

ISSN 0554-5587
UDK 631 (059)

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

AGRICULTURAL ENGINEERING

НАУЧНИ ЧАСОПИС
SCIENTIFIC JOURNAL



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ, ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ,
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ

UNIVERSITY OF BELGRADE, FACULTY OF AGRICULTURE,
INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING



Година XXXVI Број 1, децембар 2011.
Year XXXVI, No. 1, December 2011.

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА
AGRICULTURAL ENGINEERING

Издавач (Publisher)

Универзитет у Београду, Польопривредни факултет, Институт за польопривредну технику,
Београд-Земун
University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering, Belgrade-Zemun

Уредништво часописа (Editorial board)**Главни и одговорни уредник (Editor in Chief)**

др Горан Тописировић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет

Уредници (National Editors)

др Марија Тодоровић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Ањелко Бајкин, професор, Универзитет у Новом Саду, Польопривредни факултет
др Мићо Ољача, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Милан Мартинов, професор, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука
др Душан Радивојевић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Раде Радојевић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Мирко Урошевић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Стева Божић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Драгиша Раичевић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Ђуро Ерцеговић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Ђукан Вукић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Милован Живковић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Драган Петровић, професор, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Зоран Милеуснић, доцент, Универзитет у Београду, Польопривредни факултет
др Милан Вељић, професор, Универзитет у Београду, Машински факултет
др Драган Марковић, професор, Универзитет у Београду, Машински факултет
др Саша Бараћ, професор, Универзитет у Приштини, Польопривредни факултет, Лешак
др Небојша Станимировић, професор, Универзитет у Приштини, Польопривредни факултет, Зубин поток
др Предраг Петровић, Институт "Кирило Савић", Београд
дипл. инг. Драган Милутиновић, ИМТ, Београд

Инострани уредници (International Editors)

Professor Peter Schulze Lammers, Ph.D., Institut fur Landtechnik, Universitat, Bonn, Germany
Professor Andras Fekete, Ph.D., Faculty of Food Science, SzIE University, Budapest, Hungary
Professor László Magó, Ph.D., Hungarian Institute of Agricultural Engineering Gödollo, Hungary
Professor Victor Ros, Ph.D., Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Professor Sindir Kamil Okyay, Ph.D., Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova - Izmir, Turkey
Professor Stavros Vougioukas, Ph.D., Aristotle University of Tessaloniki
Professor Nicolay Mihailov, Ph.D., University of Rousse, Faculty of Electrical Enginering, Bulgaria
Professor Silvio Košutić, Ph.D., University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Croatia
Professor Selim Škaljić, Ph.D., University of Sarajevo, Faculty of Agriculture, Bosnia and Herzegovina
Professor Dragi Tanevski, Ph.D., "Ss. Cyril and Methodius" University in Skopje, Faculty of Agriculture, Macedonia
Professor Zoran Dimitrovski, Ph.D., University "Goce Delčev", Faculty of Agriculture, Štip, Macedonia

Контакт подаци уредништва (Contact)

11080 Београд-Земун, Немањина 6, п. фах 127, тел. (011)2194-606, 2199-621, факс: 3163-317, 2193-659, e-mail: gogi@agrif.bg.ac.rs , жиро рачун: 840-1872666-79.

11080 Belgrade-Zemun, str. Nemanjina No. 6, Po. box: 127, Tel. 2194-606, 2199-621, fax: 3163-317, 2193-659, e-mail: gogi@agrif.bg.ac.rs , Account: 840-1872666-79

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

**AGRICULTURAL ENGINEERING
SCIENTIFIC JOURNAL**

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ, ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ,
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ
UNIVERSITY OF BELGRADE, FACULTY OF AGRICULTURE,
INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING

WEB адреса

<http://www.agrif.bg.ac.rs/publications/index/pt>

Издавачки савет (*Editorial Council*)

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

Техничка припрема (*Technical editor*)

Иван Спасојевић, Потпредни факултет, Београд

Лектор и коректура: (*Proofreader*)

Гордана Јовић

Превод: (*Translation*)

Данијела Ђорђевић, Весна Ивановић

Штампа (*Printed by*)

"Академска издања" – Земун
Часопис излази четири пута годишње

Тираж (*Circulation*)

350 примерака

Preplata za 2012 godinu iznosi 2000 dinara za institucije, 500 dinara za pojedince i 100 dinara za studente po svakom broju časopisa.

Радови објављени у овом часопису индексирани су у базама (*Abstracting and Indexing*):

AGRIS i SCIndeks

Издавање часописа помогло (*Publication supported by*)

Министарство просвете и науке Републике Србије

Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije po rešenju br. 413-00-606/96-01 od 24. 12. 1996. godine, časopis POLJOPRIVREDNA TEHNIKA je oslobođen plaćanja poreza na promet robe na malo.

РЕЧ УРЕДНИКА

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, у својој мисији, односно, доприносу информацији и афирмацији области механизације пољопривреде, у укупном тиражу од четири броја 2011. године приказује радове који представљају резултате досадашњих истраживања наших сталних и нових сарадника. У нади да ће се заједница аутора који објављују своје радове у нашем часопису и даље ширити, унапређујући његов квалитет на обострано задовољство, овом приликом се свима захваљујем.

Укупни обим часописа обухвата 48 радова из области пољопривредне технике, који се могу груписати по тематским областима од генералног развоја, информационих технологија, погонских јединица, обраде земљишта, сетье и неге гајених биљака, убирања и транспорта, као и интензивног гајења и обновљивих извора енергије. Неравномерност у структури заступљености поједињих тема може имати исходиште у смислу сугерисања тематских скупова у наредном периоду, пре свега када се имају у виду актуелни моменти у стварању пословног амбијента у пољопривреди сходно процесима европских интеграција, међународних споразума и значајних извозних могућности наше пољопривредне производње. Овоме свакако треба додати неопходност истицања тема од националног значаја, пре свега када је у питању: пословање водним ресурсима, механизација сточарске производње и развој и примена технолошко-техничких система складишно дистрибутивних центара као генералног доприноса организацији малих пољопривредних производиођача, тржишно атрактивних сировина и при томе стварању амбијента већег степена финализације примарне производње. У наредном периоду истраживачи би требали да се оријентишу и на афирмацију обновљивих извора енергије базираних на могућностима остваривим у примарној пољопривредној производњи. У том смислу било би веома корисно објединити и усмерити истраживачке иницијативе свих релевантних институција наше земље.

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

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

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

Проф. др Горан Тописировић

POVODOM 40. ROĐENDANA NAŠEG INSTITUTA

Odsek za Poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, formiran je odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta školske 1971/72. Dotadašnja „Grupa za mehanizaciju poljoprivrede“ prerasta u nastavni Odsek „Mehanizacija poljoprivrede“. Godine 1989. Odsek dobija novi naziv „Održavanje i eksploracije mehanizacije u poljoprivredi“, a 1998. godine, sadašnji naziv „Odsek za poljoprivrednu tehniku“.

Za rad i razvoj Odseka usko je vezano i osnivanje Instituta.

Godine 1970/71 na našem Fakultetu se formira 9 Instituta. Jedan od njih je „Institut za mehanizaciju i racionalizaciju rada u poljoprivredi“. U okviru Instituta formirane su 4 katedre: Katedra za poljoprivredne mašine, Katedra za fiziku i matematiku, Katedra za organizaciju i racionalizaciju rada i Katedra za narodnu odbranu. Reorganizacijom Fakulteta, Katedra za organizaciju i racionalizaciju rada je prerasla u Institut za agroekonomiju. Novom reorganizacijom Fakulteta 1973. godine Institut dobija sadašnji naziv „Institut za poljoprivrednu tehniku“.

U proteklih 40 godina Institut je prolazio kroz više razvojnih faza. Posle početnih problema usledila je dinamična aktivnost zahvaljujući entuzijazmu zaposlenih, ali i značajnoj pomoći Fakulteta i šire zajednice.

Intenzivna saradnja sa proizvodnim i srodnim institucijama doprinosi da Odsek obrazuje veliki broj diplomiranih inženjera za mehanizaciju poljoprivrede. Paralelno se odvija i nastava na poslediplomskim studijama i izradi doktorskih disertacija.

Odsek sačinjavaju tri katedre: Katedra za mehanizaciju poljoprivrede, Katedra za matematiku i fiziku i Katedra za tehničke nauke.

Naučno-istraživački rad na Institutu efikasno utiče na unapređenje nastavnog procesa. Razvoj se ogleda u vrlo značajnom poboljšanju nastavne kadrovske strukture. Obrazovanje mlađih kvalitetnih nastavnika je obeležje ovog perioda, kao i značajan broj diplomiranih inženjera, magistara i doktora nauka.

Delatnosti Instituta prate kretanja u društvu i potrebe proizvodnih delatnosti. U tom smislu se održava kontinuitet na usavršavanju nastavnog plana Odseka koji se prilagođava potrebama održavanja i eksploracije mehanizacije u poljoprivredi. Dostignuta tehnička i organizaciona opremljenost Instituta, kao i kadrovska struktura u funkciji su daljeg razvoja.

Ovaj značajni i dragoceni jubilej kruniše još jednu fazu u razvoju i usavršavanju Instituta. Rezultate uloženog rada u tom periodu baštiniće nastupajuće generacije nastavnika i saradnika Instituta.

Tradicija i pouzdane osnove postoje, a nadamo se i jasna vizija budućnosti. Pored mnogo zdravlja i uspeha u godinama koje dolaze, želimo da Institut za poljoprivrednu tehniku nastavi čvrstim korakom u susret narastajućim i varljivim izazovima XXI veka.

Do sledećeg jubileja.

*Uredništvo i saradnici časopisa
„Poljoprivredna tehnika“*

S A D R Ž A J

| | |
|---|--------|
| HRONOLOGIJA I TREND RAZVOJA PROIZVODNJE TRAKTORA U SRBIJI Dragoljub Obradović, Predrag Petrović, Zoran Dumanović, Branka Kresović..... | 1-10 |
| KONSTRUKTIVNI PARAMETRI KABINE OD UTICAJA NA TOPLITNU INTERAKCIJU IZMEĐU ČOVEKA I KABINE Dragan Ružić, Ferenc Časnji..... | 11-19 |
| ALTERNATIVNI POGON KOD TEŠKIH TRAKTORA GUSENIČARA I RADNIH MAŠINA Mićo V. Oljača, Kosta Gligorević, Đukan Vukić, Branko Radičević, Ivan Zlatanovic, Zoran Dimitrovski, Marjan Dolenšek, Robert Jerončić, Vladimir M.Oljača..... | 21-28 |
| IDENTIFIKACIJA UGOLOVA ZAKRETANJA UPRAVLJAČKIH TOČKOVA KOD POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA Branka Grozdanić, Đuro Borak, Velimir Petrović , Zlata Bracanović..... | 29-33 |
| UTICAJ DINAMIKE POLJOPRIVREDNOG TRAKTORA NA NJEGOVU RACIONALNO KORIŠĆENJE Aleksandra Janković, Rajko Radonjić, Đorđe Antonijević, Dragoljub Radonjić..... | 35-42 |
| APLIKACIJA NEOPHODNE TRAKTORSKE ELEKTROOPREME SA CILJEM IZBORA DOBAVLJAČA Zlata Bracanović, Branka Grozdanić, Velimir Petrović..... | 43-52 |
| ZASTUPLJENOST SPECIJALNIH TIPOVA ČELIKA U PROJEKTOVANJU I PROIZVODNJI RADNIH DELOVA POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE Srđan Bulatović..... | 53-62 |
| POSLEDICE UČEŠĆA MLADIH OSOBA U NESREĆAMA SA TRAKTORIMA U REPUBLICI MAKEDONIJI Zoran Dimitrovski, Mićo V. Oljača, Kosta B. Gligorević, Lazar N. Ružićić, Robert Jerončić..... | 63-69 |
| VRSTE SAOBRAĆAJNIH NESREĆA SA TRAKTORIMA U MAKEDONIJI Zoran Dimitrovski, Mićo V. Oljača, Kosta B. Gligorević, Milan Dražić, Radojičić Dušan, Lazar N. Ružićić..... | 71-77 |
| ISTRAŽIVANJE NOVOG TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG REŠENJA U ZASNIVANJU VOĆNJAKA KOMBINOVANIM ORUĐEM RIGOLER – RAZRIVAČ U OBRADI ZEMLJIŠTA Lazar N. Ružićić, Slobodan Milenković, Mićo V. Oljača, Kosta Gligorević, Miloš Pajić..... | 79-86 |
| ODRŽAVANJE I ANALIZA STRUKTURE ZEMLJIŠTA Rade L. Radojević, Dragan V. Petrović, Radojka Maletić..... | 87-96 |
| VIŠEGODIŠNJI UTICAJ RAZLIČITIH SISTEMA OBRADE ZEMLJIŠTA NA ENERGETSKU EFIKASNOST I PRINOS KUKURUZA Nebojša Momirović, Željko Doljanović, Mićo V. Oljača, Živorad Videnović..... | 97-104 |

C O N T E N T S

| | |
|---|--------|
| HISTORY AND DEVELOPMENT TREND OF PRODUCTION TRACTORS IN SERBIA Dragoljub Obradović, Predrag Petrović, Zoran Dumanović, Branka Kresović..... | 1-10 |
| THE INFLUENCE OF CAB DESIGN PARAMETERS ON THERMAL INTERACTION BETWEEN AN OPERATOR AND A CAB Dragan Ružić, Ferenc Časnji..... | 11-19 |
| HEAVY CATERPILLAR TRACTORS AND WORKING MACHINES WITH ALTERNATIVE POWER Mico V. Oljaca, Kosta Gligorević, Đukan Vučić, Branko Radicević, Ivan Zlatanović, Zoran Dimitrovski, Marjan Dolensek, Robert Jerončić, Vladimir M. Oljača..... | 21-28 |
| IDENTIFICATION OF STEERING WHEELS ROTATION ANGLES IN AGRICULTURAL TRACTORS Branka Grozdanić, Đuro Borak, Velimir Petrović, Zlata Bracanović..... | 29-33 |
| THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL TRACTOR DYNAMICS TO ITS RATIONAL APPLICATION Aleksandra Janković, Rajko Radonjić, Đorđe Antonijević, Dragoljub Radonjić..... | 35-42 |
| THE APPLICATION OF REQUIRED TRACTOR ELECTRICAL EQUIPMENT WITH THE OBJECTIVE OF SELECTION SUPPLIERS Zlata Bracanović, Branka Grozdanić, Velimir Petrović..... | 43-52 |
| USAGE OF SPECIAL TYPES OF STEEL IN DESIGNING AND PRODUCTION OF AGRICULTURAL MACHINERY'S WORKING ELEMENTS Srđan Bulatović..... | 53-62 |
| CONSEQUENCES IN TRACTOR ACCIDENTS AMONG YOUNG PEOPLE IN REPUBLIC OF MACEDONIA Zoran Dimitrovski, Mićo V. Oljača, Kosta B. Gligorević, Lazar N. Ružićić, Robert Jerončić..... | 63-69 |
| VARIETY OF TRACTOR TRAFFIC ACCIDENTS IN MACEDONIA Zoran Dimitrovski, Mićo V. Oljača, Kosta B. Gligorević, Lazar N. Ružićić..... | 71-77 |
| INVESTIGATION OF NEW TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTION IN ORCHARD ESTABLISHMENT USING COMBINED PLOW-SUBSOILER TOOL IN SOIL CULTIVATION Lazar N. Ružićić, Slobodan Milenković, Mićo V. Oljača, Kosta Gligorević, Miloš Pajić..... | 79-86 |
| MAINTENANCE AND ANALYSIS OF SOIL STRUCTURE Rade L. Radojević, Dragan V. Petrović, Radojka Maletić..... | 87-96 |
| LONG TERM EFFECTS OF DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS INFLUENCING YIELD AND ENERGY EFFICIENCY IN MAIZE (ZEA MAYS L.) Nebojša Momirović, Željko Doljanović, Mićo V. Oljača, Živorad Videnović..... | 97-104 |



UDK: 631.372

*Pregledni rad
Review paper*

HRONOLOGIJA I TREND RAZVOJA PROIZVODNJE TRAKTORA U SRBIJI

Dragoljub Obradović¹, Predrag Petrović^{*2}, Zoran Dumanović¹, Branka Kresović¹

¹*Institut za kukuruz, Beograd, Zemun Polje*

²*Istraživačko-razvojni institut "Kirilo Savić", Beograd*

Sažetak: U radu je hronološki opisan početak proizvodnje traktora u svetu i kod nas. Doprinos naše nauke za razvoj traktorske industrije prvenstveno je izražen preko uporednih ispitivanja traktora inostrane proizvodnje za kupovinu lincence. Naša traktorska industrija u svom usponu tehnički je bila na nivou proizvođača traktora od kojih je kupljena licenca.

U radu je hronološkim putem prikazan razvoj naše nauke u oblasti izučavanja traktora kao i uspon i pad proizvodnje domaće traktorske industrije. Rad je značajan za nauku i privredni sistem radi daljeg izučavanja proizvodnje traktora u Srbiji sa gledišta potreba poljoprivrede.

Ključne reči: *nauka, traktor, snaga, poljoprivreda, industrija, proizvodnja, institut, istraživanje, licenca.*

UVOD

Trend razvoja traktora bazira se na naučnim saznanjima i tehničkim rešenjima. Naučna saznanja objedinjuju agrotehničke zahteve, ekonomiju, produktivnost rada i zakonitosti međusobnih odnosa osnovnih tehničkih parametara- masa traktora, snaga motora i brzina kretanja traktora.

Naši naučni radnici, nalaze se u vremenskom vakumu kada se ne obavljaju naučna ispitivanja , već preovlađuje način mišljenja onih koji ne stvaraju svoj sopstveni sistem izučavanja traktora, nego biraju iz drugih ispitivanja ono što im izgleda logično, pa onda od toga grade svoje mišljenje koje prezentuju na određenim skupovima i uporno ga brane bez odgovarajućih argumenata.

Proizvodnja traktora u svetu počela je oko 1858., od tada je evolucija traktora značajnije napredovala. Kada je konstruisan Otov motor na tečna goriva stvorene su

* Kontakt autor: Predrag Petrović, Vojvode Stepe 51, 11000 Beograd. E-mail: mpm@eunet.rs

nove ideje o konstrukciji traktora i oko 1892. konstruisan je traktor sa pogonom na naftu. U Engleskoj je održana 1897. prva prodaja traktora, nuden je „Hornsby – Ackroyd“ model u četiri različite izvedbe od 16 do 30KS. Međutim, izgleda da je zabeležena samo jedna prodaja.

Tako je 1896–97., rođena industrija traktora u Engleskoj, mada je svaki traktor do 1898., bio eksperimentalan i proizведен u ograničenom broju.

Napred navedeni podaci mogu da se koriste za upoređenje početka proizvodnje traktora u Srbiji. U Srbiji je prvi traktor proizведен 1949. Znači 100 god. posle prve proizvodnje traktora u svetu. Ova hronologija razvoja traktora u Srbiji ne izučava razloge zašto je kasno počela proizvodnja traktora u Srbiji već samo ima zadatku da zabeleži hronološko vreme proizvodnje i njihov razvoj u određenom vremenskom periodu.

Istorijski posmatrano kada je počela proizvodnja traktora u svetu u to doba Srbija teži da ubrza svoj kulturni i privredni razvoj, da uhvati korak sa razvijenim zemljama i da se otrgne iz zaostalosti. Poljoprivredna proizvodnja i njen napredak povezan je sa stepenom obrazovanja čoveka i njegovim znanjem u toj oblasti.

Poljoprivredni fakultet u Srbiji osnovan je školske 1920/21., a odsek za mehanizaciju poljoprivrede na ovom fakultetu osnovan je 1971. U nastavni plan odseka za mehanizaciju poljoprivrede uveden je novi predmet Eksplatacija poljoprivrednih mašina koji obuhvata eksploataciju traktora i drugih mašina koje se nalaze u sastavu traktorsko – mašinskog parka objedinjenih tehnologijom proizvodnje i strukturu setve.

Svi koji se bave naučnim izučavanjem razvoja proizvodnje traktora, uočavaju da razvoj traktora predstavlja kontinuitet naučnog i teorijskog saznanja korišćenog za tehničku usavršenost savremene proizvodnje. Kada se govori o savremenoj tendenciji proizvodnje traktora ne može da se ona posmatra izolovano od bazne proizvodnje koja je predstavljala proizvodnju traktora više decenija, jer sadašnja proizvodnja predstavlja tehničku usavršenost predhodne proizvodnje. Ako se pri izučavanju savremene proizvodnje ne uzimaju u obzir tehničke karakteristike traktora predhodne generacije onda se pojavljuje mistifikacija zbog nepoznavanja suštine tehničke usavršenosti traktora sadašnje u odnosu na predhodnu proizvodnju traktora. [1] [3]

U radu je prvo izložen početak proizvodnje traktora u svetu, zatim su prikazani rezultati uporednih ispitivanja traktora u Institutu za mehanizaciju poljoprivrede za kupovinu licence za proizvodnju traktora a posle ovoga prikazana je proizvodnja traktorske industrije i njen razvoj. Za ono vreme ovo je prirođan redosled jer je Institut bio državni i on je na osnovu uporednih ispitivanja traktora inostrane proizvodnje davao predloge za kupovinu licence na osnovu kojih se razvijala naša traktorska industrija.

Ako bi se dao kraći osvrt na sadašnju situaciju u pogledu poljoprivredne mehanizacije, odnosno traktora, može se reći da struktura, broj, održavanje i drugih raspoloživih kapaciteta ne omogućava primenu savremene tehnologije proizvodnje u kojoj veliku ulogu ima adekvatna i potrebna mehanizacija. Toj činjenici doprinosi relativna tehnička zastarelost mehanizacije koja ne omogućava optimalnu obradu, odnosno proizvodnju poljoprivrednih dobara, stvara velike gubitke i ekološki narušava sredinu.

Cilj rada je da se naučnim pristupom putem hronologije prikaže razvojni put proizvodnje traktora u Srbiji što je od značaja za nauku i privredni sistem radi daljeg izučavanja proizvodnje traktora. Iz sadržaja rada se vidi da je proizvodnja traktora kod nas zasnovana na naučnim saznanjima.

MATERIJAL I METODE RADA

Primenjena metoda hronologije i trenda razvoja traktora u Srbiji zasniva se na dokumentaciji Instituta za mehanizaciju poljoprivrede o njegovom osnivanju i rezultatima uporednih ispitivanja traktora za kupovinu licence. Zatim dokumentaciji proizvođača traktora, Industrije motora Rakovica i Industrije mašina i traktora o početku razvoja i proizvodnje traktora.

Istorijski posmatrano razvoj mehanizacije poljoprivredne proizvodnje kod nas počinje u periodu nakon drugog svetskog rata. U tom periodu poljoprivredni radovi obavljani su sa zapregama (volovi i konji), i ljudskom radnom snagom, iz razloga što proizvodnja traktora i poljoprivrednih mašina tada u zemlji nije postojala. Prosečni prinosi poljoprivrednih useva bili su izuzetno niski, naprimjer, rod pšenice iznosio je oko 1t/ha, kukuruza 1,4t/ha. Zbog neophodnosti povećanja poljoprivredne proizvodnje, radi ishrane stanovništva, u to vreme počinje formiranje državnih poljoprivrednih dobara i seljačkih radnih zadruga. Ospozobljenih kadrova za brzo i uspešno rešavanje problema uvođenja mehanizacije u poljoprivrednu proizvodnju nije bilo.

Radi postepenog planskog uvođenja mehanizacije u poljoprivrednu proizvodnju, njihove organizovane eksploatacije i održavanja uvezenih traktora, Država je 25-XII-1946., osnovala Savezni zavod za mehanizaciju poljoprivrede u Beogradu. Zavod se ubrzo kadrovski organizovao i tehnički opremio za ispitivanje traktora i poljoprivrednih mašina.

Prvi ispitani traktor bio je Farmal-A (IHC) točkaš, dana 18.IX.1947., snage motora 13,5 KS (9,94kW). Ispitivanje je izvršeno 18-IX-1947. Rukovodilac ispitivanja je bio prof. E. Bosanac. [3] [4] [5]

Saveznom Uredbom 1949., Zavod je prerastao u Savezni institut za mehanizaciju poljoprivrede i od tada je počelo dodatno kadrovsko ojačavanje, kao i osavremenjavanje laboratorija i merne tehnike na nivou evropskih instituta.

Decembra 1952., Savezni institut za mehanizaciju poljoprivrede postao je Institut za mehanizaciju poljoprivrede Narodne Republike Srbije (NRS) sa sedištem u Zemun Polju, pod administrativno operativnim rukovodstvom (AOR) Ministarstva poljoprivrede NRS. Institut je nastavio rad na atestiranju traktora.

Naučno-istraživački rad na ispitivanju traktora počeo je 1953., kada je država raspisala međunarodni konkurs radi izbora licence za proizvodnju traktora u zemlji. Svrha ispitivanja je bila: određivanje tipa traktora kategorije 25–30KS i sistema oruđa za taj tip, koji bi najbolje odgovarao za naše agrotehničke uslove i pojedine poljoprivredne reone.

Donet je Pravilnik o uporednim ispitivanjima traktora i poljoprivrednih mašina koji je obuhvatio svrhu ispitivanja, program, metodiku, ateste, analize i izveštaje.

Spisak firmi koje su svojim traktorima učestvovali u dvogodišnjem ispitivanju su:

1. Nemačka: Allgaier (33KS); MAN (30KS); Deutz (30KS); Fahr (30KS); IHC (Neuss) (25KS); Lanz Bulldog (28KS); Daimler – Benz- Unimog (25KS).
2. Engleska: Ferguson (25KS); David Brown (29KS); Ford (38KS); IHC (Don Caster) (38KS); Naffield (36KS).
3. Francuska: IHC (St. Dizier) (24KS); Renault (32KS).
4. Austrija: Steyr (30KS).
5. Italija: Fiat (Das) (25KS).

Program tih ispitivanja obuhvatao je sledeće: predhodne tehničke ekspertize, eksploraciona ispitivanja, tehničko ispitivanje traktora, naknadne tehničke ekspertize, ekonomske analize, opšte mišljenje. [1] [2] [3]

Institut za mehanizaciju poljoprivrede, dostavio je izveštaj Ministarstvu poljoprivrede NRS, za sve traktore koji su bili objedinjeni u ispitivanju, sa mišljenjem da se otkupi licenca za proizvodnju traktora od Firme „Ferguson“.

S obzirom da su se ispunili uslovi, pre svega u: organizaciji ispitivanja, definisanju pravilnika ispitivanja, vremenom trajanja i obimom ispitivanja ostvareni su kriterijumi naučno-istraživačkog rada tako da se 1953. računa za početak naučno-istraživačkog rada u oblasti traktora u Srbiji.

Pored navedenih, ispitivan je traktor „Landini“ radi potencijalne kupovine licence za IMR-Rakovica, kao i ispitivanje traktora guseničara „Vender Buli“ takođe za kupovinu licence za fabriku „14.Oktobar“ –Kruševac.

Do 1969., Institut za mehanizaciju poljoprivrede NRS–Zemun Polje, bio je jedini ovlašćeni institut u Jugoslaviji za zvanična ispitivanja i atestiranje, traktora po metodi OECD-a, „ SUMMARY OF TEST CARRIED OUT UNDER THE OECD TRACTOR CODE -1966-1968–organisation for economic co-operation and development-Paris-1969-Yugoslavia-Institut za mehanizaciju poljoprivrede–Zemun–P.Fah 41. [5]

Ukazom Predsednika Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije Josipa Broza –Tita, pod brojem 234 od 7-XI-1977., a povodom tridesetogodišnjice rada i postojanja, Institut za mehanizaciju poljoprivrede-Zemun Polje, odlikovan je ordenom rada sa zlatnim vencem, za naročite zasluge i postignute uspehe na unapređenju mehanizacije u poljoprivredi i doprinosu privrednog napretka zemlje.

Današnje Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Srbije, samo na papiru ima registrovani Institut za mehanizaciju poljoprivrede, koji je danas bez kadrova, laboratorije, merne opreme i svih drugih resursa koji su neophodni za obavljanje ispitivanja traktora i priključnih oruđa.

U početnoj fazi svoga rada Institut nije imao naučne saradnike zato su naučno-stručne poslove vodili profesori sa mašinskog i poljoprivrednog fakulteta i ta saradnja se i kasnije održavala tokom 43 godine postojanja.

Na osnovu naučno-istraživačkog rada u Institutu je odbranjeno: 11 doktorskih disertacija (7 iz oblasti traktora), 2 saradnika instituta bez doktorata dobili su zvanje naučnog savetnika, a jedan profesor univerziteta. Od navedenih naučnika 5 su bili profesori na mašinskom i poljoprivrednom fakultetu, a naučna saznanja do kojih su dolazili u institutu prenosili su studentima.

Poslednji traktor ispitivan na strnjici po naučnoj metodici u tri varijante, jula 1989. bio je. traktor Torpedo-Rijeka, tip „RX-170“-4x4S, sa motorom snage 120kW. Ispitivanje je obuhvatalo tri varijante:

- bez balasta sa masom 6.160kg,
- sa standardnim balastom mase 7.460kg,
- sa maksimalnim balastom 8.970kg.

Sa završetkom ispitivanja ovog traktora bio je i kraj naučno-istraživačkog rada u oblasti naučnog istraživanja traktora u Srbiji. Ovo je označilo i prekid kontinuiteta u istraživačkom radu kod nas u oblasti traktora.

Sa ovom konstatacijom biće i onih naučnih radnika koji se neće složiti sa ovom činjenicom, jer se i danas u domaćim naučnim časopisima pojavljuju radovi o ispitivanju traktora kao tzv. naučni radovi. Međutim, ovi radovi po sadržaju, objektivno nemaju

potreban nivo da bi se nazvali naučnim radom. Da bi se rad ocenio kao naučni, on mora da bude praktično izведен, teorijski dokazan, u praksi proveren i primjenjen. Takvih radova, kada su u pitanju traktori, za sada kod nas nema. [7] [8] [9]

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Prvi jugoslovenski traktor, „Zadrugar T-08“, proizveden je 1949. u Industriji motora Rakovica–IMR. Sa ovim traktorom počela je proizvodnja traktora, prvo sa šestocilindričnim benzinskim motorom od 35KS, a kasnije sa dizel motorom. Traktor „Zadrugar T-08“, je za tadašnje uslove bio univerzalne namene. Ispitan je u Saveznom institutu za mehanizaciju poljoprivrede, br.265, 15-II-1950. u Zemun Polju, pod kontrolom specijalne komisije koju su sačinjavali predstavnici: Ministarstava narodne odbrane, saobraćaja, šumarstva, poljoprivrede, Vojno tehničkog instituta i direktor industrije motora.

Hronološki razvoj proizvodnog programa i traktora u Industriji motora Rakovica

Industrija motora Rakovica, osnovana je 1927., kao akcionarsko društvo pod nazivom Industrija aeroplanskih motora. Prvo je počela proizvodnja zvezdastih avionskih motora tipa K-7 od 450KS, K-9 od 650KS i N.O.-14 od 900KS. Godine 1936. izvršena je nacionalizacija preduzeća i menja naziv u današnje ime, ali i dalje zadržava status akcionarskog društva. Pred drugi svetski rat počinje proizvodnja prvog jugoslovenskog kamiona „PRAGA-PH8“, koja se po završetku rata nastavlja pod imenom „PIONIR-PRAGA“. Direktivom Vlade FNRJ, 1950., izmeštena je celokupna proizvodnja kamiona u „TAM“ Maribor. [1] [6]

Proizvodnja traktora je bila sledeća:

- 1949. proizveden je traktor Zadrugar T-08, sa šestocilindričnim benzinskim motorom, koji se već proizvodio u Industriji motora, a do 1954. proizvedeno je 2.520 traktora tog tipa,
- 1950. počinje proizvodnja traktora guseničara TCA-60 i TCA-70, prema licenci italijanske firme „ANSALDO“. Ukupno je proizvedeno 1209 takvih traktora. Kasnije ova proizvodnja je premeštena u „14. oktobar“ iz Kruševca.
- 1954. potpisuje se ugovor za proizvodnju dizel motora IM-03 po licenci engleskog proizvodača Perkins.
- 1955. proizveden je traktor Zadrugar P-2, sa dizel motorom, a do 1961. proizvedeno je 10.000 traktora označe P1 i P2.
- 1959. IMR potpisuje ugovor za proizvodnju traktora sa italijanskom firmom Landini i počinje proizvodnja traktora Zadrugar 50/I-Landini, sa motorom IM-034/T od 50KS. Do 1968. proizvedeno je 8000 takvih traktora.
- 1959. proizveden je traktor Zadrugar- 50/A-Landini, a do 1963. proizvedeno je 4.250 takvih traktora.
- 1967. počinje proizvodnja traktora Rakovica-60, sa motorom M-34/T, nešto kasnije sa motorom M3, pa potom motorom iz familije S4.
- 1976. proizvodnja traktora Rakovica - 60 super,
- 1979. proizvodnja traktora „R-76“.

- 1981. Rakovica -R-65,
- 1982. Rakovica -R-65DV,
- 1982. Rakovica -120“ (R- 135 turbo),
- 1984. Rakovica - 47
- 1988. Rakovica - 76 DV,
- 1994. Rakovica - 50 DV turbo,
- 1994. Rakovica -55 DV turbo,
- 1994. Rakovica -85 DV turbo,
- 1996. Rakovica -R55 DV- Eko,
- 1998. Rakovica - 90.

Karakteristika proizvodnje traktora IMR je, da su oni bili konstrukcijski na nivou traktora Landini, uz mnogobrojne izmene i poboljšanja konstrukcije. Osnovna karakteristika traktora IMR u pogledu namene bila je prilagođavanje privatnom, zadružnom i društvenom sektoru, kao i izvozu na svetsko tržište. U sadašnje vreme proizvodnja traktora IMR svedena je na beznačajan nivo u odnosu na potrebe naše poljoprivrede, a njihovo mesto zauzeli su traktori iz uvoza raznih zemalja. [13] [14] [6]

Maksimalna proizvodnja u Industriji motora Rakovica je bila 1989., 6.427 traktora, a 1985., 57.219 komada dizel motora. U odnosu na navedene podatke, današnja proizvodnja motora i traktora u Industriji motora Rakovica je beznačajna.

Industrija mašina i traktora - IMT

Industrija mašina i traktora- IMT osnovana je 1954.

Posle dvogodišnjih uporednih ispitivanja traktora 1953. i 1954. u Institutu za mehanizaciju poljoprivrede-Zemun Polje, a na osnovu dobijenih rezultata, država je odkupila licencu za proizvodnju traktora Ferguson. Tada je počela proizvodnja traktora Ferguson-1955., a 1964. proizvodnja traktora IMT-555 prema sopstvenoj dokumentaciji.

Dalji razvoj traktora IMT bio je planski i usmeren prema tri glavna zahteva:

- namena traktora prema veličini poseda i agrotehničkim zahtevima,
- konstrukciona prilagođenost agrotehničkim zahtevima,
- konstantno povećanje snage motora i mase traktora.

Za analizu uzeta je 1990., kada je IMT bio u usponu svoje proizvodnje. U svom proizvodnom programu, IMT je imao 29 tipova traktora sa snagom motora od 20kW do 380kW. Snaga motora se povećala 19,3 puta, a masa od 1540kg, na 20.000kg, ili 13 puta.

Savremena konstrukciona rešenja omogućavala su izbor traktora prema sopstvenim potrebama korisnika, jer je konstrukciona izvedba traktora mogla da zadovolji sve potrebe. Po proizvodnom programu IMT-a proizvodili su se traktori sa pogonom 4x2, 4x4 standardne izvedbe, prednji točkovi manjih dimenzija i zglobni traktori 4x4z, sa točkovima jednakih dimenzija.

Traktor IMT-550 sopstvene zglobne konstrukcije sa motorom Mercedes snage 380kW, sa 16 stepeni prenosa, namenjen je velikim poljoprivrednim kombinatima za teške radove, napr., oranje sa plugom 8,10 i 12 plužnih tela, tanjiračom 8-9m zahvata i druge radove.

Hronološki razvoj proizvodnje traktora u Industriji mašina i traktora je bio sledeći:

- 1965. industrija dobija sadašnje ime Industrija mašina i traktora- IMT.

- 1970. izvršena je treća rekonstrukcija fabrike za proizvodnju 10.000 traktora/god. i započeta, serijska proizvodnja traktora IMT-575.
- 1976. izvršena je četvrta rekonstrukcija fabrike, izgrađena je nova fabrika traktora, visokog nivoa opreme i tehnologije, kapaciteta proizvodnje od 40.000 traktora godišnje (puštena je u rad 07.03.1976.).
- 1982. puštena je u rad nova fabrika traktora snage motora 75kW klasične i zglobne konstrukcije, kapaciteta 2.000 traktora/god.
- 1988. proizvedeno je 42.000 traktora i 35.000 mašina, vrednosti iznad 600 miliona maraka.
- 1990–2000. je period promene geo-političkih okolnosti koje su u celom regionu dovele do bitnih promena u proizvodnji.

Sadašnja proizvodnja traktora IMT je nešto veća od 1.000 traktora/god.

Karakteristika ranijeg proizvodnog programa IMT-a, bila je da je njegov asortiman zadovoljavao potrebe privatnog, zadružnog i društvenog sektora.

Sadašnja proizvodnja traktora IMT-a u odnosu na potrebe poljoprivrede Srbije je beznačajna, jer u Srbiji ima 5.097.000ha poljoprivrednog zemljišta, a poljoprivrednih domaćinstava 450.000, a sa mešovitim poljoprivrednim domaćinstvima ta cifra dostiže brojku od 700.000. Prema tome, na žalost države Srbije, potrebe za traktorima podmiruju se iz uvoza.

,,14. oktobar“ - Kruševac

Proizvodnja traktora u preduzeću „14. oktobar“-Kruševac, uglavnom je bila usmerena na traktore namenjene građevinarstvu i rudarstvu. Traktori guseničari TG-50 i TG-75, bili su namenjeni za rad u poljoprivredi, a TG-170, za rigolovanje zemljišta prilikom zasnivanje voćnjaka i vinograda. Proizvodnja traktora točkaša Ratar- 90 nije ušla u serijsku proizvodnju.

Institut za mahanizaciju poljoprivrede Republike Srbije-Zemun Polje, i traktorska industrija Srbije živeli su u simbiozi, u jednom sistemu su nastali, a u drugom nestali.

Institut za mehanizacije poljoprivrede-Zemun Polje, sada se nalazi u latentnom stanju sa svojim laboratorijama i imovinom koja se sastoji od 3.880m² pokrivenog prostora, zgrade, i 20 hektara zemljišta. Sve zgrade bile su urbanizovane do 2.000. Knjižni fond biblioteke na stranim i domaćim jezicima iznosio je 4.870 primeraka. Ukupan fond stranih i domaćih časopisa iznosio je oko 9.000, sredenih po godinama i brojevima.

Industrija traktora u Srbiji u svom razvoju bila je na nivou vodećih fabrika traktora od kojih su otkupili licencu, a preko svojih konstrukcijskih biroa kontinualno su radile na poboljšanju proizvoda. U sadašnje vreme traktorska industrija Srbije izgubila je značaj za poljoprivredu Srbije, a poljoprivreda Srbije svoje potrebe pretežno obezbeđuje iz uvoza. Vrednost sadašnje industrije traktora uglavnom se svodi na vrednost osnovnih sredstava i lokacije na kojoj se nalaze. Dobija se utisak da onaj koji je stvorio industriju traktora sada ne zna šta će sa njom.

