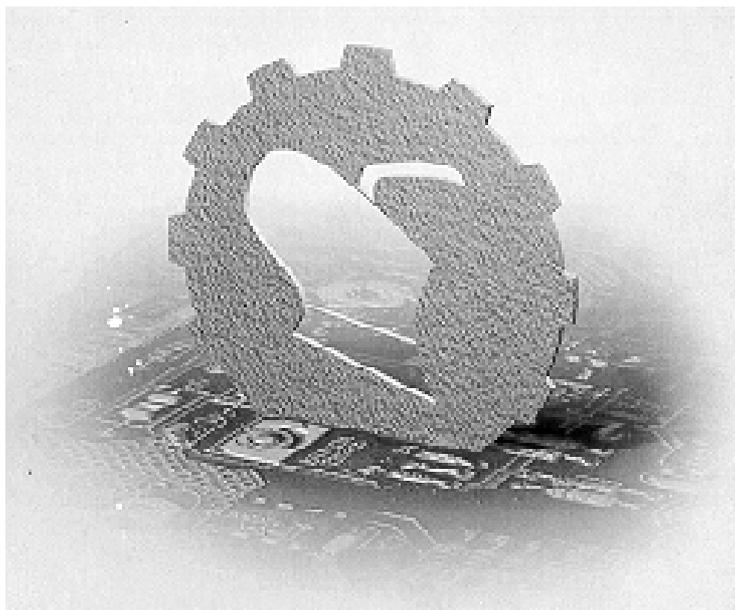


YU ISSN 0554 5587
UDK 631 (059)

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXX, Број 2, децембар 2005.

Издавач (Publisher)

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

За издавача:

Небојша Ралевић

Суиздавач (Copublisher)

"ГНД-Продукт", Земун

Главни и одговорни уредник (Editor-in-Chief)

Милан Ђевић, Пољопривредни факултет, Београд

Техничка припрема (Technical arragment)

Страхиња Ајтић, Пољопривредни факултет, Београд

Инострани уредници (International Editors)

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

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

Ros Victor, Technical University of
Cluj-Napoca, Romania

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

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

Silvio Košutić, Faculty of Agriculture
University of Zagreb, Croatia

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

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

Уредници (Editors)

Марија Тодоровић, Пољопривредни
факултет, Београд

Анђелко Бајкин, Пољопривредни факултет,
Нови Сад

Мићо Ољача, Пољопривредни факултет,
Београд

Милан Мартинов, Факултет техничких
наука, Нови Сад

Душан Радивојевић, Пољопривредни
факултет, Београд

Лазар Ружичић, Пољопривредни факултет,
Београд

Мирко Урошевић, Пољопривредни
факултет, Београд

Стева Божић, Пољопривредни факултет,
Београд

Драгиша Раичевић, Пољопривредни
факултет, Београд

Франц Коси, Пољопривредни факултет,
Београд

Ђуро Ерцеговић, Пољопривредни
факултет, Београд

Ђукан Вукић, Пољопривредни факултет,
Београд

Драган Петровић, Пољопривредни
факултет, Београд

Милан Вељић, Машински факултет,
Београд

Драган Марковић, Машински факултет,
Београд

Саша Бараћ, Пољопривредни факултет,
Приштина

Предраг Петровић, Институт "Кирило
Савић", Београд

Драган Милутиновић, ИМТ, Београд

Савет часописа (Editorial Advisory Board)

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

Штампа: "ГНД-Продукт" – Земун

ПОЪОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

AGRICULTURAL ENGINEERING

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

AGRICULTURAL ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ

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

"Актуелни проблеми механизације пољопривреде 2005."

Програмски одбор - Program board

Проф. др Драгиша Раичевић
Проф. др Ђуро Ерцеговић
Проф. др Душан Радивојевић
Проф. др Ђукан Вукић
Проф. др Милан Ђевић
Проф. др Марија Тодоровић
Проф. др Мирко Урошевић
Проф. др Мићо Ољача
Проф. др Драган Марковић
Проф. др Ратко Николић
мр Маријан Доленшек
мр Рајко Миодраговић, секретар

Организатори скупа - Organizers of meeting

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

Покровитељи скупа - Donors and support

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

Место одржавања - Place of meeting

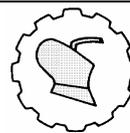
Пољопривредни факултет, Београд, **16.12.2005.**

Штампање ове публикације помогло је:

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

SADRŽAJ

Milan Veljić, Dragan Marković, Dragan Branković	1
RAZVOJ UNIVERZALNIH SAMOHODNIH ŠASIJA	
Marjan Dolenšek, Rajko Bernik, Mičo V. Oljača RAZVOJ TRAKTORA U SLOVENIJI ZADNJIH 15 GODINA (Aspekt: tržište, udesl i propisi)	7
Predrag Petrović, Zlata Bracanović, Svetlana Vukas OSCILATORNE POJAVE KOD POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA	15
Boško Gajić, Jordan Milivojević, Gorica Bošnjaković, Gordana Matović ZBIJENOST ZEMLJIŠTA RAZLIČITIH TEKSTURNIH KLASA U ZASADIMA MALINA ARILJSKOG MALINOGORJA	25
Raičević Vera, Radivojević D., Lalević B., Kljujev I., Topisirović G., Radojević R., Mileusnić Z. IZOLACIJA I KARAKTERIZACIJA SPOROGENIH TERMOFILNIH BAKTERIJA IZ STAJNJAKA, KAO OSNOV ZA PROIZVODNJU KOMPOSTA	31
Radivojević D., Topisirović G., Raičević Vera, Radojević R., Mileusnić Z., Lalević B. PROIZVODNJA KOMPOSTA NA BAZI ČVRSTOG GOVEDEG STAJNJAKA U USLOVIMA PKB- a.....	37
Milan Radić, Dalibor Nikolić, Zoran P. Stajić, Đukan R. Vukić PRAKTIČAN PRIMER POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI MALIH PUMPNIH STANICA REPROJEKTOVANJEM	43
Ružičić N. L., Milutinović S., Oljača V. M., Raičević D., Petrović B., Gligorević K. OPTIMALNI PARAMETRI ZA KOMBAJNIRANJE ŽUTOG ZVEZDANA	53
Milovan Živković, Vaso Komnenić, Mirko Urošević USLOVI MEHANIZOVANE BERBE MALINE I KUPINE	61
Yurtsever Soysal, Serdar Öztekin and Ömer Eren KINETIKA MIKROTALASNOG SUŠENJA <i>Thymra cpicata-e</i>	69
Miodrag Zoranović, Vlado Potkonjak, Anđelko Bajkin UTICAJ KONTROLE NA TOPLOTNO PONAŠANJE PANELNOG SISTEMA ZA GREJANJE PRASADI	79
Steva Božić, Zoran Mileusnić ANALIZA UTICAJA USLOVA EKSPLOATACIJE TRAKTORA NA NJEGOVU POUZDANOST	95
Toma Krmpotić, Andor Kiš UKUPNI TROŠKOVI POLJOPRIVREDNIH MAŠINA	105
Božidar V. Krstić MOGUĆNOST ODREĐIVANJA OPTIMALNE PERIODIČNOSTI PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA SPOJNICE MOTORNOG VOZILA	115
Vaso Labović OECD PRAVILA ZA POLJOPRIVREDNE I ŠUMARSKÉ TRAKTORE PRED PONOVO PRIMENOM U SRBIJI I CRNOJ GORI	125



UDK: 631:354.2:62-58

*Pregledni naučni rad
Review scientific paper*

RAZVOJ UNIVERZALNIH SAMOHODNIH ŠASIJA

Milan Veljić¹, Dragan Marković¹, Dragan Branković²

¹ *Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu - Beograd*

² *ITN Mobile Hydraulics - Fluid Power - Beograd*

Sadržaj: U radu je data analiza mogućnosti razvoja i reinženjeringa samohodnih šasija na bazi postojećih samohodnih kombajna za šećernu repu starije generacije i njihova primena kao univerzalne radne šasije. Prikazana su idejna rešenja reinženjeringa hidrostatičkih sistema za pogon šasije kao i hidrauličnih sistema u cilju primene u novim radnim uslovima.

Ključne reči: razvoj, reinženjering, samohodna šasija, hidrostatika, hidraulika.

UVODNA RAZMATRANJA

U Srbiji se trenutno nalazi veliki broj samohodnih kombajna za šećernu repu starije generacije koje su bile dominantne mašine za vađenje šećerne repe od 1970. do 1999. godine, kada je počela njihova zamena samohodnim kombajnima za šećernu repu poslednje generacije. Upravo ovaj stariji tip kombajna po svojim konstrukcionim rešenjima izuzetno je pogodan za adaptaciju u univerzalnu samohodnu šasiju-samohodni nosač oruđa za obavljanje tehnoloških operacija u poljoprivredi. Kao kod svih samohodnih poljoprivrednih mašina, tako i kod ove, najveću vrednost imaju komponente: motor SUS, hidrostatska transmisija i hidraulični sistemi.

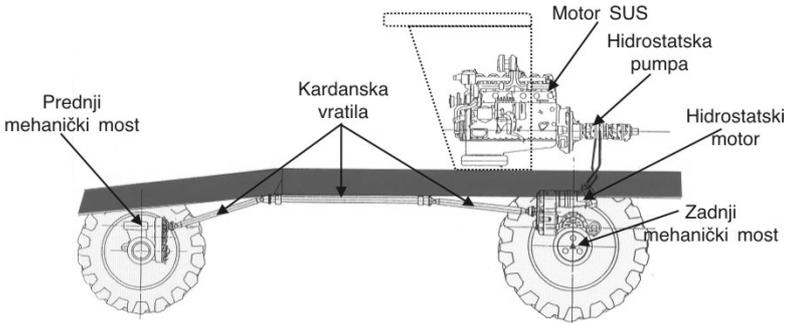
Zato je cilj ovog rada da se analiziraju mogućnosti i predlože rešenja razvoja novih i reinženjeringa postojećih univerzalnih samohodnih šasija.

ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Analiza postojećih konstrukcionih rešenja pokazuje, da sa samohodnog kombajna za šećernu repu treba demontirati sekač lišća-tarup (ukupne mase cca. 1800 kg), vadilicu (ukupne mase cca. 2000 kg), sistem turbina za čišćenje (ukupne mase cca. 1000 kg), kompletnu konstrukciju međubunkera sa elevatorom za pražnjenje bunkera (ukupne mase cca. 2000 kg), čime se početna masa mašine od 17 t smanjuje na cca. 10 t, slika 1.

Motori SUS hlađeni vodom koji su ugrađivani u samohodne vadilice najčešće su snage od 183 kW (245 KS) do 260 kW (350 KS) u zavisnosti od godine proizvodnje i po svojim karakteristikama zadovoljavaju potrebe univerzalne samohodne šasije.

Hidrostatski pogon samohodne šasijske (slika 1), se sastoji od hidrostatske klipno-aksijalne pumpe promenljivog protoka, dvoprotočnog klipno-aksijalnog motora, prednjeg i zadnjeg mehaničkog mosta i tri kardanska vratila za prenos snage sa zadnjeg na prednji most. Ovakvo tehničko rešenje pokazalo se izuzetno pouzdano u eksploataciji, omogućava radne brzine do 10 km/h i transportnu brzinu do 25 km/h.



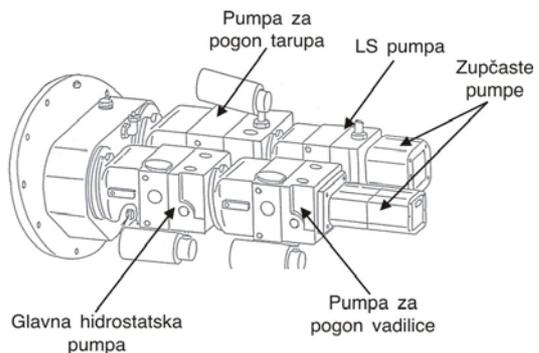
Sl. 1. Hidrostatska transmisija univerzalne šasijske
Fig. 1. Hydrostatic transmission of all purpose self propelled chassis

Promenom prenosnih odnosa u zadnjem mehaničkom mostu moguće je povećati radnu brzinu do 15 km/h, a transportnu do 32 km/h.

Radni pritisak pumpe od 420 bar, protok pumpe od 380 l/min, kao i maksimalni obrtni momenat na izlaznom vratilu hidrostatskog motora od 1228 Nm, omogućavaju samohodnoj šasijske kretanje i u najtežim uslovima terena. Posebno povoljna karakteristika kretnog sistema je povećanje obrtnog momenta preko mehaničkih mostova što omogućava samohodnoj šasijske primenu sa radnim organima za sitnjenje i ravnjanje zemljišta.

