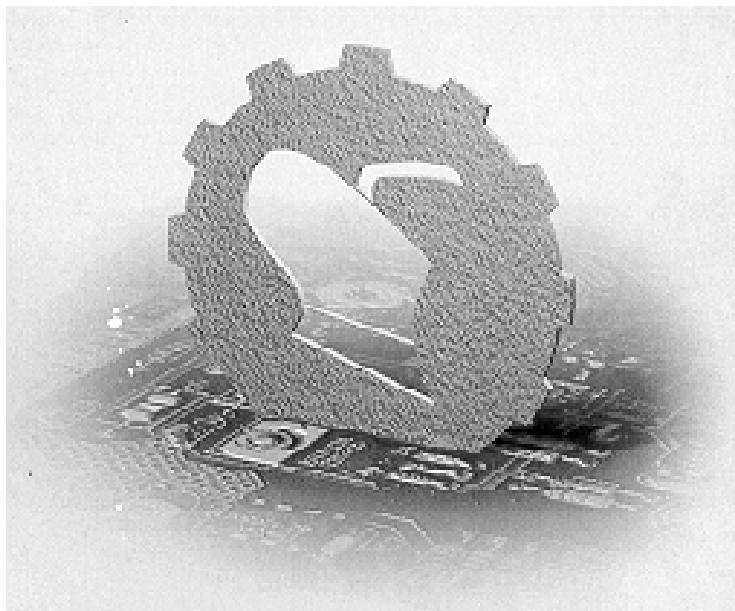


YU ISSN 0554 5587
UDK 631 (059)

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXXIII, Број 1, децембар 2008.

Издавач (Publisher)

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

За издавача:

Небојша Ралевић

Суиздавач (Copublisher)

"Флеш", Земун

Главни и одговорни уредник (Editor-in-Chief)

Милан Ђевић, Пољопривредни факултет, Београд

Техничка припрема (Technical arrangement)

Страхиња Ајтић, Пољопривредни факултет, Београд

Инострани уредници (International Editors)

Schulze Lammers Peter, Institut fur Landtechnik, Universitat, Bonn, Germany
Fekete Andras, Faculty of Food Science, SzIE University, Budapest, Hungary
Magó László, Hungarian Institute of Agricultural Engineering Gödollo, Hungary
Ros Victor, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Sindir Kamil Okyay, Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova - Izmir, Turkey
Vougiokos Stavros, Aristotle University of Tessaloniki

Mihailov Nicolay, University of Rousse, Faculty of Electrical Enginering, Bulgaria
Silvio Košutić, Faculty of Agriculture University of Zagreb, Croatia
Škaljić Selim, Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredni fakultet, Bosna i Hercegovina
Таневски Драги, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Земјоделски факултет, Скопје, Македонија
Димитровски Зоран, Универзитет "Гоце Делчев", Земјоделски факултет, Штип, Македонија

Уредници (Editors)

Марија Тодоровић, Пољопривредни факултет, Београд
Анђелко Бајкин, Пољопривредни факултет, Нови Сад
Мићо Ољача, Пољопривредни факултет, Београд
Милан Мартинов, Факултет техничких наука, Нови Сад
Душан Радivoјевић, Пољопривредни факултет, Београд
Раде Радојевић, Пољопривредни факултет, Београд
Мирко Урошевић, Пољопривредни факултет, Београд
Стева Божић, Пољопривредни факултет, Београд
Драгиша Раичевић, Пољопривредни факултет, Београд
Ђуро Ерцеговић, Пољопривредни факултет, Београд

Букан Вукић, Пољопривредни факултет, Београд
Франц Коси, машински факултет, Београд
Драган Петровић, Пољопривредни факултет, Београд
Горан Тописировић, Пољопривредни факултет, Београд
Зоран Милеуснић, Пољопривредни факултет, Београд
Милан Вељић, машински факултет, Београд
Драган Марковић, машински факултет, Београд
Саша Бараћ, Пољопривредни факултет, Приштина
Небојша Станимировић, Пољопривредни факултет, Зубин поток
Предраг Петровић, Институт "Кирило Савић", Београд
Драган Милутиновић, ИМТ, Београд

Савет часописа (Editorial Advisory Board)

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

Штампа: "Флеш" - Земун

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

AGRICULTURAL ENGINEERING

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

AGRICULTURAL ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL

**ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ**

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

АКТУЕЛНИ ПРОБЛЕМИ МЕХАНИЗАЦИЈЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ 2008.

Програмски одбор - Program board

Проф. др Душан Радивојевић, председник
Проф. др Мићо Ољача
Проф. др Стева Божић
Проф. др Ђуро Ерцеговић
Проф. др Ђукан Вукић
Проф. др Милан Ђевић
Проф. др Мирко Урошевић
Проф. др Драган Петровић
Проф. др Раде Радојевић
Проф. др Милован Живковић
Доц. др Горан Тописировић
Доц. др Зоран Милеуснић
Мр Марјан Доленшек

Организатори скупа - Organizers of meeting

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

Покровитељи скупа - Donors and support

Министарство за науку Републике Србије
Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије

Донатори

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

Место одржавања - Place of meeting

Пољопривредни факултет, Београд, **12.12.2008.**

Штампање ове публикације помогло је:

Министарство за науку Републике Србије

РЕЧ УРЕДНИКА

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, у својој мисији, односно, доприносу информацији и афирмацији области механизације пољопривреде, у укупном тиражу од четири броја 2008. године приказује радове који ће бити саопштени на скупу "Дан пољопривредне технике" 12.12.2008. године на Пољопривредном факултету у Београду - Земуну.

Укупни обим часописа обухвата 49 радова из области пољопривредне технике, који се могу груписати по тематским областима од генералног развоја, информационих технологија, погонских јединица, обраде земљишта, сетве и неге гајених биљака, убирања и транспорта, као и интензивног гајења и обновљивих извора енергије. Неравномерност у структури заступљености 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 скла-дишно дистрибутивних центара као генералног доприноса организацији малих пољопривредних произвођача, тржишно атрактивних сировина и при томе стварању амбијента већег степена финализације примарне производње. У наредном периоду истраживачи би требали да се оријентишу и на афирмацију обновљивих извора енергије базираних на могућностима остваривим у примарној пољопривредној производњи. У том смислу било би веома корисно објединити и усметити 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 Милан Ђевић

S A D R Ž A J

Sindir K.O., Martinov M., Skaljics S., Djevic M., Oztekin S., Ros V., Mihailov N., Kosutic S. ULOGA INŽENJERA POLJOPRIVREDNE TEHNIKE U ODRŽIVOM RURALNOM RAZVOJU	1
Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Dušan Radivojević, Nebojša Momirović, Goran Topisirović, Kosta Gligorević, Branko Radicević, Vladimir M. Oljača BEŽIČNI SENZORI U POLJOPRIVREDI DANAS, I BUDUĆE PERSPEKTIVE PRIMENE	7
Драгољуб Обрадовић, Предраг Петровић, Зоран Думановић, Горан Мицковић ПРИМЕНА НАУЧНИХ САЗНАЊА У ОБЛАСТИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ТРАКТОРА КОРИШЋЕЊЕМ ЕЛЕКТРОНСКЕ ОПРЕМЕ	21
Rajko Radonjić МОГУЋНОСТИ ИСПИТИВАЊА ВАНPUTНИХ VOZILA	31
Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Kosta Gligorević, Ivan Zlatanović ALTERNATIVNI POGON NA VANPUTNIM VOZILIMA	39
Božidar V. Krstić, Ivan Krstić, Vojislav Krstić ODREĐIVANJE DINAMIČNOSTI MOTORNIH VOZILA SA HIDRODINAMIČKIM PRENOSNIKOM SNAGE	51
Božidar V. Krstić, Vojislav Krstić, Ivan Krstić МОГУЋНОСТ SPREZANJA HIDRODINAMIČKOG PRENOSNIKA SNAGE SA POGONSKIM MOTOROM VOZILA I ANALIZA STABILNOSTI NJIHOVOG RADA	57
Aleksandar Ašonja EKONOMSKA OPRAVDANOST REPARACIJE LEŽIŠNIH SKLOPOVA	67
Steva Božić, Dušan Radivojević, Rade Radojević, Sanjin Ivanović, Goran Topisirović, Mićo Oljača, Kosta Gligorević, Branka Kalanović ORGANIZOVANO KORIŠĆENJE SREDSTAVA POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE	75
Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Kosta Gligorević, Miloš Pajić, Steva Božić, Rade Radojević, Zoran Dimitrovski TEHNIČKA REŠENJA UREĐAJA I OPREME ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI RADA MOBILNIH MAŠINA I TRAKTORA U POLJOPRIVREDI	89
Robert Jerončić NAJAVAŽNIJI RAZLOZI NESREĆA SA TRAKTORIMA U POLJOPRIVREDI I ŠUMARSTVU	101



UDK: 323.333

THE ROLE OF AGRICULTURAL ENGINEERING IN SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT IN SEE (SOUTH EASTERN EUROPE) COUNTRIES

Sindir K.O.¹⁾, Martinov M.²⁾, Skaljics S.³⁾, Djevic M.⁴⁾, Oztekin S.⁵⁾,
Ros V.⁶⁾, Mihailov N.⁷⁾, Kosutic S.⁸⁾

¹⁾Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova – Izmir, Turkey, ²⁾University of Novi Sad, Faculty of Engineering, Faculty of Agriculture, ³⁾University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, ⁴⁾University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia, ⁵⁾Cukurova University, Faculty of Agriculture, Adana, Turkey, ⁶⁾Technical University of Cluj-Napoca, Romania, ⁷⁾"Angel Kunchev" University, Faculty of Electrical & Electronic Engineering, Bulgaria, ⁸⁾University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Croatia

Abstract: Rural areas, especially in developing countries, are facing with numerous social, economical, cultural and environmental problems. Although there is a growing concern, in most cases, only very few farmers or inhabitants are able to follow contemporary, sustainable and environment-friendly methods in farming systems. The consequences of this are numerous, such as; poverty, significant migration to urban areas and unplanned suburban settlements. This has a significant impact on the national economy, demography, and environment.

The Association of Agricultural Engineering in South Eastern Europe (AESEE), recently have dealt with these significant problems of the rural communities of their region and herewith emphasized the role of agricultural engineers in overcoming the problems and providing applicable solutions for a sustainable rural development.

Key words: rural development, sustainable agriculture, agricultural engineering.

Introduction

United Nations Development Program (UNDP), in its Annual Report for 2007 (UNDP, 2007), warns the international community for the growing gap between rich and poor citizens, within both developed and developing nations, i.e. the richest 2% of the world's adult population now owns more than 50% of global household wealth whereas the bottom 50% own barely 1% and the gains from global growth are being highly unequally distributed. It is the poor who frequently end up with poor quality land, water,

fuel and other natural resources, which in turn limit their productivity. In trying to make a living, they may further degrade their immediate environment, leading to a vicious cycle. Environmental degradation and scarce resources both push people into poverty and keep them there, reinforcing inequities. Today, soil erosion, floods, draughts and pollution threatens the livelihoods of 2.6 billion people and over a billion people don't have clean water. Each year, sub-Saharan Africa loses more in productivity through poor water management than it gains through development aid and debt relief. It is, therefore, imperative to emphasize once again, the roles of agricultural engineering for rural development under these circumstances.

Status of the SEE Countries

Regarding the current general and economic indicators and the situation of agricultural structure and production in SEE countries involved within this study, namely Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Romania, Serbia and Turkey, Table 1 and 2 are provided. As can be seen from the tables, GDP per capita is very similar with the exception of Croatia, and agriculture's share in the GDP of the countries seems to be very similar with a slight difference of Serbia and Croatia.

Average farm size of each of the countries is fairly small for a profitable and rational farming practice and the majority (more than approx. 85%) of the farm holdings are below 10 hectares of size. Detailed country reports are presented by Kosutic, et al (2007).

Sustainable Rural Development in SEE Countries

During World Congress of the CIGR, entitled "Agricultural Engineering for a Better World" held in September 2006 in Bonn, a new Working group called "Rural development and preservation of cultural heritages" was established. By this act agricultural engineers expressed their interest and willingness to help rural development, not only as a typical, but as a cultural problem as well. From the country reports (Kosutic et al, 2007) it is obvious that rural underdevelopment is a critical point in the region of South East Europe.

As a result of the two workshops organized by this Working group it is important to put forward the common properties of rural areas in SEE countries. Firstly, rural life and economical activities within these countries are significantly based on natural resources, especially agriculture. Secondly, the economical, social and cultural development is much slower than urban parts of the countries. Thirdly, traditions have a significant effect on the life styles and rules of the rural communities. Technological adoption and advancement in production and its reflectance on rural life is spread over many years. People of the rural communities have much wider face to face relations. And finally, social security opportunities such as employment, health, insurance, retirement, communication, education, cultural activities, etc are poorer within the rural parts of these countries in general.

For a sustainable rural development in these countries, natural resources, such as land, water, plant and animal genetic resources, should be properly managed and conserved, human needs for present and future generations should be satisfied, ensured,

technological and institutional change should be oriented accordingly. It is also important to mention that such sustainability should be environmentally non-degrading, technically appropriate, economically viable and socially acceptable.

The problems of rural areas in the region of South-eastern Europe and also worldwide are recognized. The most significant problems in the region are; poverty, migration to the cities, lack of appropriate infrastructure, size and fragmentation of farms.

The society and agricultural engineering profession should be aware of these problems of welfare of rural area inhabitants and provide solutions in order to achieve comparable living conditions with those in cities.

Role of Agricultural Engineers in SEE

Engineering is a critical component for helping to meet the challenges facing increased crop production. In the early years of the Green Revolution, engineering made many technical contributions to reduce drudgery and help increase labour productivity. The opportunity is for contributing to an integrated system from field preparation all the way through the chain to end users.

Agricultural Engineers have, for some years, been discussing the present and future position of their profession. Actions like changing the name of the higher education institutes and title of the degrees to those more attractive and publicly well-known and acknowledged terminology or converting the agricultural engineering to and/or merging more with biological systems engineering were taken. However, besides these public awareness efforts, significant focus should also be given to how to realize their roles in sustainable rural development as engineers of agriculture.

Agricultural engineers should therefore;

- ensure an adequate and safe food supply for an expanding world population,
- manage and protect the world's vital water, soil, air and energy resources,
- help people through contribution to food production, food quality and safety, food storage, food processing, transport, packaging and marketing,
- help reduce the rural poverty and improve farmers' welfare,
- help poor farmers raise their incomes by "face to face" contacts,
- avoid environmental degradation, conserve natural resources and control pollution,
- reduce drudgery of work carried out in rural life, ensure labour productivity whilst enabling more timely operations for a better production.

It is important to note that young generations in both developed and developing countries prefer living in urban areas and leaving parents on their own at rural activities. This limits the sustainability of rural development.

As United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Intergovernmental Panels on Climate Change (IPCC) warn about the impacts of global warming and climate change, such as scarcity of food and water supplies, draughts, floods, migrations, increasing frequency of natural disasters, safety of food and water resources etc. In light of these climate change considerations, promotion of sustainable forms of agriculture; research on, and promotion, development and increased use of, new and renewable forms of energy, and of advanced and innovative environmentally sound

technologies are to be implemented. All these and many other measures are directly related with the profession of agricultural engineering.

It is also foreseen that climate change will bring serious risks of draught and flood conditions in Southern and Eastern parts of Europe. It is, therefore crucial to pay particular attention to conservation and management of soil and water resources, adaptation and breeding of draught-resistant crop and livestock varieties and create awareness of rural communities through intensive training and extension services in the region. Agricultural engineers will certainly play a critical role in fight with these impacts of climate change.

For a sustainable rural development, farmers need to secure their income through adequate prices and also secure market conditions. Integration of farming activities with agro-industry, in other words a complete chain of food production from farm to consumers brings about an important role for agricultural engineers.

This paper, co-authored by scientists from many of the South East European countries, all of whom are members of the Executive Committee of the Association of Agricultural Engineering in South Eastern Europe, will give a focus on current problems of rural development in the SEE region and the role of agricultural engineers in dealing with these problems.

Recommendations

Agricultural engineers, besides their common professional activities, should create the awareness of the rural area problems in the society through educational process and media.

Multi functionality and non-economic values of agriculture should be recognized by the society, i.e. preventing desertification, preserving the environment and landscape.

Continuation of rural life enables preservation of cultural heritage and contributes to cultural diversity.

The working group set up on this issue in the frame of CIGR should be supported for an effective study.

Agricultural engineering must support development of on-farm processing up to getting shelf-ready products especially of traditionally home made foods.

Assurance and control of safety and quality of this production is a special challenge for agricultural engineering.

Extension services of any model of organization should be supported in any means, but reinforced in the quality, being able to help solving also other herewith identified needs or rural area.

Indigenous knowledge should also be respected and included in tools aimed in participatory rural development.

A multi-disciplinary regional project is needed to state problems of rural areas more precisely, to define possible solutions and needed tools. Such a project will include diverse expertise from the scientific fields of sociology, demography, economy, technology, etc.

Implementation of renewable energies can be a good tool for development of rural areas through which local materials and human resources can be used. It is necessary to search for funds and draw a concept of a regional project on this topic.

REFERENCES

- [1] Anonymous (2005): Agricultural Engineering and its Role in Development of Rural Areas. Report of the 1st Round Table Meeting organized by CIGR Working Group on Rural Development and the Preservation of Cultural Heritages and the AESEE - Association of Agricultural Engineering in Southeastern Europe. Ege University, Izmir, Turkey.
- [2] Anonymous (2007): Agricultural Engineering and its Contribution to Sustainable Rural Development. Report of the 2nd Round Table Meeting organized by CIGR Working Group on Rural Development and the Preservation of Cultural Heritages and the AESEE - Association of Agricultural Engineering in Southeastern Europe Faculty of Agriculture, Department for Agricultural Engineering, University of Belgrade, Serbia.
- [3] Kosutic, S., G. Fabijanic, M. Martinov, K.O. Sindir, N. Mihailov, V. Ros, S. Skaljic (2007): 'Agricultural Engineering in South East Europe - Status and Prospects'. 35. Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia.
- [4] UNDP (2007): Making Globalization Work for All. UNDP Annual Report.

ULOGA INŽENJERA POLJOPRIVREDNE TEHNIKE U ODRŽIVOM RURALNOM RAZVOJU

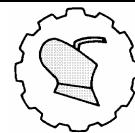
Sindir K.O.¹⁾, Martinov M.²⁾, Skaljics S.³⁾, Djevic M.⁴⁾, Oztekin S.⁵⁾,
Ros V.⁶⁾, Mihailov N.⁷⁾, Kosutic S.⁸⁾

¹⁾Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova – Izmir, Turkey, ²⁾University of Novi Sad, Faculty of Engineering, Faculty of Agriculture, ³⁾University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, ⁴⁾University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia, ⁵⁾Cukurova University, Faculty of Agriculture, Adana, Turkey, ⁶⁾Technical University of Cluj-Napoca, Romania, ⁷⁾"Angel Kunchev" University, Faculty of Electrical & Electronic Engineering, Bulgaria, ⁸⁾University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Croatia

Sadržaj: Ruralni regioni, posebno u zemljama u razvoju, suočavaju se sa brojnim socijalnim, ekonomskim, kulturološkim i ekološkim problemima. Iako se o ovim problemima često govori jako mali broj farmera je u mogućnosti da prati savremene, održive i ekološki prihvatljive tehnološko-tehničke sisteme poljoprivredne proizvodnje. Posledice ovoga su brojne i ogledaju se u siromaštву, migraciji u urbana područja i neplanskoj gradnji u prigradskim naseljima. Ovakve pojave značajno utiču na nacionalnu ekonomiju, demografiju i životnu sredinu.

Udruženje inžinjera poljoprivrede Jugoistočne Evrope se u poslednjih nekoliko godina bavi ovom problematikom. U ovom radu je analizirana uloga inžinjera poljoprivredne tehnike u prevazilaženju problema ruralnih područja u regionu. Shodno tome, data su i neka aplikativna rešenja koja vode ka održivom ruralnom razvoju.

Ključne reči: ruralni razvoj, održiva poljoprivreda, poljoprivredna tehnika.



UDK: 303.645.063

BEŽIČNI SENZORI U POLJOPRIVREDI DANAS, I BUDUĆE PERSPEKTIVE PRIMENE

***Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Dušan Radivojević,
Nebojša Momirović, Goran Topisirović, Kosta Gligorević,
Branko Radičević, **Vladimir M. Oljača**

**Poljoprivredni fakultet - Beograd, Zemun*
***Student, Fakultet organizacionih nauka - Beograd*

Sadržaj: U radu je dat pregled (današnjeg) skorašnjeg razvoja bežičnih senzorskih tehnologija i standarda za komunikacije putem bežičnih senzora. Dati su primeri bežičnih senzora i senzorskih mreža primenjenih u kontroli sredine u poljoprivredi, preciznoj poljoprivredi, mašinama zasnovanim na M2M komunikaciji i kontrolama procesa, izgradnji i automatizaciji opreme i RFID zasnovanim sistemima praćenja. Rad takođe razmatra prednosti bežičnih senzora i probleme prepreka koje ometaju njihovo brzu primenu u istraživanjima u poljoprivredi. Na kraju, data je i kraća analize razvoja tržišta, razmatrani su budući trendovi razvijanja tehnologije bežičnih senzora i primena u poljoprivredi.

Ključne reči: Sistem M2M; ZigBee; Bluetooth; RFID.

Upotrebljene skraćenice:

M2M, *machine-to-machine, machine-to-mobile or mobile-to-machine* – mašina-mašina, mašina-mobilni, ili mobilni-mašina;
CAN, *controller area network* – mreža kontrolnog područja;
CDMA, *code division multiple access* – metod pristupa komunikacionim kanalima;
GSM, *global system for mobile communications* – globalni sistem mobilnih komunikacija;
GPRS, *general packet radio service* – usluga koja omogućuje pristup Internetu mobilnim korisnicima; HVAC, *heating, ventilation and air conditioning* – grejanje, ventilacija i regulacija klime;
IEEE, *Institute of Electrical and Electronics Engineers* – Institut inžinjera elektronike;
IrDA, *a suite of protocols for infrared data exchange* – paket protokola za razmenu podataka putem tehnologije infracrvenih zraka;
IT, *information technology* – informacione tehnologije;
LAN, *local area network* – lokalna mreža;
MEMS, *micro-electro-mechanical systems* – mikroelektromehanički sistemi;
NCAP, *network capable application processor* – procesor sposobljen za mrežu;
NIST, *National Institute of Standards and Technology* – Nacionalni institut za standarde i tehnologiju; PDA, *personal digital assistant* – lični digitalni pomoćnik, džepni računar;

RAS, *remote application server* – daljinski korisnički server;
RFID, *radio frequency identification technology* – tehnologija prepoznavanja radio frekvencija;
SPWAS, *solar-powered data acquisition stations* – sakupljačke stanice podataka koje rade na solarnu energiju;
STIM, *smart transducer interface module* – interfejs modul sa "pametnim" transduktorom;
TEDS, *transducer electronic data sheet* – transdiktorski "list" elektronskih podataka;
TII, *transducer-independent interface* – interfejs sa nezavisnim transduktorom;
USDA, *US Department of Agriculture* – Ministarstvo poljoprivrede SAD;
WiFi, *wireless fidelity, usually refer to any type of IEEE 802.11 network* – bežična lokalna računarska mreža, koja se zasniva na IEEE 802.11 standardu;
WINA, *wireless industrial networking alliance* – bežična industrijska mrežna alijansa;
WLAN, *wireless local area network* – bežična lokalna mreža;
WPAN, *wireless personal area network* – bežična lična mreža;
WPS, *wireless probe system* – sistem bežičnih sondi;
WPSRD, *wireless personal safety radio device* – bežični lični sigurnosni radio uređaj.

1. UVOD

Prema mnogobrojnoj literaturi danas su bežične tehnologije prenosa podataka i signala (Wierles technology) pod ubrzanim razvojem. Naročito se to može konstatovati za poslednjih desetak godina. Vrste bežičnih tehnologija koje se razvijaju variraju od jednostavnih IrDA uređaja, koji koriste infracrveno zračenje za komunikaciju na maloj udaljenosti i od tačke do tačke, WPAN mreža za kratkometražne komunikacije od jedne do više tačaka (poput Bluetooth-a i ZigBee-a), preko WLAN mreža srednjeg dometa, do sistema mobilne telefonije velikih udaljenosti, poput sistema GSM, GPRS i CDMA.

Većina ljudi u Svetu primećuje snažan efekat bežičnih tehnologija uglavnom zbog posebno velikog rasta tržišta mobilnih telefona. Ipak, malo ljudi je shvatilo da će potražnja za širim opsegom bežičnih međuljudskih komunikacija, poput mobilnih telefona, uskoro postati manji deo ukupno raspoložive širine frekventnog opsega, možda samo 3% do kraja dekade (Sensors Magazine, 2004).

Daleko veći potencijal leži u razvijanju i primeni drugih vrsta bežičnih tehnologija, posebno bežičnih senzora i senzorskih mreža, počevši od vojnog i ekološkog nadgledanja, preko "mašina-mašina" komunikacija (M2M) i konačno, do svih mnogobrojnih aspekata života.

Bežična senzorska mreža je sistem sastavljen od prijemnika radio frekvencija (RF), senzora, mikrokontrolera i izvora napajanja. Bežične mreže senzora koje imaju sposobnosti da se same organizuju, konfigurišu, dijagnoziraju i opravljaju greške razvijene su da reše probleme ili omoguće upotrebe senzora koje tradicionalne tehnologije nisu mogle obezbediti. Kada postanu dostupne, ove tehnologije bi nam omogućile da pronađemo mnoge druge upotrebe koje ranije nisu mogle biti smatrane ostvarljivim.

Tehnologija bežičnih senzora je i dalje u ranoj fazi svog razvitka. Primena bežičnih senzora u poljoprivredi i industriji hrane još uvek je retka. Namena ovog rada je da pruži pregled dostupnih tehnologija bežičnih senzora koje su primenljive u poljoprivredi i industriji hrane. Primeri takve primene mogu se pronaći opsežnijom pretragom literature i Interneta.

2. ZAŠTO BEŽIČNI SENZORI ?

Prednost bežičnog prenosa podataka je značajno smanjenje i pojednostavljenje vodova od žice u opremi za merenje podataka. Procenjeno je (Crossbow Technology Inc, 2004), da tipično opremanje žičanim električnim vodovima u industrijskim postrojenjima košta od 130 do 650 US\$ po jednom metru opreme i da bi prihvatanje bežične tehnologije eliminisalo 20-80% ovih troškova (Sensors Magazine, 2004). Dodatna ušteda u ukupnim troškovima mogla bi se ostvariti efikasnijom kontrolom opreme preko efektnije kontrole sredine. Primera radi, kompanija "Honeywell" je instalirala bežični sistem radi nadgledanja ventila za ispuštanje viška vodene pare i tako uštedela 100.000 do 300.000 US\$ godišnje.

Bežični senzori omogućavaju u nekim slučajevima nemoguću upotrebu senzora, poput nadgledanja opasnih, rizičnih, nepovezanih i udaljenih predela i lokacija. Ova tehnologija pruža gotovo neograničenu fleksibilnost instalacija senzora i povećanu pouzdanost mreže. Dodatno, bežične tehnologije umanjuju troškove i složenost održavanja.

Bežične senzorske mreže omogućavaju brže dostavljanje i instalaciju raznih tipova senzora, jer mnoge od ovih mreža pružaju sposobnosti da se same organizuju, konfigurišu, dijagnoziraju i opravljaju greške senzorskih čvorova. Neke od njih takođe omogućuju i fleksibilno proširenje mreže.

Tehnologija bežičnih senzora omogućava spajanje MEMS senzora sa pojačavačima signala i radio jedinicama, formirajući tako senzorske čvorove sa veoma niskim troškovima, malim dimenzijama i niskim energetskim zahtevima. MEMS senzori statičnosti, pritiska, temperature, vlažnosti, deformacija i razni drugi senzori za merenje udaljenosti, pozicije, brzine i vibracija integrисани su u bežične senzorske čvorove i dostupni su na tržištu (Crossbow Technology Inc, 2004).

Još jedna prednost bežičnih senzora je i njihova mobilnost. Ovi senzori mogu biti smešteni u transportna vozila radi nadgledanja sredine u pokretu. Takođe mogu biti postavljeni i na rotirajuću opremu, poput osovina, da bi se izmerili neki bitni parametri.

Većina bežičnih senzora ima pojačavače i obrađivače signala instalirane na mestu gde su i sami senzori i signal emituju u digitalnom obliku. Usled toga, pojava šuma postaje manje bitan problem. A naravno, pošto su kablovi otklonjeni iz procesa prenosa podataka, pouzdanost signala je povećana.

3. HARDVERSKI I SOFTVERSKI ZAHTEVI ZA BEŽIČNE SENZORE I SENZORSKE ČVOROVE

Hardverske zahteve za bežične senzore čine: (1) otporna i pouzdana radio tehnologija, (2) procesor podataka niske cene i malih energetskih prohteva, (3) fleksibilan način unošenja/čitanja podataka sa raznih senzora, (4) energetski izvor dugog životnog veka i (5) fleksibilna razvojna platforma slobodnog pristupa. Razne vrste senzorskih čvorova, koji su integrисани u radijske procesorske jedinice, razvijene su da bi se zadovoljili ovi zahtevi.

Softverske zahteve za bežičnim senzorima čine: (1) mala štampana ploča za rad sa malim procesorima, (2) efikasna upotreba energije, (3) sposobnost višestruke obrade podataka, (4) visoka modularnost i (5) pouzdano ad-hoc umrežavanje koje zahteva male energetske resurse. "Tiny OS" operativni sistem, koji je u fazi razvitka, služi kao dobar primer takvog softvera. (Crossbow Technology Inc, 2004).

U postavci bežične senzorske mreže, čvor mreže može biti formiran od senzorske table za prikupljanje podataka i malog baterijskog senzorskog čvora, tzv. "mota" (procesorske/radio table). Ovi čvorovi mogu da komuniciraju sa pristupnom jedinicom, koja ima mogućnost komunikacije sa drugim računarima putem drugih mreža, poput LAN-a, WLAN-a, WPAN-a i Interneta. Bežične senzorske table koje su dostupne na tržištu mogu posedovati merače ubrzanja, barometarske senzore pritiska, svetlosne senzore, GPS module, senzore temperature, vlažnosti i akustičnosti, magnetne RPM senzore, magnetometre, piroelektrične detektore IR zastupljenosti, detektore solarne radijacije, senzore vlažnosti i temperature zemljišta, senzore brzine veta, merače padavina i seizmičke senzore.

4. BEŽIČNI STANDARDI I VLASNIČKE TEHNOLOGIJE BEŽIČNIH SENZORA

Razni bežični standardi su ustanovljeni, i na primer, među njima, standardi za bežični LAN, IEEE 802.11b ("WiFi") (IEEE, 1999b) i bežični PAN, IEEE 802.15.1 (Bluetooth) (IEEE, 2002) i IEEE 802.15.4 (ZigBee) (IEEE, 2003), koji se koriste malo šire za merenja i primene automatizacije. Svi ovi standardi koriste instrumente, naučne i medicinske (ISM) radijske opsege, uključujući i opsege od 902–928 MHz (SAD), 868–870 MHz (Evropa), 433,05–434,79 MHz (SAD i Evropa) i 314–316 MHz (Japan), kao i opsege od 2,400–2,4835 GHz (prihvaćene širom sveta). U globalu, niža frekvencija dozvoljava veći transmisioni domet i jaču sposobnost prodiranja kroz zidove ili staklo.

Ali, usled činjenice da su radio talasi nižih frekvencija lakši za "upijanje" od strane raznih materijala, poput vode ili drveća, i toga da se radio talasi viših frekvencija lakše rasipaju, efektivna transmisiona udaljenost za signale prenošene putem visokofrekventnih radio talasa ne mora biti kraća od one koja je potrebna za signale prenošene niskofrekventnim talasima sa istom vrednošću emisione jačine. Opseg od 2,4 GHz ima širi pojas koji dozvoljava više kanala i menjanje frekvencija, a pri tom i kompaktnije antene.

Bežični LAN (IEEE 802.11) je fleksibilan komunikacioni protokol za podatke postavljen da produži ili zameni žičanu lokalnu mrežu, poput Etherneta. Širina pojasa protokola 802.11b je 11Mbits i radi na frekvenciji od 2,4 GHz. Bluetooth (IEEE 802.15.1) je bežični protokol koji se primenjuje za komunikaciju na kraćim rastojanjima. On koristi radio opsege od 868 i 915 MHz i 2,4 GHz za komunikaciju od 1 Mbit do između 8 uređaja.

Bluetooth se smatra dostojnom zamenom za mobilne uređaje. Uglavnom je predviđen da maksimizira funkcionalnost mreže.

Standard IEEE 802.15.4 je fizička radio specifikacija koja pruža povezivost sa niskim protokom podataka između relativno jednostavnih uređaja koje troše minimalne količine energije i koji su uobičajeno povezani na kraćim rastojanjima. Idealan je za nadgledanje, kontrolu, automatizaciju, opažanje i praćenje u domaćinstvima, medicinskim i industrijskim sredinama. Karakteristike IEEE 802.15.4 su:

- 868 MHz opseg, 1 kanal, 20 kbps;
- 915 MHz ISM opseg, 10 kanala, 40 kbps;
- 2.4 GHz ISM opseg, 16 kanala, 250 kbps;
- povezivanje do 255 uređaja u jednu mrežu;
- potpun protocol za pouzdanost prenosa;
- upravljanje napajanjem za obezbeđivanje niske energetske potrošnje.

ZigBee tehnologija je osnovana od strane ZigBee Aljanse koju podržava u Svetu, više od 70 kompanija članica koje proizvode ili rade na problemima komunikacija i prenošenja podataka. ZigBee tehnologija, postojećem standardu 802.15.4 pridodaje mrežni, bezbednosni i aplikativni softver. Zahvaljujući svojim niskim energetskim zahtevima i jednostavnoj mrežnoj konfiguraciji, ZigBee je dugo smatran za najperspektivnijeg od svih bežičnih senzora. Ali, danas su, ZigBee specifikacije su još uvek u razvoju.

Upoređenje tri bežična standarda (Tab. 1), prikazuje, koji su sistemi najpogodniji za bežične senzorske mreže.

Tab. 1. Upoređenje LAN, Bluetooth i Zigbee mreža

Karakteristika	WiFi (IEEE 802.11b)	Bluetooth (IEEE 802.15.1)	ZigBee (IEEE 802.15.4)
Radio	DSSS*	FHSS**	DSSS
Prenos podataka	11 Mbps	1 Mbps	250 kbps
Čvorova po masteru	32	7	64,000
Kašnjenje sistema	Do 3 s	Do 10 s	30 ms
Tip podataka	Video, audio, grafika, slike, fajlovi	Audio, grafika, slike, fajlovi	Mali paketi podataka
Domet (m)	100	10	70
Mogućnost proširenja	Roming omogućen	Ne	Da
Vek baterije za napajanje	Sati	1 nedelja	>1 godina
Cena materijala (US\$)	9	6	3
Složenost sistema	Složen	Vrlo složen	Jednostavan

* DSSS, direct sequence spread spectrum – opseg rasprostiranja sa direktnim nizom

**FHSS, frequency hopping spread spectrum – opseg rasprostiranja sa preskakanjem frekvencija

Bežični standardi takođe regulišu i probleme sa mrežama kod bežičnih senzora. Tri vrste mreža: zvezdasta, hibridna i isprepletana mreža su razvijene i standardizovane. Bluetooth tehnologija koristi zvezdaste mreže, koje čine piko-mreže i skater-mreže. Svaka piko-mreža spaja jedan master čvor sa maksimalno 7 slave čvorova, a u skater-mrežu se spaja više piko-mreža, formirajući tako ad-hoc mrežu. ZigBee tehnologija koristi hibridne zvezdaste mreže koje koriste više master čvorova sa ruterskim sposobnostima koje spajaju slave čvorove, koje nemaju ruterske sposobnosti (Sensicast, 2004).

Najefikasnija mrežna tehnologija koristi peer-to-peer (korisnik do korisnika), isprepletane mreže koje dozvoljavaju svim čvorovima u mreži da poseduju ruterske sposobnosti. Isprepletane mreže dozvoljavaju autonomnim čvorovima da se samointegrišu u mrežu. To takođe omogućuje informacijama iz senzora da se rasprostiru širom mreže sa visokim stepenom pouzdanosti i preko šireg područja. Dodatno, to omogućuje vremensku sinhronizaciju i nisku potrošnju energije "osluškivača" u mreži, produžujući na taj način vek baterije (Crossbow Technology Inc, 2004).

Kada veći broj bežičnih senzora treba da bude povezan u jednu mrežu, nekoliko nivoa umrežavanja može biti kombinovano. Primera radi, 802.11 (WiFi) isprepletana mreža, sačinjena od najmodernijih čvorova, poput pristupnih jedinica, može biti postavljena na ZigBee senzorsku mrežu da bi se tako održao visok nivo performansi u ispitivanju.

Daljinski aplikativni server (RAS) takođe može biti postavljen u polju, blizu lokalne senzorske mreže, da njom upravlja, sakuplja lokalizovane podatke, hostuje aplikacije sa mreže, daljinski pristupa mobilnoj mreži putem GSM/GPRS tehnologija ili CDMA zasnovanog modema i na kraju pristupa Internetu i udaljenim korisnicima (Crossbow Technology Inc, 2004)

Vlasničke tehnologije bežičnih senzora razvijene su čak i pre donošenja raznih standarda. Primera radi, Crossbow Technology je proizvela seriju proizvoda bežičnih senzora, uključujući pominjane "motove" koje rade na raznim frekvencijama, razne senzorske table i pristupne jedinice. Novi model "motova" skoro je razvijen da bi bio kompatibilan sa ZigBee specifikacijama. Novi model "motova" koji se trenutno razvija omogućavao bi emitovanje signala preko razdaljina od nekoliko milja (Crossbow Technology Inc, 2004). Freescale Semiconductor, Inc. takođe proizvodi softver i hardver koji zadovoljava standarde senzorske bežične mreže (Freescale, 2004.).

5. PRIMENA BEŽIČNIH SENZORA I MREŽA U POLJOPRIVREDI

Upotreba bežičnih senzora i mreža u poljoprivredi (i prehrambenoj industriji) je još uvek u početnoj fazi. Njihova primena se može pojaviti u pet kategorija: (1) praćenje stanja sredine, (2) precizna poljoprivreda, (3) kontrola mašina i procesa, (4) izgradnja i automatizacija postrojenja i (5) sistemi za praćenje.

5.1. Praćenje stanja sredine

Uprkos ubrzanim razvoju računarskih tehnologija, određeni podaci ispitivanja sa terena, kao što su vremenska prognoza i tehnološka ispravnost – kvalitet vode, i dalje zavise od stacionarnih senzora i baza podataka, i klasične merne opreme, olovke i papirnih sveski, koji su međutim skloniji pravljenju grešaka prilikom obrade podataka (Vivoni i Camilli, 2003). U Srbiji (2008), na kontinualnom praćenju stanja čovekove okoline, danas rade odredene Institucije koje na primer za praćenje meteoroloških podataka ili kvaliteta vode i vazduha koriste kombinaciju merne opreme koja u nekim delovima ima i savremeniju opremu koja uključuje i bežični prenos podataka do centralnih računarskih jedinica (Meteorološki zavod Srbije). Takođe postoje merni uređaji (senzori) koji su daljinskim putem dostavljali podatke merenja centralnom računaru, o zagađenju vazduha (na primer: 18 mernih mesta za SO₂ i 4 merna mesta za CO₂), na teritoriji Beograda), za studiju kvaliteta vazduha u Beogradu (2007).

5.1.1. Praćenje vremenskih prilika

Postoje podaci istraživanja, (Discovery Channel, 2003) o primeni bežičnih senzor mreža u vinogradima u Britanskoj Kolumbiji u Kanadi. U ovom istraživanju 65 senzorskih mesta je bilo instalirano na 40 ha zemljišta sa vinogradom, da bi se daljinski pratili parametri: temperatura, vlažnost zemljišta, brzina vetra, i jačina sunčevih zraka. Dobijeni podaci su bežičnom tehnologijom prenešeni u PC računar (kontrolni centar) svakih 5 minuta. Na ovaj način korisnik je lako mogao da nadgleda svaki deo vinograda, imajući podatke u realnom vremenu radi sprečavanja štete od mraza, načina organizovanja navodnjavanja, rasporedu đubrenja i rasporedu berbe.

5.2. Precizna poljoprivreda

Bežični senzori se koriste u preciznoj poljoprivredi u cilju pomoći pri (1) prikupljanju podataka u prostoru, (2) preciznom navodnjavanju, (3) tehnologiji promenljivog kretanja i (4) distribuciji podataka farmerima.

5.2.1. Prikupljanje podataka u prostoru

Mobilni sistem za prikupljanje podataka je razvijen od strane Gomide et al. (2001) radi prikupljanja podataka za upravljanje i prostorno-varijabilne studije. Sistem se sastoji od vozila za prikupljanje podataka, rukovaoca vozilom i sistema za kontrolu i upravljanje podacima mašinama na farmi. Sistem je bio u stanju da izvrši lokalno snimanje terena i prikupi podatke o vlažnosti, čvrstini i snabdevnosti zemljišta potrebnim elementima, količini prinosa biomase, indexu lisnate površine, temperaturi lista, sadržaju hlorofila, količini potrebne vode za biljke, lokalnim vremenskim uslovima, napadu insekata ili biljnih bolesti, prinosu po zrnu, i slično. Vozilo za prikupljanje podataka prikuplja podatke iz mašina putem sistema WLAN-a i analizira, skladišti i šalje bežično podatke operateru vozila. Operater i mehaničari u vozilu prate performanse rada mašina sa farme i zahteve sistema za podacima, rešavajući probleme na osnovu povratnih informacija.