ZAKLJUČAK

Iz sadržaja rada proizilaze sledeći zaključci:

- proizvodnja traktora u Srbiji počela je oko 100 god. posle početka proizvodnje traktora u svetu. Ovaj podatak je prvenstveno značajan za nauku jer daje podstrek istraživanju uzroka tolikog zaostajanja.
- Institut za mehanizaciju poljoprivrede Srbije, Zemun polje izvršio je uporedna ispitivanje traktora inostrane proizvodnje 1953/1954., a dobijeni rezultati ispitivanja korišćeni su za kupovinu licence za proizvodnju traktora marke Ferguson iz Engleske.
- proizvodnja traktora u Srbiji zasnovana je na naučnim saznanjima i tehničkim napredkom proizvodnje traktora firmi od kojih su kupljene licence.
- naučna istraživanja u oblasti traktora u Srbiji vršena su u periodu od 1953-1989.
- današnja proizvodnja traktora i motora u odnosu na potrebe naše poljoprivrede je bezznačajna.
- U Industriji motora Rakovica proizveden je prvi jugoslovenski traktor Zadrugar T-08. Maksimalna prizvodnja traktora od 6.427 komada, ostvarena 1989., a maksimalna proizvodnja motora od 57.219 komada, ostvarena je 1985. Godine 1954. IMR potpisuje licencni ugovor za proizvodnju dizel motora IM-03, sa poznatom engleskom firmom Perkins, a 1959. potpisuje novi licencni ugovor za proizvodnju traktora sa italijanskim firmom Landini.
- Industrija mašina i traktora Beograd, osnovana je 1954., a proizvodnja traktora počela je na bazi otkupljene licence „Ferguson“. Maksimalna proizvodnja traktora ostvarena je 1988., kada je proizvedeno 42.000 komada i 35.000 priključnih mašina. Tadašnja vrednost proizvodnje prelazila je 600 miliona DM. Današnja proizvodnja traktora i poljoprivrednih mašina je bezznačajna u odnosu na potrebe naše poljoprivrede, što se nadoknađuje uvozom različitih marki i tipova.
- Industrija proizvodnje traktora u Srbiji u vreme svog uspona tehnički je bila na nivou proizvodnje traktora u firmama od kojih su kupljene licence.
- Institut za mehanizaciju Srbije i traktorska industrija u jednom sistemu su nastali, a u drugom nestali.

LITERATURA

- [1] Savić, R., 1981. *Razvojni put i dostignuća Instituta za mehanizaciju poljoprivrede - Zemun, Poljoprivreda*, br.276, Institut za mehanizaciju poljoprivrede - Zemun Polje.
- [2] Ercegovac, E., 1947. *Izveštaj o ispitivanju traktora FARMAL (IHC)*, br.1. Institut za mehanizaciju poljoprivrede - Zemun Polje.
- [3] Paroški, V., 1950. *Zapisnik o ispitivanju traktora točkaša T-08*, (1950.), Vlada FNRJ-Ministarstvo teške industrije, Glavna direkcija savezne industrije motora.
- [4] Grupa autora, Institut za mehanizaciju poljoprivrede Zemun polje, 1953. *Uporedna ispitivanja dizel-traktora i poljoprivrednih mašina*. Pravilnik o ispitivanju poljoprivrednih mašina i oruđa – Program i Metodika. Beograd.
- [5] OECD, 1969. *Summary of test carried out under the OECD tractor. CODE -1966.-* organisation for ekonomic cooperation and development - Paris.

- [6] Petrović, P., Marinković, V., Stanković, D., 1997. *Industrija motora Rakovica 1927-1997.* Časopis jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje „Traktori i pogonske mašine“, br.2, god. 2, str. 5-16.
- [7] Obradović, D., Teofanović, Z., Dumanović, Z., 1994. *Analiza osnovnih tehničkih i eksploracionih parametara traktora jugoslovenske proizvodnje.* Zbornik radova: Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Zadar 1987, Zavod za mehanizaciju poljoprivrede, pp. 36-45, Zagreb.
- [8] Obradović, D., Petrović, P., 1999. *Komparacija energetskog potencijala i vučnih karakteristika traktora R-135 i R-95.* VI Naučni skup sa međunarodnim učešćem »Pravci razvoja traktora i mobilnih sistema«, Novi Sad, br.4, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str. 73-83.
- [9] Obradović, D., Petrović, P., 2003. *Naučne osnove konstrukcije novih traktora IMR-a Rakovica-65 12 BS DV i Rakovica-75 12 BS DV.* X Naučni skup sa međunarodnim učešćem Pravci razvoja traktora i mobilnih sistema, Novi Sad, br.4, Vol.8, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Časopis »Traktori i pogonske mašine«, str. 64-69).
- [10] Petrović, P., Obradović, D., 2006. *Analiza trenda razvoja transmisija traktora sa aspekta poboljšanja vučno-dinamičkih karakteristika.* Naučni časopis „Poljoprivredna tehnika“, Vol. XXXI, br.1, Poljoprivredni fakultet u Beogradu, str. 91-99.
- [11] Petrović, P., 1997. *Stanje i perspektive traktora u precesu tranzicije poljoprivrede u Jugoslaviji.* XXIV Jugoslovenski simpozijum o operacionalnim istraživanjima „SYM-OP-IS '97, Bečići, Ekonomski fakultet Beograd, str. 33-36.
- [12] Petrović, P., 1997. *Aktuelni problemi proizvodnje traktora sa aspeka obnavljanja poljoprivredne mehanizacije republike Srbije.* Stručni časopis JUMTO-a, Traktori i pogonske mašine , br.2., Vol. 2, No 2, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str. 34-41.
- [13] Petrović, P., 1997. *Industrija motora Rakovica—juče, danas, sutra.* Okrugli sto JUMV-a Industrija motora i vozila Jugoslavije—juče, danas, sutra, Beograd, Privredna Komora Jugoslavije, str. 28-30.
- [14] Petrović, P., 2003. *Industrija motora Rakovica u poljoprivredi u 2004.* X Naučni skup sa međunarodnim učešćem- Pravci razvoja traktora i mobilnih sistema, br.5, Vol.7, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, časopis JUMTO-a “Traktori i pogonske mašine”, str. 98-105.

HISTORY AND DEVELOPMENT TREND OF PRODUCTION TRACTORS IN SERBIA

Dragoljub Obradović¹, Predrag Petrović², Zoran Dumanović¹, Branka Kresović¹

¹ Maize Research Institute, Zemun Polje

² Institute „Kirilo Savić“, Vojvode Stepe 51, 10010 Belgrade

Abstract: This paper chronologically describes production of tractors in the world and in Serbia. The contribution of our science to the development of the tractor industry is primarily expressed through comparative testing of tractors for purchase, which have foreign production license. Our tractor industry was technically at the same level with the tractor manufacturers which supplied the licenses.

The paper chronologically presented the development of our science in field of tractors studies, during increased and decreased production of domestic tractor industry. The work is important for science and economic system for further studies of tractors production in Serbia with respect to the needs of Serbian agriculture.

Key words: *science, tractor, power, agriculture, industry, manufacturing, institute, research, license.*

Datum prijema rukopisa: 02.11.2011.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 10.11.2011.

Datum prihvatanja rada: 10.11.2011.



UDK: 629.06: 631.3

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

KONSTRUKTIVNI PARAMETRI KABINE OD UTICAJA NA TOPLOTNU INTERAKCIJU IZMEĐU ČOVEKA I KABINE

Dragan Ružić*, Ferenc Časnji

*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za mehanizaciju i
konstrukciono mašinstvo, Katedra za motore i vozila, Novi Sad*

Sažetak: Mikroklimatski uslovi u kabini su jedan od aspekata ergonomičnosti traktorske kabine, ujedno bitni faktori efikasnosti i bezbednosti celog sistema čovek-mašina. Oblast istraživanja u ovom radu su faktori koji utiču na toplotne procese između kabine, čoveka i okoline, na prvom mestu zbog toplotnog osećaja rukovaoca u kabini. Time su obuhvaćene analize karakteristika materijala primenjenih za izradu kabina, geometrije unutrašnjosti kabine i izvođenja sistema za razvođenje vazduha. Analiza je izvršena nad uzorkom kabina traktora srednje kategorije.

Cilj rada je identifikacija najvažnijih parametara i analiza njihovog uticaja, što bi moglo da predstavlja podloge pri projektovanju kabine za određeni traktor, sa aspektima minimizacije nepovoljnog dejstva toplove na rukovaoca. Rezultati su pokazali da su najuticajniji činilac zastakljene površine kabine, zbog svoje veličine i toplotnih i solarnih karakteristika. Odatle se zaključuje da bi se izborom odgovarajućih osobina zastakljenih površina kabine, kao i načinom izvođenja sistema za razvodjenje kondicioniranog vazduha moglo postići značajno smanjenje toplotnog opterećenja rukovaoca, ali i same kabine.

Ključne reči: traktor, kabina, mikroklima, klimatizacija

UVOD

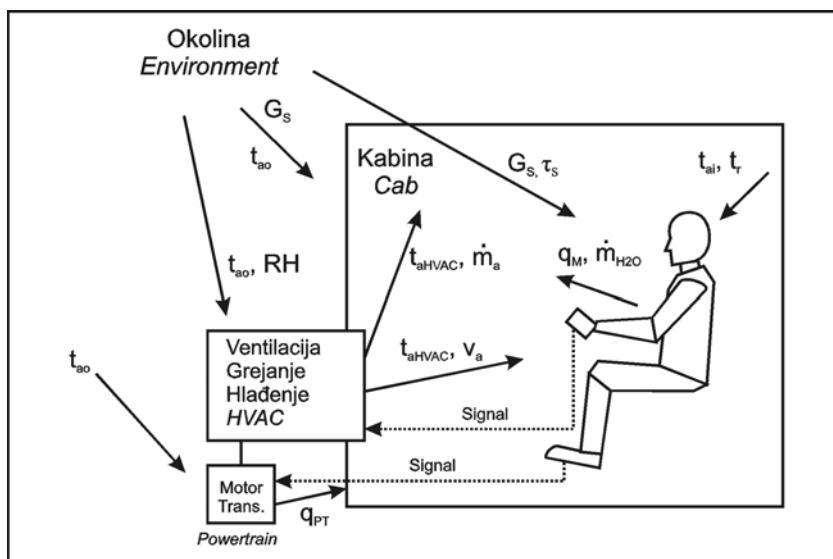
Ergonomija kabine je jedan od činioca u obezbeđivanju optimalnog radnog učinka sistema okolina-mašina-čovek, i isto tako može lako narušiti njegovu efikasnost, kada čovek postane najslabija karika u lancu. Mikroklimatska ergonomija u kabini u užem

* Kontakt autor: Dragan Ružić, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad.
E-mail: ruzic@uns.ac.rs

Projekat TR35041 "Istraživanje bezbednosti vozila kao dela kibernetetskog sistema Vozač-Vozilo-Okruženje", finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

smislu utiče na zdravlje i radnu sposobnost traktoriste, time indirektno i na bezbednost u radu i u saobraćaju. U kabini traktora mogu vladati ekstremni klimatski uslovi, sa veoma visokim temperaturama vazduha, zajedno sa dejstvom ostalih nepovoljnih uticaja (zagadenost vazduha prašinom i izduvnim gasovima pogonskog motora, a ponekad i kapljicama hemijskih sredstava).

Uslovi potrebni za ostvarenje toplotnog komfora su približno isti kao i u bilo kom drugom zatvorenom objektu. Standardi za toplotni komfor nalažu određene granice i kombinacije mikroklimatskih parametara (temperatura vazduha i površina, brzina vazduha i relativna vlažnost) i individualnih (oblačenje i aktivnost) parametara koji bi trebali da za prosečnu populaciju predstavljaju uslove koji obezbeđuju toplotni komfor [8], [11]. Dakle, jedna od zaštitnih uloga kabine je i postizanje i održavanje traženih mikroklimatskih uslova, uz što manju osetljivost na spoljašnje uslove. Zato se čovek, mašina (u ovom slučaju kabina poljoprivrednog traktora) i okolina nalaze u neprestanoj toplotnoj interakciji (slika 1). Okolina utiče na kabinu i na sistem za kondicioniranje vazduha preko temperature (t_{ao}), vlažnosti (RH), brzine i sastava vazduha i dejstvom zračenja sunca (G_s). Zbog toga i zbog toplotne dobijene od pogonskog agregata (q_{PT}) u kabini traktora nastaju određeni mikroklimatski uslovi (t_{ai} , t_r), u funkciji toplotnih osobina kabine (koeficijent solarne propustljivosti stakla τ_s i dr.). Postoji i aktivno dejstvo sistema za kondicioniranje vazduha, koji isporučuje vazduh određenih karakteristika (t_{aHVAC} , v_a) i masenog protoka (dm/dt) u unutrašnjost kabine i u zonu rukovaoca. U tom ciklusu čovek reaguje i utiče tako što (nevvoljno) odaje osetnu toplotu i vlagu (q_M , dm_{H2O}/dt), i (voljno) podešava odeću i upravlja uređajima na traktoru i sistemom za kondicioniranje vazduha.



Slika 1. Toplotna interakcija između čoveka, kabine i okoline
Figure 1. Thermal interaction between a man, cab and environment

Ispitivanja mikroklimatskih uslova i uticaja različitih izvedbi ventilacije predstavljena u [9], [10] i [15] pokazala su da postoje razlike u topotnom osećaju rukovaoca između različitih sistema razvođenja vazduha pod istim ostalim uslovima. Analize ergonomskih karakteristika traktora srednje snage su date u [3] i [4].

S obzirom da, za razliku od buke i vibracija, topotni procesi u sistemu kabine ne zavise u tolikoj meri od radnog procesa traktora, nego gotovo u potpunosti od spoljašnjih topotnih uslova, kabina se može posmatrati kao zasebna celina. Za potrebe ovog rada analizirane su karakteristike kabina traktora srednje snage, u smislu opštih karakteristika kabina, nakon čega je izvršena analiza uticajnih konstruktivnih parametara na topotnu interakciju. Analizom je obuhvaćeno ukupno 26 različitih kabina koje se ugrađuju u 90 modela od 11 proizvodača traktora točkaša.

MATERIJAL I METODE RADA

Na osnovu raspoložive dokumentacije i pregledom pojedinih poljoprivrednih traktora koji su u ponudi na našem tržištu, napravljen je sažet pregled stanja u pogledu topotnih karakteristika materijala kabina i izvedbi sistema za normalizaciju mikroklima. Traktori iz uzorka su koncepcije 4WD, snage motora od 40,5 do 155 kW, mase između 2.750 i 8.410 kg i razmaka osovina u rasponu od 2.055 do 3.089 mm.

Ova analiza je pokazala da je modul kabine traktora srednje kategorije konstruktivno sličan, na prvom mestu po geometriji i primenjenim materijalima, dok razlike postoje u opremljenosti i u izvođenju sistema razvođenja vazduha. Osnovni materijal rama kabine su čelični profili i lim, a osnovu zaštitne strukture čine četiri ili šest stubova. Velik deo omotača kabine (60% ukupne površine, tj. oko 5 m^2) predstavljaju sigurnosna kaljena stakla (homologovana prema ECE R43) i po pravilu tonirana. Krov kabine se izrađuje od plastičnih materijala sa topotnom i zvučnom izolacijom, a može ujedno služiti i za smeštaj sistema ventilacije i klimatizacije. Opšti trend na tržištu traktora je standardno opremanje kabina sistemom za klimatizaciju vazduha. Sistem za klimatizaciju je kompresorskog tipa sa radnim fluidom R134a. Procenjeno je da može da angažuje 4 – 6 kW snage, što predstavlja 2,5 – 15% od nazivne snage motora ove kategorije traktora. Za ocenu parametra od interesa za topotnu interakciju čoveka i kabine korišćeni su opšti analitički izrazi i numeričke metode. Potrebni podaci o uslovima okoline za centralnu Vojvodinu su preuzeti iz raspoloživih baza podataka [6].

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Parametri topotne interakcije

Posmatrajući topotnu interakciju između kabine i čoveka, polazna tačka je uticaj mikroklimatskih uslova u kabini na čoveka. Mikroklimatski uslovi u kabini deluju na čoveka promenom intenziteta razmene topote između čovekovog tela i okoline: temperatura vazduha, temperatura zračenja okolnih površina, brzina vazduha, relativna vlažnost vazduha i intenzitet zračenja sunca. U toplim uslovima je intenzitet zračenja sunca dominantan faktor u procesu dotoka topote u kabinu, čiji topotni fluks kroz stakla

nadmašuje ostale mehanizme prenosa toplove kroz omotač kabine za 5 do 10 puta [2], [14]. Direktno dejstvo sunca na traktoristu kroz stakla i otvore kabine utiče na pogoršanje toplotnog osećaja, zbog povećanja temperature kože i odeće usled apsorpcije toplotnog zračenja sunca propuštenog kroz stakla. Pored toga, zbog efekta staklene baštne kod zatvorene kabine izložene suncu i pri umereno toplim uslovima dolazi do porasta temperature unutrašnjih površina i vazduha na vrednosti koje prevazilaze spoljašnje uslove.

Stoga, konstrukcija kabine po tom osnovu ima sledeće zadatke: da umanji dotok toplove u unutrašnjost, da umanji prenos toplove ka rukovaocu te da omogući efikasno i udobno rashladivanje rukovaoca. Konstruktivne karakteristike koje imaju uticaja na navedene procese su toplotne osobine materijala unutrašnjosti kabine i stakala, geometrija kabine i izvedba sistema za distribuciju vazduha.

Toplotne osobine materijala kabine

Unutrašnje površine kabina traktora iz posmatranog uzorka čine staklene površine i površine od veštačkih materijala: tavanica, pod, sedište, unutrašnji blatobrani i centralna konzola sa instrument tablom. Osim neobloženih delova stubova u pojedinim kabinama, veće metalne bojene površine u unutrašnjosti se praktično ne mogu sresti u savremenim traktorskim kabinama.

Kako su stakla u pogledu toplotnog i svetlosnog zračenja polutransparentni materijal, ona propuštaju jedan deo spektra sunčevog zračenja, apsorbujući i reflektujući ostatak zračenja. Pored toga, staklo zagrejano na neku temperaturu emituje toplotu dugotalsnim infracrvenim (IC) zračenjem. Tonirana stakla, koja se kod analiziranih traktorskih kabina uobičajeno primenjuju, imaju manji koeficijent propustljivosti direktnog sunčevog zračenja ($\tau_s \approx 0,5$), u poređenju sa netoniranim staklom ($\tau_s > 0,8$), pri čemu je koeficijent apsorpcije sunčevog zračenja veći nego što je to kod netoniranih stakala ($\alpha_s \approx 0,45$ u odnosu na $\alpha_s \approx 0,08$), [16]. Te osobine važe ako upadni ugao sunčevog zračenja ne odstupa više od 30° od normale, dok se pri povećanju odstupanja propustljivost smanjuje uz povećanje reflektivnosti. Nagib bočnih stakala analiziranih kabina je do oko 10° , a vetrobrana do oko 20° . Na površinu nagnutu za 20° i okrenutu u pravcu zapada, u mesecu julu na teritoriji centralne Vojvodine, uzimajući u obzir prosečnu oblačnost, intenzitet zračenja sunca može biti i do 600 W m^{-2} [6]. Sledi da bi se maksimalno propuštanje solarne energije dešavalo u prepodnevним ili popodnevnim časovima u iznosu od oko 300 W m^{-2} za tonirana, a za oko 60% više za netonirana stakla. Pod pretpostavkom da vetrobran omogućava potpuno osvetljavanje rukovaoca sa prednje strane, u navedenim uslovima projekcija površine tela izložene zračenju sunca kroz staklo iznosila bi oko 90% od najveće moguće projekcije površine tela izloženoj zračenju [5]. Tako velik intenzitet zračenja prema korigovanom modelu toplotnog osećaja PMV_{sol} , povećava PMV indeks za 1 za svakih 200 W m^{-2} zračenja sunca kojem je osoba izložena [11]. U ovim slučajevima to znači povećanje PMV od 1,5 do 2,5. Korekcija uslova u kabini u cilju kompenzacije PMV_{sol} , doveća bi do nerealno niskih temperatura vazduha. Iako tehnički nije nemoguće postići te uslove, posledica bi bila velika asimetrija toplotnog osećaja između delova tela izloženih zračenju sunca i onima koji to nisu.

Neprovidne površine unutrašnjosti kabine takođe mogu imati povišenu temperaturu: tavanica zbog prolaza toplove kroz krov kabine zagrejan sunčevim zračenjem, pod

kabine zbog zagrevanja toplotom od dela pogonskog agregata koji se nalazi ispod kabine (kod niže klase traktora transmisija "zadire" jednim delom u prostor kabine) i sve površine izložene zagrevanju dejstvom sunčevog zračenja propuštenog kroz stakla. Ove površine oslobađaju toplotu konvekcijom ka hladnjem unutrašnjem vazduhu, zrače prema rukovaocu (što će zavisiti i od njihove relativne geometrije), ali i postoji direktno dejstvo prenosa toplote kondukcijom, koje u ekstremnim slučajevima može rezultirati pojmom opeketina na koži u kontaktu sa pojedinim ugredjanim površinama (granica bola za temperaturu kože je 45°C , dok pojedine površine izložene sunčevom zračenju kroz stakla mogu dostići i preko 80°C !). Konvencionalno traktorsko sedište deluje kao toplotni izolator u smislu oslobađanja toplote iz čovekovog tela, i u teoriji se uračunava u toplotnu izolaciju odeće (dodaje se $0,2 \text{ Clo}$ [8]). Posmatrajući proces na površini kontakta sedišta i čovekovog tela, lokalna temperatura kože će dostići nekomfornu temperaturu od oko 36°C i više, dok će oslobađanje i isparavanje vlage biti ometeno.

Zagrejane površine unutrašnjosti predaju toplotu čovekovom telu i posredstvom dugotalsnog zračenja. Pored temperature, na količinu prenete toplote utičaće emisivnost površine. Emisivnost nemetalnih hraptavih materijala unutrašnjih obloga kabine je visoka i bliska jedinici [7]. Za određivanje toplotnog fluksa zračenjem na bazi razlike temperature površina koristi se linearni koeficijent razmene toplote zračenjem $h_r (\text{W m}^{-2} \text{ K}^{-1})$ [7], [11]. Za ljudsko telo u tipičnim sobnim uslovima osrednjena vrednost linearнog koeficijenta prenosa toplote zračenjem je $h_r = 4,7 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$, ali će biti i veći u okruženju sa zagrejanim okolnim površinama, kakva može biti i kabina. Kako je to isti red veličine kao i koeficijent konvekcije ($h_c = 3,1 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ za prirodnu konvekciju, raste sa povećanjem brzine vazduha), temperatura okolnih površina će imati približno isti uticaj kao i temperatura vazduha [11], [13].

Geometrija i dimenzije kabine

Konfiguracija kabina je kod posmatranog uzorka traktora veoma slična, jer svi traktori spadaju u traktore konvencionalne koncepcije. Dimenzije kabina su dobijene analizom podataka od 9 različitih kabina koje se ugrađuju na 29 modela traktora od 5 proizvođača. Dužine kabina se nalaze u rasponu $1,40 - 1,77 \text{ m}$, širine $1,38 - 1,70 \text{ m}$ i visine $1,45 - 1,80 \text{ m}$. Najveći koeficijenti korelacije se zapažaju između širine kabine i mase traktora ($0,741$) i između dužine kabine i razmaka osovina ($0,498$), dok dužina i širina kabine slabo koreliraju sa koeficijentom $0,434$. Visina kabine ima slabu korelaciju sa bilo kojim od parametara. Pored toga što traktori veće mase i snage motora imaju i veću kabinu, generalna tendencija razvoja kabina je usmerena ka povećanju njenih dimenzija.

Izvođenje sistema za distribuciju vazduha

Kontrolu mikroklimatskih uslova u zatvorenoj kabini je moguće vršiti ubacivanjem kondicioniranog i prečišćenog vazduha, snižene temperature i vlažnosti, čime se spušta unutrašnja temperatura vazduha. Isti sistem omogućava i direktno hlađenje rukovaoca, pri čemu on mora biti pod njegovom kontrolom, u smislu regulisanja temperature, lokalne brzine i usmerenosti mlaza vazduha.

Sistemi za distribuciju vazduha kod analiziranih traktorskih kabina se mogu podeliti na gornji razvod (kada su otvori - duvaljke sistema ventilacije na tavanici, spreda ili sa strane) i na prednji razvod, kod kojeg su izlazni otvori postavljeni na centralnu konzolu komandne table. Sistem distribucije vazduha može biti i kombinovan, kada su primenjene obe verzije. Retko, kod nekih traktora najviše klase iz uzorka postoje i duvaljke postavljene sa strane rukovaoca, na bočnim oplatama. Analiza učinka različitih izvedbi sistema je pokazala da na intenzitet odvođenja toplote sa tela traktoriste u celini velik uticaj ima i usmerenost mlaza i raspored duvaljki u kabini. Ako se posmatraju pojedini delovi tela, značaj konstrukcije i podešenosti sistema je još veći [15].

Sistem za ventilaciju kabine ubacuje vazduh posredstvom radijalnih ventilatora. S obzirom da konkretni podaci o protoku ventilatora u ovom uzorku traktora nisu bili na raspolaganju, vrednosti koje se sreću kod takve vrste ventilatora dostupnih na tržištu su veće od $300 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, što prelazi propisane vrednosti dobave svežeg vazduha po osobi. Na osnovu empirijskih izraza za srednji koeficijent konvektivnog prenosa toplote za celo telo, da bi struja vazduha prodrla kroz struju prirodne konvekcije oko tela mora da na mestu kontakta sa površinom tela ima najmanje $0,2 \text{ m s}^{-1}$ [11]. Zato kod izvedbe sa gornjim razvodom, donji deo tela nema mogućnosti za efikasno odvođenje toplote konvekcijom, jer se brzina mlaza vazduha menja obrnuto proporcionalno sa rastojanjem od otvora duvaljke. Sa druge strane, pri malim izlaznim brzinama rashlađenog vazduha, zbog tendencije spuštanja hladnjeg vazduha, gornji razvod bi trebao da ima ravnomernije temperaturno polje u kabini.

Diskusija rezultata

Posmatrajući izloženost zračenju sunca propuštenom kroz stakla kabine kao najintenzivniji dobitak toplote, zaštita od direktnog zračenja sunca je u suprotnosti sa potrebama za što boljom vidljivosti sa mesta traktoriste, što je propisano ECE regulativom R71. Iz tih razloga je smanjenje staklenih površina nekonkurentan metod za smanjenje toplotnog opterećenja. Rasprostranjen metod je primena toniranih stakala, ali se na traktorima ne smeju ugrađivati stakla sa propustljivosti vidljivog svetla manjim od 75%, prema ECE regulativi R43. Kako su stakla generalno nepropusna za ultraljubičasti deo spektra, a vidljivi deo i bliski infracrveni (IC) deo spektra nose skoro po polovinu energije, moguće je rešenje koje je našlo primenu u putničkim automobilima, primena spektralno selektivnih stakala [2], [7], [16]. Spektralno selektivna stakla reflektuju u većoj meri infracrveni deo spektra sunčevog zračenja, uz manje ometanje prolaza vidljivog svetla. Primjenjuju se dva metoda, sa IC reflektivnim slojem i sa IC apsorptivnim meduslojem. Kod IC reflektivnih stakala sa propustljivošću IC zračenja manjim od 20%, propustljivost ukupne energije je 46% (što bi za navedeni ekstremni slučaj intenziteta sunčevog zračenja iznosilo ukupno oko 280 W m^{-2}) [16]. U skladu sa zahtevom za što većim neometanim vidnim poljem, traktorista mora imati mogućnost upotrebe i podešavanja unutrašnjih suncobrana na svim staklenim površinama. U pogledu forme i dimenzija kabine, bolju zaštitu od zračenja sunca će pružati kabina sa krovom veće površine i sa prepustima. Iz istog razloga, spoljašnje neprovidne površine, kao što je krov kabine, treba da imaju malu solarnu apsorptivnost, što se postiže svetlom bojom. Pored konvencionalne toplotno-zvučne izolacije poda, između poda kabine i pogonskog agregata treba da bude materijal koji će reflektovati toplotu od pogonskog agregata, kao što je štit od aluminijumskog lima.

Sistem razvođenja vazduha mora da omogući odvođenje toplote sa tela traktoriste, pogodnim usmeravanjima više mlazova vazduha preko njegove površine. Istom prilikom, odvodiće se i toplota iz unutrašnjosti kabine (toplota u unutrašnjem vazduhu i u materijalima unutrašnjosti). Zona disanja mora imati direktni dotok svežeg vazduha u zonu disanja, ali bez negativnih pojava u vidu promaje, posebno u oblasti očiju traktoriste. Upravo zbog većeg protoka koji je poželjan za brzo rashlađivanje kabine, moguće je da u slučaju izvedbe sa gornjim razvodom vazduha, u oblasti glave traktoriste dođe do pojave neželjenih struja vazduha visoke brzine za datu temperaturu vazduha. Uslov za povišene brzine vazduha (preko $0,8 \text{ m s}^{-1}$ [1]) jeste da ona bude pod kontrolom izložene osobe.

Zadržavanjem istog načina kondicioniranja vazduha (kompresorskim klima-uređajem), a primenom koncepta lokalizovane distribucije kondicioniranog vazduha, moguće je dobiti povoljnije mikroklimatske uslove i toplotni osećaj rukovaoca uz smanjenje energije potrebne za hlađenje vazduha. Pored kontrolisane neuniformnosti uslova i podizanja lokalnih brzina vazduha prema preporučenim vrednostima, recirkulacija kabinskog vazduha je još jedan metod za smanjenje utroška energije potrebne za klimatizaciju kabine [12]. Raspored duvaljki u prostoru kabine treba da je takav da su na dohvrat ruke traktoriste ali da se one ne nalaze preblizu. Kako je trup najveći deo površine tela i ima značajan uticaj na toplotni osećaj čoveka, duvaljke u srednjem položaju treba da budu usmerene u tu zonu. Na taj način je moguće i posle prelaznih režima podešavanjem duvaljki obezbediti odgovarajuće uslove, bez pojave diskomfora zbog previšokih brzina vazduha u osjetljivim zonama. Uporedo sa navedenim, efikasan način za poboljšanje direktnog hlađenja tela je primena ventilisanih sedišta.

U prelaznim mikroklimatskim uslovima, prilikom rashlađivanja zagrejane kabine, od značaja je i toplotni kapacitet materijala unutrašnjosti, od čega će zavisiti vreme potrebno da se temperatura površina spusti na nižu vrednost. Međutim, smanjenje mase nemetalnih materijala u unutrašnjosti neophodnih za izolaciju buke i vibracija (sedište, podna presvlaka i sl.) bilo bi nepovoljno sa tih ergonomskih aspekata.

ZAKLJUČAK

Analiza izvedenih kabina traktora srednje kategorije, kategorije najzastupljenije na našim prostorima, pružila je uvid u kritične oblasti u pogledu ostvarivanja pogodnih radnih uslova za traktoristu. Na rezultujuće mikroklimatske uslove u kabini sa jedne strane utiču pasivni metodi, tj. sprečavanje dotoka toplote konstruktivnim karakteristikama kabine. Sa druge strane, na raspolažanju su aktivni metodi regulisanja mikroklima, gde spada kontrola toplotnog osećaja traktoriste odvođenjem toplote sa tela putem struja vazduha. Aktivni metod je pod kontrolom traktoriste, ali i zavisi od samih karakteristika ugrađenog sistema (rashladna snaga, lokalne brzine vazduha, raspored duvaljki).

Prilikom konstrukcije kabine namenjene upotrebi u regionima gde je prisutno nepovoljno kumulativno dejstvo zračenja sunca i visokih spoljašnjih temperatura, svako rešenje kojim se umanjuje uticaj zračenja sunca na spoljašnje površina se mora razmotriti sa tehnno-ekonomskog aspekta, jer takva rešenja obuhvataju i napredne tehnologije (ovde konkretno iz oblasti stakala za vozila). Nasuprot tome, sistem za

distribuciju kondicioniranog vazduha je moguće optimirati sa postojećim komponentama, s obzirom na to da su istraživanja ukazala na značaj rasporeda i usmerenosti duvaljki sa aspekta učinka. U svakom slučaju, zbog individualnih potreba i razlika među traktoristima, distribucija vazduha mora biti podesiva u širokim granicama i pod kontrolom traktoriste. Osim toga, sistem za distribuciju vazduha konstruktivno treba da je izведен tako da omogući strujanje vazduha i preko stakala (odmagljivanje i hlađenje), kao i kontrolisanu recirkulaciju vazduha (zbog uštete energije i sprečavanja prodora štetnih materija iz okruženja).

Pojedini konstruktivni zahtevi su protivrečni sa različitim ergonomskih aspekata: dobra vidljivost iz traktora i estetski dizajn kabine su donekle u koliziji sa zaštitom od sunca, dok masivna zvučna i vibro-izolacija nije pogodna kada je reč o prelaznim toplotnim režimima rashladnjenja kabine, jer se ti materijali ponašaju kao akumulatori toplote, što se mora imati u vidu pri apliciranju navedenih preporuka u razvoj ergonomski pogodnog modula traktorske kabine.

LITERATURA

- [1] Arens, E., Turner, S., Zhang, H., Paliaga, G., 2009. *A Standard for Elevated Air Speed in Neutral and Warm Environments*, ASHRAE Journal, May 51 (25), pp. 8 – 18.
- [2] Bohm, M., Holmer, I., Nilsson, H., Noren, O., 2002. *Thermal effects of glazing in driver's cabs - Evaluation of the impact of different types of glazing on the thermal comfort*, JTI-rapport 305, 82 str. JTI – Institutet for jordbruks- och miljoteknik
- [3] Časnji, F., 1986. *Ergonomski aspekti razvoja poljoprivrednih traktora, elaborat o radu i rezultatima rada na naučno-istraživačkom projektu "Istraživanje i razvoj poljoprivrednih traktora"*, 214 str., Novi Sad, Srbija: Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Institut za mehanizaciju.
- [4] Časnji, F., Ružić, D., Muzikravić, V., Poznanović, N., Stojić, B., 2003. *Ergonomski karakteristike savremenih traktora snage 60-120 kW*, Traktori i pogonske mašine, 8 (4), pp. 7 - 12.
- [5] Fanger, P. O., 1970. *Thermal comfort – Analysis and Applications in Environmental Engineering*, 244 str., Danish Technical Press, Copenhagen, Denmark
- [6] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>, datum pristupa: 28 septembar 2011.
- [7] Incropora, F. P., DeWitt, D. P., 1981. *Fundamentals of heat and mass transfer*, 819 str., New York, USA: John Wiley & Sons,
- [8] ISO 7730, 1994. *Moderate thermal environment- Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*
- [9] Jahns, G. von, Janssen J., 1982. *Klimatisierung von Fahrerkabinen landwirtschaftlicher Fahrzeuge*, Grundl. Landtechnik 32, pp. 164 – 171.
- [10] Janssen, J., 1984. *Luftführung in Fahrerkabinen unter dem Gesichtspunkt der thermischen Behaglichkeit*, Grundl. Landtechnik 34 (5), pp. 198 - 205.
- [11] Parsons, K., 2003. *Human thermal environments: The effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance*, 2nd ed., str. 527, London, UK: Taylor & Francis,
- [12] Ružić, D., Časnji, F., 2010. *Poboljšanje mikroklima u kabini primenom lokalizovane distribucije vazduha*, Poljoprivredna tehnika, 35 (1), pp. 39 – 47.

- [13] Ružić, D., Časnji, F., 2011. *Personalized ventilation concept in mobile machinery cab*, International Journal for Vehicle Mechanics, Engines and Transportation Systems, 1 (37), pp. 7 – 22.
- [14] Ružić, D., Časnji, F., Muzikravić, V., 2006. *Thermal load on passengers in an automobile cabin*, Objavljeno u: International Congress - Motor Vehicles & Motors (2006) Proceedings, Demić M., Pešić R. (eds.), CD, Kragujevac, Srbija: Mašinski fakultet Kragujevac
- [15] Ružić, D., Časnji F., Poznić A., 2011. *Efficiency assessment of different cab air distribution system layouts*, Objavljeno u: Proceedings of 15th Symposium on Thermal Sciences and Engineering of Serbia, pp. 817-828. Sokobanja, Srbija: Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet
- [16] Saint-Gobain Sekurit, 2003. *Glazing Manual* , str. 84, Thourotte, France, dostupno na: <http://www.saint-gobain-sekurit.com>, datum pristupa: 28 septembar 2011.

THE INFLUENCE OF CAB DESIGN PARAMETERS ON THERMAL INTERACTION BETWEEN AN OPERATOR AND A CAB

Dragan Ružić, Ferenc Časnji

University of Novi Sad, Faculty of technical sciences, Department for Mechanization and Design Engineering, Chair for IC engines and vehicles, Novi Sad

Abstract: Among others, microclimate conditions belong to the very important ergonomic aspects regarding safety and efficiency of human-machine system. Field of research of the paper are factors that influence the heat processes between the cab, operator and environment, mainly due operator's thermal sensation. This includes analyze of characteristics of cab materials, internal geometry and design of air distribution system, over the sample of middle-sized tractor range.

The aim of the paper is to identify and analyze the most important parameters, in the same time making the basis for the design of a cab for certain tractor, from the point of view of minimizing the adverse influences of thermal load on the operator. The result showed that the cab glazing is the most important factor, due to its size and thermal and solar characteristics. Consequently, significant reduction in operator as well as the cab thermal load could be achieved by the choice of proper glass characteristics and by appropriate design of air-distribution system.

Key words: tractor, cab, microclimate, air-conditioning

Datum prijema rukopisa: 28. 10. 2011.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 04. 11. 2011.

Datum prihvatanja rada:



UDK: 629.3.038

*Pregledni rad
Review paper*

ALTERNATIVNI POGON KOD TEŠKIH TRAKTORA GUSENIČARA I RADNIH MAŠINA

Mićo V. Oljača^{1*}, Kosta Gligorević¹, Đukan Vukić¹, Branko Radičević¹,
Ivan Zlatanovic¹, Zoran Dimitrovski², Marjan Dolenšek³, Robert Jerončić⁴,
Vladimir M. Oljača⁵

¹*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,
Beograd-Zemun*

²*Univerzitet "Goce Delčev", Zemjodelski fakultet, Štip, Republika Makedonija*

³*Poljoprivredno-šumarski zavod, Novo Mesto, R. Slovenija*

⁴*Ministarstvo za saobraćaj R. Slovenije, Ljubljana, R. Slovenija*

⁵*Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd*

Sažetak: Razvoj guseničara sa električnom transmisijom, Cat D7E, počinje krajem XX veka kao mašine indikatora budućih pravaca u dizajnu i razvoju teških tipova traktora guseničara, (Caterpillar, Illinois, U.S.A.).

Prelazak na sistem sa električnom transmisijom kao jednim od oblika alternativnih pogona, pruža značajne prednosti u poređenju sa klasičnim sistemima pogona (mehaničkim prenosnim sistemom, hidrostatičkim prenosnim sistemom) jer konstrukcija guseničara Cat D7E predviđa put kojim može krenuti razvoj alternativnih pogona teških radnih i drugih mašina u skoroj budućnosti.

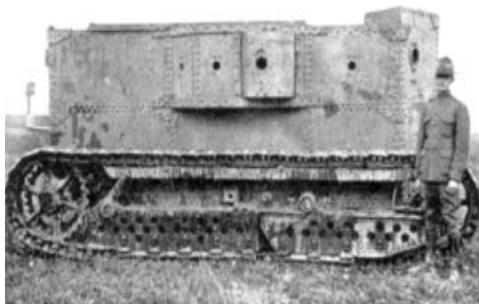
Ovde počinje budućnost i sledeći vek teških radnih mašina, izjavili su konstruktori kompanije Caterpillar–USA, 2010. godine [14], prilikom eksperimentalnog ispitivanja traktora guseničara Cat D7E. Zašto? Prelazak na sistem električne transmisije, kao oblika alternativnog pogona, kod teških traktora guseničara, na primer, Cat D7E, ima značajne prednosti u poređenju sa mehaničkim sistemom prenosa snage kod sličnih modela teških traktora guseničara ili drugih sličnih radnih mašina, koje će biti predstavljene u radu.