HIDRAULIČNI SISTEM

Hidraulični sistem samohodnog kombajna za šećernu repu sastoji se od 4 klipno-aksijalne pumpe (glavna hidrostatska pumpa, pumpa za pogon tarupa, pumpa za pogon vadilice i LS pumpa za kola sa hidrauličnim cilindrima) i tri zupčaste pumpe (pumpe za servo uređaj i pumpe za male hidraulične motore), jednog hidrostatskog motora, dva klipno-aksijalna hidraulična motora, velikog broja elektro-ventila i manjih zupčastih motora, hidrauličnih cilindara velike podizne moći (preko 3 t) i slično. Ovakav sistem svojim mogućnostima i kapacitetima omogućava veliku fleksibilnost samohodne radne platforme, slika 2.



Sl. 2. Hidraulične pumpe
Fig. 2. Hydraulic pumps

Od četiri klipno-aksijalne pumpe glavna hidrostatska pumpa zadržava svoju izvornu namenu, dok će namena LS pumpe u suštini ostati ista (kontrola hidrauličnih cilindara koji podižu i spuštaju radne organe). Preostale dve klipno-aksijalne pumpe mogu se iskoristiti na više načina, na primer:

- Prva pumpa zajedno sa prvim klipno-aksijalnim (izvorno-hidraulični sistem za pogon tarupa) motorom može da pogoni radne organe za usitnjavanje i pripremu zemljišta koji se montiraju na prednjem delu platforme.

- Druga pumpa sa drugim klipno-aksijalnim motorom (izvorno-hidraulični sistem za pogon vasilice) mogu da budu iskorišćeni za konstruisanje pogona koji će imati ulogu PTO vratila traktora na zadnjem kraju šasije. Pri brzini izlaznog vratila motora od 1000 min^{-1} , motor ima realnu snagu od 60 kW (82 KS) na maksimalnom radnom pritisku što omogućava samohodnoj šasiji da bude i uspešan agregat za mnoge priključne mašine vučenog tipa (npr. pneumatska sejalice, prskalice, i sl.). Upotrebom reduktora između izlaznog vratila hidrauličnog motora i PTO vratila sa prenosnim odnosom 1.5-2:1 može se povećati izlazna snaga i obrtni moment PTO vratila za dodatnih 50% čime se omogućava samohodnoj šasiji da agregatira i veće priključne mašine vučenog tipa. Osnovne jednačine proračuna hidrauličnog motora u funkciji pritiska i broja obrtaja:

$$M_e = \frac{V_g \cdot \Delta p \cdot \eta_m}{20 \cdot \pi} \quad [\text{Nm}]$$

$$P_e = \frac{V_g \cdot n \cdot \Delta p \cdot \eta_m}{600000} \quad [\text{kW}]$$

M_e - Izlazni obrtni momenat [Nm]

P_e - Izlazna snaga [kW]

V_g - Specifičan protok motora po obrtaju [cm^3]

Δp - Diferencijalni hidraulični pritisak [bar]

η_m - Koeficijent mehaničke efikasnosti

n - Broj obrtaja [min^{-1}]

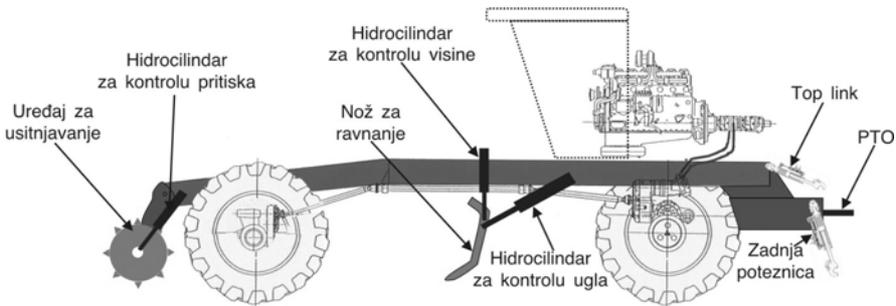
Zupčaste pumpe se mogu iskoristiti kao hidraulični agregati za potrebe priključnih mašina na zadnjoj poteznici šasije ili ukoliko nema potrebe mogu se ukloniti sa mašine, s obzirom da su vezane na zadnji kraj klipno-aksijalnih pumpi.

RADNI ORGANI

Radni organi univerzalne samohodne šasije u osnovnoj izvedbi, prikazani su na sl.3:

- Prednji radni organi za usitnjavanje zemljišta,
- Nož (daska) za ravnjanje,
- Zadnje vešanje u tri tačke sa spoljnom hidraulikom i PTO.

Radni organi za usitnjavanje zemljišta postavljeni na prednjem delu mašine, imaju istu konstrukciju kao i kod priključnih mašina za obradu zemljišta. Uređaj se sastoji od više brzo izmenjivih rotora postavljenih pod malim uglom u odnosu na pravac kretanja, a dodatnu efikasnost omogućava hidraulični motor promenljive brzine koji je priključen na centralno pogonsko vratilo rotora. Pritisak uređaja na tlo kao i njegovo podizanje i spuštanje se kontroliše sa dva hidraulična cilindra koja su izvorno korišćena za podizanje i spuštanje sekača lišća-tarupa.



Sl. 3. Idejno rešenje osnovnih radnih organa univerzalne šasije
 Fig. 3. General idea for attachments on all purpose self propelled chassis

Daska za ravnanje je postavljena između prednjeg i zadnjeg mehaničkog mosta i po svojoj konstrukciji je slična dasci sa građevinskih mašina-gredera. Daska može imati dva ili tri stepena slobode:

- Podizanje i spuštanje,
- Zaokretanje oko vertikalne ose mašine,
- Zaokretanje oko horizontalne ose mašine.

Zadnji polužni podizni sistem u tri tačke je standardan i odgovara podiznim sistemima traktora snage 100-120 kW. Podizna moć, ako se iskoriste postojeći hidrocilindri je oko 6 t. Upotrebom hidrauličnih cilindara većeg prečnika podizna moć se može povećati na 9 t. Postavljanjem zadnjeg vešanja zajedno sa spoljnom hidraulikom i PTO vratilom, samohodna šasija dobija mogućnost rada kao mašina koja vrši predsetvenu pripremu i setvu u istom prohodu. Takođe, zbog velikih kapaciteta zupčastih pumpi (200 l/min) moguće je agregatiranje i drugih priključnih poljoprivrednih mašina što daje veliku univerzalnost ovakvoj koncepciji univerzalne samohodne šasije.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Razvoj univerzalne samohodne šasije na bazi platforme samohodnog kombajna za šećernu repu starije generacije je tehnički izvodljiv i ekonomski isplativ projekat. Svi ključni podsistemi (motor SUS, hidrostatska transmisija, hidraulični sistemi) po svojim karakteristikama zadovoljavaju potrebe novoprojektovane mašine.

Samohodna šasija može po svojim tehničkim karakteristikama da vrši neke lakše operacije traktora srednje veličine, ali to nije osnovna projektovana funkcija ove mašine. Osnovna namena samohodne šasije je priprema i ravnanje terena, dok je mogućnost agregatiranja priključnih poljoprivrednih mašina prikazana kao jedan od pravaca daljeg razvoja novog rešenja univerzalne samohodne šasije u cilju što većeg iskorišćenja u toku jedne godine.

LITERATURA

- [1] Claas Industrietechnik GmbH – Product catalogue – Drive axles, Nemačka, 2004.
- [2] Instruction Manual Krone Forage Harvester BigX, Spelle, Nemačka, 2004.
- [3] Instruction Manual PMC Harvesters Ltd., Fakenham, UK, 2003.
- [4] International Vehicle Technology iVT, Dorking, UK, 2003.
- [5] Kelić N. V., Hidroprenosnici, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [6] Livret d'entretien Moreau Lectra, Francuska, 2004.
- [7] Marković D., Branković D.: Primena najnovije generacije hidrostatskih transmisija u razvoju poljoprivrednih mašina, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 29, No. 1-2, s. 31-38, Novi Sad, 2004.

- [8] Marković D., Branković D., Brajanoski B.: *Linije mašina za ubiranje i preradu konzumnog graška i kukuruza šećerca*, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 29, No.3, s. 114-124, Novi Sad, 2003.
- [9] Matthies J.H., Meier F.: *Yearbook Agricultural Engineering*, KTBL, VDI-MEG, VDMA, Band 13, Münster, Nemačka, 2001.
- [10] Matthies J.H., Meier F.: *Yearbook Agricultural Engineering*, KTBL, VDI-MEG, VDMA, Band 13, Münster, Nemačka, 2002.
- [11] Notice d'instructions Moreau VOLTRA, Noyelles, Francuska, 2003.
- [12] Novaković V., Ercegović Đ., Marković D.: *Развитие новых технологическо-технических схеми комбайна в Югославии*, International Scientific Conference, University of Rouse "Angel Kanchev", Agricultural Machinery and Technologies, Proceedings, Volume 37, Book 1, p. 50-58, Rouse, Bulgaria, 1999.
- [13] Novaković V., Marković D., Krivokapić I., Čebela Ž.: *Automatsko regulisanje režima rada kombajna*, IV Naučno stručni skup: Merenja i automatizacija u poljoprivredi, Zbornik radova, str. 387-393, Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, 1995.
- [14] Novaković V., Frolov K.V., Ercegović Đ., Marković D., Obradović V., Čebela Ž.: *New Technological solutions of Combine Drive and Technological Devices*, International Scientific Conference of Russian Science Academy IMAS-RAN, Proceedings, Moscow, Russia, 1998.
- [15] Novaković V., Marković D., Obradović B., Čebela Ž.: *Optimizacija pogona kretanja i tehnoloških uređaja kombajna*, IV Naučno stručni skup: Merenja i automatizacija u poljoprivredi, Zbornik radova, str. 379-387, Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, 1995.
- [16] Novaković V., Marković D., Ercegović Đ.: *Новие концепции модулнои системи с гидраулическим приводом рабочих модулеи*, International Scientific Conference, University of Rouse "Angel Kanchev", Agricultural Machinery and Technologies, Proceedings, Volume 37, Book 1, p. 16-25, Rouse, Bulgaria, 1999.
- [17] Obradović B.: *Očekivani pravci razvoja hidrostatičkih sistema i komponenata*, Jugoslovenski časopis za upravljanje proizvodnjom, Proizvodnja, Beograd, 1983.
- [18] *Pea Viner Performance Trials 1999/2000 Harvest*, Conducted for Heinz Watties Australia by the Natural Resources Engineering Group, Lincoln University, Canterbury, NZ, Mart, 2000.
- [19] *Products catalogue NAF*, Neunkirchen, Nemačka 2004.
- [20] *Products catalogue Poclair-Hydrostatic Transmissions*, Verberie, Francuska, 2003.
- [21] Savić V.: *Uljna hidraulika I – Hidraulične komponente i sistemi*, Zenica, 1990.
- [22] *Technical Information SAUER-DANFOSS Series 51 Motors*, Nemačka, 2003.
- [23] *Technical Information SAUER-DANFOSS Series 90 Motors*, Nemačka, 2003.
- [24] *Technical Information SAUER-DANFOSS Series 90 Pumps*, Nemačka, 2003.
- [25] *Danfoss Instruction Manual HZ.00.A2.02*
- [26] Veljić M., Marković D., Stokić M.: *Proizvodni programi i perspektive industrije poljoprivrednih mašina i opreme*, Naučni časopis: Poljoprivredna tehnika, No. 1-2, s. 1-7, Beograd-Zemun, 2001.

DEVELOPMENT OF SELF PROPELLED CHASSIS

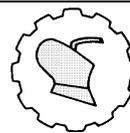
Milan Veljić¹, Dragan Marković¹, Dragan Branković²

¹ Mechanical Faculty University of Belgrade - Belgrade

² ITN Mobile Hydraulics - Fluid Power - Belgrade

Abstract: This paper analyze possibility for development and reengineering old type of self propelled sugar beat harvesters and their application as all purpose self propelled chassis. Paper presents some new ideas how this new chassis can be used in completely new operating conditions.

Key words: Development, Reengineering, Self propelled chassis, Hydrostatics, Hydraulics.



UDK: 631.372

Stručni rad
Professional paper

RAZVOJ TRAKTORA U SLOVENIJI ZADNJIH 15 GODINA (ASPEKT: TRŽIŠTE, UDESI I PROPISI)

Marjan Dolensek¹, Rajko Bernik², Mičo V. Oljača³

¹Poljoprivredno-šumarski zavod - Novo Mesto, Slovenia

marjan.dolensek@gov.si

²Biotehniška fakulteta - Ljubljana, Slovenia

rajko.bernik@bf.uni-lj.si

³Poljoprivredni fakultet - Beograd

omico@agrifaculty.bg.ac.yu

Sadržaj: Posle 1990. godine u Republici Sloveniji je malo poljoprivrednih gazdinstava investiralo u kupovinu novih traktora i poljoprivredne tehnike. Broj prodatih traktora i mašina se smanjuje i menja se i struktura kupovine [1, 3]. Investitori kupuju efikasnije, sigurnije i skupe mašine i traktore. Povećan je udeo kupovine od proizvođača savremenih traktora iz Zapadne Evrope. Na primeru traktora su prikazane promene pri kupovini poljoprivredne tehnike i njihov uticaj na pojavu nesreća eksploatacionim uslovima.