5.2.2. Prezirno navodnjavanje zemljišta

Damas et al. (2001) su razvili i testirali raspodeljene, daljinski kontrolisane, automatske sisteme za navodnjavanje radi kontrole 1500 ha oblasti za navodnjavanje u Španiji. Oblast je bila podeljena u sedam podregiona sa ukupno 1850 instaliranih hidranata. Svaki podregion je praćen i kontrolisan od strane kontrole tog sektora. Sedam kontrola svakog sektora je komuniciralo međusobno preko centralne kontrole putem WLAN mreže. Testovi na terenu su pokazali 30 do 60% uštede u potrošnji vode upotrebljene za navodnjavanje.

Evans and Bergman (2003) su vodeći u USDA istraživačkoj grupaciji koja izučava precizne, samopogonske, linearne pokretačke i centralno postavljene sisteme navodnjavanja. Bežični senzori su korišćeni u sistemu za podršku rasporedu navodnjavanja kombinujući podatke o vremenskim prilikama, daljinskom korišćenju podataka i želji korisnika.

Prema podacima (AVITAL d.o.o., Beograd, Netafim Irrigation, 2007) na 140 ha voćnjaka za jabuke u Srbiji (Kompanija BioStar, Vojvoda Stepa, 2007.) ugrađeno je 40 senzorskih davača u kombinovanu mrežu prikupljanja podataka za praćenje: temperature vazduha, brzine vetra, vlažnosti zemljišta. Podaci su poslati upravljačkoj jedinici NMC 64, zbog kontrole početka ili kraja navodnjavanja u sistemu kap-po-kap sa mogućnosti istovremenog dodavanja vodotopivih đubriva.

5.2.3. Distribucija podataka farmerima

Jensen et al. (2000) razvija Web server koji omogućuje dobijanje informacija o štetočinama i biljnim bolestima i vremenskoj prognozi. Farmeri mogu da dobiju informacije direktno preko Interneta koristeći ih za svoje planiranje i raspoređivanje poljoprivrednih poslova u određenim fazama. USDA (Flores, 2003) je sprovedla istraživanje u Misisipiju radi razvijanja sistema brze bežične mreže da bi pomogla farmerima da dobiju slike vremenski prilika i prognoze preko WLAN-a do svojih ličnih računara. Ovi podaci se uglavnom korišćene za precizno organizovanje farmerskih poslova.

5.3. Mašine i kontrola procesa – M2M

M2M je tehnologija koja podržava žičane ili bežične (WPAN, WLAN, mobilni sistemi...) komunikacije između mašina, od mašine do mobilnog primača signala ili obrnuto. M2M tehnologija uveliko povećava automatizaciju sistema (mašinskog sistema,

procesa ili posla) i integriše imovinu u okviru sistema sa IT sistemom. Ovaj koncept je uglavnom razvijen za industriju. Primeri primene M2M tehnologije u poljoprivredi mogu biti kategorizovani na (1) navođenje vozila (2) upravljanje mašinama (3) robotsku kontrolu i (4) kontrolu procesa, iako nijedna od ovih primena ne koristi M2M tehnologiju u pravom smislu.

5.3.1. Navođenje vozila

Sistem komunikacije između vozila zasnovan na WLAN-u ispitivan je (Guo and Zhang, 2002) da bi se razmenjivale informacije između vozila o stanjima vozila i operacionoj kontroli. Laboratorijski i testovi na terenu su pokazali izvodljivost bežične komunikacije između vozila koja učestvuju u pojedinim agrotehničkim operacijama.

Stentz et al. (2002) su razvili bežični link između traktora i nadzora u agregatu koji sačinjavaju polu-nezavisni traktori. Svaki traktor opremljen odgovarajućim senzorima imao je mogućnost da detektuje ljude, životinje ili druga vozila na unapred definisanoj putanji kretanja. Traktor je morao da stane pre nego što udari u prepreku, i tako da stoji sve dok ne primi komande od supervizora preko bežičnog linka, za nastavak radne operacije.

5.3.2. Upravljanje mašinama

McKinion et al., 2003, McKinion et al., 2004a i McKinion et al., 2004b su uspostavili komunikacioni sistem baziran na WLAN-u radi povezivanja farme (stanice) sa mašinama, kao što su kombajni za pamuk, oprema za zaštitu, različita oprema i ručni digitalni asistenti u polju, koji dozvoljavaju brzu tačnu i dvosmernu komunikaciju. Krallmann and Foelster (2002) navode da pokretni sistem za poljoprivredne mašine zahteva WLAN sa brzinom prenosa od 11 Mbit/s, da bi se obezbedila maksimalna dostupnost i minimizirano vreme nedostupnosti sistema.

5.4. Automatizacija kontrolisanih prostora

Poljoprivredni objekti kao što su staklenici i objekti sa životnjama uključuju HVAC, kontrolu osvetljena, upravljanje energijom, kontrolu pristupa i bezbednost od požara. Standardi za žičane HVAC sisteme kontrole (Lon Works, Bzc Net.) su odavno u eksploataciji, dok se standardi za bežične sisteme trenutno razvijaju (Crossbow Technology Inc., 2004).

5.4.1. Kontrola staklenika

Serôdio et al., 1998 i Serôdio et al., 2001 su razvili i testirali sistem za upravljanje i kontrolu za više staklenika. Više komunikacionih tehnika je korišćeno za razmenu podataka. U svakom stakleniku je korišćena WLAN mreža sa frekvencijom od 433,92 MHz da se poveže mrežni senzor sa lokalnim kontrolorom. Kontrolna prostorna mreža (CAN) je obezbeđena radi povezivanja mreže za izvršenje komandi sa lokalnim kontrolorom. Kroz drugu radio vezu (458 MHz) nekoliko lokalnih kontrolora je povezano sa glavnim PC računaram.

Morais et al. (1996) su implementirali bežičnu mrežu koja je služila da prikupi spoljne i unutrašnje klimatske podatke za plastenike u Portugaliji. Nekoliko solarnih sakupljačkih stanica (SPWAS) je postavljeno unutar i van staklenika da bi se merili lokalni klimatski uslovi. Radio linkovi su postavljeni između sakupljačkih stanica i bazne stanice, koja je korišćena da kontroliše SPWAS-stanice i čuva podatke.

Momirović N., Vasić B., Oljača V.M. (2007), u istraživanjima *kontrole mikroklima u plastenicima*, za proizvodnju povrća u zaštićenom prostoru, eksperimentalno koriste bežičnu kontrolu centralnog PC računara i programa, koji imaju mogućnost delimične intervencije u automatskom pokretanju sistema ventilacije plastenika. Istraživanja su sprovedena na oglednom polju d.o.o. "Zeleni Hit", Beograd, Srbija.

5.4.2. Prostorije za boravak životinja

Praćenje klimatskih uslova u štali može pomoći održavanju dobrog zdravlja životinja. Pessel i Denzer (2003) su razvili prenosivi instrument za merenje temperature, relativne vlažnosti, buke, osvetljenosti i procenat amonijaka u vazduhu u štali. Ovaj instrument prenosi podatke do računara preko tehnologije infracrvenih zrakova.

Kvalitet vazduha u prostorima za jahanje konja je veoma važan za konje, kao i za jahače. Da bi pratili temperaturu i vlažnost u halama korišćeno je nekoliko Hob-Pro merača sa bežičnim radio modemima (Onset Computer Corporation, Pacasset, Masačusets) koje je ispitivao Wheeler et al. (2003). Podaci su prebacivani do centralne PC jedinice sa 900 Hz ISM radio opsega. Na ovaj način su se kontrolisali uslovi u halama gde su potrebni strogo kontrolisani uslovi u pogledu vlažnosti i kvaliteta vazduha.

Topisirović i Radivojević (2005), ispituju uticaj kontrole rada ventilacionih sistema (brzina strujanja i temperatura vazduha) na raspodelu koncentracije prašine u objektima za svinje sa tri različite sistema ventilacije u 20 mernih tačaka. Temperatura vazduha (merna mesta raspoređena u 40 tačaka u objektu), kao parametar merenja je do centralnog PC računara prenešena bežičnom sistemom veza.

5.5. Sistemi za praćenje (RFID)

Sa povećanim zahtevima za bezbednošću, kompletna dokumentacija proizvoda (hrane), od polja do korisnika je postala veoma tražena (Thysen, 2000). RFID je prihvaćen kao nova tehnologija za dobro strukturiran sistem praćenja prikupljanja podataka kao i praćenja ljudi, životinja i proizvoda (Sahin et al., 2002). Predviđeno je da će primena RFID-a značajno porasti u sledećih deset godina, sa godišnjim rastom (2003-2010.) od 32,2% (Sangani, 2004). Da bi podržali ove velike potencijale RFID tehnologije, mnoga istraživanja ovog problema su danas intenzivirana.

5.5.1. Identifikacija i praćenje zdravlja životinja u stočarstvu

Nagl et al. (2003) su dizajnirali prenosivi sistem za praćenje zdravlja stoke u određenom periodu, koji sadrži senzore uključujući GPS uređaj, merač pulsa, merač telesne temperature, elektronski pojas, merač disanja i merač spoljne temperature. Sistem je komunicirao bežično sa baznom stanicom preko sistema Bluetooth. Taylor and Mayer (2004) su napravili studiju o "pametnom" životinjskom menadžment sistemu. Svakoj životinji je stavljen bežični senzor kojim se mogu obezbediti informacije o lokaciji i zdravlju. Haapala (2003) je testirao performanse elektronskih identifikacionih tagova i različitih čitača na stoki u ekstremno hladnim uslovima u Finskoj. Brown-Brandl et al. (2001) su testirali kratkodometski sistem telemetrije za merenje temperature tela kod živine, goveda i ostale stoke. Odašiljači temperature su ubaćivani u tela životinja. Com Temp primač podataka je primao podatke o temperaturi bežično. Rezultati testa su pokazali dobru preciznost, detaljnost i vreme odgovora za merenje temperature. Kononoff et al. (2002) su koristili bežični automatski sistem za beleženje žvakanja i jedenja da bi ispitao uticaj dijetetskih faktora na normalnu funkciju prezivanja kod krava muzara.

6. SITUACIJA NA TRŽIŠTU

Danas se senzori sve više razvijaju, a njihova cena se kontinualno smanjuje. Skorašnji trendovi razvijanja novih standarda su doveli do nastajanja jeftinjih visoko funkcionalnih bežičnih sistema. Korišćenje bežičnih senzora i cela M2M tehnologija se pokazala finansijski korisnim za preduzetnike u veoma kratkom vremenskom roku.

Tržište bežičnih senzora je imalo stalni porast u prošloj deceniji. U 2004. prodato ih je od 200.000 do 500.000. Ovaj broj je porastao na 6 do 10 miliona u 2006. Prema World Inc. (2004) predviđa se da "kada tržište dosegne kritičnu masu do 2008. godine ovaj segment će rasti najmanje 200% godišnje, sve dok se tržište ne promeni".

Kao važnoj komponenti tehnologije senzora, prihodu od RFID proizvoda je takođe predviđen stabilan rast u narednih 6 godina. Očekuje se da će bežična M2M tehnologija imati prihod od 4 milijarde dolara po godini do 2008. (Alexander Resources, 2004).

Bežična industrijska mrežna aliansa (WINA) podržana od strane Ministarstva energetike SAD-a predviđela je da visoko raširena upotreba bežičnih senzora može poboljšati proizvodnju i energetsku efikasnost za 10%. WINA je izjavila da "bežične tehnologije i bežični mrežni sistemi su potencijalna velika pomoć industriji SAD-a u korišćenju energije i materijala efikasnije, smanjenju sistemskih infrastrukturnih troškova, smanjenju troškova proizvodnje i povećanju produktivnosti." (WINA, 2004).

7. PROBLEMI U KORIŠĆENJU SENZORSKE TEHNOLOGIJE

Razvoj bežičnih senzor tehnologija je bio različitih uspeha. Uprkos čingenici da su potencijali ove tehnologije prepoznati od strane mnogih i da je razvoj ove tehnologije optimistički podržan od strane industrijskih aliansi, usvajanje bežičnih senzorskih tehnologija nije bilo brzo kao što se očekivalo. Glavne prepreke mogu uključivati:

1. Standardizacija još nije završena.
2. Rani usvajači ove tehnologije još "ispravljaju neke greške" dok ostali čekaju dokaz o uspešnosti toga.
3. Masivna količina podataka generisanih od strane bežičnih senzora imaju mogućnost da preopterete, a ipak obezbeđuju ograničene vrednosti, osim ako strukture i procesi nisu na pravom mestu da iskoriste njihove mogućnosti.
4. Postojeća IT struktura, komunikaciona struktura zasnovana na kablovima, nije dizajnirana za mnogo zahteva i značajne promene.
5. Kompatibilnost sa postojećim sistemima nije prilagođena, tako da postojeći sistemi sprečavaju uvođenje bežične tehnologije. Kompletno usvajanje može zahtevati odbacivanje postojeće, žičane infrastrukture i promenu na *status quo*. Kada se implementira, fleksibilnost infrastrukture može biti ograničena.
6. Bezbednost podataka mora biti obezbeđena, WLAN bezbednosna kriza može služiti kao dobar primer.
7. Kompleksnost i visoki troškovi pokrivanja velikih prostora sprečavaju brzo usvajanje.
8. Obezbeđenje električne energije je uvek veliki problem kod bežičnih sistema.
9. Pouzdanost bežičnih sistema ostaje nedokazana i smatraju se previše rizičnim za kontrolu procesa.
10. Nedostatak iskusnog osoblja za popravku eventualnih kvarova.

8. BUDUĆI TREND OV PRIMENE U POLJOPRIVREDI

U prošlosti preterano povezivanje žicama se smatralo znakom tehnološkog napretka čak i za pokretna vozila. Na primer, 1955. godine, ukupna dužina žica u najmodernijim vozilima je iznosila 45 metara. Ovaj broj je porastao na 4 km u najnovijim vozilima iz 2002. Iako su mreže u vozilima, kao kontrolne mreže, smanjile količinu žica u njima, najnaprednije upravljačke tehnologije na modernim vozilima se i dalje zasnivaju na žicama, "upravljanje preko žica", "kočenje preko žica"...

Ali zamena "X količine prenosa preko žica" sa "X količine prenosa preko bežične tehnologije" se i dalje smatra nepouzdanim i nebezbednim. Iako je auto industrija počela da razmatra zamenu žica bežičnim tehnologijama, poljoprivredna mašinska industrija nije. Zato mnogobrojna istraživanja potvrđuju da će auto industrija u najskorije vreme uvesti bežične tehnologije, a da će do ovoga procesa doći i kod poljoprivrednih mašina, ali sa određenim zastojem.

Velike moćne mašine u poljoprivredi su postale glavni alat za većinu poljoprivrednih operacija. Ove mašine nanose trajnu štetu zemljištu, pre svega procesom sabijanja u toku kretanja po površini zemljišta. Poljoprivredne mašine troše velike količine goriva. Naznačena je mogućnost korišćenje malih robova koji mogu biti programirani da izvršavaju razne poslove u usevima, staklenicima, voćnjacima i eventualno, kako bi moglo doći do zamene velikih mašina.

Bežični senzori i kompjuterski programirani roboti su savršene kombinacija da bi se realizovale navedene mogućnosti. Lokalna bežična mreža može biti realizovana preko WLAN-a preko koje se mogu izvršavati sistematski i precizno razne operacije. Kako raste interesovanje za kvalitetom, bezbednošću i zdravijom hranom, oštije inspekcije agroproizvoda su sve više obavezne. Praćenje celog lanca proizvodnje hrane od farmi do potrošača postaje sve više popularno. RFID se smatra najvažnijim identifikacionim alatom za uspostavljanje efektivnog "sistema praćenja" (Sahin et al., 2002). U poređenju sa tradicionalnom bar kod tehnologijom, RFID omogućava dodeljivanje "inteligentnog koda (oznake)" svakom proizvodu koji se može očitati u svakoj poziciji bez fizičkog kontakta sa čitačem.

Inteligentna oznaka se može obnavljati ili dopuniti tokom celog lanca da bi obezbedio kompletne podatke o rastu, obradi, pakovanju, distribuciji, skladištenju... Kada se kombinuje sa bežičnim senzorima RFID sistem može beležiti parametre okoline i specifične o kvalitetu i bezbednosti tokom celog lanca proizvodnje. Predviđa se da će razvoj RFID tehnologije i bežičnih senzora u praćenju proizvoda doživeti veliki prosperitet u bliskoj budućnosti.

9. ZAKLJUČAK

PC računari su dobili šиру primenu u nauci pre 60 godina. Razvoj računara ja bio u tri faze. Prva faza je bila (1940–1980), gde je jedan kompjuter deljen između više ljudi. Druga faza (još traje delimično) stavlja PC računar i čoveka jedno naspram drugog u nepovoljan položaj. I treća faza koja počinje je situacija kada više PC računara opslužuje jednog čoveka bilo gde u svetu.

Ljudi ovu fazu nazivaju dobrom mirne tehnologije (*"age of calm technology"*) ili masovnog korišćenje PC računara gde se tehnologija pojavljuje u svim aspektima života i oslobađa ljudi velike količine "inteligentnog rada" (Weiser, 1996). Sensors Magazine (2004) je ovu ideju predstavio tako da "virtuelno sve može biti obavljano preko malih sistema zasnovanih na senzorima koji mogu biti povezani u beskonačnu mrežu drugih uređaja koji obavljaju zadate funkcije".

Opisani koncept može biti primjenjen u svakom polju delatnosti ljudi, uključujući poljoprivredu i industriju hrane. Bežični senzori i mreže su ušli na farme i plantaže i tamo imaju sigurnu budućnost.

LITERATURA

- [1] Alexander Resources, 2004. Wireless M2M and Telemetric: *Gaining Value in Vertical Markets*, on the <http://www.alexanderResources.com>.
- [2] AVITAL-Beograd-Netafim Irrigation, 2007.: *Glavni projekat mikro-irigacionog sistema voćnjaka, BioStar, d.o.o.*, Vojvoda Stepa, Srbija.
- [3] Brown-Brandl, T. Yanagi, H. Xin, R.S. Gates, R. Bucklin and G. Ross, *Telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry*. ASAE Paper No.: 01-4032, The American Society of Agriculture Engineers, St. Joseph, Michigan, USA (2001).
- [4] Butler, P. Corke, R. Peterson and D. Rus, *Virtual fences for controlling cows*, *Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Robotics and Automation* New Orleans, LA, USA, April 26–May 1 (2004), pp. 4429–4436.
- [5] Chandler S., Vision of the future for smart packaging for brand owners, *Proceedings of the International Conference on Smart and Intelligent Packaging* Barcelona, Spain, October 28–29 (2003), pp. 253–269.
- [6] Charles K., Stenz A., 2003. *Automatic Spraying for Nurseries*. USDA Annual Report. Project Number: 3607-21620-006-03. September 22, 2000–August 31, 2003. USDA, USA.
- [7] Crossbow Technology Inc., Smart Dust/Mote Training Seminar, Crossbow Technology, Inc., San Francisco, California (2004) July 22–23.
- [8] Cugati S., W. Miller and J. Schueller, *Automation concepts for the variable rate fertilizer applicator for tree farming*, *The Proceedings of the 4th European Conference in Precision Agriculture* Berlin, Germany, June 14–19 (2003).
- [9] Damas M., A.M. Prados, F. Gómez and G. Olivares, *HidroBus® system: fieldbus for integrated management of extensive areas of irrigated land*, *Microprocessors Microsyst.* 25 (2001), pp. 177–184.
- [10] Discovery Channel, 2003. <http://www.exn.ca/video/?video=exn20030925-wine.aspx>.
- [11] Evans R., Bergman J., 2003. *Relationships Between Cropping Sequences and Irrigation Frequency under Self-Propelled Irrigation Systems in the Northern Great Plains (Ngp)*. USDA Annual Report. Project Number: 5436-13210-003-02. June 11, 2003–Dec. 31, 2007.
- [12] Flores A., *Speeding up data delivery for precision agriculture*, *Agric. Res. Mag.: The United State Department of Agriculture (USDA)* 51 (2003) (6), p. 17.
- [13] Frost and Sullivan, 2004., on the <http://www.mindbranch.com/products/R49-216.html>.
- [14] Gebresenbet G., D. Ljungberg, G. Van de Water and R. Geers, *Information monitoring system for surveillance of animal welfare during transport*, *Proceedings of the 4th European Conference in Precision Agriculture* Berlin, Germany, June 14–19 (2003).
- [15] Gomide R.L., R.Y. Inamasu, D.M. Queiroz, E.C. Mantovani and W.F. Santos, *An automatic data acquisition and control mobile laboratory network for crop production systems data management and spatial variability studies in the Brazilian center-west region*. ASAE Paper No.: 01-1046, The American Society of Agriculture Engineers, St. Joseph, Michigan, USA (2001).
- [16] Heimerdinger U., Wireless probes revolutionize moisture measurement when drying wood, *Proceedings of the 51st Western Dry Kiln Association Meeting* Reno, Nevada, USA, May 5–7 (2000), pp. 63–66.
- [17] Hirakawa A.R., A.M. Saraiva and C.E. Cugnasca, Wireless robust robot for agricultural applications, *Proceedings of the World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources* Iguacu Falls, Brazil, March 13–15 (2002), pp. 414–420.
- [18] *Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators-Transducer to Microprocessor Communication Protocol and Transducer Electronic Data Sheet*. IEEE Standard 1451.2. The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 345 East 47th Street, New York, NY.

- [19] Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators-Network Capable Application Processor (NCAP) Information Model. IEEE Standard 1451.1. The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 345 East 47th Street, New York, USA.
- [20] Jensen A.L., P.S. Boll, I. Thysen and B.K. Pathak, Pl@nteInfo: a web-based system for personalized decision support in crop management, *Comput. Electr. Agric.* 25 (2000), pp. 271–278.
- [21] Krallmann J. and N. Foelster, Remote service systems for agricultural machinery, *Proceedings of the 2002 ASAE Automation Technology for Off-Road Equipment* Chicago, Illinois, USA, July 26–27 (2002), pp. 59–68.
- [22] Kvalitet životne sredine grada Beograda u 2007. godini, Gradska Uprava, Beograd, 2007.
- [23] Lee W.S., T.F. Burks and J.K. Schueller, Silage yield monitoring system. ASAE Paper No.: 02-1165, The American Society of Agriculture Engineers, St. Joseph, Michigan, USA (2002).
- [24] Liu G. and Y. Ying, Application of Bluetooth technology in greenhouse environment, monitor and control, *J. Zhejiang Univ., Agric. Life Sci.* 29 (2003), pp. 329–334.
- [25] Mahan J., Wanjura D., 2004. Upchurch, Design and Construction of a Wireless Infrared Thermometry System. The USDA Annual Report. Project Number: 6208-21000-012-03. May 01, 2001–September 30, 2004.
- [26] McKinon J.M., S.B. Turner, J.L. Willers, J.J. Read, J.N. Jenkins and J. McDade, Wireless technology and satellite Internet access for high-speed whole farm connectivity in precision agriculture, *Agric. Syst.* 81 (2004), pp. 201–212.
- [27] Momirović N., Vasić B., Oljača V.M. (2007), Tehnički sistemi za kontrolu mikro klime u plastenicima, Poljoprivredna tehnika, No 4., str. 55-72, Godina XXXII, Beograd.
- [28] Pessel G.J. and H. Denzer, Portable and mobile instrument for continuous stable climate measurement, *Proceedings of the 4th European Conference in Precision Agriculture and the 1st European Conference on Precision Livestock Farming* Berlin, German, June 14–19 (2003).
- [29] Ribeiro A., L. Garcia-Perez, Garcia-Alegre and M.C. Guinea, A friendly man-machine visualization agent for remote control of an autonomous tractor GPS guided., *The Proceedings of the 4th European Conference in Precision Agriculture* Berlin, Germany, June 14–19 (2003).
- [30] Serôdio C., J.B. Cunha, R. Morais, C.A. Couto and J.L. Monteiro, A networked platform for agricultural management systems, *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 31, Elsevier (2001) pp. 75–90.
- [31] Stentz A., C. Dima, C. Wellington, H. Herman and D. Stager, A system for semi-autonomous tractor operations, *Autonomous Robots* 13 (2002), pp. 87-104.
- [32] Topisirović G., Radivojević D. (2005). *Influence of Ventilation Systems and Related Energy Consumption on Inhalable and Respirable Dust Concentrations in Fattening Pigs Confinement Buildings*. Energy and Buildings 37 (2005), p.p. 1241 – 1249. Elsevier.
- [33] Wheeler E.F., J.L. Zajaczkowski and N.K. Diehl, Temperature and humidity in indoor riding arenas during cold weather. ASAE Paper No.: 03-4090, The American Society of Agriculture Engineers, St. Joseph, Michigan, USA (2003).
- [34] Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band. IEEE Standard 802.11b. The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 345 East 47th Street, New York, USA.
- [35] Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Wireless Personal Area Networks (WPANs). IEEE Standard 802.15.1. The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 345 East 47th Street, New York USA.
- [36] Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs). IEEE Standard 802.15.4. The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 345 East 47th Street, New York, USA.
- [37] Weiser, M., 1996. Open House, <http://www.ubig.com/hypertext.weiser/wholehouse.doc>

Rad je rezultat dela istraživanja u okviru realizacije projekata evidencionog broja TR 20092, TR 20012 i TR-20069, koje finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj R. Srbije.

WIRELESS SENSORS IN AGRICULTURE, CURRENT DEVELOPMENT AND FUTURE PERSPECTIVE

***Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Dušan Radivojević,
Nebojša Momirović, Goran Topisirović, Kosta Gligorević,
Branko Radičević, **Vladimir M. Oljača**

**Faculty of Agriculture - Belgrade, Zemun
**Student, FON - Belgrade*

Abstract: This paper presents an overview on recent development of wireless sensor technologies and standards for wireless communications as applied to wireless sensors. Examples of wireless sensors and sensor networks applied in agriculture for environmental monitoring, precision agriculture, M2M-based machine and process control, building and facility automation and RFID-based traceability systems are given. The paper also discusses advantages of wireless sensors and obstacles that prevent their fast adoption in agricultural research. Finally, based on an analysis of market growth, the paper discusses future trend of wireless sensor technology development in agriculture.

Key words: System M2M; ZigBee; Bluetooth; RFID.



UDK: 631.614.86

ПРИМЕНА НАУЧНИХ САЗНАЊА У ОБЛАСТИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ТРАКТОРА КОРИШЋЕЊЕМ ЕЛЕКТРОНСКЕ ОПРЕМЕ

Драгољуб Обрадовић¹, Предраг Петровић²,
Зоран Думановић¹, Горан Мицковић³

¹Институт за кукуруз "Земун Поље" - Београд

²Институт "Кирило Савић" - Београд

³Res Trade - Нови Сад

Садржај: У раду су анализирана научна сазнања о оптималном искоришћењу вучно-енергетског потенцијала трактора у орању, у функцији дубине орања и специфичног отпора земљишта. Затим је приказан прорачун за тракторе марке John Deere. На крају је приказано практично преношење научних сазнања у праксу коришћењем електронске опреме којом су опремљени савремени трактори.

Кључне речи: трактор, потенцијална енергија, пољопривреда, електроника, мехатроника.

1. УВОД

Рад је написан у циљу објашњења начина коришћења електронске опреме која се налази у кабини трактора и у циљу приказа научних сазнања која су основа за њено увођење у практичну примену. Ова опрема је уградена у кабину трактора да би се постигло оптимално искоришћење његовог вучно-енергетског потенцијала.

Оптимални тракторско-машински агрегати су састављени на основу вучно-енергетских карактеристика трактора и вучних отпора плуга, за различите дубине орања. Вучно-енергетске карактеристике трактора су добијене на основу прорачуна, коришћењем одговарајућих коефицијентата (Обрадовић, 4). Вучни отпори плуга су измерени у условима експлоатације на земљиштима типа чернозем и ритска црница (Думановић, 1). Подаци су обрађени по теорији трактора и теорији састављања тракторско-машинских агрегата.

Научна сазнања у области експлоатације трактора обухватају законитости утицаја појединачних параметара, изражене одређеним коефицијентима, који омогућавају прорачуне и њихову примену у пракси. Циљ науке је да се њена сазнања пренесу у праксу. Научна сазнања се уградују у рачунарске програме, који омогућавају руковоцу трактора да оптимално искористи вучно-енергетски потенцијал трактора.

Развој савремених техничких решења у области електронске опреме која се налазе у кабини трактора, омогућава коришћење научних сазнања у пракси, уз минимум техничке образованости за руковање овом опремом. Она показују тренутне вредности режима рада мотора и трактора, упозорава руковаоца на одступања од оптималног режима рада који је унет у рачунар, и омогућава му да ради у оптималном режиму рада.

Ова опрема у кабини трактора приказује број обртаја мотора, потрошњу горива, дубину и ширину радног захвата оруђа, брзину кретања трактора, клизање, пређени пут, учинак и друго.

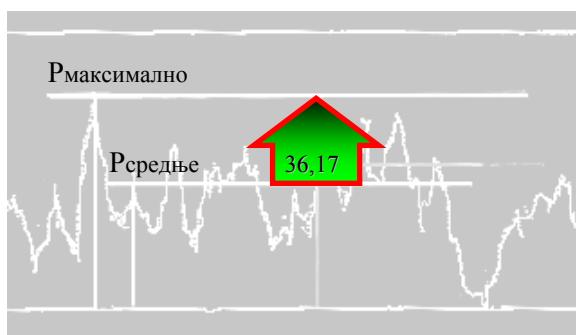
У раду су мултидисциплинарно приказани систематизовани резултати научних истраживања добијени у пракси и практично коришћење постојеће електронске опреме, у циљу увођења савремених технички усавршених трактора у процес пољопривредне производње. Ова сазнања су обједињена и приказана на тракторима John Deere.

Научна сазнања су у раду приказана на дијаграмима. Њихово коришћење је једноставно и служи да би се на основу расположивих енергетских ресурса задали оптимални параметри рада трактора.

Рад се састоји из два дела. У првом делу су, преко дијаграма, приказана научна сазнања а у другом су обухваћена техничка решења, односно инструменти преко којих су научна сазнања пренета у праксу.

2. НАУЧНА САЗНАЊА О ОПТИМАЛНОМ ИСКОРИШЋЕЊУ ВУЧНО ЕНЕРГЕТСКОГ ПОТЕНЦИЈАЛА ТРАКТОРА

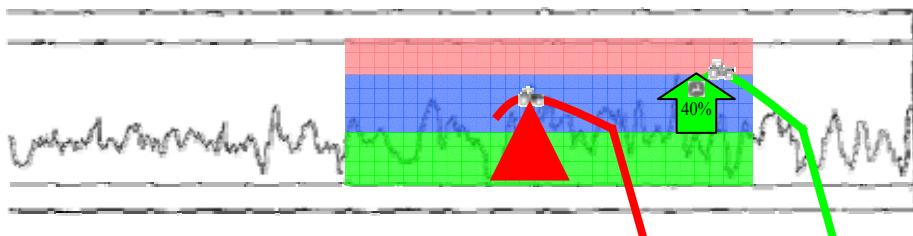
У овом делу су приказани односи између параметара земљишта као предмета обраде (вредности вучних отпора и његових осцилација) и параметара рада мотора и трактора (као извора енергије). Ови односи су приказани на дијаграмима, што омогућава њихову практичну примену у пракси.



Сл. 1. Карактер рада мотора у зависности од промене вучних сила

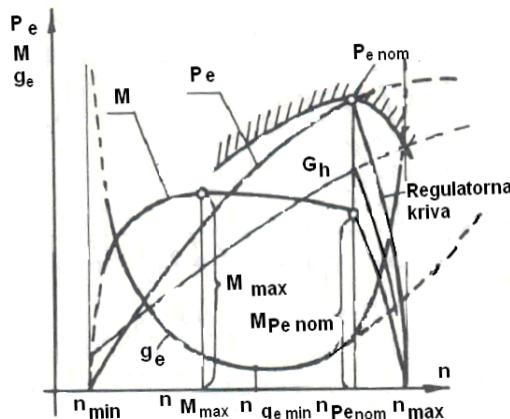
У условима експлоатације трактора, режим рада мотора је условљен карактером промене вучних отпора (слика 1). Ове промене утичу на регулаторску и брзинску карактеристику мотора. Према нашим испитивањима, колебање вучних отпора у орању на тешком земљишту износи 36,17% (Думановић, 1). Из тог разлога, за неометан рад трактора, мотор мора да има преко 40% резерве обртног момента.

Карактер промене вучних отпора у условима експлоатације је приказан на слици 2. Обзиром на осцилације вучних отпора, неопходно је да мотор поседује одговарајућу резерву обртног момента, којим ће успети да савлада максималне тренутне вредности.



Сл. 2. Вредности вучних отпора у условима експлоатације и режим рада мотора

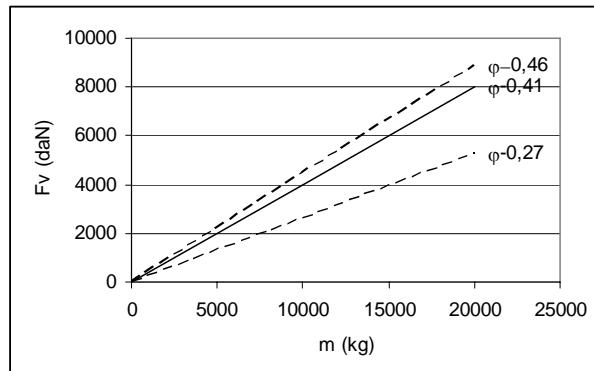
Имајући у виду вредност колебања вучних отпора (приказаних на сликама 1 и 2), на слици 3. је приказана регулаторска карактеристика дизел мотора трактора. Трактор у експлоатацији ради у номиналном режиму рада (при номиналном броју обртаја мотора и при номиналној снази мотора). Када се појави повећан отпор земљишта, регулатор аутоматски убризгава додатну количину горива и обртни моменат мотора се повећава, како би се савладао повећани отпор. Максимална вредност обртног момента код савремених мотора је преко 40% виша од номиналне вредности.



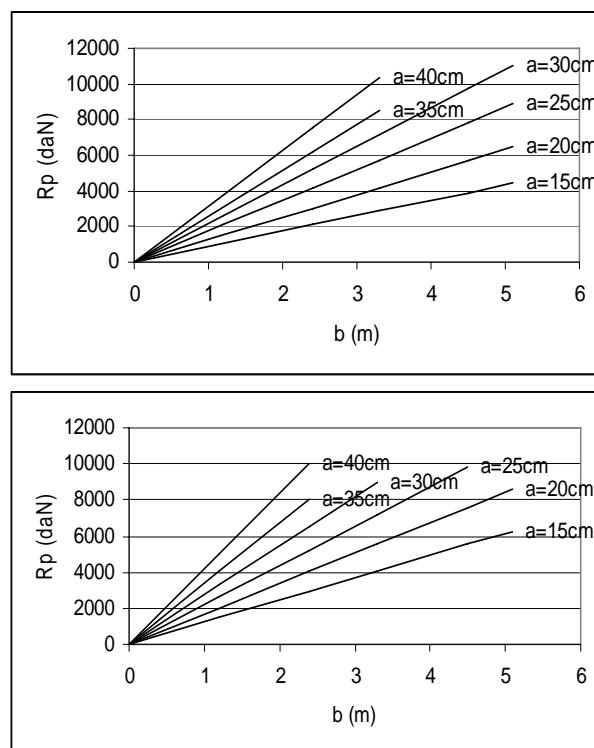
Сл. 3. Регулаторска карактеристика дизел мотора

На слици 4. је приказана функционална зависност силе вуче трактора од његове масе а изражена је коефицијентом адхезије. Режим рада трактора у распону коефицијента адхезије од 0,27 до 0,46 одређује област оптималних сила вуче трактора. Искоришћење масе, односно силе вуче трактора зависи од коефицијенту адхезије. Оптимално искоришћење се постиже при коефицијенту адхезије 0,41

(у дијапазону од 0,27 до 0,46). Слика 4. служи за избор одговарајућег плуга (плуга одговарајуће ширине захвата у зависности од жељене-изабране дубине рада). Овај избор се своди на усаглашавање ширине захвата плуга са његовим вучним отпором, односно са силом вуче трактора која одговара вучном отпору.



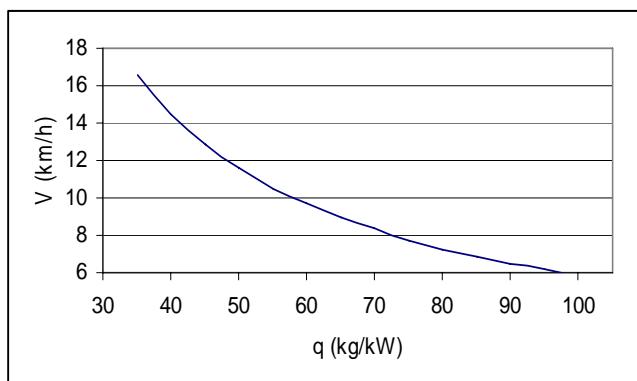
Сл. 4. Однос вучне сile и масе (F_v/m)



Сл. 5. Однос вучног отпора и ширине захвата плуга на чernозему (горе) и на ртиској црници (доле)

На слици 5. су приказане вредности вучних отпора плуга на чернозему и на ритској црници у зависности од ширине захвата, дубине орања и специфичног отпора земљишта.

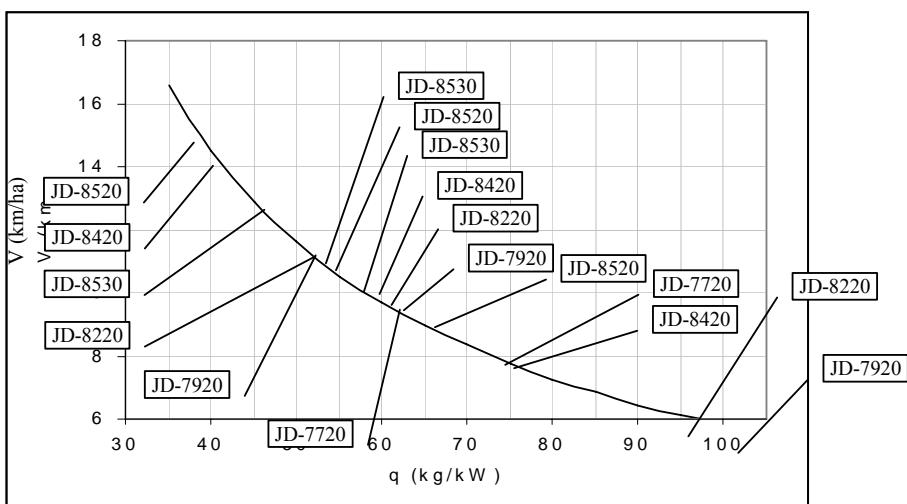
Ово су основни подаци за агрегатирање трактора. Свакој ширини захвата, дубини орања и специфичном отпору земљишта одговара укупан вучни отпор (приказан на "y" оси). При избору плуга, полази се од силе вуче трактора (слика 4), тој сили вуче одговара вучни отпор плуга (слика 5), који одређује могућу ширину захвата плуга (слика 5).



Сл. 6. Однос q/V трактора захвата плуга

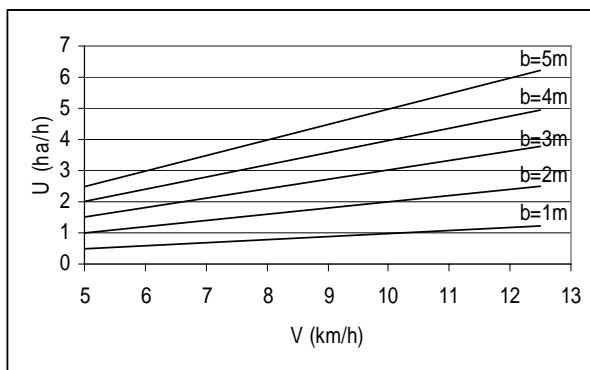
На слици 6. је приказана крива зависности оптималне брзине кретања трактора 4x4C од његове специфичне масе, при раду на стрињици, при вредности коефицијента корисног дејства од 0,65 и при вредности коефицијента адхезије од 0,41. Специфична маса трактора представља однос масе трактора и снаге мотора. Сви трактори који имају једнаку специфичну масу, без обзира на укупну масу и на снагу мотора, имају једнаку оптималну брзину кретања. Оптимална брзина кретања се остварује при клизању погонских точкова у интервалу 11-13%. Повећањем клизања трактора, брзина кретања се смањује. Трактори мање специфичне масе се користе за радне операције које могу да се обављају већим брзинама, а трактори веће специфичне масе за операције где је потребна велика сила вуче.

На слици 7. су приказани трактори John Deere различитих серија. Трактори из сваке серије се налазе на кривој зависности брзине кретања трактора од његове специфичне масе. Сваки трактор из серије се налази на више места на кривој, у зависности од његове специфичне масе. Промена специфичне масе трактора се постиже додавањем или уклањањем додатних баласта. Додавањем баласта, специфична маса трактора се повећава а брзина кретања се смањује, али искључиво по овој кривој.



Сл. 7. Однос специфичне тежине и брзине кретања (q/V) трактора John Deere

На слици 8. је приказан учинак трактора у облику функционалне зависности ширине захвата плуга и брзине кретања.



Сл. 8. Однос учинка и брзине (U/V) ЈД трактора

Слика 8. омогућава да се за сваку вредност ширине захвата плуга (а на основу брзине кретања трактора – слика 6)очита учинак трактора.

