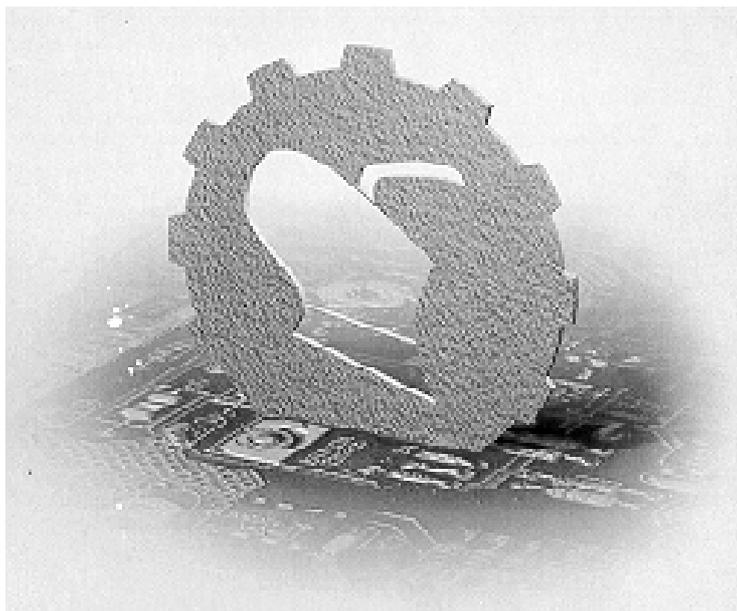


YU ISSN 0554 5587
UDK 631 (059)

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXXII, Број 1, децембар 2007.

Издавач (Publisher)

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

За издавача:

Небојша Ралевић

Суиздавач (Copublisher)

"Флеш", Земун

Главни и одговорни уредник (Editor-in-Chief)

Милан 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

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

Ros Victor, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

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

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

Silvio Košutić, Faculty of Agriculture University of Zagreb, Croatia

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

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

Уредници (Editors)

Марија Тодоровић, Пољопривредни факултет, Београд

Анђелко Бајкин, Пољопривредни факултет, Нови Сад

Мићо Ољача, Пољопривредни факултет, Београд

Милан Мартинов, Факултет техничких наука, Нови Сад

Душан Радивојевић, Пољопривредни факултет, Београд

Лазар Ружичић, Пољопривредни факултет, Београд

Мирко Урошевић, Пољопривредни факултет, Београд

Стева Божић, Пољопривредни факултет, Београд

Драгиша Раичевић, Пољопривредни факултет, Београд

Франц Коси, Пољопривредни факултет, Београд

Ђуро Ерцеговић, Пољопривредни факултет, Београд

Ђукан Вукић, Пољопривредни факултет, Београд

Драган Петровић, Пољопривредни факултет, Београд

Милан Вељић, Машински факултет, Београд

Драган Марковић, Машински факултет, Београд

Саша Бараћ, Пољопривредни факултет, Приштина

Предраг Петровић, Институт "Кирило Савић", Београд

Драган Милутиновић, ИМТ, Београд

Савет часописа (Editorial Advisory Board)

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

Штампа: "Флеш" – Земун

ПОЪОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

AGRICULTURAL ENGINEERING

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

AGRICULTURAL ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ

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

"Актуелни проблеми механизације пољопривреде 2007."

Програмски одбор - Program board

Проф. др Мићо Ољача, председник
Проф. др Драгиша Раичевић
Проф. др Ђуро Ерцеговић
Проф. др Душан Радивојевић
Проф. др Ђукан 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

Д о н а т о р и

ИМТ – Нови Београд
Пољопривредна корпорација „Београд“
Привредна комора Београда
ИМЛЕК - Београд

Место одржавања - Place of meeting

Пољопривредни факултет, Београд, **7.12.2007.**

Штампање ове публикације помогло је:

Министарство за науку и животну средину Републике Србије

РЕЧ УРЕДНИКА

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, у својој мисији, односно, допри-носу информацији и афирмацији области механизације пољопривреде, у укупном тиражу од четири броја 2007. године приказује радове који ће бити саопштени на скупу "Дан пољопривредне технике" 7.12.2007. године на Пољопривредном факултету у Београду - Земуну.

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

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

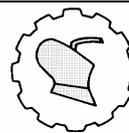
Посебно се истиче чињеница да је значајан број радова резултат научно-истраживачких пројеката финансираних од стране Владе Републике Србије у категорији националних, технолошких и иновационих пројеката.

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

Проф. др Милан Ђевић

SADRŽAJ

СТАЊЕ И ТЕНДЕНЦИЈЕ НА ТРЖИШТУ СРЕДСТАВА МЕХАНИЗАЦИЈЕ У ЕВРОПИ.....	1
László Magó ЕФИКАСНО ИСКORIŠĆAVANJE МЕХАНИЗАЦИЈЕ НА МАЛИМ I СРЕДНЈИМ FARMAMA	9
Zoran Mileusić, Milan Đević, Dragan Petrović, Rajko Miodragović	19
OPTIMIZACIJA TRAKTORSKO MAŠINSKIH AGREGATA ZA RAZLIČITE TEHNOLOGIJE OBRADЕ ZЕМLJIŠТА	
Vladimir Muzikravić, Dragan Ružić, Nenad Poznanović DEFLEKSIONI OTPORI POGONSKIH PNEUMATIKA POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA I NJIHOV UTICAJ NA VUČU NA POLJOPRIVREDNIM PODLOGAMA	29
Silvio Košutić, Dubravko Filipović, Zlatko Gospodarić, Igor Kovačev, Krešimir Čopec ENERGETIKA I EKONOMIKA OBRADЕ TLA U PROIZVODNJI OZIME PŠENICE	39
Anđelko Bajkin, Vladan Marković, Ondrej Ponjičan TEHNIČKI I TEHNOLOŠKI ASPEKTI PROIZVODNJE MLADOG KROMPIRA	47
Jiri Vondricka, Peter Hloben, Peter Schulze Lammers PROUČAVANJE INJEKTORSKIH SISTEMA U PARCIJALNOJ APLIKACIJI HERBICIDA	55
Rajko Miodragović, Milan Đević REZULTATI PRIMENE MOBILNIH SISTEMA NAVODNJAVANJA KIŠENJEM U BILJNOJ PROIZVODNJI	61
Vaso Komnenić, Mirko Urošević, Milovan Živković MEHANIZOVANA REZIDBA ŠLJIVE	71
Саша Бараћ, Драгослав Ђокић, Милан Биберџић РЕЗУЛТАТИ ПОЉСКО-ЛАБОРАТОРИЈСКИХ ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА РАДА НЕКИХ КОМБАЈНА ПРИ ЖЕТВИ ПШЕНИЦЕ	77
Volkhard Scholz, Christine Idler, Johannes Egert PROBLEMI I REŠENJA ZA SKLADIŠTENJE DRVENIH ČIPSOVA U RASUTOM STANJU	85



СТАЊЕ И ТЕНДЕНЦИЈЕ НА ТРЖИШТУ СРЕДСТАВА МЕХАНИЗАЦИЈЕ У ЕВРОПИ

УВОД

Економска ситуација на европском тржишту пољопривредном механизацијом је, још увек, добра. Током 2005. године вредност продате механизације је била 19,8 билиона евра што представља повећање од 4% у односу на претходну годину. За сада се може рећи да се очекује исти тренд и за 2008. годину. Тржиште, развијено у западној Европи, је допринело овом порасту веома мало, чак испод просека. У новопритошним чланицама ЕУ а посебно у земљама источне Европе (Русија, Украјина) овај развој је и даље веома динамичан.

ЦЕНТРИ ПРОИЗВОДЊЕ: НЕМАЧКА, ИТАЛИЈА И ФРАНЦУСКА

Са, отприлике, 4,500 предузећа и 135,000 запослених, индустрија механизације у западној Европи спада у највеће у области машинства. Најзначајније локације су Немачка, Италија и Француска. У овим земљама је, укупно, произведено више од 168,000 трактора у 2005. години, што представља удео од 20% у светском тржишту и 77% у европском. Обзиром да се ради о тракторима високих перформанси, њихов удео у смислу продаје, је значајно виши. У делу обраде земљишта, Италија заузима прво место у Европи са цифрама продаје од 520 милиона евра. Машине за убирање се углавном производе у Немачкој. Током 2005. године цифре везане за продају износиле су 1,3 билиона евра са 40% удела у европском тржишту.

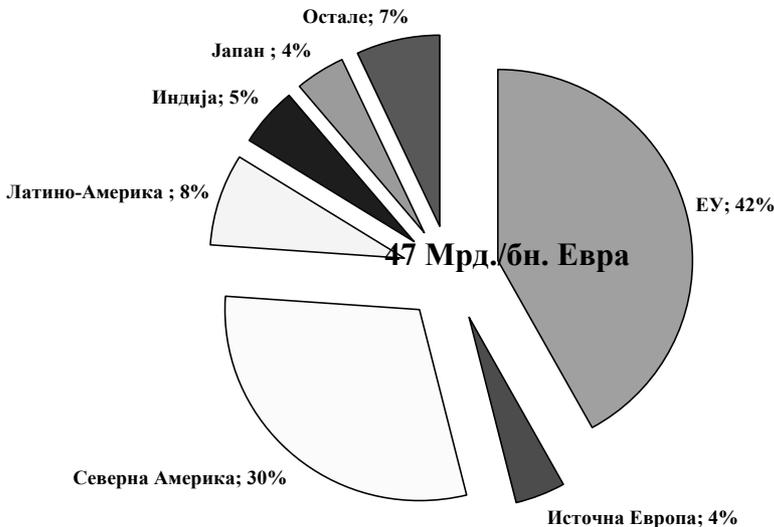
Укупно, четвртина европске продаје је остварена преко Немачке. Ово показује да је Немачка, као производни регион, успела да одржи своје место у глобалном спону. У 2005. години 200 фирми, које се баве производњом механизације, успело да оствари додатно повећање продаје од 4% што износи 4,7 билиона евра. Било је изненађујуће да је, по први пут домаће тржиште направило диспропорцију у доприносу развоју. Трактори се рачунају са 51% од производње. Ако се упореди са рекордом из 2004. године, бројчане вредности су се смањиле за 8% до 54,590. Ипак, произведен је велики број трактора снаге мотора преко 110 hp. Произвођачи машина и оруђа за обраду земљишта су имали повећање у продаји од око 8% што

је искључиво био резултат добре политике извоза. У области сетве и неге усева (апликација хранива и заштита биља), продаја је порасла за 3%. Произвођачи машина за убирање су поново остварили диспропорционални раст продаје. Технички системи за сенажу бележе пораст у продаји од око 13% док се продаја универзалних и силажних комбајна још брже развија. После неколико тешких година произвођачи машина намењених хортикултури, су коначно били у могућности да пријаве позитиван биланс продаје и то захваљујући развоју домаћег тржишта. У 2008. години се очекује номиналан пораст продаје од 5% заснован на текућем позитивном развоју на домаћем тржишту и константном расту извоза на тржиште источне Европе.

СВЕТСКО ТРЖИШТЕ МЕХАНИЗАЦИЈОМ

Према неким проценама светска производња тренутно износи 47 милиона евра. ЕУ има учешће од 42% у овој суми а следи је Америка са 30% (слика 1).

Тржиште механизацијом у Европи се мења. У политичким и другим сферама воде се врло значајни разговори који су већ сада променили неке услове и који ће наставити да раде на томе у будућности. Обновљиви извори енергије су веома значајан нови сегмент на тржишту. Немачка је постала водећи произвођач биодизела, који се углавном производи од уљане репице. Поред овога, у, отприлике 3,000 биогас постројења, се производи електрична енергија за јавну потрошњу. За ове сврхе се најчешће користи кукуруз. Многи фармери користе овај додатни материјал како би осигурали своје приходе. Ипак, не смеју се потценити временски захтеви. Ове активности су, у последње две године, резултирале великом потражњом за одређеним машинама (силажни комбајни).



Слика 1. Светска производња пољопривредне механизације

Либерализација тржишта механизацијом, која ће наставити тренд успона и у будуће, се мора поменути као један од развојних корака. Ова либерализација је праћена променама у политичком смислу укључујући смањење или тотално укидање, за производњу везаних субвенција у Европи. Ово резултира великим економским притиском на пољопривреду и има тенденцију убрзања структурних промена које су неопходне фармерима како би одржали своје пословање у зони профита.

Значај менаџмента квалитета све више расте и као резултат има значајан број докумената који се тичу производње и процесовања пољопривредних производа. Све ово захтева савремене технолошко-техничке системе контроле квалитета.

Ипак, прилив новчаних средстава из пољопривреде те, стога и доступна финансијска средства за замену дотрајалих техничких средстава, остају најважнија основа за развој тржишта механизацијом и тракторима. У 2004. години је прилив у ЕУ порастао за 7% док је у 2005. мало опао. Ипак се тренутна ситуација, везана за приливе новчаних средстава, може окарактерисати као повољна. Цена млека је подржана новим премијама. У 2008. се фармери могу надати повишењу цена зрнастих култура. У 2004. и 2005. цене зрнастих култура су, на светском тржишту биле ниске упркос тенденцијама недовољне снабдевености и високог квалитета убраних производа.

ЗАПАДНА МЕХАНИЗАЦИЈА ЗА ИСТОЧНЕ СТРУКТУРНЕ ПРОМЕНЕ

На засићеном тржишту западне Европе претходно поменути фактори су поуздани индикатори будућег развоја. На новим тржиштима у централној и источној Европи се поставља питање до ког нивоа ће, тренутно врло високи захтеви за савременим техничким системима, бити покривени могућностима за финансирање.

У 2005. години више од једне петине укупног извоза из Немачке односило се на централну и источну Европу. Тржиште тракторима и пољопривредним машинама се повећало и у земљама новим чланицама ЕУ и то за једну трећину током претходне три године. Ипак је још увек на ниском нивоу ако се упореди са земљама западне Европе сличне величине. У Пољској је само 9,000 трактора продато у 2004. Вредности за остале земље су чак и ниже. У пољопривреди је предвиђена структурна промена почела. Набавне квоте за производе из сточарства су значајно порасле а са обрадивих површина се остварује добар профит од извоза зрнастих култура. У већини ново-придружених земаља пољопривреда је један од носећих стубова економског развоја.

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА У ЗАПАДНОЈ ЕВРОПИ

У 2005. години је западно тржиште стагнирало на отприлике 16 билиона евра. Разлог овоме се може тражити у смањењу инвестиција у земљама јужне Европе које су биле погођене сушом. У 2008. години се може очекивати мање повећање јер су ипак позитивни утицајни фактори преобладајући.

Тржиште трактора

У 2005. години тржиште тракторима у западној Европи је достигло цифру од 169,500 комада, што представља смањење од 5%. У наредној години се ипак може очекивати стабилно тржиште са порастом у Немачкој, Данској, Аустрији, Белгији и Швајцарској. На европском тржишту се, генерално, повећао удео трактора мањих снага који служе за комуналне радове и радове у хортикултури. Трактори снаге веће од 150 hp све више добијају на значају (табела 1).

Табела 1. Развој западноевропског тржишта тракторима.

З е м љ а	2004	2005	%
Аустрија	7083	6721	-5,1%
Белгија	4089	3609	-11,7%
Данска	2575	2850	10,7%
Финска	5046	4507	-10,7%
Француска	40275	37505	-6,9%
Немачка	22143	23498	6,1%
Грчка	3027	2628	-13,2%
Исланд	163	343	110,4%
Ирска	2881	3175	10,2%
Италија	33184	33064	-0,4%
Луксембург	213	195	-8,5%
Холандија	3698	3318	-10,3%
Норвешка	3927	4028	2,6%
Португал	7253	6248	-13,9%
Шпанија	19926	16503	-17,2%
Шведска	4144	4169	0,6%
Швајцарска	3141	3103	-1,2%
Велика Британија	15518	14006	-9,7%
УКУПНО	178286	169470	-4,9%

Извор: CEMA Statistical Group, VDMA Landtechnik

Тржиште комбајна

У наредној години се може очекивати повећано интересовање за комбајне обзиром на прилично стабилне тржишне услове претходних година. Највеће тржиште је у Немачкој и даље расте. У наредним годинама се ипак може очекивати поновни пад продаје обзиром на циклични развој. На француском тржишту се очекује продаја око 1,700 до 1,800 нових комбајна. За европско тржиште цифра од 6,700 комада се чини реалистична за период 2007/2008. Ако количина продатих комада буде на истом нивоу или се мало повећа то обећава добар пораст продаје захваљујући новим моделима на тржишту.

Крмни комбајни

У последње две године се бележи значајно повећање броја продатих јединица крмних комбајна захваљујући убирању кукуруза који се користи у био-гас постројењима. Број продатих комада у Немачкој, за период 2004/05, је порастао за 34% на скоро 500 комада. За наредни период је предвиђен исти тренд тако да се очекује да ће 1,200 комада комбајна наћи своје купце на тржишту западне Европе.

Машине за сакупљање биомасе

Тржиште за машине за сакупљање биомасе је тренутно у паду од најмање 10% на једва 12,500 комада. Ипак се ефекат од 5% раста у претходној сезони не сме занемарити али негативан биланс у појединачним земљама и даље изненађујући. Значајни трендови су успостављени претходних година са развојем машина за балирање са уређајем за обмотавање бала и могућношћу прављења бала већих пречника.

Опрема за убирање крмног биља

За произвођаче опреме за убирање крмног биља, сезона 2005/06 се може окарактерисати као задовољавајућа. У исто време на ове машине утичу структурне промене у пољопривреди много више него на остале јер су главни купци ових машина мале породичне фарме. Из тог разлога није разочаравајућа продаја од 60,000 комада у Европи, већ увид у тренд у сектору конструкције машина где радни захват не прелази 10 м.

Машине за апликацију хранива

После релативно добрих претходних година тржиште техничким системима апликације хранива опет доживљава лагани пад. Тренутно стање продатих машина у западној Европи износи 21,000 и може се очекивати сличан тренд или благи пораст у наредном периоду. Током претходних година произвођачи су се фокусирали на машине већег радног захвата тако да нови расипачи са два диска имају радни захват већи од 40 m.

Машине за заштиту биља

На тржишту машинама за заштиту биља ситуација је прилично устаљена последњих пар година. После пада продаје испод 10,000 комада у 2005. години поново се очекује пораст продаје. Главна тржишта су Немачка и Француска. Тако је у 2006. забележен већи број испорука машина од предвиђеног.

Технички системи обраде земљишта и садње

Произвођачи машина и оруђа за обраду земљишта и сетву се морају прилагодити различитим захтевима купаца и понудити веома широк спектар различитих прикључака који се међусобно могу комбиновати. Велики број добављача се такмичи на овом тржишту (не рачунајући машине за садњу) за око 1 билион евра у западној Европи. Тренутни пад потражње у 2005. се не рачуна. Уместо тога, може се очекивати стабилизација на тржишту.

Опрема за млекарство

До 2015. године тржиште млеком и млечним производима у Европи је ограничено квотама. Опрема са новим техничким решењима за мужу генерално прати квоте за млеко. У Немачкој се последњих година улагало доста у куповину квота. Очигледно је да из тог разлога изостаје повећање и побољшање постојећих капацитета за производњу и прераду млека.

У 2005. години се у Немачкој бележи пад на тржишту од 5% на 116 милиона евра и показује даље тенденције пада. Захваљујући неопходности ремонта и одржавања фарми и производних постројења, може се очекивати опоравак на тржишту. Најважнија тема у оквиру овог сектора је аутоматизација и екстензија опсервационих функција коришћењем конвенционалне опреме као и аутоматизованих система (роботи за мужу) који се суочавају са спорим али константним напретком.

НЕМАЧКА КАО ПОКРЕТАЧ РАЗВОЈА ЗАПАДНЕ ЕВРОПЕ

Немачко тржиште ће расти и даље али спорије. Разлог овоме је већи број фармера и контрактора који планирају инвестирање до краја 2007., и, углавном, веће инвестиције по фарми. Ово се посебно односи на северну Немачку где су инвестиције много веће. Ово повећање инвестиција је настало у одређеној ситуацији у пољопривреди која је, за сада, још увек позитивна, као и већим оствареним приходима и новим могућностима створеним политиком обновљивих извора енергије. Повећање броја ново-регистрованих трактора је било неочекивано високо. У првих шест месеци ове године, тржиште је порасло за 15%. До краја 2006. године 27,000 нових трактора је продато у Немачкој. Тржиште машина за убирање је такође у порасту у односу на претходне године. Код балера се, са друге стране, тек очекује повећање у наредном периоду. Број половних машина код трговаца је све мањи, што олакшава продају нових машина. Влада планира да повећа порез за 3% за наредну годину. Обзиром да већина мањих фарми користи flat-rate порез, ово повећање ће утицати на оне фармере који набављају нову механизацију. Из тог разлога се мора водити рачуна о ширењу тржишта.

РЕЗЕРВИСАНИ ФРАНЦУСКИ ИНВЕСТИТОРИ

После стабилног развоја током 2005. године, величина једног од највећих европских тржишта, ће се смањити за око 5% у наредном периоду. Тржиште тракторима је показало 7% смањења броја трактора те се до краја године очекује 35,000 продатих јединица. Трактори веће снаге такође играју све значајнију улогу на француском тржишту, посебно пошто је тржиште компактних трактора намењених хортикултури и виноградарству, до сада било веома сиромашно. За тржиште комбајна се очекују исте цифре као за претходну годину, док се за сву осталу механизацију очекује пад потражње. Без обзира на све, Француска је одлучила да усвоји модел који представља наставак старог модела субвенција колико год је то могуће. Исплате премија фармерима су биле одложене током промена што је довело до благе несигурности међу фармерима. Генерално се ипак, код фармера, очекује повећања прилива.

СТАЊЕ У ВЕЛИКОЈ БРИТАНИЈИ

Почетак 2006. године је био веома неубедљив за тржиште пољопривредном механизацијом у великој Британији. Ипак, мање промене на боље су уочене већ на пролеће. За тржиште трактора се предвиђа исти ниво као у 2006. години са подједнако израженом потражњом за компактним тракторима и тракторима већих снага. У делу машина за убирање се уочава благи пад захваљујући лошијем квалитету убраних култура у 2005. години. Британска пољопривреда је такође подвргнута променама. У сектору производње млека величина фарми се повећава без обзира што су већ на врху европске листе по величини сточарских фарми. Административне потешкоће током исплате ново-одобрених субвенција (систем подсећа на немачки) већ изазива нелагодно осећање код фармера.

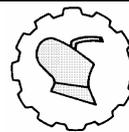
ЗАКЉУЧАК

После суше у 2005. години, тржишта механизацијом у јужној Европи показују благо резервисани развој. За разлику од југа Европе, фармери у централној и северној Европи улажу много више. Оно што покреће инвестиције су структурне промене.

Све у свему, тржиште Западне Европе ће остати на нивоу од претходне године, док ће потребе у Централној и Источној Европи показивати лагани пораст. Просечна величина машина и даље наставља да расте, чак и на западном европском тржишту.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Agricultural engineering - Yearbook (2007), VDMA Landtechnik, VDI - MEG, KTBL
- [2] Agricultural engineering - Yearbook (2006), VDMA Landtechnik, VDI - MEG, KTBL
- [3] Agricultural engineering - Yearbook (2005), VDMA Landtechnik, VDI - MEG, KTBL



UDK: 631.1.017.3

EFFECTIVE MACHINE UTILISATION ON SMALL AND MEDIUM SIZED PLANT PRODUCTION FARMS

László Magó

*Hungarian Institute of Agricultural Engineering,
Hungary - 2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4.
laszlo mago@fvmmi.hu*

Abstract: It is essential to develop a cost effective fleet of machinery for the present day various standard sizes of plants. In the case of the small units it is essential to develop equipment and cost saving mechanical solutions, but there is also demand for the building up of systems of machinery with modern, cutting edge technology and profit improving attributes for the medium sized farms, which more favourable specific cost level.

Farmers working from different amounts of capital on farms, which provide different levels of mechanical development potential, have to develop mechanisation solutions using the wide range of types and price range of the power and work machinery.

Taking into consideration the current partitioned structure of the farms the goal was established to determine that in the case of the different branches of plant production on small and medium sized farms which combination of fleet of machinery can be used effectively.

Based on the examinations it can be established that *in case of the smallest farm size (under 50 hectares) low level of utilization* (400-500 operational hours per year) can be reached in case of tractors. *At medium farm sizes (50-300 ha)* the same index is *higher*: 800-1400 operational hours per year. *In case of large scale farms (over 300 hectares)* tractor categories have significant operational hours capacity (1000-1800 operational hours per year).

Key words: *mechanisation of small and medium sized farms, machine fleet planning, machine utilisation, low cost machine fleet.*

INTODUCTION

It is essential to develop a cost effective fleet of machinery for the present day various standard sizes of plants. In the case of the small units it is essential to develop equipment and cost saving mechanical solutions, but there is also demand for the

building up of systems of machinery with modern, cutting edge technology and profit improving attributes for the medium sized farms, which more favourable specific cost level.

Farmers working from different amounts of capital on farms, which provide different levels of mechanical development potential, have to develop mechanisation solutions using the wide range of types and price range of the power and work machinery.

Taking into consideration the current partitioned structure of the farms the goal was established to determine that in the case of the different branches of plant production on small and medium sized farms which combination of fleet of machinery can be used effectively.

THE METHOD

Testing of the mechanised processes of agricultural harvesting was carried out using models. In the model a crop rotation plan was adopted which mirrors the Hungarian production characteristics using wheat and oil plants. Depending on the size of the farm the proportion of the sowed area of each plant was established keeping in mind the agronomical and production technological conditions.

At the basic level the experiments were focused on the lowest investment cost power machinery range of products in Hungary. With this machinery because of the low investment cost the amortisation cost is less and thus the cost of utilisation is low. The determination of the basic data of the costs of machine utilisation has been carried out, based on the database of the Hungarian Institute of Agricultural Engineering [2].

The *model calculations* involved the key plant size data of the formation of machinery systems in the range of plant size ranging from 5 to 1000 hectares. On the basis of these data, statements can be made regarding a larger segment of the estate structure, and conclusions may be drawn regarding machinery utilisation and mechanisation.

RESULTS

Conclusions drawn regarding the composition of the power machinery system and the performance of hours run, based on the results of the model calculations

The composition of machine systems of minimal utilisation cost broken down in categories of power machinery depending on the sizes of plants

In the course of carrying out our survey the universal power machinery was categorised according to *engine performance*, as well as taking into consideration the *function* of being a cereal harvesting machine. The composition of the power machinery systems rendered to a particular area was determined on the criteria of *power machinery categories*. Taking into consideration the crop structure, growing technology, conditions of mechanised work typical of the Hungarian particularities and the composition of categories of *cost effective power machinery systems* which are formed on the criterion of plant size, *regular interrelations* can be established.

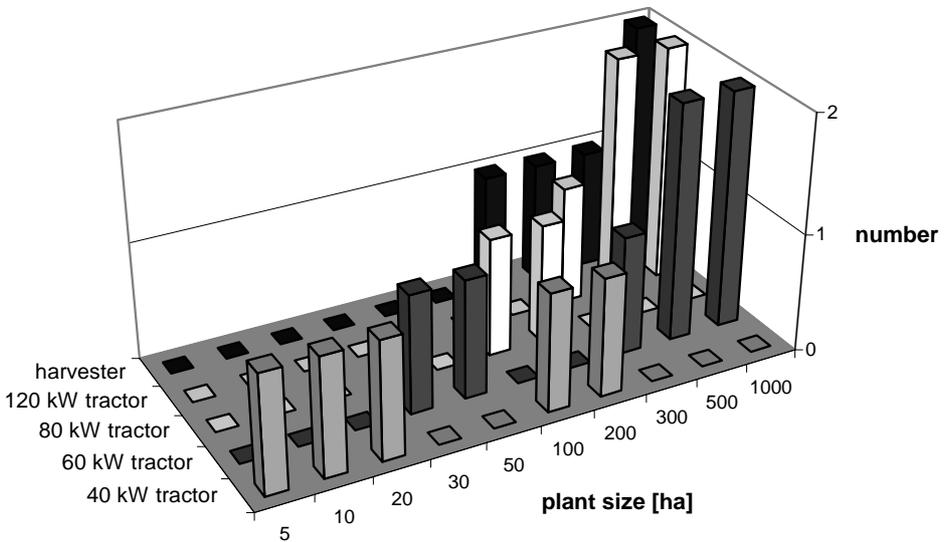


Figure 1: Number of machines of various power machine categories for the given plant size

The surveyed power machinery system that can be rendered to the smallest plant size, in the case of *tractors*, consists of machines of 40 kW, a performance that is the minimum requirement for the quality performance of soil work. If the size of the area is higher, then first the performance of the machinery making up the fleet (from the size of 30 hectares tractors with 60 kW performance are required), next the number of tractors increases. Thus, tractors of 40 and 80 kW performance are mentioned *together* in a machinery system for plant size of 100 hectares or upwards. From the plant size of 300 hectares the function of power machinery mentioned above is filled by tractors of 60 and 120 kW performance, which have sufficient capacity for the increased workload. For the plant size of 500 hectares or upwards the number of tractors increases in proportion to the growth of requirement for capacity (see **Figure 1**).