Ključne reči: alternativni pogon, električna transmisija, traktor guseničar, Cat D7E

* Kontakt autor: Mićo Oljača, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija.
E-mail: omico@agrif.bg.ac.rs

UVOD

Mogućnost primene alternativnog pogona na radnim mašinama odavno zaokuplja interesovanje velikog broja proizvođača i konstruktora [4],[5],[6]. Veoma dugo vremensko razdoblje u kome se derivati nafte koriste kao osnovni vid pogonskog goriva, postavlja problem smanjenja njene dostupnosti u budućnosti, i ideje povezane za druge alternativne mogućnosti. Ovaj problem posebno pogađa transportna sredstva i radne mašine koje su veoma veliki potrošači klasičnih vidova goriva. Vojna industrija [7], je među prvima pokušala da ostvari neki od alternativnih oblika pogona kako bi smanjila potrebe za pogonskom energijom. Tako još za vreme prvog svetskog rata [7], Nemačka upotrebila električni pogon vojnih vozila. A 1916. godine na frontovima u Francuskoj, prema podacima [2], [7], upotrebljeno vojno vozilo (tenk) sa elektro pogonom gusenica (Sl. 1). Hodni mehanizam tenka (Sl. 1), je zasnovan na platformi traktora guseničara proizvođača Holt&Co (danac Caterpillar&Co., Illinois, USA). Ovaj gusenični mehanizam je pokretan sa dva elektromotora koja su za napajanje koristila jednosmernu struju niskog napona, po jedan za svaki pogonski lančanik. Električnu energiju za pogon e.m. obezbeđivao je diesel motor Penhard,&Co., koji je pokretao generator proizvodnje General Electric, USA.



Slika 1. Nemački tenk sa električnim pogonom iz 1916. godine[1]

Figure 1. German tank with electric drive in 1916.[1]

Dugo godina, osnovni problem vozila sa elektropogonom bila je velika masa osnovnog vozila, motora i prateće opreme [7], [8]. Zbog toga je njihova efikasnost bila znatno manja u odnosu na ostale klasične mehaničke pogonske sisteme. Bez obzira na ovaj nedostatak ipak se nekoliko modela ovakvih tipova vozila pojavilo u serijskoj proizvodnji. To su najčešće bili veliki kamioni (damperi) koji su namenjeni za transport rude na površinskim kopovima u rudnicima. Tako, 1963. godine firma Unit Rig & Equipment Co. (danac Terrex&Co.), počinje da ugrađuje u svoje rudarske kamione kombinovani Diesel-električni pogon [4]. Na ovaj način je smanjena ukupna težina vozila i povećana korisna nosivost, a ove konstrukcije kamiona Unit Rig & Equipment Co., velikih nosivosti (damperi) i danas se uspešno koriste (Sl. 2).

Konvencionalna vozila koja se koriste za teške i obimne radove (rudnici, hidro-meliorativni radovi, obimni radovi sa zemljишtem i sličnim materijalima) se najčešće pokreću mehaničkim ili hidrostatičkim pogonima koji su veoma komplikovani za

eksploataciju i održavanje [7]. U nekim primerima, kod ovih vozila, ukupna snaga pogonskog motora je prelazila 2500 kW, a ukupna masa preko 600 t.

U slučaju konstrukcija kamiona sa elektropogonom, pogonski elektromotori i kompletna transmisija su smešteni u točkovima, a zauzimaju mnogo manje mesta od konvencionalnih načina pogona.



Slika 2. Unit Rig (Terrex&Co.), damper sa elektro pogonom [10]

Figure 2. Unit Rig (Terrex&Co.), dump truck with electrical transmission[10]

Sve do 1990. godine, ova vrsta pogona je bila rezervisana najčešće za vanputna teretna vozila kod kojih ukupna masa nije bila od većeg značaja. Danas se alternativne vrste pogona, posebno električni i hibridni, sreću i kod savremenih drumskih vozila .

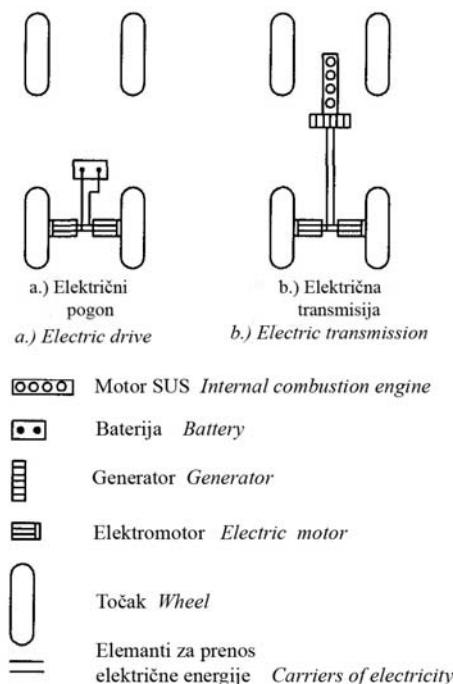
STANJE PROBLEMA ALTERNATIVNOG POGONA RADNIH MAŠINA

Dve osnovne konstrukcije alternativnog pogona [7] se danas najčešće koriste kod radnih mašina. Ove konstrukcije sistema alternativnih pogona, prikazane su (Sl. 3) kao:

- Električni pogon,
- Električna transmisija.

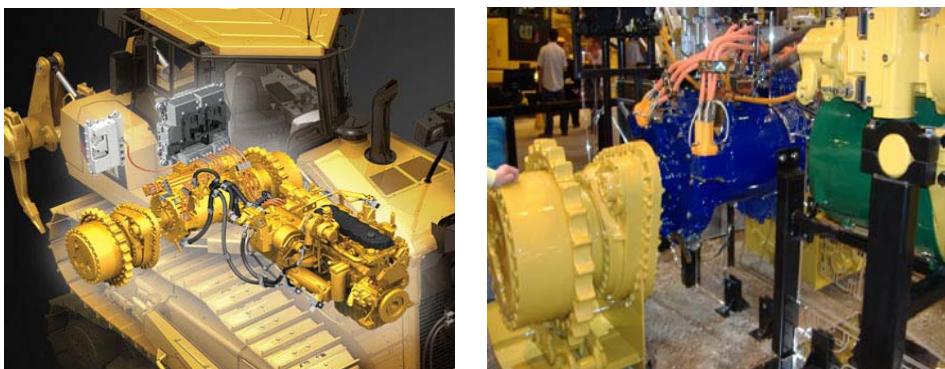
Električni pogon (Sl. 3a), ima baterije kao izvor električne energije, i električne motore koji pokreću pogonske točkove. Primeri za ovakva vozila sa čistim električnim pogonom su električni viljuškari i transportna vozila koja se koriste u zatvorenim prostorima (skladišta). Ove konstrukcije, treba da uz što veće kapacitete baterija, vozilima obezbede što najveći radijus kretanja pre ponovnog dopunjavanja baterija električnom energijom.

Električna transmisija (Electric Power Transmision), je konstrukcijsko rešenje (Sl.3b), kod koga je Diesel motor direktno povezan-spregnut sa AC generatorom (proizvodnja naizmenične električne energije), odakle se električna energija posebnim električnim provodnicima sprovodi do elektromotora za pokretanje hodnog mehanizma (Sl.4). Ovakav sistem alternativnog pogona najčešće se koristi na teškim radnim mašinama, (Terex&Co damperi, teški traktor guseničar-dozer Cat D7E). Ovaj sistem električnog pogona pogodan je za razne vrste nadogradnje od strane korisnika i ima primenu i kod drugih radnih mašina.



Slika 3. Sistemi alternativnog pogona (električni i hibridni) [7]

Figure 3. Alternative drive systems (electrical and hybrid) [7]



Slika 4. Električna transmisija dozera Cat D7E, [14]

Figure 4. Electrical transmission of Cat D7E, [14]

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Tehnologija električne transmisije kao jedne od vrsta alternativnog pogona, nije novo tehničko rešenje, i prema literarnim podacima [7], [8] koristi se više od 50 godina,

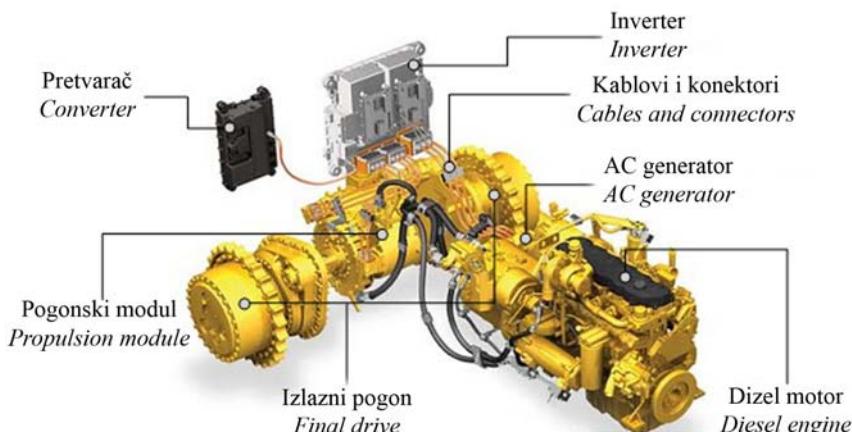
najviše za pogon dizel-električnih lokomotiva i vuču vozova, i u ovoj oblasti je najviše unapredjivana [9]. Električna transmisija predstavlja jedan od najpogodnijih oblika alternativnih pogona za pokretanje radnih mašina [3]. Tehnološkim napretkom u proizvodnji komponenata koje se koriste u ovom sistemu pogona (generatori, inverteri, električni motori), znatno su se popravile radne karakteristike sistema. To se prvenstveno ogleda kroz znatno povećanje radnog učinka uz evidentno smanjenje potrošnje energije. Zahvaljujući ovim činjenicama, sistemi električne transmisije postaju veoma aktuelni i kod radnih mašina kod kojih ih je do skora bilo nesvrishodno koristiti. Jedan uspešno predstavljen primer primene električne transmisije na radnim mašinama je traktor guseničar-dozer Caterpillar D7E (Sl.5).



Slika 5. Traktor guseničar Cat D7E u radu [11]

Figure 5. Crawler tractor Cat D7E in action [11]

Sistem električne transmisije (Sl. 5) pokreće Caterpillar Diesel 9.3 Acert motor, snage 175 kW direktno povezan sa AC generatorom (proizvodi naizmeničnu struju). Naizmenična struja preko invertera i pogonskog modula (Sl. 6) napaja dva sinhrona pogonska motora naizmenične struje. Motori su u spremi sa sistemima mehaničke transmisije (izlazni pogon) preko kojih se obrtni momenat prenosi na pogonske lančanike. Na ovaj način je omogućeno diferencijalno upravljanje pogonskih lančanika, a tim i guseničnih lanaca.



Slika 6. Sistem električne transmisije traktora gusenicara D7E [11]

Figure 6. Electrical transmission of crawler tractor D7E [11]

Nova tehnička rešenja i posebna prilagođenost električne transmisije i hodnog sistema, čine traktor guseničar *Cat D7E* znatno konkurentnijim u odnosu na slične mašine sa konvencionalnim pogonom, što pokazuju analize parametara rada (Tab.1.)

Analizom eksplotacionih i drugih parametara različitih tipova i proizvođača traktora guseničara (Tab.1.), mogu se konstatovati prednosti električnog pogona traktora guseničara u odnosu na druge traktore.

Tabela 1. Osnovne karakteristike traktora različitih proizvođača i tipova guseničara

Table 1. Basic properties of different manufacture and type track tractors

| Traktor guseničar <i>Crawler tractor</i> | Glavni motor (kW/o/min) <i>Basic engine (kW/rpm)</i> | Potrošnja goriva (lit/h) <i>Fuel consumption (lit/h)</i> | Buka motora (db) <i>Noice of motor (db)</i> | Masa traktora (kg) <i>Tractor mass (kg)</i> | Cena novog traktora (\$) <i>Price of new tractor (\$)</i> |
|---|--|---|--|--|--|
| Caterpillar D7E + AC generator | Cat C9.3 ACERT™ Diesel engine 175 kW/1800 rpm | 23.10 | 55 | 25719 | 600.000 |
| Caterpillar D7R Series 2 | Cat 3176 C Diesel engine EUI 192 kW/2000 rpm | 29.10 | 86 | 25304 | 550.000 |
| Caterpillar D8R Series 2 | Cat C15 ACERT™ Diesel engine 231 kW/2000 rpm | 38.10 | 86 | 38488 | 800.000 |
| John Deer 1050 J | Liebherr D 946-L A6 Turbo diesel engine 250 kW/1600 rpm | 35.00 | 85 | 35309 | 595.000 |
| Komatsu D155AX6 | Komatsu SAA6D140E-5 Turbo diesel engine 268 kW/1900 rpm | 40.25 | 76 | 37067 | 520.000 |
| Liebherr PR752 | D 9406 TI-E Turbo diesel engine 246 kW/1800 rpm | 38.00 | 86 | 34820 | 550.000 |

Prema podacima ispitivanja (Tab.1.), pokazatelji rada dozera guseničara sa klasičnim pogonom, oznake *Cat D7R Serie 2.*, i dozera sa električnom transmisijom *Cat D7E*, [12], [13], pokazuju, više veoma bitnih prednosti električne transmisije:

- 10 do 30 % manje goriva se troši po jedinici vremena u toku izvođenja različitih vrsta radova,
- 50 % manji nivo buke ugrađene pogonskog motora,
- 60 % manje pokretnih delova u konstrukciji mašine,
- 2 do 4 puta produžen interval zamene maziva i hidraulične tečnosti,
- 50% duži vek pogonskog mehanizma,
- 10 % više zemljишnog materijala se premešta u toku jednog radnog časa
- 25 % veći ukupni učinak u radu mašine.

ZAKLJUČAK

Tehničko-tehnološki razvoj samih sistema alternativnih pogona kao i njihovih komponenti, doveo je do znatnih unapređenja njihovih radnih karakteristika. Zahvaljujući ovim činjenicama alternativni pogoni su postali aktuelni i u oblastima primene u kojima su do skora klasični sistemi pogona bili neprikosnoveni. Jedna takva oblast primene bile su teške radne mašine. Savremene konstrukcije alternativnih pogona sada mogu da zadovolje energetske potrebe ovakvih mašina, a primer dozera Cat D7E sa električnom transmisijom to u potpunosti potvrđuje.

Ovim primerom je pokazano da se sistemom električne transmisije kao tipom alternativnog pogona, mogu znatno popraviti eksploracione karakteristike teških radnih mašina uz veoma značajne uštede u pogonskoj energiji.

LITERATURA

- [1] Trehwitt, P., 2000. *Panzerfahrzeuge vom I. Weltkrieg bis heute*. G.Verlag GmbH, pp.17, 2000.
- [2] Barucki, T., 2001. *Optimierung des Kraftstoffverbrauchs und der Dynamik eines dieselelektrischen Fahrantriebes für Traktoren*. Dissertation TU Dresden, Forschungsbericht Agrartechnik of the VDI/MEG No. 393.
- [3] Konig, M., 1998. *Alternative Antriebskonzepte für Ackerschlepper HS 598 S*. Seminar paper, Stuttgart University, pp.1-46.
- [4] Noreikat, K.E., 2001. *Powertrain Technologies that the World does (Not) Need*. Proceedings of the Conf. Innovative Power Train Systems VDI-Berichte No. 1704, VDI-Verlag GmbH, pp.143-160.
- [5] Bady, R., Biermann, W., 2000. *Hybrid-Elektrofahrzeuge-Strukturen und zukünftige Entwicklungen*. Training course manuals of the 6th Symposium Elektrische StraBenfahrzeuge, Technische Akademie Esslingen, pp. 1-17.
- [6] Teichmann, J., Bernhardt, H., Coenen, K., 2002. *Opportunities and Requirements for Electro-Mechanical Drive Systems on Self Propelled Work Machines*. Proceedings of the Conf. Ag. Eng. VDI-Berichte 1716, VDI-Verlag GmbH, pp. 87-92.
- [7] Oljača, M., Vukić, Đ., Ercegović, Đ., Gligorević, K., Zlatanović, I., 2008. *Alternativni pogon na vanputnim vozilima*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIII, Broj 1, Str. 39 – 49, Beograd.
- [8] Schmetz, R., Kett, J., 1998. *New product technologies for agricultural tractors, in particular with regard to elektromechanical transmissions*. Proceedings of the Conference Agricultural Engineering VDI-Berichte No. 1449, VDI-Verlag GmbH, pp. 1-6.
- [9] Beunk, H., 1999. *Stepless changing with diesel-electric power*. Profi International, No. 12, pp. 28-29.
- [10] *Unit Rig (Terrex&Co.), dump truck with electrical transmission*. Dostupno na: https://mining.cat.com/cda/files/2884454/7/unit_rig.pdf. [datum pristupa: 12.10.2011.]
- [11] *Cat D7E with electric drive*. Dostupno na: www.cat.com/D7E. [datum pristupa: 10.10.2011.]
- [12] *Caterpillar's D7E Diesel-Electric Hybrid Tractor is an Earth Friendlier Earth Mover*. Dostupno na: <http://gas2.org/2009/12/23/caterpillars-d7e-diesel-electric-hybrid-tractor-is-an-earth-friendlier-earth-mover/> [datum pristupa: 10.10.2011.]

- [13] *Construction Equipment* . Dostupno na: <http://www.constructionequipment.com/caterpillars-d7e-electric-drive-redefines-dozer-productivity> [datum pristupa: 22.10.2011.]
- [14] *D7E combines 175kW (235 hp) diesel engine and twin electric motors powered by AC generator.* Dostupno na: <http://evworld.com/news.cfm?newsid=22491> [datum pristupa: 02.11.2011.]

HEAVY CATERPILLAR TRACTORS AND WORKING MACHINES WITH ALTERNATIVE POWER

**Mico V. Oljaca¹, Kosta Gligorevic¹, Đukan Vukic¹, Branko Radicevic¹,
Ivan Zlatanovic¹, Zoran Dimitrovski², Marjan Dolensek³, Robert Jerončič⁴,
Vladimir M. Oljača⁵**

¹ University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering,
Belgrade-Zemun, Serbia

² "Goce Delcev" University, Faculty of Agriculture, Stip, Macedonia

³ Agricultural and Forestry institute, Novo Mesto, Slovenija

⁴ Ministry of Transport of R. Slovenia, Ljubljana, R. Slovenia

⁵ University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, Serbia

Abstract: In this The development of electrically powered caterpillar CAT D7E began at the end of the 20th century (Caterpillar Inc, Illinois, U.S.A), a machine that has paved the way for design and development of heavy caterpillar tractors.

Switching to electrically powered engines, for example, offers considerable benefits compared to a mechanical transmission system, because the caterpillar concept of the CAT D7E envisions a way that hybrid engine systems of heavy and other machinery must follow in the near future.

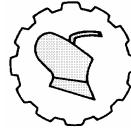
This is where the future and the next century of heavy machines begins, this was a statement made by the constructors from Caterpillar Inc. – USA, 2010. Why? Switching to electrically powered engines of heavy caterpillar tractors, for example the CAT D7E, has considerable advantages compared to a mechanical drive system of a similar heavy caterpillar tractor or some other similar working machines.

Key words: *alternative power, electrical transmission, Caterpillar D7E*

Datum prijema rukopisa: 07.11.2011.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 14.11.2011.

Datum prihvatanja rada: 17.11.2011.



UDK: 631.372:669-8

*Stručni rad
Professional paper*

IDENTIFIKACIJA UGLOVA ZAKRETANJA UPRAVLJAČKIH TOČKOVA KOD POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA

Branka Grozdanić*, Đuro Borak, Velimir Petrović, Zlata Bracanović

IMR - Institut, Beograd, Srbija

Sažetak: Rad prezentuje metodologiju pomoću koje je izvršeno ispitivanje i proračunavanje uglova zakretanja upravljačkih točkova kod IMR-ovih traktora. Značaj ove metodologije je u definisanju minimalnih uglova zakretanja upravljačkih točkova pri kojima poljoprivredni traktor zadržava osnovne radne funkcije pri ugradnji novog sklopa u odnosnom slučaju novog pogonskog mosta. Ugradnjom novog pogonskog mosta na traktore R-76 DV i R-65 DV, delimično se izmenila konstrukcija traktora te je u sklopu tog novo definisanog konstruktivnog stanja, bilo potrebno obaviti određena ispitivanja definisana odgovarajućim procedurama koje se primenjuju pri uvođenju novog proizvoda u proizvodni proces. Ovaj rad upravo prezentuje neke rezultate ovakve vrste ispitivanja.

Ključne reči: *traktor, zakretanje pogonskih točkova, pogonski most*

UVOD

Jedan od zadataka koji treba da ostvari sistem za upravljanje kod traktora na točkovima jeste velika manevarska sposobnost traktora. Ovo podrazumeva spontano vraćanje upravljačkih točkova po izlasku iz zaokreta u njihov pravolinijski položaj.

Ugradnjom novog pogonskog mosta u traktore IMR –a, pojavljuje se potreba za ispitivanjem uglova zakretanja upravljačkih točkova.[1,2] Naime njihova vrednost zavisi od konstrukcije pogonskog mosta, načina ugradnje pogonskog mosta na traktor, kao i graničnika koji se ugrađuje kao adaptacioni element novog pogonskog mosta na traktore IMR –a R-76 DV i R-65

* Kontakt autor: Branka Grozdanić, IMR - Institut, Patrijarha Dimitrija 7-13, 11090 Beograd, Srbija, e-mail: imr-institut@eunet.rs

Naziv projekta "Istraživanje i priprema naprednih tehnologija i sistema za poboljšanje ekološko energetskih i bezbednosnih karakteristika domaćih poljoprivrednih traktora radi povećanja konjurentnosti u EU i drugum zahtevima tržišta". Broj projekta TR 35039.

MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanje uglova zakretanja pogonskih točkova traktora vrši se u prostoru koji mora biti čista i suva betonska površina koja obezbeđuje i omogućava postavljenje jasnih oznaka, a otporna je na opterećenja usled zaokretanja točkova traktora. Površina na kojoj se vrši ispitivanje mora biti provereno horizontalna.

Traktor za ispitivanje mora biti u radnom stanju, tj. za ispitivanje koristi se traktor koji je sklopljen po listi koja se formira za traktor koji se ispituje. Pneumatik i točak moraju biti takvi da odgovaraju specifikaciji proizvođača. Pritisak pneumatika napred i nazad moraju biti provereni, a izmerene vrednosti moraju biti u skladu sa propisanom dokumentacijom proizvođača. Granični vijci se podešavaju ili po dokumentaciji ili do vrednosti koje obezbeđuju nesmetano i sigurno klaćenje mosta odnosno osovine, zatim bezbednog hoda servo cilindra upravljača, bezbednog i sigurnog kretanja kretića pored neposrednog dela konstrukcije traktora i sl.

Rezultati (ugao) se prikazuju za slučaj zakretanja točkova u krajnje levi odnosno krajnje desni položaj.

Kao merna oprema koristi se merna traka - metar, uglomer, ravna površina i pisaljka.

Ispitivanje zakretanja točkova može da se izvede na dva načina i to:

- 1.) Na izabranoj podlozi za ispitivanje traktor se postavlja tako da su točkovi usmereni pravolinijski. Uz glavčinu točka ravno se prislanja, vertikalno naniže, ravna površina koja treba da dodirne podlogu na koju se pneumatik oslanja i kredom ili nekim pisačem se nanese trag na podlozi.

Zatim se prednji točkovi zakreću u krajnje levu stranu sve dok graničnik točka – vijak, ne udari u graničnik na mostu ili osovini. U tom položaju se točkovi zadržavaju. Uz glavčinu točka se, takođe, ravno prislanja, vertikalno naniže, ravna površina koja treba da dodirne podlogu na koju se pneumatik oslanja i nekim pisačem se nanese trag na podlozi.

Dakle, pisačem je tako zabeležen ugao zakretanja levog i desnog točka, kojeg sačinjavaju osa prednje osovine traktora i linija zakretanja točka kada je točak u krajnjem levom položaju.

Postupak zaokretanja i merenja uglova prednjih točkova ponavlja se i za krajnji desni položaj.

- 2.) Ispod prednjeg levog ili desnog točka postavi se horizontalni uglomer koji zaokretanjem točka (levog ili desnog) beleži ugao zaokretanja točka. Zatim ispitivač očita izmerenu vrednost.

Na Slici 1. dat je prikaz ugrađenog pogonskog mosta, a na Slici 2. prikazani su IMR-ovi traktori R-76DV i R-65DV na kojima su ugrađeni novi pogonski mostovi.

Na Slici 3. dat je šematski prikaz zakretanja upravljačkih točkova u ispitivanom krajnje levom položaju.



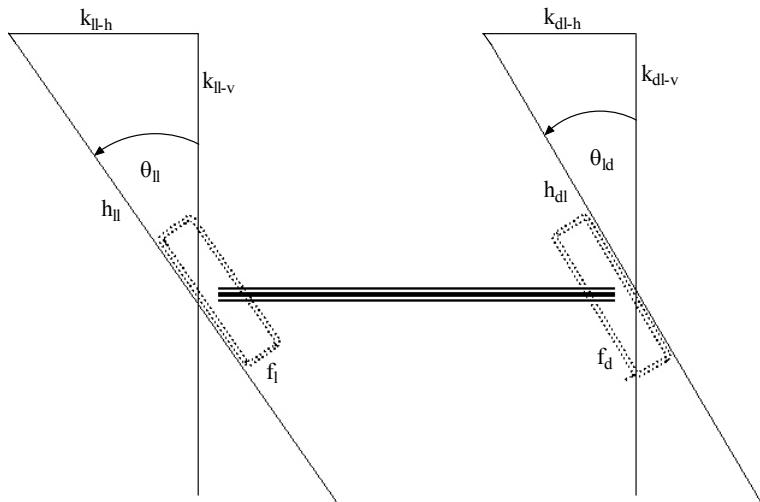
Slika 1. Novougrađeni pogonski most
Figure 1. Newly installed drive axle



Slika 2. Traktori IMR-a R-76DV i R-65 DV
Figure 2. IMR Tractors R-76DV and R-65 DV

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Kriterijum za ocenu zakretanja pogonskih točkova traktora predstavlja ugao zakretanja točka (θ_{ll}, θ_{ld}), kojeg sačinjavaju vertikalna osa prednje osovine traktora (k_{ll-v} , k_{dl-v}) i linije zakretanja točka (h_{ll}, h_{dl}) kada je točak u jednom od krajinjih položaja (levi ili desni položaj). Na slici 3. f_l i f_d su oznaće za prednji levi, odnosno prednji desni točak, a k_{ll-h} i k_{dl-h} predstavljaju horizontalne katete levog, odnosno desnog točka pri skretanju prednjih točkova u levo. Daljim korišćenjem matematičkih trigonometrijskih funkcija i teorema dolazi se do traženih uglova.[3]



Slika 3. Šema zakretanja upravljačkih točkova u krajnje levi položaj
Figure 3. Schematic of steering wheels rotating angles in end left position

| | |
|---------------|---|
| θ_{ll} | Ugao zakretanja levog točka <i>Left wheel steering angle</i> |
| θ_{ld} | Ugao zakretanja desnog točka <i>Right wheel steering angle</i> |
| k_{ll-v} | Leva vertikalna osa prednje osovine traktora <i>Left vertical axis of tractor front axle</i> |
| k_{dl-v} | Desna vertikalna osa prednje osovine traktora <i>Right vertical axis of tractor front axle</i> |
| h_{ll} | Linija zakretanja levog točka <i>Left wheel steering line</i> |
| h_{dl} | Linija zakretanja desnog točka <i>Right wheel steering line</i> |
| f_l | Prednji levi točak <i>Front left wheel</i> |
| f_d | Prednji desni točak <i>Front right wheel</i> |
| k_{ll-h} | Horizontalna kateta levog točka pri skretanju prednjih točkova u levo <i>Horizontal cathetus of left wheel on steering front wheels left</i> |
| k_{dl-h} | Horizontalna kateta desnog točka pri skretanju prednjih točkova u levo <i>Horizontal cathetus of right wheel on steering front wheels left</i> |

Rezultati ispitivanja traktora R-76 DV sa ugrađenim novim prednjim pogonskim mostom su sledeći:

Tabela 1. Uglovi zakretanja prednjih točkova R-76 DV

Table 1. Steer angle of front wheels R-76 DV

| | Uglovi zakretanja prednjih točkova <i>Steer angle of front wheels R-76 DV</i> | |
|---|--|---|
| | Zakretanje u desno <i>Steer in right</i> | Zakretanje u levo <i>Steer in left</i> |
| Levi prednji točak <i>Left front wheel</i> | 40,20° | 54,65° |
| Desni prednji točak <i>Right front wheel</i> | 53,47° | 40,30° |

Rezultati ispitivanja traktora R-65 DV sa ugrađenim novim prednjim pogonskim mostom su sledeći:

Tabela 2. Uglovi zakretanja prednjih točkova R-65 DV

Table 2. Steer angle of front wheels R-65 DV

| | Uglovi zakretanja prednjih točkova <i>Steer angle of front wheels R-65 DV</i> | |
|---|--|---|
| | Zakretanje u desno <i>Steer in right</i> | Zakretanje u levo <i>Steer in left</i> |
| Levi prednji točak <i>Left front wheel</i> | 40,53° | 54,84° |
| Desni prednji točak <i>Right front wheel</i> | 54,18° | 41,07° |

ZAKLJUČAK

Na osnovu tehničke dokumentacije proizvođača propisani uglovi zakretanja su $+55^{\circ}$. Na osnovu izvedenog istraživanja i ispitivanja, a na osnovu rezultata, može se zaključiti da novougrađeni pogonski mostovi zadovoljavaju funkcionalne karakteristike koje su potrebne da bi se isti mogli ugradivati u traktore IMR –a.

LITERATURA

- [1] Janković, D., Todorović, J., 1998. *Teorija kretanja motornih vozila*. Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu. pp 222-227.
- [2] Grozdanić, Branka, 2011. *Metodologija ispitivanja uglova zakretanja točkova kod poljoprivrednih traktora*. Interna studija, br. MS – 09.12 Instituta IMR-a, str 4.
- [3] Stefanović, A., 2010. *Drumska vozila*, Centar za motore i motorna vozila Mašinskog fakulteta u Nišu, pp 323-329.
- [4] Radonjić, R., 2009. *Simuliranje dinamičkih karakteristika traktora*. Naučni časopis Poljoprivredna tehnika. Str. 101-107.
- [5] Stojić B.,2011.*Teorija kretanja drumske vozila*. Dostupno na: <http://www.scribd.com/.../Teorija-Kretanja-Drumskih-Vozila>. Datum pristupa: septembar 2011.
- [6] Demić M., Lukić J., 2011. *Teorija kretanja motornih vozila*, monografija-Mašinski fakultet u Kragujevcu.

IDENTIFICATION OF STEERING WHEELS ROTATION ANGLES IN AGRICULTURAL TRACTORS

Branka Grozdanić, Đuro Borak, Velimir Petrović, Zlata Bracanović

IMR-Institute Rakovica, Belgrade

Abstract: This paper presents methodology applied for testing and calculation of steering wheels rotation angles in IMR tractors. Importance of this methodology is in defining minimal rotation angles of steering wheels under which agricultural tractor hold basic working functions when new assembly is mounted or, in our case, with installed new drive axle. By installing new drive axle on tractors R-76 DV and R-65 DV it has been noticed that tractor construction is slightly changed within assembly of newly developed chassis. From this reason certain test was needed to define relining procedures, due to introducing newly product in production process. This paper presents some results of the testing applied.

Key words: tractor, drive wheels rotation, drive axle

Datum prijema rukopisa: 01.11.2011
Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 10.11.2011.
Datum prihvatanja rada: 11.11.2011.



UDK: 631.372:669-8

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

UTICAJ DINAMIKE POLJOPRIVREDNOG TRAKTORA NA NJEGOVO RACIONALNO KORIŠĆENJE

Aleksandra Janković, Rajko Radonjić*, Đorđe Antonijević, Dragoljub Radonjić

Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka – Kragujevac

Sažetak: U ovom radu su diskutovani problemi dinamike poljoprivrednog traktora s obzirom na njegovu radnu efikasnost. Analizirani su tipični traktorski sistemi odabrani saglasno radnim zadacima, načinu sprezanja komponenata, njihovoj interakciji, kao i interakciji na uslove tla. U ovom smislu formiran je i korišćen uopšten simulacioni model traktorskog sistema. Prikazani su i diskutovani ilustrativni rezultati kao značajna osnova za upotrebu komponenata aktivnog upravljanja i podrške GPS – a.

Ključne reči: *traktor, sistem, dinamika, efikasnost, uopšteni model, simulacija.*

UVOD

Poljoprivredni traktori po svojoj nameni su predviđeni za obavljanje brojnih radnih operacija, kao i za različite transportne zadatke u poljskim i drumskim uslovima. U ovom smislu, traktor se u toku radnog veka koristi u sprezi sa radnim mašinama i uređajima različitih mehaničkih i funkcionalnih svojstava, zavisno od konkretnog zadatka koji obavlja. Tako spregnuti traktor i radni priključak formiraju traktorski sistem određenih dinamičkih karakteristika, na koje utiču parcijalne karakteristike spregnutih jedinica, vučena, pogonjena, kao i njihova uzajamna interakcija, ali i interakcija sa tлом i okruženjem, kako pojedinačna, tako i interakcija formiranog sistema kao celine, [1], [2], [8], [10]. Na ove dinamičke karakteristike značajan uticaj ispoljavaju, uslovi rada, vremenski i atmosferski uslovi, uspostavljeni parametri radnih procesa i režima kretanja, što se sve, u krajnjem rezultatu odražava na racionalno korišćenje traktora, odnosno, formiranog sistema, u pogledu njegovog učinka i ostvarenog kvaliteta rada.

U sklopu ovih pitanja ističu se tri segmenta istraživanja dinamičkih karakteristika traktora i odgovarajućih traktorskih sistema:

1. objektivne karakteristike, takozvane karakteristike u otvorenoj konturi, kao reakcija sistema na sile generirane pri pravolinijskim i krivolinijskim režimima kretanja,

* Kontakt autor: Rajko Radonjić, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, Srbija.

E-mail: rradonjic@kg.ac.rs

2. karakteristike interakcije sistema traktor – ljudski operator, vozač, rukovalac, kao reakcija traktora i sistema na sile uvedene preko komandi za upravljanje kretanjem i/ili, komandi za obavljanje radnih operacija,
3. uticajne karakteristike koje ispoljava traktor i sistem na ljudski operator, tlo, okruženje, dakle, komfor, sabijanje tla, ekologija, respektivno.

Svaki od ovih segmentata se može dalje raščlaniti i specificirati u skladu sa aktuelnim zahtevima razvoja novih, odnosno, poboljšanja i racionalnog korišćenja postojećih traktorskih sistema. Tako u okviru prve grupe pitanja može se govoriti o potrebi razvoja adekvatnih simulacionih i eksperimentalnih metoda za identifikaciju dinamičkih karakteristika traktora i sistema, odnosno, predviđanju njihovih optimalnih potencijalnih svojstava na osnovama postavljenih zahteva. Istraživanja interakcije tehničkog sistema i ljudskog faktora su interdisciplinarnog karaktera, usmerena na regulaciono-tehnička pitanja procesa upravljanja i u vezi s tim na psihofiziološka stanja operatora. Aktuelni problemi u ovom segmentu istraživanja se odnose na optimalnu podelu upravljačkih funkcija između operatora i mehatronike za automatsko upravljanje radnim procesima i režimima kretanja. Treći segment, kroz ergonomski parametre ukazuje na stepen prilagođenosti traktorskog sistema ljudskom operatoru, a kroz upotrebljive karakteristike o prikladnosti primene na određenim zemljištima pod određenim uslovima i generalno o zaštiti okruženja shodno aktuelnim zahtevima i savremenim trendovima.

MATERIJAL I METODE RADA

Polazeći od gore istaknutih problema sproveli smo analizu tipičnih konfiguracija traktorskih sistema sa posebnim osvrtom na tip, namenu, konstruktivna svojstva priključne mašine, kao i načina sprege sa traktorom, vrste pogona, samo vuča ili vuča i pogon radnih uređaja. Takođe je pažnja posvećena analizi interakcije radnih uređaja sa tlom zavisno od namene i radnog principa. Neki od analiziranih primera traktorskih sistema pokazani su na Sl. 1 (a, b, c). Prva dva, prikazana na Sl. 1a, odnose se na traktorski sistem, traktor - jednoosovinska prikolica, za transportne i radne zadatke u poljoprivredi. Pri tome, traktor obavlja funkciju vuče priključnog sredstva - prikolice, posredstvom rude. Prikolica je u interakciji sa tlom preko točkova sa pneumaticima. Druga dva, prikazana na Sl. 1b, se odnose na radne mašine za skupljanje i presovanje sena. Njihova interakcija sa traktorom je preko rude za vuču i preko priključka za pogon radnih organa, a sa tlom, preko točkova sa pneumaticima i uređaja za prihvatu i unošenje otkosa sena u radni prostor za presovanje. Prikazi karakterističnih sistema za primarnu obradu zemljišta dati su na Sl. 1c. U pitanju su sprege traktora i različitih izvedbi plugova. Dakle, od strane traktora se obezbeđuje potrebna vučna sila za proces oranja, a kontakt sa tlom se ostvaruje reznim elementima pluga i oslonim točkovima ako su isti predviđeni za datu varijantu pluga. Na isti način i sa istim parametrima ocene mogu se analizirati i drugi vidovi traktorskih sistema. A osnovni cilj ove analize je stvaranje baze za formiranje adekvatnih modela neophodnih za istraživanje uticaja dinamike traktora i sa njim spregnutih radnih priključaka na efikasnost obavljanja poljoprivrednih operacija.

U našim dosadašnjim radovima, gore navedene probleme smo rešavali parcijalno i to: za transportne traktorske sisteme u domenu stabilnosti i upravljivosti, dakle, domen bočne dinamike kretanja, [3], [4], [5], [6]; za sisteme za skupljanje sena, balere, sa

aspekta vučne efikasnosti i proizvodnosti, odnosi podužne dinamike kretanja sistema [7]; kod sistema za oranje, parametri obrade zemljišta u funkciji uticajnih faktora, načina sprege, oslanjanja i regulisanja, interakcija podužne i vertikalne dinamike sistema pri radu i kretanju [9]. Međutim, u skladu sa zahtevima i trendovima razvoja i korišćenja traktorskih sistema većih snaga, viših brzina kretanja i rada, za obavljanje nekoliko operacija u jednom prolazu, pitanje uticaja dinamike takvih sistema na efikasnost i kvalitet rada postaje sve značajnije. Ovi faktori u relaciji sa zahtevima koji se postavljaju kao uslovi za adekvatnu GPS i INS podršku nameću potrebu da se traktorski sistem pri istraživanju posmatra onakav kakav i jeste u realnosti, prostoran, sa svim relevantnim stepenima slobode kretanja i značajno povećanim radnim brzinama.