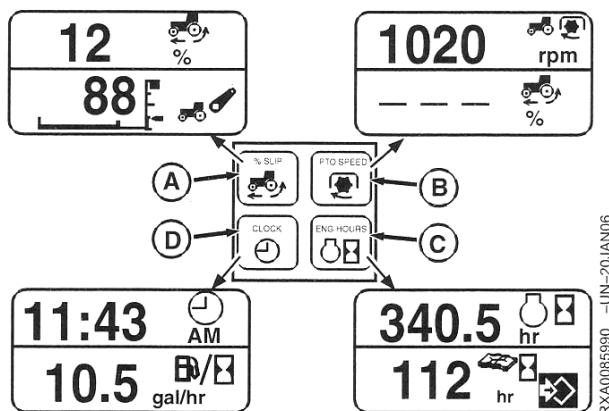
Овај приказ је показао начин на који научна сазнава могу да се пренесу у праксу без теоријских прорачуна. Практичар може да очитава резултате са одговарајућих дијаграма и да предвиди остварење оптималног учинка за његове услове орања.

Приказани резултати могу да се пренесу у праксу са тачношћу 95-100%, у зависности од прецизности са којом се ради (што је потврђено у пракси). При контролном испитивању трактора JD-8330 у орању на тешком земљишту

(коришћењем електронске опреме која се налази у кабини трактора), вредности остварених брзина кретања, ширине захвата плуга и учинка су износили 98,45% од прорачунатих вредности, што указује да научна сазнања могу да се пренесу у праксу са релативно високом тачношћу.

3. НЕКА ТЕХНИЧКА РЕШЕЊА У ПРЕЦИЗНОЈ ПОЉОПРИВРЕДИ

Техничко решење које је овде приказано представља део електронске опреме која се налази у кабини трактора John Deere, а служи за уношење жељених параметара рада и за приказ тренутних вредности режима рада мотора и трактора, односно за контролу рада трактора. На слици 9 је приказан изглед једног од екрана са важнијим параметрима рада.

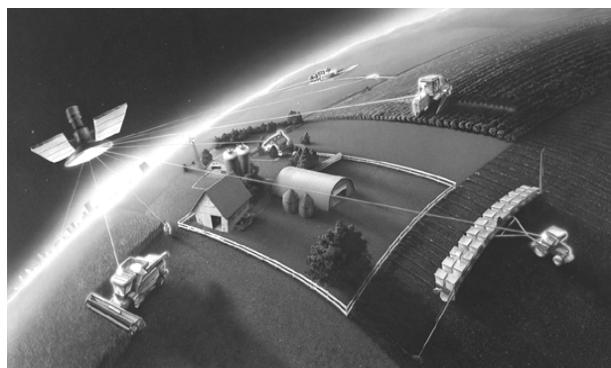


Сл. 9. Командни центар трактора

Параметри који се уносе пре почетка рада су:

1. Број обртаја мотора при коме се постиже номинална снага мотора (податак се налази у атесту или проспекту трактора)
2. Часовна потрошња горива која одговара номиналној снази мотора (податак се налази у атесту или проспекту трактора).
3. Ширина захвата и дубина орања плуга (очитава се са слике 5)
4. Брзина кретања (очитава се са слике 6)
5. Клизање – уписати 13%.
6. Учинак трактора (уноси се са слике 8). Учинак који је остварен у експлоатацији у односу на прорачун може да одступа онолико колико се одступа од унетих параметара у рачунар. У пракси, се остварује 95-100% прорачунатих вредности.

Уређаји у току рада приказују важније параметре рада и служе за контролу извршења задатих вредности.



Сл. 10. Систем за прецизну пољопривреду John Deere – AMS



Сл. 11. Опрема за позиционирање John Deere -Green Star 2

Поред тога, постоје и напреднији системи који олакшавају рад. Ради се о систему за прецизну пољопривреду са сателитским навођењем (слика 10). Компанија John Deere је развила сопствени комуникациони систем, комбинацију опреме и програма који омогућавају остварење функције контроле и управљања на тракторима и другим машинама (AMS). Овај систем остварује четири функције: Управљање производњом, управљање пољопривредним машинама, прикупљање података за обраду, документовање података и управљање пословањем. Управљање пољопривредним машинама помоћу система за прецизну пољопривреду, може да буде тачности чак до +/- 2 цм.

4. ЗАКЉУЧАК

За рационално коришћење вучно-енергетског потенцијала савремених трактора је неопходно да се пре почетка рада унесу вредности жељених параметара рада (које су прорачунате преко одговарајућих коефицијената) и да се у току рада прати да ли се те вредности и остварују.

У том случају, вучно-енергетски потенцијал трактора у нормалним условима експлоатације може да буде искоришћен 95-100%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Думановић З.: "Оптимизација потрошње енергије у производњи кукуруза", докторска дисертација. Београд, 2004.
- [2] John Deere "Приручник за руковаоца тракторима John Deere".
- [3] Мицковић Г.: "Систем за прецизну пољопривреду John Deere – AMS – Greenstar", Ревија Агрономска сазнања, бр 1-2, 2007.
- [4] Обрадовић Д.: "Истраживање оптималних параметара тракторско-машинских агрегата за друштвена пољопривредна газдинства", докторска дисертација. Београд, 1979.
- [5] Обрадовић Д., Теофановић Ж., Думановић З.: "Научне основе техничко-технолошког напретка у развоју механизације пољопривредне производње почетком 21. века". Саветовање инжењера и техничара Југославије – Техничко-технолошки развој Југославије на прагу 21. века. 1997.
- [6] Обрадовић Д.: "Оптимални режим рада трактора John Deere, серија 5010, 5015, 5020, 6020ш, 6020, 7010, 7020 и 8020". Београд, 2004.
- [7] Обрадовић Д., Петровић П., Марковић Љ.: "Експлоатационе карактеристике трактора Раковица 75-12БС-ДВ, са аспекта енергетског потенцијала и вучних карактеристика", Трактори и погонске машине број 4, ЈУМТО 2004. Нови Сад, 2004
- [8] Петровић П., Обрадовић Д., Думановић З.: "Научне основе развоја трансмисије пољопривредних трактора". Трактори и погонске машине, бр. 3/4, ЈУМТО 2006., Нови Сад, 2006.
- [9] Петровић П., Марковић Љ.: "Енергетски биланс снаге у систему погонски агрегат-прикључно вратило трактора", VIII научни скуп са међународним учешћем "Правци развоја трактора и мобилних система", 23.11.2001., Нови Сад, бр. 4, Вол. 6, Пољопривредни факултет Нови Сад, Рад штампан у стручном часопису ЈУМТО "Трактори и погонске машине", стручни рад, стр. 54-59.

APPLICATION OF SCIENTIFIC RESULTS IN TRACTOR EXPLOITATION USING ELECTRONIC EQUIPMENT

**Dragoljub Obradović¹, Predrag Petrović²,
Zoran Dumanović¹, Goran Micković³**

¹*Institute for Maize "Zemun Polje" - Belgrade*

²*Institute "Kirilo Savić" - Belgrade*

³*Res Trade - Novi Sad*

Abstract: This paper deals with scientific results, regarding optimal utilisation of traction and energy potential of agricultural tractor for plowing, as function of depth of plowing and specific soil resistance, followed by calculation for John Deere tractors. Paper ends with practical application of scientific results, using electronic equipment installed in tractor.

Key words: tractor, energy potential, agricultural, electronic, mechatronics.



UDK: 629.11.073.23

MOGUĆNOSTI ISPITIVANJA VANPUTNIH VOZILA

Rajko Radonjić

Mašinski fakultet - Kragujevac

r.radonjic@kg.ac.yu

Sadržaj: Prikazane su korišćene metode i rezultati istraživanja interakcije vanputno vozilo – zemljište. Istaknuti su aktuelni problemi ispitivanja u ovom domenu. Predložen je eksperimentalni sistem. Dati su i komentarirani rezultati probnih ispitivanja. Razmotrene su nove mogućnosti za ispitivanje vanputnih vozila.

Ključne reči: osobine zemljišta, vanputna vozila, interakcija, eksperimentalni rezultati.

UVOD

U fazama razvoja, projektovanja, proizvodnje i korišćenja vanputnih vozila postoji potreba za eksperimentalnim rezultatima iz baze podataka sličnih vozila, odnosno, za sprovođenjem eksperimentata na konkretnom prototipu vozila, serijskom proizvodu ili vozilu u upotrebi. Obim ispitivanja i struktura eksperimentalnih sistema zavise od karaktera istraživanja, uslova u kojima se obavlaju, postavljenog cilja i sl.. Dakle, kontrolna, razvojna, naučna istraživanja, prema prvom kriterijumu. Zatim, laboratorijska, poligonska, terenska, prema drugom kriterijumu. Pri tome, treba imati u vidu da se ova vozila projektuju i realizuju za kretanje po terenima različitih fizičko-mehaničkih karakteristika zemljišta, počev od suvog peska, rastresite oranice, blata, leda, snega veće dubine, do zemljanih puteva ravnog i krutog kolovoza za vreme sušnog perioda. S obzirom da karakteristike zemljišta i okruženja utiču bitno na performanse vanputnih vozila, posebno, na propulzivnu silu, otpore kretanja, prohodnost, bezbednost, ekonomičnost pogona, to poznavanje karakteristika zemljišta i interakcije vozila sa zemljištem i okruženjem, predstavlja značajan segment istraživanja u ovom domenu.

Doprinos rešavanju navedenih problema daje intenzivan razvoj naučne discipline teramehanike, segmenta koji se odnosi na kretanje vozila i mobilnih sistema van puteva [1], [2]. Pored eksperimentalnih istraživanja karakteristika zemljišta i interakcije sa kretaćima vozila, koja su prethodila teorijskim istraživanjima, a bila su baza za formiranje odgovarajućih empirijskih modela i rešavanje parcijalnih problema, trebalo je podsticati razvoj i primenu teorijske baze u rešavanju ovih problema. Sa aspekta postignutih rezultata može se reći da se u tome, u priličnoj meri i uspelo [3].

Ispitivanjima na fizičkim modelima postavljao se bazni zahtev – obezbediti analogiju ispitivanih procesa u laboratoriji i uslovima terena, visok stepen korelacije dobijenih rezultata, nezavisno, od parametara korišćenih modela, te stvoriti pouzdane osnove za projektovanje eksperimentalnih sistema i interpretiranje tako dobijenih rezultata. U današnjim uslovima, u rezultatu kombinacije teorijsko – eksperimentalnih metoda, može se govoriti o novim mogućnostima ispitivanja vanputnih vozila, uz korišćenje posrednog određivanja relevantnih veličina, definisanje i realizaciju virtualnih senzora, kao i ugrađenih senzora standardnih funkcija vozila, podržanih informacionim tehnologijama, servisom GPS-a i sl.

PROBLEMI ISTRAŽIVANJA UZAJAMNOG DEJSTVA TOČKA I ZEMLJIŠTA

Na primeru prostornog modela uzajamnog dejstva točka sa pneumatikom i zemljišta, u radu [4], ukazano je na značaj istraživanja relacija između opterećenja i deformacija, u tri relevantna, upravna pravca, x, y, z, sa koordinatnim početkom pozicioniranim u kontaktnoj zoni spregnutog para. Sa ovim tipom uopštenog modela obuhvaćeni su parcijalni modeli, korišćeni za opis uzajamnog dejstva u odvojenim ravnima, najčešće, vertikalnoj i podužnoj. U tom cilju korišćeni su modeli različite strukture i broja parametara. Nekoliko primera, u implicitnoj formi, za vertikalnu i podužnu ravan, (1), (2), respektivno, dati su na ovom mestu rada [1], [2], [4]:

$$\sigma_{z1} = f_1(k, z), \sigma_{z2} = f_2(k_c, k_\phi, b, v, z), \sigma_{z3} = f_3[\sigma_{z0}, \text{th}(k, \sigma_{z0}, z)] \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \tau_1 &= f_1(\tau_o, \sigma_z, \varphi, k_i, \dots, x), \tau_2 = f_2[f_k, \sigma_z, f_{ek}, \text{ch}(x, k_r), \text{th}(x, k_r)], \\ \tau_3 &= f_3[f_k, \sigma_z, \text{th}(x, k_r)] \end{aligned} \quad (2)$$

Prikazana tri modela sabijanja zemljišta pod dejstvom vertikalnog opterećenja kretića (1), predstavljaju tri različite matematičke relacije naprezanja, σ_z , od deformacije, z - linearna, stepena, tangens hiperbolična, respektivno, sa relevantnim parametrima, k, k_c , k_ϕ , v, b, dobijenih aproksimacijom eksperimentalnih zavisnosti. Pri tome su prva dva modela, posebni slučajevi uopštenog, trećeg modela, tangens hiperbolične funkcije. Ovaj poslednji, definiše monotono rastuću funkciju naprezanja od deformacije u posmatranom pravcu, sa tri prepoznatljive zone, ravnomerno sabijanje, sabijanje i tragovi smicanja, plastično razvlačenje sa okončanjem sabijanja zemljišta i njegovog potiskivanja u bočnom pravcu.

Određivanje zakonitosti promene naprezanja na smicanje zemljišta, τ u funkciji odgovarajuće deformacije u podužnoj ravni, x, prema modelima (2), bilo je predmet brojnih istraživanja i studija u proteklom periodu, ali i sadržaj aktuelnih istraživačkih zadataka i izazov za planiranje daljih aktivnosti u ovom domenu. Bazni model za $\tau_1 = f_1(\dots)$, sadrži implicitno date parametre koji ukazuju da se otpor zemljišta smicanju od kretića vozila, ispoljava dejstvom molekularnih i kapilarnih sila prianjanja i silom unutrašnjeg trenja. Eksperimentalna istraživanja su pokazala da se naprezanje na smicanje menja u procesu neustaljenog, relativnog kretanja dodirnih površina zemljišta i kretića, po trigonometrijskim hiperboličnim funkcijama relativnog kretanja, x (2). Između dva posmatrana stanja interakcije zemljišta i kretića, stanja mirovanja i stanja

ustaljenog kretanja, odigra se neustaljeni prelazni proces opisan modelom (2), što ima za posledicu i promenljivu vrednost podužne reakcije zemljišta, kao ekvivalenta propulzivne, vučne sile.

Međutim, dinamički odnosi deformabilnog kretača vozila i deformabilnog zemljišta, za opšte posmatrani slučaj, dovode do sprezanja posmatranog sistema, opterećenja – deformacije, u relevantnim pravcima i potrebe prostornog prikaza naponskog stanja spregnutog para, čime se istaknuti problemi teorijskih i eksperimentalnih istraživanja usložavaju. Naime, definisano naponsko stanje opterećenih zona spregnutog para, pneumatik - zemljište, omogućava da se na korektan način odrede naprezanja u kontaktnoj površini, kao granični uslovi, neophodna za proračun pokazatelja vuče, otpora kretanja i utroška energije [5].

Eksperimentalna istraživanja, u smislu identifikacije naponskog stanja najčešće su obavljana u aproksimiranim uslovima, uzorcima zemljišta i opitnim uređajima bevatmetrima, bez adekvatne teorijske podrške u dužem vremenskom periodu. Polazne zavisnosti za proračun naprezanja zemljišta su formule teorije elastičnosti koje je objavio francuski naučnik Boussinesq, 1886. godine [2], [5]. Njegovo rešenje daje izraz za raspodelu naprezanja u polubeskonačnim homogenim, izotropnim i elastičnim sredinama, pod dejstvom vertikalnih koncentrisanih opterećenja. Primljeno na raspodelu normalnog naprezanja u opterećenoj zoni zemljišta daje sledeće izraze u cilindričnim i polarnim koordinatama:

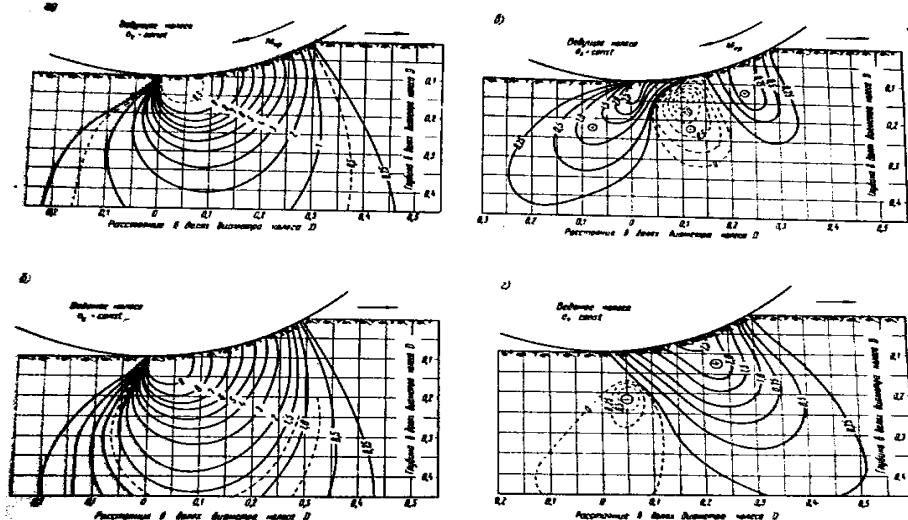
$$\sigma_z = \frac{3G}{2\pi} z^3 (x^2 + y^2 + z^2)^{-5/2}, \quad \sigma_r = \frac{3G}{2\pi R} \cos \theta \quad (3)$$

Ovaj izraz je korigovan, u kasnijim istraživanjima s obzirom da zemljište na mestu dejstva opterećenja ne raspolaže svojstvima elastičnosti, uzimajući u obzir i koncentraciju naprezanja, i konačne površine kontakta a ne koncentrisane tačke [2].

Primena teorije plastične ravnoteže u interakciji kretač vozila – zemljište, stvorila je bazu za identifikaciju parcijalnih modela, (1) i (2) i prepostavke u radovima [1], "da se reakcija zemljišta u svim tačkama ispoljava kao radikalno naprezanje i ravna je normalnom pritisku kontaktne površine na toj dubini", odnosno, "da je naprezanje, koje dejstvuje na obod točka, ravno normalnom pritisku kontaktne površine na toj dubini". Dobijeni izrazi su omogućili određivanje otpora kretanja, dubinu prodiranja točka u zemljište, vučnu silu, uzimajući u obzir fizičke i analitičke sprege pri interakciji spregnutog para u vertikalnoj i podužnoj ravni. Isti su bili korigovani rezultatima radova, citiranim u [2], parametrima koji utiču na oblik i pokazatelje raspodele normalnih naprezanja. Odnosi sprege normalnih i tangencijalnih naprezanja ispoljavaju uglavnom negativne efekte, porast otpora kretanja i umanjenje raspoložive vučne sile. Kompleksni tokovi pomenutih naprezanja se mogu uočiti sa prikaza, na sl. 1, sa očiglednim razlikama za slučaj pogonskog i vođenog, gonjenog točka [5].

Sumiranjem efekata na vučne pokazatelje vanputnog vozila sa karakterističnim profilom protektora pneumatika, izraženim rebrima, ističu se tri komponente vučne sile, usled površinskog trenja, usled otpora smicanja zemljišta, usled otpora rezanja zemljišta pri formiranju kolotraga. Zavisno od stanja i karakteristika zemljišta, vlažno, suvo, elastično, plastično, razlikovace se vrednosti ovih komponenata. Na suvim terenima je dominantna prva, na vlažnim, druga i treća. Tipični prikazi izgleda formiranih kolotraga, u različitim uslovima i režimima kretanja, ispitivanja na sl. 3, su u relaciji sa pokazateljima efikasnosti korišćenja vozila.

Rezultati analize dosadašnjih istraživanja, prezentiranih u ovom poglavlju rada, ukazuju na svu kompleksnost i aktuelnost predmetne problematike. Pri tome, za rešavanje nekih postojećih problema potrebno je sagledati mogućnosti koje pružaju savremene naučne discipline, napredne tehnologije i slično. Sa druge strane, neka značajna pitanja iz ovog domena nisu do sada adekvatno tretirana, pa ni isticana kao problemi. U skladu sa gore korišćenim pojmovima, sprega relevantnih ravni interakcije kretača i zemljišta – prostorni, 3D – model, prostorno naponsko stanje, i slično, ovde se ističe nedovoljno osvetljen i u analizama zapostavljen problem interakcije vozila i zemljišta sa aspekta bočne dinamike vanputnih vozila, relevantne i za vučnu efikasnost ali primarno za stabilnost, upravljivost, bezbednost.



Sl. 1. Linije konstantnih vertikalnih i horizontalnih normalnih naprezanja zemljišta u kontaktu sa pokretnim točkom : gore – pogonski, dole – gonjeni [5].

ISPITIVANJE UTICAJA UZAJAMNOG DEJSTVA TOČKA I ZEMLJIŠTA NA BOČNU DINAMIKU VOZILA

U domenu dinamike drumskih vozila značajni rezultati su postignuti u sagledavanju uticaja procesa u kontaktu pneumatik - kolovoz na dinamičke odnose vozila [8]. Definisani su pokazatelji "moći nošenja" ovog kontakta u podužnoj i bočnoj ravni i njihova uslovljenost, iskazani preko komponenata ukupne sile prianjanja. Uključeni su karakteristični parametri, i to komponente krutosti pneumatika u tri upravna pravca, odgovarajuće deformacije, klizanja, efekti skretanja pneumatika. U domenu dinamike vanputnih vozila stanje je drugačije. Više su potencirani problemi vuče pa prema tome, i moći generiranja propulzivne sile kontakta u podužnom pravcu. O mehanizmu istovremenog generiranja i prenošenja sile u bočnom pravcu, u ovim uslovima, skoro da nema publikovanih rezultata.

Saglasno rezultatima ispitivanja podužne dinamike vanputnih vozila, prikazanim u radu [4], iskustvu u ispitivanjima podužne i bočne dinamike drumskih vozila [6], u ovom radu prezentiramo naš pristup pri rešavanju problema ispitivanja bočne dinamike vanputnih vozila, uz isticanje novih metoda koje stoje na raspolaganju. U tom smislu, na sl. 2., prikazane su varijante predloženog eksperimentalnog sistema i blok dijagram izbora koncepta i metoda eksperimentisanja. Pri formiranju algoritma, vodilo se računa o mogućnostima koje pružaju konvencionalne metode ispitivanja: a) eksperimenti na pojedinačnom točku ili kompletном vozilu u terenskim uslovima ili na realizovanim poligonima. Zatim korišćenje fizičkih modela i dimenzione analize. I konačno, postavljanje matematičkih modela i korišćenje svih mogućnosti simulacije, identifikacije i estimacije sa virtualnim eksperimentisanjem [8].

Na sl. 2b, varijanta 1, prikazuje mogućnost realizacije eksperimenta za ispitivanje moći nošenja (istovremenog prenošenja sila), kontakta točak-zemljište u podužnom i bočnom pravcu, uz istovremeno dejstvo podužne i bočne sile, F_p i F_b , respektivno, pri režimima opterećenja do podužnog proklizavanja. Eksperimentalni sistem može biti realizovan na poligону и у realnim uslovima terena. Merne veličine su sile, komponente translatorne brzine vozila, podužna i poprečna, ugaone brzine točkova, ugao i obrtni moment na točku upravljača, uglovi i ugaone brzine zaokretanja vozila oko vertikalne i podužne ose, bočno ubrzanja centra masa [4], [6]. Karakter mernih veličina i mernih režima: podužna komponenta brzine približno nula, podužna vučna sila impulsnog toka, zavisno od režima potezanja, bočna sila programiranog toka, sa strane prateće platforme. Varijanta eksperimenta označena sa 2, na sl. 2 b, za razliku od prethodne, omogućava kretanje opitnog vozila promenljivom brzinom, saglasno zahtevima za ovaj vid ispitivanja. Varijante prikazane na sl. 2b, pod rednim brojevima 3 i 4, su označene kao direktna i inverzna. U prvom slučaju, opitno vozilo je i vučno (vuče mernu platformu prikazanu u radu [4]). U drugom slučaju opitno vozilo je vučeno mernom platformom. Pokazalo se celishodnim, da se ispitivanja u ova dva slučaja sprovode pri konstantnoj brzini kretanja opitne konfiguracije u smislu komparativnih analiza sa postojećim rezultatima iz domena podužne dinamike.

Kao rezultat obrade eksperimentalnih podataka dobijaju se aproksimativne zavisnosti relevantnih veličina:

$$\begin{aligned} F_x &= f_1(s, \alpha, F_z), \\ F_y &= f_2(\alpha, s, F_z), \\ F_x &= f_3(\alpha, s, F_z), \\ F_y &= f_4(F_x, \alpha, s, F_z) \end{aligned} \quad (4)$$

sa uvedenim oznakama, F_x , F_y , F_z - podužna, bočna, vertikalna komponenta sile kontakta s – podužno klizanje, α – ugao bočnog skretanja pneumatika. Prva tri izraza definišu parcijalne, a četvrti, rezultujuću, kompleksnu karakteristiku interakcije točak sa pneumatom – zemljište. Pri tome, nezavisno promenljiva na prvom mestu u zagradi je naneta na apsitusnu osu, preostale dve, odnosno, tri u zadnjem izrazu, su parametri snopa krivih. Pored grafičkih prikaza, sa primarnim isticanjem tokova promene, rezultati mogu biti prezentirani i tabelarno, matrično, sa kvantitativnim pokazateljima. Kroz tri ilustrativna primera prikaza dobijenih mernih rezultata mogu se sagledati relacije podužne i bočne komponente sile kontakta i uticajni parametri.

Primer 1: $s = 20\%$, $\alpha = 0 - 15^\circ$, $F_z = 350 - 450 \text{ daN}$, $-\Delta F_x = 25.9\% - 33\%$

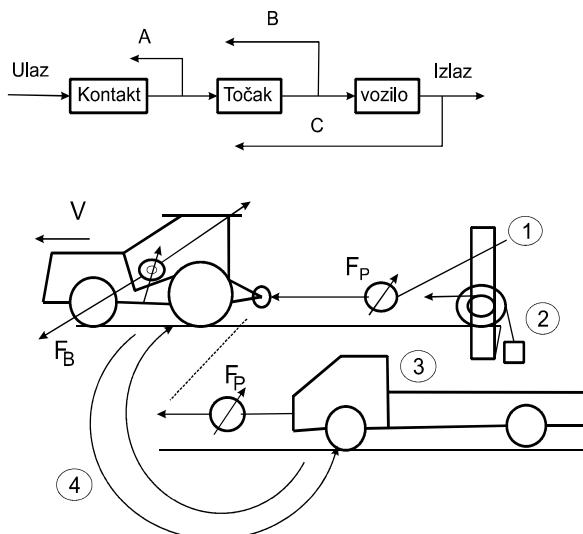
Primer 2: a) $F_x = 0 \text{ daN} \rightarrow F_y = 290 \text{ daN}$; $F_x = 200 \text{ daN} \rightarrow F_y = 210 \text{ daN}$, $\alpha = 25^\circ$,
 $s = 17-50\%$, $-\Delta F_y = 27.5\%$; b) $F_x = 0 \text{ daN} \rightarrow F_y = 175 \text{ daN}$;
 $F_x = 200 \text{ daN} \rightarrow F_y = 110 \text{ daN}$, $\alpha = 15^\circ$, $s = 10 - 50\%$, $-\Delta F_y = 37\%$

Primer 3: $F_x = 115 \text{ daN} \rightarrow F_y = 0 \text{ daN}$; $F_x = 0 \text{ daN} \rightarrow F_y = 290 \text{ daN}$, $s = 15\%$, $\alpha = 0 - 23^\circ$

Prema prvom primeru, pri konstantnom podužnom klizanju 20%, u intervalima izmene ugla skretanja, $0-15^\circ$, i vertikalnog opterećenja, 350–450 daN, podužna reakcija opadne za 25.9–33%, pa prema tome i vučna efikasnost vozila. U ovom smislu veći gubitci su pri višim vrednostima vertikalnog opterećenja točka. Primeri 2 i 3, jasno ukazuju na raspodelu sile prianjanja u podužnom i bočnom pravcu, F_x , F_y , zavisno od vrednosti uticajnih faktora, Pri čemu se može govoriti o gubicima vučne sile, ΔF_x , i gubicima sile bočnog nošenja, ΔF_y . Izgledi tipičnih kolotraga pri sprovedenim ispitivanjima su prikazani na sl. 3, i formiraju bazu fotografija za dalje analize.

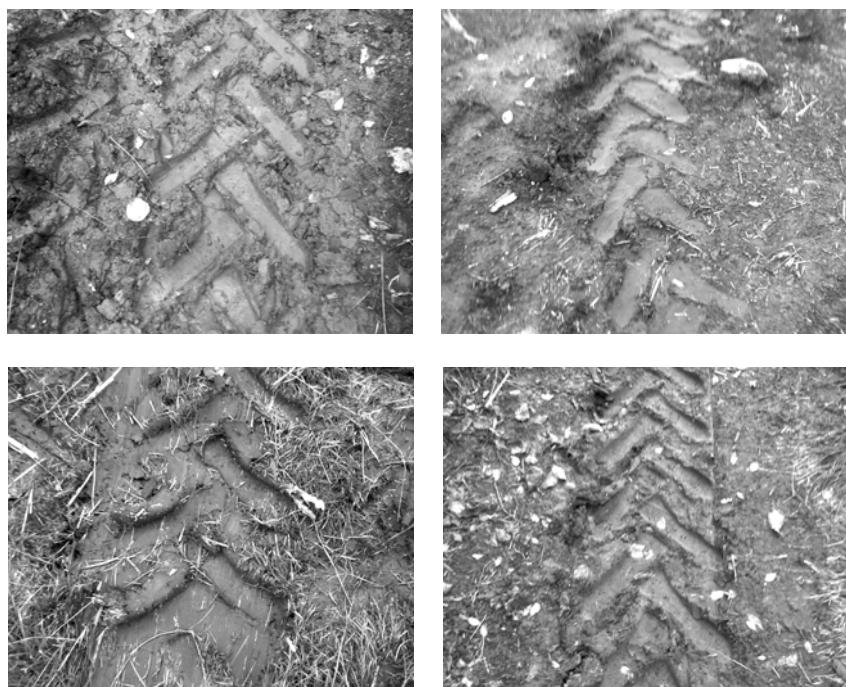
NOVE MOGUĆNOSTI ISPITIVANJA VANPUTNIH VOZILA

Peta varijanta eksperimentisanja u odnosu na prikazane, na sl. 2b, je bazna varijanta samohodnog, opitnog vozila sa dve podvarijante, kao mogućnosti: a) autonoman senzorski-merno-registracioni opitni sistem [6], b) opitni sistem sa GPS podrškom [7]. Pri izboru koncepta opitnog sistema, zavisno od cilja i raspoloživih sredstava, od koristi može biti algoritam na sl. 2a. Na ovom prikazu istaknuta je potreba merenja normalnih i tangencijalnih naprezanja na kontaktnoj površini, A, zatim komponenata sila na točku, B, u smislu utvrđivanja njihovih relacija, to jest, mehanizma generiranja i prenošenja, kao i uticaja na procese merodavne za ponašanje vozila, C.



Sl. 2. a, b. Agoritam i šematski prikaz eksperimentalnog sistema

Povratne spregе A, B, C, ukazuju na mogućnosti invertovanja mernog sistema, što znači, na bazi izmerenih izlaza i identifikovanih prenosnih struktura podsistema i sistema, odrediti ulaze, pobudna dejstva na sistem, koja su u ovim problemima praktično, nemerljiva - procesi u kontaktnoj površini. Na ovim principima je zasnovana primena ITFC sistema za simuliranje opterećenja vozila, kao i primena virtualnih senzora i virtualnih eksperimenata [6], [8]. Određene mogućnosti ispitivanja pruža i rekonstrukcija procesa ponašanja vanputnog vozila na osnovu analiza geometrije i parametara formiranog kolotraga, sl. 3, softverom za obradu slike, sa znatno više raspoloživih informacija u odnosu na obradu kolotraga drumskog vozila pri rekonstrukciji saobraćajne nezgode.



Sl. 3. Izgled tragova točkova pri ispitivanju vanputnog vozila

ZAKLJUČAK

Proučavanje interakcije kretača vozila i zemljišta, predstavlja značajan segment ispitivanja vanputnih vozila. Brojni rezultati iz ove problematike ukazuju na značaj iste ali i na teškoće pri sprovođenju istraživanja Razvoj savremenih teorijskih i eksperimentalnih metoda, numeričkih metoda proračuna, matematičke simulacije, metoda merenja, sakupljanja i obrade podataka, omogućio je kompleksniji pristup u formulisanju i rešavanju problema iz ovog domena.

LITERATURA

- [1] Bekker G.: Off – the – road locomotion. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 1960.
- [2] Wong J .: Theory of ground vehicles. Third Edition. John Wiley & Sons, inc, New York, 2001.
- [3] Fukami K.: Mathematical models for soil displacement under a rigid wheel. Journal of Terramechanics 43, 2006, p.p. 287-301.
- [4] Radonjić R., Glišović J.: Prilog problemima ispitivanja vanputnih vozila. Poljoprivredna tehnika, 2, 2007, 25-30.
- [5] Babkov B., Gejbovič G.B.: Osnovi gruntovedenija i mehaniki gruntova. "Visšja škola", Moskva, 1964.
- [6] Radonjić R.: Identifikacija dinamičkih karakteristika motornih vozila. Monografija, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1995.
- [7] Stafford J., Ambler B.: In – field location using GPS spatially variable field operations. Computers and Electronics in Agriculture 11, 1994, 23-36.
- [8] Radonjić R.: Identification of tire – road interaction. International Congress – Motor Vehiccles & Motors 2008, MVM 20080006, Kragujevac, 2008.

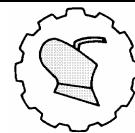
POSSIBILITIES TO OFF - ROAD VEHICLES TESTING

Rajko Radonjić

Mechanical Faculty - Kragujevac
rradonjic@kg.ac.yu

Abstract: The previously used methods and investigation results of the off - road vehicles – soil interaction are presented. The actual testing problems in this domain are pointed out. An experimental system is proposed. Preliminary testing results are given and commented. New possibilities to off – road vehicle testing are considered.

Key words: *soil properties, off - road vehicles, interaction, experimental results.*



UDK: 629.3.038

ALTERNATIVNI POGON NA VANPUTNIM VOZILIMA

**Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović,
 Kosta Gligorević, Ivan Zlatanović**

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Primena alternativnih pogona na vanputnim vozilima, danas u Svetu, predstavlja veoma aktuelnu temu. Globalno poskupljenje fosilnih goriva i aktuelna Svetska ekonombska kriza još više doprinoze važnosti primene alternativnih pogona. Usled široke oblasti primene vanputnih vozila, od poljoprivrede do rutarstva, iznalaženjem prihvatljivog i jeftinog rešenja alternativnog pogona znatno bi se smanjile potrebe za upotrebotom fosilnih goriva. U ovom radu su predstavljena aktuelna rešenja alternativnih pogona i to: - *Električnih* i - *Hibridnih*, kao i neka konkretna rešenja i primeri njihove praktične primene na poljoprivrednim i radnim mašinama i vojnim vozilima. Treba reći da su alternativni pogoni sve više zastupljeni i u oblasti drumskih motornih vozila, što pokazuje zainteresovanost proizvođača i sve češće pojavljivanje na tržištu serijskih modela sa alternativnim pogonom.

Ključne reči: vozila, alternativni pogon, hibridni pogon, elektro pogon.

UVOD

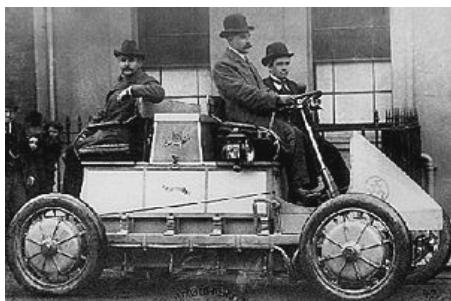
Upotreba električnog pogona, kao alternativnog rešenja za kretanje vozila, započela je još 1898 godine. Prva uspešnu konstrukciju [1] ovakvog vozila predstavio je proizvođač LOHNER-PORSCHE, koji je konstruisao inžinjer Ferdinand Porche, 1900 godine. Ovaj automobil, je imao pogon sa dva elektromotora koji su bili postavljeni na prednjoj upravljačkoj osovinu vozila (Sl. 1). Elektromotori su dobijali električnu energiju iz olovnih baterija koje su se nalazile na šasiji vozila ispod sedišta.



Sl. 1. Prva uspešna konstrukcija vozila LOHNER-PORSCHE sa elektro pogonom [1]

U septembru iste godine predstavljen je i prvi automobil proizvođača LOHNER-PORSCHE, sa elektro pogonom na sva četiri točka (svaki točak je pogonjen zasebnim elektromotorom). Ovaj automobil je bio u i prodaji, a kasnije je korišćen i u sportske svrhe. Godine 1902., Lohner je svoj automobil opremio motorom sa unutrašnjim sagorevanjem i generatorom koji će dopunjavati baterije. Na ovaj način je kompanija LOHNER-PORSCHE proizvela prvi serijski automobil koji je koristio hibridni pogon [1], i koji je bio upotrebljen i u komercijalne svrhe (Sl. 2).

Za vreme prvog svetskog rata, Nemci su već eksperimentisali sa upotrebom električnog pogona u vojne svrhe. Tako je već 1916. godine na frontovima u Francuskoj, prema podacima [2], upotrebljeno gusenično vozilo (tenk) sa elektro pogonom gusenica (Sl. 3).



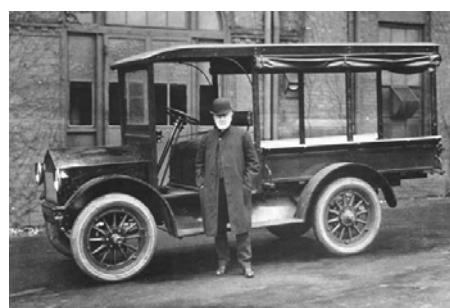
Sl. 2. Prvo vozilo sa elektro pogonom na sva četiri točka proizvođača Lohner-Porsche [17]



Sl. 3. Vojno vozilo sa elektro pogonom gusenica [1]

Hodni mehanizam tenka (Sl. 3), bio je zasnovan na platformi Američkog traktora guseničara proizvođača Holt&Co. Ovaj gusenični mehanizam je bio pokretan od strane dva elektromotora, po jedan za svaki pogonski lančanik. Električnu energiju za njihov pogon obezbeđivao je Penhardov benzinski motor koji je pokretao elektro generator proizvodnje General Electric.

Nakon ovih pionirskih koraka u razvoju vozila sa alternativnim pogonom pojavilo se još nekoliko proizvođača koji su predstavili svoje koncepte rešenja ovog problema. Ove konstrukcije su se najčešće odnosile na teretna vozila (Sl. 4) koja se često ili uvek koriste u vanputnim uslovima. Proizvođač Landsden kamiona (Sl. 4), ima dva modela, od kojih je prvi korišćen za transport radnika u rudnicima u američkoj državi Filadelfija, a drugi je koristio baterije koje je konstruisao Tomas Edison [18].



Sl. 4. Teretno vozilo na elektropogon [18]

Dugo godina, osnovni problem vozila sa elektropogonom bila je velika masa motora i prateće opreme. Zbog toga je njihova efikasnost bila znatno manja u odnosu na ostale pogonske sisteme. Bez obzira na ovaj nedostatak ipak se nekoliko modela ovakvih tipova vozila pojavilo u serijskoj proizvodnji. To su najčešće bili kamioni koji su se koristili za transport rude na površinskim kopovima u rudnicima. Tako 1963. godine firma Unit Rig & Equipment Co. (danasa Terrex), počinje da ugrađuje u svoje rudarske kamione kombinovani Diesel-električni pogon [4]. Na ovaj način su uspeli da smanje težinu vozila i povećaju korisnu nosivost, a ove konstrukcije kamiona velikih nosivosti (damperi) i danas se uspešno koriste (Sl. 5).

Konvencionalna vozila koja se koriste u za teške i obimne rade (rudnici, hidromeliorativni radovi) se najčešće pokreću mehaničkim ili hidrostatickim pogonima koji su veoma komplikovani za rukovanje i održavanje. U nekim slučajevima ukupna snaga je prelazila 2000 kW, a ukupna masa preko 540 t. U slučaju kamiona sa elektropogonom, pogonski elektromotori i kompletne transmisije su smešteni u samim točkovima i zauzimaju mnogo manje mesta od konvencionalnih načina pogona.

Sve do 1990. g. 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 (Sl. 6).



Sl. 5. Unit Rig, prvi damper sa elektro pogonom [19]



Sl. 6. Savremeno drumsko vozilo Toyota Prius pokretano hibridnim pogonom [20]

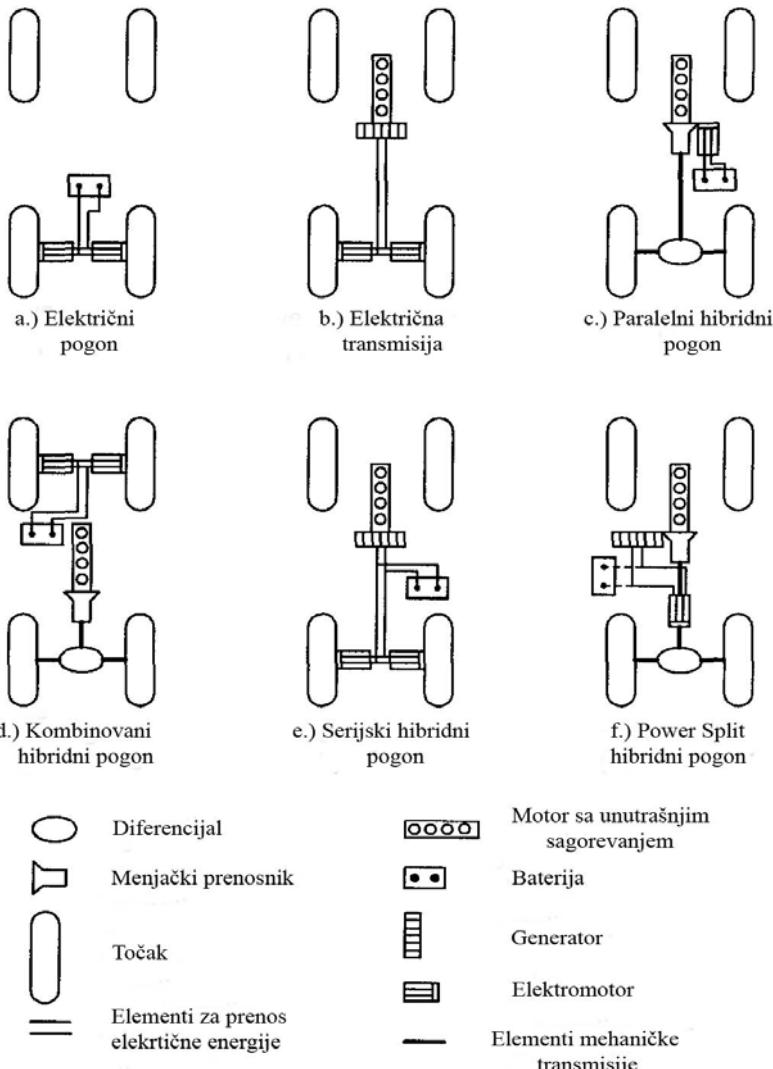
Pojedina konstrukcijska rešenja znatno su unapredila razvoj vozila na elektro pogon. Ta rešenja se uglavnom odnose na:

- hlađenje elektromotora tečnošću (ovako hlađeni elektromotori imaju znatno povoljniji odnos snage i mase u odnosu na vazduhom hladene elektromotore).
- znatno povećanje efektivnosti motora uz primenu elektronike u funkciji kontrole napajanja.
- elektromotori zasnovani na novim tehničkim rešenjima kao što su motor sa permanentnim magnetima, motori sa transverzalnim fluksom, reluktansni motori, itd.
- pojava novih elektronskih komponenata kao što su IGBT tranzistori (Insulated Gate Bipolar Transistor).