It is necessary to note that, in the case of large plant size, the cost level of machinery utilisation may be further decreased by increasing the number of performance-based categories and optimising the distribution of work among machinery connections of various performance levels. (Magó 2002). [4]

In order to increase utilisation, *transportation* tasks should also be realised by the means of tractor-trailer connections.

The utilisation of an own, low capacity *cereal harvester* may be justified above the plant size of **100 hectares**. In the case of a plant size exceeding 500 hectares, the large extent of the specialised mechanised work requires the utilisation of harvesters with larger delivery value. According to the calculations, a 1000-hectare farm requires the utilisation of at least two combine harvesters.

Optimal mechanisation levels concerning tractors, depending on plant size

The **number of tractors** required by plants of various sizes is as follows:

- 1) In the case of a plant size **not exceeding one hundred hectares**, we calculated with *one tractor*.
- 2) In the case of a plant size ranging from **one to five hundred hectares**, two tractors of different performance levels are required.
- 3) In the case of a plant size **exceeding five hundred hectares**, two tractors are required from both performance categories in order to carry out the work operations in time and in good quality.

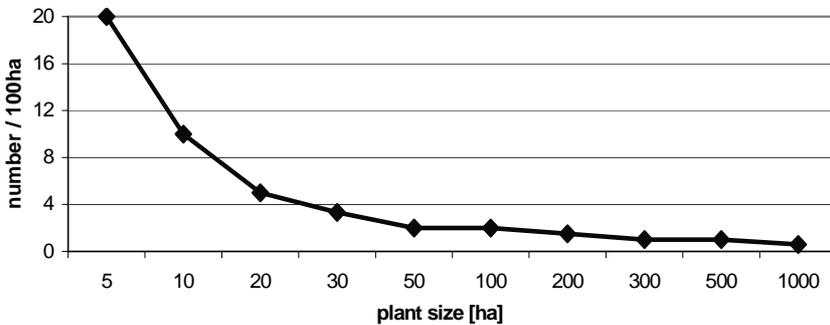


Figure 2: The number of specific power machines per one hundred hectares, in the cases of various plant sizes examined

When analysing the number of own power machines per *area unit* it can be stated that, in the case of a power machinery system of minimal utilisation costs, the *coverage* on farms of **over 50 hectares** is favourable. The economically most favourable value can be calculated **over 200 hectares**, in this case a maximum of *one power machine* is sufficient for the cultivation of 100 hectares of land. (**Figure 2**)

The specific performance of engines per hectare decreases substantially in the function of plant size. While on small plant sizes 2-8 kW/Ha engine performance is required for every hectare, in the case of medium sized plants this value falls within the range of 1-2 kW/Ha. In plants of large size the work operation may be carried out with a requirement of **0.7 kW/Ha**.

The ranges of plant sizes of the “activation” of the power machinery categories

The individual power machinery categories are “*activated*” when they first appear in the power machinery system developing in the function of the growing plant size. For the “*activation*” of each power machinery category this is a specific range of plant size. (For example: *80 kW performance category*: directly from 100 hectares and upwards, *120 kW performance category*: from 300 hectares and upwards. The attachment of a new category also influences the costs of utilisation and investment on the level of machinery systems. (see **Figure 5** and **6**).

In connection to the above, **up to the plant size of 100 hectares**, the system of machinery is formed on the basis of power machines belonging to each of the performance categories. In the range of plant size **not exceeding 30 hectares**, if we aim to utilise our own machines, in order to decrease the fixed costs, it is reasonable to utilise machines of the *lowest performance level and purchase cost*, which are still capable of performing the required workload. If the plant size and number of work tasks grow, the solution is the *increase of the level of performance* rather than the number of machines. Thus, the category of 60-kW tractors becomes a part of the optimal machinery system **from 30 hectares upward**. 80-kW tractors are part of the system **from 100**, whereas 120-kW tractors are part of the system **from 300 hectares** upward. It is necessary to point out that size in itself does not guarantee the fulfilment of the appropriate number of work hours and favourable utilisation.

The use of own *harvester* – depending on performance and delivery value – is economically justified **over the plant size of 100 hectares**.

It can be stated that the following issues must be consequently taken into consideration prior to the “activation” of a new machine:

- is it not possible to perform the tasks by the means of *internal redeployment* rather than by making a new purchase;
- can the missing capacity be covered by *machine rental* or other *external service*;
- is it possible to utilise the *surplus capacity* resulting from the new purchase (eg. lease work);

The number of performed hours run in the function of plant size

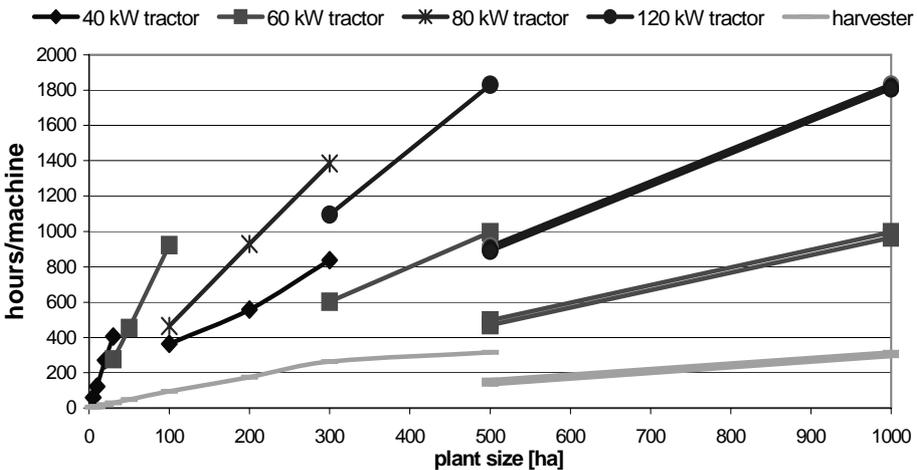


Figure 3: The performed hours run by the categories of power machines in the function of plant size

With differing plant sizes the number of performable hours run has influence on the composition of categories of the power machinery system;

- In the case of the examined *smallest plant size (up to 50 hectares)* low exploitation may be achieved with tractors: maximum 400-500 hours run per year.
- In the case of *medium size plant (50 to 300 hectares)* this quantity is larger, 800-1400 hours run per year.
- With *large size plants (above 300 hectares)* the various categories of tractors achieve significant performance (1000-1800 hours run per year).

A cereal harvester with well-chosen capacity can achieve *good* exploitation at 300 hours run per year in the case of plant size *above 300 hectares*, by which the cost of operation becomes *reasonable*. (Figure 3)

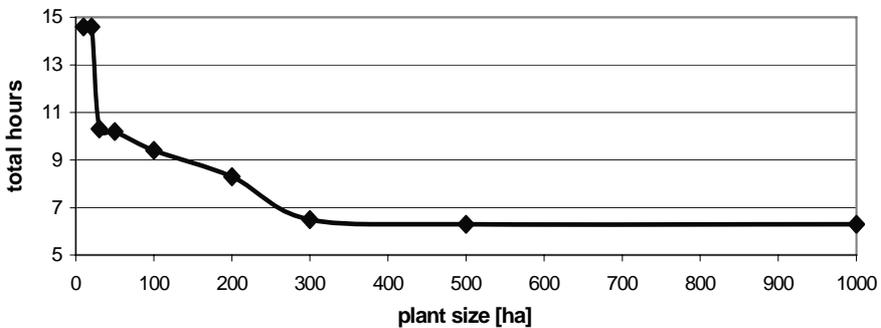


Figure 4: The total performance of hours run by power machines in the function of plant size

The number of hours run projected on a *unit of area* decreases with the increase of plant size. In *small plant sizes* 10-15 hours run per year is realised. In the range of 30 to 300 hectares this value is 8-10 hours run per year, and, *above this range*, a value of 6 hours run per hectare can be observed when realising the *efficient work plan*. (Figure 4)

The costs of use of machines

The specifications of the function of operation costs of machines projected on the size of plant

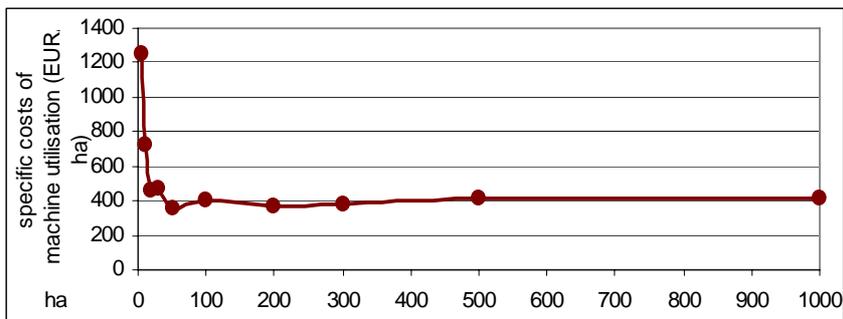


Figure 5: Specific costs of machine utilisation in the function of plant size

The result calculated for the specific *machine operation costs per hectare decreases hyperbolically* in the function of plant size (see **Figure 5**) and it borders the upper values of a real broken hyperbolic function (**Takács 2000**). (see **Figure 6**) [7]

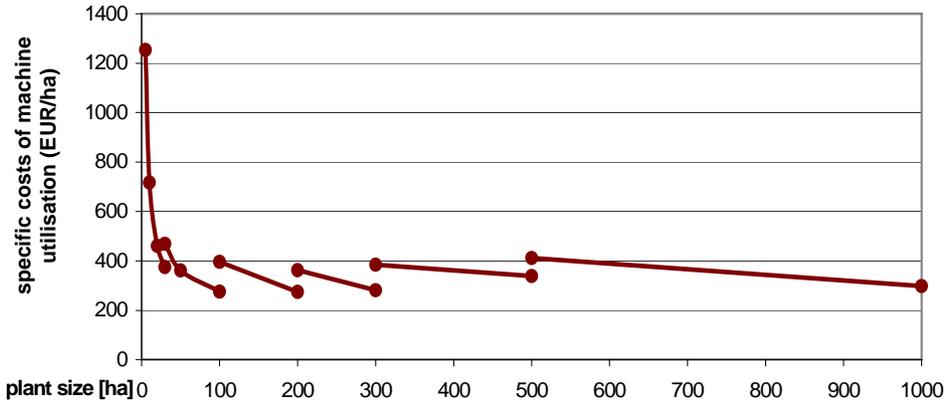


Figure 6: The broken function of the costs of specific machine utilisation per hectares, indicating the extra costs of switching to power machines of greater performance in order to increase capacity

From the plant size of 100 hectares it gradually approaches an imaginary line that parallels the horizontal axis, thus indicating the operation cost level of a constant machinery system formed in the case of a large plant size.

In the case of the costs of machine utilisation with certain plant sizes (see 50 and 200 hectares) a more favourable value than the operation cost level of a constant machinery system formed in the case of a large plant size may be achieved. This may be due to the low operation cost of harvester doing lease work and working with efficient utilisation as well as to the appropriate utilisation of capacity of the tractors.

The composition of the utilisation costs of the machine system broken down into categories of power machines

Figure 7 illustrates that in the case of very small plant sizes (5 to 10 hectares) the specific costs of power machine utilisation are rather high even if machines of the lowest possible performance but still appropriate work quality are utilised. From the plant size of 20 hectares and upwards the specific utilisation cost of a 40 kW tractor is reduced to the level of cost specific to the cost level of other power machines.

The utilisation costs of tractors used on over 20 hectares are at an acceptable level already at the time of the activation of the given power machine. With the increase of the plant size and the level of utilisation, this value decreases further.

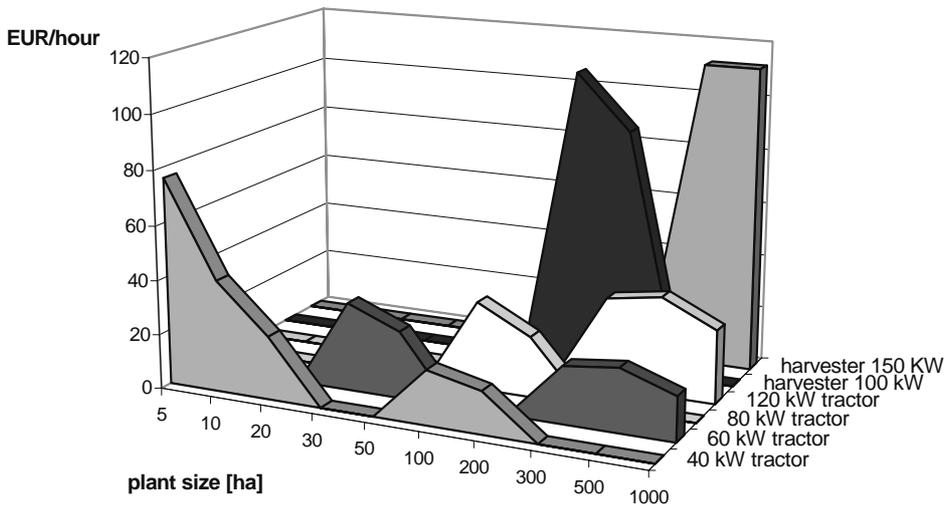


Figure 7: The specific utilisation cost per hours run for the various power machines in the plant sizes examined

The cost per hours run for the **cereal harvesters** is substantial. While the cost of utilisation decreases with the increase of the level of utilisation of low-performance combine harvesters, in the case of high-performance machines the number of machines increases together with the growth of the plant size, while the hour run per machine is unchanged, thus the specific costs of utilisation remain unchanged too.

It must be admitted that the utilisation of the own harvester solely for the own crops is not economical up to the plant size of 100 hectares, thus it is more favourable to perform the work tasks through the use of lease work.

When defining the real costs, it must also be taken into consideration that if, on a small plant, a power machine runs 100-200, or in a better case, 500 hours, then its machine life is expected to be not 10 year (this was the basic amortisation period we originally calculated with) but longer (**Gockler** 2007). This results in the decrease of machine utilisation. [1]

CONCLUSIONS

The results of the calculations prove that every individual work operation should be performed by the machine connection that can be utilised to the maximum extent, which has sufficient capacity to carry out the given work task of the given plant size at the appropriate time and in adequate quality. By achieving this, the work can be performed at the *lowest operational cost*.

These figures were calculated presuming the best possible level of machine utilisation among the given conditions, and low technical level of machines.

In the case of small plants the power machines perform less than 500 hours run per annum. With efficient work organisation, professional, and sometimes tight arrangement of work order, on a medium sized plant one power machine may perform a substantial number of hours run. In this case, in our calculations, 1000 hours run per annum per power machine may be realised.

In the case of large size plants, the utilisation of a heavy-duty universal power machine performing mostly tillage tasks is favourable in the range of 1000-1800 hours run per annum, whereas the utilisation of a secondary tractor performing the tasks of sowing, nutrient supply and plant protection becomes acceptable in the range of 500-1000 hours run per annum.

On the basis of earlier national plant surveys it can be stated that in the small and medium sized plants the power and work machines that could be regarded as new investments are in line with the system of machines modelled in the function of plant size introduced above.

The farmers working on small plants mostly rely on one 40-60 kW power machine in their work, whereas power machines of the medium sized plants are in line with the machine system modelled in the course of the calculations, however, in order to meet the requirements of the production technology and the requirement of performance of the employed work machines, we can often see a primary tractor of higher performance or the number of secondary tractors is higher (Magó 2006). [5]

Acknowledgement

The author would like to express his gratitude to the OTKA Fund for the financial support (F 60210).

REFERENCES

- [1] Gockler L. (2007): Mezőgazdasági gépek ára és üzemeltetési költsége 2007-ben (The Purchase Price and Running Costs of Agricultural Machines in 2007), Mezőgazdasági Gépüzemeltetés 2007. No.1., FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet. Gödöllő.
- [2] Hajdú J., Gockler L. (2005): Relationship between Farm Size and Mechanisation, Hungarian Agricultural Engineering, Periodical of the Committee of Agricultural Engineering of the Hungarian Academy of Sciences, Vol. 18/2005. p. 50-54.
- [3] Husti I. (2004): Why is the Mechanisation of Hungarian Small and Medium Size Farms so Difficult, Hungarian Agricultural Engineering. No. 17. p.: 74-75.
- [4] Magó L. (2002): Economically Reasonable Using of Different Power Machines According to the Farm Sizes, Hungarian Agricultural Engineering, Periodical of the Committee of Agricultural Engineering of the Hungarian Academy of Sciences, Vol. 15/2002. p. 79-82.
- [5] Magó L. (2006): Present Situation of the Mechanization of Small and Medium Size Farms, Journal of Science Society of Power Machines, Tractors and Maintenance "Tractors and Power Machines", Novi Sad, Serbia. Vol. 11. No. 2., p. 66-73.
- [6] Nagy I. (1998): Költségekímélő, közös géphasználati és gazdálkodássegítő formák., Gazdálkodók kézikönyve. L 34. RAABE Klett könyvkiadó Kft. 24 p.
- [7] Takács I. (2000): Elemzés. Egyetemi jegyzet. SZIE, GTK. Gödöllő.

EFIKASNO ISKORIŠĆAVANJE MEHANIZACIJE NA MALIM I SREDNJIM FARMAMA

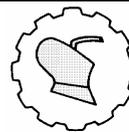
László Magó

*Hungarian Institute of Agricultural Engineering,
Hungary - 2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4.
laszlo mago@fvmmi.hu*

Sadržaj: Određivanje najefikasnijeg sastava mehanizacije za svaku farmu je vrlo značajno u današnje vreme. Neophodno je uraditi matematičke modele za planiranje sastava mehanizacije za male i srednje veličine farmi za ratarsku proizvodnju. Određivanje strukture i iskorišćenost mašina koje se može primeniti na farmama male i srednje veličine, utiče na ekonomske informacije vezane uz mehanizaciju ratarske proizvodnje.

Uzimajući u obzir sadašnju fragmentiranu strukturu farmi, popstavljen je cilj da se odredi najefikasnija kombinacija mašina, koja bi se koristila u različitim vrstama biljne proizvodnje na malim i farmama srednje veličine. Konstatovano je, na osnovu istraživanja, da se na najmanjim farmama (ispod 50 ha) mogu koristiti traktori manjeg nivoa iskorišćavanja (400-500 radnih sati godišnje). Na farmama srednje veličine (50-300 ha) taj indeks je veći: 800-1400 radnih sati godišnje. U slučaju velikih farmi (preko 300 ha), traktori treba da imaju značajan radni kapacitet (1000-1800 radnih sati godišnje).

Ključne reči: *mehanizacija malih i srednjih farmi, planiranje sastava mašinskih sistema, iskorišćenost mašina, mehanizacija sa niskim troškovima*



UDK: 656.137; 631.372

OPTIMIZACIJA TRAKTORSKO MAŠINSKIH AGREGATA ZA RAZLIČITE TEHNOLOGIJE OBRADJE ZEMLJIŠTA

**Zoran I. Mileusnić, Milan S. Đević,
Dragan V. Petrović, Rajko Miodragović, Steva Božić**

Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun

Sadržaj: Traktor predstavlja osnovu traktorsko-mašinskog agregata i osnovnu pogonsku jedinicu u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji. Smatra se da će to ostati i u budućnosti. Na strukturu traktorsko-mašinskog agregata utiče niz parametara, od kojih su najvažniji: struktura setve, zemljišni uslovi, koncepcija i kategorija traktora, veličina poseda itd.

U radu su definisani parametri koji utiču na strukturu traktorsko mašinskih agregata za obradu zemljišta, kao i potrošnja energije u pomenutim procesima. Ove veličine su ujedno ulazni podaci za optimizaciju traktorskih sistema u različitim varijantama tehnologije obrade zemljišta. Optimizacija traktorskih sistema za obradu zemljišta je cilj ovoga rada.

Ključne reči: *traktor, optimizacija, linearno programiranje, traktorsko-mašinski park, obrada zemljišta.*

Lista simbola:

KT	Konvencionalna obrada zemljišta
MT	Konzervacijska obrada zemljišta-malč tehnologija
NT	Nulta obrada zemljišta

UVOD

Savremenoj biljnoj proizvodnji se odvija u okviru oštih ekonomskih, ekoloških i drugih ograničenja. Pored niza klasičnih problema, situaciju otežavaju i najnovije posledice globalnog zagrevanja planete i oštećenog ozonskog sloja, uz dodatne zahteve za povećanjem proizvodnje prouzrokovane eksplozivnim priraštajem svetskog stanovništva, itd. Uspešno poslovanje u ovim uslovima je, pored ostalog, moguće samo uz pažljivo planiranje i precizno izvođenje složenih tehničko-tehnoloških procesa na kojima se savremena biljna proizvodnja zasniva i što tačnijem predviđanju ishoda. Sve to je, najviše u poslednjem kvartalu prošlog veka, intenziviralo uvođenje matematičkog aparata i u oblast poljoprivrede.

Traktor je još uvek osnovna pogonska jedinica u poljoprivredi, a smatra se, da će to ostati i u budućnosti. Nagli razvoj poljoprivredne proizvodnje otvorio je nove ekonomske, energetske i ekološke probleme, tako da stari koncepti konstrukcija traktora ne omogućavaju izvršavanje postavljenih zadataka na zadovoljavajući način. Slična je situacija i u pogledu traktorsko-mašinskih agregata, na čiju strukturu utiče niz parametara, od kojih su najvažniji: struktura setve, zemljišni uslovi, koncepcija i kategorija traktora, veličina poseda itd.

Savremena tehnologija biljne proizvodnje bazirana je na primeni adekvatnog tehničkog sistema traktorsko-mašinskih agregata. Uslovi odvijanja zastupljene biljne proizvodnje utiču na činjenicu da pored osnovnih tehnoloških, tehnički sistem mora odgovarati datoj proizvodnji i sa stanovišta kapaciteta. U velikom broju slučajeva, traktorsko-mašinski parkovi poljoprivrednih gazdinstva su predimenzionisani, što se naravno nepovoljno odražava na troškove biljne proizvodnje. Postojeće matematičke metode programiranja, uz sve moćniju računarsku podršku, mogu efikasno rešiti problem optimizacije [3], [6], [7], [8], [9]. Linearno programiranje je jedna od tih metoda, koja je i primenjena u ovom radu.

Obrada zemljišta nije kraj tehnološkog proizvodnog procesa sam po sebi, nego je u velikoj meri integralni element kompleksnih proizvodnih procesa, uslovljenih brojnim ekonomskim i ekološkim zahtevima. Ovi zahtevi se često menjaju, što je posledica promenljivih uslova poljoprivredne i socijalne politike. Bez obzira da li je u pitanju zemljište, voda ili klimatska zaštita, "ekološka" proizvodnja ili redukcija proizvodnih troškova, ključ uspeha je u izboru odgovarajuće tehnike obrade zemljišta [1], [2], [4].

MATERIJAL I METOD RADA

Matematičko modeliranje danas podrazumeva primenu digitalnih računara. Predstavlja pouzdan pristup koji, uz odgovarajuće ulazne podatke, omogućava postizanje visoke tačnosti u određivanju optimalnog sastava traktorsko-mašinskog parka za gazdinstvo. Ove metode su veoma efikasne u praksi, jer istovremeno uzimaju u obzir sve u datom trenutku poznate relevantne proizvodne uslove pri nalaženju najpovoljnije (optimalne) varijante.

Za određivanje optimalne strukture setve koristi se metoda linearnog programiranja. Problem se formuliše odgovarajućim linearnim matematičkim modelom i po pravilu rešava primenom tzv. Simplex metode.

U ovom radu je prikazana optimizacija strukture setve na bazi minimalne potrošnje energenata u tehnologiji proizvodnje. Primenjen je program EXCEL sa pripadajućim "alatom" SOLVER. Osnovni principi formiranja modela opisani su u tekstu koji sledi.

U svojoj strukturi matematički model mora da sadrži:

- sistem nezavisno promenljivih veličina,
- sistem ograničenja,
- funkciju kriterijuma optimalnosti-ciljnu funkciju.

Prva grupa ograničenja odnosi se na površine za gajenje pojedinih useva, označenih indeksom "i". Zbir površina x_i zasejanih odgovarajućim biljnim vrstama (kojih ima ukupno "n" – $i=1, \dots, n$) ne može prevazići ukupnu raspoloživu površinu "b" gazdinstva:

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq b \quad [1a]$$

Za svaku (i-tu) biljnu vrstu je moguće definisati maksimalnu, željenu, ili minimalnu površinu b_i koja se može zasejati:

$$x_i \geq, =, \leq b_i \quad [1b]$$

Druga grupa ograničenja odnosi se na maksimalno vremensko angažovanje agregata za izvršenje obima svih planiranih radova po računskim periodima:

$$\sum_i^n \sum_j^m c_{ij} x_{ij} \leq d_{ij} \quad [2]$$

gde je: j - indeks traktora

c_{ij} - vremensko angažovanje po jedinici površine u "i"-toj biljnoj vrsti "j"-tog traktora

d_{ij} - maksimalno vremensko angažovanje "j"-tog traktora u obradi parcele x_{ij} zasejane "i"-tom biljnom vrstom

Treća grupa ograničenja odnosi se na ograničenje nenegativnost promenljivih:

$$x_i \geq 0 \quad [3]$$

Ciljna funkcija određuje minimalnu potrošnju goriva traktora uz definisanje optimalne strukture setve, koja bi obezbedila sigurno izvršenje svih radova u agrotehničkim rokovima.

$$C_{\min} = \sum_i^n \sum_j^m a_{ij} x_{ij} \quad [4]$$

gde je a_{ij} potrošnja goriva "j"-tog traktora u obradi parcele x_{ij} zasejane "i"-tom biljnom vrstom.

Pri tome je broj traktora i traktorsko mašinskih agregata, neophodnih za izvršenje svih operacija obrade određen matricnom metodom [9].

Eksperimentalni uslovi

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

U toku konvencionalne i konzervacijske obrade zemljišta,

- radni otpori su varirali u granicama od 37 kN do 55 kN, uz ostvarenu radnu brzinu od 5-8 km/h,
- nivo klizanja pogonskih točkova traktora bio je 20 %,
- broj obrtaja motora 2000 °/min,
- zapreminska masa zemljišta oscilovala je od 1,3-1,5 g/cm³.

Pri tome, temperatura atmosferskog vazduha bila je stabilna, održavajući se na nivou $30 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, a higroskopska vlažnost zemljišta na dubini orničnog sloja je iznosila 16-21%.

Radni otpori agregata su izmereni dinamografom *Alfred-Amsler & Co Schaffhausen* (Schweiz No 239, Presstopf 288/278) i elektronskom mernom opremom; pojačalom HBM DMC plus sa davačima HBM LY 21/350, zapreminska masa zemljišta cilindrima *Kopeckog*, a higroskopska vlažnost zemljišta na dubini oraničnog sloja određena je primenom metode *Kačinskog* (v. *Kačinski 1958*). Eksperiment je izvršen na parcelama PKB-korporacije, gazdinstva "Omoljica" iz Omoljice, AD Ravnica Bajmok i "BD Agro" iz Dobanovaca.

Tab. 1. Karakteristike traktora

Tehničke karakteristike	T-1	T-2
Tip traktora	4x4 S	4x4 S
Snaga motora [kW]	217	140
Nominalni broj obrtaja [o/min]	2200	2200
Broj obrtaja pri maksimalnoj snazi [o/min]	2000	1800
M_{max}/n_{Mmax} [Nm] / [o/min]	1320/1400	820/1210
Rezerva obrtnog momenta [Nm]	40	35
Oblast konstantne snage [o/min]	600	500
Specifična efektivna potrošnja goriva [g/kWh]	235	251
Broj stepeni prenosa napred/nazad	16/5	15/4
Hodni sistem	točkovi	točkovi
- prednji	620/70R30	16.9R-30
- zadnji	710/70R42	20.8R42
Dimenzije traktora:		
- dužina [mm]	5690	5410
- širina [mm]	2540	2974
Energetska snabdevenost u odnosu na konstruktivnu masu [kW/t]	22,37	17,90
Energetska snabdevenost u odnosu na ukupnu masu [kW/t]	15,50	11,66
Specifična masa bez balasta [kg/kW]	44,70	55,85
Specifična masa sa balastom [kg/kW]	64,51	85,71
Nivo buke u kabini dB (A)	73,8	81,5

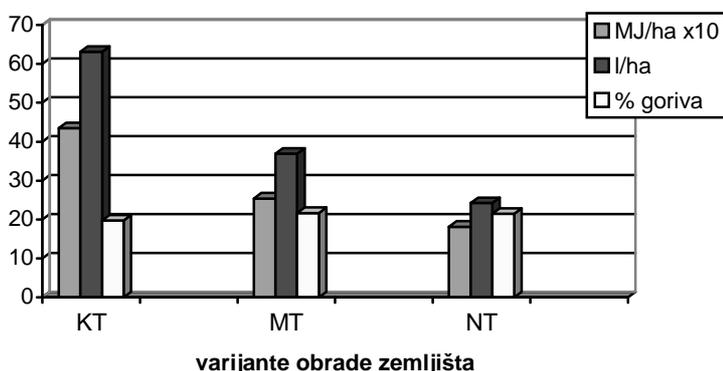
Tab. 2. Tehničke karakteristike priključnih oruđa

T i p	Način agregiranja	Radni zahvat [m]	Broj radnih tela [-]	Klirens	Prečnik diska [m]	Rastojanje između tela [m]	Masa [kg]
Lemken EurOpal (P-1)	Nošen	1.8-3	5/6	80	-	0,90	1710
Panter (P-2)	Nošen	1.2	3	81	-	0.90	900
Kuhn Disc. XL (Tč-1)	Vučena	6.5	52	-	0.660	0.54	7500
Multitiler Franquet (MT-1)	Vučen	6.5	-	-	-	-	6500
Lemken Solitair 9/600K-DS (S-1)	Vučen	6	48	-	-	0.125	1520
JD Maxemergy 7200 (S-2)	Vučen	2.8	4	-	-	0.70	-
Rau-Gruber (MT-1)	Vučena	4	-	75	-	-	2945
Rau Tiler (MT-2)	Vučena	4	-	42	-	23	-

REZULTATI I DISKUSIJA

Traktor T-1

Osnovni cilj obrade zemljišta je stvaranje ornice, koja obezbeđuje najpovoljnije uslove za rast i razvoj poljoprivrednih kultura. Važan zahtev koji treba da ispuni obrada je dobijanje povoljne strukture orničnog sloja, što obezbeđuje optimalne uslove za kulturne biljke i mikroorganizme u smislu vodno-vazdušnog, toplotnog i hranidbenog režima zemljišta. Postavljeni zadaci se rešavaju sistemima obrade.

