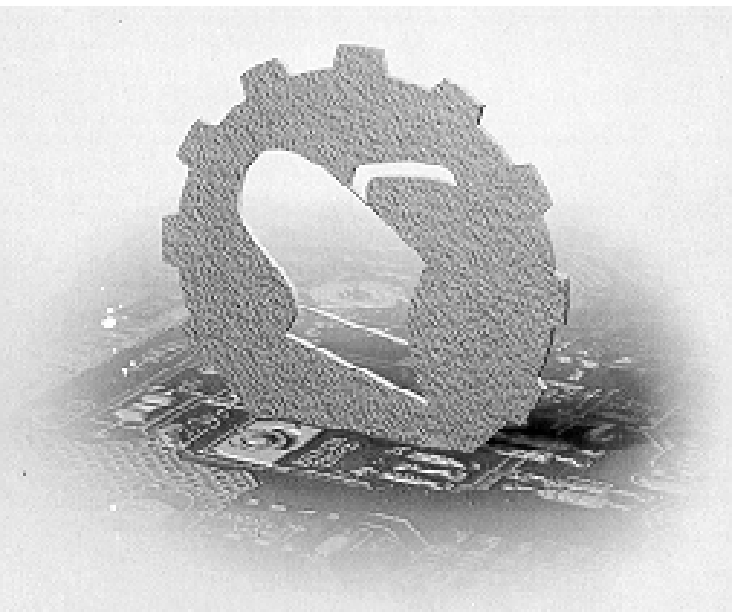
YU ISSN 0554 5587
UDK 631 (059)

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ

Година XXXIII, Број 3, децембар 2008.

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

Суиздавач *(Copublisher)*
"Флеш", Земун

Главни и одговорни уредник *(Editor-in-Chief)*
Милан Ћевић, Пољопривредни факултет, Београд

Техничка припрема *(Technical arragment)*
Страхиња Ајтић, Пољопривредни факултет, Београд

Иностранu уредници (*International Editors)*

Schulze Lammers Peter, Institut fur Landtechnik, Universitat, Bonn, Germany
Fekete Andras, Faculty of Food Science, SzIE University, Budapest, Hungary
Magó László, Hungarian Institute of Agricultural Engineering Gödollo, Hungary
Ros Victor, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Sindir Kamil Okyay, Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova - Izmir, Turkey
Vougiokos Stavros, Aristotle Universitz of Tessaloniki
Mihailov Nicolay, University of Rousse, Faculty of Electrical Enginering, 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: "Флеш" - 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 XII научном скупу

АКТУЕЛНИ ПРОБЛЕМИ МЕХАНИЗАЦИЈЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ 2008.

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

ИМЛЕК а.д. - Београд
Привредна комора града Београда
Westfalia Surge - Београд
Coca Cola - Београд

Место одржавања - Place of meeting

Пољопривредни факултет, Београд, **12.12.2008.**

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 2008. године приказује радове који ће бити саопштени на скупу "Дан пољопривредне технике" 12.12.2008. године на Пољопривредном факултету у Београду - Земуну.

Укупни обим часописа обухвата 49 радова из области пољопривредне технике, који се могу груписати по тематским областима од генералног развоја, информационих технологија, погонских јединица, обраде земљишта, сетве и неге гајених биљака, убирања и транспорта, као и интензивног гајења и обновљивих извора енергије. Неравномерност у структури заступљености појединих тема може имати исходиште у смислу сугерисања тематских скупова у наредном периоду, пре свега када се имају у виду актуелни моменти у стварању пословног амбијента у пољопривреди сходно процесима европских интеграција, међународних споразума и значајних извозних могућности наше пољопривредне производње. Овоме свакако треба додати неопходност истицања тема од националног значаја, пре свега када је у питању: пословање водним ресурсима, механизација сточарске производње и развој и примена технолошко-техничких система складишно дистрибутивних центара као генералног доприноса организацији малих пољопривредних произвођача, тржишно атрактивних сировина и при томе стварању амбијента већег степена финализације примарне производње. У наредном периоду истраживачи би требали да се оријентишу и на афирмацију обновљивих извора енергије базираних на могућностима остваривим у примарној пољопривредној производњи. У том смислу било би веома корисно објединити и усмерити истраживачке иницијативе свих релевантних институција наше земље.

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

Посебно се истиче чињеница да је значајан број радова резултат научноистраживачких 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 Милан Ђевић

S A D R Ž A J

Драгослав Ђокић, Милан Ђевић, Раде Станисављевић,
Драган Терзић, Мирјана Цветковић
УТИЦАЈ ЧИСТОЋЕ НАТУРАЛНОГ СЕМЕНА ЛУЦЕРКЕ НА РАНДМАН ДОРАДЕ 1

Nebojša Stanimirović, Ranko Koprivica, Biljana Veljković, Goran Topisirović
KVALITET RADA SILAŽNOG KOMBAJNA FORTSHRITTE-286 11

Mirko Urošević, Milovan Živković, Siniša Berjan, Branka Sivčev
UTICAJ BRZINE VAZDUŠNE STRUJE I KRETANJA OROŠIVAČA NA KVALITET ZAŠTITE 19

Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević
METODE INTEGRALNE ZAŠTITE BILJA U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA 25

Milovan Živković, Mirko Urošević, Vaso Komnenić
TEHNOLOŠKI I TEHNIČKI ASPEKTI MEHANIZOVANE SADNJE VIŠEGODIŠNJIH ZASADA 33

Goran Topisirović, Olivera Ećim-Đurić
NUMERIČKO PREDVIĐANJE STRUJNOG POLJA PRI PRIDODNOJ VENTILACIJI
STOČARSKIH OBJEKATA 41

Olivera Ećim-Đurić, Vojislav Tomić, Predrag Milanović
ENERGETSKA OPTIMIZACIJA SISTEMA ZA KORIŠĆENJE GEOTERMALNE ENERGIJE
ZA GREJANJE PLASTENIKA 49

Zoran Mileusnić, Milan Đević, Rajko Miodragović, Dragan Petrović
STRUKTURA DIREKTNIH ENERGETSKIH INPUTA U PROIZVODNJI
MERKANTILNOG KUKURUZA 57

Rajko Miodragović, Milan Đević, Zoran Mileusnić
ENERGETSKI ASPEKTI NAVODNJAVANJA KIŠENJEM 65

Dragan Ružić, Ferenc Časnji
POTENCIJALI ISKORIŠĆENJA OTPADNIH MATERIJA OD POLJOPRIVREDNE
MEHANIZACIJE U AP VOJVODINI 73

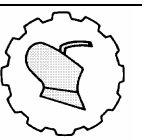
Miodrag Zoranović, Anđelko Bajkin, Vlado Potkonjak
REDUKCIJA STEPENA ZAGAĐENJA VAZDUHA U STOČARSTVU 81

Branko Radičević, Đukan Vukić, Nikola Rajaković
STANJE I PERSPEKTIVE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U SRBIJI 89

Marjan Dolenšek, Snežana Oljača, Dušan Kovačević, Mićo V. Oljača
TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA REŠENJA SAVREMENOG KORIŠĆENJA BIOMASE
ZA PROIZVODNJU ENERGIJE U DOMAĆINSTVIMA 99

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 1 - 9

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 633.31

УТИЦАЈ ЧИСТОЋЕ НАТУРАЛНОГ СЕМЕНА ЛУЦЕРКЕ НА РАНДМАН ДОРАДЕ

Драгослав Ђокић[1], Милан Ђевић[2], Раде Станисављевић[1], Драган Терзић[1], Мирјана Цветковић[1]

[1]Институт за крмно биље - Крушевац
[2]Пољопривредни факултет – Београд

Садржај: У процесу дораде семена ситнозрних легуминоза висина рандмана семена директно зависи од заступљености коровских врста и осталих примеса у натуралном семену. Висок степен чистоће натуралног семена луцерке није увек гаранција и високог рандмана дораде, чак и при малом садржају корова, већ он првенствено зависи од врсте присутних корова у натуралном семену. Већи садржај штетних корова у натуралном семену луцерке са високом чистоћом смањује укупну количину дорађеног семена, отежава и поскупљује дораду.

У раду је дата анализа утицаја садржаја примеса у натуралном семену луцерке, на искоришћење семена, односно добијену количину семена, при чему се дорада две различите чистоће семена обављала на истом систему машина за дораду.

Кључне речи: *дорада семена, луцерка, рандман дораде, семе, систем машина.*

УВОД

По површинама на којима се узгаја и квалитету крме, луцерка *(Medicago sativa L.)* представља најважнију вишегодишњу, вишеоткосну крмну легуминозу. Осим гајења луцерке за крму, ова биљка је веома значајна за производњу семена, које како на домаћем, тако и на страном тржишту има високу цену (Мишковић, 1986). Годишње потребе Србије за семеном луцерке износе око 900 t (Карагић и сар., 2007).

При комбајнирању семенске луцерке материјал који се добија представља мешавину семена ове врсте, семена других биљака – културних и коровских, као и разних нечистоћа органског и неорганског порекла.

Семе мора имати висок проценат чистоће, клијавости, као и високе генетске вредности. Већи део ових захтева се остварује кроз дораду, односно одстрањивањем нечистоћа и семена лошијег квалитета. Процес дораде се базира на физичким особинама семена. Семе основне биљне врсте се разликује од семена коровских врста по облику, маси, величини, густини, боји, грађи семенског омотача, длакавости површине, својствима адхезије, електричним својствима и др.

Дорађивачи семена морају пажљиво да анализирају сваку партију семена која долази са њива и да одреде која машина или систем машина ће најбоље да обави чишћење семена (Smith 1988; Copeland and McDonald 2004).

Циљ дораде семена се огледа у томе да се семе благовремено припреми у што повољније стање за сејалицу и квалитетну сетву, клијање и ницање, као и за складиштење, манипулацију и чување до момента сетве.

Задатак дораде је да се из добијеног натуралног семена уклоне сва зрна страних примеса и разне нечистоће и издвоји чисто зрно основне културе.

Испитивање квалитета семена се врши на основу узорака узетих из партије семена, при чему партија семена представља одређену количину семена исте врсте, сорте и категорије, произведена у току исте године, од стране једног произвођача (Бокан, 2003).

Дорада семена представља спону између три сегмента семенарства (производња семена на њиви, дорада и промет). За дораду се користи апробирано, односно стручно контролисано натурално семе или семенски материјал. Дорада је делатност индустријског карактера која зависи од процесне технике, опреме и енергената, као и од организације рада која има своју економику и законску рагулативу. Услове и начин производње семена, дораде и стављање у промет одређује Закон о семену и садном материјалу (Гласник РС, 2005), који је усклађен са правилником међународног удружења за испитивање семена (ISTA, 1999). Семе луцерке које се ставља у промет мора да буде чисто и без карантинских корова као што су вилина косица *(Cuscuta spp.)* и штавељ (*Rumex spp.)*.

При доради семена луцерке веома је важно да разлика између количине чистог семена која се лабораторијски процени и стварне количине добијеног семена у погону за дораду буде што мања (Савић и сар., 2000).

Мирић (2006) истиче да је рандман (искоришћење семена) показатељ њивског семенарства и ефикасности дораде или уопштено представља сразмерну количину семена добијену из почетне супстанце (при чему је влажност материјала иста).

Да би се што ефикасније извршила дорада семена потребно је одговарајућом комбинацијом машина за дораду и правилним подешавањем режима рада постићи што бољи квалитет дорађеног семена за што краће време. Квалитет семена луцерке мора да одговара законски прописаним нормама за семенски материјал, а то подразумева чистоћу семена од 95%, 2% семена других врста, 0,5% корова (без карантинских корова), минимално 70% клијавости са 13% влаге зрна.

Циљ истраживања је да се установи колики је проценат искоришћења семена из две партије различите чистоће семена, дорађене на истом систему машина. Током дораде лабораторијском анализом одређивани су следећи параметри: чисто семе (%), семе корова и семе других култура (%), инертне материје (%), и количина дорађеног семена (kg).

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Испитивање је урађено у дорадном центру Института за крмно биље у Крушевцу, при чему је из две партије натуралног семена, различите чистоће у три понављања, одређиван рандман дораде за сваку чистоћу семена. При испитивању квалитета дораде сви параметри подешавања машина су били исти ради могућности поређења добијених резултата.

Систем дораде који се користио при испитивању је стандардни поступак за дораду семена луцерке у дорадном центру Института за крмно биље Крушевац (табела 1) и састоји се од следећих машина и уређаја за дораду:

- пријемни кош;
- кофичасти елеватори;
- машина за фино чишћење данског произвођача Damas, тип Alfa - 4;
- тријер данског произвођача Damas (са три ваљка), тип Hotyp;
- машина за магнетно чишћење немачког произвођача Emceka Gompper typ 4.

Таб. 1. Систем машина за дораду семена луцерке Института за крмно биље - Крушевац

Начин дораде	Тип машине	Принцип чишћења	Материјал и корови које одстрањује
Фино чишћење	Damas – тип Alfa – 4	Провејавање и просејавање уз помоћ система за аспирацију и систем сита. Фракције се одвајају по специфичној тежини, облику и величини.	- Делови стабљике, махуне, слама, прашина, земља - Штуро семе, семе трава - *Convolvulus arvensis, Setaria spp., Rumex spp., Lamium spp., Sorghum halepense, Cirsium arvense*
Тријерско чишћење	Damas (са три ваљка), тип Hotyp	Алвеоле у шупљим цилиндрима које одвајају семе различито по дужини.	- *Cuscuta spp., Amaranthus retroflexus., Chenopodium spp., Capsella bursa pastoris* - Ломљено зрно
Магнетно чишћење	Emceka Gompper typ 4.	Семе корова са набораном семењачом везује магнетни прах и намагнетисани бубњеви га одвајају од глатког семена луцерке.	- *Cuscuta spp., Plantago spp., Chenopodium spp, Matricaria chamomilla, Anthemis arvensis, Rumex spp., Daucus carota, Thlaspi arvense, Setaria spp., Stelaria spp., Polygonum spp., Galium spp.*

На датом систему дораде у три понављања дорађивано је натурално семе различите чистоће (**Б1, Б2)** чије су вредности износиле: 59% - **Б1;** и 78% - **Б2** (табела 2).

Таб. 2. Чистоћа натуралног семена луцерке Б1 и Б2

Натурално семе луцерке				
Чистоћа	**Б1**		**Б2**	
Структура семена	Процент. удео	Врста корова	Процент. удео	Врста корова
Чисто семе	59		78	
Коров	1,7	*Convolvulus arvensis*, *Amaranthus retroflexus.*, *Daucus carota*, 4 *Cuscuta spp.* у 5 g	4,13	*Amaranthus retroflexus, Setaria spp., Sorghum spp.,4 Rumex spp*. у 5 g , 35 *Cuscuta spp.*у 5 g
Друге врсте	0	црвена детелина у траговима	0	
Инертне материје	39,3	махуне, штуро зрно, жетвени остаци	17,87	махуне, штуро зрно, жетвени остаци, земља

Количина семена за свако понављање је износила 300 kg, што значи укупну количину семена за сваку чистоћу од 900 kg, односно 1800 kg за обе чистоће семена. За свако понављање у оквиру сваког система мерене су следеће вредности:

- чисто семе (%);
- семе корова (%);
- семе других култура (%);
- инертне материје (%);
- маса дорађеног семена (kg).

Одређивање масе семена за узорке вршено је на електричној прецизној ваги, а мерење масе дорађеног семена вршено је механичком вагом мерног опсега од 5 до 200 kg. За одређивање садржаја примеса у семену у лабораторији користило се увеличавајуће стакло са осветљењем. Метални прах коришћен на трифолину (сл. 1) је *Nutra Fine RS* америчке производње.

Слика 1. Магнетна машина - трифолин (декускутор), Emceka Gompper тип IV – Немачка

На основу ових показатеља, односно поређењем просечних резултата одређено је при којој чистоћи семена се добија најбољи квалитет и највећа количина семена за дати систем дораде, односно одређен је рандман дораде за сваку чистоћу семена. Такође се може видети колико је потребно извршити пролаза кроз дати систем машина за сваку чистоћу семена да би се добило семе одговарајућег квалитета које задовољава законски прописане норме за дорађени семенски материјал.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У табели 3. су приказане просечне вредности при доради семена чистоће Б1.

Таб. 3. Пример дораде семена чистоће Б1

Луцерка чистоће Б1 (3x300 kg)		
Квалитет после првог проласка кроз машине - узорак из великог бункера		
Структура семена	Процентуални удео	Врста корова
Чисто семе	88,3	
Коров	0,23	*Matricaria chamomilla sp.*
Друге врсте	0	
Инертне материје	11,5	оштећено и штуро зрно, жетвени остаци
Квалитет после другог проласка кроз машине - узорак из бункера мешаоне		
Чисто семе	94,73	
Коров	0	
Друге врсте	0	
Инертне материје	5,27	оштећено и штуро зрно
Квалитет после првог проласка кроз магнете		
Чисто семе	96,87	
Коров	0	
Друге врсте	0	
Инертне материје	3,13	штуро зрно

Од почетне количине семена чистоће 59% од 900 kg добијено је 407 kg чистог семена или просечно 135,7 kg за свако понављање.

После дораде семена чистоће Б1 са доњих цилиндара тријера и са доњих сита машине за фино чишћење сакупљен је отпад који се поново дорађује. Семе се враћа у пријемни кош, а затим се дорађује кроз систем машина при чему се после анализе квалитета семена семе упућује у кош изнад мешаоне, а затим се дорађује на магнетима. Од почетне количине семена сакупљеног из отпада која је износила 145 kg после поновљене дораде добијено је 88 kg (просечно 29,33 kg за свако понављање) квалитетног семена које задовољава законом прописане норме. У таб. 4. су приказане просечне вредности при доради семена из отпада семена Б1.

Таб. 4. Пример дораде семена из отпада

Луцерка (отпад од семена Б1) - 145 kg		
Семе из пријемног коша		
Структура семена	Процентуални удео	Врста корова
Чисто семе	79,7	
Коров	2,3	27 *Cuscuta spp.* у 5 g
Друге врсте	0	
Инертне материје	18	штуро зрно, жетвени остаци
Квалитет после првог проласка кроз машине - узорак из бункера мешаоне		
Чисто семе	87,5	
Коров	0	
Друге врсте	0	
Инертне материје	12,5	штуро зрно, жетвени остаци
Квалитет после првог проласка кроз магнете		
Чисто семе	96,53	
Коров	0	
Друге врсте	0	
Инертне материје	3,47	штуро зрно

Од семена чистоће Б1 при првој доради и доради семена из отпада мерењем масе установљена је укупна количина од 495 kg семена одговарајућег квалитета што у односу на почетну количину од 900 kg семена чистоће 59,0% чини рандман дораде од 55%, при чему је губитак чистог зрна 6,77%.

У табели 5. је дат приказ дораде семена чистоће Б2 која је у узорку натуралног семена износила 78%.

Таб. 5. Пример дораде семена чистоће Б2

Луцерка чистоће Б2 (3x300 kg)		
Квалитет после првог проласка кроз машине - узорак из бункера великог коша		
Структура семена	Процентуални удео	Врста корова
Чисто семе	89,0	
Коров	1,6	*Setaria spp.*, 29 *Cuscuta spp.* у 5 g
Друге врсте	0	
Инертне материје	9,4	поломљено и штуро зрно
Квалитет после другог проласка кроз машине - узорак из бункера мешаоне		
Чисто семе	94,1	
Коров	0,8	*Setaria spp.*, 16 *Cuscuta spp.* у 5 g
Друге врсте	0	
Инертне материје	5,1	оштећено и штуро зрно
Квалитет после првог проласка кроз магнете		
Чисто семе	96,7	
Коров	0,4	*Setaria spp.*, *Cuscuta spp.*, *Rumex spp*
Друге врсте	0	
Инертне материје	2,9	штуро зрно
Квалитет после другог проласка кроз магнете		
Чисто семе	98,0	
Коров	0,1	*Cuscuta spp.*
Друге врсте	0	
Инертне материје	1,9	штуро зрно

Услед високог процента карантинских корова у натуралном семену Б2 (табела 2) семе се са машина усмерава у бункер великог коша у радној просторији магнетне машине. Анализом узорка семена из великог коша установљен је висок проценат штетних корова, а посебно вилине косице *(Cuscuta spp.)*. Семе се истаче из великог коша и поново враћа у пријемни кош на поновну дораду. После поновљене дораде кроз систем машина семе се усмерава у бункер изнад мешаоне магнетне машине. У мешаони семе луцерке се меша са одређеном количином магнетног праха и воде након чега се елеватором усмерава у кош изнад магнетне машине на дораду на магнетним ваљцима.

Због присуства вилине косице *(Cuscuta spp.)* после првог проласка кроз магнете семе се поново враћа на дораду при чему пролази поново кроз цео систем машина, уз смањен интензитет ваздушног струјања на финој машини да би се смањили губици семена. Семе се дорађује на магнетној машини и други пут. Пошто је и после друге дораде на магнетима при анализи семена пронађено семе вилине косице *(Cuscuta spp.)* у узорку са малог трифолина семе се пакује у џакове, видно обележава и оставља у магацин да се размагнетише у временском периоду од три месеца.

Од 900 kg натуралног семена укупно је дорађено 513 kg семена или просечно 171 kg (табела 5). Укупно семе са отпада добијено са сва три понављања је 222 kg од чега је после дораде добијено 122 kg семена које није одговарајућег квалитета. Ово семе се не дорађује поново, јер је прошло кроз систем магнета 3 пута.

После размагнетисавања семе се поново дорађује пропуштањем семена кроз систем машина за дораду (табела 6).

Таб. 6. Пример дораде семена чистоће Б2 - после размагнетисавања

Луцерка чистоће Б2		
Семе из пријемног коша		
Структура семена	Процентуални удео	Врста корова
Чисто семе	96,8	
Коров	0,1	*Amaranthus retroflexus, Rumex spp*
Друге врсте	0	
Инертне материје	3,1	исклијало и штуро зрно
Квалитет после првог проласка кроз машине - узорак из бункера мешаоне		
Чисто семе	97,8	
Коров	0	
Друге врсте	0	
Инертне материје	2,2	штуро зрно
Квалитет после првог проласка кроз магнете		
Чисто семе	99,0	
Коров	0	3 *Rumex spp.* у 50 g, нема *Cuscuta spp.*
Друге врсте	0	
Инертне материје	1	штуро зрно

Од 513 kg размагнетисаног семена после дораде добијено је 406 kg или просечно 135,33 kg семена 99% чистоће (табела 6).

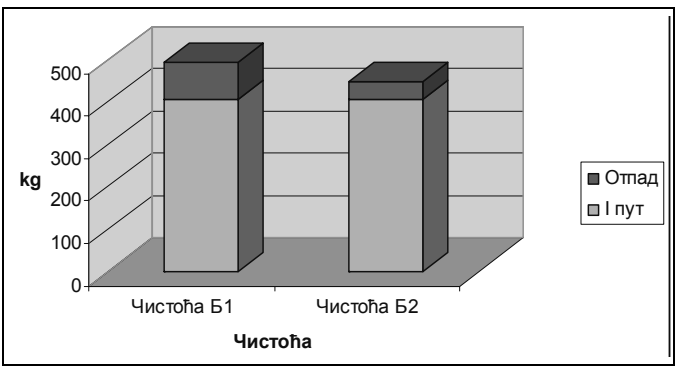
Таб. 7. Пример дораде семена из отпада Б2

Луцерка (отпад од семена Б2) - 76,5 kg		
Семе из пријемног коша		
Структура семена	Процентуални удео	Врста корова
Чисто семе	76,7	
Коров	1,7	*Cuscuta spp.*, *Amaranhtus retroflexus, Rumex spp, Setaria spp.*
Друге врсте	0	
Инертне материје	21,7	исклијало и штуро зрно
Квалитет после првог проласка кроз машине - узорак из бункера мешаоне		
Чисто семе	84,0	
Коров	0	
Друге врсте	0	
Инертне материје	16,0	штуро зрно
Квалитет после првог проласка кроз магнете		
Чисто семе	94,86	
Коров	0	
Друге врсте	0	
Инертне материје	5,13	штуро зрно

У табели 7. је приказана дорада из отпада семена чистоће Б2 после размагнетисавања. Да би се добила што већа количина семена из отпада, семе се узима са доњих тријера, са доњег сита доње лаће фине машине и са трифолина. Од укупне количине семена са отпада која износи 76,5 kg добијено је 41 kg квалитетног семена. Са добијеном количином семена од 406 kg укупно дорађена количина семена износи 447 kg или просечно 149 kg семена за свако понављање.

Из табела 6. и 7. види се да је од семена чистоће Б2 после размагнетисавања и из отпада дорађено укупно 447 kg семена задовољавајућег квалитета што у односу на почетну количину од 900 kg чистоће 78,0% чини рандман дораде од 49,7%, при чему је губитак чистог зрна веома велик и износи 36,32%.

На слици 2. су дате вредности укупно добијене количине семена после дораде семена чистоће Б1 и Б2.



Слика 2. Укупна дорађена количина семена Б1 и Б2

ЗАКЉУЧАК

На основу испитивања рандмана дораде семена луцерке различите чистоће која је за једну партију семена просечно износила 59% и 78% за другу, добијени резултати указују да добијена количина семена зависи од чистоће семена, а првенствено од садржаја карантинских корова. Резултати истраживања показују да је код натуралног семена са мањом чистоћом али и са малим садржајем корова добијено 48 kg семена више у односу на друго семе које је било веће почетне чистоће али са већим садржајем карантинских корова.

При доради семена луцерке највећи проблем представља присуство семена корова, а пре свега вилине косице *(Cuscuta spp.)*, штавеља *(Rumex spp.)*, дивљег сирка *(Sorghum halopense)*, и мухара (*Panicum spp.)*.

Уобичајени систем дораде луцерке је добар за чишћење семена у коме није заступљен висок проценат корова, али мање ефикасан ако има карантинског корова.

У циљу добијања што већег процента чистог семена мора се испоштовати комплетна технологија како у нези, тако и у заштити и убирању усева. Уз то је потребно стално праћење и осавремењавање опреме за дораду семена, као и стручно оспособљени кадра за производњу и дораду семена луцерке.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бокан Р.Н. (2003): Опште ратарство. Агрономски факултет, Чачак, стр. 74-98.
[2] Гласник Републике Србије (2005), бр. 45**.**
[3] ISTA (1999): International Rules for Seed Testing 1999. Seed Sci & Technol., 27 Supplement, 1-333.
[4] Мирић М**.** (2006): Семенарски параметри, YUSEA – Семенарско пословно удружење, Нови Сад, стр. 1-94.
[5] Мишковић Б**.** (1986): Крмно биље. Научна књига, Београд, стр. 1-503.
[6] Карагић Ђ., Катић С., Васиљевић Сања, Милић Д. (2007): Семенарство луцерке у Војводини. Зборник радова, Вол. 44, № I, Нови Сад, стр. 87-98.
[7] Copeland Lawrence, McDonald Miller (2004): Seed Conditioning and Handling. Seed Science and Technology, Norwell, Massachusetts, 252-267.
[8] Савић З., Томић Зорица, Лугић, З., Радовић Јасмина (2000): Утицај коровских врста у натуралном семену на рандман дораде семена луцерке. Агрозаједница за производњу и промет хране Југославије, XI саветовање, Семенарство крмног биља на прагу трећег миленијума, 25-28. IV, Сомбор, стр. 103-110.
[9] 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, 1029-1036.

Резултати истраживачког рада настали су захваљујући финансирању Министарства за науку, технологију и развој, Републике Србије, Пројекат "Унапређење и очување пољопривредних ресурса у функцији рационалног коришћења енергије и квалитета пољопривредне", евиденционог броја ТР 20076.

EFFECT OF PURITY OF NATURALIZED ALFALFA SEED ON PROCESSING OUTPUT

Dragoslav Djokić[1], Milan Djević[2], Rade Stanisavljević[1], Dragan Terzić[1], Mirjana Cvetković[1]

[1]Institute for Forage Crops - Krusevac
[2]Faculty of Agriculture – Belgrade

Abstract: To improve seed quality, harvested seed must be transported to processing facility. Harvested, naturalized alfalfa seed contains many different particles such as weed seed, seed of other raised plants ant inert matter.

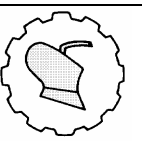
In the processing of small grained legumes, output is in direct dependence with percent of weed species and of quality of other particles in naturalized seed. High percent of purity of naturalized alfalfa seed is not always a guarantee for high processing output. It primary depends on species of present weed in naturalized seed. High purity seed with low percent of weed leads to high output. Weed usually makes processing more difficult and costly.

In this study, was analyzed the effect of quantity of particles on utilization of alfalfa seed and two different kind of seed purity, that were processed on the same system of machine.

Key words*: seed processing, alfalfa, processing output, seed, system of machines.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 11 - 17

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 631.354.2

KVALITET RADA SILAŽNOG KOMBAJNA FORTSHRITTE-286

Nebojša Stanimirović[*], Ranko Koprivica, Biljana Veljković[**], Goran Topisirović[***]

[*]Poljoprivredni fakultet Priština - Zubin potok
[**]Agronomski fakultet - Čačak
[***]Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: U radu su prikazani rezultati kvantitativne i kvalitativne analize biljaka zastupljenih hibrida kukuruza. Biljke kukuruza za kvantitativnu i kvalitativnu analizu su ručno odsecane i usitnjavane na oko 5 mm. U svakom od navedenih delova uzorka određen je sadržaj suvih materija. Kvalitativnom analizom određivan je sadržaj sirovih proteina, sirovih masti, sirove celuloze i sirovog pepela, a računskim putem određene su vrednosti za BEM i metabolička neto energija. Pored toga izvršena su još i merenja: visine biljaka, debljine stabla, visina klipa, broj biljaka, prinos po hektaru, brzina kretanja, visina reza, vreme utovara prikolice, težina prikolice, propusna moć i učinak kombajna. Posebno su mereni gubici iseckane mase pri utovaru u transportno sredstvo.

Ispitivani hibridi kukuruza u stablu do visine od 20 cm sadrže 83,34% vlage i najmanje neto metaboličke energije, svega 1,47 MJ/kg u odnosu na ostali deo biljke sa 3,53 MJ/kg. Postoji visoka korelaciona zavisnost između brzine kretanja i visine reza. Zaključeno je da kombajniranjem ne treba ograničavati radnu brzinu zbog gubitaka na povećanu visinu reza. Povećanje visine reza sa 12-20 cm povećala bi se radna brzina, protok mase i učinak kombajna. Transportna sredstva moraju imati veliku zapreminu utovarnog prostora jer su manji gubici pri utovaru i transportu. Ostvarenom dužinom seckanja kombajn je zadovoljio tehnološke zahteve.

Ključne reči: *silaža, silažni kukruz, sastav, gubici, metabolička energija, silažni kombajn, transport.*

UVOD

Prema mnogim istraživanjima siliranje se pokazalo kao najbolji postupak spremanja većih količina kvalitetne i jeftine stočne hrane, za duži period, kabastih hraniva za ishranu preživara, a posebno krava muzara i tovnih junadi. Prednosti siliranja u odnosu na druge načine konzerviranja su mnogobrojne. Silaža kao visokovredna stočna hrana može se spremiti od biljaka koje daju visoke prinose (kukuruz, sirak, suncokret i travne

smeše), ali od biljaka od kojih se ne može spremati seno (kelj, kupus, tikve). Za spremanje silaže se mogu iskoristiti i sporedni proizvodi ratarske proizvodnje ili prehrambene industrije. Njena prednost je takođe u tome što zauzima malo mesta pri skladištenju (1 m^3 600-800 kg), a i vreme njenog čuvanja je skoro neograničeno.

Kao materijal za siliranje najzastupljeniji je kukuruz. Za to postoji više razloga:

- Raspoloživi hibridi daju visoke prinose, pa i na malim površinama može se obezbediti dovoljna količina kvalitetne stočne hrane.
- Bogat je ugljenim hidratima pa se lako silira bez posebnih dodataka.
- Tehnologija proizvodnje silažnog kukuruza ista je kao i proizvodnja za zrno sve do momenta žetve dobro je poznata proizvođačima.

U savremenim uslovima, 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. Zbog toga je cilj ovog rada da ispitamo eksploatacione karakteristike i kvalitet rada silažnog kombajna "Fortshritt E 286" pri ubiranju silažnog kukuruza.

Za prihvatanje ubrane i iseckane mase kombajna i transport do silo objekta treba obezbediti veliki broj odgovarajućih transportnih sredstava. Ona moraju biti pogodna za transport ove vrste materijala jer se pri utovaru i transportu javljaju gubici.

PREGLED LITERATURE

Eksploatacionim istraživanjima samohodnih silo kombajna bavili su se mnogi autori, a mi navodimo rezultate samo nekih od njih.

Lulo (8) 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.

Popović (11) 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 (9) 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. 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 (12) 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. (10) 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. Isti je kombajn 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.

Howe (6) smatra da su samohodni kombajni rentabilni ako ostvare učinak od 0,9 ha/h.

Ištvan (2) 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.

Koprivica i sar. (7) su ispitivali ovaj kombajn u spremanju travne silaže i zaključili da je ostvario vrlo mali učinak od svega 0,76 ha/h i 6,61 t/h pri brzini rada od 2,16. Kod povećanja brzine od 2,83 km/h kombajn je ostvario propusnu moć od 9,02 t/h i 0,95 ha/h.

METOD RADA

Ispitivanja su obavljena 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 okviru ispitivanja izvršena je kvantitativna i kvalitativna analiza biljaka zastupljenih hibrida kukuruza. Biljke kukuruza za kvantitativnu i kvalitativnu analizu odsecane su ručno, neposredno iznad zemlje. U laboratoriji su odsecani delovi biljaka: do 12 cm, od 12-20 cm, zatim deo stabla sa lišćem do klipa, ostatak sa klipom do vrha i posebno klip sa komušinom. Nakon toga za dalju analizu delovi biljaka su ručno usitnjavani na oko 5 mm. U svakom od navedenih delova uzorka određen je sadržaj suvih materija.

Kvalitativnom analizom određivan je sadržaj sirovih proteina, sirovih masti, sirove celuloze i sirovog pepela prema Weendecistemu. Računskim putem određene su vrednosti za BEM i metabolička neto energija.

Pored toga izvršena su još i merenja: visine biljaka, debljine stabla, visina klipa, broj biljaka, prinos po hektaru, brzina kretanja, visina reza, vreme utovara prikolice, težina prikolice, propusna moć i učinak kombajna.

Gubici pri utovaru iseckane mase u transportno sredstvo, utvrđivani su hvatanjem materijala van prikolice, pomoću folije postavljene na posebnim držačima oko cele prikolice. Nakon punjenja prikolice masa se sakuplja, meri i iskazuje kao gubitak po prikolici. Dobijeni podaci su statistički obrađeni standardnim metodama.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Prosečni podaci o stanju silažnog kukuruza u momentu kombajniranja pokazuju da se visina biljaka kretala u rasponu od 2208-2406 mm, visina klipa 752-862 mm, prečnik stabla na visini košenja 22,40-23,20 mm. Broj biljaka po hektaru kretao se od 56042-57156, a prinos od 29708-31198 kg/ha, pri vlažnosti od 68,80-71,05%.

U trogodišnjim istraživanjima za ocenu kvaliteta rada ispitivani su sledeći parametri: visina reza, gubici nastali zbog povećanja visine reza, gubici pri utovaru i ujednačenost visine seckanja.

Prema mnogim autorima optimalna visina reza pri ubiranju silažnog kukuruza je 12 cm, a neodrezani deo iznad te visine predstavlja gubitak. Ispitujući uticaj brzine kretanja na visinu reza došli smo do podataka prikazanih u tabeli.

Tabela 1. Prosečni gubici biljne mase (trogodišnji prosek)

Mere varijacije	Radna brzina	Visina reza	Ubrano mase	Gubici mase				Ukupno ubrani prinos
				Pri ubiranju		Pri utovaru		
	km/h	cm	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
X	4,07	18,57	29320	107,80	3,32	290,90	0,96	30328
Sx	0,12	0,53	513	82,20	0,27	23,20	0,07	512,70
Sd	0,46	2,07	1988	318,30	1,06	89,70	0,26	1985
Cv	11,31	11,15	6,78	31,58	31,76	30,84	27,66	6,55
Min	3,01	13,60	26468	287,00	0,91	134,00	0,49	27280
Max	5,13	21,00	32113	1469,00	5,15	423,00	1,41	33280

Kombajn je pri prosečnoj radnoj brzini od 4,07 km/h ostvario prosečnu visinu reza od 18,57 cm. Pri najmanjoj radnoj brzini od 3,01 km/h visina reza iznosila je 13,6 cm, dok je najveća visina reza bila pri brzini kretanja od 5,13 km/h.

Podaci u tabeli 2 ukazuju na korelacionu zavisnost između brzine kretanja i visine reza sa koeficijentom 0,700 i statističkom značajnošću na nivou od 1%.

