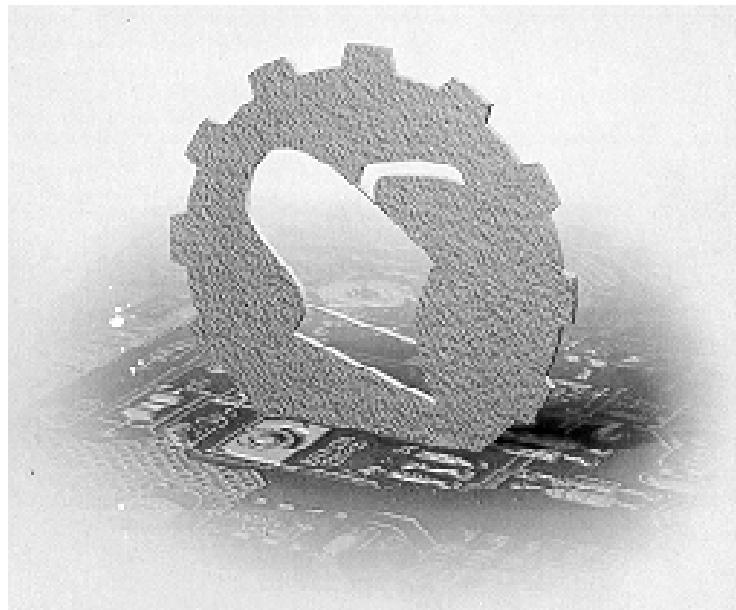


YU ISSN 0554 5587  
UDK 631 (059)

# ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXXI, Број 3, децембар 2006.

**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, жири рачун: 840-1872666-79.

**За издавача:**

Небојша Ралевић

**Суиздавач (Copublisher)**

"Флеш", Земун

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

Милан Ђевић, Пољопривредни факултет, Београд

**Техничка припрема (Technical arrangement)**

Страхиња Ајтић, Пољопривредни факултет, Београд

**Инострани уредници (International Editors)**

Schulze Lammers Peter, Institut fur Landtechnik, Universitat, Bonn, Germany

Mihailov Nicolay, University of Rousse, Faculty of Electrical Engineering, Bulgaria

Fekete Andras, Faculty of Food Science, SzE University, Budapest, Hungary

Silvio Košutić, Faculty of Agriculture University of Zagreb, Croatia

Ros Victor, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

Škaljić Selim, Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredni fakultet, Bosna i Hercegovina

Sindir Kamil Okyay, Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova - Izmir, Turkey

Таневски Драги, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Земјоделски факултет, Скопје, Македонија

**Уредници (Editors)**

Марија Тодоровић, Пољопривредни факултет, Београд

Франц Коси, Пољопривредни факултет, Београд

Анђелко Бајкин, Пољопривредни факултет, Нови Сад

Ђуро Ерцеговић, Пољопривредни факултет, Београд

Мићо Ољача, Пољопривредни факултет, Београд

Ђукан Вукић, Пољопривредни факултет, Београд

Милан Мартинов, Факултет техничких наука, Нови Сад

Драган Петровић, Пољопривредни факултет, Београд

Душан Радивојевић, Пољопривредни факултет, Београд

Милан Вељић, Машички факултет, Београд

Лазар Ружичић, Пољопривредни факултет, Београд

Драган Марковић, Машички факултет, Београд

Мирко Урошевић, Пољопривредни факултет, Београд

Саша Бараћ, Пољопривредни факултет, Приштина

Стева Божић, Пољопривредни факултет, Београд

Предраг Петровић, Институт "Кирило Савић", Београд

Драгиша Раичевић, Пољопривредни факултет, 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 X научном скупу

**"Актуелни проблеми механизације пољопривреде 2006."**

**Програмски одбор - Program board**

Проф. др Мићо Ољача, председник  
Проф. др Драгиша Раичевић  
Проф. др Ђуро Ерцеговић  
Проф. др Душан Радивојевић  
Проф. др Ђукањ Вукић  
Проф. др Милан Ђевић  
Проф. др Марија Тодоровић  
Проф. др Мирко Урошевић  
Проф. др Драган Марковић  
Проф. др Ратко Николић  
Проф. др Драги Таневски  
Mr Marjan Dolenšek  
Prof. dr Schulze Lammers Peter  
Prof. dr Fekete Andras  
Prof. dr Sindir Kamil Okyan

**Организатори скупа - Organizers of meeting**

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

**Покровитељи скупа - Donors and support**

Министарство за науку и животну средину Републике Србије  
Министарство за пољопривреду, водопривреду и шумарство Републике  
Србије  
Привредна комора Београда

**Донатори**

ИМТ – Нови Београд  
Пољопривредна корпорација „Београд“

**Место одржавања - Place of meeting**

Пољопривредни факултет, Београд, **15.12.2006.**

**Штампање ове публикације помогло је:**

Министарство за науку и животну средину Републике Србије  
Министарство за пољопривреду, водопривреду и шумарство Републике  
Србије

## ***REČ UREDNIKA***

Časopis POLJOPRIVREDNA TEHNIKA, u svojoj misiji, odnosno, doprinisu informaciji i afirmaciji u oblasti mehanizacije poljoprivrede, u ukupnom tiražu od četiri broja u 2006. godini prikazuje radove koji će biti saopšteni na jubilarnom skupu "Dan poljoprivredne tehnike" 15.12.2006. na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu - Zemunu. Skup ima jubilarni karakter i posvećen je 35-oj godišnjici Nastavnog odseka za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Ukupni obim časopisima obuhvata 58 naučnih i stručnih radova iz oblasti poljoprivredne tehnike, koji se mogu grupisati po tematskim oblastima od generalnog razvoja, informacionih tehnologija, pogonskih jedinica, obrade zemljišta, setve i nege gajenih biljaka, ubiranja i transporta, kao i intenzivnog gajenja, obnovljivih izvora energije i tehnoekonomske analize. Neravnomernost u strukturi zastupljenosti pojedinih tema može biti ishodište u smislu sugerisanih tematskih skupova u narednom periodu. Pored toga, naglašava se značajno učešće autora iz inostranstva u dopri-nosu razmene informacija na međunarodnom nivou.

Posebno se ističe činjenica da je značajan broj radova rezultat naučno-istraživačkih projekata finansiranih od strane Vlade Republike Srbije u kategoriji nacionalnih, tehnoloških i inovacionih projekata.

Zahvaljujući se autorima radova, mora se naglasiti da se u narednom periodu, obzirom na navedeno, očekuje širi i raznovrsniji sadržaj doprinosa stručnjaka poljoprivredne tehnike, u realizaciji misije časopisa i afirmaciji struke.

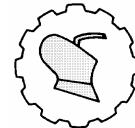
*Prof. dr Milan Đević*



## S A D R Ž A J

Соња Јаковљевић, Рајко Миодраговић ПОТЕНЦИЈАЛИ АЛТЕРНАТИВНЕ ПРИМЕНЕ ПОЉОПРИВРЕДНЕ АВИЈАЦИЈЕ .....	1
Milovan Živković, Vaso Komnenić, Mirko Urošević UTICAJ KONSTRUKTIVNIH REŠENJA OROŠIVAČA NA KVALITET ZAŠTITE I ISMANJENJE DRIFTA .....	11
Vaso Komnenić, Aleksandra Zečević, Milovan Živković, Mirko Urošević INTENZITET SILA PRI RUČNOJ REZIDBI MAKAZAMA RAZLIČITIH MARKI I MODELA .....	19
Vaso Komnenić, Milovan Živković, Mirko Urošević EFEKTI MEHANIZOVANE REZIDBE JABUKE .....	23
Саша Бараћ, Милан Биберцић, Драгослав Ђокић КВАЛИТЕТ РАДА СЕПАРАЦИОНИХ ОРГАНА ПРИ КОМБАЈНИРАЊУ ПШЕНИЦЕ КОМБАЈНИМА У АГРОЕКОЛОШКИМ УСЛОВИМА СРЕМА .....	29
Robert Zimmer, Silvio Košutić UBIRANJE ULJANE REPICE U SEZONI 2005. U ISTOČNOJ SLAVONIJI .....	37
Paula Tarrío, Ana M. Bernardos, José R. Casar, Javier I. Portillo VIZUELNI SISTEM ZA UBIRANJE PLODOVA KOJI RASTU U GROZDOVIMA .....	43
Milan Đević, Milan Divović, Aleksandra Dimitrijević TEHNIČKI SISTEMI TRANSPORTA I SKLADIŠTENJA DUVANA .....	49
Милета Ристивојевић, Радивоје Митровић, Татјана Лазовић, Зоран Стаменић ВАРИЈАНТНА КОНСТРУКЦИЈА МАШИНЕ ЗА ПАКОВАЊЕ ПРЕХРАМБЕНИХ ПРОИЗВОДА ...	57
Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević POTROŠNJA ENERGIJE U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA RAZLIČITE KONSTRUKCIJE .....	65
U.N. Mutwiwa, H.J. Tantau, V.M. Salokhe HLAĐENJE OBJEKATA ZAŠTIĆENOG PROSTORA U VLAŽnim TROPSKIM USLOVIMA - PROBLEMI I REŠENJA .....	73
Dušan Radivojević, Rade Radojević, Steva Božić TEČNI STAJNJAK KAO POTENCIJAL STOČARSKIH FARMI U SISTEMU KOGENERACIJE .....	85
Marjan Dolenšek, Snežana I. Oljača, Mićo V. Oljača UPOTREBA BILJAKA ZA PROIZVODNju ENERGIJE .....	93
Branko Radičević, Dušan Mikičić SAVREMENA REŠENJA ZA DOBIJANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U VETROELEKTRANAMA MALE I VELIKE SNAGE .....	103
Aleksandar Ašonja OPRAVDANOST I EFIKASNOST PRIMENE SOLARNIH FOTONAPONSKIH PANELA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI .....	113





UDK: 657.7; 632.982.4

## ПОТЕНЦИЈАЛИ АЛТЕРНАТИВНЕ ПРИМЕНЕ ПОЉОПРИВРЕДНЕ АВИЈАЦИЈЕ

Соња Јаковљевић<sup>1</sup>, Рајко Миодраговић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Пољопривредна школа ПКБ "Београд" - Београд

<sup>2</sup>Пољопривредни факултет - Београд

**Садржај:** У раду је разматрана алтернативна примена пољопривредне авијације, односно коришћење најновијих технологија и висококвалификованог кадра за спровођење наведених технолошких операција, код којих се високе технологије користе на префињен и обухватан начин са јаком научном основом.

Ова изучавања су показала потенцијалне могућности примене авиона, истицање резултата разних научних установа, као и успех и делотворност наведених технолошких операција.

**Кључне речи:** алтернативна примена пољопривредна авијација, засипање облака, много-спектралне слике, сателитска навигација.

### УВОД

Пољопривредни авиони налазе се у програму операционих анализа многих авионских инжењера на државним универзитетима већине земаља. Почетне анализе заснивају се на свим фазама употребе ваздушне авијације у пољопривреди. Напори истраживача углавном су усмерени да путем авионског даљинског управљања из ваздуха, системом ултраспектралних и хиперспектралних слика, дођу до великог броја података високог квалитета, као што су: проналазак корова, идентификовање својства земље (плодности), пораста биљака, развоја усева, процене биофизичких параметара у усеву, квалитета скроба и зrna.

Авијација налази своје место и у модификацији времена која у свету већ има широку примену. Постоје две стратегије у тим истраживањима, једна у правцу стимулације падавина и друга у правцу борбе против града. Обе методе дале су позитивне резултате и значајне економске користи.

Корисну улогу у противпожарној превентиви има авион, како у детекционом патролирању, тако и у откривању и лоцирању неконтролисаних пожара.

Увођењем система сателитске навигације у пољопривредну авијацију омогућено је тачно одређивање позиције, правилна и ефикасна употреба пољопривредних материјала и вођење уредне евиденције.

Неопходно би било да научне институције у Србији континуирано прате савремена достигнућа у оквиру пољопривредне авијације.

## РЕЗУЛТАТИ АНАЛИЗЕ И ДИСКУСИЈА

### Примена авиона за стимулисање падавина

Један од начина ублажавања несташице воде јесте вештачка стимулација падавина. Идеалне области за стимулацију су оне које поседују објекте за прикупљање и транспортуовање воде до места потрошње.

Радови на модификацији времена почели су после Другог светског рата. Први пројекат стимулисања падавина урађен је 1947. године, а 1995. године Светска метеоролошка организација регистровала је 95 пројекта.

Највећи број је реализован у САД, од Северне до Јужне Дакоте, у Аустралији, Јужној Африци, Тајланду, Кини, Сирији и Израелу. Израелски пројекат се издаваје по непрекидној дужини трајања (од 1961.г.), по строгости контроле, и егзактности мерења којима се потврђује ефикасност засејавања. Анализа успешности у Израелу показује да се годишње количине падавина повећавају за 20%.

Званичан став Светске метеоролошке организације и Америчког метеоролошког друштва је да се ефикасност стимулисања падавина креће од 15-20%.

Републички хидрометеоролошки завод из Београда започео је експериментални пројекат стимулације падавина и очекују се прве пробе засејавања облака.

При практичном спровођењу засејавања, методологија стимулисања падавина зависи од: карактеристика подручја, локације за сејање из облака, температуре врха облака, максималне вертикалне брзине облака и микрофизичког типа облака.

Стимулисање падавина врши се на најзначајнијим групама облака: орографским и конвективним. Орографски облаци су извор кише и снега, и у њима се могу стопроцентно повећати падавине. Конвективни облаци су најраспрострањенија форма и у свету најважнији извор падавина.

За извођење пројекта стимулисања падавина потребно је поседовати савремена техничка средства: метеоролошке радаре, комуникационе средства и ваздухопловна средства.

Користећи искуства других земаља, Привредна авијација ЈАТ-а је у Вршцу извршила модификацију авиона AN-2 (слика 1).

У један од авиона овог типа урађен је уређај за стимулацију падавина SP-1. У одређеним метеоролошким условима, из датог уређаја било би избачено хемијско средство на бази сребро-јодида, које би створило услове за формирање падавина. Хемијско средство које се користи у ове сврхе, наменски је произведено и испоручује се у облику патрона, дужине 300 mm, пречника 68 mm и тежине једног килограма. Патроне се постављају на цевасте носаче који су монтирани у батерије, по шест комада испод сваког доњег крила авиона AN-2.

Активирање патрона врши се електричним упалаčем у свакој патрони појединачно, ручним командовањем из кабине авиона (слика 2). Једна патрона сагорева у трајању од једног минута уз исијавање хемијског средства.

У ове сврхе иначе се могу успешно користити и војни авioni "Крагуј" и "Галеб" Г2.



Слика 1. Модификација авиона



Слика 2. Патрона

### **Засипање облака у борби против града применом авиона**

С обзиром на научна искуства у свету, и пројекте у противградној заштити, авион заузима несумњиво прво место у борби против града.

Да би се спровела операција засипања облака из ваздуха у борби против града, потребно је поседовати:

1. Вишеманенски турбоелисни авион (ČEJEN II) високих перформанси и C 340 са клипним турбокомпресионим мотором, који је опремљен уређајима за распршивање материјала којим се засипају облаци, а који окупља језгра леда користећи избацујуће ракете, ракете са горућим крајем и генераторе ацетонског раствора на крајевима крила.

2. Метеоролошке радаре (један или више) С-опсега са дисплејом, системом за снимање и комуникационом опремом која обезбеђује неопходне информације за правовремено упућивање авиона у олујну област.

3. Систем за праћење авиона, глобални позициони систем (GPS) који је повезан са земљом са циљем да прикаже положај авiona на радарском дисплеју на земљи.

4. Квалификоване метеорологе, пилоте, копилоте, техничаре и инжењере за спровођење целокупне технологије, обуке и одржавања.

Истраживањем градоносних олуја у САД дошло се до три тестиране хипотезе којих се морамо држати да би применили одговарајућу методологију засејавања градоносних облака:

1. Иницијално таложење у облаку који расте, уз могућност убрзавања излучивања нарастајућих честица.

2. Рана модификација заснована на засејавању материјала у градоносни облак у каснијој фази његовог формирања одозго.

3. "Корисна конкуренција" у основним струјама, базирана на убацивању засејавајућег агенса у облак који се храни.

Услови извршавања експеримента на градоносном облаку су:

- горња страна облака мора имати температуру од -5 до -20 °C;
- концентрација воде у облаку мора да буде око 0,5 g по m<sup>2</sup>;
- концентрација леда не сме да траје дуже од 5 секунди;
- дужина облака не сме да буде већа од 10 km.

Упућивање једног или више авиона у градоносну олују зависи од: броја олуја у свакој области, времена потребног да се стигне до одређене локације, висине, планирања преклапања руте и времена у бази потребног за вишеавионску мисију. Само један авион може безбедно да функционише на врху и један у бази облака.

Фактори који одређују засипање врха или базе облака су: структура олује, видљивост, висина базе облака или време које је потребно да се постигне висина за посипање.

Опрему за засејавање облака чине: избацујуће ракете за врхове облака, ракете са горућим крајем за базу облака и генератори ацетонског раствора за огромне области слабих улазних струја у бази облака.

Навођење и вођење авиона може се извести коришћењем стационарних и мобилних система, као и коришћењем глобалног система позиционирања (GPS). Обједињени подаци са ова два система налазе се на софтверској подршци под називом "TITAN" (Thunderstorm identification Analysis and Nowcasting), која је развијена у Националном институту за атмосферска истраживања (NCAR) Boulder, САД.

### **Примена авиона у противпожарној заштити шума**

Главни циљ противпожарне заштите је да спречи пожар. Корисну улогу у противпожарној превентиви има авион, како у детекционом патролирању, тако и у откривању и лоцирању неконтролисаних пожара.

Да би се избегао или ублажио проблем штета од великих шумских пожара, могућа је одговарајућа примена авiona, јер они представљају поуздано и корисно средство у таквим операцијама, а у планинским и удаљеним дивљим пределима авион представља једино средство.

У нашој земљи постоје искуства у примени авiona у противпожарној заштити, које је недовољно организовано и није искоришћено у право време.

Значајан фактор у борби против пожара је прецизност, односно постављање авиона у одређену тачку у ваздушном простору, са прецизном брзином, висином, као и коректуром у погледу правца и јачине ветра, да би товар после избацивања пао на одређени циљ.

Дејствување авиона против пожара може бити у виду директног напада на пламени фронт или индиректног напада у оквиру којег се врше сукцесивна избацивања хемијских инхибитора на стази кретања пожара.

Бомбардовање водом спада у метод директних напада, а ова техника се примењује код малих пожара, или пожара који се споро шире у умереним условима температуре. Сви авиони за бомбардовање водом треба да буду типа "Scooper", а то су авиони који могу да слеђу на површину воде и да са ње полеђу.

У гашењу пожара авionom може се примењивати ваздушна пена у коју се додаје прах, који се убацује механичким путем у летелицу угађеним пумпама истовремено са ваздухом. Пена је погодно средство за гашење пожара из ваздуха, нарочито шумских пожара и пожара у индустријским погонима.



*Слика 3. Авион типа Канадер*

Један од првих типова авиона који је произведен за гашење шумских пожара је авион типа "Kanader" CL-215 (слика 3), искључиво намењен за бомбардовање пожара, тј. избазицање целе количине воде на једно место.

Авион типа M-18 Dromader, такође је погодан за гашење пожара и способан да меша воду и пену и остварује гашење пожара по дужини и ширини, као и бомбардовање пожара у једном месту.

Транспортни, односно пољопривредни авиони AN-2, уз мало прилагођавање израдом допунског резервоара, односно контејнера за воду и додатним пумпама за израду пене, могу се користити за гашење пожара. Овај авион успешно се користи за осматрање шума и праћење развоја пожара.

Поред авиона AN-2, код нас се за успешно осматрање могу користити следећи типови авиона: UTVA-75, PIPER PA-18, BELANCA Citabria CN/10, UTVA-66, GRUMAN G-164, CESSNA 152, 172,210, ултра и врло лаке летелице, као и беспилотне летелице.

На основу изнетог, може се закључити да авијација може имати активно учешће у противпожарној заштити.

#### **Употреба многоспектралних симбола у летењу за опажање корова у пољу летења**

Авионско даљинско управљање може се користити за проналазак корова. Напори истраживача углавном су били усмерени на процену корисности надгледања усева, односно распознавање области заражених коровом и усева без корова.

У пољопривредно-истраживачком центру *Megdonald Kampus, Mek Gil Univerzitetu Ste-An-de-Belvi, Kvibek*, у 1999. вршена су изучавања на два важна усева, кукурузу и соји.

Šefsov тест био је коришћен за селекцију најспектралнијих области у расподели различитих најезда корова.

Истраживачи су утврдили да је проналажење корова лакше у цветајућој фази (*Las* и *Kalihan*, 1997). Проналажење корова мора да буде урађено рано, за време сезоне раста, тако да коров може да буде брзо и ефективно елиминисан, без изазивања било које озбиљне штете главном усеву.

Проналажење корова у касним фазама, такође је важно, зато што би прихватајући одговарајуће мере у овој фази заустављања производње семена, односно поновне производње, могло да се контролише даље пропагирање и ширење корова у следећој години.

Статистичке анализе су показале да спектралне траке, концентрисане на дистанци 675,98 и 685,17 метара надморске висине, као и траке од 743,93 до 870,43 метара надморске висине, имају добру могућност распознавања између области која је без корова и области где се појављује коров у кукурузу. У случају соје, трака на дистанци од 811,40 метара надморске висине била је корисна за распознавање помешаног корова.

Ова изучавања показују потенцијалне могућности да се из ваздуха путем мултиспектралних слика открије долазак корова у кукуруз и соју.

### **Идентификовање својства земљишта у пољопривредним областима употребом хиперспектралне ваздушне или ултратраспектралне слике**

Даљинско бележење у идентификовању својства земље открило је научно друштво пре 1930. године (*Curran, 1985*).

Хиперспектрално даљинско обележавање обезбеђује податке високог квалитета. Различите физичке и хемијске особине земљишта (влага, органска материја, састав, површине неравног земљишта, оксидирање гвожђа) као педолошке разлике, нпр. органска материја и калцијум - карбонат, разлике окружујуће средине (бронци падина), одређују спектрално одбијање на било ком земљишту, садржај песка такође утиче на спектралну разлику.

Електромагнетна проводљивост ЕС-а је добар показатељ физичког и хемијског састава земљишта и добар процењивач вредности (Ca, Mg, K и капацитета размене катиона).

Даљинско бележење саставојало се из хиперспектралних слика сакупљених из ваздуха употребљавајући NASA, Националну аеронаутику космичке агенције RDACS/H-3 120-канал, нагиб нивоа призме и сензорско гурање четке). Слика је постављена са 120 спектралних трака преко инфрацрвених боја (CIR) склопа, од 471 до 828 Nm. Слике су биле сакупљане на надморској висини од 1.200-2.250 m. Све слике имале су спектралне анализе од 3 Nm.

Слике су добијене употребом падобранског лета и применом скенера.

Обрађивање слика вршено је уз помоћ ENVI софтвера. Слика садржи 120 трака хиперспектралне слике. Обухваћени подаци су анализирани за статистичке односе између података са земље и података са слике. Хиперспектралне траке којих је било 120, пренете су на 10 трака главних компонената слике и узете на анализу плодности врсте земљишта.

Различите структуре земљишта имале су карактеристику различитог спектралног одбијања.

Фактори плодности земљишта показују јаку повезаност са спектралним привлачењем из земљишта у пољу преко ноћи.

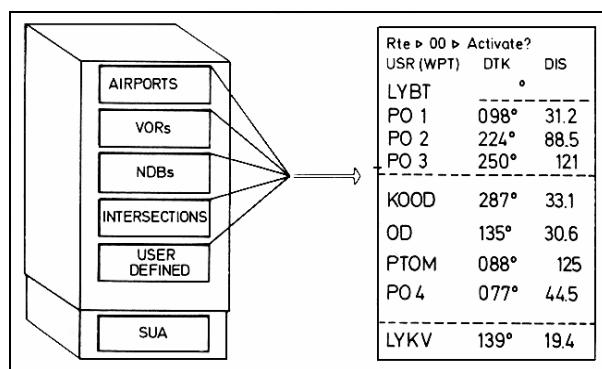
Капацитет размене катиона и калцијума на земљишту показује повезаност у области инфрабоја од 470-828 Nm, док киселост и фосфор показују веома слабу повезаност.

Фактори плодности земље могу да буду одређени подацима даљинског обележавања са великим прецизношћу.

### **Примена сателитске навигације у пољопривредној авијацији**

Распознавање сопствене позиције ваздухоплова, довела је до развоја новог навигационог система који је употребљив на целој земљи и приступачан сваком кориснику где год био на свету, да тренутно може да одреди своју позицију са тачношћу од петнаестак метара. Систем сателитске навигације створен је захваљујући савршеној електроници и могућности постављања навигационог система у космос.

Пријемник GPS, као део система сателитске навигације, аутоматски после укључења одређује тренутну позицију у све три координате (географска дужина, географска ширина и надморска висина). Ови почетни елементи омогућавају дефинисање корисничке тачке за креирање маршруте лета (слика 4).



Слика 4. Навигацијска база података и дефинисање корисничке тачке омогућавају брзо креирање маршруте лета

За програмирање лета користи се тастатура са бројевима и словима уgraђеним на конфигурацији GPS пријемника.

### **Пољопривредни GPS**

Пољопривредна авијација мора да гарантује правилну употребу пољопривредног репродукционог материјала, што је могуће остварити коришћењем GPS система. Пољопривредни GPS даје следеће предности:

- идентификација и спајање редова у фази рада, избегавање понављања грешака;
- уклањање потреба за било којим обележјем;
- аутоматизација операција у пољу, водећи евидентију о особљу у састављању радних летова;
- тачно вођење лета уз помоћ светле боје која је на екрану, односно омогућавање пилоту да управља, мање користећи свој поглед.

Пољопривредни GPS (слика 5), обезбеђује различите начине вођења.



Слика 5. Пољопривредни GPS

Систем омогућава подешавање циљаних позиција и путева или маркацију поља, тачака, линија и области. Подаци о раду пилота забележени су у досијеима картица, методом компактног блеска, одсјаја директно у научноистраживачком институту у околини.

У кабини авиона може се сместити пољопривредни GPS и светлећа полууга. Пољопривредни GPS компјутер у пољу софтвера користи два главна екрана током лета: преглед планске карте и информације на екранима.

Пилот може да унесе податке као што су: клијент, фарма, поље, име пилота, врста пољопривредног материјала (пестициди или ђубриво), врста усева, временски услови итд.

После уношења података показује се примерак контролне карте на графичком екрану, а овај екран може да буде коришћен и као коначна провера постављених граница у пољу које су исправне пре почетка рада у пољу.

Пољопривредни GPS компјутер сваки пут аутоматски евидентира број летења. Информација се чува у сажетој меморији картице података у облику досијеа података. За време операције у пољу, GPS компјутер аутоматски ствара покривеност карте за сваку употребљену област, а оне су корисне за покривање квалитета операција у пољу, тј. служи клијентима као доказ о добро обављеном послу, односно тачност личних евиденција.

Употреба система сателитске навигације чини лет безбедним и контролисаним.

## ЗАКЉУЧАК

Изучавањем савременог начина примене авиона могу се обезбедити значајне економске користи у пољопривреди.

Вештачка стимулација падавина у летњем, као и стимулисање снежних падавина у зимском периоду применом авиона, значајна је за интензивни развој пољопривредне производње.

Србија настоји да се укључи у програм модификације времена, а носилац комплетне технологије је РХМЗ, у који се као део система користи авион, као непосредно средство помоћу којег се извршава засејавање облака.

Противградна заштита у многим европским земљама као и у свету, представља приоритет. Програм борбе против града у нашој земљи још није добио заслужено место, и ако сваке године град наноси значајне губитке пољопривреди. Питање проблема све више добија значај, а Србија, као изразито пољопривредна земља, мораће да се укључи у савремене, ефикасне и испитане начине борбе против града. Резултати анализа у земљама где је примењен противградни програм, показују степен умањења губитака, а исплате осигурања се крећу од 18-59%.

Даљинска изучавања показују потенцијалне могућности да се из ваздуха путем мултиспектралних слика дође до великог броја података значних за пољопривреду, почев од брзине добијања података, до информација високог квалитета и прецизности.

Систем сателитске навигације у пољопривредној авијацији у Србији полако добија место као параметар безбедног лета, олакшаног и прецизног рада уз смањење проблема због неправилне употребе пољопривредних материјала.

Резултати истраживачког рада настали су захваљујући финансирању Министарства за науку, технологију и развој, Републике Србије, Пројекат “Оптимална технолошко техничка решења за тржишно оријентисану биљну производњу”, евидентионог броја ТП 6918.А, од 1.04.2005.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Abawi, G.Y. (1993): A simulation model of wheat harve sting and dryng in Horthern Australia. Journal of agricultural Engineering Research 54(2), 141-158.
- [2] Allwine, K.J., Thisle, H.W., Teske, M.E. and Anhold J. (2002): The agricultural dispersal - Valley drift spray modeling sistem comparad with pesticide drift data. Environ. Toxicology and Chemistry 21 (5): 1085-1090.
- [3] Akesson N. (1974): Yates W: The use of airclaste in agriculture, FAO, Rim.
- [4] Anderson, Jr., J.D. (1991): Основи аеродинамике. New York, N.Y: Mc.: Graw-Hill, inc. ASAE Standards, 44 th Ed.1997. S 386.2. Calibration and distribution pattem testing of agricultural aerial applicaton eqvipment. St. Joseph. Mi ch: ASAE.
- [5] Goel, P.K., Prasher, S.O., Landry, J.A., Patel, M.R., Viau, A.A., Miller, J.R.: Estimaton of Crop Biophysical parameters through airborne and Field Hyperspectral Remote Sensing.
- [6] GPS 95 XL Personal Navigator Owner 'S Manual, USA, 1994.
- [7] Haffar, I., Khoury, R. (1992): A computer model for field machinep selection under multiple cropping. Com puters. And Electronics in Agriculturei, 7 (3), 219-229.
- [8] Han, K.J., Gao, H.W., H.Q. (1991): The development of systematic software (FMS) for optimizing a farm machinery operation sistem. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 7 (1), 29-36.
- [9] Han, S., Hendrickson, L. and B.N. (2001): Comparison of satellite remote sensing and aerial photography for ability to detect in - season nitrogen stress in corn. ASAE meeting paper No.011142. St. Joseph, Mich.: ASAE
- [10] Sharifi, M.A. (1992): Development of an appropriate resource information system to support agricultural management at farm enterprise level. Thesis, Wageningen Agricultural University, Netherlands, 217.
- [11] Стефановић, М. (1997): Примена сателитске навигације у борбеној авијацији, Нови Гласник, бр. 3-4, Београд.
- [12] Yao, H., Tian, L.F. and Hoguchi H. (2001): Hyperspectral imaging system optimization and image processing. ASAE meeting paper No.01-1105. St. Joseph, Mich: ASAE.

## THE POTENTIALS OF ALTERNATIVE USE OF AGRICULTURAL AVIATION

**Sonja Jakovljević<sup>1</sup>, Rajko Miodragović<sup>2</sup>**

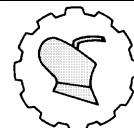
<sup>1</sup>*The secondary school of agriculture PKB "Beograd" - Belgrade*

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

**Abstract:** In this work was taken into consideration alternative use of agricultural aviation, with reference to using the newest technologies and highly qualified staff that executed mentioned technological operations. These high technologies are used in a fine and detailed way, with the strong scientific base.

These scientific studies showed the potential possibilities of using aeroplanes, emphasising the results of various scientific institutions and the success and efficiency of mentioned technological operations.

**Key words:** *alternative use of agricultural aviation, dispersion of clouds, multispectral pictures, satellite navigation.*



UDK: 631.348

## UTICAJ KONSTRUKTIVNIH REŠENJA OROŠIVAČA NA KVALITET ZAŠTITE I SMANJENJE DRIFTA

Milovan Živković\*, Vaso Komnenić\*\*, Mirko Urošević\*

\*Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun

\*\*Institut PKB Agroekonomik, Padinska Skela - Beograd

**Sadržaj:** Pri zaštiti voćnjaka u Srbiji se još uvek najviše koriste klasični orošivači sa aksijalnim niskovodenim ventilatorima. Karakteristika tih orošivača je velika količina vazdušne mase neadekvatnog usmerenja, što za posledicu ima angažovanje velike količine energije, loš kvalitet zaštite kao i znatno zagadjenje životne sredine.

Prisutna je i činjenica da se našoj voćarskoj praksi poslednjih godina nudi veoma veliki broj različitih tehničkih rešenja za zaštitu višegodišnjih zasada. Pojavljivanje velikog broja tehničkih rešenja nije propočaćen odgovarajućim ispitivanjima naučnih institucija na osnovu kojih bi se izvršio odabir adekvatnih mašina proizvodnim uslovima u voćarstvu.

Imajući na umu navedeno, nametnula se potreba da se obavi konstruktivno i eksploraciono upoređivanje više tehničkih rešenja orošivača koji se nude našoj voćarskoj praksi. Kao baza za poređenje uzet je klasični orošivač sa niskovodenim aksijalnim ventilatorom. Proces ispitivanja je još obuhvatio: orošivač sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad i orošivač sa fleksibilnim cevima (OFC) usmerenim pod uglom od  $20^\circ$  i  $40^\circ$  na gore. Tretmani su obavljeni u dva tipa zasada koji se razlikuju po bujnosti.

Zaključak je da orošivači sa aksijalnim ventilatorom i fleksibilnim cevima za usmerenje vazdušne struje ostvaruju bolji kvalitet zaštite do 20%, dok se ušteda zaštitnog sredstva kreće i do 30% u odnosu na klasični orošivač. Kod manje bujnih voćaka sa razmakom sadnje od 3 m nisu primećene nikakve razlike. Tretmani su imali neznatan uticaj na uniformnost distribucije izraženu koeficijentom varijacije. Kod orošivača sa fleksibilnim cevima promena ugla mlaza sa  $20^\circ$  na  $40^\circ$  za manje bujne voćke uslovila je povećanje varijacije depozita za razliku od bujnijih gde je primećeno određeno smanjenje varijacije. Količina depozita kod primene orošivači sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad i OFC sa uglom usmerenja  $20^\circ$  za manje bujni zasad su bile 1,3-1,7 puta veći nego kod bujnijih stabala.

**Ključne reči:** orošivači, količina depozita, vazdušna struja, usmerenje spreja.

## UVOD

Sadašnja tehnika primene pesticida odlikuje se postupkom raspršavanja pomoću vazdušne struje. Uvođenje ove tehnike bitno je doprinelo povećanju produktivnosti rada, kao i poboljšanju kvaliteta zaštite. Međutim, ne treba ispustiti izvida da aplikacioni stepen korisnog dejstva ovog postupka može još da se poboljša.

Orošivači sa niskovođenim aksijalnim ventilatorom tzv. konvencionalni orošivači su mašine koje se još uvek najviše koriste u procesu primene pesticida kod višegodišnjih zasada u našoj voćarskoj praksi. Karakteriše ih zrakasti snop vazdušne struje usmerene koso naviše. Osobine tako usmerene vazdušne struje su dobro dospevanje zaštitne tečnosti na naličje lista zbog podizanja lisne mase ali sa veoma intenzivnim zanošenjem-driftom. Deo koji ne dospe do ciljne površine primenom klasičnog orošivača predstavlja ekonomski gubitak i ekološko opterećenje.

Za eliminisanje nedostataka konvencionalnih orošivača, nastale su konstrukcije sa usmeravanjem vazdušne struje koso naviše, kao i kod konvencionalnih, ali i koso unazad. Primenom ovih rešenja dobija se nešto lošija depozicija zaštitne tečnosti na naličju lista, bolji kvalitet zaštite lica a znatno manji intenzitet drifta.

Primenom orošivača sa fleksibilnim cevima obezbeđuje se velika mogućnost podešavanja usmerenja vazdušne struje koso naviše u zavisnosti od razvijenosti biljaka i uzgojnog oblika. Uslovi eksploracije orošivača definišu najpovoljniji ugao usmerenja struje koji je određen kvalitetom zaštite i intenzitetom drifta.

## MATERIJAL I METOD RADA

Obavljeno je komparativno upoređivanje tri tipa orošivača: konvencionalnog, orošivača sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad i orošivača sa fleksibilnim cevima usmerenim pod uglom od  $20^\circ$  i  $40^\circ$  na gore. Tretmani su obavljeni u dva tipa zasada koji se razlikuju po bujnosti. Osnovne karakteristike orošivača i uslovi tretmana dati su u tabeli 1. Jedan zasad sa razmakom između biljaka  $3\text{ m} \times 1,5\text{ m}$ ; širina krošnje u pravcu reda  $1,3\text{ m}$ ; upravno na pravac reda  $1,2\text{ m}$ ; visine krošnje  $2,2\text{ m}$  i drugi razmak sadnje  $4\text{ m} \times 2,5\text{ m}$ ; širina krošnje u pravcu reda  $2,2\text{ m}$ ; upravno na pravac reda  $1,2\text{ m}$ ; visina krošnje  $2,5\text{ m}$ . Ukupna zapremina svih krošnji kod prvog zasada (manje bujnosti) je iznosila  $7\ 626\text{ m}^3/\text{ha}$  a kod drugog (veće bujnosti)  $11\ 550\text{ m}^3/\text{ha}$ .

Istraživanje je imalo za cilj da se odredi uticaj smera vazdušne struje orošivača na količinu deponovanja zaštitne tečnosti unutar krošnje i gubitak van ciljne površine u voćnjacima sa datim karakteristikama..

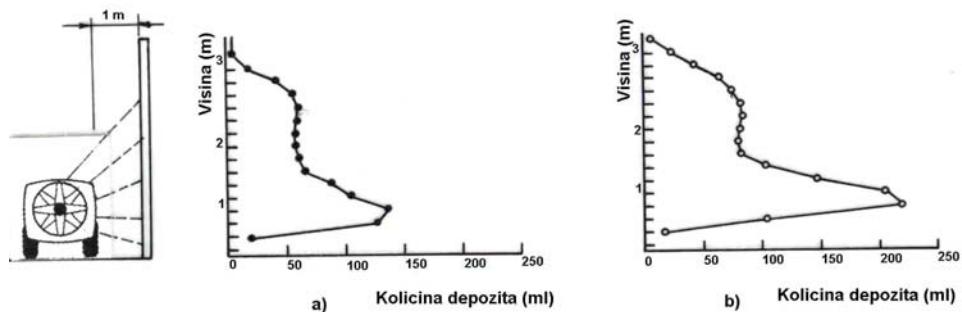
*Tab. 1. Karakteristike orošivača i uslovi tretmana*

O s o b i n e	O r o š i v a č i		
	Konvencionalni	Sa usmerenjem koso unazad	OFC
Smer vazdušne struje	Zrakasti	$45^\circ$ unazad	$20^\circ, 40^\circ$ nagore
Maksimalna brzina vazduha, m/s	35	35	35
Protok vazduha, $\text{m}^3/\text{h}$	35 000	30 000	25 000
Tip rasprskivača	Vrtložni	Vrtložni	Vrtložni
Broj rasprskivača	10	12	10
Norma tretiranja, l/ha	200	200	200
Brzina kretanja orošivača, km/h	6,0	6,0	6,0

## REZULTATI I DISKUSIJA

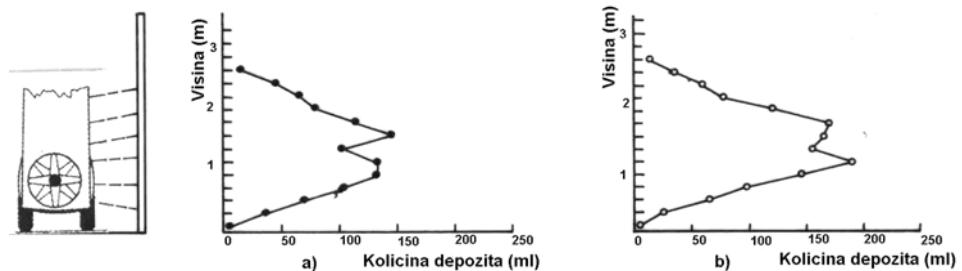
### Raspored vazduše struje u zavisnosti od tipa orošivača i vrste zasada

Raspored depozita u funkciji od tipa orošivača i visine za konvencionalni orošivač dat je na slici 1. gde je a) manje bujne voćke i b) bujnije voćke. Sa dijagrama se može uočiti da raspored depozita varira sa promenom visine tako da se uglavnom smanjuje. Izraženje variranje je kod bujnijih voćaka.