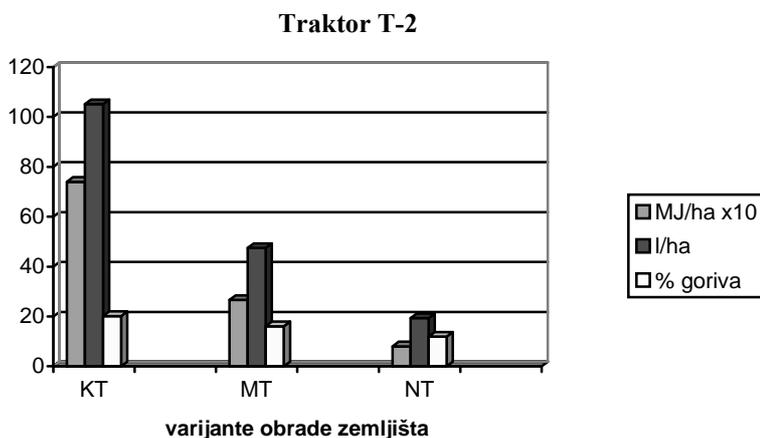


Sl. 1. Potrošnja energije obrade zemljišta na bazi traktora T-1

Dubina obrade direktno utiče na povećanje potrošnje goriva po jedinici površine. Konvencionalnom obradom se vrši produblјivanje orničnog sloja, tj. vrši se poboljšanje vodno vazdušnog režima zemljišta, povećava se zaliha hranljivih elemenata, akumulira vlaga, što rezultira povećanom potrošnjom goriva.

Redukovana obrada zemljišta je, sa gledišta utroška energije, vrlo interesantna zbog niskih troškova i povoljnih radnih režima agregata - traktora. Primena ove tehnologije je ograničena tehnologijom gajenja biljnih vrsta, te se primenjuje kod biljnih vrsta koje ne zahtevaju veće dubine obrade (pšenica, ječam...). Pri tome treba biti obazriv, jer redukovanom obradom u višegodišnjem neprekidnom ciklusu dolazi do sabijanja zemljišta i smanjivanja orničnog sloja, što je nepovoljno po gajene biljne vrste.

Konvencionalna obrada, u slučaju traktora T-1, je energetska najzahtevnija (434,85 MJ/ha). Alternativne tehnologije daju moguće ušteda energije i to: za 3 puta nižu potrošnju primenom mulch-tehnologije i do 2,4 puta primenom redukovane tehnologije (u setvi pšenice). Koefficient iskorišćenja goriva je najviši u NT varijanti obrade i ide do 21,46%. U ovom radnom režimu koefficient korisnosti traktora je iznosio 0,61.



Sl. 2. Energetski inputi obrade zemljišta na bazi traktora T-2

Konvencionalna obrada i u ovom ogledu je energetski najzahtevnija (740,20 MJ/ha). Obzirom da se radi o vrlo intenzivnoj tehnologiji gajenja ratarskih biljnih vrsta, primenom alternativnih tehnologija je moguća ušteda energije od 2,8 puta za MT tehnologiju i direktnom setvom od 9,2 puta. Primenjena tehnologija odnosi se na proizvodnju merkantilnog kukuruza. Obzirom na vrlo velike razlike u potrošnji energije ipak primena direktne setve ima i neka ograničenja. Pre svega ona se može primeniti:

- na zemljištima lakšeg fizičko-mehaničkog sastava,
- neophodna je provera postojeće mehanizacije koja bi mogla zadovoljiti kriterijume
- uz proveru tehnologije predkulture
- uz periodično prorahljivanje orničnog sloja
- ako se radi na zemljištima težeg mehaničkog sastava kombinovati je sa konvencionalnom tehnologijom gajenja

Primena izabranog modela optimizacije

Za aplikaciju matematičkog modela, na osnovu dobijenih energetskih inputa, usvojena je veličina poseda od 2000 ha, (po 1000 ha kukuruza i pšenice). U strukturi setve zastupljene biljne vrste su kukuruz i pšenica, a kritičan period definisan je agrotehničkim rokovima za obradu datih biljnih vrsta.

Ulazni podaci dati su u tabelama 3 i 4. Na osnovu njih, uz pomoć razvojnog modela, simulira se na računaru ceo godišnji biološko-tehničko-tehnološki ciklus gazdinstva. Kao međurezultat dobijaju se matrice vremenskih koeficijenata za odgovarajuće traktore po varijantama obrade (tabele 5 i 6), koje predstavljaju osnovu za određivanje njihovog optimalnog broja, kao i njihovo specifično opterećenje po jedinici površine odgovarajućih biljnih vrsta u toku godine (izrazi 1, 2, 3 i 4). Agrotehnički rok (AT rok), za godišnji ciklus, podeljen je na 24 intervala (kalendarska godina podeljena na 24 intervala) tj. definisani su model dani kako bi se problem matematički definisao. Meteo faktor ukazuje na koliko se efektivnih dana u određenom AT roku može računati.

Tab. 3. Ulazni inputi na bazi Traktora T-1 U CT varijanti obrade pšenice

R.br.	Traktor	Orude	Q_{ha} [l/ha]	t_{ha} neto [h/ha]	Meteo faktor	Faktor r. vrem.	t_{ha} bruto [h/ha]	Model dani	AT-rok
1.	T-2	P-1	39,96	0,91	1,30	1,15	1,36	16-19	16.08-15.10
2.	T-2	Tč-1	12,65	0,61	1,30	1,15	0,92	16-19	16.08-15.10
3.	T-2	MT-1	10,56	0,21	1,30	1,15	0,31	18-20	16.09-31.10
4.	T-2	S-1 ^{II}	11,60	0,24	1,30	1,55	0,48	20-21	16.10-15.11
75,00									

Tab. 4. Ulazni inputi na bazi Traktor T-2 U CT varijanti obrade pšenice

R.br.	Traktor	Orude	Q_{ha} [l/ha]	t_{ha} neto [h/ha]	Meteo faktor	Faktor r. vrem.	t_{ha} bruto [h/ha]	Model dani	AT-rok
1.	T-3	P-2	57,75	1,64	1,30	1,15	2,45	16-19	16.08-15.10
2.	T-3	MT-2	13,20	0,38	1,30	1,15	0,57	16-19	16.08-15.10
3.	T-3	MT-3	14,60	0,42	1,30	1,15	0,63	18-20	16.09-31.10
4.	T-3	S-1 ^{III}	15,30	0,37	1,30	1,55	0,75	20-21	16.10-15.11
101,00									

Tab. 5. Matrice vremenskih koeficijenata traktora T-1 u MT varijanti obrade

Model dani	X_{12}	X_{22}	Vremensko angažovanje
7	0	0,73	730
8	0	0,73	730
...
16	0,23	0	230
17	0,23	0,19	420
18	0,33	0,19	520
19	0,33	0,19	520
20	0,34	0,19	530
21	0,24	0,19	430
22	0	0,19	190

Potreban broj traktora T-1 je po varijantama tehnologije za navedene rokove varira od 5 u CT tehnologiji do 3 traktora u MT i NT varijanti obrade. U slučaju traktora T-2, amplitude oscilacija su još izraženije, kreću se u intervalu od 7 traktora za CT tehnologiju do 4 za MT i 3 za NT varijantu obrade zemljišta.

Tab. 6. Matrice vremenskih koeficijenata traktora T-2 u NT varijanti obrade

Model dani	X_{13}	X_{23}	Vremensko angažovanje
7	0	0,55	550
8	0	0,55	550
...
16	0,14	0	140
17	0,14	0	140
18	0,14	0	140
19	0,14	0	140
20	0,38	0	380
21	0,38	0	380
22	0	0	0

Ovako postavljeni matematički model rešava se pomoću ograničavajućih uslova, definisanih izrazima (1)-(2) u sledećem obliku:

$$\begin{aligned} X_{13} + X_{23} &= 2000 \\ 0,93X_{23} &\leq 1680 \\ 0,75X_{13} &\leq 1680 \\ 0,75X_{13} + 0,64X_{23} &\leq 1680 \\ 0,96X_{13} + 0,64X_{23} &\leq 1680 \\ 0,59X_{13} + 0,64X_{23} &\leq 1680 \\ 0,38X_{13} + 0,64X_{23} &\leq 1680 \\ 0,64X_{23} &\leq 1680 \end{aligned}$$

Uslovi nenegativnosti su (izraz 3):

$$\begin{aligned} X_{13} &\geq 0 \\ X_{23} &\geq 0 \end{aligned}$$

Funkcija kriterijuma optimalnosti (izraz 4) ima oblik:

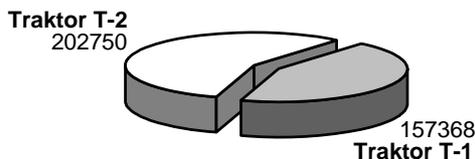
$$C_{\min} = 101X_{13} + 102X_{23}$$

REZULTAT OPTIMIZACIJE

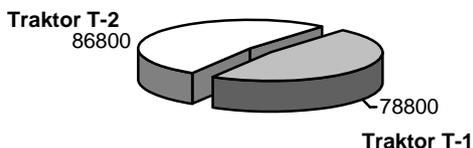
Prikaz rešenja dat je u tabeli 7 po varijantama tehnologija i modelu traktora. Ova rešenja daju uvid u ostvareni uticaj odabranog traktora na strukturu setve po kriterijumu potrošnje goriva. Sa slike 3, kada je u pitanju KT tehnologija, se vidi da niži iznos potrošnje ima traktor T-1 uz zadovoljavajuću strukturu setve. Traktor T-2 ima povoljniju strukturu gajenih biljnih vrsta i potrošnju goriva višu za 29%.

Tab. 7. Optimalna struktura setve uz minimalnu potrošnju goriva analiziranih traktora

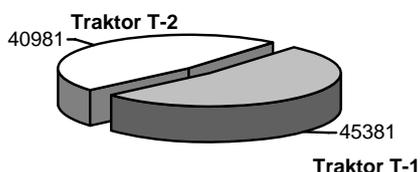
Način obrade	KT			MT			NT		
	pšenica	kukuruz	gorivo (l)	pšenica	kukuruz	gorivo (l)	pšenica	kukuruz	gorivo (l)
T-1	1263	737	157368	1200	800	78800	691	1309	45381
T-2	1250	750	202750	1200	800	86800	691	1309	40981



Sl. 3. Utrošak goriva traktora u KT sistemu obrade zemljišta (u l)



Sl. 4. Utrošak goriva traktora u MT sistemu obrade zemljišta (u l)



Sl. 5. Utrošak goriva traktora u NT sistemu obrade zemljišta (u l)

Vrlo slični su energetski parametri rada i u MT tehnologiji (slika 4), s tim da je traktor T-1 zadržao primat, ali od 10% ispred traktora T-2. U ovoj varijanti obrade uvedeno je dodatno ograničenje da površine pod kukuruzom ne smeju biti manje od 800 ha. Kada je u pitanju NT tehnologija Traktor T-2 daje bolje rezultate (slika 5). On ima nižu potrošnju goriva za 10,7% od traktora T-1. Traktor T-1 u ovoj varijanti je izgubio primat, jer sejalica za direktnu setvu kukuruza koja je korišćena u modelu, nije optimalno rešenje za njega. U konkretnom modelu radi se o sejalici sa 4 reda sekcija, koja tehnološki i generacijski odgovara modelu traktora T-2, a traktor T-1 ima potencijal za 12 rednu varijantu i time značajno smanjenje potrošnje goriva. Traktor T-2 svojim vučnim potencijalom takođe može biti agregatirani sa 12 rednom varijantom, ali ne može ispoštovati tehnološke brzine setve od 10-12 km/h.

ZAKLJUČAK

Rezultati modeliranja, ilustrovani slikama 3-5, potvrđuju primenljivost metode linearnog programiranja za optimizaciju traktorsko-mašinskog parka i pored nedostataka kao što su statičnost metode i pretpostavljena linearnost relacija. Međutim, kako je proizvodni proces u poljoprivredi dugačak i preorijentacija proizvodnje nije moguća u kratkom periodu, statičnost metode nema većih praktičnih negativnih efekata na planiranje i projektovanje.

Dobijeno optimalno rešenje ovom metodom obezbeđuje izvršenje tehnologije proizvodnje sa nižim troškovima po jedinici površine, manju potrošnju goriva i energije kao i veći obim korišćenja traktora tokom godine.

Značajno je napomenuti da osnovni problem u obezbeđivanju uslova primene navedene metode leži u nedostatku evidencije, tj. relevantnih ulaznih parametara. Primena metoda programiranja u podsistemu biljne proizvodnje je jedan od puteva ka uvođenju jedinstvenog informacionog sistema biljne proizvodnje.

LITERATURA

- [1] Arvidsson, J., Keller, T., Gustafsson, T. (2004): Draught Requirement and Soil Deformation During Soil Tillage, *Poljoprivredna tehnika*, br. 1, str. 1-7, Beograd.
- [2] Đević, M. (1992): Primena kombinovanih agregata u obradi zemljišta i setvi, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [3] Đević, M., Ralević N., Novaković, D., Petrović, D. (1995): "Estimation of Component Distribution Influence on Combines Stability". *Časopis "Agricultural Engineering"*, vol. 1, no. 3-4, p. 67-72.
- [4] Filipovic, D., Kosutic, S., Gospodaric Z. (2004): Energy Efficiency in Conventional Tillage of Clay Soil, *Proceedings*, pp 83-91, International Scientific Conference, Rousse, Bulgaria.
- [5] Качински, Н. (1958): Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения, Москва.
- [6] Mileusnić, Z. (2007): Energetski bilans rada traktora u obradi zemljišta za proizvodnju ratarskih kultura, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [7] Novković, N. (1996): Planiranje i projektovanje u poljoprivredi, p. 312 Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [8] Petrović, D., Đević, M., Trbojević, G., Radojević, R. (1988): Proučavanje mogućnosti primene linearnog programiranja u optimizacijama biljne proizvodnje, *Zbornik radova*, str. 29-37, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija.
- [9] Petrović, D., Radojević, R., Raičević, D., Gligorić, M., Jovanović, Z. (1988): Razvoj modela za optimizaciju traktorsko mašinskog parka, *Zbornik radova*, str. 147-156, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija.
- [10] Radojević, R. (1998): Optimizacija strukture traktorsko-mašinskog parka i racionalizacija vremena rada u ratarskoj proizvodnji, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [11] Savin, L. (2004): Optimizacija sastava mašinskog parka u poljoprivredi, doktorska disertacija, Novi Sad.

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 OPTIMIZATION OF TRACTOR-MACHINERY COUPLES IN DIFFERENT TILLAGE TECHNOLOGIES

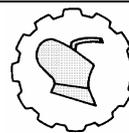
Zoran I. Mileusnic, Milan S. Đevic, Dragan V. Petrovic, Rajko Miodragovic, Steva Bozic

Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade

Abstract: At present, tractor represent the major power unit in agricultural production and it is expected to remain so. Structure of tractor-machinery couples is influenced by crop production structure, soil structure, tractor conceptions and category, average surface area etc.

This paper presents relevant parameters that define the structure of tractors-machinery couples in soil tillage, as well as the power consumption in these processes. These variables simultaneously represents the input data in optimizing the tractors-machinery systems in different variants of soil tillage technology. The aim of the paper is to optimize tractor systems.

Key words: tractor, optimization, linear programming, tractor-machinery couples, soil tillage.



UDK: 631.372

DEFLEKSIONI OTPORI POGONSKIH PNEUMATIKA POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA I NJIHOV UTICAJ NA VUČU NA POLJOPRIVREDNIM PODLOGAMA

Vladimir Muzikravić, Dragan Ružić, Nenad Poznanović

FTN - Departman za mehanizaciju i konstrukciono mašinstvo - Novi Sad

Sadržaj: U radu se utvrđuje uolikoj meri korišćenje pogonskih pneumatika poljoprivrednog traktora sa manjim otporima kotrljanja može da dovede do poboljšanja pokazatelja vuče. Prvenstveno se razmatra defleksioni otpor, komponenta otpora kotrljanja koja je direktno uslovljena konstrukcijom pneumatika, a koju je relativno lako izmeriti.

Eksperimentalnim putem su određeni defleksioni otpori i karakteristike kontaktne površine dva pneumatika 12.4R28 različitih proizvođača, te numeričkom analizom utvrđen njihov uticaj na pokazatelje vuče traktora. Dobijeni rezultati su ukazali na značajne razlike ovih otpora, te da se kao jedan od upotrebljivih kriterijuma za izbor pogonskih pneumatika poljoprivrednih traktora može primeniti i izbor onih sa manjim defleksionim otporima i dužom kontaktnom površinom. Za ispitivane pneumatike utvrđena je razlika u efikasnosti vuče od oko 4 % na uzoranim i mekim podlogama.

Ključne reči: *otpor kotrljanja, defleksija, pneumatik, kontaktna površina, vuča.*

UVOD

Smanjenje bilo koje komponente otpora kretanja traktora daje potencijalnu mogućnost poboljšanja njegovih vučnih pokazatelja. Smanjenje defleksionih otpora može se smatrati najjednostavnijim načinom smanjenja ukupnih otpora jer je direktno vezano za mogućnost korišćenja unapred odabranih pneumatika kod kojih su ovi otpori najmanji.

Defleksioni otpor predstavlja deo otpora kotrljanja elastičnog točka nastao usled histerezisnih gubitaka tokom makro i mikro deformisanja pneumatika prilikom njegovog kotrljanja. Uticaj defleksionih otpora na vuču po tvrdim i sabijenim podlogama je nesumnjiv, s obzirom da je to praktično jedini otpor kretanja pri jednolikom kretanju traktora po horizontalnoj podlozi /10/, /9/.

Pored defleksionog, ukupni otpor kretanja elastičnog točka po mekanoj - deformabilnoj podlozi sastoji se još i od otpora koji nastaje kao posledica vertikalne

deformacije - sabijanja podloge, otpora nastalog usled njene horizontalne deformacije – potiskivanja (guranja) čestica zemlje ispred točka, kao i otpora povlačenja čestica zemlje. Uticaj defleksionih otpora na vuču na mekanim podlogama je uslovno rečeno sakriven u ukupnom otporu kretanja točka. Ne postoje literaturni podaci koji bi ukazali na to koliki je udeo defleksionih otpora u ukupnim otporima kretanja na različitim poljoprivrednim podlogama, mada je očigledno da će njihov uticaj na ukupne otpore rasti sa porastom vertikalne nosivosti (sabijenosti) podloge. Manji ukupni otpori kretanja, na svim podlogama sem tvrde, ne znače automatski i realno veće vučne sile i bolju efikasnost vuče, s obzirom na to da manji defleksioni otpori mogu da ukažu i na kruće bokove pneumatika te manju kontaktnu površinu između točka i podloge, koja opet sa svoje strane dovodi do manje vučne sile bez obzira što su otpori kotrljanja manji. Zato bi pri poređenju defleksionih otpora različitih pneumatika pri analizi vuče na mekanim podlogama trebalo uporediti i parametre njihovih kontaktnih površina koji pored uticaja na otpore kretanja utiču i na intenzitet realizovanih vučnih sila. Uticaj defleksionih otpora na vuču na tvrdim i sabijenim podlogama prethodno je detaljno razmotren /9/, te se ovaj rad može smatrati nastavkom razmatrane problematike.

MATERIJAL I METOD RADA

Metodika istraživanja zasnovana je na identifikovanju i određivanju parametara pneumatika koji utiču na intenzitet generisanih otpora, kao i potencijalnih vučnih sila, pri kretanju elastičnog točka na deformabilnoj podlozi. Pri ovome, razmatraju se uporedni pokazatelji vuče dva radijalna pneumatika 12.4R28 različitih proizvođača, istog dezena gazećeg sloja (R1), čije se potencijalne vučne karakteristike upoređuju na istim podlogama (uzoranoj i mekoj) pri istim uslovima kretanja. Pneumatici koji se razmatraju u radu su označeni kao *pneumatik 1* i *pneumatik 2*.

Vučna sila

Najveća vučna sila pogonskog točka proporcionalna je maksimalnoj smicajnoj sili koju pneumatik generiše u kontaktu sa podlogom, a čija je vrednost za optimalno klizanje prema Mohr-Coulombovoj teoriji /5/ može izraziti kao:

$$H = A \cdot c + W \cdot \text{tg } \Phi \quad \dots\dots\dots (1)$$

gde su:

A – veličina smičuće površine (površina otiska točka)

c – kohezija podloge

W – vertikalno opterećenje na smičuću površinu (vertikalno opterećenje točka)

Φ – ugao unutrašnjeg trenja (frikcije) podloge

Otpor sabijanja podloge

Otpor sabijanja podloge (2) od strane točka dobijen je korišćenjem pretpostavke da je reakcija podloge u svim tačkama kontakta radijalna i jednaka normalnom pritisku koji deluje na ploču iste širine kao točak, a utisnute na istu dubinu kao točak. Određen je na osnovu energetskog bilansa, polazeći od toga da je intenzitet ovog otpora posledica rada utrošenog na formiranje traga dubine z_0 :

$$R_c = \frac{b \cdot (p_i + p_c)^{\frac{n+1}{n}}}{(n+1) \cdot \left(\frac{k_c}{b} + k_\phi\right)^{\frac{1}{n}}} \dots\dots\dots (2)$$

gde su:

- k_c, k_ϕ i n parametri mehaničke nosivosti podloge, tj. respektivno, modul kohezije, modul frikcije i eksponent prodiranja /5/
- b - širina traga pneumatika
- p_i, p_c - pritisak vazduha i pritisak karkasa pneumatika

Otpor potiskivanja

Otpor potiskivanja (guranja) čestica zemlje ispred točka prilikom njegovog kretanja R_b dobijen je na osnovu analogije za slučaj kada se vertikalna ravna ploča utiskuje u zemlju i vuče kroz nju, pri čemu se javlja horizontalna sila otpora.

$$R_b = b \cdot \left(c \cdot z_0 \cdot K_{pc} + 0.5 \cdot z_0^2 \cdot \gamma_s \cdot K_{py} \right) \dots\dots\dots (3)$$

$$z_0 = \left(\frac{p_i + p_c}{\frac{k_c}{b} + k_\phi} \right)^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots (4)$$

gde su:

- z_0 – tonjenje točka
- γ_s – specifična težina podloge
- K_{pc} i K_{py} – Terzaghijevi parametri nosivosti podloge

Otpor povlačenja čestica

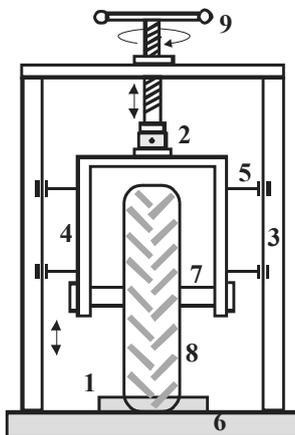
Otpor usled povlačenja čestica javlja se prilikom kretanja točka po koherentnim veoma raskvašenim podlogama kada dolazi do izraženog lepljenja čestica zemlje za točak. Prilikom dodira između čestica zalepljenih za točak i čestica podloge dolazi do javljanja smicajnih napona i određenih energetskih gubitaka koji se manifestuju kao otpor povlačenja čestica. Ovaj otpor kod poljoprivrednih traktora nije od značaja s obzirom da se javlja pri uslovima kretanja kada se poljoprivredna mehanizacija po pravilu ne koristi, te ovde nije razmatran.

Parametri kontaktne površine

Veličina kontaktne površine pneumatika na mekoj podlozi određivana je utiskivanjem pneumatika u vlažnu peskovitu podlogu. Postupak se sastojao iz vertikalnog opterećivanja pneumatika do zadate sile, formiranja i fotografisanja otisaka, te njegovog planimetrisanja. Za pritiske vazduha od 0.6-1.1 bar pneumatici su opterećivani vertikalnim opterećenjem od 480, 570 i 660 daN, što pokriva dijapazon realnih opterećenja traktora IMT 539 /9/.

Nanošenje opterećenja na pneumatik vršeno je preko namenskog uređaja - mernog rama prikazanog na *Sl.1.* Uređaj omogućuje vertikalno opterećivanje pneumatika (*poz. 8*) oslonjenog na površinu postolja rama (*poz. 6*) – tj. posudu sa vlažnim peskom za uzimanje otiska (1), uz nanošenje definisanog vertikalnog opterećenja preko navojnog vretena (*poz. 9*). Vertikalno opterećenje pneumatika mereno je preko davača sile (*poz. 2*). Točak sa pneumatikom je pri ovome putem osovine sa ležajevima (*poz. 7*) postavljen u vertikalno pokretni ram (*poz. 4*) koji je pomoću klizača (*poz. 5*) vezan za osnovni ram uređaja (*poz. 3*).

Za merenje sile utiskivanja pneumatika korišćeni su davač sile na bazi mernih traka Philips PR6200/53A, merni opseg 0÷50 kN, klase tačnosti 0.2 i digitalno merno pojačalo HBM UPM-60.



Sl. 1. Uređaj za opterećivanje točka

REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Identifikovanje parametara pneumatika koji utiču na vuču

Kao što je vidljivo iz izraza za vučnu silu (1), povećanje kontaktne površine A dovodi do prenošenja veće kohezione sile preko veće površine kontakta, te smanjenja klizanja uz efikasniju vuču /6/ za ostale nepromenjene uslove kretanja. Porast sile zavisice od kohezionih svojstava podloge, tako da se najveće povećanje vučne sile može očekivati kod kohezionih podloga, a nešto manje kod koheziono frikcionih. Kod frikcionih podloga, koje ne spadaju u tipične poljoprivredne podloge, povećanje kontaktne površine neće se odraziti na poboljšanje vuče s obzirom da kod njih dominantan uticaj na povećanje sile otpora smicanju ima vertikalno opterećenje W .

Na osnovu relacije (2) očigledno je da će otpor sabijanja podloge biti veći ako su veći širina pneumatika, pritisak vazduha u njemu i pritisak karkasa.

U izrazu za otpor potiskivanja čestice zemlje ispred točka (3) uočljivo je da veličina ovog otpora raste sa porastom širine pneumatika i dubine njegovog tonjenja. Veća širina pneumatika, kao i veći pritisak vazduha i pritisak karkasa utiču na veću dubinu tonjenja točka (4).

Defleksioni otpor takođe utiče na otpor kretanja po mekim podlogama. Za iste uslove eksploatacije (brzina, klizanje, raspored osovinskih opterećenja) na istoj podlozi, otpor kretanja traktora sa pneumaticima iste oznake i dezena a različitih proizvođača ili različite konstrukcije (radijalni ili dijagonalni) zavisiće od konstrukcionih karakteristika pneumatika koje se ogledaju u karakteristikama njihove krutosti koje su funkcija pritiska vazduha. Nazivne dimenzije pneumatika (prečnik i širina) različitih proizvođača iste oznake na istim naplacima, s obzirom da su standardizovane veličine, biće iste /3/, /7/. Kako vrednost pritiska u pneumaticima zavisi od vertikalnog opterećenja točka, ova vrednost se propisuje od strane proizvođača pneumatika. Po pravilu vrednosti pritiska za pneumatike istih oznaka a različitih proizvođača za ista opterećenja su iste. Iz navedenog proističe da je pri poređenju pneumatika iste oznake a različitih proizvođača sa aspekta njihovog otpora kretanja potrebno utvrditi razliku u njihovim defleksionim otporima pri istim vertikalnim opterećenjima. Korišćenjem numeričkih modela vuče nije moguće utvrditi razlike u otporima kretanja različitih pneumatika istih dimenzija i konstrukcije. Rezultati prethodnih ispitivanja /9/ ukazali su da su defleksioni otpori *pneumatika 1* manji za gotovo 35% nego defleksioni otpori *pneumatika 2*, tj. ako se sile defleksionih otpora F_d izraze kao

$$F_d = \frac{W \cdot u}{p_i^a} \dots\dots\dots (5)$$

parametri jednačine u i a koji zavise od krutosti pneumatika, za *pneumatik 1* iznose 0.0280509 i 0.416424, a za *pneumatik 2* su 0.0373601 i 0.4368262, respektivno /9/.