Tabela 2. Međuzavisnost brzine kretanja, visine reza i gubitaka

Obeležja	r	Sr	t^{exp}
Brzina/visina	0,700	0,198	3.536**
Visina/gubici	0,954	0,083	11056***

Y= 9,60 +2,05 (brzina i visina)

Gubici nastali zbog povećane visine reza, pri prosečnoj visini reza od 18,57 cm iznosili su 1007 kg/ha, odnosno 3,33% od ukupnog prinosa. Kod visine reza od 13, 6 cm gubici su bili 287 kg/ha ili 0,94%. Sa najvećom ostvarenom visinom reza od 21 cm gubitak je iznosio 1469 kg/ha, odnosno 5,15% ukupnog prinosa.

Korelaciona povezanost između visine reza i gubitaka biomase je izražena koeficijentom 0,954 i visoko statističkom značajnošću od 1%.

Drugu kategoriju gubitaka čine gubici koji nastaju pri utovaru iseckanog materijala. Na veličinu ovih gubitaka pored konstrukcionog rešenja kombajna veliki uticaj ima pogodnost transportnog sredstva za prihvatanje ove vrste materijala.

U ovim istraživanjima za transport su korišćene kombinovane, standardne prikolice adaptirane za prihvatanje silaže. Prosečni gubici biomase pri utovaru su iznosili 290,9 kg odnosno 0,96%, a kretali su se od 134,00 do 432,00 kg/ha ili u procentima od 0,49-1,41% od ukupnog prinosa.

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. To ukazuje da se realni gubici mogu bolje sagledati u metaboličkoj energiji.

Tabela 3. Prosečni gubici pri ubiranju i utovaru i njihova metabolička energija

G u b i c i								Ukupni prinos	
Pri ubiranju				Pri utovaru					
Biomase		Metaboličke energije		Biomase		Metaboličke energije		Biomase	Metaboličke energije
Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%
1007,8	3,32	1763,6	1,94	290,9	0,96	872,7	0,96	3032,8	90984

Prosečni gubici na visini reza iznosili su 1007,8 kg/ha odnosno 3,32%, a u metaboličkoj energiji 1763,6 MJ/ha ili 1,94%. Gubici pri utovaru iznosili su 290,9 kg/ha, a u metaboličkoj energiji 872,7 MJ/ha ili 0,96%.

Prosečni ukupni gubici na visini reza i pri utovaru iznosili su 1298,7 kg/ha odnosno 4,29%, što iskazano kroz neto metaboličku energiju iznosi 2636,3 MJ/ha ili 2,90%.

Kombajn je u radu ostvario prosečnu dužinu seckanja 9,81 mm, sa standardnim odstupanjem 0,75 mm. Frakcija do 10 mm zastupljena je sa 69,87%, frakcija 11-20 mm sa 28,53%, a preko 20 mm sa 1,60%, što je prikazano u tabeli 4.

Tabela 4. Prosečno ostvarene dužine seckanja i zastupljenost frakcija za podešenu dužinu od 10 mm

Ostvarena dužina	X ±	Sx	Sd	Cv	min	max
Ostvarena srednja dužina u mm	9,81	0,19	0,75	7,61	5,00	21,14
Frakcija od 0-10 mm u %	69,87	1,43	5,55	7,95	59,00	78,00
Frakcija od 11-20 mm u %	28,53	1,23	4,76	16,70	22,00	38,00
Frakcija veća od 20 mm u %	1,60	0,48	1,84	115,24	0,00	5,00

Za ocenu proizvodnog kapaciteta kombajna pratili smo protok mase kroz kombajn u jedinici vremena - učinak u tonama na čas i hektara na čas što smo i prikazali u tabeli 5.

Tabela 5. Protok mase i učinak kombajna

Mera varijacije	Brzina km/h	Protok mase		Učinak ha/h
		kg/s	t/h	
X	4,08	7,24	26,06	0,86
Sx	0,12	0,26	0,94	0,03
Sd	0,44	1,00	3,62	0,11
Cv	11,28	0,14	13,89	12,79
min	3,01	5,55	19,98	0,64
max	5,13	9,40	33,84	1,17

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%.

ZAKLJUČAK

Na osnovu trogodišnjih rezultata istraživanja, može se zaključiti, da ispitivani hibridi kukuruza u voštanoj zrelosti u donjem delu stabla visine do 20 cm sadrže 83,34% vlage i najmanje neto metabolitičke energije, svega 1,47 MJ/kg u odnosu na ostali deo biljke sa 3,53 MJ/kg.

Dobijeni rezultati pokazuju visoku korelacionu zavisnost između brzine kretanja i visine reza. Regresiona analiza ukazuje, da se povećanjem radne brzine za 1 km/h povećava visina reza za 2,05 cm.

Ova saznanja ukazuju da kombajniranjem ne treba ograničavati radnu brzinu zbog gubitaka na povećanu visinu reza. Povećanje visine reza sa 12-20 cm povećala bi se radna brzina, protok mase i učinak kombajna, a gubici u hranljivim materijama u neodrezanim delovima biljke bili beznačajni - zanemarljivi.

Gubici pri utovaru u velikoj meri zavise i od podobnosti transportnog sredstva za prihvatanje ove vrste materijala. Transportna sredstva moraju imati veliku zapreminu utovarnog prostora, jer su manji gubici pri utovaru i transportu, bolje se koristi nosivost transportnog sredstva i smanjuje njihov broj.

Ostvarenom dužinom seckanja kombajn je zadovoljio tehnološke zahteve jer podešenu dužinu seckanja od 10 mm ostvario je sa 69,87%. Od fabrički deklarisanog učinka kombajn je ostvario 32,57% sa variranjem od 23,85 do 42,30%.

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] Haferat A., Harms H.H. (2002): Coping procedure in the silage. Landtechnnik 2/2002. pp 106-107.

[4] Hale H.H. (1999): Harvester and transport as a parallel process. Landtechnnik 5/99 pp. 172-173.

[5] Harouna Maiga (2007): Corn silage harvest managment. www.ork.umn.edu./academics/agri.

[6] Howe S. (1977): Silage sistema copared. Power farming IV.

[7] Koprivica R., Stevović V., Stanimirović N., Terzić D. (2007): Use of Fortschritte E-281 C self propelled harvester in grass ensiling. Acta agriculturae Serbika Vol.XII.23. pp 69-75. Čačak.

[8] Lulo M., Popović I. (1968): Eksploataciona svojstva krmnog kombajna New Holand 818. Poljoprivredni pregled XVI, br.11-12. Sarajevo.

[9] Milojević B. (1980): Najprikladnija linija mašina za ubiranje silažnog kukuruza na krupnim gazdinstvima. Doktorska disertacija. Novi Sad.

[10] 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.

[11] Popović Ž. (1984): Prvi domaći samohodni silažni kombajn. Agrotehničar br.1/1. Zagreb.

[12] Tanevski D. (1986): Proučavanje na rabotnite efekti i potrošuvačka na energija na linijata mašini za pribiranje, transport i podgotvuvavanje na kabasta hrana za goveda. Doktorska disertacija. Skopje.

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

WORK QUALITY OF SILAGE HARVESTER FORTSHRITTE-286

Nebojša Stanimirovic[*], Ranko Koprivica, Biljana Veljkovic[**], Goran Topisirovic[***]

[*]Poljoprivredni fakultet Priština - Zubin potok
[**]Agronomski fakultet - Čačak
[***]Poljoprivredni fakultet - Beograd

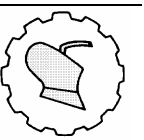
Abstract: Results of quantitative and qualitative maize plants analysis were presented in the paper. Analyzed maize plants were cut and chopped by hand, into pieces of app. 5 mm. In every separate sample plant part content of dry matter was measured. By qualitative analysis was determined the content of crude proteins, crude fats, crude cellulose and crude ash, and the values of BEM and metabolic net energy were calculated. Besides, additionally were conducted measurements of: plant height, stalk thickness, cob height, plants number, yield per hectare, moving speed, cut height, time duration of trailer loading, trailer weight and harvester efficiency. Apart of those, losses of chopped material during the trailer loading were measured.

Examined maize hybrids contained, in the stalk up to the height of 20 cm, 83,34% moisture and less metabolic energy, only 1,47 MJ/kg, compared to the rest of the plant with 3,53 MJ/kg. High correlation dependency between moving speed and cutting height was found. It was concluded that, during the harvesting, is not necessary to limit the working speed because of losses caused by increased cutting height. Increased cutting height from 12 to 20 cm would cause increment of the working speed, mass flow and harvester efficiency. Transport trailers must have large volume of transport space because of lower transport and loading losses. The chopping length that harvester achieved has fulfilled the technological requirements.

Key words: *silage, silage maize, contents, losses, metabolic energy, silage harvester, transport.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 19 - 23

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 631.3

UTICAJ BRZINE VAZDUŠNE STRUJE I KRETANJA OROŠIVAČA NA KVALITET ZAŠTITE

Mirko Urošević[1], Milovan Živković[1], Siniša Berjan[2], Branka Sivčev[1]

[1]Poljoprivredni fakultet - Beograd, Zemun
[2]Poljoprivredni fakultet - Istočno Sarajevo

Sadržaj: Eksperiment realizovan u vinogradu primenom orošivača imao je za cilj da odredi uticaj brzine vazduha i brzine kretanja agregata na depoziciju zaštitne tečnosti na lisnoj površini. Eksperiment je realizovan sa normom tretiranja od 350 l/ha. Menjajući kapacitet ventilatora pomoću broja obrtaja rotora, ostvarene su brzine vazduha neposredno ispred reda vinograda: 5,2; 7,5; 9,8; i 13,5 m/s. Kombinacijom navedenih brzina vazduha sa brzinama kretanja orošivača od 5,8 i 8,5 km/h dobijeno je osam varijanti ogleda. Rezultati istraživanja pokazuju da povećanje brzine kretanja orošivača sa 5,8 km/h na 8,5 km/h depozicija na lisnu površinu se povećava i do 25% na strani reda prema orošivaču odnosno oko 10% na suprotnoj strani reda. Na osnovu rezultata istraživanja zaključuje se da je najveća depozicija na lisnu površinu ostvarena pri brzini orošivača od 5,8 km/ha i brzini vazduha ispred reda u opsegu od 8 do 10 m/s.

Ključne reči: *brzina kretanja orošivača, brzina vazdušne struje, količina deponovane tečnosti.*

UVOD

Prilikom primene pesticida orošivačima u vinogradima ostvarenje adekvatne količine I brzine vazdušne struje je često problematično. Kombinacija brzine vazduha koji izlazi iz ventilatora i brzine kretanja orošivača određuje količinu vazduha koja je usmerena ka ciljnoj površini.

Primenom savremenijih traktorskih orošivača koji se u našoj vinogradarskoj praksi još uvek nedovoljno primenjuju, brzina kretanja vazdušne struje se može praktično veoma precizno podesiti preko menjačkog prenosnika orošivača i zakretanjem lopatica ventilatora. Međutim, podešavanje brzine vazdušne struje ventilatora kod velikog broja orošivača je ograničeno, s obzirom da u prenosnom mehanizmu su samo dva stepena prenosa.

Opšte mišljenje naših vinogradara je da, što je veća brzina vazdušne struje da je tretman efikasniji, naročito kada je potpun sklop biljne mase (puna vegetacija). Veća brzina vazduha može prouzrokovati prekomerno aktiviranje (treperenje) lisne mase što dovodi do oduvavanja već deponovane tečnosti. To se pre svega dešava ako brzina strujanja vazduha nije usklađena sa količinom lisne mase.

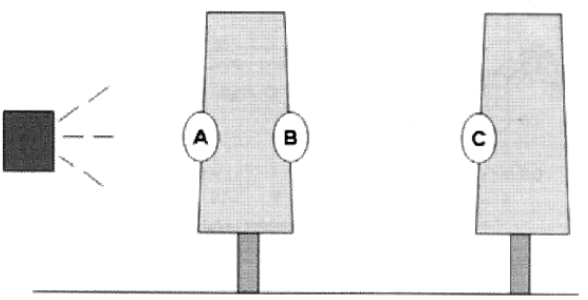
S obzirom da dosadašnji rezultati istraživanja nisu definisali vrednosti brzine vazdušne struje koja je najefikasnija prilikom orošavanja u vinogradima, cilj ovog rada je bio da odredi opseg brzina vazduha u funkciji od količine lisne mase i brzine kretanja agregata. (*Ade and Pezzi 1997, Pergher et al. 1997, Tamagnone 2001*).

Određivanjem optimalne kombinacije navedenih parametara postiže se najbolji kvalitet orošavanja koji se definiše većim deponovanjem kapljica zaštitnog sredstva na lisnoj površini.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Eksperimenti su obavljeni u vinogradu međurednog i rednog rastojanja 2,8 x 1 *m* uzgojnog oblika Guyot. Eksperimenti su sprovedeni u fazi potpune vegetacije sa najvećom lisnom masom.

U ovim eksperimentima je korišćen orošivač sa aksijalnim ventilatorom čiji se kapacitet mogao podešavati od 16 000 do 48 000 m^3/h a izlazna brzina vazduha od 12 do 32 *m/s*. Na orošivaču se nalazilo 10 rasprskivača Teejet (Tidžet) tipa TX 8001 i 80015 koji daju šuplji kupasti mlaz. Eksperimenti su uvek obavljani sa normom tretiranja od 350 *l/ha*, kombinovanjem dve različite brzine kretanja orošivača (5,8 i 8,5 *km/h*) sa četiri različite brzine kretanja vazduha na ulazu u red vinograda (5,2; 7,5; 9,8; i 13,5 *m/s*) merene ultrasoničnim anemometrom/vetrometrom (Gill Wiand Observer 2DI). Za svaku probu ispitano je 90 istretiranih listova, 30 listova je uzeto sa strane reda koja je uporedna sa prolazom orošivača (A), (slika 1) 30 iz suprotne strane reda (B), i 30 iz drugog reda (C) kako bi se procenila depozicija.



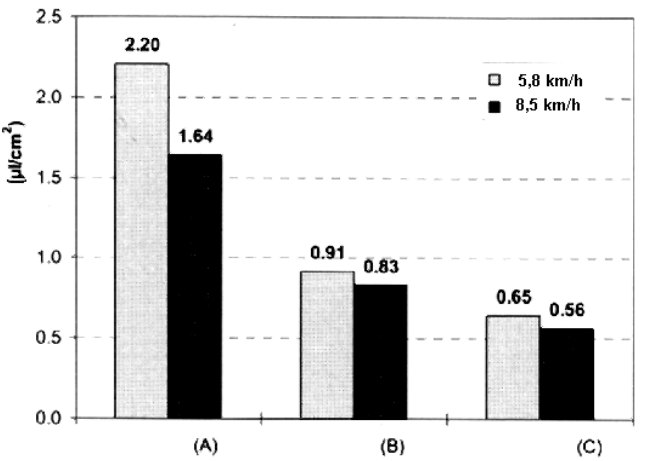
Sl. 1. Strane reda vinograda sa kojih su uzimani uzorci deponovanosti zaštitne tečnosti

Deponovana količina zaštitne tečnosti na lisnu površinu ispitivana je spektrofotometričnom analizom izražena u $\mu l/cm^2$.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Analizirajući rezultate dobijene u eksperimentima zaključuje se da je brzina kretanja agregata uticala na količinu zaštitne tečnosti deponovane na lisnu površinu na strani reda koja je uporedna sa prohodom orošivača.

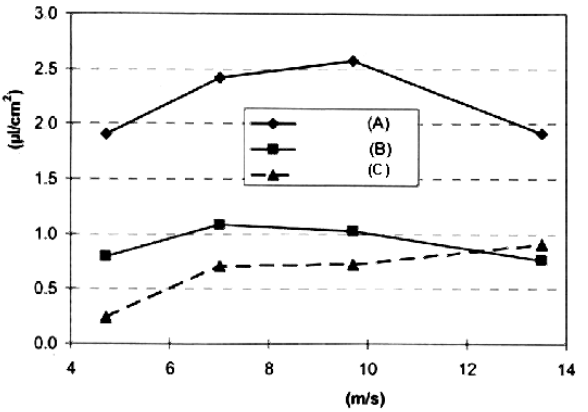
Korišćenjem brzine kretanja orošivača od 5,8 *km/h* ostvaruje se porast prosečnog taloga na listovima koji su na strani A za 26% i povećanje deponovane količine zaštitne tečnosti na suprotnoj strani reda (B) i drugog reda (C) za oko 10% u odnosu na brzinu kretanja od 8,5 *km/h* (slika 2).



Sl. 2. Uticaj brzine kretanja agregata na količinu deponovane tečnosti

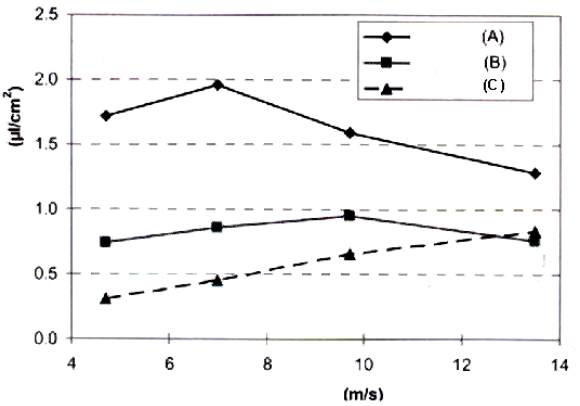
Uzimajući u obzir opseg brzine vazdušne struje proizvedene ventilatorom orošivača, uočena su različita variranja količine deponovanih kapljica na listovima u redu koji je upredan sa prolazom orošivača (strana A i B) u odnosu na registrovane vrednosti u drugom redu (strana C).

Na listovima koji se nalaze na strani reda naspram i na suprotnoj strani reda, najveća depozicija je postignuta pri brzini vazdušne struje između 7,5 i 9,8 *m/s*, dok se u drugom redu najpotpunija depozicija ostvarila pri brzini vazdušne struje od 13,5 *m/s*. Pri brzini agregata od 5,8 *km/h* najveća količina zaštitne tečnosti na strani (A) se deponovala pri brzini vazdušne struje od oko 10 *m/s* dok na strani (B) pri brzini oko 7 m/s a na strani (C) pri brzini od 13,5 *m/s* (slika 3).



Sl. 3. Deponovana količina zaštitne tečnost pri brzini kretanja ogregata od 5,8 km/h

Pri brzini agregata od 8,5 *km/h* najveća količina zaštitne tečnosti na strani (A) se deponovala pri brzini vazdušne struje od oko 7 *m/s* dok na strani (B) pri brzini oko 10 m/s a na strani (C) kao i u prethodnom slučaju, pri brzini od 13,5 *m/s* (slika 4).



Sl. 4. Deponovana količina zaštitne tečnost pri brzini kretanja ogregata od 5,8 km/h

4. ZAKLJUČAK

Eksperimentalni rezultati ukazuju da ispravno podešavanje brzine i količine vazdušne struje vazduha proizvedene ventilatorom orošivača može značajno povećati količinu deponovane zaštitne tečnosti na ciljnoj površini. To se pre svega može postići pri brzini kretanja orošivača od oko 6 *km/h*. Pri tretiranju vinograda koji je u najbujnijem stadijumu razvoja, male brzine vazdušne struje nisu dovoljna za prenošenje svih kapljica do celokupne biljne površine. Međutim, primena prekomerne brzine vazdušne struje može negativno uticati tako što se deo kapi oduva sa ciljne površine. U punom stadijumu razvoja vegetacije sa navedenim brzinama kretanja orošivača uz upotrebu brzine

vazdušne struje od 8 do 10 *m/s* omogućuje se maksimalna količina deponovanja kapi na biljnu površinu.

Primenom konvencionalnih orošivača sa aksijalnim ventilatorima teško je obezbediti ujednačen raspored (profil) vazduha na različitim visinama reda. Podešavanjem treba naći kompromis parametara ventilatora. Pravilna podešenost ventilatora obezbeđuje najpre količinu vazduha kojom se obezbeđuje dovoljna količina zaštitnog sredstva na ciljnu površinu. Drugo, da smanji štetan uticaj vazdušne struje na delove biljaka neposredno ispred ventilatora orošivača.

Dalja istraživanja treba da definišu optimum brzine vazdušne struje pri orošavanju u različitim fazama razvoja vinogradarskih zasada, uzimajući u obzir količinu nanete količine zaštitnog sredstva.

LITERATURA

[1] Ade G., Pezzi F. (1997): Irrorazione localizzata ih frutteto: infuenza della velocita di avanzamento e della portata d′aria. Atti del VI convegno nazionale d′Ingegneria Agraria vil 3, 577-586.

[2] Pregher G., Gubiani R., Tonetto G. (1997): Foliar deposit and pesticide losses from three air-assisted sprayers in ahedgerow vineyard. Crop Protection 16 (1), 25-33.

[3] Tamamagnone M. (2001): Icriteri discelta dei volumidi aria. Atti dell′incontro dibattito "Nuovi criteri di regolazione dele mcchine irroratrici per i trattamenti al vigneto" - Montalcino (SI) 30/06/2001, pp 46-53.

[4] Urošević M., Živković M. (1993): Uticaj tipa ventilatora orošivača na intenzitet drifta, "Pesticidi", br. 2, Beograd.

[5] Urošević M**.,** Živković M. (1996): Uticaj distribucije i gubici radne tečnosti kod orošavanja voćnjaka, Poljoprivredne tehnika, br. 1/2, Beograd.

AIR FLOW RATE AND SPRAYER MOVEMENT ON THE QUALITY OF PEST AND DISEASE CONTROL

Mirko Urošević[1], Milovan Živković[1], Siniša Berjan[2], Branka Sivčev[1]

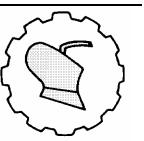
[1]Faculty of Agriculture - Belgrade, Zemun
[2]Faculty of Agriculture - East Sarajevo

Abstract: The experiment conducted in the vineyard using sprayers was aimed at analysing the effect of air flow rate and sprayer movement rate on pesticide droplets deposition on leaf surface. The concentration used was 350 l/ha. Ventilator capacity was changed obtaining the following air flow rates in front of vineyard rows: 5.2; 7.5; 9.8 and 13.5 m/s. Air flow rates were combined with different sprayer movement rates (5.8 and 8.5 km/ha) in order to obtain eight variants. Increasing sprayer movement rate from 5.8 to 8.5 kg/h tended to raise pesticide droplets deposition by 25% in the row facing the sprayer, or 10% on the opposite side of the row. It can be concluded that droplets deposition on the leaf surface was the greatest at the sprayer movement rate of 5.8 kg/ha and air flow rate ranging from 8 to 10 m/s.

Key words*: sprayer movement rate, air flow rate, deposition amount.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 25 - 31

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 632.9:631.544.4

METODE INTEGRALNE ZAŠTITE BILJA U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA

Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević
Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Visoko intenzivna biljna proizvodnja u zaštićenom prostoru podrazumeva stalnu kontrolu i praćenje proizvodnih uslova i zdravstvenog stanja useva. Obzirom na sve strožije regulative o primeni hemijskih zaštitnih sredstava, zatim na otpornost insekata na određene pesticide, na sve strožije kriterijume potrošača u smislu zdravstveno bezbedne hrane, poljoprivredni proizvođači se, sve češće, opredeljuju za koncept integralne zaštite bilja. U osnovi ovog koncepta, u objektima zaštićenog prostora, su prevencija, praćenje i kontrola. Kao mogući načini prevencije primenljivi su pokrivni materijali i mreže protiv insekata, i, kao metode mehaničkog odstranjenja insekata iz objekata, lepljive trake različitih boja i UV lampe.

Cilj ovog rada je da prikaže mogućnosti i efekte korišćenja UV apsorbujućih pokrivnih materijala, zatim da analizira kriterijume izbora mreža protiv insekata i mogućnost primene specijalnih UV apsorbujućih lampi u smanjenju broja insekata u objektu a samim tim i uticaj navedenih tehnologija na potrošnju hemijskih zaštitnih sredstava i energetski bilnas biljne proizvodnje u zaštićenom prostoru.

Ključne reči: *zaštićen prostor, integralna zaštita bilja, pokrivni materijali, UV lampe, mreže protiv insekata.*

UVOD

Mikroklimatski uslovi u objektima zaštićenog prostora (visoka temperatura i visoka relativna vlažnost vazduha) predstavljaju pogodnu sredinu za razvoj štetočina i bolesti. Pored očuvanja kvaliteta i zdravstvenog stanja proizvoda, mere zaštite bilja u zaštićenom prostoru moraju da obezbede da do proizvođača dođe čist i za oko prijemčiv proizvod.

Regulative kojima se ograničava ili čak zabranjuje primena određenih hemijskih sredstava, zatim povećana rezistentnost na određene pesticide umnogome otežavaju postupke kontrole i zaštite. Iz tog razloga, mere integralne zaštite (IPM - Integrated Pest Management) sve više dobijaju na značaju, potencirajući integrisanje sistema mera prevencije, praćenja i korekcije, kako bi se redukovala primena pesticida i minimizirao

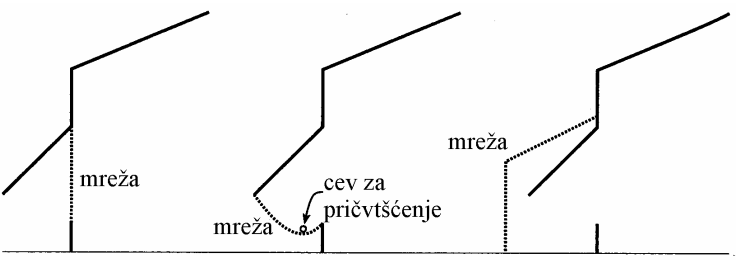
uticaj na životnu sredinu. Korišćenje metoda IPM može dovesti do značajnije uštede energije i povećati energetsku efikasnost biljne proizvodnje u objektima.

U radu su razmatrani postupci kontrole korova, insekata i bolesti unutar i izvan objekta, mere sanitacije, primena zaštitnih mreža i njihov uticaj na populaciju insekata u objektima i njihovu otpornost na primenjivane pesticide, zatim mogućnosti promene UV lampi, lepljivih traka i izbor pokrivnog materijala.

REZULTATI I DISKUSIJA

Mreže protiv insekata

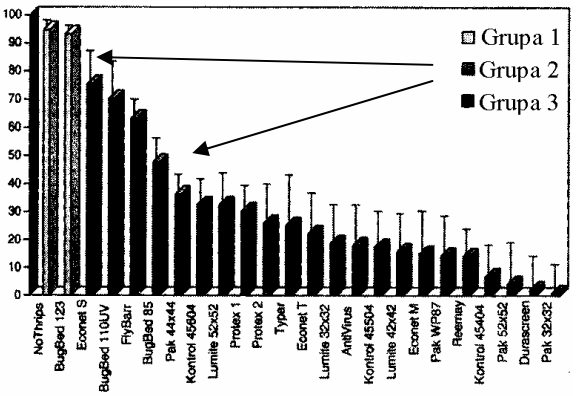
Korišćenje mreža protiv insekata nosi sa sobom određene prednosti koje se ogledaju u smanjenju broja insekata u objektu a samim tim i smanjenju rizika pojave bolesti i virusa koje ovi mogu da prenesu zatim u smanjenju korišćenja hemijskih sredstava i smanjenju rizika trovanja radnika u objektima. Nedostaci mreža se ogledaju u težem postavljanju i pričvršćivanju za konstrukciju objekata (slika 1), smanjenju efekta ventilacije i težem održavanju. Izbor mreže zavisi od vrste insekata čiji se ulazak u objekat želi sprečiti i njihovog ponašanja u smislu u kom periodu ciklusa proizvodnje su prisutni u objektima. Česta je istovremena pojava više vrsta insekata u isto vreme pogotovu ako se radi o proizvodnji dve ili više biljnih vrsta u istom objektu.



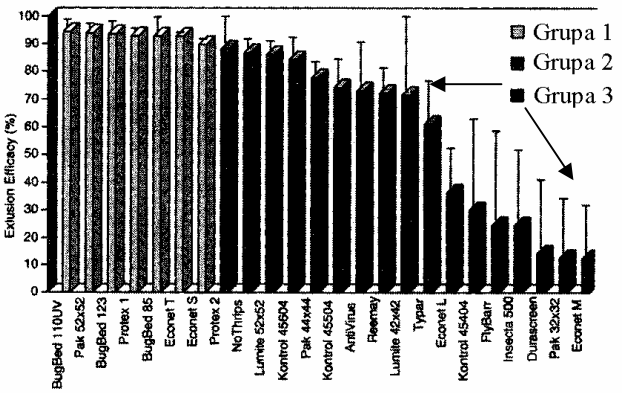
Sl. 1. Postavljanje zaštitnih mreža

Vrsta insekata, reprezentovana preko veličine, će dominantno uticati na izbor materijala. Ipak, neka od istraživanja ukazuju da se i otvorima manjeg prečnika mogu eliminisati insekti većeg prečnika i obrnuto. Jedno od objašnjenja je uniformnost prečnika na mrežama. Drugo objašnjenje je da su neki materijali više podložni plastičnoj deformaciji te se lako šire i elastično deformišu pri prolasku krupnijih insekata. Morfologija insekata takođe utiče na efikasnost mreže. Bela mušica, na primer, ima glatku površinu krila koja joj omogućava da lakše "klizne" kroz otvor za razliku od tripsa koji je manjih dimenzija ali zato ima neravnu površinu krila koja otežava prolazak kroz otvor.

Rezultati ispitivanja 24 komercijalno dostupna materijala za mreže su pokazala visoku efikasnost u suzbijanju tripsa i bele mušice (slika 2). Najmanju efikasnost imaju materijali većeg prečnika otvora ali se podjednako visoka efikasnost pokazala i kod mreža sa srednjim prečnikom otvora i kod mreža sa malim prečnikom.



Tipovi zaštitnih mreža (a)



Tipovi zaštitnih mreža (b)

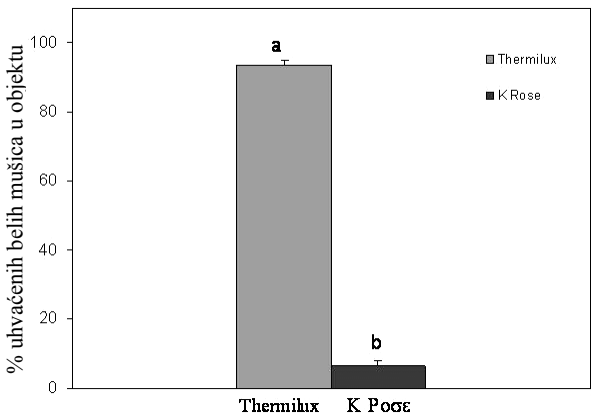
Sl. 2. Efekat isključivanja insekata, u %, kod tripsa (a) i bele mušice(b)

Efekat primene, dat u %, pokazuje procenat smanjenja prolaska insekata kroz ispitivani materijal u poređenju sa običnom mrežom na ventilacionim otvorima. Brzina strujanja vazduha na otvorima iznosila je 92 m/min. Grupa materijala 1 ne pokazuje značajne razlike u odnosu na najbolji materijal; grupa materijala 2 je imala veću efikasnost od obične zaštitne mreže ali manje od najboljeg dok je grupa materijala 3 pokazala isti procenat odstranjenja insekata kao i običan kontrolni materijal. Može se zaključiti [3] da primena zaštitnih mreža može umanjiti populaciju tripsa i bele mušice i do 95% i da je veći broj materijala koji imaju visoku efikasnost odstranjenja bele mušice nego tripsa.

Mreže protiv insekata se izrađuju od čelika, zatim od polietilena i polietilena u kombinaciji sa akrilikom. Izbor materijala [10] zavisi i od perioda koji će se mreža koristiti. Ukoliko se radi o dužem korišćenju u obzir se moraju uzeti izloženost suncu, opterećenje usled vetra, grada, kiše i snega. Oštećenje materijala mogu da izazovu i sam mehanizam koji je u funkciji podizanja i spuštanja mreže, zatim radnici u objektu i primenjeni tehnički sistemi (hemijska zaštitna sredstva, voda, đubrivo).

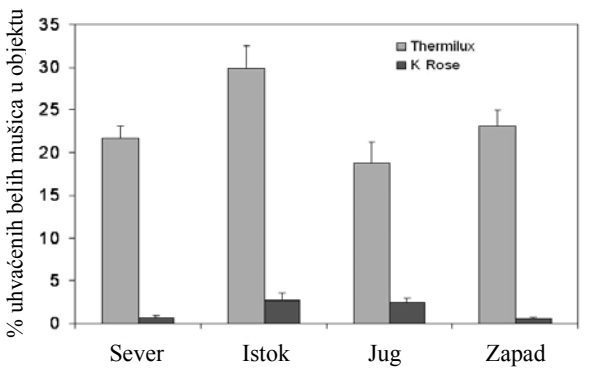
Mogućnosti korišćenja UV apsorbujućih pokrivnih materijala

Obzirom na činjenicu da je ponašanje insekata i njihova orijentacija u prostoru uslovljeno sastavom i količinom svetlosti u objektu a prvenstveno količinom svetlosti iz UV spektra [8, 9], veliki broj istraživanja je bio usmeren na pronalaženje i ispitivanje pokrivnih materijala zaštićenog prostora koji bi, blokirajući određeni deo sunčevog spektra, smanjili ili čak onemogućili ulazak pojedinih insekata u objekat. Ispitivanjem dva tipa plastičnih materijala od kojih jedan propušta 78% UV zračenja talasnih dužina 300-400 nm (Thermilux) i drugi 11% UV zračenja (K-Rose) došlo se do zaključka da je broj registrovanih belih mušica značajno veći u objektu koji je pokriven materijalom koji propušta više zračenja UV spektra (slika 3). Korišćenje ovih materijala [6] može dovesti do intenzivnije kondenzacije u vidu tankog filma na pokrivnom materijalu koja uslovljava lošiju transmisiju svetlosti u objektu ali savremene tehnologije proizvodnje pokrivnih materijala podrazumevaju ubacivanje aditiva protiv kapanja čime se ovaj problem rešava.



Sl. 3. Uticaj pokrivnog materijala na prisustvo bele mušice u objektima

Prilikom ispitivanja materijala došlo se do zaključka da i orijentacija objekta zaštićenog prostora utiče na populaciju insekata u objektu (slika 4). Veći procenat bele mušice zapažen je na istočnoj i zapadnoj strani objekta u odnosu na severnu i južnu.



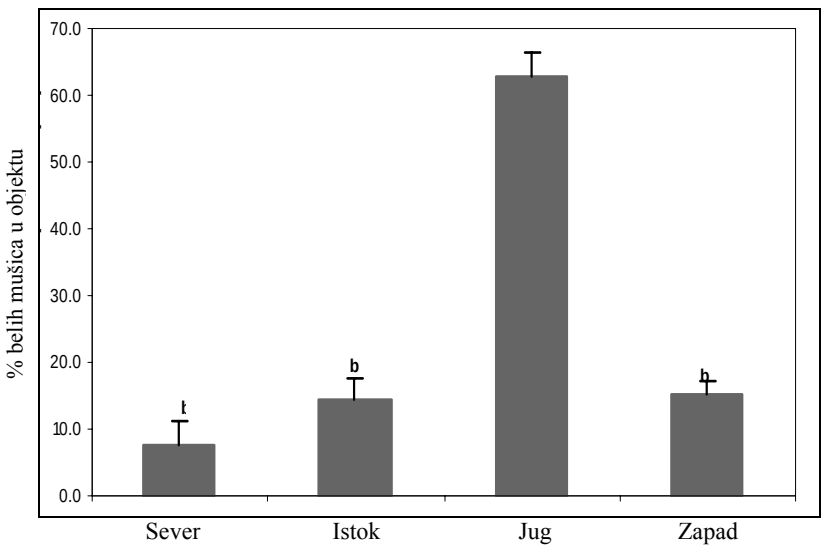
Sl. 4. Uticaj orijentacije objekta na prisustvo bele mušice u objektu

Generalno, orijentacija istok-zapad se preporučuje za bolju osunčanost i toplotne uslove u objektu ali se ne preporučuje sa aspekta prisustva insekata u objektu tako da se pred proizvođače postavlja izbor između manjeg utroška energije za zagrevanje i dodatno osvetljenje objekata u zimskom periodu, i manjeg utroška energije na hemijska sredstva za zaštitu bilja.

Mogućnost korišćenja UV lampi i lepljivih traka

Korišćenje UV lampi je pokazalo značajne rezultate u smanjenju populacije bele mušice u objektima zaštićenog prostora. Lampe, koje proizvode svetlost talasnih dužina od 340 do 375 nm koja privlači belu mušicu, se kombinuju sa lepljivim trakama ili električnim uređajima manjeg napona.

Lepljive trake su našle široku primenu u sistemu IPM-a kao deo sistema praćenja insekata u objektima zaštićenog prostora. Ukoliko se radi o manjoj brojnosti, lepljive trake se mogu iskoristiti i za kontrolu brojnosti insekata. U primeni su žute trake za kontrolu populacije bele mušice i tripsa dok se plave koriste za trips. Ipak, kombinacija lepljivih traka i UV lampe daje bolje efekte u uništavanju insekata u objektima (slika 5). Primenom ove tehnologije u objektu se populacija bele mušice može smanjiti i do 65% u zavisnosti od orijentacije objekta [11].