Slika 1. Traktorski sistemi

(a. transport, b. sakupljanje i presovanje sena, c. oranje)

Figure 1. Tractor systems

(a. transport, b. hay collecting and pressing, c. plowing)

Polazeći od parcijalnih modela, razvijenih u našim, gore navedenim radovima, formirali smo uopšteni fizički i matematički model dinamike traktorskog sistema, proizvoljne konfiguracije i namene sa specifikacijom odnosa sprege komponenata i interakcije sa tlom, dakle, načina veze, oslanjanja sa tlom i radnog zahvata u odnosu na tlo. Prikaz modela i dobijeni rezultati dati su u narednom poglavljju.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Saglasno prikazima na Sl. 1, formiran je uopšten fizički model traktorskog sistema dat na Sl. 2., i na osnovu njega napisan matematički model oblika:

$$m_1 v(\dot{\alpha}_1 + \dot{\varepsilon}_1) + m_2 v(\dot{\alpha}_2 + \dot{\varepsilon}_2) = Y_{11} + Y_{12} + Y_{21} \quad (1)$$

$$J_1 \ddot{\varepsilon}_1 + m_1 v(\dot{\alpha}_1 + \dot{\varepsilon}_1)(b_1 + e_1) = Y_{11}(l_1 + e_1) + Y_{12}e_1 \quad (2)$$

$$J_2 \ddot{\varepsilon}_2 + m_2 v(\dot{\alpha}_2 + \dot{\varepsilon}_2)(l_2 - b_2) = Y_{21}l_2 \quad (3)$$

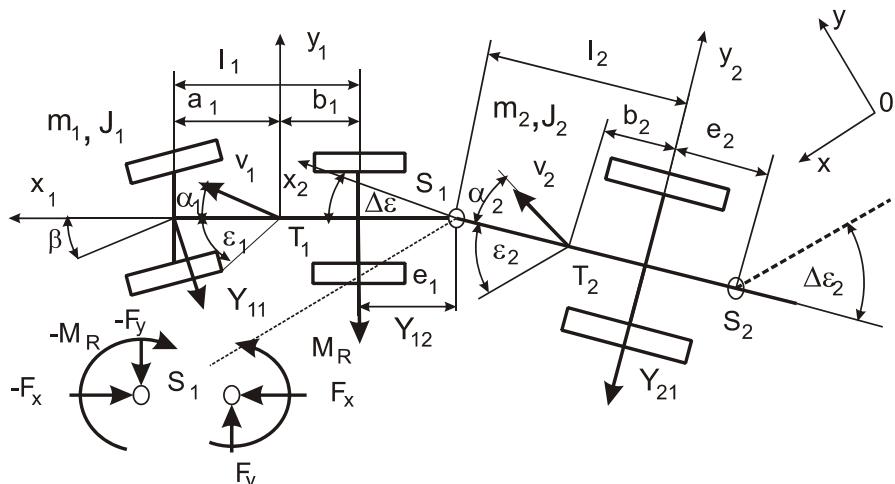
$$\Delta \varepsilon_1 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \quad (4)$$

$$Y_{11} = Y_{11}(K_{11}, \alpha_1, \beta, \dot{\varepsilon}_1, v, kp_{11}) \quad (5)$$

$$Y_{12} = Y_{12}(K_{12}, \alpha_1, \dot{\varepsilon}_1, v, kp_{12}) \quad (6)$$

$$Y_{21} = Y_{21}(K^*_{21}, \alpha_1, \Delta \varepsilon_1, \dot{\varepsilon}_1, \dot{\varepsilon}_2, v, kp_{21}) \quad (7)$$

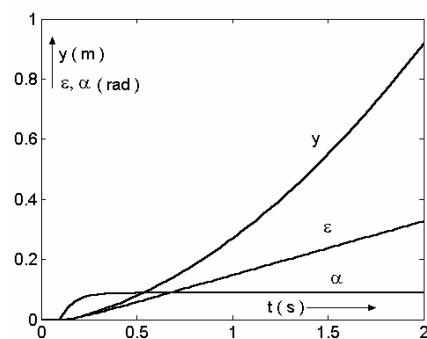
Uopštavanje ranije korišćenih modela [4], [6], se sastoji u tome, da se veze implemenata traktorskog sistema, S₁, S₂, itd. sada razmatraju kao univerzalni zglobovi kojima se mogu modelirati različite izvedbe spojnih mehanizama. Osim toga, uvedeni su pojmovi ekvivalentnih reakcija implementa i tla u tri upravne ravni, kao rezultat različitih načina oslanjanja na tlo i zadiranja u tlo. Kao primer za ovo, navodi se ekvivalentna bočna reakcija na implementu, označena na fizičkom modelu, Sl. 2, sa Y₂₁ i prikazana matematičkim modelom (2c). Argument K^{*}₂₁ u izrazu (2c) je ekvivalent bočnog skretanja traktorskog sistema usled istovremenih efekata oslonih i radnih elemenata implementa. Kod plugova, kao implementa, zavisno od izvedbe, to su osloni točkovi sa pneumaticima i elementi pluga u radnom zahvatu sa tlom, Sl. 3.



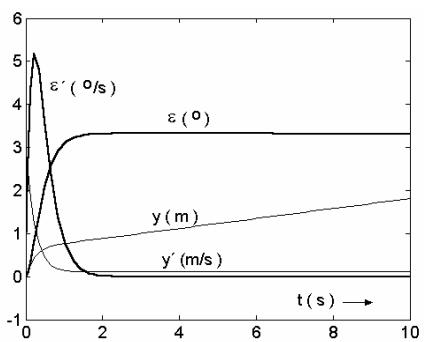
Slika 2. Uopšten fizički model traktorskih sistema prema Sl.1.
Figure 2. Generalized physical model of tractor systems in Fig. 1.



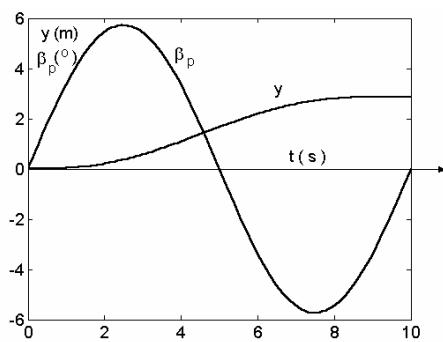
Slika 3. Kontakt implement- tlo
Figure 1. Contact implement-soil

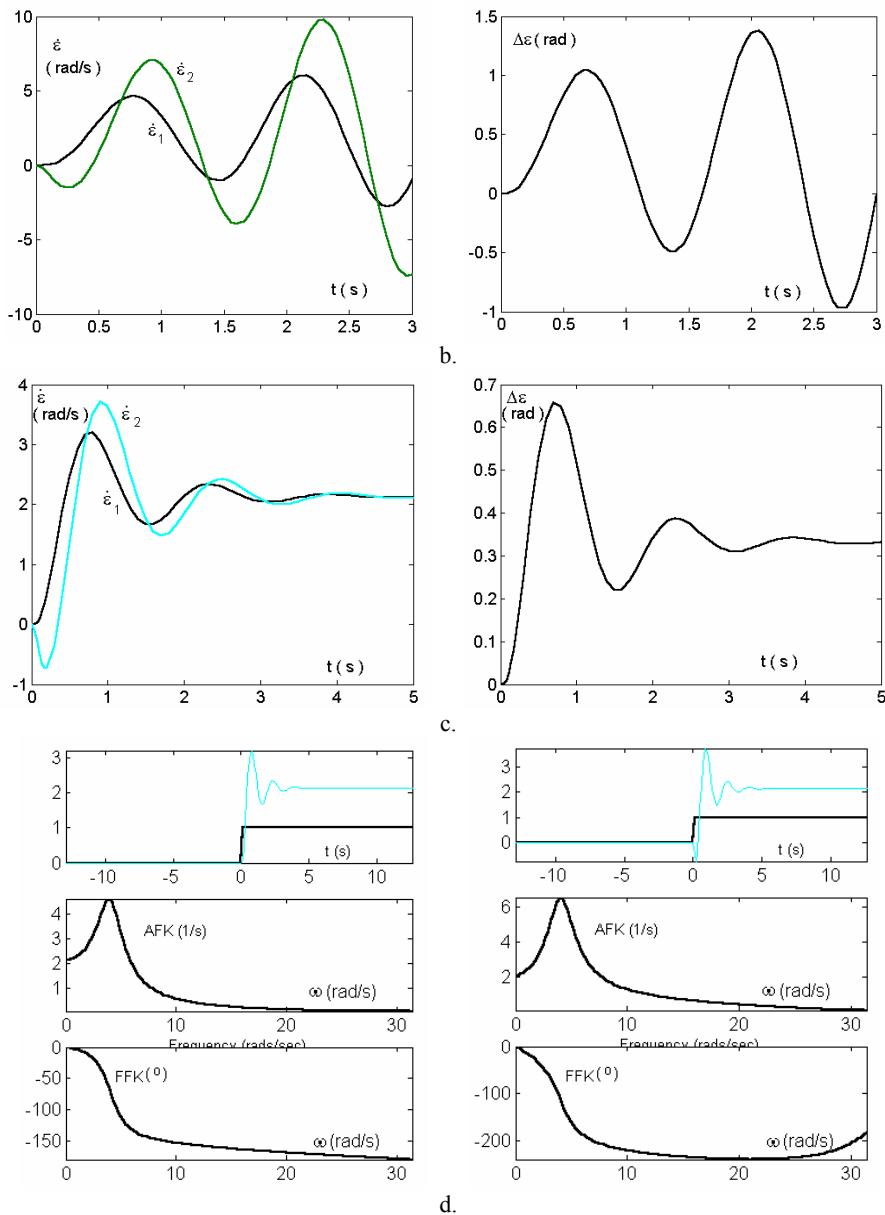


Grafik 1. Rezultati simulacije
Chart 1. Simulation results



a.





Grafik. 2. Rezultati simulacije
Chart 2. Simulation results

Segmenti rezultata istraživanja ponašanja posebno traktora, a zatim sprege traktor – implement, uz pomoć modela (1), (2), za različite vidove zaokretanja točka upravljača, prikazani su na Graficima 1 i 2. Grafik 1 pokazuje promenu koordinata položaja traktora pri stupnjevitom zaokretanju točka upravljača traktora a grafici 2a, b, pri impulsnom

impulsnom i periodičnom – harmonijskom zaokretanju točka upravljača. Tokovi i intenzitet promene koordinata položaja, y, ε , (oznake na Sl. 2), za posmatrane slučajeve, su u relaciji sa pokazateljima napora manuelne kontrole ljudskog operatora, odnosno, neophodne strukture automatskog sistema za vođenje traktora. Formiran traktorski sistem, zavisno od parametara i uslova rada biće težak za upravljanje i nestabilan, prema rezultatima na Graf. 2b, ili lako upravljiv i stabilan, prema Graf. 2c. U odnosu na upravljačko dejstvo, preko točka upravljača, posmatrani implement ima veće vreme kašnjenja i veći ugao bočnog zanošenja, prema traktoru, na osnovu poređenja rezultata na Graf. 3d.

ZAKLJUČAK

Zbog svoje univerzalne namene poljoprivredni traktor se u toku radnog veka, spreže sa mašinama i uređajima različitih mehaničkih i funkcionalnih svojstava. Dinamičke karakteristike ovako formiranih traktorskih sistema bitno utiču na njihovo racionalno korišćenje, dakle, učinak i kvalitet rada. U tom smislu savremena poljoprivredna proizvodnja zahteva povećanu preciznost obavljanja radnih operacija. Značajan doprinos pri tome, uz primenu savremenih traktora i implemenata, sa komponentama aktivne, automatske kontrole, pružaju i sistemi podršku rada GPS. Poznavanje baznih dinamičkih karakteristika formiranih traktorskih sistema je prepostavka za uspešno korišćenje sistema podrške.

LITERATURA

- [1] Barskij, I., 1973. *Dinamika traktora*. Mašinostroenie.
- [2] Wong, J., 1995. *Theory of ground vehicles*. John Wiley & Sons, New York.
- [3] Radonjić, R., Radonjić, D., 1998. *Projektovanje sistema za upravljanje traktora s obzirom na upravljačko dejstvo vozača*. Traktori i pogonske mašine, br.4, Novi Sad.
- [4] Radonjić, R., Radonjić, D., 2002. *Analiza stabilnosti kretanja skupa, traktor – priključno vozilo*. Traktori i pogonske mašine , Vol. 5, N_o 3/4, str. 78 – 83.
- [5] Radonjić, R., 2004. *Stabilnost traktora*. Traktori i pogonske mašine, Vol. 9, No 4, str. 43-47.
- [6] Radonjić, R., 2003. *Stabilnost sistema, traktor - priključno vozilo sa cisternom*. Traktori i pogonske mašine, Vol. 7, N_o 4, str. 104 – 108.
- [7] Radonjić, R., 2008. *Uporedna istraživanja savremenih sistema za pripremu sena*. Traktori i pogonske mašine, Vol. 13, N_o 2, str. 20 – 26.
- [8] Gligorević, K., Oljača, M., Ružićić, L., Radojević, R., Pajić, M., 2007. *Uticaj elektronskih sistema na stabilnost vanputnih vozila*. Poljoprivredna tehnika, 2007, br. 3. str. 25-32.
- [9] Radonjić, R., 2007. *Razvoj softvera za simuliranje procesa obrade zemljišta*. Poljoprivredna tehnika, 3, str. 19-24.
- [10] JOHN DEER, CASE, CLAAS, FENDT., 2010, 2011, *prospektni materijal*.

THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL TRACTOR DYNAMICS TO ITS RATIONAL APPLICATION

Aleksandra Janković, Rajko Radonjić, Đorđe Antonijević, Dragoljub Radonjić

Faculty of Engineering Sciences - Kragujevac

Abstract: In this paper the problems of the agricultural tractor dynamics with respect to its working efficiency are discussed. The typical tractor systems selected according to working tasks, component connections, their own interaction , as well interaction to soil condition are analyzed. In this sense a generalized tractor systems simulation model has been formed and used. The illustrative results are presented and discussed as the significant base to application of active control components and GPS support.

Key words: *tractor, system, dynamics, efficiency, generalized model, simulation.*

Datum prijema rukopisa: 07.11.2011.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 11.11.2011.

Datum prihvatanja rada: 18.11.2011.



UDK: 631.372:(629.064.5:621.317)

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

APLIKACIJA NEOPHODNE TRAKTORSKE ELEKTROOPREME SA CILJEM IZBORA DOBAVLJAČA

Zlata Bracanović*, Branka Grozdanić, Velimir Petrović

Industrija motora Rakovica - Institut, Beograd

Sazetak: Uočeno je da određeni broj dobavljača elektroopreme u zadnjim godinama plasira na tržište robu nepoznatog porekla. Proizvođači traktora pre ugradnje moraju da izvrše potrebna ispitivanja, u smislu provere kvaliteta, kako bi zaštitili valjanost svoga proizvoda. Osnovne primedbe su da snabdevači elektroopreme ne poseduju kompletну tehničku dokumentaciju za proizvod koji nude, čime dovode u pitanje kvalitet traktora u celini.

Elektrooprema treba da ima zadovoljavajući kvalitet, što se dokazuje potrebnom tehničkom dokumentacijom i sertifikacijom po važećim standardima za svoje namene. Kada proizvođač traktora potražuje elektroopremu od dobavljača, on zahteva da uz pristigle uzorke bude i relevantna tehnička dokumentacija. Kod proizvođača, metodologije i procedure podrazumevaju način ispitivanja posmatranog uzorka. Ispitivanja se odnose na određivanje osnovnih tehničko-funkcionalnih karakteristika, tehničke uslove i zahteve kao i tehničke kriterijume za ocenu potrebnog kvaliteta. Na taj način dobijeni rezultati upoređuju se sa postavljenim tehničkim zahtevima i kriterijumima u tehničkoj dokumentaciji, na osnovu čega se donosi oceana o valjanosti upotrebnog kvaliteta tehničkog sistema. Nakon obavljenih ispitivanja i uporednih analiza, proizvođač donosi odluku da se pozitivno ocenjeni uzorak elektroopreme može ugraditi na odnosne traktore.

Dakle i proizvođač traktora IMR vrši ispitivanja određene vrste traktorske elektroopreme po propisanim procedurama i metodologiji i shodno tome vrši odabir dobavljača.

Ključne reči: *traktor, elektrooprema, ispitivanje.*

UVOD

Kako bi proizvođač traktora IMR, zaštitio svoj proizvod i povećao konkurentnost, potrebno je da elektrooprema koja se ugrađuje na traktore bila zadovoljavajućeg kvaliteta. Radi sigurnosti i kvaliteta svog proizvoda odnosno traktora, IMR je razvio metodologije za ispitivanje i detaljnu proveru neke

* Kontakt autor: Zlata Bracanović, Patrijarha Dimitrija 7-13, 11000 Beograd.

E - mail: imr-institut@Eunet.rs

elektroopreme. Usled velikih tržišnih pomeranja i raznih promena u industrijskom sektoru, pojavio se veliki broj nepoznatih dobavljača elektroopreme, koja ne poseduje odgovarajuću tehničku dokumentaciju za svoje proizvode. Već razvijena metodologija za proveru upotrebnog kvaliteta neke elektrooprem sada ima važnu ulogu u izboru novih dobavljača elektroopreme.

Laboratorijsko ispitivanje sa razvijenom metodologijom obuhvata sledeću elektroopremu : elektropokretače, alternatore, prekidače startovanja, nosače prekidače, kutije osigurača, prekidače, tastere, termostartere, svetla, akumulatore i električne provodnike. Ova ispitivanja imaju za cilj da utvrde tehničko-funkcionalne karakteristike posmatranih uzoraka i dobijene rezultate da uporedi sa postavljenim kriterijumima i zahtevima prema tehničkoj dokumentaciji.

Kako većina dobavljača elektroopreme ne poseduje tehničku dokumentaciju, poređenje dobijenih rezultata ispitivanih uzoraka se vrši na osnovu tehničke dokumentacije uzoraka drugih proverenih dobavljača, čiji se elektrooprema ugrađuje na traktore. Poredenje sa tehničkim kriterijumima za ocenu kvaliteta, predstavljaju valjanost ispitivanih uzoraka i dozvoljavaju upotrebu i ugradnju na traktore odnosno poseduju upotrebnii kvalitet tehničkog sistema [1]. U zavisnosti od ocene kvaliteta za upotrebnu valjanosti vrši se i odabir sigurnih i stalnih dobavljača elektroopreme.

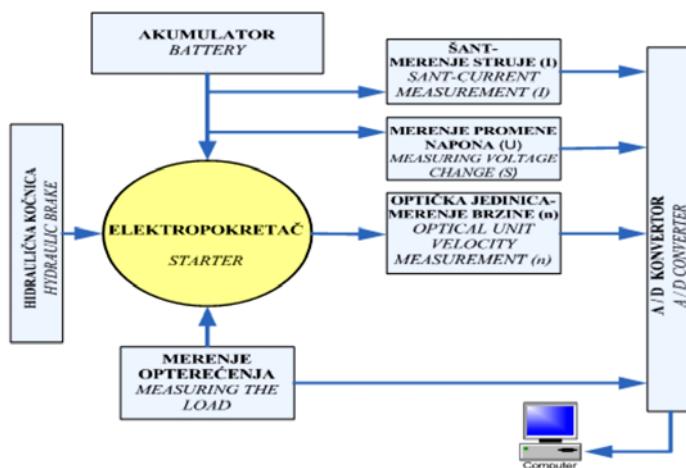
MATERIJAL I METODE RADA

U Institutu IMR-a vrše se laboratorijsko ispitivanje elektroopreme koja obuhvataju proveru funkcionalnih karakteristika, geometrijskih mera kao i moguće prepravke izvedenih priklučaka na elektroopremi ukoliko je to potrebno. U ovom radu biće ukratko dat prikaz laboratorijskog ispitivanja elektropokretača, alternatora i prekidača startovnja, obuhvatiće blok šeme električnih instalacija za ispitivanje, pojedine dijagrame merenih veličina ka i neke tabelarne prikaze.

Elektropokretač služi za pokretanje kolenastog vratila pri startovanju motora. Za funkcionisanje koristi jednosmernu struju od akumulatora. Svaki elektropokretač mora imati neizbrisivo označeno sledeće: naziv i zaštitni znak proizvođača, tip(oznaka proizvođača), nazivni napon, nazivnu snagu i broj zubaca, oznaku smera obrtanja, oznaku svih priključaka, datum proizvodnje i serijski broj. Laboratorijsko ispitivanje elektropokretača omogućava trenutno registrovanje osnovnih parametara koji karakterišu funkcionalne karakteristike [2]. Provera funkcionalnih karakteristika elektropokretača obuhvata snimanje dijagrama: momenat (M), snagu (P), struju (I), broj obrtaja (n) i napon (U).

U toku laboratorijskog ispitivanja elektropokretača mere se sledeće veličine: temperatura ambijenta, inicijalni napon baterije za startovanje, proba 10 (deset) uklopa , snimanje krivih elektro-mehaničkih karakteristika zavisnosti momenta pri startovanju (M), brzine (v), struje (I) i broja obrtaja(n). Takođe je od značaja udarno kočenje odnosno naglo zaustavljanje rotora startera sa mernim podacima : napon (Uuks), struja (Iuks) i momenat (Muks). Neki primjeri elektro-tehničkih karakteristika elektropokretača biće dati u sledećem odeljku.

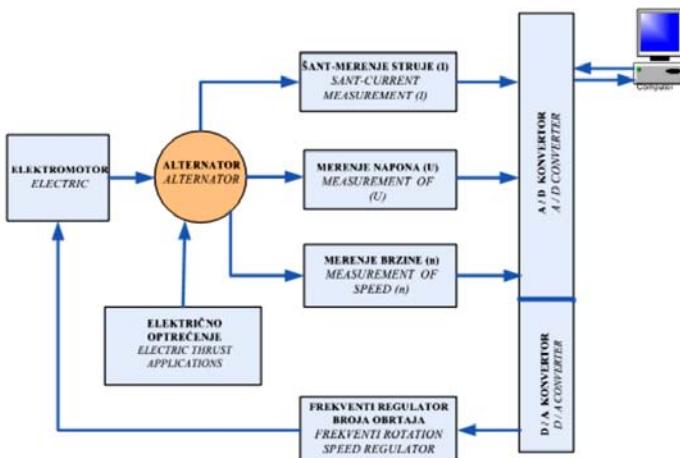
Na Sl. 1. data je blok šema za laboratorijsko ispitivanje elektropokretača.



Slika 1. Blok šema za laboratorijskog ispitivanja elektropokretača

Figure 1. Block diagram of laboratory testing of starters

Alternator je generator naizmenične struje sa ugrađenim ispravljačem, namenjenim za napajanje potrošača električnom energijom i dopunjavanja akumulatorske baterije. Za laboratorijsko ispitivanje i proveru alternatora upotrebljava se merna instalacija čija je blok šema dat na Sl. 2. Svaki alternator mora da poseduje neizbrisive oznake na kućištu : naziv i zaštitni znak proizvođača, tip (oznaka proizvođača), nazivni napon, nazivna struja, datum proizvodnje i serijski broj.



Slika 2. Blok šema za laboratorijsko ispitivanje alternatora

Figure 2. Block diagram of laboratory testing of the alternator

Najvažnije funkcionalne karakteristike alternatora su: otpornost pobudnog namotaja, strujna karakteristika alternatora $I=f(n)$, karakteristika napona regulatora i temperatura

kućišta. Merenje otpornosti pobudnog namotaja alternator vrši se tako što se alternator zagreva u vremenskom intervalu od 30 minuta i istovremeno opterećuje maksimalnom strujom, koja može da daje napon $U=26V$, koji se reguliše pomoću otpornika za opterećenje. Kada se isključe kutije za opterećenje podiže se brzina obrtanja alternatora do brzine kod koje alternator počne da daje struju. Merenje se izvodi u vremenu od (30 sek), nakon zaustavljanja, na krajevima pobudnih namotaja alternatora [3].

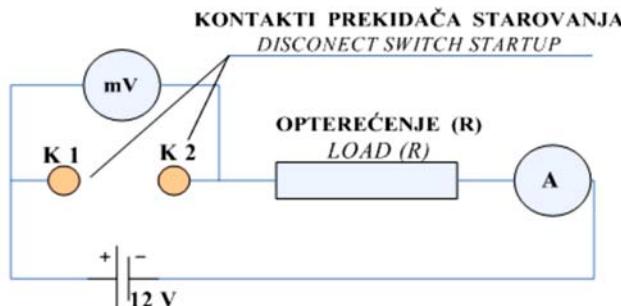
Merenje strujne karakteristike alternatora obavlja se posle ispunjenih uslova merenja pobudne brzine obrtanja i vrši se tako što se brzina alternator menja od pobudne brzine do maksimalne trajne brzine. Snimanje strujne karakteristike $I=f(n)$, ne sme biti duže od 30 sek. Primer će biti dat u sledećem odeljku koji se odnosi na tri uzorka alternatora.

Provere karakteristika regulatora se meri u celokupnom temperaturnom opsegu alternatora ($-40 \div +100^{\circ}C$). Promena jačine struje vrši se na priključcima alternatora (U_{B+}) u rasponu $I_B = (0,1 \div 0,9) A$, pri ($n=6000 \text{ min}^{-1}$). U takvim uslovima napon na priključku alternatora (U_{B+}) treba da bude u okviru karakteristike regulatora.

Temperatura zaređanosti alternatora je u suštini merenje temperature kućišta (T_K), limova (T_L) i dioda (T_D). Mernje se beleži na svakih 30 min pri brzini obrtanja ($n=4000 \pm 500 \text{ min}^{-1}$) u intervalu rada od 3 h.

Sva ispitivanja i merenja elektropokretača i alternatora potrebno je da se izvode u temperaturnom opsegu $T(23 \pm 5)^{\circ}C$. U slučaju da je ovaj uslov nije moguće ostvariti pri laboratorijskom ispitivanju funkcionalnih karakteristika, u razmatranju dobijenih rezultata temperaturni opseg ima uticaj na konačan stav [4].

Prekidač startovanja da bi obezbedili dug rad, neophodno je da otpornost njegovih kontakata bude što manja. Otpornost kontakta meri se padom napona na kontaktima do kojeg dolazi usled proticanja struje kroz iste. Na Slici 3. data je električna šema za merenje otpora na kontaktima prekidača startovanja.



Slika 3. Električna šema merenja na kontaktima prekidača startovanja

Figure 3. Electrical diagram of measurement on start switch contacts

Inicijalna provera funkcionsanja prekidača je izvršena putem 10 uključenja kroz čitav opseg mogućih položaja i to pri nazivnoj struci gde su obeleženi kontakti K1 i K2, koji se trenutno ispituju. Pad napona na kontaktima prekidača startovanja ne sme biti veći $U=30 \text{ mV}$ za nazivnu vrednost struje $I=20 \text{ A}$ (induktivno), odnosno napon ne sme biti veći od $U=80 \text{ mV}$ za nazivnu vrednost struje od $I=30 \text{ A}$ (induktivno). Ovo merenje se vrši pri standardnom atmosferskom uslovima. U Tabeli 1. je dato opterećenje kontaktaka prekidača startovanja po specifikaciji proizvođača.

Tabela 1. Opterećenost kontakata - specifikacija proizvođača

Table 1. Contacts load – the manufacturer's specifications

| Kontakti <i>Contacts</i> | Napon U (V) Voltage U (V) | |
|-----------------------------|------------------------------|----------|
| | 12 V max | 24 V max |
| | Struja I(A) Current I(A) | |
| 58 - 30 | 8 A | |
| 15/54 - 30 | 35 A | 35 A |
| 19 - 30 | 60 A | 30 A |
| 17 - 30 | 60 A | 30 A |
| 54a - 30 | 60 / 18 A | 40 / 5 A |

Elektrooprema čiji su delovi delimično ili potpuno od plastične materije moraju biti ispitani adekvatnom metodom koja podrazumeva ispitivanje stepena sigurnosti i samogasivosti. U ovu grupu elektroopreme spadaju svi prekidači, nosači prekidača, tasteri, kutija za osigurače, farovi, poziciona svetla, bužiri, spojnice i svi elektroprovodnici.

Stepen sigurnosti se ispituje tako što se ispitivani uzorak stavlja u komoru sa nepromjenjenom povišenom temperaturom, gde je vлага ($T = 40 \pm 2^\circ\text{C}$), a vlažnost ($93 \pm 2\%$). Ispitivani uzorci se unose u komoru i izlazu stepenu sigurnosti u trajanju od 4 dana neprekidnog boravka u komori. Merenje geometrijskih mera vrši se pre i posle izlaganja stepenu sigurnosti.

Nakon toga pristupa se ispitivanju samogasivosti uzorka, tako što se ispitivani uzorak stavlja na plamen Bunzenovog gorionika, čija je mlaznica 9 mm a dužina 5 cm, na rastojanju od mlaznice 4 mm u trajanju 1 min. Kada se ispitivani uzorak ukloni iz zone plamena mora prestati da gori za vreme manje ili jednako (≤ 15 sek).

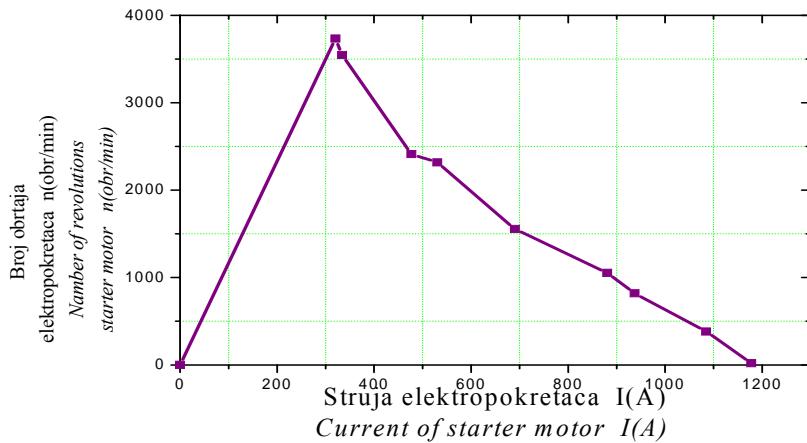
Ispitivanja stepena sigurnosti je veoma značajno sa aspekta zaptivenosti elektroopreme jer daje sigurnost pravilnog funkcionisanja traktora pri raznim vremenskim nepogodama. Vreme samogasivosti je od važno za proizvod u smislu mogućih nezgoda i poremećaja u radu pojedinih delova traktora, jer neće doći do pospešivanja gorenja na visokim temperaturama [5].

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Svaki proizvođač elektropokretača i alternatora na tehničkoj dokumentaciji ima podatke koji du od značaja za proizvod kao i za korisnika istih. Praktično sve tehničke podatke koje daje proizvođač se laboratorijskim ispitivanjem proveravaju, i upoređuju sa postavljenim tehničkim zahtevima i kriterijumima u tehničkoj dokumentaciji, na osnovu čega se donosi oceana o valjanosti upotrebnog kvaliteta tehničkog sistema.

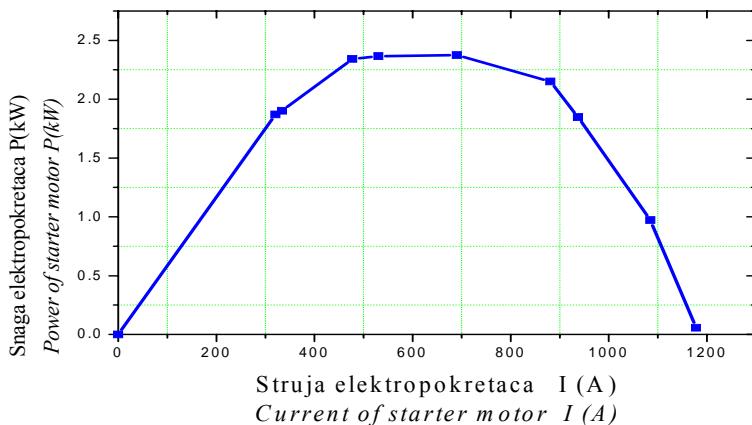
Kao je laboratorijsko ispitivanje elektropokretača pouzdano i fleksibilno, u svakom momentu možemo dobiti potreban dijagram odnosno karakteristiku elektropokretača struje, snage, napona ili momenta. Na slici 4. i slici 5. prikazane su neke elektromehanička karakteristika $(n; P) = f(I)$. Iz prikazanih dijagrama možemo zaključiti da strujana karakteristika ne odgovara zahtevima od strane ispitivača. Karakteristika snage,

je loša, jer povlačenje veće struje otežava start motora, naročito u sniženim temperaturama, sa postojećim kapacitetom akumulatora.



Slika 4. Dijagram električne karakteristike
Figure 4. Diagram of the electrical characteristic

Ovde je samo dat primer nekih dijagrama elektromehaničkih karakteristika koje su relevantne i od značaja za ocenu upotrebnog kvalitet tehničkog sistema. Na osnovu stava se donosi i odluka o daljoj saradnji sa dobavljačem. To se može odnositi na poboljšanje karakteristika ispitivanog uzorka odnosno to podrazumeva dalju saradnju i kontrolu upotrebnog kvaliteta, sve do postizanja rezultata koji zadovoljavaju potrebne tehničke kriterijume za valjanost upotrebnog kvaliteta.



Slika 5. Dijagram električne karakteristike
Figure 5. Diagram of the electrical characteristic

U daljim analizama, dobijeni rezultati se upoređuju sa specifikacijom koju je dao proizvođač elektropokretača, i koja je prikazana u Tab. 2. sa svim tehničkim i kontrolnim podacima za elektropokretač. U toku ispitivanja istovremeno se proverava i utvrđuje kvalitet izolacije posle rada elektropokretača, utvrđuje se prilagođenost priključnih veze za ugradnju na motor, ukljopljennosti uzubljenja bendiksa i zupčanika zamajca i vrši se provera svih geometrijskih mera prema crtežu.

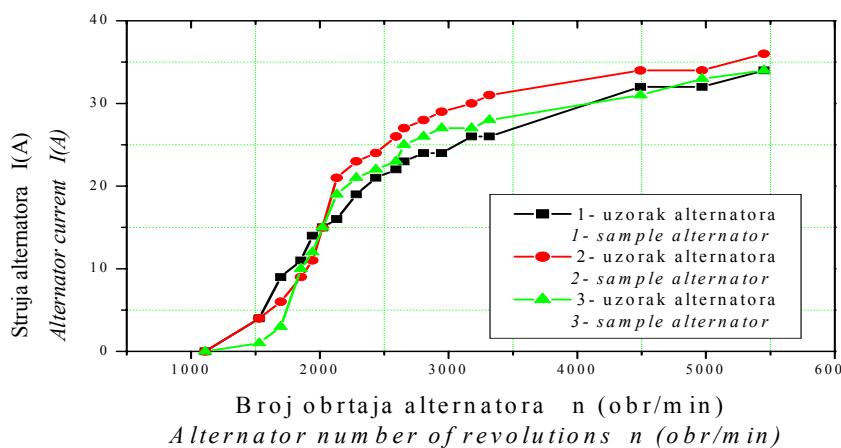
Tabela 2. Tehnički i kontrolni podaci elektropokretača
Table 2. Technical and inspection data of starter motor

| Tehnički podaci Technical data | |
|---|--|
| Nazivni napon <i>Nominal voltage</i> | 12 V |
| Maksimalna snaga uz navedenu bateriju <i>Max. power with specified battery</i> | 2,9 kW |
| Nazivni napon i kapacitet pripadajuće akumulatorske baterije <i>Declared voltage and capacity of accompanying battery</i> | 12 V, 570 A |
| Ukupni otpor (+) i (-) akumulatorskih provodnika na +20°C može biti max: <i>Total resistance (+) and (-) of battery cables at +20 °C may not exceed:</i> | 0,02Ω |
| Kontrolni podaci Inspection data | |
| Kod deset uklopa, pogonski zupčanik mora uvek glatko uskočiti i iskočiti iz zupčastog venača <i>When engaged for the tenth time, the drive gear shall smoothly mesh with and be released from the starter ring</i> | |
| Kod potpuno ukočenog elektrošpokretača i $U=7V$ struja treba da je maksimalna, a momenat minimalan <i>When the starter motor is completely locked and with $U=7V$ the current should be max and the torque min</i> | $I=1350\text{ A}$ $M=44,1\text{ Nm}$ |
| Pri praznom hodu, kod napona od $U=12\text{ V}$ struja treba da je maksimalna 110 A a broj obrtaja minimalan 4500 min^{-1} <i>When idling at voltage $U=12\text{ V}$ the current shall be max. 110 A and speed $min. 4500\text{ min}^{-1}$</i> | $I=110\text{ A}$ $n=4500\text{ min}^{-1}$ |
| Struja radnog Ir namotaja solenoida treba da je maksimalna a struja zadržavajućeg namotaja Iz treba da je manja <i>Solenoid operating coil current shall be max. While the solenoid hold on coil current shall be below</i> | $Ir = 70\text{ A}$ $Iz < 15\text{ A}$ |
| Pri naponu $U=9,2\text{ V}$ i maksimalnoj struci $I=660\text{ A}$ treba da je broj obrtaja 1150 min^{-1} a momenat $19,6\text{ Nm}$ <i>With voltage $U=9,2\text{ V}$ and the current of max. 660 A and speed shall be 1150 min^{-1} and the torque min $19,6\text{ Nm}$</i> | $n=1150\text{ min}^{-1}$ $M=19,6\text{ Nm}$ |

U Tab. 3. dat je prikaz tehničkih podataka alternatora koje proizvođač treba da ima na pripadajućem crtežu a koji se odnosi na dostavljeni uzorak alternatora za ispitivanje. U ovom primeru laboratorijskog ispitivanja testiraju se tri uzorka alternatora i kriva opterećenja data je na dijagramu na Sl. 6. Možemo zaključiti da su uzorci alternatora približnih karakteristika i ne odgovaraju postavljenim tehničkim zahtevima i kriterijumima potrebnih za ocenu upotrebnog kvaliteta istih. Maksimalna jačina struje, pri $n=6000\text{ min}^{-1}$ iznosi za tri uzorka alternatora $I=37\text{ A}$, što je ispod dozvoljenog prema tehničkoj dokumentaciji. Uzorci nisu pouzdani i proizvođač bi trebao da poboljša karakteristike istih.

Tabela 3. Tehnički podaci alternatora
 Table 3. Technical data of the alternator

| Tehnički podaci Technical data | |
|---|------------------------------|
| Nazivni napon <i>Nominal voltage</i> | 12 V |
| Nazivna jačina struje <i>Nominal current</i> | 50 A |
| Brzina obrtanja pri I=0A, U=13V, T=25°C <i>Speed at I=0A, U=13V, T=25 °C</i> | ≤ 1000 min ⁻¹ |
| Maksimalna struja pri U=13V, n=6000 min ⁻¹ <i>Max. current at U=13V, n=6000 min⁻¹</i> | ≥ 45 A |
| Otpor pobudnog namotaja pri T=25°C <i>Resistance of filed coil at T=25 °C</i> | 34+0,34Ω |
| Mak. brzina obrtanja trajna /kratkotrajna (max.15min) <i>Max. speed-permanent/interrittent (max. 15min.)</i> | 12000/13000min ⁻¹ |



Slika 6. Dijagram karakteristika opterećenja

Figure 6. Diagram of the loading characteristics

Rezultati merenja koji se odnose na prekidače startovanja prikazani su u tabeli 4. i pokazuju pad napona na ispitivanim kontaktima kod četiri uzorka prekidača startovanja. Konačan stav o kontaktima prekidača startovanja je sledeći: kod uzorka broj 2 ustanovljeno je oštećenje platinskih dugmadi kontakta 30. Fiksno platinsko dugme pretrpelo je oštećenje oko 25% i do dubine 0,4 mm. Pokretno platinsko dugme kontakta broj 30 oštećeno je 15% ukupne površine od oko 0,15mm. Oštećenja su pretrpeli i ostali kontakti. Obzirom da je došlo do uočenih oštećenja pri malom broju uključenja, ovi uzorci nisu odgovarajućeg kvalitet.

Tabela 4. Napon na kontaktima prekidača startovanja
 Table 4. Voltage on contacts of starting switch

| Kontakti Contacts K1- K2 | Struja I (A) Current I (A) | Uzorci prekidača startovanja Starting switch samples | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 1-uzorak 1-sample | 2-uzorak 2-sample | 3-uzorak 3-sample | 4-uzorak 4-sample |
| | | Napon na kontaktima U (mV) Voltage on contacts U(mV) | | | |
| 58-30 | 10 | 28,4 | 31,2 | 24,3 | 20,4 |
| 15/54-30 | 30 | 98,7 | 114,2 | 111,1 | 108,2 |
| 19-30 | 60 | 124 | 91,3 | 120,2 | 98 |
| 17-30 | 60 | 128 | 60,1 | 63,1 | 91 |
| 50-30 | 60 | 100 | 84,6 | 114 | 106 |

U okviru ovog rada nije bilo moguće prikazati detaljno sve metode, načine i procedure koje se primenjuju pri laboratorijskim ispitivanjima tehničkih karakteristika elektroopreme, ali su date neke osnovne smernice u pomenutim ispitivanjima neke elektroopreme.