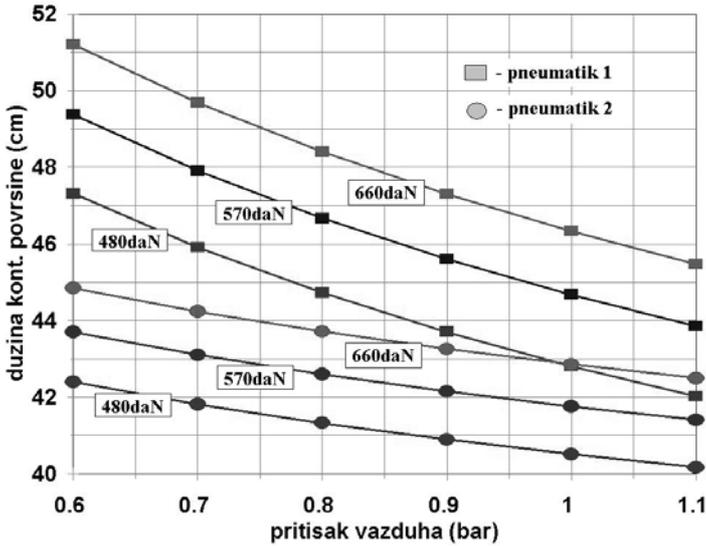
Veća vrednost pritiska karkasa dovodi do većeg otpora kretanja na mekim podlogama (2), (4). Kako je ukupan pritisak na podlogu $W/A = p_i + p_c$, ako posmatramo dva pneumatika opterećena istim vertikalnim opterećenjem W i sa istim pritiskom vazduha p_i , pritisak karkasa biće manji kod onog pneumatika koji ima veću kontaktnu površinu, te će i njegov otpor kretanja biti manji. Međutim kako i širina pneumatika utiče na otpore kretanja, prethodna konstatacija važiće samo za slučaj ako je veća kontaktna površina posledica njene veće dužine, tj. manje širine.

Zbog ovoga se kod pneumatika istih dimenzija pri istim pritiscima vazduha i opterećenjima, uticaj pritiska karkasa na otpore kretanja može svesti na utvrđivanje karakteristika kontaktne površine. Pri ovome će pneumatik sa manjim defleksionim otporom koji ima isti ili manji pritisak karkasa a nema širu kontaktnu površinu izvesno imati manje otpore kretanja na svim podlogama. Ovaj pneumatik će imati i bolja potencijalna vučna svojstva na svim podlogama, s obzirom na dužu kontaktnu površinu sa više rebra u zahvatu. Njegova vuča će na poljoprivrednim podlogama biti bolja, ako ne i zbog boljeg vučnog potencijala usled duže kontaktne površine, onda svakako zbog manjih otpora kretanja.

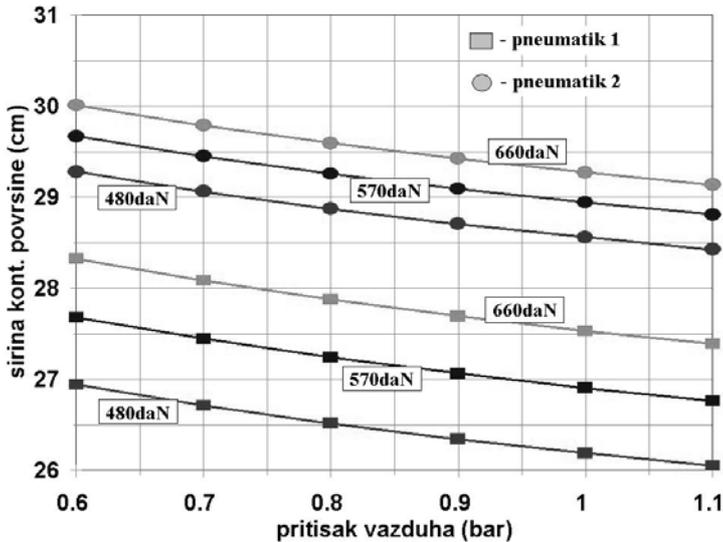
Parametri kontaktne površine

Prethodnim razmatranjem /9/ uticaja defleksionih otpora na promenu sile na poteznici i efikasnost vuče, bez razmatranja ostalih uticaja, kao što je površina otiska, konstatovane su bolje vučne osobine *pneumatika 1* u odnosu na *pneumatik 2* na tvrdim i sabijenim podlogama. Eventualno veća kontaktna površina (tj. njena dužina) *pneumatika 1* na mekoj podlozi svakako bi značila da su njegove vučne sile i efikasnost vuče veći nego kod *pneumatika 2*, bar u onoj meri koliko to omogućuju manji defleksioni otpori.

Na osnovu neposredno izmerenih dimenzija otisaka pneumatika (Sl. 2 i Sl. 3), uočljivo je da je za ceo razmatrani dijapazon pritisaka vazduha i vertikalnih opterećenja širina otiska *pneumatika 1* manja, a dužina veća. Ovo ukazuje da će ukupni otpori kretanja *pneumatika 1*, čiji su defleksioni otpori manji, izvesno biti manji na svim podlogama.



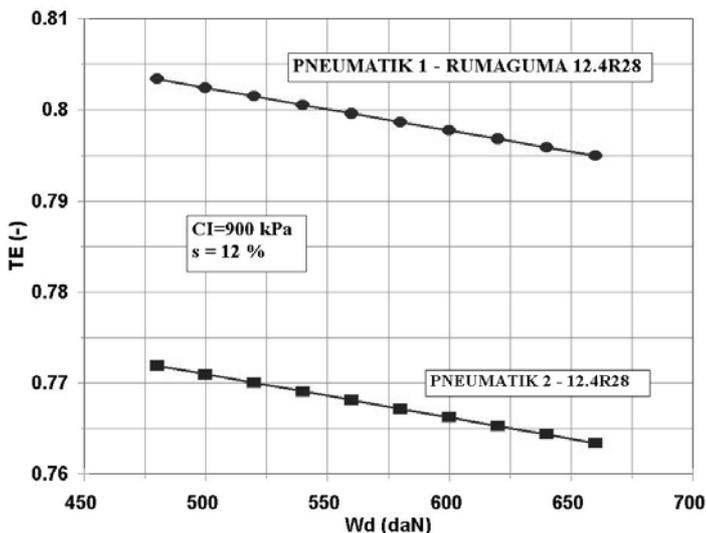
Sl. 2 Zavisnost dužine kontaktne površine na mekoj podlozi od pr. vazduha i vert. opterećenja



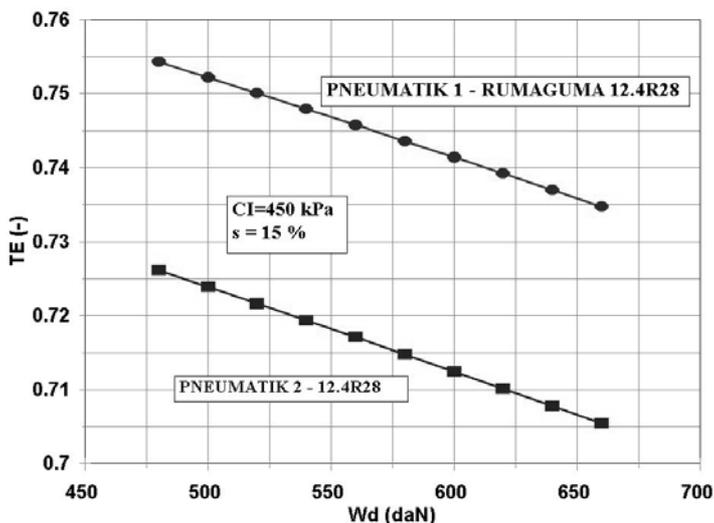
Sl. 3 Zavisnost širine kontaktne površine na mekoj podlozi od pr. vazduha i vert. opterećenja

Efikasnost vuče na uzoranoj i mekoj podlozi

Putem numeričkog modela vuče prema ASAE D497.4 /4/, /1/, za slučajeve preraspodele opterećenja pogonskog točka 480-660 daN, pri optimalnom klizanju /2/ traktora IMT 539 određena je efikasnost vuče za nesabijene poljoprivredne podloge (uzorana, CI=900 kPa ; meka, CI=450 kPa).



Sl. 4 Efikasnost vuče za pneumatike sa različitim defleksionim otporom na uzoranoj podlozi pri optimalnom klizanju



Sl. 5 Efikasnost vuče za pneumatike sa različitim defleksionim otporom na mekoj podlozi pri optimalnom klizanju

Dobijene zavisnosti ukazuju da bi korišćenje *pneumatika 2* umesto *pneumatika 1* dovelo do smanjenja efikasnosti vuče razmatranog traktora za cca 4 % na uzoranoj i mekoj podlozi. Ovo smanjenje je minimalno utvrđeno s obzirom na povoljniji oblik otiska *pneumatika 1*, čija je širina manja a dužina veća za ceo realni dijapazon osovinskih opterećenja i odgovarajućih pritisaka vazduha. Navedeno ukazuje da je pokazatelje vuče korišćenjem pneumatika sa manjim defleksionim otporima i većom (ili istom) a užom kontaktnom površinom, moguće poboljšati na svim podlogama.

ZAKLJUČAK

Činjenica da otpori kotrljanja točka po čvrstoj podlozi zavise od konstrukcije pneumatika, pruža mogućnost izbora onog pogonskog pneumatika koji će imati najmanje vrednosti ovih otpora. Kao deo otpora kretanja koji je relativno lako izmeriti, razmatran je samo defleksioni otpor. Pri ovome je utvrđeno da se bolji pokazatelji vuče mogu očekivati kod pneumatika koji pored manjih defleksionih otpora imaju iste ili veće kontaktne površine koje su posledica njihove veće dužine. Numeričkom proverom efikasnosti vuče traktora IMT 539, u zavisnosti od toga koji od ispitivanih radijalnih pneumatika bi se koristio na uzoranim i mekim poljoprivrednim podlogama, ostvarena efikasnost vuče, a time i potrošnja goriva, razlikovala bi se minimalno za 4%. Ovi rezultati ukazuju i na potencijalno veće razlike koje bi se ostvarile u okviru većeg broja pneumatika različitih proizvođača a istih dimenzija.

Mogućnost korišćenja prikazanog načina izbora pogonskih pneumatika putem određivanja defleksionih otpora i parametara kontaktne površine odnosi se na sve korisnike poljoprivrednih traktora prilikom izbora pneumatika pogonskih točkova. Na ovaj način izabrani pneumatici doveli bi do povećanja efikasnosti vuče. Efikasnost vuče rasla bi sa povećanjem vertikalne nosivosti podloge i bila bi najveća na tvrdim podlogama.

LITERATURA

- [1] Al-Hamad, S.A., Grisso, R.D., Zoz, F.M., Von Bargen, K. (1994): TRACTOR PERFORMANCE SPREADSHEET FOR RADIAL TIRES, *Computers and Electronics in Agric.*, 10(1): 45-62.
- [2] Ali, S.O., McKyes, E. (1978): TRACTION IMPROVEMENT IN LUGGED TIRES FOR FARM VEHICLES, ASAE Technical Paper No.78-1038.
- [3] APPROVAL OF PNEUMATIC TYRES FOR AGRICULTURAL VEHICLES AND THEIR TRAILERS, *E.C.E. Regulation No.106, Issue 1, DEC/2000*.
- [4] Ashmore, C., Burt, C., Turner, J. (1987): AN EMPIRICAL EQUATION FOR PREDICTING TRACTIVE PERFORMANCE OF LOG-SKIDDER TIRES, *Transactions of ASAE*, 30(5): 1231-1236.
- [5] Bekker, M.G. (1969): INTRODUCTION TO TERRIAN-VEHICLE SYSTEMS, Ann Arbor, The University of Michigan Press.
- [6] Dong, R.L., Kyeong, U.K. (1997): EFFECT OF INFLATION PRESSURE ON TRACTIVE PERFORMANCE OF BIAS-PLY TIRES, *Journal of Terramechanics*, Volume 34, Issue 3, 187-208.
- [7] ENGINEERING DESIGN INFORMATION (2000): ETRTO – European Tyre and Rim Technical Organistaion, Brussels.

- [8] Muzikravić V., Milidrag S., Časnji F. (1998): ZNAČAJ OPTIMIRANJA PRITISKA VAZDUHA U PNEUMATICIMA POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA, NMV-98, "Motorna vozila i motori", Kragujevac, 223-226.
- [9] Muzikravić V. (2006): DEFLEKSIONI OTPORI POGONSKIH PNEUMATIKA POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA I NJIHOV UTICAJ NA VUČU NA TVRDIM I SABIJENIM PODLOGAMA, Poljoprivredna Tehnika 31(2006)1, str. 121-129, Zemun.
- [10] Wong, J.Y. (1991): THEORY OF GROUND VEHICLES, New York: A.Willey - Intersciene Publication.

AGRICULTURAL TRACTOR'S TIRE RESISTANCE DUE TO THE DEFLECTION AND IT'S INFLUENCE ON TRACTION ON AGRICULTURAL SOILS

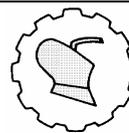
Vladimir Muzikravić, Dragan Ružić, Nenad Poznanović

FTN - Departman za mehanizaciju i konstrukciono mašinstvo - Novi Sad

Abstract: The paper discusses in what degree the usage of agricultural tractor tires with lower rolling resistance can benefit in traction. The component of the rolling resistance due to deflection that depends on tire design characteristics and that considerably easy can be measured is analyzed.

The resistance of tires due to the deflection and footprint characteristics for tires 12.4R28 made by different manufacturers was determined experimentally. Using numerical traction model, influence of measured values on the tractor's tractive performance was analyzed. Obtained results show significant difference of deflection resistance for tested tires and imply that tire selection for agricultural tractors, among other criterions, may be based on selection of tires with lower rolling resistance and longer footprint. For two tested tires obtained difference for tractive efficiency was about 4 % for tilled and soft soils.

Key words: *rolling resistance, tire deflection, footprint, traction.*



UDK: 338.439

ENERGETIC AND ECONOMICS OF TILLAGE SYSTEMS IN WINTER WHEAT PRODUCTION

**Silvio Kosutic, Dubravko Filipovic, Zlatko Gospodaric,
Igor Kovacev, Kresimir Copec**

*Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture University of Zagreb,
Svetosimunska 25, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: skosutic@agr.hr*

Abstract: The paper presents results of one year experiment in winter wheat production with three different soil tillage systems carried out in Slavonia, at fields of agricultural enterprise Hana Našice d.o.o, location Lila. Test crop was winter wheat, variety Renan. Tillage systems were: conventional, conservation and no-till. Energy requirement comparison showed extraordinary expensiveness of conventional tillage with specific consumption of 46.6 L ha⁻¹ and 8.19 L Mg⁻¹ of diesel fuel. Conservation tillage I system required 29.8 L ha⁻¹ and 4.92 L Mg⁻¹, which is 36.1 % less energy per hectare and 40.0 % less energy per ton. Conservation tillage II required 18.9 L ha⁻¹ and 2.85 L Mg⁻¹, which is 59.4 % less energy per hectare and 65.2 % less energy per ton. The most energy saving soil tillage system is no-till with fuel consumption of only 6.2 L ha⁻¹ 0.92 L Mg⁻¹ of diesel fuel or 86.7 % less energy per hectare and 88.8 % less energy per ton than conventional system. Soil tillage systems comparison regarding labour requirement unveiled that conventional tillage required 1.95 h ha⁻¹ and 0.34 h Mg⁻¹, while conservation tillage I required 1.29 h ha⁻¹ and 0.21 h Mg⁻¹ or 33.8 % and 37.9 % less labour requirement than conventional tillage system respectively. Conservation tillage II required 0.74 h ha⁻¹ and 0.11 h Mg⁻¹ or 62.3 % and 67.6 % less labour requirement. No-till required only 0.32 h ha⁻¹ and 0.05 h Mg⁻¹ which is 83.8 % and 86.3 % less than conventional tillage system. The lowest yield of 5.69 t ha⁻¹ achieved conventional tillage, while the highest yield of 6.73 t ha⁻¹ achieved no-till.

Key words: Soil tillage, energy requirement, production costs, winter wheat.

1. INTRODUCTION

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with 200.000 ha in average or almost 1/3 of total cereals area is besides maize (*Zea mays* L.) among the most important arable crops in Croatia (Anonymous 2006a). The mainly utilised soil tillage system in this crop production is conventional system, based on mouldboard ploughing as primary tillage

operation, followed with secondary tillage performed by disc harrow and seed-bed implement. This tillage technology is, from one side, the most expensive, complicated, organisationally slow, with high fuel consumption and labour requirement, and, from another side, ecologically unfavourable (Zugec et al., 2000.). Although it is known that non-conventional tillage systems in comparison to conventional tillage system can save enormous quantity of energy and labour, decreasing thus environment pollution and production costs, currently 93.7% of the fields in Croatia are being tilled by the conventional tillage system (Zimmer et al., 2001).

2. MATERIALS AND METHODS

The experiment was performed at agricultural company "Njive"d.o.o. near a village Lila, located 250 km north-east from Zagreb (45° 30' N, 18° 06' E). Experimental field was consisted of 9 plots with dimension length 100 m x width 30 m each, organized as randomized blocks with three replications. Implements, which were included in different tillage systems, are as follows:

1. Conventional tillage - plough, disc harrow, seed-bed implement (CT);
2. Conservation tillage I – chisel plough, disc harrow (RT 1);
3. Conservation tillage II – shallow chisel plough, disc harrow (RT 2);
4. No-till - no-till drill (NT).

Depth of tillage for mouldboard plough was in average 29.6 cm, disc harrow 10.4 cm and seed-bed implement 6.0 cm. Chisel ploughing was done to 30.3 cm in average, while shallow chisel worked in average to 15 cm. The tillage with different systems was performed on the Gleyic Podzoluvisol, (Anonymous, 1998). Its texture in ploughed layer according to Anonymous (1975) belongs to the silty loam.

Table 1. Soil particle size distribution and soil type

Sample	0.2-2 μm (%)	0.05-0.2 μm (%)	0.002-0.05 μm (%)	<0.002 μm (%)	Soil type
A	0.80	28.80	44.60	25.80	Loam
B	2.20	8.60	69.40	19.80	Silty loam
C	1.00	10.20	58.00	30.80	Silty clay loam

Schedule of the field operations (tillage, fertilizing, sowing, crop protection, harvesting) and soil moisture content at the moment of tillage are shown in Table 2. On the experimental field previous crop was onion (*Allium cepa* L.). Working conditions regarding soil moisture content, soil compaction and post-harvest residues at the beginning of experiment were equal for all tillage treatments. The energy requirement of each tillage system was determined by tractor's fuel consumption measurement for each implement in each tillage system applying volumetric method. Energy equivalent of 38.7 MJ L⁻¹ (Cervinka, 1980) was presumed. In this experiment 4WD tractor with engine power of 141 kW was used. The working width of the tillage implements was chosen according to the pulling capacity of the tractor. The labour requirement was determined by measuring the time for finishing single tillage operation at each plot of the known area (3000 m²). The yields were determined by weighing grain mass of each harvested plot. For economic analysis data on labour inputs for various operations under each tillage system, cost of soil preparation and other operations were collected. Production

costs for each tillage system were based on actual sequence of operations conducted in the experiment. Costs of all field operations during the growing season, wage price of labour and prices of soybean and winter wheat were obtained according to Anonymous (2006a) and Anonymous (2006b). All costs and income figures are presented as per hectare.

Table 2. Date of field operations, soil moistures and application rates

Description	Cropping period 2005/2006
Tillage & Sowing	
Primary tillage	October 10 th 2005
Soil moisture, % at 0;15;30 cm depth	30.6; 34.7; 34.5
Secondary tillage	October 12 th 2005
Soil moisture, % at 0;15;30 cm depth	26.4; 30.8; 32.2
Sowing date	October 13 th 2005
Crop; Cultivar	Winter Wheat; "Renan"
Fertilising	
Application date	October 09 th 2005
Fertiliser; rate, kg ha ⁻¹	KCl (60%); 210 / Urea; 150 / *MAP (12:52:0); 320
Application date	February 11 th 2006
Fertiliser; rate, kg ha ⁻¹	**CAN (27%); 120 and *MAP (12:52:0); 50
Application date	March 26 th 2006
Fertiliser; rate, kg ha ⁻¹	Urea (46%); 150
Crop protection	
Application date	October 29 th 2005
Chemical; rate, l ha ⁻¹	Tornado; 1.7
Application date	May 25 th 2006
Chemical; rate, l ha ⁻¹	Direkt; 0.17
Application date	May 16 th and May 25 th 2006
Chemical; rate, l ha ⁻¹	Artea; 0.52, Duet Ultra; 1.0
Harvest	
Harvesting date	July 12 th 2006

*monoammonium phosphates

**calcium ammonium nitrate

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Yield

In winter wheat production, NT system achieved the greatest average yield of 6.73 Mg ha⁻¹ or 18.3% more than CT system, while RT 2 and RT 1 achieved 16.5% and 6.5% more than CT, respectively. CT system achieved the lowest yield of 5.69 Mg ha⁻¹. Although yield differences were recorded, analysis of experimental data by ANOVA showed that differences weren't significant. The similar results obtained Dawelbeit and Babiker (1997). Juric et al. (2004) obtained not statistically significant difference of winter wheat yields with conventional tillage and single disc harrowing tillage system. Lyon et al. (1998) determined 8.0% greater winter wheat yield with conventional tillage than with no till. Lawrence et al. (1994) showed in a four years study that no-till had a higher wheat yield than reduced or conventional tillage did. Arshad and Gill (1997) comparing conventional, reduced and zero tillage systems found that during three years

experiment the greatest average wheat yield had reduced tillage, while conventional tillage had the lowest. Moreno et al. (1997) reported of higher winter wheat yield under conservation than traditional tillage but differences weren't significant.

3.2 Energy requirement

The conventional tillage system (CT) was expectantly the greatest fuel consumer with 46.6 L ha⁻¹. RT 1 system enabled saving of 36.1% of energy per hectare and RT 2 system enabled saving of even 59.4%, while NT achieved enormous saving of 86.7% in comparison to CT soil tillage system. Bowers (1992) showed a composite of average fuel consumption and energy expended, based on data from different countries around the world and reported that average fuel consumption for mouldboard ploughing is 17.49±2.06 L ha⁻¹, chisel ploughing 10.20±1.50 L ha⁻¹, while no-till planter required 4.02±1.03 L ha⁻¹. In comparing these data to other sources, wide variations can be expected due to soil types, field conditions, working depth, etc. On the other hand, Köller (1996) reported that the fuel consumption was 49.40 L ha⁻¹ for mouldboard ploughing, 31.30 L ha⁻¹ for chisel ploughing and 13.40 L ha⁻¹ for no-till. Hernanz and Ortiz-Cañavate (1999) presented data that coincide between previously mentioned results.

Table 3. Energy and labour requirement of different soil tillage systems

Tillage system	Fuel L ha ⁻¹	Energy MJ Mg ⁻¹	Work rate ha h ⁻¹	Productivity h Mg ⁻¹
CT	Average Yield = 5.69 Mg ha ⁻¹			
Plough	33.5	227.8	0.73	0.24
Disc harrow	7.2	49.0	3.47	0.05
Drill	5.9	40.1	3.38	0.05
Total	46.6	316.9		0.35
RT 1	Average Yield = 6.06 Mg ha ⁻¹			
Chisel	16.7	106.6	1.41	0.12
Disc harrow	7.2	46.0	3.47	0.05
Drill	5.9	37.7	3.38	0.05
Total	29.8	190.3		0.22
RT 2	Average Yield = 6.63 Mg ha ⁻¹			
Shallow Chisel	5.8	33.9	6.55	0.02
Disc harrow	7.2	42.0	3.47	0.04
Drill	5.9	34.4	3.38	0.04
Total	18.9	110.3		0.10
NT	Average Yield = 6.73 Mg ha ⁻¹			
No till drill	6.2	35.7	3.15	0.05

Further comparison of tillage systems was done with respect to energy requirement to obtained yield (Table 3). The CT system showed to be the greatest energy consumer requiring 316.9 MJ Mg⁻¹. RT 1 and RT 2 systems required 190.3 MJ Mg⁻¹ and 110.3 MJ Mg⁻¹, enabled thus saving of 39.9% and 65.2%, respectively. NT system proved to be even more efficient requiring only 35.7 MJ Mg⁻¹ enabling saving of 88.8% in comparison to CT system.

3.3 Economic analysis

Total costs include all the inputs (labour, machine costs, seed, fertiliser and plant protection chemicals) from soil tillage to harvest, including grain transport within field. Storage and handling costs weren't taken into account since its great variability.

CT system resulted in the highest costs with 1002.00 \$ ha⁻¹. The costs of RT 1 system with 967 \$ ha⁻¹ were only 3.5% lower, while RT 2 with 941 \$ ha⁻¹ achieved 6.1% lower costs. NT system with 866 \$ ha⁻¹ achieved 13.6% lower costs (Table 4). Although both RT systems and NT realised only slightly lower costs than CT system, comparison of gross margins could better express benefits of non-conventional soil tillage systems versus conventional tillage system. So, RT 1 realised 32.2% greater gross margin, while RT 2 realised even 72.3% greater gross margin. NT system achieved respectably 103.8% greater gross margin than CT system. According to Zentner et al. (1996) net economic return in reduced tillage was higher than in mouldboard plough tillage on the heavy clay soil. On the contrary Hoffman et al. (1999) found that net economic returns in the mouldboard plough tillage system increased more than in reduced and no-tillage systems.

Table 4. Total cost, gross income and gross margin for different tillage systems

Tillage	Gross income US\$ ha ⁻¹	Total costs US\$ ha ⁻¹	Gross margin US\$ ha ⁻¹	Income : Costs ratio
CT	1290	1002	289	1.29
RT 1	1349	967	382	1.39
RT 2	1440	941	498	1.53
NT	1455	866	589	1.68

4. CONCLUSIONS

Summarizing results of annual experiment results together with previously acquired experience following could be concluded:

1. Conservation tillage system I (RT 1) enabled 36.1% energy saving per hectare, while conservation tillage system II (RT 2) achieved saving of 59.4% energy per hectare in comparison to conventional tillage system (CT) energy requirement.

2. No-till (NT) system achieved saving of 86.7% energy per hectare in comparison to conventional tillage system (CT) energy requirement.

3. Conservation tillage system I (RT 1) achieved 37.1% higher productivity, conservation tillage system II (RT 2) achieved 71.4% higher and no-till (NT) even 85.7% higher productivity in comparison to conventional tillage system (CT).

4. No-till (NT) achieved the greatest yield of 6.73 Mg ha⁻¹, the next is conservation tillage system II (RT 2) with yield of 6.63 Mg ha⁻¹ then follows conservation tillage system I (RT 1) with 6.06 Mg ha⁻¹ and finally conventional tillage system (CT) with 5.69 Mg ha⁻¹. Differences weren't statistically significant.

5. No-till (NT) realised 103.8% higher gross margin, while conservation tillage system II (RT 2) and conservation tillage system I (RT 1) had 72.3% and 32.2% higher gross margins than conventional tillage system. This short-term experiment showed that non-conventional tillage systems due to their lower energy and labour requirement could be economically important tool to decrease production costs.

REFERENCES

- [1] Anonymous 1975. Soil Taxonomy. Soil Survey Staff of the United States Department of Agriculture.
- [2] Anonymous 1998. World reference base for soil resources. FAO.
- [3] Anonymous 2006a. Statistical Yearbook. Central Bureau of Statistics of the Republic of Croatia.
- [4] Anonymous 2006b. Market Information System in Agriculture, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of Republic of Croatia.
- [5] Arshad, M.A., & Gill, K.S. 1997. Barley, canola and wheat production under different tillage-fallow-green manure combinations on a clay soil in a cold semiarid climate. *Soil & Tillage Research*, 43, 263-275.
- [6] Bowers, W., 1992. Agricultural field equipment. In: Fluck, R.C., (Ed.) *Energy in World Agriculture*, Vol. 6. *Energy in Farm Production*. Elsevier, Amsterdam, pp. 117-129.
- [7] Cervinka, V. 1980. Fuel and energy efficiency. In D. Pimentel (Ed), *Handbook of Energy Utilization in Agriculture* (pp. 15-21). Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- [8] Dawelbeit, M.I., & Babiker, E.A. 1997. Effect of tillage and method of sowing on wheat yield in irrigated Vertisols of Rahad, Sudan. *Soil & Tillage Research*, 42, 127-132.
- [9] Hernanz, J.L., & Ortiz-Cañavate, J., 1999. Energy saving in crop production. In O. Kitani (Ed), *CIGR Handbook of Agricultural Engineering*, Vol. 5. *Energy and Biomass Engineering* (pp. 24-39). St Joseph, MI, USA: ASAE.
- [10] Juric, I., Bede, M., Josipovic, M., & Stanisavljevic, A. 2004. Wheat reaction to soil treatment and nitrogen fertilization. *Proceedings of the 39th Croatian Symposium on Agriculture*. Opatija, Croatia.
- [11] Köller, K., 1996. Production de céréals sous labor. *Revue Suisse d' agriculture*, 28, 30.
- [12] Lawrence, P.A., Radford, B.J., Thomas, G.A., Sinclair, D.P. & Key, A.J. 1994. Effect of tillage practices on wheat performance in a semi-arid environment. *Soil & Tillage Research*, 28, 347-364.
- [13] Lyon, J.D., Stroup, W.W., & Brown, R.E. 1998. Crop production and soil water storage in long-term winter wheat-fallow tillage experiments. *Soil & Tillage Research*, 49, 19-27.
- [14] Moreno, F., Pelegrin, F., Fernandez, J.E., & Murillo, J.M. 1997. Soil physical properties, water depletion and crop development under traditional and conservation tillage in southern Spain. *Soil & Tillage Research*, 41, 25-42.
- [15] Zentner, R.P., McConkey, C.A., Campbell, F.B., & Selles, F. 1996. Economics of conservation tillage in the semiarid prairie. *Canadian Journal of Plant Sciences*, 76, 697-705.
- [16] Zimmer, R., Milakovic, Z., Milos, B., Krzek, Z., Bracun, M., Zuzjak, S., Ipsa, J., Seput, M. 2002. Soil tillage of arable crops in Slavonia and Baranja. *Proceedings of the 30th Int'l Sym. Actual Tasks on Agricultural Engineering Opatija, Croatia*, 197-210.
- [17] Zucec I., Stipesevic B., Kelava I. 2000. Rational soil tillage for cereals (Winter wheat - *Triticum aestivum* L. and Spring barley - *Hordeum vulgare* L.) in eastern Croatia, 15th ISTRO Conference, Fort Worth, USA, CD ROM.