Sl. 5. Uticaj UV lampe na % bele mušice u objektima

ZAKLJUČAK

Metode IPM-a sve više potiskuju konvencionalne metode hemijske zaštite bilja. U okviru ovog koncepta se, pored bioloških mera kontrole, navode i mehaničke koje podrazumevaju sprečavanje ulaska insekata u objekat ili njihovo mehaničko uklanjanje.

Mreže protiv insekata su uobičajen metod kontrole populacije insekata u objektima. Njihova primena je veoma efikasna u slučaju eliminacije bele mušice. Kao glavni nedostatak mreža protiv insekata, navodi se smanjenje stope ventilacije u objektu.

Veliki broj istraživanja ukazuje na mogućnost korišćenja UV apsorbujućih pokrivnih materijala koji u pojedinim slučajevima populaciju insekata u objektima mogu smanjiti i do 90%. Pri izboru ovih materijala treba voditi računa o klimatskim uslovima regiona kako bi se pravilno iskoristile njihove prednosti.

Činjenica da većina insekata voli sredine bogate zračenjem UV spektra, dovela je do kombinovanog korišćenja UV lampi i lepljivih traka koja može eliminisati 65% populacije bele mušice u objektima.

Istraživanja pokazuju da mehanička kontrola insekata u objektima zaštićenog prostora može biti veoma efikasna ukoliko je deo koncepta integralne zaštite bilja. Ovim konceptom se integrišu mere praćenja, kontrole i prevencije a samim tim i energetska efikasnost proizvodnog sistema.

LITERATURA

[1] Enoch H.Z. (1977): A theory for optimalization of primary production in protected cultivation, I Influence of aerial environment upon primary plant production, Symposium on More Profitable use of Energy in Protected Cultivation, Sweden.

[2] Hanan J. Joe (1998): Greenhouses. Advanced Technology for Protected Cultivation, CRC Press.

[3] Nelson V. Paul (2003): Greenhouse Operation and Management, Sixth edition, Prentice Hall.

[4] Ortiz-Cañavate J. and Hernanz J.L.: Energy Analysis and Saving, In CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume V, Energy and Biomass Engineering.

[5] von Zabelic, Chr. Energy substitution (1989): Energy Savings in Protected Cultivation, Acta Horticulturae, 245.

[6] Urbanus N. Mutwiwa (2004): Effects of UV-absorbing Plastic Films on Greenhouse Whitefly Trialeurodes vaporariorum Westwood (Homoptera: Aleyrodidae).

[7] Elad Y. (1997): Effect of solar light on the production of conidia by field isolates of Botrytis cinerea and on several diseases of greenhouse grown vegetables. Crop protect. 16. 635-642.

[8] v. Lenteren J.C. (2000): A greenhouse without pesticides: fact or fantasy. Review article. Crop protection 19:375-384.

[9] Costa H., Robb K.L. and Wilen C.A. (2002): Field trials measuring the effect of ultraviolet absorbing greenhouse plastic films on insect populations. Journal of Econ. Entomol. 95(1).113-120.

[10] David R. Mears, Arend J. Both (2000): Insect Exclusion from Greenhouses Proceedings of the 15th Workshop on Agricultural Structures, and ACESYS (Automation, Culture, Environment, and Systems) IV Conference. December 4-5, 2000. Tsukuba, Japan. pp. 18-26.

[11] Mutwiwa U., Tantau H. (2005): Suitability of a UV Lamp for Trapping the Greenhouse Whitefly Trialeurodes vaporariorum Westwood (Hom: Aleyrodidae). Manuscript BC 05 004. Vol. CIGR Electronic Journal.

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.

INTEGRATED PEST MANAGEMENT IN GREENHOUSE PRODUCTION

Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević

Faculty of Agriculture - Belgrade

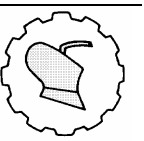
Abstract: Highly intensive greenhouse production can't be imagined without peramnent control and surveliance of production conditions and plant health. Concerning regulations limitating the presence of pesticide and minimizing the impact of overall program on the environment, most producers are accepting integrated pest management (IPM) as a concept of plant protection. Main parts of this concept are prevention, surveillance and control. Covering materials and insect screens, UV lamps and sticky traps are proposed as a method for insect exclusion from greenhouses.

The aim of this paper is to show the possibilities and effects of using UV absorbing materials. Criteria for insect screen selection are also presented together with possibilities of UV lamp usage in eliminating insects from greenhouses. The influence of applying IPM concept on energy consumption and chemicals savings in production processes is given.

Key words: *greenhouses, integrated pest management, covering materials, UV lamps, insect screens.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 33 - 39

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 631.629

TEHNOLOŠKI I TEHNIČKI ASPEKTI MEHANIZOVANE SADNJE VIŠEGODIŠNJIH ZASADA

Milovan Živković[1], Mirko Urošević[1], Vaso Komnenić[2]

[1]Poljoprivredni fakultet - Beograd, Zemun
[2]Visoka poljoprivredna strukovna škola - Šabac

Sadržaj: Dobra organizacija teritorije i adekvatan izbor sistema uzgoja zasada, omogućuje primenu mehanizacije tako da se udeo ljudskog rada u obavljanju radnih operacija znatno smanjuje i time povećava produktivnost pri gajenju višegodišnjih zasada.

U radu su prikazani rezultati analize produktivnosti tehničkih sredstava koja se koriste u sadnji višegodišnjih zasada. Istraživanja su obuhvatila određivanje učinka pri radu traktorske bušilice sa jednom burgijom, hidrobura i pluautomatske sadilice. Analiza rezultata pokazuje da se najveći učinci ostvaruje primenom sadilica, zatim hidroburom a najmanji korišćenjem bušilice.

Učinak kod svih načina bušenja rupa u znatnoj meri zavisi od vrste terena, tipa i pripremljenosti zemljišta kao i od obučenosti rukovaoca agregatima.

Ključne reči: *podizanje zasada, uređenje zemljišta, bušilica rupa, hidrobur, sadilica.*

1. UVOD

U mladim i rodnim višegodišnjim zasadima primena sredstava mehanizacije zavisi i od obavljene organizacije teritorije, koja obuhvata: parcelaciju cele teritorije na manje parcele (table), razmak između redova, pravac i dužina redova, putnu mrežu na parceli i njihove veze sa javnim saobraćajnicama, položaj i organizacija ekonomskog dvorišta sa prostorom za servisiranje i smeštaj mehanizacije, utovarno-pretovarna mesta, izvor vode i načina snabdevanja vodom za rad mašina i zaštitu zasada i dr.

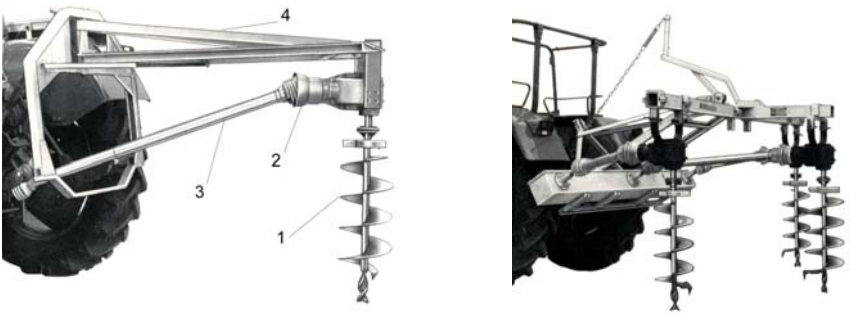
Prilikom podizanja višegodišnjih zasada kopanje rupa kao osnovna radna operacija, angažuje najviše ljudskog i mašinskog rada. Utrošak rada za navedenu operaciju zavisi od kvaliteta pripremljenosti zemljišta. Ova priprema obavlja se neposredno pre sadnje uz primenu teških tanjirača, a zatim drljača ili setvospremača. Značajno je da poslednji prohodi mašina budu u pravcu budućih redova u zasadu, čime se u mnogome olakšava sadnja. Površinska priprema mašinama treba da se obavi kvalitetno, ali je neophodno da se to učini sa što manje prohoda mašina kako bi se izbeglo prekomerno gaženje i sabijanje zemljišta. Finalnom obradom zemljišta za sadnju treba da se dobije sitnogrudvasta struktura koja obezbeđuje uspešnu sadnju zasada.

Posle završene finalne pripreme zemljišta pristupa se razmeravanju i obeležavanje redova. Zavisno od vrste višegodišnjeg zasada i sistema uzgoja biće primenjeni određeni postupci. U našoj praksi znatno su prisutnije klasične tehnologije sadnje.

2. MATERIJAL I METOD

Ako se radi o klasičnim tehnologijama uzgoja gde je pored međurednog rastojanja prisutno i veće redno rastojanje, a naročito kada su u pitanju neke vrste šumskih zasada, zatim zasadi oraha i dr., prvo se pristupa određivanju pravca redova i obeležavanju sadnih mesta.

Na svakom markiranom mestu treba iskopati rupu određenih dimenzija Kopanje rupa ručno je vrlo težak i spor fizički posao i može se primenjivati za male površine zasada. Kod zasada čija površina ne prelazi 1 *ha* mogu da se koriste prenosne **motorne bušilice** koje opslužuju dva radnika (sl. 1). Kod većih površina zasada kopanje rupa se obavlja mehanizovano pomoću traktorskih bušilica (sl. 2).

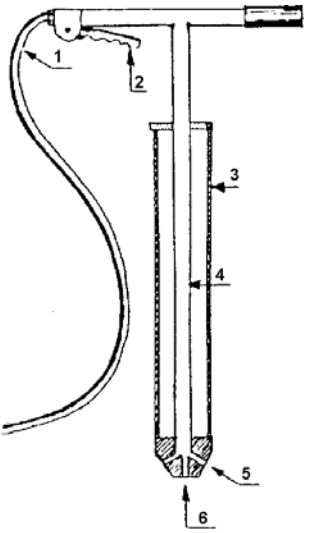


A B

Sl. 1. Traktorska bušilica rupa: A) 1 – burgija; 2 – reduktor; 3 – kardansko vratilo; 4 – ram; B) bušilica sa tri burgije

Sl. 2. Ručno navođena bušilica rupa sa motornim pogonom

Pored primene traktorskih bušilica za mehaničko bušenje rupa u praksi se koriste alati pod nazivom ***hidrobur*** kojim se obavlja hidrauličko bušenje rupa (sl. 3). Ovom metodom se buše rupe u dobro slegnutom i čvrstom zemljištu, dok kod duboko rastresitih zemljišta pri izradi rupa stvara se blato koje ispunjava rupu.



Sl. 3 Šematski prikaz hidrobura: 1-dovod vode; 2-komanda; 3-spoljna cev; 4-unutrašnja cev; 5-otvor 1,5 mm; 6-otvor 3mm

Sl. 4. Hidrobur u radu

Hidrobur je sličan pumpi za pneumatike sa mlaznicom na vrhu koja obično ima četiri rupe; jedna u sredini prečnika 3 *mm* i tri oko nje koje imaju prečnik 1,5 *mm*. Uz radni pritisak do 40 *bar* ovaj alat potiskuje vodu u količini od 60 *l/min*. Uslovi zemljišta i dimenzije rupa određuju ukupan utrošak vode, a obično se kreće 5 do 8 *l/rupi*. Za rad ovog alata se u praksi često korite pumpe koje se nalaze u sastavu orošivača tako da se voda uzima iz njegovog rezervoara (slika 4).

Način guste sadnje

Kod savremenih tehnologija gajenja višegodišnjih zasada sve više se primenjuje tz. gusta sadnja gde je rastojanje između biljaka u redu znatno manje od 1 *m*. Ovakav sistem gajenja zasada se može saditi primenom **sadilica** koje su po konstrukciji slične sadilicama rasada u povrtarskoj proizvodnji (sl. 5).

Mogu biti opremljene automatskim sistemima za vođenje kojim se precizno određuje pravac redova. Rade po principu poluautomatskih sadilica a na ravnim i dobro pripremljenim terenima mogu postići velike učinke. Prednosti primene sadilice se ogledaju u tome što radom ovih mašina se pored izrade kanala istovremeno obavi i sadnja čime se znatno povećava produktivnost u odnosu na sadnju u rupe iskopane bušilicom ili hidroburom.

Sl 5. Poluautomatska sadilica

3. DISKUSIJA REZULTATA

Učinak kod izrade rupa za sadnju višegodišnjih zasada u najvećoj meri zavisi od stanje terena, kvaliteta pripreme i tipa zemljišta. Na lakšim zemljištima i dobro pripremljenom terenu rad sa bušilicom se obavlja u jednom potezu (jednofazno). Pri radu sa bušilicom na kompaktnom zemljištu zahteva obaveznu primenu višefaznog načina rada sa češćim vađenjem i spuštanjem burgije u zemljište.

Hronografisanjem i hronometrisanjem utvrđena su vremenska trajanja pojedinih operacija u procesu izrade rupa traktorskom bušilicom sa jednom burgijom. Rezultati praćenja rada agregata sa bušilicom su prikazani u tabeli 1.

Tab. 1. Struktura vremena u procesu izrade rupa traktorskom bušilicom sa jednom burgijom za osmočasovno radno vreme

Elementi radnog vremena	Iskorišćenje radnog vremena			
	Ukupno *[min]*	Udeo *[%]*	Prosečno mašinskog rada po rupi *[min]*	Prosečno ljudskog rada po rupi *[min]*
1. Proizvodno	**389**	**81,1**	**0,81**	**1,62**
1.1. Produktivno-bušenje	168	35,0	0,35	0,70
1.2. Neproduktivno				
a) Premeštanje agregata	202	42,2	0,42	0,84
b) Okretanje agregata na uvratinama	19	3,9	0,04	0,08
2. Neproizvodno	**65**	**13,5**	**0,13**	**0,26**
2.1. Pripreme	35	7,3	0,07	0,14
2.2. Odmor	30	6,2	0,06	0,12
3. Gubici	**26**	**5,4**	**0,05**	**0,10**
3.1. Zastoj pri nepravilnom postavljanju burgije	12	2,5	0,02	0,04
3.2. Kvar na agregatu	14	2,9	0,03	0,03
U k u p n o	**480**	**100**	**0,99**	**1,98**

Analizom podataka iz tabele 1. se može utvrditi da proizvodno vreme bušenja iznosi 389 *min* ili 81,1% a produktivno vreme učestvuje sa 168 *min* ili 35%. Vreme okreta agregata na uvratinama je 15 *min* ili 2,5%. Kao značajno učešće u strukturi neproduktivnog vremena ima ukupno vreme premeštanja agregata koga čine vreme pomeranja agregata i vreme pozicionisanja burgije, a iznosi 202 *min* ili 42% u toku smene.

Na osnovu strukture vremena i broja izbušenih rupa (60 *rupa/h*) utrošeno prosečno vreme za iznosi 0,35 *min/rupi*. Ukupno angažovanje ljudskog rada je 1,98 *min/rupi*. Rezultati istraživanja pokazuju da uz pomoć agregata traktor i bušilica koju opslužuje traktorista i jedan pomoćni radnik za osmočasovno radno vreme izbuši u proseku 480 rupa.

Primena hidrobura za kopanje rupa ima prednosti u odnosu na kopanje bušilicom koja se ogleda u tome što radom bušilice nastaje određeno sabijanje zidova rupe dok radom hidrobura ivice zidova su raskvašene što omogućuje neposrednu sanju. Sadnja u rupe iskopane bušilico je sporija u odnosu na sadnju posle primene hidrobura. Osnovna prednost sadnje u rupe izrađene bušilicom su u tome što se pri sadnji može unositi organsko đubrivo, što nije slučaj pri sadnji sa hidroburom.

Tab. 2. Struktura vremena u procesu izrade rupa pomoću hidrobura za osmočasovno radno vreme

Elementi radnog vremena	Iskorišćenje radnog vremena			
	Ukupno *[min]*	Udeo *[%]*	Prosečno mašinskog rada po rupi *[min]*	Prosečno ljudskog rada po rupi *[min]*
1. Proizvodno	**397**	**82,8**	**0,113**	**0,226**
1.1. Produktivno-bušenje	242	50,4	0,069	0,138
1.2. Neproduktivno				
a) Premeštanje alata	87	18,1	0,024	0.048
b) Okretanje agregata na uvratinama	15	3,2	0,004	0,008
c) Punjenje rezervoara vodom	53	11,1	0,016	0,032
2. Neproizvodno	**52**	**10,8**	**0,014**	**0,028**
2.1. Pripreme	22	4,6	0,006	0,012
2.2. Odmor	30	6,2	0,008	0,016
3. Gubici	**31**	**6,4**	**0,008**	**0,016**
3.1. Zastoj u dopremanju sadnica	23	4,8	0,006	0,012
3.2. Kvar na agregatu	8	1,6	0,002	0,004
U k u p n o	**480**	**100**	**0,135**	**0,27**

Na osnovu hronografije rada hidrobura (tabela 2) može se zaključiti da ukupno proizvodno vreme kopanja rupa u toku osmočasovnog vremena iznosi 397 *min* ili 82,8% a produktivno vreme učestvuje sa 242 *min* ili 50,4%. Ukupno vreme okreta agregata na uvratinama 15 ili 3,2%. Kao značajno učešće u strukturi neproduktivnog vremena ima ukupno vreme premeštanje alata i pozicionisanja koje prethodi bušenju, a iznosi 87 *min* ili 18,1%. Zatim, punjenje agregata vodom koje iznosi 53 *min* odnosno 11,1% u toku osmočasovnog vremena.

Analizirajući strukturu vremena (tabela 2) i broja izrađenih rupa radom hidrobura (438 *rupa/h*) utrošeno prosečno vreme za kopanje iznosi 0,135 *min/rupi*. Pri radu sa hidroburom ukupno angažovanje ljudskog rada je 0,27 *min/rupi*. Rezultati merenja pokazuju da uz pomoć agregata (traktor i hidrobur) kojeg opslužuje traktorista i jedan pomoćni radnik (smenjuju se na 4 *h*) za osmočasovno radno vreme iskopaju u proseku 3502 rupe.

Učinak pri sadnji sa agregatom traktor i sadilica u najvećoj meri zavisi od broja sekcija za sadnju i tehnološke brzine kretanja. Brzina kretanja u sadnji poluautomatskom sadilicom je uslovljena pripremljenošću zemljišta i uvežbanošću pomoćnog radnika i kreće se u dijapazonu od 3 do 5 *km/h* Istraživanjima je praćena u radu jednoredna sadilica za gustu sadnju voćnih kalemova.

Za konkretne uslove brzina agregata je iznosila je u proseku 3,4 *km/h*. Hronografijom je utvrđeno da je produktivno vreme 85,2% , dok je produktivno 61,4%. Uzimajući u obzir da je sadnja obavljana na rastojanju od 0,8 *m* učinak agregata koga opslužuje traktorista, jedan pomoćni radnik na sadilici i pomoćni radnik za dopremanje sadnica do agregata, iznosio je 2609 *sadnica/h*, odnosno 2087 *m* zasađene ukupne dužine reda.

ZAKLJUČAK

Vrsta zasada i sistem uzgoja imaju presudan uticaj na izbor sredstava mehanizacije koja se koristi pri sadnji višegodišnjih zasada. Rezultati istraživanja pokazuju da se najmanja produktivnost ostvaruje upotrebom bušilica (60 *rupa/h*) a zatim primenom hidrobura (438 *rupa/h*). Najveća produktivnost se ostvaruje upotrebom sadilice (2609 *sadnica/h)* obzirom da se sa njima u jednom prohodu pored formiranja kanala istovremeno ostvaruje i sadnja. Primena klasičnih metoda sadnje će biti zastupljena samo kod zasada koji se sade sa najvećim rednim rastojanjima (npr. zasad oraha, šumski zasad i sl.) kao i na veoma teškim i sabijenim zemljištima. Primena sadilica ima prednost kod guste sadnje višegodišnjih zasada pogotovu na dobro pripremljenom zemljištu. Za potpuniju komparativnu analizu ekonomskih pokazatelja neophodno je daljim istraživanjima obuhvatiti produktivnost u sadnji nakon primene bušilica hidrobura.

LITERATURA

[1] Komnenić V., Jocić T. (1992): *Pobijanje stubova u mladim zasadima, zbornik radova, naučni skup*, Poljoprivredna tehnika POT ′92 Donji Milanovac, 112- 116.

[2] Živković M., Radivojević D., Urošević M., Komnenić V., Dragana Dražić (2007): *Eksploatacioni i ekonomski aspekti pripreme zemljišta za podizanje višegodišnjih zasada*, Poljotehnika, br.2, str. 13-16, Beograd-Zemun.

[3] 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.

[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] Nenić P., Urošević M**.,** Živković M. (1997): *Priprema zemljišta za sadnju voćaka i vinove loze, osnov za uspešnu proizvodnju*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

[6] Agrotehničar 12/90: *Podizanje intenzivnih voćarskih nasada i njihovo opremanje potrebnom mehanizacijom,* str. 17-26 , Zagreb 1990.

TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL ASPECTS OF MECHANISED FRUIT TREE PLANTING

Milovan Živković[1], Mirko Urošević[1], Vaso Komnenić[2]

[1]*Poljoprivredni fakultet - Beograd, Zemun*
[2]*Visoka poljoprivredna strukovna škola - Šabac*

Abstract: A good spatial distribution and adequate choice of the orchard establishment system will enable the application of mechanisation decreasing thereby the share of manpower in major labour processes and increasing simultaneously productivity in fruit growing.

The results of fruit tree planting were analysed showing productivity of technical equipment used. The study focused on single drill tractor, hydroborer and automatic planter output. Based on the results obtained the output achieved was the highest in using planter, followed by hydroborer and drill.

Holedrilling output depended mostly on terraine, soil preparation and training of those in charge of aggregates.

Key words*: orchard establishment, soil preparation, holeborer, hydroborer, planter.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 41 - 47

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku

UDK: 631.1.017.1

NUMERIČKO PREDVIĐANJE STRUJNOG POLJA PRI PRIDODNOJ VENTILACIJI STOČARSKIH OBJEKATA

Goran Topisirović, Olivera Ećim-Đurić
Poljopriprevdni fakultet - Beograd

Sadržaj: U radu je dat metod predviđanja trodimenzionalnog strujnog polja u stočarskim objektima primenom numeričkih simulacija i kompjuterske dinamike fluida - CFD. Ispitivanje strujnog polja sprovodi se na osnovu analize svih relevantnih faktora koji utiču na strujnu sliku unutar i oko objekta uzimajući u obzir lokalne meteorološke podatke, merodavne prepreke strujanju iz pojedinih pravaca. Na osnovu dobijene strujne slike, moguće je definisanje unapređenih modela objekta u cilju unapređenja energetske efikasnosti objekta ili arhitektonskog korigovanja objekta u ranim fazama projektovanja.

Ključne reči: *numerička simulacija, prirodna ventilacija, proračunska dinamika fluida.*

1. UVOD

Unapređenje energetske efikasnosti stočarskih objekata u osnovi podrazumeva niz mera koje se primenjuju na objektu u cilju smanjenja potrošnje toplotne i električne energije, kao i mogućnost primene ekoloških-čistih tehnologija. Kontrola mikro-klimatskih uslova primenom čistih tehnologija je od posebne važnosti za uspeh primarne stočarske proizvodnje. Smanjenje potrošnje električne energije za rad sistema mehaničke ventilacije može smanjiti ukupnu potrošnju energije na godišnjem nivou i do 60% ne zanemarujući pri tome higijenske i zdravstvene uslove koji se održavaju u objektu.

Optimizaciju prirodne ventilacije, kao i predviđanje strujnih i temperaturskih polja u objektima primarne stočarske proizvodnje moguće je ostvariti i u ranim fazama projektovanja, čime je moguće objekat kao celinu optimizirati sa svim tehničko-tehnološkim procesima. Predviđanje strujnog polja oko objekta uzimajući u obzir lokalne mikroklimatske uslove, pre svega ružu vetrova daje za rezultat optimalan položaj objekta i u odnosu na lokalne prepreke i određivanje optimalne veličine otvora za prihvat vazduha. Kombinujući podatke dobijene iz numeričkih simulacija strujnog polja unutar objekta sa referentnim vrednostima, potrebnim za smanjenje količine čestica prašine u zoni boravka životinja i automatskom kontrolom i spregom prirodne i mehaničke ventilacije tokom godine moguće je projektovanje efikasnog sistema ventilacije uz maksimalno smanjenje potrošnje energije.

Prirodna ventilacija je jedna od tehnika za smanjenje potrošnje energije u stočarskim objektima i efikasno može zameniti sistem mehaničke ventilacije u određenim uslovima. U zavisnosti od uslova spoljašnje sredine, prirodnom ventilacijom moguće je ostvariti smanjenje temperature unutar objekta kao i efikasno provetravanje, smanjenje sadržaja prašine i njeno taloženja, kao i redukciju CO_2. Efikasnost prirodne ventilacije stočarskih objekata leži u smanjenju zahteva kvaliteta vazduha u pojedinim delovima objekta, tj. definisane minimalne i maksimalne temperature u zoni boravka životinja, kao i brzina strujanja vazduha. Iz tog razloga, primena prirodne ventilacije efikasna je u objektima sa većim, tj. odraslim životinjama, gde mikroklimtaski uslovi nisu striktni. Mlađe životinje obično zahtevaju konstante uslove unutrašnje sredine u pogledu temperature i vlažnosti vazduha, nezavisne od spoljašnje sredine, što se prirodnom ventilacijom ne može u potpunosti ostvariti.

2. DEFINISANJE STRUJNOG POLJA OKO I UNUTAR OBJEKTA

Kretanje vazduha u nekom prostoru može se pojaviti ili dejstvom mehaničkih sila ili silama potiska. Mehaničke sile mogu biti prouzrokovane uticajem vetra spoljašnjeg vazduha koji ulazi kroz otvor objekta. Sile potiska javljaju se usled temperaturske razlike unutrašnjih površina objekta i vazduha unutra. Strujanje vazduha unutar objekta je nekompresibilno a kako je vazduh Newtonian-ski fluid postoji linerana veza između napona i deformacija u njemu. Prema ovoj postavci fizičkog modela, sledećim skupom diferencijalnih jednačina, opisuje se strujanje vazduha u zatvorenom prostoru:

- zakon o održanju količine kretanja

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\bar{u})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{u}\bar{u})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{v}\bar{u})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{w}\bar{u})=-\frac{\partial\bar{P}}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial\bar{u}}{\partial x_j}+\frac{\partial\bar{u}}{\partial x}\right)-\overline{\rho u'u'_j}\right] \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\bar{v})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{u}\bar{v})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{v}\bar{v})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{w}\bar{v})=-\frac{\partial\bar{P}}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial\bar{v}}{\partial x_j}+\frac{\partial\bar{u}}{\partial y}\right)-\overline{\rho v'u'_j}\right] \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\bar{w})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{u}\bar{w})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{v}\bar{w})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{w}\bar{w})=-\frac{\partial\bar{P}}{\partial z}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial\bar{w}}{\partial x_j}+\frac{\partial\bar{u}}{\partial z}\right)-\overline{\rho w'u'_j}\right]- \quad (3)$$
$$-\rho\beta g(\bar{T}_\infty-\bar{T})$$

- jednačina kontinuiteta

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho\bar{u})+\frac{\partial}{\partial y}(\rho\bar{v})+\frac{\partial}{\partial z}(\rho\bar{w})=0 \quad (4)$$

- zakon o održanju energije

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho c_p\bar{T})+\frac{\partial}{\partial x}(\rho c_p\bar{u}\bar{T})+\frac{\partial}{\partial y}(\rho c_p\bar{v}\bar{T})+\frac{\partial}{\partial z}(\rho c_p\bar{w}\bar{T})=\frac{\partial}{\partial x_j}\left(k\frac{\partial\bar{T}}{\partial x_j}-\rho c_p\overline{T'u'_j}\right)+q''' \quad (5)$$

S obzirom da je strujanje oko i unutar objekta puno razvijeno turbulentno strujanje i nestacionarno, a za uspešno rešavanje datih jednačina potrebno je modeliranje graničnog sloja i turbulencije neposredno uz čvrste površine, analitičko rešenje ovih jednačina je teško dobiti. Projektanti se u većini slučajeva koriste empirijskim izrazima ili numerčikm simulacijama, tj. primenom kompjuterske dinamike fluida – CFD tehnike kojom je moguće dobiti precizne slike strujnog i temperaturskog polja u nekom prostoru.

U osnovi niza metoda projektovanja je zakon o održanju mase. Za bilo koji prostor u zgradi, suma uticanja fluida mora biti jednaka sumi isticanja fluida, to znači u zgradi sa ***j*** prostora, za svaki prostor je:

$$\sum_{i=1}^{N} \left(\rho_{ij}\, Q_{ij}\right) = 0 \tag{6}$$

gde je $\boldsymbol{\rho_{ij}}$ gustina vazduha strujnom prolazu ***i*** koji se odnosi na prostor ***j*** (kg/m^3), Q_{ij} (m^3/s) je zapreminski protok vazduha u prolazu ***i*** a ***N*** je ukupan broj strujnih prolaza u vezi sa prostorom ***j***. Prirodna ventilacija nastaje uglavnom iz dva razloga. Jednim delom prirodna ventilacija nastaje uticajem vetra, tj. brzinom vazduha koji sa jedne strane opstrujava zgradu, a sa druge "efektom dimnjaka", ukoliko postoje otvori koji su postavljeni relativno visoko na zgradi. Protok vazduha određuje se iz sledećeg izraza:

$$Q_w = C_d \cdot A^* \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \tag{7}$$

gde je

$$A^* = \frac{A_{ul} \cdot A_{iz}}{\sqrt{A_{ul}^2 + A_{iz}^2}} \tag{8}$$

Ukoliko koeficijenti pražnjenja ulaznog i izlaznog otvora nisu isti izraz (8) transformiše se u sledeći:

$$A^* = \frac{\left(C_{d_{ul}} \cdot A_{ul}\right)\left(C_{d_{iz}} \cdot A_{iz}\right)}{C_d \sqrt{\left(C_{d_{ul}} \cdot A_{ul}\right)^2 + \left(C_{d_{iz}} \cdot A_{iz}\right)^2}} \tag{9}$$

gde se za $\mathbf{C_d}$ može uzeti jedna od dve vrednosti koeficijenta pražnjenja.

U praktičnoj primeni, za poprečno strujanje može se koristiti izraz:

$$Q_w = C_d \cdot A^* v \sqrt{\Delta c_p} \tag{10}$$

gde $\mathbf{\Delta c_p}$ predstavlja razliku koeficijenta pritiska na mestu ulaska i izlaska vazduha iz objekta.

Dodatna komponenta koja kontroliše kretanje vazduha kroz otvor na objektu je potisak. Ukupan protok vazduha u unutrašnjost objekta nastao usled potiska je:

$$Q_p = C_d A^* \sqrt{\frac{2gh\Delta T}{\overline{T}}} \tag{11}$$

gde je $\overline{T} = T_{un} - T_{sp}$.

U realnim uslovima strujanje nastaje istovremenim uticajem vetra i potisnih sila i prema zakonu o održanju mase ukupan protok kroz otvor računa se prema izrazu:

$$Q = \sqrt{Q_w^2 + Q_p^2} \tag{12}$$

U zavisnosti od položaja otvora u omotaču objekta i njihove orijentacije u odnosu na pravac vetra, vetar može ili da povećava prostrujavanje nastalo efektom potiska, ili da deluje suprotno. U slučaju da vetar u potpunosti povećava uticaj potisnih sila, izraz (7) može se predstaviti:

$$Q = C_d A^* \sqrt{2gh\frac{T_{un} - T_{sp}}{T_{sp}} + \Delta p_w} \tag{13}$$

gde je sa $\mathbf{\Delta p_w}$ označena razlika pritisaka na otvorima, i uvek je pozitivna veličina.

Ukoliko vetar deluje nasuprot potisnih sila, ukupan protok je:

$$Q = C_d A^* \sqrt{2gh\frac{T_{un} - T_{sp}}{T_{sp}} - \Delta p_w} \tag{14}$$

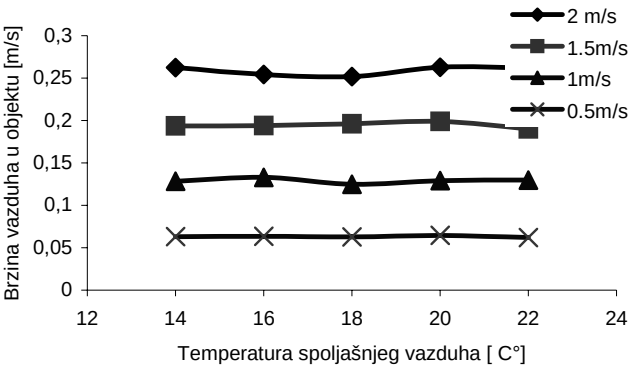
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Numeričke simulacije strujnog polja na test objektu vršene su za slučaj poprečne ventilacije nastale kombinovanim uticajem vetra i sila potiska uz pretpostavku da je sistem mehaničke ventilacije u objektu isključen. Iz eksperimentalnih merenja sa sistemom mehaničke ventilacije ustanovljene su referentne brzine strujanja vazduha na određenim visinama u objektu sa kojima su poređene vrednosti dobijene numeričkim simulacijama u cilju određivanja efekta prirodne ventilacije i graničnih slučajeva primene.

Brzina vetra varirana je u intervalu od 0.5 m/s do 2 m/s, a određena je prema ruži vetrova za mikrolokaciju na kojoj se nalazi ispitivani objekat u prolećnom i letnjem periodu kada su vršena i merenja brzina kretanja vazduha unutar objekta kada je sistem mehaničke ventilacije uključen. Pravac i smer vetra variran je u intervalu od 0 do 90º u odnosu na ravan otvora. Variranjem pravca i smera vetra u odnosu na ravan otvora obezbeđeno je određivanje maksimalnih brzina strujanja (varijanta kada je pravac vetra normalan na ravan otvora) i minimalnih brzina strujanja (slučaj kada je pravac brzine vetra u ravni otvora).

Temperature spoljašnjeg vazduha varirane su u intervalu od 14 do 22ºC, gde se temperaturska razlika unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha pri tome kretala od 0 do 8ºC. U graničnom slučaju, kada su temperature spoljašnjeg i unutrašnjeg vazduha jednake, prirodna ventilacija nastaje samo pod uticajem vetra. Ovaj slučaj je u letnjem periodu česta pojava kod stočarskih objekata upravo zbog činjenice da su površine ulaznih i izlaznih otvora maksimalne, pa su i protoci svežeg vazduha maksimalni.

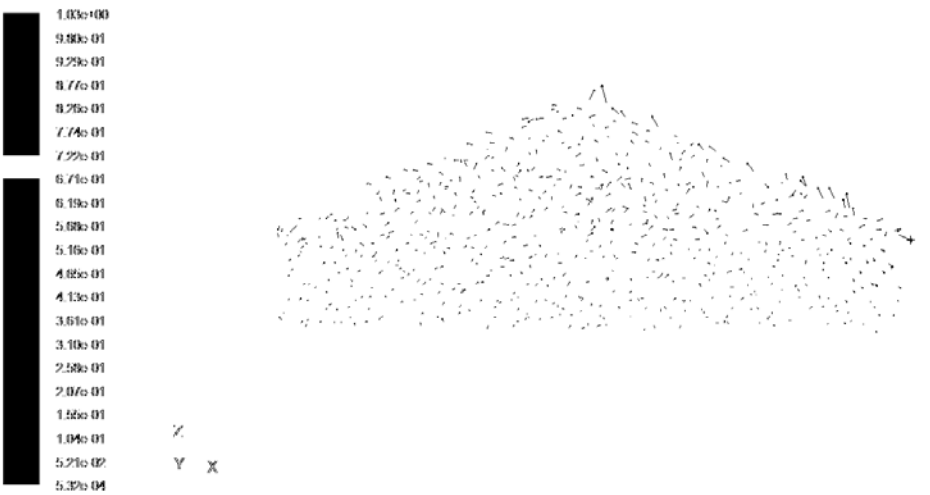
Na slici 1. prikazane su vrednosti brzina strujanja vazduha unutar objekta u odnosu na spoljašnju temperaturu i brzinu vetra mereno na visini 0.5 m od poda, u slučaju kada je pravac vetra normala na ravan otvora, kada se ujedno ostvaruju i maksimalni protoci vazduha unutar objekta.



Slika 1. Brzine strujanja vazduha u objektu u zavisnosti od parametara spoljašnje sredine, brzine vetra i temperature spoljašnjeg vazduha

Od posebnog značaja je utvrđivanje minimalnih brzina strujanja u poprečnom preseku ulaznog otvora i minimalnih protoka vazduha. Iz meteoroloških podataka ustanovljeno je da je brzina vetra od 0.5 m/s minimalna brzina vetra u posmatranom periodu. Protok vazduha određivan je variranjem upadnog ugla pravca vetra u odnosu na normalu otvora.