ZAKLJUČAK

Na osnovu priloženih analiza, sa nekim tabelarnim prikazima i dijagramima sa laboratorijskih ispitivanja, pojedine elektroopreme koja se ugrađuje na traktore, može se dati konačan stav o valjanosti upotrebnog kvalitete ispitivanih uzoraka za ugradnju na traktore. Doprinos ovakvog načina ispitivanja je nesumnjiv, jer obezbeđuje kvalitet traktora, a istovremeno omogućava dobavljačima da poboljšavaju karakteristike svojih proizvoda. Stalnom kontrolom upotrebnog kvaliteta ispitivanih uzorak elektroopreme, vrši se selekcija i odabir dobavljača.

LITERATURA

- [1] Adamović, Ž., 2001. *Tehnologija održavanja- tehničkih sistema*. Smederevo, Sartid, Srbija.
- [2] Demić, M., 2011. *Naučni metodi i tehnički razvoj*. Kragujevac, Mašinski fakultet, Srbija.
- [3] Robers, R., Marušić, S., Vučić, A., Seljak, J., Markić, S., 2007. *Hibrid drive for maritime applications*. Objavljeno u: *Innovative AutomotiveTechnology*, Fakultet Ljubljana, pp. 325–332. Rogla, Država: Slovenija.
- [4] Petrović, P., Bracanović, Zlata, Vukas, S., 2005. *Oscilatorne pojave kod poljoprivrednih traktora*, časopis Poljoprivredna Tehnika, decembar, Beograd.; Vol.30 br.2 (strana : 15-23)
- [5] Bracanović, Zlata, Vukas, S., 2011. *Reinžinjering elektroopreme na traktoru*. XIII Internacionalna konferencija upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, 539-543.Belgrad, 29-30.

THE APPLICATION OF REQUIRED TRACTOR ELECTRICAL EQUIPMENT WITH THE OBJECTIVE OF SELECTION SUPPLIERS

Zlata Bracanović, Branka Grozdanić, Velimir Petrović

IMR- Institute, Belgrade

Abstract: It was noticed that a certain number of suppliers of electronic equipment put on the market the goods of unknown origin in latest years. Therefore, tractor manufacturers before proceeding with installation of product they must carry out necessary tests in terms of quality checks to protect the validity of their products out to market. Basic remarks were that the suppliers of electrical equipment didn't have complete technical documentation for product they offer, in order to fulfill quality of the tractor as whole product.

Electrical equipment should have a satisfactory quality which is evidenced by the necessary technical documentation and the certification with the applicable standards for their purposes. When the tractor manufacturer seeks from the suppliers of electrical equipment for cooperation, it requires that with received sample and is all relevant technical documentation. As for the manufacturer it is necessary for the methodology and procedures are how to test the observed sample. This means that by determining the basic technical and functional characteristics, manufacturer has to define technical conditions and requirements for technical criteria by assessing required quality. Thus, the results are compared with the established technical requirements and the criteria in technical documentation are based on which appreciation is made and in the validity of the quality-of-technical system. Following these tests and comparative analysis of the manufacturer decides to have positive evaluated a sample of electronic equipment that can be mounted on the respective tractors.

So far, the tractor manufacturer IMR performs testing of certain types for electronic equipment and tractor according to the prescribed procedures and methodology, and by that accordingly choose suppliers.

Key words: tractor, electrical equipment, testing.

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| Datum prijema rukopisa: | 07.11.2011. |
| Datum prijema rukopisa sa ispravkama: | 10.11.2011. |
| Datum prihvatanja rada: | 13.11.2011. |



UDK: 631.31

*Stručni rad
Professional paper*

ZASTUPLJENOST SPECIJALNIH TIPOVA ČELIKA U PROJEKTOVANJU I PROIZVODNJI RADNIH DELOVA POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE

Srđan Bulatović*

Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, Srbija

Sadržaj: Izbor materijala je veoma važan faktor za razvoj poljoprivrednih mašina. Rad prikazuje osnovne osobine i znanja o strukturi, svojstvima, obradi, i primeni posebnih tipova mašinskih materijala, koji su dominantni materijali u proizvodnji i izradi radnih delova ili specijalnih delova (sečiva, radne ivice) kod poljoprivredne mehanizacije (plugovi, tanjirače, rotori i slično). Analizirani su posebno primenjivani tipovi mašinskih materijala, kao što su određeni tipovi legiranih čelika, sa svojim karakteristikama i osobinama. Dat je akcenat na izbor legiranih čelika u fazi projektovanja vrlo opterećenih radnih delova poljoprivredne mehanizacije za obradu zemljišta, pre svega zbog produženja radnog veka konstrukcionalnih delova i uspešnog obavljanja radnih procesa.

Ključne reči: legirani čelici, projektovanje, izbor, primena, radni delovi mašina

UVOD

Pouzdanost i radni vek poljoprivrednih mašina se obezbeđuje primenom savremenih tehnologija i metoda kontrole pri njihovoj izradi. Primena materijala koji ne odgovaraju zahtevima projekta dovodi do snižavanja pokazatelja kvaliteta pa samim tim moramo voditi računa o mnogim pokazateljima prilikom izrade mašinskih materijala. Odabirom materijala koji imaju dobra svojstva, možemo mnogo da utičemo na kvalitet konstrukcije poljoprivredne maštine kao i na radni vek same konstrukcije, što je veoma važan pokazatelj. Jedno od važnih svojstava je tvrdoća kao jedan od bitnijih faktora u fazi projektovanja poljoprivrednih mašina, koja je detaljnije definisana u daljem tekstu rada. Uz dobra svojstva i mehaničku obradu legiranih materijala možemo doći do elemenata konstrukcije koji najoptimalnije odgovaraju uslovima eksploatacije poljoprivrednih mašina.

* Kontakt autor: Srđan Bulatović, student doktorskih studija,
e-mail: srdjan.bulatovic@yahoo.com

Surovi radni uslovi i velika opterećenja su samo neka od iskušenja koja se stavljuju pred današnje savremene poljoprivredne mašine. Eksploatacione karakteristike ovih mašina ukazuju na pogodnost rada u skoro svim klimatskim uslovima. Usled neadekvatne eksploatacije značajno se snižava radni vek mašina [7]. Tendencije razvoja novih mašina danas, bazirane su na visokoj produktivnosti, uslovjavajući tako značajan porast: opterećenja, brzina i radnih temperatura. Kao posledice toga javljaju se problemi sa povećanim trenjem, habanjem, korozijom, neuravnoteženošću i pojavom vibracija [6].

Bitan faktor na izdržljivost i radni vek poljoprivrednih mašina je korozija, kao proces razaranja materijala koji prouzrokuje velike štete, a time i gubitke industrijskim preduzećima i stanovništву. U cilju zaštite materijala od korozije danas se primenjuju različite metode. Zahvaljujući savremenim postupcima zaštite, industrija je postigla ogromne uštede koje su upotrebljene za njen razvoj i modernizaciju [5].

Razvoj poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta kreće se u pravcu usvajanja novih racionalnih radnih elemenata, kombinaciji pasivnih i aktivnih radnih elemenata različitog oblika i geometrije, ramske konstrukcije koja omogućava aplikaciju novi radnih elemenata, automatizaciji, optimizaciji kinematskih i energetskih parametara i razvoja novih rešenja i tehničkih sistema za obavljanje nekoliko operacija u jednom prohodu. Segmenti razvoja se više ne posmatraju odvojeno ili pojedinačno već kompleksno u konceptu razvoja poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta sa integrisanjem mašina za setvu, dubrenje i sađenje [8].

MATERIJAL I METOD RADA

Tvrdoća materijala

Pojava trenja je veoma česta pojava u operacijama obrade zemljišta, prilikom poljoprivredne proizvodnje. Trenje se pojavljuje između čestica zemljišta i radnih organa poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta i kod mehanizama koji ih pokreću. Tom prilikom dolazi do procesa istrošenja radnih organa i delova mehanizama, što dovodi do promene geometrijskih parametara alata koji se direktno odražavaju na kvalitet operacije, sredstava i vremena za održavanje.

Zajedničko za sve radne elemente, bilo pasivne ili aktivne, je istrošenje, zatupljenje ivice (zub bagera, raonik, nož grejdera, disk, motičica kultivatora) i istrošenje radne površine (klizne površine, disk, raonik) [1].

Jedan od osnovnih zadataka je da se prilikom projektovanja i konstruisanja radnih elemenata obezbede materijali sa što boljim mehaničkim svojstvima. Tvrdoća inženjerskih materijala, kao veoma važno mehaničko svojstvo, u velikoj meri utiče na ponašanje tih istih materijala pri kontaktu sa abrazivnom sredinom. S obzirom na sve teže uslove koji se sa razvojem nauke i tehnike postavljaju pred materijale od kojih su izrađene mašinske konstrukcije jedan od glavnih ciljeva u pogledu svojstava materijala je postizanje što bolje tvrdoće materijala, koji su visokootporni na habanje.

Definicija tvrdoće se zasniva na izračunavanju otpora kome se suprostavlja jedno telo (zemljište) ka prodiranju drugog tvrdog tela (radni organ) u njegovu površinu. Za merenje tvrdoće materijala koriste se više metoda koje se međusobno razlikuju po obliku i materijalu utiskivača i po vrednosti sile dobijene utiskivanja. Razlika u uslovima

ispitivanja, oblika i veličini otiska onemogućuju da se rezultati ispitivanja po jednoj metodi mogu zameniti rezultatima druge metode.

Kada je u pitanju poljoprivredna proizvodnja, vršena su detaljna ispitivanja za utvrđivanje zavisnosti između otpornosti na istrošenje, pri abrazivnom istrošenju i tvrdoće različitih materijala. Relativna otpornost na istrošenje tehnički čistih materijala i termički neobrađenih čelika direktno zavisi od tvrdoće [1], koja se definiše:

$$\varepsilon = k \cdot H \quad (1)$$

gde je ε - relativna otpornost čelika na istrošenje

k - koeficijent proporcionalnosti

H - tvrdoća čelika

Za termički obrađene ugljenične i legirane čelike, zavisnost relativne otpornosti na istrošenje od tvrdoće ima linearni karakter:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + k^I \cdot (H + H_0) \quad (2)$$

gde je ε_0 - relativna otpornost čelika na istrošenje čelika u žarenom stanju

k^I - koeficijent proporcionalnosti koji zavisi od hemijskog sastava čelika

H_0 - tvrdoća čelika u žarenom stanju

Najzastupljenije metode za ispitivanje tvrdoće materijala koje su primenjene u konstruisanju pojoprivrednih mašina su Vikersova i Rokvela metoda. U sledećem delu ovog rada ćemo dati kratak opis ove dve metode, koje spadaju u grupu statičkih metoda.

Vikersova metoda

Kod ove metode kao utiskivač se koristi dijamantska piramida sa kvadratnom osnovom i uglom na vrhu od 136° . Sila utiskivanja može biti od 50 do 1200 N, a izbor zavisi od vrste i dimenzija ispitivanog materijala. Za određivanje tvrdoće potrebno je izmeriti dijagonalu otiska i iz tablica za mašinske materijale pročitati vrednost tvrdoće. U tablicama su izračunate vrednosti u zavisnosti od intenziteta sile i srednje vrednosti dužine dijagonale otiska [2]. Izraz za određivanje tvrdoće po Vikersu, oznaka HV, ima sledeći oblik:

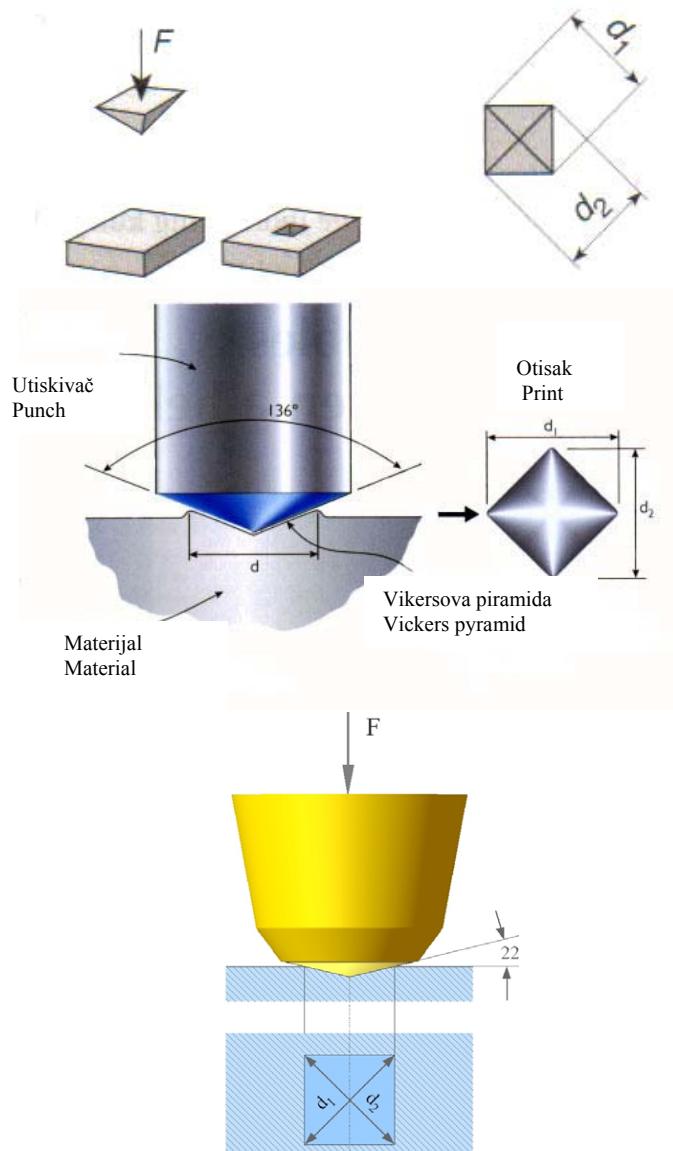
$$HV = \frac{F}{A} = \frac{0.102 \cdot 2 \cdot F \cdot \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} = 0.189 \cdot \frac{F}{d^2} \quad (3)$$

gde je: $F(N)$ - sila utiskivanja

$A(mm^2)$ - površina otiska u obliku dijamantske piramide sa kvadratnom osnovom

$d(mm)$ - dijagonala otiska

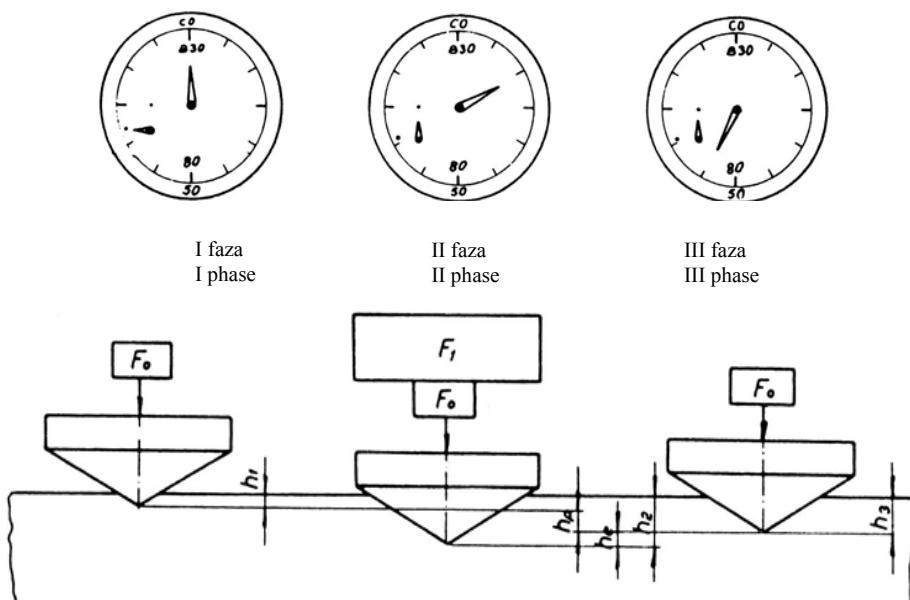
Ova metoda ostavlja veoma mali otisak i koristi se za merenje materijala u širokom opsegu od mekih do veoma tvrdih metala i legura uključujući i termički obrađene čelike. Na slici 1 je data šema merenja tvrdoće Vickersovom metodom.



Sl. 1. Šema merenja tvrdoće po Vickersu
Fig. 1. Measurement scheme of Vickers hardness

Rokvelova metoda

Kod ove metode kao utiskivač se koristi dijamantski konus sa uglom na vrhu od 120° i zaobljenim vrhom sa poluprečnikom zaobljenja od 0.2 mm. Oznaka ove metode je HRc. Utiskivanje se vrši u dve glavne faze: utiskivač se prvo utisne sa malim predopterećenjem, a zatim se dodaje glavno opterećenje. Treća faza se odvija po uklanjanju glavnog opterećenja, tzv. rasterećenje, i meri se dubina prodiranja utiskivača, koja predstavlja tvrdoću materijala. HRc metoda sa dijamantskim konusom koristi se za merenje tvrdih materijala čija tvrdoća je veća od 20 HRc [3]. Na slici 2 je prikazana šema merenja tvrdoće po Rokvelu.



Sl. 2. Šema merenja tvrdoće po Rokvelu

Fig. 2. Measurement scheme of Rockwell hardness

Nakon što smo dali kratak prikaz metoda za određivanje tvrdoće materijala, veoma je važno spomenuti da pri trenju materijala iste vrste, u uslovima nesavršenog podmazivanja, treba birati materijale koji se razlikuje po tvrdoći za najmanje 10 jedinica da bi se izbeglo takozvano molekularno povezivanje materijala u sprezi. Tako za manji zupčanik bira se tvrdi materijal nego što je materijal spregnutog većeg zupčanika. Sprege materijala kao što su čelik po čeliku, liveno gvožđe po livenom gvožđu i čelik po livenom gvožđu, primenjuju se pri relativno malim brzinama klizanja friкционih parova kao što su zupčasti prenosnici, lančani prenosnici, kotrljajna ležišta [4].

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Legirani čelici

Čelik u vidu čeličnih limova (0.6-3mm) je jedan od najzastupljenijih mašinskih materijala poljoprivredne tehnike (traktori, kombajni, sušare, itd ...), pre svega zbog svojih osobina krutosti, izdržljivosti, ekonomičnosti i elastičnosti.

Pri izboru materijala za mašinske delove koji rade u sredinama sa povиšenom abrazivnoшću i dodirom sa zemljom, stenama, teчnosti kao што су raonici plugova, ћlanci gusenica traktora, zupci kašika elevatorsa, lopatice turbina najčešće se primenjuju čelici povećane tvrdoće. Takvi čelici su obično legirani čelici.

Dodavanjem jednog ili, што je bolje, istovremeno nekoliko legirajućih elemenata unose se promene u strukturi i svojstva čelika. Legirajući elementi utiču na promenu svojstava tako da:

- popravljaju mehanička svojstva – zateznu čvrstoću, napon tečenja, dinamičku čvrstoću, tvrdoću, udarnu žilavost, povećanu granicu elastičnosti
- popravljaju otpornost na koroziju
- popravljaju prokaljivost
- dodavanjem legirajućih elemenata može se menjati toplotna i električna provodljivost, magnetna svojstva
- unošenjem legirajućih elemenata i povećavanjem njihovog sadržaja može se uticati na promenu u koncentracijama i temperaturama pojedinih tačaka u dijagramu $Fe - Fe_3C$
- legirajući elementi mogu se rastvarati u rešetki: $\gamma - Fe$ (Ni, Co, Mn) ili u $\alpha - Fe$ (Si, Cr, Mo, V). Čvrsti rastvori legirajućih elemenata izazivaju napone, menjaju oblik i parametre rešetke železa. Stabilizuju ferit na višim a austenit na nižim temperaturama.
- legirajući elementi kao што су Cr, Mo, W, V i Ti, ako ih ima u dovoljnoj količini sa ugljenikom iz čelika grade sopstvene karbide ($Cr_3Cr_2, W_2C, Mo_2C, VC$) ili sa železom i ugljenikom kompleksne karbide (Fe_2W_2C, Fe_2Mo_2C). Ovi karbidi su veoma tvrdi, krti, postojani na povиšenim temperaturama i otporni habanje [3].

U konstrukciji poljoprivrednih mašina posebnu ulogu imaju legirani hromni i manganovi čelici. Mangan smanjuje kritičnu brzinu hlađenja, povećava prokaljivost i povećava otpornost na habanje. Hrom učestvuje u stvaranju specijalnih karbida, smanjuje kritičnu brzinu hlađenja, povećava prokaljivost i dubinu prokaljivanja. Povećava otpornost na koroziju, otpornost na habanje i čvrstoću na visokim temperaturama.

Povećana otpornost na istrošenje legiranih čelika objašnjava se prisustvom i ostalih legirajućih elemenata: nikla, molidbena, silicijuma i volframa. Oni utiču na strukturu čelika, stvarajući ferit, pri čemu se silicijum rastvara u feritu i povećava tvrdoću i čvrstoću a smanjuje pojavu lepljivosti zemljišta na takve materijale. Nikl povećava tvrdoću ali ne učestvuje na smanjenje lepljivosti zemljišta. Volfram i molidben ne utiču

mnogo na povećanje tvrdoće ali smanjuju pojavu lepljivosti zemljišta za površine alata od takvih čelika.

Za delove koji su izloženi habanju u uslovima visokih pritisaka i udara u radu (članci guseničnih platna, delovi drobilica i mlinova, zubi kofice rotornog bagera, zubi kašike bagera, noževi buldožerskih daski i dr.) upotrebljavaju se visokolegirani manganski liveni čelik austenitne strukture sa oznakom Č3160 (~ 1,2% C, ~12,5% Mn). Struktura ovog čelika, posle livenja. Sastoji se iz austenita i veće količine mešovitih karbida $(FeMn)_3C$ raspoređenih po granicama austenitnih zrna, što smanjuje čvrstoću i žilavost. Visoka otpornost na habanje, po celom preseku, ovog čelika objašnjava se ojačavanjem austenita, koji se pri hladnoj deformaciji u toku rada delova (visoki pritisci, udari) u površinskom sloju transformiše u martenzit. Istrošenošću ovog sloja, martenzit se obrazuje u sledećem sloju itd. Ako su, u toku procesu rada, delovi izloženi samo abrazivnom istrošenju i ako nema pojave hladnog ojačanja, kod ove vrste čelika ne dolazi do povećane otpornosti na habanje. Ova vrsta čelika se veoma teško obrađuje rezanjem.

Termička obrada čelika

Kao što smo pomenuli najzastupljeniji specijalni čelici povećane čvrstoće su legirani hromni i manganovi čelici sa martenzitnom strukturom, koji su ojačani metodama termičke obrade, cementacijom i hromiranjem. Termičkom obradom nazivaju se procesi koji se sastoje od zagrevanja do kritičnih temperatura, držanjem na tim temperaturama određeno vreme, a zatim hlađenje određenim načinom i brzinom. Upravo cementacija i hromiranje se svrstavaju u termohemijske obrade čelika, koja se izvodi kao kombinacija termičkog i hemijskog dejstva sa ciljem da se izmeni sastav, struktura i svojstva površinskog sloja.

Termohemijske obrade se izvode zagrevanjem delova do temperature u čvrstoj, tečnoj ili gasovitoj sredini, pri čemu u zavisnosti od elemenata koji difunduju u površinski sloj razlikujemo više procesa termohemijskih obrada. Sam proces termohemijske obrade se sastoje od: obrazovanja aktivnih atoma elemenata u blizini površine ili neposredno na površini metala, dodira atoma difundujućih elemenata s površinom i njihovo rastvaranje u rešetki železa (apsorpcija) i difuzije apsorbovanih atoma elemenata u dubini elemenata.

Cementacija je termohemijski proces u kojem površinski sloj čelika obogaćuju ugljenikom. Konačna svojstva cementirani delovi dobijaju tek posle kaljenja i niskog opuštanja. Cilj cementacije je da se dobije visoka tvrdoća površinskog sloja (HRc 55-65) a time i visoka otpornost na habanje. U procesu cementacije delovi se zagrevaju u sredini bogatoj ugljenikom i sposobnoj da na temperaturi cementacije oslobode ugljenik u atomskom stanju. Dubina cementiranog sloja zavisi od: vremena i temperature, a u manjoj meri i od hemijskog sastava, kao i od aktivnosti sredstva za cementaciju. Dubina cementiranog sloja može biti od 0,5-1,5 mm, izuzetno i do 10 mm. Sadržaj ugljenika u cementiranom sloju je od 0,9-1 % C. Delovi koji se podvrgavaju procesu cementacije moraju se pripremiti. Sama priprema obuhvata čišćenje i odmašćivanje površina, kao i zaštitu površina koje se ne cementiraju. Površine koje se ne cementiraju prevlače se bakrom, niklom ili premazima na bazi mešavine azbesta, gline, talka i tečnog stakla.

Hromiranje je termohemijski proces difuzionog obogaćivanja površinskog sloja čelika hromom zagrevanjem u odgovarajućoj sredini. Ovaj proces obezbeđuje površinskom sloju čelika visoku tvrdoću, otpornost na habanje, toplotnu postojanost i otpornost na koroziju u sredini kao što su morska voda i azotna kiselina. Hromiranje se izvodi u čvrstoj, gasovitoj i tečnoj sredini. Temperatura procesa hromiranja je od 1000-1500°C u trajanju od nekoliko časova. Struktura hromiranog sloja sastoji se od karbida hroma $(Cr,Fe)_7C_3$ ili $(Cr,Fe)_{23}C_6$, i sloja ispod njega sa visokim sadržajem ugljenika (0,8%). Tvrdoća hromiranog sloja kod niskougljeničnih čelika je HV 250-300, a kod srednje i visokolegiranih čelika je HV 1200-1300. Dubina hromiranog sloja iznosi 0,15-0,2 mm [3].

U prethodnom odeljku smo spomenuli koroziju. Korozijom se naziva proces razaranja metala usled hemijskog ili elektrohemihemskog uzajamnog dejstva sa okolnom sredinom. Ona je veoma zastupljena u eksploataciji poljoprivrednih mašina, pa samim tim izbor materijala otpornih na koroziju zavisi od oblika samog mehanizma razvoja korozije. Osnovni metod povećanja otpornosti na koroziju je legiranje pa se iz tog razloga u mašinstvu najviše koriste visokolegirani koroziono otporni nerđajući čelici. Osim njih značajno je korišćenje visokolegiranih čelika otpornih na koroziju pri povišenim temperaturama [4].

Javlja se kao posledica fizičko-hemijskih procesa pri dodiru metala i agresivne sredine, u slučaju poljoprivrednih mašina, metal-zemlja i vremenom prodire u dubinu metala. Potpuna zaštita metala i njihovih legura je potpuno nemoguća, ali izvesne mere se mogu preduzeti da se problem minimizira. Kao što smo spomenuli, izbor materijala je veoma važan faktor i korisno je poslužiti se preporukama o korozionoj otpornosti materijala u određenim agresivnim sredinama (katalozi proizvođača i priručnici). Takođe, važan faktor je i cena. Nije uvek ekonomski opravdano upotrebiti materijal koji ima optimalnu otpornost na koroziju. Ponekad je korisnije izabrati drugi materijal i neku drugu metodu zaštite.

Delovi sredstava mehanizacije, u toku eksploatacionog veka dolaze u dodir sa zemljишtem, vodom, mineralnim i organskim đubrivotim, sredstvima za zaštitu bilja, biljaka (zelenim i suvim). Koroziona sredina poljoprivredne mehanizacije nije jednoznačno određena svojim karakteristikama već se veoma razlikuje u zavisnosti od mesta rada, čuvanja i skladištenja mašine, tehnološke operacije koja se s njom izvodi, režima rada, meteoroloških uslova, itd. Ona je veoma specifična i ima promenljive karakteristike koje zavise od korozivnosti zemljишta, sastava zemljишnih rastvora, atmosferskih dejstava, vlažnosti vazduha, prisustva mikroorganizama, mineralnih đubriva i drugih komponenata koje su korozivne ili u reakciji sa nekim drugim supstancama prave korozive [5].

Kad je reč o konstruisanju, najvažnije je kod konstruktivnih delova sprečiti formiranje galvanskog elementa. Dva različita elementa ne smeju biti u direktnom dodiru na mestima koja su izložena agresivnoj sredini jer se formira galvanski element i pojavljuje korozija. U takvim slučajevima delove izrađene od metala sa različitim električnim potencijalima potrebno je na mestima dodira razdvojiti nemetalnim materijalima otpornim na koroziju, kao što su zaptivači i podmetači, da bi se sprečio električni kontakt među njima. Potrebno je izbegavati zazore između konstruktivnih delova koji se mogu javiti pri spajanju, jer se u njima vlaga i elektrolit se zadržavaju

duže vreme. Spajanje delova konstrukcije uraditi zavarivanjem, izbegavati lemljenje i zakovane spojeve.

ZAKLJUČAK

U radu je prikazan niz detalja na koje treba obratiti pažnju pri selekciji mašinskih materijala u konstruisanju poljoprivrednih mašina. Tvrdoća materijala koja utiče na ponašanja istih materijala pri kontaktu sa abrazivnom sredinom. Definisani su koji od legiranih čelika su najzastupljeniji u eksploraciji sa svim svojim termohemijskim obradama, kao što su cementacija i hromiranje. Obzirom na sve teže uslove koji se sa razvojem nauke i tehnike postavljaju pred materijale, treba naći optimalan mašinski materijal sa najboljim svojstvima vodeći računa o strukturi, obradi i primeni tog materijala u poljoprivrednoj tehnici.

LITERATURA

- [1] Oljača, M., Raičević, D., 1999. *Mehanizacija u melioracijama zemljišta*, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [2] Đorđević, V., Vukićević, M., 2001. *Mašinski materijali – praktikum za vežbe*, Mašinski fakultet, Beograd.
- [3] Đorđević, V., 2000. *Mašinski materijali* (knjiga) – prvi deo, Mašinski fakultet Beograd.
- [4] Radovanović, L.J., Desnica, E., Pekaz, J., 2008. *Analiza materijala poljoprivrednih mašina sa aspekta povećanja pouzdanosti*, Časopis Traktori i pogonske mašine, Vol. 13, No. 3, 95-102
- [5] Trifunović, M., Lačnjevac, Č., Perić, R. 2009. *Korozija i zaštita poljoprivrednih mašina*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet, Br. 1, 61-70, Beograd.
- [6] Ašonja, A., 2009. *Održavanja kotrljajnih ležajeva na poljoprivrednim mašina*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet, Br. 1, 53-60, Beograd.
- [7] Mileusnić, Z., Petrović, D., Miodragović, R., Dimitrijević, Aleksandra, 2010. *Uticaj uslova eksploracije traktora na njegovu pouzdanost i radni vek*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet, Br. 1, 59-67, Beograd.
- [8] Veljić, M., Marković, D., 2006. *Uticaj radnih elemenata i koncepcija mašina na racionalnu obradu zemljišta*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet, Br. 2, 73-78, Beograd.

USAGE OF SPECIAL TYPES OF STEEL IN DESIGNING AND PRODUCTION OF AGRICULTURAL MACHINERY'S WORKING ELEMENTS

Srđan Bulatović

University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia

Abstract: Material selection is very important factor for agricultural machines development. This paper shows basic characteristics and knowledge of structure, metal working and usage of special types of mechanical materials, that are frequently used in

manufacturing and designing of working elements and special working elements in agricultural machinery. Special types of mechanical materials, such as specific steel alloys and it's characteristics had been analysed. This paper outlines selection of steel alloys in designing working elements of agricultural machinery for soil cultivation, mostly because of extension life of construction elements and successful working process.

Keywords: *steel alloys, designing, choice, usage, working elements of machines*

Datum prijema rukopisa: 03.10.2011.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 10.11.2011.

Datum prihvatanja rada: 11.11.2011.



UDK: 631.614.86

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

POSLEDICE UČEŠĆA MLADIH OSOBA U NESREĆAMA SA TRAKTORIMA U REPUBLICI MAKEDONIJI

**Zoran Dimitrovski^{1*}, Mićo V. Oljača², Kosta B. Gligorević², Lazar N. Ružićić³,
Robert Jerončić⁴**

¹*Univerzitet "Goce Delčev", Zemjodelski fakultet, Štip, Makedonija*

²*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet-Institut za poljoprivrednu tehniku,
Beograd-Zemun, Srbija*

³*Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija*

⁴*Ministrstvo za promet R. Slovenije, Ljubljana, Slovenija*

Sažetak: U radu su prikazani rezultati istraživanja tragičnih posledica sa decom i mladim osobama u nesrećama sa traktorima u poljoprivredi Republike Makedonije. Prema rezultatima istraživanja od 1999 do 2008 godine u Republici Makedoniji ukupno je poginulo 29 dece i mlađih osoba do 18 godina starosti. Od ukupnog broja 21 ili 72,41% poginuli su u saobraćajnim nesrećama, a 8 ili 27,59% u nesrećama pri radu sa traktorima u poljoprivrednim uslovima. Kao rukovaoci traktora poginulo je 5 mlađih osoba, a 4 osobe su maloletni rukovaoci traktora, sa posledicama nesreća koje su kategorisane, kao teške telesne povrede.

Ključne reči: *traktor, nesreće, deca, tragične posledice*

UVOD

Radni procesi u savremenoj poljoprivredi, šumarstvu i građevinarstvu danas se ne mogu zamisliti bez upotrebe određenih tipova mehanizacije, a jedna od osnovnih mašina koja ima najširu primenu u navedenim granama privrede, je traktor.

Danas u Svetu postoji više proizvođača raznih tipova savremenih poljoprivrednih traktora ili sličnih radnih mašina koji moraju da obezbede mnogobrojne zahteve za energijom u toku radnog procesa u poljoprivredi, šumarstvu i građevinarstvu ili drugim oblastima primene.

Međutim, sa razvojem i mnogim pozitivnim efektima primene, traktor i druge poljoprivredne mašine, istraživači u svojim radovima [1], [9], [10], [12], [13], [14], [15],

* Kontakt autor: Zoran Dimitrovski, Krste Misirkov b.b., p.fah 201, 2000 Štip, Makedonija.

E-mail: zoran.dimitrovski@ugd.edu.mk

i literaturnim podacima, nesumnjivo prikazuju traktor kao jedan od glavnih uzroka pojave raznih tipova povreda i nesreća, sa različitim, pa i tragičnim posledicama.

Upotreba traktora i ostalih mobilnih mašina u poljoprivredi, šumarstvu i građevinarstvu nose sa sobom rizik od povređivanja ljudi koje sa njima rade ili se nalaze u njihovojoj neposrednoj blizini. Opasnost od pojave nesreća i povređivanja je daleko veća ukoliko sa njima upravljaju osobe koje nisu prošle stručnu obuku o pravilnom i bezbednom upravljanju i eksploraciji.

Pored populacije starijih građana, u poljoprivrednoj proizvodnji aktivno učestvuju i deca iz poljoprivrednih familija. U Americi oko 33.000 dece prosečno godišnje bude povređeno u poljoprivrednoj proizvodnji, a više od 100 dece pogine kao posledica teških telesnih povreda [7]. Deca na farmama najčešće pomažu pri izvođenju poljoprivrednih radova, ali često puta su i direktni učesnici. Psihički, intelektualno ili emocionalno nepripremljena za određene zadatke i bez odgovarajuće obuke, deca upravljaju i rade sa traktorima, i ostalom poljoprivrednom mehanizacijom. Zbog toga u nesrećama pri eksploraciji poljoprivredne mehanizacije i deca često puta se nalaze u broju povređenih ili poginulih osoba.

Povrede i nesreće sa tragičnim posledicama učešća čoveka i traktora i u Republici Makedoniji predstavljaju crnu tačku poljoprivredne proizvodnje [15]. Nažalost, u ovom broju kao i u drugim zemljama [13], [14], često se nalaze deca koja su nastradala zbog nepažnje starijih farmera, ili deca kao nedozvoljeni i nedisciplinovani saputnici.

MATERIJAL I METODE RADA

Fatalne posledice kod dece i mladih osoba u nesrećama sa učešćem traktora u Republici Makedoniji, analizirane su u oblasti :

- Transportnih operacija u javnom saobraćaju na putevima Makedonije sa učešćem traktora i prikolica,
- Nesreće pri radu sa traktorom.

Podaci o poginulim osobama dobijeni su od Državnog zavoda statistike [4], Sudske medicine [2], Kliničkog centra i Zdravstvenih ustanova Republike Makedonije [3], za period od 1999 do 2008 godine.

Arhive ovih institucija poslužile su za prikupljanje podataka prema istoriji bolesti od dana prijema, načina povređivanja, mesta stanovanja, godine starosti i tako dalje.

Podaci istraživanja su tabelarno prikazani i analizirani po godinama, uzrocima, i posledicama nesreća.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

U periodu od 1999 do 2008 godine u nesrećama u kojima su učestvovali traktori nastradalo je (poginuli, teško i lako povređeni) ukupno 1479 osoba. Od ukupnog broja u periodu istraživanja poginulo je 29 dece i mladih osoba do 18 godina starosti (Tab. 1).

Tabela 1. Broj poginulih mladih osoba i dece u nesrećama u kojima su učestvovali traktori u Republici Makedoniji za period 1999 – 2008.

Table 1. Total number of dead young people and children in tractor accidents in Republic of Macedonia from 1999 to 2008.

| Posledice Consequences | Saobraćajne nesreće sa traktorima <i>Tractor traffic accidents</i> | Nesreće u radu sa traktorom na njivi <i>Tractors accidents on the field</i> | Ukupno Total |
|---------------------------|--|---|-----------------|
| Poginuli <i>Dead</i> | 21 | 8 | 29 |
| % | 72,41% | 27,59% | 100 |

Prema rezultatima (Tab.1.), može se konstatovati, da je od ukupnog broja poginulih mladih osoba i dece u nesrećama sa traktorima, najviše poginulo u saobraćajnim nesrećama na javnim putevima (21 osoba ili 72,41%). Manji broj osoba je nastradao pri radu sa traktorima u poljoprivrednim uslovima (8 osoba ili 27,59%).

U periodu istraživanja u saobraćajnim nesrećama u kojima su učestvovali traktori tragično je nastradalo 21 dete i mlađa osoba (Tab. 2). Najviše dece i mladih osoba tragično je nastradalo na traktoru (12 osoba ili 57,14%). Kao rezultat gaženja točkovima traktora poginulo je još 4 pešaka ili 19,05% od ukupnog broja nastradalih. U automobilima pri međusobnim sudarima sa traktorima tragično je nastradalo 3 dece do 14 godina starosti.

Tabela 2. Tragično nastrandala deca i mlade osobe u saobraćajnim nesrećama sa traktorima u Republici Makedoniji u periodu 1999 – 2008.

Table 2. Fatal injuries among children and young people in tractor traffic accidents in Republic of Macedonia from 1999 to 2008.

| Godina Year | Vrsta vozila <i>Type of vehicles</i> | | | | | | Pešaci <i>Pedestrians</i> | Ukupno Total | % |
|--|---|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|------------------------------|-----------------|-------|
| | Putnički automobili <i>Cars</i> | Autobusi <i>Buses</i> | Teretna vozila <i>Heavy trucks</i> | Traktori <i>Tractors</i> | Bicikl sa motorom <i>Motorcycle</i> | Bicikl <i>Bicycle</i> | | | |
| < 7 | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | 10 | 47,62 |
| 7 - 14 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 5 | 23,81 |
| 14 - 18 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 6 | 28,57 |
| Ukupno poginuli <i>Total deaths</i> | 3 | 0 | 0 | 12 | 2 | 0 | 4 | 21 | |
| Prosek (10 god.) <i>Average (10year)</i> | 0,3 | 0 | 0 | 1,2 | 0,2 | 0 | 0,4 | 2,1 | |
| % | 14,29 | 0 | 0 | 57,14 | 9,52 | 0 | 19,05 | 100 | |

Treba napomenuti, da je u periodu istraživanja u saobraćajnim nesrećama sa traktorima pогinulo 10 dece (47,62%) koja su imala manje od 7 godina starosti (Tab. 2). Troje dece koje su nastradali kao pešaci, a imala su od 2 do 5 godina, u nesreći gaženjem točkovima traktora, u igri, na ulici naseljenih mesta.