GLAVNI POGON

Svi predhodno pomenuti aspekti znatno su doprineli povećanju efikasnosti električnih komponenata, a takođe je došlo i do njihovog pojedinjenja zbog usavršavanja tehnologije proizvodnje, zahvaljujući tome mnogi proizvođači vozila su znatno napredovali u istraživanjima ove oblasti.

Tako su nastali neki od sistema alternativnih pogona (Sl. 7).



Sl. 7. Sistemi alternativnog pogona (električni i hibridni) [10]

Čisti elektro pogon (Sl. 7a), zasniva se na baterijama kao izvoru energije i pogonskim motorima koji pokreću pogonske točkove. Primeri za ovakva vozila sa čistim elektro pogonom su električni viljuškari i transportna vozila koja se koriste u zatvorenom prostoru skladišta raznih tipova.

Ove konstrukcije, treba da uz što veće kapacitete baterija, vozilima obezbede što veći radijus kretanja pre ponovnog dopunjavanja električnom energijom. Svakako treba staviti akcenat na to da se ovakva vozila koriste isključivo za svrhe za koje su namenjena.

Kombinovani hibridni pogon (Sl. 7d) za razliku od električnog, pruža mogućnost korišćenja ili električnog ili mehaničkog pogona u zavisnosti od potrebe, pošto poseduje dva odvojena sistema pogona. Takođe postoji mogućnost kombinovanja obe vrste pogona u određenim situacijama kada je neophodna dopunska snaga, recimo prilikom ubrzavanja vozila. Osnovni nedostatak ove vrste hibridnog pogona je taj što se baterije transportuju zajedno sa vozilom sve vreme, iako se koriste povremeno. Ova činjenica je jedan od osnovnih razloga zašto kombinovani hibridni pogon nije češće zastupljen u serijskoj proizvodnji hibridnih vozila.

Oblik električnog pogona nazvan *električna transmisijska sklop* (Sl. 7b) (Electric Power Transmision), karakterističan je po tome što se sva proizvedena snaga od strane motora sa unutrašnjim sagorevanjem pretvara u električnu energiju preko generatora, a zatim se sprovodi do elektromotora koji pokreće hodni mehanizam. Ovakav sistem alternativnog pogona imali su rudarski kamioni pomenuti u prethodnom pasusu. Treba napomenuti da za ovakav sistem pogona nisu potrebne baterije. Ovaj oblik električnog pogona je pogodan za razne vrste nadograđivanja od strane korisnika. Primer za to je konstrukcija Vogelete Super 1800DE, specijalne mašine finišera za polaganje asfalta u toku izrade puteva. Ova mašina ima sedamnaest elektromotora koji sačinjavaju električnu transmisiju [6].



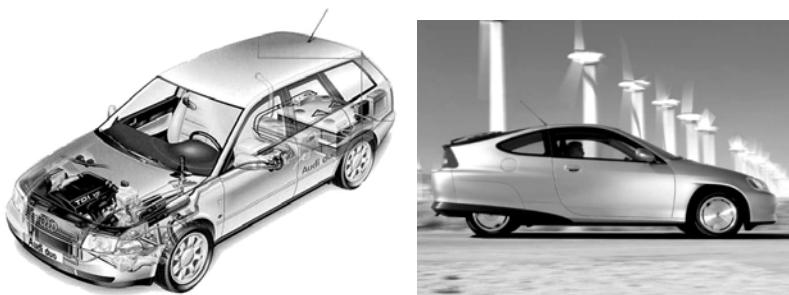
Sl. 8. Mašina za razastiranje asfalta

Vogelete Super 1800DE [21]

Hibridni pogon je definisan činjenicom da koristi najmanje dva različita tipa pretvarača energije (motora) i dva različita izvora energije za pokretanje tih pretvarača. U najvećem broju slučajeva, izvore energije predstavljaju rezervoar za gorivo (slučaj korišćenja SUS motora koji hemijsku energiju goriva pretvara u mehaničku energiju) i baterije (slučaj elektro motora gde se električna energija pretvara u mehaničku). Iz prethodne konstatacije može se zaključiti da u slučaju hibridnog pogona baterije mogu imati znatno manji kapacitet nego u slučaju čisto električnog pogona.

Upotreba vrste hibridnog pogona sa nazivom *paralelni hibridni pogon* (Sl. 7c) je vrlo česta kod proizvođača savremenih motornih vozila (Sl. 9), (Primer: Audi-duo, Toyota Prius I, Honda Insight, Honda Civic IMA), za to što sistem pogona koristi elektromotor za stvaranje dopunske snage prilikom ubrzavanja, a u slučaju usporavanja, taj isti elektromotor radi u modu generatora i na taj način vrši dopunjavanje baterija. Upotrebom ovakvog sistema pogon mogu se ostvariti bolje performanse vozila uz upotrebu manjeg motora sa unutrašnjim sagorevanjem, koji će trošiti manju količinu goriva.

Zbog navedenih razloga paralelni hibridni pogon je vrsta hibridnog pogona koja je danas najviše zastupljena u serijskoj proizvodnji hibridnih vozila [22], [23].



Sl. 9. Audi Duo i Honda Insight, koriste paralelni hibridni pogon [22], [23]

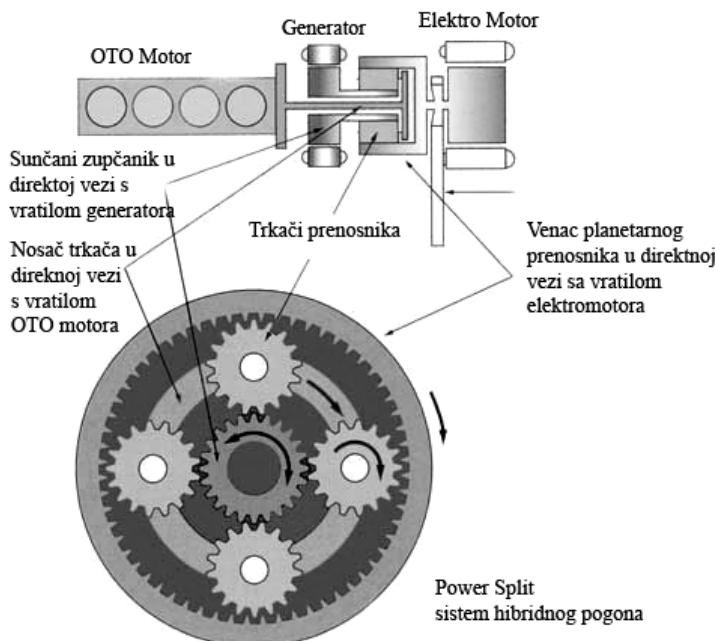
Serijski hibridni pogon (Sl. 7e) predstavlja kombinaciju električnog pogona i električne transmisije (Electric Power Transmission), pa zbog toga ne poseduje komponente mehaničke transmisije. U ovom slučaju elektromotori koji se koriste za pogon moraju imati znatno veći kapacitet nego u slučaju paralelnog hibridnog pogona jer treba da obezbede celeokupnu potrebnu snagu za pogon vozila. Ovakav oblik hibridnog pogona se često koristi u slučajevima kada je teško ostvariti sistem mehaničke transmisije, kao i na vozilima koja se u eksploataciji često zaustavljaju i na taj način jedan deo energije vraćaju u sistem (gradski autobusi). Takođe i serijski hibridni pogon ima mogućnosti prilagođavanja potrebama korisnika kao i električna transmisija. Jedan od primera ovakvog prilagodavanja ove vrste hibridnog pogona potrebama korisnika je lako teretno vozilo Unimog UX 100 Vario Drive (Sl. 10), kod koga su tri različite vrste potrošača energije povezana na isti sistem [8], [24].



Sl. 10. Unimog UX 100 Vario Drive [24]

Još jedan, znatno složeniji oblik hibridnog pogona je Power Split pogon (baterija se ne koristi kao izvor energije) i Power Split hibridni pogon (u sistemu se koristi baterija u koju se skladišti povratna energija – ona energija nastala prilikom usporavanja vozila).

Kod ovog sistema se deo mehaničke energije stvoren od strane motora sa unutrašnjim sagorevanjem putem mehaničke transmisije prenosi do pogonskih točkova, dok drugi deo mehaničke energije utroši generator stvarajući električnu energiju koju zatim elektro motori vraćaju u mehanički sistem transmisije preko planetarnog reduktora (Sl. 11), [25].



Sl. 11. Šematski prikaz Power Split sistema hibridnog pogona (Toyota) [25]

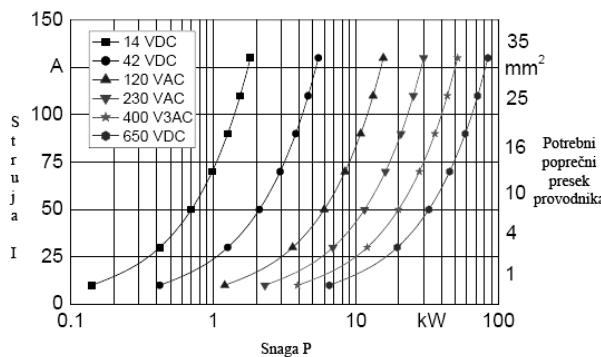
Upotreboom ovakvog sistema pogona može se ostvariti beskonačno varijabilna transmisija. Usled delimičnog postojanja mehaničke transmisije, efikasnost ovakvog pogonskog sistema je veća od efikasnosti električne transmisije ili od serijskog hibridnog pogona [9]. Primer za ovakav tipa hibridnog pogona, je najnoviji model Toyota Prius sa oznakom Hybrid Synergy Drive [25].

POMOĆNI POGON ILI ELEKTRIČNE MAŠINE U ALTERNATIVNOM POGONU

Električne mašine koje se koristi na vozilima sa alternativnim pogonom, generalno su podeljene u četiri grupe. U prvu grupu spadaju električne mašine koje rade na jednosmernu e.e. niskog napona. U upotrebi je električni pogon koji radi na napon od 14V i koristi se na manjim vozilima i električni pogon koji radi na 28V i koristi se na kamionima. U drugu grupu spadaju monofazne mašine koje koriste naizmeničnu e.e., i rade pod naponom od 120 V i 230 V. Ovakve vrste električnih mašina najčešće se koriste na vozilima kod kojih je predviđeno da električnom energijom snabdevaju i spoljašnje potrošače koji koriste stacionarnu (kućnu) energetsku mrežu. U treću grupu spadaju trofazne električne mašine naizmenične struje, a najčešće se primenjuju na automobilima i autobusima sa električnim ili hibridnim oblikom pogona. Rade na naponu od 110 do 600 V. Četvrtu grupu čine električne mašine koje za rad koriste jednosmernu e.e., napona od 130 do 700 V. Ovakve mašine zastupljene su kod električne transmisije i kod nekih oblika hibridnog pogona (serijski hibridni pogon).

Na dijagramu (Sl. 12) se mogu videti neke od karakteristika predstavljenih električnih mašina i to:

- jačina električne energije koju koriste
- snaga i
- neophodan poprečni presek provodnika struje



Sl. 12. Dijagram karakteristika električnih mašina zastupljenih u električnim pogonima

PRIMENA ALTERNATIVNOG POGONA U POLJOPRIVREDI

Za vanputna vozila (i poljoprivredna), kod kojih nisu potrebna velika ubrzanja ili se brzina kretanja ne menja često, upotreba baterija nije pogodna zato što ih transportujemo zajedno sa vozilom, a u upotrebi su retko jer zbog načina korišćenja vozila (retke promene brzine i malo kočenja) retko dolazi do njihovog dopunjavanja energijom kočenja. Iz ovog razloga prvo vozilo sa alternativnim pogonom nastalo za upotrebu u poljoprivredi imalo je električnu transmisiju kao oblik pogona. Traktor SCHMETZ "ELTRAC" se pojavio 1998. godine, i bio je prva poljoprivredna mašina koja je koristila jedan ovakav tip pogona.

Traktor [12], je bio opremljen električnom transmisijom (Sl. 13), koju su sačinjavali vazduhom hlađeni AC generator, povezan direktno za kolenasto vratilo Diesel motora i tečnošću hlađeni AC elektromotor koji je pokretao pogonske osovine preko menjачkog prenosnika. Prenos električne energije od generatora do motora izведен je tako što se naizmenična struja iz generatora preko ispravljača prevodila u jednosmernu i tako slala do konvertera koji je tu jednosmernu struju ponovo pretvarao u naizmeničnu i napajao motor. Zahvaljujući tome kontrolom konvertera može se uticati na performanse asinhronog motora. Energija kočenja se usmeravala na kočione rezistore (otpornike) tako da nije bilo potrebe za baterijom. Rashladni sistem za hlađenje elektronskih kontrolnih jedinica i kočionih rezistora nalazio se na krovu kabine. Priključno vratilo traktora pogonjeno je od strane dizel motora preko mehaničke transmisije [12], [13].

Automatizacija radnih procesa poljoprivredne mehanizacije, u poslednje vreme, znatno olakšava eksploataciju i smanjuje angažovanje korisnika, a električni pogon nudi upravo visoki stepen automatizacije i jednostavnu kontrolu preko konverterskog modula. Osim toga preko inverterskog modula moguće je ostvariti beskonačno promenljivo podešavanje broja obrtaja motora. Da bi iskoristili ovaj potencijal mašina sa više odvojenih vrsti pogona, Univerzitet Hohenhaim [11], pokrenuo je projekat opremanja univerzalnog eksperimentalnog žitnog kombajna električnom transmisijom (Sl. 14).



Sl. 13. Traktor Schmetz "Eltrac E135"

Sl. 14. Kombajn Univerziteta Hohenhaim,
opremljen električnom transmisijom [11]

Ovaj kombajn koristi sinhronu mašinu sa permanentnim magnetima, koja dobija pogon od Diesel motora preko klinastog remena, za proizvodnju električne energije i asinhronu mašinu za pogon točkova na prednjoj osovini. Uz dva inverterska modula ostvaren je prenos električne energije u obliku jednosmerne e.e., između motora i generatora. U slučaju kočenja tok energije je obrnut, generator radi kao motor, a motor radi kao generator. Na ovaj način snaga se vraća kolenastom vratilu Diesel motora pa se ostvaruje efekat kočenja motorom i zbog toga nisu potrebni kočioni rezistori (otpornici). Na ovaj način se režim rada Diesel motora automatski prilagođava potrebama hodnog sistema mašine. Ovakav rad agregata, znatno smanjuje nepotrebnu potrošnju goriva. Veoma je bitno, i treba naglasiti, da je za električnu transmisiju, u ovom slučaju [11], od vitalnog značaja rashladni sistem pomoću tečnosti koji hlađi motore, generator i ostale elektronske komponente jer bi u slučaju hlađenja vazduhom dolazilo do smanjena rashladnog kapaciteta usled zagušivanja prašinom. Osim sistema pogona točkova, električnom transmisijom se mogu zadovoljiti i potrebe za pogonom ostalih radnih elemenata kombajna. Zbog velikog broja radnih organa kojima je potreban pogon, izvođenje hibridnog sistema pogona je nemoguće iako bi to moglo dovesti do povećanja efikasnosti. U poređenju sa savremenim hidrostatičkim sistemom kretanja žitnih kombajna koji je najčešće u upotrebi, električna transmisija je efikasnija, pogotovu u oblasti visokih opterećenja.

Kompanija John Deere, 2003. godine [26], je predstavila konstrukciju tipa Fuel Cell Hybride CWV. Ovo vozilo predstavlja poslednje rešenje u razvoju vanputnih vozila sa alternativnim pogonom. Vozilo je opremljeno hidrogenским gorivim čelijama koje obezbeđuju 20 kW električne snage. Na ovaj način čisti električni pogon dobija novi smisao u praksi. Specifičnost ovog vozila je i centralni sistem prenosa snage putem kaiševa kao i jedinstveni rashladni sistem za sve topotno opterećene komponente. Upotrebom ovih sistema znatno je smanjena potrošnja energije na unutrašnje sisteme vozila (Sl. 15).

Sl. 15. John Deere Fuel Cell Hybride CWV,
vozilo sa hidrogenским gorivim
čelijama [26]

ZAKLJUČAK

U cilju povećanja efikasnosti alternativnih pogona, prvenstveno elektro i hibridnog, neophodno je kombinovati mehaničke i hidromehaničke komponente sa prethodno pomenutim pogonima. Na ovaj način bi se efikasnost znatno povećala, ali na današnjem nivou razvoja tehnike i tehnologije to bi bilo preskupo za konvencionalnu upotrebu. Zato se zato ovakve mogućnosti razmatraju kao perspektiva razvoja alternativnih pogona, prvenstveno elektro i hibridnog.

Sledeći korak u razvoju alternativnih pogona za vanputna vozila bi predstavljao, pojavu vozila koje ima zasebne elektromotore za pogon svakog točka, a pomoću ultrakapacitivnih kondenzatora se obavlja vraćanje i iskorišćavanje energije kočenja.

Elektro pogon je veoma pogodan za upotrebu na mašinama koje zahtevaju dosta dodatnih izvora snage za pogon ostalih radnih organa, sem sistema za kretanje. Do ovog zaključka se došlo tako što se ispostavilo da je ugradnja i primena ovakve vrste pogona znatno jednostavnija i isplativija od klasičnog mehaničkog pogona koji se danas najčešće koristi. Osim toga napajanje ostalih potrošača električne energije na vozilima bi bilo znatno lakše i sigurnije ukoliko bi glavni pogon bio elektropogon.

U narednom periodu, razvoj vozila sa alternativnim pogonom, prvenstveno električnim, biće jedno od osnovnih polja interesovanja industrije vozila. To se može videti iz činjenice da su se u ranijem periodu istraživanjima iz oblasti alternativnih pogona bavile uglavnom samo naučnoistraživačke institucije, a danas su u takvom procesu i mnogi proizvođači vozila i mašina.

LITERATURA

- [1] Seiffert R.: Das Genie und sein Auftrag fur eine Technik, die sich nicht durchsetzte, Frankfurter Allgemeine Zeitung, No. 125, p. T 4, May 30th, 2000.
- [2] Trehwitt P.: Panzerfahrzeuge vom I. Weltkrieg bis heute, Gondrom Verlag GmbH, p. 17, 2000.
- [3] Barucki T.: Optimierung des Kraftstoffverbrauchs und der Dynamik eines dieselelektrischen Fahrantriebes fur Traktoren, Dissertation TU Dresden, Forschungsbericht Agrartechnik of the VDI/MEG No. 393, 2001.
- [4] Konig M.: Alternative Antriebskonzepte fur Ackerschlepper HS 598 S, Semi nar paper, Stuttgart University, 1998.
- [5] Nahmer S.: Antriebssysteme fur Elektrofahrzeuge, Dissertation TU Brunnswick, 1996.
- [6] Pickel P. and H. Reufels.: Water-Hydraulic Drive Systems in Road Pavers, Proceedings of the Conference Eureka-Factory-Projekt Wasserhydraulische Antriebssysteme HYDRA, Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, pp. 68-90, 2000.
- [7] Noreikat K.E.: 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, 2002.
- [8] Seidenglanz E., T. Holfelder and D. von Scarpatetti: Der Gerateträger Unimog UX 100 vario drive mit Elektro-Hybrid-Antrieb, ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 98, No. 9, pp. 410-412, 1996.
- [9] Bady R. and J.-W. Biermann: Hybrid-Elefktrofahrzeuge-Strukturen und zukünftige Entwicklungen", Training course manuals of the 6th Symposium Elektrische StraBenfahrzeuge, Technische Akademie Esslingen, pp. 1-17, 2000.
- [10] Teichmann J., G. Bernhardt, H. Coenen and K. Coenen: Opportunities and Requirements for Electro-Mechanical Drive-Systems on Self Propelled Work Machines, Proceedings of the Conference Agricultural Engineering VDI- Berichte 1716, VDI-Verlag GmbH, pp. 87-92, 2002.

- [11] Mugrauer A.: Einsatzmöglichkeiten von Elektromotoren zum Antrieb von Mahdreschern S 78 H, Seminar paper, University of Hohenheim, 2002.
- [12] Schmetz R. and J. Kett: 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, 1998.
- [13] Beunk H.: Stepless changing with diesel-electric power, profi international, No. 12, pp. 28-29, 1999
- [14] Wood J.: John Deere ePower Technologies - Perspectives on Lowering Diesel Emissions, Presentation at the 9th NCC Conference & Exposition, pp. 1-17, 2003.
- [15] French D.A.: Hybrid Electric HMMWV Powered By UQM Propulsion Systems Begins Cold Weather Evaluation At The U.S. Army's Cold Regions Test Center, Press Release 03-27, UQM Technologies, Inc., pp. 1-3, January 22nd, 2003
- [16] Coffey D.: United Defense Teams on Army's Future Combat System Design, Press Release, United Defense, January 24th, 2003
- [17] http://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_electric_vehicle#History
- [18] <http://www.heritagefarmmuseum.com/pages/village/transportation.htm>
- [19] <http://www.terexunitrig.com/main.php?pg=gallery>
- [20] <http://www.autospectator.com/cars/topics/phev>
- [21] <http://www.vogeleamerica.com>
- [22] www.hybrid-autos.info/Audi-Duo-1997-Fotos.html
- [23] www.hibredvehicles.com/1-honda-insight-hybrid.htm
- [24] www.daimler.com/Projects/c2c/documents/1364411_1997_Daimler_Benz_Annual_Report.pdf
- [25] <http://www.familycar.com/roadtests/ToyotaPrius/>
- [26] <http://www.netinform.net/H2/H2Mobility/H2MobilityMain.aspx?ID=325&CATID=4>

ALTERNATIVE PROPULSION OF OFF ROAD VEHICLES

**Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović,
Kosta Gligorević, Ivan Zlatanović**

Faculty of Agriculture – Belgrade

Abstract: The appliance of alternative propulsions on off road vehicles presents a very popular topic nowadays. Global rise in the price of fossil fuel and the actual global economic crisis contribute even more to the importance of their appliance. Due to a wide area of off road vehicle usage, from agriculture to mining industry, ascertainment of an acceptable and low cost solution of alternative propulsion would significantly reduce the needs for fossil fuel. This paper presents actual solutions of alternative propulsion, which are: - *Electrical* and - *Hybrid*, as well as some particular solutions and examples of their practical usage on agricultural working machines and military vehicles. It should be noted that alternative propulsions are more and more used for road motor vehicles, which shows the manufacturers' interest and their more often appearances in the market of serial models with alternative propulsion.

Key words: *Vehicles, Alternative Propulsion, Hybrid Propulsion, Electrical Propulsion.*



UDK: 681.586.34

ODREĐIVANJE DINAMIČNOSTI MOTORNIH VOZILA SA HIDRODINAMIČKIM PRENOSNIKOM SNAGE

Božidar V. Krstić¹, Ivan Krstić², Vojislav Krstić³

¹Mašinski fakultet - Kragujevac

²Student Elektrotehničkog fakulteta - Kragujevac

³Student Saobraćajnog fakulteta - Kragujevac

Sadržaj: Pri projektovanju transmisije vozila, koja u svom sastavu ima hidrodinamički prenosnik snage neophodna je pravilna ocena stabilnosti brzine dejstva i drugih pokazatelja prelaznih procesa koji su povezani sa nestacionarnim kretanjem tečnosti u njihovom radnom prostoru.

Cilj ovog rada je dolaženje do matematičkih izraza koji omogućavaju tačnije definisanje fizikalnosti dinamičkih procesa koji se odvijaju u radnim prostoru hidrodinamičkih prenosnika snage.

Ključne reči: hidrodinamički prenosnik snage, procesi u radnom prostoru, dinamičnost.

1. UVOD

Od dinamičnosti vozila, u velikoj meri zavisi njegova produktivnost. Ova eksploataciono tehnička karakteristika vozila zavisi pre svega, od njegovih konstruktivnih svojstava, kao što su: snaga i obrtni moment pogonskog motora, prenosni odnosi u transmisiji, koeficijent korisnog dejstva, ukupna masa vozila, primjenjeni pneumatici i aerodinamičnost vozila, ali i od niza drugih faktora. Dinamičnost je u tesnoj vezi sa ostalim eksploataciono tehničkim karakteristikama vozila. Ipak presudan uticaj na dinamičnost vozila imaju karakteristike pogonskog motora i transmisije. Iz tog razloga njihovoj vezi i usaglašavanju posvećuje se posebna pažnja. Posebno interesantan i složen zadatak je usaglašavanje karakteristika pogonskog motora i transmisije, naročito ako se radi o transmisiji koja u svom sastavu ima hidrodinamičku komponentu. Imajući to u vidu vrlo značajno je definisati zavisnosti između karakteristika pogonskog motora i transmisije, koja u svom sastavu ima hidrodinamičku komponentu, i dinamičkih karakteristika vozila. Na osnovu tih zavisnosti moguće je vršiti detaljne analize uticaja pojedinih karakteristika motora i/ili transmisije na ukupnu dinamičnost vozila čiji su oni osnovni sastavni delovi.

2. MOGUĆNOST IZRAŽAVANJA DINAMIČNOSTI MOTORNIH VOZILA

Dinamičnost vozila predstavlja njegovu sposobnost prevoza putnika i/ili tereta najvećom srednjom brzinom pri određenim uslovima. Srednja brzina kretanja vozila, za određene uslove korišćenja vozila, zavisi uglavnom od intenziteta usporavanja i ubrzavanja vozila, kao i od maksimalne brzine koja se može razviti. Vrednost maksimalno moguće brzine vožnje, na određenoj deonici puta, ne zavisi samo od konstruktivnih parametara čvrstoće vozila, već i od parametara udobnosti i efikasnosti kočnog sistema. Od dinamičnosti vozila, u velikoj meri, zavisi njegova produktivnost. Dinamičnost vozila zavisi, pre svega, od njegovih konstruktivnih svojstava ali i od elemenata aktivne bezbednosti vozila (kočna svojstva, upravljivost, stabilnost, vidljivost, signalizacija), prohodnosti vozila i elemenata komformnosti vozila.

Dinamičnost se izražava često preko tzv. dinamičkog faktora, koji predstavlja odnos slobodne vučne sile na pogonskim točkovima (razlika vučne sile i otpora kretanju) i ukupne težine vozila. Dinamička karakteristika vozila grafički se najčešće predstavlja kao zavisnost dinamičkog faktora vozila i njegove brzine kretanja [1], [2]. Dinamički faktor koristi se pri upoređivanju dinamičnosti dva ili više vozila. Ukoliko je poznata dinamička karakteristika vozila moguće je odrediti maksimalnu brzinu kretanja, maksimalni uspon koji vozilo može da savlada kao i ubrzanje koje se može postići pri određenom stepenu prenosa. Dinamički faktor vozila moguće je odrediti ukoliko je poznata tzv. brzinska karakteristika motora (dijagramska zavisnost snage i obrtnog momenta od broja obrtaja motora) i osnovne karakteristike vozila (prenosni odnos transmisije pri određenim brzinama kretanja, stepen iskorišćenja transmisije, ukupne masa vozila, dinamičkog poluprečnika pogonskih točkova i aerodinamičkih karakteristika). Na osnovu dinamičkog faktora može se utvrditi koliki otpori se mogu savladati, pri određenoj brzini kretanja vozila, kao i kolika se maksimalna vrednost brzine kretanja vozila može postići pri određenoj vrednosti otpora. Ukoliko je poznata vrednost dinamičkog faktora i koeficijenta inercije obrtnih masa može se približno odrediti vrednost ubrzanja vozila.

Umesto dinamičkog faktora vrlo često se koriste izvedeni pokazatelji dinamičnosti: specifična snaga, specifični obrtni moment i intenzitet kočenja. Pri analizi dinamičnosti vozila treba imati u vidu sledeće činjenice: Samo pravilno održavan pogonski motor (u dobrom tehničkom stanju), i pri primeni adekvatnih pogonskih materijala može imati zadovoljavajuće dinamičke karakteristike; Na praznom hodu i pri punom gasu dinamičke karakteristike motora se mogu ispoljiti; Motor je najosetljiviji na komande gasa a samim tim i vozilo najživljje pri srednjim brzinama njegovog kretanja.

Osnovni pokazatelj manevarskih sposobnosti vozila je ubrzanje koje se može ostvariti. Dinamičnost motora, u velikoj meri, zavisi od organizovanosti njegovih radnih procesa. Pri preticanju vozilom, neophodno je povećanje dovoda goriva u motoru. To dovodi do pojave dima, povećane potrošnje goriva i smanjenja veka motora. U ovom slučaju ne vršiti nagli dovod goriva, već najmanje u dve faze. Između ove dve faze neophodno je postojanje pauze koja omogućava motoru da prihvati povećanu količinu goriva. Praksa je pokazala da sa povećanjem broja cilindara u motoru povećava se njegova dinamičnost, kao i da su oto motori (za istu snagu) lakši i dinamičniji od dizel

motora. Najveći uticaj na dinamičnost radnog procesa motora ima sistem za napajanje gorivom. Kvalitet turbogrupe, kod natpunjenih motora, u velikoj meri, utiče na njihovu dinamičnost. Svaki motor ima oblast optimalnih ubrzanja. Na osnovu prethodno rečenog može se zaključiti da je pogonski motor vozila izvorni nosilac njegove dinamičnosti. Iz tog razloga neophodno je obratiti posebnu pažnju na njegovu specifičnu snagu i obrtni moment. Specifična snaga vozila je odnos nominalne snage motora i ukupne mase vozila. Koristi se kao pokazatelj vučno brzinskih svojstava vozila. Vrednost specifične snage vozila zavisi od tipa i namene vozila. Za teretna vozila najveće mase, prema postojećim propisima o regulisanju saobraćaja ne propisuje se samo maksimalno dozvoljena masa i gabariti već i minimalno dozvoljena specifična snaga.

Cilj ograničavanja minimalne specifične snage jeste ubrzavanje saobraćaja i povećanje propusne moći puteva. Minimalne vrednosti specifične snage, za određeni tip vozila, zakonom su propisane. Kod postojećih putničkih vozila (naročito putničkih vozila visoke klase), specifična snaga je mnogo veća od minimalno dozvoljene. To nije slučaj sa teretnim vozilima i vozilima sa prikolicom. Njihova specifična snaga je bliska minimalno dozvoljenoj. Specifični obrtni moment predstavlja odnos maksimalnog obrtnog momenta motora i ukupne mase. Vrednost specifičnog obrtnog momenta motora, koji se ugrađuje u vozila, zakonom su propisane. Veće vrednosti specifične snage i specifičnog obrtnog momenta ukazuju na veću dinamičnost vozila, odnosno bolje vučno-brzinske karakteristike (ubrzavanje, savlađivanje uspona, maksimalna brzina itd.). Duži niz godina postoji trend povećanja specifične snage i specifičnog obrtnog momenta motora koji se ugrađuje u vozila. Dinamičnost vozila se smanjuje sa dužinom njegove eksploatacije. Osnovni faktor koji prouzrokuje pogoršavanje dinamičnosti vozila jeste pogoršavanje izlaznih karakteristika njihovih podsistema usled povećanja stepena istrošenja delova određenih sklopova.

3. USPOSTAVLJANJE ZAVISNOSTI IZMEĐU KARAKTERISTIKA MOTORA, HIDRODINAMIČKOG MENJAČA I DINAMIČKIH KARAKTERISTIKA VOZILA

Pokretanje vozila s mesta i njegovo ubrzavanje u određenom stepenu prenosa, pri primeni klasične transmisije, najčešće se analizira kroz tri etape: Od trenutka pokretanja vozila s mesta posle uključivanja glavne spojnica do izjednačavanja ugaonih brzina njenih pogonskih i gonjenih delova; Od trenutka prestanka proklizavanja tarućih površina glavne spojnica do postizanja željenog broja obrtaja motora; Od trenutka isključivanja glavne spojnica, posle postignutog željenog broja obrtaja motora, do njenog uključivanja pri prelazu na sledeći prenosni odnos u menjaču. Vrednost ubrzanja vozila, u prethodno navedenim etapama, za vozila sa zupčastim menjačem, određuje se primenom poznate metodologije [2]. Ukoliko vozilo poseduje transmisiju koja u svom sastavu ima HDPS, postupak određivanja njegovog ubrzanja postaje mnogo složeniji.

Pri primeni transmisije sa HDPS pokretanje vozila sa mesta i njegovo ubrzavanje može se analizirati po sledećim etapama: a) Prva etapa počinje od trenutka aktiviranja glavne spojnica, kada pogonski motor radi na praznom hodu do postizanja ugaone brzine obrtanja pumpnog kola turboprenosnika pri kojoj još uvek nije došlo do znatne promene vrednosti koeficijenta obrtnog momenta, kome odgovara vrednost prenosnog odnosa i_1 . Dosadašnja istraživanja pokazuju da pri malim vrednostima hidrauličkog prenosnog

odnosa HDPS ne dolazi do bitne promene vrednosti koeficijenta obrtnog momenta ($\lambda_1 \equiv \lambda_o$). Druga etapa se nastavlja na prvu i traje do trenutka prelaza režima rada HDM na režim rada HDS ($\eta \equiv i_2$). Treba naglasiti da HDM, koji se primenjuju na vozilima, skoro uvek su sa mogućnošću prelaska sa režima rada HDM na režim rada HDS. Osnovni razlog za to leži u činjenici da se ovakvim rešenjima poboljšava stepen korisnosti ovakve transmisije. Pri matematičkom modeliranju procesa polaska i ubrzavanja vozila koje poseduje HDM ključnu ulogu imaju tzv. spoljašnje karakteristike HDM: koeficijent promene obrtnog momenta i prozračnost.

Koeficijent momenta, kao jedna od spoljašnjih karakteristika HDM, pokazuje kako HDM opterećuje motor i kako on prima opterećenje preko ostalih delova transmisije vozila od pogonskih točkova. Njegova vrednost zavisi prvenstveno od oblika radnog prostora HDM (oblik meridijanskog preseka, broja, oblika i položaja lopatica kola, rasporeda lopatičnih kola u meridijanskom preseku) ali i od njegovih kinematskih i hidrodinamičkih parametara [1], [2]. Tok promene ovog koeficijenta najčešće se određuje eksperimentalno ali se može izraziti i u analitičkom obliku, najčešće preko prozračnosti (Π) i prenosnog odnosa HDM (i). Kooeficijent promene obrtnog momenta predstavlja odnos obrtnih momenata turbinskog i pumpnog kola HDM u funkciji režima rada. Teorijska istraživanja u ovoj oblasti [1], [2] dovela su do sledećih izraza za određivanje vrednosti koeficijenta promene obrtnog momenta i koeficijenta momenta:

$$K = K_1 - \frac{K_1 - 1}{\Delta i} \cdot i \quad (1)$$

$$\lambda_1 = \lambda_o \cdot \left(1 - \frac{\Pi - 1}{\Pi} \cdot \frac{i}{\Delta i}\right) \quad (2)$$

Pri analizi procesa ubrzavanja vozila koje poseduje HDPS polazi se od pretpostavke da je moment otpora spoljnih sila, sveden na HDM nepromenjen. Uzimajući u obzir veći broj parametara, koji utiču na prenos snage HDM, mogu se napisati diferencijalne jednačine kojima se opisuje promena ugaonih brzina obrtanja ulaznog i izlaznog lopatičnog kola HDM u obliku:

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{b_o}{J_1} + \frac{b_1}{J_1} \cdot \omega_1 - \frac{(b_2 + \lambda_o)}{J_1} \cdot \omega_1^2 + \frac{\lambda_o}{\Delta i} \cdot \frac{\Pi - 1}{\Pi} \cdot \frac{1}{J_1} \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 \quad (3)$$

$$\frac{d\omega_2}{dt} = \frac{K_1 \cdot \lambda_o}{J_2} \cdot \omega_1^2 - \frac{\lambda_o}{J_2} \cdot \left(\frac{K_1}{\Delta i} \cdot \frac{\Pi - 1}{\Pi} + \frac{K_1 - 1}{\Delta i}\right) \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 + \frac{\lambda_o}{J_2} \cdot \frac{\Pi - 1}{\Pi} \cdot \frac{K_1 - 1}{\Delta i^2} \cdot \omega_2^2 - \frac{M_o}{J_2} \quad (4)$$

Korišćenjem izraza (1) i (2) dobija se diferencijalna jednačina u obliku:

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} \cdot \left(\frac{\frac{d\omega_1}{dt} - \frac{b_o}{J_1} \cdot \frac{b_1}{J_1} \cdot \omega_1 + \frac{(b_2 + \lambda_o)}{J_1}}{\frac{\lambda_o}{\Delta i} \cdot \frac{\Pi - 1}{\Pi} \cdot \frac{\omega_1}{J_1}} \right) = \\ & = \frac{K_1 \cdot \lambda_o}{J_2} \cdot \omega_1^2 - \frac{\lambda_o}{J_2} \cdot \left(\frac{K_1}{\Delta i} \cdot \frac{\Pi - 1}{\Pi} + \frac{K_1 - 1}{\Delta i}\right) \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 + \frac{\lambda_o}{J_2} \cdot \frac{\Pi - 1}{\Pi} \cdot \frac{K_1 - 1}{\Delta i^2} \cdot \omega_2^2 - \frac{M_o}{J_2} \end{aligned} \quad (5)$$

Rešavanjem diferencijalne jednačine (5) dobija se izraz za određivanje ugaone brzine obrtanja ulaznog vratila u obliku:

$$\omega_1 = \frac{b_o}{J_1} \cdot \frac{\frac{J_1}{b_o} \cdot \left(\frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{\Delta i}{K_1 - 1} + 2 \right) \cdot (\omega_{2o} - \omega_{1o})}{\frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{\Delta i}{K_1 - 1} + 2} \quad (6)$$

Korišćenjem izraza (2) i (3) dobija se:

$$\begin{aligned} \omega_2 &= \omega_{2o} \cdot (1 + A \cdot t + A^2 \cdot t^2 + A^3 \cdot t^3) + \\ &+ \frac{\lambda_o}{J_2} \cdot \frac{t^3}{3} \cdot \left[\left(\frac{M_o}{J_2} \right)^2 \cdot \frac{\Pi - 1}{\Delta i^2} \cdot \frac{K_1 - 1}{\Delta i} + \frac{M_o}{J_2} \cdot B \cdot \left(\frac{K_1}{\Delta i} \cdot \frac{\Pi - 1}{\Delta i} + \frac{K_1 - 1}{\Delta i} \right) + K_1 \cdot B^2 \right] - \\ &- \frac{M_o}{J_2} \cdot t \cdot (1 + A \cdot t + \frac{4}{3} \cdot A^2 \cdot t^2) - \frac{B}{2} \cdot A \cdot \Delta i \cdot t^2 \cdot \left(\frac{K}{K_1 - 1} + \frac{\Pi}{\Pi - 1} \right) \cdot \left(1 + \frac{4}{3} \cdot A \cdot t \right) \end{aligned} \quad (7)$$

Oznaka A u izrazu (7) predstavlja sledeći izraz:

$$A = \omega_{2o} \cdot \frac{\lambda_o}{J_2} \cdot \frac{K_1 - 1}{\Delta i^2} \cdot \frac{\Pi - 1}{\Pi} \quad (8)$$

Obрtni moment pumpnog i turbinskog kola može se izraziti u obliku:

$$M_p = b_o \cdot \frac{\frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{\Delta i}{K_1 - 1} + 1}{\frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{\Delta i}{K_1 - 1} + 2} + b_1 \cdot \omega_1 - b_2 \cdot \omega_1^2 \quad (9)$$

$$\begin{aligned} M_t &= \omega_{2o} \cdot A \cdot J_2 \cdot (1 + 2 \cdot A \cdot t + 3 \cdot A^2 \cdot t^2) + \\ &+ 2 \cdot M_o \cdot A \cdot t \cdot (1 + 2 \cdot A \cdot t) - J_2 \cdot B \cdot \Delta i \cdot \left(\frac{K_1}{K_1 - 1} + \frac{\Pi}{\Pi - 1} \right) \cdot A \cdot t \cdot (1 + 2 \cdot A \cdot t) + \\ &+ \lambda_o \cdot t^2 \cdot \left[\left(\frac{M_o}{J_2} \right)^2 \cdot \frac{\Pi - 1}{\Delta i^2} \cdot \frac{K_1 - 1}{\Delta i} + \frac{M_c}{J_2} \cdot B \cdot \left(\frac{K_1}{\Delta i} \cdot \frac{\Pi - 1}{\Delta i} + \frac{K_1 - 1}{\Delta i} \right) + K_1 \cdot B^2 \right] \end{aligned} \quad (10)$$

Izrazima (1-10) predstavljene su zavisnosti između karakteristika motora i hidrodinamičkog menjača i dinamičkih karakteristika vozila.