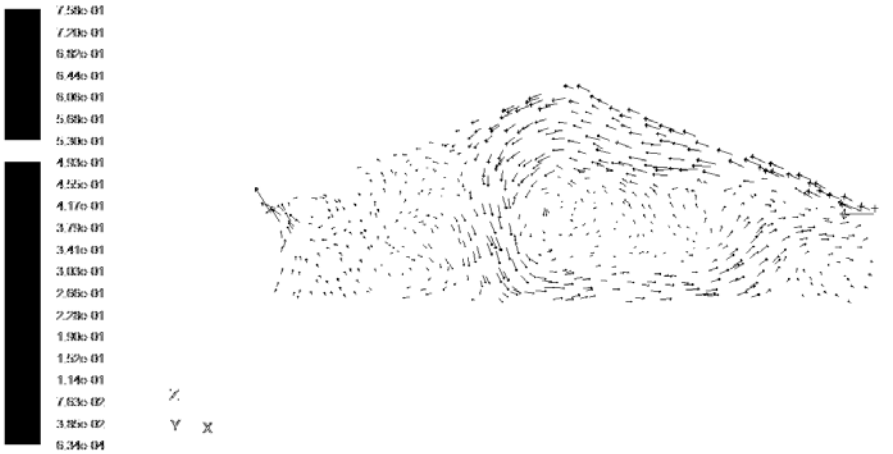
Na slici 2. prikazani su vektori brzina vazduha unutar objekta u slučaju brzine spoljašnjeg vazduha od 0.5 m/s i ugla od 90° u odnosu na normalu otvora.



Slika 2. Vektori brzina strujanja vazduha unutar objekta za brzinu vetra 0.5 m/s i pravac 90° u odnosu na normalu otvora

Može se smatrati da kretanje vazduha u ovom slučaju nastaje samo usled sila potiska, pošto spoljašnji vazduh zbog upadnog ugla skoro da i ne ulazi u objekat. Brzine kretanja vazduha u ovom slučaju su nedovoljne za uklanjanje čestica iz zone boravka životinja, i ovo predstavlja granični slučaj primene prirodne ventilacije, tj. slučaj kada je neophodna primena mehaničke ventilacije u objektu.

Na slici 3. prikazani su vektori brzina vazduha u objektu za slučaj kada je brzina vetra 0.5 m/s i napadni ugao 45° u odnosu na normalnu otvora.

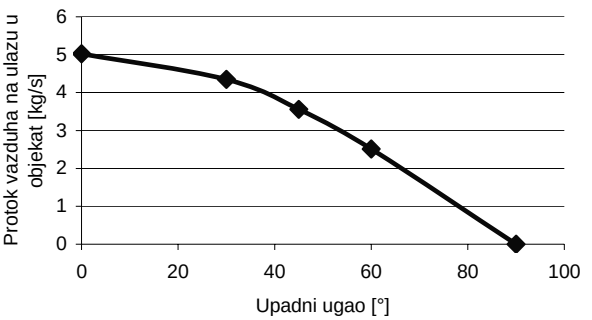


Slika 3. Vektori brzina strujanja vazduha unutar objekta za brzinu vetra 0.5 m/s i pravac 45° u odnosu na normalu otvora

U odnosu na granični slučaj, promena napadnog ugla vetra u odnosu na normalu otvora uslovljava kretanje vazduha u objektu. Analizom strujne slike moguće je predvideti količinu uklanjanja čestica prašine iz zone boravka životinja i efekat prirodne ventilacije, kao i moguću vezu sa sistemom mehaničke ventilacije.

Prednost numeričkog predviđanja strujnih polja pored vrednosti brzina strujanja i temperature vazduha, što je sa slika 2 i 3 uočljivo, je ustanovljavanje stagnacionih zona unutar objekta koje se mogu u praksi otkloniti promenom veličine ili broja otvora.

Pravac vetra pri određenoj brzini strujanja uslovljava promenu protoka svežeg vazduha kroz otvor, a samim tim i promenu efekta prirodne ventilacije u objektu. U slučaju malih brzina vetra, promena napadnog ugla može dovesti i do varijante da svež vazduh uopšte ne ulazi u objekat, a da strujanje unutar objekta nastaje samo usled temperaturskih razlika zidova objekta i vazduha u njemu. Na slici 4. date su vrednosti protoka vazduha na ulazu u objekat u zavisnosti od upadnog ugla vetra u ravni otvora za brzinu vetra od 0.5 m/s.



Slika 4. Zavisnost protoka vazduha od upadnog ugla vetra u ravni otvora

ZAKLJUČAK

Analizirajući podatke dobijene numeričkim simulacijama strujnog polja oko i unutar objekta može se zaključiti da se primenom prirodne ventilacije može direktno uticati na termički komfor unutar objekta. Prirodna ventilacija nastala uticajem vetra zavisi ne samo od brzine strujanja spoljašnjeg vazduha nego i u velikoj meri od upadnog ugla vazduha u ravni otvora čime se može doći do graničnih slučajeva kada prirodna ventilacija nije u stanju da obezbedi optimalne uslove.

Uzimajući u obzir činjenicu da se brzine strujanja vazduha u zoni boravka životinja kod sistema krovne i podne mehaničke ventilacije kreću do 0.1 m/s, jasno je uočljivo da poprečna ventilacija u letnjem periodu može da obezbedi brzine strujanja vazduha unutar objekta dovoljne za uklanjanje čestica prašine i obezbeđenje adekvatnog termičkog komfora. Pri povećanju brzine spoljašnjeg vazduha, smanjenje protoka vazduha u objekat, a samim tim i smanjenje brzina strujanja vazduha u objektu moguće je smanjenjem veličine ulaznih i izlaznih otvora. Postavljanjem usmerivača na otvorima, takođe se može uticati na protok vazduha u objekat, obezbeđivanjem da je vazdušna struja normalna na ravan otvora kako bi se ostvario maksimalni protoka svežeg vazduha.

LITERATURA

[1] Topisirović Goran: Proučavanje uticaja različitih ventilacionih sistema na raspodelu koncentracija čestica inhalabilne i respirabilne prašine u objektima za završni tov svinja, Doktorska disertacija, Beograd, 2002.

[2] Topisirović Goran, Dušan Radivojević: Influence of ventilation systems and related energy consumption on inhalable and respirable dust concentration in fattering pigs confinement building, Energy and Buildings, Vol. 37, str. 1241-1249, 2005.

[3] Todorović Marija, Ećim Olivera, Marjanović Aleksandar, Randjelović Ivan: Natural and Mixed Ventilation Design via CFD and Architectural Modeling, Palenc 2005 - the First Passive and Low Energy Cooling for Built Environment, Proceedings, Santorini, 2005.

[4] Ećim Olivera, Stamenov Vasil, Todorović Marija, Topisirović Goran: Optimizacija prirodne ventilacije poljoprivednih objekata numeričkim simulacijama, Agricultural Engineering, pp. 41-48, Beograd, 2005.

[5] Ećim Olivera: Istraživanje kombinovane konvekcije otvorenog neizotermskog kaviteta za razvoj interoperabilnosti simulacija dinamike fluida i termičkog ponašanja objekta, Doktorska disertacija, Beograd, 2008.

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

NUMERICAL PREDICTION OD NATUTRAL VENTILATION FLOW FIELD IN LIVESTOCK BUILDINGS

Goran Topisirović, Olivera Ećim-Đurić

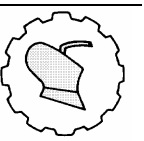
Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: This paper deals with three dimensional flow fields of livestock buildings prediction by numerical simulations and computational fluid dynamics - CFD. Flow field investigation is based on analysis of all relevant parameters that influences on temperature and flow field inside and outside of object, taking in account local meteorological conditions and terrain configuration. Based on results it is possible to design improved models in early stages of architectural design or later, and improvement of object energy efficiency.

Key words: *numerical simulation, natural ventilation, computational fluid dynamics.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 49 - 55

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 631.23

ENERGETSKA OPTIMIZACIJA SISTEMA ZA KORIŠĆENJE GEOTERMALNE ENERGIJE ZA GREJANJE PLASTENIKA

Olivera Ećim-Đurić[*], Vojislav Tomić[**], Predrag Milanović[***]

[*]*Poljoprivredni fakultet - Beograd*
[**]*Rudarsko-geološki fakultet - Beograd*
[***]*Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju - Beograd*

Sadržaj: Određivanje unutrašnjih parametara u plastenicima i staklenicima zahteva kompleksno razmatranje u cilju određivanja optimalnih sistema grejanja prostor au zimskom periodu i ventilacije u letnjem periodu. U cilju povećanja energetske efikasnosti objekta razmatrano je grejanje objekta energijom geotermalnog izvora, kao i modeliranje potrošnje geotermalne vode u uslovima nedovoljne količine pri izuzetno niskom temperaturama spoljašnjeg vazduha. Numeričke simulacije toplotnog opterećenja plastenika sprovedene su u cilju povećanja efektivne upotrebe izvora geotermalne energije i konceptualnih tehničkih rešenja. U radu je definisano termičko ponašanje objekta. Konačno, potreba za daljim istraživanjem i inženjerskim razvojem je naglašena.

Ključne reči: *geotermalna energija, plastenik, numerička simulacija.*

1. UVOD

Istraživanja geotermalnih potencijala Srbije poslednjih decenija pokazale su da se Republika Srbija nalazi u zoni povoljnih resursa. Iako je do sada prioritet u korišćenju geotermalnih potencijala bio na medicinskim i rekreativnim potrebama, a uzimajući u obzir činjenicu da se samo mali broj raspoloživih geotermalnih resursa kod nas koristi, od posebne važnosti je analiza mogućnosti primene geotermalne energije za grejanje prostora posebne namene, u cilju smanjenja potrošnje fosilnih goriva i emisije CO_2, naročito u oblasti poljoprivredne proizvodnje i lanca zdrave hrane. Najpovoljniji geotermalni izvori, locirani u poljoprivrednom regionu Mačve pružaju dobru mogućnost za intenzivnu povrtarsku proizvodnju u plastenicima uz mogućnost pokrivanja potreba za grejanjem od strane izvora geotermalne toplote.

Plastenik "Farmakom MB" – Šabac nalazi se u Debrcu uz magistralni put Šabac - Obrenovac, u neposrednoj blizini reke Save. Lokacija je izuzetno pogodna za

proizvodnju u zaštićenom području sa primenom energije geotermalnih voda za grejanje, sa jedne strane zbog blagih zima i ne tako izraženih niskih temperatura, a sa druge strane zbog velikog broja izvora geotermalne vode zadovoljavajuće temperature kojima region obiluje. Objekat je ukupne površine je 4,2 ha, omotačem koji je izrađen od duple folije sastavljene od 3-5 slojeva, između kojih se konstantno uduvava vazduh čime se formira vazdušni sloj debljine 15 cm i održava na natpritisku.

Prostor unutar plastenika podeljen je u 8 celina po 0,5 ha. U tehničkom delu ne postoji sistem grejanja i temperatura se održava samo od sunčevog zračenja koje prolazi kroz kupole krova. Poseban deo sa kontrolisanim uslovima, u potpunosti izolovan od ostatka plastenika, je deo za pripremu rasada u kome se tokom čitave godine održavaju zadati parametri temperature i relativne vlažnosti vazduha. Ostali deo objekta, podeljen je na četiri međusobno povezane celine bez ikakvih pregrada čime se dodatno otežava kontrolisanje uslova za gajenje biljaka, kako u pogledu održavanja definisanih uslova atmosfere, tako i u eventualnoj izolaciji biljaka od pojave mogućih bolesti. U središnjem delu plastenika postavljeni su rezervoari za vodu za navodnjavanje, pumpe kojima se doprema geotermalna voda za grejanje, kao i rezervoari sa veštačkom prehranom za biljke. U objektu se, tokom cele godine, proizvode povrtarske kulture, najvećim delom paradajz, a manjim delom paprika, krastavac, i u zimskom periodu zelena salata.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Prema fiziološkim potrebama biljaka koje se gaje u plasteniku, optimalna temperatura tokom godine treba da se kreće u intervalu 18-20°C. Relativna vlažnost u delu za pripremu rasada treba da bude oko 50%, dok se u prostoru za uzgajanje povrtarskih kultura kreće tokom godine i do 90%, zbog dodatnog orošavanja biljaka u cilju smanjenja temperature u letnjem periodu. U glavnom delu plastenika za gajenje biljaka optimalna temperatura u zimskom periodu je 16-17°C; međutim u letnjem periodu temperatura vazduha ne bi smela da pređe 50°C.

U plasteniku ne postoji sistem mehaničke ventilacije, što negativno utiče ne samo na visoku temperaturu u plasteniku tokom leta, nego i na kvalitet vazduha i količinu CO_2 koji je potreban biljkama za rast i razvoj. U letnjem periodu, kada je posebno izražen problem visokih temperatura unutar plastenika, koristi se prirodna ventilacija za provetravanje prostora u kome se gaje biljke. U prostorima sa kontrolisanom atmosferom, minimalni protok svežeg vazduha pri ventilaciji samo za obezbeđivanje dovoljne količine CO_2 treba da bude 2-3 ACH, što je znatno više od postojećeg stanja.

Za grejanje plastenika se koristi energija geotermalne vode koja se crpi iz hidrogeološke IBDC-1 bušotine. Ukupna toplotna snaga koja se koristi za grejanje je oko 3 MW. U delu za uzgajanje biljaka smešteni su termički neizolovani rezervoari tople vode zapremine V=20 m^3. Zbog gubitaka u sistemu razvoda vode od geotermalnog izvora do rezervoara, voda u cevima je temperature oko 40°C. Izlazna temperature vode iz sistema za grejanje je oko 22°C, i ne postoji sistem za vraćanje, pa se voda direktno ispušta u reku u neposrednoj blizini plastenika.

U zimskom periodu u toku noći, kada su kritično niske temperature dodatnu nepogodnost stvara formiranje magle i tada se kaloriferi, sa potrošnjom nafte od 192 l/h za dodatno zagrevanje, koji rade oko pola časa kako bi se „razbila“ magla i povisila temperatura u plasteniku. Pri temperaturi spoljašnjeg vazduha od -18°C, u plasteniku se dostiže temperatura od 10°C, što je ispod fiziološkog minimuma.

Na plasteniku je efekat staklene bašte izražen i u uslovima postojanja samo difuznog zračenja. To stvara uslove da se u toku dana može odvojiti deo geotermalne energije u sistem za akumulaciju toplote, koja bi se koristila u noćnom periodu.

3. ANALIZA RADA GEOTERMALNE BUŠOTINE IBDC-1 SA ASPEKTA NJENE PRIMENE U SISTEMU DALJINSKOG GREJANJA

1989. godine urađena je istražna hidrogeološka bušotina do dubine od 673 m na lokaciji PIK - "7 juli" u Debrcu. Izradom istražne hidrogeološke bušotine BDC-1 otkrivena je termalna voda koja je pod arteskim pritiskom ("samoizliv") u ispucalim i karstifikovanim krečnjacima trijaske starosti (vodonosnik), koji se nalaze ispod vodonepropusnih glina, laporaca i laporovitih glina neogene starosti na dubini do 473 do 673 m. Vodoprovodnost ispucalih i karstifikovanih krečnjaka u kojima je formirana termalna voda je $T=1\cdot10^{-2}$ m^2/s i pripadaju dobro vodopropusnim stenama. Temperatura vode pod pritiskom iz istražne hidrogeološke bušotine je 51°C. Pri natpritisku termalne vode pri samoizlivanju od +0,14 bar, izdašnost je Q=4,2 l/s. Termalne vode iz bušotine su bez boje, mirisa i ukusa sa ukupnom mineralizacijom od M=639 mg/l, i pripadaju hidrokarbonatnoj grupi natrijsko-kalcitskog tipa.

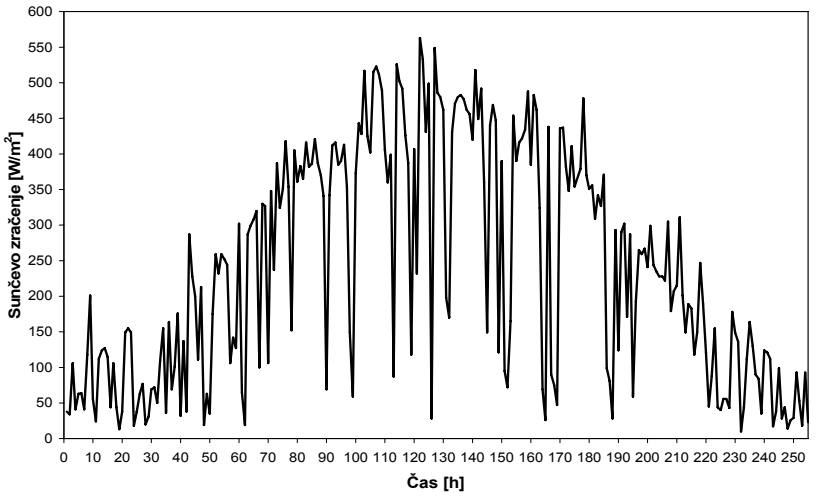
1991. godine urađen je istražno-eksploatacioni bunar IBDC-1 takođe na lokaciji PIK "7 juli" u Debrcu koji je na oko 100 m udaljen od istražne hidrogeološke bušotine BDC-1. Izradom bunara IBDC-1 definisan je geološko-hidrogeološki stub. Od 0,0 m do 483,0 m dubine teren je izgrađen od vodonepropusnih glina i laporovitih glina neogene starosti. Ispucali i karstifikovani krečnjaci trijaske starosti sa termalnim vodama pod arteskim pritiskom nalazi se na dubini od 483 m do 1002 m. Nakon izrade bunara 1991 godine samoizliv termalnih voda bila je Q=13,5 l/s. Temperatura arterske termalne vode kreće se od 52 do 54°C. Mineralizacija termalnih voda iz bunara IBDC-1 je M=360 mg/l, pa voda pripada hidrokarbonatnoj grupi (natrijsko-kalcitskoj grupi).

Na osnovu dugotrajnog hidrodinamičkog testiranja i režimskih ispitivanja termalnih voda iz bunara i istražne bušotine određene su bilansne rezerve termalnih voda kategorije **B** iz bunara od Q=13,5 l/s i kategorije **C** iz bušotine od Q=36,5 l/s, (ukupno Q=50,0 l/s). Takođe, važno je istaći da su fizička svojstva i hemijski sastav termalnih voda povoljni za transportovanje i korišćenje u sistemima daljinskog grejanja [1-2], [4].

Prema merenjima sprovedenim u poslednjih pet godina, prosečna izdašnost izvora iznosi 22 l/s, što je znatno manje od ispitivanjem mogućih protoka. Dinamičke simulacije ponašanja sistema su sprovedene za trenutnu izmerenu izdašnost geotermalnog izvora.

4. REZULTATI ISPITIVANJA

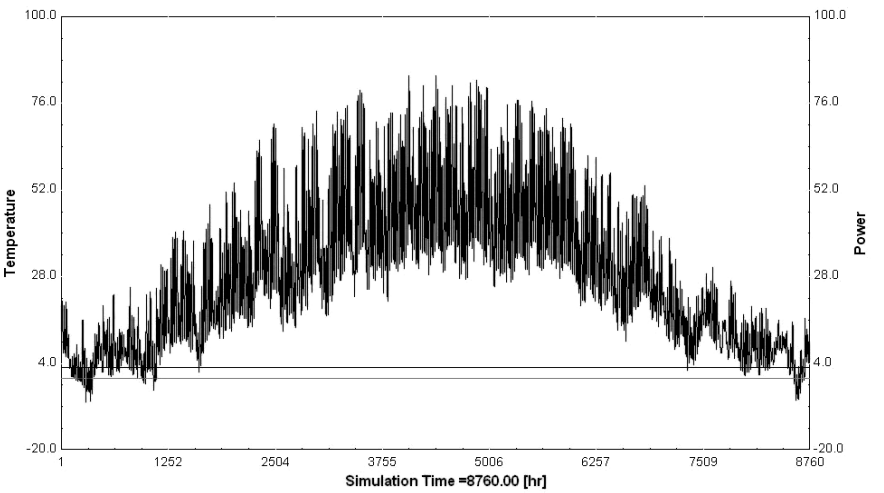
Projektovanje energetski efikasnog i ekonomičnog sistema bazirano je na relevantnim hidrometeorološkim parametrima, definisanim na osnovu TMG (tipične meteorološke godine) za datu lokaciju. Dinamičkim simulacijama određeni su dnevni i mesečni profili dozračenog globalnog sunčevog zračenja na horizontalnu i vertikalne površine, za svih 8760 sati tokom godine, i na osnovu njih definisano ukupno toplotno opterećenje objekta. Intenzitet dozračenog sunčevog zračenja na horizontalnu ravan unutar plastenika tokom letnjeg perioda kretao se oko 500 W/m^2, kako je prikazano na slici 1, dok je u zimskom periodu ova vrednost bila u pojedinim periodima i ispod 50 W/m^2 [3].



Slika 1. Izmerene vrednosti propuštenog globalnog sunčevog zračenja na horizontalnu površinu u unutrašnjosti plasteniku u 14h

Ukupna dozračena sunčeva energija u zoni za pripremu rasada u toku godine iznosi 1071010 kWh, a u zoni gajenja biljaka 18525800 kWh.

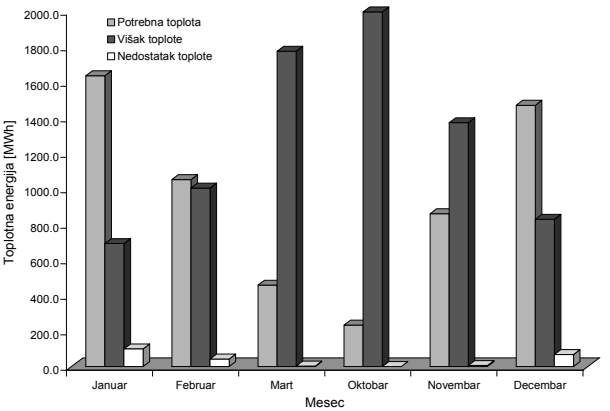
Dinamičkim simulacija izvršeno je upoređivanje nultog modela (ne postoji sistem za grejanje i klimatizaciju objekta) sa različitim scenarijima modela grejanja, hlađenja i ventilacije objekta. Na osnovu časovnih vrednosti spoljašnje temperature tokom godine, ustanovljena je temperatura unutar plastenika u slučaju da ne postoji sistem za grejanje i klimatizaciju objekta ("nulti model"). Minimalna temperatura dobijena u zimskom periodu je bila oko -7°C, dok je u letnjem periodu uočen rast temperature do 75°C (slika 2).



Slika 2. Časovni profili temperature unutar objekta tokom godine bez sistema za grejanje

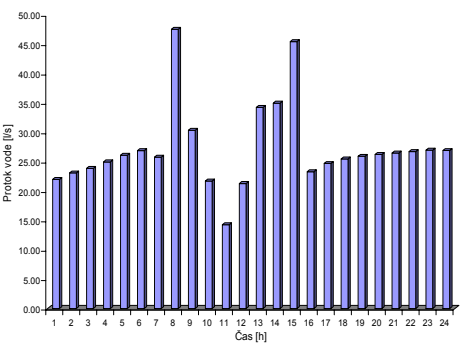
Unapređeni model je obuhvatio detaljnu analizu instalisane električne snage. Instalisana snaga osvetljenja u zoni za pripremu rasada iznosi 24 kW. Ukupna toplota od unutrašnjih izvora tokom godine u zoni za pripremu rasada iznosi 386830 kWh. U letnjem periodu, osvetljenje se koristi kada nema dovoljne osvetljenosti unutar zone, što značajno utiče na porast temperature.

Na slici 3, za usvojeni referentni model grejanja (temperatura u zoni rasada 25°C, u zoni gajenja 17°C), date su mesečne sume potrebne toplote za grejanje objekta, višak u odnosu na raspoloživu toplotu od geotermalnog izvora, kao i toplota potrebna da dogrevanje u periodima kada izdašnost geotermalnog izvora nije dovoljna da nadoknađivanje trenutnih termičkih gubitaka.

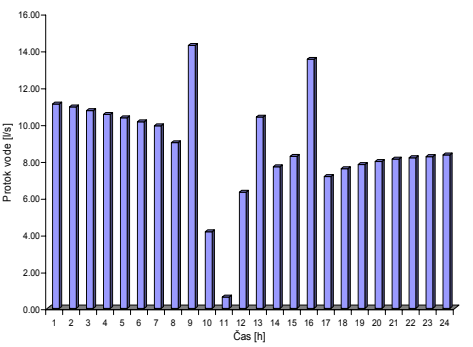


Slika 3. Grafički prikaz mesečnih bilansa potrebne toplote za grejanje objekta

Na osnovu raspoloživosti geotermalnog izvora, određeni su dnevni profili potrošnje vode u dva karakteristična slučaja: kada su potrebe za toplotom geotermalnog izvora manje od raspoložive i kada su potrebe za toplotom geotermalnog izvora jednake ili veće od raspoložive. Prema časovnim vrednostima potrebne toplote za grejanje određeni su profili potrošnje geotermalne vode prikazani na slikama 4 i 5.



Slika 4. Dnevni profil potrošnje vode u periodu kada su potrebe grejanja jednake ili veće od toplotne snage izvora



Slika 5. Dnevni profil potrošnje vode u periodu kada su potrebe grejanja manje od toplotne snage izvora

Sa raspoloživim protokom vode od 22 l/s, na osnovu slike 5, postoji višak vode u dnevnom periodu, koji se može uskladištiti. Sprovedenim prelimiranim analizama utvrđeno je da je klasičnim skladištenjem vode u izolovanim rezervoarima, za TMG, moguće "pokriti" potrebe grejanja samo snagom geotermalnog izvora.

Dinamičkim simulacijama postojećeg sistema prirodne ventilacije određene su časovne vrednosti temperature u zoni gajenja biljaka tokom godine, kao i potrebe za hlađenje objekta. U letnjem periodu u zoni gajenja biljaka ukupna toplota koja treba da se odvede sistemom za hlađenje i ventilaciju iznosi 7464880 kWh, a u zoni za pripremu rasada 560921 kWh. Postojećim sistemom prirodne ventilacije nije moguće u potpunosti ostvariti tražene veličine stanja vazduha. Sniženje temperature se ostvaruje povremenim orošavanjem (evaporativnim hlađenjem), čime se u mnogome narušava zahtevana relativna vlažnost vazduha, i u krajnjoj liniji smanjuju prinos i kvalitet proizvoda. Kritičan period u toku godine je jul - avgust, kada visoke temperature i vlažnost vazduha praktično onemogućavaju bilo kakvu biljnu proizvodnju.

ZAKLJUČAK

Mesečni iznos potrebne toplote za grejanje dat je u tabeli 1. Ako bi se za grejanje koristilo lako lož ulje, ukupna potrošnja ulja tokom čitave grejne sezone iznosila bi 545679 kg.

Ako se za grejanje koristi samo geotermalni izvori bez akumulacije toplote (što je trenutno stanje), maksimalna toplotna snaga za grejanje iznosi 2947 kW.

Tabela 1. Potrošnja lakog lož ulja tokom grejne sezone (računato prema TMG)

	Potrebno toplota	Potrošnja ulja	Cena ulja
	[MWh]	[kg/mes]	[1000*din/mes]
Januar	1638.6	156388.1	7708.37
Februar	1053.4	100536.6	4955.45
Mart	458.5	43759.3	2156.89
Oktobar	233.5	22285.3	1098.44
Novembar	861.1	82183.5	4050.82
Decembar	1472.4	140526.0	6926.53
Σ	5717.4	545678.7	26896.50

Poboljšanje energetske efikasnosti sistema moglo bi da se postigne akumulacijom viška toplote geotermalne vode i njenim vraćanjem u sistem u periodima kada su toplotne potrebe veće od raspoložive energije. Prema tabeli 1, ukupna toplota koja bi se akumulisala u čitavoj sezoni grejanja iznosi 219,4 MWh (prosečne mesečne vrednosti su date u tabeli). Ako bi tu energiju trebalo obezbediti potrošnjom lakog lož ulja onda bi akumulacijom viška geotermalne energije ukupna sezonska ušteda iznosila 20940 kg.

LITERATURA

[1] Kosi F., Ećim O., Zlatanović I., Tomić V., Milanović P.: Razvoj i demonstracija energetski efikasnog sistema za korišćenje geotermalne energije u sprezi sa sistemom skladištenja toplotne energije geoizvora, Nacionalni program energetske efikasnosti, evidencioni broj EE273016, Godišnji izveštaj, Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije, 2007, Beograd.
[2] Milanović P.: Materijali i oprema za korišćenje geotermalne energije, IHTM - Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, 2002, Beograd.
[3] Ećim O., Todorović M.: Analiza uticaja debljine vazdušnog međusloja na koeficijent prolaza toplote dvoslojne prekrivke plastenika, *KGH*, (2002), pp 23-29.
[4] Milanović P.: Uticaj sastava i temperature vode na izbor toplotne šeme i materijala opreme za korišćenje geotermalne energije, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1999.

OPTIMISATION OF ENERGY EFFICIENCY GEOTHERMAL ENERGY SYSTEM FOR GREENHOUSE HEATING

Olivera Ećim-Đurić[*], Vojislav Tomić[**], Predrag Milanović[***]

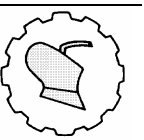
[*]*Poljoprivredni fakultet - Beograd*
[**]*Rudarsko-geološki fakultet - Beograd*
[***]*Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju - Beograd*

Abstract: Setting-up the right greenhouse environment is subject to complex requirements. Present conditions real time parameters are analyzed from the viewpoint of greenhouse heating and ventilation system demands in winter period. Insufficient amount of heat energy gained from geothermal source during the low outside air temperatures period and unused geothermal heat energy in periods when heating system is not required are discussed. Complex environmental parameters modeling necessary for greenhouse heating and ventilation yearly energy requirements is provided. Numerical simulations are performed to provide energy efficiency improving, effective geothermal source use, defining heat storage system and conceptual technical design. Finally, needs for further research and engineering development are outlined.

Key words: *geothermal energy, greenhouse, numerical simulation.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 57 - 64

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 656.137; 631.37; 633.358

STRUKTURA DIREKTNIH ENERGETSKIH INPUTA U PROIZVODNJI MERKANTILNOG KUKURUZA

Zoran Mileusnić, Milan Đević, Rajko Miodragović, Dragan Petrović
Poljoprivredni fakultet - Beograd, Zemun

Sadržaj: U radu je prikazana struktura direktnih energetski inputa u proizvodnji merkantilnog kukuruza sa posebnim osvrtom na: uloženu energiju za osnovnu i dopunsku obradu zemljišta i setvu primenom različitih sistema i uloženu energiju za navodnjavanje i ubiranje.Ovi inputi su prikazani preko potrošnje goriva čija je toplotna moć 42 MJ/kg. Dobijenim parametrima se može izvršiti optimizacija i racionalizacija u proizvodnji kukuruza.

Ključne reči*: energija, optimizacija, kukuruz, obrada zemljišta, navodnjavanje, ubiranje*

UVOD

Uspešno poslovanje u poljoprivrednoj proizvodnji, moguće je samo uz pažljivo planiranje i precizno izvođenje složenih tehničko-tehnoloških procesa na kojima se savremena biljna proizvodnja zasniva i što tačnijem predviđanju ishoda iste. Pored toga ovaj koncept održive poljoprivrede ima za cilj i očuvanje prirodnih resursa i unapređenje životne sredine. Osnova održivosti jeste produktivnost sistema izražena kao odnos inpta i outputa, najčešće u energetskom pogledu [10]. Obrada zemljišta je najvažnija stavka u ukupnim potrebama za energijom, ona ima ogroman ekonomski značaj, ali ne i presudan. Obrada zemljišta nije kraj tehnološkog proizvodnog procesa sam po sebi, nego je u velikoj meri integralni element kompleksnih proizvodnih procesa nege, navodnjavanja i ubiranja u tehnologiji gajenja različitih biljnih vrsta.

Za kukuruz, kao ratarsku biljnu vrstu, može se slobodno reći da je to usev koji u poređenju sa drugim ratarskim usevima, najefikasnije koristi agroekološke uslove našeg podneblja. Energetske inpute u proizvodnji kukuruza i energetsku valorizaciju kukuruza kompleksnije je analiziralo više autora [1], [2] [9], ali su svi saglasni da je energetska vrednost zrna kukuruza 16,8 MJ/kg [9].

Cilj ovog rada je analiza direktnih energetskih inputa u proizvodnji merkantilnog kukuruza i to:

- Uložene energije za osnovnu i dopunsku obradu zemljišta i setvu primenom različitih sistema;
- Uložene energije za negu useva i navodnjavanje, kao i energije potrebne za ubiranje.

MATERIJAL I METOD RADA

U radu su numerički obrađeni i analizirani rezultati konvencionalne tehnološke obrade zemljišta (KT), u okviru koje je prvo izvršena osnovna obrada plugom, a zatim i dopunska obrada i konzervacijske obrade zemljišta (mulch tehnologija-MT i nulta obrada - NT) sa dva različita traktora i odgovarajućim oruđima čije su karakteristike date u tabelama 1 i 2 [7].

U toku konvencionalne i konzervacijske obrade zemljišta,

- radni otpori su varirali u granicama od 34 kN do 48 kN, uz ostvarenu radnu brzinu od 6-10 km/h,
- nivo klizanja pogonskih točkova traktora bio je do 23%,
- broj obrtaja motora 2000 ^{o}/min,
- zapreminska masa zemljišta se kretala od 1,3-1,5 g/cm^3.

Pri tome, temperatura atmosferskog vazduha bila je stabilna, održavajući se na nivou 30±0.5^{0}C, a vlažnost zemljišta na dubini orničnog sloja je iznosila 16-21%.

Radni otpori agregata su izmereni dinamografom *Alfred-Amsler & Co Schaffhausen* (Schweiz No 239, Presstopf 288/278), zapreminska masa zemljišta cilindrima Kopeckog, a vlažnost zemljišta na dubini oraničnog sloja određena je primenom metode Kačinskog [5].

Poljska ispitivanja sistema za navodnjavane kišenjem su obuhvatila eksploataciona praćenja koja su u sebi sadržala utvrđivanje produktivnosti rada sistema i potrošnju goriva (zapreminskom metodom). Ostvarivanje zadate norme zalivanja i ravnomernosti distribucije vodenog taloga je merena kišomerom dimenzija 300x300 mm.

Eksploataciono ispitivanje kombajna u ubiranju kukuruza je vršeno od ranih jutarnjih časova, pa sve do ponovnog prestanka rada tj. povratka u ekonomsko dvorište ili mesto za parkiranje. Ispitivanjima je izvršeno merenje učinak kombajna i potrošnja goriva istih. Tehničke karakteristike ispitivanih kombajna prikazane su u tabeli 3.

Eksperiment je izvršen na parcelama PKB-korporacije, PDS "PKB Opovo", gazdinstva "Omoljica" iz Omoljice.