Ključne reči: kupovina, traktori, poljoprivredna tehnika, eksploatacija, nesreće.

1. UVOD

U zadnjih 15 godina u poljoprivredi Slovenije desile su se velike i značajne promene. [1, 2, 3]. Broj poljoprivrednih gazdinstava koji obrađuje zemljišta stalno se smanjuje. Tako je u avgustu 2005. godine taj broj bio 77.000. Za direktna finansiranja po sistemu EU po površini gazdinstva kandidovalo se oko 60.000 gazdinstava, a procenjuje se, da ih je investiciono sposobnih samo od 20.000 do 25.000. Sve manje je investicija u poljoprivrednu tehniku, a naročito traktore, gde se kupuju sve jači, efikasniji, zapadnoevropski traktori [2, 3]. Statistički podaci o poljoprivrednoj tehnici u ovom radu su bazirani na broju masina. Za registrirane traktore podaci su potpuniji. Statistički gledano broj traktora je na istom nivou kao u zemljama sa razvijenom poljoprivredom, ali je njihov kvalitet i tehnički nivo na znatno nižoj stepenu. Oko 20% traktora nije registrirano i nemaju kabine. Istovremeno broj udesa sa traktorima ostaje na praktično nepromenjenom nivou bez značajnih smanjenja, u odnosu na prethodni period.

2. MATERIJAL I METODE RADA

Osnova za pripremu analize tržišta traktora su podaci Ministarstva unutrašnjih poslova o registriranim traktorima na dan 31.08.2005 [5]. Na taj dan je bilo u Sloveniji registriranih 87.617 traktora, od toga njih zaokruženo 2.000 u vlasništvu pravnih subjekata. Po podacima popisa poljoprivrede iz 2000 godine u Sloveniji je 111.368 traktora. Procenjujemo, da ih je u upotrebi još oko 10.000 komada više, koji nisu prikazani u statističkim podacima, jer oko 20% traktora nikad nije bilo registrovano. Godine 1993. bilo je registrovano 98.125 traktora, a sledeće godine posle prelaza sa YU na SI registarske oznake, samo još 40.163 [5]. Broj registrovanih traktora se u deset narednih godina polako povećao do današnjeg broja. Sa velikom verovatnoćom može se zaključiti, da je većinski udeo traktora kupljenih posle 1990 godine registrovan u bazi podataka MUP, i to predstavlja siguran podatak za analize [5].

Za analize udesa sa traktorima korišteni su podaci Ministarstva unutrašnjih poslova o smrtno stradanim (policijski zapisnici), koje obrađuje "Svet za preventivu i uzgoj u cestovnom prometu" [2, 3, 4]. Za poglavlje o propisima korišteni su propisi o uslovima za homologaciju traktora i Zakon o sigurnosti cestovnog prometa [10, 11, 3].

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Tržište traktora posle 1990 godine

Karakteristike i starost traktora na dan 31.08.05 odlikovalo je registriranih 129 različitih proizvođača traktora (Tab. 1). Više od 70% poreklom je iz bivše Jugoslavije i istočne Evrope. Prosečna starost traktora je 20,6 godina, 5% je bilo mlađih od 5, a 18% starosti manje od 12 godina.

Tab.1. Broj traktora na dan 31.08.05.

Zap. broj	Proizvođač	Broj	%	Kumul. %
1	IMT	22.626	25,79	25,79
2	ZETOR	13.508	15,39	41,18
3	TORPEDO	7.160	8,16	49,34
4	UNIVERSAL	6.989	7,97	57,31
5	URSUS	4.993	5,69	63,00
6	ŠTORE	4.388	5,00	68,00
7	TOMO VINKOVIČ	4.045	4,61	72,61
8	NEW HOLLAND	4.023	4,58	77,19
9	STEYR	3.339	3,81	81,00
10	DEUTZ-FAHR	2.649	3,02	84,02
11	MASSEY-FERGUSON	2.580	2,94	86,96
12	SAME	2.562	2,92	89,88
13	ANTONIO CARRARO	1.132	1,29	91,17
14	LAMBORGHINI	979	1,12	92,28
15	FENDT	906	1,03	93,32
16	JOHN DEERE	729	0,83	94,15
17	LANDINI	667	0,76	94,91
18	HURLIMANN	566	0,65	95,55
19	AGROMEHANIKA	390	0,44	96,00
20	GOLDONI	371	0,42	96,42
21	LINDNER	328	0,37	96,79
22	VLADIMIREC	253	0,29	97,08

Nastavak tabele 1.

23	LTZ	234	0,27	97,35
24	FORD	226	0,26	97,61
25	FERRARI	189	0,22	97,82
26	MERCEDES-BENZ	156	0,18	98,00
27	HOLDER	155	0,18	98,18
28	CLAAS (RENAULT)	123	0,14	98,32
29	EICHER	104	0,12	98,44
38	Ostali*)	1.373	1,56	100,00
39	U k u p n o :	87.743	100,00	

*) ispod 100 traktora/proizvođača na dan 31.08.05

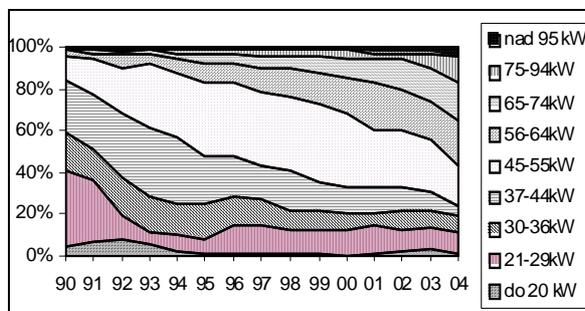
3.2. Broj i prosečna snaga motora traktora kupljenih posle 1990. godine

Broj prodatih traktora posle 1990. godine stalno opada, minimum je bio u 2001. godini, a prošle 2005. godine se približio broju 1.000 komada. Računa se, ubuduće, da se broj novih traktora treba kretati oko 1.000 godišnje. Ako se to uporedi sa brojem svih traktora, znači da se godišnje zameni samo 1%. Ali pošto se računa samo sa 20.000 do 25.000 investiciono sposobnih poljoprivrednih gazdinstva, godišnje se stvarno zameni oko 4 do 5% traktora u aktivnoj upotrebi, što realno potencira i prosečna starost 20,6 godina. Prosečna snaga motora novih traktora svake godine raste (osim 1996). Tako je prosečna snaga motora novog traktora izrađenog u 2004. godini bila za 62% veća od izrađenog u 1990. g. (Tab. 2). To potvrđuje tezu, da u većini slučajeva novokupljeni traktor ima najjači motor na gazdinstvu. Podataka o broju pogonskih točkova u evidencijama nema ali procena je, da preko 90% novih traktora ima pogon na sva četiri točka.

Tab. 2. Broj novo registrovanih traktora sa prosečnom snagom motora

Godina proiz.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Broj traktora	3.852	2.218	1.664	1.688	1.551	1.758	1.628	1.348	1.588	1.746	939	760	766	851	967
Pros.kW/traktor	36,1	37,8	40,8	42,1	44,1	45,9	45,1	46,9	47,5	49,1	50,3	51,7	52,4	54,4	58,6

Graf. 1. prikazuje kako su se u periodu 1990–2004. godine kretali udeli pojedinih grupa traktora po snazi motora. Tako postoji u 2004 godini tri grupe od 45 do 74 kW praktično jednak udeo od 20%, a pre 15 godina imale su 11, 3 i 1%. Najjača grupa u 1990 godišnje je bila 36% 21 do 29 kW, a za 15 godina pala je na 10%.



Graf 1. Udeo novo registrovanih traktora po godini proizvodnje i po grupama snage motora

3.3. Proizvođači i grupe traktora po izvoru kupljenih posle 1990. godine

Posle 1990. god. značajno su se promenili prodajni rezultati pojedinih proizvođača, najviše na njihov geografski izvor. Te godine udeo zapadnoevropskih firmi je bio 6, a u 2004. godini 72% i obrnuto istočnoevropskih (uključujući i bivšu Jugoslaviju) pao je sa 88 na 9% (tabela 3, sa početnim podacima za male zgibne traktore i tabela 4).

Tab. 3. *Uklo prodatih traktorov po geografskem izvoru proizvodnje*

Proizvodnja	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	Ukupno
Istok	88	81	74	71	59	48	58	51	58	41	30	16	11	10	9	57
Zapad	6	12	16	21	32	45	35	38	30	47	55	64	71	72	72	33
Mali zgibni	6	7	9	8	9	7	7	11	12	12	16	20	18	18	20	10
Ukupno	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tab. 4. *Broj prodatih traktorov posameznih proizvođača za period 1990 – 2004 (redosled po broju prodatih u 2004. godini)*

PROIZVOĐAČ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Ukupno:
NEW HOLLAND	31	38	32	48	112	175	92	105	91	147	162	153	175	148	133	1642
JOHN DEERE	16	11	10	31	23	17	11	12	20	66	27	24	20	48	97	433
DEUTZ-FAHR	8	4	6	4	8	6	13	20	22	36	29	39	41	37	86	359
LAMBORGHINI	6	13	7	15	57	95	65	58	53	64	34	64	66	66	73	736
SAME	49	88	36	49	61	135	116	83	66	70	51	37	57	90	67	1055
LANDINI	2	3	16	21	43	22	44	36	66	45	60	59	61	66	66	544
GOLDONI	1	3	9	12	17	23	21	28	34	14	13	7	23	46	251	
IMT	1576	713	175	8	1	4	84	95	39	58	21	6	20	23	46	2869
ANTONIO CARRARO	4	2	8	30	79	77	61	79	101	102	66	62	50	73	45	839
FENDT	42	26	34	17	18	18	21	21	11	31	12	22	25	20	42	360
MASSEY-FERGUSON	30	52	51	128	117	133	117	76	67	144	65	22	41	46	41	1130
HURLMANN	2	2	2	5	34	91	51	51	60	64	30	28	28	33	32	513
AGROMEHANIKA					3	40	31	31	39	48	39	41	34	28	30	364
ZETOR	851	718	573	613	498	310	354	250	538	213	60	52	48	40	25	5143
STEYR	25	13	64	15	18	30	26	21	22	55	28	24	33	34	20	428
LINDNER	1	5	6	10	7	9	8	1	15	26	8	16	19	23	19	173
UNIVERSAL	263	131	302	375	333	493	463	310	291	344	173	51	14	15	8	3566
LITZ			66	98	31	2	4	3	16	7	2	1				230
TOMO VINKOVIC	213	156	135	98	26	3	5	6	14	13						669
TORPEDO	262	144	84	57	21	19	26	20	16		1					650
URSUS	439	64	18	13	3	3	1	9	67	15	9	1				642
Ostali*):	34	35	49	49	68	38	38	40	47	82	52	35	27	43	91	728
Ukupno:	3852	2218	1664	1688	1551	1758	1628	1348	1588	1746	939	760	766	851	967	23324

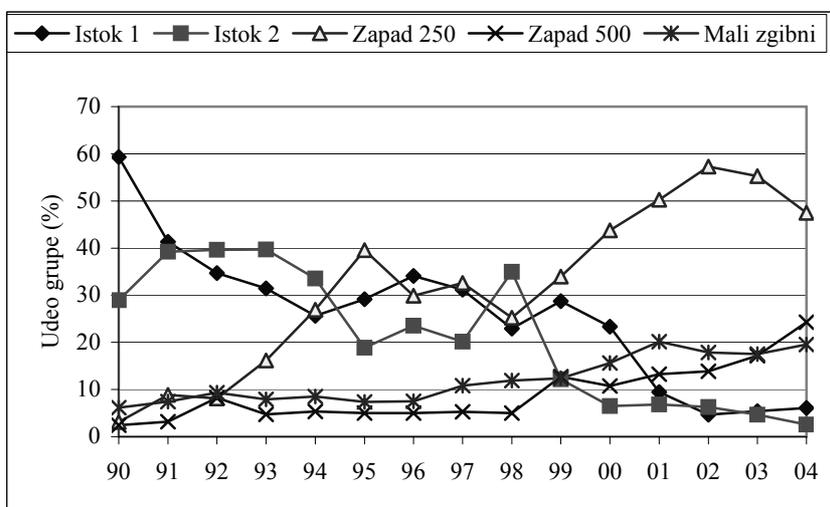
*) Ispod 100 traktorov proizvođača u razdoblju 1990 - 2004

Podaci po pojedinim proizvođačima i firmama su interesantni ali previše dispergirani, da bi mogli biti doneti detaljnije zaključke. Zato smo podatke podelili u pet grupa (tabela 5) po tehničkim karakteristikama, kvalitetu i ceni.