ZAKLJUČAK

Prikazanim matematičkim modelom, povezane su karakteristike pogonskog motora vozila i hidrodinamičkog menjajuća sa dinamičkim karakteristikama vozila. Za analizu uticaja svojstava hidrodinamičkog menjajuća, u drugoj fazi pokretanja vozila može se koristiti promena ugaone brzine obrtanja turbinskog kola hidrodinamičkog menjajuća, koja je funkcija dve promenljive: vremena ubrzavanja vozila (t) i koeficijenta promene obrtnog momenta hidrodinamičkog menjajuća (K_1). Može se takođe zaključiti da na dinamičnost vozila presudan uticaj imaju karakteristike pogonskog motora i hidrodinamičkog menjajuća. Iz tog razloga izboru pogonskog motora i transmisije, ali i njihovo vezi i usaglašenosti, za određene oblasti primene, treba posvetiti posebnu pažnju. Korišćenjem izloženog matematičkog modela moguće je vršiti detaljnu analizu uticaja pojedinih karakteristika motora i transmisije na ukupnu dinamičnost vozila.

LITERATURA

- [1] Krstić B. (1990): Teorijsko i eksperimentalno istraživanje polja brzina i polja pritisaka u radnom prostoru turboprenosnika, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Kragujevac.
- [2] Krstić B. (2003): Hidrodinamički prenosnici snage u agregatima motornih vozila, monografija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac.

DETERMINATION OF DYNAMISM MOTOR VEHICLES WITH HYDRODYNAMIC POWER TRANSMITTERS

Božidar V. Krstić¹, Ivan Krstić², Vojislav Krstić³

¹*Mašinski fakultet - Kragujevac*

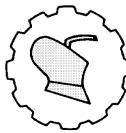
²*Student Elektrotehničkog fakulteta - Kragujevac*

³*Student Saobraćajnog fakulteta - Kragujevac*

Abstract: In process of projecting of vehicle transmission, which contains hydrodynamic power transmitter, is necessary to correct estimate stability of velocity action. It is also necessary to estimate other factors of transitional processes of unstationary fluid movement in their work area.

Goal of this work is to determinate mathematical formulas that could be used for definition of physicality of dynamic processes in work area of hydrodynamic power transmitters.

Key words: *hydrodynamic power transmitter, processes in functioning area, dynamics.*



UDK: 621.817

MOGUĆNOST SPREZANJA HIDRODINAMIČKOG PRENOSNIKA SNAGE SA POGONSKIM MOTOROM VOZILA I ANALIZA STABILNOSTI NJIHOVOG RADA

Božidar V. Krstić¹, Vojislav Krstić², Ivan Krstić³

¹Mašinski fakultet - Kragujevac

²Student Saobraćajnog fakulteta - Kragujevac

³Student Elektrotehničkog fakulteta - Kragujevac

Sadržaj: Povoljne karakteristike hidrodinamičkih prenosnika snage mogu se iskoristiti, pri primeni na motornim vozilima, samo ukoliko su usaglašene njihove karakteristike sa karakteristikama pogonskog motora, sa kojima se oni primenjuju u sprezi. Samo tada se može postići ekonomičan rad, povoljna dinamika, povećan vek trajanja vozila, zadovoljavajuća pouzdanost i komfor. Imajući sve to u vidu, u radu je dat pregled mogućnosti sprezanja hidrodinamičkih prenosnika snage sa pogonskim motorima. Za konkretni primer spreme ove dve komponente u vozilu izvršena je analiza njihove usaglašenosti i stabilnosti njihovog rada.

Ključne reči: motorno vozilo, hidrodinamički prenosnik snage, pogonski motor, zajednički rad.

1. UVOD

Potreba za povećanjem snage ugrađenih pogonskih motora u motornim vozilima i potreba za povećanjem brzine njihovog kretanja dovela je do povećanja dinamičkih opterećenja i smanjenja buke vozila u celini. U potrazi za boljim rešenjima prenosnika snage, prvenstveno sa ciljem da se smanje udarna opterećenja i poveća pouzdanost vozila, umesto klasičnih zupčastih prenosnika razvijeni su kombinovani hidromehanički prenosnici snage. Kao hidroprenosnik u gradnji motornih vozila najčešće se koristi hidrodinamički menjac (HDM), a nešto manje hidrodinamička spojnica (HDS). Povoljne karakteristike HDPS mogu se iskoristiti pri primeni na motornim vozilima samo ukoliko su usaglašene karakteristike HDPS i pogonskog motora sa kojima se on primenjuje u sprezi. Samo tada se može postići ekonomičan rad, povoljna dinamika, povećan vek trajanja vozila, pouzdanost i komfor. Zajednički rad HDPS i pogonskog motora je nepovoljan ako pri optimalnom režimu rada motora HDPS radi u nepovoljnim uslovima i obratno. To se ne sme dozvoliti jer u tom slučaju, iako i motor i HDPS imaju zadovoljavajuće karakteristike, njihov zajednički rad je nepovoljan.

Cilj rada je analiza zajedničkog rada HDPS i pogonskog motor, kao i analiza stabilnosti njihovog zajedničkog rada na motornom vozilu.

2. ZAJEDNIČKI RAD HIDRODINAMIČKOG MENJAČA I POGONSKOG MOTORA

Radne karakteristike motora i HDPS moraju biti saglasne u celom eksploracionom području. One moraju da omoguće postizanje zadovoljavajućih eksploraciono-tehničkih karakteristika motornih vozila. Pri rešavanju prenosa snage, od pogonskog motora do svih potrošača na vozilu, neophodno je uzeti u obzir, u celom eksploracionom radnom području ceo prenosni lanac (motor-prenosnik snage-vozilo), koji predstavlja kinematski i dinamički lanac u kome radni režimi svih elemenata definisani su uslovima dinamičke ravnoteže, uzimajući pri tome u obzir karakteristike motora, prenosnika snage i pokretane mašine. Pri rešavanju ovog zadatka najčešće se primenjuje metoda razlaganja. Najpre se usaglašava zajednički rad motora i prenosnika snage, potom prenosnika snage i pokretane mašine, i na kraju se vrši superponiranje prethodna dva rešenja i na taj način obuhvata ceo prenosni lanac. Pri analizi ubrzavanja i usporavanja motornih vozila neophodno je sprovesti analizu prelaznih pojava koje se odvijaju u analiziranom prenosnom lancu. HDPS se sprežu sa motorima raznih vrsta (oto, dizel, asinhroni i sinhroni elektromotori naizmenične struje, parne i gasne turbine).

Karakteristiku zajedničkog rada motora sus sa HDPS moguće je formirati ukoliko je poznata kriva obrtnog momenta motora i bezdimenzionalna karakteristika HDPS. Analizom ovih karakteristika dolazi se do odgovora na pitanje da li je sa određenim motorom spregnut odgovarajući HDPS. Vrednost momenta koji može da se prenese HDPS, zavisi od njegovog geometrijskog oblika (oblika meridijanskog preseka, oblika i polo, aja lopatica kola), broja lopatica, gabarita, ugaone brzine obrtanja pumpnog kola, klizanja-režima rada, količine punjenja i vrste radnog fluida. Jedan od osnovnih zahteva, koji se postavlja pred spregom HDPS i pogonskog motora vozila, jeste stabilnost rada motora u svim režimima. Zavisnost momenta pumpnog kola HDPS i momenta motora od broja obrtaja pumpnog kola HDPS predstavlja karakteristiku njihovog zajedničkog rada. HDPS, primenjen na motornom vozilu, mora da obezbedi potrebnu vrednost izlaznog momenta, saglasnu otporima koji se suprotstavljaju kretanju vozila, uz istovremeno ostvarivanje povoljnih radnih režima pogonskog motora. HDM, u velikoj meri ispunjava ovaj zadatok. Radi uspešnog rešavanja zadatka prenosa snage često se primenjuju višestepeni hidrodinamički prenosnici (npr. kod lokomotiva) ili se vrši združivanjem HDPS (HDM ili HDS) sa zupčastim menjacem (ZM) (kod drumskih vozila). Zavisnost obrtnog momenta i snage od broja obrtaja motora je višezačna. Kod dizel motora, pri istoj ugaonoj brzini vratila, snaga i obrtni moment zavise od hoda klipa pumpe za ubrizgavanje goriva, kod oto motora od položaja regulacionog leptira, kod gasnih turbina od hoda regulatora za dovod goriva, a kod parnih turbina od hoda regulatora za dovod pare. Snaga i obrtni moment, kod asinhronih elektromotora jednoznačno su određeni ugaonom brzinom vratila, osim kod asinhronih elektromotora sa regulisanom pobudom.

Kod sinhronih elektromotora ugaona brzina vratila je stalna i nezavisna od obrtnog momenta i snage. Pri maksimalnoj vrednosti regulacionog parametra (pun otvor leptira, maksimalan hod klipa pumpe za gorivo, maksimalna potrošnja goriva gasne turbine, maksimalan dovod pare) pogonski motor ostvaruje maksimalnu vrednost obrtnog momenta, odnosno snage, i to su tzv. režimi pune snage. Određivanje karakteristika ravnotežnih radnih režima, pri zajedničkom radu motora, HDM i vozila, vrši se na isti način kao i pri zajedničkom radu motora, HDS i vozila. Pri tome treba imati u vidu da kod HDM, za razliku od HDS, postoji promena odnosa momenta na turbinskom i

pumpnom kolu, promena momenta koji se ostvaruje na turbinskom kolu HDM, u širokom intervalu, veća je od promene momenta koji se ostvaruje na pumpnom kolu prozračnih HDM. postoje i takva konstruktivna rešenja HDM, kod kojih se moment na pumpnom kolu ne menja (neprozračni HDM). Radni režim motora, pri primeni HDM, ostvaruje se u užem intervalu promene momenta, nego što je to slučaj pri primeni HDS ili čisto zupčastog menjajuća. Analizom sprege: motor-HDM-vozilo određuje se najpovoljniji prenosni odnos HDM (i), kome odgovara maksimalna vrednost stepena korisnosti (η_{max}), kao i potrebna vrednost koeficijenta promene obrtnog momenta na startnom režimu (K_0), kada je prenosni odnos HDM ravan nuli (i=0, s=100%).

Prenos snage od motora, primenom HDM, kod vozila rešava se iterativno i po etapama, prvenstveno zbog širokog dijapazona promene radnih uslova i mogućnosti izbora različitih rešenja HDM. Prvi korak u rešavanju tog složenog zadatka jeste određivanje momenata koji se trebaju ostvariti na izlaznom vratilu HDM, pri određenim uslovima korišćenja vozila, u prvom redu, na krajevima radne oblasti (od i=0 do i=i_{max}). Potom se određuje prenosni odnos HDM, pri kome on ima maksimalnu vrednost stepena korisnosti. Treći korak je određivanje potrebne momentne karakteristike pumpnog kola (prozračna ili neprozračna). Poslednji korak je određivanje gabarita HDM i proračunavanje parametara zajedničkih radnih režima, iz uslova sprezanja motora i HDM. Usaglašavanje rada motora sus i HDM, prvenstveno se ogleda u usaglašavanju karakteristike motora sa karakteristikom pumpnog kola. Pri radu motora sus sa neprozračnim HDM, radiće u istom režimu, bez obzira na opterećenje izlaznog vratila. Tada je regulacijom dovoda goriva moguće menjati režim njegovog rada.

3. OPTIMIZACIJA PARAMETARA ZAJEDNIČKOG RADA POGONSKOG MOTORA I HIDRODINAMIČKOG MENJAČA NA VOZILU

Jedan isti HDM može se sprezati sa različitim vrstama pogonskog motora, pri njegovoj ugradnji u vozila različite konstrukcije i namene. Usaglašavanje rada motora i HDM najčešće se ostvaruje primenom odgovarajućeg zupčastog menjajuća, pravilnim izborom njegovih stepena prenosa. Optimizacija parametara zajedničkog rada pogonskog motora i HDZM, prvenstveno se zato i sastoji u rešavanju zadataka određivanja prenosnog odnosa zupčastog dela HDZM. Neophodno je izvršiti analizu uticaja većeg broja parametara optimizacije sa ciljem dobijanja rešenja motornog vozila sa zadovoljavajućim performansama i eksploraciono-tehničkim karakteristikama. Da bi optimizacija bila uspešno sprovedena neophodno je poznavati karakteristike transmisije i karakteristike pogonskog motora. Najveći broj do sada poznatih metoda optimizacije zajedničkog rada pogonskog motora i transmisije sa HDM zasniva se uglavnom na analizi momenta motora koji se može preneti HDM. Primenom ovih metoda, stavljanjem u vezu momenta motora (M_m) i momenta koji može da prenese HDM (M_p) određuje se optimalna vrednost prenosnog odnosa zupčastog dela TZM, jer je poznato da jedan isti HDM moguće je sprezati sa različitim motorima samo varijacijom vrednosti stepena prenosa zupčastog dela HDZM.

Matematički to bi moglo da se predstavi sledećim relacijama:

$$M_m \cdot \omega_m \cdot \eta = M_p \cdot \omega_p \quad (1)$$

odakle je:

$$M_p = \frac{M_m \cdot \eta}{i} \quad (2)$$

Sa druge strane, na osnovu teorije sličnosti može se napisati da je:

$$M_p = \frac{M_m \cdot \omega_m^2 \cdot i^2}{\omega_p^2} \quad (3)$$

Korišćenjem izraza (2) i (3) određuje se optimalna vrednost prenosnog odnosa HDZM:

$$i = \left[\frac{M_m \cdot \eta}{\lambda \cdot \rho \cdot D^5 \cdot \omega_m^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (4)$$

Izraz (4) predstavlja uslov optimalnog rada HDM i pogonskog motora. Ovaj metod određivanja optimalne vrednosti prenosnog odnosa zupčastog dela HDZM je izrazito uprošćen jer ne uzima u obzir veći broj uticajnih parametara na rad transmisije i pogonskog motora (promenljivost otpora kretanja vozila, složenost HDZM itd.). Iz tog razloga pokušava se izvršiti optimizacija sistema motor-transmisija uzimanjem u obzir i tih faktora, a posebno promenljivost otpora kretanju vozila u realnim uslovima njegovog korišćenja. Pri tome se strogo mora voditi računa o postizanju maksimalne vrednosti stepena korisnosti, pri prenosu snage od motora na pogonske točkove vozila.

Na primeru HDZM, koji u svom sastavu ima HDM sa jednim reaktorskim kolom i zupčasti menjач koji se sastoji iz dva dela: ispred (sistem za deljenje snage) i iza HDM. Njegovi stepeni korisnog dejstva su η_{m1} i η_{m2} , a prenosni odnosi i_{m1} i i_{m2} .

Snaga koju HDZM može da prenese može se izraziti u obliku:

$$P_{HDZM} = P \cdot \eta_h \cdot \eta_{meh} = M_m \cdot \omega_m \cdot i_h \cdot K \cdot \eta_{meh} \quad (5)$$

gde su: η_{meh} , η_h - stepeni iskorišćenja mehaničkog dela TZM i HDM; ω_m - ugaona brzina obrtanja motora; i_h - hidraulički prenosni odnos.

U realnim uslovima korišćenja vozila snaga koju prenosi HDZM može se izraziti u obliku:

$$P_{HDZM} = \int_{F_{0min}}^{F_{0max}} P_{HDZM} \cdot f \cdot dP = \eta_{meh} \cdot \int_{F_{0min}}^{F_{0max}} P \cdot \eta \cdot f \cdot dP \quad (6)$$

gde je: f - gustina funkcije raspodele opterećenja pri kvazistacionarnom režimu opterećenja; F_{0max} , F_{0min} - maksimalna i minimalna vrednost otpora kretanju vozila

Jednačine zajedničkog rada motora i HDZM mogu se napisati u obliku:

$$F_0 \cdot r_d = M_m \cdot K \cdot i_h \cdot \eta_m \cdot i_0 \cdot i_m \quad (7)$$

$$\lambda = \frac{M_m}{\omega_m^2} \cdot i_{meh}^3 \quad (8)$$

Uslov optimizacije može se izraziti u obliku:

$$\frac{\partial P_{HDZM}}{\partial I_m} = 0 \quad (9)$$

Kako se zupčasti menjач HDZM sastoji iz dva dela, mogu se napisati sledeći uslovi optimizacije HDZM:

$$\frac{\partial P_{HDZM}}{\partial i_{m1}} = \eta_{m1} \cdot \eta_{m2} \cdot \int_{F_{0min}}^{F_{0max}} \frac{\partial (P_{HDZM} \cdot \eta)}{\partial i_{m1}} \Big|_{F_0} \cdot f \cdot dP = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial P_{HDZM}}{\partial i_{m2}} = \eta_{m1} \cdot \eta_{m2} \cdot \int_{F_{0min}}^{F_{0max}} \frac{\partial (P_{HDZM} \cdot \eta)}{\partial i_{m2}} \Big|_{F_0} \cdot f \cdot dP = 0 \quad (11)$$

Deo podintegralne funkcije u izrazu (10) $\frac{\partial (P \cdot \eta)}{\partial i_m} \Big|_{F_0}$ znači da se radi o parcijalnom izvodu po prenosnom odnosu (i_m) zupčasto dela HDZM, pri nepromenljivoj vrednosti sile otpora kretanju vozila (F_0). Za neprozračni HDM može se izraz (6), uz uvažavanje izraza (3) i (4) napisati u obliku:

$$\frac{\partial P_{HDZM}}{\partial i_{m1}} = \int_{F_{0min}}^{F_{0max}} \frac{\partial P_{HDZM}}{\partial \omega_m} \cdot \frac{K \cdot \left(2 \cdot \frac{\partial \eta}{\partial i_h} \cdot K - 3 \cdot \eta \cdot \frac{\partial K}{\partial i_{m1}} \right)}{\omega^2 \cdot \frac{\partial K}{\partial i_{m1}} \cdot \frac{\partial}{\partial \omega_m} \left(\frac{M_m}{\omega^2} \right)} \cdot f \cdot dP = 0 \quad (12)$$

Analizom izraza (11) može se zaključiti da je $\frac{\partial P_{HDZM}}{\partial i_{m1}} = 0$ samo pri $\frac{\partial P_{HDZM}}{\partial \omega_m} = 0$.

$$\frac{\partial P_{HDZM}}{\partial i_{m2}} = \int_{F_{0min}}^{F_{0max}} P \cdot \frac{\partial \eta}{\partial i_h} \cdot \frac{K}{\frac{\partial K}{\partial i_{m2}}} \cdot f \cdot dP = 0 \quad (13)$$

Na osnovu toga može se zaključiti da je optimalna vrednost prenosnog odnosa dela HDZM, koji se nalazi između motora i HDM, pri kome se može preneti najveća snaga:

$$i_{m1opt} = \omega_m \cdot \left(\frac{\lambda}{P_m} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (14)$$

gde je: ω_m - ugaona brzina obrtanja motora koja odgovara najvećoj vrednosti snage koja se prenosi. Analizom uslova (14) može se napisati:

$$\frac{\partial P_{HDZM}}{\partial i_{m2}} = (F_{0max} - F_{0min}) \cdot \left(\frac{\frac{\partial \eta}{\partial i_h} \cdot \frac{K}{\partial K}}{\frac{\partial}{\partial i_{m2}}} \right) = 0 \quad (15)$$

Kako je $K \geq 1$ i $\frac{\partial K}{\partial i_{m2}} \neq \infty$, $f(F_0) > 0$ može se napisati:

$$\left(\frac{\frac{\partial \eta}{\partial i_{m2}} \cdot \frac{K}{\partial K}}{\frac{\partial}{\partial i_{m2}}} \right)_{sr} = \frac{\partial \eta}{\partial i_{m2}} = 0 \quad (16)$$

Uslov (16) biće ispunjen pri maksimalnoj vrednosti stepena korisnog dejstva HDM (η_{max}) i opterećenja ($F_{0max} > F_m$) gde je: F_m - moda gustine verovatnoće opterećenja (najverovatnija vrednost otpora kretanju vozila pri kome je $\eta < \eta_{max}$).

Ukoliko se na osnovu podataka iz eksploracije nacrtata funkcija gustine raspodele opterećenja i grafičke zavisnosti spoljašnjih karakteristika HDM, na osnovu rezultata eksperimentalnih istraživanja i proračuna moguće je uočiti sledeće zavisnosti:

$$K = \frac{F_0 \cdot r_d}{M_m \cdot i_{meh1} \cdot i_{meh2}} \quad (17)$$

$$\xi = \frac{d\eta}{di} \cdot \frac{K}{\frac{dK}{di}} \cdot f(F_0) \quad (18)$$

Na režimu rada HDS, HDM se suprotstavlja sila otpora F_{0min} . Ova sila, pri $i=i_m$ i $K=1$, može se izraziti u obliku:

$$F_{0min} = \frac{M_m \cdot i_{m1} \cdot i_{m2}}{r_d} \quad (19)$$

primenom izraza: $i_{m2opt} = \frac{r_d \cdot F_m}{M_m \cdot i_{m1} \cdot K_m}$ (20)

gde je: K_m - vrednost koeficijenta promene obrtnog momenta HDM pri η_{max} .

Optimalna vrednost i_{m2} zavisi od funkcije gustine raspodele opterećenja. Definisanje ove funkcije, na osnovu podataka o opterećenjima, koja se javljaju u realnim uslovima korišćenja vozila, je dobro poznato. Njeno određivanje je posebno problematično pri razvoju potpuno novih vozila. U tom razvoju koriste se podaci o opterećenjima transmisija, za postojeća vozila slične konstrukcije, namene i eksploataciono-tehničkih karakteristika.

Ako se na osnovu podataka iz eksploatacije utvrdi da najprihvatljivija opterećenja transmisije pokorava se normalnom zakonu raspodele onda funkcija gustine statičkog opterećenja (za male brzine kretanja) ima oblik:

$$f_{st} = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (21)$$

gde su: $t = \frac{F_0 - \bar{F}_0}{\sigma}$; $\bar{F}_0 = \frac{F_{0max} + F_{0min}}{\sigma}$ h; σ - standardno odstupanje; $F_0 = \varphi \cdot G$; $\varphi < 1$ - koeficijent prijanjanja pneumatika za tlo; G - ukupna težina vozila.

Kako je brzina kretanja vozila proporcionalna prenosnom odnosu HDZM funkcija gustine može se izraziti u obliku: $f = \frac{i_{hsr}}{i_h} = \frac{i_{hsr}}{i_h \cdot \sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$ (22)

Iz uslova $\frac{\partial f}{\partial F_0} \Big|_{F_0=F_m} = 0$ moguće je odrediti najverovatniju vrednost opterećenja transmisije (F_m).

Koeficijent promene obrtnog momenta može se izraziti u obliku:

$$K = K_m + \frac{\partial K}{\partial i_h} \cdot (i_{hm} - i_h) \quad (23)$$

gde su: K_m, i_{hm} - vrednosti pri η_{max} HDM. Pri maksimalnoj vrednosti stepena korisnog dejstva HDM (K_m, i_{hm}, η_{max}) njegovo opterećenje može se predstaviti u obliku:

$$F_m = F + \frac{K_m}{K_0 - K_m} \cdot \frac{\sigma^2}{F_m} \quad (24)$$

Iz izraza (24) može se zaključiti da F_m zavisi od karakteristika HDM i puta. Izložena matematička metoda optimizacije zajedničkog rada pogonskog motora i HDZM, koja se sastoji prvenstveno u određivanju optimalnih vrednosti prenosnih odnosa zupčastog dela HDZM, uzima u obzir promenljivost sile otpora koje se suprotstavljaju kretanju u realnim uslovima. Određivanje zakonitosti promene tih sila je posebno interesantno pitanje i zaslužuje posebnu pažnju. Za razliku od najvećeg broja poznatih metoda optimizacije parametara zajedničkog rada pogonskog motora i HDZM, koje uzimaju u obzir uglavnom karakteristike motora i HDM, ovom metodom obuhvaćena je i promenljivost otpora koji se suprotstavlja kretanju vozila u realnim slovima (F_0), promenljivost karakteristika HDM (K, i, η) tokom njegovog rada i promenljivost karakteristika pogonskog motora vozila (M_m, ω_m).

4. ODREĐIVANJE USLOVA PRI KOJIMA JE MOGUĆ STABILAN RAD HODINAMIČKOG MENJAČA I POGONSKOG MOTORA VOZILA

Za razliku od najčešće citiranih grafoanalitičkih metoda, koje se uglavnom zadržavaju na objašnjavanju dijagramskih zavisnosti momenta motora i momentne karakteristike pumpnog kola HDM, preko koeficijenta pravca tih karakteristika, u predviđenoj oblasti rada vozila (za određenu vrednost stepena prenosa) neophodno je primeniti metodu koja će preciznije dati odgovor na pitanje pravilnog izbora sprege HDZM-motor. Jedna od takvih metoda, koja se prvenstveno bazira na karakteristikama prozračnosti HDM, izraženoj preko ostalih njegovih karakteristika, uzimajući u obzir najveći broj uticajnih veličina na njihov rad, rasvetljavajući pri tome i fizičku suštinu složenih procesa koji se odvijaju u HDM sastoji se u sledećem:

$$M_o = M_T = K \cdot M_P = K \cdot M_m \cdot i \quad (25)$$

$$\omega_T = \omega_P \cdot i = (\omega_m / i_{ZM}) \cdot i \quad (26)$$

Na osnovu izraza 25 i 26 može se zaključiti da veličine izlaznog momenta iz HDM zavise prvenstveno od karakteristika motora i karakteristika HDM. U uslovima stabilnog rada HDM, a samim tim i sprege motor-HDM, neophodno je ispunjenje sledećih uslova:

$$dM_T = d(i \cdot K \cdot M_m) < 0 \quad (27)$$

Nejednačina 28 može se napisati u sledećem obliku:

$$M_m \cdot (dK/di) + K \cdot (dM_m / d\omega_m) \cdot d\omega_m < 0 \quad (28)$$

Promena režima rada HDM može se izraziti u obliku:

$$dM_P = (\partial M_P / \partial \omega_P) \cdot d\omega_P + (\partial M_P / \partial \lambda_P) \cdot d\lambda_P \quad (29)$$

gde je:

$$\partial M_P / \partial \omega_P = 2\lambda_P \quad \partial M_P / \partial \lambda_P = \omega_P^2$$

Prozračnost HDM može se izraziti u obliku:

$$\Pi = (\partial M_P / \partial \omega_P) \cdot (\omega_P^2 - 2\lambda_P) \cdot \omega_P \cdot (d\omega_P / di) = \partial \lambda_P / \partial i \quad (30)$$

Koristeći jednačine od 25 do 26 mogu se napisati sledeći izrazi:

$$d\omega_P = di \cdot \Pi / [(\partial M_P / \partial \omega_P) \cdot (\omega_P^2 - 2\lambda_P) \cdot \omega_P] \quad (31)$$

$$\frac{\partial M_P}{\partial \omega_P} = \frac{\partial M_P}{\partial \omega_m} \cdot i^2 \quad (32)$$

Granična vrednost potrebne prozračnosti HDM, za njegov stabilan rad sa pogonskim motorom, može se izraziti u obliku:

$$\Pi_{granично} = \frac{\alpha \cdot (dK / di) \cdot \lambda_P}{K} \cdot \left(\frac{2\lambda_P \cdot \omega_m}{i^3 \cdot (\partial M_m / \partial \omega_m)} - 1 \right) \quad (33)$$

Vrednost koeficijenta rezerve stabilnosti (α) zavisi od amplitudno frekventne karakteristike HDM i promena opterećenja transmisije.

Uslov stabilnosti rada HDM sa pogonskim motorom može se izraziti u obliku:

$$\Pi < \Pi_{gr} \quad (34)$$

Granična, najveća vrednost prozračnosti HDM (34), koju on može da ima da bi bio moguć stabilan njegov rad sa pogonskim motorom, zavisi od opterećenja (ukupnih otpora kretanju vozila) i od karakteristika pogonskog motora i HDM. Ovo znači da stabilnost rada transmisije i motora na vozilu zavisi od većeg broja uticajnih faktora, tako da je neophodno poznavati njihovu međuzavisnost i značajnost njihovog uticaja.

Interesantno je uočiti, da jedan isti HDM može se sprezati sa bilo kojim pogonskim motorom, uz primenu adekvatnog ZM sa odgovarajućim prenosnim odnosom.

Analiza predhodno navedenih zavisnosti (26-44) omogućava određivanje neophodnih parametara pogonskog motora i transmisije, kao i uslova koji moraju biti ispunjeni pri korišćenju vozila da bi bio moguć stabilan rad sistema: pogonski motor-HDM. Na osnovu njih moguće je takodje, za određenu spregu motor-HDM i za određene uslove korišćenja vozila, odrediti oblast moguće pojave nestabilnosti te sprege. Za određeni pogonski motor, primenom predhodnih izraza (25-34) moguće je odrediti karakteristike HDM, prvenstveno prozračnost koju on mora imati da bi mogao stabilno da radi sa prozračnim motorom. Ova mogućnost je i te kako značajna pri izboru HDM koji se može ugraditi u vozilo sa određenim motorom. Vrednosti za K , η , λ_p , Π i Π_{gr} dobijaju se proračunom na osnovu izmerenih veličina M_t , M_m , ω_m , ρ , i , D .

Prikazana metodologija određivanja uslova, pri kome je moguć stabilan rad HDM sa pogonskim motorom na vozilu omogućava brzo i efikasno proveravanje mogućnosti njihovog sprezanja, sa aspekta stabilnosti njihovog rada.

ZAKLJUČAK

Za razliku od najvećeg broja poznatih metoda optimizacije parametara zajedničkog rada pogonskog motora i HDZM, koje uzimaju u obzir uglavnom karakteristike motora i HDM izrazi od (1) do (4), metodom prikazanom u radu (izrazi od (5) do (25), obuhvaćena je i promenljivost otpora koji se suprotstavlja kretanju vozila u realnim uslovima (F_0), promenljivost karakteristika HDM (K, i, η) tokom njegovog rada i promenljivost karakteristika pogonskog motora vozila (M_m, ω_m).

Analiza navedenih zavisnosti, navedenih u ovom radu, (26-34) omogućava određivanje neophodnih parametara pogonskog motora i transmisije, kao i uslova koji moraju biti ispunjeni pri korišćenju vozila da bi bio moguć stabilan rad sistema: pogonski motor-HDM. Na osnovu njih moguće je takodje, za određenu spregu motor-HDM i za određene uslove korišćenja vozila, odrediti oblast moguće pojave nestabilnosti te sprege. Za određeni pogonski motor, primenom izraza (26-34) moguće je odrediti karakteristike HDM, prvenstveno prozračnost koju on mora imati da bi mogao stabilno

da radi sa prozračnim motorom. Ova mogućnost je i te kako značajna pri izboru HDM koji se može ugraditi u vozilo sa određenim motorom. Vrednosti za K , η , λ_p , Π i Π_{gr} dobijaju se proračunom na osnovu izmerenih veličina. M_t , M_m , ω_m , ρ , i , D .

Prikazana metodologija određivanja uslova, pri kome je moguće stabilan rad HDM sa pogonskim motorom na vozilu omogućava brzo i efikasno proveravanje mogućnosti njihovog sprezanja, sa aspekta stabilnosti njihovog rada.

U predhodno navedenim izrazima (od 1 do 34), korišćene oznake imaju značenja:

D - maksimalni prečnik radnog prostora hidrodinamičkih prenosnika snage; ρ - gustina radnog fluida; M - obrtni moment; M_o - moment otpora kretanja vozila; M_m - moment pogonskog motora; ω - ugaona brzina obrtanja lopatičnog kola hidrodinamičkog prenosnika snage; ω_m - ugaona brzina obrtanja kolenastog vratila pogonskog motora; K - koeficijent promene obrtnog momenta hidrodinamičkog prenosnika snage; η - stepen iskorišćenja; η_m - stepen iskorišćenja mehaničkog dela hidrodinamičko zupčastog menjača; λ - koeficijent momenta hidrodinamičkog prenosnika snage, ugao otvaranja prigušnog leptira; i - hidraulički prenosni odnos hidrodinamičkog prenosnika snage; i_{zm} , i_{gp} - prenosni odnos zupčastog menjača i glavnog prenosnika motornog vozila P - pumpno kolo; T - turbinsko kolo; m - pogonski motor.

LITERATURA

- [1] Krstić B. (1990): Teorijsko i eksperimentalno istraživanje polja brzina i polja pritisaka u radnom prostoru turboprenosnika, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Kragujevac.
- [2] Krstić B. (2003): Hidrodinamički prenosnici snage u agregatima motornih vozila, monografija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac.
- [3] Stojković S. (1973): Prilog istraživanju uticaja parametara turbomenjača na njegove karakteristike, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd.

POSSIBILITIES FOR ASSEMBLING OF HYDRODYNAMIC POWER TRANSMITTER WITH ENGINES AND ANALYZES OF FUNCTIONING STABILITY

Božidar V. Krstić¹, Vojislav Krstić², Ivan Krstić³

¹Mašinski fakultet - Kragujevac

²Student Saobraćajnog fakulteta - Kragujevac

³Student Elektrotehničkog fakulteta - Kragujevac

Abstract: Favorable characteristics of hydrodynamic power transmitters could be used, in application on motor vehicles, only in situation when transmitter characteristics are in synchronization with engine characteristics. Only in that case could be obtained economical functioning, desirable dynamics, long work life, satisfaction reliability and comfort. Work shows summary of assembling possibilities of hydrodynamic power transmitter and engine. For concrete example of assembling of these two components in vehicle we analyzed synchronization and functioning stability.

Key words: motor vehicle, hydrodynamic power transmitter, engine, assembly functioning.



UDK: 621.822.1

EKONOMSKA OPRAVDANOST REPARACIJE LEŽIŠNIH SKLOPOVA

Aleksandar Ašonja

"NS-Termomontaža" - Novi Sad
nstermomontaza@gmail.com

Sadržaj: Zastarelost elemenata ležišnog sklopa ili nedostatak istih na tržištu su neki od razloga zbog kojih se održavaoci tehničkih sistema najčešće odlučuju na popravku ili obnavljanje tih istrošenih delova sistema. Sa aspekta ekonomičnosti, od naročitog je značaja vraćanje prvobitnih geometrijskih i kinematskih karakteristika na istrošenim delovima u odnosu na kupovinu nove opreme. Cilj rada je bio da se ukaže na ekonomsku opravdanost primene reparacije u obnavljanju oštećenih i istrošenih delova vratila i kotrljajnih ležaja, sa detaljnim opisom postupaka reparacije najčešće primenjivanih u praksi.

Ključne reči: ekonomska opravdanost, reparacija, vratilo, kotrljajni ležaj.

UVOD

Cilj svake dobro organizovane funkcije održavanja, jeste postizanje što nižih troškova kako radnika na održavanju tako i materijala i rezervnih delova. Gotovo da ne postoji ni jedna mašina koja u sebi ne sadrži kotrljajni ležaj kao najvitalniji radni deo. Masovna primena kotrljajnih ležaja dovele je do postizanja neophodne visoke preciznosti njihove izrade, kao i odgovarajućih postupaka održavanja. Svojstva elemenata ležišnog sklopa pre svega odlikuje popravljivost, koja određuje mogućnost ponovnog izvršavanja specifičnih funkcija radnih aktivnosti, nakon preduzetih zahvata održavanja po otklanjanju uzroka neispravnosti. Oštećeni ležaji u radu mogu prouzrokovati često velike zastoje, koji mogu izazivati milionske gubitke, kako zbog stajanja, tako i zbog oštećenja visoko vredne opreme. Česti uzroci nestabilnog rada ležaja su prekomerna povećanja vibracija, buke i udara. Pod ovim uslovima nastali gubici radne sposobnosti mogu izazvati skupe i neplanirane zastoje, koji višestruko prevazilaze cenu samih ležaja. Poslednjih godina praksa je pokazala da je približno 50% zastoja kod svih obrtnih mašinskih sistema izazvano nesaosnim osovinama i vratilima. Odstupanje od saosnosti izaziva dodatna opterećenja i vibracije, koje oštećuju prvenstveno ležajeve, a zatim i ostale mašinske elemente prisutne u kinematskom lancu:

zaptivke, spojnice, kućišta, motore, zupčanike i dr. Tendencije razvoja novih mašina danas baziraju se na većoj produktivnosti, uz značajan porast opterećenja, brzina i radnih temperatura. Kao posledice toga javljaju se kod kotrlajnih ležaja, kao člana grupe viših kinematskih parova, dva osnovna tribološka procesa: trenje i habanje. Analize pokazuju da preko 30% neispravnosti svih mašinskih sklopova jesu posledice habanja, a procenjuje se da se od ukupne proizvedene energije u svetu, 30% koristi na savladavanje trenja. Godišnji gubici snage usled trenja i habanja u SR Nemačkoj iznose oko 4,5-5 milijardi evra. Održavaoci tehničkih sistema odn. korisnici ležaja mogli bi sebi značajno umanjiti ove troškove održavanja primenom nekih od postupaka reparacije. S obzirom na mehanizme otkaza, moguće je podeliti postupke za osposobljavanje mašinskih delova na:

- popravljanje (otklanjanje otkaza kojima je uzrok lom, napuknuće, razdvajanje nerastavljivih veza i sl.) i
- obnavljanje (otklanjanje otkaza nastalih usled habanja ili gubljenja nekih geometrijskih karakteristika), vraćanje starih kinematskih dimenzija sagledanih kroz hrapavost, ravnost, zakrivljenost i dr.

Ekonomski opravdanost u radu prikazaće se na primerima reparacije vratila na hvataču kamena i reparacije jedne određene količine kotrlajnih ležaja.

KONVENCIONALNE TEHNOLOGIJE REPARACIJE VRATILA

U konvencionalne tehnologije obnavljanja i popravke vratila ubrajaju se sledeće metode: metalizacija, navarivanje, zavarivanje, primena plazme, lepljenje, antikorozivna zaštita i tvrdo hromiranje. Od svih nabrojanih metoda najviše su u praksi zastupljene metode metalizacije i navarivanja.

Metalizacija

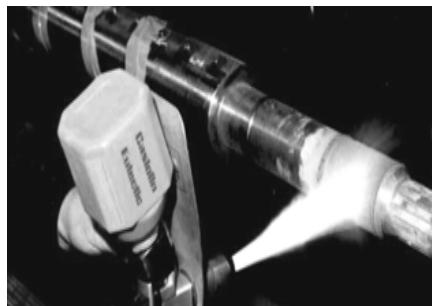
Metalizacija se uspešno može primeniti u reparaciji istrošenih: rukavaca vratila i osovina, radilica, kućišta ležajeva i drugih mašinskih elemenata, sl. 1. Prednosti metalizacije se ogledaju u: brzom i lokalnom nanošenju prevlake radi vraćanja pohabane dimenzije, usporavanja budućeg habanja, sprečavanja korozije, smanjenja provođenja toplotne kod termalnih barijera itd. Data tehnologija omogućava lokalnu primenu na licu mesta na delovima koji su izloženi oštećenju produžavajući životni vek novog dela i jestiniji postupak reparacije.

Danas je razvijeno više stotina raznih postupaka metalizacije koji se među sobom razlikuju prema načinu rada uredaja za metalizaciju, vrsti materijala i vrsti gasova koji se koriste. U osnovi se ovi postupci mogu podeliti na hladne postupke (žicom i prahom) i tople postupke. U radu temperatura osnovnog materijala ne prelazi 250°C, tako da osnovni materijal zadržava mehaničke osobine koje je imao pre postupka metalizacije. Niske temperature rada (u poređenju sa zavarivanjem) znače proces bez krivljenja osnovnog materijala (npr.vratila) ili metalurškog osiromašenja osnovnog materijala.

Hladna metalizacija podrazumeva nanošenje praha na hladnu površinu. Uredaji za hladni postupak, u zavisnosti od konstrukcije, koriste dodatne materijale u obliku žice ili praha. Hladna metalizacija se može izvoditi: gasnim, plazma, supersoničnim i gasno-detonacionim postupkom i može se primenjivati na svim metalnim materijalima osim čistog bakra, stakla i nemetala. Ovaj postupak karakteriše: nulto rastvaranje osnovnog

materijala kao rezultat mehaničkog vezivanja, mogućnost nanošenja tankih prevlaka od 0,05 do 5mm, poroznost od 3 do 15% i visoka efikasnost u prekrivanju velikih površina u poređenju sa zavarivanjem. Veza dodatnog i osnovnog materijala ostvaruje se adhezijom i mehaničkim uklještenjem.

Topla metalizacija se primenjuje u uslovima velikog habanja i može se izvoditi nanošenjem praha kao dodatnog materijala na relativno hladnu površinu i naknadnim zagrevanjem površine i rastapanjem praha ili sa istovremenim zagrevanjem površine, nanošenjem i rastapanjem praha. Ovim postupkom se mogu metalizirati samo materijali koji imaju tačku topljenja iznad 1150°C, odnosno iznad temperature topljenja dodatnog materijala. Prilikom tople metalizacije, zbog visoke radne temperature metalizacije, materijali koji su termički obrađeni (poboljšanje, kaljenje, cementacija) gube deo svojih svojstava u zavisnosti od debljine sloja koji se nanosi, a dodatni materijal koji se koristi je u obliku praha. Debljina sloja koja se nanosi je od 0,1-3 mm, a poroznost sloja je 0-3%. Veza dodatnog i osnovnog materijala ostvaruje se procesom difuzije.