Tab. 1. Karakteristike traktora

Tehničke karakteristike	Traktor (T-1)	Traktor (T-2)
Tip traktora	4x4 S	4x4 S
Snaga motora [kW]	217	140
Nominalni broj obrtaja [o/min]	2200	2200
Broj obrtaja pri maksimalnoj snazi [o/min]	2000	1800
$M_{max.}/n_{Mmax}$ [Nm] / [o/min]	1320/1400	820/1210
Rezerva obrtnog momenta [Nm]	40	35
Oblast konstantne snage [o/min]	600	500
Specifična efektivna potrošnja goriva [g/kWh]	235	251
Broj stepeni prenosa napred/nazad	16/5	15/4
Hodni sistem	točkovi	točkovi
- prednji	620/70R30	16.9R-30
- zadnji	710/70R42	20.8R42
Energetska snabdevenost u odnosu na konstruktivnu masu [kW/t]	22,37	17,90
Energetska snabdevenost u odnosu na ukupnu masu [kW/t]	15,50	11,66
Specifična masa bez balasta [kg/kW]	44,70	55,85
Specifična masa sa balastom [kg/kW]	64,51	85,71

Tab. 2. Tehničke karakteristike priključnih oruđa

T i p	Način agrega-tiranja	Radni zahvat [m]	Broj radnih tela [-]	Klirens	Prečnik diska [m]	Rastojanje između tela [m]	Masa [kg]
Plug obrtač (P-1)	Nošen	1.8-3	5/6	80	-	0,90	1710
Tanjirača (Tč-1)	Vučena	6.5	52		0.660	0.54	7500
Multitiler (MT-1)	Vučen	6.5	-	-	-	-	6500
Sejalica za dir. setvu (S-1)	Vučena	2.8	4	-	-	0.70	-

Tab. 3. Tehničke karakteristike kombajna A i B

Kombajn A	Kombajn B
Adapter: 6-redi, MF 1216 ▪ zahvat 4,2 m sa sečkom ▪ privodni lanci - dužina lanca 1216 mm - broj članaka 38 - korak članka 32 mm ▪ linearna brzina - 3,81 km/h ▪ otkidački valjci - 285 min^{-1} ▪ sečka - 1800 min^{-1} ▪ Motor SISU snage 198 kW	**Adapter**: 6-redi, Conspeed 6 -70 FC ▪ zahvat 4,3 m sa sečkom ▪ zahvat 4,1 m bez sečke ▪ privodni lanci - dužina lanca 1216 mm - broj članaka 38 - korak članka 32 mm ▪ linearna brzina - 3,81 km/h ▪ otkidački valjci - 285 min^{-1} ▪ sečka - 1800 min^{-1} ▪ Motor Cummins snage 220 kW

REZULTATI I DISKUSIJA

Energetski inputi u obradi zemljišta

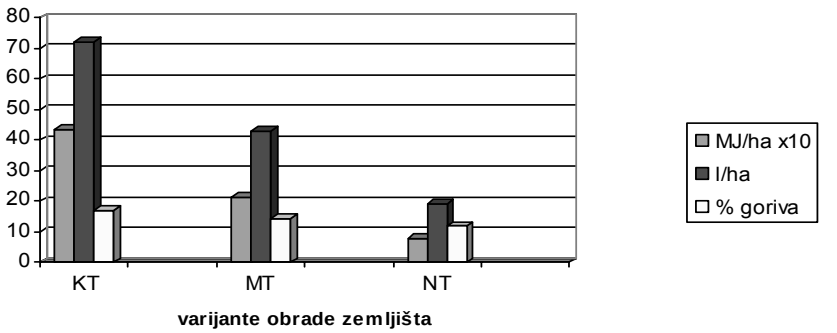
Osnovni cilj obrade zemljišta je stvaranje ornice, koja obezbeđuje najpovoljnije uslove za rast i razvoj poljoprivrednih kultura. [2]. Postavljeni zadaci se rešavaju sistemima obrade. Konvencionalnom obradom se vrši produbljivanje oraničnog sloja, tj. vrši se poboljšanje vodno vazdušnog režima zemljišta, povećava se zaliha hranljivih elemenata, akumulira vlaga, a sve to rezultira povećanom potrošnjom goriva. Redukovana obrada zemljišta je, sa gledišta utroška energije, vrlo interesantna zbog niskih troškova i povoljnih radnih režima agregata - traktora. Pri tome treba biti obazriv, jer redukovanom obradom u višegodišnjem neprekidnom ciklusu dolazi do sabijanja zemljišta i smanjivanja oraničnog sloja, što je nepovoljno po gajene biljne vrste. U tabeli 4. su predstavljeni energetski parametri obrade primenom različitih tehnologija. Svi parametri su iskazani preko potrošnje goriva po jedinici površine (Q_{ha} [l/ha]), a za toplotnu moć goriva usvojena je vrednost od 42 MJ/kg [4].

Konvencionalna obrada i u ovom ogledu je energetski najzahtevnija (434,98 MJ/ha). S obzirom da se radi o vrlo intenzivnoj tehnologiji gajenja ratarskih biljnih vrsta, primenom alternativnih tehnologija je moguća ušteda energije od 2 puta za MT tehnologiju i direktnom setvom od 5,4 puta (slika 1). Primenjena tehnologija odnosi se na proizvodnju merkantilnog kukuruza. S obzirom na vrlo velike razlike u potrošnji energije ipak primena direktne setve ima i neka ograničenja. Pre svega ona se može primeniti:

- na zemljištima lakšeg fizičko-mehaničkog sastava,
- uz periodično prorahljivanje orničnog sloja
- ako se radi na zemljištima težeg mehaničkog sastava kombinovati je sa konvencionalnom tehnologijom gajenja

Tab. 4. Utrošak energije i procenat iskorišćenja goriva traktora u varijantama ogleda

Agregat	Q_{ha} [l/ha]	E_{ha} [kWh/ha]	Tehnološka energija obrade [MJ/ha]	Ukupna energija goriva E_{ha}[MJ/ha]	Koeficijent iskorišćenja goriva [%]
KT					
T-1 i P-1	39,96	82,74	297,86	1393,00	21,38
T-1 i Tč-1	12,65	20,20	72,74	440,97	16,50
T-2 i S-1	19,66	17,88	64,38	685,34	9,40
prosek	**72,27**	**120,82**	**434,98**	**2519,31**	**17,26**
MT					
T-1 i Tč-1	12,65	20,20	72,74	440,97	16,50
T-1 i MT-1	10,56	21,90	71,64	368,12	19,50
T-2 i S-1	19,66	19,56	70,41	685,58	10,27
prosek	**42,87**	**59,66**	**214,80**	**1494,50**	**14,40**
NT					
T-2 i S-1	**19,33**	**22,35**	**80,42**	**673,96**	**11,93**

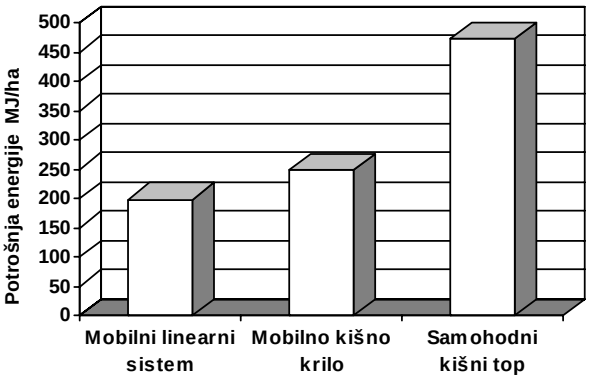


Sl. 1. Potrošnja energije u obradi zemljišta

Energetski inputi sistema za navodnjavanje

Utvrđivanje parametara primene mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem u datim proizvodnim uslovima, objektivizira efekte primene i realno utiče na planiranje optimalne strukture proizvodnje, ali i definiše položaj zalivnog sistema u tehnološko-tehničkom sistemu biljne proizvodnje [8]. Potrošnja energije kao jedan od limitirajućih faktora primene mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem će nam poslužiti u cilju optimalnog izbora i eksploatacije sistema.

Potrošnja energije ispitivanih sistema prikazana je na slici 2., gde se može uočiti da maksimalna potrošnja energije kod mobilnog linearnog sistema iznosi 198,72 MJ/ha, mobilnog kišnog krila 249,15 MJ/ha i kod samohodnog kišnog topa 473,40 MJ/ha. Na osnovu dobijenih vrednosti proizilazi da je potrošnja energije kod mobilnog kišnog krila 25% veća u odnosu na potrošnju energije kod mobilnog linearnog sistema. Samohodni kišni top troši više energije od prethodna dva sistema i procentualno izraženo to iznosi 138% više od mobilnog linearnog sistema, a 90% više od mobilnog kišnog krila. Sve ovo nas dovodi do zaključka da je u pogledu potrošnje energije prednost u korist mobilnog linearnog sistema. Referentni raspored vodenog taloga kog svih sistema je 20 mm.



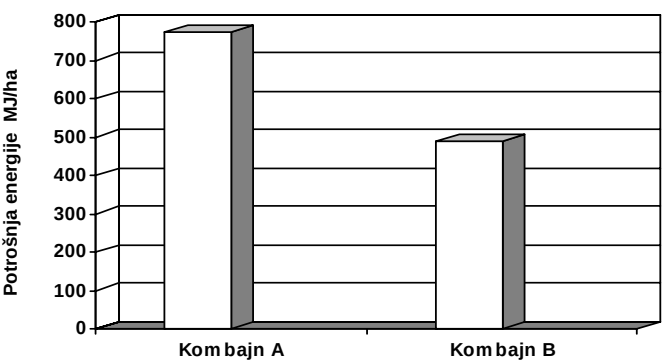
Sl.2. Potrošnja energije mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem

Energetski inputi ubiranja kukuruza

Period u kome je plod biljke u stanju povoljnom za ubiranje je pet do petnest dana. Iz ovoga proizilazi da proces ubiranja useva treba da traje vrlo kratko [6]. Ovo je naročito izraženo kod ubiranja zrnastih kultura, kod kojih gubici usled osipanja, pada hektolitarske težine (kao posledice vlage od jutarnjih rosa i eventualne kiše), te otežanog ubiranja usled polegnuća i prorastanja korova, rastu eksponencionalno posle petog ili desetog dana nakon pune tehnološke zrelosti. Potrošnja energije je i u procesu ubiranja limitirajući faktor za optimizaciju i izbor odgovarajućeg sistema [3]. Parametri rada u ubiranju kukuruza sa dva različita kombajna dati su u tabeli 5. i na slici 3.

Tab. 5. Parametri rada kombajna u kukuruzu

Datum	Radno vreme	Površina	Žetvena količina	Vlaga	Gorivo	P r e s e k			
	h	ha	t	%	lit.	ha/h	t/h	t/ha	lit/ha
Kombajn A									
27.10	13,94	28,78	311,74	26,00	638,80	2,06	22,30	10,83	22,20
Kombajn B									
16.10	17,57	70,15	466,35	17,90	985,00	4,00	26,54	6,64	14,04



Sl. 3. Potrošnja energije u ubiranju kukuruza

Ukupni utrošak energije kombajna A od 773,89 MJ/ha je viši za 158% od kombajna B čiji je energetski input 489,43 MJ/ha. U oba slučaja, ukupni tolerantni gubici u procesu ubiranja ne prelaze 1,5%.

Analiza rezultata

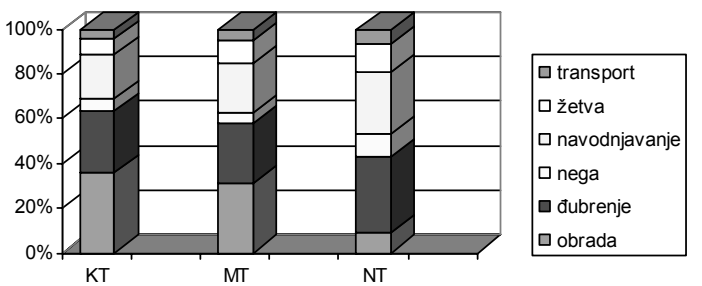
Ukupni utrošak energije u obradi i setvi znatno je veći u sistemu klasične obrade zemljišta u odnosu na ispitivane konzervacijske sisteme. Obrada i setva su energetski najzahtevnije operacije u tehnologiji gajenja kukuruza. Kada je u pitanju KT tehnologija energetski udeo je 35,47%, kod MT tehnologije on je 30,80%, dok je kod NT tehnologije on 15,93% i tu više nije najzahtevnija operacija (tabela 6).

Visoki prinosi kao krajnji cilj visokointenzivne biljne proizvodnje nezamislivi su bez navodnjavanja. Primenom navodnjavanja prinosi se znatno povećavaju što svakako opravdava ekonomska ulaganja u sisteme za navodnjavanje. Generalni gledano povećanje prinosa je izraženo i u našima ispitivanjima se kreće u intervalu od 25% do 30% [8]. Uticaj tipa sistema na povećanje prinosa nije posebno izražen, ali energetski inputi se značajno razlikuju. U strukturi proizvodnje oni učestvuju kod KT sa 19,94%, MT sa 22,50% i kod NT sa 25,82%. Za analizu je uzet najzahtevniji sistem-samohodni kišni top. Mobilno kišno krilo tehnički ne zadovoljava uslovima u proizvodnji kukuruza, a mobilni linearni sistem ima ekonomskih ograničenja u primeni na manjim posedima i ako je energetski racionalnije rešenje.

Ubiranje zrnastih kultura u strukturi ukupnog utroška energije na prvi pogled nije energetski zahtevan proces, jer je raspon od 7-11%. Izborom manje adekvatnog sistema utrošak energije bi porastao na 10,50-17,60%. Oba kombajna su u tehničkom pogledu vrlo respektabilna, te stoga pri izboru odgovarajućeg sredstva treba biti vrlo racionalan. Udeo transporta zrna u ukupnoj strukturi energije je od 4,2-6,2%.

Tab.6. Energetski bilans u proizvodnji kukuruza

Operacije i tehnologija gajenja	Sistem obrade		
	KT	MT	NT
Obrada i setva	2519,31	1494,50	673,96
Đubrenje [10]	1967,00	1311,40	1311,40
Nega [9]	409,88	217,89	395,63
Navodnjavanje	1420,20	1090,45	1092,45
Žetva	489,43	471,24	471,24
Transport	296,31	261,45	261,45
Ukupno dir. inputa	7102,13	4846,93	4229,89



Sl. 4. Struktura utroška energije u proizvodnji kukuruza

ZAKLJUČAK

Rezultati poljsko-laboratorijskih i eksploatacionih ispitivanja različitih sistema obrade zemljišta i setve u kukuruzu ukazuju da postoji opravdanost primene različitih tehnologija jer oscilacije energetskih utrošaka se kreću u rasponu uštede od 2-5,4 puta.

Alternativni sistemi obrade su naročito pogodni za primenu u postrnoj setvi i to u uslovima navodnjavanja, što se u potpunosti uklapa u koncept održive poljoprivrede.

U radu su prikazane tri varijante sistema za navodnjavanje kišenjem i energetski parametri rad istih. Opšte prihvaćeni zaključak po pitanju navodnjavanja bi bio da je intenzivna biljna proizvodnja nezamisliva bez sistema za navodnjavanje. Ulaganja u ovu oblast su opravdana i uloženi kapital se vrlo brzo može vratiti kroz povećanje prinosa, bez obzira što je u strukturi energetskih troškova input navodnjavanja 25%.

Izborom adekvatnog sistema za ubiranje moguće je ostvariti značajne uštede energije. U našem ogledu ta ušteda iznosi 3-5% od ukupno raspoloživih direktnih inputa energije.

Izbor tipa sistema proizvodnje na osnovu tehnološko-tehničkih parametara zavisi od veličine i oblika parcele, raspoloživih resursa vode, vrste biljne proizvodnje, potrošnje energije i potrebne logistike

LITERATURA

[1] Alimpić M. (1983): Energija poljoprivrede, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol 9, br.1-2, str. 1- 8, Novi Sad.
[2] Đević M. (1992): Primena kombinovanih agregata u obradi zemljišta i setvi, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
[3] Đević M., Miodragović R., Mileusnić Z. (2005): Kombajni nove generacije u uslovima ubiranja kukuruza, Poljoprivredna tehnika br. 1, str. 77-83, Beograd.
[4] Hermann W.A, Quantifyng global exergy resources, Energy 2006; 31(12); 1685-1702.
[5] Качински Н. (1958): Механический и микроагрегатний состав почви, методи его изучения, Москва.
[6] Lazić V., Turan J. (1999): Rad žitnih kombajna na seljačkim gazdinstvima, Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad, br. 3, 127-134.
[7] Mileusnić Z., Đević M., Petrović D., Miodragović R. (2007): Optimizacija traktorsko mašinskih agregata za različite tehnologije obrade, Poljoprivredna tehnika br. 1, str. 19-28, Beograd.
[8] Miodragović R. (2001): Tehnološko-tehnički parametri mobilnih sistema za navodnjavanje kišenjem, Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
[9] Mitrović D. (1999): Model za analizu energetskog bilansiranja u proizvodnji kukuruza, Magistarski tad, Tehnički fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin.
[10] Momirović N., Đević M., Vasić G., Škrbić N. (1998): Energetski aspekti konzervacijskih sistema obrade zemljišta u postrnoj setvi, Poljoprivredna tehnika, br. 2, str. 1-8, Beograd.

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.

DIRECT ENERGY INPUT STRUCTURE IN MERCANTILE CORN PRODUCTION

Zoran Mileusnic, Milan Djevic, Rajko Miodragovic, Dragan Petrovic

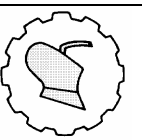
Faculty of Agriculture - Belgrade, Zemun

Abstract: In **t**his paper structure direct energy input in mercantile corn production is presented with special review on: energy consumption for tillage and seeding in different tillage technology as well as energy consumption for irrigation and harvesting. In these technologies only fuel was concerned as direct energy input. Its specific energy value of 42 MJ/kg was used for calculations. Obtain parameters can be used for optimization and rationalization of corn production.

Key words*: energy, optimization, corn, tillage, irrigation, harvest*.

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 65 - 71

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 626.843

ENERGETSKI ASPEKTI NAVODNJAVANJA KIŠENJEM

Rajko Miodragović, Milan Đević, Zoran Mileusnić

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Istraživanjima su obuhvaćena dva različita sistema navodnjavanja kišenjem i to samohodni kišni top i mobilni linearni sistem. Na osnovu proračuna može se zaključiti da ova dva sistema rade sa različitim pritiscima, a samim time i gubitci u cevovodu su različiti. Razlog znatno većim gubitcima (1,7 bar), a time i većoj potrošnji energije (131 kW/ha) kod samohodnog kišnog topa leži u činjenici da se energija vode u ovom slučaju koristi za namotavnje creva odnosno za kretanje prskača.Kod mobilnog linearnog sistema za kretanje se koriste elektro motori, a sem toga ovaj sistem radi sa znatno nižim pritiscima pa je samim time i potrošnja energije manja (45,28 kW/ha).

Ključne reči: *energija, samohodni kišni top, mobilni linearni sistem, navodnjavanje.*

UVOD

Privredna svrha navodnjavanja sastoji se u povećanju obima poljoprivredne proizvodnje na postojećim površinama pri najmanjim proizvodnim troškovima. Pravilno primenjeno navodnjavanje poboljšava prirodne uslove, utiče na prirodnu sredinu, naročito na vodne i zemljišne resurse, poboljšava vodno-fizička i hemijska svojstva zemljišta.

Navodnjavanje zemljišta se može vršiti površinski i podpovršinski (subirigacija). Površinski postupak navodnjavanja zemljišta može biti izveden, tako da se:

- Kvasi cela površina zemljišta (gravitacionim sistemima i sistemima za navodnjavanje orošavanjem ili veštačkom kišom)
- Lokalno kvasi zemljište (pulsiranjem, mini orošavanjem i kapanjem)

U navodnjavanju zemljišta, najčešće se koriste tri tipa tehničkih sistema:

- Gravitacioni sistemi
- Sistemi za navodnjavanje kišenjem
- Sistemi mikroirigacije, poznatiji kao tehnički sistemi navodnjavanja kapanjem

Potreba za racionalnom upotrebom vode dovela je do značajnog usavršavanja metoda i sistema navodnjavanja. U početku su to bile gravitacione metode (potapanjem, brazdama, prelivanjem), nakon toga sistemi za navodnjavanje veštačkom kišom i na kraju kao tehnički najsavršeniji, sistemi mikroirigacije.

Navodnjavanje kapanjem, se kao početna ideja pojavila u Nemačkoj 1860. godine kada su razvijeni određeni tipovi ovih sistema usavršavanjem sistema za podpovršinsko navodnjavanje. Perforirane cevi kao preteča savremenih sistema su 1920. godine našle širu primenu ali pravog napretka nije bilo sve do pronalaženja PE cevovoda za vreme Drugog svetskog rata i kasnije kada je navodnjavanje kapanjem postalo komercijalno i ekonomski izvodljivije.

Vazdušna metoda kišenjem dominira u proizvodnim uslovima naše zemlje. Raznolikost ovih uslova i zahteva gajenih kultura, kao i obilje konstrukcionih rešenja, dovelo je do dominacije nad ostalim sistemima. Najčešće korišćeni mobilni sistemi navodnjavanja kišenjem u našim proizvodnim uslovima su: samohodni kišni top (typhon), linearni sistemi i centar pivot sistem.

MATERIJAL I METOD RADA

Sistemi za navodnjavanje u najširem smislu reči sastoji se od tri glavna sistema: sistema za pumpanje vode sa pumpnom stanicon, sistema cevi za dovod vode do pumpe i odvod vode pod pritiskom do prskača, sistema za rasprskavanje vode. Jedan od najvećih potrošača energije je kod sistema za navodnjavanje je sistem za pumpanje. Za razumevanje režima rad i karakteristika a samim tim i lakšeg izbora i eksploatacije pumpi za navodnjavanje potrebno je poznavati zakonitosti između osnovnih veličina: napora (h), snage (p), stepena korisnosti (η), i protoka (Q).

Napor pumpe je pritisak izražen u mVS (10 mVS je 0,980665 bara), a predstavlja zbir podpritisaka na usisnoj strani i nadpritisaka na potisnoj strani pumpe. Karakteristične krive obrtnih pumpi pokazuju grafički odnose između napora, snage, stepena korisnosti i protoka. Ove krive dobijaju se ispitivanjem za svaku pumpu konkretno. Međutim stepen korisnosti opada bez obzira dali se protok povećava ili smanjuje u odnosu na protok za koji je pumpa projektovana. Promena protoka pumpe koja radi sa određenim brojem obrtaja, mogu se postići delimičnim zatvaranjem ili otvaranjem zasuna u odvodnoj cevi (ukoliko ova opcija postoji). U toku rada pumpi može doći do nestabilnosti rada, a jedan od problema koji ometa pravilan rad pumpe je i kavitacija. Pod kavitacijom se podrazumeva isparavanje vode (usled razlike pritiska na grudima i leđnim površinama lopatica) i kasnije kondenzovanje parnih mjehurića. Brzohode pumpe su osetljivije na kavitaciju od sporohodih. Zbog toga je neophodno obratiti naročitu pažnju da na usisnom vodu ne ulazi vazduh koji pospešuje pojavu kavitacije. Posledica kavitacije se manifestuje kroz šum ili udare u toku rada pumpe, oštećenje ulaznih ivica lopatica, snižavanje stepena korisnosti, opadanje snage pumpe, kao i pojava jakih potresa.

Ukoliko nam je u toku rada sistema za navodnjavanje potreban veći protok pumpe potrebno je izvršiti paralelno vezivanje obrtnih pumpi. Zajednička karakteristika paralelnog vezivanja pumpi je: ukupni protok jednak je zbiru protoka pojedinačnih pumpi, a ukupni napor je jednak naporu koji ima pumpa sa najvećim naporom. Ukoliko su pumpe jednake, veza je moguća. Međutim, dve ili više pumpi različitih karakteristika mogu da se vežu na zajednički cevovod samo kada dobijena radna tačka pokaže da je takva veza moguća. Paralelno se takođe mogu vezati samo pumpe sa stabilnom karakteristikom. Aksijalne pumpe (sem specijalno podešenih) ne vezuju se na zajednički cevovod zbog teškog puštanja u rad.

Redno vezivanje obrtnih pumpi se vrši kada je potrebno ostvariti vrlo velike napore, pri čemu su pumpe konstrisane za jednake protoke. Zajednička karakteristika dobija se sabiranjem napora svih pumpi vezanih na red.

Pogon pumpe može biti različito izveden (elektro, motor SUS, traktor) u zavisnosti od koncepcije sistema za navodnjavanje. Za pravilan izbor pogona pumpe, između ostaloga potrebno je znati i stepen korisnog dejstva motora. U tabeli 1. predstavljeni su teoretski preporučljivi (tolerisani) i prosečni rezultati, u eksplotacionim uslovima rada, stepena korisnog dejstva motora.

Tab 1. Stepen korisnog dejstva motora

Pogon motora	Teoretski	Preporučljiv	Prosečni rezultati eksploatacionih ispitivanja
Elektro	72-77	65	45-55
Dizel	20-25	18	13-15
Prirodni gas	18-24	15-18	9-13
Benzin	18-23	14-16	9-13

Relativno visok stepen korisnog dejstva elektro-pogona je zbog visokog η elektro motora kod koga nema energetskih gubitaka u prenosniku snage. Nizak stepen korisnosti motora SUS (dizel, benzinski), između ostalog proističe iz same prirode pretvaranja hemiske energije goriva u koristan rad motora. Pumpe koje se pogone preko priključnog vratila traktora imaju nizak stepen korisnog dejstva iz razloga niskog η pogonskog motora traktora (dizel), kao i gubitaka u transmisiji priključnog vratila. Kako su standardni brojevi obrtaja priključnog vratila traktora (540 i 1000 o/min) najčešće niski za rad pumpi to je neophodna multiplikacija broja obrtaja koji poskupljuje pumpni agregat. Bez obzira na ove nedostatke, pogon preko priključnog vratila traktora ostaje kao mogućnost kada se radi o navodnjavanju manjih površina na individualnom sektoru.

Pored energetskih gubitaka na samoj pumpi gubitci se javljaju i u samom sistemu za navodnjavanje. Ovi gubitci zavise od vrste i tipa sistema za navodnjavanje, a izračunavaju se kroz hidraulični proračun. S obzirom da su u našoj poljoprivrednoj proizvodnji njazastupljeniji samohodni kišni top sl. 1. i linearne mašine sl. 3., u ovom radu ćemo dati hidraulične proračune za ova dva tipa mašina.

REZULTATI I DISKUSIJA

Sl. 1. Samohodni kišni top (izgled i u radu)

Samohodni kišni top, za razliku od drugih sistema radi sa znatno višim pritiscima (pritisak na mašini 6,2 bar) iz razloga što se energija vode preko hidroturbine koristi za namotavanje creva i povlačenje prskača. Dakle pored gubitaka u cevovodu postoje gubitci i na hidromotoru. Za računanje energetskih gubitaka upotrebiti ćemo prilagođeni Hazen-Wiliams-ov obrazac koji glasi:

$$Hf = k \cdot \frac{\frac{L}{100} \cdot \left(\frac{Q_k}{C}\right)^m}{D^{(2m+n)}}$$

gde je: Hf - gubici na kišnom krilu dužine L sa brojem prskača koji imaju isto rastojanje i isti protok.
k - konstanta i iznosi $1.22 \cdot 10^{12}$ po metru
C = 120 za akuminijumske cevi
L - dužina cevovoda (m)
Q_k - ukupan protok u cevi (l/s)
D - unutrašnji prečnik cevi
m - eksponent brzine m = 1.852
n - eksponent prečnika cevi n = 1.167

Osnovne tehničke karakteristike ispitivanog samohodnog kišnog topa u uslovima navodnjavanja su:

1. Radni pritisak 6.2 bar
2. Pritisak na prskaču 4,5 bar
3. Prečnik creva 90 mm
4. Promer dizne 22 mm
5. Protok 5.37 l/s
6. Domet prskača 32,5, a širina adekvatno zalivene trake 54 m
7. Brzina namotavanja 18,65 m/h

Nakon ovih podataka sledi da je:

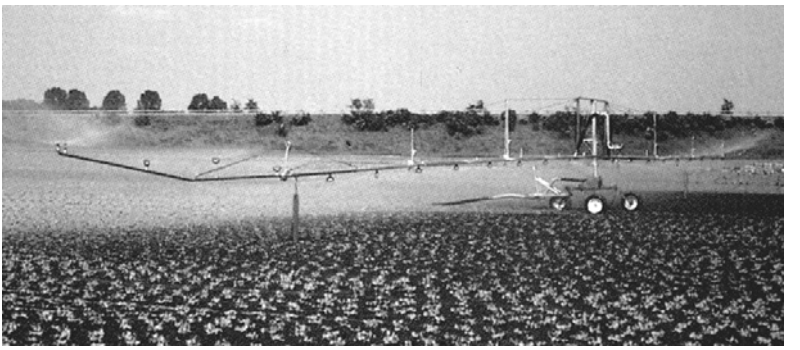
$$Hf = 1,22 \cdot 10^{12} \cdot \frac{\frac{350}{100} \cdot \left(\frac{5,37}{150}\right)^{1,852}}{81,4^{4,871}}$$

Hf = 4,42 m
Hf = 0,43 bar

Gubici u cevovodu kod samohodnog kišnog topa su 0,43 bar, iz čega sledi da su gubitci na turbini 1,27 bar, odnosno ukupni gubitci su 1,7 bar.

U toku eksploatacionih ispitivnja sistema ovog tipa (Miodragović i Đević, 2001) ustanovljena je velika potrošnja energije (u odnosu na linearne i centar pivot sisteme) koja se kreće oko 131 kWh/ha. Razlog ovako velikom utrošku energije leži upravo u činjenici da je za rad ovakvih sistema neophodno obezbediti visok pritisak vode koji se pored ostalog koristi i za pokretanje turbine, odnosno namotavanje PE creva. Proizvođači ovih sistema najavljuju da nove konstrukcije hidroturbina kao i menjača omogućavaju rad ovih sistema sa znatno manjim pritiscima, što bi trebalo omogućiti i znatno manji utrošak energije po jedinici površine. Ove podtke bi trebalo proveriti u konkretnim eksploatacionim uslovima ispitivanja. Pored ovog ograničavajućeg faktora,

drugi faktor koji utičena primenu samohodnog kišnog topa je i vrsta biljne proizvodnje. Primena ovog sistema sa prskačem u povrtarskoj proizvodnji predstavlja ograničavajući faktor s obzirom da kapi većeg prečnika predstavljaju uzrok oštećenja mladih i nežnih biljaka. Zbog toga je za povrtarsku proizvoidnju neophodna primena kišne rampe (sl. 2) koja će nam omogućiti ravnomerniji raspored vodenog taloga bez oštećenja biljaka.



Sl. 2. Izgled kišne rampe u radu

Hidraulički proračun mobilnog linearnog sistema razlikuje se od od prethodnog proračuna s obzirom da su u jednoj jedinici vezani SUS motor, pumpa i generator električne energije. Primenjeni agregat liniskog uređaja za navodnjavanje je tipa "Sever Valmont" instalisane snage 15 kW sa dizel motorom "TAM", snage 110,4 kW.

Sl. 3. Linearni sistem –pogonska jedinica

Izbor pumpe izvršen je na osnovu dva parametra:

1. Protoka koji iznosi Q = 120 l/s
2. Napora pumpe H = 35,1 m

Ukupni napor pumpe izračunava se po obrascu:

$$H = 10{,}2 \, (P_m + P_d)$$

Potreban pritisak na manometru mašine iznosi:

$$P_m = P_k + P_{gub} + \frac{H_{geod}}{10,2} + P_r$$

$$P_k = 1,4 \text{ bar}$$

$$P_{gub} = 8.687 \cdot 10^{-7} \cdot L_{mp} \cdot Q_d^{1,85} = 8,687 \cdot 10^{-7} \cdot 500 \cdot 60^{1,85} = 0,85 \text{ bar}$$

$$P_m = 1,4 + 0,8 + \frac{0,5}{10,2} + 0,35 = 2,65 \text{ bar} - a$$

Potreban pritisak za dizanje vode od nivoa vode u kanalu do manometra iznosi:

$$P_d = \frac{H_u + H_p}{10,2} + P_g$$

$$H_u = 0,76 \text{ m}$$

$$H_p = 4\text{m}$$

$$P_g = 45 \cdot 10^{-6} \cdot Q^{1,85} = 45 \cdot 10^{-6} \cdot 120^{1,85} = 0,32 \text{ bar}$$

$$P_d = \frac{0,76 + 4}{10,2} + 0,32 = 0,79 \text{ bar} - a$$

Na osnovu dobijenih rezultata ukupan napor pumpe iznosi:

$$H = 10,2\ (2,65 + 0,79) = 35,1 \text{ m}$$

Odabrana pumpa za posmatrani liniski uređaj je:

PUMPA PK 31,5-15 SA PREČNIKOM OBRTNOG KOLA ∅ 335 mm.

Snaga motora koji bi trebao da pokreće postavljenu pumpu (snaga agregata) iznosi:

$$P = \frac{Q \cdot H \cdot 0,736}{75 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{120 \cdot 35,1 \cdot 0,736}{75 \cdot 0,7 \cdot 0,6} = 98,4 \text{ kW}$$

Iz prethodnog proračuna se može videti da postoji određena rezerva snage motora koja iznosi 10%.

Utoku eksploatacionih ispitivnja linearnih sistema (Miodragović i Đević, 2001) ustanovljeno je da je srednja vrednost potrošnje energije 45,28 kWh/ha. Ovako nizak nivo potrošnje energije opravdava primenu ovih sistema naročito na velikim površinama. Pored toga i na osnovu ovih sistema može se zaključiti da primena električne energije ima veliku opravdanost, a naročito tamo gde postoji takva mogućnost treba je iskoristiti.

ZAKLJUČAK

Savremena poljoprivreda je nezamisliva bez sistema za navodnjavanje, međutim pre investiranja u sisteme za navodnjavanje neophodno je uraditi proračun cene koštanja i cene rentabilnosti primene ovih sistema. Pre samog proračuna neophodno je utvrditi dali raspolažemo dovoljnim resursima vode i ukoliko je ova činjenica zadovoljena krenuti na izradu proračuna. Stranu prihoda čine brojne mogućnosti i koristi od navodnjavanja:

- Osiguravanje stabilnog prinosa (razlika prinosa navodnjavanih i nenavodnjavanih biljaka).
- Razlika u kvalitetu i ujednačenost kvaliteta proizvoda kao jednog od glavnih faktora primene sistema za navodnjavanje.
- Fertirigacija (đubrenje sa navodnjavanjem), čijom primenom biljka maksimalno brzo koristi hraniva iz đubriva.
- Zaštita od izmrzavanja u proletnjoj cvatnji (u voćarstvu).
- Mogućnost uvođenja više setvi odnosno žetvi.

LITERATURA

[1] Amir I. (1991): Moving irrigation systems, Vulcani center ed.
[2] Avakumović D. (1994): Navodnjavanje. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
[3] Belami A., Ofen A. (1986): Irrigation engineering, IESP.
[4] Benami R. (1986): Irrigation engineering, Technion Haifa.
[5] Đević M. (1991): Neki aspekti kvaliteta rada kišnih agregata. Zbornik radova "Aktuelni problemi tehnike navodnjavanja i izbor opreme", str. 62-66, Negotin.
[6] Đević M., Kresović Branka, Miodragović R. (1996): Efekti primene navodnjavanja kišenjem u biljnoj proizvodnji. Internac. symposium DROUGHT and PLANT PRODUCTIONS. Donji Milanovac.
[7] Đević M., Miodragović R. (1997): The effects of the use of mobile raining irrigation systems in crop production. International conference agriculture, fisheries and agro-industry in the Mediterranean region with special reference to Islands, Valletta, Malta. 20-22 march 1997.
[8] Miodragović R., Đević M., Mančev S. (1996): Efekti primene mobilnog uređaja za navodnjavanje u biljnoj proizvodnji. Zbornik radova DPT 1996. Beograd-Zemun.
[9] Miodragović R. (2001): Tehnološko-tehnički parametri mobilnih sistema za navodnjavanje kišenjem, magistarska teza, Beograd-Zemun.

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 ASPECTS OF SPRINCLER IRRIGATION

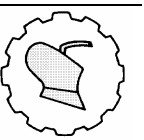
Rajko Miodragović, Milan Đević, Zoran Mileusnić
Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: This research has included two different raining irrigation systems, both rain gun and mobile linear system. According to the calculations, can be concluded that those two systems work with different pressures, which causes different losses in the pipe line. Reason for significantly higher losses (1,7 bar) and consequently higher energy consumption (131 kW/ha) at self propelled rain gun is that water energy in this case is used for rolling the hose and movement of the sprinkler. At mobile linear system, the movement is propelled by electro motors and, at the same time, this system works with significantly lower pressures, which means lower energy consumption, as well (45,28 kW/ha).

Key words: *energy, self propelled rain gun, mobile linear system, irrigation.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 73 - 80

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 628.4.037

POTENCIJALI ISKORIŠĆENJA OTPADNIH MATERIJA OD POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE U AP VOJVODINI

Dragan Ružić, Ferenc Časnji

Fakultet tehničkih nauka - Novi Sad ruzic@uns.ns.ac.yu

Sadržaj: Neizbežni pratilac eksploatacije i održavanja poljoprivredne mehanizacije su određene količine otpadnih materija. Održavanje između ostalog obuhvata i zamenu tehničkih tečnosti i potrošnih elemenata mehanizacije, a na isteku radnog veka neke jedinice mehanizacije, ona se na odgovarajući način mora eliminisati. Na osnovu toga su otpadne materije razvrstane u više kategorija, koje bi trebalo, u okviru poljoprivrednog dobra, sakupiti, razvrstati, skladištiti i zatim transportovati u preduzeće čija je delatnost sakupljanje i obrada otpadaka i smeća.

U otpadne materije poljoprivredne mehanizacije spadaju otpadne tečnosti (rabljeno ulje, antifriz), delovi (pneumatici, akumulatori, metalni i nemetalni delovi...) i prateće otpadne materije (otpadna voda od pranja mehanizacije, radionički otpad, ambalaža...). Od navedenog, mnoge materije imaju vrednost kao sekundarne sirovine velikog energetskog ili sirovinskog potencijala, ali deo spada i u opasne supstance. Ipak, postupci koji prethode njenoj obradi kao sekundarnoj sirovini zahtevaju određena ulaganja i napore.

Na osnovu pregleda raspoloživih podataka o preduzećima na teritoriji AP Vojvodine registrovanih za delatnosti reciklaže sekundarnih sirovina, u radu se analiziraju potencijali tih otpadnih materija kao sekundarnih sirovina.

Ključne reči: *poljoprivredna mehanizacija, reciklaža, sekundarna sirovina, otpad, zagađenje.*

UVOD

Sa ekoloških aspekata, proces savremene poljoprivredne proizvodnje, pored utroška energenata i emitovanja štetnih gasova iz motora SUS poljoprivredne mehanizacije, ima i posledice u vidu određenih količina čvrstih i tečnih otpadnih materija koje potiču od eksploatacije i održavanja mehanizacije. Bez obzira na način održavanja mehanizacije i na njenu tehnološku razvijenost, i kod najsavremenijih i najnaprednijih mobilnih sistema primenjenih u poljoprivrednoj proizvodnji, zamena potrošnih elemenata i radnih fluida je neizbežna.