Raspodela prema načinu učešća tragicno nastradalih lica u saobraćaju, koja su u momentu nesreće bila na traktoru, prikazana je u (Tab. 3).

Tabela 3. Tragično nastradala deca i mlade osobe na traktoru u saobraćajnim nesrećama u periodu 1999 – 2008.

Table 3. Fatal injuries among children and young people in tractor traffic accidents from 1999 to 2008.

| Godina Years | Traktor Tractor | | Ukupno Total | % |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------|-------|
| | Vozači Tractor operators | Saputnici Riders | | |
| < 7 | 0 | 4 | 4 | 33,33 |
| 7 - 14 | 0 | 3 | 3 | 25,00 |
| 14 - 18 | 3 | 2 | 5 | 41,67 |
| Ukupno pогинули Total deaths | 3 | 9 | 12 | 100 |
| % | 25,00 | 75,00 | 100 | |

U periodu istraživanja na traktoru pогinulo je 12 mlađih osoba, od kojih do 7 godina starosti bilo je 4 (33,33%). Od 7 do 14 godina pогinulo je 3 (25,00%) dečaka kao saputnici na traktoru. Od 14 do 18 godina pогinulo je još 5 (41,67%) mlađih osoba, i to 3 rukovaoca i 2 saputnika na traktoru. Treba istaći, da su svi rukovaoci traktora imali manje od 18 godina, bez iskustva i odgovarajuće obuke, a prema zakonu nisu smeli upravljati traktorom [5].

Učešće dece i mlađih osoba u nesrećama sa traktorima u poljoprivrednoj proizvodnji potvrđuju i drugi autori [10], [11], [13], [14]. U SAD [6] prema podacima u literaturi navodi se, da godišnje pogine oko 300 dece u nesrećama na farmama, a godišnje povredi se oko 30.000 dece ispod 20 godina starosti. Prema sličnim istraživanjima u Kanadi [8], deca do 14 godina starosti, učestvuju sa 26,80% od svih nesreća sa traktorima.

Pored učešća u saobraćajnim nesrećama deca i mlađe osobe tragicno stradaju i pri radu sa traktorima u poljoprivrednim uslovima. U periodu istraživanja od 1999 do 2008 godine u Republici Makedoniji evidentirano je još 8 osoba koja su pогinula u nesrećama pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima (Tab. 4).

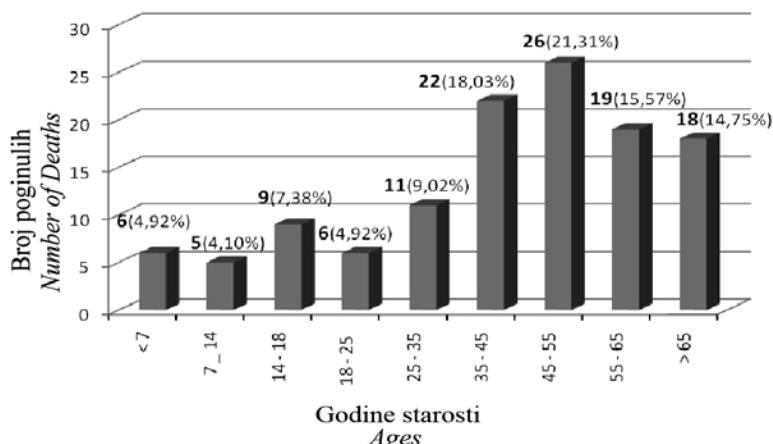
Prema rezultatima (Tab. 4), može se konstatovati, da je u starosnoj grupi do 7 godina, i od 7 do 14 godina, tragicno nastradalo ukupno 3 dece, koje su se nalazila u neposrednoj blizini traktora, a nastradali su gaženjem točkovima traktora. Ove nesreće su karakteristične za dvorište vlasnika traktora, gde se deca igraju, a rezultat su nedovoljne pažnje rukovaoca ili vlasnika traktora [7]. U starosnoj grupi od 7 do 14 i od 14 do 18 godina, pогinulo je 2 (25%) mlađih osoba, od kojih jedna osoba koja je upravljala traktorom, imala 14, a druga 17 godina starosti.

Tabela 4. Tragično nastrandala deca i mlade osobe u nesrećama pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima u Republici Makedoniji u periodu 1999 – 2008.

Table 4. Fatal injuries among children and young people in tractor accidents on the field in Republic of Macedonia from 1999 to 2008.

| Godina Year | Tragično nastrandale osobe <i>Fatal injuries persons</i> | | | Ukupno Total | % % |
|---------------------------------------|---|----------------------------|--|-----------------|--------|
| | Rukovaoci <i>Tractor operators</i> | Saputnici <i>Riders</i> | Osobe u blizini traktora <i>People near the tractor</i> | | |
| < 7 | 0 | 0 | 2 | 2 | 25,00 |
| 7 - 14 | 1 | 0 | 1 | 2 | 25,00 |
| 14 - 18 | 1 | 3 | 0 | 4 | 50,00 |
| Ukupno poginuli Total deaths | 2 | 3 | 3 | 8 | 100 |
| % | 25,00 | 37,50 | 37,50 | 100 | |

Grafik 1., prikazuje ukupan broj poginulih osoba (farmera) u periodu istraživanja od 1999 do 2008 godine, koji se u momentu nesreće nalaze na traktoru ili u njegovoj neposrednoj blizini. Prema prikazu (Graf. 1) u periodu istraživanja u saobraćajnim nesrećama i nesrećama pri radu sa traktorima u poljoprivrednim uslovima, tragično je nastrandalo ukupno 122 ili prosečno godišnje 12,2 osoba-farmera.



Grafik. 1. Tragične posledice kod farmera u nesrećama sa traktorima u periodu 1999 – 2008.

Chart 1. Fatal injuries among farmers in tractor accidents in Republic of Macedonia from 1999 to 2008.

Od ukupnog broja nastrandalih, dece i mladih osoba do 18 godina, bilo je 20 (16,40%). Prema istraživanjima poginula deca i mlade osobe najčešće su članovi uže familije farmera ili vlasnika traktora. Najviše osoba 26 (21,31%) koji su tragično nastrandale, imale su od 45 do 55 godina starosti.

ZAKLJUČAK

Prema rezultatima istraživanja tragičnih posledica kod dece i mladih osoba u nesrećama sa traktorima u Makedoniji može se konstatovati:

1. U periodu istraživanja od 1999 do 2008 godine u Republici Makedoniji ukupno je nastradalo 29 dece i mladih osoba do 18 godina starosti, od kojih 21 ili 72,41% saobraćajnim nesrećama i 8 ili 27,59% u nesrećama pri radu sa traktorima u poljoprivrednim uslovima.
2. U nesrećama pri radu sa traktorima u poljoprivrednim uslovima tragično je nastradalo 8 dece i mladih osoba do 18 godina starosti, od kojih 3 je nastradalo gaženjem točkovima traktora, tri saputnika, i dva rukovaoca traktora od kojih jedan je imao 14 a drugi samo 17 godina.
3. Od ukupnog broja poginulih farmera (122) na traktoru u nesrećama sa traktorima u Republici Makedoniji od 1999 do 2008 godine, 20 (ili 16,40%) su deca i mlade osobe do 18 godina starosti.

Prema prikazanom zabrinjavajućem broju dece i mladih osoba koje su nastradale u saobraćajnim nesrećama i nesrećama pri radu sa traktorom, obavezno se nameće potreba za organizovanjem obuka rukovalaca traktora i farmera za pravilnu i bezbednu eksplataciju traktora i poljoprivrednih mašina, sa ciljem podizanja tehničke kulture i zaštite života i zdravlja ljudi u poljoprivrednoj proizvodnji Republike Makedonije.

LITERATURA

- [1] Dolenšek, M., Oljača, M., 2002. *Sprečavanje udesa i očuvanje zdravlja radnika u poljoprivredi Republike Slovenije*. Preventivno inžinjerstvo i osiguranje motornih vozila, radnih mašina, transportnih sredstava, sistema i opreme. Savetovanje sa međunarodnim učešćem, str. 325-330, Beograd, Srbija, Dunav Preving.
- [2] *Zapisnici Sudske medicine, 1983 – 2003*, Institut za sudske medicinu, Skoplje.
- [3] *Izveštaji Državnog zavoda statistike Republike Makedonije*, Statistički godišnjik 1995, 1998, 2003, 2004, Skoplje.
- [4] *Izveštaji iz arhive Kliničkog centra 1999-2003*, Skoplje, Republika Makedonija.
- [5] *Zakon o bezbednosti saobraćaja na javnim putevima Republike Makedonije*, Sližbeni vjesnik br. 14, 1998 god.
- [6] Crevier, H., Brun, J., P., 1992. *Satisfaction and Stress Among Farmers*. Third International Symposium: Issues In Health, Safety and Agriculture, pp. 42, Saskatoon, Saskatchewan, United States, Health Care in Rural America.
- [7] Tood, B., 1998. *Children on the farm*. Agri-Action sheet. HI-CAHS. Colorado State University. Fort Collins. CO.
- [8] *Farm Runover Injuries in Canada, 1990-1994, 1995*. Canadian Agricultural Injury Surveillance Program.
- [9] Oljača, M., Gligorević, K., Branković, M., Dimitrovski, Z., Tanevski, D., 2005. *Primena elektronskih komponenti natraktorima i radnim mašinama u funkciji povećanja kontrole sigurnosti i eksplatacije*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXX, Br.1, Str. 107 – 118, Beograd.

- [10] Tanevski, D., Dimitrovski, Z., Oljača, M., Raičević, D., Ružičić, L., 2005. *Analiza posledica događanja nesrećnih slučajeva u radu traktora*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXX, Broj 4, Str. 115 – 123, Beograd.
- [11] Dimitrovski, Z., Tanevski, D., Oljača, M., Raičević, D., Ružičić, L., 2006. *Preventivne mere u sprečavanju udesa sa traktorima u poljoprivredi Republike Makedonije*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXI, Broj 2, Str. 17 – 29, Beograd.
- [12] Gligorević, K., Oljača, M., Ružičić, L., Radojević, R., Pajić, M., 2007. *Uticaj elektronskih sistema na stabilnost vanputnih vozila*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXII, Broj 3, Str. 11 – 18, Beograd.
- [13] Oljača, M., Kovačević, D., Gligorević, K., Pajić, M., Dimitrovski, Z., 2010. *Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju Republike Srbije*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXV, Broj 1, Str. 75 – 82, Beograd.
- [14] Dolenšek, M., Jerončić, R., Bernik, R., Oljača, M., 2010. *Udesi sa traktorima u Sloveniji u periodu od poslednje tri decenije*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXV, Broj 1, Str. 83 – 88, Beograd.
- [15] Dimitrovski, Z., Oljača, M., Gligorević, K., Ružičić, L., 2010. *Nesreće sa traktorima na javnim putevima u Republici Makedoniji*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXV, Broj 1, Str. 89 – 97, Beograd.

CONSEQUENCES IN TRACTOR ACCIDENTS AMONG YOUNG PEOPLE IN REPUBLIC OF MACEDONIA

**Zoran Dimitrovski¹, Mićo V. Oljača², Kosta B. Gligorević², Lazar N. Ružičić³,
Robert Jerončić⁴**

¹ "Goce Delcev" University, Faculty of Agriculture, Stip, Macedonia

² University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering,
Belgrade-Zemun, Serbia

³ Megatrend University, Faculty for biofarming, Backa Topola, Serbia

⁴ Ministry of Transport of R. Slovenia, Ljubljana, R. Slovenia

Abstract: This paper presents the results from investigation of fatal consequences among children and young people in tractor accidents in Republic of Macedonia. According from the results of the investigation from 1999 to 2008 in Macedonia was injured 29 children and young people from 1 to 18 years old.

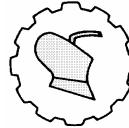
From the total number of injured children and young people with fatal consequences 21 or 72,41% are in tractor public traffic accidents and 8 or 27,59% in tractor accidents on the field. Five young people with fatal injuries in tractor accidents died like tractor operators, and four children who drove a tractor had hard injuries.

Key words: tractor, accidents, children, fatal consequences

Datum prijema rukopisa: 07.11.2011.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama:

Datum prihvatanja rada: 11.11.2011.



UDK: 631.614.86

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

VRSTE SAOBRAĆAJNIH NESREĆA SA TRAKTORIMA U MAKEDONIJI

**Zoran Dimitrovski^{1*}, Mićo V. Oljača², Kosta B. Gligorević²,
Milan Dražić², Radojičić Dušan², Lazar N. Ružičić³**

¹ Univerzitet "Goce Delčev", Zemjodelski fakultet, Štip, Republika Makedonija

² Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,
Beograd-Zemun

³ Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola

Sazetak: U radu su prikazani rezultati istraživanja vrste nesreća sa traktorima u poljoprivredi Makedonije. U periodu istraživanja 1999 do 2008 godine dogodilo se ukupno 883 nesreća, od kojih 593 van naseljenih mesta i 290 u naseljenim mestima sa traktorima. Od ukupnog broja saobraćajnih nesreća 539 su rezultat međusobnih sudara traktora i ostalih motornih vozila, a 334 nesreća, su podeljene u 6 vrsta saobraćajnih nesreća. Zbog gubljenja kontrole nad vozilom u saobraćajnim nesrećama, najčešće dolazi do prevrtanja ili sletanja vozila sa puta gde je evidentirano 110, odnosno 94 nesreća ovih vrsta. Najviše nesreća događa se van naseljenih mesta gde se traktori i najčešće kreću po regionalnim i lokalnim putevima.

Ključne reči: traktor, vrsta nesreća, prevrtanje traktora

UVOD

Upotreba traktora i ostalih mobilnih mašina u poljoprivredi, šumarstvu i građevinarstvu [1], [2], [8] [10], [17], ima rizik pojave povređivanja ljudi koje sa njima rade ili se nalaze u njihovoј neposrednoj blizini. Opasnost od pojave nesreća i povređivanja je daleko veća ukoliko sa mašinama upravljaju osobe koje nisu prošli stručnu obuku o pravilnom i bezbednom upravljanju i eksploraciji.

U poljoprivredi [1], [9], [12], [13], traktor predstavlja osnovnu pogonsku mašinu koju ima široku primenu u raznim operacijama. Međutim, traktor istovremeno je i najčešći uzrok nesreća sa posledicama od lakih do teških telesnih povreda, ili u velikom

* Kontakt autor: Zoran Dimitrovski, Krste Misirkov b.b., p.fah 201, 2000 Štip, Makedonija.
E-mail: zoran.dimitrovski@ugd.edu.mk

broj slučajeva ove nesreće su fatalne za život farmera. Činjenica [12], [14] , [16] da se traktor vrlo često koristi na raznim terenima (sa nagibom, na asfaltnim ili mekim i blatnjavim podlogama kao i u blizini kanala, rupa i raznih prirodnih prepreka), a pošto je on i radna mašina sa visokim položajem centra težišta, često dolazi zbog nestručnog rukovanja, i do prevrtanja. Pravilno održavanje [12], [15], [16], [17], stabilnosti traktora je veoma važno zbog eliminisanja mogućih nezgoda i opasnosti koje se mogu dogoditi u slučaju pojave nestabilnosti traktora i prevrtanja oko poprečne ili podužne ose. Traktori se najčešće kreću po lokalnim, javnim i regionalnim putevima. Zbog nepažnje ili nedovoljnog iskustva i loše obuke rukovaoca traktora, vrlo često dolazi do raznih vrsta nesreća, od međusobnih sudara vozila, udara u objekte na putu, do prevrtanja i sletanja vozila sa puta.

Danas u Makedoniji ima približno 50.000 traktora, sa prosekom starosti od 25 godina, što direktno znači da bezbednost rada traktora u poljoprivredi i kontaktnim oblastima može biti na veoma niskom nivou [3], [4], [10], [11]. Amortizacija traktora i nepravilno održavanje povećavaju rizik i znatno smanjuju stepen bezbednosti pri eksploataciji traktora (nemaju: kabine, ispravne signalne uređaje i svetla, potpuno ispravan sistem kočenja i upravljanja i slično). Ipak, danas traktori su daleko bezbedniji nego ranijim periodima [2], [6], [7], [9], [12]. U prilog smanjene bezbednosti u Republici Makedoniji je podatak o približnom broju od 50.000 traktora, a tehnički je pregledano i registrovano samo 2885 komada, što predstavlja 5,77% od ukupnog broja traktora, [4] .

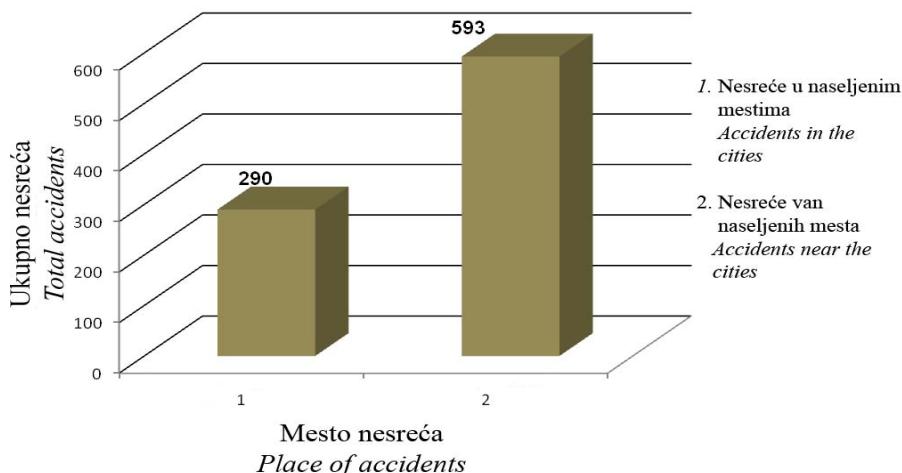
MATERIJAL I METODE RADA

Vrste saobraćajnih nesreća na javnim putevima u poljoprivredi Republike Makedonije, analizirane su u oblasti transportnih operacija u javnom saobraćaju na putevima Makedonije sa učešćem traktora i prikolica.

Podaci o vrsti nesreća sa traktorima [9], [10], [11], dobijeni su od MUP-a Republike Makedonije (Sektor za analitiku), Državnog zavoda za statistiku [4] , u periodu od 1999 do 2008 godine. Arhive i izveštaji ovih institucija, poslužili su za prikupljanje podataka o broju nesreća, vrsti nesreća, mesta nesreća, i kasniju grafičko-analitičku analizu.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Uzroci nesreća su rezultat nepoštovanja saobraćajnih znakova i propisa, loše psihofizičkog stanja i neiskustva rukovalaca traktora i vozača motornih vozila, greški pešaka, putnika i tehnička neispravnost vozila [2], [9], [10], [11]. Od ukupno 883 nesreće koje su se dogodile u periodu istraživanja od 1999. do 2008. godine, prema mestu događanja, 290 su se dogodile u naseljenim mestima, a 593 na putevima van naseljenih mesta (Graf.1).

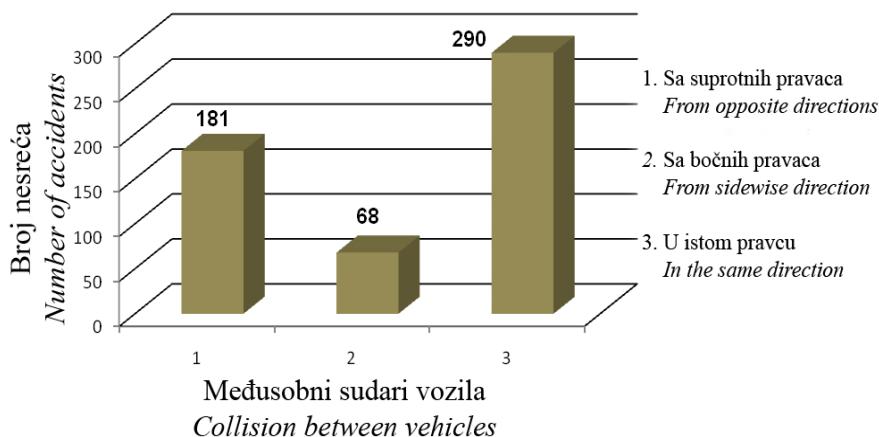


Grafik. 1. Raspodela nesreća sa traktorima prema mestu događanja za 1999- 2008.

Chart 1. Distribution of the place of accidents with tractors from 1999 to 2008.

U javnom saobraćaju na putevima u Republici Makedoniji najčešća vrsta nesreća su međusobni sudari u zavisnosti od pravca kretanja traktora i ostalih motornih vozila. Kao rezultat ove vrste nesreća, dogodio se ukupno, 539 sudar vozila (Graf. 2).

Prema prikazu (Graf. 2), može se konstatovati da pri kretanju traktora i ostalih motornih vozila u istom pravcu dolazi do najvećeg broja nesreća, u 290 slučajeva. Ova vrsta nesreće događa se zbog nepažnje, najčešće vozača motornih vozila (automobila, autobusa, kamiona i slično) koji se na putevima kreću većom brzinom od brzine kretanja traktora [2].



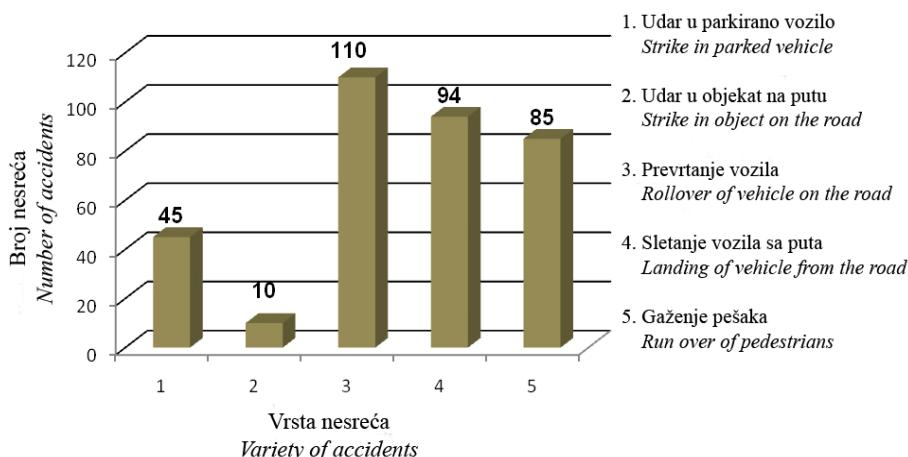
Grafik. 2. Vrste saobraćajnih nesreća sa traktorima u periodu 1999 – 2008.

Chart 2. Variety of tractor traffic accidents from 1999 to 2008.

Traktori na javnim putevima [2], se kreću najčešće brzinom od 20 do 30 km/h, dok se ostala motorna vozila na javnim putevima van naseljenih mesta kreću brzinom od 70, 80, pa i više km/h. U takvim okolnostima na nepreglednim mestima ili pri smanjenoj vidljivosti na putu (kasno uveče), pogotovo ako se ispred nalazi traktor koji nije dovoljno ili pravilno osvetljen (neispravna svetlosna signalizacija), u nekoliko sekundi vrlo je teško izbeći opasnosti i pojavu saobraćajne nesreće.

Međusobni sudari motornih vozila i traktora mogu nastati i zbog promene pravca kretanja traktora bez prethodne upotrebe pokazivača pravca kretanja, ili pogrešnoj proceni vozača motornih vozila kada su traktori aggregatirani sa raznim priključnim mašinama i nepropisnim dimenzijama tovara koji zahvataju veću širinu puta.

U periodu istraživanja dogodilo se još 344 nesreće, koje su podeljene u 6 vrsta saobraćajnih nesreća (Graf. 3). Prema rezultatima ovog grafičkog prikaza može se konstatovati da, zbog gubljenja kontrole nad vozilom u saobraćajnim nesrećama, najčešće dolazi do prevrtanja 110 vozila, i sletanja vozila sa puta sa pojavom 94 nesreće.



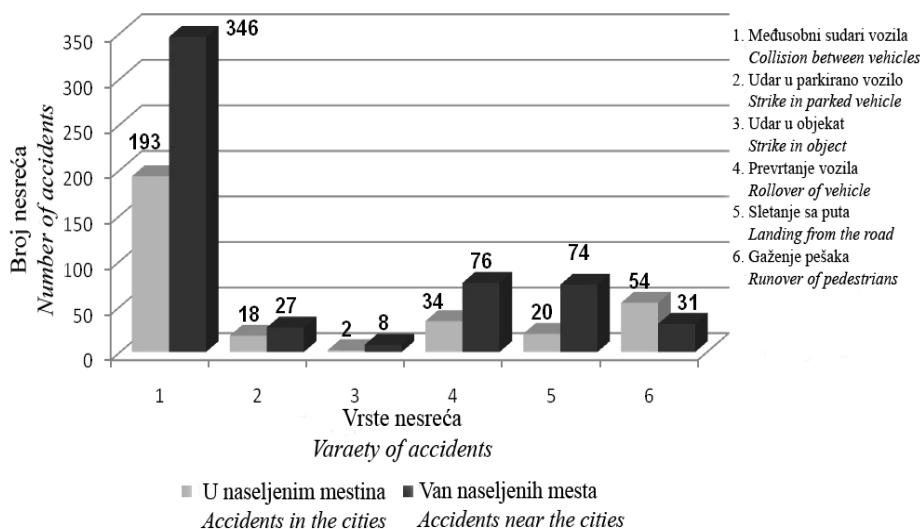
Grafik. 3. Vrsta saobraćajnih nesreća sa traktorima u periodu 1999 – 2008.

Chart 3. Variety of tractor traffic accidents from 1999 to 2008.

Grafik 4 prikazuje još dve vrste nesreća koje su rezultat nepažnje rukovaoca traktora i pešaka. Gaženje pešaka je treća najzastupljenija vrsta nesreća sa ukupno 85 nesreća. Takođe i udar u parkirano vozilo ima evidentiranih 45 nesreća. Prema grafičkom prikazu (Graf. 4) u kojoj je predstavljen ukupan broj vrsta nesreća u periodu od 1999 do 2008. godine, može se konstatovati da, od, 883 nesreće, najizraženiji su međusobni sudari traktora i ostalih motornih vozila i to van naseljenih mesta, sa ukupno 346 nesreća.

Prevrtanje vozila (najčešće traktora) i sletanje sa puta su vrste nesreća koje su skoro ravnomerno zastupljene van naseljenih mesta sa 76, odnosno 74 nesreća, a su rezultat uglavnom nepažnje rukovaoca traktora.

Generalno može se konstatovati, da se više nesreća događa izvan naseljenih mesta na regionalnim i lokalnim putevima gde se traktori najčešće kreću. U naseljenim mestima, ima više nesreća sa učešćem pešaka, gde je 54 lica pregaženo u nesrećama sa traktorima.



Grafik. 4. Ukupan broj vrsta nesreća u kojima su učestvovali traktori u periodu 1999 – 2008.
Chart 4. Total number of variety of tractor accidents from 1999 to 2008.

Treba napomenuti da je prosečna starost traktora u Makedoniji [4], oko 25 godina, a to znači da većina traktora nisu opremljeni kabinama ili nekom drugom vrstom zaštite, koja u slučaju prevrtanja pruža neku sigurnost rukovaocu traktora. U takvim slučajevima fatalne posledice po život rukovaoca traktora su neizbežne, a to su potvrđila i naša istraživanja posledica nesreća [2], [9], [14], kao i rezultati ispitivanja prevrtanja traktora [9].

Prema dobijenim rezultatima u periodu istraživanja utvrdili smo da je stručna obuka farmera, o pravilnom i bezbednom upravljanju i eksploraciji traktora, na veoma niskom nivou [10], [9]. Kod ne pripremljenih rukovaoca traktora, zbog nepažnje, neiskustva i nestručnosti, vrlo lako i često kod upravljanja traktor dolazi u potencijalno opasne situacije. Ako pored navedeno, traktori nemaju kabine ili najmanje postavljen zaštitni ram, i pojaseve za vezivanje, a imaju neispravne uređaje za upravljanje i kočenje, posledice su sigurno katastrofalne po život farmera.

ZAKLJUČAK

Prema rezultatima istraživanja oblika saobraćajnih nesreća sa traktorima u Makedoniji može se konstatovati :

1. U periodu istraživanja od 1999. do 2008. godine dogodilo se ukupno 883 saobraćajnih nesreća sa traktorima.
2. Prema mestu događanja nesreća 593 bile su van naseljenih mesta na javnim putevima, a 290 u naseljenim mestima.,
3. Prema vrsti saobraćajnih nesreća, najviše, 539 je rezultat međusobnih sudara traktora i ostalih vozila u saobraćaju.

4. Od preostale 344 saobraćajne nesreće, prema vrsti nesreća, najviše su zastupljene, one sa prevrtanjem vozila na putu, 110, i sletanja sa puta, gde je evidentirano 94 nesreće.
5. Prevrtanje vozila (najčešće traktora) i sletanje sa puta su vrste nesreća koje su skoro ravnomerno zastupljene, van naseljenih mesta sa 76, odnosno 74 nesreća, a rezultat su uglavnom izražene nepažnje rukovaoca traktora.
6. Generalno, može se konstatovati da je više nesreća u kojima učestvuju traktori van naseljenih mesta na regionalnim i lokalnim putevima gde se traktori najčešće kreću.
7. Pri prevrtanju traktora posledice su najčešće fatalne po život farmera, kao rezultat nepostojanja kabina, ili najmanje zaštitnih ramova na traktorima.
8. Buduća istraživanja i preventivno delovanje potrebno je usmeriti u obaveznu stručnu obuku rukovaoca traktora i podizanje tehničke kulture farmera uz istovremeno povećanje bezbednosti traktora. Pre svega se misli na strogo poštovanje obaveze zakonskih mera i ugradnju kabina ili zaštitnih ramova i pojaseva za vezivanje, na svim traktorima bez obzira na starost traktora u poljoprivredi Makedonije.

LITERATURA

- [1] Dolenšek, M., Jerončič, R., Bernik, R., Oljača, M., 2010. *Udesi sa traktorima u Sloveniji u periodu od poslednje tri decenije*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXV, Broj 1, Str. 83–88, Beograd.
- [2] Dimitrovski, Z., Oljača, M., Gligorević, K., Ružićić, L., 2010. *Nesreće sa traktorima na javnim putevima u Republici Makedoniji*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXV, Broj 1, Str. 89 – 97, Beograd.
- [3] *Zapisnici Sudske medicine*, 1983 – 2003, Institut za sudska medicinu, Skoplje.
- [4] Izveštaji Državnog zavoda statistike Republike Makedonije, *Statistički godišnjik* 1995, 1998, 2003, 2004, Skoplje.
- [5] Izveštaji sa arhive Kliničkog centra 1999-2003, Skoplje, Republika Makedonija.
- [6] Zakon o bezbednosti saobraćaja na javnim putevima Republike Makedonije, Službeni vjesnik br. 14, 1998 god.
- [7] Myers, M. L. 2000. *Prevention of Rollover Protective Structures-Part I: Strategy Evolution*. Journal of Agriculture Safety and Health 6(1): 29-40, 2000.
- [8] Oljača, M., Gligorević, K., Branković, M., Dimitrovski, Z., Tanevski, D., 2005. *Primena elektronskih komponenti natraktorima i radnim mašinama u funkciji povećanja kontrole sigurnosti i eksploracije*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXX, Br.1, Str. 107 – 118, Beograd.
- [9] Tanevski, D., Dimitrovski, Z., Oljača, M., Raičević, D., Ružićić, L., 2005. *Analiza posledica događanja nesrećnih slučajeva u radu traktora*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXX, Broj 4, Str. 115 – 123, Beograd.
- [10] Dimitrovski, Z., Tanevski, D., Oljača, M., Raičević, D., Ružićić, L., 2006. *Preventivne mere u sprečavanju udesa sa traktorima u poljoprivredi Republike Makedonije*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXI, Broj 2, Str. 17 – 29, Beograd.
- [11] Dimitrovski, Z., Oljača, V.M., Tanevski, D., Ružićić, L., 2003. *Nesretni događaju u radu poljoprivrednih mašina – upoređenje Makedonija – Republika Srbija*, Zbornik radova –Dan Poljoprivrednog fakulteta, str. 100-107., Poljoprivredni fakultet, Skoplje, Republika Makedonija.

- [12] Gligorević, K., Oljača, M., Ružić, L., Radojević, R., Pajić, M., 2007. *Uticaj elektronskih sistema na stabilnost vanputnih vozila*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXII, Broj 3, Str. 11 – 18, Beograd.
- [13] Oljača, M., Kovačević, D., Gligorević, K., Pajić, M., Dimitrovski, Z., 2010. *Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju Republike Srbije*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXV, Broj 1, Str.75 – 82, Beograd.
- [14] Oljača, M., Ružić, L., Tanevski, D., Dimitrovski, Z. 2004. *Nesrečni događaji u radu poljoprivrednih mašina*. Godišnji zbornik radova. Fakultet poljoprivrednih nauka i hrane, Skopje, 2004,
- [15] Oljača, V.M., Raičević, D., 2000. *Nesreće u radu sa meliorativnim mašinama i njihovi uzroci*, Preventivno inžinjerstvo i osiguranje motornih vozila, transportnih sredstava, sistema i opreme - Savetovanje sa međunarodnim učešćem, str. 251-255, DUNAV– Preving, Beograd.
- [16] Oljača, V.M., Đokić, M., Ružić, L., Radoja, L., Bandić, J., 2001. *The accidents and their causes in work with the agricultural machines*, 2001 Annual International Meeting -The American Society of Agricultural Engineers, Section No74, Advancing in the Science of Agricultural Safety and Health, ASAE paper No 018036, CA, USA.
- [17] Purschwitz, S., Mark, A., 1990. *Fatal Farm Injuries to Childrens*, Wisconsin Rural Health Research Center, Marshfield, WI.

VARIETY OF TRACTOR TRAFFIC ACCIDENTS IN MACEDONIA

Zoran Dimitrovski¹, Mićo V. Oljača², Kosta B. Gligorević², Lazar N. Ružić³

¹ “Goce Delcev” University, Faculty of Agriculture, Stip, Macedonia

² University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering
Belgrade-Zemun, Serbia

³ Megatrend University, Faculty for biofarming, Backa Topola, Serbia

Abstract: In this paper are the results of the variety of traffic accidents with tractors in the agriculture of Macedonia. In the period of investigation from 1999 to 2008 occurred 883 traffic accidents with tractors of which 593 accidents in places in the cities and 290 near the cities. From total number 539 accidents resulting from collisions between tractors and other motor vehicle and 334, are divided into 6 types of accidents. Due to loss of control during accidents, usually lead to overturning and landing vehicles from the road where the individually recorded 110 accidents and 94 of these types of accidents. Most accidents occur in places near the cities where tractors and often moving on to regional and local roads.

Key words: tractor, variety of accidents, tractor rollover key

Datum prijema rukopisa: 07.11.2011.
 Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 10.11.2011.
 Datum prihvatanja rada: 16.11.2011.



UDK: 631.312:712.27

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

ISTRAŽIVANJE NOVOG TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG REŠENJA U ZASNIVANJU VOĆNJAKA KOMBINOVANIM ORUĐEM RIGOLER – RAZRIVAČ U OBRADI ZEMLJIŠTA

**Lazar N. Ružićić^{1*}, Slobodan Milenković¹, Mićo V. Oljača², Kosta Gligorević²,
Miloš Pajić²**

¹ Megatrend univerzitet u Beogradu, Fakultet za biofarming, Bačka Topola

² Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet-Institut za poljoprivrednu tehniku,
Beograd-Zemun

Sažetak: U radu su prikazani rezultati ostvarenih vučnih otpora pri rigolovanju zemljišta sa plugom rigolerom na dubini od 60 cm, 70 cm, 80 cm i 90 cm, kao i vučni otpori rigolera sa dodatnim radnim organom u obliku dleta. Dodatkom dleta, dubina rigolovanja po varijantama rada, povećana je za 10 cm, 15 cm i 20 cm.

Dobijeni rezultati pokazuju da na povećanim dubinama rigolovanja, specifičan otpor zemljišta ima nepromenjenu vrednost kao i pri samom rigolovanju. Ovo se postiže time što je odnos povećane dubine rigolovanja veći od povećanog vučnog otpora sa dodatkom dleta. Ekonomičnost upotrebe dleta je do 70 cm rigolovanja i 20 cm dubine rada dleta. Iznad 70 cm rigolovanja primena dleta se ekonomski smanjuje, jer se na toj dubini ispunjava agrotehnički zahtev.

Ključne reči: *Zasnivanje voćnjaka, rigoler razrivač, dodatni radni organ u obliku dleta, vučni otpor, dubina rada, specifični otpor, energetska ušteda.*

UVOD

Savremena poljoprivredna proizvodnja zahteva primenu savremene tehnologije rada, uz pomoć novih tehničko-tehnoloških rešenja. Osnovna agrotehnička operacija u zasnivanju voćnjaka kod voćarske proizvodnje, a koja zahteva značajan utrošak energije, je oranje, koje se zbog svoje specifičnosti naziva rigolovanje. Za radnu operaciju,

* Kontakt autor: Lazar Ružićić, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola. E-mail: laru@sbb.rs

Rad je deo istraživanja u okviru projekta "Unapređenje održivosti i konkurentnosti u organskoj bilnoj i stočarskoj proizvodnji primenom novih tehnologija i inputa" (TR 31031) koji finansira Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja Srbije.

rigolovanje, troši se najviše energije u obradi i pripremi zemljišta uopšte (55-65%), a pogotovo za zasnivanje kulturne poljoprivredne voćarske proizvodnje. Pored toga, energija se troši u procesima rezidbe, usitnjavanja granja, međuredne kultivacije, prevrtanja slojeva zemljišta i usitnjavanja zemljišnih agregata.

Postoji više tehnologija rada, a ovaj rad razmatra klasičnu tehnologiju rada [1], kao i tehnologiju rada kombinovanog rešenja, rigolera i razrivačkog oruđa za obradu zemljišta [2]. Zemljište se na klasičan način, podseca, premešta i drobi stvarajući rastresit zemljišni sloj, a razrivačko oruđe u kombinaciji sa plugom rastresa zemljište i razbija taban brazde povećavajući dubinu obrađenog zemljišta u zasnivanju voćnjaka [2, 3]. Dubina rada obrađenog zemljišta za različite voćarske kulture, se ostvaruje u zavisnosti od potreba korenovog sistema, kako dubine prodiranja tako i od razvoja korenovog sistema u širinu. Dubina se kreće od 60 do 100 cm. Ovakva tehnologija rada, aktivan sloj zemljišta spušta na dno brazde obrade plugom u inaktivnu sredinu, dok neaktivna zemljišni sloj se izbacuje na površinu. Za različite tipove zemljišta i kultura potrebno je definisati tehnologiju rada [4]. Tehničko-tehnološko rešenje kombinacije pluga rigolera sa ugradenim razrivačem ispod rada raonika, pluga, omogućava postizanje potrebne ukupne radne dubine rada za određeni korenov sistem, ali se inaktivna sloj zemljišta ne izbacuje na površinu rigolovanog zemljišta. U donjem sloju obrađeni sloj zemljišta se samo rastresa, razriva. Tehnologija rada kombinacije rigolera i razrivača u jednom prohodu rada, može da ostvari značajne pozitivne tehnološko proizvodne karakteristike, a naročito su značajne energetske uštede. Za eliminisanje nepotrebnih troškova u energiji, potrebno je primeniti ovu tehnologiju rada.