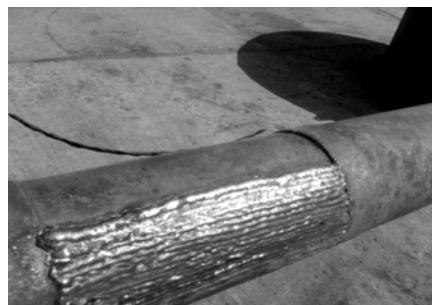
Sl. 1. Postupak metalizacije

Osnovni kriterijumi koje treba da zadovolje navedeni postupci obnavljanja radnih delova tehničkog sistema su: pouzdanost, bezbednost i ekonomičnost. Međutim, uspešno nanošenje slojeva metalizacijom zavisi od pravilne primene i izbora dodatnog materijala prema opterećenju radnog dela. Najveće greške se upravo dešavaju u tim segmentima postupka metalizacije.

REL postupak navarivanja

Ručno elektrolučno navarivanje (REL) je proces nanošenja dodatnog materijala na osnovni materijal postupkom navarivanja. Često se primenjuje u praksi, ponajviše zbog jednostavnosti u radu. Navarivanje se koristi u slučajevima potrebe vraćanja na početne dimenzije istrošenih površina i povećavanja njihove otpornosti na habanje. Sam izbor postupka navarivanja je delikatan postupak kojem se mora pristupiti sistematski. Navarivanje se izvodi (u zavisnosti od kvaliteta osnovnog materijala i prečnika vratila) najčešće bazičnom elektrodom 3,25mm sa što kraćim lukom i manjom strujom. Kod vratila većih prečnika poželjno je pre postupka navarivanja izvesti predgrevanje osnovnog materijala do 150°C, koje će delimično smanjiti tvrdoću, ali će eliminisati eventualne prsline u navaru. Sam postupak navarivanja se izvodi naizmeničnim slaganjem prolaza od leve ka desnoj strani, s tim što se jedan prolaz izvodi sa jedne strane, a drugi sa druge strane za 180° od njega, sl.2. Navarivanje mogu da izvode dva ili

više zavarivača pod uslovom da su simetrično raspoređeni. Debljina sloja koja se navaruje je od 1 - 10mm.



Sl. 2. REL postupak navarivanja

TEHNOLOGIJE ZA BRZE REPARACIJE LEŽIŠTA

U svim slučajevima veze kotrljajnih ležaja i vratila pri okretanju radijalne zaptivke su neophodne. Danas proizvodni program obuhvata skoro 25.000 različitih tipova radijalnih zaptivki u svim oblicima poprečnih preseka, različitih materijala namenjenih raznovrsnim aplikacijama. Raspon dimenzija se kreće od unutrašnjeg prečnika 3,2mm pa sve do 4.752mm. U tehnologije za brze reparacije vratila mogu se ubrajati sledeće medode: tečne zaptivke, hidraulične zaptivke, tečne keramike, zaptivke u rolni, pletenice, O - ring zaptivke, V - ring zaptivke i Speedi-Sleeve metode. Danas kao dosta primenjivana u praksi pokazala se Speedi-Sleeve tehnologija.

Speedi-Sleeve metoda

Speedi-Sleeve metodu predstavljaju tankozidne čaure za reparaciju pohabanih vratila od 12 do 200mm, koje se koriste za rešavanje problema istrošenih krajeva vratila. Čaure su dovoljno debelog zida od 0,254mm sa kvalitetom obrađene površine od 0,25 do 0,5µm, ne dozvoljavajući tako nagle promene na zidu čaure tokom korišćenja. Izrađuju se od visoko kvalitetnog čelika SAE 304, i ne zahtevaju skupu predpripremu vratila za njihovu montažu. U teškim radnim uslovima: visokoj kontaminiranoj sredini, temperaturama iznad 100⁰ C i brzinama vratila od 8,6m/s obične čaure bi se mogle ubotrebjavati u proseku oko 450 h, dok bi čaure Speedi-Sleeve Gold za iste uslove trajale u proseku i do 2.500 h.

REPARACIJA KOTRLJAJNIH LEŽAJA

Krajem prošlog veka otvoreni su prvi značajni centri za reparaciju ležaja, sa ciljem pružanja usluga u obnavljanju kotrljajnih ležaja uz nastojanja da se smanje ukupni troškovi eksploatacije ležaja. Ležaji se na ovaj način repariraju u specijalizovanim servisima, koji za obnovljenje ležaja daju garanciju kao za nove kupljene ležaje. Za reparaciju u ovim centrima su prihvatljivi samo ležaji zapadnih proizvodjača i to: SKF, FAG, INA, TIMKEN, NTN, KOYO i dr.

U prijemnim odeljenjima ovih servisnih centara se posle detaljnog pranja i pregleda donosi odluka o mogućnosti reparacije, ali isključivo samo gore pomenutih ležaja. Ukoliko ležaj nije teže mehanički oštećen, nema prskotine, odlomljene delove ili teško zardale površine, on se u najvećem broju slučajeva može reparirati. Ležajevi koji se ne mogu reparirati u dogovoru sa naručiocem posla se vraćaju ili se dalje uništavaju. Cena usluge reparacije kotrljajnih ležaja, zavisi od: stepena oštećenja ležaja i transportnih troškova do servisnog centra u jednom smeru i obično iznosi 40-60% od cene novog ležaja. Konačne cene se formiraju nakon procene istrošenosti ležaja u prijemnim odeljenjima, i ova razlika u ceni može biti i značajno ispod pominjanih vrednosti.

MATERIJAL I METOD RADA

U radu će se analizirati opravdanosti reparacije elemenata ležišnih sklopova većih dimenzija koji rade u teškim industrijskim uslovima, kod kojih je mogućnost primene kiteva, lepkova ili ostalih osigurača u potpunosti isključena. Ekonomска opravdanost kalkulisana po tržišnim cenama prikazće se na primerima reparacije vratila na hvataču kamena postupkom REL navarivanja sa jedne strane i reparacije određene količine kotrljajnih ležaja u servisnom centru sa druge strane. Analiziranim troškovima kod obnavljanja vratila i kotrljajnih ležaja, želi se pokazati na datim uzorcima kolika je ušeda i gde je granica ekomske opravdanosti primene postupka reparacije u odnosu na nabavku novih delova. Osnovne karakteristike obnavljanog vratila bile su: prečnik φ155mm, dužina l=4.200mm, materijal Č.1331. Primena procesa reparacije kotrljajnih ležaja pokazaće se na primeru jedne kompanije koja je odlučila da obnovi, u specijalizovanom servisnom centru, 77 ležaja uglavnom većih dimenzija.

Kod vratila, zbog različitih dimenzija, za analizu rezultata istraživanja koristiće se kao merodavna veličina isključivo masa vratila, a kod ležaja spoljni prečnik ležaja.

Ukupni troškovi reparacije vratila izvedenim REL postupkom navarivanja, iskazani su preko jed. 1:

$$H_v = h_{nv} + h_{tv} + h_{zov} \quad (\text{€}), \quad (1)$$

gde su:

h_{nv} - troškovi navarivanja ležišta vratila, (zavise od vremena zavarivača i utrošene elektrode za navarivanje),

h_{tv} - troškovi transporta (manipulacije) i

h_{zov} - troškovi završne obrade finim struganjem.

Ukupni troškovi reparacije kotrljajnih ležaja u servisnom centru, iskazani su preko jed. 2:

$$H_l = h_l + h_{opl} \quad (\text{€}), \quad (2)$$

gde su:

h_l - troškovi transporta i manipulacije ležajima do servisnog centra u jednom smeru i

h_{opl} - troškovi obnavljanja i popravke ležaja.

Ukupno vreme u radu neophodno za obnavljanje vratila iskazano je preko jed. 3:

$$T = t_{pz} + t_o + t_p + t_d \quad (\text{h}), \quad (3)$$

gde je:

t_{pz} - pripremno i završno vreme,

t_o - osnovno vreme,

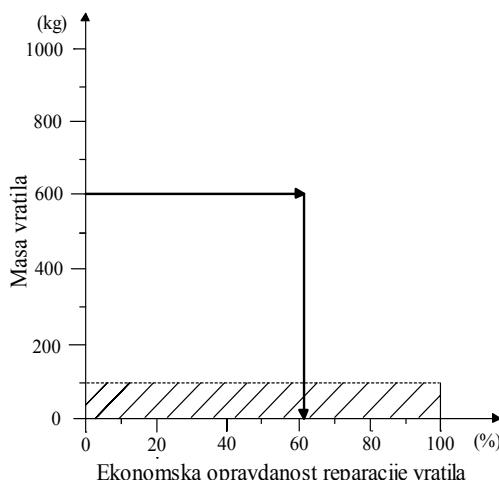
t_p - pomoćno vreme i

t_d - dodatno vreme.

ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Ukupni troškovi reparacije analiziranog vratila iznosili su 875 €, u troškove su uračunati troškovi: navarivanja transporta (manipulacije) i završne obrade finim struganjem. Cena nabavke novog vratila sa strugarskom obradom iznosila bi 2244 €, što ukazuje na to da je primjenjenim postupkom reparacije u odnosu na nabavku novog dela izvršena ušteda od 61 %, sl.3. Ukupno vreme utrošeno za reparaciju vratila iznosilo je 26 h.

Ekonomска opravdanost postupka reparacije navarivanjem vratila imala bi smisla na vratilima čija je masa iznad 100 kg. Veoma važni faktori u slučaju da se održavaoci tehničkih sistema odluče za kupovinu novih materijala za izradu vratila jesu: dostupnost na tržištu i rokovi isporuke. Navedeno najviše dolazi do izražaja za vratila većih gabarita i vratila od kvalitetnijih čelika.



Sl. 3. Ekonomski razlog za opravdavanje reparacije vratila putem postupka navarivanja

Ukupni troškovi reparacije 77 kotrljajnih ležaja uglavnom većih dimenzija iznosili su 79.000,00 €, a cena istih tih, ali novih, ležaja iznosila bi 199.000,00 €. To znači da je firma korisnik usluga reparacije ostvarila uštedu od čitavih 120.000,00 €, ili je uštedela 60,3% od cene novih ležaja. Donja vrednost spoljašnjeg prečnika ležaja gde ekonomski opravdanost reparacije ima smislu je $D > 200\text{mm}$, (i to za više komada ležaja). U slučaju većih serija, isplativa bi bila i reparacija srednjih ležajeva.

ZAKLJUČAK

Ukupno vreme potrebno za dovođenje tehničkih sistema u stanje ispravnosti znatno se skraćuje primenom postupaka reparacije. Ležajevi i vratila srednjih i velikih gabarita, u slučaju umerenih oštećenja, mogu se uspešno reparirati, po prihvatljivim cenama i rokovima, koji su po pravilu povoljniji od nabavnih. Prednost reparacije ležišnog sklopa prvenstveno se ogleda u ceni obnovljenog vratila i ležaja koja je znatno niža od nabavke

novih delova. Ukupne uštede postupkom reparacije iznosile su: 61% kod obnavljanja vratila i 60,3% kod obnavljanja određene količine kotrljajnih ležaja. Reparirani delovi ležišnog sklopa po svojim performansama ni po kojim vrednostima ne zaostaju za novim delovima, pri čemu servisni centri za obnovljenu opremu daju potpuno istu garanciju kao za novu.

LITERATURA

- [1] Ašonja A., Gligorić R.: Istraživanja kotrljajnih ležaja, Traktori i pogonske mašine, Vol. 8, No.4, 130-135, Jugoslovensko društvo za pogonske mašine i traktore, Novi Sad, 2003.
- [2] Ašonja A., Gligorić R.: The calculate analysis of static behaviour of pump shaft, Proceedings from 9th International research/expert conference-"Trends in the development of machinery and associated technology", TMT O5-032, Antalya, 2005.
- [3] Ašonja A., Gligorić R.: Istraživanje veka trajanja kotrljajnih ležaja, Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta, Poljoprivredni fakultet, vol. 29, br. 1, str. 78- 84, Novi Sad, 2005.
- [4] Tasevski B., Momirov B.: Reparatura vratila postupkom metalizacije, Zavarivanje i zavarene konstrukcije, broj 1, 23-28, Beograd, 2005.
- [5] SKF Bilteni: broj 7, 1998.
- [6] Speedi-Sleeve.: Or how to repair shafts easy way, Publication 519E, Sweden, 2002.

THE ECONOMIC VALIDITY OF BEARING STRUCTURE REPARATION

Aleksandar Ašonja

NS-Termomontaža - Novi Sad
nstermomontaza@gmail.com;

Abstract: The arhaic elements of bearing structure or absence of them on the market are some of the reasons why observers of technical systems often decide for reparation or reconstruction of that spent systems fraction. From the aspect of economics, the specific meaning has the backing of primary geometrics and kinematic characteristics on spent parts in relation with buying new equipments. The aim of the work was to indicate on economical validity of applying reparation in reconstruction of damaged and spent fraction of shaft and roller bearing, with detail description of reparation process the often used in practical work.

Key words: economic validity, reparation, shaft, roller bearing.



UDK: 631.3

ORGANIZOVANO KORIŠĆENJE SREDSTAVA POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE

**Steva Božić, Dušan Radivojević, Rade Radojević, Sanjin Ivanović,
Goran Topisirović, Mićo Oljača, Kosta Gligorević, Branka Kalanović**

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Opredeljenje Srbije da postane član EU, nalaže prilagođavanje ukupnog agrarnog sistema uslovima EU, čineći svoju agrarnu politiku kompatibilnom sa zajedničkom agrarnom politikom EU.

Stvaranje povoljne pozicije za ravnopravan ulazak u konkurenčku borbu na međunarodnom tržištu jedan je od glavnih zadataka.

Mnoge dosadašnje analize i radovi ukazuju da je u rešavanju ovog zadataka najznačajnije snižavanje troškova primene sredstava mehanizacije.

Polazeći od toga, u radu se analiziraju proizvodni potencijali poljoprivrede Srbije, radi sagledavanja pogodnosti uslova za organizovano korišćenje sredstava poljoprivredne tehnike u cilju smanjenja troškova njihove primene, a time i troškova ukupne poljoprivredne proizvodnje, odnosno cene koštanja poljoprivrednih proizvoda.

Ključne reči: *poljoprivreda, troškovi, primena, proizvodnja, sredstva mehanizacije, mašinski prsten.*

1. UVOD

Poljoprivreda, kao oblast materijalne proizvodnje, ima značajnu ulogu za razvoj privrede Srbije. Proizvodnja hrane je njen najvažniji zadatak iz koga su izvedeni svi ostali. Poljoprivredno-prehrambeni proizvodi, njihova dovoljna količina i visok kvalitet, su važan faktor ekonomske, socijalne i političke stabilnosti u Srbiji. [24]

Upoređivanjem poljoprivrede Srbije i drugih zemalja, može se uočiti da postoje veće razlike u pokazateljima poljoprivredne proizvodnje između Srbije i razvijenih zemalja Evrope. Generalno se može reći da je intenzivan razvoj poljoprivrede Evropske Unije u svim segmentima, s jedne strane, i nemogućnost poljoprivrede Srbije da prati taj razvoj i da savremena rešenja primenjuje u svojim uslovima, s druge strane, doveo do značajnog zaostajanja naše poljoprivrede. [8]

Značaj poljoprivrede za ukupni razvoj privrede Srbije, zaostajanje poljoprivrede Srbije za poljoprivredom razvijenih zemalja Evrope i opredeljenje Srbije da postane član EU, nalažu neophodnost prilagođavanja ukupnog agrarnog sistema uslovima EU, čineći

svoju agrarnu politiku kompatibilnom sa zajedničkom agrarnom politikom EU. Jedino na taj način će stvoriti povoljnu poziciju da ravnopravno uđe u konkurenčku borbu na međunarodnom tržištu.

Za dostizanje te pozicije trebalo bi koristiti iskustva i rešenja razvijenih zemalja i njihovu primenu prilagođavati našim uslovima, u cilju smanjenja tih razlika i što bržeg približavanja njihovom stepenu razvijenosti. U tom smislu treba razmatrati potrebe i mogućnosti organizovanog korišćenja sredstava poljoprivredne mehanizacije kroz neki od poznatih organizacionih oblika, na seljačkim gazdinstvima, koji bi mogao doprineti značajnom unapređenju naše poljoprivrede i približavanju postavljenom cilju.

2. METOD RADA I IZVORI PODATAKA

Radi sagledavanja pojedinih proizvodnih potencijala poljoprivrede Srbije, vršeno je analiziranje nastalih promena u proteklom periodu, kao i poređenje sa zemljama EU. Izbor proizvodnih potencijala je vršen na osnovu značaja njihovog uticaja na primenu savremenih sredstava mehanizacije u procesu poljoprivredne proizvodnje.

Istraživanja u ovom radu su zasnovana na podacima publikacija Saveznog zavoda za statistiku, Republičkog zavoda za statistiku, FAO YEARBOOK i publikovanim radovima koji obrađuju problematiku u oblasti proizvodnih potencijala i organizovanog korišćenja sredstava poljoprivredne mehanizacije.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

3.1. Nastanak mašinskih prstenova

Medusobna pomoć suseda ili medususedska ispomoć je u svetu odavno poznati oblik udruživanja seljaka radi obavljanja određenih poslova u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji. U početku su se seljaci neformalno udruživali radi obavljanja obimnijih poslova, gde je trebalo više fizičkog rada od onoga s kojim je domaćinstvo raspolagalo. Takvi su bili poslovi košenja livada i spremanja sena, žetva i vršidba žita, berba i komušanje kukuruza i dr. Kasnije, pojavom poljoprivrednih mašina, seljaci su se udruživali kako bi opsluživali mašine visoke produktivnosti (za tadašnji nivo tehničkog i tehnološkog razvoja), a jedna mašina je opsluživala veći broj seoskih gazdinstava.

Postavka o medusobnoj ili medususedskoj ispomoći bio je osnovni princip formiranja nekog organizacionog oblika korišćenja mašina. Ipak, taj princip je morao da bude proširen već početkom druge polovine 20-tog veka. [27] Razlog se nalazi u činjenici da se na tržištu sve više pojavljuju poljoprivredne mašine velikog radnog učinaka, visoke nabavne cene, veće složenosti u primeni i održavanju. I dok su savremena dostignuća u oblasti genetike, zaštitnih sredstava, sredstava za prihranu i dr., mogla racionalno da se primenjuju i povećavaju uspešnost proizvodnje, kako na najvećim tako i na najmanjim gazdinstvima, u slučaju savremenih mašina to nije bilo moguće. Ove mašine povećavaju ekonomičnost proizvodnje, najviše kroz značajno snižavanje troškova, ali samo na onim gazdinstvima gde je njihov projektovani godišnji obim upotrebe i ostvariv. Najveći broj seoskih gazdinstava, zbog nedovoljne veličine, nije mogao ni približno da ispunji taj uslov pa bi nabavka ovakvih mašina imala suprotan efekat - povećala bi troškove proizvodnje. Jasno je, dakle, da je organizovanje mašinskih zajednica namenjeno malim gazdinstvima. Ona nemaju kapital da kupe visokopro-

duktivne ali skupe mašine. Čak i ako bi ih nabavi putem kredita ili lizinga, to ne bi bilo ekonomski opravdano jer bi se mašine koristile znatno ispod realno mogućeg obima upotrebe.



Sl. 1. Žetva i vršidba žita (IX vek)

Arsenović i Krstić (2002) ističu da se pod uticajem povećanja stepena opremljenosti poljoprivrednog gazdinstva sredstvima mehanizacije, ispoljava porast dohotka. Porast se odvija do tačke 27,22 kW/ha oranične površine, nakon čega dohodak počinje da opada. Međutim, sadašnja (mala) veličina seljačkih gazdinstava u Srbiji predstavlja prepreku za povećanje stepena opremljenosti sredstvima mehanizacije jer onemogućava potpuno korišćenje mašina.

Znatno pre nas, sa istim problemom su se suočile razvijene zemlje zapadne Evrope. U tim zemljama, u cilju prevazilaženja problema, razvili su se različiti organizacioni oblici korišćenja mašina. Tako je u Švedskoj organizacija za korišćenje mašina uspostavljena još 1910. godine i danas saraduju sa mašinskim prstenovima u Poljskoj. U Francuskoj je nastalo Udruženje korisnika poljoprivrednih mašina CUMA (Coopérative d' utilisation de matériel agricole), u Italiji Tercisti, oni koji pružaju usluge trećim licima. U SAD postoji veliki broj preduzeća specijalizovanih za pružanje usluga poljoprivrednom mehanizacijom, a prvenstveno su usmerena na aplikaciju pesticida i mineralnih đubriva. U Nemačkoj se javljaju čak tri organizaciona oblika:

- mašinske zajednice (Maschinengemeinschaften), udruženi seljaci koji zajednički nabavljaju i koriste mašine na svojim gazdinstvima,

- mašinski prstenovi (Maschinenringen), kooperativne organizacije zasnovane na nabavci pojedinih mašina i razmeni obavljanja radnih operacija između gazdinstava na bazi plaćanja usluga i

- preduzeća za obavljanje mašinskih usluga (Gewerbliche Lohnunternehmen).

Od navedena tri organizaciona oblika korišćenja mašina u Nemačkoj, najširu primenu ima mašinski prsten.

Pokret pod nazivom "Mašinski prsten" nastao je polovinom prošlog veka u Bavarskoj. Posle velike teritorijalne ekspanzije u Bavarskoj, tokom sedamdesetih godina, ova organizaciona forma proširila se i u okolnim zemljama. Danas se koristi u zemljama zapadne, srednje i severne Evrope, a funkcionišu i u Japanu i u zemljama američkog kontinenta. [28] Ova ekspanzija se vremenski poklapa sa brzim ili čak naglim razvojem i pojavom na tržištu mašina velike snage, velikog učinka i visoke cene. Očigledno je da postoji povratni uticaj: Nove mašine su uticale na formiranje mašinskih prstenova, a preko mašinskih prstenova su mala seljačka gazdinstva bila tržište za nove mašine.

U Nemačkoj je osnovano oko 300 mašinskih prstenova kao udruženja, sa blizu 200.000 članova. Oko 36% gazdinstava je u okviru mašinskih prstenova, koji obrađuju 45% poljoprivrednih površina Nemačke. Bavarska se posebno ističe visokim procentom organizovanosti. Oko 72% poljoprivrednih površina i 54% gazdinstava opslužuju mašinski prstenovi. [28] Osim toga, Bavarska je karakteristična i po tome što je oko 60% zemljišta u zakupu. Pri tome se neretko ista lica pojavljuju i kao zakupodavci i kao zakupljavači zemljišta. Jer, u cilju racionalnije upotrebe mašina i smanjenja troškova proizvodnje, vlasnici imanja svoje udaljenije parcele daju u zakup, a neke druge parcele, koje su bliže njihovom gazdinstvu, uzimaju u zakup. Na taj način oni fiktivno vrše ukupnjavanje svojih imanja. [19]

Sedamdesetih godina dvadesetog veka, po uzoru na Bavarsku, osnivaju se prvi mašinski prstenovi u Austriji. Danas ih ima 170, sa 70.000 članova. Pokret obuhvata 30% gazdinstava i 40% ukupnih poljoprivrednih površina. [28]

U Mađarskoj se mašinski prstenovi pojavljuju oko 1990. godine. Kao u Austriji, tako i u Mađarskoj prstenovi imaju Bavarska obeležja. Vrlo brzo, već 1994. godine, formira se Mađarski savez udruženja mašinskih prstenova koji broji 17 članova. Danas Mađarska ima oko 70 udruženja mašinskih prstenova. [28]

Na prostorima bivše Jugoslavije mašinski prstenovi su se osnivali različitom dinamikom.

U Bosni i Hercegovini su mašinski prstenovi osnivani u funkciji povratka raseljenih lica i da se dokaže da je dotadašnji način poljoprivredne proizvodnje bio neproduktivan. mašinski prstenovi su osnivani u okviru međunarodnog projekta i uz podršku vlade. Međutim, kada je projekat okončan prestala je i podrška vlade. U takvim uslovima je u Distrktu Brčko registrovano Zajedničko udruženje poljoprivrednika "Krug mašina" Brčko. Osnivanje su finansirale inostrane donatorske kuće a vlasnik svih mašina je Vlada Distrikta Brčko.

U Republici Makedoniji, na inicijativu mašinskih prstenova Makedonije, a u okviru projekta SFARM 2 (osnovan od Švedske internacionalne vladine agencije za kooperaciju SIDA), održana je Prva balkanska konferencija o mašinskim prstenovima. Makedonija je tada imala tri mašinska prstena, a u toku je bilo formiranje još dva.

U formiranju i korišćenju mašinskih prstenova na prostorima bivše Jugoslavije, najdalje su otišli u Sloveniji. Tamo je prvi mašinski prsten osnovan 1994. godine. Informacije o mašinskim prstenovima su bile prisutne još od 1980. godine i na tome se sve završavalo do 1992. godine. Tada je u oblasti mašinskih prstenova počela raditi savetodavna služba (Kmetijska savetovalna služba) koja se angažovala na uređenju pravnih osnova za rad mašinskih prstenova. Ministarstvo poljoprivrede (Ministarstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano) je sufinsansiralo osnivanje i rad Mašinskih prstenova.

U 2007. godini u Sloveniji je funkcionalo 45 mašinskih prstenova koji pokrivaju teritoriju cele Slovenije. Oni imaju 5.755 članova, što čini 7% svih poljoprivrednika Slovenije. Mašinski prstenovi su u 2007. godini obradili površinu ukupno 61.112 ha, uloživši 137.295 časova rada mašina. [36]



Sl. 2. Raspored mašinskih prstenova u Sloveniji [36]

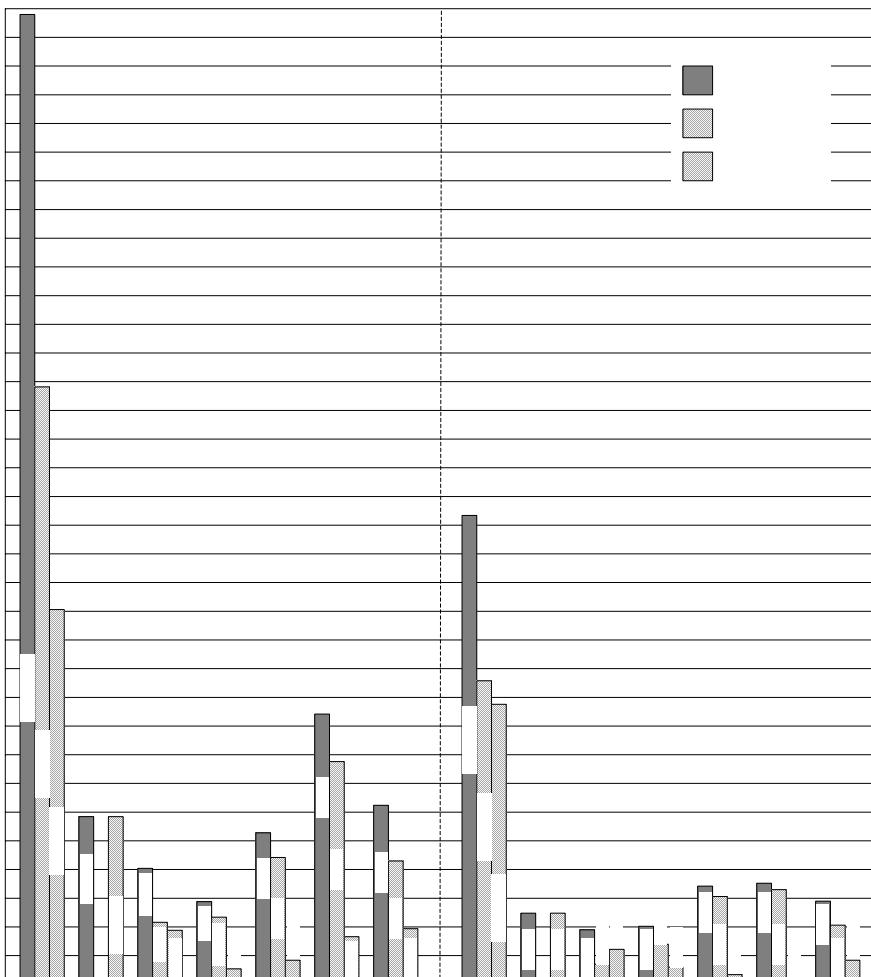
3.2. Proizvodni potencijali poljoprivrede Srbije

U procesu poljoprivredne proizvodnje, jednu od najznačajnijih uloga ima poljoprivredno stanovništvo, naročito njegov radno-aktivni deo. Ovaj značaj je utoliko veći ukoliko je njegova stručna sposobljenost i fizička spremnost viša.

Teški uslovi života i rada u poljoprivredi, zavisnost proizvodnje od faktora na koje se ne može uticati i nizak dohodak, uzrokovali su da u proteklom periodu mnogi poljoprivrednici u Srbiji, prvenstveno mladi, fizički sposobniji, napuštaju gazdinstva i odlaze u druge privredne oblasti. Poslednjih decenija poljoprivredno stanovništvo se smanjuje za oko 800.000 u periodu između dva popisa. Po popisu 1971. godine Srbija je imala 3.719.296. poljoprivrednih stanovnika, a 2002. godine 817.052., što u apsolutnoj vrednosti predstavlja smanjenje za 2.902.244 stanovnika, odnosno 78%. Sličan trend se ispoljava i kod aktivnog poljoprivrednog stanovništva, gde smanjenje iznosi preko 1,5 miliona lica (sa 2.069.064 na 529.236), odnosno za 74%. To znači da su u periodu 1971.-2002. godine od četiri aktivna poljoprivrednika tri napustila poljoprivredu. No, i pored toga što je u poslednje tri decenije odliv bio vrlo intenzivan, još uvek visok procenat stanovništva živi od poljoprivrede: 11,7% od ukupnog stanovništva. Istovremeno u razvijenim zemljama taj procenat je znatno niži i kreće se od 1,9% u Velikoj Britaniji do 6,5% u Italiji.

Od ukupnog broja poljoprivrednog stanovništva aktivno je 65% (529.236), od čega je gotovo 51% (268.433), starije od 50 godina. Prosečan broj aktivnih članova po jednom seljačkom gazdinstvu je ispod 1!

Proteklih tridesetak godina poljoprivrednu su najvećim delom napuštali mladi ljudi. Osim toga, u posmatranom periodu evidentan je i nizak prirodni priraštaj. Takva odvijanja su dovela do senilizacije poljoprivrednog stanovništva i devastacije seoskih područja kao i do značajnih promena u starosnoj strukturi poljoprivrednog stanovništva.



Sl. 3. Poljoprivredno stanovništvo prema aktivnosti i starosti po popisi
1991. i 2002. godine [33]

x 100.000

Smanjenje aktivnog poljoprivrednog stanovništva, posebno mlađeg, najvitalnijeg dela, uz istovremeno zaostajanje u obrazovanju preostalog mladog stanovništva na selu, predstavlja smanjenje obima i kvaliteta radne snage kojom raspolaže poljoprivreda Srbije, u vremenu stremljenja ka EU. [8]

16

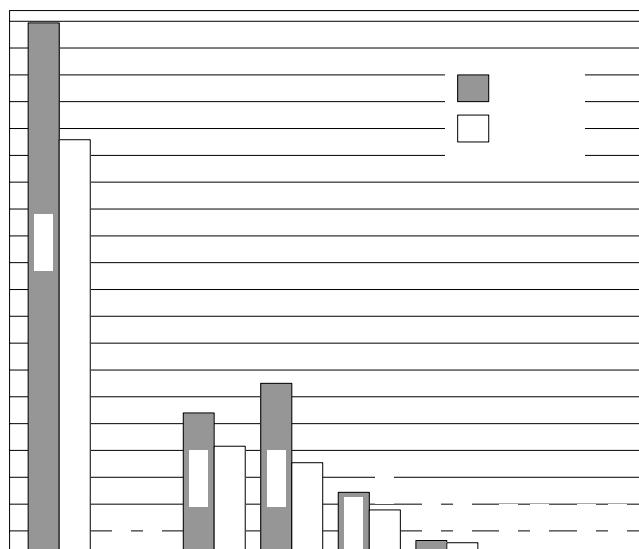
15,5

15

Obrazovni nivo poljoprivredne populacije stalno se diže ali je još uvek nizak. Jedna sedmina aktivnih poljoprivrednika je nepismena. Istovremeno, obrazovna struktura poljoprivredne omladine je nepovoljna u odnosu na ukupnu [8]. Naučno-tehnički progres, koji je, pored ostalih privrednih delatnosti, zahvatio i poljoprivredu, uslovio je njenu transformaciju iz tradicionalne u modernu. Savremena poljoprivreda zahteva bitno drugačiji pristup od tradicionalnog. Brz razvoj nauke i primena inovacija u organizovanju poljoprivredne proizvodnje su takvi da potomci ne mogu da stiču znanje samo od svojih predaka. Povezivanjem poljoprivrede sa granama drugih privrednih delatnosti, poljoprivreda je postala segment sistema poznatog kao agroindustrijski kompleks. Uspešno bavljenje agroprivredom zahteva posebna znanja koja moraju da se stiču na organizovan način i stalno dopunjaju. Znanje postaje ključni faktor uspešnosti poljoprivredne proizvodnje. [16]

Jedna od glavnih karakteristika seljačkih gazdinstava u Srbiji je mala veličina poseda. Prema podacima poslednjeg popisa prosečna veličina se smanjila sa 3,5 ha u 1991. na 2,42 ha u 2002. godini. [6]

U strukturi poljoprivrednih gazdinstava u Srbiji, dominiraju sitna gazdinstva. U ukupnom broju, više od polovine su gazdinstva sa veličinom poseda do 3 ha (60%) dok gazdinstva sa veličinom poseda do 6 ha učestvuju čak sa 83%. U navedenom periodu učešće gazdinstava sa posedom većim od 10 ha u ukupnom broju gazdinstava poraslo je sa 4,6 % u 1991. na 5,6% u 2002. godini. Međutim, istovremeno je izražena tendencija smanjenja broja gazdinstava sa posedom većim od 10 ha sa 45.497 u 1991. na 43.072 u 2002. godini. [6]



Sl. 4. Posedovna struktura seljačkih gazdinstava u Srbiji po popisu 1991. i 2002. godine (prema ukupno korišćenoj površini), [34]

Tab. 1. Kretanje broja seljačkih gazdinstava različite veličine poseda po popisu 1991. i 2002. godine [6]

Veličina poseda	Broj gazdinstava 1991.	Broj gazdinstava 2002.	Indeks 2002/1991
Bez zemljišta	1.145	6.228	543,9
Do 1 ha	270.033	208.100	77,1
1.01-3.01	322.872	254.832	78,9
3.01-6.00	235.626	177.505	75,3
6.01-10.00	122.062	89.094	73,0
10.01-15.0	32.390	27.731	85,6
15.01-20.0	8.570	9.041	105,5
Preko 20.01 ha	4.537	6.300	138,9
U k u p n o	997.235	778.891	78,1

Primenu savremenih tehničko-tehnoloških rešenja u procesu poljoprivredne proizvodnje ne ograničava samo mala veličina poseda već i relativno veliki broj odvojenih delova i parcela. Posmatrajući period 1991.-2002., uočava se tendencija ukrupnjavanja gazdinstava ali je to još uvek nedovoljno. Ukupan broj odvojenih delova seljačkih gazdinstava smanjen je sa 4.722.931 u 1991. godini na 3.472.809 u 2002. godini, odnosno za 26,5%. U istom periodu prosečan broj delova po gazdinstvu smanjen je za 14,9%, a prosečna veličina odvojenog dela povećala se za 13,7% (sa 0,73 ha u 1991. na 0,83 ha u 2002. godini). [6]

Tab. 2. Broj odvojenih delova korišćenog zemljišta seljačkih gazdinstava u Srbiji po popisu 1991. i 2002. godine [6]

Godina	Gazdinstva prema broju odvojenih delova korišćenog zemljišta						Odvojeni delovi korišćenog zemljišta		
	Ukupno	Sa 1	2-3	4-5	6-9	Sa 10 i više	Ukupan broj delova	Prosečan br. delova po gazdin.	Prosečna veličina dela (ha)
1991	997.235	186.729	324.289	193.017	171.996	120.059	4.722.931	4,7	0,73
2002	772.603	201.697	223.118	144.999	121.224	81.565	3.472.809	4	0,83

Nepovoljna veličina seljačkih gazdinstava se odrazila i na socioekonomsku strukturu. Od ukupnog broja seoskih domaćinstava tek 11% je čisto poljoprivrednih i isto toliko mešovitih, a čak 76% nepoljoprivrednih. U EU, od ukupnog broja seoskih domaćinstava čisto poljoprivrednih domaćinstava je skoro trećina.

Tab. 3. Broj i kretanje seoskih domaćinstava u Srbiji i njihova socio-ekonomска struktura (prema izvorima prihoda) po popisu 1991. i 2002. godine [35]

Domaćinstva	1991. g.		2002. g.		Indeks 2002/1991
	Broj	%	Broj	%	
Poljoprivredna	273.146	11,0	150.706	14,5	55,17
Nepoljoprivredna	1.889.930	76,0	257.468	24,8	136,23
Mešovita	274.978	11,1	566.551	54,5	206,03
Bez prihoda	47.289	1,9	65161	6,2	137,79
U k u p n o	2.485.343	100,0	1.039.886	100,0	41,84

U periodu između poslednja dva popisa broj seljačkih gazdinstava je smanjen za 22%, sa 997.235 u 1991. na 778.909 u 2002. godini. Broj domaćinstava, po svim kategorijama broja članova domaćinstva, je smanjen a jedino je broj domaćinstava sa jednim članom povećan za 1,8% i njihovo učešće u strukturi se povećalo sa 10,8 u 1991. na 14,1 u 2002. godini.

Tab. 4. Struktura i kretanje broja seljačkih gazdinstava u Srbiji prema broju članova domaćinstva po popisima 1991. i 2002. godine [6]

Broj članova	1991. g.		2002. g.		Indeks 2002/1991
	Broj gazdinstava	%	Broj gazdinstava	%	
Sa 1 članom	108.010	10,83	109.956	14,12	101,80
2	256.389	25,71	209.982	26,96	81,90
3	166.391	16,69	124.429	15,97	74,78
4	179.033	17,95	125.671	16,13	70,19
5 i više	287.412	28,82	208.871	26,82	72,67
U k u p n o	997.235	100,00	778.909	100,00	78,11

3.3. Srbija i EU

Poljoprivredna proizvodnja u Srbiji ostvaruje se preko tri osnovna organizaciona oblika. To su seljačka gazdinstva, (porodična gazdinstva, individualna poljoprivredna gazdinstva), koja raspolažu sa najvećim delom proizvodnih potencijala, poljoprivredna preduzeća i zemljoradničke zadruge. [24]

Seljačka gazdinstva stvaraju preko 80% društvenog proizvoda poljoprivrede i sa 45% vrednosti ponude učestvuju na tržištu poljoprivrednih proizvoda.

Dok u zemljama EU u proseku procenat poljoprivrednog zemljišta iznosi 55%, dotele je u Srbiji od ukupne površine preko 64% (5.698.474 ha) poljoprivredna površina. Od toga je 80% u privatnom sektoru.

Prosečna veličina gazdinstva se u EU zadnje dve decenije povećava, a u Srbiji se smanjivala i sad je 2,42 ha. To je skoro šest puta manje od proseka EU.

Posmatrajući obradivo zemljište po jednom poljoprivredniku može se zaključiti da sve zemlje članice EU imaju znatno više obradivog zemljišta po jednom poljoprivredniku od Srbije, osim Grčke, Portugala i Holandije koje su približne Srbiji. [22/1]

U Srbiji se poslednjih decenija udeo poljoprivrednog stanovništva stalno i značajno smanjivao. Prema popisu iz 2002. godine taj udeo iznosi 10.9 %, što je još uvek skoro dvostruko više nego što je prosek EU.

Poljoprivreda Srbije učestvuje sa 16% u društvenom proizvodu (podatak za 2005. g.) Ovako veliko učešće u stvaranju društvenog proizvoda dodeljuje poljoprivredi značajno mesto u privrednoj strukturi ali Srbiju svrstava u red najnerazvijenijih zemalja u Evropi.

Po hektaru poljoprivrednog zemljišta u Srbiji se ostvari upola manji društveni proizvod nego u razvijenim zemljama.

3.4. Mašinski prstenovi

Analiza proizvodnih potencijala poljoprivrede Srbije ukazuje da seljačka gazdinstva imaju niz nedostataka sa stanovišta primene zahteva savremene poljoprivredne proizvodnje, prvenstveno primene sredstava savremene mehanizacije. Mala veličina poseda i relativno velika rasparčanost poseda, onemogućavaju racionalno korišćenje savremenih tehničkih sredstava, velikog učinka i visokog kvaliteta obavljanja radnih procesa. To se direktno (negativno) odražava na kvalitet poljoprivrednih proizvoda, prinos i troškove proizvodnje. Rešenje je upravo u organizovanom korišćenju mašina. Tipičan primer u našoj poljoprivredi je žetva žita, gde već tradicionalno postoji vršenje usluga kombajnima bez obzira na to što ne postoje formalna udruženja. [28]

Nepovoljna starosna struktura, relativno mali broj čisto poljoprivrednih domaćinstava kao i mali broj mlađih koji svoju perspektivu vide na seljačkom gazdinstvu, utiču na posebno formiranje svesti poljoprivrednika. Kod mnogih je izražen nedostatak volje i ambicije za unapređenje sopstvene proizvodnje kroz ozbiljnije zahvate za ukrupnjavanjem poseda, promenu strukture proizvodnje, uvođenje savremene tehnologije i nabavku novih sredstava mehanizacije. Uz sve to prisutan je i hroničan nedostatak novčanih sredstava za ostvarenje takvih ciljeva.

Savremena poljoprivredna proizvodnja na seljačkim gazdinstvima danas ne može da se zamisli bez savremenih sredstava mehanizacije, jednako kao što ne može bez sortnog semena, rasnih grla, zaštite biljaka i sl. Brojni su tehnički sistemi (mašine, uredaji, aparati, oprema i dr.) koji su karike u lancu poljoprivredne proizvodnje, pa su kao takvi neophodni za primenjenu tehnologiju.