Tab. 5.

Grupa	P r o i z v o đ a č
"istok 1"	Universal, Imt, Ursus, Ltz-Lipetski, Belarus, Vladimirec, Hmt, Rakovica,...
"istok 2"	Zetor, ZTS, Torpedo
"zapad 250 €/KS"	Same, Lamborghini, Hurlimann, Massey-Ferguson, New Holland (delno), Landini, Valpadana, Caron, Deutz Fahr (delimično), Lindner,...
"zapad 500 €/KS"	Steyr, Fendt, Deutz-Fahr (delno), John Deere, Case, Holder, Valtra Valmet, Renault, JCB, Mercedes-Benz, New Holland (delimično),...
"mali zgibni"	Tomo Vinković, Carraro, Agromehanika, Ferrari, Ino, Agrostroj, Goldoni (delimično),...

U analiziranom periodu najviše se povećala prodaja grupe označene kao "zapad 250 €/KS", sa 3 na 57% u 2002, odnosno na 47% u 2004 godini. Radi se o traktorima više tehničke opremljenosti koji mogu da finansiraju profesionalni poljoprivrednici. Isto tako je porastao udeo najvišeg tehničkog i cenovnog nivoa označen kao "zapad 500 €/KS" sa 2 na 24%, po podacima, naročito u zadnjih 5 godina. U upoređenju sa zapadnom Evropom taj udeo još uvek nizak, što ukazuje na malu investicionu sposobnost individualnih poljoprivrednika u Sloveniji.



Graf. 2. Udeo pojedinih grupa traktora po izvoru proizvodnje

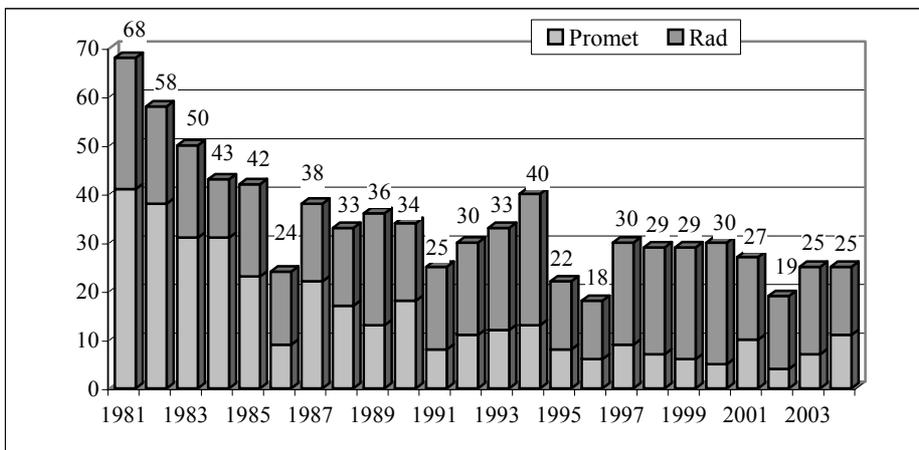
3.4. Udesi sa traktorima 1981. do 2004. godine

Ako su poljoprivredna gazdinstava Slovenije prema statističkim podacima [1, 3, 12] opremljena slično kao u zapadnoj Evropi, ipak je situacija u kvalitetu i stanju traktora u upotrebi u Sloveniji sasvim drugačija. To se najviše karakteriše brojem udesa sa traktorima (Graf. 3) sa smrtno stradalim vozačima ili suvozačima. Udesi su podeljeni na kategorije "promet" = *udesi na javnim putevima*, i "rad" = udesi izvan javnih puteva.

Broj udesa na javnim putevima znatno se smanjio posle obavezne upotrebe kabine za traktore (od 1986). ali izvan javnih puteva, na poljoprivrednim površinama, praktično se nije menjao. Uzrok je ovome, je konstatacija, da se izvan puta upotrebljavaju i traktori koji nisu registrovani (procena neregistrovanih traktora oko 20.000, prema [3,4,5]). Isti traktori skoro po pravilu nemaju kabine i nisu tehnički ispravni. Detaljnija analiza udesa kaže, da nezavisno od početnog uzroka (zanošenje traktora na kosom terenu, vožnja preko ivice puta ili preko ruba terase, preopterećenje sa teretom na prikolici i slično) u većini slučajeva dođe do prevrtanja traktora, koji zbog nedostatka kabine počnu, da se kotrljaju.

Upoređenje broja smrtnih udesa u 10 godina posle obavezne primene kabine u DE, AT i SI pokazuje: deset godišnji prosek na jedan milion stanovnika u DE prosečno smrtno nastrada 0,7 ljudi. U Austriji je taj broj 4,8, dok u SI smrtno nastrada 16,8 ljudi u nesrećama i udesima sa traktorima računato na 1 milion stanovnika.

Računa se da je u Sloveniji društvena šteta od 650.000 EUR po nastradalom licu u prometu. U tu sumu finansijskih sredstava se ubrajaju svi troškovi koji su nastali direktno sa udesom (materijalna šteta kod udesa, troškovi intervencija hitnih službi, vatrogasaca, sahrana, isplata premije osiguranja), koje su doživeli kratkoročno ili dugoročno u porodici nastradalog lica, i kojeg je doživelo društvo na dugi rok (isplata rente maloletnoj djeci, iznad prinosa od rada i slično). Društvena šteta od 1991. do 2004. godine, 382 čoveka nastradali u udesima sa traktorima. Istovremeno je postojala i finansijska šteta od 248 miliona EUR, ili protiv vrednost od približno 5.000 traktora od 75 kW.



Graf. 3. Broj smrtno stradalih u udesima sa traktorima 1981 - 2004

3.5. Propisi za prodaju pre upotrebe traktora

Svi pravni propisi koji imaju osnovu u direktivama EU [2, 10, 11], odnosno deo su pravnog sistema EU, najkasnije od 1.05.04. obavezno važe u Sloveniji. Tako i propisi o "ugotavljanju usklađenosti" (homologaciji) za poljoprivredne i šumarske traktore. Krovna direktiva 74/150 važi već od 1974. godine i bila je više puta promenjena. Na osnovi pomenutog Zakona izdato je preko 20 pojedinačnih direktiva koje propisuju tehničke karakteristike pojedinih delova traktora kada su u eksploataciji.

Postupak homologacije je propisan i u slučaju prodaje. Tako je moguće prodati kupcu traktor, koji ispunjava sve propisane uslove po Zakonu i kao takav može se registrovati. Uvoznik ili proizvođači traktora mogu sami dobiti pravo za izdavanje homologacijskih dokumenata za pojedine tipove traktora. Moguća je i pojedinačna homologacija kod neke za to ovlašćene ustanove, na primer u slučaju individualne nabavke traktora u inostranstvu. Sve navedene postupke [9], odobrava "Direkcija za ceste" koji je državna institucija u sastavu Ministarstva prometa. U direktivama (još) nisu obuhvaćene sve kategorije traktora (npr. sa brzinom iznad 40 km/h), a te za sada obravna nacionalni propis u celini ali kod tehničkih karakteristika opet bazira na direktivama EU.

Upotrebu traktora na putevima reguliše "Zakon o sigurnosti cestnoga prometa" [11] kod kojeg najveći dio pripada nacionalnim propisima (i samo je delimično jedan deo pravnog sistema EU). Za traktore i druga poljoprivredna vozila postoje specifična pojedina rešenja propisana Zakonom, a prilagođena ovakvim vozilima. Na primer, ograničenje brzine na 30, 40, 50 i 60 km/h zavisno od tehničkih karakteristika traktora, pa vozačka dozvola koja se izdaje licima sa napunjenih 15 ili 18 godina starosti, ili zavisno od brzine traktora i slično [11].

4. ZAKLJUČAK

- Statistički posmatrano, po broju traktora, slovenačka poljoprivreda je dobro opremljena kao zapadno evropska država za razvijenom poljoprivredom.
- Traktori su kvalitetno i tehnički na znatno nižem nivou nego u zapadnoj Evropi. To karakteriše i velik broj udesa, naročito u uporedbi sa državama sa razvijenom poljoprivredom. Udesi su često uzrokovani nesigurnom i neispravnom tehnikom.
- Poljoprivredna imanja u proseku rade sa starim traktorima. Prosečna starost traktora je 20,6 godina, a samo 18% ima manje od 12 godina.
- Od 1990 godine broj prodatih traktora pada, i očekuje se da treba biti stabilizovan na nivou od 1.000 komada godišnje. Paralelno se povećava prosečna snaga motora novih traktora.
- Poljoprivrednici, koji su sposobni investirati finansijska sredstva, kupuju većinom zapadnoevropske tipove traktora, koji su sigurniji, efikasniji, ali i viših cena. Udeo tih traktora porastao je sa 6 % na 72%. Istovremeno je opao je udeo istočnoevropskih traktora na samo 9% od ukupnog broja registrovanih traktora u Sloveniji.
- Poljoprivrednici najviše kupuju srednji kvalitet i cenovni nivo traktora iz zapadne Evrope, što ukazuje na ograničenu investicionu sposobnost poljoprivrednika.
- Udeo traktora koji se godišnje zameni je veoma mali, samo oko 1 %, ako se uzme u obzir broj svih traktora u Sloveniji. Realna ocena da je to 4 do 5% ako se računa na ukupno 20 do 25 hiljada investiciono sposobnih gazdinstava u Sloveniji.
- Za prodaju traktora je obavezna homologacija, koja bazira na direktivama EU za poljoprivredne i šumarske traktore.
- Od 1991 do 2004. god. u udesima sa traktorima nastradale su 382 osobe u Sloveniji, što kao finansijska šteta iznosi 248 miliona EUR, ili protiv vrednost približno 5.000 traktora od 75 kW.

LITERATURA

- [1] Cunder, T. (2001): Opremljenost kmetijskih gospodarstev v Sloveniji z mehanizacijo. Simpozij trendi v razvoju kmetijske tehnike, Radenci 14.-15.06.01. Zbornik referatov, Društvo kmetijske tehnike Slovenije, Ljubljana, str. 15-26.
- [2] Dolensek, M., Medved, M. (2001): Stanje na področju varnosti in zdravja pri delu v zasebnem kmetijstvu in gozdarstvu ter predpisi. Simpozij trendi v razvoju kmetijske tehnike, Radenci 14.-15.06.01. Zbornik referatov, Društvo kmetijske tehnike Slovenije, Ljubljana, s. 219-225.
- [3] Dolensek M., Oljača V.M. (2002): Sprečavanje udesa i očuvanje zdravlja radnika u poljoprivredi R.Slovenije, X jubilarno Savetovanje sa međunarodnim učešćem, Sistemska analiza šteta u privredi, osiguranje i preventivno inženjerstvo, str. 325-331, OZ Dunav, Beograd.
- [4] Medved, M. Dolensek, M. (2000): Safety at work in agriculture and forestry face new legislation Nezgode v kmetijstvu in gozdarstvu - problem evidenc. V: IV. mednarodna konferenca Globalna varnost, Bled, Slovenija, 18.-21. juni 2000. Zbornik referatov, Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, str. 81-90.
- [5] Ministrstvo za notranje zadeve, 2005: Baza podatkov vozil, traktorji, stanje 31.08.2005.
- [6] Renius, K.T. (1985): Traktoren, BLV Verlagsgesellschaft München, str. 28-29.
- [7] Žlender, B. (2005): Nesreče s traktorji. Interno gradivo, Sver RS za preventivo in vzgojo v cestnem prometu.
- [8] Pravilnik o ES-homologaciji kmetijskih in gozdarskih trakt. (Uradni list RS, št. 125/03,2003).
- [9] Pravilnik o ugotavljanju skladnosti vozil (Uradni list RS, št. 30/04, 2004).
- [10] <http://www.drsc.si> (Propisi in postopci o homologaciji).
- [11] <http://www.mnz.gov.si> (Zakon o sigurnosti cestovnog prometa).
- [12] <http://www.stat.si/> (Statistika o poljoprivredi).

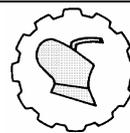
TRACTORS IN SLOVENIA IN LAST 15 YEARS (THE ASPECTS: MARKET, ACCIDENTS, REGULATIONS)

Marjan Dolensek, Rajko Bernik, Mičo V. Oljača

marjan.dolensek@gov.si
 rajko.bernik@bf.uni-lj.si
 omico@agrifaculty.bg.ac.yu

Abstract: Since 1990, less and less agricultural enterprises in Slovenia decide to purchase new tractors and agricultural equipment. The number of sold tractors and machines decreases, and the structure of the purchased technology changes [1, 3]. Investors buy more efficient and reliable technology that is more expensive at the same time. The share of West-European modern tractors manufacturers has increased considerably. Changes in the purchase of agricultural equipment are illustrated by the example of tractor sales and their effects of accident in exploitation condition.