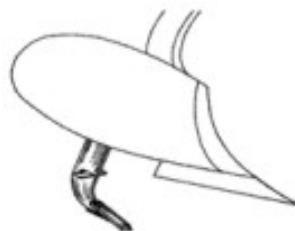
U zasnivanju voćnjaka, rigolovanjem zemljišta od 60 cm do 100 cm dubine, predstavlja agrotehnički radni proces za čije se izvršenje utroši najviše energije, a ti troškovi su sastavni deo investicionog ulaganja pri podizanju voćnjaka. Za smanjenje troškova rigolovanja primenjuju se razna priključna oruđa koja obrađuju celu površinu zemljišta na kojoj se podiže voćnjak, ili se zemljište obrađuje kopanjem jama različitog prečnika[5].

Naša istraživanja su obuhvatila varijantu obrade zemljišta korišćenjem pluga rigolera, kao kontrole, a za smanjenje utroška energije koristi se kombinacija pluga-rigolera sa dodatnim radnim organom razrivačem u obliku dleta. Uloga dleta je da dodatno poveća dubinu obrade zemljišta u odnosu na plug rigolera (kontrola), odnosno rastresa zemljište, a ne izbacuje ga na površinu kao neplodno zemljište u oblast korenovog sistema. Radom dleta postiže se razbijanje dna zemljišta ispod dubine rada rigolera i omogućava bolje regulisanje vodnog režima zemljišta. Dodatna pozitivna uloga dleta, sa gledišta uštede energije, je da se energija ne troši za iznošenje obrađenog zemljišta na površinu.

Cilj rada je bio da se eksperimentalnim putem utvrdi racionalnost korišćenja dleta kao dodatnog radnog organa plugu-rigolera pri rigolovanju zemljišta za zasnivanje voćnjaka.

MATERIJAL I METODE RADA

Metod rada je obuhvatilo merenje vučnog otpora pluga rigolera i pluga rigolera sa dodatnim radnim organom u obliku dleta, sa konstantnom radnom širinom plužnog tela i promenljivom dubinom rada. Na Slici 1 dat je prikaz oruđa kojim se vršilo ispitivanje različitih kombinacija rada.



Slika 1. Plug-razrivač u obliku dleta
Figure 1. Plow-subsoiler with chisel

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati iz tabela 1, 2, 3 i 4 i grafikona 1 prikazuju uticaj promene dubine rigolovanja na veličinu vučnog otpora, pri širini radnog zahvata rigolera od 26 cm, koja je uvek bila konstantna.

Dubina rigolovanja kontrolne varijante, bez dodatnog radnog organa u obliku dleta, iznosila je 60 cm, 70 cm, 80 cm i 90 cm.

Povećanje dubine rigolovanja pratio je i povećanje vučnog otpora za 695 daN, 780 daN i 1192 daN. Za svakih 10 cm povećanja dubine rigolovanja, vučni otpor se promenljivo povećavao i to od 69,5 daN što je 1,12 puta na 78,0 daN, a 78,0 daN za 1,533 puta na 1192 daN. Rezultati istraživanja pokazuju da zemljište u dubljim slojevima nije uvek kompaktno i da varira u pojedinim slojevima.

Ove promene se zapažaju i kod promena veličina specifičnog otpora zemljišta. Specifični otpor na dubini od 60 cm do 70 cm iznosi $3,82 \text{ N/cm}^2$, na dubini od 70 cm do 80 cm iznosi $3,75 \text{ daN/cm}^2$, a na dubini od 80 cm do 90 cm iznosi $5,09 \text{ N/cm}^2$.

Tabela 1. Ukupan (R) i specifični otpor (q) pluga rigolera i rigolera sa dodatnim radnim organom u obliku dleta pri dubini obrade zemljišta od 60 cm

Table 1. The total (R) and specific resistance (q) of plow-subsoiler and subsoiler with additional operating authority in the form of chisel tillage at a depth of 60 cm

| Varijante rada <i>Variants of work</i> | Dubina rigolovanja <i>Plowing depth</i> | | | | | |
|---|--|------------------------------|--------|-------|-------------------------------|--------|
| | 60 cm | | | | | |
| | R | Povećanje <i>Increase</i> | | q | Smanjenje <i>Reduction</i> | |
| | | daN | daN | | N/cm ² | % |
| plug-šir. zahv. 26 cm <i>plow-width 26 cm</i> | 2790 | - | 100,00 | 17,88 | - | 100,00 |
| plug+razriv. 10 cm <i>plow-subsoiler 10 cm</i> | 3125 | 335 | 12,00 | 17,17 | 0,71 | 96,00 |
| plug+razriv.15 cm <i>plow-subsoiler 15 cm</i> | 3375 | 585 | 20,96 | 17,31 | 0,57 | 96,81 |
| plug+razriv.20 cm <i>plow-subsoiler 20 cm</i> | 3544 | 754 | 27,00 | 17,04 | 0,84 | 95,30 |

Tabela 2. Ukupan (R) i specifični otpor (q) pluga rigolera i rigolera sa dodatnim radnim organom u obliku dleta pri dubini obrade zemljišta od 70 cm

Table 2. The total (R) and specific resistance (q) of plow-subsoiler and subsoiler with additional operating authority in the form of chisel tillage at a depth of 70 cm

| Varijante rada <i>Variants of work</i> | Dubina rigolovanja <i>Plowing depth</i> | | | | | |
|---|--|------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------|--------|
| | 70 cm | | | | | |
| | R | Povećanje <i>Increase</i> | | q | Smanjenje <i>Reduction</i> | |
| | daN | daN | % | N/cm ² | N/cm ² | % |
| plug-šir. zahv. 26 cm <i>plow-width 26 cm</i> | 3485 | - | 100,00 | 19,15 | - | 100,00 |
| plug+razriv. 10 cm <i>plow-subsoiler 10 cm</i> | 3970 | 485 | 13,92 | 19,08 | 0,07 | 99,63 |
| plug+razriv.15 cm <i>plow-subsoiler 15 cm</i> | 4215 | 730 | 20,95 | 19,07 | 0,08 | 99,58 |
| plug+razriv.20 cm <i>plow-subsoiler 20 cm</i> | 4470 | 985 | 28,26 | 19,10 | 0,05 | 99,72 |

Tabela 3. Ukupan (R) i specifični otpor (q) pluga rigolera i rigolera sa dodatnim radnim organom u obliku dleta pri dubini obrade zemljišta od 80 cm

Table 3. The total (R) and specific resistance (q) of plow-subsoiler and subsoiler with additional operating authority in the form of chisel tillage at a depth of 80 cm

| Varijante rada <i>Variants of work</i> | Dubina rigolovanja <i>Plowing depth</i> | | | | | |
|---|--|------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------|--------|
| | 80 cm | | | | | |
| | R | Povećanje <i>Increase</i> | | q | Smanjenje <i>Reduction</i> | |
| | daN | daN | % | N/cm ² | N/cm ² | % |
| plug-šir. zahv. 26 cm <i>plow-width 26 cm</i> | 4265 | - | 100,00 | 20,50 | - | 100,00 |
| plug+razriv. 10 cm <i>plow-subsoiler 10 cm</i> | 4777 | 512 | 12,00 | 20,41 | 0,09 | 99,56 |
| plug+razriv.15 cm <i>plow-subsoiler 15 cm</i> | 5064 | 795 | 18,64 | 20,50 | 0,00 | 100,00 |
| plug+razriv.20 cm <i>plow-subsoiler 20 cm</i> | 5317 | 105 ₂ | 24,66 | 20,45 | 0,05 | 100,00 |

Prikazani rezultati rada rigolera (tabele 1, 2, 3 i 4) sa gledišta veličine vučnog otpora koji se javlja pri izvršenju agrotehničkog zahteva na različitoj dubini rigolovanja za zasnavanje voćnjaka, ukazuje da se smanjenje otpora može postići ovakvim tehničkim rešenjem. Novo tehničko rešenje treba da smanji vučni otpor, a da se pri tome izvrši agrotehnički zahtev. Smanjenjem vučnog otpora smanjujemo utrošak energije po jedinicama izvršenog rada.

U našim istraživanjima za smanjenje vučnog otpora i za izvršenje agrotehničkog zahteva koristili smo dodatni radni organ rigolera u obliku dleta. Sa agrotehničke strane povećana je dubina obrade zemljišta ispod dubine rada rigolera rastresajući zemljište i ne iznoseći donji sloj neplođnog zemljišta na površinu.

Iz rezultata istraživanja (tabele 1, 2, 3 i 4) uočava se da sa povećanjem dubine rigolovanja sa dodatnim dletom specifičan otpor zemljišta zadržava vrednost koja je bila pri rigolovanju bez dleta.

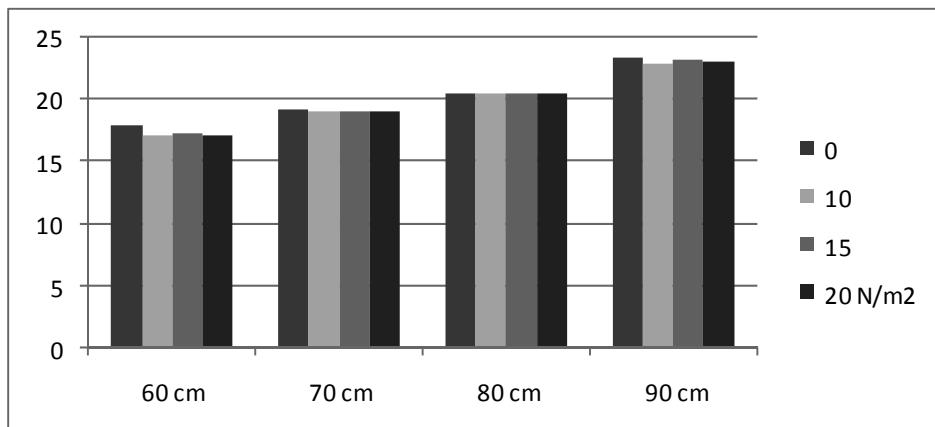
Kod dubine rigolovanja od 60 cm sa dodatkom dleta dubina se povećala od 16,66% do 33,33%, a vučni otpor se povećao od 12,0% do 27,0%, što je manje od povećanja dubine rigolovanja. Kod dubine rada rigolera na 70 cm dodatkom dleta dubina se povećala od 14,28% do 28,57%, a vučni otpor se povećao od 13,92% do 28,26%. Ovde se izjednačio odnos povećanja dubine rada sa dletom i povećanja vučnog otpora. Kod rigolovanja na dubini od 80 cm primenom dleta odnos dubina se smanjuje od 12,5% do 25,0%, a takođe i odnos povećanja vučnog otpora se menja od 12,0% do 24,66%. Kod dubine rigolovanja od 90 cm dubine primenom dleta odnos dubine se smanjuje od 11,1% do 22,22%, a odnos povećanog otpora opada u odnosu na povećanu dubinu i kreće se od 9,93% do 21,13%.

Prema ovim rezultatima, može da se sagleda granica racionalnosti korišćenja dleta kao dodatnog radnog organa, u zavisnosti od kombinacije применjenog tehničkog rešenja.

Tabela 4. Ukupan (R) i specifični otpor (q) pluga rigolera i rigolera sa dodatnim radnim organom u obliku dleta pri dubini obrade zemljišta od 90 cm

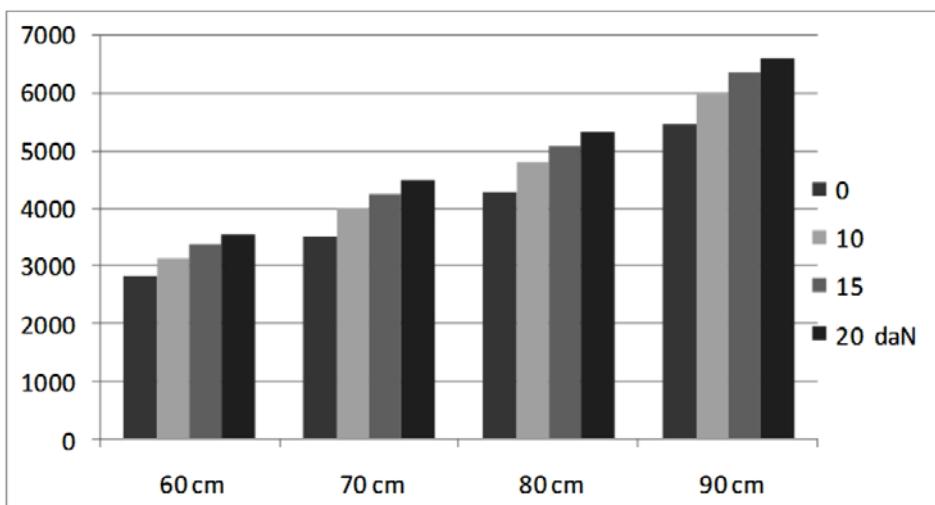
Table 4. The total (R) and specific resistance (q) of plow-subsoiler and subsoiler with additional operating authority in the form of chisel tillage at a depth of 90 cm

| Varijante rada <i>Variants of work</i> | Dubina rigolovanja <i>Plowing depth</i> | | | | | |
|---|--|------------------------------|--------|-------------------|-------------------------------|--------|
| | 90 cm | | | | | |
| | R | Povećanje <i>Increase</i> | | q | Smanjenje <i>Reduction</i> | |
| | daN | daN | % | N/cm ² | N/cm ² | % |
| plug-šir. zahv. 26 cm <i>plow-width 26 cm</i> | 5457 | - | 100,00 | 23,32 | - | 100,00 |
| plug+razriv. 10 cm <i>plow-subsoiler 10 cm</i> | 5967 | 542 | 9,93 | 22,95 | 0,37 | 98,41 |
| plug+razriv. 15 cm <i>plow-subsoiler 15 cm</i> | 6325 | 900 | 16,59 | 23,17 | 0,15 | 99,36 |
| plug+razriv. 20 cm <i>plow-subsoiler 20 cm</i> | 6578 | 1153 | 21,13 | 23,00 | 0,32 | 98,63 |



Grafik 1. Specifičan otpor pluga rigolera i rigolera sa dodatnim radnim organom u obliku dleta u zavisnosti od dubine obrade zemljišta

Chart 1. Specific resistance of plow subsoiler and subsoiler with additional operating authority in the form of chisels depending on the depth of cultivation



Grafik 2. Ukupan otpor pluga rigolera i rigolera sa dodatnim radnim organom u obliku dleta u zavisnosti od dubine obrade zemljišta

Chart 2. Total resistance of plow subsoiler and subsoiler with additional operating authority in the form of chisels depending on the depth of cultivation

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja proizilazi da se korišćenjem dleta kao dodatnog radnog organa plugu rigolera, povećava ukupni vučni otpor. Međutim,

obzirom da je odnos povećane dubine razrivanja veći od povećanja vučnog otpora, vrednost specifičnog vučnog otpora praktično ostaje na prethodnoj vrednosti (tabele 1, 2, 3 i 4 i grafikon 1).

Kod dubine rigolovanja na 70 cm i povećane ove dubine za 20 cm, što ukupno iznosi 90 cm obrađenog zemljišta, ispunjava se zahtev u pogledu dubine oranja za zasnavanje voćnjaka, a odnos povećane dubine oranja koji iznosi 28,57%, pri čemu se vučni otpor takođe povećao za 28,26%, predstavlja granicu opravdanja korišćenja dleta, jer se ovde pojavila ravnoteža odnosa povećane dubine rigolovanja i povećanog vučnog otpora (tabele 1, 2, 3 i 4 i grafikon 2).

Na osnovu rezultata istraživanja, novo tehničko rešenje u obliku dleta ima agrotehničko i energetsko opravdanje za primenu u praksi.

LITERATURA

- [1] Raičević, D., Radojević, R., Ercegović, Đ., Oljača, M., Pajić, M., 2005. *Razvoj poljoprivredne tehnike za primenu novih tehnologija u procesima eksploatacije teških zemljišta, efekti i posledice*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXX, Broj 1, Str. 1 – 8, Beograd.
- [2] Ružićić, L., 1995. *Uticaj dodatnih razrivačkih radnih tela na plugu na vučni i specifični otpor*, "Poljotehnika", broj 5-6, Godina III, str. 44-46, Beograd.
- [3] Ružićić, L., Raičević, D., Oljača, M., Glamočlija, Đ., Kovačević, D., 1998. *Analysis of soil treatment by combination of plough and subsoiler*. Proceedings of International Conference on Soil condition and Crop production, pp. 188-190, Godollo, Hungary.
- [4] Ružićić, L., Raičević, D., Oljača, V.M., Kovačević, D., Klatchkov, A., 1998. *Obrada zemljišta plugom nekonvencionalne konstrukcije*. Naučni časopis, "Savremena poljoprivreda", Vol. XLVI, vanredni broj, str. 111-118., Novi Sad.
- [5] Ružićić, L., Jevđović, R., Kostadinović, Lj., Gligorević, K., Oljača, M., Dimitrijević, S., 2011. *Testing of new technical-technological solutions in land cultivation plow plus subsoiler as combined tool for medicinal herbs production*. 22nd International Symposium Food safety production, Proceedings, Trebinje, Bosnia and Herzegovina, p.456-459.

INVESTIGATION OF NEW TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTION IN ORCHARD ESTABLISHMENT USING COMBINED PLOW-SUBSOILER TOOL IN SOIL CULTIVATION

Lazar N. Ružićić¹, Slobodan Milenković¹, Mićo V. Oljača², Kosta Gligorević², Miloš Pajić²

¹ Megatrend university in Belgrade Faculty of Biofarming, , Bačka Topola

² University in Belgrade, Faculty of Agricultural-Institute for agriculture technique, Belgrade-Zemun

Abstract: Modern agriculture requires the use of modern technology, with new technical and technological solutions. Basic agro-technical operation in phase of establishing orchards and vineyards that requires large amounts of energy is plowing, for its specificity called rigoling. Trenching phase consumes greatest portion of energy in

the processing and preparation of land in general and especially for the establishment of cultural agricultural fruit-grape production. There are more operational technologies, and this paper analyses classical technology, and combined technology using rigoler and plowing tools for soil cultivation.

When classic technologies are applied, soil is cut and sectioned, moved and crushed, thus creating loose soil layer. The depth of processed soil is different for different fruit-grape crops, depending on the needs of the root system, as penetration depth and the breadth of development, ranging between 60 and 100 cm.

Such technology moves active soil layer to the inactive bottom of the furrow, while inactive soil layer is removed to the surface. This technology has to be defined for different soil types.

Combined technical-technological solution using a rigoler with built-in plow enables the achievement of working depth required by the root system, but the inactive soil layer is not moved to the surface of the plowed soil. The lower topsoil layer is only shaken and broken. Work technology combining rigoler and plow in one pass, can significantly increase technological production, while saving significant amounts of energy. This technology should be applied to avoid unnecessary expenditure of energy.

Keywords: *Orchards establishment, plow-subsoiler, additional operating authority in the form of chisels, total resistance, depth of work, specific resistance, energy savings.*

Datum prijema rukopisa: 31.10.2011.
Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 07.11.2011.
Datum prihvatanja rada: 08.11.2011.



UDK: 631.331

*Pregledni rad
Review paper*

ODRŽAVANJE I ANALIZA STRUKTURE ZEMLJIŠTA

Rade L. Radojević¹, Dragan V. Petrović¹, Radojka Maletić²

¹*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,
Beograd-Zemun*

²*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za agroekonomiju,
Beograd-Zemun*

Sazetak: Uticaj strukture zemljišta na osobine i procese u zemljištu je opšte prihvaćen. Zemljišni agregati su izloženi raznim uticajima, uključujući korišćenje zemljišta, obradu, aplikaciju stajnjaka i gajenje useva. Veličine agregata i njihova stabilnost međusobno su povezani. Stoga se raspodele veličina i stabilnost agregata, posle razbijanja, koriste za izračunavanje kvantitativnih indeksa stabilnosti. Klasična statistička analiza strukture zemljišta se oslanja na: normalnu, log-normalnu, Rosin-Rammler-ovu i Gaudin-Schuhmann-ovu funkciju raspodele. Pored navedenih, u novije vreme uvedeni su i modeli zasnovani na primeni viših statističkih momenata i hiperboličke raspodele.

Ključne reči: struktura zemljišta, agregati, obrada zemljišta, statističke raspodele.

UVOD

Struktura zemljišta predstavlja jednu od njegovih najvažnijih karakteristika. Ne postoji jedinstvena definicija strukture zemljišta, ali većina postojećih opisa se odnose na raspored (veličina, oblik i orijentacija) čestica i pora između njih, ili stabilnost/otpornost postojećeg rasporeda čestica prema uticaju neke destruktivne sile (prouzrokovane npr. ručnom manipulacijom, vodom, vetrom, kretanjem točka po zemljištu kao podlozi).

Suštinski uticaj strukture na mnoge osobine i procese u zemljištu je opšte prihvaćen u stručnoj i naučnoj javnosti. Zemljišni agregati predstavljaju osnovu strukture zemljišta. Nastaju od organske materije, peska, praha i gline, koji se drže zajedno različitim silama.

* Kontakt autor: Rade Radojević, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija.
E-mail: rrade@agrif.bg.ac.rs

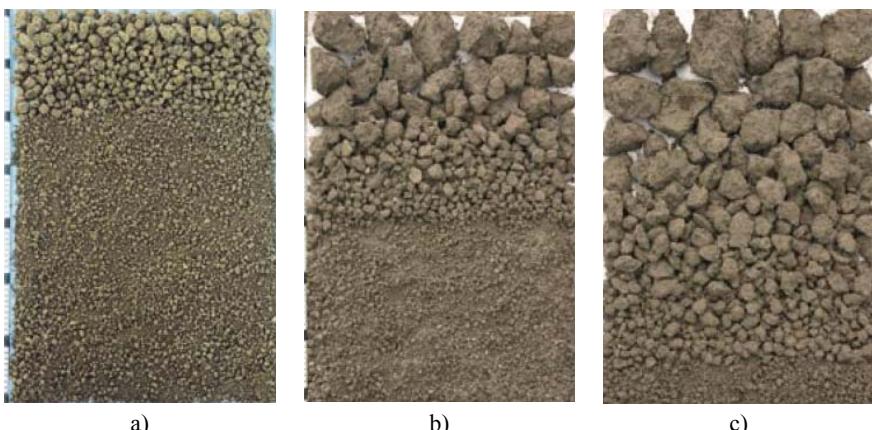
Ugovor broj 31051: Unapređenje biotehnoloških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda, Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije

Hijerarhijski poredak agregata ponekad se opisuje primarnim manjim grupisanjem čestica i formiranjem mikroagregata, koji se potom grupišu i obrazuju makroaggregate.

Drugim rečima, agregacija zemljišta se može posmatrati kao uređenost primarnih čestica u formi hijerarhijskih strukturalnih jedinica, koje se identifikuju na bazi variranja čvrstoće zone loma koja se reflektuje na karakteristike šupljina i čvrste faze u zemljištu. Direktna karakterizacija agregacije zemljišta se može sprovesti opisivanjem morfoloških svojstava zemljišta u polju, korišćenjem digitalnih tehnika analize slike, merenjem raspodela veličina i povezanosti pora, analizom parcijalnog raspada strukturalnih jedinica zemljišta usled disperzije i određivanjem rezultujuće raspodele veličina fragmenata.

OPIS STRUKTURE

Opisu strukture zemljišta se često prilazi sa stanovišta pedologije, fiziologije biljaka ili fizike. Pedološki pogled opisuje oblik, veličinu i relativnu otpornost zemljišnih agregata. Ovi opisi prikazuju dugoročne procese formiranja zemljišta, kao i kratkoročne promene strukture, prouzrokovane dejstvom čoveka u toku korišćenja zemljišta.



Slika 1. Vizuelna procena sastava strukture zemljišta u ratarskoj proizvodnji
Figure 1. Visual assessment of the composition of soil structure in crop production

Sa agronomске tačke gledišta, dobra struktura zemljišta promoviše brzu infiltraciju vode, odgovarajuću drenažu viška i zadržavanje neophodne količine vode, dobro provetrvanje i razmenu gasova, otpornost na strukturalnu degradaciju eroziju, dobro kljanje, nicanje, ukorenjivanje i razvoj biljaka, kruženje hranljivih materija i održavanje optimalne temperature zemljišta. Pored toga, dobra struktura zemljišta takođe proširuje mogućnosti pravovremenog izbora uzgoja i smanjuje troškove obrade u smislu radnih sati i snage traktora, kao i broja prolaza potrebnih za pripremu setvene posteljice.

Nasuprot tome, loša struktura zemljišta može izazvati stvaranje pokorice, smanjenje infiltracije, povećanje oticanja i erozije, pojave lošeg nicanja, lošeg ukorenjivanja, ili neadekvatan sadržaj vazduha ili vode za biljke. Veliki deo istraživanja korišćenja

zemljišta, obavljenih tokom decenija, bio je usmeren ka razvoju tehnika za poboljšanje strukture zemljišta, uz istovremeno povećanje prinosa.

Vizuelna procena strukture zemljišta se može obaviti na osnovu raspodela veličine agregata, prikazanih na Sl. 1. Kvalitet strukture zemljišta sa Sl. 1. se može opisati kao:

- Dobar - dobra distribucija finijih agregata bez većih grudvi;
- Umeren - zemljište sadrži značajan ideo grubih tvrdih grudvi i trošnih, finih agregata;
- Loš - u zemljištu dominiraju izuzetno grube, vrlo tvrde grudve, sa veoma malo finijih agregata.

Fizički procesi koji utiču na agregaciju obuhvataju cikluse: vlaženje-sušenje, zamrzavanje-odmrzavanje i mehaničku obradu [17]. Ovi fizički procesi razbijaju velike grudve i razaraju aggregate, ali takođe i povezuju čestice formirajući male aggregate. Uticaj ovih fizičkih procesa na formiranje i propadanje agregacije u velikoj meri zavisi od početnih zemljišnih uslova.

Iako agregati prirodno degradiraju u vremenu, kao hrana mikro-organizama organskog vezivnog materijala, oni se primetno mnogo brže uništavaju operacijama obrade zemljišta.

Veličine agregata i njihova stabilnost međusobno su povezani. Podrazumevajući se da se separacija agregata odvija u najslabijim ravnima okolnih koherentnih strukturalnih jedinica, uvođenje mehaničkog naprezanja rezultira nastajanjem fragmenata čija stabilnost prevazilazi indukovana unutrašnja naprezanja. Stoga, sa gledište fizike zemljišta, jedan od mogućih pristupa izučavanju strukture zemljišta se često svodi na procenu stabilnosti agregata prema eksperimentalno indukovanim destruktivnim silama, koje simuliraju destruktivne sile na polju. Raspodele veličina i stabilnost agregata, posle razbijanja, koriste se za izračunavanje kvantitativnih indeksa stabilnosti.

Pored navedenih pristupa, pri opisivanju strukture zemljišta koristi se i analiza raspodele veličina pora i kontinuiteta čvrste faze zemljišta. Zasnivaju se na statističkoj analizi empirijskih podataka, dobijenih nekom od raspoloživih eksperimentalnih tehnika.

UTICAJ UPRAVLJANJA ZEMLJIŠTEM NA NJEGOVE AGREGATE

Zemljišni agregati su pod jakim uticajem ljudske aktivnosti, uključujući korišćenje zemljišta, poremećaj obradom, aplikaciju stajnjaka i gajenje useva [3]. Vodno stabilni agregati prečnika većeg od 250 µm, brzo se povećavaju sa promenama načina upravljanja zemljištem [23]. Struktura zemljišnih agregata može biti oporavljena po povratku poljoprivrednog zemljišta u šumsko ili livadsko. U određenim serijama zemljišta, upravljanje gazdinstvom utiče na kvalitet i kvantitet organskih unosa, poremećaje zemljišta i biološku aktivnost, a time i na procese formiranja agregata [6].

Sistemi nulte obrade povećavaju zemljišnu agregaciju u poređenju sa konvencionalnom obradom [24]. Konvencionalna obrada uništava originalnu strukturu zemljišta, razbija makroaggregate u mikroaggregate i to dovodi do povećanja mikroporoznosti i može da poveća vrednosti gustine zemljišta [18], [19]. Agregati su manje stabilni u oranim zemljištima i ovo rezultira izraženijom tendencijom da se formira površinska pokorica u poređenju sa zemljištima pod minimalnom obradom i razrivanjem [11]. Obrada povećava dekompoziciju zemljišne organske materije mešanjem biljnih ostataka u zemljištu, povećanje aeraciju, i unapređuje cikluse suvo-

mokro i smrzavanje-odmrzavanje. Poremećaj zemljišta obradom je glavni uzrok gubljenja organske materije i smanjenja stabilnosti zemljišnih agregata kada su prirodni ekosistemi konvertovani u poljoprivredne [23]. Obrada takođe remeti agregate zemljišta i iznosi fizički zaštitni organski materijal. Nasuprot tome, nulta obrada smanjuje mešanje i remećenje zemljišta, što omogućava akumulaciju zemljišne organske materije [10].

Dinamika agregata razlikuje se pod obradom i pod neobrađenim (nulta obrada) uslovima [16]. Stabilnost agregata je indikator kvaliteta u direktnoj vezi sa zemljišnom organskom materijom, što može biti preraspodela u okviru zemljišta pod obradom. Generalno, dugoročna obrada zemljišta povećava prevodenje organske materije, što se pripisuje razlikama u iznosu agregacije i prevodenja agregata. Veza između prevodenja makroagregata, formiranja mikroagregata i stabilizacije C u okviru mikroagregata delimično određuje povećanje zemljišne organske materije pod nultom obradom [23]. Obrada može da izmeni dinamiku zemljišne organske materije promenom njenog položaja u okviru matrice zemljišta, ili oslobođanje organskog materijala iz agregata za vreme poremećaja ili apsorbovanog materijala tokom formiranja agregata [16]. Mlađi C je akumuliran u podpovršinskom sloju zemljišta sa konvencionalnom obradom od nulte obrade, ali taj C nije stabilizovan na duži rok. Kratkoročna i dugoročna stabilizacija C je veća u površinskim slojevima zemljišta bez obrade u poređenju sa konvencionalnom obradom. Ovaj stabilizacija C se uglavnom javlja na nivou mikroagregata [2].

Popravka zemljišta upotrebotom stajnjaka je praksa upravljanja koja može da poboljša status hranljive materije zemljišta i poveća sadržaj zemljišnog organskog ugljenika [7]. Primena stajnjaka doprinosi akumulaciji C i N u makroagregatima [20]. Primena stajnjaka povećava procenat krupnih vodno-stabilnih agregata ($> 5 \text{ mm}$) i smanjuje procenat manjih agregata. Ovo se ogleda u povećanju srednjeg težinskog prečnika [22]. Sadržaj organskog C u makroagregatima ($> 1 \text{ mm}$) je veći u odnosu na mikroaggregate, a opada sa smanjenjem veličine mikroagregata. Dejstvo stajnjaka je manje u dubljim slojevima u odnosu na površinske slojeve zemljišta. Primena komposta i stajnjaka poboljšava poroznost zemljišta i aggregaciju zemljišta [11]. Dodatak kompostiranih ostataka je najefikasnija mera za povećanje stabilnosti agregata rizosfere. Primena otpadnog mulja značajno povećava ugljene hidrate organskog C, i stabilnost agregata, što je rezultiralo smanjenjem gustine zemljišta [7].

Upotreba organskih ostataka za održavanje plodnosti zemljišta, u kombinaciji sa većom raznolikosti u gajenju useva, značajno povećava zadržavanje zemljišnog organskog ugljenika i azota. Različiti usevi imaju različite uticaje na aggregaciju zemljišta i akumulaciju C. Višegodišnje trave zbog obimnih korenovih sistema su efikasniji u zemljišnoj aggregaciji od jednogodišnjih useva [6], [8]. Veoma visoka stabilnost agregata kod humusnih zemljišta pod pašnjacima se pripisuju prisustvu zaštitne vodootporne rešetke dugog lanca polimetilenskih jedinjenja oko zemljišnih agregata [21].

Pod srednje do dugoročnom gajenju useva, fino teksturna mineralna zemljišta pokazuju najveće povećanje srednjeg težinskog prečnika suvih agregata, dok zemljišta bogata oksidima pokazuju samo malo povećanje [21]. Posle dugog perioda gajenja jednogodišnjih useva, sa intenzivnom obradom i bez pokrivajućih useva, prepoznaje se smanjenje sadržaja zemljišnog organskog ugljenika i povećanje erozije zemljišta.

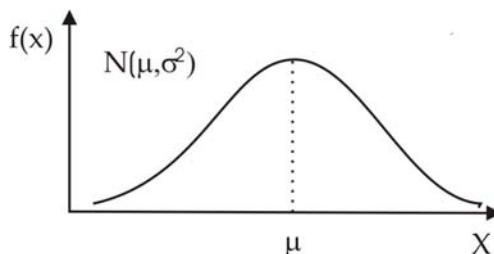
Popravka stabilnosti zemljišnih agregata je preduslov za uspešne programe pošumljavanja. Pošumljavanje utiče na zemljišnu organsku materiju, što zauzvrat utiče na aggregaciju u poređenju sa konvencionalnim sistemima. Pošumljavanje donosi značajno zadržavanje novog C i stabilizaciju starog C u fizički zaštićenim frakcijama zemljišne organske materije, u vezi sa mikroagregatima (53-250 μm) i prahu i gline (<53 μm) [5].

STATISTIČKE RASPODELE U ANALIZI STRUKTURE ZEMLJIŠTA

U analizi strukture zemljišta uglavnom se koriste: Gausova normalna, log-normalna, Rosin-Rammler-ova i Gaudin-Schuhmann-ova funkcija.

U statistici, normalna (Gausova) raspodela [1], kao unimodalna kontinualna raspodela funkcije, često se koristi za aproksimiranje realnih slučajno promenljivih veličina sa tendencijom grupisanja oko srednje vrednosti. Grafik odgovarajuće funkcije gustine verovatnoće (1) je oblika zvona (Sl. 2).

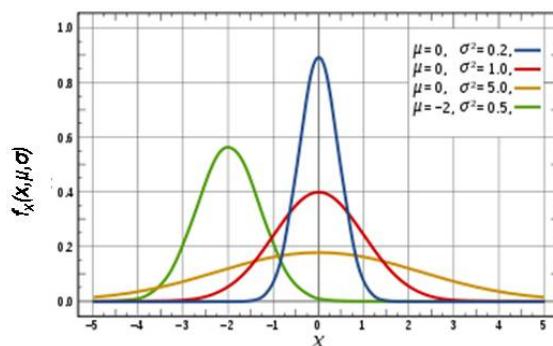
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} \quad (1)$$



Slika 2. Gausova funkcija

Figure 2. Gaussian function

Parametar μ označava srednju vrednost (poziciju vrha/maksimuma krive) a σ^2 je varijansa (mera širine distribucije). Raspodela karakterisana sa $\mu = 0$ i $\sigma^2 = 1$ se naziva standardizovana normalna raspodela. Parametar π predstavlja matematičku konstantu (Ludolfov broj), približno jednaka 3,142, a e je osnova prirodnih logaritama, približno jednaka 2,718. Normalan raspored, sa parametrima μ i σ^2 , označava se simbolično sa $X:N(\mu, \sigma^2)$. Uticaj vrednosti parametara μ i σ^2 na tok ove krive prikazan je na Sl. 3.

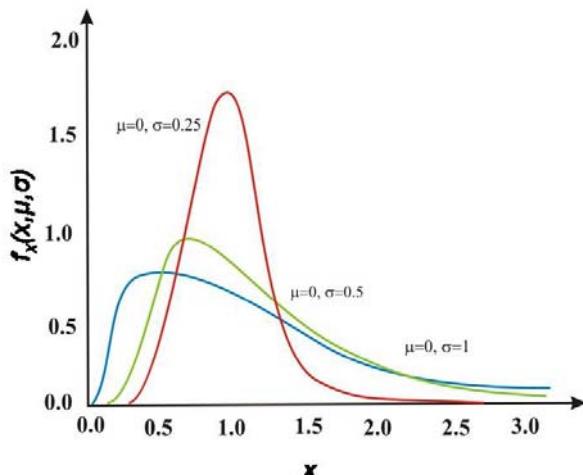


Slika 3. Uticaj parametara μ i σ na tok Gausove funkcije

Figure 3. Influence of parameters μ and σ on the flow of Gaussian function

Pored Gausove, u teoriji verovatnoće se za opisivanje raspodела veličina agregata zemljišta često koristi i log-normalna funkcija [1], [4], prikazana na Sl. 4.

$$f_x(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad x > 0 \quad (2)$$



Slika 4. Log-normalne funkcije gustine verovatnoće sa identičnim parametrom lokacije μ , a različitim parametrima razmere σ

Figure 4. Log-normal functions of probability density with identical location parameter μ , a different scale parameter σ

Normalna i lognormalna raspodela su u direktnoj vezi. Ako je slučajna promenljiva X distribuirana lognormalno, sa parametrima μ i σ , onda je njen logaritam $\log(X)$ distribuiran normalno sa srednjom vrednošću m i varijansom $v = s^2$ (kvadrat standardne devijacije). Njihove vrednosti su date izrazima:

$$m = \exp(\mu + \sigma^2 / 2) \quad (3)$$

$$v = \exp(2\mu + \sigma^2) (\exp(\sigma^2) - 1) \quad (4)$$

Drugim rečima, log-normalna distribucija koju karakteriše srednja vrednost m i varijansa v , ima parametre:

$$\mu = \log(m^2 / \sqrt{v + m^2}) \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\log(v/m^2 + 1)} \quad (6)$$

Log-normal distribucija je primenljiva u slučajevima kada slučajna veličina od interesa mora biti pozitivna, jer $\log(X)$ postoji samo kada je X pozitivno.

Neki autori su za kvantifikaciju raspodele veličina fragmenata zemljišta, koristili Rosin-Rammler-ovu funkciju [9], kao analitičku prezentaciju kumulativne distribucije veličina prečnika d frakcije R (%) u eksponencijalnom obliku:

$$R = 100 \cdot e^{-\left(\frac{d}{d'}\right)^n} \quad (7)$$

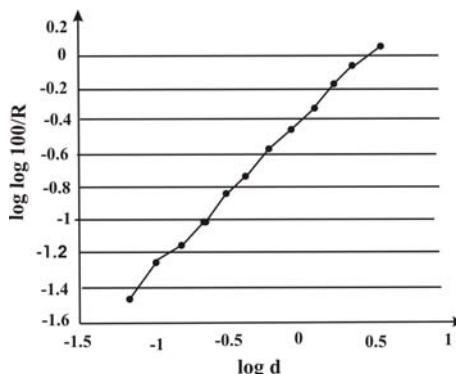
gde je:

R – kumulativni sadržaj mase zadržane sitom [%]

e – osnova prirodnog logaritma, $e = 2.718$

d – prečnik otvora (okca) sita [mm]

d' , n – parametri, koji se određuju empirijskim putem.



Slika 5. Rosin-Rammler-va funkcija u log - loglog koordinatnom sistemu

Figure 5. Rosin-Rammler's function of the log - loglog coordinate system

Rosin-Rammlerova funkcija, ilustrovana na Sl. 5, se može redukovati:

$$\frac{100}{R} = e^{\left(\frac{d}{d'}\right)^n} \quad (8)$$

$$\log \log \frac{100}{R} = n \cdot \log d - n \cdot \log d' + \log \log e \quad (9)$$

U izrazu (3), posle uvođenja zamene:

$$B = \log \log e - n \log d' \quad (10)$$

dobija se Rosin-Rammler-ova funkcija u obliku prave linije u koordinatnom sistemu log (d) - log log (100/R), prikazana na Sl. 5.