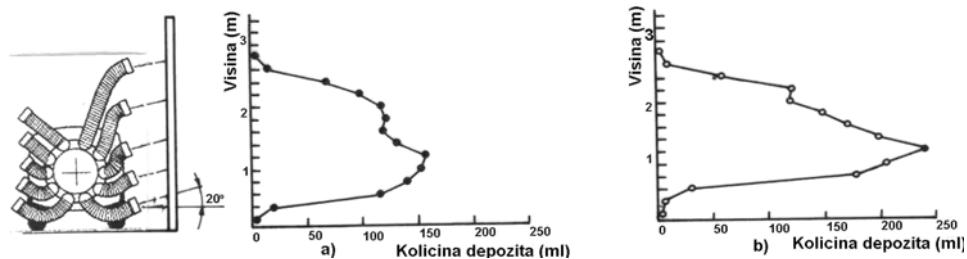


Sl. 1. Raspored količine depozita po visini kod konvencionalnog orošivača

Raspored depozita po visini za orošivač sa usmerenjem unazad dat je na slici 2. Kao i kod prethodne slike manje bujne voćke i b) bujnije voćke. Sa slike se uočava da je distribucija ravnomernija u odnosu na prvi orošivač.

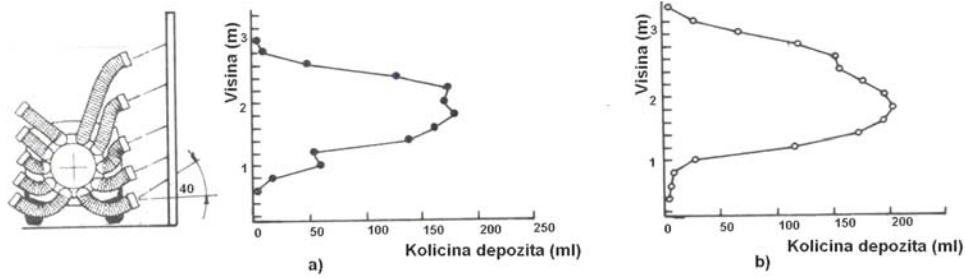


Sl. 2. Raspored količine depozita po visini kod orošivača sa usmerenjem unazad



Sl. 3. Raspored količine depozita po visini kod orošivača OFC-20°

Analizom dijagrama (sl. 3 i 4) može se uočiti da orošivači sa fleksibilnim cevima obezbeđuju najveći deo depozita na visinama između 0,5 m i 2,5 m. U varijanti OFC za bujnije voćke uočava se da je najizraženije odstupanje u raspodeli koje dostiže maksimalnu vrednost na visini oko 1,3 m. Najpravilnija raspodela se postiže u varijanti OFC sa usmerenjem od  $40^\circ$  kod bujnijih voćaka.



Sl. 4. Raspored količine depozita po visini kod OFC - $40^\circ$

Dijagrami pokazuju da svi tipovi orošivača postižu veću količinu depozita kod bujnijeg zasada i da se ta količina kreće i do 250 ml.

#### Nanošenje zaštitne tečnosti na ciljnu površinu

Srednje vrednosti nanošenja zaštitne tečnosti na ciljnu površinu pri tretmanu oba zasada dati su u tabelama 1 i 2. Pored ukupnog deponovanja zaštitne tečnosti date su i količine koje se deponuju i na naličje lista. Orošivači sa fleksibilnim cevima i usmerenjem od  $20^\circ$  nagore dali su najveću depoziciju u oba voćnjaka. To se može tumačiti činjenicom da pri ovom položaju sprej prolazi najduži put kroz krošnju voćke tako da se većim delom kapljice zadrže na ciljnoj površini.

Usmerenje spreja pod uglom od  $40^\circ$  značajno povećava depoziciju na naličju lista kod manje bujnog zasada. Međutim, to usmerenje spreja smanjilo je prosečnu vrednost depozicije u središnjem delu krošnje kod oba voćnjaka. Vrednost ugla spreja od  $40^\circ$  povećava variranje vrednosti deponovanja tečnosti na ciljnu površinu.

Tab. 2. Količina depozita na površinu lista unutar krošnje kod manje bujnih voćki

Tretman	Količina depozita, mg/cm <sup>2</sup>				Koeficijent varijacije, %	
	Srednja vrednost		Naličje lista			
	Naličje lista	Ukupno	Naličje lista	Ukupno		
Konvencionalni	72,8	171,6	47,8	111,3	93,4	
Sa usmerenjem unazad	44,8	155,5	50,9	129,1	91,8	
OFC- $20^\circ$	79,3	224,9	59,7	191,2	91,1	
OFC- $40^\circ$	119,7	173,0	66,9	103,4	125,9	

Deponovanje zaštitne tečnosti primenom konvencionalnih orošivača je bilo znatno manje nego kod ostalih orošivača. Kod manje bujnijih voćki sa razmakom sadnje 3 m nisu primećene značajne razlike. U ovom slučaju veoma kratka udaljenost od ventilatora do ciljne površine uticala je da se veća količina kapljica deponuje i kod konvencionalnih orošivača. Promena ugla vazdušne struje sa  $20^\circ$  na  $40^\circ$  kod orošivača sa fleksibilnim cevima kod manje bujnijih voćaka uticala je na povećanje varijacije količine deponovanih kapljica za razliku od bujnijih voćaka gde je primećeno smanjenje varijacije.

Tab. 3. Količina depozita na površinu lista unutar krošnje kod bujnih voćki

Tretman	Količina depozita, mg/cm <sup>2</sup>				
	Srednja vrednost		Naličje lista		Koeficijent varijacije, %
	Naličje lista	Ukupno	Naličje lista	Ukupno	
Konvencionalni	21,9	72,5	17,1	41,1	105,3
Sa usmerenjem unazad	30,8	113,0	29,8	73,6	102,5
OFC-20°	50,9	178,2	47,4	110,0	102,0
OFC-40°	45,9	119,2,0	22,3	86,0	82,5

Deponovana količina tečnosti kod orošivača sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad i orošivača sa fleksibilnim cevima (usmerenje 20°) kod manje bujnih voćaka bili su 1,3 do 1,7 puta veći nego kod bujnijih.

### Gubici van ciljne površine

Gubici orošivača na površini zemlje i u vazduhu pri tretiranju manje bujnih voćaka dati su u tabelama 3 i 4. Depozicija zaštitne tečnosti na zemlji ispod krošnji kod manje bujnih voćaka bio je veći za više od dva puta nego gubitak u vazduhu. To se objašnjava većom efikasnošću zadržavanja kapljica „filter“ efektom bujnijih voćnjaka a time i lisne mase i rasprostranjenja krošnje. U tom slučaju brzina spreja je brže opadala tako da se veće kapi izdvajaju i padaju na zemlju čime je povećano zagodenje zemljišta. Promena ugla usmerenja sa 20° na 40° u manje bujnom zasadu je smanjilo gubitke na zemlji ali a povećalo gubitke u vazduhu.

Tab. 5. Gubitak zaštitne tečnosti na zemljištu i u atmosferu kod manje bujnih voćki

Tretman	Količina depozita, mg/cm <sup>2</sup>				Ukupni gubitak primenjene količine, %
	Zemljište	0-2 m	2-4 m	Prosek	
Konvencionalni	72,1	20,6	63,5	44,6	71,4
Sa usmerenjem unazad	85,4	34,8	33,4	34,1	59,6
OFC-20°	62,1	31,6	23,6	27,6	47,0
OFC-40°	19,9	10,0	85,0	47,5	66,6

Tab. 4. Gubitak zaštitne tečnosti na zemljištu i u atmosferu kod bujnih voćki

Tretman	Količina depozita, mg/cm <sup>2</sup>				Ukupni gubitak primenjene količine, %
	Zemljište	0-2 m	2-4 m	Prosek	
Konvencionalni	111,4	16,8	26,5	21,7	39,1
Sa usmerenjem unazad	57,6	21,0	14,1	17,5	26,5
OFC-20°	39,3	14,1	9,2	11,7	17,8
OFC-40°	28,4	1,2	19,6	10,4	14,8

Najveći gubitak u oba voćnjaka zabeležen je kod konvencionalnog orošivača. Međutim, gubitaka zaštitne tečnosti kod ovih orošivača na zemlju u manje bujnom zasadu nije se značajno razlikovao od gubitka orošivača sa kosim usmerenjem unazad ili kod orošivača sa fleksibilnim cevima sa usmerenjem od 20° niti se ukupan gubitak razlikovao od gubitka orošivača sa kosim usmerenjem unazad.

## ZAKLJUČAK

Usmerenost mlaza vazdušne struje-spreja na  $20^\circ$  nagore OFC je uticala na povećanje depozita u oba voćnjaka. Podizanje mlazeva na  $40^\circ$  značajno je povećalo depozit na naličje lista kod bujnijeg zasada. Međutim, ovo je smanjilo prosečan depozit u središte krošnje u oba voćnjaka. Depozit koji stvara konvencionalni orošivač na manje bujnijim voćkama je značajno manji nego kojeg stvaraju dva druga tipa orošivača.

Kod manje bujnih voćaka sa razmakom sadnje od 3 m nisu primećene nikakve razlike. Tretmani su imali neznatan uticaj na uniformnost distribucije izraženu koeficijentom varijacije. Promena ugla mlaza sa  $20^\circ$  na  $40^\circ$  OFC kod manje bujnih voćaka uticala je na povećanje varijacije depozita za razliku od bujnijih gde je primećeno određeno smanjenje varijacije. Depozit koji stvaraju orošivači sa usmerenjem vazdušne struje koso unazad i OFC (ugao usmerenja  $20^\circ$ ) kod manje bujnijih zasada bili su 1,3-1,7 puta veći nego kod bujnijih.

## LITERATURA

- [1] Derksen, R.C., Gray, R.L. (1995): Deposition and air speed patterns of air-carrier appleorchard sparyers. Transactions of the ASE, 38 (1), 5-11.
- [2] Doruchowski, G., Holownicki, R., Godyn, A. (1996): Deposits and loss of spray in orchard as affected by spraydischarge sistem and air-jet setting. IOBC wprs Buletin, 19(4), 383-384.
- [3] Doruchowski, G., Holownicki, R., Godyn, A. (1996): Air-jet settingeffest on spray deposition within apple tree canopy and loss of spray in orchard. Internatinal Cconference on Agricultural Enineering AngEng 96-Madrid, Paper no. 96A 139.
- [4] Brendel, G., und Bäcker, G.: Die biologische Leistung reduzierter Wasseraufwandmengen beim Pflanzenschutz im Winbau. Mitteilug der Biologischen Bundesanstalt (BBA), H. 223, 114-115, 1984.
- [5] Göhlisch, H.: Eine Stellungnahme unter Berücksichtigung von Meßergebnissen am Steilhang. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutz-dienstes H. 34, 100-109, 1983.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP.6918.A, od 1.04.2005.

## EFFECT OF CONSTRUCTIVE SOLUTIONS FOR SPRAYERS ON THE QUALITY OF DRIFT CONTROL AND ITS DECREASE

Milovan Živković\*, Vaso Komnenić\*\*, Mirko Urošević\*

\*Faculty of Agriculture - Belgrade

\*\*Institute PKB Agroekonomik - Belgrade

**Abstract:** In Serbia classical sprayers with axial low-spray ventilators are still used in pest and disease control in fruit growing. These sprayers are characterized by huge amounts of air discharged into uncontrollable directions. However, the amount of energy utilized is enormous, the quality of control very poor which eventually contributes to environmental pollution.

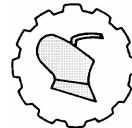
Currently there are various technical solutions for solving the issue in practice. These solutions however have not been tested on scientifically proved grounds in order to enable the right choice of machinery for the use in fruit growing.

Considering the above said the need arises to conduct a comparative study of a few technical solutions from the standpoint of exploitation and constructive use in fruit growing. The classical sprayer with low axial spraying ventilars was the control. The investigation also included: a sprayer pointing its air current backward at askance and a sprayer with flexible tubes (OFC) pointing upward at an angle of 20 and 40°. Treatments were conducted in two types of orchards differing in leaf density.

The conclusion which emerges is a 20% better quality of the control conducted with sprayers having axial ventilators and flexible tubes and a 30% gain of the preparation used in comparison with the classical sprayer. There were no differences in less dense fruit trees planted at a 3 m distance. The effect of the treatments on the uniformity of the distribution was insignificant. Sprayers with flexible tubes at an angle of 40° tended to increase the variation of the deposited preparation in less dense trees in comparison with dense tree crowns. The amount deposited by sprayers with air currents pointed backward at askance and OFC at an angle of 20° were by 1.3-1.7-fold smaller in less dense trees in comparison with more dense tree crowns.

**Key words:** sprayer, amount deposited, air current, spray direction.





UDK: 631.342

## INTENZITET SILA PRI RUČNOJ REZIDBI MAKAZAMA RAZLIČITIH MARKI I MODELA

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

<sup>1</sup>Institut PKB Agroekonomik, Padinska Skela

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

**Sadržaj:** Istraživanje je pokazalo da se ispitivanim makazama najlakše režu grančice višnje, breskve, šljive i jabuke. Kod jabuke, za prečnike grančica do 6,9 mm najbolje su se pokazale makaze *platinum 11/23*, a za prečnike grančica veće od 7,00 mm najbolje su bile makaze *kuker*. Slično je bilo i kod višnje s tim što su makaze *kuker* bile bolje za dijametar grančica većih od 8,00 mm. Kod šljive i breskve najbolje su se pokazale makaze *kuker*.

**Ključne reči:** rezidba, makaze, intenzitet sile.

### UVOD

U voćarskoj proizvodnji rezidba voća je veoma važna agro mera kojom se uspostavlja pravilan odnos između rodnosti i vegetativnog prirasta. Rezidba u periodu rodnosti treba da omogući da se održi i produži period pune rodnosti. Rezidba kao radni proces je veoma naporan i odgovoran posao, gde je utrošak mehaničke energije znatan. U upotrebi su mnoge marke i modeli makaza za rezidbu sa širokim rasponom cena i karakteristika. Jedan od najvažnijih kvaliteta sečiva makaza za rezidbu je sposobnost da seče drvo uz minimum naprezanja ruke.

Većina makaza za ručnu rezidbu može se svrstati u dva osnovna tipa: *nakovanj* i *bajpas*.

Dizajn pojedinih modela se donekle razlikuje što se odražava na samo sečenje. Makaze tipa *nakovnja* imaju jedno oštvo sečivo (normalno pravo) čijim pritiskom na ravan nakovnja se vrši sečenje. Makaze tipa *bajpas* imaju oštvo zakriviljeno sečivo koje prijanja uz drugo zakriviljeno sečivo koje nije oštvo. Iako ima dosta radova o pravilnim postupcima u rezidbi i assortimanu alata za rezidbu nigde se ne govori o testovima potrebne operacione sile pri radu makazama za rezidbu. Izuzetak je Parish (1998) koji je za ispitivanje odabrao devet pari makaza za rezidbu. Četiri para makaza su bila tipa *nakovnja*, a pet tipa *bajpas*. Merenja je obavljao na tiplovima od tvrdog drveta različitog prečnika.

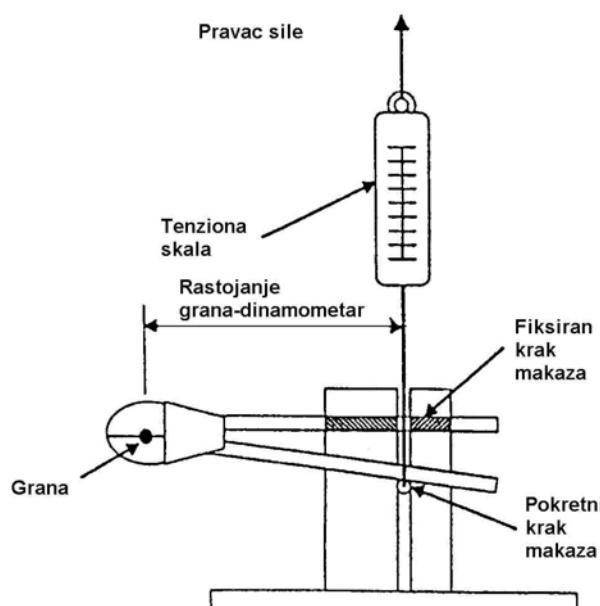
## MATERIJAL I METOD

Za ispitivanje je odabрано četiri tipa makaza za rezidbu: Platinium 11/23, Kuker i Felco 2.

Postupak ispitivanja sastojao se od merenja potrebne sile delovanja na dršku za sečenje grana jabuke, šljive, breskve i višnje različitog prečnika. Za svaku voćnu vrstu i za svaki tip makaza obavljeno je po 25 merenja. Rezultati su sredjeni i obrađeni.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Sila je merena dinamometrom primenom sile na kraj jedne drške makaza dok je druga drška makaza bila fiksirana u spravi za zatezanje (šema 1).



Slika 1. Šema postolja za testiranje

Rezultati ispitivanja su dati u tabeli 1. Prečnike grančica smo podelili u deset grupa sa razlikom od 1 mm i to od 3,0 do 12,9 mm. Prazna mesta u tabeli pokazuju da u toku merenja nije bilo grančica datog prečnika.

Istraživanje je pokazalo da se ispitivanim makazama najlakše režu grančice višnje, breskve, šljive i jabuke. Kod jabuke, za prečnike grančica do 6,9 mm najbolje su se pokazale makaze Platinium 11/23 (21,9-51,3 N), a za prečnike grančica veće od 7,0 mm najbolje su bile makaze Kuker (78,5-145,0 N). Slično je bilo i kod višnje s tim što su makaze Kuker bile bolje za prečnik grančica većih od 8,0 mm. Kod šljive i breskve najbolje su se pokazale makaze Kuker.

Tab. 1. Sile sečenja (N)

Voćna vrsta	Jabuka			Šljiva			Breskva			Višnja		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Prečnik grančica (mm)	Sile sečenja (N)											
3-3,9	-	-	-	29,4	-	-	-	-	-	17,7	-	40,4
4-4,9	21,9	-	51,0	39,7	28,0	-	14,7	-	-	-	29,0	66,7
5-5,9	33,4	38,7	64,7	52,3	51,2	68,0	28,7	27,4	-	30,2	35,0	48,6
6-6,9	51,3	63,8	74,6	74,2	70,0	91,3	58,2	45,1	87,9	49,0	56,9	69,1
7-7,9	94,7	78,5	118,7	85,6	95,9	109,1	65,9	83,2	102,6	64,7	65,7	71,9
8-8,9	131,6	117,2	153,1	135,7	110,6	122,5	99,1	91,2	118,7	89,8	79,9	107,3
9-9,9	169,3	145,0	185,4	157,0	123,9	163,0	134,9	98,1	148,1	115,3	108,9	113,3
10-10,9	160,2	-	>200	196,2	181,5	197,2	196,2	137,4	196,2	137,6	123,3	-
11-11,9	160,9	-	-	-	-	-	-	-	-	157,0	-	>200
12-12,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176,9	156,0	-

1 - Platinum 11/23

2 - Kuker

3 - Felco 2

## ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitivanja merenja potrebne sile sečenja grančica različitog prečnika jabuke, šljive, breskve i višnje može se zaključiti:

1. Najlakše se režu grančice višnje pa breskve, šljive i jabuke.
2. Kod jabuke i višnje na prečnicima grančica do 7,0 mm odnosno 8,00 mm najbolje su makaze Platinum 11/23 dok su na većim prečnicima najbolje makaze Kuker.
3. Kod šljive i breskve najbolje su bile makaze Kuker.

## LITERATURA

- [1] Komnenić, V., Živković, M., Urošević, M. (2005): Mehanizovana rezidba i berba šljive, Poljoprivredna tehnika, br. 3, Beograd, 65-70.
- [2] Komnenić, V., Nenić, P., Urošević, M., Živković, M. (2001): Uticaj različitih načina mehanizovane rezidbe jabuke zlatni delišes na podlozi M9 na vegetativni prirast i prinos, Jugoslovensko voćarstvo, Vol. 35, br. 135-136, (3-4), 167-174.
- [3] Komnenić, V., Nenić, P., Urošević, M., Živković, M. (2002): Uticaj različitih načina mehanizovane rezidbe jabuke zlatni delišes na podlozi sejanac, Agroznanje nauka-tehnologija-praksa br. 4, Banja Luka, Republika Srpska, 77-90.
- [4] Parish, R.L. (1998): Operating Force Requirements for Manual Pruning Shears, Applied Engineering in Agriculture, Vol. 14 (4):349-352.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisani biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP.6918.A, od 1.04.2005.

## INTENSITY OF THE FORCE AT HAND PRUNING THE SCISSORS DIFERANT THE TRADE AND THE MODELS

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

<sup>1</sup>*Institute PKB Agroekonomik - Belgrade*

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

**Abstract:** The goal our investigation was to investigated several the scissors for pruning, to show which models have less opperation force at pruning of twigs apple, plum, peach and sour cherry. Investigation in show to investigated scissors cut easily twigs the sour cherry, peach, plum and apple. At the apple, for diametar of twigs 6,9 mm the best shows scissors Platinium 11/23, for diametar of twigs higher 7,00 mm the best was scissors Kuker. At the sour cherry was like, but for diametar twigs higher 8 mm was better the scissors kuker. At the plum and the peach the best showed the scissors Kuker.

**Key words:** *pruning, the scissors, intensity of the force.*



UDK: 631.542:634.11

## EFEKTI MEHANIZOVANE REZIDBE JABUKE

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

<sup>1</sup>Institut PKB Agroekonomik - Beograd

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

**Sadržaj:** U radu su dati trogodišnji rezultati ispitivanja hidrauličnog rezača HR-85 u rezidbi jabuke (starking, jonatan, zlatni delišes) na podlozi sejanac. Pričast visine i širine krune u ispitivanom periodu bio je različit i zavisio je od sorte, načina rezidbe i godine ispitivanja. Vreme za rezidbu kretalo se kod mehanizovane rezidbe od 14,47 (jonatan) do 17,59 (starking) s/stablo; mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom od 569,46 (zlatni delišes) do 585,79 (starking) s/stablo; kod ručne rezidbe od 832,53 (jonatan) do 976,60 (zlatni delišes) s/stablo. Kod jabuke *starking* postoji, a kod jabuka *jonatan* i *zlatni delišes* ne postoji uticaj različitih načina rezidbe na prinos.

**Ključne reči:** jabuka, mehanizovana rezidba, pričast, eksplotacioni pokazatelji, prinos.

### UVOD

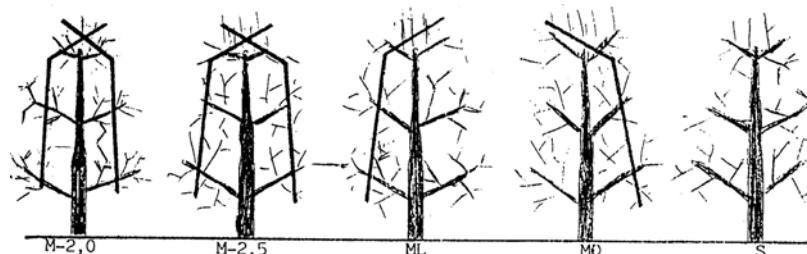
Rezidba voćaka u periodu plodonošenja je pomotehnička mera koja ima za cilj da uspostavi pravilan odnos između rasta i rodnosti. Kod starijih stabala sa umanjenim vegetativnim pričastom ona ima poseban značaj. Rezidba u periodu plodonošenja treba da omogući i produži period pune rodnosti. Rezidba plantažnih zasada jabuke, pored berbe, angažuje najveći broj radnika. Prvi uređaji za mehanizovanu rezidbu nastali su 1951. godine u SAD i primenjivani su u rezidbi agruma.

### MATERIJAL I METOD

U radu su izneti trogodišnji rezultati ispitivanja hidrauličnog rezača HR-85, sa 11 cirkulara od čega je 6 cirkulara u vertikalnom rezu, a 5 cirkulara u horizontalnom rezu, u rezidbi jabuke: *starking* (416 stablo/ha, 6 x 4 m), *jonatan* (476 stablo/ha, 6 x 3,5 m) i *zlatni delišes* (476 stablo/ha, 6 x 3,5 m) na podlozi sejanac. Rezidba jabuke je obavljena u 5 varijanti ogleda sa tri ponavljanja na sistemu gajenja kosa palmeta. Ponavljanja su bila 100 m sa 24 stabla *starkinga* (ukupno 72 stabla) odnosno 27 stabala *jonatana* i *zlatnog delišesa* (ukupno po 81 stablo).

Varijante ogleda su bile (Sl. 1):

1. mehanizovana rezidba sa ručnom korekcijom širine krune 2,0 m (M-2,0),
2. mehanizovana rezidba sa ručnom korekcijom širine krune 2,5 m (M-2,5),
3. mehanizovana rezidba sa ručnom korekcijom rezanja leve strane krune (ML),
4. mehanizovana rezidba sa ručnom korekcijom rezanja desne strane krune (MD),
5. ručna rezidba, kao kontrola (S).



Sl. 1. Varijante ogleda sa mehanizovanom rezidbom jabuke na podlozi sejanac

Merena je visina i širina krune pre i posle rezidbe graduisanom letvom dužine 6 m; vreme rezidbe je mereno štopericom, a prinos je registrovan u vreme berbe.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečna visina krune pre i posle rezidbe za tri godine ispitivanja mehanizovane rezidbe jabuke na podlozi sejanac data je u tab.1.. Visina krune pre rezidbe se kretala od 448 cm (S) kod starkinga do 513 cm (M-2,5) kod zlatnog delišesa. Visina krune posle rezidbe se kretala od 359 cm (M-2,5) kod starkinga do 430 cm (ML) kod zlatnog delišesa. Orezano je u proseku najmanje 57 cm (S) kod starkinga a najviše 128 cm (M-2,5) kod starkinga.

Tab. 1. Visina krune pre i posle rezidbe

Način rezidbe	Starking			Jonatan			Zlatni delišes		
	Pre cm	Posle cm	Orezano cm	Pre cm	Posle cm	Orezano cm	Pre cm	Posle cm	Orezano cm
M-2,0	482	386	96	485	385	100	482	392	90
M-2,5	487	<b>359</b>	<b>128</b>	491	398	93	<b>513</b>	418	95
ML	492	409	83	488	405	83	501	<b>430</b>	71
MD	490	416	74	484	389	95	501	415	86
S	<b>448</b>	391	<b>57</b>	473	396	77	488	407	81

Prosečna širina krune pre i posle rezidbe za tri godine ispitivanja mehanizovane rezidbe jabuke na podlozi sejanac data je u tab. 2. Širina krune pre rezidbe se kretala od 298 cm (M-2,0) kod zlatnog delišesa do 385 cm (S) kod starkinga. Širina krune posle rezidbe se kretala od 224 cm (M-2,0) kod zlatnog delišesa do 333 cm (S) kod starkinga. Orezano je u proseku najmanje 52 cm (S) kod starkinga a najviše 93 cm (MD) kod jonatana. Prema Engelju (1977), na jabuci se u zavisnosti od sorte jabuke (Oldenburg, James Grieve, Cox Orange, Jonathan, Golden Delicious) odstranjuje 21-33% grana i grančica primenom mehaničkog uređaja sa rotirajućim tanjurastim noževima, dok se ručnim putem-makazama odstranjuje 14-25%.

Tab. 2. Širina krune pre i posle rezidbe

Način rezidbe	Starking			Jonatan			Zlatni delišes		
	Pre cm	Posle cm	Orezano cm	Pre cm	Posle cm	Orezano cm	Pre cm	Posle cm	Orezano cm
M-2,0	338	260	78	331	245	86	<b>298</b>	<b>224</b>	74
M-2,5	361	286	75	352	263	89	339	260	79
ML	366	299	67	344	268	76	345	256	89
MD	363	296	87	350	257	<b>93</b>	351	265	86
S	<b>385</b>	<b>333</b>	<b>52</b>	359	298	61	384	326	58

Eksploracioni pokazatelji rada pri rezidbi jabuke dati su u tab. 3. Vidi se da su najmanji zastoje bili kod rezidbe starkinga 9,06 % a najveći kod rezidbe zlatnog delišesa 16,41%. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena je bio najveći kod starkinga 0,83.

Tab. 3. Eksploracioni pokazatelji rada

Pokazatelji	Jed. mere	Jonatan	Starking	Zlatni delišes
Čisto r. vreme	%	73,81	83,41	71,30
Okreti	%	14,13	9,06	12,29
Neto r. vreme	%	87,94	92,47	83,59
Zastoje	%	12,06	7,53	16,41
Koef. iskor. r. vrem.		0,73	0,83	0,71
Potrebno vreme:				
- Meh. rezidba	s/stablo	14,47	17,59	15,16
- Meh. rez. sa ručn.	s/stablo	573,83	585,79	569,46
- Ručna rezidba	s/stablo	823,53	913,60	976,60
Dnevni učinak 7 h:				
- Meh. rezidba	ha	3,68	3,45	3,50
	stabala	1752	1438	1667
- Meh. rez. sa ručn.	ha	0,09	0,10	0,11
	stabala	44	43	54
- Ručna rezidba	ha	0,06	0,08	0,05
	stabala	30	28	26
Radna brzina	km/h	2,52	2,18	2,64
Koef. proizvodn.				
- Meh. rezidba		58,04	52,24	64,82
- Meh. rez. sa ručn.		1,45	1,58	2,09
- Ručna rezidba		1,00	1,00	1,00

Kod mehanizovane rezidbe po stablu je prosečno u tri godine ispitivanja bilo potrebno od 14,47 (jonatan) do 17,59 s/stablo (starking), kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom od 569,46 (zlatni delišes) do 585,79 s/stablo (starking), a kod ručne rezidbe od 823,53 (jonatan) do 976,60 s/stablo (zlatni delišes). Dnevni učinak se kretao od 3,68 ha, 1752 stabala (jonatan) kod mehanizovane rezidbe do 0,05 ha, 26 stabala (zlatni delišes) kod ručne rezidbe. Prosečna radna brzina agregata traktor i hidraulični rezač je bila od 2,18 (starking) do 2,64 km/h (zlatni delišes). Francia (1972) iznosi da je kod mehanizovane rezidbe jabuke sorte imperatore brzina rada bila 0,8 do 1,2 km/h. Koeficijent proizvodnosti u odnosu na ručnu rezidbu (1,00) je bio kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom od 1,45 (jonatan) do 2,09 (zlatni delišes) a kod mehanizovane rezidbe od 52,24 (starking) do 64,82 (zlatni delišes). Jocić et al. (1981)

istražuju primenu pneumatskih makaza u rezidbi jabuke starking i zlatni delišes na podlozi sejanac i iznose da je utrošak ljudskog rada po *ha* 1,43 puta veći pri ručnoj rezidbi u odnosu na mašinsku.

Prosečni prinos jabuke za tri godine ispitivanja rezidbe dat je u tabeli 4. Najmanji prinos jabuke za tri godine ispitivanja je bio kod starkinga  $48,00 \text{ kg/stablo}$  u varijanti ogleda mehanizovana rezidba sa ručnom korekcijom širine krune 2,0 m (M-2,0) a najveći kod zlatnog delišesa  $108,81 \text{ kg/stablo}$  u varijanti ogleda ručna rezidba (S). Kod jabuke starking postoji, a kod jabuka *jonatan* i zlatni delišes ne postoji uticaj različitih načina rezidbe na prinos

Tab. 4. Prinos jabuke za tri godine ispitivanja

Način rezidbe	Starking <i>kg/stablo</i>	Jonatan <i>kg/stablo</i>	Zlatni delišes <i>kg/stablo</i>
M-2,0	<b>48,00</b>	86,03	99,40
M-2,5	56,70	82,35	78,03
ML	74,14	100,56	92,88
MD	46,32	87,68	96,76
S	75,24	88,70	<b>108,81</b>

## ZAKLJUČAK

- Prirast visine i širine krune u ispitivanom periodu bio je različit i zavisio je od sorte, načina rezidbe i godine ispitivanja.
- Vreme za rezidbu kretalo se kod mehanizovane rezidbe od 14,47 (jonatan) do 17,59 (starking) *s/stablo*; mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom od 569,46 (zlatni delišes) do 585,79 (starking) *s/stablo*; kod ručne rezidbe od 832,53 (jonatan) do 976,60 (zlatni delišes) *s/stablo*.
- Prosečna radna brzina agregata traktor i hidraulični rezač je bila od 2,18 (starking) do 2,64 *km/h* (zlatni delišes).
- Koeficijent proizvodnosti u odnosu na ručnu rezidbu (1,00) je bio kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom od 1,45 (jonatan) do 2,09 (zlatni delišes) a kod mehanizovane rezidbe od 52,24 (starking) do 64,82 (zlatni delišes).
- Kod jabuke *starking* postoji, a kod jabuka *jonatan* i *zlatni delišes* ne postoji uticaj različitih načina rezidbe na prinos.

## LITERATURA

- [1] Engel, G. (1977): Der Einfluss Mechanischen Schneidens auf Ertrag und Qualitat der Apfelsorten Oldenburg, James Grieve, Cox Orange, Jonathan und Golden Delicious, Erwerbs-Obstabau. Neft 3: Berlin.
- [2] Francia, E. (1972): Aspetti e problemi della potatura meccanica della piante da frutto, Instituto di meccanica agraria dell'universita degli studi di Bologna 498, Verona.
- [3] Jocić, T., Nenić, P. (1981): Neka iskustva u primeni uredaja za rezidbu voćaka, Nauka u praksi 11, 4-6, Beograd, 605-614.

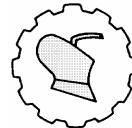
Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP.6918.A, od 1.04.2005.

**THE EFFECTS OF MECHANIZED PRUNING OF APPLE****Vaso Komnenić<sup>1</sup>, Milovan Živković<sup>2</sup>, Mirko Urošević<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Institute PKB Agroekonomik - Belgrade*<sup>2</sup>*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** The paper shows the results of the three year long experiments with hidraulic pruner HR-85 for pruning apple kinds (Starking Delicious, Jonathan, Golden Delicious) on stock seedling. The increase of height band width of crown during the period of investigation was different and was dependent of kind, wey of pruning and years of investigation. Necessary time for pruning ranged with: mechanized pruning from 14,47 (Jonathan) to 17,59 s/tree(Starking Delicious); mechanized pruning with hand correction from 569,46 (Golden Delicious) to 585,79 s/tree (Starking Delicious); with hand pruning from 832,53 (Jonathan) to 976,60 s/tree (Golden Delicious). Average working spedd was 2,18 (Starking Delicious) to 2,64 km/h (Golden Delicious). The efficiency of the pruner is 52,24 (Starking Delicious) to 64,82 (Golden Delicious) times higher than manual pruning. On the basis of investigation it was established that with: Starking Delicious kind there is the influence of wey of pruning to the yield; Jonathan and Golden Delicious kinds there is no the influence of wey of pruning to the yield.

**Key words:** *apple, mechanized pruning, exploitation indexes, yield.*





UDK: 631.361.022; 631.362.3

## КВАЛИТЕТ РАДА СЕПАРАЦИОНИХ ОРГАНА ПРИ КОМБАЈНИРАЊУ ПШЕНИЦЕ КОМБАЈНИМА У АГРОЕКОЛОШКИМ УСЛОВИМА СРЕМА

Саша Бараћ<sup>1</sup>, Милан Биберцић<sup>1</sup>, Драгослав Ђокић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Пољопривредни факултет, Приштина - Лешак

*sbarac@einet.yu*   *polj.fak@verat.net*

<sup>2</sup>„Лифам“ – Стара Пазова

**Садржај:** Како у семенској роби, тако и у зрну за прераду садржај примеса, поломљеног и штурог зрна је непожељан. У семенској роби, као и роби за прераду, примесе отежавају чишћење и чување, као и квалитет добијеног производа. Органи за чишћење су ограничавајући фактор, имајући у виду чињеницу да се са повећањем брзине кретања повећава доток масе, а самим тим и садржај нечистоћа, као и губици вршалице. На квалитет рада органа за чишћење утиче већи број фактора: влага усева, усклађеност размака бубањ-подбубањ са бројем обртаја бубња, подешеност сита, број обртаја вентилатора, отвореноност отвора за вентилацију. Уколико релевантни параметри нису усклађени добијају се највеће количине примеса. Циљ наших двогодишњих истраживања је био да се компаративним испитивањима два типа комбајна и то Zmaj 142RM и John Deer 2264 одреди квалитет овршреног зрна и укаже на недостатке, односно на предности примене концепције.

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

### УВОД

Из употребне вредности коју имају, несумњиво проистиче значај стрних жита. Као један од најважнијих елемената у људској исхрани, хлеб се добија од стрних жита, а од њих свакако најзначајније место заузима пшеница. По површинама које заузима, пшеница се налази на првом месту. Жетва и вршидба пшенице у технологији производње обављају се данас једнофазно, при чему се за жетву користе житни комбајни. Међутим, старост комбајна који су данас у експлоатацији је велика, често и преко 15-ак година. Интенција је да се увођењем савремених житних комбајна губици у жетви сведу на мање од 2,0-2,5%, уз задовољавајући квалитет и чистоћу овршене масе. Садржај примеса, поломљеног и штурог зрна у маси целог зрна није пожељан, било у семенском било у зрну за прераду.

У семенској роби, као и у роби за прераду, примесе отежавају чишћење и чување, као и квалитет добијеног производа. Један од ограничавајућих фактора промене режима рада комбајна су органи за чишћење, зато што се са повећањем брзине кретања комбајна, повећава доток житне масе, тако да се повећава и садржај нечистоћа, уз повећање укупних губитака. У радовима бројних аутора може се запазити присуство проблематике убирања стрних жита, односно, жетве и вршидбе пшенице, као и квалитет овршене масе, у ужем и ширем смислу. Чуљат и сар. (1987), наводе приликом испитивања ефеката рада комбајна "Đuro Đaković M-1620 H" да је чистоћа зрна задовољавајућа, јер је цело зрно у узорку из бункера било заступљено у распону од 96,30-97,51%. Станковић и сар. (1991) проучавају нова техничка решења на житним комбајнima и закључују да се код свих житних комбајна уочава тежња конструктора ка једноставним техничким решењима са мало покретних делова, са новим конструкцијама бубња, подбубња, сламотреса и сепаратора. Општи тренд код коришћења савремених житних комбајна је увођење комбајна великог капацитета и напуштање свих полурешења. Велики комбајни раде најквалитетније и најефтиније ако им се обезбеди довољно посла. Квалитет овршене масе је задовољавајући са преко 90% целог зрна и мање од 1% неовршеног зрна Чуљат (1997). Код савремених житних комбајна са добрым техничким решењима параметри техничке и технолошке сигурности су изузетно добри, што указује на квалитет набављених машина наводе Ђевић и сар. (2002). Исти аутори наводе да у структури овршене масе цело зрно чини преко 90%. Разматрајући ефекте комбајнирања пшенице у агреколошким условима Срема Ђокић (2003), истиче да је код комбајна JD 2264 у овршеној маси целог зрна било 97,10%, поломљеног 0,75, штурог 1,10% а осталих примеса 1,05 %.

Проучавајући савремени житни комбајн Claas Lexion 450 у условима убирања пшенице и кукуруза Ђевић и сар.(2004) наводе да је у зависности од дефинисаних параметара и брзине кретања, целог зрна у овршеној маси било 86,17-93,41%, поломљеног 6,30-13,47%, примеса 0,29-0,36%. Малиновић и сар.(2005) наводе при анализи савремених комбајна у условима Војводине, да је у структури целог зрна било 94,79-95,37%, оштећеног 0,48-0,65%, поломљеног 0,70-0,77%, лома 0,56-2,47%, неовршеног 0,56-0,63%, механичких примеса 0,09-0,16% и штурог зрна 0,51-0,64%.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Испитивања у овом раду извршена су на производним површинама у агреколошким условима Срема у периоду 2001/02. Површине на којима су изведена испитивања су по облику и величини такве да представљају просечно стање усева, при чему је вођено рачуна о уједначености склопа бильака и њиховој уједначености по висини. Површине на којима су испитивања изведена биле су углавном равне или благо нагнуте. После одабира парцеле утврђен је биолошки принос и то по дијагонали парцеле, као и стање усева. Заступљене су биле сорте пшенице "Европа 90" и "Марта". У испитивањима су коришћени комбајни Zmaj 142 RM (Z142 RM) и John Deer 2264 (JD 2264). Квалитет чишћења зрна код комбајна у зависности од дефинисаних параметара (промене размака подбубања бубња и периферне брзине бубња уз исту јачину ваздушне струје, величине отвора сита), односно се на садржај: целог, поломљеног и штурог зрна као и на остале

примесе. Узорци су узимани из бункера комбајна при чему је бележен број узорака и режим рада комбајна. Одређивање процентуалног садржаја здравог и поломљеног и примеса вршено је накнадно у лабораторијским условима. У испитивањима су коришћени: посуде, штоперица, кесе за узорке и друго. Садржаји примеса и чистог зrna изражени су у процентима. За примењену методику се може рећи да је била стандардна за ову проблематику, а тиче се пољско- лабораторијских и експлоатационих испитивања комбајна. Добијени резултати су обрађени и приказани табеларно.

Технички подаци коришћених комбајна приказани у табели број 1.

*Таб. 1. Технички подаци испитиваних комбајна*

Параметри	Тип комбајна	
	Z 142	JD 2264
Захват хедера (m)	4,27	6,1
Пречник бубња (mm)	600	660
Ширина бубња (mm)	1000	1670
Површина сламотреса ( $m^2$ )	3,9	7,67
Површина чишћења ( $m^2$ )	2,53	5,83
Запремина бункера ( $m^3$ )	2,70	7
Снага мотора (kW)	73,5	184
Маса комбајна (t)	5,3	11,76
Пречник витла (m)	0,9	1,1

## РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

У току испитивања комбајни су радили у релативно добрим условима при високом приносу (преко 5 t/ha),са доста житне масе. Основни подаци о усеву и режиму рада комбајна приказани су у табели број 2.