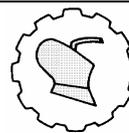
ENERGETIKA I EKONOMIKA OBRADJE TLA U PROIZVODNJI OZIME PŠENICE

**Silvio Košutić, Dubravko Filipović, Zlatko Gospodarić,
Igor Kovačev, Krešimir Čopec**

*Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Zagrebu, Svetošimunska 25,
HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: skosutic@agr.hr*

Sadržaj: U radu su prikazani rezultati jednogodišnjeg eksperimenta proizvodnje ozime pšenice različitim sustavima obrade tla, provedenim na površinama imanja Njive d.o.o. u mjestu Lila, pokraj Našica. Test usjev je bila ozima pšenica, varijetet Renan. Primjenjeni sustavi obrade tla bili su kako slijedi: konvencionalni, konzervacijski i direktna sjetva bez obrade. Usporedba sustava obrade prema utrošku energije pokazuje svu rastrošnost konvencionalne obrade tla sa specifičnom potrošnjom goriva od 46.6 L ha^{-1} i 8.19 L Mg^{-1} . Konzervacijska obrada I je iziskivala 29.8 L ha^{-1} i 4.92 L Mg^{-1} , odnosno 36.1% i 40.0 % manje energije respektivno. Konzervacijska obrada II je trebala 18.9 L ha^{-1} i 2.85 L Mg^{-1} , što je 59.4 % i 65.2 % respektivno manje energije od konvencionalne obrade. Najveće uštede energije postignute su direktnom sjetvom bez obrade ili no-till sustavom koji je trošio svega 6.2 L ha^{-1} i 0.92 L Mg^{-1} diesel goriva, odnosno 86.7% i 88.8% respektivno manje od konvencionalne obrade. Usporedba različitih sustava obrade tla prema utrošku ljudskog rada pokazuje da konvencionalna obrada troši 1.95 h ha^{-1} i 0.34 h Mg^{-1} , konzervacijska obrada I troši 1.29 h ha^{-1} i 0.21 h Mg^{-1} ili 33.8% i 37.9% respektivno manje od konvencionalne obrade. Konzervacijska obrada II iziskivala je 0.74 h ha^{-1} i 0.11 h Mg^{-1} , odnosno 62.3% i 67.6% respektivno manje. Direktna sjetva trebala je svega 0.32 h ha^{-1} i 0.05 h Mg^{-1} , što je 83.8% i 86.3% respektivno manje od konvencionalne obrade. Najmanji urod od 5.69 t ha^{-1} postignut je konvencionalnom obradom, dok je najveći urod od 6.73 t ha^{-1} postignut direktnom sjetvom bez obrade.

Ključne riječi: *Obrada tla, utrošak energije, proizvodni troškovi, ozima pšenica.*



UDK: 631.3: 631.544.7:633.481

TEHNIČKI I TEHNOLOŠKI ASPEKTI PROIZVODNJE MLADOG KROMPIRA

Andelko Bajkin, Vladan Marković, Ondrej Ponjičan

Poljoprivredni fakultet - Novi Sad

Sadržaj: Istraživanja su obuhvatila postavljanje ogleada sa različitim načinima gajenja mladog krompira, primenom pokrivanja biljaka i malčovanja zemljišta, kao i ispitivanja različitog sortimenta krompira u cilju izbora najboljeg za proizvodnju mladog krompira.

Drugi deo istraživanja obuhvatio je analizu primenjene mehanizacije, počev od sadnje od berbe. Poseban značaj je dat analizi rada mašinama za mehaničko sakupljanje krompirove zlatice (biokolektor) i mašinama za termičko sušenje lisne mase, u cilju maksimalno mogućeg eliminisanja primene hemijskih sredstava u proizvodnji mladog krompira. U radu su analizirane mašine za mehanizovano ubiranje mladog krompira.

Ključne reči: *mladi krompir, sadnja, pokrivanje, biokolektor, termičko sušenje lisne mase, ubiranje.*

UVOD

Krompir predstavlja jednu od osnovnih gajenih kultura kako po površinama na kojima se gaji tako i po značaju u ljudskoj ishrani. Pored zrelog krompira poseban značaj u ljudskoj ishrani ima mladi krompir.

U širokoj potrošnji povrtarskih proizvoda sve je prisutnija potreba za korišćenjem zdravstveno bezbedne hrane. Jedan od preduslova za ostvarenje proizvodnje povrća u sistemu dobre poljoprivredne prakse jeste maksimalno moguća eliminacija primene hemijskih sredstava u svim fazama proizvodnje povrća pa tako i mladog krompira (Marković, 2006).

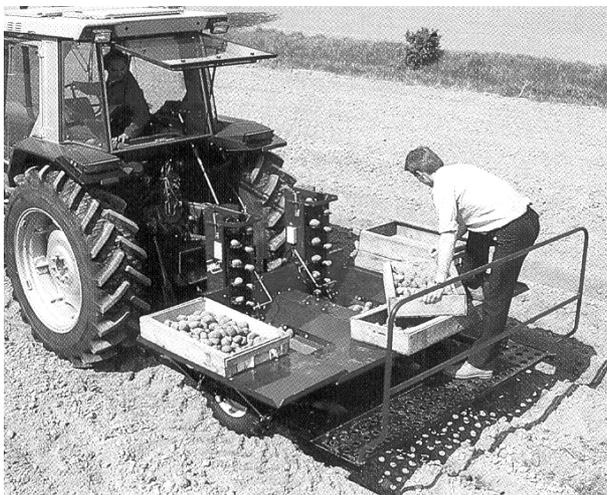
Krompir je svakodnevna komponenta u ljudskoj ishrani, kao i važna sirovina u prerađivačkoj industriji od kojeg se spravlja skrob, alkohol, čips i mnogi drugi proizvodi. Pored zrelog krompira poseban značaj u ljudskoj ishrani čini i mladi krompir. Mladi krompir predstavlja mlade, još potpuno neformirane krtole, izuzetno cenjene u ishrani. Mladi krompir za berbu pristiže u proleće kada još uvek nije veliki izbor povrtarskih kultura, a zbog izuzetnog kvaliteta mladi krompir je vrlo cenjena namirnica. Zbog ranog ubiranja mladi krompir ima veliki agrotehnički značaj, jer posle njega mogu da se gaje mnoge kulture, čime doprinosi boljem iskorišćavanju zemljišta (Lazić Branka i sar, 2001). Mladi krompir, po pravilu, uvek ima dobru cenu, pa je to i visokoakumulativna kultura.

Zbog izuzetnog kvaliteta, želja potrošača je da ga koriste u ishrani preko cele godine. To se uglavnom može postići dubokim zamrzavanjem, pa je zato mladi krompir i značajna sirovina u prerađivačkoj industriji (Marković i sar, 2006).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Radi postizanja rane proizvodnje mladog krompira, kada mu je cena na tržištu najveća, primenjuju se različite agrotehničke metode. Metode su vezane, pre svega, za primenu različitih vrsta repromaterijala u okviru različitih tehnologija gajenja mladog krompira.

Rana sadnja, sadnja krupnih krtola, a pre svega sadnja naklijalih krtola jedan je od načina dobijanja ranog mladog krompira. Za sadnju naklijalih krtola treba koristiti automatske sadilice, pri čemu radnik ravnomerno prazni gajbice sa naklijalim krtolama na trakaste transportere, odakle ih zahvataju kašike (sl. 1). Krtole pre naklijavanja moraju biti kalibrisane (ujednačene po dimenzijama), kako bi kvalitet i brzina sadnje bili što veći.



Sl. 1. Sadilica naklijalih krtola

Pri proizvodnji mladog krompira na većim površinama, čim vremenski uslovi dozvole, može da se koristi kombinovana mašina koja istovremeno sa sadnjom izvodi površinsku pripremu zemljišta i malčovanje zemljišta foto i biorazgradljivom folijom debljine do 15 μm (sl. 2).

Pokrivanjem zasađenih krtola folijom, obezbeđuje se dodatno zagrevanje površinskog zemljišta za 5-6° C, pri čemu se štite krtole od niskih ranoprolećnih temperatura sa jedne strane i ubrzava nicanje krtola sa druge strane. Povećanjem temperature, i usled delovanja sunčevih zraka, dolazi do postepene razgradnje folije pri čemu lisna masa-cima nesmetano nastavlja sa svojim razvojem.



Sl. 2. Priprema zemljišta, sadnja i malčovanje zemljišta folijom

Rezultati istraživanja tokom 2005. godine pokazali su da je dobijen najveći prinos krompira primenom malč folije i postavljanjem niskih tunela (Marković et al, 2006). Za malčovanje zemljišta korišćena je crna folija debljine 20 μm dok je za formiranje niskih tunela, korišćena transparentna folija debljine 30 μm .

Za proizvodnju mladog krompira izuzetno je važan izbor sorte kako po prinosu tako i po kvalitetu pogodnih za zamrzavanje. Ispitivanjem je obuhvaćeno 11 sorti, (tabela 1). Rezultati ispitivanja sortimenta pokazali su da je najviši prinos ostvarila sorta Rosara (60,1 t/ha), koja ujedno ima i veliki broj krtola po kućici i potrebnu krupnoću pogodnu za zamrzavanje.

Tab. 1. Prinos mladog krompira ispitivanog sortimenta

Sorta	Masa po kućici, g	Prinos, t/ha	Broj krtola po kućici	Prosečna masa krtole, g
Rosara	1.336	60,1	23	58,0
Kleopatra	1.088	49,0	25	43,5
Aladin	1.068	48,1	24	44,5
Baltica	1.008	45,4	20	50,4
Amorosa	884	39,8	12	73,6
Magda	856	38,5	17	50,35
Red anna	844	38,0	19	44,4
Stemster	840	37,8	8	105,0
Rosana	820	36,9	19	43,0
Red cherry	624	28,1	11	56,7
Valjevski kiflaš	600	27,0	13	46,1

Za proizvodnju mladog krompira namenjenog zamrzavanju ili pak korišćenju u svežem stanju izuzetno je bitan hemijski sastav koji direktno određuje kvalitet određene sorte. Rezultati hemijskih analiza ispitivanih sorti prikazani su u tabeli 2. Po visokom sadržaju suve materije i skroba posebno se izdvajaju sorte Magda i Valjevski kiflaš.

Tab. 2. Rezultati hemijskih analiza mladog krompira

Sorta	Suva materija, %	Pepeo, %	Celuloza, %	Skrob, %
Rosana	17,17	0,97	0,69	10,30
Rosara	17,92	0,87	0,57	9,77
Red anna	15,90	1,02	0,69	9,34
Aladin	15,90	0,93	0,52	8,75
Red cherry	18,52	1,02	0,49	10,27
Kleopatra	16,59	0,93	0,41	10,03
Amorosa	15,66	0,88	0,49	7,52
Stemster	15,40	1,10	0,66	6,89
Baltica	17,36	1,25	0,61	8,83
Magda	19,64	1,20	0,68	11,98
Valjevski kiflaš	19,95	1,08	0,49	12,17

Pri gajenju mladog krompira namera je da se proizvede biološki zdrav proizvod. Jedan od preduslova za ostvarenje tog cilja je minimalna primena hemijskih sredstava u svim fazama proizvodnje.

U toku vegetacije, u nepovoljnim godinama, može da se pojavi krompirova zlatica. Da bi se izbegla upotreba insekticida, osim novih ekoloških sredstava, može se primeniti i mehaničko sakupljanje krompirove zlatice i njenih larvi pomoću *biokolektora* koji se postavlja na prednji deo traktora pomoću hidrauličkih nosača, slika 3.



Sl. 3. Mašina za sakupljanje krompirove zlatice i njenih larvi

Mladi krompir vadi se pre nego što krtole dostignu punu tehnološku zrelost, pri čemu je lisna masa izuzetno bujna. Umesto uništavanja cime hemijskim sredstvima na bazi kiselina, u cilju dobijanja zdravstveno bezbednog proizvoda, primenjuje se kombinacija rotacione sitnilice i toplotne energije.

Kod mašina za termičko uklanjanje lisne mase, za izvor toplote posebno su konstruisani gorionici u kojima sagoreva tečni gas. U delimično izolovanim prostorima od okoline, gde su postavljeni gorionici, stvara se mikroklima sa visokom temperaturom

mešavine produkata sagorevanja i okolnog vazduha. Prisustvo tako emitovanih produkata sagorevanja u slobodnom prostoru ne ugrožava ni okolinu, niti same biljke. Porastom temperature lisne mase, raste temperatura vode i pare u njihovom tkivu što izaziva intenzivno mehaničko razaranje strukture tkiva usled čega dolazi do ubrzanog uvenuća lisne mase (Bajkin i sar, 2005).

Primenom toplotne energije za uklanjanje lisne mase, pri ubiranju mladog krompira, radna temperatura prostora za tretiranje je oko 850° C, a energetska potrošnja oko 2,2 GJ/h, dok je prosečni površinski učinak uređaja za sušenje lisne mase oko 0,8 ha/h (Sommer i Bajkin, 2000).

Na prednjem delu traktora postavlja se rotaciona sitnilica, pomoću koje se uklanja gornja trećina lisne mase, dok se na zadnjem delu traktora postavlja uređaj za termičko sušenje lisne mase, slika 4.



Sl. 4 Uništavanje lisne mase sitnilicom i termičkim sušenjem

Osim sušenja lisne mase, toplotna energija uništava sve nadzemne štetočine kao što su krompirova zlatica, lisne vaši, plamenjača, gljivice i drugo. Izrasle korovske biljke se, takođe, uništavaju manje ili više uspešno, a kod nekih korovskih vrsta se u znatnoj meri umanjuje njihov reproduktivni potencijal. Pravilnim sprovođenjem tehnologije korišćenja toplote za termičko tretiranje nadzemne biljne mase mladog krompira, zagrevanje zemljišta, kao i delova biljaka pod njenom površinom je identično zagrevanju za vreme toplih letnjih dana. Na primer, pri brzini kretanja mašine od 3 km/h, u suvom zemljištu na dubini od 0,5 cm temperatura poraste za 2,2, a u vlažnom za 1,6° C (Hoffman, 1990).

Na osnovu navedenog može se zaključiti da su podzemni delovi biljaka zaštićeni od visoke temperature već na maloj dubini, a isto tako i prisutna mikroflora u zemljištu.

Za razliku od tehnološki zrelih krtola, mladi krompir vadi se pre nego što krtole dostignu potpunu tehnološku zrelost. Vreme vađenja uslovljeno je kako biološkim, tako i ekonomskim razlozima. Najčešće se smatra da vađenje krompira treba početi kada 60 – 80% krtola dostigne masu iznad 20 grama

Mehanizovano ubiranje mladog krompira izvodi se kombajnima koji su najčešće jednoredni, slika 5.



Sl.5. Mehanizovano ubiranje mladog krompira

Separacioni radni organi za izdvajanje zemlje, na kombajnu za ubiranje mladog krompira, izvedeni su u obliku letvičastih transporterera koji su obloženi elastičnim materijalom. Za što efikasnije izdvajanje zemlje, a da ne dođe do oštećenja krtola, iznad letvičastih transporterera postavljene su gumene zavesice i gumeni valjci, koji imaju zadatak da pored zemlje izdvajaju i delove cime. Pozadi kombajna, slika 5, nalaze se platforme za radnike, koji sa inspekcionijskih traka uklanjaju nestandardne krtole, grudve zemlje, zaostalu cimu i ostale primese.

Na kombajnim za ubiranje mladog krompira, radi što manjeg oštećenja krtola prilikom utovara u transportno sredstvo, istovarni transporter mora da ima mogućnost podešavanja visine istovara u zavisnosti od napunjenosti transportnog sredstva kao i uređaj za ublažavanje pada, kako bi oštećenje krtola bilo što manje, slika 6.



Sl. 6. Istovarni transporter sa uređajem za ublažavanje pada krtola

Tokom 2006. godine (19. jun), u Ruskom Krsturu, izvedeno je ispitivanje vađenja mladog krompira dvorednom vadicom "Majeвица" u agregatu sa traktorom IMT 542 nominalne snage 31 kW. Radna brzina agregata za vađenje iznosila je 3,54 km/h, pri čemu je postignut površinski učinak od 0,396 ha/h. Prinos krtola iznosio je 25,57 t/ha. Angažovanje ljudskog rada pri radu vadicice iznosilo je 2,53 radnik h/ha a utrošak mašinskog rada 78,28 kWh/ha. Sakupljanje krtola mladog krompira izvođeno je ručno, uz prebiranje, što je angažovalo dodatnih 351,1 radnik h/ha.

U toku 2007. godine (06. jun), u Begeču, izvedeno je ispitivanje vađenja mladog krompira izoravanjem plugom koji je vukao traktor IMT 565 snage 46,5 kW. Radna brzina pri izoravanju iznosila je 2,41 km/h, pri čemu je postignut površinski učinak od 0,084 ha/h. Prinos krtola iznosio je 22,07 t/ha. Angažovanost ljudskog rada pri izoravanju iznosila je 35,74 radnik h/ha a utrošak mašinskog rada 54,02 kWh/ha. Na sakupljanje krtola u gajbice i utovar istih u transportno sredstvo angažovano je ukupno 286,94 radnik h/ha.

ZAKLJUČAK

Istraživanja su obuhvatila analizu primenjene mehanizacije, počev od sadnje mladog krompira pa do ubiranja. Poseban značaj je dat analizi rada mašinama za mehaničko sakupljanje krompirove zlatice (biokolektor) i mašinama za termičko sušenje lisne mase, u cilju maksimalno mogućeg eliminisanja primene hemijskih sredstava u proizvodnji mladog krompira. U radu su analizirane mašine za mehanizovano ubiranje mladog krompira.

Što je proizvodnja mladog krompira ranija, na tržištu se postiže veća prodajna cena ali se isto tako povećavaju i troškovi proizvodnje, kako kroz ulaganja u repromaterijal (malč folije, folije za niske tunele, noseću konstrukciju), tako i kroz troškove nabavke mašina. U ovom slučaju, tržište će opredeliti nivo primene različitih tehnologija gajenja.

Pri gajenju mladog krompira, kao i drugog povrća, namera je da se proizvede biološki zdrav proizvod. Jedan od preduslova za ostvarenje tog cilja je maksimalno moguća eliminacija primene hemijskih sredstava u svim fazama proizvodnje, na primer, primenom biokolektora za sakupljanje krompirove zlatice ili uklanjanje lisne mase primenom uređaja za njeno termičko sušenje.

LITERATURA

- [1] Bajkin A, Ponjičan O, Orlović S, Somer D. (2005): Mašine u hortikulturi. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 154-160.
- [2] Bajkin A, Marković V, Ponjičan O. (2006): Repromaterijal kao osnova savremene proizvodnje mladog krompira. *Revija agronomska saznanja* 16(4), 6-7.
- [3] Hoffman M. (1990): Abflamntechnik aush im Gemüsebau. *Gemüse* 4, 234-237.
- [4] Lazić Branka, Đurovka M, Marković V, Ilin Ž. (2001): Povrtarstvo. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 472.
- [5] Marković V, Bajkin A, Vračar LJ, Ponjičan, O, Mišković, A, Vujasinović, V. (2006): Uslovi za proizvodnju kvalitetne sirovine za zamrzavanje mladog krompira. *PTEP, časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi*, 10 (1-2), 16-19.
- [6] Marković V. (2006): Proizvodnja povrća u sistemu dobre poljoprivredne prakse. *Savremeni povrtar*. In Proc. VII savetovanje Savremena proizvodnja povrća. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 10 – 14.
- [7] Marković V, Bajkin A, Ponjičan O. (2006): Tehnološki i tehnički aspekti proizvodnje mladog krompira. *Savremena poljoprivredna tehnika* 32, 1-2, 48-54.

- [8] Marković V, Bajkin A, Djurovka M, Ilin Ž and Miskovic A. (2007): Technological and Technical Aspects of Young Potato Production for Freezing. Proceedings of the First Joint PSU-UNS International Conference on Bioscience: Food, Agriculture, and the Environment, August 17-19, 2006. Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Thailand.
- [9] Somer D, Bajkin A. (2000): Termička zaštita povrtarskih kultura. Biljni lekar 28, 2-3, 187-190.
- [10] www.ets-moreau.fr

Rezultati istraživanja su deo Nacionalnog projekta, program Biotehnologija i agroindustrija, pod nazivom "Paleta proizvoda od krompira – mladi smrznuti krompir", br. BTN – 331009B

TECHNICAL AND TEHNOLOGICAL ASPECTS OF YOUNG POTATO PRODUCTION

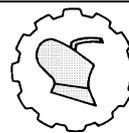
Andelko Bajkin, Vladan Marković, Ondrej Ponjičan

Faculty of Agriculture - Novi Sad

Abstract: Investigations obtained established experiments with different growing methods of young potato with utilization plant and soil covering , soil mulching and potato variety trails in the aim of choosing the best for young potato production.

Second part of research obtained analyses applied mechanization since planting up to harvesting. Special importance was given to machinery for collecting potato Colorado beetle (biocolector) and machinery for termic drying leaf mass in the aim of maximal elimination of pesticides applications in the young potato production. In this paper also were analysed machines for young potato harvesting.

Key words: *young potato, planting, covering, biocolector, termic drying leaf mass, harvesting*



UDK: 631.347.3

STUDY ON THE MIXING PROCESS IN DIRECT INJECTION SYSTEMS FOR SITE-SPECIFIC HERBICIDE APPLICATION

Jiri Vondricka, Peter Hloben, Peter Schulze Lammers

University of Bonn, Department of Agricultural Engineering, Germany

Abstract: The direct injection systems for herbicide application keep the herbicide and carriers (water) separate and meter and mix both on demand in the pipeline before entering the nozzle. That makes possible varying of herbicide concentration without leaving residues of pre-mixed solutions in the tank after operation. The ability to change the chemicals and their concentration make the system suitable for site specific herbicide application. As a consequence, there is a need to have a specific solution at the nozzle at the correct time due to the spatial accuracy of the spray system.

Key words: *herbicide, site specific application, mixing process, homogeneity, CFD.*

INTRODUCTION

The direct injection systems for herbicide application keep the herbicide and carrier (water) separate and meter and mix both on demand in the pipeline before entering the nozzle. That makes possible varying of herbicide concentration without leaving residues of pre-mixed solutions in the tank after operation. The ability to change the chemicals and their concentration make the system suitable for site specific herbicide application. As a consequence, there is a need to have a specific solution at the nozzle at the correct time due to the spatial accuracy of the spray system.

There are two operation modes for site specific herbicide application systems. The first is an offline system based on a weed map generated by a weed recognition system. In this case there is sufficient time to prepare the herbicide solution before entering the nozzle because the weed distribution is known in advance of the herbicide application. This operation mode allows premixing of the solution or preparing an appropriate mixture on demand to provide high spatial accuracy of the sprayer.

The other operating mode, an online system, couples the recognition system (camera) with an application system (sprayer). The spatial accuracy of an online system depends on the distance between recognition and application system, operation speed

and reaction time of the entire system. The maximum distance between camera and sprayer is expected to be less than 1 m when mounted at the sprayer boom for mechanical stability. The regular operation speed lies between 2 and 3 ms⁻¹. Therefore the maximum system response time should be less than 0.5 s. To reduce the response time of the direct injection system, the distance between the injection point and the nozzle has to be minimized. The sprayer response time consists of two parts – firstly injection time or response characteristic of the injection metering system, and secondly transport time between the injection point and the nozzles by the carrier flow. In the second part a uniform herbicide mixture has to be provided before the mixture enters the nozzle.

Zhu et al (1999) stated that by injecting viscose materials in the spray boom, the mixture uniformity without a mixing device is not adequate. Rockwell and Ayers (1996) reported about problems with mixing dye and carrier by injection in the nozzle as well.

In this paper Computational Fluid Dynamics (CFD) software is used to optimize the mixing process and to design an appropriate mixing chamber by simulating the flow and mixing process in the direct injection system. The results will be verified by experimental tests.

MATERIAL AND METHODS

The mixing process should reduce the concentration inhomogeneity in order to achieve a desired process result. To determine the mixture quality the standard deviation is normalized by dividing it by the average, giving a function called the coefficient of variation ($CoV = \text{standard deviation of concentration measurements} / \text{mean concentration}$). This function (most often reported as a percent) is else often called intensity of mixing or degree of segregation and is easy to comprehend. The BBA (Federal Biological Research Centre Germany) has determined the quality of the mixture in a conventional sprayer tank to have less than a 15 % deviation in homogeneity. In a typical industrial mixing process an additive might be considered well mixed at 5 % CoV (Handbook of Industrial Mixing). In a direct injection system the 5 % CoV can be taken as the limit for a well mixed homogenous mixture as well. An effective water-herbicide concentration is needed before the mixture enters the nozzle which applies it to the target area. The mixing process inside the mixing chamber must be continuous, as fast as possible for online systems, and should result in a mixture with a high degree of homogeneity. In order to achieve the short response time as required or the online application the mixing chamber should be as small as possible by constant carrier flow.

An early first step in the understanding of the continuous mixing process is the identification of the flow regime in which the process operates. The determinates are the fluid flow rate and physical properties. Flow regime can vary with flow rate and along the length of the mixing device. The quality of the mixture cannot be dependent on the flow regime. It must never occur that a part of the mixture on the nozzle has a toxic concentration which can contaminate the environment.

Blending in a flow can be radial or axial. With turbulent flow there is mass interchange in both the radial and axial directions due the turbulent eddies. In laminar

flow the velocity vectors are parallel and there is no radial mixing. When the flow is highly turbulent single phase, there are many mixer design options like empty pipe, valves, nozzles, tee and jet mixers, static or motionless mixers. When the flow is laminar, either single or multiphase, there is only one design class option: static or motionless mixers. Other inline mixing devices for turbulent flow are not usable. The motionless mixers are based on the principle of moving the streams radially by a series of baffles. These baffles may consist of twists of metal or plastic, corrugated sheets, parallel bars, small-diameter passages and of tabs sticking out from the wall. Because of the need to blend with different flow regimes and fluid properties (vide infra), three different mixer designs (KMS, SMX and Quadro) have been found and their optimization studied in direct injection systems.

- I. KMS: twisted ribbon or bowtie type, with alternating left- and right-hand twists. One element is 1.5 or 1.0 diameter in length. (Chemineer, Inc.)
- II. SMX: several stacked sheets of corrugated metal running at 30° or 45° to the pipe axis. Each element is 0.5 to 1.0 diameter in length and adjacent elements are rotated 90° relative to each other. Mixer hydraulic diameter is determined by the height of the corrugation or the number of stacked corrugated sheets. (Koch-Glitsch,LP)
- III. QUADRO: square shaped mixer doubles the number of formed layers on each mixing element. One element is about 1 side size in length. (Sulzer Chemtech)

For theoretical investigation of the mixing process the Computer Fluid Dynamics (CFD) software from Comsol Multiphysics was used. This software allows modelling of flow relations as well as chemical reactions. Because of the numerical diffusion effect by CFD software, the results will be compared with known data from literature and verified by experimental methods after that.

For different mixing chamber designs the effect of mixing ratio, fluid properties (viscosity and density) and the effect of different inlet position in the mixing process will be studied.

