and management conditions, product quality, and influences on the environment caused by theirs production. One problem in this connection is the high air temperatures and humidity. It doesn't characterize only hot climate zones, so extreme high air temperatures express in Serbia during the summer period too. These extreme climate conditions lead to reduction of animal performance. In this paper, for cattle, pigs and poultries, different variants of technical systems for heat stress reduction will be presented and evaluated.

**Key words:** *animal, climate conditions, heat stress, air cooling.*

## CONTENTS

Saša Barać, Bojana Milenković, Nebojša Stanimirović, Milan Biberdžić, Aleksandar Đikić RESULTS OF INVESTIGATIONS ON WORK QUALITY OF SOME COMBINES FOR BUCKWHEAT HARVEST IN AGROECOLOGICAL CONDITIONS OF NORTHERN KOSOVO AND METOHIA .....	1
Željko Dželetović, Nevena Mihailović, Djordje Glamočlija, Gordana Dražić, Snežana Djordjević, Mirjana Milovanović HARVESTING AND STORAGE OF <i>Miscanthus×giganteus</i> Greef and Deu.....	9
Stanimirović Nebojša, Koprivica Ranko, Veljković Biljana, Barać Saša SILAGE HARVESTER ZMAJ 350 PRODUCTIVITY IN HARVESTING AND CHOPPING OF MAIZE SILAGE FOR DAIRY COWS ON A COMMERCIAL FARM .....	17
Koprivica Ranko, Veljkovic Biljana, Stanimirovic Nebojsa, Topisirovic Goran PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THE JOHN DEERE 5820 HARVESTER USED FOR PREPARING MAIZE SILAGE FOR DAIRY CATTLE ON FAMILY FARMS .....	23
Dragoslav Djokić, Milan Djević, Rade Stanisavljević, Dragan Terzić THE APPLICATION OF GRAVITY TABLE FOR ALFALFA SEED PROCESSING .....	31
Djević Milan, Dimitrijević Aleksandra ENERGY EFFICIENCY OF THE OPEN FILED AND GREENHOUSE TOMATO PRODUCTION .....	39
Rajko Miodragović, Dragan Petrović, Zoran Mileusnić, Milan Đević ENERGY AND DISTRIBUTIONS PARAMETERS OF LINEAR IRRIGATION SYSTEM .....	47
Rajko Radonjić TRACTOR DYNAMICAL CHARACTERISTICS IN RELATION TO WORKING TASKS AND ENERGY EFFICIENCY .....	57
Milovan Živković, Mirko Urošević, Vaso Komenić, Dragana Dražić, Dušan Radivojević ASPECTS OF SOIL CULTIVATION IN ORCHARDS .....	65
Dragoljub Mitrovic, Radomir Manojlovic TECHNOLOGICAL AND EXPLOITATION PARAMETERS OF MECHANIZED GRAPE-WINE TRUNCHEON PLANTATION .....	71
Radomir Manojlović, Dragoljub Mitrović, Svetozar Savić TECHNICAL-TECHNOLOGICAL, EXPLOATATIONAL AND TECHNOECONOMICAL WORK INDICATORS FOR GRAPE COMBINE HARVESTERS .....	79
Milan Veljić, Nikola Mladenović, Dragan Marković, Vojislav Simonović OPTIMIZATION OF PARAMETAR OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR MECHANICAL HARVEST OF STONE AND BERRY FRUIT .....	85

Mirko Urošević, Milovan Živković, Vaso Komnenić ASPECTS OF SOIL CULTIVATION IN ORCHARDS .....	95
Danilović Milorad, Grbić Jovica, Mešanović Zoran CHIPPING THE FOREST RESIDUE IN SOFTWOOD DECIDUOUS TREES PLANTATIONS USING TRACTOR SAME IRON 210 DCR EQUIPPED WITH MULCHER LIPA –AHWI 600 .....	101
Dragan Marković, Milan Veljić, Žarko Čebela NEW TECHNOLOGIES IN FRUIT COLOR SORTING .....	113
Dusan Radivojević, Goran Topisirović, Miroslav Ćirić ESTIMATION OF MIXER DISTRIBUTION TRAILER FUNCTION QUALITY JF - STOLL IN PREPARATION OF TMR FEED MIXTURE FOR DAIRY COWS .....	119
Ivan Zlatanović, Nedžad Rudonja, Kosta Gligorević CHICKEN FATLING PRODUCTION HALL VENTILATION SYSTEM ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT WITH VARIABLE FREQUENCY CONTROL FOR FANS .....	125
Miodrag Zoranović, Anđelko Bajkin, Vlado Potkonjak, Miroslav Radinović TECHNICAL SYSTEMS FOR ANIMALS HEAT STRESS REDUCTION .....	133
Goran Topisirović, Dušan Radojičić, Dušan Radivojević AIR TEMPERATURE AND HUMIDITY VARIATIONS IN THE TIED COWS HOUSE BY BY DIFFERENT ROOF COOLING FANS WORKING REGIMES .....	125



**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

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 тех-нике 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 два пута годишње у издању Института за пољопривредну технику Пољопривредног факултета у Београду. Претплата за 2010. годину износи 2000 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 броју часописа који излази 2 пута годишње, у тиражу од по 200 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 2010. 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 стручном 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 чиње-ница осмишљава бројне напоре и трајне резултате који стоје иза подухвата званог издавање часописа.

За сва подробнија 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.