*Таб. 2. Основни подаци о усеву и режиму рада комбајна*

Параметри	Тип комбајна	
	Z 142 RM	JD 2264
<b>A. Усев</b>		
Сорта	"Европа 90"	Марта
Просечни принос (t/ha)	5,72	6,75
Влажност зrna и сламе (%)	12,27 и 19,20	14,31 и 19,4
Склоп бильјака по $m^2$	547	625
Стање усева	Усправан без корова	Усправан без корова
Однос зрно:слама	1:1,17	1:1,05
<b>Б. Комбајн</b>		
Периферна брзина бубња (m/s)	26,7; 29,8 и 33	27,6; 29,3 и 31
Отвореност под бубња (mm)	12; 16 и 20	10; 12 и 15
Број обртаја вентилатора (o/min)	950	1350
Под. сита: продужетак, горње, доње (mm)	16; 12 и 5	2/3 и 1/2
Радна брзина (m/s)	0,48; 0,62 и 0,84	1,11; 1,25 и 1,38
Проток житне масе (kg/s)	2,4; 3,08 и 4,18	9,08; 10,2 и 11,34
Број обртаја бубња (o/min)	850-1050	900

Резултати о квалитету чишћења зрна при комбајнирању пшенице комбајном Z142 RM у зависности од дефинисаних параметара, уз познати режим радне брзине приказани су у табели број 3.

Таб. 3. Квалитет чишћења зрна комбајна Z142RM

Година испитивања	Квалитет чишћења %	Размак подбубањ-бубањ (мм)			Влага зрна (%)
		12	16	20	
		Периферна брзина бубња (м/s)			
2001	Цело зрно	94,77	95,34	95,93	13,32
	Поломљено	2,52	2,26	2,01	
	Штуро	1,38	1,25	1,11	
	Остале примесе	1,33	1,15	0,95	
	Укупно	100	100	100	
2002	Цело зрно	94,35	94,42	95,45	11,22
	Поломљено	2,75	2,72	2,22	
	Штуро	1,53	1,51	1,27	
	Остале примесе	1,37	1,35	1,06	
	Укупно	100	100	100	
Просек	Цело зрно	94,56	94,88	95,69	12,27
	Поломљено	2,64	2,49	2,11	
	Штуро	1,45	1,38	1,19	
	Остале примесе	1,35	1,25	1,01	
	Укупно	100	100	100	

На основу добијених резултата о квалитету чишћења зрна комбајном Z142RM (таб. 3) уочава се да је највећи проценат целог зрна износу од 95,93% у 2001. години био при размаку подбубањ-бубањ 20 mm, уз периферну брзину од 26,70 m/s, док је најмањи садржај целог зрна забележен при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm уз периферну брзину бубња од 33,00 m/s 94,77%. Што се поломљеног зрна тиче, највише га је било при размаку између подбубања и бубња од 12 mm, уз периферну брзину бубња од 33,00 m/s и то 2,52%, а најмање при зазору подбубањ-бубањ од 20 mm и то 2,01% уз периферну брзину бубња од 26,70 m/s. Највећи садржај штурог зрна забележен је при истим дефинисаним параметрима као и код поломљеног зрна и износио је 1,38% (максимум), односно 1,11% (минимум).

Осталих примеса највише је било при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm и то 1,33%, уз периферну брзину од 33 m/s, а најмањи 0,95% при размаку подбубањ-бубањ од 20 mm уз периферну брзину бубња од 26,70 m/s. Нешто мањи садржај целог зрна забележен је у току 2002. године у односу на претходну. Тако је највећи садржај целог зрна у износу од 95,45% био при размаку подбубањ-бубањ од 20 mm и периферној брзини од 26,70 m/s, а најмањи при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm уз периферну брзину од 33 m/s и износио је 94,35%. За поломљено зрно се запажа да је највећи садржај у износу од 2,75% био при размаку између подбубања и бубња од 12 mm, уз периферну брзину бубња од 33,00 m/s, а најмањи при зазору подбубањ-бубањ од 20 mm и то 2,22%, уз периферну брзину бубња од 26,70 m/s. У односу на претходну годину садржај поломљеног зрна је нешто већи. Највећи садржај штурог зрна износио је 1,53% (максимум), односно 1,27% (минимум).

За остале примесе уочава се да је највећи садржај забележен при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm уз периферну брзину од 33 m/s и износио је 1,37%, а најмањи 1,06%, при размаку подбубањ-бубањ од 20 mm уз периферну брзину бубња од 26,70 m/s..

Резултати истраживања квалитета чишћења зрна код комбајна JD 2264 у зависности од дефинисаних параметара изложени су у табели број 4.

*Таб. 4. Квалитет чишћења зрна комбајна JD 2264*

Година испитивања	Квалитет чишћења %	Размак подбубањ-бубањ (mm)			Влага зрна (%)
		10	12	15	
		Периферна брзина бубња (m/s)			
2001	Цело зрно	97,34	97,83	98,48	16,9
	Поломљено	0,84	0,63	0,44	
	Штуро	0,95	0,79	0,67	
	Остале примесе	0,87	0,75	0,41	
	Укупно	100	100	100	
2002	Цело зрно	96,87	97,47	98,00	11,3
	Поломљено	1,15	0,95	0,75	
	Штуро	1,06	0,85	0,68	
	Остале примесе	0,92	0,73	0,57	
	Укупно	100	100	100	
Просек	Цело зрно	97,10	97,65	98,24	14,32
	Поломљено	0,99	0,79	0,59	
	Штуро	1,00	0,82	0,68	
	Остале примесе	0,91	0,74	0,49	
	Укупно	100	100	100	

На основу добијених резултата о квалитету чишћења зрна комбајном JD 2264 (таб. 4) уочава се да је највећи проценат целог зрна износу од 98,48% у 2001. години био при размаку подбубањ-бубањ 15 mm, уз периферну брзину од 27,60 m/s, док је најмањи садржај целог зрна забележен при размаку подбубањ-бубањ од 10 mm уз периферну брзину бубња од 31,10 m/s 97,34%. Што се поломљеног зрна тиче, највише га је било при размаку између подбубња и бубња од 10 mm, уз периферну брзину бубња од 31,10 m/s и то 0,84%, а најмање при разору подбубањ-бубањ од 15 mm и то 0,44% уз периферну брзину бубња од 27,60 m/s. Највећи садржај штурог зрна забележен је при истим дефинисаним параметрима као и код поломљеног зрна и износио је 0,95% (максимум), односно 0,67% (минимум). Осталих примеса највише је било при размаку подбубањ-бубањ од 10 mm и то 0,87%, уз периферну брзину од 31,10 m/s, а најмањи 0,41% при размаку подбубањ-бубањ од 15 mm уз периферну брзину бубња од 27,60 m/s. У току 2002. године у односу на претходну садржај целох зрна је био нешто мањи. Тако је највећи садржај целог зрна у износу од 98,00% био при размаку подбубањ бубња од 15 mm и периферној брзини од 27,60 m/s, а најмањи при размаку подбубањ бубња од 10 mm уз периферну брзину од 31,10 m/s и износио је 96,87%.

За поломљено зрно се запажа да је највећи садржај у износу од 1,15% био при размаку између подбубња и бубња од 10 mm, уз периферну брзину бубња од 31,10 m/s, а најмањи при разору подбубањ-бубањ од 15 mm и то 0,75%, уз

периферну брзину бубња од 27,60 m/s. Највећи садржај штурог зрна износио је 1,06% (максимум), односно 0,68% (минимум). За остале примесе уочава се да је највећи садржај забележен при размаку подбубањ-бубањ од 10 mm уз периферну брзину од 31,10 m/s и износио је 0,92%, а најмањи 0,57%, при размаку подбубањ-бубањ од 15 mm (периферна брзина бубња од 27,60 m/s). Влажност зрна износила је у просеку 12,27%, односно 14,32% за оба комбајна.

Анализирајући утицај дефинисаних параметара на квалитет чишћења зрна, можемо запазити да се са повећањем размака подбубањ-бубањ и смањењем периферне брзине бубња, садржај целог зрна повећава код обе варијанте испитиваних комбајна, уз смањење садржаја поломљеног и штурог зрна као и осталих примеса.

Упоређујући резултате до којих смо дошли у нашим истраживањима, може се закључити да су до сличних резултата у својим истраживањима дошли и други аутори. Тако, Чуљат (1987), наводи да је чистоћа зрна задовољавајућа јер је цело зрно у узорку из бункера било заступљено у распону од 96,30-97,51%. Слично наводе и Ђевић и сар. (2002), који истичу да у структури овршene масе цело зрно чини преко 90%. Анализирајући ефекте рада комбајна, Ђокић (2003) наводи да је у структури овршene масе код комбајна JD 2264 било 97,10% целог зрна, поломљеног 0,75%, штурог 1,10%, а осталих примеса 1,05%, док је код комбајна Z142 RM у овршеној маси било 94,56% целог зрна, поломљеног 2,63%, штурог 1,45% а осталих примеса 1,35%. Сличне резултате наводе и Ђевић и сар. (2004) који иситчу да је у зависности од дефинисаних параметара и брзине кретања комбајна целог зрна у овршеној маси било 86,17-93,41%, поломљеног преко 5%, примеса 0,29-0,36%, док Малиновић и сар. (2005) наводе да је у структури овршene масе било 94,79-95,37% целог зрна, 0,48-0,65% оштећеног, поломљеног 0,70-0,77% и штурог зрна 0,51-0,64%.

## ЗАКЉУЧАК

Увођење високо продуктивних комбајна у технолошки поступак жетве, огледа се са аспекта губитака и квалитета овршеног зрна. Садржај примеса, поломљеног и штурог зрна је непожељан како у семенској роби тако и у зрну за прераду. У семенској роби, као и роби за прераду, примесе отежавају чишћење и чување, као и квалитет добијеног производа. Органи за чишћење су ограничавајући фактор, имајући у виду чињеницу да се са повећањем брзине кретања повећава поток масе, а самим тим и садржај нечистоћа, као и губици вршалице. На основу добијених резултата о утицају дефинисаних параметара на квалитет чишћења зрна може се закључити да се са повећањем размака подбубањ-бубањ и смањењем периферне брзине бубња, садржај целог зрна повећава код обе варијанте испитиваних комбајна, уз смањење садржаја поломљеног и штурог зрна као и осталих примеса. Добијене вредности указују да је комбајн JD 2264 квалитетније радио јер је код њега забележен већи садржај целог зрна, а значајно мањи садржај поломљеног, штурог зрна и осталих примеса у односу на комбајн Z142 RM, што је разумљиво ако се има у виду чињеница да се ради о комбајну новије генерације који је технички веома усавршен, док је комбајн Z142RM комбајн старије генерације, са ниским степеном аутоматизације и класичним конструкционим решењима.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ђевић, М., Новаковић, Д., Миодраговић, Р., Милеуснић, З.: Савремени житни комбајни у условима ПКБ-а. Пољопривредна техника, бр. 1/2-децембар, 29-35, Београд, 2002.
- [2] Ђевић, М., Миодраговић, Р., Милеуснић, З.: Савремни житни комбајн Claas Lexion 450 у условима убирања кукуруза и пшенице. Пољопривредна техника, бр.1.новембар, 27-39, Београд, 2004.
- [3] Ђокић, Д.: Ефекти комбајнирања пшенице у агроеколошким условима Срема. Магистарска теза, 83-84. Пољопривредни факултет, Приштина-Лешак, 2003.
- [4] Малиновић, Н., Туран, Ј., Механцић, Р., Поповић, В.: Савремени комбајни у условима Војводине. Савремена пољопривредна техника, Вол. 31, Но. 3, 121-125, Југословенско научно друштво за пољопривредну технику, Нови Сад, 2005.
- [5] Станковић, Ј.Л., Савић, М., Механцић, Ж.: Развој житних комбајна. Актуелни задаци механизације. Зборник радова, 88-89, Оптина, 1991.
- [6] Чуљат, М., Тадић, Л.: Могућности и ефекти коришћења комбајна Đuro Đaković M-1620. Зборник радова, други део, Вол. 2, 124-127, Задар, 1987.
- [7] Чуљат, М.: Пољопривредни комбајни. Монографија, 59-68, Пољопривредни накладник, Осијек, 1997.

Резултати истраживачког рада настали су захваљујући финансирању Министарства за науку, технологију и развој, Републике Србије, Пројекат “Оптимална технолошка техничка решења за тржишно оријентисану биљну производњу”, евидентционог броја ТП 6918.А, од 1.04.2005.

## THE QUALITY SEPARATION WHILE WHEAT COMBINE IN AGROECOLOGICAL CONDITIONS OF SREM

**Sasa Barac<sup>1</sup>, Milan Biberdzic<sup>1</sup>, Dragoslav Djokic<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture, Pristina-Lesak*

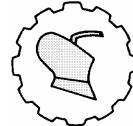
<sup>1</sup>*sbarac@eunet.yu polj.fak@verat.net*

<sup>2</sup>*"Lifam" – Stara Pazova*

**Abstract:** Content of untideness cuted and damaged grains in mass whole grain is undesiplagle in seeds, as well as in merchantile grains. In seed as well as in merchantile wheat, untideness difficulting separation are limitating factor, considering facts that with increases mass inflow, and withe untides, as well as losses of harvesting device. Many factors influence on separation device, as plant moisture, adjusting space drum-under drum with drum rotation, separation device, rotation number of ventilator, opens of ventional valves. If relevant parameters are not adjusted it leads to the highest untides qunatities. The objective of our two year trials was to compare two combine types Zmaj 142RM and John Deer 2264 and to determine quality of grains while harvesting, and to show lacks and advantages of applied concept.

**Key words:** harvest, combine, quality, separation, grains.





UDK: 631.354.2

## OIL RAPE SEED HARVESTING SEASON 2005 IN EASTERN SLAVONIA

Robert Zimmer<sup>1</sup>, Silvio Košutić<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> University of J.J. Strossmayer in Osijek, Faculty of Agriculture in Osijek,  
Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Croatia, E-mail: zimmer@pfos.hr

<sup>2)</sup> Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Svetosimunska 25,  
10000 Zagreb, Croatia, E-mail: skosutic@agr.hr

**Abstract:** Monitoring of oil seed rape harvest on family farm in Baranja showed that imported combines "A" and "B" with wheat headers were making equal losses on cutter bar (2,7 and 2,2%), losses on divider were even greater (4,8-5,2 and 7,1% and on sieves A harvester had 1,8%, while >2% was determined at combine harvester "B". Fully equipped for oil rape seed harvesting, domestic combine harvester "C" was making losses of 16,1% on cutter bar and dividers and >2% on sieves. At business entity IPK Osijek, location Bara before harvesting crops of oil seed rape were treated with Agrovital (adhesive) and total losses of 7,0% at "A" combine, 12,85% at combine "B", and finally 10,35% of total losses were recorded with domestic wheat combine harvester. In harvesting untreated, logged and convoluted crop with fully equipped imported combine harvester "D" was making loss of even 26,0%, while domestic wheat combine harvester had 24,4% on cutter bar, 22,8% on divider and >2% on sieves.

**Key words:** combine, harvesting, losses, oil seed rape.

### INTRODUCTION

Oil seed rape growing (*Brassica napus sp. oleifera* L.) has been intensified in EU during the last 15 years whereas in Croatia it has still been grown on 13 to 16 thousand hectares, depending on the year (table 1). It is grown for oil, crushed seed, cake and seeds containing 40-48 % oil and 18-25 % proteins, [2] and [3]. Rape yields in Western Europe are 3.5-4.0 t ha<sup>-1</sup> in average, whereas Croatian mean yield is 2.2 t ha<sup>-1</sup>. Rape harvest in Croatia is mainly carried out by a combine with header for wheat and other cereals harvesting. Thus, occurring losses are unacceptable high, ranging 10-30 % of the yield [4]. Harvest should be done when a crop is yellowish-brown color, stem yellowish-yellow and leaves mostly dry or yellow-brown if not dry [1]. Husks are primarily yellow-brown color on the side branches and only a little bit yellow-greenish. Central branch husks are grey-brown in color. They crack on the central branch if the husk stem is slightly tapped. The oil seed rape harvesting losses have been rarely quantified in our

country. Almost three decades ago, harvest grain losses of the rape was studied at the Faculty of Agronomy in Zagreb - Department of Agricultural Engineering [4]. On receiving results, extension of the wheat header deck was suggested to be built-in on the total length of 600 mm. In the year of EU association, Croatia will be obliged to have a share of bio-diesel fuel consumption at the level of 2 % of the total mineral origin fuel consumption [5]. A bio-diesel portion should in the further years be increased by 0.75 % annually until 2010, thus meaning that in 2020 Croatia should have reached 20 % of bio-diesel on its market [6].

## MATERIAL AND METHODS

The research was carried out during the rape harvest on both the family farm in Baranja and IPK (agricultural and processing plant) Osijek, operating unit Bara in 2005. The rape harvest at family farm in Baranja was done by the combines A and B equipped with wheat headers and a combine C with a special rape header (header deck length  $l=800$  mm + cutter bar). At the operating unit Bara the harvest was performed by the combine A (header deck length  $l=1000$  mm + cutter bar) and combine B (vertical cutter bar divider) and a combine C that was equipped with wheat header. Harvesting of the cultivar Express at family farm in Baranja was done on 29<sup>th</sup> of June, while cultivars Navajo and Bristol were harvested at IPK Osijek operating unit Bara on 1<sup>st</sup> and 5<sup>th</sup> of July 2005. The header losses were collected on its middle part and at divider by the boxes of  $A=0,1\text{ m}^2$  placed on the soil prior to a combine pass. Threshing losses were determined by five (5) conical PVC containers (invented and produced by the Institute for Agricultural Engineering and the Faculty of Agriculture for crop production, Halle Germany). These conical containers were thrown into the flow of outgoing mass falling from the combine. Plants height was determined by a meter whereas a stand by 1  $\text{m}^2$ . The crops status was determined by the researcher estimation. Oil seed rape grain yield and moisture were determined in IPK Oil factory Čepin p.l.c. [1] and [2].

*Table 1. Total rape production in the Republic of Croatia and worldwide*

Year	Republic of Croatia		Production (t)	
	Harvested area (ha)	Yield ( $\text{t ha}^{-1}$ )	Republic of Croatia	World
1992	11.743	2.06	24.183	26,716.865
1993	13.010	2.20	28.665	26,149.145
1994	13.889	2.04	28.341	29,654.969
1995	10.982	2.23	24.472	34,178.196
1996	7.651	1.52	11.661	30,421.211
1997	5.356	2.09	11.181	35,061.083
1998	8.949	2.45	21.967	35,744.416
1999	16.234	2.01	32.581	43,172.675
2000	12.886	2.28	29.436	39,511.417
2001	10.319	2.18	22.456	35,915.962
2002	13.041	1.96	25.585	33,999.990
2003	15.524	1.84	26.000	35,931.652
2004	14.299	2.33	33.167	42,000.000
Average	11.837	2.09	24.591	34,515.384

*Data Source: FAO*

## RESULTS AND DISCUSSION

During oil seed rape growing season, September 2004 to June 2005 total precipitation of 638.2 mm was recorded, which was 12.5 % above ten (10) years average. The precipitation deficiency occurred in September (sowing month), while excess were recorded in November 2004 and June 2005. Logged plants and prolong harvest were considerably affected by the stormy weather with 44 mm of precipitation on 1<sup>st</sup> of July and 42.6 mm on 4<sup>th</sup> of July.

*Table 2. Precipitation (mm) during growing season 2004/05 and 10-years average period 1995-2004.*

Name	IX 2004	X	XI	XII	I 2005	II	III	IV	V	VI	Total
2004/05	44,7	80,1	120,7	39,9	33,3	65,9	45,3	56,0	60,2	92,1	638,2
1995-2004	83,5	58,5	69,8	55,0	48,3	34,8	32,4	57,9	69,7	57,6	567,5

*Table 3. Monthly air temperature (°C) during growing season in 2004/05 and 10-years average 1995-2004.*

Name	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	Average
2004/05	15,8	13,0	6,0	2,1	0,0	-3,6	3,9	11,6	17,4	20,1	11,24
1961-90	16,6	11,2	5,4	0,9	-1,2	1,6	6,1	11,3	16,5	19,5	9,9

Mean monthly air temperature in the last four (4) months of 2004 and first six (6) months of 2005 was 14% above ten (10) years average. October and December were warmer, while February and March that were colder than long-term average.

Crop of the cultivar Express was on the Baranja family farm upright, slightly lodged with a stand of the 24 plants m<sup>-2</sup>. The loss of 1.8% was recorded at the threshing section of the combine "A", whereas not sufficiently adjusted combines B and C had loss of >2%. The combine B had in average, 38 grains/PVC containers, while combine C had 30 grains in average. Calibration graph of the PVC containers doesn't suppose more than average of 10 grains/container for it is already loss of 2%. Thus, larger number of the grains is an obvious indicator of the combine threshing section being not properly adjusted. A header loss of 9.2 and 6.9% at the combine C that was equipped with a special rape header is the consequence of improper reel adjustment by unskilled operator.

*Table 4. Harvesting loss (%) on the family farm,  
(yield of 3.060 kg ha<sup>-1</sup> and grain moisture of 11,0 -11,5%)*

Name	Combine with the wheat header		Combine with the rape header C
	A	B	
Header	2,7	2,2	9,2
Divider	4,8-5,2	7,1	6,9
Sieves	1,8	>2	>2
Total	9,3-9,7		

At the operating unit Bara there were rape cultivar Navajo treated (24 June) with Agrovital in a dose of  $0,7\text{ l} + 80\text{ l}$  water  $\text{ha}^{-1}$  and mostly lodged and unprotected rape crop of the cultivar Bristol. The determined stand on the table was  $26\text{ plants m}^2$ . Harvest loss for this site can be seen in Table 5.

*Table 5. Harvesting loss (%) on the operating unit "Bara",  
(yield of  $2,602\text{ kg ha}^{-1}$  and grain moisture of 11,36 %)*

Name	Combine with the rape header (desk+ vertical cutter bar) A <sup>1</sup>	Combine with the vertical cutter bar B <sup>1</sup>	Combine with the wheat header C <sup>1</sup>	Combine with the rape header (desk+cutter bar) D*	Combine with the wheat header E*
Header	2,7	10,8	7,5	14,7	24,4
Divider	4,0	1,7	2,2	10,3	22,8
Sieves	0,3	0,35	0,65	1,0	>2
Total	7,0	12,85	10,35	26,0	-

<sup>1</sup>Crop treated with Agrovital

\*Crop not treated with Agrovital (sticky substance)

The lowest losses were recorded at the combine A (*the extended deck of 1000 mm and vertical cutter bar*). This combine had the lowest header loss of 2.7% and total loss of 7.0 % i.e.  $182\text{ kg ha}^{-1}$ . The combine B (only vertical cutter bar divider) had the header loss of 10.8 %, which was 4 times higher than the combine A. The combine C had the header loss of 7.5 %, header divider 2,2 %, thresher 0.65 % and total losses of 10,35 % i.e.  $269\text{ kg ha}^{-1}$ . Very high losses were recorded with the combine E. One of the possible causes was untreated crop with Agrovital and very high percent of lodged crop (*margin table parts of 70-80%, within the table 30-40%*). At the same field fully equipped combine D had losses at the header of 14.7 %, divider 10.3 % and 1.0 % at the threshing section i.e. extremely high total losses of 26 % i.e.  $677\text{ kg ha}^{-1}$ . Even such high losses recorded at combine harvester D are considerably less compared to the combine E losses of almost 50%, which means that half of the yield wasn't gathered but left on the field.

## CONCLUSION

Based upon the annual monitoring and checking combine grain losses in oil seed rape harvesting on family farm in Baranja and at IPK Osijek fields in 2005 the following conclusions can be drawn:

- minimal harvesting losses can be achieved only with properly equipped and adjusted combine i.e. rape header (extended header deck + right vertical cutter bar divider);
- special attention should be aimed to the reel adjustment (position and reel peripheral velocity);
- harvest of the lodged and interwoven crops with combine equipped with wheat header or partly equipped combine (only vertical cutter bar divider) should be avoided, if possible;
- a skillful staff with appropriate accessory (metal boxes and PVC conical containers) should carry out determination of harvesting loss;
- the testing and monitoring should be by all means continued to approve previous knowledge and acquire new experience in oil seed rape harvesting.

## REFERENCES

- [1] Grosse, F. 2005. Odlučujući faktori za uspješno zasijavanje zimskih 00 kultivara uljane repice. IPK Tvornica ulja Čepin d.d. (authorized call paper), Čepin, Croatia.
- [2] Jeroch, H. 2005. Prehrambena vrijednost proizvoda od uljane repice i njihova primjena u prehrani goveda, svinja i peradi, IPK Tvornica ulja Čepin d.d. (authorized call paper), Čepin, Croatia.
- [3] Jurišić, M. 2005. AG Base, expert system - Tehnologija ratarskih i povrćarskih kultura, izrađeno za VIP projekta, Zagreb, Croatia.
- [4] Komunjer, D., et al. 1984. Kvalitet rada i učinak kombajna u žetvi uljane repice, Simpozij Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija 1984., pp. 211-216.
- [5] Tavčar, B. 2004. Prihaja čas biogoriva, Kmetijski Inštitut Slovenije, Seminar, Ljubljana, Slovenia.
- [6] \*\*\*2005. Najjači "vozni park" na biodizel u - dvorištu, Večernji list 13.08.2005, Zagreb, Croatia.

## UBIRANJE ULJANE REPICE U SEZONI 2005. U ISTOČNOJ SLAVONIJI

**Robert Zimmer<sup>1</sup>, Silvio Košutić<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> Univerzitet J.J. Štrosmajer u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek,

Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Croatia, E-mail: zimmer@pfos.hr

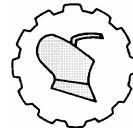
<sup>2)</sup> Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Zagrebu, Svetosimunska 25,

10000 Zagreb, Croatia, E-mail: skosutic@agr.hr

**Sadržaj:** Ispitivanje ubiranja uljane repice na porodičnoj farmi u Baranji pokazalo je da su uvozni kombajni "A" i "B", sa žitnim hederima, ostvarili gubitke na režućem aparatu (2,7 i 2,2%) a čak i veće gubitke na razdeljivaču (4,8-5,2% i 7,1%), gubici na sitima kombajna "A" su bili 1,8%, dok je više od 2% gubitaka bilo utvrđeno kod kombajna "B". Kombajn "C" domaće proizvodnje, potpuno opremljen za ubiranje uljane repice ostvario je gubitke od 16,1% na režućem aparatu, odnosno, na razdeljivaču, a više od 2% na sitima. U preduzeću IPK Osijek, lokacija Bara, usev je pre ubiranja tretiran Agrovitalom (adhezivno) i ukupni gubici kombajna "A" su bili 7%, kombajna "B" 12,85%, a, konačno 10,35% pri radu kombajna "C", odnosno, domaćeg žitnog kombajna. pri ubiranju netretiranog povijenog i poleglog useva. Sa potpuno opremljenim uvoznim kombajnom "D" ostvareni su gubici od 26%, dok je domaći kombajn imao gubitke od 24,4% na režućem aparatu, a na razdeljivaču 22,8% i sitima više od 2%.

**Ključne reči:** kombajn, ubiranje, gubici, uljana repica.





UDK: 634.1

## A VISION SYSTEM TO EFFICIENTLY HARVEST FRUITS WHICH GROW IN CLUSTERS

**Paula Tarrío, Ana M. Bernardos, José R. Casar, Javier I. Portillo**

*ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, Spain  
Email: {paula, abernardos, jramon, javierp}@grpss.ssr.upm.es*

**Abstract:** Automatic fruit harvesting systems usually come up against some difficulties because of the environment in which they operate. In this paper, we will consider the problem of distinguishing individual fruits which grow in bunches or clusters. A cluster may contain fruits with similar color and texture, what makes them appear in the image as a unique uniform region. Therefore, it is not easy to distinguish the individual fruits using traditional detection methods. We propose a new vision system composed of two stereoscopic cameras and a matrix of laser diodes that is able to distinguish fruits that grow in bunches. A prototype of a harvesting robot based on it has been developed and tested with real strawberry crops in hydroponic greenhouses. Some examples of these experiments are included.

**Key words:** *harvesting, fruit, robot, greenhouses.*

### INTRODUCTION

In the agricultural sector, there is a big interest in the substitution of the human handwork by automatic systems, due to production cost savings. Nowadays, many of the agricultural tasks are already automated, but there are still some activities that are carried out by human because they require certain skills. One of these activities is the harvesting of delicate fruits. In order to automate these tasks, it is necessary to develop robotic systems capable of harvesting each mature fruit individually, without causing damage to the fruits of the crop. Various systems have been studied and proposed for different types of crops such as apples, oranges, peaches, melons, watermelons, tomatoes, grapes, cucumbers, strawberries or mushrooms (see [6]).

Generally, these systems consist of an autonomous vehicle that travels across the harvesting zone provided with a vision system and a manipulation system. The vision system detects the fruits (distinguishing them from the rest of the crop), decides whether they are ready to be harvested or not and estimates their positions. The manipulation system is usually a robotic arm that moves an end-effector to the position previously determined by the vision system and performs the harvesting in an appropriate way.

Despite this simple principle of operation, automatic harvesting systems, and more specifically their vision systems, come up against some difficulties since the environment in which the system must operate is uncontrolled. Some well known limiting factors are occlusions of the mature fruits by leaves or by immature fruits, overlapping of several mature fruits, light reflections and shadows, strong illumination variations during the day, etc. These difficulties must be overcome in order to detect a high percentage of mature fruits, so that the system may be cost-effective. In this paper, we consider the problem of distinguishing individual fruits which grow in bunches or clusters.

In section 2, the main characteristics of vision systems reported for automatic harvesting are shortly reviewed. In section 3 the considered problem is stated and we propose and describe a new vision system to solve it. In section 4 we include some examples. Finally, section 5 concludes the paper.

## **VISION SYSTEMS FOR FRUIT HARVESTING**

A vision system for fruit harvesting must be able to perform the two main tasks: First, to detect the mature fruits in its field of vision and differentiate them from the other crop elements (leaves, stems, branches). And second, to locate the fruit in the 3-D space, calculating the coordinates to which the robotic manipulating system will be directed.

Several vision systems for harvesting applications have been reported (see [3] for a survey). Typically, the key element of these vision systems is a B/W or color camera which takes images from the harvesting scene. The detection of the fruit on those images is done by an image processing algorithm that normally includes a segmentation based on the intensity or color of each pixel or on the shapes that appear in the images. For the location of the detected fruits in the 3-D space different methods have been suggested.

One of the more typical methods is the use of a range measuring device, such as an ultrasound device or a laser range-finder [4], which complements the 2-D camera information with the third coordinate.

Another solution is the use of two cameras: one fixed on the vehicle, which globally analyses the scene, and the other one mounted on the manipulator hand, that guides the robotic arm as it approaches the fruit.

Another technique is stereoscopy, which consists on two cameras taking images from the scene from slightly different points of view. An object observed by both cameras will appear in both images at different positions. The 3-D position of the real object can be obtained from its 2-D positions in both images by means of triangulation. The main difficulty of this method is to obtain the points in both images that correspond to the same point in the real scene, which is known as the correspondence problem. This type of vision system has been proposed for several automatic harvesting systems, for example, for a cucumber picking robot ([8] and [9]) or for an orange picking robot [7].

## **PROBLEM STATEMENT AND PROPOSED SOLUTION**

All vision systems for fruit harvesting should overcome the difficulties produced by the uncontrolled environment in which they operate. In this paper, we consider the problem of distinguishing individual fruits which grow in clusters. A cluster may contain fruits with similar color and texture, what makes them appear in the image as a unique

uniform region. Therefore, it is not easy to distinguish the individual fruits using traditional detection methods, based on color or shape. Some solutions that have been proposed are not totally satisfactory (see [2], [4], [5], etc.).

In order to solve the problem in a general case, it would be desirable to retrieve the range information that was lost in the imaging process, that is, the three-dimensional information of the surface of the bunch, in a fast, inexpensive and effective way.

There are several techniques to obtain 3-D information from a scene, which can be classified into passive and active methods [1]. The most widely known passive method is stereo vision, whose main disadvantage is the correspondence problem, as previously said. This problem can be considerably alleviated by an active method, like structured lighting. The solution proposed in this paper (patent pending) is to use a stereoscopic vision system and a matrix of optical low-cost spot laser diodes to project their light whenever is necessary to distinguish individual fruit that grow in bunches.

The stereoscopic vision system is composed of two CCD color cameras, with parallel optical axis that point to the fruit harvesting region. The matrix of laser diodes is mounted on a pan-tilt platform, which is used to orientate the lasers towards the desired place. In each harvesting position, each camera takes an image of the scene, which is then processed in order to remove noise and distinguish those pixels whose color corresponds to the fruit characteristics from those that correspond to other elements (leaves, stems, background, etc). The resulting image contains groups of connected pixels or “blobs”, each one corresponding to a fruit or to a cluster of fruits.

Once the blobs in the images are found, the 3-D position and size of the correspondent fruit or cluster is calculated using the stereo information and it is decided whether the blob corresponds to a single fruit or to a cluster. If it corresponds to a single fruit, the positions of both the centroid and the upper point of the fruit are used to estimate the position of the peduncle to which the robotic arm will be steered. If the blob is a cluster of fruits, the algorithm to individualize each of the fruits of the cluster is initiated.

In order to discriminate the individual fruits in a detected bunch, the pan-tilt platform is oriented towards the cluster and the matrix of lasers is used to project a reticule of luminous spots during a short period of time. Simultaneously, the stereoscopic camera system takes a pair of images of this scene, which are then processed to detect those pixels inside the previous blob area whose intensity has notably increased and whose color correspond to the color of the laser light. After removing the noise, the images are composed of small blobs corresponding to the laser spots in the surface of the bunch. Next, the correspondence between the two images and the 3-D reconstruction of each spot is performed, obtaining, this way, a map of three-dimensional points over the surface of the bunch of fruits. With this information, the sets of spot-points belonging to each individual fruit are determined by calculating the 3-D distances among every pair of points in the reticule and clustering them with reference to the typical fruit size. Hence, the position of each fruit in the bunch is obtained with an accuracy of the order of the centimeter (depending on the gap between the light spots, that is, between the lasers of the matrix).

Finally, in our algorithm, the fruit which is closer to the cameras is selected to be harvested first. The positions of both the centroid and the upper point of this fruit are calculated and used in a mathematical algorithm to estimate the position of the peduncle in order to direct the robotic arm.

### An example

A prototype of a harvesting robot based on the above vision system has been developed and tested with real strawberry crops in hydroponic greenhouses. As an example, some experiments of a real harvesting moment are shown below. Fig.1a and 1b show a portion of the harvesting scene captured by both stereoscopic cameras, where a real bunch of strawberries can be seen from the two different perspectives. The bunch is composed of three strawberries. The two higher ones are mature (bright red) while the lower one is immature (pale red and green). The results of the color segmentation of these images are shown in Fig.1c and 1d. As expected, the immature strawberry does not appear in these images.

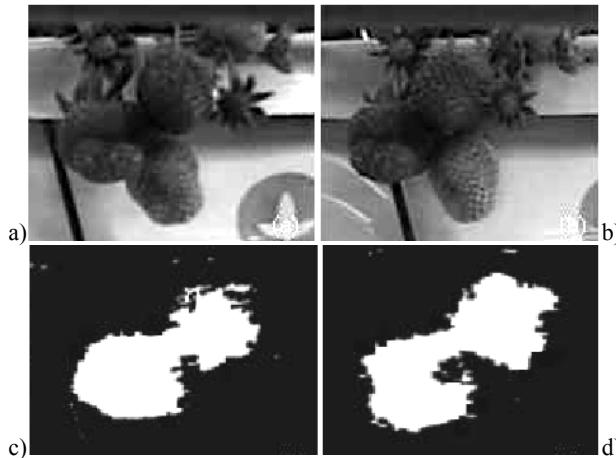


Figure 1. Portion of left (a) and right (b) images of a harvesting scene taken with the stereoscopic cameras and color segmentation of these images (c and d)

To discriminate the closest fruit to the cameras, the matrix of laser diodes illuminates the bunch and the cameras take a pair of images. These images are shown in Fig.2, where the light spots can be distinguished on the surface of the fruits.

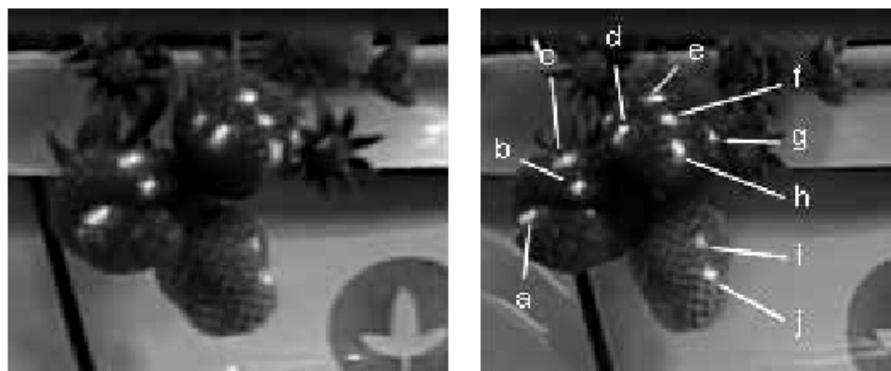


Figure 2. Portion of left and right images taken with the stereoscopic cameras at the moment of the laser illumination

In this case, the processing system reconstructs the 3-D position of the spots (see Fig. 3) and determines that 5 spots (d, e, f, g and h) belong to the closest fruit (the highest in Fig. 2). One spot on the surface of this fruit (the one on the left) could not be reconstructed because in the right image the correspondent blob was so small that it was considered as noise. With the 3-D positions of the 5 remaining spots, the coordinates of the point to which the robotic arm will be then directed were determined. It was checked that the peduncle of that fruit was in that position, with an error of less than 0.5 cm.

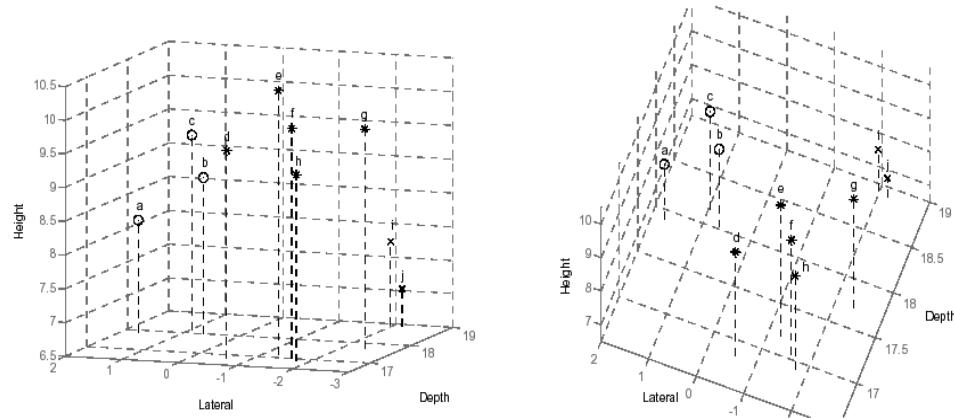


Figure 3. 3-D reconstruction of the laser spots: two perspective views

## CONCLUSION

In this paper we propose and evaluate a new vision system composed of two stereoscopic cameras and a matrix of laser diodes, that, unlike most traditional vision methods, is able to distinguish fruits that grow in bunches. This is of utmost importance in some types of crops. As opposed to scanned range finder based method, this method is much faster, what makes it perfectly suitable to the real-time requirements of an automatic harvesting system.

Furthermore, it can be used regardless of the bunch size and the layout of its fruits. A robot based on it can be the basis of a truly operational multifunction harvesting system with industrial application in real crops. A prototype of a harvesting robot based on the above vision system has been developed and tested with real strawberry crops in hydroponic greenhouses. The tests have shown that the system can accurately detect the position of each mature fruit of a bunch. Further research should include an exhaustive analysis of the robot performance in the greenhouse, in terms of percentage of harvested mature fruit and percentage of harvested immature fruit for both single and clustered fruit. Considering this analysis, some improvements could be done.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the contributions of prof. José M. Durán and prof. Juan A. Besada. This work has been partly financed by the Spanish Ministry of Education and Science under grant TSI2005-07344 and by the Government of Madrid under grant S-0505/TIC/0255.