Mnoge otpadne materije mogu imati vrednost kao sekundarne sirovine velikog energetskog ili sirovinskog potencijala, ali određene materije se mogu smatrati i opasnim. Da bi se te materije mogle kvalitetno iskoristiti na odgovarajući način, neophodni su postupci u smislu njenog sakupljanja, razvrstavanja, pravilnog skladištenja i distribucije do odgovarajućih centara za dalje procesiranje.

U prvom delu rada dat je pregled otpadnih materija koje direktno ili indirektno potiču od poljoprivredne mehanizacije, njihovih karakteristika, uticaja na okolinu i mogućnosti daljeg iskorišćenja ili pravilnog odlaganja i uništenja. Sledi analiza raspoloživih podataka o preduzećima koja su prijavljena kao preduzeća koja sakupljaju i obrađuju sekundarne sirovine. Rezultati predstavljaju pregled stanja u AP Vojvodini u pogledu sadašnjih i budućih mogućnosti za manipulisanjem i recikliranjem navedenih otpadaka.

OTPADNE MATERIJE OD POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE

U otpadne materije poljoprivredne mehanizacije spadaju:

- otpadne tečnosti (rabljeno ulje, antifriz),
- delovi (pneumatici, akumulatori, metalni i nemetalni delovi...) i
- prateće otpadne materije (otpadna voda od pranja mehanizacije, radionički otpad, ambalaža...).

Prema Zakonu o postupanju sa otpadnim materijama [12], otpaci koji se neposredno ili doradom (reciklažom) mogu koristiti nazivaju se sekundarnim sirovinama, a otpaci koji se ne mogu koristiti kao sekundarna sirovina nazivaju se smeće.

Takođe, zabranjeno je odlaganje otpadaka na mestima koja nisu određena za tu namenu, kao i odlaganje industrijskih otpadaka pre izdvajanja otpadaka koji se mogu koristiti kao sekundarne sirovine. Zabranjeno je i spaljivanje otpadaka izvan za to određenih postrojenja [12].

Za navedene materije koje predstavljaju otpatke od eksploatacije mehanizacije, a mogu se tretirati kao sekundarne sirovine, u nastavku su date osnovne karakteristike, negativne posledice koje predstavljaju po okruženje, te pravilni načini odlaganja i mogućnost i načini prerade.

Ulja i prečistači

Rabljena ulja su otpadne materije koje nastaju prilikom redovnog održavanja poljoprivredne mehanizacije. Ulja se koriste za podmazivanje motora i transmisije ili kao radni medijum u hidrauličkom sistemu. U njima je sadržan velik procenat veoma toksičnih i kancerogenih supstanci što ih čini opasnim otpadom, tim pre što zbog toga što su u tečnom stanju i lako može prodreti u tlo i vodu.

Skladištenje otpadnih ulja mora biti tako izvedeno da ono ne može curiti iz posuda niti da u posude može dospeti atmosferska voda. Da bi se mineralno ulje moglo predati na reciklažu, ne sme se mešati sa sintetičkim uljima, sa gorivima niti bilo kakvim drugim otpadnim tečnostima. Korišćeno hidrauličko i transmisiono ulje mineralne baze treba tretirati na isti način kao i rabljeno motorno ulje.

Količina sakupljenog ulja koja je na raspolaganju za rerafinaciju iznosi prosečno oko 55% od ukupne količine upotrebljenog ulja [1]. Staro ulje se pravilno može iskoristiti na dva osnovna načina:

- kao sirovina za izradu novog ulja (najveći procenat predaje rabljenog ulja na rerafinaciju od ukupne količine sakupljenog ulja imaju Italija - 83%, Nemačka - 61%, Danska - 42% i Francuska - 35% [1])

- kao izvor toplotne energije, kontrolisanim sagorevanjem u namenskim gorionicima koji omogućavaju potpuno sagorevanje i imaju zadovoljavajuću emisiju izduvnih gasova. Sagoreva se samo staro ulje ili kao mešavina sa gorivima (koinsineracija)

Pri tome se prednost daje rerafinaciji, zbog mogućnosti višekratne reciklaže, dok se spaljivanjem sirovina trajno uništava. Efikasnost postupka rerafinacije može biti i do 70-80%.

Da bi se prečistači ulja mogli tretirati kao običan čvrst otpad, potrebno je ocediti zaostalo ulje iz njih (za šta je potrebno od 12 do 24h).

Antifriz

Rabljeni antifriz (na bazi etilen-glikola) je produkt redovnog održavanja motora mobilnih sistema u poljoprivredi. U zavisnosti od vrste i proizvođača antifriza i od fabričkih preporuka, intervali zamene se kreću od jedne do pet godina.

Antifriz i je otrovan ako se proguta (utiče na centralni nervni sistem), a zbog slatkog ukusa može biti privlačan deci ili životinjama. Nekorišćeni antifriz je ipak biorazgradiv i vremenom će se etilen-glikol, ako dospe u tlo, razložiti u ugljenik i vodu. Međutim, u korišćenom antifrizu se, osim etilen-glikola, mogu nalaziti i tragovi teških metala i drugih supstanci (npr. olovo, kadmijum, bakar, hrom, benzen i antikorozivni aditivi) koje ga čine opasnim otpadom. Ako dospe u kanalizaciju, zemlju ili vodu, antifriz može biti smrtonosan za biljni i životinjski svet. Antifriz u septičkim jamama izaziva uništenje bakterija koje su potrebne za odvijanje pratećih procesa.

Nakon ispuštanja iz motora, antifriz se mora skladištiti u hermetički zatvorenim i označenim posudama, bez mešanja sa drugim otpadnim tečnostima. Korišćeni antifriz se može reciklirati i ponovo upotrebljavati u istu svrhu, pod uslovom da zadovoljava uslove za preradu.

Recikliranje se zasniva na filtriranju i/ili destilaciji, zajedno sa ostalim postupcima za odstranjivanje kiselih jedinjenja, metala, kamenca i korozije (neutralizacija, jonizacija). Nakon odstranjivanja kontaminanata, bazni antifriz se oplemenjuje dodavanjem aditiva kojim će mu se obezbediti potrebne karakteristike (antikorozivnost, sprečavanje penušanja, sprečavanje formiranja kamenca...). Pravilnim sakupljanjem i reciklažom antifriza moguće je povratiti čak i do 90% količine [9].

Prednosti reciklaže antifriza su smanjenje količina otpadnih materija, smanjenje potrošnje neobnovljivih izvora osnovne sirovine (etilen-glikol), te uštede u troškovima nabavke novog antifriza. Smanjenjem troškova nabavke novog antifriza ujedno se utiče na redovniju zamenu antifriza, čime se produžava i radni vek motora i sprečavaju moguće štetne posledica nepravovremenog održavanja sistema za hlađenje.

Pneumatici

Kriterijum zamene poljoprivrednih pneumatika su pohabanost rebara pneumatika ili mehanička oštećenja. Za razliku od pneumatika drumskih vozila, pneumatici poljoprivredne mehanizacije nisu predviđeni za regeneraciju, tj. protektiranje.

Pored toga, dimenzije i oblik pneumatika su takve da za njihovo skladištenje treba veoma mnogo prostora. Skladištenje neupotrebljivih pneumatika mora biti tako da se izbegnu potencijalne opasnosti od požara, kao i mogućnost da dođe do zadržavanje vode

u njima, jer bi to moglo predstavljati podlogu za razvoj neželjenih insekata (komaraca npr.).

Načini iskorišćavanja pneumatika kao sekundarne sirovine su:

- Kontrolisano spaljivanje na visokim temperaturama, npr. u cementarama gde se može dobiti određena količina toplotne energije (približno trećina od energije uložene za izradu pneumatika).
- Korišćenje celih pneumatika u razne svrhe (ne za mobilnu mehanizaciju): niskogradnja, železnica i sl.
- Sečenje na manje komade, nakon čega se izdvaja metal. Tako dobijen materijal može se koristiti u različite svrhe (putevi, različiti proizvodi, ispune i sl.)
- Devulkanizacija, nakon čega se guma ponovo može vulkanizovati za upotrebu u različitim proizvodima. Cena i niži kvalitet proizvoda razlog su za malu primenu ovog postupka.

Akumulatori

Olovni akumulatori u sebi imaju rastvor sumporne kiseline što ih svrstava u opasan otpad [5]. Skladištenje akumulatora se mora vršiti u zatvorenom ili pokrivenom prostoru, uz sprečavanje curenja kiseline.

Tri osnovna sastojka akumulatora su olovo, kiselina i kućište. Olovo se koristi u fabrici akumulatora za izradu novih ploča u akumulatorima, kućište se lomi i drobi radi izrade granulata za izradu novih kućišta. Kiselina se neutrališe, po pravilu u odgovarajućem pogonu, takođe u fabrici akumulatora.

Metalni i ostali otpaci

U poljoprivrednoj mehanizaciji preovlađuju metali na bazi gvožđa (sivi liv, čelik i čelični limovi). Metalni otpaci se ne tretiraju kao opasan otpad, a njihova reciklaža postaje aktuelna na kraju radnog veka elemenata i sistema mašina ili oruđa.

U nemetalne otpatke koji spadaju u opasni otpad spadaju elementi koji sadrže azbest, kao što su zaptivni materijali i frikcione obloge kočnica i spojnica. Iako je upotreba azbesta za navedenu svrhu smanjena u poslednjim godinama, u postojećim agregatima, a i na tržištu se još uvek mogu naći kompozitni vlaknasti materijali sa azbestnim vlaknima. Takve materije bi trebalo odlagati na deponije namenjene opasnom otpadu [5].

Plastični otpad - ambalaža

Iako od ukupne količine primenjene plastike samo 4% otpada na poljoprivredu [8], plastični otpad većinom potiče od ambalaže i brzo se nagomilava na deponijama, zbog slabe razgradljivosti plastičnih materijala. Sa druge strane, to je prednost u smislu da zbog toga plastika direktno ne zagađuje zemljište i vodu.

Plastična ambalaža se posle upotrebe može iskoristiti na sledeća dva osnovna načina:

- u energetske svrhe, (kontrolisanim spaljivanjem) u svrhu smanjivanja količine i obima ambalažnog otpada i delimičnog ili potpunog odstranjivanja opasnih karakteristika i
- za reciklažu, kao prerada plastičnog otpada za prvobitnu namenu (topljenjem ili hemijskom obradom).

Recikliranjem plastičnih masa moglo bi se uštedeti do 90% energije u odnosu na onu potrošenu na njenu proizvodnju. Međutim, formulacije plastičnih masa su različite, i one često nisu međusobno kompatibilne. Zato je pravilno razvrstavanje prema vrstama plastike od velikog značaja za kvalitet reciklaže. Drugi problem je zaprljanost plastične ambalaže različitim supstancama, koja dodatno usložnjava i poskupljuje postupke prerade plastičnog otpada.

METOD RADA

Analiza mogućnosti za sakupljanje i reciklažu otpadnih materija je izvršena na uzorku od 35 preduzeća. Uzorak je odabran iz spiska preduzeća koja su registrovana u bazi podataka Agencije za reciklažu Republike Srbije, gde su uzeta u obzir samo preduzeća koja se nalaze na teritoriji AP Vojvodina [11]. Analiza je izvršena na osnovu podataka dobijenih putem kontakta sa nadležnim osobama iz odabranih preduzeća.

ANALIZA REZULTATA

Zastupljenost sirovina koje analizirana preduzeća prihvataju, otkupljuju, prerađuju ili prosleđuju na dalju preradu dat je u tabeli 1. Na slici 1. su prikazane lokacije preduzeća iz uzorka na teritoriji AP Vojvodine, sa označenim vrstama sekundarnih sirovina od interesa. Postoje i druga preduzeća koja uglavnom vrše sakupljanje samo metalnog otpada, ali nisu registrovana u bazi podataka Agencije za reciklažu Republike Srbije, te nisu uzeta u obzir prilikom obrade podataka.

Tabela 1. Zastupljenost sekundarnih sirovina koja sakupljaju ili prerađuju preduzeća iz uzorka

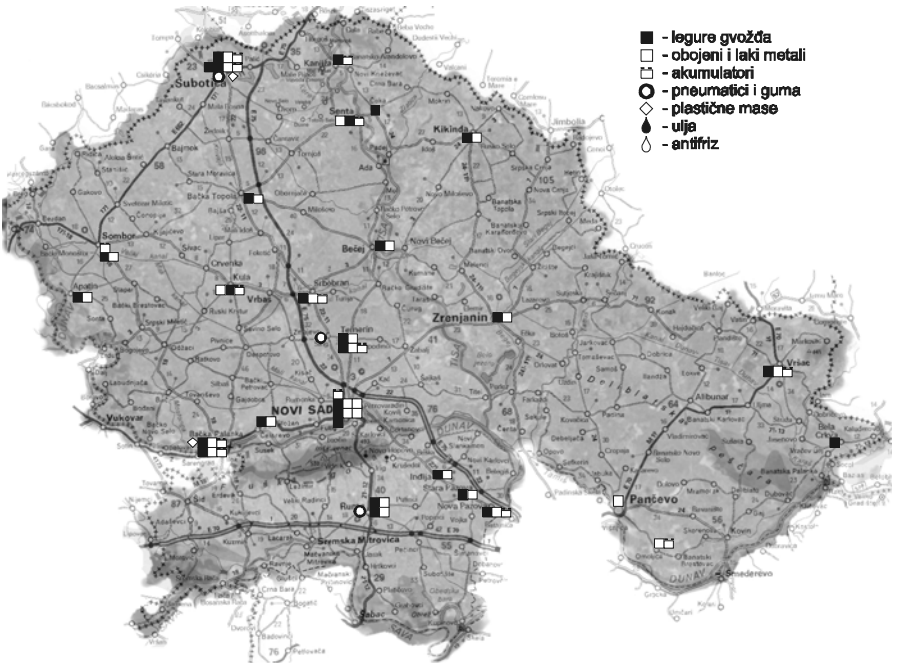
	Broj preduzeća	% od ukupnog broja preduzeća iz uzorka
Metali na bazi gvožđa	29	82,9
Laki ili obojeni metali	28	80,0
Akumulatori	14	40,0
Korišćeni pneumatici	3	8,6
Korišćeno ulje	0	-
Korišćeni antifriz	0	-
Plastika	2	5,7

Staro gvožđe i čelik, obojeni i laki metali i akumulatori spadaju u najtraženije sekundarne sirovine, te se za njih može reći da se recikliraju gotovo u celini. Rasprostranjenost otkupnih mesta po AP Vojvodini je dobra, osim u srednjoj i južnoj oblasti Banata, u pogledu metala na bazi gvožđa, kako se može videti na sl. 1.

Jedno preduzeće koje vrši reciklažu starih pneumatika, vrši otkup starih pneumatika po kilogramu i ima kapacitet prerade 3 tone starih pneumatika na čas. U procesu reciklaže pneumatika se dobija do 60% gumenog granulata, a ostatak čini otpadna čelična žica (oko 35%) i platno (5-7%). U tabeli 1 nisu uzeta u obzir preduzeća koja vrše otkup pneumatika drumskih vozila u svrhu protektiranja, jer se takav postupak obnove ne primenjuje kod traktorskih pneumatika.

Postrojenje za rerafinaciju korišćenog mineralnog ulja postoji van AP Vojvodine. Iako se korišćeno ulje otkupljuje, poljoprivredno dobro bi moralo da organizuje ili snosi troškove transporta do lokacije postrojenja. Umesto toga, sakupljeno ulje se prodaje tzv.

zainteresovanim licima. Najrasprostranjeniji postupak tretmana rabljenog ulja je njegovo spaljivanje u gorionicima, za koje međutim nema podataka o vrednostima emisije izduvnih gasova, niti se primenjuje njena kontrola, iako norme postoje [12], kao i mogućnost nabavke adekvatnih gorionika. Ostali nedozvoljeni postupci su premazivanje drvene građe, uništavanje korova i sl.



Sl. 1. Lokacije preduzeća i vrste otpadnih materija

Na području AP Vojvodina (poljoprivredna površina od preko 150.000 ha) broj traktora je u blagom porastu u poslednjih pet godina, za koji period su obrađeni podaci (povećanje od oko 7%) i u 2005. godini je prešao 120.000 registrovanih jedinica [3]. Na osnovu tih podataka i uz pretpostavku da bi približno polovina količine upotrebljenih motornih i ostalih mineralnih ulja mogla biti na raspolaganju za rerafinaciju, procenjuje se da bi se na godišnjem nivou za teritoriju AP Vojvodine sakupilo između 1.000 i 2.000 tona korišćenog mineralnog ulja [1], [7].

Reciklaža antifriza ili njegovo posebno odlaganje kao potencijalno opasnog otpada se ni u AP Vojvodini, a ni šire, ne primenjuje.

Ostale otpadne materije koje potiču od održavanja poljoprivredne mehanizacije (stari prečistači, ambalaža, otpaci koji sadrže azbest i sl.), ako se ne mogu iskoristiti u drugu svrhu (npr. opet kao ambalaža), deponuju se sa ostalim čvrstim otpadom na deponije ili spaljuju. Mnoge od tih materija predstavljaju iskoristive sekundarne sirovine (plastična i metalna ambalaža), ili opasan otpad (prazna ambalaža opasnih materija, azbestni materijali, neoceđeni prečistači za ulje...). Iako je zakonom određeno da se sa takvim materijama postupa na poseban način, može se reći da uslovi za primenu zakonskih odredbi nisu stvoreni [6], [13], [14].

Dva preduzeća u razmatranom uzorku nude uslužno izdavanje kontejnera namenjenih za sakupljanje određene vrste otpada na samom izvoru.

ZAKLJUČAK

Na teritoriji Vojvodine trenutno postoji potražnja pretežno samo za metalima i akumulatorima, čija se reciklaža u najvećoj meri i sprovodi. Najopasnije otpadne materije (korišćena ulja i antifriz, azbestni materijali) kao i one koje direktno nisu opasne, ali predstavljaju ekološki problem (pneumatici, plastična ambalaža...), neplanski se odlažu, prosipaju ili spaljuju. Zakonske odredbe koje to zabranjuju postoje, ali se ne primenjuju u celini. Takođe sakupljanje i razvrstavanje navedenih sekundarnih sirovina nije motivisano niti stimulisano.

Na osnovu izvršene analize, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Sakupljanje metalnog otpada i akumulatora se vrši gotovo u punoj meri.
- Ne postoji preduzeće koje preuzima staro ulje niti antifriz za dalju preradu. Staro mineralno ulje se može predati na preradu van AP Vojvodine, ali se po pravilu ono spaljuje u nenamenskim uređajima.
- Prerada istrošenih pneumatika postoji, ali još nije šire rasprostranjena.
- Ne postoje posebne deponije opasnog otpada, nego se otpad koji ima osobine opasnih materija odlaže na obične deponije zajedno sa ostalim čvrsti otpadom
- Da bi se otpadne materije mogle efikasno iskoristiti kao sekundarne sirovine, neophodno je detaljnije i strožije razdvajanje otpada i sigurnije skladištenje u skladu sa vrstom otpada. To podrazumeva i edukaciju i informisanje svih osoba uključenih u održavanje i eksploataciju poljoprivredne mehanizacije, što uključuje i striktnije sprovođenje zakonskih odredbi i predviđenih kazni.

Osnovni rezultati reciklaže otpadaka nisu samo ekonomski, s obzirom i da postupci reciklaže zahtevaju određena ulaganja koja uglavnom nisu beznačajna, u zavisnosti od procesa i materije. Maksimalno iskorišćenje sirovinskog ili, ako drugačije nije moguće, energetskog potencijala otpadnih materija vodi ka redukciji količine otpada, kako opasnog tako i inertnog, kao i pravilniju kontrolu manipulacijom otpada u procesu poljoprivredne proizvodnje.

Ekonomska dobit pored smanjenja količine, a time i troškova nabavke baznih sirovina, obuhvata i smanjenje troškova odlaganja otpada i saniranja posledica nepravilne manipulacije i posledičnog zagađenja.

Postoji određeni skepticizam za upotrebu sredstava od recikliranih materija, posebno kada su u pitanju ulja ili antifriz, stoga edukacija u ovoj oblasti igra veliku ulogu.

LITERATURA

[1] Audibert F: Waste Engine Oils: Rerefining and Energy Recovery, Elsevier Science & Technology Books, 2006.
[2] Furman T., Nikolić R.: Aktuelni problemi održavanja radne ispravnosti poljoprivredne tehnike, XII Majski skup održavalaca Jugoslavije, str. 245-250. Novi Sad, 1997.
[3] http://webrzs.statserb.sr.gov.yu, septembar 2008.
[4] Jovović S., Jožef M., Ber S., Stanisavljev B., Prelić S., Božić V., Kinak I., Milović P.: Neki pokazatelji korišćenja poljomehanizacije u AD "Dijamant-Agraru", Traktori i pogonske mašine, 8(2003)4, str. 74-78, Novi Sad, 2003.

[5] Pravilnik o načinu postupanja sa otpacima koji imaju svojstva opasnih materija, Službeni glasnik Republike Srbije br. 12/95
[6] Pravilnik o uslovima i načinu razvrstavanja, pakovanja i čuvanja sekundarnih sirovina, Službeni glasnik Republike Srbije br. 55/01
[7] Savin L., Marinković B., Crnobarac J.: Osnove za optimizaciju mašinskog parka, Traktori i pogonske mašine, 7(2002)4, str. 14-22, Novi Sad, 2002.
[8] www.consumer.org.rs, avgust 2008.
[9] www.eetcorp.com/antifreeze/, avgust 2008.
[10] www.epa.gov/osw/conserve/materials/tires/science.htm, avgust 2008.
[11] www.reciklaza.sr.gov.yu/otpad_srbija_spisak_preduzeca.htm, avgust 2008.
[12] www.rnp.co.yu/rnp/ekologija/zak_reg_lat.jsp, septembar 2008.
[13] Zakon o postupanju sa otpadnim materijama, Službeni glasnik Republike Srbije br. 25/96
[14] Zakon o zaštiti životne sredine, Službeni glasnik Republike Srbije br. 135/04

Ovaj rad je realizovan u okviru Projekta TR-20078 "Unapređenje energetske i ekološke efikasnosti traktora i mobilnih sistema" koji je finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj.

POTENTIAL OF UTILIZING OF AGRICULTURAL MECHANIZATION WASTE MATERIALS IN AP VOJVODINA

Dragan Ružić, Ferenc Časnji

Faculty of Technical Science - Novi Sad ruzic@uns.ns.ac.yu

Abstract: Certain quantities of waste from exploitation and maintenance of agricultural mechanization are unavoidable. The maintenance consists of service fluid drainage and replacement of parts and components. At the end of service life, the unit has to be liquidated on proper way. The waste within agricultural economy should be classified in several categories, which should be collected, sorted, stored and transported to companies specialized in waste collecting and processing.

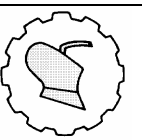
Agricultural mechanization waste are wasted fluids (used oil, coolants), parts (tires, batteries, metal and non-metal parts) and waste by-products (waste water, workshop waste, packages...). Most of them have considerable potential as an energy or raw material, but some can be regarded as dangerous substances. Although, processing of waste needs certain investments and efforts.

Based on analysis of available data concerning companies registered for waste recycling in region of AP Vojvodina, this paper deals with potential for usage of the waste as reusable materials.

Key words: *agricultural mechanization, recycling, reusable material, waste, polution.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 81 - 88

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 631.862.504.7

REDUKCIJA STEPENA ZAGAĐENJA VAZDUHA U STOČARSTVU

Miodrag Zoranović, Anđelko Bajkin, Vlado Potkonjak
Poljoprivredni fakultet - Novi Sad zormi@polj.ns.ac.yu

Sadržaj: U domaćim uslovima, pored industrijskih i gradskih otpada, na nivou redukovane stočarske proizvodnje stajnjak je pod etiketom opasnih materija, sa izvesnim stepenom zagađenja tri bazna životna faktora: vazduh, voda i zemljište. Za redukciju neprijatnih mirisa i bazno-gasnih kontaminenata (NH_3, H_2S, CO, CO_2 i N_2O), unutar uzgojnog ambijenta i njihove evakuacije sistemom ventilacije u spoljno okruženje, opisana je laboratorijski testirana varijanta vlažnog dinamičkog filtera DF sa zadovoljavajućim rezultatima. Za redukciju negativnog uticaja stajnjaka na ekosistem prikazane su varijante biofiltera i porozno-gumenog pokrivača lagune tečnog stajnjaka sa njihovim aproksimativnim rezultatima.

Ključne reči: *vazduh, ambijent, ekosistem, dinamički filter, biofilter, gumeni pokrivač.*

UVOD

Pod pojmom čistog, suv vazduh predstavlja mešavinu azota (78%), kiseonika (21%), argona (0,9%), CO_2 (oko 0,03%), sa mikrozastupljenošću vodonika, neona, kriptona, helijuma, ozona i ksenona *(ASHRAE 1999*). Osim navedenog, vlažan vazduh sadrži promenljive količine vodene pare i čvrstih čestica, nazvanih permanentne atmosferske nečistoće, što ga već čini formom zagađenog (*ASHRAE, 1993*). Poseban sastavni deo vazduha pripada mikro svetu: bakterije, virusi i gljivične vrste. Nabrojane vazdušne primese u stočarskim objektima poznate su pod nazivom *bioaerosoli*. Prašina je produkt hrane, prostirke, osušenog stajnjaka, animalno-kožnih ostataka i eksploatacione degradacije bazno-nadgradnog materijala uzgojnih objekata (*Maghirang et al., 1995*). Gasovi su pretežno generisani direktno od životinja i njihovih ekskreta, dok su mikroorganizmi oslobođeni iz tela životinja i vlažnih organskih taloga zidnih površina (*Hartung, 1993*). Najvažniji gasovi su CO_2, NH_3, H_2S, CH_4, N_2O i mala količina aldehida, amina, aromatika, organskih kiselina i sumpornih jedinjenja (*Hartung and Phillips, 1994*)). Ugljen-dioksid uglavnom je proizvod animalno-respiracionog sistema, dok je amonijak nusprodukt bakterijske i enzimske dekompozicije azotnih jedinjenja, sadržanih u ekskretima, a posebno urinu.

Gram pozitivne bakterije predstavljaju 72% izolovanih vrsta iz prašine uzgojno-finišerskih objekata (*Butera et al., 1996*). Dvadeset dve vrste bakterija i fungicida izolovano je iz prašine sakupljene u odeljenju za uzgoj svinja, prema samo šest vrsta iz sličnih prostorija bez njihovog prisustva (*Martin et al., 1996*). Zasnovano na prethodnim proučavanjima, ambijentalni vazduh objekta uključuje izvestan varijetet mikroorganizama u suspenzijama.

Nedavno, obuhvatan istraživački projekat dokumentovao je kvalitet vazduha u 329 evropskih objekata (*Takai et al. 1998; Groot Koerkamp et al. 1998; Seedorf 1998*). Globalno, prosečna koncentracija inhalacione i respiracione prašine bila je 2,19 i 0,23 mg/m^3 u prasećim objektima, a amonijaka 5-18 ppm. Dnevno prosečne koncentracije endotoksinskih inhalatora bile su 114,6; 186,5 i 135,1 mg/m^3 u prostorijama za krmače, zalučenu prasad i uzgojno-finišne sekcije, respektivno. Vazduh u zatvorenim svinjarskim objektima kontaminiran je bakterijama i plesni do 1200 puta više od čistog vlažnog vazduha.

Koncentracija CO_2 može prevazići 4000 ppm tokom zimskih uslova, ali će biti normalnija ispod 1000 ppm tokom leta. Isti trend može se pripisati amonijaku. Njegova koncentracija može biti između 20 i 30 ppm pod zimskim uslovima, ali mnogo niža tokom leta.

Pri frekventnom pražnjenju skladišta stajnjaka koncentracija H_2S, metana i drugih gasnih komponenti, biće dovoljno niska sa aspekta bezbednosti čoveka u neposrednom okruženje. Sumpor-vodonik intenzivno se oslobađa mehaničkom iritacijom tečnog stajnjaka, a metan pri njegovom dužem skladištenju u anaerobnim uslovima.

Oskudna je evidencija o zdravstvenim i ekološkim rizicima prisutnih mirisa u procesu uzgoja posmatrane životinjske vrste. Ipak, minimiziranje mirisnih smetnji postalo je glavni faktor dizajna i operativnosti stočarskog farminga današnjice. Glavna organska jedinjenja, kao izvor mirisa iz nusprodukata stočarstsva (organske masne kiseline, aldehidi, alkoholi, fenoli, mercaptani, amini i dr.), rezultat su anaerobnih procesa. U ovom slučaju, degradacija organske materije deli se u dve faze: 1-razlaganje u organska jedinjenja i 2-njihovo prosledno razlaganje na slabije mirise i produkte sastavljene od CH_4, CO_2 i H_2O. Organske masne kiseline najvažnija su grupa, uopšteno smatrana ekstremno postojanim indikatorom ofanzivnosti stajnjačkih mirisa (*Williams, 1984*). Jedinjenja sa sadržajem sumpora proizvodi su degradacije amino kiselina i mikrobske redukcije sulfata prisutnih u urinu.

Usled porasta javne zabrinutosti razvijenih zemalja, agencije za zaštitu životne sredine traže način pojednostavljenja i standardizacije merenja mirisa, npr. upotrebom elektronskih noseva.

MATERIJAL

Na osnovu tendencije usavršavanja poznatih sistema izđubravanja na globalnom nivou, dat je kratak opis idejnog rešenja *sifonskog sistema izđubravanja* za značajnu redukciju emisije gasnih komponenti u kontrolisani uzgojni ambijent.

Prikazani su rezultati idejnog rešenje vlažnog dinamičkog filtera za prečišćavanje vazduha uzgojnog prostora DF, kao potencijalno sastavnog dela adaptiranih ili novoformiranih sistema ventilacije. Filter je razvijen u laboratorijskim uslovima Departmana za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Metodom simulacije nepoželjnih koncentracija gasnih komponenti (NH_3 i H_2S), testirana

je efikasnost njihove redukcije. Merenja su izvršena preciznim instrumentom "*Dräger Pac III S*" sa elektronsko-hemijskim senzorima. Metodom kontrolisanog isparenja, iz uzorka tečnog stajnjaka posmatrane su koncentracije NH_3 (5-45 *ppm*) i H_2S (2-8 *ppm*).

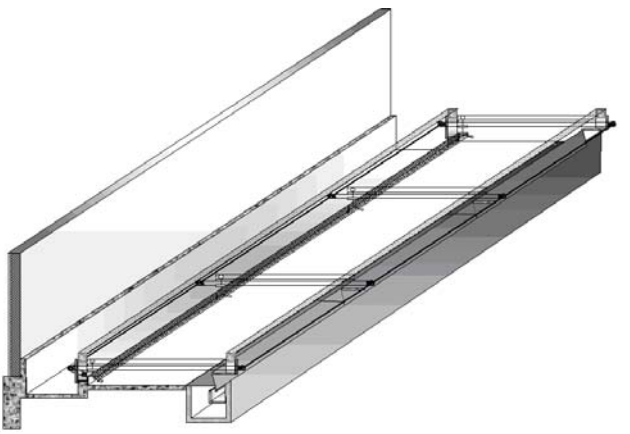
Primena DF-a zahteva razvoj pokretnog sistema ventilacije sa efikasnim sakupljanjem, kako prašine, tako i mikroorganizama. U prilog razumevanju dat je šematski prikaz idejnog rešenja, sa kratkim osvrtom na opravdanost njegovog razvoja.

Radi potencijalne redukcije neprijatnih mirisa i gasnih komponenti sa efektom staklene bašte iz skladišta tečnog stajnjaka (septičke jame i lagune), prikazani su otvoreno-zatvoreni sistemi biofiltera i porozno-gumenog pokrivača laguna tečnog stajnjaka u spoljnom okruženju.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Sistemi izđubravanja

Često sretljivi sistemi izđubravanja uzgojnih objekata u svinjarstvu su rešetkasti podovi sa skladišnim bazenima ispod njih. U domaćim uslovima uglavnom je zastupljen sistem magistralnih kanala do skladišnih laguna. Obe varijante, kroz emisiju nepoželjnih gasnim komponenti značajni su izvori zagađenja uzgojnih prostora. *Sifon sistem* značajno redukuje stepen njihove emisije u ambijent uzgojnog prostora (nusprodukti spontane fermentacije otvorene mešavine: voda + urin + stajnjak + količina toplote + stopa fizičke iritacije = adekvatan nivo koncentracija: $NH_3 + CO + CO_2 + H_2S + N_2O$). Sistem je posebno interesantan za primenu tehnologija AD digestora u proizvodnji biogasa i separirano-finišnog nutrienta, marginalizujući učešće uzgojnog prostora u posrednom zagađenju ekosistema sl. 1.

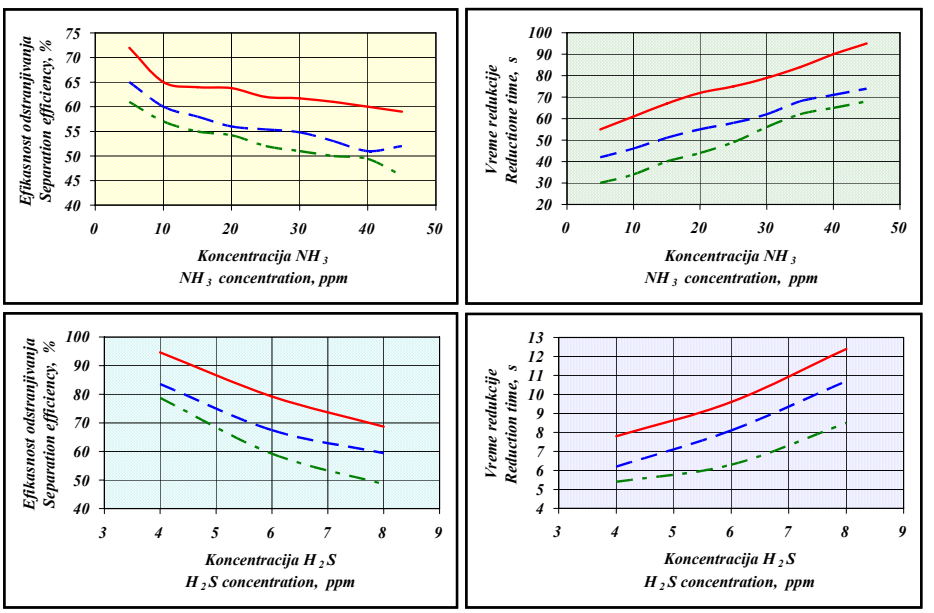


Sl. 1. Predlog tehničkog rešenja zatvorenog sistema izđubravanja "Sifon sistem"

Sistem podrazumeva automatsko održavanje rešetki i prostora ispod njih. Radi eventualnog čišćenje PVC kanala pod uglom slobodnog oticanja fekalija, sifonski poklopac u kanalu lako je pomerljiv. Praktično, bez eventualnog prisustva težih mehaničkih primesa, sa obaveznom proverom stanja između dva turnusa, čišćenje je nepotrebno.

Rezultati dinamičkog filtera DF

Uloga DF-a je smanjen broj izmena vazduha sa okolinom, prečišćavanje ulazno-izlaznog vazduha sa paralelnom eliminacijom prašine, regulacija mikroklimata na polju apsolutne i relativne vlažnosti ambijentalnog vazduha, paralelna jonizacija sa ozonizacijom vazduha, izvestan stepen evaporativnog hlađenja, a kao posledica nabrojanog: "značajna ušteda toplotne i električne energije sa kvalitetnim baznim proizvodom".



Sl. 2. Efikasnost i vreme izdvajanja koncentracija NH_3 i H_2S iz vazduha DF-om

Iz tehničkih razloga DF je operisao sa 40% kapaciteta sistema za predviđeno prostorno ubrizgavanje vode, pri protoku 0,85 *l/min* i pritisku 3 *bar*. Radi poređenja efikasnosti izdvajanja različitih koncentracija gasnih komponenti primenjen je metod njihove kontrolisane akumulacije u aktivnoj zapremini laboratorije. U stvarnosti, koncentracije ovih komponenti variraju na godišnjem, dnevnom, pa čak i satnom nivou, a zavise od: vrste i uzrasta životinjske vrste, vrste hraniva, tipa objekta, sistema izđubravanja i kompletnog sistema za održavanje mikroklimata (ventilacija i filtracija ambijentalnog vazduha).

Prema dijagramima sa sl. 2, posmatrane koncentracije NH_3, pri maksimalnom kapacitetu ventilacionog sistema, u intervalu 5-45 ppm efikasno su redukovane sa 73 i 59% u toku 55-95 s respektivno. Pri podešenom minimalnom kapacitetu ventilacionog sistema, ove vrednosti značajno su snižene, sa stepenom redukcije 62-48% u toku 30-48 s respektivno.