The results for blending in pipeline mixing chamber can be correlated by plotting the coefficient of variation reduction (CoVr = final CoV value/initial CoV value) versus length/diameter ratio (L/D). In laminar flow there is no effect of viscosity, flow rate or initial CoV on these correlations by motionless mixers. CoVr is usually found to correlate with the L/D in an exponential form,

$$\text{CoVr} = K_i^{L/D} \tag{1}$$

where blending coefficient K_i depends on the mixing device design and flow regime. The CoVr represent the effect of mixing ratio in this case. The effect of viscosity in turbulent flow for motionless mixers has been described by empirical relation (Streif et al 1988)

$$\left(\frac{L}{D}\right)_{\text{unequal}} = \left(\frac{L}{D}\right)_{\text{equal}} + K \log \frac{\mu_c}{\mu_d} \tag{2}$$

where μ_c/μ_d is the viscosity ratio and K is a coefficient depending on mixer type. There is no relation for the density effect, because the impact depends mostly on position of the mixing unit. The initial injection position affects the quality of mixing, especially in motionless mixers where the division on the edge of an element is important for the mixing process. The determination of the optimal inlet position is also necessary for the mixing chamber design.

The mixing process is studied for the sprayer with a forward speed up to 3 m/s, water application rate 100 – 500 l/ha, herbicide application rate 0,2 – 5 l/ha and different herbicide viscosity 1 – 500 mPa s and density 900 – 1200 kg/m³.

RESULTS AND DISCUSSION

The main problem with studying the mixing process in direct injection systems is the identification of the fluid dynamic mode in sprayer pipelines. Usually it varies with the machine operation speed and water application rate. The flow regime changes from laminar, to transient to fully turbulent. There is no mixing in the pipeline in the laminar flow regime. It is possible to achieve transient and fully turbulent flow in pipeline during operation by reducing the diameter.

The simplest possibility to mix the fluids is using axial interchanges in an empty pipe in turbulent flow. The value for K_i is 0.95 (Streiff et al. 1999) in this case. As initial conditions for the mixing process investigation, normal operation values for conventional field sprayers (200 l ha⁻¹ water application rate, 2 l ha⁻¹ herbicide application rate and 2 m s⁻¹ operation speed) and herbicide with physical properties similar to water have been used. It is necessary to move the injection point up to 105 L/D before the nozzle to achieve the final CoV of 5 %. The mixing length will be several times longer for viscose materials or turbulence flow (slower application speed etc.). For example, the mixing process for injecting in an empty pipeline used by Hloben (2006) has been studied and calculated. Two types of direct injection systems were considered in that study. For the configuration with a central injection in the pipeline boom section consisting of 6 nozzles the calculated CoV value on the nozzle was as high as 192 % and for the configuration with direct nozzle injection it was as high as 800 %. The mixing in a pipeline without a mixing device is also not suitable for direct injection systems.

A simple approach to pipeline mixing in turbulent flow involves the use of side injection tees. Fornay and Lee (1982) found that the momentum of the side stream must be high enough to mix fully with the bulk stream to achieve shortest mixing length. When the momentum is low, the side stream will be deflected and becomes a sidewall injection and the mixing length will be about 50 to 100 diameters. A tee mixer can rapidly reduce the mixing length by ca. 7 diameters under optimal condition but the mixing length will increase with low momentum of the side stream, low turbulences, higher viscosity etc. Therefore, using a tee or jet mixer (similar mixing principle) cannot ensure optimal homogeneity in all condition by direct injection systems.

Motionless mixers are a very efficient design option in all flow regimes and also mix fluids with high viscosity ratios. The efficiency of their mixing process was evaluated by the K_i coefficient. The CFD software calculates the blending coefficient for different flow regimes. The calculated efficiency in laminar flow is compared with known values (Streiff et al. 1999) in Table 1.

Table 1: Blending coefficient K_i for different motionless mixers – comparing calculated and known values and laminar and turbulent flow regime

Device	K_i –Laminar (calc.)	K_i -Laminar (Streiff)	K_i -Turbulent (Streiff)
Empty pipe	0	0	0.95
KMS	0.78	0.87	0.50
SMX	0.58	0.63	0.42
Quadro	0.61	-	-

Lower values of the blending coefficient (i.e. better mixing properties) in the column with calculated numbers is probably caused by numerical diffusion (see above). The effect of inlet position has been studied by CFD simulation as well. Especially with the KMS and Quadro mixer it is preferable if the herbicide concentrate flow is divided by the edge of the first element alternatively 2 – 6 mixing L/D has to be added to ensure the mixture quality.

The effect of viscosity on the mixing process can be documented with a simple mixing device (Fig.1), where two fluids are mixed under same initial flow condition. The CoV for low viscose fluid is 0.27 and for high viscose fluid it is 0.56! The impact of viscosity on the mixing process becomes clear. The coefficient K for selected mixers will be looked for.



Figure 1: Simple mixing device for testing viscosity impact on mixture homogeneity

By using known parameters the SMX mixer is an optimal solution because it has highest performance compared to other devices when mixing fluids with high viscosity ratios. A length 11 L/D is necessary to mix a herbicide to water ratio up to 1:1000 (corresponding 0.2 litre herbicide and water application rate 200 l/ha), and a viscosity ratio up to 500:1 (viscose herbicide 500 mPas and water) in turbulent flow regime while 14 L/D is required in laminar flow regime. With the KMS mixer the mixing length will be ca. 16 L/D in turbulent or 46 L/D in laminar flow regime. Turbulent flow is also needed to achieve the possible shortest response time in online driven direct injection systems because of more mixing efficiency in comparison with blending in laminar flow regime (Table 1). By direct nozzle injection the smallest mixing chamber volume can be just about 233 mm³. The time delay for standard flow conditions should be 12 ms for the SMX mixer under average flow conditions.

CONCLUSION

If all possible herbicides should be mixed, an effective mixing device is necessary to achieve appropriate homogeneity of water – herbicide mixture by all after-carrier pump injecting systems according to the first CFD investigation. Nowadays, current injection systems using only mixing in turbulent flow need a long L/D ratio to achieve the required homogeneity and are not usable with viscose chemicals. If a short mixing length or reaction time is required, the motionless mixers show good accuracy for application in direct injection systems.

Turbulent flow is recommended to optimize the mixing process and to minimize the time delay in the mixing chamber, which can be very small under optimal conditions.

REFERENCES

- [1] Zhu, H., E.H. Ozkan, D.R. Fox, D.R. Brazee, and C.R. Derksen (1998). Mixture uniformity in supply lines and spray patterns of a laboratory injection sprayer. Applied engineering in Agriculture. ASAE. 223-230.
- [2] Hloben P., M. Sökefeld and P. Schulze Lammers. (2006) Untersuchungen der Verzögerungszeiten von Direkteinspeisungssystemen für die teilschlagspezifische Applikation von Herbiziden. Agrartechnische Forschung 12 (1) p.14-18.
- [3] Paul, E.L., V.A. Atiemo-Obeng, and S.M. Kresta (2003). Handbook of industrial mixing: science and practice, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- [4] Rockwell, A.D. and P.D. Ayers. (1996). A variable rate, direct nozzle injection field sprayer. Applied Engineering in Agriculture. 12(5): 531-538.

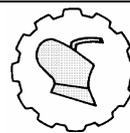
PROUČAVANJE INJEKTORSKIH SISTEMA U PARCIJALNOJ APLIKACIJI HERBICIDA

Jiri Vondricka, Peter Hloben, Peter Schulze Lammers

University of Bonn, Department of Agricultural Engineering, Germany

Sadržaj: Sistemi za direktno injektiranje herbicida drže herbicid i nosač (voda) odvojeno i mešaju ih neposredno pred razvodni sistem tj pred ulazak u raspršivač. Na taj način se omogućava variranje koncentracije herbicida bez ostavljanja ostataka u toku predmešanja. Mogućnost promene hemikata i njihovih koncentracija svrstava ovaj sistem u jedan od tehničkih sistema lokalno-specifične aplikacije herbicida. Ovo ima za posledicu distribuciju specifičnog rastvora, ka raspršivaču u određenom trenutku kako bi se ostvarila adekvatna preciznost sistema aplikacije.

Ključne reči: herbicidi, lokalno-specifična aplikacija, proces mešanja, homogenost, CFD.



UDK: 631.347

REZULTATI PRIMENE MOBILNIH SISTEMA NAVODNJAVANJA KIŠENJEM U BILJNOJ PROIZVODNJI

Rajko Miodragović, Milan Đević

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj. Ovaj rad predstavlja sintezu višegodišnjih istraživanja mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji. Istraživanjima je obuhvaćeno tri tipa mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem tipa samohodnog kišnog topa i jednog mobilnog linearnog sistem kao predstavnika pokrivajuće koncepcije. Cilj rada je određivanje eksploatacionih parametara i efekata na prinos gajenih kultura. Poljskim ogledima i eksploativnim praćenjem u sezonama primene utvrđeni su pokazatelji potrošnje energije, proizvodnosti i kvaliteta rada.

Produktivnost samohodnih kišnih topova iznosila je od 0.11 do 0.20 ha/h sa potrošnjom energije od 104 do 150.2 kWh/ha. Produktivnost linearnog sistema iznosila je 2.0 do 2.6 ha/h sa potrošnjom energije od 45.37 kWh/ha.

Posebno značajno povećanje prinosa je bilo zabeleženo kod graška, kukuruza i semenskog kukuruza u poređenju sa uslovima bez navodnjavanja.

Ključne reči: *suša, voda, samohodni kišni top, linear, potrošnja energije, produktivnost, potrošnja goriva.*

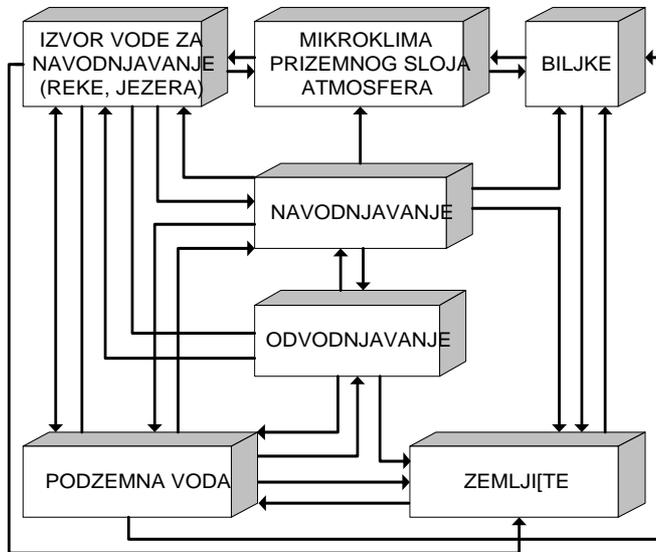
UVOD

Intenzivna biljna proizvodnja nije moguća bez navodnjavanja. Uz neka otvorena pitanja iz obrade zemljišta i primene hemijskih sredstava, u našim uslovima postaje osnovna determinanta savremene biljne proizvodnje. U svetskim razmerama, u 1975. godini oko 16,60% od ukupnih obradivih površina je bila navodnjavana. Međutim oko 30-40 % svetske proizvodnje hrane je ostvarivano upravo na ovim površinama.

Obim navodnjavanih površina se povećava i to, u proseku, po stopi od 10 miliona ha godišnje. Do 2000. godine to će značiti punih 500 miliona ha pod navodnjavanjem.

Potreba za racionalnim korišćenjem objektivnih resursa vode, dovela je do značajnog usavršavanja metoda navodnjavanja. Na primer, u periodu 1958-69. odnos površinskog navodnjavanja i navodnjavanja kišenjem se sa 1 : 10 promenio na 1 : 5,4 u SAD. Ovaj trend je nastavljen, rezultovaće povećanjem potrošnje vode za svega 5 % u funkciji navedenog povećanja obima površina pod navodnjavanjem, do 2000. godine. Ovo će biti omogućeno direktnim metodama, odnosno, usavršavanjem tehnološko-tehničkih sistema navodnjavanja i indirektno, racionalnim korišćenjem uslova proizvodnje i osobina kulturnih biljaka.

Uticaji navodnjavanja predstavljani su šematski na slici 1.



Sl. 1. Šema uticaja navodnjavanja i međusobna povezanost elemenata prirodnih i veštačkih sistema

Usavršavanje tehnološko-tehničkih sistema i njihovo uvođenje u praksu predstavlja vrlo značajnu investiciju za svakog poljoprivrednog proizvođača. Ograničenja sa ovog aspekta su opšte prisutna. Time se, posebno, potencira značaj optimalnog izbora, koji će povećanjem prinosa, u dinamici, dati i materijalne uslove za izvođenje navodnjavanja. Pored toga eksploatacija sistema se sučeljava sa potrebom vođenja, održavanja i praćenja sistema navodnjavanja, u cilju ublažavanja i otklanjanja posledica subjektivne i objektivne destrukcije sistema. Ovim se naglašava značaj eksploatacione metode sistema navodnjavanja.

Obim navodnjvanih površina u nas već niz godina egzistira na oko 2% obradivih površina. Potrebna intenzifikacija biljne proizvodnje u sklopu niza mera i postupaka zahteva povećanje fizičkog obima navodnjvanih površina.

Metoda navodnjavanja pod pritiskom, dominirajuća i u našim proizvodnim uslovima manifestuje se u svom najraznovrsnijem vidu, odnosno, kišenju. Širok dijapazon tehničkih rešenja je koncepcijski aproksimativno, prilagođen heterogenim uslovima proizvodnje. Optimalan izbor je nužnost koja se nalazi u interakciji prirodnih, agrotehničkih, tehnoloških, tehničkih i materijalnih faktora.

Projektno, izvedeni i realizovani sistemi, u praksi su izloženi raznovrsnoj destrukciji. Pored trivijalnih vidova, obično subjektivne prirode, mnogo je značajnije istaći objektivne i neizbežne destrukcije.

Tehnološko mesto, eksploatacija i održavanje sistema navodnjavanja, kao i mogućnosti alternativnog korišćenja sistema ili njegovih komponenata mogu u značajnoj meri smanjiti njegovu destrukciju i povećati materijalni efekat navodnjavanja.

MATERIJAL I METOD RADA

Metodika rada prilagođena je sadržaju i cilju rada. Poljska ispitivanja su obuhvatila eksploativna praćenja koja su u sebi sadržavala utvrđivanja sledećih parametara:

- produktivnost rada sistema
- potrošnja goriva
- kvalitet rada - ostvarivanje norme zalivanja
- efekti navodnjavanja na prinos gajenih biljaka

Prema navedenom, vršena su konkretna merenja sledećih pokazatelja:

- potrošnja goriva metodom "punog rezervoara"
- ostvarena visina vodenog taloga kišomerom dimenzija 300x300 mm, koji je konstruisan na Institutu za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu
- brzina kretanja agregata na trasama dužine 30 m
- klizanje točkova sistema po standardnoj poljskoj proceduri.

Ispitivanja su obavljena na 2 lokaliteta:

1. Ogljedno dobro za navodnjavanje Instituta za kukuruz u Zemun Polju u periodu maj-avgust 1998. godine. Ispitivana su tri mobilna uređaja tipa (samohodnog) kišnog topa.

2. Proizvodnim parcelama "PKB-a" u periodu jun-jul 2006. godine, gde je vršeno ispitivanje samohodnog linijskog uređaja.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Program istraživanja je obuhvatio tri mobilna uređaja tipa (samohodnog) kišnog topa i jednog lineara, kao predstavnika emisione i pokrivajuće koncepcije uređaja. Na lokaciji u Zemun Polju zastupljeni zemljišni podtip je bio beskarbonatni černoze, a hibridi kukuruza su bili ZP-599, ZP-651, ZP-670, ZP-670, ZP-677, ZP-678, ZP-704. Na lokaciji u "PKB-a" u zoni sistema determinisana su dva podtipa zemljišta, černoze sa znacima oglejavanja na lesu i livadska crnica na lesnoj terasi, a navodnjavane kulture su boranija, silažni kukuruz i semenski kukuruz.

Zalivne površine su se karakterisale neravnim reljefom i pravougaonim oblikom. Tehničke karakteristike sistema tipa (samohodnog) kišnog topa date su u tabeli 1 i 2.

Tab. 1. Karakteristika sistema za navodnjavanje

Tip uređaja	A-82/300-T	B-75/320-T	C-75/310-TI
Proizvođač	MZT-Skopje	MZT-Skopje	BAUER-A
Rasprskivač	Rain bird SR 103 EM		Star gun SR 35
Masa (kg)	1730	1690	1220
Širina (m)	2,20	2,20	1,89
Dužina (m)	3,30	3,50	4,41
Visina (m)	2,90	2,90	2,59
Prečnik creva (mm)	82	75	75
Dužina creva (m)	300	320	280

Modeliranje sistema je izvedeno u skladu sa datim karakteristikama uređaja za navodnjavanje (tabela 1) i izvorišta voda (tabela 2).

Osnovne tehničke karakteristike mašine sa linearnim kretanjima su:

- Tip agregata "Sever Valmont" - 15 kW sa dizel motorom "TAM" od 110,4 kW,
- Radni upravljački napon 380-110/24 V,
- Protok pumpe 120 l/s,
- Pritisak na manometru 2,2 bara,
- Mašina se kreće pravolinijski duž otvorenog kanala sa vodom,
- Mašina je vođena nadzemno - sajlom
- Mašina je dvokrilna sa dužinom 2x500 m.

Kod sistema tipa (samohodnog) kišnog topa izbor prečnika mlaznice obavljen je u kombinaciji sa karakteristikama delova sistema za navodnjavanje i varijantama celovitih sistema.

Tab. 2. Karakteristike pumpnog agregata

Pumpa	Snaga motora (kW)	Kapacitet (l/mm)	Manometarska visina (m)
I	15	530	72
		680	62
		840	31
		1000	37
II	24	330	120
		690	105
		840	85
		1000	61
III	37	960	120
		1170	110
		1380	90
		1620	67

U tabeli 3. date su radne karakteristike varijanti sistema za navodnjavanje koji su ispitivani na zalivnom polju.

Eksploatacioni pokazatelji su utvrđeni za normu zalivanja od 20 mm pri jednom proходу, efektivno.

Tab. 3. Radna karakteristika varijanti sistema za navodnjavanje

Varijanta	Prečnik mlaznice (mm)	P r i t i s a k (bar)		Protok (l/s)
		na mašini	na mlaznici	
A - I	20,32	5,00	3,50	8,00
A - II	22,86	7,00	4,50	11,00
B - I	17,70	5,70	3,50	6,30
B - II	20,32	8,30	4,00	8,90
C - II	22,86	8,00	3,50	9,60
A - III	20,32	7,30	5,00	9,50
B - III	20,32	7,30	3,50	8,40
A - III	20,32	7,10	5,00	9,50
C - III	22,86	7,10	3,00	8,90
B - III	20,32	7,40	3,50	8,40
C - III	22,86	7,40	3,20	9,20

U tabeli 4. dati su osnovni eksploatacioni pokazatelji ustanovljeni merenjem, za date varijante sistema navodnjavanja.

Tab. 4. Pregled eksploatacionih pokazatelja

Varijanta	Radna širina (m)	Domet (m)	Učink (ha/pr.)	Efektivni rad (h)	Utrošak vode (m ³)	Utroš.energ. (kWh/pr.)
A - I	59	29,50	1,88	13,09	377,00	196,40
A - II	68	34,00	2,20	11,13	440,60	289,40
B - I	55	27,50	1,86	16,37	371,20	245,60
B - II	60	30,00	2,04	12,73	408,00	331,00
C - II	62	31,00	1,87	10,80	373,20	280,80

U tabeli 5. posebno se daju eksploatacioni pokazatelji rada sistema ostvarenih na III izvorištu i u simultanom radu.

Tab. 5. Eksploatacioni pokazatelji na pumpnom agregatu III

Varijante	Radna širina (m)	Domet (m)	Učink (ha/pr.)	Efektivni rad (h)	Utrošak vode (m ³)	Učink (ha/h)	Potroš. energ. (kWh)
A	65	32,50	2,10	12,26	419,20	2,10	453,60
B	57	28,50	1,93	12,76	385,80	1,85	-
A	65	32,50	2,10	12,26	419,20	1,92	415,90
C	60	30,00	1,80	11,24	360,00	1,80	415,90
B	57	28,50	1,93	12,76	385,80	1,64	402,20
C	60	30,00	1,80	10,87	360,00	1,80	402,20

Na osnovu ustanovljenih eksploatacionih parametara određeni su pokazatelji proizvodnosti rada i utroška energije za ispitivane varijante, tabela 6.

Analiza eksploatacionih pokazatelja je izvedena na bazi potrošnje vode od 200 m³/ha. Povećanje norma zalivanja za svakih 10 mm, uticalo je na povećanje potrebnog vremena od 2,55 do 4,41 h/ha. Povećanje norme zalivanja sa 20 mm na 30 mm smanjilo je proizvodnost sistema za oko 33%. Analogno se povećava i utrošak pogonske energije.

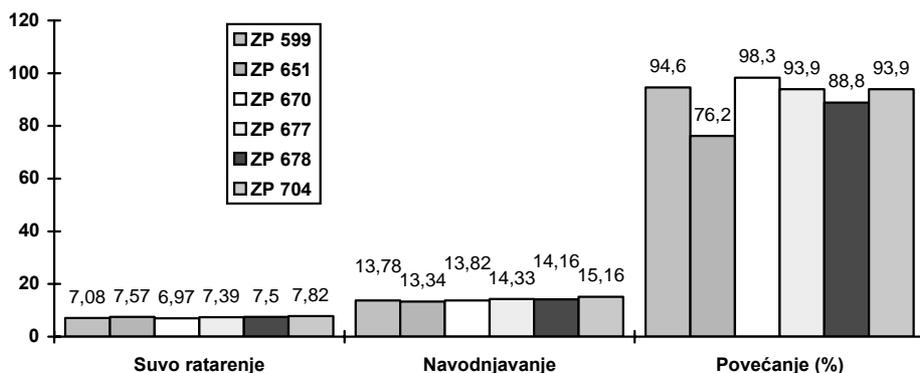
Tab. 6. Proizvodnost rada i utrošak energije ispitivanih varijanti

Varijanta	Utrošeno			Promena norme za 10 mm h/ha
	h/ha	ha/h	kWh/ha	
A - I	6,94	0,144	104,50	± 3,47
A - II	5,05	0,198	131,50	± 2,53
B - I	8,82	0,113	132,00	± 4,41
B - II	6,24	0,160	162,20	± 3,12
C - II	5,79	0,173	150,20	± 2,89
A - III	5,85	0,171	114,80	± 2,92
B - III	6,61	0,101	-	± 3,31
A - III	5,85	0,171	111,80	± 2,92
C - III	6,24	0,160	111,80	± 3,12
B - III	6,61	0,101	116,90	± 3,31
C - III	6,04	0,166	116,90	± 3,01

U tabeli 7. su dati ostvareni prinosi zastupljenih hibrida u uslovima suvog ratarenja i navodnjavanja.

Tab. 7. *Prinosi kukuruza u uslovima uzgajanja (t/ha)*

Hibrid	Suvo ratarenje	Navodnjavanje	Povećanje (%)
ZP 599	7,08	13,78	94,60
ZP 651	7,57	13,34	76,20
ZP 670	6,97	13,82	98,30
ZP 677	7,39	14,33	93,90
ZP 678	7,50	14,16	88,80
ZP 704	7,82	15,16	93,90

Graf. 1. *Uporedni prikaz ostvarenih prinosa u uslovima suvog ratarenja i navodnjavanja*

Ostvareno povećanje prinosa u interakciji sa hibridom varirala je od 76,20% (ZP 651) do 98,30% (ZP 670), što se vidi i iz grafikona 1.

Pri eksploatacionom praćenju linijskog uređaja za navodnjavanje kišenjem u proizvodnim uslovima "PKB-a" vršena su merenja prethodno navedenih faktora koji će biti pojedinačno izloženi i predstavljeni tabelarno i grafički.

U tabeli 8. prikazana je potrošnja goriva linearnog sistema za navodnjavanje.

Tab. 8. *Potrošnja goriva sistema*

Merenja	Potrošnja goriva po času rada (l/h)	Potrošnja goriva po hektaru (l/ha)
1	25,40	10,94
2	23,20	10,00
3	22,25	9,59
4	20,16	8,69
5	20,35	8,76
6	19,73	8,20
7	21,45	8,65
8	22,30	9,45
9	20,25	8,58
10	19,31	8,18
Srednja vrednost	21,44	9,10

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati, da je potrošnja goriva po času rada motora nešto više od one koju proizvođač propisuje (18-20 l/h) i iznosi prosečno oko 21 l/h, odnosno 9,10 l/ha. Ovo minimalno povećanje potrošnje može se pravdati povećanim klizanjem (prosečna vrednost klizanja iznosi 18 %).

U tabeli 9. dat je prikaz vrednosti ostvarenog vodenog taloga.

Tab. 9. Vrednosti ostvarenog vodenog taloga (mm)

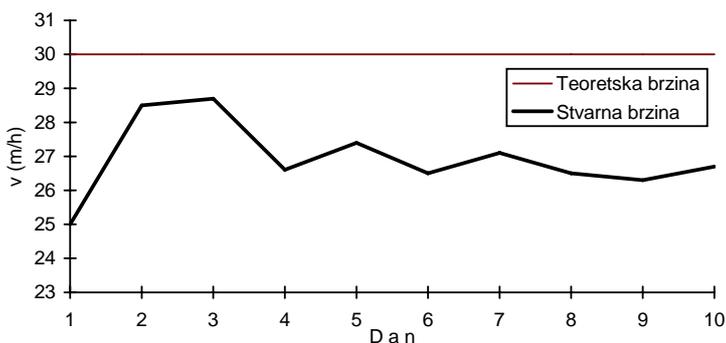
Pozicija	1 toranj	3 toranj	5 toranj	7 toranj	9 toranj
Ponavljjanje	15,56	15,94	15,00	18,78	16,89
	11,83	17,44	16,00	25,39	18,89
	10,50	13,50	15,22	20,46	13,61
	12,89	18,00	11,28	28,61	13,89
	11,28	13,72	11,61	22,78	15,72
Srednja vrednost	12,41	15,72	13,82	23,20	15,80

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da visina ostvarenog vodenog taloga varira, odnosno kreću se u intervalu od 12,41 mm do 23,20 mm. S obzirom da je procentualni programator bio podešen na 30 propisana visina vodenog taloga od strane proizvođač bi trebala da iznosi 14,78 mm. Razlog ovog odstupanja leži u neadekvatnom održavanju tj. prečnik prskaca nije adekvatan s obzirom na toranj.

U tabeli 10. i grafikonu 2. date su vrednosti teoretske brzine kretanja, ostvarenih brzina kretanja na osnovu izvršenih merenja i vrednosti klizanja točkova uz napomenu da je procentualni programator podešen na 30%.

Tab. 10. Teoretske i ostvarene brzine kretanja

Dan	Teoretska brzina (m/h)	Stvarna brzina (m/h)	Klizanje (%)	Učinak (ha/h)	Potroš.energije (kWh/ha)
1	30	25.74	14.2	2.6	42.46
2	30	26.28	12.4	2.6	42.46
3	30	20.46	31.8	2.0	55.20
4	30	24.72	17.6	2.5	44.16
5	30	22.92	23.6	2.3	48.00
6	30	25.56	14.8	2.6	42.46
7	30	24.16	19.5	2.4	46.00
8	30	23.40	22.0	2.3	48.00
9	30	25.80	14.0	2.6	42.46
10	30	26.40	12.0	2.6	42.46
Sr. vrednost	30	24.54	18.2	2.45	45.37



Graf. 2. Teoretska i stvarna brzina

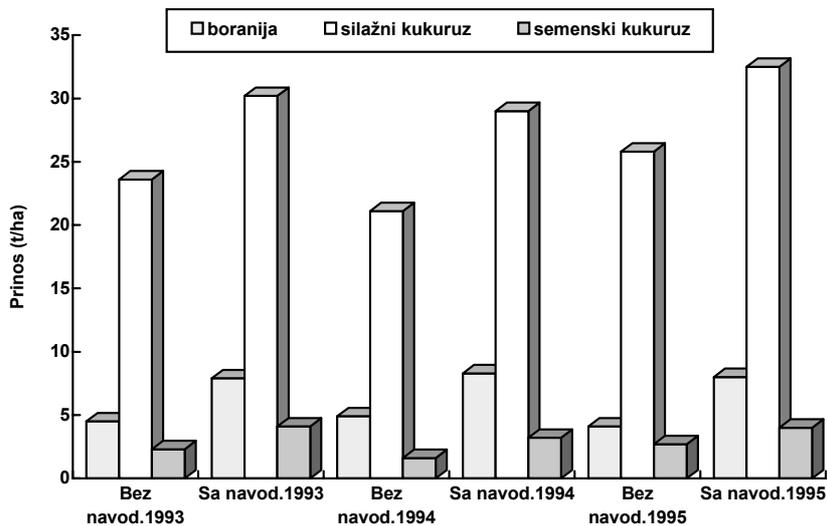
Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da klizanje prelazi vrednost od 15%, što ima za posledicu nešto veći utrošak energije. Razlog povećanom klizanju leži u većoj količini vodenog taloga od zadate

Efekat navodnjavanja na prinos je veoma veliki, što prikazuju visoki ostvareni prinosi gajenih useva. To svakako doprinosi intenziviranju poljoprivredne proizvodnje kao i mogućnost ostvarenja dve žetve godišnje.

U tabeli 11. dati su prinosi gajenih kultura ostvarenih u uslovima navodnjavanja i bez navodnjavanja.