## REFERENCES

- [1] Battle, J., E. Mouaddib and J. Salvi. 1998. Recent progress in coded structured light as a technique to solve the correspondence problem: A survey". *Pattern Recognition*, vol. 31, no. 7, pp. 963-982.
- [2] Hatou, K., A. Takayama, T. Morimoto and Y. Hashimoto. 1998. A segmentation technique for overlapping fruits using a thinning algorithm. *1<sup>st</sup> IFAC workshop on control applications and ergonomics in agriculture. Control applications and ergonomics in agriculture*: 81-86.
- [3] Jiménez, A.R., R. Ceres and J.L. Pons. 2000. A survey of computer vision methods for locating fruit on trees. *Transactions of the ASAE* 43(6): 1911-1920.
- [4] Jiménez, A.R., R. Ceres and J.L. Pons. 2000. A vision system based on a laser range-finder applied to robotic fruit harvesting. *Machine Vision and Applications* 11: 321-329.
- [5] Kondo, N., M. Monta, T. Fujiura and Y. Shibano. 1995. Intelligent robot to harvest tomato. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*. Volume 3, P.19.
- [6] Kondo, N. and K.C. Ting (editors). 1998. *Robotics for Bioproduction Systems*. St. Joseph, Michigan: ASAE.
- [7] Plebe, A. and G. Grasso. 2001. Localization of spherical fruits for robotic harvesting. *Machine Vision and Applications* 13: 70-79.
- [8] Van Henten, E.J., J. Hemming, B.A.J. Van Tuijl, J.G. Kornet, J. Meuleman, J. Bontsema and E.A. Van Os. 2002. An autonomous robot for harvesting cucumbers in greenhouses. *Autonomous Robots* 13, 241-258.
- [9] Van Henten, E.J., B.A.J. Van Tuijl, J. Hemming, J.G. Kornet, J. Bontsema and E.A. Van Os. 2003. Field test of an autonomous cucumber picking robot. *Biosystems Engineering* 86(3), 305-313.

## VIZUELNI SISTEM ZA UBIRANJE PLODOVA KOJI RASTU U GROZDOVIMA

**Paula Tarrío, Ana M. Bernardos, José R. Casar, Javier I. Portillo**

*ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, Spain  
Email: {paula, abernardos, jramon, javierp}@grpss.ssr.upm.es*

**Sadržaj:** Primena automatskih sistema za ubiranje voća obično nailazi na teškoće obzirom na okolinu u kojoj rade. U ovom radu razmatran je problem identifikacije pojedinačnih plodova koji se razvijaju u grupi plodova. Skupovi plodova mogu da sadrže u sebi plodove slične boje i teksture što dovodi do toga da se na slici pojave kao uniformna jedinstvena oblast. Iz toga razloga nije jednostovano identifikovati pojedinačne plodove upotrebom uobičajenih metodama. U radu je dat predlog novog vizuelnog sistema koga čini dve steroskopske kamere i matrične laserske diode koje mogu da razdvaje plodove koji rastu u skupu. Na osnovu ovog sistema napravljen je prototip robota za ubiranje koji je ispitana u ubiranju jagode gajene u zaštićenom prostoru, u hidroponskom sistemu. Prikazani su neki primeri iz ovog eksperimenta.

**Ključne reči:** *ubiranje, voće, vizuelni sistem, robot.*



UDK: 663.97.051.8;658.286.2

## TEHNIČKI SISTEMI TRANSPORTA I SKLADIŠENJA DUVANA

**Milan Đević, Milan Divović, Aleksandra Dimitrijević**

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Osnovni faktori uspešnosti proizvodnje duvana su adekvatna priprema zemljišta, kvalitetan sadni materijal, visok stepen mehanizovanosti procesa, poštovanje agrotehničkih rokova, transport, sušenje i pravilno skladištenje. Svi ovi procesi su međusobno povezani i značajno utiču na kvalitet sušenog duvana.

U radu je data analiza tehnološkog postupka transporta duvana i analiza skladištenja sušenog duvana na ekonomskom dvorištu.

Ogledi su izvedeni 2005 i 2006 godine u ataru sela Maradik u opštini Indija. Akcenat je stavljen na transport zelenog duvana u procesu berbe, jer je to period kada su ubrani listovi naročito osetljivi, pa je od velike važnosti da period od branja do smeštanja duvana u sušare bude što je moguće kraći.

**Ključne reči:** duvan, transport, skladištenje.

### UVOD

Duvan je industrijska biljka koja ima veliki ekonomski značaj, i za državu i za proizvođače. To je kultura čijim se gajenjem ostvaruje najveći prihod po hektaru zasađene površine.

Danas se uglavnom gaje krupnolisni tipovi duvana kao što su Virdžinija i Berlej. Tip duvana Virdžinija se koristi za izradu najkvalitetnijih cigareta, pa se potražnja za ovom sirovinom iz godine u godinu znatno povećava. Trenutne potrebe domaće duvanske industrije za sirovinom ovog tipa su oko 12000 t godišnje.

Upravo iz ovih razloga je posebno značajno utvrditi optimalne parametre koje treba ispuniti kako bi dobili kvalitetnu sirovinu.

Prvi pokušaji gajenja duvana tipa Virdžinija u Srbiji su bili 60-ih godina. Postignuti rezultati nisu bili na zadovoljavajućem nivou zbog:

- nedovoljne stručnosti i obučenosti poljoprivrednih proizvođača
- niskog stepena mehanizovanosti procesa proizvodnje jer su se sve radnje osim transporta obavljale ručno, pa je utrošak ljudskog rada iznosio 1100 h/ha

Zbog prevelikog učešća ljudskog rada, treba težiti primeni savremene mehanizacije u procesu proizvodnje duvana, čime bi sam proces postao znatno ekonomičniji i isplativiji.

Cilj ovog rada je analiza tehničkih sistema transporta i skladištenja duvana, kao i utvrđivanje osnovnih eksplotacionih parametara.

## MATERIJAL I METOD RADA

Ogledi su vršeni u ataru sela Maradik, opština Indija i to na 4 parcele ukupne površine 11,215 ha. Izvedeno je ukupno 8 ogleda:

- 4 u procesu sadnje
- 4 u procesu berbe

U ogledima u procesu sadnje, za merenje dimenzija parcele korišćena je pantljika, a za hronografska merenja štoperica. Potrošnja goriva izračunata je na osnovu kataloških podataka (specifična potrošnja traktora IMT 560 q = 270 g / kWh).

U okviru transporta duvana imamo dve vrste transporta:

**- transport kontejnera sa sadnim materijalom**

- na asfaltnom putu
- na poljskom putu
- na sadilici

**- transport ubranog duvana**



Sl. 1 Sistem slaganja „list u list“



Sl. 2 Sistem slaganja po patosu prikolice

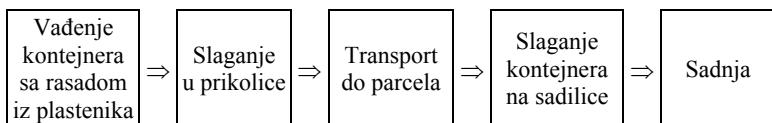
Prilikom transporta na asfaltnom putu primenjuje se sistem slaganja „list u list“ (slika 1). Kontejneri sa sadnim materijalom se slažu „na kant“ i okreću se list u list. Preko njih se složi još onoliko kontejnera, da se približno pokrije površina patosa prikolice. Ovi kontejneri pritiskaju prethodno složene kontejnere i sprečavaju njihovo prevrtanje i eventualna oštećenja sadnog materijala.



Sl. 3 Transport kontejnera sa rasadom na sadilici

Na poljskom putu slaganje kontejnera se vrši samo po patosu prikolice (slika 2), jer je zbog neravnog puta veći rizik od lomljenja i oštećenja sadnog materijala.

Transport sadnog materijala se odvija po sledećem principu: najpre se vrši vađenje kontejnera sa sadnim materijalom iz plastenika, zatim se kontejneri, zavisno od tipa putne podloge, slažu na neki od pomenutih načina i transportuju do parcele.



Sl. 4 Blok šema transporta sadnog materijala

Transport ubranog lista duvana upakovanog u metalne ramove sa iglama odvija se po istom principu na obe vrste puteva. Prikllice se udvajaju u oba slučaja, tako da se u jednom krugu transporta puni polovina sušare.



Sl. 5 Transport ubranog duvana

## REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu dobijenih podataka i podataka o karakteristikama korišćenih traktora i prikolica, određeni su eksploatacioni parametri transportnih agregata i efektivno radno vreme toka transporta.

Ukoliko se puni sušara tipa T 60-P, u dve prikolice se transportuje po 15 ramova čija je prosečna masa oko 80 kg, a ako se puni sušara tipa T 78-P, u jednu prikolicu se tovari 19, a u drugu 20 ramova. U izvršenim ogledima učestvovalo je 14-18 radnika. Berba se obavlja u jutarnjim časovima, a punjene su sušare tipa T 60-P i T 78-P. Branje se obavlja bez zastoja do trenutka kada se na prikolici upakuje 30 ramova (ako se puni sušara T 60-P) ili 39 ramova (ako se puni sušara T 78-P). Upakovani ramovi se transportuju do sušara gde se direktno sa prikolica ručno postavljaju u tunele sušare. Proces se završava povratkom traktora na parcelu. Dok je ovih 30 ramova transportovano do sušara, novih 30 je na njivi već upakovano.

### Analiza tehnološkog postupka transporta

U postupku transporta duvana od njive do fabrike primenjuju se sledeći oblici transporta:

- **ručna manipulacija** se obavlja pri vađenju kontejnera sa sadnim materijalom iz plastenika, pri utovaru kontejnera u prikolice, slaganju kontejnera na sadilice, pri istovaru ramova sa prikolica i punjenju sušara, i pri pražnjenju sušara i pakovanju sušenog lista duvana u kartonske kutije.

- **transport sadnog materijala** (traktorski u udvojenim prikolicama)

- na asfaltnom putu (sl. 1),
- na poljskom putu (sl. 2),
- na sadilici.

- **transport ubranog duvana** (traktorski u udvojenim prikolicama od proizvodnih parcela do ekonomskog dvorišta, sl. 4).

- **transport osušenog duvana** (kamionski na relaciji Maradik - Čoka 131 km)



Sl. 6 Kamionski transport sušenog duvana

U duvanskoj industriji Čoka zastupljeni su sledeći oblici transporta:

- pneumatski transporteri potisnog tipa,
- trakasti transporteri neprekidnog dejstva (sl. 7),
- manipulacija viljuškarima u krugu fabrike (sl. 8).



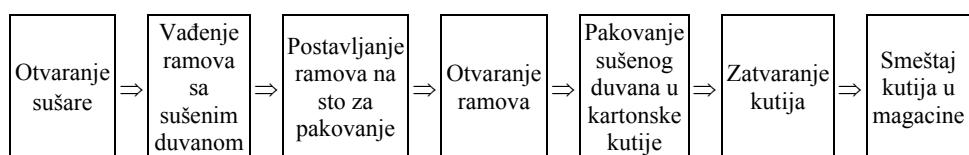
Sl. 7 Trakasti transporteri



Sl. 8 Manipulacija viljuškarima

### Analiza skladištenja

Proces pakovanja i skladištenja duvana započinje otvaranjem sušare i vađenjem ramova sa sušenim duvanom. Ramovi se zatim postavljaju na sto na kome se vrši njihovo otvaranje, a zatim skidanje sušenih listova sa igala ramova i njihovo pakovanje u kartonske kutije.



Sl. 9 Blok šema procesa pakovanja i skladištenja sušenog duvana

Kutije napunjene sušenim duvanom se zatim smeštaju u skladišta zatvorenog tipa.



Sl. 10 Izgled magacina na ekonomskom dvorištu

#### Proces pakovanja duvana u kartonske kutije

Za ovaj proces obavljen je poseban ogled, koji je trajao 1,17 h (1h 10min 25s). U ovom periodu izvršeno je pakovanje duvana iz sušare tipa T 60-P koja sadrži 60 ramova. Posao obavljaju 4 radnika i zasnovan je isključivo na ručnoj manipulaciji. Postupak rada je sledeći:

- otvaranje vrata sušare
- vađenje ramova i postavljanje na sto za pakovanje
- zatvaranje vrata sušare
- otvaranje ramova
- smeštaj sušenog duvana u kartonske kutije
- zatvaranje kutija



Sl. 11 Sto za pakovanje duvana

Redosled operacija se ponavlja sve dok se iz sušare ne izvade svi ramovi. Proses se odvija bez ikakvih zastoja, pa se može reći da je koeficijent iskorišćenja radnog vremena maksimalan. U jednu kartonsku kutiju upakuje se 10 ramova sušenog duvana. Kutije se nakon toga povezuju i odlažu u magacine gde se čuvaju do trenutka utovara na kamione i transporta do duvanske industrije Čoka.

U duvanskoj industriji Čoka u primeni su dva načina skladištenja:

- u magacinu poluproizvoda (sl. 10)
- u magacinu gotovih proizvoda (sl. 11)



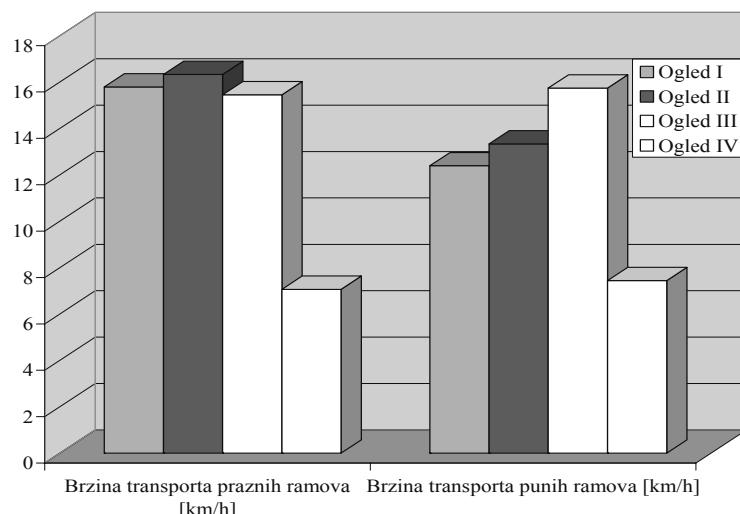
Sl. 12 Magacin poluproizvoda



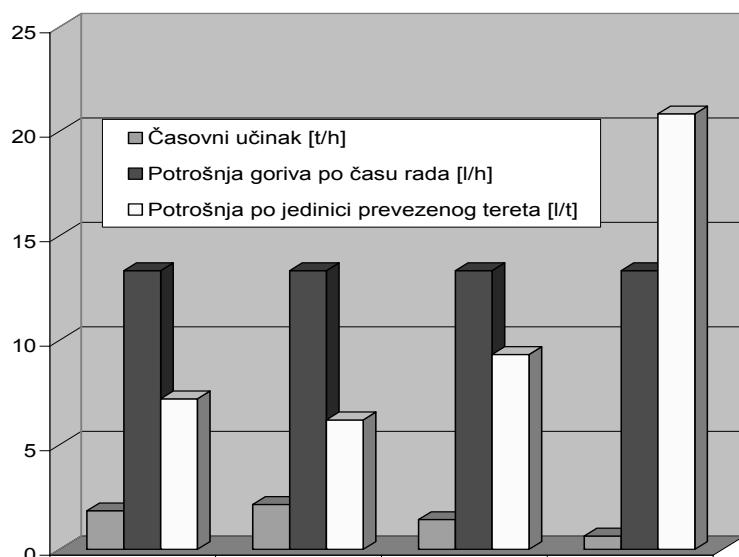
Sl. 13 Magacin gotovih proizvoda

Tab. 1 Rezultati ispitivanja u transportu i berbi duvana

	Ogled 1	Ogled 2	Ogled 3	Ogled 4
Broj radnika →	4-pakovanje 3-nošenje 5-berba 2-vozač traktora	4-pakovanje 4-nošenje 8-berba 2-vozač traktora	4-pakovanje 4-nošenje 8-berba 2-vozač traktora	4-pakovanje 4-nošenje 8-berba 2-vozač traktora
Sredstva mehanizacije	2 traktora IMT 560 3 prik.Z 452	4 traktora 5 prik. Z 452	4 traktora 5 prik. Z 452	4 traktora 5 prik. Z 452
Masa tereta [kg]	2400	3120	3120	2400
Vučni otpor [kN]	2,37	2,58	2,58	2,37
Snaga vuče [kW]	29,36	34,39	40,61	17,63
Površina [ha]	1,38	2,25	4,095	3,49
<b>Brzina transporta praznih ramova [km/h]</b>	<b>15,79</b>	<b>16,33</b>	<b>15,45</b>	<b>7,06</b>
<b>Brzina transporta punih ramova [km/h]</b>	<b>12,39</b>	<b>13,33</b>	<b>15,74</b>	<b>7,44</b>
Efektivno radno vreme (vreme transporta) [ % ]	21,31	28,84	33,61	45,50
Vreme zastoja [ % ]	10,22	20,76	11,38	9,26
Broj ubranih ramova [kom]	60	156	216	180
<b>Časovni učinak [t/h]</b>	<b>1,85</b>	<b>2,15</b>	<b>1,43</b>	<b>0,64</b>
<b>Potrošnja goriva po času rada [l/h]</b>	<b>13,34</b>	<b>13,34</b>	<b>13,34</b>	<b>13,34</b>
<b>Potrošnja po jedinici prevezenog tereta [l/t]</b>	<b>7,21</b>	<b>6,20</b>	<b>9,33</b>	<b>20,84</b>



Sl. 14 Transportne brzine praznih u punih ramova



Sl. 15 Učinak i potrošnja goriva tokom transporta

Najviši časovni učinak ostvaren je u ogledu 2 (2,15 t/h), što je rezultiralo i najmanjom potrošnjom po jedinici prevezenog tereta (6,20 l/t). Najlošiji časovni učinak ostvaren je u ogledu 4 (0,64 t/h), što za posledicu ima i najveću potrošnju po jedinici prevezenog tereta (20,84 l/t). Do ovako loših rezultata dovela je mala brzina transporta zbog zemljjanog puta po kome je transport obavljen.

## ZAKLJUČAK

Proces proizvodnje duvana zahteva velika ulaganja rada i sredstava. Za razliku od početaka gajenja duvana, danas je proces proizvodnje znatno unapređen.

U okviru procesa proizvodnje duvana značajno mesto zauzima transport, koji je zastupljen u celokupnom procesu proizvodnje počev od sadnje, pa do berbe i klasiranja. Transport je daleko više zastupljen u procesu berbe duvana. Rezultati su pokazali da se efektivno radno vreme, odnosno vreme transporta u ogledima 1 do 4 kreće od 21,31 % do 45,50 %. U toku procesa dolazi do zastoja čije je procentualno učešće u ogledima od 9,26 % do 20,76 %.

Opšti zaključak je da treba birati parcele koje su sa ekonomskim dvorištem povezane asfaltnim putem, jer ćemo tada imati veće transportne brzine, a samim tim i veći učinak i manju potrošnju po jedinici prevezene tereta.

U okviru skladištenja, ogledima je utvrđeno da je za pakovanje jedne sušare tipa T 60-P potrebno 1,17h. Ovde se zastoji praktično ne pojavljuju jer obavljanje svake tehnološke operacije zahteva odgovarajuću pripremu, pa se može reći da je proces pakovanja sinhronizovan. Skladištenje upakovanog duvana na ekonomskim dvorištima proizvođača obavlja se u magacimima zatvorenog tipa.

## LITERATURA

- [1] Novaković, D. , Đević, M. (1999) Transport u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet Zemun
- [2] Jovanović, D. (2001) Priručnik za proizvodnju duvana, DIN Niš
- [3] Popović, R. (2000) Proizvodnja duvana tipa Virdžinija, Beograd
- [4] Vuković, D. (1996) Mehanizovana berba američkih duvana,Izborni rad Beograd
- [5] FAO godišnjaci (1995)

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisani biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP.6918.A, od 1.04.2005.

## TOBACCO TRANSPORTATION AND STORAGING SYSTEMS

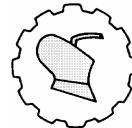
**Milan Đević, Milan Divović, Aleksandra Dimitrijević**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** Main factors that determine tobacco productions are soil composition and soil preparation, quality seedling material, high level of mechanized processes, transportation, drying and storage. All these factors are interconnected and have very important role in production of high quality tobacco.

In this paper analysis of tobacco production technology was show with special regard to transportation and storage systems. Field trials were carried out in 2005/06 in Indija region. Special attention was given to transportation of fresh tobacco lives because they are very sensitive and must be stored to dryers as quick as possible.

**Key words:** tobacco, transport, storage.



UDK: 631.364

## ВАРИЈАНТНА КОНСТРУКЦИЈА МАШИНЕ ЗА ПАКОВАЊЕ ПРЕХРАМБЕНИХ ПРОИЗВОДА

Милета Ристивојевић, Радивоје Митровић,  
Татјана Лазовић, Зоран Стаменић

Машински факултет - Београд

**Садржај:** У раду је приказано варијантно конструкционо решење машине за паковање прехрамбених производа. На основу техно-економске анализе показано је да оригинално и варијантно конструкционо решење имају приближно исту техничку вредност, с тим што варијантна конструкција има већу економску вредност - оправданост. Економска оправданост постигнута је погодним конструкционоим решењем и применом домаћих компоненти и технологије израде.

**Кључне речи:** паковање, прехрамбени производи, техно-економска анализа.

### УВОД

Паковање прехрамбених производа има велики значај у домену безбедности – биолошке заштите производа и у домену сигурности – механичке заштите производа. Такође, дизајн паковања има све значајнији удео у пласману производа на тржиште. Мере у погледу заштите прехрамбених производа садржане су у стандарду безбедности хране НАССР (*Hazard Analyses Critical Control Point*). Овај стандард је обавезујући на тржишту ЕУ и Светске трговинске организације (СТО). Он представља основну баријеру за пласман производа на европско и светско тржиште. НАССР представља систем безбедности хране заснован на седам основних принципа којима се регулише заштита прехрамбених производа. Он није заснован само на контроли готових производа на крају технолошког процеса производње и прераде, већ представља систем којим се обезбеђује потпуна заштита прехрамбених производа. Потпуна заштита прехрамбених производа остварује се праћењем стања безбедности и сигурности производа у критичним контролним тачкама технолошког процеса производње и прераде.

Наша земља се налази пред великим изазовима у домену повећања конкурентности, проналажења нових тржишта, подизање квалитета и безбедности домаћих прехрамбених производа. Основни предуслов за све ово је да се у индустрији производње и прераде хране што пре уведе систем НАССР. Безбедност и сигурност прехрамбених производа постали су императив за производија и државу, јер представљају основни предуслов за проток производа.

У оквиру секундарне прераде меса и млечних производа у прехранбеној индустрији, важан циклус представља затварање крајева црева са садржајем месних прерађевина.

Досадашњи начин затварања крајева црева канапом захтева веома обучено и бројно особље, као и велико учешће мануелног рада, различитог степена сложености и интензитета. При томе, херметичност споја је изразита функција развијених способности, навика и тренутног психофизичког стања особља које обавља операцију затварања крајева црева. Увођењем у процес прераде меса машине, клипсерице за затварање крајева црева, значајно се побољшавају услови рада, а овако упаковани производи могу се пласирати и на тржиште ЕУ.

Непостојање домаће производње и висока цена увозних машина – клипсерица отежавају спровођење система НАССР код средњих и малих производијача месних производа. У том циљу, предложено је варијантно конструкционо решење машине – клипсерице. „Домаћа“ клипсерица са економског аспекта треба да буде приступачна средњим и малим производијачима месних и млечних производа, као и производијачима воћа и поврћа.

### ТЕХНОЛОГИЈА ЗАТВАРАЊА КРАЈЕВА ЦРЕВА

У процесу производње прехранбених производа, од примарне производње основних и помоћних сировина, преко индустријске прераде, паковања складиштења, дистрибуције до тржишта, па све до услова чувања, припреме и конзумирања од стране потрошача постоје критичне контролне тачке које су кључне за безбедност производа у погледу могућих биолошких, хемијских и механичких загађивача. Због свог специфичног састава месни и млечни производи представљају добру подлогу за развој различитих врста загађивача.

Важна критична контролна тачка у процесу производње месних производа је фаза паковања – затварања крајева црева. Loше паковање – затварање крајева црева може довести до контаминације производа од стане бактерија, вируса, плесни, инсеката, па све до механичких загађивача, као што су прашина, разни опиљци метала, стакла и пластике. Такође, херметичност споја треба да је постојана и на повишеним температурама при термичкој обради производа.



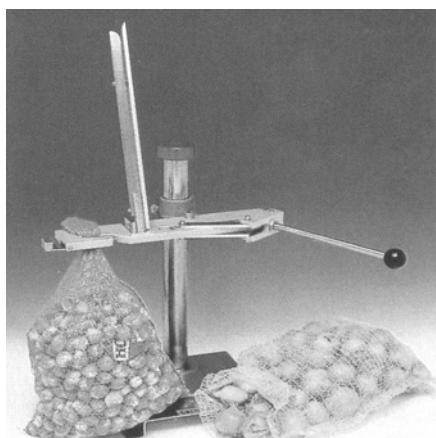
Слика 1. Затворени крајеви црева – канапом



Слика 2. Затворени крајеви црева – клипсом

Досадашњи ручни поступак затварања – везивања крајева црева канапом може се описати на следећи начин. Један крај црева, изабраног пречника и дужине се ручно увија, а затим обавије и стегне канапом неколико пута, три до четири, уз обавезно формирање краја канапа у облику слова “О”, због потребе одлагања – вешања производа у коморама за термичку обраду. Пре везивања црева, на једном крају канапа се мора формирати чвор, у циљу спречавања проклизавања – извлачења канапа из црева. Затварање другог краја црева је знатно једноставније. Крај црева се ручно увије, а затим обавије и стегне канапом неколико пута. На слици 1 су приказани затворени крајеви црева посредством канапа.

Поступак затварања црева применом машине – клипсерице је знатно једноставнији, ефикаснији и безбеднији, Сл. 2. Један крај црева се формира у облику “плисе”-а (хармонике). У средини “плисе”-а поставља се један крај канапа са формираним чвром који треба да спречи проклизавање – извлачење канапа из “плисе”-а. Други крај канапа формира се у облику слова “О” и служи за одлагање, вешање производа ради термичког третмана. Овако припремљени крај црева се поставља у одговарајући жлеб машине – клипсерице и активирањем машине стеже – затвара се једном спајалицом (клипсом). Други крај црева се затвара знатно једноставније. Крај црева се само увије и активирањем машине – клипсерице и овај крај црева се стеже – затвара једном спајалицом (клипсом). Овај једноставан начин затварања црева се примењује и за један и за други крај црева код производа чији термички третман не захтева њихово одлагање у виду вешања производа.



Слика 3. Паковање воћа и поврћа у мрежасту амбалажу

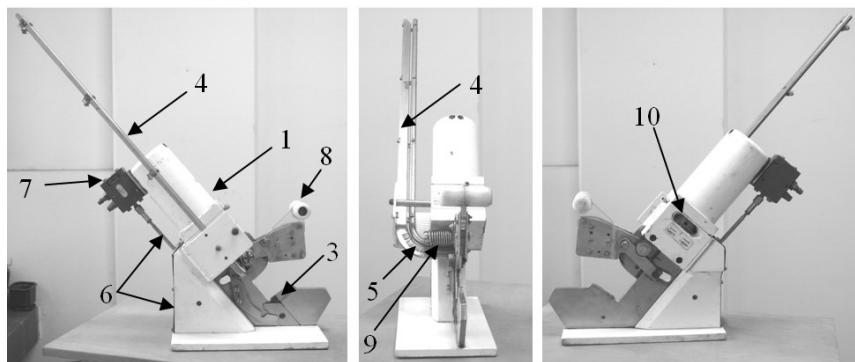
У поређењу са ручним поступком затварање крајева црева посредством канапа, примена машине – клипсерице има следеће предности:

- дужина црева потребна за затварање крајева црева је знатно мања, што се рефлектује на знатну уштеду;
- чврстоћа и херметичност споја се могу фино регулисати и прилагодити степену вискозитета месне преређевине;
- удео мануелног рада је знатно редукован;
- безбедност производа је знатно повећана.

## ВАРИЈАНТНО КОНСТРУКЦИОНО РЕШЕЊЕ

Машина клипсерица је интегрална компонента сваког аутоматизованог и полуаутоматизованог технолошког процеса прераде прехранбених производа. Она обезбеђује сигурно, безбедно и поуздано паковање месних и млечних производа у цревну амбалажу (сл.2). Поред овог примарног домена примене, иста машина или реконструисана варијанта, користе се за паковање воћа и поврћа у мрежасту амбалажу (сл.3).

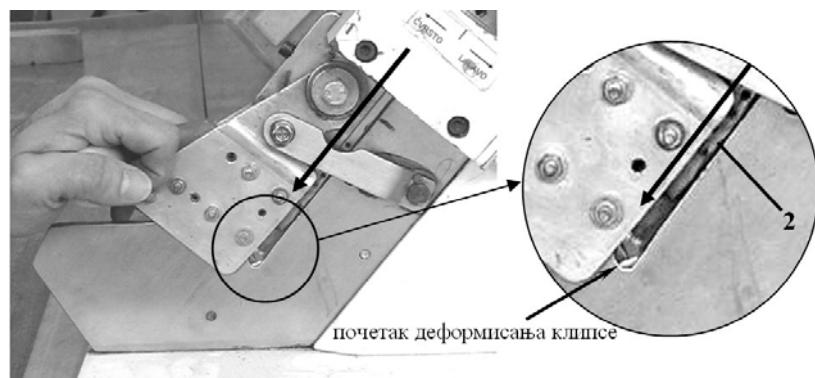
Основни делови машине - клипсерице (сл.4) су: погонска група (компресор), пнеуматски преносни механизам – клипни цилиндар са притисном завојном опругом (сл.4 позиција 1), радни део машине – ударна игла (сл.5 позиција 2) и обликач (сл.4 и 6 позиција 3), магацин (сл.4 позиција 4) за спајалице – клипсе (сл.4 позиција 5) и механички механизам (сл.4 позиција 6) за активирање пнеуматског разводника (сл.4 позиција 7).



Слика 4. Основни делови машине – клипсерице

Поступак затварања крајева црева састоји се од неколико фаза.

Место на цревној амбалажи, где треба да дође спајалица – клипса, се постави испред обликача (позиција 3). Повлачењем ручице (позиција 8) преко система полуга (позиција 6) отвара се пнеуматски разводник (позиција 7) и компримовани ваздух из компресора улази у цилиндар и преко клипног механизма покреће ударну иглу која из магацина захвата једну клипсу. Захваћену спајалицу – клипсу ударна игла спроводи одговарајућим каналом до црева. Крајеви клипсе (позиција 5) са обухваћеним цревом улазе у завојне жлебове обликача, деформишу се у облику завојнице и затварају црево одговарајућом силом. По завршеном процесу затварања крајева црева торзиона опруга (позиција 9) враћа ручицу (позиција 8) у почетни положај, а преко система полуга (позиција 6) затвара се пнеуматски разводник (позиција 7) и прекида довод ваздуха у цилиндар (позиција 1). Истовремено, притисна завојна опруга у цилиндру враћа клип и ударну иглу у почетни положај. Овом фазом, машина је спремна за нови циклус затварања крајева црева.

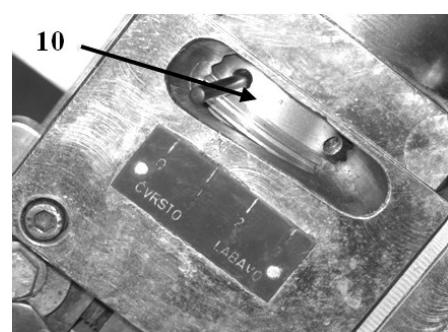


Слика 5. Ударна игла (2) у тренутку печења деформисања клипсе – затварања крајева црева

Чврстоћа и херметичност затварања крајева црева се регулишу подешавањем хода ударне игле, што се постиже окретањем навртке у жељеном смеру (слике 4 и 7. – позиција 10).



Слика 6. Обликач за формирање коначног – завојног облика клипсе



Слика 7. Регулација херметичности и чврстоће затварања крајева црева

Описани принцип рада је исти код оригиналне и реконструисане варијанте машине. Код реконструисане варијанте примењен је знатно већи број стандардних, унифицираних и типизираних делова, чиме је конструкција машине знатно упрощена. Употребљене су домаће компоненте и материјали, радна и интелектуална снага. Висококвалитетни нерђајући челици за цилиндар и носећу структуру машине замењени су мање квалитетним материјалима. Површинском заштитом – хромирањем спречени су хемијски процеси између материјала и радне средине.

Примењени систем активирања пневматског разводника искључује могућност повреде радника у току опслуживања машине. Спроведеном реконструкцијом и домаћим ресурсима у домену компоненти, материјала и радне снаге, „домаћа“ машина са техно-економског аспекта треба да постане знатно приступачнија малим и средњим произвођачима прехрамбених производа.

## ТЕХНО-ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА

Упоредна анализа оригиналне и варијантне конструкције машине за паковање прехрамбених производа – клипсерице спроведена је на основу двокритеријумског вредновања, техничког и економског, сагласно препорукама VDI 2225. Према овим препорукама, вредновање конструкције се врши оцењивањем усвојених техничких и економских критеријума оценама 0, 1, 2, 3, 4. При томе, најмања оцена 0, подразумева да предложено конструкцијено решење не задовољава са аспекта разматраног критеријума, а највећа оцена 4, да је конструкцијено решење идеално са аспекта разматраног критеријума.

*Табела 1. Техничко вредновање оригиналне и варијантне конструкције*

Технички критеријуми	Оригинална конструкција	Варијантна конструкција	Идеална конструкција
Херметичност спојева	3	2	4
Маса	3	3	4
Погодност одржавања	2	3	4
Погодност монтаже	3	3	4
Руковање	3	3	4
Поузданост	3	3	4
З б и р	17	16	24
Техничка координата X	0,71	0,67	1

*Табела 2. Економско вредновање оригиналне и варијантне конструкције*

Економски критеријуми	Оригинална конструкција	Варијантна конструкција	Идеална конструкција
Сложеност делова	2	3	4
Број делова	3	3	4
Сложеност техн. израде	1	2	4
Број станд. делова	1	3	4
З б и р	7	11	12
Економска координата Y	0,44	0,68	1

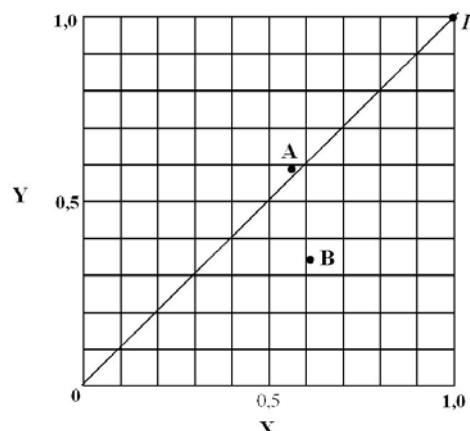
Вредновање оригиналне и варијантне конструкције машине за паковање прехрамбених производа извршено је према техничким критеријумима наведеним у табели 1 и економским критеријумима наведеним у табели 2.

На снову спроведеног вредновања, одређене су техничка X и економска Y координата, за оригинално и варијантно конструкцијено решење, сагласно следећим изразима:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot p_i}{\sum_{i=1}^n p_{max} \cdot k_i} \leq 1,0 \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot p_i}{\sum_{i=1}^n p_{max} \cdot k_i} \leq 1,0$$

где су:  $p_i$  – оцене вредновања,  
 $n$  – број разматраних критеријума,  
 $k_i$  – тежински критеријум.

Резултати вредновања приказани су у графичком облику дијаграмом на сл. 8.



*Слика 8. Графички приказ техно-економске анализе за варијантну конструкцију (A) и оригиналну конструкцију (Б)*

На основу ових резултата може се констатовати следеће:

- код оригиналне конструкције машине за паковање прехрамбених производа – клипсерице технички и економски показатељи нису уједначени;
- код варијантне конструкције технички и економски показатељи су доста уједначени и близки су идеалној тачки (тачка **I** на слици 8), у односу на оригиналну варијанту;
  - на основу техничких критеријума следи да су оригинална и варијантна конструкција приближно подједнако технички вредне;
  - на основу економских критеријума следи да је оригинално техничко решење скупље од варијантног решења за око 50%. Ова разлика у вредности је резултат конструкцијоног решења и примене домаћих материјала, компоненти и технологије израде.

На основу техно-економске анализе показано је да оригинално и варијантно конструкцијоно решење имају приближно исту техничку вредност, с тим што варијантна конструкција има већу економску вредност - оправданост. Економска оправданост постигнута је погодним конструкцијоним решењем и применом домаћих компоненти и технологије израде.

## ЗАКЉУЧАК

Будући да наша земља има све предуслове за производњу и извоз безбедних и квалитетних прехрамбених производа, неопходно је да се у индустрију производње и прераде што пре уведе систем НАССР. Зато, производићима хране треба обезбедити повољне услове, са економског и организационог аспекта, да би што пре у процес производње увели систем НАССР. Предложено варијантно конструкцијоно решење за производњу „домаће“ машине – клипсерице за паковање прехрамбених производа у цревну и мрежасту амбалажу је значајна карика у ланцу производње здраве и безбедне хране.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ристивојевић, М., Митровић, Р., Лазовић, Т., Стаменић, З.: *Конструкција машине за паковање прехранбених производа*, Машински факултет, Београд, 2006.
- [2] Митровић, Р., Ристивојевић, М., Стаменић, З., Лазовић, Т.: Анализа стања техничке регулативе у области безбедности машина у складу са захтева европских стандарда и прописа, Фестивал квалитета, Крагујевац, 2005.
- [3] Митровић, Р., Ристивојевић, М., Стаменић, З., Лазовић, Т.: *Усклађивање домаћих техничких прописа са директивом 98/37 ЕС у области машине*, IX International Annual YUSQ Conference, Novi Sad, 2005.
- [4] EN 954-1 (1996): *European Standard, Safety of machinery – Control systems with safety related functions*, European committee for Standardization, Brussels, 1996.
- [5] Огњановић, М.: *Конструисање машина*, Машински факултет, Београд, 2004.
- [6] Дубоњић, Р., Ристивојевић, М., Митровић, Р., Јефтићић, В., Лазовић, Т., Стаменић, З.: *Анализа техноекономске оправданости увођења фреквентних регулатора на погонима дозатора и додавача угља млинова котла у ТЕНТ*, ТЕХНИКА – Машинство 55 (2006) 5, 11-18.

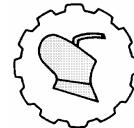
## CONSTRUCTION VARIATION OF PACKING MACHINE IN FOOD PROCESSING

**Mileta Ristivojević, Radivoje Mitrović,  
Tatjana Lazović, Zoran Stamenić**

*Faculty of Mechanical Engineering - Belgrade*

**Abstract:** The construction variation of packing machine in food processing is shown in this paper. By the techno-economic analyses it is shown that original and new construction has the same construction value, but the new construction has a better economic value – validity. Better economic value has achieved with new construction and engaging domestic components and production technology.

**Key words:** *Packing, Food production, New construction, Techno-economic analyses.*



UDK: 631.23; 634.344

## POTROŠNJA ENERGIJE U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA RAZLIČITE KONSTRUKCIJE

Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Obzirom da je proizvodnja u zaštićenom prostoru grana poljoprivrede sa najvećom potrošnjom energije i najvišim godišnjim troškovima, proizvođačima se na tržištu nude različiti oblici konstrukcije, pre svega konstrukcije tunel tipa u varijantama sa jednostrukom i dvostrukom folijom, kao ekonomski i energetski najefikasniji. U radu su analizirani, sa aspekta potrošnje energije, najčešće korišćeni oblici konstrukcije objekata zaštićenog prostora na teritoriji Srbije. Dva objekta tunel tipa, 9 x 58 m i 8 x 25 m pokriveni dvostrukom 180µm PE UV IR folijom, i blok objekat sa dva broda 14 x 39 m pokriven dvostrukom folijom (unutrašnja 50µm, spoljašnja 180µm). Rezultati pokazuju da je najniža specifična potrošnja energije ostvarena u blok objektu. Stepen iskorišćenja energije je takođe bio viši kod blok objekta. Najviša specifična potrošnja energije ostvarena je u objektu tunel tipa 8 x 25 m.

**Ključne reči:** plastenici, konstrukcija, salata, energija, energetska efikasnost.

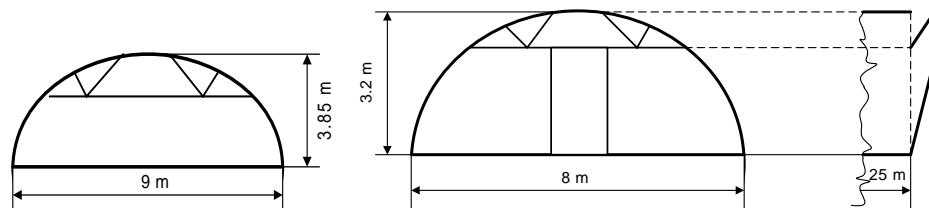
### UVOD

Proizvodnja u zaštićenom prostoru predstavlja najintenzivniju granu poljoprivredne proizvodnje. Intenzivnost se ogleda u ostvarenom prinosu po jedinici površine ali i u potrošnji energije, troškovima i početnim investicijama. Ovo su neki od razloga zašto je potrebno naći optimalnu kombinaciju energetskih inputa koja bi omogućila da ovaj vid proizvodnje bude energetski efikasniji. Na tržištu su u ponudi različiti tipovi konstrukcije objekata zaštićenog prostora kao i različiti pokrivni materijali čijim se pravilnim izborom može uticati na potrošnju energije i energetsku efikasnost proizvodnje. Uslovi koji se trebaju uzeti u obzir prilikom izbora materijala i oblika konstrukcije su biljna vrsta, period godine u kome se proizvodnja planira i klimatski uslovi regiona.