Key words: purchase, tractors, agricultural equipment, exploitation, accidents.



UDK: 372;621.3.018.6

Originalan naučni rad
Original scientific paper

OSCILATORNE POJAVE KOD POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA

Predrag Petrović, Zlata Bracanović, Svetlana Vukas

Industrija motora Rakovica - Institut, Beograd

Sadržaj: Osnovni aspekt ergonomskih zahteva u cilju poboljšanja opšte komfornosti rukovaoca traktora je veoma kompleksan. Pored osnovnih ergonomskih zahteva (buka, mikroklima, vidljivost, pogodnost rukovanja komandama, aerozagađenje i dr.), veoma su značajna i kvantitativna oscilatorna opterećenja rukovaoca traktora.

U Institutu IMR-a izvršena su opsežna merenja vertikalnih vibracija na dizel motoru na probnom stolu, i na jednom tipu traktora iz svog proizvodnog programa, na različitim mernim mestima i režimima rada motora.

U tom kontekstu, dat je prikaz dela dobijenih rezultata i analiza vibratornih ubrzanja na mernim mestima kao i sedištu rukovaoca traktora sa aspekta zadovoljenja kriterijuma ISO standarda, kao i vanstandardnih ispitivanja.

Ključne reči: traktor, vibracije, motor, komfornost, ISO standard, ergonomija.

UVOD

Sa aspekta ergonomskih zahteva poljoprivrednih traktora, jedan od bitnih parametara koji negativno utiče na rukovaoca su vibracije. Njihov uticaj zavisi od intenziteta, karaktera, nivoa ubrzanja u odnosu na pravougaoni koordinatni sistem, načina i stepena prigušenja i dr. Dejstvo oscilacija kojima je izložen rukovaoc traktora, može da deluje veoma štetno, izazivajući ne samo brzo zamaranje čovečijeg organizma, već duže kontinualno prisustvo može da izazove različita hronična obolenja, a pre svega kičmenog stuba.

Postoje i drugi ergonomski problemi pored radnog opterećenja rukovaoca prisutni su, npr.: buka, nepovoljna mikroklima, različita aerozagađenja, (prašina, sredstva za zaštitu bilja, polen), povišena temperatura, neadekvatan prilaz kabini, neodgovarajuća izvedba radnih komandi, psiho-fizičkih naprezanja pri upravljanju traktora i radom sa priključnim mašinama i oruđima i dr.

Iz izloženog se vidi da su problemi komfornosti rukovaoca poljoprivrednih traktora evidentni, pa je pristup afirmaciji ergonomskih i ekoloških problema pri proizvodnji postojećih i razvoju novih traktora, sve neophodniji. Tim problemima, poznati svetski proizvođači traktora posvećuju veliku pažnju, uz evidentna poboljšanja, koja gotovo sa svih aspekata zadovoljavaju propisane standarde.

Međutim, ista konstatacija ne važi kada su u pitanju domaći proizvođači traktora, koji sa mnogobrojnih aspekata neuspeavaju da poboljšaju ergonomske zahteve traktora. Sama činjenica da domaći proizvođači i danas isporučuju traktore bez kabine, pa u takvim slučajevima iluzorno je uopšte razmatrati ergonomske zahteve, a pri tom bezbednost rukovaoca je smanjena na minimum, što potvrđuje na žalost i veliki broj nesretnih slučajeva traktorista prilikom različitih udesa.

Cilj ovog rada je da se kroz mnogobrojna ispitivanja vibracija jednog tipa motora IMR-a, na probnom stolu i traktoru, na različitim mernim mestima i režimima rada, sa i bez ublaživača vibracija (balansera) utvrdi nivo vibracija.

OSCILATORNI PARAMETRI OPTEREĆENJA I DINAMIČKA IDENTIFIKACIJA ČOVEČIJEG TELA

Na karakter oscilatornih opterećenja rukovaoca utiče veći broj parametara, od kojih su najkarakterističniji :

- Karakter vibracija koji deluje na čoveka (frekvencija, intenzitet ubrzanja, pravac i smer oscilovanja, trajanje i mesto dejstva oscilacija, položaj čoveka: sedeći, ležeći, stojeći) i dr.

- Individualne karakteristike čoveka (uzrast, pol, zdravstveno stanje, fizička konstitucija i sl.)

- Uslovi okruženja (buka, aerozagađenje, mikro i makro klima, temperatura, osvetljenje i dr.)

- Psiho-fizička angažovanost i dr.

Sa aspekta ergonomije, kod poljoprivrednih traktora najveći značaj imaju vertikalne vibracije, koje se preko sedišta prenose na telo rukovaoca. One se mogu definisati u frekventnom domenu, u vidu: pomeranja, brzine i ubrzanja vibracija. U literaturi se sreću različiti pokazatelji oscilatornog opterećenja čoveka, a kada su u pitanju rukovaoci kod poljoprivrednih traktora, najčešće primenjivani uslovi su definisani standardom ISO-2631, u zavisnosti od nivoa vertikalnih ubrzanja, njihove frekvence i vremena izloženosti tim ubrzanjima.

Negativno dejstvo vibracija, uglavnom se deklariše preko efektivne vrednosti vertikalnog ubrzanja na sedištu, koja ako dostižu visoke nivoe, ne samo da utiču na negativno stanje rukovaoca, već u znatnoj meri otežavaju i korišćenje radnih komandi.

Može se smatrati kada se radi o ubrzanju, da je to slučajna funkcija (stohastički karakter), opisana u frekventnom domenu, putem spektralne gustine snage (uobičajeno je $1 \div 80$ Hz).

Na bazi vrednosti pokazatelji vertikalnog ubrzanja, standard ISO-2631 omogućavaju procenu sa tri različita aspekta : očuvanja zdravlja čoveka, očuvanja sposobnosti (granica zamora) i očuvanje komfora.

Kada je u pitanju rukovaoc poljoprivrednih traktora, adekvatna je promena prva dva aspekta, pri čemu aspekt očuvanja zdravlja predstavlja blaži a aspekt pojave zamora strožiji kriterijum.

Čovečije telo predstavlja izuzetno složen mehanički sistem, sastavljen od velikog spoja linearnih i nelinearnih elemenata sa značajnim individualnim razlikama. Procena dinamičke identifikacije takvog sistema, bilo da se radi o eksperimentalnim ili analitičkim postupcima je dosta teška i sva istraživanja na čoveku su vrlo kompleksna.

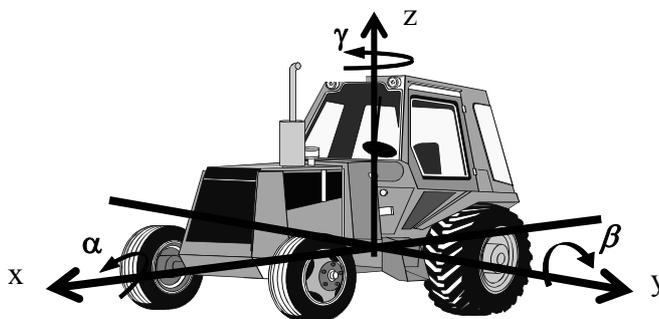
Polazeći od fizičkog aspekta, moguće je na nižim frekvencijama i manjim pobudnim silama, ljudsko telo kao vrlo složen sistem sa beskonačnim brojem stepeni slobode, aproksimirati mehaničkim modelom sa konačnim brojem stepeni slobode. Takvom aproksimacijom ukupno se mogu prihvatiti frekvencije vertikalnog oscilovanja pojedinih delova ljudskog tela, na primer: glava ≈ 25 Hz, ramena $\approx 4\div 5$ Hz, grudni koš ≈ 60 Hz, kičmeni stub $\approx 10\div 12$ Hz, abdomen $\approx 4\div 8$ Hz, kukovi $\approx 50\div 200$ Hz, laktovi $\approx 16\div 30$ Hz, očna duplja $\approx 30\div 80$ Hz.

NEKI ASPEKTI NASTAJANJA I PROSTIRANJA VIBRACIJA NA POLJOPRIVREDNIM TRAKTORIMA

Sami zahtevi za konstrukcijom traktora prouzrokuju veliki broj faktora koji utiču na pojavu vibracija.

U principu, traktor ima šest stepeni slobode oscilovanja i isti broj stepeni slobode može da ima i svaki deo koji je za sistem traktora spojen elastičnim vezama.

Na slici 1, prikazane su vibracije u odnosu na pravougli koordinatni sistem: x-uzdužne, y-bočne i z-vertikalne vibracije, α -ugaone oko x-ose (ljudljanje), β -ugaone oko y-ose (galopiranje), γ -ugaone vibracije oko z-ose (plivanje).



Slika 1. Vibracije traktora u odnosu na pravougli koordinatni sistem

Faktori koji utiču na pojavu vibracija su direktno povezani sa silama i momentima koji nastaju u samom motoru izazvanim procesom rada, načinom ugradnje motora, odnosno prostiranja vibracija od motora preko transmisije i konstrukcije traktora do sedišta rukovaoca, načina i izvedbe oslanjanja karoserije, interakcije neravnina podloga, terena i traktora, tipa pneumatika (radijalni ili dijagonalni), bočne elastičnosti karkase pneumatika, pritiska i dr.

Prisustvo mnogobrojnih faktora koji utiču na pojavu vibracija, koje se putem elastičnih, poluelastičnih i krutih veza prenose do sedišta vozača, teško je eliminisati, ali različitim konstrukcionim rešenjima intenzitet vibracija se može svakako smanjiti.

Spektar učestanosti karakterističnih pojava vibracija na traktoru je vrlo različit i kreće se od veoma niskih 1÷50 Hz (vibracije kabine, točka upravljača, podužne vibracije traktora, rezonanca točkova i dr.), srednjih frekvencija 100÷1000 Hz (vibracije transmisije, izduvnog sistema, mehanička i gasodinamička strujanja u usisnom i izduvnom sistemu dr.) i visokih frekvencija 1000÷5000 Hz (vibracije motora prouzrokovane procesom sagorevanja, mehaničke buke i dr.).

U praksi inercijalne sile pravolinijskih oscilatornih masa se obično razmatraju samo do sila I i II reda. Pored tih sila javljaju se i inercijalne sile obrtnih masa, zbog čega je veoma važno da se kod višecilindričnih motora izborom povoljnog broja rasporeda cilindra, postigne što potpunije uravnoteženje inercijalnih sila i njihovih momenata, prirodnim putem. Ukoliko je to nemoguće zbog konstruktivne koncepcije, uravnoteženje treba sprovesti primenom protivtežova, a pri tom imajući u vidu i mogućnost ugradnje ublaživača oscilacija. Multiplicirani nivoi vibracija koji nastaju u jedno tako složenom sistemu, kao što je traktor, prenose se do rukovaoca na tri osnovna načina:

- preko sedišta, pri čemu se izazivaju vibracije celog tela rukovaoca,
- preko ručnih komandi i točka upravljača, pri čemu izazivaju vibracije gornjih ekstremiteta rukovaoca,
- preko oslonaca i poda kabine, kao i nožnih komandi, pri čemu izazivaju uglavnom lokalne vibracije donjih ekstremiteta rukovaoca.

EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJA OSCILATORNIH OPTEREĆENJA MOTORA I TRAKTORA

U okviru eksperimentalan ispitivanja oscilatornih opterećenja, odnosno vertikalnih ubrzanja, vršena su standardna ispitivanja, definisana ISO standardima, kao i vanstandardna ispitivanja koja su po našoj proceni mogla da budu značajna pri analizi i preduzimanju odgovarajućih rešenja i mera u cilju smanjenja nivoa vibracija.

Osnovne karakteristike dizel motora su:

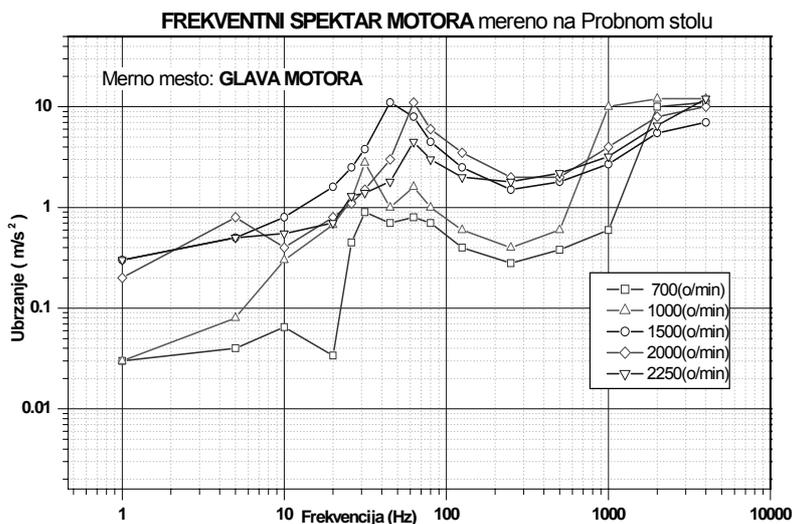
- Četvorotaktni dizel motor sa direktnim ubrizgavanjem goriva i vodenim hlađenjem
- Snaga motora 56 KW / 2250 min⁻¹ prema JUS.M.F2.026
- Maksimalni moment 249 Nm / 1550 min⁻¹
- Zapremina motora 4,07 l.