Primenjen sistem kontrolisane mehaničko-pneumatske iritacije uzorka tečnog stajnjaka, obezbedio je raspon akumulisanih koncentracija H_2S u aktivnoj zapremini

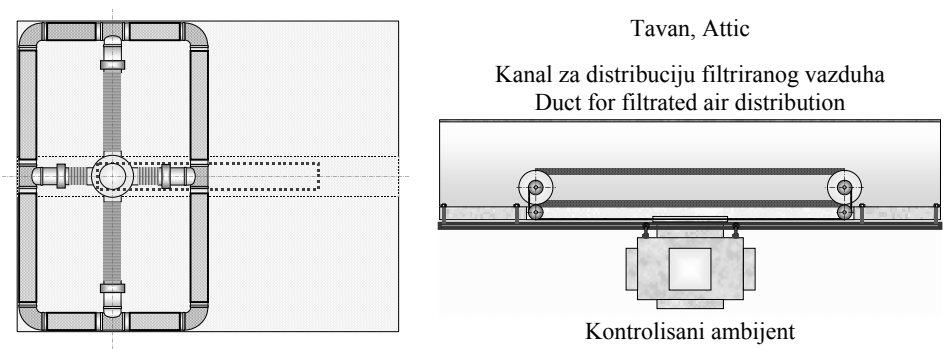
laboratorijskog vazduha 2-8 ppm. Pri maksimalnom kapacitetu ventilacionog sistema, ostvaren je stepen redukcije 95-68% u toku 8-13 s respektivno. Snižavanjem kapaciteta ventilacionog sistema, tendencijski slično redukciji NH_3, opadala je efikasnog DF-a.

Prema rezultatima široko dostupnih podataka za razvijene varijante sličnih sistema, sa signifikantno višim pritiscima i protocima radnog fluida, ostvareni rezultati mogu se svrstati u rang dobrih. Razlog ovome je i energetski aspekt procesa u DF-u, gde je pad pritiska bez moguće varijante recirkulacije vazduha, bio maksimalno 70 Pa. Maksimalnim kapacitetom sistema pranja, sa adekvatnim hemijskim aditivima, izvestan je značajan uticaj na povećanje efikasnosti prečišćavanja DF-om. Na osnovu uočenih nedostataka i formiranog matematičkog modela za korišćene segmente procesa filtracije, u toku je razvoj poboljšanog DF-a sa značajno smanjenom zapreminom i povećanim efektom interakcije radnog fluida sa vazduhom na molekularnom nivou.

Usklađenost ventilacionog sistema sa filtracijom i recirkulacijom vazduha

Nemoguća je kontrola uzgojnog ambijenta bez efikasne dislokacije patogenih familija mikrosveta. U prilog njihovom opstanku idu relativno loša tehnička rešenja ventilacionih sistema. Zastupljenost mrtvih vazdušnih zona bazni je pokazatelj kvaliteta ventilacionog sistema, po pravilu lociranih u zoni tavanice. Naime, vazduh u aproksimativno stacionarnom stanju, relativne vlažnosti iznad 80%, kao specifično lakši skoncentrisan je u zoni tavanice. Kao takav predstavlja važan faktor za potencijalan razvoj mikrosveta. U izvesnom trenutku, određene grupacije mikroorganizama razvijaju se geometrijskom progresijom, sa sklonošću desantnog nastupa. Pored redovne veterinarske preventive, kao značajne karike u lancu troškova, ovakve ekscesne situacije rezultiraju signifikantnim pomorstvom ili snižavanjem efikasnosti stepena konverzije hrane unutar posmatranog ciklusa svinjarskog, a ekstremno peradarskog uzgoja.

Pokretna, lako demontažna i dezinfektivno obradiva, platforma za distribuciju vazduha ka plafonu omogućava njegovo pranje i sakupljanje hemijski već tretiranih potencijalnih vrsta mikrosveta, sl. 3. Ovakva smeša distribuira se ka DF-u na UV tretman, čime se eliminišu preživele grupacije mikrosveta. Radni fluid je izvesno mala količina vode, zamenljiva svežom, a kao mikrobski bezbedna upotrebljiva pri održavanju podne površine zatvorenog "sifon" sistema.

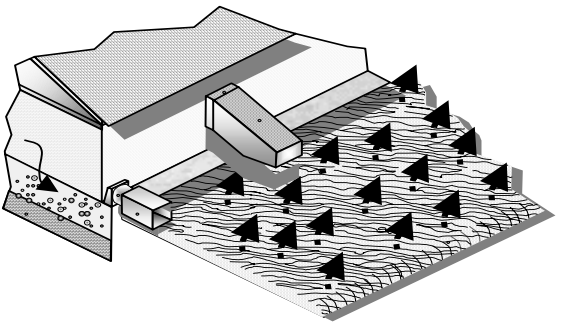


Ortogonalna projekcija *Frontalna projekcija*

Sl. 3. Predlog tehničkog rešenja pokretne ventilacije

Biofilter

Biofilter je prosta pokrivna naslaga organskih materijala, mešavina komposta i drvene piljevine, kao medij za progresivan razvoj mikrobiološke populacije. Vazduh neprijatnog mirisa prinudno se sprovodi kroz medij, od mikroba bazno transformisan u CO_2 i H_2O. Ključni faktori biofilter redukcije neprijatnih mirisa su vreme interakcije vazduh/medij i sadržaj vlage u njemu. Biofilteri otvorene postelje, dubine medija 25-45 cm, površinski značajno veći od natkrivenih, preovlađujući su, sl. 4.



otvoreni biofilter

nadkriveni biofilter

Sl. 4. Varijante biofiltera

Bazni elementi biofiltera otvorene postelje su:

- mehanički ventilisan prostor sa prisutnom biodegradacijom i gasnom emisijom,
- manipulativni prostor za pokretanje izduvnog vazduha iz objekta za uzgoj ili skladišta za stajnjak kroz medij biofiltera,
- vazdušni plenum za distribuciju izduvnog vazduha ravnomerno ispod biofilter medija i
- porozni biofilterski medij, izvor organskih struktura adekvatne vlažnosti, kao životni prostor mikroorganizama.

Mikroorganizmi pridruženi organskom mediju kreiraju biofilm. U biofilmu, oksidišu biološki razgradljivi gasovi u CO_2, H_2O, mineralne soli i biomasu. Nakon toga, značajno prečišćen vazduh napušta biofilter (do 78%). Kontrola optimalne vlažnosti biofilterskog medija, prema vrsti materijala omogućava operativni period 3-5 godina.

Porozno gumeni pokrivač

Sl. 5. Primena gumeno-poroznog pokrivača na površini lagune tečnog stajnjaka (probni položaj u Ajovi)- levo i University Olfactometer Laboratory- desno

Sloj približno 8 cm porozno-gumenog pokrivača redukovao je neprijatni miris sa 77 do 99% iz laguna skladišta tečnog stajnjaka tokom šestonedeljnog tretmana (emisija NH_3 nije praćena). Obzirom da fizičke iritacije tečnog stajnjaka nije bilo, koncentracija H_2S bila je ispod detektujućeg limita.

U drugom tretmanu, tokom četvoromesečno ocenjivačkog perioda, fino usitnjeni pokrivač pokazao se veoma efikasnim pri redukciji neprijatnih mirisa probne lagune-hidroizolovani bazen. Monitoring kontrola koncentracija NH_3 i H_2S ukazala je na njihov visok nivo redukcije do 70%. Ocena integriteta pokrivača na klimatske promene bila je visoko zadovoljavajuća.

ZAKLJUČAK

Redukcija neprijatnih mirisa, organske i anorganske prašine, nepoželjnih gasnih komponenti i prisutnog mikrosveta u ambijentima prostora za animalni uzgoj, pored konvencionalnih niskoefikasnih metoda, moguća je primenom vlažne filtracije sa kombinacijom efekta UV zračenja i hemijskih aditiva. Razlozi ovome su značajni benefiti tehničko-tehnološke i energetske prirode, zaštita humanog faktora kao direktnog učesnika uzgojnih procesa, poboljšanje odnosa input/output uzgojnog ciklusa, produkcija kvalitetnog baznog proizvoda i rešenje problema već postojećih zakonskih regulativa za zaštitu životne sredine.

Za redukciju neprijatnih mirisa i emisije gasnih komponenti sa efektom staklene bašte, intenzivno se usavršavaju tehnologije AD digestije sa produkcijom biogasa transformisanog u bazne energetske oblike (toplota + električna energija) i separiranog organskog nutrienta paralelno sa filtracijom neprijatnih mirisa.

Za niskoproduktivne farming sisteme sa laguna tečnog stajnjaka, u svrhu redukcije neprijatnih mirisa, H_2S i NH_3, ekonomski i operativno interesantne varijante su biofilteri i primena porozno-gumenih pokrivača velike otpornosti na ekstremne klimatske uslove.

LITERATURA

[1] ASHRAE. 1993. Fundamentals Handbook. ASHRAE, Atlanta, USA.

[2] ASHRAE. 1999. HVAC Applications Handbook. ASHRAE, Atlanta, USA.

[3] Butera M., J.H. Smith, W.D Morrison, R.R. Hacker, F.A. Kains and J.R. Ogilvie. 1991. Concentration of respirable dust and bioaerosols and identification of certain microbial types in a hog-growing facility. Canadian Journal of Animal Science 71: 271-277.

[4] Groot Koerkamp, P.W.G., J.H.M. Metz, G.H. Uenk, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schöder, K.H. Linkert, S. Pedersen, H. Takai, J.O. Johnsen and C.M. Wathes. 1998. Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research. 70: 79-95.

[5] Hartung J. 1999. Airborne emissions from animal production and its impact on environment and man. In Proceedings of the International Congress 'Regulation of Animal Production in Europe'.

[6] Hartung J., Phillips V.R. 1994. Control of gaseous emissions from livestock buildings and manure stores. Journal of Agricultural Engineering Research 57, 173-179.

[7] Maghirang R.G., L.L. Christianson, G.L. Riskowski and H.B. Manbeck. 1995. Dust control strategies for livestock buildings - a review. ASHRAE Transactions SD-95-15-1:11611168.

[8] Martin W.T., Y. Zhang, P. Willson, T. P. Archer, C. Kinahan and E.M. Barber. 1996. Bacterial and fungal flora of dust deposits in a pig building. Occupational and Environmental Medicine 53(7): 484-487.
[9] Seedorf J., J. Hartung, M. Schöder, K.H. Linkert, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, S.Pedersen, H. Takai, J.O. Johnsen, J.H.M. Metz, P.W.G. Groot Koerkamp, G.H. Uenk and C.M. Wathes. 1998. Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in livestock buildings in northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research. 70: 97-109.
[10] Takai H., F. Mǫller M. Iversen S.E. Jorsal and V. Bille-Hansen. 1995. Dust control in pig houses by spraying rapeseed oil. Transactions of the ASAE 38(5):1513-1518.
[11] Takai H., S. Pedersen, J.O. Johnsen, J.H.M. Metz, P.W.G. Groot Koerkamp, G.H. Uenk, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schöder, K.H. Linkert, and C.M. Wathes. 1998. Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research. 70: 59-77.
[12] Williams A.G. 1984. Indicators of piggery slurry odour offensiveness. Agricultural Wastes 10, 15-36.

Rad je sastavni deo projekta istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2008-2010: "Unapređenje i očuvanje poljoprivrednih resursa u funkciji racionalnog korišćenja energije i kvaliteta poljoprivredne proizvodnje". Evidencioni broj: 20076

REDUCION OF AIR POLLUTION LEVEL IN LIVESTOCK HUSBENDARY

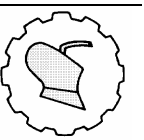
Miodrag Zoranović, Anđelko Bajkin, Vlado Potkonjak
Faculty of Agriculture - Novi Sad zormi@polj.ns.ac.yu

Abstract: In domestic conditions, except industrial and municipal sewages, at the reduced level of livestock husbendary production, manure is labeled as dangerous matter, with certain pollution level of three basic vital factors: air, water and soil. For odors and basic gaseous contaminants (NH_3, H_2S, CO, CO_2 i N_2O) reduction, inside breeding ambient and their evacuation by ventilation system in surroundings, there is described laboratory tested variant of scrubbing dynamic filter DF with its satisfied results. For manure negativ influence on ecosystem there are presented variants of biofilters and porous-rubber cover of slurry lagoon with their approximate results.

Key words: *air, ambient, ecosystem, dinamic filter, biofilter, rubber cover.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 89 - 98

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku



UDK: 502.174.3

STANJE I PERSPEKTIVE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U SRBIJI

Branko Radičević[1], Đukan Vukić[1], Nikola Rajaković[2]
[1]*Poljoprivredni fakultet – Beograd*
[2]*Elektrotehnički fakultet – Beograd*

Sadržaj: U radu je prikazan pregled aktuelnih tehnologija obnovljivih izvora energije i perspektiva za njihov dalji razvoj. Analiziran je razvoj obnovljivih izvora energije u elektroenergetici i njihov uticaj na razvoj unapređenog koncepta elektroenergetskog sistema sa distribuiranim izvorima električne energije. U radu je detaljno prikazano stanje i perspektive razvoja obnovljivih izvora energije u Srbiji imajući u vidu fascinantan razvoj ovih izvora energije u Evropi i svetu.

Ključne reči: *obnovljivi izvori energije, energetika, distribuirana proizvodnja energije.*

1. UVOD

Početak III milenijuma zahteva preispitivanje konvencionalne slike integralne energetike. Programi uvođenja obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti su od kritične važnosti za obezbeđivanje energetske sigurnosti, ali istovremeno i za dobijanje čiste i jeftine energije, a sve u skladu sa konceptom održivog razvoja.

Dramatično povećanje cene sirove nafte pojačava potrebu za obnovljivim izvorima energije. Usled koncentracije energetskih resursa u svega nekoliko oblasti u svetu, korišćenje fosilnih goriva stvorilo je sistem međuzavisnosti, tako da se države koje zavise od uvoza fosilnih goriva nalaze u podređenim položajima, što dovodi do političke, ekonomske i socijalne nestabilnosti.

Obnovljivi izvori energije, od kojih su pojedini sasvim novi, a neki se koriste već duže vreme, obuhvataju: energiju sunčevog zračenja, vetropotencijal, vodni potencijal, geotermalni potencijal, biomasu itd. Neki od ovih izvora već na postojećem tehnološkom nivou razvoja omogućavaju profitabilnu proizvodnju električne energije, dok su pojedini još uvek u razvojnoj fazi, pa se njihova komercijalna primena tek očekuje. Trenutni obim investicija u obnovljive izvore energije iznosi i do 20% od ukupnih investicija u globalnoj energetici. Dalji razvoj ovih tehnologija može značajno da utiče na tržišta električne energije, i na povećanje broja radnih mesta u ovim oblastima [1].

Javno mnjenje sve više brine problem ekologije i globalnih klimatskih promena, i zbog toga postoji određeni pritisak da se učešće obnovijivih resursa poveća, u narednih dvadesetak godina, čak i do 30% od ukupnog energetskog bilansa. Mehanizmi za ovakvo povećanje polaze od posebnih poreskih režima i drugih olakšica.

Prirodni i tehnički potencijal obnovljivih izvora energije dovoljan je da zadovolji sveukupne energetske zahteve svetske populacije. Međutim, ulaganja u industriju baziranu na fosilnim i nuklearnim gorivima su na postojećem nivou i do deset puta veća od ulaganja u razvoj tehnologija obnovljivih izvora energije. U industrijalizovanim zemljama se samo oko 7% od ukupnog fonda za istraživanje i razvoj odvaja na obnovljive izvore energije, dok se za istraživanje i razvoj nuklearnih i drugih tehnologija odvaja čak 70%. Na osnovu ovoga je jasno da se korišćenju obnovljivih izvora energije mora dati visoki politički i ekonomski prioritet, kako bi se izvršila preorijentacija ka ovim izvorima energije i njihovom tehnološkom razvoju [2].

2. DISTRIBUIRANA PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Prisustvo izvora električne energije relativno male snage priključenih na distributivnu mrežu srednjeg ili niskog napona je novijeg datuma. Ovaj vid proizvodnje naziva se distribuiranom proizvodnjom. Distribuirani izvori napajaju lokalna potrošačka područja, čime smanjuju ukupnu potrošnju i gubitke u sistemu i popravljaju naponske prilike. Primarni izvori energije za distributivne generatore su uglavnom obnovljivi, pa distribuirana proizvodnja predstavlja dugoročno i ekološki čisto rešenje, što je njena velika prednost.

Koncept izgradnje velikih proizvodnih jedinica i razvoja centralizovanih elektroenergetskih sistema prestaje da bude jedini prihvatljiv i dobija alternativu u razvoju malih distribuiranih kapaciteta koji će vremenom preuzeti na sebe značajan deo potreba za energijom. Pri tom ova dva pristupa ne isključuju jedan drugi, već se mogu dopunjavati, u smislu da nova, "zelena" energija dolazi što više iz obnovljivih izvora, uz i dalje važnu ulogu velikih elektrana, pre svega u očuvanju stabilnosti i pouzdanosti sistema. Na dinamiku širenja distribuiranih izvora dosta utiču i zakonske regulative vezane za tu oblast, naročito u zemljama u tranziciji i sa neregulisanim svojinskim odnosima [5].

Distribuirani izvori električne energije se prema instalisanoj snazi dele na:

- Mikro, snage manje od 5 kW
- Mali, snage od 5 kW do 5 MW
- Srednji, snage od 5 MW do 50 MW
- Veliki, snage veće od 50 MW.

Prema vrsti primarnog energenta u distribuirane izvore električne energije spadaju:

- Obnovljivi, kao što su: vetrogeneratori, solarne elektrane (fotonaponski izvori i termo-solarne elektrane), male hidroelektrane (MHE), elektrane na biomasu i biogas, geotermalne elektrane, elektrane na plimu i oseku.
- Neobnovljivi, u koje spadaju elektrane na fosilna goriva (ugalj, naftu i prirodni gas) i gorivne ćelije.

Podela distribuiranih izvora električne energije prema funkcionalnoj ulozi podrazumeva:

- Distribuirani izvori za rezervno napajanje (standby). Služe kao rezerva glavnom mrežnom napajanju u industrijskim objektima i kod prioritetnih potrošača. Najčešće se koriste dizel-električni agregati, gorivne ćelije i akumulatorske baterije.
- Autonomni izvori napajanja (stand alone). Njihova uloga je da snabdevaju pojedinačne potrošače koji nisu priključeni na distributivnu mrežu. Ovde spadaju dizel-električni agregati, fotonaponski izvori i vetrogeneratori manjih snaga.

- Izvori za napajanje udaljenih i ruralnih potrošačkih centara (rural and remote applications). Mogu da rade kao autonomni ili kao podrška glavnom napajanju koje u slučaju ovih potrošača uglavnom karakteriše loš kvalitet električne energije. Koriste se MHE, elektrane na biomasu, vetrogeneratori, dizel agregati.
- Izvori za kogenerativnu proizvodnju električne i toplotne energije (combined heat and power - CHP). Misli se na termoelektrane-toplane sa gasnim i parnim mikroturbinama, dizel-električne agregate, geotermalne elektrane i gorivne ćelije.
- Izvori za pokrivanje vršnog opterećenja (peak load shaving sources). Javljaju se najčešće u sprezi sa velikim potrošačima i služe za smanjivanje troškova usled vršnog opterećenja, kao i za popravku naponskog profila. Uglavnom se koriste brze mikroturbinske elektrane i akumulacione MHE.
- Izvori za pokrivanje bazne proizvodnje (base load sources). Stalno su priključeni na distributivnu mrežu i mogu učestvovati u regulaciji tokova snaga i naponskih prilika. Ovakvu primenu pre svega imaju izvori koji nemaju mogućnost akumulisanja primarnog energenta, a to su protočne MHE, vetrogeneratori i solarne elektrane.

3. PREGLED OBNOVLJIVIH IZVORA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Stalno povećanje ljudske populacije i savremen način života uzrokuju stalni rast globalnih svetskih potreba za energijom. S druge strane, rezerve fosilnih goriva kao glavnih izvora energije rapidno se smanjuju, a njihova cena raste. Ovaj nesklad glavni je uzrok što se u poslednjih nekoliko decenija sve veća pažnja poklanja obnovljivim izvorima energije. Njihov energetski potencijal višestruko je veći od ukupnih potreba čovečanstva, a iskoristivost tog potencijala u dobroj meri zavisi od razvoja tehnologija za proizvodnju i eksploataciju ovih izvora. Velika prednost u njihovoj daljoj primeni predstavlja činjenica da pri proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora gotovo da nema negativnih uticaja na životnu sredinu.

Zahvaljujući naglom razvoju tehnologije izrade vetrogeneratora, svetsko tržište ovog izvora energije imalo je veoma dinamičan razvoj u poslednje dve decenije. Nagli skok beleži ukupna instalisana snaga, ali i maksimalna snaga pojedinačne vetrogeneratorske jedinice (sredinom 2008. godine u svetu je instalisano oko 95000 MW vetroenergetskih kapaciteta). Predviđa se da će do kraja 2020. godine u svetu biti instalisano oko 1200000 MW vetrogeneratorskih kapaciteta, sa godišnjom proizvodnjom od preko 3000 TWh, što će pokrivati oko 12% svetskih potreba za električnom energijom [3].

Snage modernih vetrogeneratora obično se kreću u opsegu od 100 kW do 5 MW, sa maksimalnim stepenom iskorišćenja od oko 45 %. Elise su najčešće trokrilne, a horizontalna osovina turbine može da rotira oko ose stuba i prati pravac duvanja vetra. Da bi izgradnja vetrogeneratora bila ekonomski isplativa, srednja godišnja brzina vetra merena na visini ose vetroturbine treba da bude veća od 6 m/s. Za detaljnu ekonomsku analizu neophodno je sprovesti namenska merenja vetra i detaljne proračune vetropotencijala za šta su razvijeni namenski softveri. Generatorske jedinice često se grupišu pa formiraju vetroelektrane, koje se grade kako na kopnu (onshore), tako i na moru u priobalnom plitkom pojasu (offshore). Instalisana snaga vetroelektrana može biti i preko 300 MW.

U cilju što boljeg iskorišćenja energije vetra i stabilnog i pouzdanog rada vetroelektrane koja je priključena na elektroenergetski sistem postoji više koncepta elektromehaničke konverzije energije vetra. Osnovna podela je na sistem sa promenljivom brzinom i sistem sa konstantnom brzinom obrtanja vetroturbine [4]. Sistem sa konstantnom brzinom obično ima asinhronu kaveznu mašinu i ovaj koncept se odlikuje robusnošću i niskom cenom. Nedostatak je relativno slab stepen iskorišćenja i zahtevi za reaktivnom energijom. Takođe, ovaj koncept zahteva postojanje multiplikatora koji prilagođava brzinu obrtanja turbine brzini obrtanja generatora. Kod sistema vetrogeneratora sa promenljivom brzinom često se koristi sinhrona višepolna mašina koja ne zahteva reduktor (direct drive) što predstavlja veliku prednost. Nedostatak ovog koncepta je korišćenje energetskog pretvarača koji mora imati snagu koja odgovara snazi samog generatora. Danas se sve više koristi i rešenje za vetrogeneratore u vidu dvostruko napajane asinhorne mašine kod koje je pretvarač uključen u rotorsko kolo i ima snagu oko 25% od nominalne snage generatora, što mu je prednost u odnosu na sinhronu mašinu, ali ovaj koncept zahteva postojanje reduktora.

Zahvaljujući razvoju tehnologije vetrogeneratora i efektu koji stvara ekonomija obima cena električne energije proizvedene iz vetrogeneratora se u poslednjih dvadesetak godina višestruko smanjila. Cena ukupnih investicija su bile oko 1500 $/kW za vetroturbine snaga oko 150 kW (1989. godina), da bi pala na oko 900 $/kW za vetroturbine snaga oko 2000 kW (2008. godina). Evidentan je uticaj ekonomije veličine.

Cena elektronske opreme sa rastom snage se neznatno menja, cena rotora sa lopaticama je proporcionalna prečniku rotora (Cr~D), proizvedena snaga je proporcionalna kvadratu prečnika rotora ($P \sim D^2$), dodatni troškovi (izrada projekta, rentiranje zemljišta, izgradnja puta i električne mreže) za izgradnju veće vetroturbine su zanemarljivo veća od one koja je potrebna za izgradnju male vetroturbine, pa se danas sve više grade vetroturbine velikih snaga 2,5 MW i više.

lako su vetroelektrane ekološki izvor one imaju i određene negativne uticaje na životnu sredinu. Neki od negativnih uticaja su buka, mehaničke vibracije, estetski izgled, zagađenja koja potiču od samih postavljanja vetroturbina, ptice koje se sudaraju sa vetroturbinama i drugo. Realno gledano, u poređenju sa elektranama na fosilna goriva negativan uticaj vetroelektrana je zanemarljiv.

U elektroenergetskim sistemima energija Sunca eksploatiše se na dva načina. Foto-električna konverzija podrazumeva direktno pretvaranje Sunčeve energije u električnu pomoću foto-naponskih ćelija (Photovoltaic-PV) grupisanih u module. Ovako dobijen jednosmerni napon može se koristiti za napajanje motora jednosmerne struje ili punjenje akumulatorskih baterija, dok se ostale funkcije PV sistema kao distribuiranih izvora ostvaruju uz konverziju jednosmernog u naizmenični napon. Prednost ovih sistema je u tome što se paneli sa ćelijama mogu postaviti na zid ili krov objekta kojeg napajaju, pa nema dodatnih troškova izgradnje ili zakupa zemljišta. Nedostatak PV sistema je nizak stepen iskorišćenja (oko 15%) i još uvek visoka cena.

Termo-električna konverzija predstavlja pretvaranje Sunčeve energije prvo u toplotnu, čime se dobija vodena para koja pokreće turbinu i generator, pa zatim u električnu. Ovo je čini veoma pogodnom za kogeneraciju. Sunčevi zraci se usmeravaju ka jednom, centralnom kolektoru pomoću sistema ploča sličnih ogledalima, ili se prate i sakupljaju pomoću sudova paraboličnog oblika.

Nekoliko zemalja u Evropi ima značajne prirodne resurse neophodne za korišćenje geotermalne energije za proizvodnju električne energije. Početkom 2005. godine u 25 zemalja članica EU kapaciteti geotermalne energije su iznosili oko 2000 MWth. Mađarska je najveći korisnik geotermalne energije srednje i niske temperature sa instalisanim kapacitetima od 690 MWth. Italija je druga zemlja po kapacitetu od 486 MWth, a Francuska treća sa 292 MWth instalisanih kapaciteta. Ukupno se oko 30% od ove energije koristi kao električna energija. Cena električne energije dobijene iz geotermalnih postrojenja konstantno opada.

Na osnovu relevantnih studija uticaja geotermalne energije na životnu sredinu, geotermalna energija je klasifikovana kao "čista" i obnovljiva energija. Problemi se mogu javiti zbog alkalnosti i saliniteta zbog solubilnosti hemijskog sastava radnih fluida. Jedna od metoda za odstranjivanje potencijalnih havarija je irigacija tla, isušivanje tla, kultivacija tla, upotreba mešavine geotermalne vode i kišnice u kombinaciji sa đubrenjem tla.

Upotreba geotermalnih fluida nosi sa sobom mogućnost zagađenja životne sredine. Gasoviti zagađivači koji se emituju kao na primer H2S, se mogu odstraniti uz pomoć specijalnih kondenzatora. Tečni zagađivači sa visokim sadržajem entalpije se ponovo ubacuju u geotermalni rezervoar, čime se izbegava zagađivanje površinskih voda. Tehnički problemi koje se javljaju su povezani sa oksidacijom i korozijom, kao i sa postojanjem blata koje nastaje ispuštanjem fluida. Ovi tehnički problemi se rešavaju upotrebom razmenjivača toplote i odgovarajućih materijala za izgradnju elektrana.

Gorivne ćelije pretvaraju hemijsku energiju dobijenu reakcijom vodonika i kiseonika u električnu i toplotnu energiju, a kao nusproizvod daju vodu. Vodonik se kao gorivo dobija elektrolizom vode, ili preradom prirodnog gasa, metanola ili benzina. Za razliku od konvencionanih termoelektrana, hemijska energija se direktno pretvara u električnu, bez toplotne i mehaničke energije kao posrednika. Gorivne ćelije zato nisu ograničene stepenom korisnog dejstva idealnog Carnot-ovog ciklusa, pa on može biti i dva puta veći nego kod konvencionalnih termoelektrana (do 65% pri proizvodnji električne energije i do 80% pri kogeneraciji). Osim toga, gorivne ćelije ne emituju štetne gasove (izuzev minimalne štetne emisije pri radu na visokim temperaturama), niti proizvode vibracije i buku. Sve ovo čini ih pogodnim za lociranje veoma blizu potrošača (u podrumu zgrade npr.), što daje uštedu gubitaka i olakšava korišćenje dobijene toplote za grejanje stanova. Ako se u obzir uzmu i njihove dobre mogućnosti za primenu u motornim vozilima, zahvaljujući relativno malim gabaritima, raspoloživosti primarnog energenta i modularnoj konstrukciji, postaje jasno zašto su gorivne ćelije jedan od najperspektivnijih distributivnih izvora danas.

Osnovni delovi od kojih se sastoji jedna gorivna ćelija su: anoda, katoda, katalizator i elektrolit. Tehnologije izrade zavise uglavnom od vrste primenjenog elektrolita, pa postoje sledeći tipovi gorivnih ćelija:

- sa membranom za razmenu protona (Proton Exchange Membrane Fuel Cells-PEMFC)
- sa fosfornom kiselinom (Phosphoric Acid Fuel Cells-PAFC)
- sa čvrstim oksidom (Solid Oxide Fuel CellsSOFC)
- sa rastopljenim karbonatom (Molten Carbonate Fuel Cells-MCFC)
- alkalne gorivne ćelije (Alkaline Fuel Cells-AFC)

Slično kao akumulatorske, i gorivne ćelije se vezuju u baterije radi dobijanja veće snage. Postoje proizvodne jedinice sa nekoliko hiljada povezanih ćelija, sa ukupnom snagom od 5 MW. Jedna elektrana sa gorivnim ćelijama sastoji se od tri podsistema: podsistema za procesiranje goriva, tj. dobijanje vodonika iz nekog ugljovodoničnog izvora, podsistema u kojem se vrši elektrohemijski proces dobijanja električne i toplotne energije, i podsistema u kojem postrojenja energetske elektronike pretvaraju dobijeni jednosmerni napon u naizmenični. Gorivne ćelije veoma su pogodne za kombinovanje sa obnovljivim izvorima, sa kojima čine tzv. hibridne sisteme za proizvodnju električne energije. Ovim se eliminišu nepovoljne osobine obnovljivih izvora koje potiču od njihovog stohastičkog karaktera, pa se snagom ovakvih sistema u dobroj meri može upravljati.

Na kraju ovog poglavlja važno je ukazati i na jedan poseban aspekt razvoja obnovljivih izvora, a to je otvaranje novih radnih mesta, koji je posebno interesantan za zemlje u tranziciji.

4. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U SRBIJI

Razvoj našeg društva i naše zemlje u bližoj i daljoj budućnosti u ogromnoj meri će zavisiti od stanja u oblasti energetike. Strateški razvoj energetskog sektora treba da omogući pouzdano, ekonomično i kvalitetno snabdevanje potrošača energijom i odabrani model razvoja treba da pomogne u prevazilaženju energetske krize u kojoj se nalazi naša zemlja. Energetska situacija je naročito loša u oblasti elektroenergetike. Uzroci su višestruki, a posledica je manjak i loš kvalitet električne energije. Kako bi se ovaj trend zaustavio već su preduzete određene mere, koje se uglavnom odnose na povećanje energetske efikasnosti i revitalizaciju kapaciteta elektroenergetskog sistema. Međutim, jasno je da se bez novih izvora ne može računati na uspešno prevazilaženje elektroenergetske krize. S obzirom da je energetski problem globalni svetski problem, koji neke evropske države uspešno rešavaju, prirodno je da pri definisanju našeg modela energetskog razvoja proučimo svetska, a pre svega evropska kretanja iz oblasti energetike. Pozitivna iskustva evropskih zemalja treba da budu smernica našem daljem energetskom razvitku.

Osnova razvoja obnovljivih izvora je postojanje tehnički iskoristivih resursa koji u našoj zemlji još uvek nisu u potpunosti istraženi. U ovom poglavlju je dat pregled perspektiva razvoja obnovljivih izvora energije u Srbiji sa aspekta resursa. Osim resursa za što skorije pokretanje pilot projekata i buduću izgradnju kapaciteta koji koriste obnovljive izvore neophodno je doneti zakonsku regulativu za izgradnju i priključenje ovakvih izvora na elektroenergetski sistem. Takođe je, zbog niske cene električne energije i ne uvažavanja troškova uticaja proizvodnje električne energije na životnu sredinu, potrebno da se obezbede subvencije koje bi obnovljive izvore učinile konkurentnim u postojećim uslovima. Formiranjem tržišta električne energije koje će uvažavati i eksterne troškove subvencije se mogu postepeno ukinuti, jer u takvim tržišnim uslovima obnovljivi izvori energije postaju u potpunosti konkurentni.

5. RESURSI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U SRBIJI

Raspoloživa energija vetra u Srbiji varira u velikoj meri od regiona do regiona, i bitnih razlika ima čak i na malim udaljenostima. Druga karakteristika prostorne raspodele raspoloživog potencijala energije vetra u Srbiji, koja može da se smatra

neuobičajenom, je da je energija vetra raspoloživa više u nižim predelima nego u višim. Ovaj paradoks može da se objasni činjenicom da su vetrovi najčešće *catabatic* i da im je veća brzina pri silaznom kretanju. Procena potencijala vetrova koja je data u atlasu vetrova nije dovoljno detaljna kako bi se sagledale neke lokalne karakteristike. Ove karte pokazuju priličnu promenljivost u pogledu snage na kratkim rastojanjima, posebno u brdsko planinskim oblastima.

Severoistočni deo Srbije karakteriše jak lokalni jugoistočni vetar. Ovaj vetar sa silaznom komponentom je jači od uzlaznog vetra koji se istovremeno javlja. Oblast u kojoj duva ovaj lokalni vetar (Košava), je okružena sa južne i istočne strane planinama, a otvorena je prema severu i zapadu. Košava se najčešće javlja u toku hladnijeg perioda godine, zbog čega je sprega korišćenja sunčeve energije i energije vetra u ovoj oblasti važna za Srbiju. U toku toplijeg dela godine dominiraju zapadni vetrovi. Raspoloživa energija vetra u ovom periodu godine je znatno manja nego zimi.

U Srbiji je obezbeđeno neprekidno registrovanje vetra u meteorološkoj mreži. Merenja brzine vetra se vrše na standardnoj visini od 10 m. Anemometri su uglavnom starijeg tipa sa zapisom na traci (anemografi), pa su iz tog razloga podaci o srednjim satnim brzinama vetra uglavnom nedostupni. U poslednje dve godine u nekoliko mernih stanica u Srbiji je instalirana moderna digitalna oprema sa daljinskim očitavanjem merenja parametara vetra.

Merenja u meteorološkim stanicama omogućavaju samo izdvajanje regiona koji su bogati vetrom. Za sagledavanje energetskog potencijala vetra neophodno je za svaku odabranu lokaciju (region), sprovoditi posebno utvrđivanje karakteristika raspoloživog potencijala vetra. Greška u proceni brzine vetra od 10% unosi grešku u proceni snage vetra od 30%, jer je snaga vetra proporcionalna trećem stepenu brzine [3]. Takođe je bitno utvrditi i ostale pokazatelje kvaliteta vetra kao što su: stabilnost smera, turbulentnost, visinki profil i drugo. Iz tog razloga neophodno je vršiti namenska merenja brzine vetra sa merno-akvizicionim sistemima koji su opremljeni anemometrima visoke klase tačnosti. Izbor lokacije za postavljanje mernog stuba treba pre svega da omogući pouzdano sagledavanje vetroenergetskog potencijala u širem regionu merenja. Za tu svrhu koriste se različiti softveri, a najčešće WasP. Merenja se moraju sprovoditi celi broj godina, a najmanje godinu dana. Pri izboru lokacije treba voditi računa i o lokalnim efektima (efekat brda i efekat tunela) koji mogu bitno uticati na lokalno povećanje vetroenergetskog potencijala. S obzirom da je osnovni cilj merenja vezan za izbor lokacije za postavljanje vetroagregata i vetroelektrana, pri optimalnom izboru lokacije neophodno je voditi računa i o drugim faktorima koji utiču na tehno-ekonomsku isplativost gradnje vetroagregata na izabranoj lokaciji. Posebno su bitni: urbanistički plan, blizina i kapacitet elektroenergetske mreže, putna i telekomunikaciona infrastruktura, vizuelni i drugi negativni uticaji na sredinu, keraunički nivo i ostali meteorološki parametri [3].