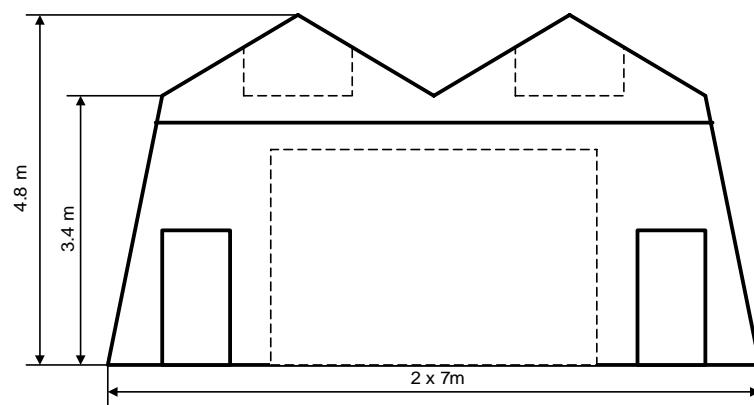
Cilj istraživanja je analiza potrošnje energije za različite tipove konstrukcije objekata zaštićenog prostora u zimskoj proizvodnji salate.

## MATERIJAL I METOD

Proizvodnja salate praćena je sa aspekta potrošnje energije i energetske efikasnosti za tri različita tipa konstrukcije (slika 1, slika 2) u periodu jesen/zima 2003/04. godine. Tunel plastenici su dužine 58 m i 25 m, pokriveni su dvostrukom 180 µm PE UV IR folijom. Blok plastenik, dužine 39 m, pokriven je unutrašnjom 50 µm folijom i 180 µm spoljašnjom folijom (slika 2).



Sl. 1 Tunel plastenici



Sl. 2 Blok objekat

Korišćeni metod baziran je na analizi energetskih inputa (direktnih i indirektnih), energetskog outputa i energetske efikasnosti. Za proizvodnju salate u svim objektima određeni su energetski input po kilogramu proizvoda, energetski output, specifična potrošnja energije, stepen iskorišćenja energije i energetska produktivnost [2]. Kao parametar koji opisuje konstrukciju uzeta je zapremina objekta po dužnom metru, [ $m^3/m$ ] koja adekvatno prikazuje razlike u konstrukciji tunela i blok objekta.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Tehnologija proizvodnje salate data je u tabeli 1. Salata je gajena na belo / crnoj malč foliji debljine 25 µm, širine 2 m sa prethodno napravljenim otvorima za sadnice. Gustuna sadnje je bila 20 biljaka /  $m^2$ .

*Tab. 1 Tehnologija proizvodnje salate*

Radna operacija	Materijal ili tehničko sredstvo
Predsetvena priprema	Jednoosovinski traktor Traktor 4 x 2 + rotaciona sitnilica, 2 prolaza
Prihrana	Startno, 500–700 kg/ha NPK Prihrana, 2 x 100 kg azotnog đubriva
Postavljanje folije	Ručno, 3 radnika / dan / 1000 m <sup>2</sup>
Sadnja	Ručno, 5 radnika / dan / 1000 m <sup>2</sup>
Navodnjavanje	Mikrokišenje, rasprskivači 3,33 l/min
Zaštita bilja	Quadrис, Sumilex
Ubiranje	Ručno, 6 radnika / 2h / 50 kutija

**Direktni energetski inputi**

Od direktnih energetskih inputa praćena je energija utrošena za zagrevanje objekata i energija koja je utrošena za pogon pojedinih mašina i tehničkih sistema (tabela 2).

*Tab. 2 Direktni energetski inputi*

	Direktni energetski input [MJ]		
	Tunel 9 x 58 m	Tunel 8 x 25 m	Blok objekat 14 x 39 m
Zagrevanje objekta	3338,82	1117,32	3235,51
Gorivo za pogon tehničkih sistema	165,75	55,56	164,37

**Indirektni energetski inputi**

Od indirektnih energetskih inputa praćeno je časovno angažovanje tehničkih sistema, utrošak hemijskih sredstava, vode, ljudskog rada i ambalaže za pakovanje salate (tabela 3). U tabeli 4 data su ukupna i specifična potrošnja energije za date objekte.

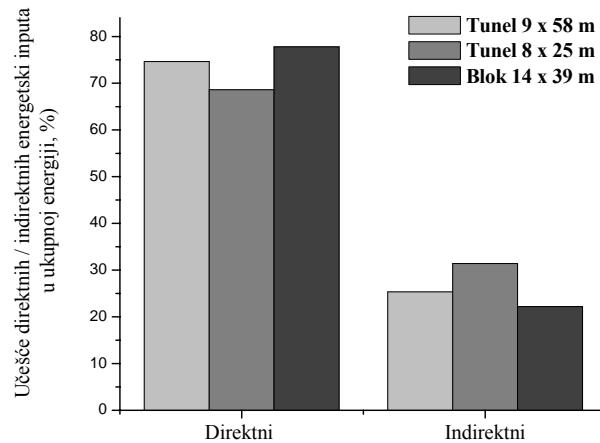
*Tab. 3 Indirektni energetski inputi*

	Direktni energetski input [MJ]		
	Tunel 9 x 58 m	Tunel 8 x 25 m	Blok objekat 14 x 39 m
Hraniva	385,44	--	421,02
Fungicidi, pesticidi	15,12	3,36	13,44
Tehnički sistemi	4,04	4,04	4,04
Voda za navodnjavanje	268,53	115,08	16,18
Kutije za pakovanje	141,90	39,30	140,70
Ljudski rad	375,00	375,00	375,00

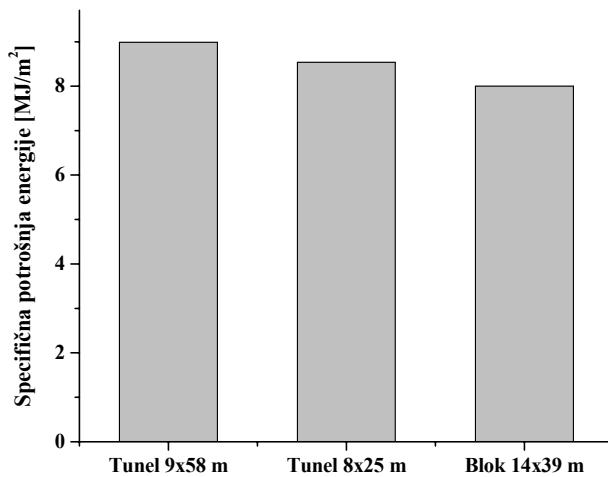
Ukoliko se posmatra struktura indirektno utrošene energije najveće učešće ima energija utrošena putem ljudskog rada (preko 30%), zatim putem aplikacije đubriva (preko 30%) i putem pakovanja salate u gajbice (do 15%). Učešće energije utrošene putem tehničkih sistema je relativno nisko, što se moglo predvideti na osnovu tehnološke šeme proizvodnje i dimenzija objekata, i iznosi do 5% (u blok objektu).

Tab. 4 Ukupna i specifična potrošnja energije

	Tunel 9 x 58 m	Tunel 8 x 25 m	Blok objekat 14 x 39 m
Direktni energetski input [MJ]	3504,57	1172,88	3399,88
Indirektni energetski input [MJ]	1190,03	536,78	970,38
Ukupna potrošnja energije [MJ]	4694,60	1709,66	4370,26
Specifična potrošnja energije [MJ/m <sup>2</sup> ]	8,99	8,55	8,00



Sl. 3 Učešće direktnih i indirektnih energetskih inputa u ukupnoj potrošnji energije



Sl. 4 Specifična potrošnja energije

Rezultati pokazuju da tunel objekti imaju veću specifičnu potrošnju energije u odnosu na blok objekat. Ovo je u skladu sa literaturom [1, 4] u kojoj se navodi da razloge visoke potrošnje energije kod manjih objekata treba tražiti u odnosu proizvodnog prostora i površine krova i zidova. U slučaju blok objekata ovaj odnos je relativno visok u poređenju sa pojedinačnim objektima tunel tipa.

### Energetski output

Energetski output se definiše preko ostvarenog prinosa i toplotne vrednosti proizvoda. Za navedene objekte, na osnovu utvrđenog prinosa i toplotne vrednosti salate od 0,46 MJ/kg, izračunat energetski output (tabela 5).

Tab. 5 Prinos salate i energetski output u objektima

	Prinos [kg]	Energetski output [MJ]	Energetski output [MJ/m <sup>2</sup> ]
Tunel 9 x 58 m	2753,60	1266,66	2,43
Tunel 8 x 25 m	808,00	371,68	1,86
Blok 14 x 39 m	2968,80	1365,65	2,50

Najveći energetski output utvrđen je za blok objekat a najniži za tunele 8 x 25 m. Razlog se može tražiti u uniformnijim mikroklimatskim uslovima unutar većih objekata. Ukoliko se uporede tuneli, veći energetski output je ostvaren u tunelu 9 x 58 m čija je specifična zapremina veća.

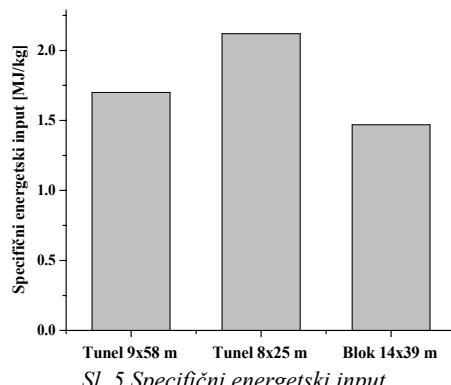
### Energetska analiza

Na osnovu energetskih inputa i ostvarenog energetskog outputa određeni su i osnovni parametri sa energetsku analizu proizvodnje u datim objektima (tabela 6).

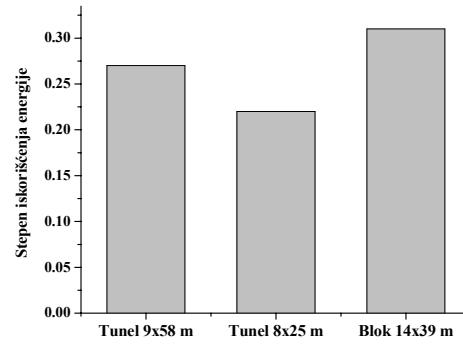
Tab. 6 Parametri za energetsku analizu

Energetski parametar	Tunel 9 x 58 m	Tunel 8 x 25 m	Blok objekat 14 x 39 m
Specifični energetski input [MJ/kg]	1,70	2,12	1,47
Stepen iskorišćenja energije (ER)	0,27	0,22	0,31
Energetska produktivnost (EP) [kg/MJ]	0,59	0,47	0,68

Prilikom određivanje specifičnog energetskog inputa (slika 5) utvrđeno je da je najvišu vrednost ovog parametra imao tunel najmanje specifične zapremine. Najpovoljniji odnos energetskog inputa i ostvarenog prinosa utvrđen je za blok objekat (slika 6). Istovremeno, u blok objektu su zabeležena manja oštećenja salate i samim tim nešto viši prinosi.

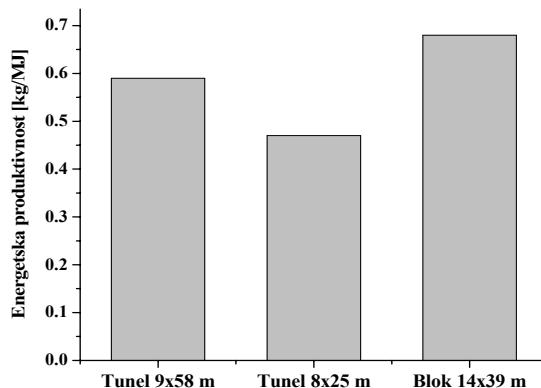


Sl. 5 Specifični energetski input



Sl. 6 Stepen iskorišćenja energije

Niža specifična potrošnja energije i viši energetski input doveli su do toga da blok objekat ima najvišu energetsку efikasnost (slika 7). Dobijene vrednosti ukazuju da je područje Srbije, sa aspekta potrošnje energije i energetske efikasnosti, pogodno za proizvodnju u zaštićenom prostoru [3].



Sl. 7 Energetska produktivnost

## ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazuju da 2/3 ukupno utrošene energije čini direktno utrošena energija preko goriva za zagrevanje objekata i goriva za pogon tehničkih sistema. Od indirektnih energetskih inputa najznačajnija je energija utrošena preko hraniva (30%) zatim energija uložena putem ljudskog rada (30%) i energija uložena u gajbice za pakovanje (15%).

Specifična potrošnja energije pokazuje različite vrednosti za različite oblike konstrukcije. Najniže vrednosti dobijene su za blok objekat ( $8,00 \text{ MJ/m}^2$ ) dok je najviša vrednost dobijena za tunel  $8 \times 25 \text{ m}$  ( $8,99 \text{ MJ/m}^2$ ). Kod blok objekta je takođe utvrđena najviša energetska produktivnost.

Vrednosti dobijene za energetsku efikasnost variraju od 0,47 do 0,68 što ukazuje da je region Srbije, sa aspekta potrošnje energije i energetske efikasnosti, pogodan za proizvodnju u zaštićenom prostoru.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisani biljni proizvodnju", evidencionog broja TP.6918.A, od 1.04.2005.

## LITERATURA

- [1] Dimitrijević, M., Đević, M., Boretos, M., Miodragović, R. (1999): Design and Control Systems in Greenhouses, Technique Towards the 3<sup>rd</sup> Milenium; Haifa, Israel.
- [2] Đević, M., Dimitrijević Aleksandra (2004): Greenhouse energy consumption and energy efficiency, Energy efficiency and agricultural engineering 2005, International conference, Russe, Bulgaria <http://www.ru.acad.bg/baer/BugGHRad.pdf>
- [3] Enoch, H.Z. (1978): A theory for optimization 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.
- [4] Hanan, J.J. (1998): Greenhouses. Advanced Technology for Protected Cultivation, CRC Press.
- [5] Nelson, P. (2003): Greehnouse Operation and Management, 6<sup>th</sup> edition.

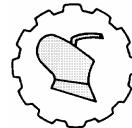
## **ENERGY CONSUMPTION FOR PLASTIC COVERED GREENHOUSE STRUCTURES**

**Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević**  
*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** In this paper different greenhouse structures were analyzed regarding energy consumption and energy productivity in winter lettuce production. Greenhouse production is still among most energy consuming branches in agriculture with very high investments and annually costs. This is the reason why plastic covering are introduced as mean of making this kind of plant production more efficient. Also, as a mean of lowering energy consumption, tunnel structures are proposed. Three different double plastic covered greenhouses were used for energy analysis. Two tunnel types, 9x 58m and 8 x 25m covered with double 180 $\mu$ m PE UV IR folia, and one gutter connected plastic covered greenhouse 7 x 39m. Inner folia was 50 $\mu$ m and outside folia was 180 $\mu$ m. Results show lowest energy consumption for gutter connected greenhouse. Energy out/in ration was also higher in gutter connected greenhouse. Highest energy consumptions was obtained in tunnel 8 x 25m.

**Key words:** *plastic covered greenhouse, tunnels, gutter connected structures, lettuce, energy, energy productivity.*





UDK: 631.344

## COOLING OF GREENHOUSES IN THE HUMID TROPICS - PROBLEMS AND SOLUTIONS

U.N. Mutwiwa<sup>1</sup>, H.J. Tantau<sup>1</sup>, V.M. Salokhe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Leibniz-Universität Hannover, Faculty of Natural Sciences,*

*Institute of Biological Production Systems, Hannover, Germany*

<sup>2</sup>*Asian Institute of technology, Klong Luang, Pathumthani, Thailand*

**Abstract:** The development of a greenhouse suitable for protected cultivation in the humid tropics is still far from being realized. Reducing the heat load without increasing humidity inside the greenhouse, pest exclusion without heavy reliance on chemicals and monitoring plant response to changes in the microenvironment are the main challenges. As such the development of a strategy that allows for rational use of resources for high quality plant production while ensuring maximum protection and sustainability of the environment is still being sought. The progress made in developing an adapted greenhouse that encourages biological pest control and simultaneously offers an optimum microclimate is discussed in the concept of integrated plant production in the humid tropics.

**Key words:** *Humid tropics, greenhouse, NIR-reflection, natural ventilation, evaporative cooling, pest control.*

### INTRODUCTION

There are various challenges facing protected cultivation in the humid tropic: among them high temperature and high humidity. High rainfall (occasionally storms) and many hours of solar radiation contribute to an increase of both temperature and humidity inside the greenhouses which creates conditions suitable for fungal infestation. An efficient ventilation system is required in order to prevent excessive rise in internal air temperature, humidity and to increase the concentration of CO<sub>2</sub>. Ventilation also affects plant growth by promoting gas and energy exchange between the plants and the surrounding air (Sase, 2006). In addition, infestations by pests and diseases lead to severe economic losses. The heavy reliance on chemicals to control pests and diseases leads to both the development of resistance by the pests and pollution of the environment.

- Thus, when designing a greenhouse for the humid tropics the following points should be taken into consideration:

- Sufficient ventilation to maintain an efficient air exchange in order to keep the temperature, humidity and CO<sub>2</sub> within the optimal ranges
- Ability to control the climate in order to maintain the physiological fluxes in the range of values considered adequate for crop growth, development and quality
- Ability to integrate biological pest and disease control
- Strong enough to withstand the storms that are prevalent in these regions

This paper addresses the main problems associated with ventilation of greenhouses in the humid tropics and the progress made in the development of an adapted greenhouse suitable for use in integrated vegetable production in these regions.

## NATURAL VENTILATION

Natural ventilation is the least expensive greenhouse cooling method (Chauhan et al., 2002) and the most commonly used, because it permits reduction of the temperature for cultivation and the internal CO<sub>2</sub> deficit, and it provides much better environmental working conditions (Muñoz et al., 1999). It is dependent on external climate mainly wind and temperature difference (Kittas et al., 1997), hence it may not be very efficient in summer when the heat load inside the greenhouse and the external air temperature are too high (Baille, 1999). Fixing insect proof screens on ventilation openings of naturally ventilated greenhouses is increasingly becoming popular because they physically block (Bethke, 1994) or optically prevent (Antignus et al., 1998) the entry of insects in to the greenhouse. However, these screens may influence the light transmitted into the greenhouse (Klose and Tantau, 2004) and have been found to reduce air exchange (Teitel, 2001) thereby leading to a rise in temperature and humidity. The degree of the reduction in air exchange is greatly influenced by the porosity of the insect-proof screen (Harmanto et al., 2006).

The performance of naturally ventilated greenhouses covered with insect-proof screens has been investigated by several researchers in the humid tropics (Ajwang, 2005; Harmanto 2006). Models simulating the effect of insect screen on air exchange and greenhouse microclimate for the humid tropics have also been developed (Ajwang and Tantau, 2005). Recent developments in modeling have been concentrated on the application of computational fluid dynamics to simulate greenhouse microclimate (Fatnassi et al., 2003; Boulard and Baille, 1995; Boulard et al., 2004).

Harmanto et al., (2006) investigated the effect of the porosity of three insect proof nets on air exchange and microclimate in naturally ventilated greenhouses in the humid tropics. Results show that the use of 78-mesh (Econet-T) and 52-mesh (Bionet) insect-proof screens reduced air exchange rate by 50 % and 40 %, respectively, compared to a 40-mesh insect proof screen. This reduction in air exchange resulted in humidity rise by 200 % and 50 %, for the 78-mesh and 52-mesh insect proof screens, respectively. Figure 1 shows the effect of net porosity on air temperature and CO<sub>2</sub> concentration inside naturally ventilated greenhouses with an actively growing tomato crop on a typical sunny day in Bangkok. The finer mesh changes the greenhouse microclimate by reducing air exchange rate thereby increasing temperature. A greenhouse clad with 78-mesh insect proof screen had a higher air and leaf temperature which resulted in

higher leaf transpiration (Fig. 1 and 2). The concentration of CO<sub>2</sub> was slightly higher in the 52-mesh insect screen owing to the high porosity of the nets which enhanced air exchange (Fig. 3).

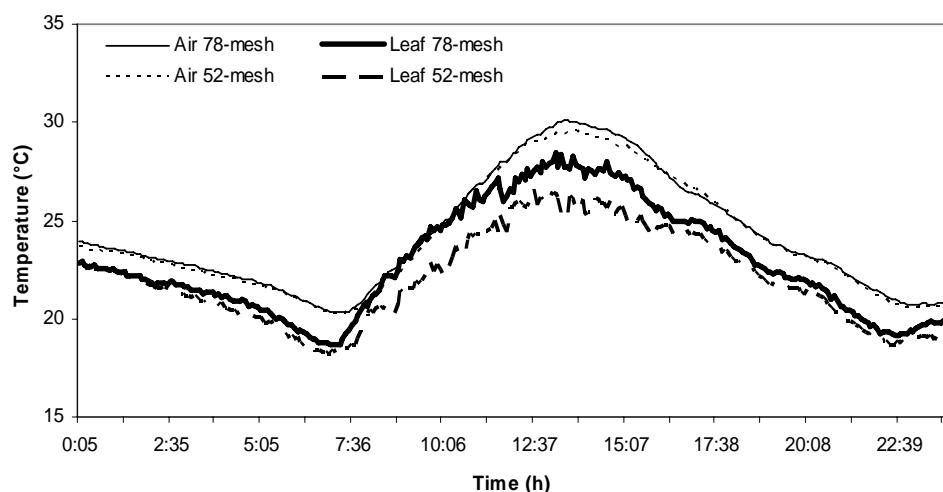


Figure 1. Air and leaf temperature profile inside the naturally ventilated greenhouses covered with 52-mesh (Bionet) and 78-mesh (Econet T) insect-proof screens on a typical sunny day (18<sup>th</sup> December 2005), with a young tomato crop (41 days after transplanting).

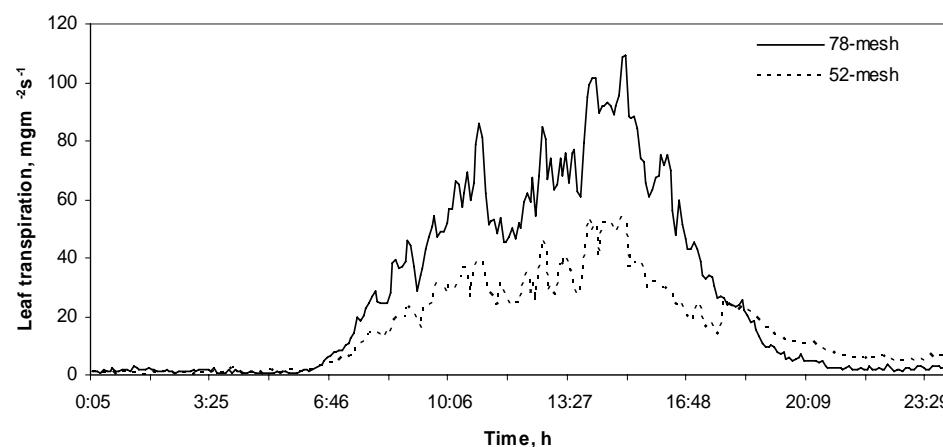


Figure 2. Leaf transpiration of tomato plants grown inside naturally ventilated greenhouses clad with 52-mesh (Bionet) and 78-mesh (Econet T) insect-proof screens on the sidewalls and ventilation openings on a typical sunny day (22<sup>nd</sup> June 2006). Transpiration was higher for the plants inside the greenhouse clad with the finer mesh.

An attempt should also be made to minimize the existence of temperature and humidity gradients both on the vertical and horizontal gradients (Soni et al., 2005) of naturally ventilated greenhouses in these regions.

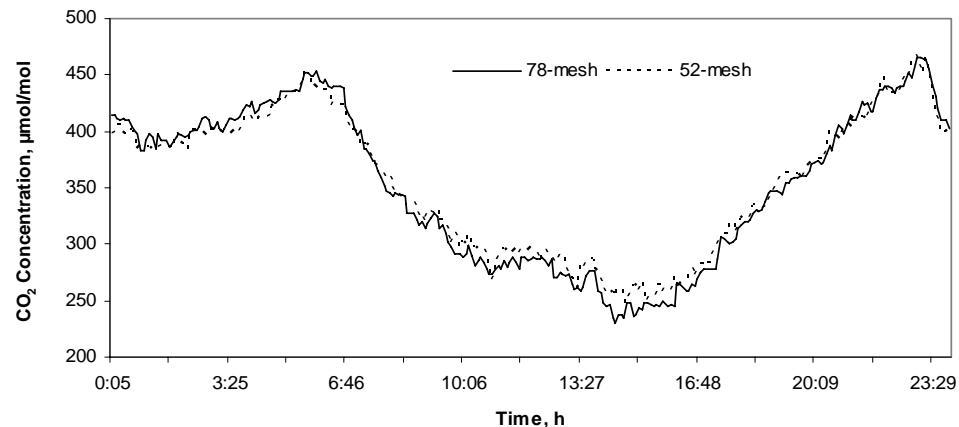


Figure 3. Concentration of CO<sub>2</sub> inside greenhouses clad with 52-mesh (Bionet) and 78-mesh (Econet T) insect-proof screens on the sidewalls and ventilation openings. Fine mesh size slightly reduces the concentration of CO<sub>2</sub> inside the greenhouse.

### EVAPORATIVE COOLING

Evaporative cooling systems are based on conversion of sensible heat into latent heat through the evaporation of water and work well in areas with high values of outside air, (dry and wet bulb) temperatures associated with high solar radiation. Arbel et al., (2003) described the main types of evaporative cooling the benefits and disadvantages associated with each system. The main evaporative cooling methods used today are fan-and-pad and fogging (Kittas et al., 2003). Fan and pad systems require a draft of air which is forced to pass through wet pads, while fog systems are based on spraying water in the fog range, in the form of small droplets 2- 60 μm in diameter, in order to increase the water surface in contact with air (Montero, 2006). Both systems have their pros and cons, which have been extensively discussed in scientific and technical literature (Kittas et al., 2003; Arbel et al., 2003) The main disadvantage of evaporative cooling systems is the increase of humidity inside the greenhouse, wetting of the foliage thereby creating conditions favourable for the development of fungal diseases (Elad, 1989) and the demand for high quality water which is unavailable in some places (Montero, 2006). The main factors influencing fan and pad evaporative cooling systems have been discussed in detail by Bucklin et al., (2004). For fan and pad cooling systems, a cooler air temperature with higher humidity may be maintained at high ventilation rates, though water use would increase, at times to quantities greater than those used for irrigation (Sabeh et al., 2006). These authors suggested an operation strategy for a pad and fan cooling system that minimizes the use of water while maintaining the proper greenhouse climate for tomato crop production under semi-arid, summer conditions. In the humid tropics, the performance of evaporative cooling systems is limited due to the high humidity levels in the external air. Tomato plants grown in greenhouses equipped with fan and pad cooling system have low transpiration rate (due to low vapour concentration difference (leaf-air)) (Figure 4), were shorter and suffered more from fungal diseases compared to those grown inside naturally ventilated greenhouse.

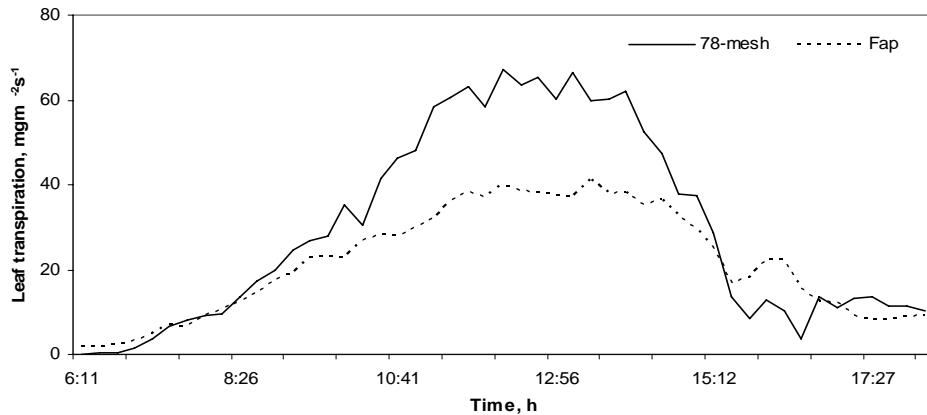


Figure 4. Leaf transpiration for young tomato plants (33 days after transplanting) grown inside a fan and pad evaporative cooled greenhouse (Fap) and in a naturally ventilated greenhouse covered with a 78-mesh insect proof screen on the sidewalls and ventilation openings (78-mesh) during the day on a typical day (10<sup>th</sup> December 2005).

Results from experiments conducted in Bangkok reveal that although differences exist between the microclimate inside a naturally versus fan and pad cooled greenhouses, the effect in net assimilation is minimal (table 1). Plant response to evaporative cooling is not always positive, since physiological disorders like Blossom End Rot (BER) may be fostered under high radiation and high humidity conditions (Montero, 2006). For a fan and pad cooled greenhouse, there is a build up in CO<sub>2</sub> concentration inside the greenhouse at night as a result of respiration coupled with poor air exchange since the fans may not be operated owing to low night temperatures (Fig. 5). A sudden decrease in CO<sub>2</sub> concentration when the fans start running is followed by a sudden drop in photosynthesis moments later but it takes some time before the same level of net assimilation is reached (Fig. 6). Low vapour pressure deficit is also responsible for fruit cracking in many crops (Aloni et al., 1999, Yao et al., 2000) thereby reducing both quality and shelf life of the marketable yield (Gonzalez-Real and Baille, 2006). In addition, high installation and operation costs may limit its application in the humid tropics.

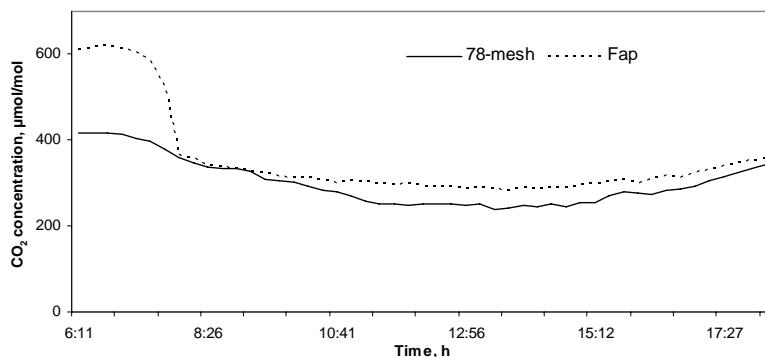


Figure 5. Profile of CO<sub>2</sub> concentration inside fan and pad cooled greenhouse (Fap) and in a naturally ventilated greenhouse covered with a 78-mesh insect proof screen on the sidewalls and ventilation openings (78-mesh) during the day on a typical day (10<sup>th</sup> December 2005).

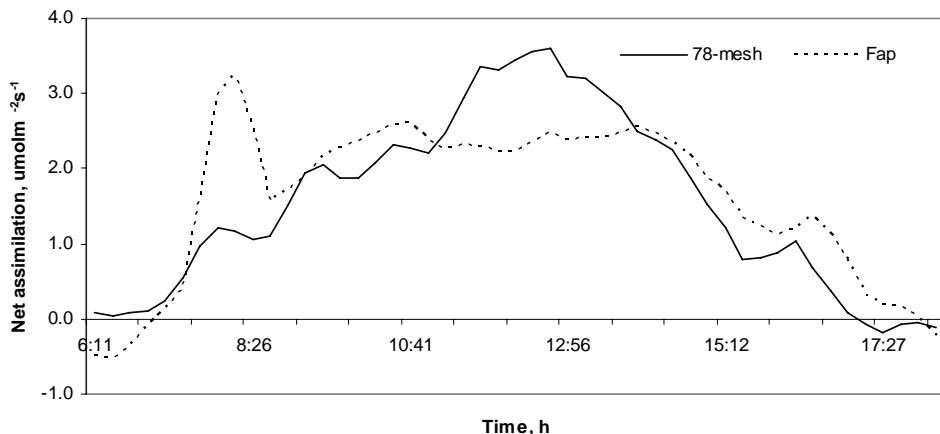


Figure 6. Comparison of net assimilation rates of young tomato plants (33 DAT) grown inside fan and pad cooled greenhouse (Fap) and in a naturally ventilated greenhouse covered with a 78-mesh insect proof screen on the sidewalls and ventilation openings (78-mesh) during the day on a typical day (10<sup>th</sup> December 2005).

Table 1. Comparison of air temperature & CO<sub>2</sub> concentration inside fan and pad cooled (Fap) and a naturally ventilated greenhouse clad with a 78-mesh insect-proof screen and their effect on tomato plants in the cool season (4 weeks after transplanting) (Mutwiwa et al., 2006).

House	CO <sub>2</sub> Concentration, $\mu\text{mol/mol}$	Air temperature, °C	Stomatal conductance, m/s	Transpiration, mg/m <sup>2</sup> s	Photosynthesis, $\mu\text{mol/m}^2\text{s}$
Fap	349.3 ± 10.2a	27.3 ± 0.3a	34.0 ± 1.5a	23.1 ± 2.8a	1.8 ± 0.1a
78mesh	306.3 ± 6.1b	30.4 ± 0.5b	23.5 ± 1.2b	34.0 ± 1.6b	1.7 ± 0.1a

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different  
(Students t-test,  $\alpha = 5\%$ )

#### SHADING

Another passive method is to reduce the intensity of transmitted radiation in greenhouse by providing shade curtains or applying coating of white paint (whitewash) on covering. Whitening is inexpensive and presents positive effects on both microclimate and crop behaviour and thus should be considered as an efficient means for alleviating heat load during summer (Bailley et al., 2001). Whitening reduces the transmission of solar radiation into the greenhouse consequently reduces air temperature, vapour pressure deficit and canopy to air temperature difference (Bailley et al., 2001). Shading screens (cut out screens) are also used to block transmission of global radiation into the greenhouse. The transmittance and reflectance of the screening material are the main factors that determine the quantity and quality of radiation entering the greenhouse. A screening surface forming a closed cavity with the inside ground is always more efficient in blocking the admission of solar irradiation than any other shape (Miguel et al., 1994). According to Kittas et al., (2003), shading screens may be used to reduce radiation inside the greenhouse but the effective temperature reduction is not really proportional to the shading rate. The high radiation loads observed in summer lower plant water potential through faster transpiration, hence decoupling transpiration rate and root water uptake (Grange and Hand, 1987). Water deficits induced by the high radiation

loads affects plant productivity by reducing the leaf area index, reduce water transfer to the fruit and enhance fruit transpiration (Leonardi et al., 2000). These stress conditions slow water accumulation by the fruit leading to the production of small fruits especially in tomatoes (Guichard et al., 2001), as observed in the hot season. Due to the high solar radiation (and consequently high temperature), the total marketable yield per plant in the hot season was only 10 % that of the cool season-mainly due to the production of small fruits (less than 50 gm) which were often parthenocarpic.

### NEAR INFRA RED (NIR)-REFLECTION

More than half of the solar energy is near-infra-red radiation, NIR, which is of little use to photosynthesis but is a heat source. Van Bavel et al., (1981) indicated that reducing transmitted NIR was another type of cooling method worth considering. Von Elsner and Xie, (2003) carried out investigations with the NIR-interference pigments integrated in shading paint to selectively reduce NIR inside the greenhouse. Their results showed that both the PAR levels and heat load reduction varied with the concentration of the pigment applied on the plastic films. Hemming et al., (2006) analysed the optical properties of various NIR-filtering materials, and gave a calculation method to quantify the energy reduction under these materials and to estimate the contribution for greenhouse cooling. According to these authors, NIR-filtering multi layer coatings applied to plastic film or glass filter out NIR most effectively but should not be used in unheated greenhouses since they cause an undesirable temperature drop while NIR-filtering white washes still reduce PAR too much. Application of Reduheat, a commercial NIR-reflecting pigment (Madenkro, the Netherlands) in greenhouses in Bangkok area significantly reduced the transmission of global radiation into the greenhouse and consequently, air temperature, leaf transpiration and the net photosynthesis of tomato plants grown inside the greenhouse (Table 2).

*Table 2. Microclimate and plant response inside naturally ventilated greenhouse with and without NIR-reflecting pigment on the roof in the hot season (May to September 2006) 8 weeks after transplanting*

House	Global radiation, W/m <sup>2</sup>	Air temperature, °C	Stomatal conductance, m/s	Transpiration, mg/m <sup>2</sup> s	Photosynthesis, µmol/m <sup>2</sup> s
With NIR	200.8 ± 8.9a	29.9 ± 0.2a	25.9 ± 0.6a	30.3 ± 1.5a	1.5 ± 0.1a
No NIR	243.9 ± 10.6b	33.2 ± 0.2b	34.7 ± 0.8b	43.3 ± 1.5b	1.8 ± 0.1b

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different  
(Students t-test,  $\alpha = 5\%$ )

However the NIR-reflecting pigment was more effective in the hot season as the differences were small in the cool season (Mutwiwa et al., 2006). Although, the NIR pigment reduced the overall greenhouse transmission, it might also have changed the quality of light inside the greenhouse, especially the ratio of red to far red, which has been reported to influence plant height (Rajapakse et al., 2001), but this was not observed. In the cool season, a small reduction in marketable yield (2.5 %) was complimented by 11.2 % reduction in non-marketable yield (especially small fruits and those affected by BER). Similar results were reported by Garcia et al., (2006) who tested plastic films that block the entry of NIR into the greenhouse.

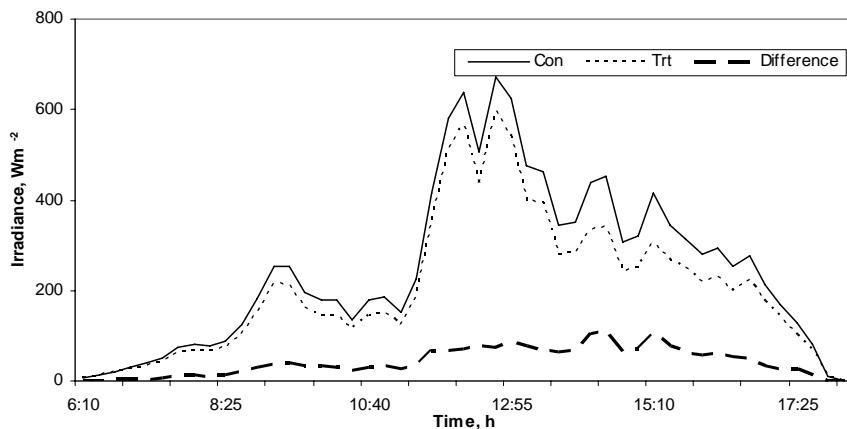


Figure 7. Profile of global radiation inside the naturally ventilated greenhouses with (Trt) and without (Con) near infra red-reflecting pigment on the roof on a sunny day (6<sup>th</sup> July 2006)

The possibility of using NIR-filtering (moveable) screens to block transmission of NIR radiation into the greenhouse could be an alternative in the future (Hemming et al., 2006). Although NIR-reflecting pigments are showing good performance, more research needs to be conducted in order to develop better methods of application that ensure uniform spread of the pigments of the greenhouse roof (especially for greenhouses covered with plastic films) in the right concentration.

### INSECT PEST CONTROL

Various attempts are being made to develop sustainable plant protection methods that reduce the reliance on chemicals. Cladding of greenhouses either fully or partially with insect proof screens is becoming quite popular. Depending on the screens' pore size various insects can be excluded physically as described by Bethke (1994). However a balance between efficient insect pest exclusion and air exchange efficiency has to be found when using insect-proof screen for cladding greenhouses. Very fine screens will exclude most pests but this will reduces air exchange. According to Harmanto (2006), 50% less thrips were recorded inside a greenhouse clad with a 78-mesh insect proof screen compared to one clad with a 52-mesh insect-proof screen (Table 3).

Table 3. Mean ( $\pm$  SE) weekly insect pest population found trapped in greenhouses clad with insect-proof screens of different mesh-sizes in the cool season (Harmanto, 2006)

Insect population (number $10\text{ cm}^{-2}$ )	Insect-proof screen mesh size		
	$40 \times 38$	$52 \times 22$	$78 \times 52$
Whiteflies	$0.34 \pm 0.18\text{ a}$	$0.05 \pm 0.10\text{ b}$	$0.02 \pm 0.08\text{ b}$
Thrips	$42.88 \pm 2.75\text{ a}$	$29.80 \pm 2.30\text{ a}$	$11.57 \pm 1.18\text{ a}$

Within row, means followed by the same letter are not significantly different at  $P = 0.05$ , t-test (lsd).