Tab. 11. Efekti navodnjavanja na prinos kultura u zalivnom polju

Kultura	Prinos (t / ha)					
	1993.		1994.		1995.	
	Bez navodnj.	Sa navodnj.	Bez navodnj.	Sa navodnj.	Bez navodnj.	Sa navodnj.
Boranija	4,5	7,9	4,9	8,3	4,1	8,0
Sil.kukuruz	23,6	30,2	21,1	29,0	25,8	32,5
Sem.kukuruz	2,3	4,1	1,6	3,2	2,7	4,0



Graf. 3. Prikaz ostvarenih prinosa sa i bez navodnjavanja

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su u uslovima navodnjavanja prinosi bili znatno veći (grafikon 3), što svakako opravdava primenu ovih sistema za navodnjavanje uz dobru organizaciju rada i racionalno korišćenje.

ZAKLJUČAK

Usklađivanje parametara sistema za navodnjavanje je osnovni uslov njihovog optimalnog korišćenja.

U tom smislu su za određeno izвориšte i tip uređaja definisani odnosi prečnika mlaznica, pritiska i protoka vode.

Proizvodnost rada i utrošak energije u efektivnom vremenu zavise od obroka zalivanja u jednom proходу.

Produktivnost lineara je bila od 2,0 do 2,6 ha/h. Potrošnja energije testiranih sistema navodnjavanja je bila 125,3 kWh/ha za samohodni kišni top a 45,37 kWh/ha za linear. Razlika je bila vrlo značajna (36,21%) i pokazuje prednost linearnog sistema.

Linijski uređaji za navodnjavanje kišenjem predstavljaju savremene uređaje za intenzivno zalivanje i iziskuju vrlo stručan, kvalitetan i efikasan rad ljudi, kako onih koji rukuju njima, tako i onih koji izrađuju eksploatacione sezonske programe za njihovo korišćenje.

Ostvareno povećanje prinosa, primenom navodnjavanja je vrlo značajno, (varira zavisno od rasta gajenih kultura) i opravdava ekonomska ulaganja "sistema" za navodnjavanje.

LITERATURA

- [1] Avakumović D. (1994): Navodnjavanje. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [2] Vasić G., Branka Kresović, Tolimir M. (1994): Efekti navodnjavanja mašina tipa "Rainger" i "Linear" na prinos gajenih useva. Seminar agronoma. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 119-127.
- [3] Đević M., Kresović Branka (1993): Mobile irrigation systems in maize production, Review of Research Work at the Faculty of Agriculture, Vol. 40 No 1, 131-135.
- [4] Mančev S. (1996): Primena linijskog uređaja za navodnjavanje kišenjem u uslovima gazdinstva PDS "PKB Opovo". Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- [5] Čorović R. (1992): Projektovanje meliorativnih sistema. Poljoprivredni fakultet. Beograd.

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.

INVESTIGATION OF MOBILE IRRIGATION SYSTEMS FOR PLANT PRODUCTION

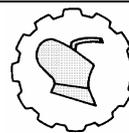
Rajko Miodragović, Milan Đević
Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: This paper provides the synthesis of long lasting research of mobile raining irrigation systems in crop and vegetable production. The research included three types of mobile self-propelled rain guns and one linear representing both broadcasting and covering concepts. The paper is aimed at determining exploitation parameters and yielding effects in cropping. Field testing and exploitation monitoring in adequate seasonal use provided the indicators of energy consumption, productivity and work quality.

The productivity of self-propelled rain guns ranged from 0.11 to 0.20 ha/h with energy consumption from 104 to 150.20 kWh/ha. The linear productivity ranged between 2.0 and 2.6 ha/h with energy consumption of 45,37 kWh/ha.

Extremely significant yield increase was recorded in greenbeans, maize (corn, popcorn, sweet corn) and seed maize production in comparison to dry cropping alternative.

Key words: *drought, water, self - propelled rain guns, linear, energy consumption, productivity, fuel consumption.*



UDK: 631.542

MEHANIZOVANA REZIDBA ŠLJIVE

Vaso Komnenić¹, Mirko Urošević², Milovan Živković²

¹Institut PKB Agroekonomik, Padinska Skela-Beograd
vasokom@yahoo.com

²Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd

Sadržaj: Rad predstavlja rezultate istraživanja mehanizovane rezidbe šljive sorte stenley. Rezidba je obavljena hidrauličnim rezačem HR-85 u agregatu sa traktorima Rakovica 65 i Torpedo TD 75A. Rezultati ispitivanja pokazuju da se mehanizovana rezidba može koristiti u proizvodnji šljive za industrijsku preradu. Indeks proizvodnosti mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom u odnosu na ručnu rezidbu je 1,50 i mehanizovane rezidbe u odnosu na ručnu je 87,94 što je zavisilo od stanja zasada, odnosno prosečno za dve godine ispitivanja 1,90 odnosno 58,5.

Gljučne reči: šljiva, mehanizovana rezidba, korekcija, indeks proizvodnosti, pokazatelj.

UVOD

Svedoci smo sve intenzivnije primene mehanizacije u rezidbi voća za industrijsku preradu u našim voćarskim zasadima, posebno u zasadima višnje i šljive.

Industrija je tržištu ponudila različite tipove rezača za rezidbu koji se usavršavaju, a pojavljuju se i novi modeli ovih mašina različitih koncepcija rada.

Stalno prisutni problemi u vreme rezidbe šljive, kao što su nedostatak radne snage, visoki troškovi za njeno angažovanje i produžena rezidba, doprineli su da se ubrzo uvođenje mašina u rezidbi koštičavog voća za industrijsku preradu. Primenom mašina ne samo da se smanjuju troškovi proizvodnje, već se i vreme znatno skraćuje, a što se pozitivno odražava na kvalitet prerađevina.

Jocić et al. (1987), ispituju mehanizovanu rezidbu jabuke i šljive. Za mehanizovanu rezidbu šljive iznose podatke o učinku za bruto radno vreme od 2,7537 ha, prosečne radne brzine od 1,51–1,58 km/h i procentu utroška radnog vremena čistog rada od 83,17%. Nenić et al. (1996), iznose rezultate ispitivanja HR-85 u rezidbi jabuke i daju zaključak da HR-85 postiže solidan učinak 3,35 ha bruto površine u rezidbi jabuke kao i da prosečna radna brzina treba da bude veća od 2,21 km/h.

MATERIJAL I METOD

Ispitivanje hidrauličnog rezača HR-85 u uslovima eksploatacije obavljeno je u sezoni rezidbe šljive u PKB "Barajevske plantaže"- Barajevo, u zasadu šljive Pajšuma i Đurinci.

Rezač je radio u agregatu sa traktorom Rakovica 65 i Torpedo TD 75A.

Sorta šljive je - Stenley, uzgojni oblik poboljšana piramida, na podlozi džanarika razmaka sadnje 6 x 5 m.

Varijante ogleada u rezidbi šljive su bile:

M/M - mehanizovana rezidba

MR/MH - mehanizovana rezidba sa ručnom korekcijom

R/H - ručna rezidba

Dimenzije stabla i obim debla su merena metrom. Visina debla je merena od tla do prvih ramenih grana, a obim debla je meren na visini 40 cm od tla. Visina i širina krune merena je numerisanom letvom dužine 6 m. Letva je bila numerisana na svakih 5 cm dužine i sastojala se iz tri dela svaki deo dužine 2 m. Spajanje letve obavljeno je preko dve metalne kvadratne cevi dužine 20 cm. Dimenzije ploda su merene nonijusom.

Efektivno radno vreme je obračunato bez zastoja i odmora, a bruto je preračunato sa svim zastojima i odmorima.

Hidraulični rezač HR-85 je vučena mašina koja se agregatira sa traktorima snage preko 45 KW. Namenjen je za rezidbu različitih vrsta voća za industrijsku preradu (višnja, trešnja, šljiva, maslina, breskva, jabuka, kruška).

U toku rada hidrauličnim rezačem HR-85 angažovana su dva radnika (traktorista i rukovaoc rezačem).

REZULTATI I DISKUSIJA

Vreme rezidbe i visina debla dat je u tabeli 1. Rezidba šljive je obavljena u prvoj dekadi marta 2000. godini i trećoj dekadi marta 2001. godine. Prosečna visina debla iznosila je 72,30 cm u 2000. godini, a u 2001. godini je bila 73,15, što iznosi rast od 0,85 cm.

Tabela 1. Vreme rezidbe i visina debla

Pokazatelji	2000	2001
Vreme rezidbe	5.03.	20.03.
Visina debla (cm)	72,30	73,15

Pre rezidbe meren je obim debla. Rezultati merenja obima debla dati su po varijantama ogleada u tabeli 2.

Tabela 2. Rezultati merenja obima debla

Način rezidbe	2000 god.	2001 god.
	(cm)	(cm)
Mehanizovana rezidba	73,96	74,76
Mehanizovana sa ručnom korekcijom	74,54	75,34
Ručna rezidba	74,14	74,85

Iz tabele 2. se vidi da je prosečan obim debla uglavnom bio ujednačen.

Pre i posle rezidbe merene su visina i širina krune, a rezultati su dati u tab. 3. i 4. Iz tabele 3. se vidi da je visina krune pre rezidbe u zasadu Pajšuma bila od 500,3–520,3 cm a posle rezidbe se kretala od 379,0 cm kod mehanizovane rezidbe do 479,0 kod ručne rezidbe. U zasadu Đurinci visina krune se kretala od 487,5–535,3 cm, a posle rezidbe se kretala od 404,6 cm kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom do 470,0 cm kod ručne rezidbe. Kod ručne rezidbe visina krune posle rezidbe je bila veća od 64 do 100 cm u odnosu na mehanizovani način rezidbe.

Tabela 3. Visina krune šljive pre i posle rezidbe

Način rezidbe	Visina krune (cm)			
	Pajšuma		Đurinci	
	Pre rezidbe	Posle rezidbe	Pre rezidbe	Posle rezidbe
M/M	500,3	379,0	535,3	419,3
MR/MH	510,0	381,3	487,5	404,6
R/H	520,3	479,0	519,0	470,0

Iz tabele 4. se vidi da se širina krune kretala pre rezidbe u zasadu Pajšuma od 498,0–514,3 cm a posle rezidbe se kretala od 344,3 cm kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom do 453,0 kod ručne rezidbe. U zasadu Đurinci širina krune se kretala od 451,0–528,6 cm, a posle rezidbe se kretala od 434,6 cm kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom do 425,0 cm kod ručne rezidbe. Kod ručne rezidbe i širina krune je posle rezidbe bila veća od 78 do 102 cm u odnosu na mehanizovani način rezidbe.

Tabela 4. Širina krune šljive pre i posle rezidbe

Način rezidbe	Širina krune (cm)			
	Pajšuma		Đurinci	
	Pre rezidbe	Posle rezidbe	Pre rezidbe	Posle rezidbe
M/M	500,6	351,3	470,0	347,0
MR/MH	514,3	344,3	451,0	334,6
R/H	498,0	453,0	528,6	425,0

U tabeli 5. dati su rezultati trajanja rezidbe po varijantama ogleđa. Vidi da se rezidba po stablu kretala od 14,4 s/stablo kod mehanizovane rezidbe u agregatu sa traktorom Torpedo TD 75 do 1152,4 s/stablo kod ručne rezidbe. Prosečna brzina rada za obe godine je bila 2,2 km/h kod rada sa traktorom Rakovica 65, odnosno 2,8 km/h u radu sa traktorom Torpedo TD 75. Znatno povećanje brzine rada u 2001. godini je usledilo zbog činjenice da nije bilo grana za rezidbu prečnika većih od 30 mm.

Tabela 5. Pokazatelji rezidbe šljive

Pokazatelji	M/M		MR/MH		R/H	
	R-65	T-75	R-65	T-75	R-65	T-75
Vreme rezidbe s/stablo	19,7	14,4	603,5	250,3	1152,4	796
Brzina rada (km/h)	2,2	2,8	2,2	2,8	-	-
Indeks proizvodnosti	58,5	55,3	1,9	3,2	1	1

Indeks proizvodnosti se kretao od 1 kod ručne rezidbe do 87,94 kod mehanizovane rezidbe u drugoj godini ispitivanja dok je prosečan indeks proizvodnosti za obe godine bio 58,5 (Rakovica 65) i 55,3 (Torpedo TD 75). Odnos mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom i ručne rezidbe je 1,9 (Rakovica 65) do 3,2 (Torpedo TD 75). Komnenić (1994), iznosi podatke ispitivanja HR-85 u agregatu sa traktorom Torpedo 9006 da mehanizovana rezidba u odnosu na ručnu je 56,13 puta brža, odnosno 28,66 puta brža u odnosu na mehanizovanu rezidbu sa ručnom korekcijom. Ručna rezidba je za 1,89 puta sporija u odnosu na mehanizovanu rezidbu sa ručnom korekcijom.

U tabeli 6. dat je prinos šljive po varijantama oglada.

Tabela 6. Prinos šljive

Način rezidbe	Prinos šljive kg/stablo		
	2000	2001	Prosek
M/M	63,47	63,60	63,53
MR/MH	66,11	66,21	66,16
R/H	71,37	69,40	70,38

Prinos šljive se kretao od 63,47 kg/stablu u 2000. godini kod mehanizovane rezidbe do 71,37 kg/stablo kod ručne rezidbe, a u 2001. godini od 63,60 kg/stablo kod mehanizovane rezidbe do 69,40 kg kod ručne rezidbe. Prosečan prinos je bio 63,53 kg/stablo kod mehanizovane rezidba do 70,38 kg/stablo kod ručne rezidbe. Prosečni prinos po stablu šljive stenli kod ručne rezidbe je veći u odnosu na mehanizovanu rezidbu za 6,85 kg/stablo i 4,22 kg/stablo kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom

U tabeli 7. date su karakteristike ploda šljive po varijantama oglada. Masa ploda šljive bila je najveća u 2001. godini kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom 28,75 g a najmanja kod ručne rezidbe u 2000. godini 21,10 g. Dužina ploda je bila najveća 2001. godine kod mehanizovane rezidbe 45,04 mm, a najmanja kod ručne rezidbe 43,10 mm u 2000. godini. Širina ploda je bila najveća kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom 33,90 mm u 2001. godini, a najmanja kod ručne rezidbe 31,60 mm u 2000. godini.

Visina ploda je bila najveća kod mehanizovane rezidbe sa ručnom korekcijom 32,15 mm u 2001. godini, a najmanja kod ručne rezidbe 28,60 mm u 2000. godini. Najmanji plod je bio kod ručne rezidbe u 2000. godini. Rezultati merenja su pokazali da su plodovi koji su otrešeni sa stabala koja su orezana mehanizovano bili krupniji od onih koji su orezani ručno.

Tabela 7. Karakteristike ploda šljive

Karakteristike ploda	M/M		MR/MH		R/H	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Masa ploda (g)	27,00	28,40	26,30	28,75	21,10	25,75
Dužina ploda (mm)	44,17	45,04	43,77	45,34	43,10	44,65
Širina ploda (mm)	32,30	33,01	32,57	33,90	31,60	33,16
Visina ploda (mm)	28,67	31,16	29,97	32,15	28,60	31,46

ZAKLJUČAK

Na osnovu dvogodišnjih istraživanja rezidbe šljive hidrauličnim rezačem HR-85 možemo izvesti sledeće zaključke:

- Mehanizovanu rezidbu šljive sorte stenly treba slobodnije primenjivati u tehnologiji proizvodnje.
- U ispitivanju mehanizovana rezidba je u odnosu na ručnu imala indeks proizvodnosti 55,3 do 58,5.
- Rezultati merenja su pokazali da su plodovi koji su otrešeni sa stabala koji su orezani mehanizovano bili krupniji od onih koji su orezani ručno.

LITERATURA

- [1] Jocić T., Komnenić V., Nenić P., Krupežević D., Vidojević R. (1987): Iskustva sa mehanizovanim rezidbom voćaka u PK „Beograd“, Agrotehničar 10, Zagreb, 39-41.
- [2] Komnenić V. (1994): Mehanizovana rezidba šljive sorte stenlej, 8 Savetovanje agronoma i tehnologa, Zbornik radova, Smederevo, 120-123.
- [3] Nenić P., Živković M., Komnenić V. (1992): Ispitivanje uređaja za rezidbu i berbu voćaka, Zbornik radova 18 naučnog skupa Poljoprivredna tehnika POT 92, Donji Milanovac, 101-106.
- [4] Nenić P., Komnenić V. (1996): Proučavanje uređaja za konturnu rezidbu, Zbornik radova DPT 96, Beograd, 137-142.

MECHANIZED PRUNING OF PLUMS

Vaso Komnenić¹, Milovan Živković², Mirko Urošević²

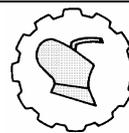
¹*Institute PKB Agroekonomik, Padinska Skela-Belgrade
vasokom@yahoo.com*

²*Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade*

Abstract: The paper presents the results of the two-year long experiments with mechanized plum pruning of cv Stanley with hydraulic pruner HR-85 powered by tractors Rakovica 65 and Torpedo TD 75A.

The results suggest that mechanized pruning is more widely applied in plum production and processing. Index of productivity of mechanized pruning with manual correction and mechanized pruning in comparison with manual pruning ranges from 1,50 to 87,94, depending on the condition of the orchard, average for two years investigation from 1,90 to 58,5.

Key words: plum, mechanized pruning, index productivity.



UDK: 631.361.022

РЕЗУЛТАТИ ПОЉСКО-ЛАБОРАТОРИЈСКИХ ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА РАДА НЕКИХ КОМБАЈНА ПРИ ЖЕТВИ ПШЕНИЦЕ

Саша Бараћ¹, Драгослав Ђокић², Милан Биберџић¹

¹Пољопривредни факултет - Приштина, Зубин Поток

²Институт за Крмно биље - Крушевац

sbarac@eunet.yu

Садржај: Убирање пшенице данас се обавља једнофазно, применом жетвених комбајна са различитом технолошком шемом уређаја за вршидбу. За све је заједничко да се жетва обавља једнофазно, уз различит квалитет рада. На квалитет рада жетвених комбајна утиче већи број фактора, почев од стања усева, подешености комбајна, односно дефинисаности релевантних параметара, исправности, обучености руковаоца. Уколико релевантни параметри нису усклађени, онда се квалитет рада комбајна нарушава у значајној мери, чиме се повећавају губици и удео примеса у овршеној маси. Циљ истраживања био је да се пољско-лабораторијским испитивањима неких комбајна утврди квалитет рада, у зависности од релевантних параметара, те да се са основу добијених резултата укаже на предности, односно на недостатке примењене концепције.

Кључне речи: комбајн, жетва, квалитет рада, зрно.

УВОД

Жетва пшенице принципијелно посматрано у зависности од комплекса машина, технолошког процеса, утрошка рада и енергије, величине губитака, као и трошкова може бити обављена вишефазно, двофазно и једнофазно. За жетву пшенице користе се жетвени комбајни који у једном проходу обаве кошење, вршидбу и сепарацију зрна од примеса и сламе. Захваљујући увођењу савремених комбајна у технолошки процес жетве, губици се значајно смањују, што истовремено значи да се и приноси повећавају. Квалитет рада комбајна огледа се са аспекта губитака који се јављају на појединим деловима комбајна, квалитета овршене масе и удела примеса. Чињеница је да се код нас у експлоатацији користе комбајни који су у значајном проценту старији од петнаест година, што директно утиче на висину губитака и квалитет овршене масе. У радовима многих аутора може се запазити присуство проблематике убирања стрних жита у ужем и ширем

смислу. При испитивању ефеката рада комбајна Ђуго Ђаковић М-1620 Н, [9] наводе да је чистоћа зрна задовољавајућа јер је цело зрно у узорку из бункера било заступљено у распону од 96,30-97,51%. [7] закључују да се код свих житних комбајна уочава тежа конструктора ка једноставним техничким решењима са мало покретних делова, са новим конструкцијама бубња, подбубња, сламотреса и сепаратора. Губици у жетви пшенице су редован пратилац и они се не могу избећи, али се правилном експлоатацијом комбајна могу свести на минимум, [8]. Број обртаја витла на житним комбајнима треба ускладити са брзином кретања комбајна. Губици хедера се крећу од 0,1-1,0%, док се укупни губици вршалице крећу од 0,15-0,8% од приноса. Оптимални квалитет рада код комбајнирања стрних жита постиже се при влажности од 14-16%, [6]. Квалитет овршене масе је задовољавајући са преко 90% целог зрна и мање од 1% неовршеног зрна, [10]. Код савремених житних комбајна са добрим техничким решењима параметри техничке и технолошке сигурности су изузетно добри, што указује на квалитет набављених машина, [3]. Исти аутори наводе да у структури овршене масе цело зрно чини преко 90%. Разматрајући ефекте рада неких комбајна при комбајнирању пшенице, [4] наводи да су код комбајна Б губици хедера варирали од 3,32 kg/ha па до 5,95 kg/ha што представља 0,05-0,08% од биолошког приноса, док су код комбајна А губици износили 6,18-20,19 kg/ha, односно 0,14-0,45% од биолошког приноса. Исти аутор наводи да је у овршеној маси целог зрна било 97,10%, поломљеног 0,75, штурог 1,10% а осталих примеса 1,05%. Испитујући житни комбајн CLAAS LEXION 450 у условима убирања кукуруза и пшенице, [2] наводе да је у зависности од дефинисаних параметара и брзине кретања комбајна, целог зрна у овршеној маси било 86,17-93,41%, поломљеног 6,30-13,47%, а примеса 0,29-0,36%. [1] наводе да су губици вршећег уређаја варирали од 5,18 kg/ha до 13,68 kg/ha код комбајна А, односно 5,14 до 17,55 kg/ha код комбајна Б. [5] наводе да се увођење нових комбајна у технолошки процес сагледава са аспекта губитака и квалитета овршеног зрна. Тако 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 изложена у овом раду су извршена на производним површинама у агроеколошким условима Срема, које су по облику и величини такве да представљају просечно стање усева, при чему је вођено рачуна о уједначености склопа биљака и њиховој уједначености по висини. Површине су биле углавном равне или благо нагнуте, а заступљене су биле сорте Победа и Ренесанса. После одабира парцеле утврђен је биолошки принос и то по дијагонали парцеле, као и стање усева. У испитивањима су коришћени комбајни Z142 RM (комбајн А) и JD 2264 (комбајн Б). Утврђивани су губици на хедеру у зависности од периферне брзине витла и линеарне брзине комбајна, губици на вршећем уређају, односно, на бубњу у зависности од размака подбубањ-бубањ и периферне брзине бубња, као и квалитет овршене масе. Квалитет овршене масе односио се на садржај: целог, поломљеног, штурог зрна као и на остале примесе. За утврђивање губитака коришћен је жичани рам (1 m²). Рам је постављен након проласка комбајна са стране иза хедера где не сметају слама и плева, уз узимање узорака најмање три пута, при чему је настојано да комбајн ради пуном ширином радног захвата.

Губитак вршалице је утврђиван постављањем одговарајуће посуде, при кретању комбајна, између предњих и задњих токова попреко или косо под углом од 10-20⁰ у односу на правац кретања. Квалитет овршеног зрна је одређиван узимањем узорака из бункера комбајна при чему је бележен број узорака и режим рада комбајна. Одређивање процентуалног садржаја здравог и поломљеног зрна и примеса вршено је накнадно у лабораторијским условима. За примењену методику се може рећи да је била стандардна за ову проблематику, а тиче се пољско-лабораторијских и експлоатационих испитивања комбајна.

Технички подаци испитиваних комбајна приказани су у табели 1.

Таб. 1. Технички подаци испитиваних комбајна

Параметри	Тип комбајна	
	А	Б
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 чему је принос био релативно висок и износио је преко 5 t/ha, са доста житне масе. Основни подаци о усеву и режиму рада комбајна приказани су у табели 2.

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

Параметри	Тип комбајна	
	А	Б
1	2	3
А. УСЕВ		
Сорта	"Победа"	Ренесанса
Просечни принос (t/ha)	5,72	6,75
Влажност зрна и сламе (%)	11,22 и 19,20	11,73 и 19,4
Број биљака по m ²	547	625
Стање усева	Усправан без корова	Усправан без корова
Однос зрно:слама	1:1,17	1:1,05
Б. КОМБАЈН		
Периферна брзина бубња (m/s)	26,7 ;29,8 и 33,0	27,6;29,4 и 31,1
Отвореност под бубња на улазу (mm)	12;16 и 20	10;12 и 15
Број обртаја вентилатора (min ⁻¹)	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 1,39
Проток житне масе (kg/s)	2,4;3,08 и 4,18	9,08;10,2 и 11,34
Број обртаја бубња (min ⁻¹)	850-1050	900

У табели број 3. приказани су губици комбајна *A* у зависности од дефинисаних параметара, изражени у (kg/ha).

Таб. 3. Губици комбајна *A* у зависности од дефинисаних параметара (kg/ha)

ГУБИЦИ ХЕДЕРА (kg/ha)					
Брзина кретања комбајна (m/s)			Брзина витла (m/s)	Влага зрна (%)	
$V_1=0,48$	$V_2=0,62$	$V_3=0,84$			
Губици (kg/ha)			Периферна брзина бубња (m/s)	Влага зрна (%)	
7,35	5,76	4,37			0,94
12,32	10,14	8,75			1,41
18,29	16,30	13,91			1,88
ГУБИЦИ ВРШАЛИЦЕ					
Размак подбубањ -бубањ на улазу (mm)			Периферна брзина бубња (m/s)	Влага зрна (%)	
12	16	20			
Губици (kg/ha)			Периферна брзина бубња (m/s)	Влага зрна (%)	
11,34	10,26	9,0			26,7
12,42	11,35	10,26			29,8
13,68	12,78	11,88			33,0

На основу резултата у табели 3, може се закључити да су губици на хедеру код комбајна *A* варирали у распону од 4,37 kg/ha (брзина кретања комбајна 0,84 m/s; периферна брзина витла од 0,94 m/s), па до 18,29 kg/ha (брзина кретања комбајна од 0,48 m/s; брзина витла од 1,88 m/s). Евидентан је утицај брзине кретања комбајна и периферне брзине витла на губитке хедера. Ако посматрамо појединачно брзине кретања, уочава се да се при брзини кретања комбајна од 0,48 m/s губици на хедеру повећавају са променом броја обртаја витла. Тако су најмањи губици при брзини витла од 0,94 m/s и износе 7,35 kg/ha, а највећи при брзини витла од 1,88 m/s и износе 18,29 kg/ha, што је уједно и највећа вредност остварених губитака на хедеру код комбајна *A*. Сличан је случај и са губицима при брзини кретања комбајна од 0,62 m/s, тако да су они износили 5,76, односно, 16,30 kg/ha (периферна брзина витла 0,94, односно, 1,88 m/s). Интеракција брзине кретања и периферне брзине витла имала је утицаја и код брзине кретања комбајна 0,84 m/s, тако да је и при овом режиму радне брзине забележен сличан утицај дефинисаних параметара на вредности остварених губитака хедера, који су износили 4,37 kg/ha, што је уједно и најмања вредности губитака на хедеру комбајна *A* (брзина витла од 0,94 m/s), односно, 13,91 kg/ha (брзина витла од 1,88 m/s).

Највећи губици вршалице комбајна *A* измерени су при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm и износили су 13,68 kg/ha, уз периферну брзину бубња од 33,0 m/s, а најмањи при размаку подбубањ-бубањ од 20 mm и то 9,0 kg/ha, при чему је брзина бубња била 33,0 m/s. Уопште узев, запажа се да се губици на вршалици мењају у зависности од промене растојања подбубањ-бубањ и периферне брзине бубња, тако што се са повећањем броја обртаја бубња и смањењем њиховог растојања губици повећавају.

Вредности губитака на хедеру и вршећем уређају комбајна *B* у зависности од дефинисаних параметара приказани су у табели број 4.

Таб. 4. Губици комбајна *Б* у зависности од дефинисаних параметара (kg/ha)

ГУБИЦИ ХЕДЕРА (kg/ha)				
Брзина кретања комбајна (m/s)			Брзина витла (m/s)	Влага зрна (%)
$V_1=1,11$	$V_2=1,25$	$V_3=1,39$		
Губици (kg/ha)				
3,32	4,80	5,94	1,32	11,73
6,45	8,15	9,40	1,50	
9,55	11,50	12,87	1,67	
ГУБИЦИ ВРШАЛИЦЕ				
Размак подбубањ- бубањ на улазу (mm)			Периферна брзина бубња (m/s)	Влага зрна (%)
10	12	15		
Губици (kg/ha)				
5,85	4,48	3,32	27,6	11,73
7,02	5,46	4,09	29,4	
8,19	7,02	5,65	31,1	

Имајући у виду губитке на хедеру комбајна *Б* (табела 4), запажа се да су најмањи губици на хедеру од 3,32 kg/ha били уз режим радне брзине комбајна од 1,11 m/s и периферну брзину витла 1,32 m/s, што је уједно и најмања вредност остварених губитака на хедеру код овог комбајна. Највећа вредност губитака на хедеру комбајна *Б* забележена је при режиму радне брзине од 1,39 m/s (периферна брзина витла од 1,67 m/s) и износила је 12,87 kg/ha. Такође, и код овог комбајна сличан је утицај промене режима радне брзине и брзине кретања витла на вредности остварених губитака на хедеру. Запажа се да се губици на хедеру са повећањем броја обртаја витла и брзине кретања комбајна повећавају, што је забележено при свим режимима радних брзина.