Sredstva mehanizacije, kao neposredni izraz tehničkog progresa, ostvaruju višestruki uticaj na rezultate poljoprivredne proizvodnje. On se ispoljava kroz izvođenje radnih operacija u optimalnim agrotehničkim rokovima, poboljšanje kvaliteta agrotehničkih mera, humanizaciju rada, intenziviranje proizvodnje i dr. [2]

Troškovi upotrebe mašina učestvuju sa 20-30%, pa čak i 50% u ukupnim troškovima proizvodnje, zavisno od linije proizvodnje u kojoj se mašine upotrebljavaju. Velika razlika u visini troškova poljoprivrednih mašina između seljačkih gazdinstava i mašinskih prstenova u značajnoj meri nastaje zbog nedovoljne upotrebe mašina na seljačkim gazdinstvima. U našim uslovima troškove povećava i skupo održavanje koje je posledica velike starosti mašina na porodičnim gazdinstvima.

Svaki seljak bi trebalo da zna, da mašine koje poseduje uzrokuju troškove koji opterećuju njegovu proizvodnju i koji mogu značajno da utiču na cenu koštanja proizvoda. Ti troškovi se dele u dve grupe: [7]

- Stalni (fiksni) troškovi,
- Promenljivi (varijabilni) troškovi.

Stalni troškovi proizilaze iz posedovanja određene mašine. Ovi troškovi ne zavise od obima upotrebe poljoprivredne mašine, pa su oni na godišnjem nivou isti, bez obzira da li se mašina koristi u toku godine ili ne. Ako mašina uopšte ne radi (npr. zbog kvara, promene strukture proizvodnje, promene tehnologije i dr.) ovi će troškovi jednakо opterećivati tu mašinu, kao da se ona koristi punim kapacitetom. Od stalnih troškova najveći značaj imaju amortizacija, kamata, osiguranje i troškovi smeštaja.

Ipak, ovaku definiciju stalnih troškova ne treba suviše strogo shvatiti, pošto klasifikacija nekih troškova u fiksne zavisi i od načina njihovog obračuna. Tako, na primer, amortizacija će biti fiksni trošak ako se za njen obračun koriste vremenske metode obračuna, dok u slučaju upotrebe funkcionalnih metoda za obračun amortizacije nju svrstavamo u varijabilni trošak.

Varijabilni troškovi nastaju samo pri upotrebi mašina i zavise od obima njihove upotrebe. Odnosno, ovi se troškovi menjaju u skladu sa promenom stepena korišćenja mašina. Iako sa povećanjem obima upotrebe mašina varijabilni troškovi rastu, oni po času rada mašina ostaju nepromjenjeni. Najvažniji varijabilni troškovi su troškovi goriva i maziva, tehničkog održavanja i rada radnika.

Ovu proporcionalnost, između obima upotrebe mašina i njihovih varijabilnih troškova, takođe treba shvatiti uslovno. U realnosti, osim proporcionalno varijabilnih troškova, postoje i varijabilni troškovi koji rastu brže ili sporije od promene obima upotrebe. Da bi se olakšalo izvođenje ekonomskih analiza često se pribegava pojednostavljenjima, odnosno posmatranju svih varijabilnih troškova kao proporcionalno varijabilnih.

Fiksni i varijabilni troškovi poljoprivrednih mašina uključuju se u kalkulacije troškova poljoprivrednih proizvoda na različite načine. Ako su u pitanju kalkulacije pune cene koštanja pojedinih poljoprivrednih proizvoda, onda se u njih uključuju i fiksni i varijabilni troškovi poljoprivrednih mašina. Pri tome se oni mogu prikazati kao direktni i indirektni troškovi, zavisno od mesta njihovog nastanka. Sa druge strane, ako se kalkulacije proizvodnje poljoprivrednih proizvoda prave po nepotpunim (promenljivim) troškovima, onda se u njih uglavnom uključuju samo troškovi pogonskog goriva i maziva.

Uzimajući u obzir navedene mogućnosti za obračun troškova poljoprivrednih mašina, jasno je da njihova promena, do koje dolazi korišćenjem mašinskih prstenova umesto mašina pojedinačnih proizvođača, mora biti celovito sagledana i pažljivo analizirana. Generalno se može reći da su osnovni razlozi za formiranje mašinskih prstenova sledeći:

1. Smanjenje fiksnih troškova po jedinici upotrebe (npr. radnom času ili radnom danu). Kroz veći godišnji obim upotrebe mašina mašinskih prstenova, njihovo korišćenje postaje ekonomičnije vlasnicima malih gazdinstava nego korišćenje sopstvenih mašina, jer se isti obim fiksnih troškova raspodeljuje na veći broj radnih časova. Što su mašine veće nabavne cene to su razlike u troškovima koji se ostvaruju korišćenjem sopstvenih mašina i mašina mašinskog prstena, izrazitije - u korist mašinskog prstena.

2. Mada skupe mašine koje se koriste u mašinskim prstenovima imaju visoke varijabilne troškove po radnom času, one istovremeno imaju veoma velike učinke. Zbog toga su varijabilni troškovi po jedinici mere poljoprivrednih proizvoda (kilogramu, toni i sl.) manji kod skupih mašina koje se koriste u mašinskim prstenovima.

Osim ovih, osnovnih, ima i niz drugih razloga koji govore u prilog formiranja mašinskih prstenova.

Ne treba izgubiti izvida da se upotrebom modernih mašina velikog kapaciteta ne postiže samo efekat smanjenja troškova, već i rast vrednosti proizvodnje. Do rasta vrednosti proizvodnje dolazi zbog rasta prinosa usled poštovanja optimalnih agrotehničkih rokova, kvalitetnijeg izvođenja odgovarajuće agrotehnike, manjih gubitaka prilikom ubiranja useva i slično. Na ovaj način se dodatno uvećavaju finansijski rezultati poljoprivrednika koji koriste usluge mašinskih prstenova.

Organizovano korišćenje mašina je neophodno u sredinama gde je evidentna senilizacija poljoprivrednog stanovništva. U takvim sredinama dolazi do toga da je sve veći broj staračkih domaćinstava koja ne mogu samostalno da održavaju proizvodnju na minimalno potrebnom nivou, ni po obimu ni po kvalitetu radova. Zbog toga su oni prinuđeni da daju zemlju u zakup (ako imaju kome) ili traže pomoć od rođaka ili suseda i za tu uslugu plaćaju dogovoren i znos. U takvim slučajevima se radovi često izvode van agrotehničkih rokova i nekvalitetno.

U devastiranim područjima mnoge poljoprivredne površine ostaju ne obrađene. Njihovi vlasnici se najčešće rade poslove van poljoprivrede i geografski su udaljeni od tih površina te ne nalaze ni interes ni mogućnosti da na njima ostvaruju neku proizvodnju. U takvim slučajevima u Distriktu Brčko, sve su češći primeri da vlasnici sklapaju ugovor sa mašinskim prstenovima da na tim površinama obavljaju sve potrebne poslove za unapred određenu žetvenu strukturu.

Sa ekonomski tačke gledišta formiranje mašinskih prstenova povezano je i sa određenim brojem problema, gde se kao najvažniji ističe pribavljanje potrebnih sredstava za finansiranje investicija u nabavku krupne poljoprivredne mehanizacije. Ovaj se problem može rešiti uz odgovarajuću pomoć države kroz kredite sa niskim kamatnim stopama, korišćenjem lizinga umesto kupovine sredstava mehanizacije i slično.

ZAKLJUČAK

Podaci o proizvodnim potencijalima poljoprivrede Srbije ukazuju da je Srbija poljoprivredna zemlja. Od ukupnog broja stanovnika 11,7% je poljoprivredno, a udeo poljoprivrede u ukupnom društvenom proizvodu je preko 16%. Poljoprivredna proizvodnja najvećim delom se odvija na seljačkim gazdinstvima. Njihova prosečna veličina je ispod 2,5 ha, a u proseku imaju 4 odvojena dela. Prosečna veličina odvojenog dela je ispod jednog hektara (0,83 ha). Broj aktivnih članova po jednom domaćinstvu je ispod 1. Prosečna starost aktivnih poljoprivrednih stanovnika je u stalnom rastu. U poslednje tri decenije, udeo aktivnog poljoprivrednog stanovništva starosti 50-64 godine, u ukupno aktivnom poljoprivrednom stanovništvu, se povećao sa 15,5% u 1971. godini, na čak 37,3% u 2002. godini. U istom periodu kategorija starosti preko 65 godina se dvostruko povećala - sa 10,9% u 1971. godini na 20,7% u 2002. godini.

U ovakvim uslovima, konkurentnost naše poljoprivrede na evropskom i svetskom tržištu se može i mora ostvarivati kroz veći broj aktivnosti, usmerenih na smanjenje troškova proizvodnje, povećanje prinosa, ukrupnjavanje poseda, edukovanje proizvođača i dr. Najbrži i najveći efekti se mogu ostvariti smanjenjem troškova proizvodnje kroz smanjenje troškova upotrebe sredstava mehanizacije. Analizirajući rešenja i iskustva drugih zemalja, i poredeći ih sa Srbijom, dolazi se do zaključka da se troškovi upotrebe sredstava mehanizacije mogu značajno sniziti njihovim racionalnijim korišćenjem kroz neki od organizacionih oblika njihove primene. Kao najdominantniji nameće se "Mašinski prsten". Pri tome, u obzir dolaze i drugi poznati organizacioni oblici, koji bi više odgovarali konkretnim uslovima onih mikro reona koji po nekim karakteristikama značajnije odstupaju od prosečnih vrednosti pokazatelja proizvodnih potencijala na nivou Srbije.

LITERATURA

- [1] Andrić J.: Troškovi i kalkulacije u poljoprivrednoj proizvodnji. Savremena administracija. Beograd, 1998.
- [2] Arsenović Đ., Krstić B.: Konkurentnost poljoprivrednih gazdinstava, Poljoprivredni fakultet, Beograd, Poljoprivredni fakultet, Srpsko Sarajevo, Beograd, 2002.
- [3] Bogdanov Natalija, Božić Dragica: Promene u posedovnoj i socio-ekonomskoj strukturi zemljoradničkih gazdinstava Srbije tokom perioda tranzicije. Monografija "Porodična gazdinstva Srbije u promenama". Poljoprivredni fakultet, Institut za agroekonomiju, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2005.
- [4] Božić Dragica, Bogdanov Natalija: Promene socio-demografske strukture članova porodičnih gazdinstava u Srbiji. Monografija "Porodična gazdinstva Srbije u promenama". Institut za agroekonomiju, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2005.

- [5] Božić Dragica, Bogdanov Natalija: Agrarna politika Srbije u periodu tranzicije. Monografija "Poljoprivreda i ruralni razvoj Srbije u tranzicionom periodu". Društvo agrarnih ekonomista Srbije i Institut za agroekonomiju, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2006.
- [6] Božić Dragica, Munčan P., Bogdanov Natalija: Promene u posedovnoj strukturi zemljoradničkih gazdinstava Srbije, Ekonomika poljoprivrede, specijalni broj, naučni skup Poljoprivreda u tranziciji, br. 3-4, Beograd, 2004, p.p. 323-333.
- [7] Božić S., Tošić M., Dolenšek M., Sredojević Zorica: Tehničko-ekonomska opravdanost mašinskih prstenova, Poljoprivreda i ruralni razvoj u Evropskim integracijama, simpozijum Agroekonomista sa međunarodnim učešćem povodom 40 godina Agroekonomskog odseka, Beograd, 2003., p.p. 401-409.
- [8] Božić S., Urošević M.: Proizvodni potencijali poljoprivrede Srbije i mašinski prstenovi, Poljoprivredna tehnika, br. 1/2004, p.p. 63-73.
- [9] Davčev Ž., Canev I., Gavezski I., Stojčevski Ž., Lazarov D.: Neophodnost od formiranje na mašino traktorski prsteni i nivno pravilno funkcioniranje vo Republika Makedonija, Agencija za potiknuvanje na razvojot na zemjodelstvoto na Republika Makedonija i Združenje za zemjodelska tehnika na Republika Makedonija, Zemjodelski fakultet, Skopje, 2004. p.p. 37.
- [10] Dolenšek M., Jerič D.: Združenja za medosedko pomoč - strojni krožki, Zveza združenj za medosedko pomoč - strojnih krožkov Slovenije, 1997., p.p. 43.
- [11] Dolenšek M.: Angepasste Maschinenringentwicklung in den Ländern Osteuropas und Schritte zur Maschinenringgründung – Fallbeispiel Slowenien. 12. mednarodni kongres strojnih krožkov, INTER M, Keszthely, 1999.
- [12] Dolenšek M.: Iskustvo susjeda - strojni prstenovi. Jutro, Zagreb 1997, let. 1, št 1 str. 32-33.
- [13] Dolenšek M.: Mašinski prsteni u Sloveniji, Agronomski saznanja, 3-4/2002.
- [14] Dolenšek M.: Vloga strojnih krožkov pri pripravi lesne biomase in širjenju sodobnih tehnologij ogrevanja. Posvet: Biomasa - vir energije, Zveza društev za biomaso, Maribor, Novo mesto, Ribnica, Ilirska Bistrica, 2000, 2001 (4 krat), 15 str.
- [15] Gogić P.: Teorija troškova sa kalkulacijama - u proizvodnji i preradi poljoprivrednih proizvoda. Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2005.
- [16] Ivanović S.: Ekonomski efektivnost investicija u govedarskoj proizvodnji porodičnih gazdinstava. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun, 2008.
- [17] Mileusnić Z., Radivojević R., Živanović Č., Đević M.: Primena savremenih metoda analize poslovanja sredstvima mehanizacije, Poljotehnika 5-6/1995. p.p. 94-97
- [18] Munčan P., Božić Dragica: Posedovna struktura porodičnih gazdinstava Srbije. Monografija "Poljoprivreda i ruralni razvoj Srbije u tranzicionom periodu". Društvo agrarnih ekonomista Srbije i Institut za agroekonomiju, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2006.
- [19] Nešić D., Radić P.: Pružanje mašinskih usluga – kako to drugi rade, Traktori i pogonske mašine, 2003. p.p. 51-56.
- [20] Neugebauer Brigitte, Dolenšek M.: Erfahrungen mit dem Maschinering-Einsatz in Slowenien, Agritechnika 2001, Hannover 15.11.2001.
- [21] Popović Vesna, Katić B.: Uvozna zaštita i podrška izvozu poljoprivrede Srbije u procesu pristupanja STO i EU. Monografija. Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd, 2007.
- [22] Radmanović D., Potrebić V.: Poljoprivreda Srbije i Crne Gore i Evropske Unije, Kompatibilnost agrarne politike SCG i zajedničke agrarne politike EU (Tematski zbornik), Institut za ekonomiku poljoprivrede Beograd, Departman za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela Poljoprivrednog fakulteta - Novi Sad, Ekonomski fakultet Subotica, Beograd, 2003. p.p. 9-20.
- [23] Radojević R., Mileusnić Z., Urošević M.: Optimalna radna brzina i energetske karakteristike traktorsko-mašinskog agregata, Poljoprivredna tehnika 1-2/2003., p.p. 19-28
- [24] Randelović V.: Ekonomika poljoprivrede i zadrugarstvo, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2001., p.p. 262.

- [25] Ševarlić M., Nikolić Marija: Socio-ekonomska struktura domaćinstava koja poseduju individualno poljoprivredno gazdinstvo u Srbiji. Monografija "Poljoprivreda i ruralni razvoj Srbije u tranzicionom periodu". Društvo agrarnih ekonomista Srbije i Institut za agroekonomiju, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2006.
- [26] Topisirović G., Koprivica R., Radivojević D.: Rezultati osnivanja mašinskih prstenova i primena mašina za pripremu sena u brdsko-planinskom području. Traktori i pogonske mašine Vol. 10, No. 2, p 207-213. Novi Sad.
- [27] Tošić M., Božić S., Dolensk M., Radić P.: Udrživanje poljoprivrednika radi tehničko-socijalne samopomoći, Poljoprivreda i ruralni razvoj u Evropskim integracijama, simpozijum Agroekonomista sa međunarodnim učešćem povodom 40 godina Agroekonomskog odseka, Beograd, 2003., p.p. 395-400.
- [28] Tot A.: Međusobna ispomoć gazdinstava, Poljoprivrednik br. 2371 od 11.1.2008, str. 20.
- [29] Vlahović B., Stevanović S., Tomašević D., Zelenjak M.: Agrarna proizvodnja u Republici Srbiji. Monografija. Društvo agrarnih ekonomista Republike Srbije, Beograd, 2006.
- [30] Živković D., Dimitrijević B.: Kapaciteti porodičnih gazdinstava Srbije. Monografija "Poljoprivreda i ruralni razvoj Srbije u tranzicionom periodu". Društvo agrarnih ekonomista Srbije i Institut za agroekonomiju, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2006.
- [31] Radivojević D., Urošević M., Božić S.: Pravci razvoja i primene tehnike u proizvodnji mleka na porodičnom gazdinstvu, Poljoprivredno domaćinstvo, obnova i razvoj, II Međunarodni naučni skup. Crna trava, 1996.
- [32] Urošević M., Božić S., Radivojević D.: Primena tehnike zaštite bilja na seoskom domaćinstvu s aspekta zaštite životne sredine, Poljoprivredno domaćinstvo, obnova i razvoj, II Međunarodni naučni skup. Crna trava, 1996.
- [33] - Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u 2002. - stanovništvo, Republički zavod za statistiku, Beograd, 2003.
- [34] - Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u 2002. - poljoprivreda, Republički zavod za statistiku, Beograd, 2003.
- [35] - Statistički godišnjak 2007., Republički zavod za statistiku, Beograd, 2003., Beograd, 2007.
- [36] - <http://www.s-k.si/namen.html>

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

ORGANIZED USING OF AGRICULTURAL MACHINERY

**Steva Božić, Dušan Radivojević, Rade Radojević, Sanjin Ivanović,
Goran Topisirović, Mićo Oljača, Kosta Gligorević, Branka Kalanović**
Faculty of Agriculture - Belgrade

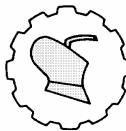
Abstract: Serbian intention for membership in EU requires adoption of overall agricultural system according to the conditions of EU, making the own agricultural policy compatible to the common agricultural policy of EU.

Creating of prosperous position for equal competition on international market is one of the main topics.

Many of the recent analyses show that the most important issue for solving of this problem is decrement of agricultural mechanization application expenses.

Starting from this, in this paper are analyzed production potentials of the Serbian agriculture, considering prosperous conditions for organized using of agricultural machinery in purpose of decreasing expenses as well as total expenses of the agricultural production, e.g. products otal expenses.

Key words: agriculture, expenses, application, production, machinery application, machinery ring.



UDK: 631.3

TEHNIČKA REŠENJA UREĐAJA I OPREME ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI RADA MOBILNIH MAŠINA I TRAKTORA U POLJOPRIVREDI

Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Kosta Gligorević,
Miloš Pajić, Steva Božić, Rade Radojević, Zoran Dimitrovski*

Poljoprivredni fakultet - Beograd, Zemun; omico@agrif.bg.ac.rs

**Poljoprivredni fakultet - Štip, R. Makedonija; zoran.dimitrovski@ugd.edu.mk*

Sadržaj: U Srbiji poseban problem predstavljaju česte nesreće sa poljoprivrednim mašinama i traktorima, kako u javnom saobraćaju, tako i poljoprivrednim uslovima, pre svega kao posledica:

- nepoštovanja saobraćajnih propisa i znakova od strane rukovaoca,
- upotreba alkohola u toku rukovanja sa mašinama
- psiho-fizičkog stanja rukovaoca,
- nedovoljne obučenosti i iskustva rukovaoca,
- nedovoljne pažnje rukovaoca,
- tehničke neispravnost mašina

U radu su analizirani i opisani osnovni uzroci nastanka nesreća sa poljoprivrednim mašinama, kao i neophodne mere koje treba preduzeti kako bi se broj nesreća smanjio na što manju moguću meru.

Predstavljena su i neka i tehnička rešenja koja nisu mnogo primenjena u Srbiji, pomoću kojih je moguće izbeći opasne situacije ili smanjiti broj nesrećnih slučajeva i povreda u poljoprivredi i kontaktnim oblastima.

Ključne reči: *traktori, samohodne mašine, nesreće, preventivne mere, tehnička rešenja.*

UVOD

Za današnje savremene konstrukcije mobilnih poljoprivrednih mašina i traktora, generalno se može konstatovati, da pružaju visok nivo sigurnosti rukovaocu u radu, uz prepostavku, da se sve predviđene tehničke mere sigurnosti i postupci poštuju u toku izvođenja radnih operacija kod poljoprivrednih radova ili sličnih radova.

Međutim, prema mnogobrojnim istraživanjima i podacima u Svetu i kod nas, [1], [2], [5], [9], [21] i dalje različite nesreće sa mobilnim mašinama i traktorima ostaju na prvom mestu prema broju nesreća u poljoprivredi. Najčešći uzroci dogadanja nesreća u poljoprivredi i javnom saobraćaju, [4], [16], [18], sa samohodnim mašinama i traktorima, su:

- nepažnja rukovaoca mašina sa nedovoljnim stepenom obučenosti za rad
- upotreba tehnički zastarelih mašina (prosek starosti od 12 do 26 godina).
- nepoštovanje saobraćajnih propisa i bezbednosnih mera,

U Srbiji, danas, na primer, još uvek postoji veliki broj mašina i traktora bez kabina ili zaštitnog rama (ROPS), i vrlo često sa neispravnim uređajima i sistemima za: upravljanje, kočenje, i svetlosne signalizacije. Rezultat eksploatacije ovakvih mašina i traktora, u spremu sa navedenim uzrocima dovodi do pojave mnogobrojnih lakših i težih nesreća, sa velikim brojem poginulih osoba, teško i lako povređenih lica u poljoprivrednim uslovima ili saobraćaju Republike Srbije.

Analize istraživanja [18], u periodu od 1996. do 2006. godine, pokazuju da je u Republici Srbiji, prosečno godišnje:

- 189 nastrandalih lica u nezgodama sa traktorima,
- 181 teško povređenih učesnika (kasnije invalidi rada),
- 78 tragično nastrandalih rukovaoca traktora ili učesnika .

1. PROBLEM SIGURNOSTI U RADA SAMOHODNIH MAŠINA I TRAKTORA

Osnovna preventivna mera zaštite u poljoprivredi treba da glasi: svaka osoba koja upravlja mobilnom poljoprivrednom mehanizacijom, a posebno traktorom, mora biti stručno obrazovana, obučena, i upoznata sa svim bezbednosnim merama u vezi upotrebe traktora sa priključnim mašinama.

Rukovaoci mobilnih mašina takođe moraju dobro proučiti uputstvo proizvođača koji poseduju, naročito za određene vrste radova u poljoprivredi ili sličnim oblastima.

Intenzivna poljoprivredna proizvodnja u mnogobrojnim segmentima, mora biti propaćena sa stalnom dopunom savremenih zakonskih regulativa, koje detaljno opisuju probleme ili uslove, način eksploatacije poljoprivrednih mašina i traktora, u poljoprivredi, i kontaktnim oblastima, a naročito u javnom saobraćaju, sa aspekta opasnosti i mera bezbednosti. To OBAVEZNO znači, da treba što pre prihvati, prilagoditi i usaglasiti Evropske Zakone, regulative i preporuke [36], [38] postojećim ili novim Zakonima u ovoj oblasti za Republiku Srbiju. Ovo se posebno odnosi na poljoprivrednu, i sistem bezbednosno-tehničkih mera pri eksploataciji mobilne poljoprivredne mehanizacije i traktora.

Rukovaoci samohodnih mašina i traktora, obavezno moraju imati obuku i stručno-popularne edukacione kurseve za pravilno korišćenje i održavanje ovih mašina u poljoprivrednim uslovima i naročito u javnom saobraćaju. U prilog prethodnoj konstataciji, treba navesti i podatke istraživanja [5], koji pokazuju, da u 95% slučajeva nesreća sa traktorima, greška se pripisuje isključivo čoveku (vozač, rukovaoc traktora, saputnik, pešak i lice koje pomaže u poljoprivrednim radovima). Zato je potrebno, visok nivo pažnje posebno posvetiti ljudskom faktoru, kao glavnom uzročniku nesreća u poljoprivrednim uslovima ili nesrećama u javnom saobraćaju. Mere preventive koje se u ovom slučaju predlažu u istraživanjima ove problematike [5], su: podizanje saobraćajne i tehničke kulture kod učesnika u poljoprivrednoj proizvodnji, koje se prvenstveno odnose na rukovaoce mobilnom mehanizacijom ili traktorima. Rukovaoci traktora i ostali učesnici u poljoprivrednoj proizvodnji, su različito obrazovani za učešće u procesu eksploatacije traktora u poljoprivrednim uslovima, a naročito u javnom saobraćaju.

Jedan deo rukovaoca mašinama, ima vozačke dozvole za upravljanje motornim vozilima, i one tim licima omogućuju samo zakonsku dozvolu za upravljanje traktorom. Drugi deo rukovaoca nema: odgovarajuće dozvole, potvrde za upravljanje traktorom, a ni odgovarajuću obuku za korišćenje traktora.

Poznavanje saobraćajnih propisa, pravila i znakova, nisu nekada dovoljni uslovi ukoliko nema praktične tehničke obuke za rad sa traktorom, jer karakteristike traktora zahtevaju precizno i potpuno poznavanje maštine i njenih eksplatacionih karakteristika.

Rezultati korišćenja [4], [9], [17], [19], traktora od strane nedovoljno obučenih i stručno neobrazovanih rukovaoca su česte nesreće sa posledicama, gde ima poginulih, teško i lako povređenih lica, pri radu sa traktorima u poljoprivrednim uslovima ili tokom učešća u javnom saobraćaju .

Traktori imaju značajnu primenu u poljoprivrednim radovima i transportu kada se kreću po podlogama različite prirode i fizičko-tehničkih osobina (zemljište raznih topografskih karakteristika, putevi, nekategorisani putevi, i slično), u tom slučaju predstavljaju potencijalno vrlo opasnu mašinu, naročito ako se ne koriste prema određenim pravilima sigurnosti, preventive i zaštite. U literaturi [4], [6], [9], [12], [13], ČOVEK I TRAKTOR se najčešće navode kao izazivači mnogobrojnih nesreća na farmama u poljoprivredi, radovima u šumarstvu i građevinarstvu, gde su uzročnici najčešće bili nestručno: rukovanje (vožnja traktora neadekvatnom tehnikom i brzinama na nagibima, ili bočnim kosinama, sa pojmom prevrtanja) ili održavanje (razne popravke ili intervencije na pojedinim delovima, zamene pneumatika, dolivanje goriva, rashladne tečnosti ili slično).

Na teritoriji Republike Srbije (bez Pokrajina), u direktnim nezgodama sa nastrandalim licima u javnom saobraćaju, veoma često učestvuju i vozači traktora . Podaci o broju saobraćajnih nezgoda (Tab. 1), koji su prouzrokovali vozači traktora ili bili direktni učesnici u njima, za period od 1996 do 2006., prikazuju još jedan težak aspekt nezgoda i nesreća koje prouzrokuju čovek i traktor.

Tab.1. Posledice u saobraćajnim nezgodama sa vozačima traktora od 1996. do 2006. g. [13]

Posledice/Godina	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Prosek
Tragične posledice	69	102	79	53	69	77	74	65	71	58	54	77,1
Teške povrede	191	228	185	142	163	166	153	150	152	129	147	180,6
Lake povrede	334	311	293	278	258	279	213	258	279	283	294	308,3
U k u p n o nastrandalih lica	198,0	216,6	185,6	157,6	163,3	174,0	146,6	157,6	167,3	156,6	165,0	188,5

Istraživanja i analize [17], [19], koja dovode u širi kontekst učesnike poljoprivrednih radova, kretanje pokretnih mašina, traktora i saobraćajne nezgode u Srbiji, pokazuju zastrašujuće generalne podatke na putevima Srbije:

2006. godine u saobraćajnim nesrećama (47 do 60% udesa izazivaju vozači traktora) bilo je:

- 899 tragično nastrandalih ljudi,
- 18.407 lica je teže ili lakše povređeno.

Ako se nesreće i događanja iz problema analiziraju za proteklih 15. godina (period 1990–2006), onda je:

- poginulo oko 18.000 ljudi,
- povređeno je 266.000 osoba

Istovremeno, prema istraživanjima [19], približna materijalna šteta jednaka je vrednosti putne mreže u Srbiji, a to iznosi 13 milijardi \$.

Rad sa traktorima i priključnim poljoprivrednim mašinama i drugim mobilnim mašinama, ima teške i tragicne posledice samo zato što ljudi žure i ne rade prema propisima i pravilima koja postoje, ali koja dovoljno i dosledno ne poštuju.

Zbog navedenih posledica *svaki traktor ili samohodna mašina bez razlike gde se upotrebljava: transport ili za rad na poljoprivrednim površinama, mora prvenstveno ispunjavati kriterijume tehničke ispravnosti mašina, za Zakon obaveznu proveru u ovlašćenoj instituciji (tehnički servisi) bar jednom godišnje.*

Prema postojećim Zakonima, provera tehničke ispravnosti traktora u Srbiji, vrši se samo kod nabavke novog traktora (registracija) ili kod promene vlasnika traktora.

Ukoliko se traktor koristi u javnom saobraćaju, tehnički pregled takođe se vrši jednom godišnje.

Na njivama i javnim putevima u Srbiji često puta, a posebno u sezoni poljoprivrednih radova, mogu se videti traktori koji su stari više od 25, a nekada i 40 ili više godina.

Prosečna starost traktora u Srbiji je oko 14 godina, što znači da su to u osnovi amortizovani traktori [19], vrlo često tehnički neispravni (bez kabina ili zaštitnih ramova, sa neispravnim uređajima za kočenje i upravljanje i sa neispravnim ili bez svetlosnih i signalnih uređaja).

Prema statističkim podacima [13], [17], (2006. godina) u Republici Srbiji ima preko 550.000 različitih traktora. Tendencija godišnjeg porasta ovih mašina je od 5000 do 20000 komada zbog različitih faktora. Pored ovog broja traktora, Republika Srbija ima preko 250.000 motokultivatora, više od 450.000 dvoosovinskih traktora i više od 30.000 kombajna. Znači, ukupan broj pokretnih poljoprivrednih mašina sa sopstvenim motorom i mogućnosti učestovanja u poljoprivrednim i sličnim radovima i naravno javnom saobraćaju u Republici Srbiji [13], danas dostiže broj od 1.000.000 (milion) i više pokretnih jedinica.

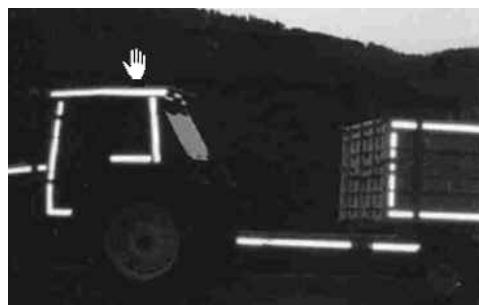
Vrlo retko se obradive površine nalaze u blizini mesta stanovanja vlasnika, pa su vlasnici primorani da putuju i više kilometara kako bi stigli do svoje njive. Najčešće su to regionalni i lokalni putevi koje povezuju naseljena mesta na kojima se odvija javni saobraćaj različitog intenziteta.

Međutim, na ovim putevima kreću se i druga razna saobraćajna sredstva od bicikla, automobila, traktora, pa do kamiona sa prikolicama. Putevi koji se nalaze u brdsko-planinskim oblastima iako nisu opterećeni saobraćajem, opasni su za kretanje traktora, jer su najčešće uski, sa velikim nagibima, mestimično prekriveni blatom, klizavi i sa mnogo neravnina i rupa. U ovakvim okolnostima i upravljanje sa tehnički ispravnom mašinom ili traktorom, objektivno je problem, jer je potrebno znanje i iskustvo.

Posebna pažnja je potrebna pri upravljanju traktora na javnim putevima sa velikom frekvencijom saobraćaja gde vrlo često dolazi do opasnih situacija, zbog nepažnje, nepoštovanja saobraćajnih znakova i propisa, ili pojave neispravnih traktora.

U ovakvim okolnostima eksploatacija tehnički neispravnih traktora, višestruko povećava broj opasnih situacija u kojima je najpre ugrožen život rukovaoca traktora i putnika na traktoru ili prikolici, a takođe i drugim učesnicima u saobraćaju.

Pokretne ili samohodne mašine ili traktori obavezno na zadnjem delu moraju imati postavljen jasan znak koji označava kretanje sporohodnog vozila, i obeleženu konturu kompletne linije vozila traktor + prikolica za slučaj noćnih ili smanjenih uslova vidljivosti (Sl. 1).



Sl. 1. Specijalne svetlosno-signalne oznake traktora i prikolice [4]

Danas, u Svetu i zemljama EU, poklanja se posebna pažnja obeležavanju traktora i pokretnih samohodnih mašina, kako bi agregati ili mašine bile jasno označene i u uslovima smanjene vidljivosti.

To podrazumeva ispravnu i na vreme upotrebljenu grupu svetlosno-signalnih uređaja na prednjem i zadnjem ili bočnom delu traktora kao i u samoj kabini. Takođe su u primeni i pomoći uredaji, reflektujuće table i paneli kao konture poljoprivrednih vozila (Sl. 1).

Zakon [38] je tačno predviđao koje svetlosne grupe (reflektori, svetla za upozorenje i pokazivanje pravca kretanja) i boje, treba da imaju pokretne mašine ili traktori, kako bi mogle da se kreće na javnim putevima i u različitim vremenskim uslovima. Na primer upaljena glavna svetla prema Zakonu (EU standardi, [38]), u Srbiji se danas malo primenjuju u toku kretanja traktora po danu na javnim putevima za slučaj smanjene vidljivosti, kada je rukovaoc u obavezi da primeni ovu meru.

Preporuka u više istraživanja [3], [7], [9], [19], koja su imala tematiku bezbednosti u poljoprivredi, je, obavezno postavljen trouglasto reflektujući znak na zadnjem delu traktora i kod ostalih samohodnih mašina. Ovakav znak označava da je na putu sporohodna mašina, odnosno SHM (Sporohodna mašina, SMV-slow-moving vehicle). Opisani znak je danas u obaveznoj upotrebi u USA, i zemljama EU [4], [24], [39]. Znak za sporohodno vozilo (Sl. 2) je trougao fluorescentne žuto-naranđaste boje sa crvenim okvirom i dužinom strana od 30 cm.

Praktična primena ovog znaka je upozorenje za ostale učesnike u saobraćaju, da se ispred njih nalazi sporohodno vozilo i da treba smanjiti brzinu kretanja i pažljivo prići tom vozilu, zbog narednih operacija koje slede (preticanje, obilaženje, mimoilaženje).



Sl. 2. Propisan znak koji označava sporohodno vozilo [39]

Na primer, prema istraživanjima [8] pri smanjenoj vidljivosti (noću) ukoliko se ispred automobila nalazi traktor koji se kreće brzinom od 25 km/h, a automobil sa 90 km/h i nalazi se na udaljenosti od 1200 m, potrebno je samo 7 sec., kako bi automobil stigao do traktora. Sudar pri takvoj brzini bio bi verovatno opasan po život učesnika (rukovaoca, vozača i putnika) sa mogućim teškim posledicama.

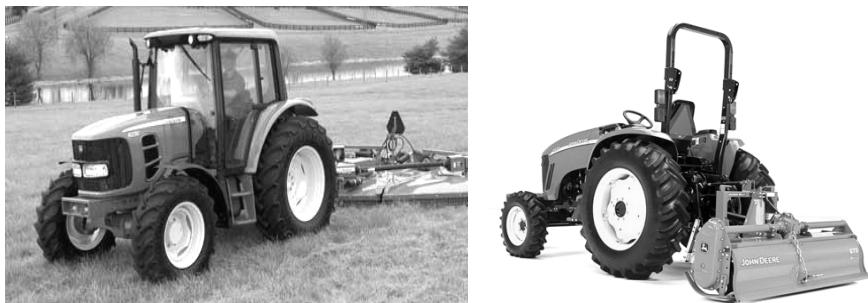
U prilog prethodno opisanoj situaciji su i istraživanja u Makedoniji [5], gde je najčešća vrsta nesreće sa traktorima, međusobni sudari sa vozilima, sa ukupno evidentiranih 212 nesreća u periodu od 1999 do 2003 godine. Od ovog broja 119 (56,13%) su nesreće koje su rezultat sudara traktora i ostalih vozila koja su se kretala **u istom pravcu**, a sudar je nastao usled naletanja na traktor, jer nije bio adekvatno i pravilno obeležen (Sl. 2).

Svaki traktor koji se koristi za transport na javnim putevima ili za rad na poljoprivrednim površinama mora imati ugrađenu kabinu ili zaštitni ram (ROPS) i kaiševe za vezivanje rukovaoca na sedište traktora.

Polazeći od prosečne starosti traktora, koja je u Republici Srbiji oko 14 godina, može se konstatovati da 60 do 70% traktora nemaju registrovane ugrađene kabine, ili bilo kakve zaštitne ramove (ROPS uređaji), koji štite rukovaoca traktora u slučaju prevrtanja.

Rezultati istraživanja [17], [19], pokazali su, da je prevrtanje traktora po broju druga vrsta nesreća 28,33% u saobraćajnim nesrećama i prva 62,10% u nesrećama pri radu sa traktorima u poljoprivrednim uslovima, na primer u Makedoniji [5].

Različite konstrukcije (Sl. 3) koje pružaju zaštitu pri prevrtanju traktora ili ROPS (roll-over protective structure) su specijalno konstruisani ramovi, kavezi ili kabine. Ove strukturne konstrukcije (Sl. 3), su dizajnirane, da omoguće stvaranje bezbedne zaštitne zone za rukovaoce u kombinaciji sa sigurnosnim pojasevima za vezivanje, koji je ugrađen na osnovu sedišta traktora.



Sl. 3. Savremena kabina i zaštitni ram na traktorima za povećanje bezbednosti u radu [29]

U 1959. godini Švedska [14] bila je prva zemlja koja je Zakonom zahtevala upotrebu zaštitnih struktura ili ramova (ROPS-a) u proizvodnji novih traktora. Posle deset godina, su to učinili u Danskoj i Finskoj. Kasnije u periodu od 1970. do 1980. godine ROPS je postao obavezni deo opreme na novim traktorima u Velikoj Britaniji, Zapadnoj Nemačkoj, Novom Zelandu, USA, Španiji, Norveškoj, Švajcarskoj i drugim zemljama. Različite direktive EU (Evropske unije) počevši još od 1974. godine tačno određuju tip i položaj zaštitnog rama (ROPS-a), na traktorima koji mora imati i poseban atestom za upotrebu.

Prema izveštajima Centra za bezbednost i zdravlje Univerziteta Aiowa [3], [24], navodi se da pri prevrtanju traktora koji nema atestiranu kabину ili zaštitni ram, učešće tragičnih posledica po rukovaoca traktora, iznosi iznad 75%.



Sl. 4. Sedišta za rukovaoca mašine ili traktora [29], [30]

Treba napomenuti, da ipak i danas u Republici Srbiji pored mnogobrojnih nesreća, firme koje prodaju nove traktore (jer postojeći Zakoni to ne sprečavaju i ne obavezuju), imaju u ponudi razne tipove i modele traktora koji JOŠ UVEK NEMAJU OBAVEZNO postavljene zaštitne ramove ili kabine sa kvalitetnim savremenim tipovima sedišta (Sl.4.) i sigurnosnim pojasevima.

Kontrola saobraćajne policije, primena i poštovanje odredaba Zakona na javnim putevima po kojima se kreću traktori i ostala poljoprivredna mehanizacija, moraju postati uobičajena praksa.

Prema istraživanjima [5], na primeru u Makedonije, od ukupno 398 nesreća u periodu od 1999. do 2003. godine, u kojima su učestvovali traktori, 332 ili 98,49 % bile su saobraćajne nesreće na javnim putevima. Uzroci navedenih saobraćajnih nesreća sa traktorima su:

- nepoštovanje saobraćajnih propisa i znakova sa 51,00%,
- psihofizičko stanje i nedovoljno iskustvo sa 21,86% i
- greške pešaka, putnika i tehnička neispravnost vozila sa 10,55%.

Analize istraživanja nesreća sa pokretnim poljoprivrednim mašinama i traktorima [17], [19], za duži vremenski period u javnom saobraćaju Republike Srbije, imaju glavna obeležja događanja:

- u naseljenim mestima (različite raskrsnice, uske ulice),
- na nekvalitetnim lokalnim putevima, i to u julu, avgustu, septembru i oktobru,
- najčešće petkom, subotom i nedeljom, od 17 do 20 časova,
- sa glavnim uzrokom: upotreba alkohola i neprilagođene brzine kretanja traktora.

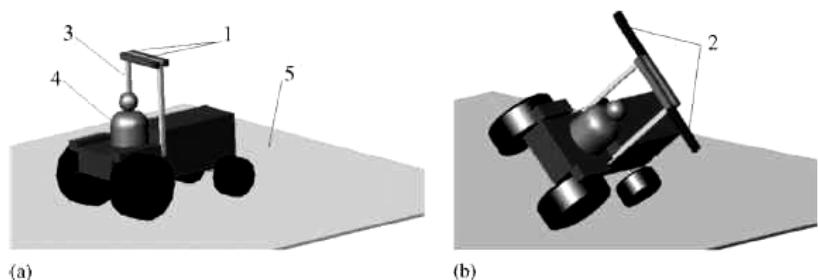
Zato je posebno povećana kontrola saobraćajne policije MUP-a, veoma bitna kao deo preventivnih mera u sprečavanju nesreća u javnom saobraćaju Srbije.