Za iste namene koristi se i Gaudin-Schuhmann-ova funkcija [9] (Sl. 6), kao analitička predstava kumulativne raspodele D (%) veličina prečnika d frakcije zemljišta:

$$D = 100 \cdot \left(\frac{d}{d_0}\right)^m \quad (11)$$

gde su d_0 i m regresioni parametri, koji se određuju metodom najmanjih kvadrata.

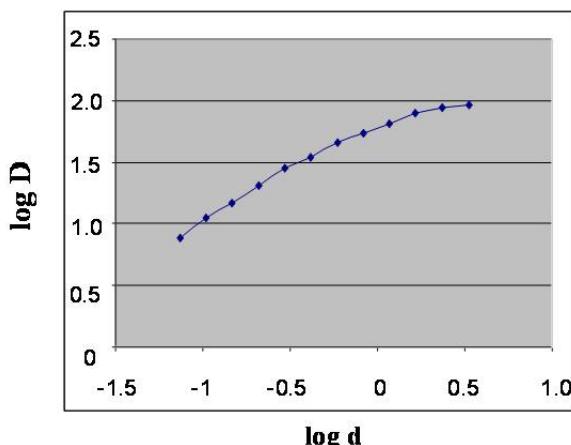
Posle logaritmovanja leve i desne strane izraza (11), dobija se izraz:

$$\log D = 2 + m \cdot \log d - m \cdot \log d_{\max} \quad (12)$$

Ako se u izraz (12) uvede smena

$$A = 2 - m \cdot \log d_{\max} \quad (13)$$

dobija se Gaudin-Schuhmann-ova funkcija, koja predstavlja pravu liniju u koordinatnom sistemu $\log(d)$, $\log(D)$, prikazanu na Sl. 6.



Slika 6. Gaudin-Schuhmann-ova funkcija u log-log koordinatnom sistemu

Figure 6 Gaudin-Schuhmann's function in a log-log coordinate system

Raspodele veličina prečnika zemljišnih agregata imaju važnu ulogu u analizi strukture zemljišta. Pored navedenih raspodela, u novije vreme uvedeni su i modeli bazirani na višim statističkim momentima i hiperboličkoj raspodeli [12], [13], [14], [15].

ZAKLJUČAK

Agregacija zemljišta je dinamički proces. Agregati se kontinuirano stvaraju i razaraju prirodnim procesima i uticajem čoveka. Razumno upravljanje zemljištem pod konkurentnim i raznovrsnim sistemima korišćenja zemljišta, kao i primenom adekvatnog plodoreda, đubrenja i navodnjavanja, predstavlja ključ za povećanje zemljišne organske materije, intenziviranje vezivanja i zadržavanja zemljišnog organskog ugljenika i poboljšanje aggregacije zemljišta. Prakse korišćenja zemljišta moraju da sadrže redovno održavanje njegove strukture, kako bi se održala produktivnost na duži rok.

Zemljišta održavana kao prirodni travnjaci generalno imaju veći sadržaj organske materije i veću stabilnost agregata u odnosu na slična zemljišta korišćena za ratarsku proizvodnju useva. Prakse konzervacijske obrade, a posebno nulte obrade, su još jedan način za poboljšanje aggregacije i stabilnosti zemljišta, u poređenju sa tehnologijama konvencionalne obrade.

Za opisivanje raspodela veličina prečnika zemljišnih agregata najčešće se primenjuju: Gausova normalna, log-normalna, Rosin-Rammler-ova i Gaudin-

Schuhmann-ova funkcija raspodele gustine verovatnoće. U začetku je i primena drugih pristupa koje još treba detaljno proveriti, prilagoditi i dalje razvijati.

LITERATURA

- [1] Allen, T., 1997. *Particle Size Measurement*. Volume 1. Powder Sampling and Particle Size Measurement. Chapman & Hall: Cornwall, 525.
- [2] Bossuyt, H., Six, J., Hendrix, P.F., 2002. *Aggregate-protected carbon in no-tillage and conventional tillage agroecosystems using carbon-14 labeled plant residue*. Soil Sci. Soc. Am. J., 66(6), pp. 1965-1973.
- [3] Bronick, C.J., Lal, R., 2005. *Soil structure and management*. Geoderma, 124(1-2), pp. 3-22.
- [4] Crowder, M. Hand, D.J. and Adams, N., 2004. *Methods and Models in Statistics*, Imperial College Press.
- [5] Del Galdo, I., Six, J., Peressotti, A., Cotrufo, M.F., 2003. *Assessing the impact of land-use change on soil C sequestration in agricultural soils by means of organic matter fractionation and stable C isotopes*. Global Change Biol., 9(8), pp. 1204-1213.
- [6] Dominy, C., Haynes, R., 2002. *Influence of agricultural land management on organic matter content, microbial activity and aggregate stability in the profiles of two Oxisols*. Biol. Fertil. Soils., 36(4), pp. 298-305.
- [7] García-Orenes, F., Guerrero, C., Mataix-Solera, J., Navarro-Pedreño, J., Gómez, I., Mataix-Beneyt, J., 2005. *Factors controlling the aggregate stability and bulk density in two different degraded soils amended with biosolids*. Soil Tillage Res., 82(1), pp. 65-76.
- [8] Gardi, C., Tomaselli, M., Parisi, V., Petraglia, A., Santini, C., 2002. *Soil quality indicators & biodiversity in northern Italian permanent grasslands*. Eur. J. Soil Biol., 38(1), pp. 103-110.
- [9] Hadi, A.S. and Chatterjee, S., 2006. *Regression Analysis by Example*, (fourth edition), Wiley.
- [10] Lützow, M.V., Leifeld, J., Kainz, M., Kögel-Knabner, I., Munch, J.C., 2002. *Indications for SOM quality in soils under different management*. Geoderma, 105(3-4), pp. 243-258.
- [11] Pagliai, M., Vignozzi, N., Pellegrini, S., 2004. *Soil structure and the effect of management practices*. Soil Tillage Res., 79(2), pp. 131-143.
- [12] Petrović, D., Đević, M., Mileusnić, Z., 2005. *An approach in describing the physical structure of tilled ground*. Proceedings of: 9th International Congress on "Mechanization and Energy in Agriculture", Izmir, ISBN 975 – 483 – 675 – 2, pp. 30-35.
- [13] Petrović, D., Mileusnić, Z., 2004. *O modeliranju raspodele veličina agregata zemljišta nakon dopunske obrade tanjiranjem*. Poljoprivredna tehnika, 2, pp. 17-24.
- [14] Petrović, D., Mileusnić, Z., Miodragović, R., Dimitrijević, Aleksandra, 2010a. *Struktura zemljišta nakon dopunske obrade*. Poljoprivredna tehnika, 2, pp. 65 – 72.
- [15] Petrović, D.V., Mileusnić, Z.I. and Miodragović, R.M., 2010b. *Correlations between statistical moments of soil aggregate size distributions*. Int. Agrophys, 24, pp. 287-296.
- [16] Plante, A.F., McGill, W.B., 2002. *Soil aggregate dynamics and the retention of organic matter in laboratory-incubated soil with differing simulated tillage frequencies*. Soil Tillage Res., 66(1), pp. 79-92.
- [17] Radojević, R., Ercegović, Đ., Gligorević, K., Pajić M., 2010. *Uređenje prevlaženih zemljišta teškog mehaničkog sastava po dubini*. Savremena poljoprivredna tehnika, 36 (2), pp. 117-128.

- [18] Radojević, R., Raičević, D., Oljača, M., Gligorević, K., Pajić, M., 2007. *Energetski aspekti obrade teških tipova zemljišta*. Poljoprivredna tehnika, 32 (3), pp. 25 – 32.
- [19] Radojević, R., Raičević, D., Oljača, M., Gligorević, K., Pajić, M., 2006. *Uticaj jesenje obrade na sabijanje teških zemljišta*. Poljoprivredna tehnika, 31 (2), pp. 63 – 71.
- [20] Schjonning, P., Elmholt, S., Munkholm, L.J., Debosz, K., 2002. *Soil quality aspects of humid sandy loams as influenced by organic and conventional long-term management*. Agric. Ecosyst. Environ., 88, pp. 195-214.
- [21] Shepherd, T.G., Saggard, S., Newman, R.H., Ross, C.W., Dando, J.L., 2001. *Tillage-induced changes to soil structure and organic carbon fractions in New Zealand soils*. Aust. J. Soil Res., 39(3), pp. 465-467.
- [22] Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni M., Hemmat, A., 2002. *Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran*. Soil Tillage Res., 68(2), pp. 101-108.
- [23] Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., 2000. *Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: A mechanism for C sequestration under no-till agriculture*. Soil Biol. Biochem., 32(14), pp. 2099-2103.
- [24] Wright, A.L., Hons, F.M., 2004. *Soil aggregation and carbon and nitrogen storage under soybean cropping sequences*. Soil Sci. Soc. Am. J., 68(2), pp. 507-513.

MAINTENANCE AND ANALYSIS OF SOIL STRUCTURE

Rade L. Radojević¹, Dragan V. Petrović¹, Radojka Maletić²

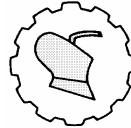
¹*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering,
Belgrade-Zemun*

²*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agroeconomy, Belgrade-Zemun*

Abstract: The structure of land is one of their most important characteristics. Substantially influence the structure of the many features and processes in the soil is generally accepted. Soil aggregates are strongly influenced by human activities, including land use, tillage, application of manure and growing crops. Size of aggregates and their stability are interconnected to describe soil structure. Size distribution and aggregate stability after the break, are used to calculate quantitative stability index. In the classical approach to statistical analysis of soil structure are used: Gaussian normal function, and log-normal, Rosin-Rammler and Gaudin's-Schuhmann's functions. In addition to these distribution models recently introduced models are based on a dimensionless statistical moments and the log-hyperbolic distribution.

Keywords: agricultural soil, soil tillage, soil aggregates, the statistical distributions

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| Datum prijema rukopisa: | 07.11.2011. |
| Datum prijema rukopisa sa ispravkama: | 15.15.2011. |
| Datum prihvatanja rada: | 17.11.2011. |



UDK: 631 (059)

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

VIŠEGODIŠNJI UTICAJ RAZLIČITIH SISTEMA OBRADE ZEMLJIŠTA NA ENERGETSKU EFIKASNOST I PRINOS KUKRUZA

Nebojša Momirović^{1*}, Željko Dolijanović¹, Mićo V. Oljača², Živorad Videnović³

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo, Beograd-Zemun

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku

³Institut za kukuruz -Zemun Polje, Beograd-Zemun

Sažetak: Efikasno unapređenje različitih sistema obrade zemljišta u pravcu održive poljoprivredne proizvodnje, danas ima poseban socijalni, ekonomski i ekološki značaj. Osnova održivosti proizvodnje, jeste produktivnost sistema gajenja određene kulture izražena kao odnos uložene energije u procesu proizvodnje i dobijene energije oličene u prinosu glavnog proizvoda. Cilj ovog rada bio je da upoređenjem ispitivanih sistema obrade zemljišta sa energetskog i proizvodnog aspekta odgovori na pitanje održivosti proizvodnje kukuruza. Odgovarajuća merenja u poljskim uslovima, su obavljena u višegodišnjem periodu 1998-2010. godine, na zemljištu tipa karbonatni černozem. Kukuruz je gajen u balkanskom dvopoljnem plodoredu, naizmeničnim smenjivanjem sa ozimom pšenicom. Prinos suvog zrna i energetska efikasnost praćeni su na različitim sistemima obrade zemljišta: konvencionalna obrada (CTS-letnja obrada strništa + duboko jesenje oranje + predsetvena obrada zemljišta); redukovane obrade (RTS - obrada teškom tanjiračom), i direktne setve (NTS-usejavanjem u strnište pokriveno kompletном masom žetvenih ostataka sejalicom za direktnu setvu, John Deer Max Emerge 2). Rezultati istraživanja ukazuju na visoku energetsku efikasnost sistema direktne setve (NTS), što bez obzira na statistički niže prinose ostvarene u odnosu na klasičnu obradu zemljišta aktuelizuje potrebu nastavka razvojnih istraživanja na implementaciji novih tehnologija gajenja kukuruza.

Ključne reči: konvencionalna obrada, redukovana obrada, direktna setva, prinos kukuruza, energetska efikasnost

* Kontakt autor: Nebojša Momirović, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija.
E-mail: emomirov@agrif.bg.ac.rs

Prikazana istraživanja u ovom radu su deo Projekata TR31037, „Integralni sistemi gajenja ratarskih useva: očuvanje biodiverziteta i plodnosti zemljišta“, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije , za period 2011-2014.

UVOD

Koncept održive poljoprivrede podrazumeva racionalno gazzdovanje poljoprivrednim resursima, [4], [5], kako u cilju zadovoljenja izmenjenih potreba stanovništva u hrani i sirovim vlaknima, tako i u cilju očuvanja prirodnih resursa i zaštite i unapređenja životne sredine. Prilagodavanje i unapređenje različitih sistema zemljoradnje u pravcu održivosti poljoprivredne proizvodnje ima ogroman socijalni, ekonomski i ekološki značaj [1], [3], [4], [5]. Osnova održivosti jeste produktivnost sistema izražena kao odnos inputa i autputa, najčešće u energetskom pogledu. Budući da je obrada zemljišta u većini sistema zemljoradnje najvažnija stavka u ukupnim potrebama za dopunskom energijom, ona ima ogroman ekonomski značaj [2], [5], [6]. Cilj ovog rada je bio poređenje konvencionalnog sistema obrade zemljišta sa ispitivanim konzervacijskim sistemom I sistemom redukovane obrade i sa energetskog i proizvodnog aspekta [7], [8], [10], [9], [11].

MATERIJAL I METODE RADA

Ogledna ispitivanja navedene problematike izvedena su na parcelama Instituta za kukuruz u Zemun Polju ($44^{\circ}52'N$, $20^{\circ}20'E$), u periodu 1998 do 2010. godine na poljskom ogledu [12], započetom davne 1978. godine. Zemljište na kome je ogled postavljen [12], je tipični slabokarbonatni černozem sa 32,5% gline u orničnom sloju od 0 do 30 cm, pH vrednosti zemljišnog rastvora 7,8, sa sadržajem karbonata 9,7% sadržajem humusa 3,3%, organskog ugljenika-C 1,8%, ukupnog azota 0,21%, sadržajem razmenljivog fosfora 14 mg/100g i razmenljivog kalijuma 31 mg/100g zemljišta.

Ogled je izведен u prirodno vodnom režimu u split plot dizajnu, sa 4 ponavljanja. Veličina elementarne parcele iznosila je $19,6\text{ m}^2$ ($2,8 \times 7\text{ m}$). Setva hibrida ZP SC 704, na međuredno rastojanje $0,7\text{ m}$ i gustini $64.935\text{ biljaka ha}^{-1}$ obavljana je u periodu 20. do 25. aprila u zavisnosti od meteoroloških uslova u dатој godini. Mineralna ishrana kukuruza je podrazumevala unošenje 150 kg ha^{-1} N, 46 kg ha^{-1} P2O5 i 62 kg ha^{-1} K2O. Mere nege nisu podrazumevale međurednu kultivaciju ni na jednom od ispitivanih sistema obrade zemljišta, dok je suzbijanje korova podrazumevalo selektivnu primenu herbicida u zavisnosti od stepena zakoravljenosti površine zemljišta neposredno pred setvu, odnosno u toku vegetacije useva kukuruza. Na varijanti sa direktnom setvom, neposredno pred setvu korišćen je totalni herbicid Roundup (glyphosate 480 g a.i.) u količini 5 l ha^{-1} . Na čitavoj oglednoj površini primenjivan je posle setve a pre nicanja Atrazine 500 u količini $1,00\text{ l ha}^{-1}$ (atrazine 500 g a.i.) i herbicid Harness 2,00 1 ha^{-1} (acetochlor 900 g a.i.) do 2007. godine, kada je atrazin zamjenjen ternutilazinom.

Ispitivanja su obuhvatila 3 različita sistema obrade zemljišta:

1. CTS - konvencionalni sistem obrade zemljišta (Conventional Tillage System): obrada strništa + duboko jesenje oranje + dopunska/predsetvena priprema zemljišta
2. RTS - sistem redukovane obrade (Reduced Tillage System): obrada teškom tanjiračom
3. NTS - sistem direktne setve (No Tillage System): setva John Deer sejalicom Max Emerge 2

Odgovarajućim merenjima, u toku rada mašina-agregata u poljskim uslovima, određeni su, standardnim metodama, parametri:

- Brzina kretanja (Vr), merena na dužini puta od 100 m,
- Vučni otpor (Rv), meren hidrauličnim dinamometrom,
- Potrošnja goriva (Q/ha), zapreminska metoda sa baždarenom posudom,
- Trenutni sadržaj vlage u zemljištu (%), gravimetrijska metoda.

Analitičkim metodama, za svaki sistem obrade i agregat, određeni su:

- Potrebna snaga traktora (Pv),
- Proizvodni učinak (Wh),
- Potrošnja energije (E),
- Specifični otpor (k), po ulagaču/radnom zahvatu,
- Energetski output (EO), množenje ukupnog prinosa suvog zrna sa faktorom 17,65 MJ t⁻¹,
- Koeficijent energetske efikasnosti (Coefficient of Energy Efficiency – CEE), kao količnik utroška energije sistema obrade zemljišta, zaključno sa setvom i energetskog outputa sadržanog u energiji suvog zrna kukuruza sa 14 % vlage).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati eksperimentalnih ispitivanja poljsko-laboratorijskih ogleda i rada traktorsko-mašinskih agregata, po predviđenim varijantama i metodama ogleda, prikazani su tabelarno.

Tabela 1. Ispitivani energetski parametri različitih sistema obrade zemljišta

Table 1. Energy parameters of examined soil tillage systems

| Sistem obrade <i>Tillage system</i> | Traktorski agregat <i>Tractor aggregate</i> | Brzina (km/h) <i>Velocity (km/h)</i> | Vuč. otpor (kN) <i>Resist. (kN)</i> | Spec. otpor (kN/m) <i>Spec. resistan. (kN/m)</i> | Snaga (kW) <i>Power (kW)</i> | Učinak (ha·h ⁻¹) <i>Produc. (ha·h⁻¹)</i> | Potroš. goriva (l/ha) <i>Fuel cons. (l/ha)</i> | E MJ/ha |
|--|--|---|--|---|---------------------------------|--|---|---------|
| CTS* | J.Deer-8230 + plug (<i>plow</i>) 8x | 5.15 | 61.50 | 30.60 | 87.98 | 1.10 | 35.68 | 287.93 |
| | J.Deer-4755 + drljača (<i>harrow</i>) 700 cm | 8.10 | 22.00 | 6.25 | 49.00 | 3.00 | 11.50 | 59.40 |
| | J.Deere4755 + M.Emerge 2 | 10.00 | 10.79 | 3.55 | 29.97 | 1.04 | 9.30 | 103.75 |
| | Ukupno – Total | | | | | | 56.48 | 451.08 |
| RTS** | J.Deere-4755 + tanjrača (<i>disc harrow</i>) 450cm | 8.50 | 26.50 | 7.25 | 62.57 | 2,97 | 10.50 | 75.84 |
| | J.Deere-4755+M.Emerge 2 | 8.00 | 10.30 | 3.39 | 22.89 | 1.04 | 8.48 | 79.23 |
| Ukupno – Total | | | | | | | 19.48 | 155.07 |
| NTS*** | J.Deere-4755+M.Emerge 2 | 8.00 | 12.50 | 4.11 | 27.77 | 1.05 | 8.48 | 95.24 |
| | Ukupno – Total | | | | | | 8.48 | 95.24 |

* CTS - konvencionalni sistem obrade zemljišta - *Conventional Tillage System*

** RTS - sistem redukovane obrade - *Reduced Tillage System*

*** NTS - sistem direktnе setve - *No Tillage System*

Vrednosti analiziranih energetskih parametara varirale su kod različitih sistema obrade zemljišta. Setva na klasičnom sistemu obrade zemljišta (CTS) izvedena je pri specifičnom otporu do 3.55 kN/m, uz angažovanu snagu traktora JD-4755 do 29.95 kW i sa učinkom 1.30 ha h-1. Kod varijante RTS - zaštitna obrada zemljišta, ukupni specifični otpor raste sa povećanjem brzine agregata do vrednosti od 7.25 kN/m, dok je angažovana snaga JD-4755 iznosila 62.57 kW. Kod varijante NTS konstatovan je najveći specifični otpor od 4.11 kN, dok je angažovana snaga JD-4755 bila do 27.77 kW. Ukupan utrošak energije u obradi i setvi značajno je veći u sistemu klasične obrade zemljišta (451.08 MJ/ha), u odnosu na sistem redukovane obrade (155.07 MJ/ha), a naročito u odnosu na sistem direktnе setve, gde je utrošak energije najmanji (95.24 MJ/ha).

Tabela 2. Suma mesečnih padavina (mm) i srednje mesečne temperature (°C) za 1999-2010. (Beograd)
Table 2. Monthly precipitation sum (mm) and mean monthly temperature (°C) for 1999-2010. (Belgrade)

| Godina Year | Temperatura (°C) Temperature (°C) Padavine (mm) Rainfall (mm) | Meseci Months | | | | | | | Prosek/Average Suma/Sum |
|----------------|--|------------------|------|-------|-------|------|-------|------|----------------------------|
| | | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | |
| 1999 | (°C) | 13,2 | 17,3 | 20,0 | 21,1 | 21,1 | 18,4 | 12,2 | 17.61 |
| | (mm) | 68,9 | 68,8 | 135,5 | 275,9 | 7 | 55,4 | 54,9 | 666.40 |
| 2000 | (°C) | 16,2 | 19,6 | 23,0 | 23,5 | 25,7 | 17,9 | 14,6 | 20.07 |
| | (mm) | 41,9 | 34,5 | 19,1 | 29,3 | 7,8 | 70,7 | 16,6 | 219.90 |
| 2001 | (°C) | 12,0 | 18,3 | 19,0 | 23,0 | 24,0 | 16,1 | 14,8 | 18.17 |
| | (mm) | 157,9 | 47 | 186 | 19,7 | 56,7 | 183,7 | 16,7 | 667.70 |
| 2002 | (°C) | 12,7 | 20,2 | 22,4 | 24,6 | 22,8 | 17,9 | 14,0 | 19.23 |
| | (mm) | 55 | 21 | 80 | 62 | 107 | 50 | 80 | 455.00 |
| 2003 | (°C) | 12,2 | 21,6 | 25,0 | 23,4 | 25,8 | 18,4 | 11,5 | 19.70 |
| | (mm) | 22 | 40 | 33 | 116 | 5 | 57 | 124 | 397.00 |
| 2004 | (°C) | 13,5 | 16,2 | 20,7 | 23,0 | 22,3 | 17,7 | 15,9 | 18.47 |
| | (mm) | 69 | 62,8 | 107,1 | 93,7 | 88,1 | 45,8 | 30,6 | 497.10 |
| 2005 | (°C) | 13,1 | 17,7 | 20,2 | 22,9 | 21,4 | 18,9 | 13,8 | 18.29 |
| | (mm) | 53 | 48 | 94 | 90 | 145 | 56 | 27 | 513.00 |
| 2006 | (°C) | 14,0 | 17,6 | 20,3 | 24,7 | 21,5 | 19,7 | 16,1 | 19.13 |
| | (mm) | 97 | 40 | 137 | 22 | 123 | 26 | 21 | 466.00 |
| 2007 | (°C) | 14,7 | 19,8 | 24,4 | 26,9 | 25,2 | 15,8 | 12,1 | 19.84 |
| | (mm) | 4 | 79 | 108 | 18 | 72 | 35 | 104 | 420.00 |
| 2008 | (°C) | 14,2 | 19,3 | 23,0 | 23,6 | 24,2 | 17,5 | 15,9 | 19.67 |
| | (mm) | 35 | 61 | 45 | 64 | 46 | 68 | 18 | 337.00 |
| 2009 | (°C) | 16,2 | 19,8 | 21,1 | 24,0 | 24,5 | 21,0 | 14,0 | 20.09 |
| | (mm) | 6 | 34 | 153 | 79 | 45 | 4 | 101 | 422.00 |
| 2010 | (°C) | 13,9 | 18,3 | 21,4 | 24,4 | 24,3 | 18,4 | 10,5 | 18.74 |
| | (mm) | 41 | 85 | 180 | 41 | 54 | 51 | 49 | 501.0 |

Tokom dvanaestogodišnjeg perioda koji obuhvata ova istraživanja (1999-2010), preovlađivali su različiti meteorološki uslovi u vegetacionom periodu kukuruza. Imajući u vidu kretanje srednjih dnevних temperatura tokom kritičnih faza porasta i razvića useva kukuruza, zaključujemo da prinos u najvećoj meri zavisi od količine i rasporeda padavina. S obzirom na podatke o količini i rasporedu padavina od aprila do oktobra

(Tab. 2.), četiri godine izdvajamo kao izuzetno povoljne za proizvodnju kukuruza, sa preko 500 mm padavina u vegetacionom periodu (1999, 2001, 2004 i 2005). Četiri ispitivane godine označene su kao izuzetno sušne: 2000 (219.9 mm padavina), 2003 (397.0 mm), 2007 (420.0 mm) i 2008 (337.0 mm). Ostale godine se mogu oceniti kao umereno povoljne za proizvodnju kukuruza u agroekološkim uslovima Zemun Polja.

Tabela 3. Uticaj sistema obrade zemljišta na prinos zrna kukuruza (t·ha-1)

Table 3. The influence of soil tillage on grain yield of maize (t ha-1)

| Godina Year | Sistem obrade zemljišta Soil Tillage System | | | Prosek Average (A) |
|-----------------------|--|----------------|----------|--------------------------|
| | CTS | RTS | NTS | |
| 1999 | 11.395 | 11.202 | 7.272 | 9.956 |
| 2000 | 8.675 | 4.925 | 3.010 | 5.537 |
| 2001 | 9.507 | 8.657 | 6.650 | 8.271 |
| 2002 | 10.257 | 8.797 | 8.617 | 9.224 |
| 2003 | 8.980 | 7.757 | 5.950 | 7.562 |
| 2004 | 14.247 | 13.900 | 12.305 | 13.484 |
| 2005 | 13.797 | 12.352 | 6.932 | 11.027 |
| 2006 | 13.510 | 10.845 | 7.757 | 10.704 |
| 2007 | 9.195 | 8.565 | 7.217 | 8.326 |
| 2008 | 10.272 | 8.370 | 4.540 | 7.727 |
| 2009 | 11.115 | 9.067 | 10.580 | 10.254 |
| 2010 | 11.095 | 9.375 | 8.642 | 9.704 |
| Prosek Average (B) | 10.582 | 9.056 | 7.294 | 8.977 |
| df | Year A 11 | Tillage B 2 | AB 22 | |
| F | 43,8894*** | 134,0748*** | 5,0341** | |
| Lsd 0,05 | 0,913 | 0,456 | 1,581 | |
| Lsd 0,01 | 1,252 | 0,626 | 2,169 | |

Podaci o prinosu kukuruza dati su u Tab. 3. Prosečan prinos kukuruza za period ispitivanja iznosio je 8.977 t/ha, što je saglasno prosečnim višegodišnjim prinosima [12], ostvarenim na istom ili obližnjim lokalitetima (8.82 t/ha). Statističkom analizom je utvrđeno veoma značajno variranje prinosu u zavisnosti od sistema obrade, od godine ispitivanja, kao i od njihove interakcije. Najveći prinosi zrna kukuruza su ostvareni u 2004, 2005 i 2006. godini, posebno zahvaljujući visokim prinosima u konvencionalnom sistemu obrade zemljišta (CTS) i sistemu redukovane obrade (RTS). U sušnim godinama kao što je 2000, 2003 i 2008. godina ostvareni su najniži prinosi, prvenstveno zbog veće zakoravljenosti adaptabilnim vrstama korova kukuruza u sistemu direktnе setve, gde su prinosi najniži tokom čitavog perioda trajanja ispitivanja.

Kada analiziramo prinose zrna u različitim sistemima obrade zemljišta, očekivano najveći prinos i svim ispitivanim godinama je ostvaren u sistemu konvencionalnom (10.582 t/ha), a najniži u sistemu direktne setve (7.294 t/ha). Sve razlike u prinosu između ispitivanih sistema obrade su statistički značajne, što ukazuje na velike prednosti koje klasična obrada zemljišta ima u odnosu na manji, ili veći stepen redukcije u pogledu operacija obrade zemljišta.

Tabela 4. Energetski efikasnost ispitivanih sistema obrade zemljašta

Table 4. Energy efficiency of examined soil tillage systems

| Energetski parametri <i>Energy Parameters</i> | Utrošak energije ($MJ \cdot ha^{-1}$) <i>Energy consumption (MJ · ha⁻¹)</i> | | |
|---|---|--------|--------|
| | Sistem obrade zemljišta <i>Soil Tillage System</i> | | |
| | CTS | RTS | NTS |
| Energetski input - <i>Energy Input</i> *Potrošnja energije za obradu zemljišta i setvu <i>*Energy Consumption for Soil Tillage and Sowing</i> | 451.08 | 155.07 | 95.24 |
| Energetski output - <i>Energy Output</i> *Energija sadržana u prinosu zrna kukuruza <i>*Energy Enclosed Grain Yield</i> | 186.77 | 160.02 | 128.88 |
| Koeficijent energetske efikasnosti <i>Coefficient of Energy Efficiency</i> | 0.41 | 1.03 | 1.35 |

Sa stanovišta energetske efikasnosti izražene odnosom energetske output/input, proizilazi da je bez obzira na niži prinos zrna u sistemu direktnе setve održivost sistema vrlo visoka, posebno u svetu korišćenja kukuruza kao bioenergetskog useva.

ZAKLJUČAK

Održivost proizvodnje kukuruza u velikom stepenu zavisi od energetske efikasnosti tehnologije gajenja, u kojoj značajnu stavku utroška energije predstavlja sistem obrade zemljišta zaključno sa setvom. Direktna setva predstavlja sa energetskog aspekta najpovoljnije rešenje u smislu energetskih ušteda, bez obzira na nešto niže prinose ostvarene posebno u godinama sa deficitom u količini padavina i njihovim neravnomernim rasporedom tokom vegetacionog perioda kukuruza.

Rezultati poljsko-laboratorijskih i eksplotacionih ispitivanja različitih tehnološko-tehničkih sistema obrade zemljišta i setve kukuruza, ukazuju na opravdanost diferencijalnog pristupa, shodno konkretnim zemljишnim i klimatskim uslovima, stanju zakoravljenosti i drugim agrotehničkim aspektima.

LITERATURA

- [1] Kovačević, D., Snežana, O., et.al., 1997. *Savremeni sistemi zemljoradnje: korišćenje i mogućnosti za očuvanje zemljišta u konceptu održive poljoprivrede*. Zbornik radova - IX kongres JDPZ. Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta, str.101-113, Novi Sad.
- [2] Oljača, M., Oljača, S., Kovačević, D., Radivojević, D., Gligorević, K., Pajić, M., Ralević, M., Mitrović, B., Radosavljević, U., 2009. *Uređenje, korišćenje i mere zaštite poljoprivrednog zemljišta Opštine Kosjerić*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIV, Broj 4, Str. 83-94. Beograd.
- [3] Momirović, N., 1992. *Effect of different tillage methods on the dynamics of some soil physical properties and silage corn yield in a double-cropping system*. R. of Research work at the Fac. of Agric. Vol. 37, No. 2, pp. 47-60. Belgrade.

- [4] Momirovic, N., Misovic, M., Brocic, Z., 1997. *Effect of organic mulch application on the yield of potato seed crop*. A. Horticulturae No.462, Vol.1:291-296. ISHS. Belgium.
- [5] Momirovic, N., Kovacevic, D., Brocic, Z., Radosevic, Z., 1998. *Effect of conservation tillage practice on soil physical environment and yield of maize as a second crop*. Proc. of Int. Conf. on Soil cond. and crop production, 2-5 Sept. Godelle, Hungarian ISTRO branch: 184-187, Hungary.
- [6] Momirović, N., Oljača S., Vasić, G., Kovačević, D., Radošević, Ž., 1998. *Effects of intercropping pumpkins (*Cucurbita maxima* Duch.) and maize (*Zea mays* L.) under different farming systems*. Proc. of 2nd Balkan Symp. on Field Crops, 16–20 June: 251-254, Novi Sad.
- [7] Mileusnić, Z., Đević, M., Petrović, D., Miodragović, R., Božić, S., 2007. *Optimizacija traktorsko mašinskih agregata za različite tehnologije obrade zemljišta*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXII, Broj 1, Str. 19 – 28, Beograd.
- [8] Veljić, M., Marković, D., 2006. *Uticaj radnih elemenata i koncepcija mašina na racionalnu obradu zemljišta*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXI, Broj 2, Str. 73 – 78, Beograd.
- [9] Kresović, B., Tolimir, M., 2009. *Uticaj sistema obrade na prinos kukuruza i poroznost oraničnog sloja navodnjavanog černozema*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIV, Broj 2, Str. 43 – 51, Beograd.
- [10] Isakov, S., Marinković, L., Mišković, Đ., Protulipac, T., Doroški, P., Sindjić, M., 2009. *Efekat prelaska sa konvencionalne na konzervacijsku obradu i setvu pšenice, soje, stočnog graška i pasulja*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIV, Broj 2, Str. 115 – 124, Beograd.
- [11] Mileusnić, Z., Đević, M., Miodragović, R., Petrović D., 2008. *Struktura direktnih energetskih inputa u proizvodnji merkantilnog kukuruza*. Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIII, Broj 3, Str. 57 – 64, Beograd.
- [12] Videnovic, Ž., Simić, M., Srdić, J., Dumanović, Z., 2011. *Long term effects of different soil tillage systems on maize (*Zea mays* L.) yields*. Plant Soil and Environment, Vol. 57 (4); 186-192.

LONG TERM EFFECTS OF DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS INFLUENCING YIELD AND ENERGY EFFICIENCY IN MAIZE (*ZEA MAYS L.*)

Nebojša Momirović¹, Željko Dolijanović¹, Mićo V. Oljača², Živorad Videnović³

¹*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of crop science,
Belgrade-Zemun*

²*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of agricultural engineering,
Belgrade-Zemun*

³*Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade-Zemun*

Abstract: Adoption and improvement of different tillage systems toward agricultural sustainability has a great social, economical and environmental impact. The base of sustainability is a system productivity as ratio of output to input in a given system, measured in the same units, commonly as energy requirements. The objective of this study was to evaluate the aspect of energy requirements in the different soil tillage systems regarding total energy consumption under conventional tillage. The appropriate measuring at the field conditions, conducted during the period of investigation 1998-

2010 on the soil type of slightly calcareous Chernozem. Maize crop was grown under typical Balkan two-crop rotation with winter wheat. Grain yield of maize and energy efficiency were fallowed on the different tillage systems: conventional tillage (CTS - summer tillage of stubble + deep autumn plowing + pre-sowing preparation); reduced tillage (RTS – heavy disc harrowing); and no-tillage (NT - direct sowing into wheat stubble covered with all amounts of straw residues using no-till planter John Deer Max emerge 2 with the double disc openers). Results of examination have indicated high energy efficiency of No tillage Systems (NTS). Besides statistically lower yields being recorded comparing to a conventional tillage, good results with No-till system have actualizing necessity to continue research on new growing technology and to improve its implementation.

Key words: *Conventional Tillage, Reduced Tillage, No-tillage, Yield of Maize, Energy Efficiency*

Datum prijema rukopisa: 07.11.2011.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama:

Datum prihvatanja rada: 12.11.2011.



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

УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

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

Рад доставити у писаној и електронској форми на адресу Уредништва

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику
11080 Београд-Земун, Немањина 6; п. фах 127

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

Тип рада

Траже се оригинални научни радови и прегледни чланци. Прегледни радови треба да дају нове погледе, уопштавање и унификацију идеја у односу на одређени садржај и не би требало да буду превасходно изводи раније објављених радова. Поред тога, траже се и прелиминарни извештаји истраживања у форми краћих прилога. Ова врста прилога мора да садржи нека нова сазнања, методе или тех-нике који очигледно представљају нове домете у одговарајућој области. Кратки прилози објављиваће се у посебном делу часописа. У часопису је предвиђен простор 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 што краћем периоду 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, у фонту Times New Roman (tnr), font size 10 pt, проред Single space, са Justify поравнањем (justified alignment), уз увлаку првог реда 0,63 см (Format→Paragraph→Indents and Spacing→Special→First Line 0,63), маргине: Top 4,6 cm, Bottom 4,6 cm, Left 4,25 cm, Right 4,25 cm. Дужина рада је ограничена на 10 страна, укључујући слике, табеле, литературу и остale прилоге.

Наслов - Наслов рада треба да буде кратак, описан и да одговара захтевима индексирања (фонт: **tnr 12 PT BOLD, centrirano**) . Испод назива навести име сваког од аутора и установе у којој ради (*tnr 10 pt italic, (centrirano)* . Сугерише се да број аутора не буде већи од три, без обзира на категорију рада. Евентуално, шире прегледне саопштења могу се у том смислу посебно размотрити, у току ревизије.

Сажетак - У изводу треба дати кратак садржај онога шта је у раду дато, главне резултате и закључке који следе из њих. Дозвољени обим сажетка је 100 до 250 речи. У оквиру сажетка није дозвољено приказивање података табелама, графиконима, схемама или сликама, те навођење литературних извора. Уз сажетак навести максимално десет кључних речи, одвојених зарезом.

Abstract - дати на крају рада на енглеском језику у форми као сажетак, са кључним речима.

Литература - У попису литературе се не смеју наводити референце које у тексту нису цитиране. Литературу писати са фонтом tnr 9 pt, нумерисати са бројевима у великој загради. 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. Табеле, графикони и фотографије (црно беле с високим контрастом) морају бити укључене у текст (Таб. 1). Бројеве табела и наслове писати изнад табела. Текст у табелама писати у Font size 9 pt. Све текстуалне уносе у табелама дати упоредо на српском и енглеском језику. Свака табела мора да има означене све редове и колоне, укључујући и јединице у којима су величине дате, да би се могло разумети шта је у табели представљено. Свака табела мора да буде цитирана у тексту рада.

Слике - Слике треба да буду добrog квалитета укључујући ознаке на њима. Све слике по потреби треба да имају легенду. Објашњења симбола и мерне јединице треба да се дају у легендама слика. Све слике треба да буду цитиране у тексту. Слике и графиконе (Граф. 1) такође треба нумерисати, а бројеве и наслове писати испод графикона или слика (Сл. 1). Наслов слике или графикона треба да буде написан на српском и енглеском као и сви остали словни уноси у графиконима и slikama (*italic*).

Математичке ознаке (формулe) - писати у едитору формула (MS Equation ili MathType) са величином основног фонта tnr 10 pt. Формулe (центриране) обавезно нумерисати бројевима у загради (1) са десним уравњањем.

МОГУЋНОСТИ И ОБАВЕЗЕ СУИЗДАВАЧА ЧАСОПИСА

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

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

Права суиздавача

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

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

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

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

Како се постаје суиздавач часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

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

Приликом враћања потписаних уговора суиздавач шаље уредништву и своју адресу, логотип, текст огласа и рукописе прилога које жeli 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 2012. год. износи 20.000 динара. Напомињемо, на крају, да суиздавачки статус једној фирмам пружа могућност да са Факултетом, односно уредништвом часописа, разговара и договара и друге послове, посебно у домену издаваштва.

Научно-стручно информативни медијум у правим рукама

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

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

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

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

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

631(059)

ПОЉОПРИВРЕДНА техника : научни часопис =
Agricultural engineering : scientific journal / главни и
одговорни уредник Горан Тописировић. – Год. 1, бр. 1
(1963)- . - Београд; Земун : Институт за пољопривредну
технику, 1963- (Београд : Штампарија "Академска
издања") . – 25 cm

Тромесечно. – Прекид у излажењу
од 1987-1997. године
ISSN 0554-5587 = Пољопривредна техника
COBISS.SR-ID 16398594