Најмањи губици вршалице комбајна *Б* били при размаку подбубањ-бубањ од 15 mm и износили су 3,32 kg/ha, уз периферну брзину бубња од 27,6 m/s, а највећи при размаку подбубањ-бубањ од 10 mm и то 8,19 kg/ha, при чему је брзина бубња била 31,1 m/s. На основу добијених резултата запажа се тенденција промене губитака на вршалици у зависности од промене растојања подбубањ-бубањ и периферне брзине бубња, тако што се са повећањем броја обртаја бубња и смањењем њиховог растојања губици повећавају, при чему се са повећањем броја обртаја бубња и при истом растојању подбубањ-бубањ губици такође повећавају.

Резултати о квалитету чишћења зрна за обе варијанте испитиваних комбајна при комбајнирању пшенице приказани су табели 5.

Квалитет зрна утврђен је анализом масе из бункера за оба комбајна (табела 5). Највише целог зрна у овршеној маси комбајна *А* 96,40% било је при размаку подбубањ-бубањ 20 mm, уз периферну брзину од 26,7 m/s, док је најмањи садржај целог зрна забележен при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm уз периферну брзину бубња од 33,0 m/s и то 95,26%. Највећи садржај поломљеног зрна било је при размаку између подбубња и бубња од 12 mm, уз периферну брзину бубња од 33,0 m/s и то 2,09%. Најмање поломљеног зрна било је при размаку подбубањ-бубањ од 20 mm и то 1,56% уз периферну брзину бубња од 26,7 m/s. Највише штурог зрна забележено је при истим дефинисаним параметрима као и код поломљеног зрна и то 1,45% (максимум), односно 1,21% (минимум). Осталих примеса највише је било

при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm и то 1,20%, уз периферну брзину бубња од 33,0 m/s, а најмањи 0,83% при размаку подбубањ-бубањ од 20 mm уз периферну брзину бубња од 26,7 m/s. Просечна влажност зрна износила је 11,22%.

Таб. 5. Квалитет чишћења зрна испитиваних комбајна

КОМБАЈН А				
Квалитет чишћења зрна (%)	Размак бубањ-подбубањ (mm)			Просечна влажност зрна (%)
	12	16	20	
	Периферна брзина бубња (m/s)			
	33,0	29,8	26,7	
Цело зрно	95,26	95,87	96,40	11,22
Поломљено	2,09	1,80	1,56	
Штуро	1,45	1,31	1,21	
Остале примесе	1,20	1,02	0,83	
Укупно	100	100	100	
КОМБАЈН Б				
Квалитет чишћења зрна (%)	Размак бубањ-подбубањ (mm)			Просечна влажност зрна (%)
	10	12	15	
	Периферна брзина бубња (m/s)			
	31,1	29,3	27,6	
Цело зрно	96,83	97,34	97,92	11,73
Поломљено	1,12	0,87	0,52	
Штуро	1,10	0,95	0,82	
Остале примесе	0,95	0,84	0,74	
Укупно	100	100	100	

Резултати квалитета рада сепарационих органа комбајна Б (табела 5), недвосмислено указују да је најмање целог зрна у износу од 96,83% било при размаку подбубањ бубањ од 10 mm и периферној брзини од 31,1 m/s. Највећи садржај целог зрна у износу од 97,92%, забележен је при зазору подбубањ бубањ од 15 mm уз периферну брзину бубња од 27,6 m/s. Најмање поломљеног зрна у овршеној маси у износу од 0,52% било је при зазору подбубањ-бубња од 15 mm, уз периферну брзину бубња од 27,6 m/s, док је највећи био при зазору подбубањ-бубањ од 10 mm и то 1,12%, уз периферну брзину бубња од 31,1 m/s. Највећи садржај штурог зрна износио је 1,10%, а најмањи 0,82%. Што се осталих примеса тиче највише их је било при размаку подбубањ-бубањ од 10 mm уз периферну брзину од 31,1 m/s и то 0,95 %, а најмање 0,74%, при размаку подбубањ-бубањ од 15 mm уз периферну брзину бубња од 27,6 m/s.

Већи губици на хедеру и вршећем уређају комбајна А у односу на комбајна Б, према нашем мишљењу резултат су пре свега старости комбајна (преко десет година старости), лоше подешености, недовољне обучености комбајнера и делом неправилне експлоатације. Поред тога, овај комбајн је и слабијих техничких карактеристика у односу на други комбајн Б. Комбајн Б је комбајн новије генерације, савремене концепције са веома добрим техничким могућностима, што се одразило и на ефекте рада, односно на губитке и квалитет овршене масе.

ЗАКЉУЧАК

Резултати наших истраживања евидентно указују на утицај дефинисаних параметара на вредности остварених губитака, како на хедеру тако и на вршећем уређају за обе варијанте испитиваних комбајна. Тако су највећи губици на хедеру забележени код комбајна А и износили су 18,29 kg/ha, уз режим радне брзине од 0,48 m/s и брзину витла од 1,88 m/s, а најмањи код комбајна Б 3,33 kg/ha при брзини кретања комбајна од 1,11 m/s уз брзину витла од 1,32 m/s. Највећи губици на вршећем уређају су такође измерени код комбајна А и то 13,68 kg/ha (растојање подбубањ-бубањ 12 mm) уз периферну брзину бубња од 33,0 m/s, а најмањи код комбајна Б и износили су 3,32 kg/ha при растојању подбубањ-бубањ од 15 mm (периферна брзина бубња 27,6 m/s). Што се квалитета овршене масе тиче, највише целог зрна било је код комбајна Б и то 97,92%, а најмање код комбајна А у износу од 95,26%.

Већи губици на хедеру и вршећем уређају комбајна А у односу на комбајна Б, према нашем мишљењу резултат су пре свега старости комбајна, лоше подешености, недовољне обучености комбајнера и неправилне експлоатације. Поред тога, овај комбајн је и слабијих техничких карактеристика у односу на други комбајн који је испитиван. Комбајн Б је комбајн новије генерације, савремене концепције са веома добрим техничким могућностима, што се одразило и на ефекте рада.

Генерално закључак овог испитивања би био да комбајн Б представља савремен комбајн са веома добрим техничким могућностима, које уз правилну оптимизацију рада, експлоатацију и едукацију људи може доћи до изражај у експлоатацију у агроколошким условима Срема.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бараћ, С., Ђокић, Д., Биберџић, М.: Ефекти рада комбајна ZMAJ142 RM и JOHN DEER2264 при жетви пшенице у агроколошким условима Срема. Пољопривредна техника број 4, 47-53. Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику, Београд-Земун, 2005.
- [2] Ђевић, М., Миодраговић, Р., Милеуснић, З.: Савремени житни комбајн Claas Lexion 450 у условима убирања кукуруза и пшенице. Пољопривредна техника, бр.1-новембар, 27-39, Београд, 2004.
- [3] 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.
- [4] Ђокић, Д.: Ефекти комбајнирања пшенице у агроколошким условима Срема. Магистарска теза, 107-110. Пољопривредни факултет, Приштина-Лешак, 2003.
- [5] Малиновић, Н., Туран, Ј., Механџић, 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.
- [6] Мићић, Ј., Милинковић, И.: Пољопривредне машине. 264-270. Пољопривредни факултет, Београд-Земун, 1995.
- [7] Станковић, Ј.Л., Савић, М., Механџић, Ж.: Развој житних комбајна. Актуелни задаци механизације. Зборник радова,88-89, Опатија, 1991.

- [8] Тадић, Л.: Утврђивање губитака-растур зрна у комбајнирању пшенице брзом методом. Пољотехника 3,52, Београд, 1994.
- [9] Чуљат, М., Тадић, Л.: Могућности и ефекти коришћења комбајна Đuro Đaković М-1620. Зборника радова, други део, Вол.2, 124-127, Задар, 1987.
- [10] 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 технолошко техничка решења за тржишно оријентисану биљну производњу", евиденционог броја ТП 6918.А, од 1.04.2005.

RESULTS OF FIELD-LAB TRIALS ON WORKING QUALITY OF SOME COMBINES FOR WHEAT HARVEST

Saša Barać¹, Dragoslav Đokić², Milan Biberdžić¹

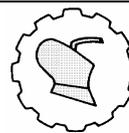
¹Faculty of Agriculture - Priština, Z. Potok

²Institut za Krmno bilje - Kruševac

sbarac@eunet.yu

Abstract: Wheat harvesting today is being done in single phase, by using wheat combine with different technology scheme of harvesting device. For all of these common is single phase harvesting, with different work quality. Many factors influent on working quality, starting from plant condition, combine adjustments, defining of relevant parameters, condition and staff skills. If key parameters are not adjusted, quality of work is significantly decrease, with increase losses of harvested mass. The aim of this paper was to determine quality of work, by field-lab trials depending on parameters. Finally based on achieved parameters, proove advantages and disadvantages of applied concept.

Key words: combine, harvest, work quality, grain.



UDK: 621.796.2

PROBLEMS AND SOLUTIONS OF STORING WOOD CHIPS IN PILES

Volkhard Scholz¹, Christine Idler¹, Johannes Egert²

¹⁾ Leibniz-Institute of Agricultural Engineering Potsdam-Bornim (ATB), Germany

²⁾ Office of Wood Preservation and Room Hygiene, Potsdam, Germany

Abstract: Wood, including short rotation coppice, is a promising biofuel. Most of this wood is transported, stored and used as chips. The storage of chips of recently harvested wood in unventilated piles causes difficulties. Due to the high water content microorganisms, above all mould fungi, develop and result in high temperature and losses of dry matter. The first is bad for the operator's health and the latter cause a relevant loss of energy and money.

Key words: bio-mass, wood chips, storage, quality.

INTRODUCTION

Wood, including short rotation coppice, is a promising biofuel. Most of this wood is transported, stored and used as chips. The storage of chips of recently harvested wood in unventilated piles causes difficulties. Due to the high water content microorganisms, above all mould fungi, develop and result in high temperatures and losses of dry matter (SCHOLZ AND IDLER ET AL., 2005). The first is bad for the operator's health and the latter cause a relevant loss of energy and money (FEICHT, 2001).

MATERIAL AND METHODS

For the storage experiments, manually felled 2 to 8 years old short rotation poplars and willows with a diameter of 120 mm in a height of 1.2 m as well as pine (material produced from forest thinnings) were used. The moisture content was at 50% to 60%.

The materials were stored in the following containers or piles:

- Silos of 1.5 m³ (h = 2.0 m, d = 1.0 m), consisting of cylindrical rigid PU foam bodies with rain protection (Fig. 1).
- Boxes of 10 m³ (h = 2.5 m, l = w = 2.0 m), consisting of rectangular arranged thermally insulated side walls with rain protection.
- Piles of 18 m³ to 2000 m³ (h = 3...6 m, w = 4...15 m), consisting of freely placed triangular stacks with and without rain protection. (Fig. 2).

Temperature measurements were taken at 4 to 5 levels with embedded PT 100 temperature sensors and mini data loggers or with 1.20 m long electronic stack thermometers. Measurements were taken at intervals of about 20 minutes to 7 days. Losses in dry matter were determined with the help of balance bags, as used in agriculture to determine silage loss (SCHOLZ AND IDLER ET AL., 2005). According to the type of storage (silo, box, piles), 6 to 66 balance bags in total were arranged at 3 to 6 levels.

The wood chips and chunks were produced using four different chippers and had an average length (median value) of 16 mm to 156 mm (HS 16 to HS 156), corresponding to an average screen perforation width of about 10 mm to 80 mm.

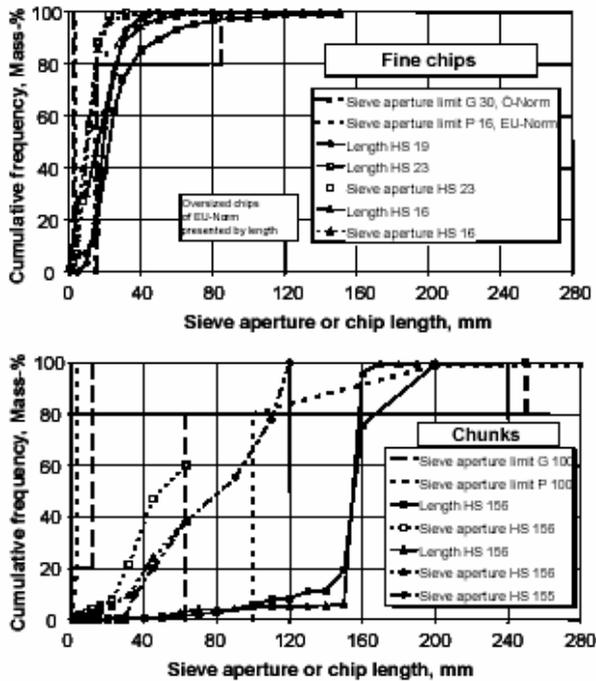


Figure 1. Length distribution of selected materials corresponding screening and manual measurements with class limits of the Austrian standard (ÖNORM M7133, 1988) and the European standard (PRCEN/TS 14961, 2004)

The number of mould fungi was determined using the indirect method. Here, 20 g of germ reduced chopped wood (ca. 1 cm³) was added to 180 ml of Ringer solution, diluted in a decade thinning row and put with a spatula either onto nutrient plates of malt extract agar with 0.01% chloramphenicol admixture or onto DG 18 agar. The DG 18 plates are analysed after 7 days incubation at 20 °C (mesophilic fungi) and the malt extract plates after 1 to 2 days incubation at 37 °C (thermophilic fungi). The number of colonies formed are counted and morphologically differing colonies identified. Measurement of the spore concentration of the mould fungi in the air was carried out in accordance with the technical standard for biological working substances TRBA 430 (TRBA NR. 430, 2001).

Temperature in the pile

The average temperature in the wood chip piles shows a characteristic course. Directly after storage it increases rapidly and reaches its maximum value of $\approx 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ after 10 to 30 (50) days. This value is to a large extent determined by the bulk volume, surface area, surrounding temperature and particularly by the size of the wood chips. 100 to 150 days after heaping up the pile (end of January) the temperature reaches a clearly lower value and after that successively decreases to the air temperature (Fig. 2). The reason for the increase in temperature is the heat produced from the respiration of the sap wood cells which are still alive ($< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$), and due to the activities of micro organisms, particularly of the fungi ($< 60\text{ }^{\circ}\text{C}$) and bacteria ($< 70\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Drying of the wood chips does not only depend on the temperature of the pile but also on the initial moisture content and the size of the chips. Drying is to a large extent complete after 100 to 150 days for fine as well as for coarse chips and even for whole trees ($\varnothing < 80\text{ mm}$), thereby with the end of the high temperature phase in the piles. As a result of the high flow resistance, and the high temperature and the condensation produced by this under the surface of the pile, fine chips hardly dry to less than 30% moisture content during one year. Even middle chips (31 mm ... 50 mm) seldom fall below this value. Only chips with a length of more than 60 mm reach a moisture content of less than 30%.

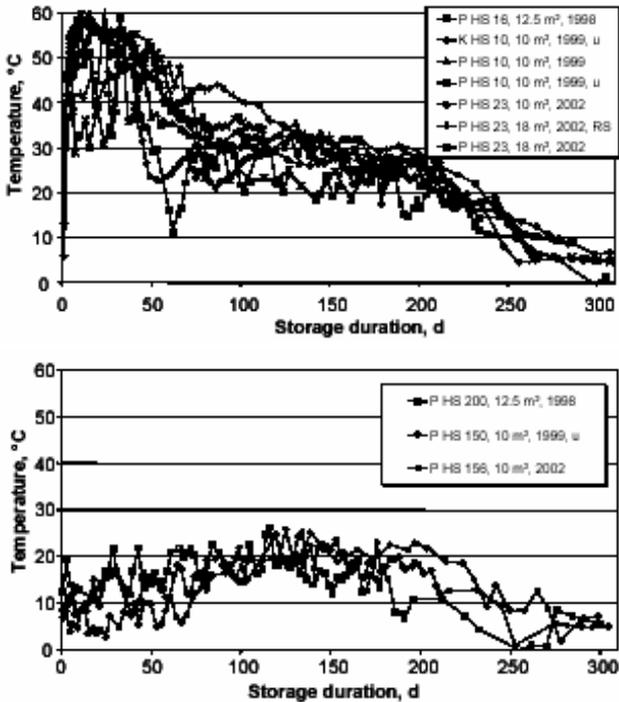


Figure 2. Course of temperature during storage of fine chips and chunks in piles HS x...chips or chunks of the median length of x mm, P...poplar, W...willow, K...pine, RS...rain protection, u...air permeable floor

Mould fungi and spores

The mould development shows close interactions with the temperature in the wood chip piles. Here, the number of fungi, measured in colony forming units per gram of fresh mass (cvu/g FM), increases analogue to the temperature in the first 10 to 30 (100) days to the maximum value of about 10³ to 10⁸ cvu/g FM. It remains more or less constant after that in contrast to the temperature and mostly only decreases slightly (Fig. 3). This discrepancy could possibly be due to the fungi spores characteristic of not dying in unfavourable conditions, but of remaining in a state of rest for longer periods of time and hardly changing in number.

The number of mesophilic mould fungi in the range of 10 °C to 50 °C is not or only slightly dependent on the average pile temperature. This means that in the storage of wood chips, the possibilities of influencing the development of mesophilic mould fungi is limited. However, the increased occurrence of thermophilics, thereby mainly the potentially human pathogenic types, can be prevented by avoiding temperatures over the average of 20 °C or maximum 35 °C.

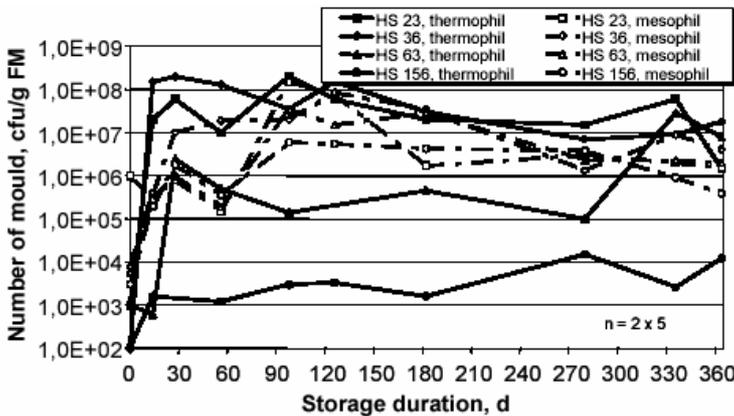


Figure 3. Mould development in 10 m³ piles of poplar chips of various length

The spread of spores, the air born germ cells of the mould fungi that are capable of reproducing, is dependent on numerous factors, especially on the air speed and the mould infestation. There is a good correlation between the number of fungi on the wood chips and in the number of spores in the air. The spore concentration in the air, determined at different distances and at different times in undisturbed wood chip piles lies within the range of 10¹ to 10⁴ cvu/m³. The measured values in the surrounding air are thereby exceeded by about one or two powers of ten.

If the structure of the pile is disturbed, as is necessary in mechanically depositing and redepositing the wood chips for instance, the spore concentration in the air can reach values of 10⁵ to 10⁸ cvu/m³ for short time periods, depending on the distance. The technical control value for biological waste treatment plants of 5·10⁴ cvu/m³ for mesophilic mould fungi, for example, is therefore exceeded (TRBA NR. 211, 2001).

Loss of dry matter and energy

In the storage of wood chips losses occur which can mainly be attributed to mould fungi. The results of the experiments carried out show that the average dry matter loss in unventilated piles of freshly harvested wood chips is at 10% to 30% per annum. Locally, in particular in the peripheral zones, maximum values of over 40% p.a. can even occur (Fig. 4). However, a statistically relevant correlation between the infestation of mould fungi and the loss in dry matter is not deducible (SCHOLZ AND IDLER ET AL., 2005).

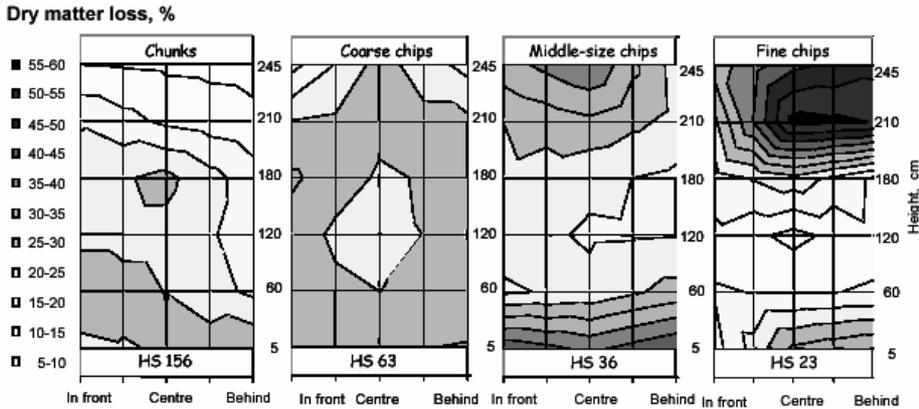


Figure 4. Typical profile of dry matter loss in 10 m³ piles of poplar chips after one year's storage

In practice, it is not so much the loss in dry matter but far more the loss in technically usable energy which is decisive. Insofar as condensing boiler technology is not used, this results from the dry mass and moisture losses as well as the change in the lower heating value which, however, only changes slightly in long term storage. For fine chips HS 16, the energy loss is almost identical to the loss in dry matter and is at 20% to 30% p.a. For coarse chips > HS 120, it lies within the range of - 5% to + 5% p.a., due to the small loss in dry matter and due to the small moisture content (Fig. 5).

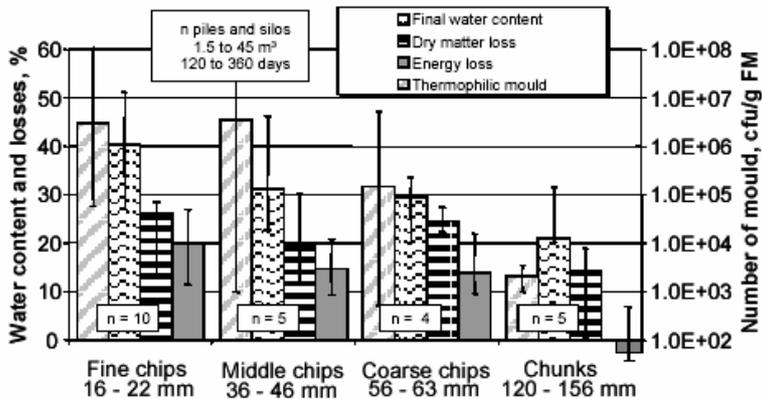


Figure 5. Mould fungi and final water content as well as dry matter and energy loss during storage of chips and chunks from poplar in unventilated piles

CONCLUSIONS

The loss of dry matter and the development of mould fungi cannot be completely avoided during storage of wood chips in unventilated piles, but the energy loss and the formation of fungi species hazardous to health can be reduced to an acceptable minimum. Therefore, the wood chips or chunks should have an average length of at least 100 mm (corresponding to a screen perforation width of 40 mm to 50 mm), thus in the upper range of the largest wood chip classes according to the existing Austrian standard or the draft of the European standard.

REFERENCES

- [1] Scholz, V.; Idler, C.; Daries, W.; Egert, J. and Gottschalk, K.: Energieverlust und Schimmelpilzentwicklung bei der Lagerung von Feldholz-Hackgut. Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 39, Potsdam 2005, 151 p.
- [2] Feicht, E.: Hackschnitzel-Alveolitis-Studie. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising 2001
- [3] ÖNORM M 7133: Energiehackgut - Anforderungen und Prüfbestimmungen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 1988
- [4] PRCE/TS 14961: Solid biofuels – Fuel Specifications and Classes. Europäisches Komitee für Normung, Draft, Brüssel, Juli 2004
- [5] TRBA NR. 430: Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe - Verfahren zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz. Bundesarbeitsblatt 8/2001
- [6] TRBA NR. 211: Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe - Biologische Abfallbehandlungsanlagen, Schutzmassnahmen. Bundesarbeitsblatt 83-88, 8/2001

Acknowledgement

The project was funded by the Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Agency of Renewable Resources) - FNR and the Ministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Federal Ministry for Consumer Protection, Food and Agriculture) – BMVEL.

PROBLEMI I REŠENJA ZA SKLADIŠTENJE DRVENIH ČIPSOVA U RASUTOM STANJU

Volkhard Scholz¹, Christine Idler¹, Johannes Egert²

¹⁾ Leibniz-Institute of Agricultural Engineering Potsdam-Bornim (ATB), Germany

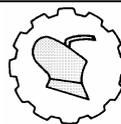
²⁾ Office of Wood Preservation and Room Hygiene, Potsdam, Germany

Sadržaj: Šumska stabla i usevi sa kratkom rotacijom predstavljaju značajan izvor biomase. Većina ovih materijala se transportuje, skladišti i koristi u formi čipsa. Kod kultura koje se odmah nakon ubiranja i usitnjavanja skladište, može doći do problema. Obzirom na visok sadržaj vlage i mikroorganizme, posebno gljive, dolazi do povišenja temperature u skladištima što uzrokuje gubitak u suvoj materiji. Sve ovo je negativno kako po zdravlje radnika tako i po ekonomsku i energetska efikasnost.

Ključne reči: čips od drveta, skladište, gljive, gubici, energija, ekonomija.

C O N T E N T S

THE EUROPEAN MARKET FOR AGRICULTURAL MACHINERY	1
László Magó EFFECTIVE MACHINE UTILISATION ON SMALL AND MEDIUM SIZED PLANT PRODUCTION FARMS	9
Zoran Mileusnic, Milan Djevic, Dragan Petrovic, Rajko Miodragovic THE OPTIMIZATION OF TRACTOR-MACHINERY COUPLES IN DIFFERENT TILLAGE TECHNOLOGIES	19
Vladimir Muzikravić, Dragan Ružić, Nenad Poznanović AGRICULTURAL TRACTOR'S TIRE RESISTANCE DUE TO THE DEFLECTION AND IT'S INFLUENCE ON TRACTION ON AGRICULTURAL SOILS	29
Silvio Kosutic, Dubravko Filipovic, Zlatko Gospodaric, Igor Kovacev, Kresimir Copec ENERGETIC AND ECONOMICS OF TILLAGE SYSTEMS IN WINTER WHEAT PRODUCTION	39
Anđelko Bajkin, Vladan Marković, Ondrej Ponjičan TECHNICAL AND TEHNOLOGICAL ASPECTS OF YOUNG POTATO PRODUCTION	47
Jiri Vondricka, Peter Hloben, Peter Schulze Lammers STUDY ON THE MIXING PROCESS IN DIRECT INJECTION SYSTEMS FOR SITE-SPECIFIC HERBICIDE APPLICATION	55
Rajko Miodragović, Milan Đević INVESTIGATION OF MOBILE IRRIGATION SYSTEMS FOR PLANT PRODUCTION	61
Vaso Komnenić, Milovan Živković, Mirko Urošević MECHANIZED PRUNING OF PLUMS	71
Saša Barać, Dragoslav Đokić, Milan Biberdžić RESULTS OF FIELD-LAB TRIALS ON WORKING QUALITY OF SOME COMBINES FOR WHEAT HARVEST	77
Volkhard Scholz, Christine Idler, Johannes Egert PROBLEMS AND SOLUTIONS OF STORING WOOD CHIPS IN PILES	85



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

.....

УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

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

Рад доставити у писаној и електронској форми на адресу Уредништва

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику

11080 Београд-Земун, Немањина 6; п. факс 127

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

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

Тип рада

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

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

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

Поступак ревизије

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

Припрема рада

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

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

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

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

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

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

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

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА излази два пута годишње у издању Института за пољопривредну технику Пољопривредног факултета у Београду. Претплата за 2008. годину износи 500 динара за институције, 150 динара за појединце и 50 динара за студенте.

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

МОГУЋНОСТИ И ОБАВЕЗЕ СУИЗДАВАЧА ЧАСОПИСА

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

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

Права суиздавача

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

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

- Делегирање свога представника - стручњака у Савет часописа;
- У сваком броју часописа који излази 2 пута годишње, у тиражу од по 200 примерака, могуће је у форми рекламног додатка остварити право на бесплатно објављивање по једне целе стране свог огласа, а једном годишње та страна може да буде у пуној боји; Напомињемо овде да цена једне рекламне-информативне стране у пуној боји у једном броју износи 4.500 динара.
- Од сваког броја изашлог часописа бесплатно добија по 3 примерка;
- У сваком броју рекламног додатка му се објављује, пуни назив, логотип, адреса, бројеви телефо-на и факса и др., међу адресама суиздавача;

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

Како се постаје суиздавач часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

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

Приликом враћања потписаних уговора суиздавач шаље уредништву и своју адресу, логотип, текст огласа и рукописе прилога које жели да му се штампају, као и име свог представника у Савету часописа. На његово име стижу и бесплатни примерци 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 фирми пружа могућност да са Факултетом, односно уредништвом часописа, разговара и договара и друге послове, посебно у домену издаваштва.

Научно-стручно информативни медијум у правим рукама

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

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

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

Уредништво часописа
ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА
Пољопривредни факултет,
Институт за пољопривредну технику
11080 Београд-Земун, Немањина б, п. факс 127,
тел. (011)2194-606, факс: 3163317.