Spectrally modifying insect screens have been found to significantly reduce the number of insect pest population inside a greenhouse and the viruses they transmit (Antignus et al., 1998). The use of UV-absorbing plastic films as greenhouse covers has also been reported to reduce both the population and dispersion of certain insect pests in

greenhouses (Mutwiwa et al., 2005). A combination of both UV absorbing roof covers and UV-absorbing insect proof screens was reported to be most effective in protecting greenhouse plants from common pests and delay the appearance of virus symptoms on plants (Kumar and Poehling, 2006). Moreover, biological pesticides such as neem have been reported to have the potential of controlling various greenhouse pests prevalent in the humid tropics (Kumar, 2006). The combination of spectrally modifying insect-proof screens and covers with botanical pesticides may offer a solution to the pest and disease problems in greenhouses in these regions.

## CONCLUSIONS

An environmentally friendly, efficient system to cool greenhouses in the humid tropics and to efficiently control pests and diseases is still to be found. Based on the information from the above mentioned studies the following is recommended for a greenhouse for sustainable vegetable production in the humid tropics:

- Should be clad with spectrally modifying covers in order to reduce the heat load by blocking the transmission of NIR, and reduce pest population by blocking the transmission of UV radiation.
- Have large ventilation openings on the sidewalls and roof (more than 60 % of floor area) clad with insect-proof screens that block insect entry both physically and optically (see figure 8).
- Have ventilation fans for use when temperatures exceed the optimum and to minimize temperature and humidity gradients.

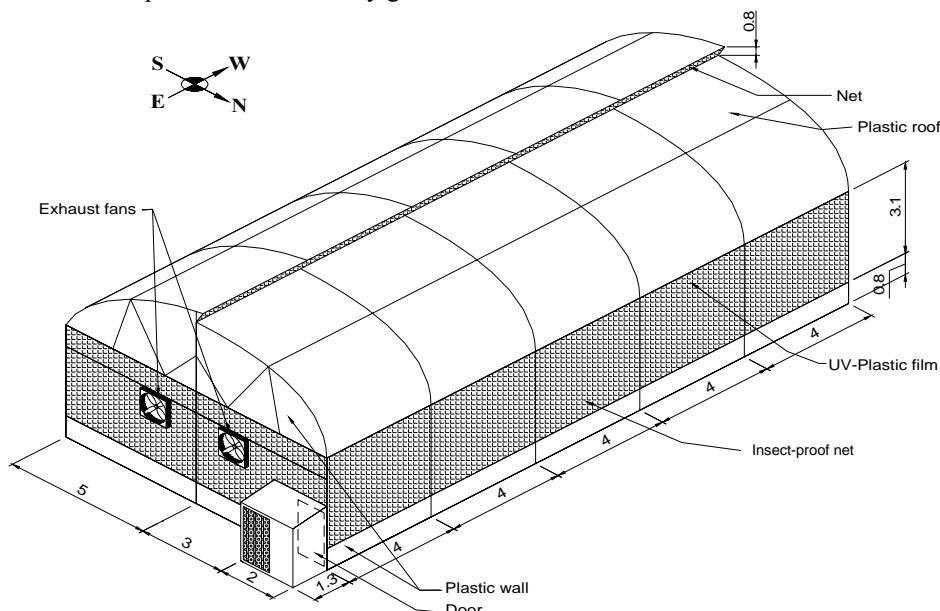


Figure 8. A naturally ventilated greenhouse used in one of the experiments conducted in central Bangkok. A greenhouse with large ventilation openings (both on the sidewalls and roof) covered with UV-absorbing insect-proof screens and a UV-absorbing plastic film incorporated with near infra red (NIR)-reflecting pigments on the roof is recommended. Exhaust fans should be installed to help enhance air exchange especially when outside wind speed is low.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful for the financial support received from the German Research Foundation (within the framework of the FOR 431 project) and to Dr. M. Schoondergang of Mardenkro BV, (Baarle Nassau, The Netherlands) for providing the NIR-reflecting pigment used in this research.

## REFERENCES

- [1] Ajwang, P., Prediction of Effects of Insect-proof Screens on Climate in Naturally Ventilated Greenhouses in Humid Tropics. Phd dissertation, *University of Hannover*, Germany. 116 pp, 2005.
- [2] Ajwang, P., Tantau, H.J, Prediction of the effect of insect-proof screens on climate in a naturally ventilated greenhouse in humid tropical climates. International conference on sustainable greenhouse systems - Greensys 2004, Leuven Belgium. To be published in *Acta Horticulturae*, 2005.
- [3] Aloni, B., Karni, L., Moreshet, S., Yao, C. and Stanghellini, C., Cuticular cracking in pepper fruit: II. Effect of fruit water relations and fruit expansion. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, 74:1-5, 1999.
- [4] Antignus, Y., Lapidot, M., Hadar, D., Messika, Y., Cohen, S., Ultraviolet-absorbing screens serve as optical barriers to protect crops from virus and insect pests. *Journal of Economic Entomology*, 91, 1401-1405, 1998.
- [5] Arbel, A., Barak, M., and Shklyar, A., Combination of forced ventilation and fogging systems for cooling greenhouses, *Biosystems Engineering*, 84, 45-55, 2003.
- [6] Baille, A., Greenhouse structure and equipment for improving crop production in mild winter climates, *Acta Horticulturae*, 491, 37-47, 1999.
- [7] Baille, A. Kittas, C and Katsoulas, N., Influence of whitening on greenhouse microclimate and crop energy partitioning. *Agricultural and Forest Meteorology* 107: 293–306, 2001.
- [8] Bethke J.A., Considering installing screening? This is what you need to know. *Greenhouse Manager*, 13, 34-37, 1994.
- [9] Boulard, T., Fatnassi, H., Roy, J.C., Lagier, J., Fargues, J., Smits, N., Rougier, M., and Jeannequin, B., Effect of greenhouse ventilation on humidity of inside air and in leaf boundary-layer. *Agricultural and Forest Meteorology*, 125, 225-239, 2004.
- [10] Boulard, T., Baille, A., Modelling of air exchange rate in a greenhouse equipped with continuous roof vents. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 61, 37-48, 1995.
- [11] Bucklin, R.A., Leary, J.D., McConnell, D.B., Wilkerson, E.G., Fan and pad greenhouse evaporative cooling systems, *University of Florida. IFAS extension*, Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu>, 2004.
- [12] Chauhan, P.M., Kim, S.M., and Lieth, J.H., Combined effect of whitening and ventilation methods on microclimate and transpiration in rose greenhouse. Available online on: <http://www.fskab.com/annex17/Workshops/EM4%20Indore%202003-03-21-24/Presentations/GH.pdf>, 2002.
- [13] Elad, Y., Effect of abiotic conditions on development of gray mould of rose and scanning electron microscopy. *Phytopathologia Mediterranea*, 28, 122–130, 1989.
- [14] Fatnassi, H., Boulard, T., Bouirden, L., Simulation of climatic conditions in full-scale greenhouse fitted with insect-proof screens. *Agricultural and Forest Meteorology*, 118, 97 – 111, 2003.
- [15] Garcia, A.Y., Espi, E., Fontech, A., Gonzalez, A., Lopez, J., New Cool Plastic Films for Greenhouse Covering in Tropical and Subtropical Areas. International symposium on greenhouse cooling: methods, technologies and plant responses held on 24-27<sup>th</sup> April 2006 in Almeria Spain-to be published in *Acta Horticulturae*, 2006.

- [16] Grange R.I., Hand D.W., A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. *Journal of Horticultural Science*, 62, 125-134, 1987.
- [17] Guichard S., Bertin N., Leonardi C., Gary C., Tomato fruit quality in relation to water and carbon fluxes, *Agronomie*, 21, 385-392, 2001.
- [18] Harmanto, Evaluation of net greenhouses for tomato production in the tropics. Phd dissertation, *University of Hannover*, Germany, 167 pp, 2006.
- [19] Harmanto, Tantau, H.J., Salokhe, V.M., Microclimate and air exchange rates in greenhouses covered with different nets in humid tropics. *Biosystems Engineering*, 94, 239-253, 2006.
- [20] Hemming, S., Kempkes, F., van der Braak, N., Dueck, T., Marissen, N., Greenhouse cooling by NIR reflection. International sysmposium on greenhouse cooling: methods, technologies and plant responses held on 24-27 April 2006 in Almeria Spain-to be published in *Acta Horticulturae*, 2006.
- [21] Kittas, C., Bartzanas, T., Jaffrin, A., Temperature gradients in a partially shaded large greenhouse equiped with evaporative cooling pads. *Biosystems Engineering*, 85, 87-94, 2003.
- [22] Kittas, C., Boulard, T., Papadakis, G., 1997. Natural ventilation of a greenhouse with ridge and size openings: sensitivity to temperature and wind effects. *Transactions of ASAE*, 40, 415-425, 1997.
- [23] Klose, F. and Tantau, H.J., Test of insect screens - Measurement and evaluation of the air permeability and light transmission. European Journal of Horticultural Science, 69, 235-243, 2004.
- [24] Kumar P., Management of Sweetpotato Whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato using biorational pesticides (Neem, Abamectin and Spinosad) and UV-absorbing nets and films as greenhouse cover in the humid tropics. Phd. Dissertation, *University of Hannover*, Germany, 155 pp, 2006.
- [25] Kumar, P., Poehling, M.H., UV-blocking Plastic films and nets influence vectors and virus transmission on greenhouse tomatoes in the humid tropics. *Journal of Environment Entomology*, 35, 1069-1082, 2006.
- [26] Leonardi C., Guichard S., Bertin N., High vapour pressure deficit influences growth, transpiration and quality of tomato fruits, *Scientia Horticulturae*, 84, 285-296, 2000.
- [27] Miguel, A.F., Silva, M.A., Rosa, R., Solar irradiation inside a single-span greenhouse with shading screens. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 59, 61-72, 1994.
- [28] Montero, J.I., Evaporative cooling in greenhouses: Effect on microclimate, water use efficiency and plant response. International symposium on greenhouse cooling: methods, technologies and plant responses held on 24-27<sup>th</sup> April 2006 in Almeria Spain-to be published in *Acta Horticulturae*, 2006.
- [29] Mutwiwa, U.N., Borgemeister C., Elsner B., and Tantau, H.J., Effects of UV-Absorbing plastic films on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) *Journal of Economic Entomology*, 98, 1221-1228, 2005.
- [30] Mutwiwa, U.N., Tantau, H.J., Salokhe, V.M., Response of Tomato Plants to Natural Ventilation and Evaporative Cooling Methods. International symposium on greenhouse cooling: methods, technologies and plant responses held on 24-27<sup>th</sup> April 2006 in Almeria Spain-to be published in *Acta Horticulturae*, 2006.
- [31] Muñoz, P., Montero, J.I., Antön, H., Giuffrida, F., Effect of insect-proof Screens and Roof Openings on Greenhouse Ventilation. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 73, 171-178, 1999.
- [32] Rajapakse, N., T. Cerny, S. Li, and Oi, R., Alteration of greenhouse light environment by photo selective covers to produce compact plants, *Acta Horticulturae*, 559, 243-248, 2001.
- [33] Sabeh, N.C., Giacomelli, G.A., Kubota, C., Water use for pad and fan evaporative cooling of a greenhouse in semi-arid climate. International symposium on greenhouse cooling: methods, technologies and plant responses held on 24-27<sup>th</sup> April 2006 in Almeria Spain-to be published in *Acta Horticulturae*, 2006.

- [34] Sase, S., Air movement and climate uniformity in ventilated greenhouses. International symposium on greenhouse cooling: methods, technologies and plant responses held on 24-27<sup>th</sup> April 2006 in Almeria Spain-to be published in *Acta Horticulturae*, 2006.
- [35] Soni, P., Salokhe, V.M. and Tantau, H.J., Effect of Screen Mesh Size on Vertical Temperature Distribution in Naturally Ventilated Tropical Greenhouses, *Biosystems Engineering*, 92, 469-482, 2005.
- [36] Teitel, M., The effect of insect-proof screens in roof openings on greenhouse microclimate, *Agricultural and Forest Meteorology*, 110, 13-25, 2001.
- [37] Van Bavel, C. H. M., J. Damagnez, J., Sadler, E. J., The fluid-roof solar greenhouse: energy budget analysis by simulation, *Agricultural Meteorology*, 23, 61-76, 1981.
- [38] Von Elsner, B., Xie, J., Effects of interference pigments in shading paint for greenhouses. *Proceedings of the Thirty-first Agricultural Plastics Congress*, August 16-19, 2003 in Grand Rapids, Michigan, USA, p. 6-16, 2003.
- [39] Yao, C., Moreshet, S., Aloni, B. and Karni, L., Effects of water stress and climatic factors on the diurnal fluctuation in diameter of bell pepper fruit. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, 75: 6-11, 2000.

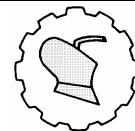
## HLAĐENJE OBJEKATA ZAŠTIĆENOGL PROSTORA U VLAŽNIM TROPSKIM USLOVIMA - PROBLEMI I REŠENJA

**U.N. Mutwiwa<sup>1</sup>, H.J. Tantau<sup>1</sup>, V.M. Salokhe<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Leibniz-Universität Hannover, Faculty of Natural Sciences,  
Institute of Biological Production Systems, Hannover, Germany*  
<sup>2</sup>*Asian Institute of technology, Klong Luang, Pathumthani, Thailand*

**Sadržaj:** Konačno rešenje objekta zaštićenog prostora pogodnog za gajenje useva u vlažnim tropskim uslovima, još uvak nije nađeno. Glavni problemi su kako sniziti temperaturu u objektima a pritom ne povećati relativnu vlažnost vazduha i kako eliminisati insekte bez povećane upotrebe hemijskih zaštitnih sredstava. U svetu se sve češće predlažu nove strategije održive poljoprivrede čijom bi se primenom smanjila upotreba hemijskih zaštitnih sredstava i tako dikerktno uticalo na ekološki opravdanju poljoprivrednu proizvodnju ne umanjujući time kvalitet na ovaj način dobijenih poljoprivrednih proizvoda. U radu se analizira mogućnost razvoja tehnološko-tehničkog sistema objekta zaštićenog prostora u kome bi bila moguća biološka kontrola insekata uz održanje optimalnih mikroklimatskih uslova.

**Ključne reči:** *vlažni tropski klimatski uslovi, objekti zaštićenog prostora, NIR refleksija, prirodna ventilacija, evaporativno hlađenje, kontrola insekata.*



UDK: 631.862

## TEČNI STAJNJAK KAO POTENCIJAL STOČARSKIH FARMI U SISTEMU KOGENERACIJE

Dušan Radivojević, Rade Radojević, Steva Božić

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Biomasa uopšte, a tečni stajnjak posebno, predstavlja raznorodni energetski izvor, jer se od njega može dobiti toplota, električna struja, gorivo za pogon i dr.

Energija iz tečnog stajnjaka doprinosi većoj zaštiti životne sredine jer se, smanjuju emisije sumpor-dioksida, ugljen-dioksida i azot-dioksida, u odnosu na sagorevanje fosilnih goriva.

Određena je optimalna tehnologija i tehnička rešenja korišćenja biomase iz stočarske proizvodnje, radi poboljšanja energetske efikasnosti proizvodnje.

Postupci prikupljanja, obrade, pripreme, kao i korišćenja biomase, u našim uslovima nisu naišli na širu primenu, zbog ekstenzivnog načina proizvodnje i nedomaćinskog načina poslovanja.

U radu je dato stanje biomase na stočarskim farmama, kao potencijala u sistemu kogeneracije, jednoj od tehnologija korišćenja obnovljivih izvora energije.

Ekonomski efekti u zemljama sa manje razvijenom stočarskom proizvodnjom ukazuju da se tom pitanju mora posvetiti adekvatna pažnja i pravilno usmeriti proizvodnja, koja sa svojim sekundarnim proizvodima može doprineti pozitivnijem rezultatu.

**Ključne reči:** energija, stočarske farme, kogeneracija, korišćenje biomase

### 1. UVOD

Razvoj društva prati proizvodnja sekundarnih proizvoda, uključujući i otrovne i opasne supstance, a zagađenje zemlje, voda i vazduha se širi. Potrebno je doneti odluke ekonomskе i ekološke politike, koje bi morale da promovišu ekološki čiste tehnologije, koje minimiziraju zagađenje i recikliraju sekundarne proizvode u sve većoj mjeri.

Spoznaja datog stanja svakim danom povećava brigu o iskorišćavanju prirodnih resursa i globalno isticanje potrebe uspostavljanja uslova na Zemlji za održiv razvoj, uspostavljanje striktne kontrole emisije štetnih materija, korišćenje izvora energije sa malim sadržajem ugljenika i širenje primene čistih i obnovljivih izvora energije.

Nije samo bliska perspektiva iscrpljivanja, doskora i naizgled neizmernih, izvora fosilnih goriva, uticala na podsticanje upotrebe obnovljivih vidova energije.

U efektu staklene bašte koji se povezuju sa povišenjem temperaturu u globalnim razmerama, dominantno učestvuje povećan sadržaj CO<sub>2</sub> u atmosferskom vazduhu.

Biomasa može da podmiri 14 % ukupne svetske potrebe za energijom /5/.

Sa ekološkog stanovišta posebno je značajna činjenica da biomasa u svom elementarnom sastavu u principu ne sadrži sumpor, ili je sadržaj sumpora, bar za red veličine manji od sadržaja u fosilnim gorivima.

Osnovu razvoja tehnologija za korišćenje biomase za proizvodnju posebnih vrsta biogoriva i upotrebnih oblika energije čine klasične tehnologije termohemijskog pretvaranja - sagorevanje, gasifikacija i piroliza.

## 2. BIOMASA ZA KOGENERACIJU

Biomasa se pored korišćenja za sagorevanje može koristiti i za proizvodnju biogasa, etanola i biljnog ulja. Etanol se može koristiti kao zamena za benzin, a biljna ulja kao zamena za dizel. Korišćenje biomase za proizvodnju biogasa, koji se može upotrebiti kao zamena za prirodnji gas ima ekonomskog opravdanja. To je naročito opravdano na mestima gde postoji velika količina tečnog stajnjaka, kao što su farme srednjeg i velikih kapaciteta..

Biogas je mešavina metana i ugljendioksida, a može sadržati i amonijak, sumpordioksid i vodonik, u zavisnosti od korišćene biomase. Biogas nastaje pri bakterijskom razlaganju organske materije u anaerobnim uslovima.

Električna energija dobijena sagorevanjem biogasa je pogodna da se koristi kao bazna energija. Praktične primene razvijenih tehnologija i izgrađeni sistemi, daju tehničku potvrdu projektima u kojima sistemi integrisane gasifikacije i kombinovane proizvodnje toplotne i električne energije - kogeneracije. Razvoj sistema malog kapaciteta je značajan za relativno nerazvijena ruralna područja, bez energetske infrastrukture i nestabilnog snabdevanja energijom.

Proizvodnja biogasa je najviše zastupljena u Indiji i Kini gde postoji više miliona postrojenja za proizvodnju biogasa.

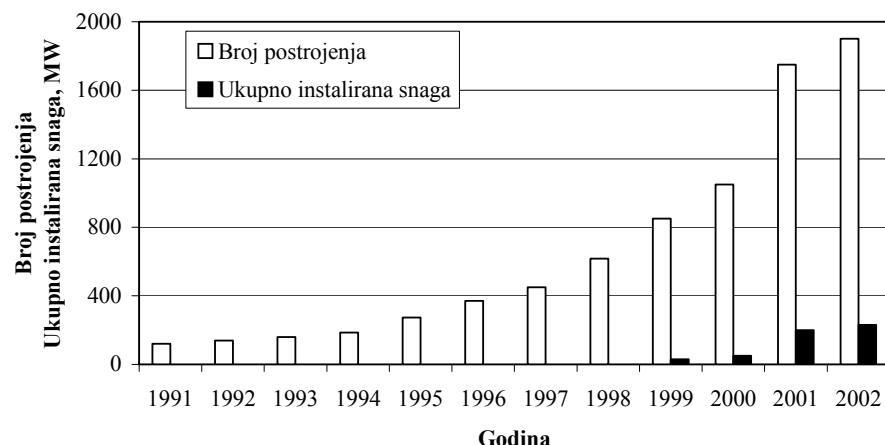
U SAD biomasa predstavlja drugi po zastupljenosti obnovljivi izvor električne energije (posle hidro) sa ukupno oko 10 000 MW instalisane snage. Od toga je 7000 MW bazirano na otpadu drvne i poljoprivredne industrije. Najveća jedinica je od 80 MW, a prosečna veličina je 25 MW. Cena električne energije dobijene iz biomase kreće se od 8-12 Cesta/kWh.

Širenje primene kogeneracije u svetu i EU je rezultat porasta cena fosilnih goriva i uvođenja taksi na korišćenje fosilnih goriva, zbog zagađenja okoline. EU planira da do 2010. godine ideo biomase u proizvodnji finalne energije dostigne u prosjeku 12 %, dok danas Austrija, Švedska i Finska imaju 20 % ukupne proizvodnje energije iz biomase /6/.

Prognozira se da će do 2020 godine u svetu biti instalisano 30 000 MW proizvodnje električne energije iz biomase. Najviše proizvodnje iz biomase imaju zemlje u razvoju zbog brzog ekonomskog razvoja, povećanja potrošnje električne energije, problema zagađenja okoline, i veće potrebe za energijom u seoskim naseljima.

Cena električne energije proizvedene iz biomase zavisi od korišćene tehnologije, veličine elektrane i cene biogoriva. Elektrane na biomasu imaju snagu od nekoliko kW (za kućnu upotrebu) do 200 MW.

Obzirom na enormni tehnološki razvoj i porast broja biogas postrojenja, sl. 1, tokom poslednje 4 godine u razvijenim zemljama, može se zapaziti zaostajanje u poznavanju i primeni tehnologije biogasa i njegove valorizacije kroz električnu struju u Srbiji. Prema nama dostupnim podacima sredinom osamdesetih godina u Srbiji je počela izgradnja 8 biogas postrojenja, ali ni jedno nije potpuno dovršeno niti bilo u redovnom radu.



Izvor: Fachverband Biogas e.V.2003

Slika 1 Promena broja postrojenja i ukupne instalirane snage na biogas u poljoprivredi Nemačke

Međunarodne obaveze Srbije u oblasti ekologije nalažu brze promene u odnosu prema zagađivačima. Tehnologija biogasa može da pruži znatan doprinos unapređenju pokazatelja ekološke naše (poljo)privrede, a takođe i energetske efikasnosti, otvaranja novih radnih mesta, tehnološkog razvoja, pa i pokazatelja primene naučnih dostignuća u praksi.

Značajno je i potrebno podsticanje uvodenja tehnologije biogasa i proizvodnje električne struje iz njega uz vrednovanje, pre svega, ekoloških parametara rada takvih postrojenja.

Problematika biogasa dotiče brojne sektore privrede i ekonomike, npr. energetska politika, politika o životnoj sredini, politika razvoja poljoprivrede, vodoprivrede, elektroprivrede, nacionalna ekonomika, mala i srednja preduzeća, politika zapošljavanja, naučna politika, podsticaji tehnološkog razvoja, poreska politika).

### 3. IZBOR TEHNOLOŠKOG REŠENJA

Za korišćenje tečnog stajnjaka kao sirovine za proizvodnju biogasa moguće je primeniti sledeće sisteme za izdubravanje, kao i njihove karakteristike:

- kontinuirano prikupljanje tečnog stajnjaka ostvaruje se pomoću sistema samooticanja,
- korišćenjem sistema sa ustavama postiže se potpuno pražnjenje pojedinačnih kanala.

U prvom slučaju tečni stajnjak se prikuplja u neki bazen za prikupljanje (predbazen ili drugi manji bazen). Tako što se u toku celog dana, osim nekoliko sati u toku noći (5-6 gasova) iz objekata za držanje stoke, izbacuje približno podjednaka količina stajnjaka. To se istovremeno događa u svim objektima jedne farme, tako da se svakodnevno dobija ujednačena mešavina stajnjaka svih kategorija sa jedne farme. Znači, u toku godine se dobija stajnjak ujednačenog sastava i količine. Razlike u jednom i u drugom mogu biti izazvane samo promenom načina ishrane i sastava hrane. To je najvažniji pokazatelj sa stanovišta obezbeđenja sirovine za proizvodnju biogasa.

U drugom slučaju vrši se pražnjenje pojedinih kanala, i to kako jednog objekta, tako i različitih objekata. Na taj način se u pojedinim danima dobija tečni stajnjak od različitih kategorija stoke, koje se hrane različitim sastavom obroka. Iz tog razloga, sastav stajnjaka može biti različit. Radi toga se kod ovakvih farmi vrši grupisanje objekata istih kategorija grla, kao i usaglašavanje vremena pražnjenja. Svakako da je neophodna dodatna priprema sirovine pre uvođenja u bioreaktor.

Korišćenje vode za ispiranje kanala ni u kom slučaju nije poželjno, iz više razloga. Razredivanjem stajnjaka, smanjuje se sadržaj suve materije u stajnjaku i povećava se njegova količina, što povećava troškove manipulacije sa njim uz male efekte.

Ukoliko je ispiranje kanala neophodno za normalno funkcionisanje sistema izdubravanja, onda se preporučuje separacija naturalnog tečnog stajnjaka i povratno kretanje tečne faze kojom se izvodi ispiranje kanala.

Novije forme treba da imaju mogućnost pražnjenja kanala sa obe strane. Na taj način se sprečava zadržavanje čvrste faze u kanalu, te tako prestaje potreba za ispiranjem bilo koje vrste.

#### 4. USLOVI PRIPREME SIROVINA

Kod korišćenja tečnog stajnjaka za proizvodnju biogasa postavljaju se dva osnovna preduslova, kao značajna pre početka proizvodnje. To su:

1. Tečni stajnjak u svom sastavu ne sme sadržati strana tela organskog ili neorganskog porekla, koja onemogućavaju uobičajeno korišćenje pumpi. Pri ovome se pre svega misli na mehaničke primeće.

2. Uspeh u proizvodnji biogasa u najvećoj meri zavisi od sadržaja organske suve materije u tečnom stajnjaku. Proces proizvodnje se ne može ostvariti dok se ne raspolaže sa minimalnim količinama organske suve materije, i to kod stajnjaka svinja oko 2%, a kod stajnjaka goveda oko 3%. Smanjenjem sadržaja organske suve materije od neke prosečne količine u velikoj meri se snižava proizvodnja biogasa, a istovremeno udeo procesne energije jako raste.

Vrednost sadržaja organske suve materije bi trebao da se kreće u granicama koje su prirodne za stajnjak u trenutku njegovog formiranja. Te veličine su za stajnjak svinja oko 5%, a kod stajnjaka goveda oko 8%.

Povećanje sadržaja suve materije ili bolje rečeno, održavanje tog sadržaja u prirodnim granicama, bi trebalo da bude uobičajen postupak. On može da bude sproveden na razne načine i pod raznim uslovima. Uobičajena su tri načina:

1. Sprečavanje neracionalnog rasipanja vode,
2. Povećanje sadržaja suve materije,
3. Dodavanje drugih materija.

U stajama iz kojih se stajnjak koristi za proizvodnju biogasa, treba eliminisati bilo kakvo nepotrebno pranje vodom. U slučajevima neophodnog pranja objekata i opreme u njima, treba koristiti pumpe visokog pritiska koje troše veoma male količine vode, uz visoku efikasnost.

Sedimentacija je najjednostavniji način da se jedan deo tečne faze iz tečnog stajnjaka odvoji od ukupne mase. Time se značajno povećava sadržaj organske suve materije u ostatku stajnjaka. Kod stajnjaka svinja, taj postupak se vrlo jednostavno može izvesti, imajući u vidu činjenicu da se on vrlo brzo razdvaja na faze, obrazujući bistri plivajući sloj i muljnu fazu na dnu suda – bazena u kojem se nalazi. Povećanje sadržaja suve materije se na ovaj način može udvostručiti, ali sa smanjenjem ukupne količine sirovine, zbog odvajanja bistrog – tečnog dela. Sedimentacija se izvodi vrlo jednostavno

u bazenu u neposrednoj blizini bioreaktora. Svakako je neophodno da se stajnjak pre uvođenja u proces proizvodnje biogasa, homogenizuje.

Sedimentacija kao vid povećanja sadržaja organske suve materije kod goveđeg stajnjaka nije moguć. To iz razloga potpuno različitog načina raslojavanja faza. Kod goveđeg stajnjaka se čvrsta faza izdvaja na površinu, zbog male specifične mase kojoj doprinosi vrlo visok sadržaj celuloze.

Povećanje sadržaja organske suve materije u tečnom stajnjaku svinja i goveda se može ostvariti dodavanjem živinskog stajnjaka, koji ima 3 puta veći sadržaj suve materije od navedenih vrsta. U takvim slučajevima neophodno je dobro rešiti postupak homogenizacije mešavine.

Za homogenizaciju se preporučuju mehanički rotacioni uređaji, koji pored kvalitetnog mešanja u masu uvode i manje količine vazduha. Ta pojava se odražava povoljno na stvaranje pored uslova za mikrobiološku razgradnju i pojavu gasa. Takođe dolazi do povećanja temperature mase, koja je značajni faktor za postupak fermentacije.

U stajnjaku se mogu naći primese koje štetno deluju na proces razgradnje i dobijanje gasa. To su pre svega antibiotici, koji u nekim slučajevima mogu potpuno zaustaviti proces. Za preporuku je da se stajnjak ne uvodi u proizvodnju gasa u vreme velikih akcija lečenja grla antibioticima. Posebno u slučajevima kada se koriste lekovi iz grupe furazolidona i sulfametazina. Od sredstava za pranje i dezinfekciju najmanji uticaj na proces dobijanja gasa imaju hloroform i fenoli, a najveći aldehidi.

## 5. POTENCIJALI FARMI U SRBIJI

Potencijali farmi u Srbiji za proizvodnju biogasa su procenjeni na osnovu broja mesta za pojedine kategorije svinja i goveda. Na osnovu tog broja određene su količine tečnog stajnjaka na dnevnom i godišnjem nivou, a na osnovu količina tečnog stajnjaka određen ekvivalent u biogasu, odnosno električnoj energiji. Svo podaci su sumirani po regionima, odnosno centrima u regionima.

*Tab. 1. Količina tečnog stajnjaka na farmama svinja po regionima, sa mogućom proizvodnjom biogasa i energetskim potencijalom (2000. god.)*

Region	Grla 000	Proizvodnja tečnog stajnjaka		Proizvodnja biogasa		Energetski potencijal	
		000 m <sup>3</sup> /dan	000 m <sup>3</sup> /god.	000 Nm <sup>3</sup> /dan	000 Nm <sup>3</sup> /god.	MJ/dan	MWh/god.
Sombor	35,6	285	104,0	256,5	93,6	5771,2	585,1
Subotica	11,6	93	33,9	83,7	30,6	1883,2	190,9
Senta	35,6	258	94,1	232,2	84,7	5224,5	529,7
B.Topola	10,8	87	31,7	78,3	28,6	1761,7	643,0
Vrbas	101	808	294,9	727,2	265,4	16362	5972,1
N. Sad	38	304	110,9	273,6	99,9	6156	624,1
Kikinda	33,3	267	97,4	240,3	87,7	5406,7	548,2
Zrenjanin	25,7	206	75,2	185,4	67,7	3584,2	363,4
Vršac	3,75	30	10,9	27,0	9,8	607,5	61,6
Pančevo	45,3	363	132,5	326,7	119,2	7350,7	745,3
Kovin	7,37	59	21,5	53,1	19,4	1194,75	121,1
Ruma	17	136	49,6	122,4	44,7	2754	279,2
S.Mitrovica	29,5	236	86,1	212,4	77,5	4779	484,5
Beograd	42,75	342	124,8	307,8	112,3	6925,5	702,5
Mladenovac	-	-	-	-	-	-	-

<u>Nastavak tab. I</u>							
Smederevo	8,62	69	25,2	62,1	22,7	1397,2	141,7
Požarevac	36,75	294	107,3	264,6	96,6	5953,5	603,6
Šabac	3,37	27	9,8	24,3	8,8	546,7	55,4
Valjevo	5,25	42	15,3	37,8	13,8	850,5	86,2
Loznica	0,5	4	1,5	3,6	1,3	81	8,2
Kragujevac	-	-	-	-	-	-	-
Čačak	-	-	-	-	-	-	-
Kraljevo	-	-	-	-	-	-	-
Kruševac	11,12	89	32,5	80,1	29,2	1802,2	182,7
Jagodina	38,2	306	111,7	275,4	100,5	6196,5	628,3
Niš	4,37	35	12,8	31,5	11,5	708,7	258,7
Zaječar	14,5	116	42,3	104,4	38,1	2349	238,2
Leskovac	11	88	32,1	79,2	28,9	1782	180,7
Prokuplje	13	104	37,9	93,6	34,2	213,5	21,6
<b>SRBIJA</b>	<b>575</b>	<b>4600</b>	<b>1679,0</b>	<b>4140</b>	<b>1511,1</b>	<b>93150</b>	<b>9444,4</b>

Tab. 2. Količine tečnog stajnjaka na farmama junadi po regionima, sa mogućom proizvodnjom biogasa i energetskim potencijalom.

Region	Grla	Proizvodnja tečnog stajnjaka		Proizvodnja biogasa		Energetski potencijal	
	000	000 m <sup>3</sup> /dan	000 m <sup>3</sup> /god.	000 Nm <sup>3</sup> /dan	000 Nm <sup>3</sup> /god.	MJ/dan	MWh/god.
Severno Bački	10.18	305,6	111,5	305,6	111,5	6597	68,9
Srednje Banatski	3,15	94,6	34,5	94,6	34,5	2074	210,3
Severno Banatski	9,67	290,3	106	290,3	106	6531,7	662,1
Južno Banatski	8,29	248,8	90,7	248,8	90,7	5598	567,5
Zapadno Bački	5,82	174,8	63,7	174,8	63,7	3933	398,7
Južno Bački	14,77	443,2	161,8	443,2	161,8	9972	1011
Sremski	7,02	210,8	77	210,8	77	4743	480,8
Mačvanski	5,66	170	62	170	62	3824	388
Kolubarski	15,6	468,3	170,9	468,3	170,9	5468,7	1068,3
Podunavski	3,11	93,3	34	93,3	34	2099,2	212,8
Braničevski	11,8	355,5	129,7	355,5	129,7	7998,7	811
Šumadijski	8,41	252,4	92,4	252,4	92,4	5679	576
Pomoravski	4,94	148,4	54,1	148,4	54,1	3338,9	338,5
Borski	1,69	50,8	18,6	50,8	18,6	1143	115,8
Zaječarski	8,2	246	89,8	246	89,8	5535	561,2
Zlatiborski	3,02	90,6	33	90,6	33	2038,5	206,7
Moravički	9,51	285,5	104,2	285,5	104,2	6423,7	50,7
Raški	7,82	234,6	85,6	234,6	85,6	5278,5	535,3
Rasinski	8,00	240,2	87,6	240,2	87,6	5404,5	547,9
Nišavski	3,24	97,4	35,5	97,4	35,5	2191,5	222,2
Toplički	1,17	35,2	12,8	35,2	12,8	792	80,3
Pirotski	2,67	80,2	11,2	80,2	11,2	1818	184,3
Jablanički	2,38	71,4	26	71,4	26	1606,5	162,8
Pčinjski	0,20	6	2,2	6	2,2	135	1,3
Grad Beograd	8,63	259	94,3	259	94,3	5827,5	590,8
<b>SRBIJA</b>	<b>174,65</b>	<b>5239,6</b>	<b>1912,4</b>	<b>5239,6</b>	<b>1912,4</b>	<b>117891</b>	<b>1952,8</b>

## ZAKLJUČAK

Uspeh u proizvodnji biogasa u najvećoj meri zavisi od sadržaja organske suve materije u tečnom stajnjaku. Vrednost sadržaja organske suve materije bi trebalo da se kreće u granicama koje su prirodne za stajnjak u trenutku njegovog formiranja. Te veličine su za stajnjak svinja oko  $50 \text{ kg/m}^3$ , a kod stajnjaka goveda oko  $80 \text{ kg/m}^3$ .

Održavanje koncentracije suve materije u prirodnim granicama predstavlja veoma težak problem u uslovima uobičajene primene. Proračun raspoložive količine biogasa baziran na vrednostima koncentracija suve materije naturalnog stajnjaka, ne predstavlja realnu sliku stanja. Zbog neracionalnog rasipanja vode u objektima, treba računati sa smanjenim vrednostima koncentracije suvih materija. Prosečne vrednosti sa kojima treba računati produkciju biogasa iznose  $60 \text{ kg/m}^3$  za stajnjak goveda, odnosno  $30 \text{ kg/m}^3$  za stajnjak svinja.

## LITERATURA

- [1] Di Blasi, C., Tanzi, V. And Lanzetta, M.: A study on the production of agricultural residues in Italy, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 12, No. 5 (1997), pp. 321-331.
- [2] Ilić, M. i sar.: Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu pripremu i energetsko iskorišćenje u Srbiji, studija je urađena u okviru projekta ev. broj NP EE611-113A finansiranog od strane Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije, Beograd, 2003.
- [3] Ilić, M., Grubor, B., Tešić, M.: The state of biomass energy in Serbia, *Thermal science*, 8:2, 2004, 5-20.
- [4] Oka, S., Jovanović, Lj.: Biomasa u energetici, *Biomasa - obnovljivi izvori energije*, monografija, Biblioteka naučnoistraživačkih dostignuća, Jug. društvo termičara, Beograd, 1997.
- [5] Rakin, P.: Obnovljivi izvori energije na početku trećeg milenijuma, "Alternativni izvori energije i budućnost njihove primene u zemlji", naučni skupovi, knjiga 58, odjeljenje prirodnih nauka, knjiga 7, Podgorica, 2002, 21-29.
- [6] Todorović, Marija, Ećim, Olivera, Zlatanović, I.: Prilaz optimizaciji algoritma upravljanja sistemom kogeneracije na osnovi OIE, Poljoprivredna tehnika, god. XXX, Br. 4, 2005, 87-95.
- [7] Todorović, Marija, Kosi, F.: Obnovljivi izvori energije i sirovina - tehnologije korišćenja biomase za energiju i industriju, "Informacione tehnologije i razvoj poljoprivredne tehnike", DPT '98, Beograd, 1998, 29-36.

## FATTENING FARM'S BIOMASS AS POTENTIAL IN COGENERATION SYSTEM

**Dušan Radivojević, Rade Radojević, Steva Božić**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** Biomass is specific energetic resource, because of a possibility of getting heat, electricity, fuel etc.

This kind of energy contribute to higher labour employment, reduce emission of  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , comparing to other fossile fuels.

In order to increase energetic efficiency of its production, optimal technology and adequate technical solutions for biomass using, are determined.

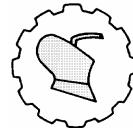
Because of extensive production in our country, processes like gathering, treatment, preparing and using of biomass vaste are not in common use.

This paper examines the state of the fattening farm's biomass as potential in cogeneration system, the same of renewable energy sources technologies.

There are some experiances in countries with undeveloped livestock production, that redirected production process to better use of secondary products can significantly improve economic effects.

**Key words:** *energy, fattening farms, cogeneration, biomass use.*





UDK: 631.147

## UPOTREBA BILJAKA ZA PROIZVODNju ENERGIJE

**Marjan Dolenšek\*, Snežana I. Oljača\*\*, Mićo V. Oljača\*\***

\**Poljoprivredno-šumarski zavod, Šmihelska 14, SI-8000 Novo mesto,*

*Slovenija, e-mail: marjan.dolensek@gov.si*

\*\**Poljoprivredni fakultet - Beograd*

*soljaca@agrifaculty.bg.ac.yu      omico@agrifaculty.bg.ac.yu*

**Sadržaj:** Na njivama možemo osim hrane za ljude i stoku proizvoditi različite biljne kulture za energiju različitih oblika (električna energija, toplota, gorivo). Ta proizvodnja treba zajedno sa šumskim kulturama (drvo) da ima najveći udeo kod povećanja obnovljivih izvora energije za 12% u Evropskoj Uniji do 2010 godine. Ekonomika bioenergije u EU zavisi od finansijskih subvencija kod svih vrsta, osim kod direktnog sagorevanja biomase za toplotnu energiju. Odluka svakog pojedinog proizvođača za bioenergiju zavisi od ekonomskih faktora, odnosno od visine prihoda. Uticaj proizvodnje bioenergije na faktore očuvanja okoline ( $CO_2$  bilans i energetski bilans) nije uvek samo pozitivna. Proizvodnja energije, koja zamjenjuje poljoprivrednu proizvodnju ne ostvaruje nova radna mesta. Upotreba biljaka zbog energije u EU neće bitno smanjiti proizvodnju biljaka za hranu, a može uticati na povećanje cena poljoprivrednih proizvoda.

**Ključne reči:** energija, hrana, toplota, gorivo, električna energija, nafta, biomasa, bilans  $CO_2$

### 1 UVOD

Danas je, čini se, dilema proizvoditi biljke za ishranu (ljudi, stoka), ili za energiju, veoma logična. Naročito kad se uzme u obzir veoma snažna tendencija za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. Ali je dilema u suštini pogrešno postavljena, i trebala bi se glasiti kao pitanje: *-koji oblik energije želimo proizvoditi na njivama*, jer su i biljke za ishranu, samo jedan oblik energije, koji je veoma kompleksan, ali još uvek oblik energije.