Osnovne karakteristike sunčevog zračenja u Srbiji je da je insolacija veća u ravničarskoj panonskoj oblasti nego u planinskim oblastima. To se može objasniti većom oblačnošću u letnjem periodu u planinskoj oblasti. Na osnovu dosadašnjih hidrometeoroloških merenja može se zaključiti da postoje značajni resursi sunčeve energije u obe oblasti tokom cele godine. Godišnja prosečna dnevna količina globalnog sunčevog zračenja na horizontalnu površinu u Srbiji iznosi 13,5 MJ/m^2 (3,8 kWh/m^2), a za procenu tehnički ostvarljivog potencijala treba imati u vidu granične vrednosti

efikasnosti pretvaranja: za toplotno pretvaranje 84-90%, toplotno mehaničko-električno 28-32%, foto-naponsko 10-14%, [2].

Srbija se nalazi u zoni sa značajnim geotermalnim potencijalom. Na osnovu dosadašnjih istraživanja registrovano je ukupno 1080 prirodnih i "veštačkih" izvora termalne vode. Oblastima sa značajnim potencijalima geotermalne energije su: Mačva, Posavina, Tamnava, Pomoravlje i Podunavlje. Procenjuje se da se iz registrovanih izvora termalne vode može dobiti oko 185000 toe "zelene energije" godišnje. Uglavnom se radi o nisko i srednje temperaturnim izvorima koji se mogu koristiti za dobijanje sanitarne tople vode i za grajanje objekata.

Geotermalna energija u Srbiji se simbolično koristi, samo sa oko 86 MW, iako po geotermalnom potencijalu spada u bogatije zemlje. Korišćenje i eksploatacija geotermalne energije moraju postati intenzivniji, jer na to primoravaju sledeći faktori: tenzije naftno-energetske neravnoteže, neminovna tranzicija tržišne ekonomije, stalni porast deficita fosilnih i nuklearnih goriva, pogoršavanje ekološke situacije i porast troškova za zaštitu okoline. Najveći značaj za Srbiju imaće direktno korišćenje geotermalne energije za grejanje i toplifikaciju ruralnih i urbanih naselja i razvoj agrara i turizma. Geotermalne karakteristike teritorije Srbije su veoma interesantne. To je posledica povoljnog geološkog sastava terena i povoljnih hidroloških i geotermalnih karakteristika terena. Gustina geotermalnog toka je glavni parametar na osnovu kojeg se procenjuje geotermalni potencijal nekog područja. On predstavlja količinu geotermalne toplote koja svakog sekunda kroz površinu od 1 m^2 dolazi iz Zemljine unutrašnjosti do njene površine.

Na najvećem delu teritorije Srbije gustina geotermalnog toplotnog toka je veća od njegove prosečne vrednosti za kontinentalni deo Evrope, koja iznosi oko 60 mW/m^2. Najveće vrednosti od preko 100 mW/m^2 su u Panonskom basenu, centralnom delu južne Srbije i u centralnoj Srbiji. Na teritoriji Srbije van Panonskog basena nalazi se 160 prirodnih izvora geotermalnih voda sa temperaturom većom od 15°C. Najveću temperaturu od njih imaju vode izvora u Vranjskoj Banji (96°C), zatim u Jošaničkoj Banji (78°C), Sijerinskoj Banji (72°C) itd. Ukupna izdašnost svih prirodnih geotermalnih izvora je oko 4000 l/s. Prema sadašnjim saznanjima na teritoriji Srbije postoji 60 nalazišta geotermalnih voda sa temperaturom većom od 15°C do dubine od 3000 m. Ukupna količina toplote koja se nalazi akumulirana u nalazištima geotermalnih voda u Srbiji do dubine od 3000 m, oko dva puta je veća od ekvivalentne toplotne energije koja bi se mogla dobiti sagorevanjem svih vrsta ugljeva iz svih njihovih nalazišta u Srbiji. Izdašnost 62 veštačka geotermalna izvora, tj. geotermalne bušotine, na području Vojvodine je oko 550 l/s, a toplotna snaga oko 50 MW, a na ostalom delu Srbije iz 48 bušotina 108 MW.

Na teritoriji Srbije pored povoljnih mogućnosti za eksploataciju toplotne energije i ostalih geotermalnih resursa iz geotermalnih voda, postoje i povoljne mogućnosti za eksploataciju geotermalne energije iz "suvih" stena, (stene koje ne sadrže slobodnu podzemnu vodu). U tom slučaju voda se upumpava u podzemne tople stene gde se zagreva. Ispumpavanjem tako zagrejane vode ostvaren je prenos energije iz toplih stena. Eksploatacija energije iz ovog resursa neće početi u dogledno vreme kada se uzme u obzir i trenutno minimalno korišćenje prirodnih izvorišta tople i lekovite vode mada su u svetu razvijene i tehnologije za tu primenu.

Ukupni hidropotencijal Srbije procenjen je na oko 31000 GWh godišnje. Veći deo tog potencijala (oko 62%) je već iskorišćen, jer je ekonomski opravdano građenje većih proizvodnih kapaciteta. Ostatak hidropotencijala je iskoristiv gradnjom manjih i skupljih objekata posebno ako se računa na mini i mikro elektrane. Neke procene potencijala malih hidroelektrana, koje uključuju mini i mikro elektrane na preko 1000 mogućih lokacija sa instalisanom jediničnom snagom ispod 10 MW, kazuju da je na malim vodotokovima moguće ostvariti ukupnu instalisanu snagu od oko 500 MW i proizvodnju 2400 GWh/god. Od toga se polovina (1200 GWh/god) nalazi u Užičkom, Niškom i Kragujevačkom regionu, gde može da bude korišćen u brojnim malim postrojenjima sa ukupnom instalisanom snagom od oko 340 MW raspoređenom na oko 700 lokacija. Budući da je preostali neiskorišćeni hidropotencijal u Srbiji značajnim delom u opsegu male hidroenergetike, taj deo je i posebno izučavan. lzrađen je i katastar malih hidroelektrana za jedinične snage ispod 10 MW. Rezultat je iskazan u ukupnoj instalisanoj snazi od 453 MW i prosečnoj proizvodnji od 1600 GWh/god. na oko 868 lokacija.

Danas je u pogonu samo 31 mini hidroelektrana ukupne snage 34,8 MW i godišnje proizvodnje od 150 GWh. Van pogona je 38 mini hidroelekrana. Ove male hidroelektrane mogu se osposobiti za pogon uz ulaganje koje je zavisno od stanja u kome se nalaze. Postoje značajne mogućnosti ugradnje malih hidroelektrana u postojećim vodoprivrednim objektima, koje se takođe karakterišu znatno nižim troškovima.

Srbija raspolaže sa značajnim potencijalom različitih oblika otpada i biomase koji mogu da se koriste u energetske svrhe. Korišćenje otpada i biomase u energetske svrhe je jedan od najizglednijih načina korišćenja obnovljivih izvora energije u Srbiji. Analize pokazuju da ima dovoljno raspoloživih površina za namensku proizvodnju biomase i sirovina za proizvodnju biodizela i drugih biogoriva koja bi mogla značajno da zameni fosilna tečna goriva. Ravničarske regione u Srbiji, a posebno u Vojvodini karakteriše postojanje značajnog agrokulturnog otpada, dok je u planinskim regionima značajan drvno-prerađivački otpad. Procenjuje se da su ukupni resursi biomase u Srbiji oko 1,6 miliona toe/god.

ZAKLJUČAK

Neophodnost uključivanja obnovljivih izvora energije u nacionalnu strategiju razvoja energetike Srbije je naša realnost. U tom pogledu prvi korak bi morao biti utvrđivanje tehnički iskoristivih potencijala, donošenje efikasne i transparentne zakonske regulative za izgradnju i priključenje obnovljivih izvora energije na elektroenergetski sistem i obezbeđivanje povoljnih kredita i drugih subvencija za pilot postrojenja.

Strateški razvoj energetike u Srbiji u dosadašnjem periodu je bio uglavnom usmeren na eksploataciju fosilnih goriva i hidropotencijala velikih rečnih slivova, pa su i istraživanja resursa energetskih izvora bila uglavnom usmerena ka utvrđivanju rezervi uglja, nafte i gasa. Istraživanje resursa obnovljivih izvora nije sistematski sprovođeno u prethodnom periodu, pa se uglavnom raspolaže podacima koji za pojedine obnovljive izvore (pre svih vetra) nisu u dovoljnoj meri pouzdani. Istraživanje resursa obnovljivih izvora značajno je intenzivirano sa donošenjem Zakona o energetici Republike Srbije i Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine koji predviđaju učešće obnovljivih izvora u energetskom bilansu Republike Srbije u narednom periodu [6].

Prema dosadašnjim istraživanjima resursa obnovljivih izvora energije u Srbiji može se zaključiti da Srbija poseduje značajne resurse obnovljivih izvora energije pre svega biomase, hidropotencijala malih rečnih slivova, ali takođe postoje značajni potencijali solarne energije, gde je Srbija znatno bogatija od Nemačke koja je vodeća zemlja u Evropi po instalisanim fotonaponskim i foto-termalnim kapacitetima. Energija vetra je još uvek nedovoljno istražena, ali neka dosadašnja merenja, kao i istraživanja koja su u toku, ukazuju na značajan iskoristiv potencijal vetra u više regiona u Srbiji (naročito u regionu Južnog Banata i mnogobrojnim planinskim oblastima).

LITERATURA

[1] Mallon K., *Renewable Energy Policy and Politics*, Earthscan Publishers Ltd, London, 2005.
[2] Đajić N., *Energija za održivi svet*, Rudarsko - geološki fakultet, Beograd, 2002.
[3] Mikičić D., Radičević B., Đurišić Ž., *Wind Energy Potential in the World and in Serbia and Montenegro*, Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics, vol. 8, No 1, 2006.
[4] Vukić Đ., Radičević B., *Osobine asinhrone mašine sa dvostranim napajanjem i primena u vetrogeneratorskim postrojenjima*, 27. savetovanje Jugoslovenskog komiteta Međunarodnog saveta za velike električne mreže, Zlatibor, 2005.
[5] Đurišić Ž., Rajaković N., *Perspektivne tehnologije distribuirane proizvodnje električne energije*, Energija, br. 2, Jun 2005. str. 151-159.
[6] *Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine*, Službeni glasnik Republike Srbije, Beograd, 2004 -2005.

THE CURRENT STATE OF RENEWABLE SOURCES OF ENERGY AND THEIR FUTURE PROSPECTS IN SERBIA

Branko Radičević[1], Đukan Vukić[1], Nikola Rajaković[2]
[1]Faculty of Agriculture – Belgrade
[2]Faculty of Electrical Engineering – Belgrade

Abstract: This paper presents a review of the current technologies of renewable sources of the energy and the prospects for their future development. In this paper are analyzed the development of the renewable sources of energy in and their influence on the development of the improved concept of the electric power system with distributed sources of electrical energy. The state and prospects of the future development of renewable energy in Serbia are presented in detail. While doing this study, the fascinating development of these sources of energy in Europe and worldwide was taken into account.

Key words: *renewable sources of energy, electric power system, distributed production of energy.*

POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXIII
Broj 3, decembar 2008.
Strane: 99 - 107

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku

UDK: 631.147

TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA REŠENJA SAVREMENOG KORIŠĆENJA BIOMASE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE U DOMAĆINSTVIMA

Marjan Dolenšek[*], Snežana Oljača, Dušan Kovačević, Mićo V. Oljača[**]
[*]*Poljoprivredno-šumarski zavod, SI-8000 Novo Mesto, Slovenija*
marjan.dolensek@gov.si
[**]*Poljoprivredni fakultet - Beograd, Zemun, Srbija*
soljača@agrifaculty.bg.ac.yu; omico@agrifaculty.bg.ac.yu

Sadržaj: Kao potencijal drvne biomase može se uzeti u obzir deo drvne biomase iz šuma, drvna biomasa sa poljoprivrednih površina i površina u pošumljavanju i otpatci iz drvne industrije. Za vlasnika ili korisnika energije je od ključne važnosti realna procena potencijala (količina) drvne biomase. Potencijali nisu zavisni samo od prirodnih uslova (nadmorska visina, reljef) i od strukture poseda (površina šume, poljoprivredne površine, pilane), nego i od izabrane tehnologije pripreme i upotrebe drvne biomase (razni tipovi peleta ili klasično pripremljena drva za ogrev). Savremene tehnologije sagorevanja drvne biomase imaju visoku efikasnost, minimalne emisije CO_2 i veliku komfornost upotrebe kod grejanja. Prepreke za uvođenje ovakvog načina korišćenja su visoki troškovi investicije, i neophodne su subvencije iz javnih finansijskih sredstava države.

Ključne reči: *drvna biomasa, šume, površine u pošumljavanju, tehnologija pripreme i upotrebe drvne biomase.*

UVOD

Postavlja se pitanje, zašto je drvo u proteklom razdoblju izgubilo svoje mesto, a njegovo mesto su zauzela fosilna goriva u proizvodnji toplote na seoskim imanjima i kod vlasnika šuma. Uzrok je u neekonomičnosti upotrebe drveta u poređenju sa drugim izvorima. Pored cene fosilnih goriva (koja je porasla u poslednjih nekoliko godina), važan uzrok leži u zastarelim tehnologijama pripreme i sagorevanja drveta (velika potrošnja vremena, manuelan ručni rad). Danas na tržištu postoje savremene tehnologije za pripremu i energetsko korišćenje drvne biomase u domaćinstvima.

Prvi izvor drvne biomase je šuma. Drvo za energetsku upotrebu može se ubrajati među sporedne proizvode šume. Značajan potencijal su ostaci primarne, sekundarne i tercijarne prerade drveta. Ostaci sekundarne i tercijarne prerade drveta mogu se koristiti samo ako nisu kontaminirani bojama, sredstvima za impregnaciju i lepkovima. Drugi značajan izvor su poljoprivredne i urbanizovane površine (drvo i žbunje na travnjacima, oko vodenih površina i vodotokova, saobraćajnica, parkovi, ostaci rezidbe u voćnjacima itd.). Drvo je obnovljiv energetski izvor (uz poštovanje principa pravilnog gospodarenja šumama). Sagorevanje drveta ne povećava emisija CO_2, zbog zatvorenog kruga drvo-

sagorevanje-drvo. Isto tako je važan kao dostupan lokalni izvor energije. Njegova upotreba jača lokalnu ekonomiju.

Neki od najčešćih izvora biomase su:

- arborikulturalna biomasa (iz javnih parkova i šuma)
- razređivanje šuma
- otpaci drveta iz industrije (iz pilana)
- ostaci povrća, voća i iz bašta
- poljoprivredni i životinjski ostaci, kao što je slama
- (uključujući i ljuske od pirinča) i đubrivo
- vegetacija koja se uzgaja za potrebe dobijanja energije
- (energetski usevi): vrbe, topole, konoplje i miscanthus
- mulj (kanalizacijski mulj od komunalnog ili
- industrijskog čišćenja vode, papirni mulj), i
- otpaci od prerade hrane.

2. METODE

2.1. Potencijali drvne biomase

Postoje metode [2], za merenje i procenu potencijala drvne biomase na pojedinim posedima ili farmama. Metode su deo saveta vlasnicima šuma za efikasnu energetsku upotrebu drvne biomase. Za određivanje potencijala iz šuma koriste se podaci o planiranoj i realizovanoj seči drvne mase, podaci o planiranim i realizovanim postupcima nege šuma (npr. proređivanje stabala, higijenska seča) i druge podatke (zalihe drveta, prirast drvne mase) iz planova šumarske javne službe [1], (Zavod za šume). Iz tih podataka se može proceniti letnji potencijal za energetsku upotrebu drvne biomase.

2.2. Tehnologije savremene energetske (toplotne) upotrebe drvne biomase

Na osnovu domaćih i stranih podataka [1], [2], [3], i praktičnog iskustva u prošlim godinama, kod uvođenja savremenih tehnologija pripreme i upotrebe drvne biomase u energetske svrhe (proizvodnja toplote u domaćinstvima), pripremljen je pregled tih tehnologija i urađeno upoređenje njihove ekonomičnost sa fosilnim gorivima.

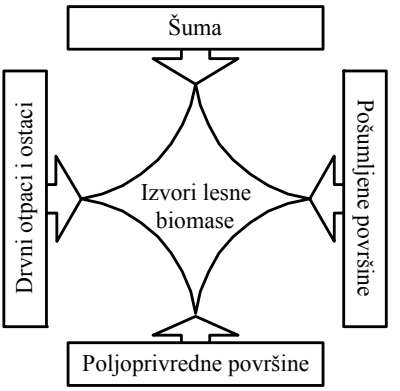
3. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA REŠENJA PRIKUPLJANJA BIOMASE DRVETA

3.1. Potencijali drvne biomase

Potencijali drvne biomase [3], iz svih mogućih izvora prikazani su šemom (Sl. 1). Ovi potencijali se mogu sumirati i formulom:

% od redovne godišnje seče
+ % od neplanirane godišnje seče
+ 100% iz nege šume (npr. proređivanje)
+ 100% od održavanja saobraćajne infrastrukture u šumi
+ 100% sa površina u pošumljavanju
+ 100% sa poljoprivrednih površina
+ 100% drvni otpaci (npr. stari nameštaj)
+ 100% ostaci prerade drveta u industriji (npr. strugotina).
Σ Potencijali drvne mase za energetsku upotrebu

Potrebno je napomenuti, da na procenu mogućih izvora drvne biomase utiče i tehnologija upotrebe-način loženja drveta (klasični oblik ili peleti) i minimalna debljina drveta.



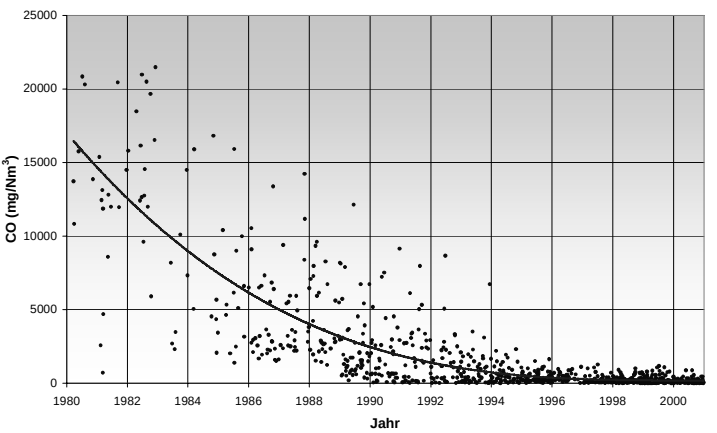
Sl. 1. Potencijali i mogući izvori drvne biomase

3.2. Tehnologije savremene energetske upotrebe drvne biomase – proizvodnja toplote

Upotreba drvne biomase za proizvodnju toplote može biti realizovana sa više načina:

- daljinski sistemi (toplane nazivne snage iznad 1 MW),
- grupni (za nekoliko kuća, selo, nazivne snage do 1 MW),
- individualni (pojedinačne, kuće sa povezanim objektima, nazivne snage od 100 do 200 kW).

Savremeni kotlovi na drvnu biomasu imaju iskoristljivost iznad 90%, a emisije štetnih materija u dimu su na nivou lož ulja ili gasa ili čak manje, prema podacima sa grafika (Sl. 2), koja prikazuje pad emisije CO kod testiranih kotlova u periodu od 20 godina.



Sl. 2. Smanjenje emisija CO kod testiranih kotlova na drvo [3]

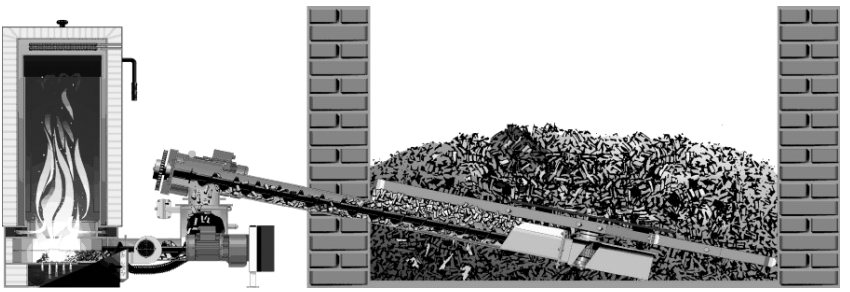
Savremeni kotlovi se podeljeni, obzirom na oblik drveta za loženje, na:

A) Kotlovi (Sl. 3), koji koriste isitnjene komade (sitno seckano drvo – sekanci), sa automatskim transportom drvne mase u kotao,

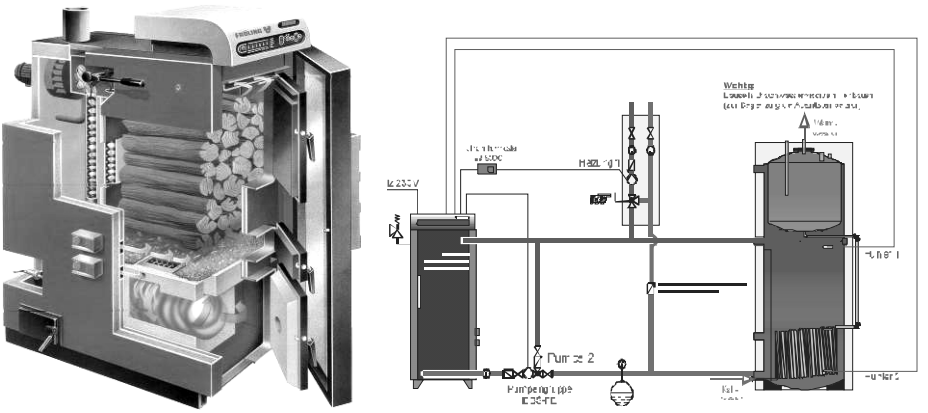
B) Kotlovi (Sl. 4), koriste klasično pripremljeno drvo (oblice),

C) Kotlovi koriste pelete (presovani drvni ostaci različitih oblika i veličina).

Sve tri vrste kotlova mogu se primeniti za individualne sisteme. Za daljinske i grupne sisteme koriste se samo kotlovi na sekance. U seoskim domaćinstvima Slovenije (koji poseduju šume) koriste se kotlovi na sekance ili na klasično drvo. Kotlovi koji koriste kao gorivo pelete, alternativa su fosilnim gorivima u urbanim sredinama (kupovina peleta), [1].



Sl. 3. Princip rada savremenog individualnog kotla na sekance



Sl. 4. Princip rada savremenog individualnog kotla na oblice drveta

3.3. Tehnologije savremene energetske upotrebe drvne biomase

Za spremanje drvene mase iz šume individualni vlasnici najčešće koriste motornu testeru, vitla za vuču i obične traktorske prikolice za prevoz. Savremeniji sistem je prikolica sa utovarivačem (hidraulična ruka sa dvodelnom rešetkastom kašikom), sa kojim se obavi najteži deo rada, a to je podizanje debala na prikolicu (Sl. 5).

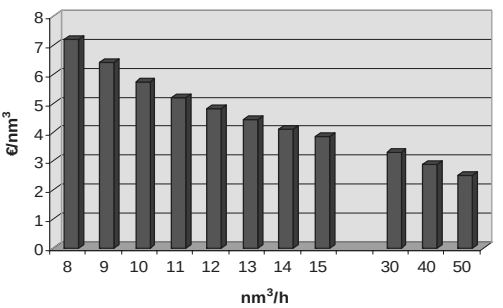
Sl. 5. Izvlačenje drveta sa vitlom i transport sa prikolicom

Za pripremu sekanca koristi se mašina sa sitnjenje drveta, koja ima zadatak, da drvo sitni na određene male komade, da ih pužni transporter može transportovati u kotao. Najveće mere sekanca zavise od transportnog sistema, a većina komadića drveta ima dimenzije u proseku do 20 mm.

Mašine za sitnjenje drveta (Sl. 6), su različitih veličina i kapaciteta, od malih (max. promer oblica drveta 15 cm) pa do najvećih (promer drveta 70 ili više cm). Pokreću se pomoću motora traktora ili sopstvenim motorom. Za seckanje drveta se potroši ekvivalent energije u iznosu do 5% energije, koju sadrži isečeno drvo.

Sl. 6. Mašine za sitnjenje prikupljene biomase drveta [4], [13]

Cena seckanja drveta [1], [2], po nasutom kubnom metru drvne mase (nm^3) sa povećanjem kapaciteta mašine se smanjuje. To je grafički prikazano (Sl. 7), gde su u proračunu cene sumirani troškovi mašine za sitnjenje, traktora odnosno pogonskog motora i radnika.



Sl. 7. Kretanja cena seckanja drveta u zavisnosti od kapaciteta mašine [1]

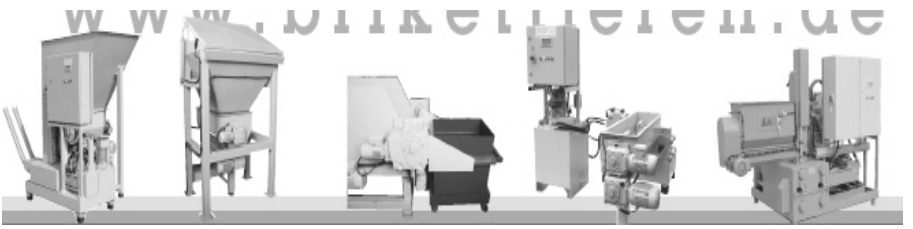
Drva za loženje (oblice) pripremaju na više načina. Tradicionalni način je cepanje komada drva dužine 1 m, sušenje i posle toga rezanje motornom testerom ili kružnim cirkularnom testerom na određenu dužinu od 330 mm. Mašine (Sl. 8), za sečenje su vertikalnim radnim organima (manji kapacitet) ili horizontalnim (veći kapacitet).

Sl. 8. Vertikalna i horizontalna mašina za sečenje drva dužine do 100 cm [1]

Drugi sistem pripreme drvne mase je rezanje i cepanje stabla drveta (Sl. 9), na konačnu dužinu sa kombinovanim alatima koji seku i cepaju drvenu oblicu u više komada, koji se posle ove operacije suše na vazduhu.

Sl. 9. Mašina za rezanje i cepanje drva do prečnika od 35 cm [1]

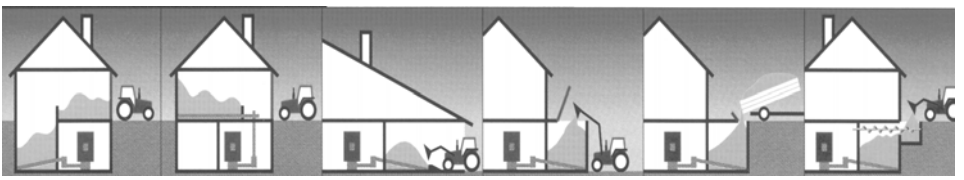
Peleti (briketi) su presovani valjkasti komadi drveta ili sličnih materijala dužine do 20 mm i prečnika do 6 mm. Izrada peleta [4], je danas industrijski postupak (Sl. 10). Glavni deo za izradu peleta je kružna presa, koja pelete istiskuje pod visokom pritiskom kroz matricu. Peleti (briketi) se mogu izraditi i od ostataka industrije nameštaja (drvni prah, piljevina, granje, i slično).



Sl. 10. Različite prese za izradu peleta ili briketa od drveta i sličnih materijala [4]

Sl. 11. Oblici peleta ili briketa [4]

Peleti ili briketi se transportuju kamionskim cisternama [1], [4], i pneumatskim transporterima direktno u skladišta domaćinstava i koriste u procesu sagorevanja u kotlovima (Sl. 12).



Sl.12. Postupak transporta i skladištenja peleta [4]

3.4. Ekonomika i subvencije za investicije korišćenja biomase kao energije

Investicija u savremeni kotao na drvnu biomasu (npr. sekance) je i do pet puta veća nego investicija u kotao na lož ulje (Tab. 1) prema [1]. Zbog toga sve ostale prednosti (upotreba vlastitog energetskog izvora, automatizovano loženje, mehanizovana priprema sekanaca) nisu dovoljne, da bi se investitori češće odlučivali za ovakve sisteme.

Iskustva iz pojedinih država (Austrija, Finska, Švedska, Danska) [1], [3], [5] govore da su subvencije u visini 30 do 40% investicije nužne, da bi investitori počeli da ugrađuju sisteme za loženje na drvnu biomasu (u Sloveniji trenutno do 15% investicije).

Tab. 1. Troškovi goriva i investicije različitih sistema proizvodnje toplote, primer: 15 kW nazivna snaga kotla (porodična kuća 200 m², savremena gradnja – sa termo izolacijom) – cene novembar 2008 [1]

Vrsta goriva	Količina	Cena	Gorivo/god	Investicija €
Oblice	13 pm^3	60 €/m^3	800	9.000
Sekanci	30 nm^3	15 €/m^3	450	15.000
Peleti-briketi	6.000 kg	0,22 €/kg	1.400	11.000
Lož ulje	3.000 l	0,849 €/l	2.130	3.000

ZAKLJUČAK

Upotreba drvne mase kao obnovljivog energetskog izvora toplote ima svoju budućnost. Tu su obaveze smanjenja emisije CO_2, planovi EU, veći udeo sopstvenih izvora energije, zadržavanje stanovnika marginalnih ruralnih područja, sprečavanje pošumljavanja poljoprivrednih površina, iskorišćavanje ostataka prerade drva i veći obim iskorištavanja šuma.

Savremene tehnologije korišćenja drvne biomase imaju veliku efikasnost, male emisije štetnih materija u dimu i potpuno su automatizovani. Troškovi investicija u ovakve kotlove su veći od investicija u kotlove na fosilna goriva, pa su zbog toga nužne subvencije iz javnih sredstava.

Biomasa (drvo) se može smatrati za strategijski potencijal, ne samo zbog toga što je obnovljiv izvor energije, već i zbog toga što je široko rasprostranjena i sveprisutna i može da obezbedi proizvode od životnog značaja za sektore privrede koji značajno zavise od uvoza (gorivo za saobraćaj, električnu energiju, hemijske proizvode, i slično).

Pored toga, doprinosi zaštiti životne sredine i socijalno-ekonomskom razvoju, posebno u seoskim područjima (Slovenija, Srbija, Austrija), stvaranjem uslova za novu proizvodnju, i privredni razvoj uz istovremeno očuvanje kvaliteta životne sredine.

Svetska kretanja u oblasti korišćenja obnovljivih izvora energije pokazuju da se sve razvijene zemlje ubrzano orijentišu na intenzivno korišćenje svih raspoloživih obnovljivih izvora energije. Evropska Unija je izmenila u ovoj oblasti svoje planove, propisujući da do 2010. godine udeo biomase u proizvodnji komercijalne energije poraste od planiranih 6% na 12%.

Novi Zakon o energetici u Srbiji podržava korišćenje obnovljivih izvora energije i predviđa povlastice za proizvođače energije koji koriste ove izvore. Međutim, u Srbiji i dalje se ne razmatra ozbiljno prelazak na alternativne izvore energije. Zbog visokih početnih ulaganja ceo proces smatra neisplativim.

Na žalost, Srbiji ne postoji nijedna elektrana ili toplana koja koristi bilo koji od opisanih postupaka u ovom radu. Ali treba očekivati da će uskoro ovaj vid proizvodnje energije biti realizovan u Srbiji.

LITERATURA

[1] Dolenšek M.: Pridobivanja, predelave in rabe lesne biomase pri individualnih uporabnikih, str. 20-29, 2004. http://www.aure.gov.si/eknjiznica/prirocnik_izob_svet_LB.pdf

[2] Pogačnik N.: Ocenjevanje potencialov lesne biomase iz gozdov izkoristljive v energetske namene. EGES 3/99, str. 77-80, 1999.

[3] Lasselsberger L.: Stand der Technik. Prezentacija, 39. str., 2001.

[4] Oljača V.M.: Primena savremenih mašina i tehnologija u održavanju i eksploataciji rekultivisanih površina kopova R.B. - Kolubara, Predavanje po pozivu, Prezentacija, Lazarevac, 2007.

[5] Oljača Snežana, Oljača M., Kovačević D., Glamočlija Đ.: Ekološke posledice upotrebe biljaka za dobijanje energije, Poljoprivredna Tehnika, N°4, str. 91-97, Beograd, 2007.

[6] Dželetović Ž., Dražić Gordana, Glamočlija Đ., Mihailović Nevena Perspektive upotrebe biljaka kao bioenergetskih useva, Poljoprivredna Tehnika, N°3, str. 59-67, Beograd, 2007.

[7] Jacquelyn A. Ottman: Green Marketing, Opportunitz for Innovation, NTC-McGraw-Hill, 1998.

[8] Stability Pact Watch Group: Arrested Development, Energy efficiency and renewable energy in the balcans, 2005.

[9] Inforse, Sustainable Energy News, december 2004.

[10] www.vermer.co

[11] www.biopolitics.gr

[12] www.endemit.org.yu

TECHNICS AND TEHNOLOGYCAL SOLUTIONS OF MODERN USAGE OF BIOMASS FOR ENERGY PRODUCTION IN HOUSES

Marjan Dolenšek[*], Snežana Oljača, Dušan Kovačević, Mićo V. Oljača[**]

[*]*Poljoprivredno-šumarski zavod, SI-8000 Novo Mesto, Slovenija*
marjan.dolensek@gov.si
[**]*Poljoprivredni fakultet - Beograd, Zemun, Srbija*
soljača@agrifaculty.bg.ac.yu; omico@agrifaculty.bg.ac.yu

Abstract: The potential of wood biomass could include the wood biomass from forests, wood biomass from agricultural areas and areas that are being afforestationed and wood remainders and waste wood from the wood industry. A realistic assessment of permanently disposable biomass is of vital importance for the owner od the energy or its consumer. The disposable potential is not dependent exclusively from the farm's natural conditions (altitude, terrain, etc.) and its other conditions (such as forest and agricultural areas, sawmill, etc.), but also from the preparation technology and usage of wood biomass (different types of wood pellets or classic firewood). Modern burning methods enable highly efficient usage of energy, minimum emissions of harmful substances and comfortable heating. Their introduction is hindered by high investment expenses, making subventions from public and government sources indispensable.

Key words: *Wood Biomass, Forests, Afforestationed Areas, Technologies For Preparation and Usage of Wood Biomass.*

C O N T E N T S

Dragoslav Djokić, Milan Djević, Rade Stanisavljević, Dragan Terzić, Mirjana Cvetković
EFFECT OF PURITY OF NATURALIZED ALFALFA SEED ON PROCESSING OUTPUT 1

Nebojša Stanimirovic, Ranko Koprivica, Biljana Veljkovic, Goran Topisirovic
WORK QUALITY OF SILAGE HARVESTER FORTSHRITTE-286 11

Mirko Urošević, Milovan Živković, Siniša Berjan, Branka Sivčev
AIR FLOW RATE AND SPRAYER MOVEMENT ON THE QUALITY OF PEST
AND DISEASE CONTROL 19

Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević
INTEGRATED PEST MANAGEMENT IN GREENHOUSE PRODUCTION 25

Milovan Živković, Mirko Urošević, Vaso Komnenić
TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL ASPECTS OF MECHANISED FRUIT TREE PLANTING 33

Goran Topisirović, Olivera Ećim-Đurić
NUMERICAL PREDICTION OD NATUTRAL VENTILATION FLOW FIELD
IN LIVESTOCK BUILDINGS 41

Olivera Ećim-Đurić, Vojislav Tomić, Predrag Milanović
OPTIMISATION OF ENERGY EFFICIENCY GEOTHERMAL ENERGY SYSTEM
FOR GREENHOUSE HEATING 49

Zoran Mileusnic, Milan Djevic, Rajko Miodragovic, Dragan Petrovic
DIRECT ENERGY INPUT STRUCTURE IN MERCANTILE CORN PRODUCTION 57

Rajko Miodragović, Milan Đević, Zoran Mileusnić
ENERGY ASPECTS OF SPRINCLER IRRIGATION 65

Dragan Ružić, Ferenc Časnji
POTENTIAL OF UTILIZING OF AGRICULTURAL MECHANIZATION WASTE
MATERIALS IN AP VOJVODINA 73

Miodrag Zoranović, Anđelko Bajkin, Vlado Potkonjak
REDUCION OF AIR POLLUTION LEVEL IN LIVESTOCK HUSBENDARY 81

Branko Radičević, Đukan Vukić, Nikola Rajaković
THE CURRENT STATE OF RENEWABLE SOURCES OF ENERGY AND THEIR
FUTURE PROSPECTS IN SERBIA 89

Marjan Dolenšek, Snežana Oljača, Dušan Kovačević, Mićo V. Oljača
TECHNICS AND TEHNOLOGYCAL SOLUTIONS OF MODERN USAGE OF BIOMASS
FOR ENERGY PRODUCTION IN HOUSES 99

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА
AGRICULTURAL ENGINEERING
✧
Научни часопис
Scientific Journal

Пољопривредни
факултет
Институт за
пољопривредну
технику

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. фах 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 2009. годину износи 500 динара за институције, 150 динара за појединце и 50 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 рекламно-информативне стране у пуној боји у једном броју износи 4.500 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 часо-писа и сва друга пошта од издавача.

Суиздавачки део за часопис у 2009. год. износи 10.000 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. фах 127,
тел. (011)2194-606, факс: 3163317.