Osnovne karakteristike traktora su :

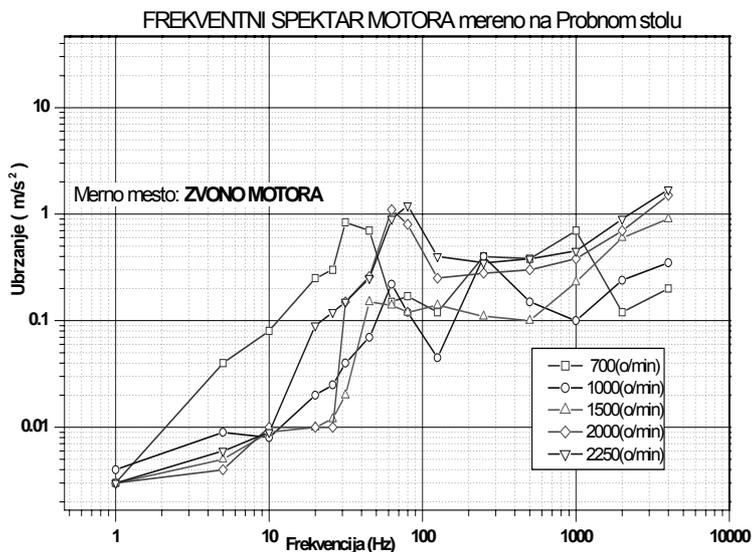
- Broj stepeni prenosa: 6 za hod unapred i 2 za hod unazad.
- Maksimalna snaga PTO je 47 kW.
- Broj obrtaja PTO vratila je 540 / 2000 min⁻¹
- Maksimalna sila dizanja hidraulika na krajevima poluga je 20 kN.
- Dimenzije pneumatika su: 6,50 ÷20 prednji i 16,9 / 14 ÷30 zadnji.
- Težina traktora 2900 N.
- Traktor je opremljen kabinom sa elastičnim osloncima i uređajem za grejanje i klimatizaciju
- Sedišta su po ISO standardu, a mere A, B, C su podesive

Na probnom stolu izvršena su merenja na mernim mestima: glava motora, zvono motora i prednji oslonac motora, pri 700, 1000, 1500, 2000, 2250 min^{-1} . Dijagramski prikaz rezultata dat je na slikama 2, 3, 4.

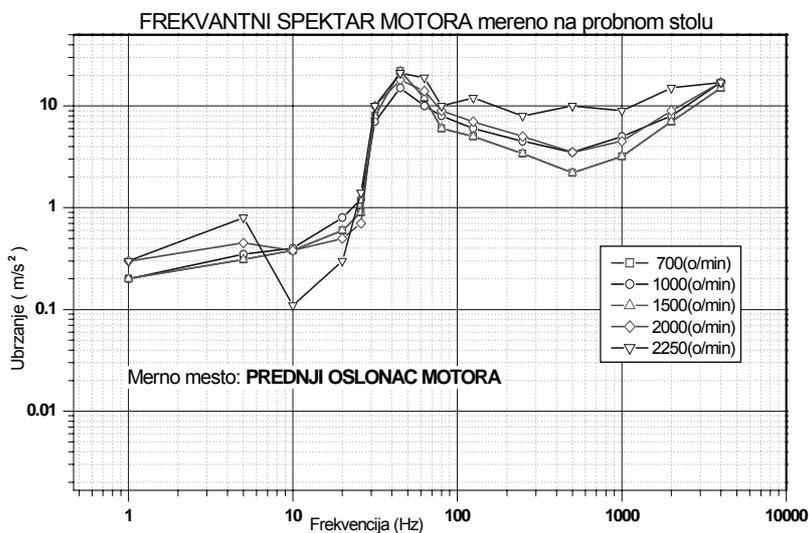
Korišćena je oprema B&K, koja omogućava merenje od 10 Hz do 1 KHz



Slika 2. Frekventni spektar meren na glavi motora pri različitim režimima rada motora

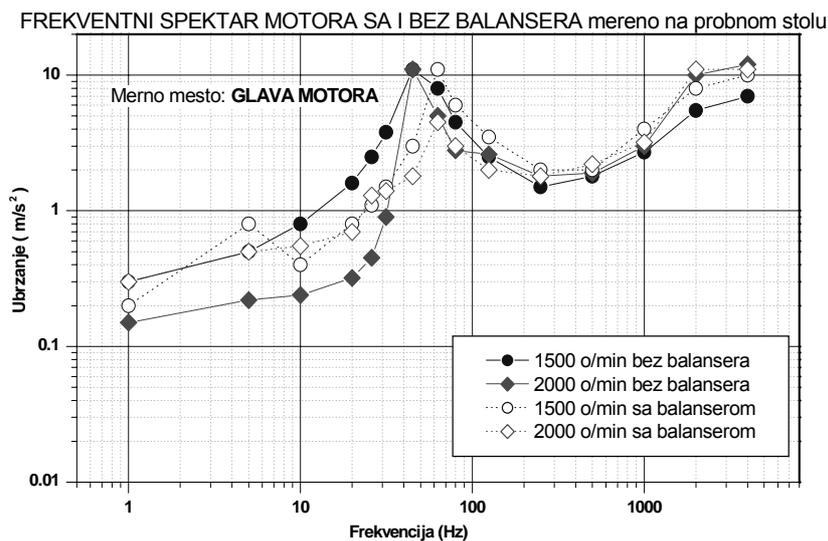


Slika 3. Frekventni spektar meren na zvonu motora pri različitim režimima rada motora



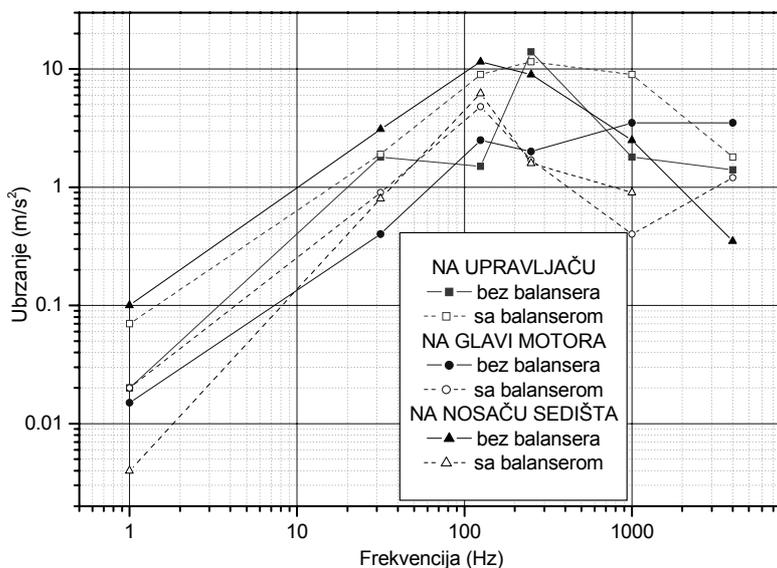
Slika 4. Frekventni spektar meren na prednjem osloncu motora pri različitim režimima rada motora

Pored navedenih ispitivanja na probnom stolu su izvršena i ispitivanja sa i bez balansera na glavi motora, pri 1500 i 2000 min^{-1} , čiji je dijagramski prikaz dat na slici 5.



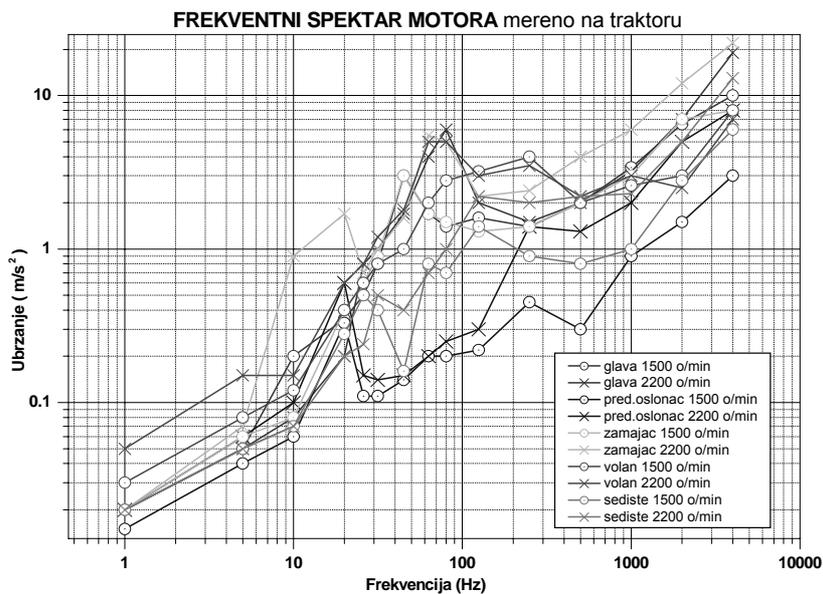
Slika 5. Frekventni spektar na glavi motora, sa i bez balansera, pri 1500 i 2000 min^{-1} .

Takođe, sa i bez balansera izvršena su merenja i na traktoru i to na: upravljaču traktora, na glavi motora i nosaču sedišta, na 2000 min^{-1} , a čiji je dijagramski prikaz dat na slici 6.



Slika 6. Frekventni spektar motora, sa i bez balansera, na traktoru, glavi pri 2000 min^{-1} .

Na kraju izvršena su merenja vibracija na traktoru na sledećim mernim mestima: glavi motora, prednjem osloncu, zvonu zamajca, upravljaču traktora i sedištu, pri 1500 i 2200 min^{-1} , čiji je dijagramski prikaz dat na slici 7.



Slika 7. Frekventni spektar na mernim mestima traktora, pri 1500 i 2200 min^{-1} .

ANALIZA IZMERENIH FREKVENTNIH SPEKTARA OSCILOVANJA

Frekventni spektri izmereni na probnom stolu i traktoru pri različitim režimima rada, dobijeni su korišćenjem standardnih i vanstandardnih internih metoda, koje omogućavaju utvrđivanje dominantnih nivoa ubrzanja na određenim frekvencijama što, upotpunjuje sveobuhvatnost analize u cilju konstrukcionih poboljšanja i primene vibracionih rešenja, ka optimizaciji, odnosno redukciji vibracija.

Posmatrajući rezultate ispitivanja na probnom stolu (slika 2,3,4), očigledan je logički zaključak da sa povećanjem broja obrtaja raste i nivo vertikalnih ubrzanja. Na prednjem osloncu je najviši nivo na $40\div 50$ Hz i iznosi oko $1,2 \text{ m/s}^2$ pri $n=2250 \text{ min}^{-1}$, na glavi motora oko $1,07 \text{ m/s}^2$, pri 80 Hz i na zvonu motora oko $1,01 \text{ m/s}^2$, takođe pri 80 Hz. Opšti trend vibracija zadržava se i pri nižim brojevima vibracija u frekventnom domenu u $30\div 80$ Hz.

Pri frekvencijama iznad 1000 Hz, prisutan je trend porasta nivoa ubrzanja, ali ta ubrzanja nisu interesantna za analizu.

Od vanstandardnih metodoloških ispitivanja vibracija vršena su i merenja frekventnog spektra na probnom stolu, sa i bez balansera, na 1500 i 2000 min^{-1} . Na mernom mestu - glava motora, evidentno je smanjenje nivoa vertikalnih ubrzanja u celokupnom frekventnom domenu od $10\div 1000$ Hz, pri oba režima rada motora. Karakteristično je da je na frekvencijama do 50 Hz, viši nivo ubrzanja pri 1500 min^{-1} u odnosu na 2000 min^{-1} , a iznad 50 Hz, nivoi ubrzanja su min^{-1} (sl.5). Međutim pri frekvencijama do 50 Hz, interesantno je da su nivoi vibracija nešto viši bez primene balansera, u odnosu na nivo sa primenom balansera, na oba broja obrtaja, što navodi na mogućnost pojava apsorbujućih vibracija koja u tom domenu utiču na izvesno smanjenje nivoa vertikalnih ubrzanja, bez primene balansera.