Dvostruka uloga poljoprivrede, kao potrošača ali i snabdevača energijom, sve više postaje aktuelna i u kontekstu sprečavanja globalnih promena klime. To se može iskoristiti kao šansa da ovaj sektor postane umesto velikog potrošača, značajan izvor čiste, obnovljive energije, naročito kroz biomasu žetvenih ostataka i gajenje useva za dobijanje energije.

Smanjenje emisije ugljenika se može postići zamenom vrste goriva (pre svega fosilnih), koja se koriste u poljoprivrednoj proizvodnji. Usavršena poljoprivredna praksa ili nove tehnologije prerade mogu postići ovaj cilj, efikasnijim korišćenjem energije ili korišćenjem obnovljivih izvora energije (Tab. 1).

*Tab. 1. Primeri metoda kojima se postiže smanjenje uticaja na promenu klime  
(Guidi & Best, 2003)*

<b>Metode direktnih uticaja</b>	<b>Primeri</b>
Smanjenje potreba za inputima (optimizacija usvajanja hraniča)	Izbor varijeteta biljaka koje zahtevaju manje vode/hraniva; usavršeno upravljanje vodom/zemljištem, smanjuje potrebu za energijom, koja je povezana sa navodnjavanjem i drugim agro-inputima
Smanjenje upotrebe mehanizacije	Odabir no-till tehnika i tehnologija mogu smanjiti upotrebu fosilnih goriva u poljoprivredi
Energetska efikasnost mehanizovane poljoprivrede	Korišćenje mašina veće energetske efikasnosti
Energetska efikasnost u procesima prerade	Korišćenje mašina i procesa veće energetske efikasnosti
Energetska efikasnost u transportu inputa i proizvoda i u pakovanju proizvoda	Sistemi tehnologija transporta i pakovanja veće energetske efikasnosti
Energetska efikasnost u čuvanju prehrambenih proizvoda	Korišćenje efikasnije tehnologije hlađenja
Korišćenje obnovljive energije	Širok dijapazon sistema obnovljive energije u proizvodnji zajedno sa tehnologijama veće energetske efikasnosti mogu zameniti upotrebu fosilnih goriva
<b>Metode indirektnih uticaja</b>	<b>Primeri</b>
Zamena agrohemikalija sa velikom potrošnjom energije	Totalna ili delimična zamena mineralnih đubriva smanjuje potrebu za energijom koja je potrebna u njihovoj proizvodnji
Integralno upravljanje štetočinama	Rezultira u smanjenju upotrebe pesticida i time smanjuje potrebu za energijom koja je potrebna u njihovoj proizvodnji
Konzervacijska poljoprivreda: No-till metoda i pokrivenost zemljišta Smanjenje potreba za energijom u poljoprivrednim operacijama Smanjena upotreba pesticida i mineralnih đubriva zahvaljujući boljoj dinamici sistema	Veća efikasnost korišćenja inputa i veći biodiverzitet dovodi do dugoročnog smanjenja korišćenja pesticida i mineralnih đubriva u poređenju sa konvencionalnim nivoom proizvodnje

Poboljšana poljoprivredna praksa ili primena čistih tehnologija može pomoći u smanjenju uticaja na promene klime kroz razne primere: pravilno upravljanje vodnim resursima kroz smanjenje potreba za navodnjavanjem, kroz smanjenje vodnih i energetskih inputa, reciklažom žetvenih ostataka, što smanjuje upotrebu energije u proizvodnji mineralnih đubriva, redukovanje obrade ili uvođenje gajenja biljaka bez obrade, kojim se eliminisu potrebe za korišćenjem mehanizacije i velike potrošnje fosilnih goriva.

Kad se društvo u celini nađe u situaciji, da je biljaka za ishranu dovoljno ili ih ima previše, što je danas situacija u praktično svim državama severne polovine naše planete, tada je na mestu pitanje: - *koji oblik energije proizvoditi na njivama*, odnosno koji oblik treba da proizvođaču donese veći profit.

Stalno veće cene primarne energije stvorile su situaciju, da može biti dodata vrednost biomase koju upotrebljavamo za proizvodnju energije (električna energija, toplota, gorivo), po približnim procenama, i do dva puta veća u poređenju sa potrošnjom te iste biomase u lancu ishrane. Pojedinačno proizvođaču je svejedno kako da dođe do svog prihoda, ili sa proizvodnjom biljaka za ishranu ili za električnu energiju. Bitno je da sa proizvodnjom dobija prihod, a ne da zavisi od subvencija (kako je to u Evropskoj Uniji, naročito u pojedinim zemljama). Društvo poljoprivredniku daje deklarativno za njegov rad za opštu korist, ali u suštini samo se proizvođaču kompenzira manji prihod zbog stalnog pada cena poljoprivrednih proizvoda.

Može se očekivati, da će se prihodi od poljoprivrede u budućnosti povećavati, jer je poljoprivreda sve više povezana za razvojem cena primarne energije (nafta, zemni gas ili ugalj).

Svaki poljoprivrednik u buduće mora dva puta da razmisli: - *da li silažni kukuruz da upotrebi za ishranu stoke u štali, ili bakterija u biogasnem reaktoru*.

Prema istraživanjima (Dänzer, 2006), u skoroj budućnosti može se očekivati, da će biti sve više praznih štala, znači bez stoke. Evropa, je već danas neto uvoznik goveđeg mesa, ali je ipak prerađivačka industrija u 2006. godini uspela sniziti cene goveđeg mesa sa 3,5 EUR/kg na ispod 3 EUR. U proizvodnju energije, danas se investira oko četiri puta više nego u svu opremu u poljoprivredi

Ali pored konjekture kod investicija u proizvodnju energije sa njiva, očigledno i na najvećim svetskim berzama (Bošković, 2006), postavlja se puno pitanja, gde (još uvek) nema jasnih odgovora:

- Kakve konsekvenke donosi odluka o prelasku sa proizvodnje hrane na proizvodnju energije? Da li će ubuduće energetski sadržaj hrane određivati cenu hrane kao takve?
- Koje lokacije su optimalne za proizvodnju pojedinih oblika energije, koje tehnologije upotrebiti, kakva je optimalna intenzivnost proizvodnje?
- Kakav je energetski bilans? Da li su biogasni reaktori bez direktnе upotrebe viška toplote, uopšte konkurentni direktnom spaljivanju biomase za toplotu?
  - Kakvi su bilansi CO<sub>2</sub>?
  - Koliki je nivo znanja za rad sa tehnološko-tehnički vrlo komplikovanim sistemima (biogas)?
    - Gde je granica proširenja proizvodnje, i koje granice imaju bolju specijalizaciju i podelu rada?
    - Gde su granice veličine obima proizvodnje?
  - Kako se investicije mogu finansirati i kakva je ekonomika. I pored toga, da je na svetu više para od dobrih ideja, investitori traže svoja sredstva nazad, po mogućnosti sa što većim profitom.
  - Kako okolina reaguje na novo postrojenje kod gradnje i rada objekata (npr. proizvodnja biogasa)?
    - Kakvi će biti učinci na granične faktore, npr. na cenu najma najboljih zemljišta?
    - Kakve su konsekvenke na osobine zemljišta koja imaju lošije uslove za proizvodnju energije, npr. za travnjake?

- Kada smisao ima proizvodnja energije (za toplotu) na njivama, u poređenju sa upotreboš Šumskog drveća za istu namenu?
- Koje cene sirove nafte treba da utiču na proizvodnju energije sa njiva, ili kada je ovakva proizvodnja ekonomična?

Ovo su samo pojedina pitanja o proizvodnji bioenergije. Nije dobro zaboraviti da je energija sa njiva (i šuma) samo jedan od mnogih oblika obnovljivih izvora energije (biomasa, voda, veter, sunce).

U mnogim zemljama ideo bioenergije je vrlo mali, ali za pojedinog proizvođača može to značiti presudnu odluku, šansu za jeftinu energiju, ali svakako, i rizik. Paralelno sa proizvodnjom energije isto je vrlo značajna i proizvodnja obnovljivih sirovina za industriju, koja isto tako predstavlja alternativu nafti.

## 2. DOPRINOS SMANJENJU KLIMATSKIH PROMENA U SNABDEVANJU ENERGIJOM

Okvir za energetsku proizvodnju biomase predstavlja Bela knjiga EU komisije iz 1997. godine - Obnovljive energije , koja je još uvek aktualna (Kopetz, 2005). Osnov su dva problema :

- toplogrejni gasovi (smanjenje emisije CO<sub>2</sub>)
- uvozna energetska zavisnost EU, koja je sada već 50 %, i bez preduzetih mera do 2020. godine povećava se za 70 %.

Cilj Bele knjige je duplikiranje udela obnovljive energije i njen ideo od 12 % u ukupnoj energiji do 2010 godine. Od toga biomasa treba da zameni 90,2 mil t sirove nafte (Tab. 2).

*Tab. 2. Zastupljenost vrsta obnovljive energije u EU (mil t ekvivalenta sirove nafte),  
Bela knjiga EU komisije*

I z v o r	Stanje 1995	Cilj 2010. godina	Povećanje
Vetar	0,35	6,90	6,55
Voda	26,40	30,55	4,15
Sunčane foto ćelije	0,00	0,26	0,26
Biomasa	44,90	135,00	90,20
Geotermalna energija	2,50	5,20	2,70
Sunčani kolektori	0,26	4,00	3,74
<b>Ukupno:</b>	<b>74,31</b>	<b>181,91</b>	<b>107,60</b>

Na primer, ako se uzme u obzir, da 1 t vazdušno suve biomase (W=14 do 20 % nezavisno od toga, da li je to slama, neki žetveni ostaci, ili drvo), ima u proseku energetsku vrednost 4.000 kWh. U proračunu za energiju 1 t nafte, treba ekvivalent 2,91 t biomase. Ako se uzme primer EU gde postoji potreba za povećanjem od 90,2 mil t ekvivalenta sirove nafte, to znači da treba 262 mil t biomase, što prema postojećoj situaciji u EU približno iznosi kao kompletna žetva žita.

Prema ciljevima u Beloj knjizi treba polovina ovog navedenog povećanja da se dobije iz biljnih ostataka u poljoprivredi ili šumarstvu (biogas, toplotna energija), a druga polovina iz energetskih useva (približno 15 mil ha u EU). Ipak prema istraživanjima (Kopetz, 2005), kada se sve navedeno uzme u obzir, to je obim koji poljoprivreda i šumarstvo EU, i sa optimalnim ulovima proizvodnje, *ne može postići !!!*

### **3. IMA LI EU DOVOLJNO ŽITA ZA PROIZVODNJU BIOGORIVA?**

Bela knjiga EU predviđa udeo od 5,75 % biogoriva u ukupnoj potrošnji goriva do 2010 godine. EU godišnje potroši oko 230 mil t dizel goriva i 156 mil t benzinskih derivata.

Da bi se postigao cilj, treba da se uzme u obzir niža energetska vrednost biogoriva, pa je zbog toga potrebno oko 14,5 mil t biodizela i 13,5 mil t bioetanola. Da bi se postigla proizvodnja ovih količina biogoriva potrebno je 40 mil t žita (strnih žita i kukuruza) i 36 mil t uljane repice. Prošle godine (2005) žetva žita u EU je bila je u iznosu od 258 mil t i 15,5 mil t uljane repice. U EU trenutno radi sedam, a u planu odnosno izgradnji je još šest većih fabrika za preradu strnih žita u etanol, sa ukupnom potrebom po 7 mil t žitarica za ovakve namene. Ako se kapaciteti utrostruče, to bi značilo 21 mil t žita, odnosno upotrebljenih 8 % površina za proizvodnju 7 mil t etanola. Sa simulacijom upotrebe 5 mil t za bioplinske reaktore i 2,5 mil t direktno loženje žitom (obe procene su optimističke) i mogućnosti da se upotrebe površine koje danas nisu u proizvodnji i gde bi mogli proizvesti još 4 mil t žita, došli bi do potrošnje 28 mil t, što je manje od današnjeg izvoza iz EU, koji je 30 mil t. Ali verovatno bi ovakva potrošnja žitarica podigla njihovu cenu u Evropi (Bickert, 2006). U Srbiji je takođe počelo sa investicionim aktivnostima u ovoj oblasti. U Zrenjaninu će se izgraditi fabrika za proizvodnju bioetanola u kojoj će se proizvoditi 680.000 t bioetanola godišnje, kao i 400.000 t stočne hrane i 100.000 t ekološki povoljnog đubriva. Fabrika će zahtevati milion tona pšenice i 500.000 t kukuruza godišnje ili skoro 50% godišnje proizvodnje ovih žitarica.

### **4 GRANICE EKONOMIJE U DUGOROČNOJ PROIZVODNJI**

Ekonomika proizvodnje biogoriva u EU je danas na ivici rentabilnosti, jer se bazira na oslobođanju plaćanja poreza na gorivo na jednoj i na uvoznim carinama na drugoj strani. Proizvodnja etanola koja bazira na pratećim procesima u šećeranama je puno jeftinija (0,3 do 0,4 €/l). Proizvodnja u EU je bazirana na žitaricama, gde su troškovi veći (0,5 do 0,6 €/l). Po analizama je i proizvodnja biodizela u Severnoj Americi jeftinija nego u EU. Ako EU ne održi carine za etanol u okviru pregovora WTO proizvođači u EU biće u velikim poteškoćama. Zbog velikih investicija mora se proizvoditi dalje, što znači i dalju potrošnju poljoprivrednih proizvoda za energiju. U globalu povećanje cena energije mora povećati cene poljoprivrednih proizvoda, što će biti najjasnije u EU.

Tada će poljoprivrednici moći da se odluče za prodaju biljaka za hranu ili za energiju. Iz navedenog moguće je zaključiti, da se konkurentnost proizvodnje bioenergije u EU neće povećati (Zimmer, 2006).

### **5. KONKURENCIJA IZMEĐU PROIZVODNJE HRANE I ENERGIJE**

OECD i FAO procenjuju da će se potrošnja hrane do 2010. godine povećati za 10 %, a potrošnja energije imaće porast za 3 % godišnje, tako da 2030. godine mora iznositi najmanje 150 % današnje potrošnje. Povećanje potreba u hrani biće u velikom udelu pokriveno sa bio-tehničkim progresom, pre svega na lokacijama (klima i zemljишte) pogodnim za intenzivnu proizvodnju.

Analitičari konstatuju da cene nafte od približnih 70 \$/barel, koja važi zadnjih 6 meseci neće održati na toj visini (cena 60 \$ - oktobar 2006). Ako se uzme u obzir da cene sirove nafte imaju izuzetan uticaj na proizvodnju bioenergije, onda je već kod cene nafte između 30 i 40 \$/barel, proizvodnja bioetanola u Brazilu rentabilna bez subvencija. U takvim područjima biće sve više poljoprivrednih zemljišta upotrebljenih za proizvodnju energije, a posledice znače veće cene poljoprivrednih proizvoda. Pošto je u većem delu EU proizvodnja bioenergije značajno subvencionirana i od januara 2007. godine nema više direktnih plaćanja vezanih za proizvodnju (nego samo na zemljište), moguće je da se na srednji rok smanji obim proizvodnje hrane u EU, a naročito zbog želja mnogih država u razvoju da izvoze hranu u EU. A domaća proizvodnja hrane ima prednost u visokim standardima kvaliteta, sigurnosti, poznavanju navika potrošača i blizini tržišta sa velikom potrošnjom.

Navedene prednosti kod energije ne znače mnogo pošto su poljoprivredni proizvodi namenjeni proizvodnji energije homogeni proizvodi, koje je moguće jednostavno i jeftino transportovati. Tu će ekonomski momente određivati isključivo troškovi proizvodnje, pa EU nije najjeftinija. EU komisija procenjuje rentabilnost proizvodnje biogoriva u Zapadnoj Evropi kod cene sirove nafte između 60 i 90 \$/barel, a to je duplo od granice rentabilnosti u Brazilu.

Prema istraživanju (Uffelmann i Graser, 2006), proizvodnja hrane biće u Evropi i dalje u prvom planu ispred proizvodnje energije. Ako nema više subvencioniranja bioplina, a zatim većih cena električne energije iz bioelektrana (na srednji rok, to se neće desiti) biće brojne bioelektrane samo propale investicije. Biodizel je rentabilan samo tamo gde država oslobodi od plaćanja poreza. Trenutno izgleda da je u EU bez subvencija na području bioenergije, pa je ekonomično sagorevanje ostataka iz poljoprivredne proizvodnje kao što su slama, drvo i drugi ostaci strnih žita (Zimmer, 2006).

Istovremeno se ne sme zaboraviti na moguću reakciju javnosti, kada se u dnevnim novinama na prvoj stranici pojavi hipotetični naslov - *Zbog sagorevanja pšenice povećavaju se cene hleba*. Može se zamisliti i kako će reagovati politika sa subvencijama za bioenergiju (Bickert, 2006).

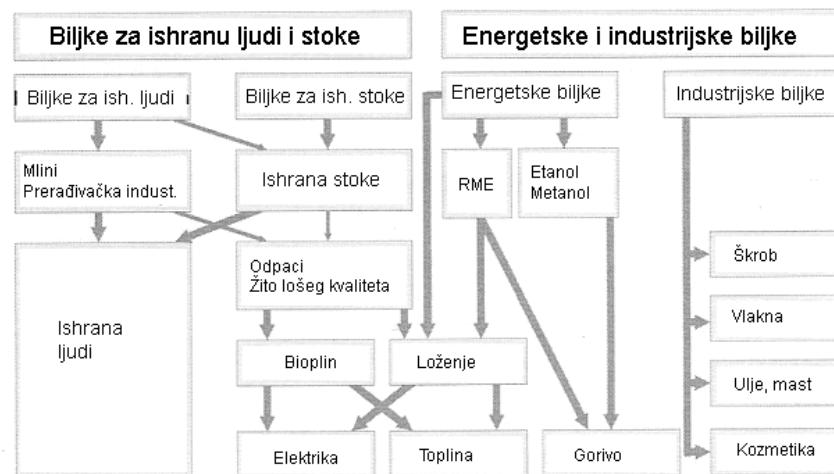
## 6. VRSTE NJIVSKIH BILJAKA ZA ENERGIJU

Slika 1. prikazuje različite mogućnosti upotrebe njivskih biljaka. Za proizvodnju energije mogu se osim pravih energetskih biljaka koristiti i biljke kojima je primarna namena za ishranu ljudi i stoke.

Najčešće upotrebljive njivske biljke za energiju:

- uljana repica: proizvodnja metil estra (biodizel) ili direktna upotreba ulja kao goriva (više ili manje u eksperimentalnoj fazi, gde su česte tehničke poteškoće),
- plantaže drvenastih biljaka na njivama: brzo rastuće drvne vrste (topola, vrba, eukaliptus),
- žito za energiju: žita za gorivo (etanol), loženje (toplota energija) sa upotrebotom zrna ili čitave biljke. Kod žita može to biti planirana proizvodnja za energiju ili upotreba žita posejanog za hleb, ako je kvalitet posle žetve nedovoljan za ishranu, da bi se mogao upotrebiti za hleb. Etanol se može proizvoditi iz kukuruza ili biljaka sa krtolama (npr. krompir, šećerna repa),

- silažni kukuruz za biogas: planirana proizvodnja i siliran kukuruz za preradu u bioplinskim reaktorima,
- specijalne energetske bilje: miskantus, topinambur (ograničena upotreba, najviše još uvek u fazi eksperimentalne proizvodnje).



Sl. 1. Energetska upotreba biljaka (Breitschuh, et al. 2005)

## 7. EKOLOŠKI BILANS BIOENERGIJE

Prema mnogim autorima bioenergija se smatra kao posebno ekološka pošto je emisija CO<sub>2</sub> neutralna, biološki razgradljiva, smanjuje potrošnju fosilnih izvora energije i pri sagorevanju ne ispušta skoro nikakve emisije sumpornih oksida. Za CO<sub>2</sub> u praksi to važi samo pri direktnom sagorevanju (naročito šumskog drveta). Ako posmatramo čitav životni ciklus, naročito specijalne biljne kulture za energiju, to izgleda puno drugačije. Za proizvodnju biljaka za energiju potroši se velika količina fosilnih goriva (proizvodnja đubriva, sredstava za zaštitu biljaka, rad mašina na njivama i slično, Tab. 3). Sve navedeno ima za posledicu emisiju CO<sub>2</sub>, a osim toga i N<sub>2</sub>O, koji se kod upotrebe sagorevanjem, praktično ne emituje. Isto se ne sme zaboraviti zagađenje od primene fosfata, nitrata, biocida itd. (Quirin in Reinhart, 2005).

Tab. 3. Procenjena energetska vrednost glavnih agro-inputa (Guidi &amp; Best, 2003)

Input	Prosečna doza primene (kg/ha)	Utrošena energija (MJ/kg)	Energetski sadržaj proizvedenog useva (MJ/ha)
Azotna đubriva	150	65	9750
Fosforna đubriva	60	9	540
Kalijumova đubriva	60	6	360
Insekticidi	0,14	200	28
Herbicidi	5	240	1200
Fungicidi	3	92	276
Seme	120	14	1680

## 8. STVARNO ZNAČENJE BIOENERGIJE I REALNOST OSTALIH IZVORA

Stvarni današnji rezultat ulaganja i upotreba bioenergije – ako to posmatramo sa popularnog gledišta, osim pri direktnom sagorevanju/loženju drva i upotrebi ostataka nije mnogo ohrabrujuće. Doprinos bioenergije prema energetskom bilansu u stvari je marginalan. Kada bi za energiju upotrebili polovinu površine svih njiva, to bi po grubim procenama moglo pokriti svega 5% potreba za primarnom energijom.

Iako su na istraživanja još u toku, još nema na tržištu novih oblika bioenergije, kao što sintetička goriva iz biomase nazvana BtL (Biomass-to-liquid) (FNR, 2006). Zatim postoje izgledi da čovečanstvo dobije u skoroj budućnosti sigurne i dosta jeftine izvore energije. Zato se danas među »zelena« rešenja ubrajaju i fisija (današnje atomske elektrane) i fuzija (atomske elektrane budućnosti) (Schenkel 2006; Potočnik 2006).

## 9. ZAKLJUČAK

- Doprinos bioenergije (osim direktnog sagorevanja za topotnu energiju) u ukupnom energetskom bilansu primarne energije danas je još uvek marginalan
  - Ekonomika proizvodnje bioenergije, naročito danas u EU zavisi od subvencija i bez subvencija u EU je ekonomično samo direktno loženje/sagorevanje biomase
  - Odluka proizvođača da proizvodi energiju umesto hrane zavisi pre svega od njene cene, odnosno postignutog prihoda i kapaciteta na poljoprivrednom imanju
    - Ekološka prihvatljivost bioenergije nije uvek samo pozitivna
    - Proizvodnja energije umesto poljoprivredne proizvodnje, ne otvara nova radna mesta, obično je obrnuto – smanjuje broj radnih mesta, što nije dobro .
  - Etička pitanja (npr. spaljivanje zrna žita) nisu bez značaja, ali je kod donošenja odluka u prvom planu finansijski moment i ekonomija
  - Energetska upotreba biljaka u EU neće bitno smanjiti proizvodnju biljaka za ishranu, ali je moguće da znatno utiče na podizanje cena poljoprivrednih proizvoda

## LITERATURA

- [1] Bickert, C. 2006: Wie knapp wird Getreide? DLG Mitteilungen 4/2006: 74-77.
- [2] Bickert, C. 2006: Brot und Spiele. DLG Mitteilungen 4/2006: 77.
- [3] Bošković, D. 2006: Tekma za korozo. Delo, sobotna priloga 19.10.06: 11.
- [4] Breitschuh, G., Reinhold, G., Vetter, A. 2005: Wirtschaftlichen Bedeutung der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe für Landwirtschaft: Der Landwirt als Energiewirt – Potenziale für die Erzeugung. KTBL-Schrift 420: 19-36.
- [5] Dänzer, D. 2006. Vom Landwirt zum Energiewirt. Energietechnik, oktober 2006: 3.
- [6] FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. 2006. BtL: Biokraftstoff der Zukunft. Landtechnik 4/2006: 206-207.
- [7] Guidi, D., Best, G. 2003: The clean development mechanism. Implications for energy and sustainable agriculture and rural development projects. FAO, Rome: 44pp.
- [8] Kopetz, H. 2005. Die energetische Nutzung der Biomasse als Beitrag zum Klimaschutz und zur Energieversorgung. KTBL-Schrift 420: 7-18.
- [9] Quirin, M., Reinhart, G.A. 2005: Ökobilanzen von Bioenergiesträgern – ein Überblick. KTBL-Schrift 420: 37-45.

- [10] Potočnik, J. 2006: Zlitje prihodnosti. National Geographic, september 2006: 31-38.
- [11] Schenkel, R. 2006: Z dejstvi nad predsodke in strahove. Delo 20.7.06; 17.
- [12] Oljača, S. 2006, Čiste tehnologije i očuvanje životne sredine u poljoprivredi, Poljoprivredni kalendar 2007:323.
- [13] Uffelmann, W., Graser. S. 2006: Was ist nachhaltiger? DLG Mitteilungen 10/2006: 10.
- [14] Zimmer, Y. 2006: Aufs richtige Pferd setzen. DLZ Agrarmagazin 8/2006: 142-144.
- [15] <http://www.cid.csic.es/enof/whitebook.pdf>

## USE OF PLANTS FOR ENERGY PRODUCTION

**Marjan Dolensk<sup>\*</sup>, Snežana I. Oljača<sup>\*\*</sup>, Mićo V. Oljača<sup>\*\*</sup>**

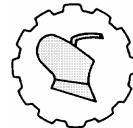
*<sup>\*</sup>Poljoprivredni-šumarski zavod, Šmihelska 14, SI-8000 Novo mesto,  
Slovenija, e-mail: marjan.dolensek@gov.si*

*<sup>\*\*</sup>Faculty of Agriculture - Belgrade  
soljaca@agrifaculty.bg.ac.yu      omico@agrifaculty.bg.ac.yu*

**Abstract:** We can, beside food / fodder, produce different plants to obtain various forms of energy (electricity, heat, fuel) on the fields. All together with wood from forests and other sources, biomass is the biggest guarantee for the increasing of restoring energy sources in European Union at 12% till 2010. Economy of production of bioenergies in Europe depends on subsidy, exception is direct burning of biomass. The decision of individual producer for production of bioenergy depends mostly of its economy or altitude of income. Environmental acceptability of bioenergy ( $CO_2$  balance and energy balance) is not always just positive. The production does not assure new working places. Energy use of plants in EU will not essentially reduce the production of plants for food and fodder, but it may influence on the growth of the prices of agricultural products.

**Key words:** *energy, food, heat, fuel, electricity, oil, biomass,  $CO_2$  balance.*





UDK: 631.172; 631.147

## SAVREMENA REŠENJA ZA DOBIJANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U VETROELEKTRANAMA MALE I VELIKE SNAGE

**Branko Radičević<sup>1</sup>, Dušan Mikićić<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Poljoprivredni fakultet – Beograd*

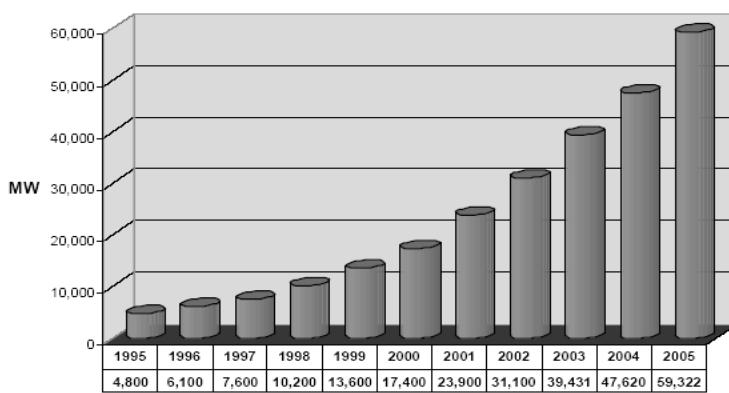
<sup>2</sup>*Elektrotehnički fakultet – Beograd*

**Sadržaj:** Vetroenergetika danas predstavlja modernu, tehnički i tehnološki visoko razvijenu industriju sa najvećim trendom razvoja u poslednjoj deceniji (oko 32 %) u kojoj je izvršen snažan razvoj novih kompozitnih materijala, električnih mašina, energetske elektronike, uz nova znanja i konstrukcije u oblasti aeromehanike. Naročita pažnja u ovom radu posvećena je konfiguraciji savremenih vetrogeneratorskih postrojenja male i velike snage u skladu sa u svetu postojećom komercijalnom tehnologijom. Analizirani su tipovi generatora, turbina, kontroler, merna, regulaciona i zaštitna oprema, softver za simulaciju rada uz uvažavanje relevantnih vetro i elektro parametara. Posebno je proučen rad pojedinačnih vetrogeneratora koji čine autonomni sistem, kao i priključenje pojedinačnih ili manjih farmi vetrogeneratora na električnu mrežu, uključujući i problem kvaliteta isporučene električne energije i stabilnost sistema.

**Ključne reči:** vetroelektrana, električna energija, energetski pretvarači, softver.

### 1. UVOD

Početak III milenijuma obeležen je intenzivnim razvojem vetroenergetike u svetu (slika 1).

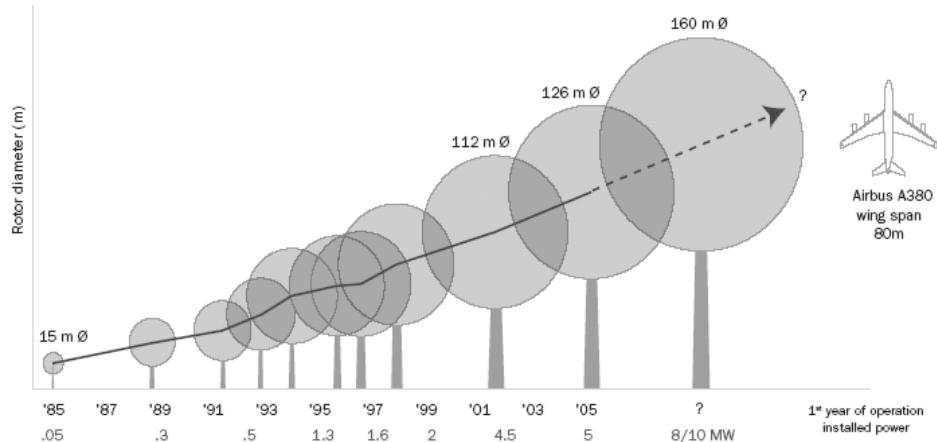


*Slika 1. Instalisani vetrogeneratorski kapaciteti u svetu do početka 2006. godine*

Konstrukcija vetrogeneratora, poslednjih godina se toliko usavršila, da su oni dostigli standardne jedinične nominalne snage iznad 1500 kW (na kopnu) i iznad 2000 kW (na moru), što ih pod određenim podsticajnim merama, uz zadovoljavajući nivo pouzdanosti i ekonomičnosti u radu ističe kao konkurentne izvore za masovnu proizvodnju električne energije, u okviru savremenih elektroenergetskih sistema. U ukupnoj proizvodnji električne energije u svetu energija veta početkom 2006. godine učestvuje sa oko 0,6 %, tj. oko 120 TWh/god. (instalisano je oko 59500 MW kapaciteta), a u zemljama EU sa oko 3 % (iz 40,5 GW instalisanih kapaciteta dobija se oko 80 TWh/god. električne energije).

## 2. OPŠTE KARAKTERISTIKE VETROGENERATORSKIH SISTEMA

Izveštaj komisije UN o uticaju globalnog zagrevanja na klimatske promene iz 2005. godine predviđa promene vremena koje će uticati na podizanje nivoa mora, promenu uobičajenih rasporeda i obima padavina i povećanje temperature na globalnom nivou, a posledica će biti smanjena poljoprivredna proizvodnja, teške suše i obilne kiše u mnogim regionima i još veći problemi sa inače oskudnim vodenim resursima. Koncentracija ugljen-dioksida u atmosferi, najprisutnijeg od svih takozvanih „gasova staklene baštice”, povećala se za 31 % od 1750. godine i velika je verovatnoća da nikada nije bila veća u poslednjih 20 miliona godina. 75 % emisija ugljen-dioksida potiče od sagorevanja fosilnih goriva, a ostatak od uništavanja šuma. Globalna temperatura na Zemlji je u prošlom veku porasla od 0,2 do 0,7 stepeni Celzijusa, a procenjuje se da bi u narednih 100 godina mogla da poraste između 1,4 i 5,8 stepeni, podižući nivo mora između 0,09 i 0,88 metara (visine mora su se tokom poslednjih 100 godina povećale od 10 do 20 cm, pri čemu porast iznosi nešto više od 2 mm godišnje). Ako se otope lednici na Grenlandu, nivo mora povuče se za 6 do 7 metara, a ako se otopi Antarktik, nivo mora će biti viši za 110 metara.



Slika 2. Porast instalisanih snaga i prečnika rotora vetroturbinu

Proizvodnja energije od veta je jedna od alternativa za ublažavanje ovih problema. Vetar predstavlja neiscrpan ekološki izvor energije čiji globalni potencijal višestruko prevaziđa svetske potrebe za električnom energijom. Međutim, pouzdana i ekonomski prihvatljiva konverzija mehaničke energije veta u električnu energiju je praćena nizom

poteškoća koje su posledica stohastičnosti vetra i njegove male gustine (fluksa) snage. U poslednjoj deceniji, razvojem energetske elektronike i upotrebom novih materijala, mnogi problemi su tehnički rešeni, pa je vetroenergetika postala oblast energetike sa najvećim trendom razvoja (oko 32%), [3]. Jedan od glavnih faktora koji je stimulisao korišćenje obnovljive energije (naročito energije vetra) je zaštita čovekove okoline. U poslednjoj deceniji učinjeni su brojni naporci da se cena energije koja se dobija iz obnovljivih izvora smanji. Kada su u pitanju vetroturbine, ovo je između ostalog, dovelo do kontinualnog povećanja njihove nominalne snage (slika 2).

Krila (elise) savremenih vetrogeneratora slična su sa elisama aviona. Na taj način koristi se struja vazduha za stvaranje sile uzgona na elisi turbine koja stvara mehanički momenat na kraku elise turbine. Na ovaj način se kinetička energija vetra pretvara u kinetičku energiju obrtnih masa koja se dalje električnim generatorom pretvara u električnu energiju kao pogodan oblik za prenos na udaljena mesta potrošnje. Stohastičnost vetra i težnja ka maksimumu iskorišćenja njegove energije zahtevaju rad vetroturbine sa promenljivom brzinom. Takav rad otežava zadovoljenje tehničkih kriterijuma rada vetrogeneratora koji je priključen na krutu električnu mrežu. Osnovni problem koji se javlja pri konverziji kinetičke energije vetra u električnu je obezbeđenje pouzdanog i efikasnog rada generatora na električnoj mreži u uslovima promenljive snage vetra. Efikasan rad vetrogeneratora podrazumeva prilagođavanje vetroturbine brzini vetra tako da se elektromehanička konverzija odvija sa maksimalnim stepenom iskorišćenja. Sa druge strane, u uslovima velike varijacije brzine vetra, javlja se problem zadovoljenja svih tehničkih kriterijuma u pogledu generisanja električne energije u elektroenergetski sistem (varijacije napona, nivo harmonika i slično).

### 3. TIPOVI VETROTURBINA I METODE ZA REGULACIJU SNAGE

Danas se uglavnom koriste dva tipa vetrogeneratora: vetrogeneratori sa horizontalnom osom i vetrogeneratori sa vertikalnom osom. Vetrogeneratori sa vertikalnom osom su otporniji na olujne vetrove i njih ne treba usmeravati ka vetu. Njihova glavna manja je manja efikasnost nego kod sistema sa horizontalnom osom koji danas preovlađuju. Ove turbine rade sa malim brzinama i sa velikim obrtnim momentom, što može da bude korisno uglavnom kod mlevenja žita i pumpanja vode. Kod vetrogeneratora sa horizontalnom osom rotor može biti postavljen uz ili niz vetrar (u ovom slučaju nije potrebno pozicioniranje kabine, pošto ona sama prati pravac vetra). Ovaj tip vetroturbina radi sa velikim brzinama i malim obrtnim momentom, zbog čega se koristi za generisanje električne energije. Danas se najviše upotrebljava koncept vetroturbina sa horizontalnom osom i sa tri krila, postavljene uz vetrar, mada postoje turbine sa dva, pa i sa jednim krilom.

Svi vetrogeneratori mogu se svrstati u dve grupe: u prvu grupu spadaju oni vetrogeneratori čije turbine rade sa *konstantnom brzinom obrtanja*, a u drugu vetrogeneratori sa *promenljivom brzinom obrtanja*. Generatori sa konstantnom brzinom obično se direktno priključuju na elektroenergetsku mrežu, pri čemu njihovu brzinu obrtanja diktiraju učestanost mreže i broj polova mašine. Mala brzina obrtanja turbine se preko menjачke kutije, sa odgovarajućim prenosnim odnosom, prilagođava (većoj) brzini generatora (određenoj učestanošću mreže i brojem polova generatora). Generatori sa promenljivom brzinom obrtanja povezuju se na elektroenergetsku mrežu posredstvom elektronskog AC-DC-AC ispravljačko/invertorskog pretvarača, ili se pobudni sistem

generatora napaja naizmeničnim naponom mrežne učestanosti, posredstvom invertora. Na taj način se brzina rotora generatora raspreže od učestanosti mreže pa on može raditi sa promenljivom brzinom, koja se prilagođava aktuelnoj brzini vetra, [1].

Sve vetroturbine mogu se regulisati preko mehanizma podešavanja ugla zakretanja krila rotora (*Pitch control*), ili preko pogona sa konstantnim uglom zakretanja krila, a smanjenjem površine koju one zahvataju (*Stall regulated turbines*). U prvom slučaju, mehanička snaga turbine može se smanjivati, shodno karakteristikama vetroturbine, a u drugom, u slučajevima kada se brzina vetra poveća iznad nominalne vrednosti, snaga se smanjuje korišćenjem aerodinamičkog efekta iza krila rotora.

Savremeni vetrogeneratori se mogu klasifikovati u dve glavne grupe.

**Grupa I:** Vetrogeneratori čije turbine rade sa fiksnom brzinom obrtanja i direktnim priključkom na elektroenergetsku mrežu:

- a) Sa asinhronim generatom
- b) Sa sinhronim generatom.

**Grupa II:** Vetrogeneratori čije turbine rade sa promenljivom ili delimično promenljivom brzinom obrtanja i priključkom na elektroenergetsku mrežu posredstvom elektronskih pretvarača:

- a) Sa sinhronim generatom
- b) Sa asinhronim generatom i upravljivim klizanjem
- c) Sa asinhronim generatom koji je napajan i sa strane statora i sa strane rotora.

Prednosti sistema sa konstantnom brzinom i asinhronim generatorima je što su jednostavniji i jeftiniji. Pri tome, treba istaći da se uz asinhronne generatore mora pridodati i posebna oprema za kontrolu apsorpcije reaktivne snage, koju generator uzima iz mreže. Sistemi sa promenljivom brzinom za istu nominalnu snagu daju veću proizvodnju električne energije i podvrgnuti su manjim mehaničkim naprezanjima usled promena brzine vetra i oscilacija u sistemu. U nekim od tih sistema može se izostaviti menjačka kutija, dok neki zahtevaju kompenzaciju viših harmonika, koji se pojavljuju usled prisustva elektronskih pretvarača u kolu za sprezanje sa elektroenergetskom mrežom.

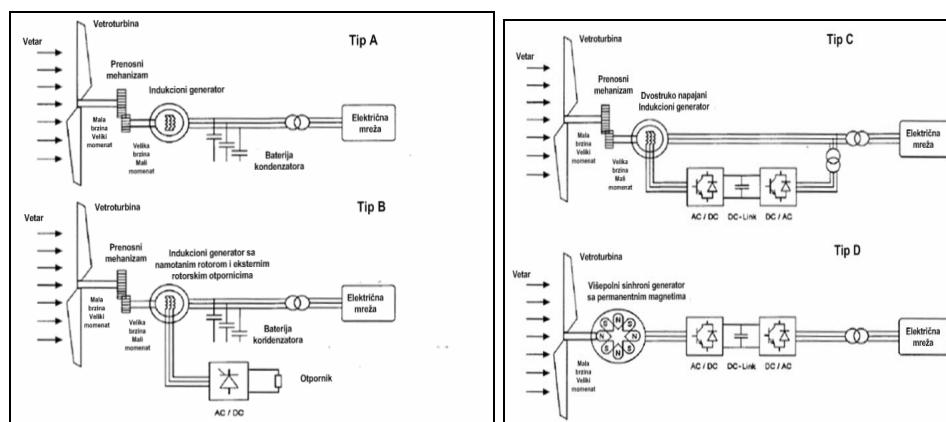
Direktni priključak asinhronih vetrogeneratora na mrežu je najčešće korišćena šema, za nominalne snage između 50 kW i 1,5 MW. Najveći broj od njih je opremljen sa regulatorima ugla zakretanja krila rotora. U slučaju malih mašina takođe se koristi direktni priključak sinhronih vetrogeneratora na mrežu. Vetrogeneratori sa promenljivom brzinom se uglavnom koriste u slučaju farmi vetrogeneratora većih snaga, gde se teži da se maksimalno iskoristi raspoloživa energija vetra. Tehnologija rada za ovu kategoriju vetrogeneratora počiva na principu elektromotornih pogona sa promenljivom brzinom i zbog toga se u tu svrhu može koristiti bilo koja kombinacija električnih generatora i pretvaračkih uređaja energetske elektronike, kao što su asinhroni generatori sa kratko spojenim (kaveznim) ili namotanim rotorom, sa statorskom ili rotorskom kaskadom, odnosno sinhroni generatori sa jednosmernom ili pobudom preko permanentnih magneta i AC-DC-AC pretvaračima za spregu sa mrežom. Zato se svaka generatorsko-pretvaračka kombinacija za svaki konkretan slučaj vetrogeneratora mora posebno analizirati i vrednovati, uzimajući u obzir radne i upravljačke karakteristike, dinamičke performanse, cenu, faktor snage, stepen korisnog dejstva i drugo, [5].