Nova tehnička rešenja uređaja za povećanje sigurnosti na samohodnim mašinama i traktorima

Mnogobrojne tragične posledice koje su rezultat iznenadnog i nepredviđenog prevrtanja traktora preventivno se mogu izbeći sa ugradnjom novih i naprednih konstrukcija zaštitnih delova i opreme na traktorima.

Poznato je, da se u poljoprivredi samohodne mašine i traktori prvenstveno kreću po podlogama i zemljištu različite topografije. Da bi se povećala bezbednost traktora, posebno u brdsko-planinskim oblastima gde se odvija poljoprivredna proizvodnja, potrebno je obavezno ugradivanje dopunske opreme na mašine i traktore.

U kombinaciji sa senzorima koji mere nagib terena i obaveštavaju rukovaoca traktora, Nacionalni institut zaštite pri radu i zdravlje USA (NIOSH,) konstruisao je novi tip automatskog zaštitnog rama [24], na traktorima za slučaj mogućeg prevrtanja (Sl. 5).



Sl. 5. Princip rada automatskog zaštitnog rama (NIOSH, USA), [24]



Sl. 6. Ispitivanje zaštitnog rama u uslovima prevrtanja traktora (NIOSH, USA), [24]

Zaštitni ram (Sl. 5. i Sl. 6.) u toku rada traktora nalazi se u svom radnom položaju iznad sedišta vozača traktora. Aktiviranje zaštitnog rama je automatsko u slučaju opasnog naginjanja traktora (Sl. 6), pri čemu za nekoliko delova sekunde posebno konstruisani deo rama (Sl. 5b. poz-2) izlazi iz svog ležišta i dobija svoj pravi zaštitni oblik, koji štiti rukovaoca u toku prevrtanja traktora.

Prototip automatskog zaštitnog rama ugrađen je na poljoprivredne traktore koji su posebno namenjeni za rad u uslovima sa uskim i niskim prolazima kao što su voćnjaci i vinogradi i neki objekti ili zgrade (ulazi) na farmama koji u svojoj konfiguraciji površina namenjenih za kretanje mašina imaju opasne nagibe.

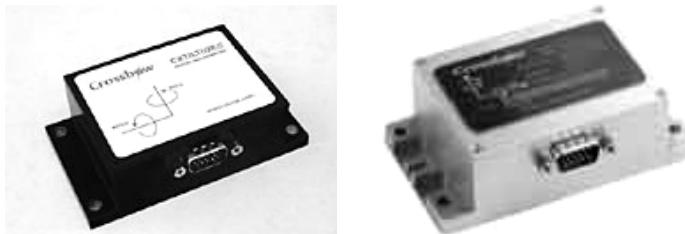
Deo opreme koja upozorava rukovaoca [18], [21], [40], na opasne situacije na terenima sa većim nagibima su indikatori nagiba terena (inklinometri) (Sl. 7). Danas postoje različiti tipovi indikatora nagiba terena koji daju važne informacije rukovaocu mašina ili traktora u vezi sa stabilnošću na određenom terenu. Prikazani instrumenti

mogu biti, od osnovnih, analognih do digitalnih sa LCD ekranima (Sl. 7). Svi modeli imaju prihvatljivu cenu i jednostavni su za ugradnju u kabinu traktora ili radne mašine. Većina modela pored vizuelnog pokazivanja nagiba traktora imaju ugrađeni i alarmni uređaj koji se aktivira kada traktor ili mašina dostigne opasnu tačku naginjanja pre momenta prevrtanja.



Sl. 7. Razni tipovi inklinometra [18], [36]

Pored ovog načina upozorenja rukovaoca, postoje i varijante integrisane u računarski sistem traktora (Sl. 8), tako da se u slučaju dostizanja opasnih vrednosti nagiba mašina automatski zaustavlja uz jasno obaveštenje rukovaoca u vidu zvučnog ili vizuelnog signala. Ovakvi integrisani sistemi, danas su deo standardne opreme savremenih traktora i samohodnih radnih mašina većine Svetskih proizvođača.



Sl. 8. Digitalni inklinometri integrisani u računarski sistem mašine [40]

Za razliku od prethodno pomenutih analognih i digitalnih instrumenata za merenje nagiba, koji se naknadno mogu ugraditi u traktor ili radnu mašinu, integrisani sistemi [18], pružaju rukovaocu mnogo potpuniju informaciju o stanju terena i položaju mašine najčešće preko centralnog displeja u vidu jasne i čitljive informacije (Sl. 9), sa obaveznim zvučnim upozorenjem (alarm) u slučaju približavanja opasnoj vrednosti nagiba.



Sl. 9. Prikaz informacija o položaju mašine prema površini podloge na centralnom displeju kod integrisanih sistema samohodnih mašina i traktora [18], [36], [40]

ZAKLJUČAK

Nezgode i nesreće u radu sa poljoprivrednim mašinama i traktorima i dalje česta pojava u Srbiji, jer nedostaje permanentna obuka, propratni stručno-popularni kursevi za pravilno korišćenje i održavanje ovih mašina i postoje znatni propusti u poznavanju i primeni saobraćajnih propisa kod vozača traktora.

Izgubljeni ljudski život nema cenu, posebno u užem krugu familije, sa napomenom, da ukoliko je to život mlađe osobe, posledice su veoma teške i dugotrajne. Sa druge strane nesreće su propraćene sa visokim troškovima koje plaća država u spasavanju nečijeg života, u vidu dugotrajnog lečenja i rehabilitacije.

Smanjiti mogući broj nezgoda i nesreća u toku rada poljoprivrednih mašina i traktora, znači prvenstveno obezbediti odvijanje radnog procesa u poljoprivrednoj proizvodnji, uz najveće poštovanje svih propisanih mera iz oblasti sigurnosti i zakona.

Prema tome, u Republici Srbiji, treba što pre prihvati i sprovesti predložene mere za smanjenje nesrećnih slučaja i posledica, koje imaju direktni uticaj na povećanje stepena bezbednosti radova i sigurnosti u poljoprivredi i saobraćaju. Takođe, treba prihvati zakonske regulative Evropske unije, gde se daleko više pažnje posvećuje bezbednosti i sigurnosti u poljoprivrednoj proizvodnji.

U Srbiji je neophodno, što pre doneti i primeniti nove Zakonske regulative i akte, koje već ima Evropska Unija, u cilju sprečavanja nesreća i šteta u poljoprivredi.

LITERATURA

- [1] Ayers P. (1992): General Tractor Safety, Service in Action, no. 5.016, Colorado State University Cooperative Extension, October.
- [2] Ayers, Paul D., Liu, Juhua (1998): Application of a Tractor Stability Index for Protective Structure Deployment. Journal of Agricultural Safety and Health Special Issue (1):171-181, ASAE 1074-7583 / 98 / S1-1-171.Agriculture
- [3] Accident Prevention Program – Workbook (1995): WISHA, Washington Industrial Safety and Health Act, Consultation and Education Program, State of Washington Department of Labor and Industries, January.
- [4] 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, Beograd, str. 325-330
- [5] Dimitrovska Z., Oljača V.M., Ružičić L., Tanevski D. (2004): Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju Makedonije, Poljoprivredna tehniku, Poljoprivredni fakultet univerziteta u Beogradu, Institut za poljoprivrednu tehniku, Beograd, Br. 2, str. 55-61.
- [6] Fatal Workplace Injuries in 1995 (1997): A collection of Data Analysis, U.S. Department of Labor Bureau of Labour Statistics, Report 913.
- [7] Hoskin, A.F., T.A. Miller, W.D. Hanford, and S.R. Landes (1988a): Agricultural Machinery-Related Injuries: A 35-State Summary. Chicago: National Safety Council under contract to the U.S. Dept. of Health and Human Services, Nat. Institute for Occupational Safety and Health.
- [8] John M. Shutske (2003): Farm Injuries and Rural Emergencies. University of Minnesota, Department of Biosystems and Agricultural Engineering
- [9] John M. Shutske (2004): Injury Prevention and Health Promotion Research for Production Agriculture, Minnesota Impacts, University of Minnesota.

- [10] John M. Shutske (2001): New tractor Technolohies-Opportunites for Progres, Minesota Impacts, University of Minesota.
- [11] John M. Shutske (2001): Within Minnesota-Related to Tractor and Mashinery, Desise and Injury prevention, NIOSH/CDC Agreement Program #U07/CCU.
- [12] John M. Shutske (2000): Safety and Health for Crop Protection Prefessionals, Department of Biosystems and Agricultural Engineering, University of Minesota.
- [13] RMUP SRBIJE, Uprava za analitiku: Broj saobraćajnih nezgoda u kojima su učestvovali traktori i broj nastrandalih lica u periodu 1990-2007., za Republiku Srbiju, Beograd, 2007.
- [14] Ryan L.D., John Hamilton (1995): Farm Accident Investigation
- [15] Oljača V.M., Ružić L., Tanevski D., Dimitrovski Z. (2004): Računarski sistemi u kontroli radnih procesa poljoprivredne tehnike. Godišnji zbornik radova. Fakultet poljoprivrednih nauka i hrane, Skopje.
- [16] Oljača V.M., Raičević D., Ružić L., Đokić M., Radojević R. (2000): Safety in work of a fork - lift trucks, XVI International conference: Materijal flow, machines and devices in Industry, pp. 337-340, Faculty of mahanical Engineering, Belgrade.
- [17] Oljača V.M., Đokić M., Ružić L., Luka R., Bandić J. (2001): The accidents and their causes in work wit the agricultutal machines, Annual Intrenational Meeting – The american Society of Agricultural Engineers, Section No 74, ASAE paper No 018036, USA, Sacramento, CA.
- [18] Oljača V. M., Ružić L., Tanevski D., Dimitrovski Z. (2003): Ergonomski faktori u eksploataciji poljoprivrednih mašina. Godišnji zbornik radova, Poljoprivredni fakultet, volume 48, Skoplje.
- [19] Oljača V. Mićo, Rade Radojević, Kosta Gligorević, Miloš Pajić (2008): *Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju Srbije*, Zbornik radova Savetovanja Vojv. Savez zaštite na radu, Knjiga II, Bečeј.
- [20] Radonjić R. (2004): Stabilnost traktora, Traktori i pogonske mašine, str. 43-47, Vol. 9, No 4, Novi Sad.
- [21] Strack, Judith, Young, Nancy B., Purschwitz, Ph.D., Mark, editors. A Guide to Agricultural Tractor Rollover Protective Structures (1997): National Farm Medicine Center, Marshfield, WI.
- [22] William J. Becker (1994): An Analysis of agricultural Accidents in Florida - 1992. University of Florida, Institute of food and Agricultural Sciences.
- [23] www.nsc.org/necas/agtractr.htm
- [24] www.cdc.gov/niosh/nasd/docs7/on99004.html
- [25] www.four-h.purdue.edu
- [26] www.turva.me.tut.fi-iloagri-natu-rollo.htm
- [27] www.tractorshed.com
- [28] www.cdc.gov/niosh/nasd/docs/d000-d0002000/html
- [29] www.deere.com
- [30] www.agriculture.prevention.issa.int/activities.htm
- [31] www.nsc.org/farm/factsheets.htm
- [32] www.age.uiuc.edu/agsafety/smfmpr.html
- [33] www.edis.ifas.ufl.edu/body_aa100
- [34] www.age.uiuc.edu/agsafety/rops.html
- [35] www.edis.ifas.ufl.edu/body_aa100
- [36] www.leveldevelopments.com/digital-inclinometers.htm
- [37] <http://europa.eu.int/comm/eurostat/>
- [38] http://europa.eu.int/comm/employment_social/h&s/index_en.htm
- [39] www.hse.gov.uk
- [40] <http://www.riekerinc.com/DigitalInclinometers.htm>

TECHNICAL SOLUTIONS OF EQUIPMENT AND DEVICES FOR INCREASED SAFETY OF MOBILE MACHINERY AND TRACTORS IN AGRICULTURE

**Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Kosta Gligorević,
Miloš Pajić, Steva Božić, Rade Radojević, Zoran Dimitrovski***

Faculty of agriculture - Belgrade, Zemun; omico@agrif.bg.ac.rs

**Faculty of Agriculture - Štip, R. Macedonia; zoran.dimitrovski@ugd.edu.mk*

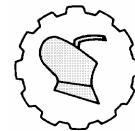
Abstract: Frequent accidents involving agriculture machines and tractors pose a great problem in Serbia, in public transportation and other sections (especially in agriculture conditions). These accidents may occur as a consequence of:

- Operator's disregard of traffic regulations and signs,
- The usage of alcohol during operations with machines
- Mental and physical condition of the operator,
- Insufficient training and experience of the operator,
- Operator's carelessness,
- Technical glitches of the machines

This paper notes and reviews basic causes of occurrence of accidents involving agriculture machines, as well as the necessary measurements that should be taken to minimise their reappearance.

Technical solutions, not particularly applied in Serbia, that could help avoid dangerous situations or reduce the number of accidents and injuries caused by these are also presented.

Key words: *Tractors, Self-Propelled Machines, Accidents, Prevention Methods,
Technical Solutions*



UDK: 656.137

THE MAIN REASONS FOR ACCIDENTS WITH THE AGRICULTURE AND FORESTRY TRACTORS

Robert Jerončič

*Ministry of Transport, Transport Directorate, Langusova 4
1535 Ljubljana, Slovenia; robert.jeroncic@gov.si*

Abstract: In the field of the agriculture and forestry tractors represent big potential danger for traffic and working accidents. Because of their construction they have very high centre of gravity and are therefore very unstable vehicle. In the United States of America every year almost 800 people died in accidents with tractors. In the Republic of Slovenia from 1990. to 2006., died 136 peoples in traffic accidents with tractors. Fortunately the number of victims is less every year. The main reason for accidents with the agriculture and forestry tractors is overturning. This is the case in the Republic of Slovenia as well as in other countries. In this paper, the number of deaths in accidents with the agriculture and forestry tractors, was acquired with the help of foreign type-approval and registration systems.

Key words: tractors, accidents, overturning.

INTRODUCTION

In the Republic of Slovenia as in every other developed country due to the high standard of living the number of motor vehicles is growing all the time. This is the cause of several difficulties. Our surrounding is polluted with toxic gases and noise, the traffic is increasingly dense and last but not at least there are also a lot of traffic accidents. Causes of accidents are various but the majorities are due to unsuitable speed and alcohol. It is not possible to prohibit selling alcohol and it is also impossible to limit all the vehicles to an appropriate (i.e. safety) speed. Therefore we have to make changes in other fields. In addition to building better roads we can also improve the safety of motor vehicles. For these reason experts all around the world carry out investigations, perform tests on vehicles and their parts and then write the technical prescriptions and legislation for motor vehicles to make them better and safer. The legislation that regulates vehicles before their registration or before their giving into service is the legislation in the area of conformity assessment of motor vehicles.

Beside this there are also the rules that regulate the equipment of the vehicles and the rules for vehicles in use (rules on technical inspections of the vehicles).

However, these rules are not valid only for road motor vehicles and their trailers but also for agriculture and forestry tractors. These kinds of vehicles are in traffic on roads and also at work on fields and in forests. Accidents with these vehicles are very often and because of various reasons.

These kinds of vehicles are nowadays present on almost every farm in the Slovenia or in the world. According to the statistical data is the Slovenia with 116 tractors on 100 farms between the states with highly developed agriculture (Portugal – 51, Italy – 59, Austria – 132, France – 158, Great Britain – 205). According to the number of tractors on ha of area that is in Slovenia 0,25 tractor / ha, we are even ahead of EU Member States (France – 0,08, Austria – 0,10) [3].

In accidents with agriculture and forestry tractors similar to other motor vehicles every year a lot of drivers or their attendees are killed. These kinds of vehicles are in use on public roads as well as on macadamized roads and at work on fields. Therefore the accident could happen anywhere. On public roads is a lot of various traffic and tractors which are proportionally slow vehicles are therefore often in dangerous. Even worse is with their use outside public roads where the driving surface is not smooth and flat.

We divide accidents with agriculture and forestry tractors on traffic accidents and working accidents. Traffic accidents occurs when the tractor is on public roads while working accidents are those that occurs at work on farm, field, meadow, forest, ...

1. GENERALLY ABOUT REASONS FOR ACCIDENTS

There are a lot of reasons for the accidents. We could divide them on those that are related to:

- a.) the driver (inexperience, alcohol, incorrect reaction of the driver ...),
- b.) the tractor (technical condition of the vehicle, maintenance ...),
- c.) the driving conditions (slippery driving surface, bad weather conditions ...).

The most frequent reason for accidents in agriculture and forestry is unprofessional use (driving of the tractor with inappropriate technique and speed on inclined driving surface, overturning ...) or unprofessional maintenance (various repairing or interventions, replacement of the pneumatic tyres, filling the fuel ...). The correct maintenance of the tractor stability is in the literature mentioned as a factor of eliminating various accidents and risks that could happened in the case of instability of the tractor and overturning around longitudinal or transversal axis.

Accidents that happened because of overturning of tractors represent about 40% of all accidents with tractors. On uneven surfaces is tractor very unstable vehicle that because of its construction overturn fast. That is because the tractor has relatively high centre of gravity, short distance between axles and short wheelbase. The stability of the tractor (static and dynamic) is changing due to acting of various reasons: slope and characteristic of the driving surface, inappropriate speed according to the conditions, skidding of the driving wheels, the size of the force on pulling rode and fast changes of movement of the tractor like standstill – driving, driving – inappropriate stopping.

Although the producers build more and more safe tractors, they cannot build a tractor that could recognise the dangerous situation.

With safety arcs or cabins and safety belts the number of victims is reducing but with the development of new tractors also their capabilities are higher and higher. Overturning could happen because of too fast driving according to the driving conditions, sudden obstacles on the road (rocks, holes, ...), driving over canals, pushes by towing and also inappropriate use of front loading devices.

The extensive research about the reasons for accidents was done by "Svet za preventivo in vzgojo v prometu" and by dr. Franc Hribenik in his book "Preprečevanje prometnih in delovnih nesreč v kmetijstvu" [4]. It was found that the main reasons for traffic accidents with agriculture and forestry tractors were:

- Unsuitable speed (19%); According to the research unsuitable speed is the most important reason for appearance of accidents. Driving conditions (day, night, dry, wet, ice ...) are changing all the time so the driver has to take this into consideration to avoid accidents.

- Consideration (or non-consideration) of having precedence when driving through crossroads (14.9%). This reason for accidents is very connected with the psychophysical condition of the driver and the amount of driving experience.

- Driving on wrong the side of the road or in the opposite direction (13,5%). According to this reason it appears that drivers of tractors are very often wilfully exposed to potential risks.

- Psychophysical condition of the driver (15%). Among these reasons for more than one tenth of all accidents is driving under the influence of alcohol. Other reasons are tiredness, falling asleep and carelessness.

- Technical conditions of the vehicles (4,9%). This reason is the responsibility of the driver himself as a user.

Other research shows us that more than 70% of all accidents with forestry and agriculture tractors happened on local roads and more than 21% on regional roads. This fact shows us the specific use of this kind of vehicles (mostly in the countryside).

Most of victims in such accidents are between 35 and 54 years old.

Further research about reasons for working accidents with agriculture and forestry tractors was done also by Dr. Franc Hribenik in his book [4]. It was found that main reasons for these accidents are:

- bad estimating of the field, when the tractor slipped, overturned and crushed the driver. That reason was especially fatal for tractors without a safety arch or a cabin.

- unsuitable speed,
- wrong selection of the gear,
- too much load on the trailer,
- driving on the edge of the road or field,
- incaution of the driver,

- bad technical conditions of the vehicles. The main faults were on light signalling devices, steering, tyres and on braking systems.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs and Farm Safety Association found in their study that in Ontario 244 people died as a result of tractor-related accidents between 1980. and 1994 [9]. For more than half of them the cause was overturning the tractor to the side or the rear. Among other causes they quote also touches with rotating power takeoff (PTO) shafts, running of the tractor into objects, slipping and falling by driving up or down ...

It is estimated that in the United States of America every year in such accidents died almost 800 people and per every death person is al least 40 others injured [7].

2. OBTAINING THE DATA

Most of the data about the responsible bodies for agriculture and forestry tractors and the number of deaths was gathered with the inquiry. Questions were sent to type-approval and registration authorities or statistical institutions to the other EU Member States. A lot of data for the most of EU Member States was gathered with this approach. Some statistical data was acquired also from the EU data base CARE (Community database on accidents on the roads in Europe) that is on web [2] and [6].

Table 1. The number of deaths in traffic accidents with agriculture and forestry tractors in countries

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
SLOVENIA	18	8	11	12	13	8	6	9	7	6
FINLAND	-	2	7	3	1	5	5	4	1	3
AUSTRIA	-	24	13	18	20	20	15	7	13	12
NETHERLANDS	-	7	1	5	3	1	2	2	2	4
SWEDEN	-	5	4	2	1	5	0	3	3	6
GERMANY	-	-	115	112	94	107	134	112	101	106
LUXEMBURG	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0
GREAT BRITAIN	-	-	-	-	-	-	-	-	55	44
PORTUGAL	-	-	-	-	-	-	34	36	40	35
ESTONIA	32	23	12	14	17	9	4	4	9	1
LATVIA	-	-	-	-	-	14	7	12	15	10
POLAND	175	123	115	111	93	98	68	84	82	72
SWITZERLAND	-	-	-	-	-	-	27	26	26	24
SERBIA	107	94	80	69	74	66	72	106	81	55
BELGIUM	0	4	2	1	2	4	3	2	3	4
DANMARK	-	3	3	3	4	2	0	0	3	2
FRANCE	-	43	37	28	32	32	36	35	22	20
GREECE	-	114	93	79	99	81	44	80	61	71
ITALY	-	51	40	42	47	30	38	31	23	38
SPAIN	-	43	40	23	26	30	36	33	30	32
CROATIA	-	-	-	-	-	-	20	14	8	3
MACEDONIA	-	-	-	15	11	13	5	14	4	15

Table 1. continuation

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
SLOVENIA	5	10	4	4	9	4	2	-
FINLAND	4	2	2	3	1	0	2	0
AUSTRIA	19	15	12	10	7	8	8	9
NETHERLANDS	3	1	2	5	5	5	1	2
SWEDEN	4	0	3	2	5	1	3	1
GERMANY	95	96	104	110	87	-	-	-
LUXEMBURG	2	0	0	0	0	0	-	-
GREAT BRITAIN	53	4	38	51	7	0	-	-
PORTUGAL	42	38	38	27	35	33	41	32
ESTONIA	2	7	4	2	-	2	0	0
LATVIA	7	10	9	11	10	-	-	-
POLAND	72	62	47	61	57	67	-	-
SWITZERLAND	28	23	20	25	18	13	-	-
SERBIA	58	77	74	65	71	58	54	-
BELGIUM	5	0	1	2	3	1	2	-
DANMARK	3	1	0	0	0	3	2	1
FRANCE	26	12	20	25	13	12	12	11
GREECE	54	72	43	46	37	26	29	-
ITALY	28	24	23	24	23	23	-	-
SPAIN	35	28	16	23	40	26	32	-
CROATIA	10	13	14	8	10	13	-	-
MACEDONIA	7	7	10	2	-	-	-	-

3. THE OVERVIEW OF CAUSES

3.1. Causes in Slovenia

In Slovenia 136 people died as a result of tractor traffic and working accidents between 1990. and 2006. (Table 1.), mainly tractor drivers and their passengers on tractor or its trailer or attachments. Most accidents (over 75%) happened because of the overturning of the tractor that then buries the driver or the passenger. For many years were the consequences of traffic accidents much badly than those at work. But in the recent years is number of deaths at work significant greater than those on traffic.

Serious concern is the fact that the circumstances which causes the most badly accidents with tractors is equal every year. After the implementation of the Road traffic safety act (from 1982) that prescribed that all tractors, placed on the market from 1st January 1984. have to be equipped with the safety arc or the cabin, and all tractors in use have to be equipped with the safety arc or the cabin until 1st January 1986., the number of deaths in traffic accidents with the tractor was reduced. However for the other tractors those are not registered these safety arcs or cabins are not obligatory and therefore the number of deaths in working accidents was not reduced. Most of the tractors that were involved in worst accidents were without the safety arc or cabin and in many cases not properly technically equipped.

Based on reports and notes about working accidents we were trying to find some the most frequent circumstances or causes causing the accident. In many times this was a difficult task, because there were a lot of various factors that contribute the overturning of the tractor that is the most common reason for deaths of tractor drivers. Most of the tractor drivers lost his life specially because of direct overturning of the tractor that is consequence of three circumstances.

The most reasons for overturning are incautious at driving over the edge, bad estimation of the slope and incorrect gear at driving downhill, overloading of the trailer or unsuitable brakes on the trailer that push the tractor and overturn it. The problem of choosing the incorrect gear at driving downhill occurred in the past (nowadays only at technologically obsolete tractors) where transmissions gears were not synchronised and where it was impossible to change to a lower gear. Also the examples that the trailer pushed the tractor were typical in the past when tractors were lighter. Nowadays tractors are heavier but also more powerful and therefore drivers load them more and this also lead to the accident, Altogether is not regarding the basic circumstances for accidents in 75% of accidents the overturning the reason for bad injury or deaths.

The data about the number of deaths in accidents with agriculture and forestry tractors divided by reasons for accidents were obtained on the Ministry of the interior. In these data there are some difficulties. First, by years the structure of the database for accidents were changing and with this development also the distribution by causes was changing by the number and by the content. By years the number of causes was increasing. The second problem that occurs here is the cause named "other". In this rubric was installed a big number of accidents (in the period 2002–2005 almost 47%) [8], that a little bit spoil the picture of distribution of accidents by causes. The most likely is this the inconsequentiality of the police at the evaluation of the causes for accidents and for not enough of the attention for the accidents respectively. This confirms also the comparison of the reports of the accidents that are written by the Slovene police officers and those written by the Dutch officers. In the Netherlands is every such report like an expertise with very accurate description of the situation and the research of the causes for the accident while is in the Slovenia very short document.

Table 2. Reasons and circumstances that causes the accidents between the tractor drivers and others in traffic in Slovenia (period 1986 – 2002). [8]

year	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	SUM
REASON	deaths																	
INCAUTIOUS DRIVING	4	3	1	2	0	0	2	2	4	4	0	1	5	5	5	4	1	43
BAD ESTIMATION OF THE SURFACE, SLIP- OVERTURNING	3	5	5	6	5	4	2	9	6	3	2	3	7	4	4	2	4	74
DRIVING OVER THE EDGE - OVERTURNING	2	1	5	2	4	3	9	5	7	1	1	6	5	8	4	3	0	66
INCORRECT GEAR, SPEED	4	4	3	8	2	3	3	3	1	3	1	1	1	3	3	4	0	47
JUMP ON MOVING TRACTOR	0	0	1	2	1	0	2	1	1	1	2	4	1	0	3	0	1	20
FALL FROM THE TRACTOR OR TRAILER	0	1	0	2	1	1	0	0	1	2	3	1	1	1	1	2	1	18
UNPROTECTED CONNECTORS AND SHAFT	0	0	1	0	2	3	1	0	1	0	2	3	0	0	2	1	3	19
OTHER	2	2	0	1	1	3	0	1	6	0	1	2	3	1	3	1	5	32

Table 3. Reasons and circumstances that causes the accidents between the tractor drivers and others in traffic in Slovenia (period 2003 - 2005) [8]

	SUM	SUM		2003		2004		2005	
SUM	51	18		22		11		1	
ALCOHOL, DRUGS	1		0		0		1		
INCORRECT SIDE / DIRECTION OF DRIVING	4		1		2		1		
ABNORMALITY ON THE TRACTOR	1		0		1		0		
INCORRECTNES OF THE PEDESTRIAN	1		1		0		0		
INAPPROPRIATE SPEED	5		1		4		0		
UNCONSIDERATION OF RULES	6		2		1		3		
UNUSING OF PROTECTIV EQUIPMENT	4		0		3		1		
MOVEMENT OF THE TRACTOR	1		0		1		0		
OTHER	24		11		9		4		
REST	3		1		1		1		
UNKNOWN	1		1		0		0		

Table 4. Reasons and circumstances that causes the accidents between the tractor drivers and others in traffic in Slovenia (period 2005 – 2006), [8]

TRAFFIC ACCIDENTS	REASON FOR TRAFFIC ACCIDENT	SUM			2005			2006		
		SUM	DEATH RESULT	PERSONAL INJURY	SUM	DEATH RESULT	PERSONAL INJURY	SUM	DEATH RESULT	PERSONAL INJURY
WITH AT LEAST 1 CAUSER THAT IS THE TRACTOR DRIVER	SUM	132	10	122	67	6	61	65	4	61
	INCORRECT SIDE / DIRECTION OF THE DRIVING	8	-	8	5	-	5	3	-	3
	INAPPROPRIATE OVERTAKING	3	-	3	1	-	1	2	-	2
	IRREGULARITY ON THE ROAD	1	-	1	1	-	1	-	-	-
	IRREGULARITY ON THE LOAD	4	-	4	3	-	3	1	-	1
	INAPPROPRIATE SPEED	5	-	5	3	-	3	2	-	2
	UNCONSIDERATION OF THE RULES OF THE PRIORITY	24	2	22	9	1	8	15	1	14
	INAPPROPRIATE SAFETY DISTANCE	2	-	2	2	-	2	-	-	-
	MOVEMENT OF THE VEHICLE	17	-	17	9	-	9	8	-	8
	PSYOPHISICAL CONDITION OF THE CAUSER	31	8	23	21	5	16	10	3	7
WITH AT LEAST 1 PARTICIPANT THAT IS TRACTOR DRIVER	INEXPERIENCE OF THE CAUSER	22	-	22	6	-	6	16	-	16
	OTHER	15	-	15	7	-	7	8	-	8
	SUM	200	10	190	107	6	101	93	4	89
	INCORRECT SIDE / DIRECTION OF THE DRIVING	15	-	15	9	-	9	6	-	6
	INAPPROPRIATE OVERTAKING	12	-	12	7	-	7	5	-	5
	IRREGULARITY ON THE LOAD	4	-	4	3	-	3	1	-	1
	INAPPROPRIATE SPEED	19	-	19	11	-	11	8	-	8
	UNCONSIDERATION OF THE RULES OF THE PRIORITY	25	1	24	10	1	9	15	-	15
	INAPPROPRIATE SAFETY DISTANCE	6	-	6	4	-	4	2	-	2
	MOVEMENT OF THE VEHICLE	18	-	18	10	-	10	8	-	8
WITH AT LEAST 1 PARTICIPANT THAT IS TRACTOR DRIVER	PSYOPHISICAL CONDITION OF THE CAUSER	45	9	36	31	5	26	14	4	10
	INEXPERIENCE OF THE CAUSER	37	-	37	12	-	12	25	-	25
	OTHER	19	-	19	10	-	10	9	-	9

The most accident happen when the driver bad estimate the driving surface he drives or work on and therefore too big leaning happen the slip and finally overturning of the tractor, Slips occurs especially on wet and soaked driving surface or on dry grass by haymaking.

Second often circumstance is overturning of the tractor caused by incautious driving on edges of meadows, fields and forests where not hardened driving surface do not hold out the weight of the tractor or the drivers drive over steep edge. Especially in last few years there were a lot of accidents with deaths caused by overturning of the tractor over the edge of the road or at driving backwards. At these overturnings there is no other circumstances, high speed or heavy trailers the appropriate safety cabin would reliably protect the driver of the tractor

Third often circumstance is overturning of the tractor caused by too fast driving or inappropriate choose of the gear or overloading of the trailer that caused that driver could not stop the tractor. Drivers do not take into consideration that in many tractors while driving from the hill is not possible to change to lower gear because they could not stop the tractor. Reasons for overturning are also on inappropriate attaching of the trailer or working machine to the tractor when driving up to the hill the trailer because of the too high connecting point lift the front part of the tractor and overturn it back.

3.2. Causes in some other European countries

In Germany there is only for 20% of all deaths with agriculture and forestry tractors reason on turning, starting or breaking the tractor [12]. These are of course that circumstances in tractor driving that the possibility of overturning is the highest. We could see hear the influence of the technical legislation that was in use already in year 1910. and that reached that only technical proper and safe tractors were in use.

In United Kingdom the overturning and hitting with the vehicle represents 20% of all accidents with deaths [5]. This is the biggest percentage of the accidents with deaths.

In Portugal is 34,5% of traffic accidents with agriculture and forestry tractors caused by too high speed or by changing the direction of the driving [11]. These are again those circumstances in tractor driving that the possibility of overturning is the highest.

In Switzerland 989 people died as a result of tractor traffic accidents between 1976. and 2005., and 519 of them because of overturning [1]. These accidents represent 52,4% of all deaths that is understandable according to the geographic structure of the country despite of long use of the legislation on this field.

In Serbia is the tractor first and the biggest reason for accidents on farms and causes are at:

- non professional use (driving the tractor with not correct technique and speed on slope surface, overturning ...),
- non professional maintenance (various repairing or interventions, changing of wheels, filling with the gasoline ...).

The overturning of the tractor is the reason for 40% [10] of all accidents with tractors.

CONCLUSIONS

Based on written we could establish that the overturning of the tractor is the most often reason for accident with agriculture or forestry tractor in road traffic. In many of the studies is this reason on the first place. Similar result gives us also the research studies in various countries that we obtained the data. Therefore we could conclude that if we would like to do the traffic and work with these vehicles safer and prevent unnecessary deaths we have to work especially on two areas.

On area of agriculture or forestry tractors is necessary to act in a direction that these vehicles become safer. Regarding conformity assessment of tractors and prescriptions for offering to the market a lot is already done because the type approval prescriptions for safety constructions (the roll-over protection structures) and for safety belts for drivers are already in place. Furthermore there is necessary to assure that the roll-over protection structures for protecting drivers will be mounted also on the old tractors that are still in use. This could be assured with the prescriptions on the obligatory equipment for these vehicles and control on periodical technical inspections of the tractors. Type-approval legislation also regulates other parts of the tractor that contribute to the higher safety. The example of choosing the incorrect gear at driving downhill has been solved with the prescription that all transmission gears have to be synchronised. With the comparison between countries is obviously that in those countries where the legislation is in use for a long period also the number of deaths in accidents with such vehicles is lower. Moreover it is also possible to ensure with some constructional solutions that tractors will be also in exceptional situations still enough stable. These are various solutions from simple with additional weights to constructions for moving weights and modifications of the wheel suspensions.

Another area is of course the area of drivers. They have to be well educated that will know what is the proper use of these vehicles, where are their limits of use and how to recognise the moments where is only one step to the tragedy. And this step is very short because the studies show us that the tractor could overturn when it is lifted for an angle of 75°. This angle is known as a point of no return. This angle could be reached already in 0,75 seconds [9]. And this is in any case the time in which the driver could not react.

REFERENCES

- [1] Burgherr N. 2006. "Tractor accidents, Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft, BUL, Schöftland, Švica". Natanael.burgherr@bul.ch (personal source, 15.05.2006)
- [2] CARE (Community database on accidents on the roads in Europe). 2006. <http://europa.eu.int/comm/transport/care> (March 2007)
- [3] FAO Statistical Yearbook 2003. 2004. vol. 53: 10 p.
- [4] Hribenik F. 1995. Preprečevanje prometnih in delovnih nesreč v kmetijstvu (The prevention of traffic and working accidents in agriculture). Ljubljana, Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije (Asociation of organisations for the technical education of Slovenia): 64 p.
- [5] HSC - Health & Safety Commission, 2004, Comprehensive Statistics in support of the Revitalising Health and Safety programmes, Agriculture, National statistics <http://www.hse.gov.uk> (November 2005)

- [6] Jerončič R. 2008. Raziskava dobre prakse v kmetijstvu in nesreče s traktorji (The research of the best praxis in agriculture and accidents with tractors): doctoral dissertation. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: XII, 139, [41] p.
- [7] Maines M.W., Sims C.H. 1998. Tractor Safety, Institute for Safety and Health trainings, West Virginia University, SA-12.1:R183, <http://www.wvu.edu/~exten/infores/pubs/safety.htm> (October 2005)
- [8] MNZ - Ministrstvo za notranje zadeve (Ministry of the Interior). Baza podatkov o nesrečah s traktorji, vzroki za nesreče. (Database on accidents with tractors, reasons for accidents) 2007. Ljubljana, Ministrstvo za notranje zadeve (database from June 2007)
- [9] NASD - National Agriculture Safety Database. 2002. Farm Safety Association. A guide to safe farm tractor operation. Review 04/2002. Guelph. Ontario. Canada. <http://www.cdc.gov/nasd/docs/d001501-d001600/d001534/d001534.html> (January 2006)
- [10] Oljača V.M., Raičević N.L., Radoja L. 2004. Nesreće sa vozačima traktora u javnom saobraćaju Srbije (Accidents with tractor drivers in public transport of Serbia). V: JUMTO 2004, 03.12.2004. Novi Sad. Srbija
- [11] Pinheiro J. 2004. "Tractor accidents, Direccavo-geral de viacao, Lizbona, Portugalska". Fax. 00351 213122142 (personal source, 23.11.2004))
- [12] Schelo S. 2005. "Tractor accidents, Statistisches Bundesamt, Zweigstelle Bonn, Gesundheitsstatistiken, Bonn, Nemčija". Silvia.schelo@destatis.de (personal source, 12.09.2005)

NAJAVAŽNIJI RAZLOZI NESREĆA SA TRAKTORIMA U POLJOPRIVREDI I ŠUMARSTVU

Robert Jerončič

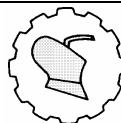
*Ministry of Transport, Transport Directorate, Langusova 4
1535 Ljubljana, Slovenia; robert.jeroncic@gov.si*

Sadržaj: U oblasti poljoprivrede i šumarstva traktori predstavljaju velik potencijal opasnosti za saobraćajne i radne nesreće. Zbog njihove konstrukcije, koja ima visoko težište, veoma su nestabilna vozila. U Sjedinjenim Američkim Državama, svake godine skoro 800 ljudi pogine u nesrećama sa traktorima. U Republici Sloveniji je od 1990. godine do 2006. godine poginulo 136 ljudi u saobraćajnim nesrećama sa traktorima. Na sreću broj žrtava se svake godine smanjuje. Glavni uzrok za nesreće sa poljoprivrednim i šumarskim traktorima je prevrtanje. To je slučaj u Republici Sloveniji i isto tako u drugim zemljama. Broj poginulih u nesrećama sa poljoprivrednim i šumarskim traktorima u ovom radu, bio je sabran uz pomoć homologacijskih i registracijskih sistema.

Ključne reči: *traktori, nesreće, prevrtanje.*

C O N T E N T S

Sindir K.O., Martinov M., Skaljics S., Djevic M., Oztekin S., Ros V., Mihailov N., Kosutic S. THE ROLE OF AGRICULTURAL ENGINEERING IN SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT IN SEE (SOUTH EASTERN EUROPE) COUNTRIES	1
Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Dušan Radivojević, Nebojša Momirović, Goran Topisirović, Kosta Gligorević, Branko Radicević, Vladimir M. Oljača WIRELESS SENSORS IN AGRICULTURE, CARRENT DEVELOPMENT AND FUTURE PERSPECTIVE	7
Dragoljub Obradović, Predrag Petrović, Zoran Dumanović, Goran Micković APPLICATION OF SCIENTIFIC RESULTS IN TRACTOR EXPLOITATION USING ELECTRONIC EQUIPMENT	21
Rajko Radonjić POSSIBILITIES TO OFF - ROAD VEHICLES TESTING	31
Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Kosta Gligorević, Ivan Zlatanović ALTERNATIVE PROPULSION OF OFF ROAD VEHICLES	39
Božidar V. Krstić, Ivan Krstić, Vojislav Krstić DETERMINATION OF DYNAMISM MOTOR VEHICLES VITH OF HYDRODYNAMIC POWER TRANSMITTERS	51
Božidar V. Krstić, Vojislav Krstić, Ivan Krstić POSSIBILITIES FOR ASSEMBLING OF HYDRODYNAMIC POWER TRANSMITTER WITH ENGINES AND ANALYZES OF FUNCTIONING STABILITY	57
Aleksandar Ašonja THE ECONOMIC VALIDITY OF BEARING STRUCTURE REPARATION	67
Steva Božić, Dušan Radivojević, Rade Radojević, Sanjin Ivanović, Goran Topisirović, Mićo Oljača, Kosta Gligorević, Branka Kalanović ORGANIZED USING OF AGRICULTURAL MACHINERY	75
Mićo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Kosta Gligorević, Miloš Pajić, Steva Božić, Rade Radojević, Zoran Dimitrovski TECHNICAL SOLUTIONS OF EQUIPMENT AND DEVICES FOR INCREASED SAFETY OF MOBILE MACHINERY AND TRACTORS IN AGRICULTURE	89
Robert Jerončić THE MAIN REASONS FOR ACCIDENTS WITH THE AGRICULTURE AND FORESTRY TRACTORS	101



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 уписаној и електронској форми на адресу Уредништва

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

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

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

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

Тип рада

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

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

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

Поступак ревизије

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

Припрема рада

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

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

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

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

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

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

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

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА излази два пута годишње у издању Института за пољопривредну технику Поточаревдана факултета у Београду. Претплата за 2009. годину износи 500 динара за институције, 150 динара за појединце и 50 динара за студенте.

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

МОГУЋНОСТИ И ОБАВЕЗЕ СУИЗДАВАЧА ЧАСОПИСА

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

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

Права суиздавача

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

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

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

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

Како се постаје суиздавач часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

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

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

Суиздавачки део за часопис у 2009. год. износи 10.000 динара. Напомињемо, на крају, да суиздавачки статус једној фирми пружа могућност да са Факултетом, односно уредништвом часописа, разговара и договара и друге послове, посебно у домуену издаваштва.

Научно-стручно информативни медијум у правим рукама

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

Наш часопис стиже у руке оних који познају области часописа и њима се баве, те је свака понуда коју он садржи упућена на праве особе. Већ та 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.