Slična konstatacija je i pri merenju nivoa vibracija na glavi motora, koji je ugrađenom u traktor, kada su nivoi do oko 100 Hz veći sa primenom balansera, nego bez ugrađenog balansera. Na upravljaču traktora, takođe je slična konstrukcija, nivo ubrzanja je u celokupnom frekventnom domenu veći bez primene balansera, pri čemu maksimalne vrednosti dostižu i do 10 m/s^2 .

Kada je u pitanju merno mesto na sedištu rukovaoca, situacija je sasvim drugačija, gde dolazi do izražaja ugradnja balansera za apsorbovanje vibracija u motoru, pa je i nivo pojava vertikalnih ubrzanja znatno niži (slika 6).

Na zbirnom dijagramu (slika 7), prikazan je nivo vertikalnih ubrzanja na mernim mestima: glava motora, prednji oslonac, zvono zamajca, upravljač traktora i sedište rukovaoca, na 1500 i 2000 min^{-1} . Na svim mernim mestima, u celokupnom frekventnom domenu nivoa vibracija je viši na 2000 min^{-1} , u odnosu na 1500 min^{-1} .

Ono što je bitno sa aspekta oscilatornog opterećenja rukovaoca traktora, je nivo longitudinalnih-vertikalnih a_z vibracija, merenih u zoni referentne tačke, a u centralnoj jedno-trećinskoj frekventnoj oktavi, čime se definiše prema standardu ISO 2631/1 dozvoljeno vreme izlaganja oscilatornom opterećenju. Na osnovu rezultata merenja, može se konstatovati da je ekspoziciono dozvoljeno vreme izlaganja rukovaoca 8 h.

ZAKLJUČAK

Posmatrajući celokupni aspekt ergonomskih zahteva u cilju poboljšanja opšte komfornosti rukovaoca traktora, nameće se konstatacija da je taj aspekt veoma značajan, ali i veoma kompleksan, pa mu se mora posvetiti značajna pažnja, i to od polaznih konstrukcionih smernica, pa do krajnje finalizacije traktora.

U cilju utvrđivanja kvantitativnog oscilatornog opterećenja rukovaoca traktora, pored navedenih smernica, veoma je bitan i izbor adekvatnih sedišta.

U ovom radu je prikazan deo ispitivanja vibracija na motoru, probnom stolu i traktoru uz kratak osvrt dobijenih rezultata, koji istovremeno omogućavaju veoma studiozne analize koje se sprovode u IMR-u u cilu zadovoljenja opštih ergonomskih zahteva, a pre svega komfornost rukovaoca sa aspekta vibracija i buke.

Međutim i pored toga, IMR u odnosu na dostignuti trend razvoja u poređenju sa poznatim svetskim proizvođačima, ne može u potpunosti biti zadovoljan i mora tom problemu posvetiti mnogo više pažnje.

LITERATURA

- [1] Petrović P., Ribić L.J., Zrnić D.: *Eksperimentalna merenja oscilatornog opterećenja rukovaoca traktora*, IV-ti naučno-stručni skup "Merenja i automatizacija u poljoprivredi", MAP-95, Subotica, 1995.
- [2] Petrović P., Borak Đ., Marković L.J.: *Uticaj buke i vibracija na rukovaoce poljoprivrednih traktora*, VI-ti YU simpozijum sa međunarodnim učešćem "Humanizacija rada u poljoprivredi i prehrambenoj industriji", rad štampan u časopisu "Traktor i pogonske mašine", vol. 4, No 1. Novi Sad, 1999.
- [3] Časnji F.: *Ergonomske nedostaci poljoprivrednih traktora*, monografija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1991.
- [4] ISO 2631- *Uputstvo za proračun ekspozicije ljudskog organizma vibracijama*.
- [5] Human - *Environment measurements Bruel & Kjaer*.
- [6] Petrović P., Babić Z. i dr.: *Merenja vibracija na traktoru R-76*, Izveštaj Instituta IMR-a, 2003.
- [7] Standard JUS M.I.2. 143/94 - "*Sedište vozača poljoprivrednih i šumskih traktora - Tehnički zahtev*".
- [8] Izveštaji Instituta IMR-a, 2004/2005.

OSCILATORY APPERANCE ON AGRO CULTURAL OF TRACTORS

Predrag Petrović, Zlata Bracanović, Svetlana Vukas

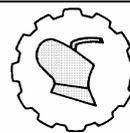
IMR Institute - Belgrade

Abstract: When considering the basic aspect of ergonomic requests for the purpose of improving general comfort of tractor is very complex. Besides base ergonomic requests, (noise, mikroklimata, visibilty, air contamination to favour to handl and etc.), are qurentitavte oscillatory loads on tractor operator are very important.

In IMR Institute comprehensive me asurements of acceleration of vertical vibrations on table tests add have been carred out on one type tractor, manufacturing IMR on diferent measure ments points and operating regimengine.

In the contex, along with the given review of a part of obtained results, the analysis of vibratory acceleratiopns of tested seats of steeping wheel has been made from the aspect of meeting ISO standard criteria and out standard.

Key words: tractor, vibrations, engine, comfort, ISO standard, ergonomic.



UDK: 631.312:669.8

Originalan naučni rad
Original scientific paper

ZBIJENOST ZEMLJIŠTA RAZLIČITIH TEKSTURNIH KLASA U ZASADIMA MALINA ARILJSKOG MALINOGORJA

**Boško Gajić, Jordan Milivojević, Gorica Bošnjaković,
Gordana Matović**

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Cilj ovih istraživanja je bio utvrđivanje uticaja gaženja mehanizacijom i od strane ljudi, na izmene otpora penetracije (zbijenosti) zemljišta različitih teksturnih klasa u ariljskom malinogorju. Istraživanjima su obuhvaćena dva najzastupljenija tipa zemljišta u tom malinogorju koja se međusobno jako razlikuju po teksturi, i to: mlado beskarbonatno peskovito ilovasto aluvijalno zemljište (fluvisol) i praškasto ilovasto kiselo smeđe šumsko zemljište (distrični kambisol) na mikašistu.

Merenje penetracionog otpora u vertikalnom pravcu, do 60 cm dubine, između redova malina na rastojanju od 10 cm obavljeno je u leto 2005. godine, i to u dva malinjaka starosti 10 godina. Za merenje penetracionog otpora korišćen je ručni statički penetrometar sa konusom od 30° i prečnikom 12.3 mm.

Mnogobrojni (10–20 puta godišnje, po izjavi vlasnika malinjaka) prolazi poljoprivrednim mašinama, često i po jako vlažnom zemljištu, kao i prolazi ljudi (30–50 godišnje) doveli su do znatnog povećanja otpora penetracije (zbijenosti) istraženih zemljišta na radnim stazama po kojima su se kretale mašine i ljudi. Na tim površinama penetracioni otpor je 2 do 4 puta veći nego na okolnim negaženim površinama između redova malina. Vrednosti otpora penetracije (zbijenosti) na radnim stazama variraju od 1000 do 5000 kPa. Povećanje zbijenosti jako je smanjilo prodiranje korena maline u dublje slojeve zemljišta, što je utvrđeno pri kopanju zemljišnih profila.

Ključne reči: *penetracioni otpor (zbijenost), gaženje, malinjak, fluvisol,istrični kambisol.*

UVOD

Jedan od najvećih ekoloških problema u savremenoj voćarskoj proizvodnji je zbijanje zemljišta. Prema navodima Lidlea (Liddle, 1997), zbijanje je proces u kojem se elementarne zemljišne čestice i strukturni agregati gusto pakuju. Postoje različiti uzroci zbijanja zemljišta, ali je ono uglavnom povezano sa izvođenjem poljskih radova koji se često obavljaju kada je zemljište vlažno i jako osetljivo na gaženje.

Najčešći uzroci zbijanja zemljišta u malinjacima su mnogobrojni prolazi ljudi i poljoprivredne mehanizacije između redova malina, kao i nemogućnost oranja i izvođenja drugih agrotehničkih i meliorativnih mera u cilju rastresanja kompaktne zemljišne mase. Do zbijanja može doći i usled prirodnih procesa, kao što je, na primer, vlaženje i isušivanje zemljišta.

Korišćenje poljoprivrednih mašina i oruđa sa uskim gumama pogoršava stanje ovog problem pošto se njihova težina rasprostire preko veoma male površine (Baham, 2005).

Prema podacima Lloyda (2002), relativni statički pritisak na zemljište kao podlogu, na primer: žena sa telesnom masom od 46 od 73 kg, je 57–108 kPa, a muškaraca telesne mase 61–75 kg, 41–45 kPa. Isti autor navodi da MF-WD traktor mase 11.5 tona, sa prednjim osovinskim opterećenjem od 5.1 tone i zadnjim od 7.8 tona, ima na prednjim gumama (14.9R30) statički pritisak od 206 kPa, a na zadnjim (18.4R42), 75 kPa.

Usled zbijanja dolazi do smanjenja količine i veličine pora, kao i ukupne zapremine zemljišta. Posledice toga su smanjenje infiltracionog kapaciteta i vodoprovodljivosti zemljišta, sa posledicom povećanja površinskog oticanja atmosferskih taloga, erozije i zadržavanja vode na njegovoj površini (Brady i Weil, 2002). Navedene promene dovode do degradacije zemljišta, tj. smanjenja njegove produktivne sposobnosti, a veoma nepovoljno utiču i na razvoj vegetacije i zemljišne resurse (Leung i Meyer, 2005).

Zbijenost kao jedna od ekološki najvažnijih karakteristika zemljišta jako utiče na njegov vodni, vazdušni, toplotni i režim ishrane (Gajić *et al.*, 2004), zatim na usvajanje vode i hranljivih materija, kao i na vrednosti otpora penetracije i porast korena (Vaz, 2003), a otuda i na prinose gajenih biljaka (Nikolić i Popović, 1992; Videnović i Dumanović, 1993).

Najvažniji faktori od kojih zavisi penetracioni otpor zemljišta su njegova vlažnost i gustina, tj. zapreminska masa (Campbell i O'Sullivan, 1991a; Unger and Jones, 1998). Mehanički sastav (Baham, 2005; Campbell i O'Sullivan, 1991b), organske materije i struktura takođe, jako utiču na veličinu penetracionog otpora u različitim zemljištima kao i u različitim slojevima i horizontima istog zemljišta.

Cilj ovih istraživanja je da se utvrdi uticaj zbijanja pri gaženju mehanizacijom i ljudima na izmene otpora penetracije zemljišta različitih teksturnih klasa ariljskog malinogorja.

MATERIJAL I METODE RADA

Eksperimentalna izučavanja su obavljena u Ariljskom malinogorju koje se nalazi u jugozapadnoj Srbiji. Istraživanje uticaja gaženja mehanizacije i ljudi na otpor penetracije (zbijenost) zemljišta u malinjacima starim 10 godina obavljeno je u leto 2005. godine. Istraživanjima su obuhvaćena dva najzastupljenija tipa zemljišta ariljskog malinogorja koja se međusobno jako razlikuju u pogledu teksture, i to: mlado beskarbonatno peskovito ilovasto aluvijalno zemljište (fluvisol) i praškasto ilovasto kiselo smeđe šumsko zemljište (distrični kambisol) na mikašistu.

Za postizanje zadovoljavajuće kontrole korova, bolesti i štetočina u malinjacima, uzgajivači malina u ispitivanom malinogorju koriste traktore, motokultivatore, freze, atomizere i neke druge uređaje 10-20 puta godišnje. Pored toga, za vreme berbe, zakidanja mladih i odstranjivanja starih lastara, kao i njihovog iznošenja itd., kroz malinjake se ostvari još oko 30-50 prolaza od strane ljudi.

Pri tako visokoj frekvenciji prolaza točkova mehanizacije i ljudi, često i po jako vlažnom zemljištu, dolazi do zbijanja zemljišta i promena većeg broja njegovih osobina i otuda produktivnosti.

Merenje otpora penetracije u vertikalnom pravcu, do 40 cm dubine, obavljeno je između redova malina na rastojanju od 10 cm. Očitavanje vrednosti otpora vršeno je na svakih 5 cm dubine a obuhvatalo je postupak ponavljanja sa 10 merenja. U vreme merenja otpora penetracije vlažnost istraženih zemljišta bila je bliska njihovom poljskom (kišnom) vodnom kapacitetu. Za merenje otpora penetracije korišćen je ručni statički penetrometar sa konusom od 30° i prečnikom 12,5 mm.

Podaci o izmerenom penetracionom otporu uneti su i obrađeni u softverskom programu WINSURF koji nam je omogućio izradu karte zbijenosti istraženih zemljišta.

U tabeli 1. dat je prikaz mehaničkog sastava istraženih zemljišta i njihove vlažnosti u trenutku merenja penetracionog otpora.