U svakom električnom delu sistema vetroturbine (od rotora vetroturbine pa do priključka na distributivnu mrežu) u svakom trenutku se mora obavljati kvalitativna i kvantitativna kontrola električne energije. Vetrogeneratori su tako projektovani da proizvode električnu energiju što je moguće jeftinije. Pošto vetrogeneratori proizvode

maksimalnu količinu električne energije za brzine vetra oko 12-15 m/s, ne isplati se praviti vetroturbine koje imaju maksimalnu proizvodnju energije pri većim brzinama vetra, jer su takvi vetrovi retki i koeficijent iskorišćenja turbine bi bio manji. U slučaju jačih vetrova neophodno je smanjiti deo dolazeće energije vetra u cilju izbegavanja kvarova koji bi se mogli desiti zbog rada turbine pri snazi koja prevazilazi nominalnu (što bi se desilo u slučaju maksimalnog iskorišćenja jačine vetra pri njegovim previsokim brzinama).

#### 4. SAVREMENA REŠENJA ZA DOBIJANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE OD ENERGIJE VETRA

Na slici 3 i u tabeli 1 je dat pregled koncepata koji se koriste u savremenoj vetroenergetici, [1,2].



Slika 3. Tipične konfiguracije konverzionih sistema vetrogeneratora

Tabela 1. Različiti koncepti vetroturbina

Kontrola brzine		Kontrola krila vetrogeneratora		
		Stall	Pitch	Active - Stall
Konstantna brzina	Tip A	Tip A0	Tip A1	Tip A2
Promenljiva brzina	Tip B	Tip B0	Tip B1	Tip B2
	Tip C	Tip C0	Tip C1	Tip C2
	Tip D	Tip D0	Tip D1	Tip D2

Polja u tabeli 1 sa sivom pozadinom (npr. B0) su koncepti koji još nemaju komercijalnu primenu

Kod vetroelektrana koje rade sa konstantnom brzinom uglavnom se koristi inducirani generator sa kaveznim rotorom (**tip A na slici 3**). Između rotora i generatorka postoji transmisiona kutija (gearbox) tako da može da se koristi standardni (najčešće 1500 ob/min.) inducirani generator sa kaveznim rotorom. Ovaj generator je direktno priključen na distributivnu mrežu od 50 Hz. Snaga generatorka se uglavnom ograničava primenom klasičnog stall koncepta: ako se brzina vetra poveća iznad nominalne brzine,

brzina turbine se smanjuje, tako da snaga koju proizvodi turbina ostaje blizu nominalne snage. Ponekada se koristi i aktivna stall regulacija. Ovaj koncept se odlikuje velikom robusnošću generatora. Nedostaci su potrošnja reaktivne energije i mala efikasnost zbog nemogućnosti prilagođavanja brzine obrtanja turbine uslovima veta (kruta mehanička karakteristika u okolini nominalne radne tačke generatora uslovljava male varijacije brzine obrtanja i pri velikim promenama ulazne snage veta), odnosno ovaj koncept podrazumeva praktično konstantnu brzinu vetroturbine.

Postoji nekoliko podvarijanti. Indukcioni generatori sa promenljivim polovima, sa dva statorska namotaja sa različitim brojem parova polova, tako da turbina može da radi na dve konstantne brzine (jedna brzina za male brzine veta, a druga za velike brzine) u cilju povećanja generisane energije i smanjenja buke. Indukcioni generatori sa namotanim rotorom i sa elektronskom kontrolom spoljašnjih otpornika u rotorskom kolu, u cilju smanjenja mehaničkih opterećenja putem omogućavanja većih varijacija brzine i ovo su vetroturbine sa polu-promenljivom brzinom (*tip B na slici 3*). Moguća je promena brzina u limitiranom opsegu od 10 % i na taj način se mogu delimično umanjiti fluktuacije momenta, ali nije moguće uvek dobiti maksimalnu vrednost električne snage.

Kod savremenih vetrogeneratorskih jedinica veće snage koje imaju ograničeni opseg promene brzina od približno 60% do 110% nominalne brzine, dvostrano napajana asinhorna mašina postala je najzastupljeniji koncept (*tip C na slici 3*). Stator je direktno priključen na mrežu, a rotor je preko kliznih prstenova, pretvaračke grupe i eventualno transformatora, takođe, priključen na mrežu. U slučaju dvostrano napajane asinhronne mašine moguć je rad u četiri režima (podsinhroni motorni i generatorski, nadsinhroni motorni i generatorski), što u slučaju vetrogeneratora omogućava potpuno prilagodovanje brzine obrtanja vetrogeneratora uslovima veta odnosno mehaničkoj karakteristici vetroturbine. Prednost ovog sistema se ogleda u tome što se može upotrebiti energetski pretvarač čija nominalna snaga iznosi samo trećinu nominalne snage vetroturbine, a njegova veličina se i dalje može smanjiti upotrebom prebacivača zvezda-trouga za napajanje rotorskog namotaja. Međutim, još uvek je potrebno koristiti prenosni mehanizam, što može smanjiti pouzdanost sistema. Kod vetroturbine kod koje se ne koristi prenosni mehanizam, ova prednost se gubi na taj način što se mora upotrebiti veći energetski pretvarač i komplikovaniji, teži i skuplji vetrogenerator. Pri brzinama veta iznad nominalne brzine veta, snaga generatora se smanjuje primenom pitch-regulacije.

Vetroturbine koje rade sa promenljivom brzinom sa sinhronim generatorom koji je direktno priključen na mrežu imaju mogućnost potpune regulacije brzine (*tip D na slici 3*). Upotreba sinhronog generatora omogućava prilagođavanje brzine vetroturbine uslovima veta, jer je sinhroni generator frekventno raspregnut od mreže preko *back to back* PWM-VSI energetskog pretvarača. Pretvarač koji se nalazi na strani statora reguliše elektromagnetski obrtni momenat, dok pretvarač koji se nalazi na napojnoj strani reguliše aktivnu i reaktivnu snagu koju vetroturbina isporučuje potrošačima. Osim toga, prednost ovog sistema je što omogućava direktno sprezanje vratila generatora sa vetroturbinom (bez upotrebe prenosnog mehanizma) upotrebom niskobrzinskog višepolnog sinhronog generatora sa permanentnim magnetom. Nedostatak ovog koncepta je što celokupna energija prolazi kroz pretvarač, pa je potrebno da snaga pretvarača bude jednaka snazi generatora, što je teško obezbediti kod vetrogeneratorskih jedinica veće snage. Osim toga, ima se povećan nivo harmonika zbog prisustva kaskadnog pretvarača, pa je neophodno korišćenje harmonijskih filtera. Pri brzinama veta iznad nominalne brzine, snaga se redukuje koristeći pitch-regulaciju.

## 5. KOMPARACIJA ANALIZIRANIH REŠENJA

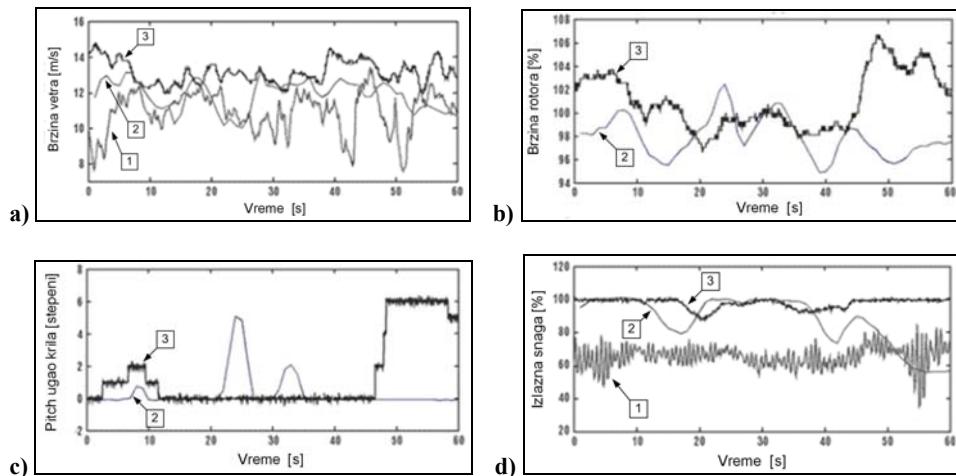
Različiti tipovi vetroturbina imaju svoje prednosti i mane. U tabeli 2 dat je pregled karakteristika različitih koncepata priključenja vetrogeneratora na električnu mrežu. Sistemi sa fiksnom brzinom su relativno jednostavni i robustni, a njihovi nedostaci su: nemogućnost regulacije aktivne i reaktivne snage, velika mehanička opterećenja (jer se varijacije snage prenose kao pulsacije momenta, a ovo može dovesti do oštećenja prenosnog mehanizma), velike fluktuacije izlazne snage (može dovesti do varijacija napona, i u mnogim slučajevima do pojave flikera). Proizvođači vetroturbina se uglavnom koncentrišu na proizvodnju vetroturbina sa promenljivom brzinom iz sledećih razloga: imaju veći stepen korisnog dejstva u poređenju sa sistemima sa fiksnom brzinom, energetska elektronika za potrebe sistema sa promenljivom brzinom veoma brzo pojeftinjuje i postaje pouzdanija, ostvarena je redukcija mehaničkog opterećenja, moguća je regulacija aktivne i reaktivne snage u širokom opsegu (što je naročito bitno u slučaju udaljenih lokacija i vetrogeneratora na moru), lakše se uklapaju u zahteve koje nameću kompanije za prenos i distribuciju električne energije, a posebno u slučaju velikih farmi vetrogeneratora. Takođe, sistemi sa promenljivom brzinom imaju manje varijacije izlazne snage (jer velika inercija rotora ublažava varijacije brzine veta i na taj način redukuje probleme sa flikerima). Na slici 4 prikazana su merenja brzine veta i rezultujuće brzine rotora, promena pitch uglova i izlazna snaga, za razmatrane koncepte priključenja vetrogeneratora na električnu mrežu (za brzine veta oko nominalnih vrednosti).

*Tabela 2. Poređenje različitih koncepata vetroturbina (prednosti i mane)*

	Fiksna brzina, klasična stall regulacija	Promenljiva brzina, pitch regulacija, dvostruko napajani indukcioni generator	Promenljiva brzina, sinhroni generator sa direktnim pogonom u kombinaciji sa pitch regulacijom
<b>1. Cena, veličina i težina</b>	+	-/-	-
<b>2. Pogodnost za rad na mrežnoj frekvenciji od 50 Hz</b>	-	-	+
<b>3. Intenzitet buke i vibracija</b>	-	+	+
<b>4. Proizvodnja električne energije</b>	Promenljiva brzina Prenosni mehanizam Generator Prevarač	- - + +	+- + - -
<b>5. Pouzdanost i odizavanje</b>	Četkice Prenosni mehanizam Mehanička opterećenja Kompleksnost	+	- (PM: +)
<b>6. Kvalitet električne energije</b>	Fliken Mogućnost kontrole mrežnog napona i učestanosti Harmonici	- - +	+- + -
<b>7. Kvarci u mreži</b>	Struje kvara Uspostavljanje napona posle kvara	+	+/- +

Energetska efikasnost vetroturbina sa promenljivom brzinom sa asinhronim generatorom sa dvostranim napajanjem je nekoliko procenata veća u odnosu na sisteme sa standardnim asinhronim generatorom, ali i u poređenju sa sinhronim generatorom sa permanentnim magnetima, koji je direktno priključen na mrežu, postoji prednost,

zahvaljujući mogućnosti da se održava optimalni odnos između brzine turbine i vетра. Većina proizvođača vetroturbina razvija nove, veće sisteme u opsegu snaga od 3 do 6 MW, a oni su svi bazirani na radu sa promenljivom brzinom i pitch kontrolom bez obzira da li koriste sinhrone generatore bez prenosnog mehanizma ili asinhrone generatore sa dvostranim napajanjem. Asinhroni generatori sa stall kontrolom za konstantnom brzinom su nepodesni za ovako velike snage. Svako izabrano rešenje za sistem vetrogeneratora sa promenljivom brzinom mora se podvrgnuti analizi kvaliteta i cene. Optimalni izbor je onaj koji je pogodan za priključenje na standardnu distributivnu mrežu, a minimizira cenu generisane energije. HVDC prenos bi u budućnosti moglo da predstavlja rešenje za farme vetrogeneratora kod prenošenja snage na velike udaljenosti, kako na moru, tako i na kopnu. Ovo će otvoriti nove mogućnosti za regulaciju promenljive brzine vetroturbina.



Slika 4. Izmerena: (a) brzina vetra, (b) brzina rotora, (c) ugao nagiba krila i (d) izlazna snaga u procentima za: vetrogenerator (VG) sa fiksnom brzinom (1), VG sa promenljivom brzinom i dvostrano napajanim asinhronim generatorom (2) i VG sa promenljivom brzinom i sa sinhronim generatorom sa direktnim pogonom (3)

## 6. ZAKLJUČAK

Vetrogeneratori, kao izvori električne energije u savremenim distributivnim sistemima su, kao reakcija na globalne ekološke i energetske probleme, doživeli u poslednjih deset godina izuzetan tehnološki i tehnički napredak, sa fantastičnim trendom porasta instaliranih kapaciteta u svetu, a naročito u zemljama Evropske Unije. Stohastičnost vетра i težnja ka maksimumu iskorišćenja njegove energije zahtevaju rad vetroturbine sa promenljivom brzinom. Takav rad otežava zadovoljenje tehničkih kriterijuma rada vetrogeneratora koji je priključen na krutu električnu mrežu. Osnovni problem koji se javlja pri konverziji kinetičke energije vетра u električnu je obezbeđenje pouzdanog i efikasnog rada generatora na električnoj mreži u uslovima promenljive snage vетра. Efikasan rad vetrogeneratora podrazumeva prilagođavanje vetroturbine brzini vетра tako da se elektromehanička konverzija odvija sa maksimalnim stepenom

iskorišćenja. Sa druge strane, u uslovima velike varijacije brzine vetra, javlja se problem zadovoljenja svih tehničkih kriterijuma u pogledu generisanja električne energije u elektroenergetski sistem (varijacije napona, nivo harmonika i slično). Dvostrano napajani indukcionim generator koji je vektorski upravljan sa dvostepenim PWM back-to-back VSI pretvaračem pokazao se kao najbolje rešenje za savremene vetrogeneratore većih snaga. Procenjuje se da će prosečno učešće vetroenergije u ukupnoj proizvodnji električne energije u većini zemalja koje imaju dobar vetroenergetski potencijal u narednom periodu iznositi oko 20 %. Izgradnjom akumulacionih postrojenja i poboljšanjem interkonekcije ovaj procenat se može značajno povećati.

## LITERATURA

- [1] Ackermann T. et al: *Wind Power in Power Systems*, John Wiley & Sons, Ltd, januar 2005.
- [2] Manwell J.F., et al, *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*, John Wiley and Sons Ltd, april 2002.
- [3] Mikićić 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] Mikićić D., Đurišić Ž., Radičević B.: *Globalna procena o količini električne energije koja bi se mogla dobiti pomoću vetrogeneratora u Srbiji i Crnoj Gori*, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Jun 2003.
- [5] Mikićić D., Đurišić Ž., Radičević B.: *Vetrogeneratori kao perspektivni izvori električne energije*, Elektroprivreda, br. 4, 2002. str. 5-17

## CURRENT SOLUTIONS TO ELECTRIC ENERGY GENERATION IN THE LOW POWER AND HIGH POWER WIND POWERED ELECTRICAL GENERATING STATION

**Branko Radičević<sup>1</sup>, Dušan Mikićić<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture – Belgrade*

<sup>2</sup>*Faculty of Electrical Engineering – Belgrade*

**Abstract:** Today, wind energetics is a modern, technically and technologically highly developed industry, with the biggest trend of development in the last decade (about 32%); it is an industry which experienced a powerful development of new composite materials, electric machines and power supply electronics, along with a new knowledge being acquired and constructions made in the field of aeromechanics. In this paper special attention is given to configuring contemporary wind generator plants (types of generators, turbines, controllers, measuring, controlling and protection equipment, software for the simulation of operation which takes into account relevant wind and electric parameters) in accordance with the existing commercial technology in the world. The operation of particular wind generators which are autonomous systems is specially studied. Also are studied the ways in which individual generators or smaller farms of wind generators are connected to the electric grid, and the problem of the quality of delivered energy, and system stability.

**Key words:** *wind powered electrical generating station, electric energy, converters, software.*





UDK: 631.147

## OPRAVDANOST I EFIKASNOST PRIMENE SOLARNIH FOTONAPONSKIH PANELA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI

Aleksandar Ašonja

NS-Termomontaža - Novi Sad

e-mail: aleksandar.asonja@neobee.net;

**Sadržaj:** Sunce je sigurno najperspektivniji energetski izvor, kako sa stanovišta njegove upotrebe, dostupnosti na svakom mestu, tako i sa stanovišta eko sistema Zemlje. Solarna energija je jedna od retkih obnovljivih energetskih izvora, koja nema ograničavajuću upotrebu u okviru poljoprivredne proizvodnje. Njena upotreba nije vezana za veličine poseda, konfiguraciju terena i granu poljoprivredne proizvodnje. Za razliku od biodizela i biomasa u pravom smislu je obnovljiva, jer za nju je potreban isključivo samo Sunčan dan. Opravdanost upotrebe ovakvog vida energije sagledana je kroz proizvodnju ekološko bezbedne hrane i smanjenja zagađenja životne sredine. U radu će se prikazati efikasnost upotrebe solarnog panela "ASE 50" instaliranog na području Novog Sada u odnosu na neobnovljive izvore energije.

**Ključne reči:** Sunce, solarna energija, panel, obnovljivi izvori energije.

### UVOD

Fotonaponski panel (PV) je skraćenica od reči "Photovoltaic" koja je nastala od grčke reči za svetlost i veličine za napon. Proces konverzije Sunčeve svetlosti u električnu energiju pomoću solarnih ćelija prvi je otkrio Alexander Bequerel 1839 godine. Energija neophodna za konverziju dolazi do Zemljine površine putem zračenja u količini od oko 109 TWh godišnje i ona je 170 puta veća nego energija u ukupnim rezervama uglja u svetu.

Prelazak na obnovljive izvore energije neophodan je radi smanjenja zagađenja životne sredine koja već poprima alarmantne razmere. Upotrebom ove energije u poljoprivredi proizvodila bi se ekološka hrana, a prisustvo nus proizvoda bilo bi isključeno. Primena pogona na motorima SUS omogućila je da se mehanizacija i ostala oprema u poljoprivredi upotrebi i razvije do određenog stepena. Međutim, mnogobrojni su razlozi zašto se u pojedinim procesima gde se to moglo izvesti u poljoprivredi nije

prešlo na upotrebu solarne energije. Prvenstveno se ističe nepoznavanje mehanizatora sa novim izvorima energije, nepostojanje koordinacije naučno-istraživačkih radova i dr. Nije za očekivati da solarna energija postane jedan od glavnih oblika razvoja produktivnosti, pre svega zbog svoje male snage ili, ukoliko su i dovoljno velikih dimenzija, zbog previsoke cene. Međutim, pokret ka široj upotrebi obnovljivih izvora energije postaje neumoljiv. Tržište solarnih fotonaponskih panela širi se veoma brzo, pre svega zahvaljujući zemljama koje su ove tehnologije unele u svoje nacionalne planove energetskog razvoja. Širenje tržišta i napredak u istraživanju i razvoju doveće do daljeg smanjivanja cena ovih postrojenja.

### **OPRAVDANOST PRIMENE SOLARNIH FOTONAPONSKIH PANELA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI**

Ukupna godišnja zagađenja atmosfere upotrebom konvencionalnih izvora energije iz industrije i saobraćaja, utiču na porast: čvrstih čestica sumpora, sumpordioksida, ugljenmonodioksida i ostalih zagađivača, stvarajući tako 3,6 milijardi tona arsenika. Svetske statistike pokazuju da je u prošlom veku u atmosferu dospelo više od 1,4 miliona tona silicijuma, 1 milion tona nikla, 900.000 kobalta i 600.000 tona cinka i antimona. Znatan problem ovih rezultata je rapidan rast ugljenmonodioksida u atmosferi jer je on uzročnik efekta "staklene baštice", odnosno porasta temperature na zemlji. Primera radi, proizvodnjom samo jednog automobila nastaje 28 tona otpada, ispusti se 12 litara nafte u vodu i zagadi se 1,4 milijarde kubnih metara atmosfere.

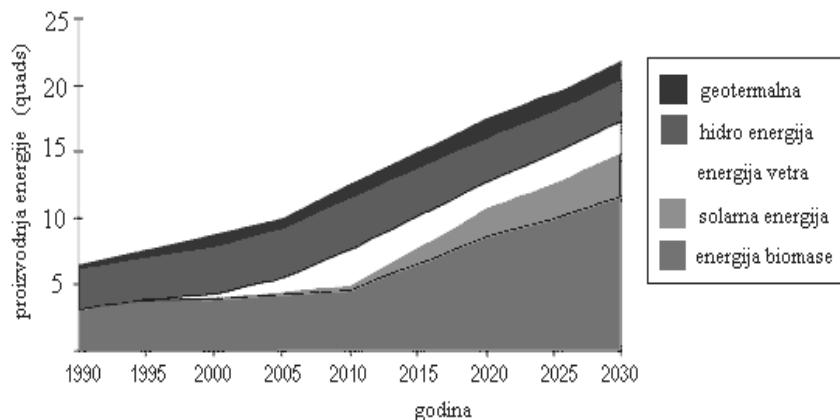
Sa druge strane, solarna energija nudi najjeftiniji oblik snabdevanja energijom za osnovne potrebe stanovništva u ruralnim područjima. Priklučenje sela sa hiljadu stanovnika na električnu mrežu prosečno košta oko 100.000 evra, a samo je 35.000 evra potrebno izdvojiti za instalaciju solarnih panela dovoljnih za snabdevanje osnovnih potreba domaćinstva električnom energijom (za rad sijalica, radio i TV aparata).

U poljoprivredi se električna energija dobijena od solarnih panela može koristiti na više mesta: za pogon pumpi u navodnjavanju, za pogon ventilatora u klimatizaciji stočarskih objekata, za transport u raznim poljoprivrednim procesima, za obavljanje mašinske muže na pašnjacima, za pogon sušara, za rad električnih ograda, za signalizaciju puteva, za osvetljenje objekata u ruralnim naseljima, za zamrzavanje i čuvanje hrane, za čuvanje vakcina i drugih osetljivih farmaceutskih proizvoda, za sterilizaciju medicinskih instrumenata, za rad u oblasti telekomunikacija (radio stanica i mobilne telefonije) i dr. Ovi sistemi mogu postati dostupni stanovnicima, prvenstveno ruralnih područja, sl. 1 ukoliko država prihvati troškove instaliranja ovih sistema, a korisnici troškove daljeg održavanja.



*Sl. 1: Solarni panel instalisan  
u ruralnoj oblasti*

Američko udruženje energetskih inovatora ukazuje da će do 2010 godine obnovljivi izvori energije zameniti 14 % konvencionalnih izvora, a do 2030 godine čak 32 %. Ovi izvori energije doživljavaju rapidan rast od 2005, a solarna energija od 2010 godine, sl. 2. Jedinica upotrebljena za proizvodnju i potrošnju energije je "quads" - kvadrilion (1015) britanskih termičkih jedinica.



Sl. 2: Proizvodnja obnovljivih izvora energije, u periodu 1990 - 2030 godine.

Upotreboom neobnovljivih energenata u poljoprivrednoj proizvodnji zapažaju se sledeće divulgantne nepoželjne osobine, koje utiču na narušavanje radne i životne sredine:

- upotreboom neobnovljivih izvora energije sve se više zagađuje životna sredina, tako da atmosfera poprima efekat staklene baštice pogoršavajući zdravstveno stanje ljudi, biljnog i životinjskog sveta,
- zapaža se znatno prisustvo otrovnih i kancerogenih supstanci iz produkata sagorevanja,
- zapažaju se loši ergonomski uslovi za rad ljudi, pre svega prisustvo buke i vibracija na mašinama koje dovode do pojave raznih oboljenja i
- konstantno prisustvo mehaničke istrošenosti pojedinih delova agregata može dovesti do zagađenja zemljišta i voda.

Opravdanosti upotrebe solarnih panela u poljoprivredi sa aspekta očuvanja životne i radne sredine, mogu se sagledati kroz sledeće zapažene pozitivne osobine:

- za svoj rad paneli troše prirodno-obnovljivo gorivo koje je dostupno svima, a ima ga u neograničenim količinama,
- nepostojanje mogućnosti izazivanja havarije opasne po okolinu usled nestručnog rukovanja,
- nepostoji opasnost zagađenja kako radne tako i životne sredine jer se ne ostavljaju nus proizvodi, i nezagađuje se okolina,
- primenom solarnih panela u poljoprivredi dobijala bi se ekološka hrana,
- izostanak pojave buke i vibracija,
- odsustvo mehaničke istrošenosti pojedinih delova sistema,
- mogućnost ukomponovanja i prilagođavanja solarnih panela sa ostalim infrastrukturnim i prirodnim ambijentima.

## MATERIJAL I METOD RADA

U radu je sagledana ekomska opravdanost upotrebe ovog vida obnovljive energije ispitivanjem osnovnih eksplotacionih karakteristika solarnog panela "ASE 50". Ispitivanjem opravdanosti primene fotonaponskog panela, utvrdiće se realne mogućnosti štednje neobnovljivih energenata, kao i određivanje efikasnosti upotrebe ovog rešenja u odnosu na dizel gorivo i el. energiju sa elektrodistribucione mreže.

U matematičko statističkim proračunima uzet je dvadesetogodišnji period kao merodavan za eksplotaciju panela pri prosečnom koeficijentu korisnosti modula po vedrom danu, na osnovu kojeg su određene prednosti i nedostaci ovog energenta.

Ispitivani solarni panel "ASE 50", sl. 3 ima module sa 36 monokristalnih silicijumovih ćelija koje su inkapsulirane sa visoko otpornim staklom, namenjenim za zaštitu od mehaničkih i klimatskih uticaja sa gornje strane i "etilen vinil acetat" plastike koja se nalazi sa donje strane, omogućavajući termičko širenje ćelija. Donja strana panela je još zaštićena belim, mnogoslojnim, plastičnim, nelomljivim poklopcom. Ram panela smešten je u aluminijumski profil koji je zahvaljujući svojim antikorozivnim svojstvima otporan na spoljašnje uticaje. Ovakva spoljašnja i unutrašnja geometrija panela, sa veoma malom masom od 9,2 kg omogućava njegovu upotrebu u najsjurovijim klimatskim uslovima. Panel u proširenom sastavu ima još i automatski regulator otpora sa kojeg se struja prevodi u akumulator, kao i digitalni displej koji u procentima prati trenutni kapacitet akumulatora. Cena ćelija na panelima ovog proizvođača kreće se 3-5 dolara po 1W dobijene snage za koeficijente korisnosti do 15%.

Panel nesmetano može da radi pri: opsegu temperatura od -40 do +85 C<sup>0</sup>, pri maksimalnom pritisku do 2.400 Pa i vlažnosti vazduha do 100%. Dozvoljeno odstupanje od dobijene snage je ±10%.



Sl. 3: Solarni panel "ASE 50"

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Ukupna količina dozračene sunčeve energije koja je korišćena za fotoelektrični efekat zavisila je od: geografske širine, ugla postavljanja panela i datog meseca u godini. Ugao postavljanja panela iznosio je 45<sup>0</sup> u pravcu juga. Pri temperaturi panela od 45<sup>0</sup> C, u toku rada na modulima se stvarala struja kratkog spoja I=2,9 A i napon U=15,44 V, na osnovu kojih se snaga po jednom solarnom modulu izračunavala:

$$P_s = U \cdot I = 15,44 \cdot 2,9 = 44,78 \text{ W}, \quad (1)$$

na osnovu koje je ukupna snaga solarnog panela iznosila:

$$P_{ss} = P_s \cdot n = 44,78 \cdot 12 = 537,36 \text{ W}, \quad (2)$$

gde je: n (/) - broj modula datog panela.

Efikasnost ispitivane solarne ćelije predstavlja odnos dobijene snage i snage sunčevog zračenja, koja za prosečan vedar dan iznosi:

$$h = \frac{P_s}{P_{sz}} = \frac{U \cdot I}{A \cdot E} = 9,3 \% \quad (3)$$

gde je:

$P_{sz}$  (W) - snaga sunčevog zračenja,  
 $E$  ( $\text{W/m}^2$ ) - solarno zračenje površine Zemlje za vedro vreme ( $E = 1000 \text{ W/m}^2$ ) i  
 $A$  ( $\text{m}^2$ ) - površina solarnog modula ( $A = 0,481 \text{ m}^2$ ).

### ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Ukupna godišnja količina sunčeve energije koja bi se iskoristila sa  $1 \text{ m}^2$  panela postavljenog pod uglom od  $45^\circ$  za grad Novi Sad, iznosila bi  $986,4 \text{ kWh/m}^2$ . Međutim, optimalan period upotrebe solarne energije bio bi period od aprila do oktobra, jer bi u tom periodu prosečna dnevna insolacija mogla zadovoljiti eventualne potrebe poljoprivredne proizvodnje. Količina energije koja bi se mogla iskoristiti u tom periodu sa  $1 \text{ m}^2$  površine solarnog panela iznosila bi  $718,8 \text{ kWh/m}^2$  i ekvivalentna je energiji potrebnoj za sagorevanje  $61,85 \text{ kg dizel goriva}$ .

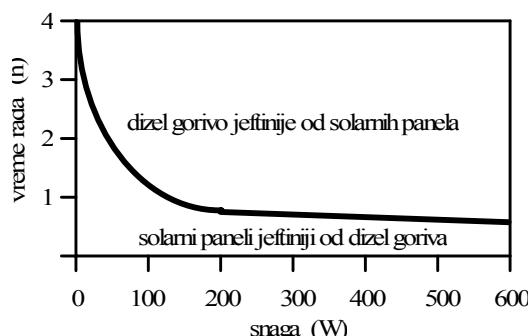
Ispitivani panel "ASE 50" pri prosečnom koeficijentu korisnosti od  $9,3 \%$ , daje energiju od  $66,84 \text{ kWh/m}^2$ , što govori da bi se sa  $1 \text{ m}^2$  panela u periodu april-oktobar moglo uštedeti  $5,75 \text{ kg dizel goriva}$ . Za dvadesetogodišnji period upotrebe panela sa 12 modula, (površinom od  $5,77 \text{ m}^2$ ), mogla bi se dobiti energija u iznosu od  $7.713,33 \text{ kWh}$ . Ista količina energije dobila bi se sagorevanjem  $762,7 \text{ l dizel goriva}$ .

Da bi ulaganje u solarno postrojenje bilo isplativo, cena korišćene opreme treba da je znatno manja od cene drugih neobnovljivih energetika. To praktično znači da solarno postrojenje treba da vrati uložen novac za što kraće vreme, da bi kasnije dobijena energija do krajnjeg veka upotrebe uređaja bila besplatna.

Dobijena vrednost energije sa ispitivanog panela pretvorena u cene dizel goriva i el. energije sa mreže iznosila bi  $706$  odn.  $304$  evra. U odnosu na dizel gorivo električna energija je jeftinija  $2,3$  puta. Ako se uzme da je cena ispitivane fotonaponske opreme  $3$  evra/W, dobijaju se da ukupna sredstva uložena u njenu izgradnju iznose  $1.612$  evra, (bez troškova dodatne opreme koji dostižu i od  $1/3$  cene panela). To znači da bi ovo postrojenje sa ekonomski strane bilo isplativo kada bi mu cena iznosila bar  $1,3$  evra/W dobijene snage ili druga mogućnost je povećanje sadašnjeg koeficijenta efikasnosti.

Primera radi, skladištenjem dovoljne količine ove energije u akumulatorske baterije i upotrebom dva akumulatora "Solite" od  $90 \text{ Ah}$  sa naponom do  $12 \text{ V}$  i strujom do  $750 \text{ A}$  mogli bi pogoniti elektromotornu kopačicu snage  $1,5 \text{ kW}$  jedan sat i deset minuta. Pri čemu bi potrošnja energije elektromotorne kopačice u praznom hodu bila znatno manja, dok je ista kod benzinskih i dizel motora ravna polovini potrošnje pri maksimalnom opterećenju.

Sa ekonomski strane gledišta upotreba ove vrste energije, skladištene u akumulatorima jeftinija je od dizel goriva, ali samo za vreme upotrebe manje od jednog časa i snage do  $0,6 \text{ kW}$ , sl. 4.



Sl. 4: Opravdanost upotrebe dizel goriva i solarnih panela u zavisnosti od potrebne snage za razne periode rada

## ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja primene solarne energije u poljoprivredi ukazuju na veliki značaj i mogućnost korišćenja ove energije koja je svuda oko nas. To ukazuje na potrebu daljih proučavanja i usaglašavanja tehnologija u proizvodnji fotonaponskih ćelija, baterija i druge opreme. Radi uštete u ekonomskom smislu poželjno je ovakve panele, kad se ukaže prilika, koristiti čitave godine i to u razne svrhe, kao što su: navodnjavanja, sušenje poljoprivrednih kultura, i dr. Ekonomski bi bilo isplativo korišćenje solarne energije u ruralnim područjima gde nema električne energije, na vikend naseljima ili mestima gde je električna mreža nestabilna.

Visoke cene su jedini razlog zašto se ova tehnologija danas ne koristi u skladu sa svojim mogućnostima. Trenutna cena solarnih ćelija je 3 evra/W, a ista energija se može obezbediti i za 0,57 evra/W. Pojedine države u kojim navtni lobi nemaju dominantan uticaj odobravaju i razne olakšice prilikom kupovine i instaliranja ove opreme. Godišnje povećanje proizvodnje solarnih panela beleži porast u iznosu od 54%. To je bio razlog da neke zemlje poput "SAD"-a za samo dve godine u programu istraživanja solarne energije izdvoje desetine milijardi dolara.

## LITERATURA

- [1] Ašonja, A.: Primena fotonaponskih solarnih panela u navodnjavanju višegodišnjih zasada, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2001.
- [2] Ašonja, A.: Primena solarne energije za pogon elektromotorne kopačice u zaštićenom prostoru, Seminarski rad, Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2004.
- [3] PV News: Annual Review of the PV Market, 2005.
- [4] Trends in Photovoltaic Applications: Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2003, IEA Photovoltaic Power Systems Programme- Task 1; September, 2004.
- [5] Energy for the Future: Renewable sources of energy- White Paper for a Community Strategy and Action Plan, 1997.
- [6] (<http://www.tellus.org/ei/eiexec.html>).

## **THE JUSTIFICATION AND EFFECIENCY OF SOLAR PHOTOVOLTAIC PANELS APPLICATION IN AGRICULTURAL PRODUCTION**

**Aleksandar Ašonja**

*NS-Termomontaža - Novi Sad*

*e-mail: aleksandar.asonja@neobee.net;*

**Abstract:** The Sun is certainly the most perspective energy source, at the aspect of its use, accessibility in every place and at the aspect of ecological system of the Earth. The solar energy is one of rare renewable energy sources, which hasn't restrictive use in border of agricultural production. Its use doesn't refer to the dimension of possession, to the configuration of territory and to department of agricultural production. In the difference of biodiesel and biomass it is renewable in real signification, because it needs only the purely Sunny day. The justification of use of this energy aspect perceive in production of ecology safe food and reduction of contamination of life environmental. The effeciency of solar panel use "ASE 50", which is install on the area of Novi Sad in relation to unrenewable sources of energy will be shown in this work.

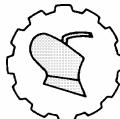
**Key words:** *The Sun, solar energy, panel, renewable energy sources.*



## C O N T E N T S

Sonja Jakovljević, Rajko Miodragović THE POTENTIALS OF ALTERNATIVE USE OF AGRICULTURAL AVIATION .....	1
Milovan Živković, Vaso Komnenić, Mirko Urošević EFFECT OF CONSTRUCTIVE SOLUTIONS FOR SPRAYERS ON THE QUALITY OF DRIFT CONTROL AND ITS DECREASE .....	11
Vaso Komnenić, Aleksandra Zečević, Milovan Živković, Mirko Urošević INTENSITY OF THE FORCE AT HAND PRUNING THE SCISSORS DIFERANT THE TRADE AND THE MODELS .....	19
Vaso Komnenić, Milovan Živković, Mirko Urošević THE EFFECTS OF MECHANIZED PRUNING OF APPLE .....	23
Sasa Barac, Milan Biberdzic, Dragoslav Djokic THE QUALITY SEPARATION WHILE WHEAT COMBINE IN AGROECOLOGICAL CONDITIONS OF SRM .....	29
Robert Zimmer, Silvio Košutić OIL RAPE SEED HARVESTING SEASON 2005 IN EASTERN SLAVONIA .....	37
Paula Tarrío, Ana M. Bernardos, José R. Casar, Javier I. Portillo A VISION SYSTEM TO EFFICIENTLY HARVEST FRUITS WHICH GROW IN CLUSTERS .....	43
Milan Đević, Milan Divović, Aleksandra Dimitrijević TOBACCO TRANSPORTATION AND STORAGING SYSTEMS .....	49
Mileta Ristivojević, Radivoje Mitrović, Tatjana Lazović, Zoran Stamenić CONSTRUCTION VARIATION OF PACKING MACHINE IN FOOD PROCESSING .....	57
Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević ENERGY CONSUMPTION FOR PLASTIC COVERED GREENHOUSE STRUCTURES .....	65
U.N. Mutwiwa, H.J. Tantau, V.M. Salokhe COOLING OF GREENHOUSES IN THE HUMID TROPICS - PROBLEMS AND SOLUTIONS .....	73
Dušan Radivojević, Rade Radojević, Steva Božić FATTENING FARM'S BIOMASS AS POTENTIAL IN COGENERATION SYSTEM .....	85
Marjan Dolenšek, Snežana I. Oljača, Mićo V. Oljača USE OF PLANTS FOR ENERGY PRODUCTION .....	93
Branko Radičević, Dušan Mikićić CURRENT SOLUTIONS TO ELECTRIC ENERGY GENERATION IN THE LOW POWER AND HIGH POWER WIND POWERED ELECTRICAL GENERATING STATION .....	103
Aleksandar Ašonja THE JUSTIFICATION AND EFFECIENCY OF SOLAR PHOTOVOLTAIC PANELS APPLICATION IN AGRICULTURAL PRODUCTION .....	113





**Предмет и намена:** ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је научни часопис који објављује резултате основних и примењених истраживања значајних за развој у области биотехнике, польопривредне технике, енергетике, процесне технике и контроле, као и електронике и информатике у биљној и сточарској производњи и одговарајућој заштити, доради и преради польопривредних 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 уписаној и електронској форми на адресу Уредништва

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА  
Польопривредни факултет, Институт за польопривредну 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 дomete 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 прихватавају се и прилози на енглеском језику. Будући да су области польопривредне 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 доволно 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 назива 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, шире прегледне саопштења могу се у том смислу посебно размочити, 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), назив, 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 добrog квалитета укључујући ознаке на њима. Све слике по потреби треба да имају легенду. Објашњења симбола и мерење 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 2007. 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 рекламиног додатка остварити право на бесплатно објављивање по једне целе страни свог огласа, а једном годишње та страна може да буде у пуној боји; Напомињемо овде да цена једне рекламинно-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 рекламиног додатка му се објављује, пуни назив, логотип, адреса, бројеви телефона и факса и др., међу адресама суиздавача;

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

### **Како се постаје суиздавач часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА**

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

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

Суиздавачки део за часопис у 2008. год. износи 10.000 динара. Напомињемо, на крају, да суиздавачки статус једној фирмам 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 фирмам и појединача, треба веровати у велику моћ овог средства комуницирања са стручном и пословном јавношћу.

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

За сва подробнија обавештења о часопису, суиздаваштву, уговорању 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.