Tab. 1. Vlažnost i mehanički sastav fluvisola i distričnog kambisola

Dubina (cm)	Vlažnost (% mas.)	Sadržaj mehaničkih frakcija – USDA* (%)			Teksturane klase po USDA klasifikaciji
		Pesak**	Prah	Glina	
<i>Fluvisol</i>					
0–10	7.6	49.2	43.0	7.8	Peskovita ilovača
10–20	10.9	48.3	43.8	7.9	Peskovita ilovača
20–30	10.8	54.8	39.7	5.5	Peskovita ilovača
30–40	10.8	43.0	49.9	7.1	Peskovita ilovača
<i>Distrični kambisol</i>					
0–10	23.9	22.3	64.9	12.8	Praškasta ilovača
10–20	22.1	23.4	64.2	12.4	Praškasta ilovača
20–30	21.8	21.4	65.6	13.0	Praškasta ilovača
30–40	22.3	18.8	63.8	17.4	Praškasta ilovača

Napomena: * – USDA: odeljenje Sjedinjenih američkih država za poljoprivredu; ** –pesak, čestice prečnika 2.00-0.05 mm; prah, čestice prečnika 0.05–0.002 mm; glina, čestice < 0.002 mm (Baize)

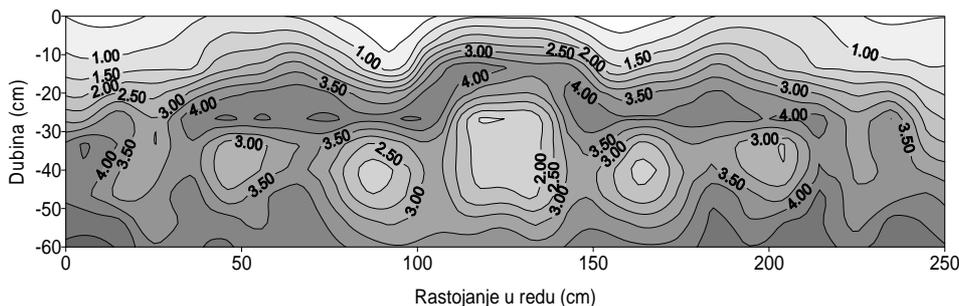
REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U oba malinjaka, utvrđene su značajne razlike u otporu penetracije (zbijenosti) zemljišta između negaženih i gaženih površina, kao posledice kretanja poljoprivrednih mašina i ljudi.

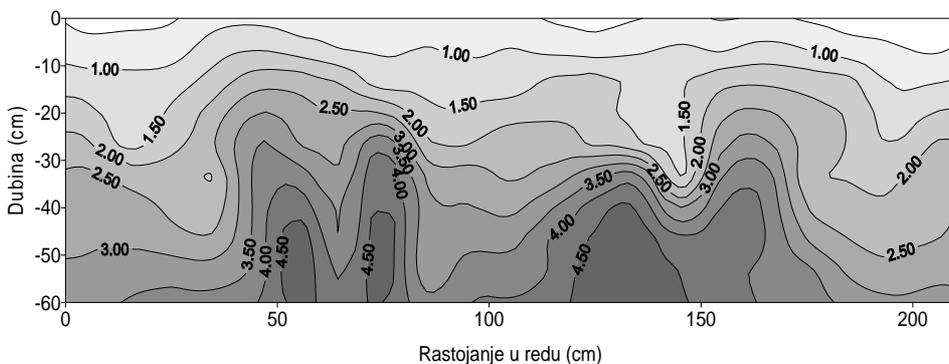
Rezultati merenja otpora penetracije na ispitivanim tipovima fluvisola i distričnog kambisola prikazani su u vidu karte zbijenosti zemljišta (slika 1 i slika 2). Navedene karte jasno pokazuju dve kompaktne zone koje su skoncentrisane na rastojanju od oko 1.2 m, na oko 50-70 cm od redova malina. Rastojanje između simetričnih kompaktnih zona je približno rastojanju traktorskih guma i drugih poljoprivrednih mašina čiji se tragovi poklapaju sa površinama po kojima su gazili ljudi pri branju malina i izvođenju drugih agrotehničkih mera. Do sličnih rezultata u svojim istraživanjima došao je Slowik (1968) i Baham (2005).

Razlike u otporu penetracije (zbijenosti) između negaženih i od strane poljoprivrednih mašina i ljudi gaženih površina znatno su veće u istraženom distričnom kambisolu nego u fluvisolu.

Zbog većeg broja tehnoloških operacija freziranja i tanjiranja tokom prolećnog i letnjeg perioda, koje uzgajivači malina izvođe zbog uništavanja korovske vegetacije, površinski sloj (0-10 cm) ispitivanih zemljišta, pokazuje znatno manju zbijenost od dubljih slojeva, posebno ispod površina radnih staza.



Sl. 1. Karta zbijenosti fluvisola



Sl. 2. Karta zbijenosti distričnog kambisola

Otpor penetracije (zbijenost) je prosečno 2 do 4 puta veći na gaženim površinama istraženih zemljišta nego na negaženim delovima.

Vrednosti penetracionog otpora u istraženim zemljištima variraju od 1000 do 4500 kPa. Pretpostavlja se da su kritične vrednosti otpora penetracije zemljišta, kada koren biljaka ima poteškoće u porastu, oko 2000 kPa (Baham, 2005). Kritična vrednost zavisi od vlažnosti u momentu merenja otpora i mehaničkog sastava zemljišta. Koren može imati poteškoće u razvoju u tvrdoj, zbijenoj zoni okruženoj zemljištem koje nije zbijeno pod uticajem gaženja. Po podacima Lampurlanesa i Cantero-Martinez (2005), penetracioni otpor zemljišta od 1.3 do 3.7 MPa izaziva smanjenje rasta korena biljaka za 50 do 100%.

Teškoće u rastu korena, tj. smanjenje njegove penetracione sposobnosti, ima za posledicu smanjenje prinosa gajenih biljaka. Prema podacima Ministarstva za poljoprivredu i hranu Britanske Kolumbije (1990), vrednosti penetracionog otpora i zbijenosti zemljišta u rizosfernoj zoni manje od 1.0 MPa slabo, a one od 1.0 do 1.5 MPa umereno, a od 2.0 do 3.0 MPa jako utiču na prinose gajenih biljaka.

Rezultati obavljenih istraživanja pokazuju da je samo oko 9% izmerenih vrednosti penetracionog otpora u istraženom fluvisolu manje od 1 MPa, a u distričnom kambisolu oko 16%.

Oko 11% izmerenih vrednosti penetracionog otpora u fluvisolu varira od 1 do 1.5 MPa, a u distričnom kambisolu, oko 13%. U oba istražena zemljišta najveći je broj merenja otpora penetracije sa vrednostima većim od 2 MPa. U fluvisolu je oko 80% izmerenih vrednosti otpora veće od 2 MPa, a u distričnom kambisolu oko 71%.

ZAKLJUČAK

Rezultati obavljenih merenja otpora penetracije u istraženom fluvisolu i distričnom kambisolu ariljskog malinogorja omogućuju zaključke:

- Zbivanje je prisutno u svim zemljištima izučavanog malinogorja, bez obzira na njihov teksturni sastav.
- Najveća zbijenost (vrednosti penetracionog otpora) u međurednom prostoru malinjaka utvrđena je ispod gaženih površina poljoprivrednim mašinama i staza po kojima su se kretali ljudi pri obavljanju raznih agrotehničkih operacija.
- U malinjacima na oba proučena tipa zemljišta, utvrđene su značajne razlike u penetracionom otporu (zbijenosti) između od strane poljoprivrednih mašina i ljudi gaženih i negaženih površina. Razlike u penetracionom otporu (zbijenosti) znatno su veće u distričnom kambisolu nego u fluvisolu.
- Oko 91% izmerenih vrednosti penetracionog otpora u istraženom fluvisolu ≥ 1 MPa, a oko 84% u distričnom kambisolu.
- U uslovima veoma povećane zbijenosti zemljišta koren maline, a i drugih gajenih biljaka, doživljava stres.

LITERATURA

- [1] Baham, J. (2005): Soil Compaction in Western Oregon Vineyards: Soil Compaction Survey Conducted in the Spring of 1999. Crop and Soil Science, Oregon State University, <http://cropandsoil.oregonstate.edu/Soils/vineyard/results.html> (John.Baham@ORST:EDU).
- [2] Baize, D. (1993): Soil Science Analyses. A Guide to Current Use. John Wiley & Sons, Chichester, p. 173.
- [3] Campbell, D.J., O'Sullivan, M.F. (1991a): Bulk density. In: Smith, K.A. and Mullins, C.E. (Eds.), Soil analysis. Physical methods. Marcel Dekker, New York, USA, p. 329–366.
- [4] Campbell, D.J., O'Sullivan, M.F. (1991b): The cone penetrometer in relation to trafficability, compaction, and tillage. In: Smith, K.A. and Mullins, C.E. (Eds.), Soil analysis. Physical methods. Marcel Dekker, New York, USA, pp. 399–430.
- [5] Gajić, B.; Dugalić, G; Sredojević Zorica (2004): Soil compaction as a consequence of utilization modes. Journal of Agricultural Sciences, Vol. 49, No 2, p. 179–185.
- [6] Lampurlanes, J.; Cantero-Martinez, C. (2005): Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems, and their relationship with barley root growth. Chapter III, p. 57-81.
www.tdy.cesca.es/TESIS_Udl/available/tdx-0829103/tjlc5de7.pdf.
- [7] Leung, Y-F.; Meyer, K. (2005): Soil Compaction as Indicated by Penetration Resistance: A Comparison of Two Types of Penetrometers. Department of Parks, Recreation & Tourism Management, North Carolina State University, Raleigh, pp. 370-375,
www.georgewright.org/0382leung.pdf

- [8] Liddle, M.J. (1997): Recreation Ecology: The Ecological Impact of Outdoor Recreation and Ecotourism. London: Champan and Hall.
- [9] Lloyd, D. (2002): Sulla sets farmers agog. Life: Leys in Farming Enterprises Newsletter, Volume 3, March 2002.
- [10] Ministry of Agriculture and Food, British Columbia (1990): Soil Factsheet. Soil Compaction. A Review of its Origin and Characteristics. Order No. 613.100-1, Agdex: 579, p. 1-6.
- [11] Nikolić, R., Popović, Z. (1992): Uticaj sabijanja zemljišta na prinose ratarskih kultura. Savremena poljoprivreda, No 6, pp. 47–50.
- [12] Slowik, K. (1968): The influence of heavy equipment used in apple orchards on compaction of soil. Roczniki Gleboznawcze, T. XIX (dodatek), Warszawa. p. 33–45.
- [13] Unger, P.W., Jones, O.R. (1998): Long-term tillage and cropping systems bulk density and penetration resistance of soil cropped to dryland wheat and grain sorghum. Soil & Tillage Research Vol. 45, p. 39–57.
- [14] Vaz, C.M.P. (2003): Use of a Combined Penetrometer–TDR Moisture Probe for Soil Compaction Studies. Embrapa Agricultural Instrumentation, São Carlos, Brazil, p. 450–457.
- [15] Videnović, Ž., Dumanović, Z. (1993): Effects of soil compaction on maize yield. Zemljište i biljka, Vol. 42, No 3, p. 213–219.

COMPACTION OF THE SOILS OF VARIOUS TEXTURAL CLASSES IN RASPBERRY PLANTATIONS OF RASPBERRY GROWING REGION OF ARILJE

Boško Gajić, Jordan Milivojević, Gorica Bošnjaković, Gordana Matović

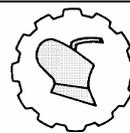
Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: The principal aim of the present investigations was to establish the influence of threading by agricultural machines or people on the changes of penetration resistance (compaction) of the soils of various textural classes in Arilje raspberry growing area. The investigations included two most abundant soil types in the region, which differed significantly from the aspect of their textural composition: young non-carbonate sandy-loam alluvial soil (fluvisol) and silt-loam brown forest acid soil (dystric cambisol) on micashist.

Measuring of penetration resistance in vertical direction, to the depth of 60 cm, between the rows of raspberry plants, at each 10 cm, was performed in the summer 2005 in two raspberry patches 10 years old. For the measurement of the penetration resistance a hand static penetrometer with cone of 30° and radius of 12.3 mm was applied.

Repeated (10-20 times a year, according to the statement of the owner) passages of agricultural machines, frequently in very wet weather, as well as people passing (30-50 times a year) lead to a significant increase of penetration resistance (compaction) of the investigated soils in those areas, i.e. paths where machines and people moved. In these areas penetration resistance is 2 to 3 times higher than in surrounding untouched surfaces between the rows of raspberry plants. The values of penetration resistance (compaction) on the threaded paths vary between 1000 and 5000 kPa. The compaction increase made the penetration of raspberry roots into deeper soil layers very difficult.

Key words: *penetration resistance (compaction), threading, raspberry patch, fluvisol, dystric cambisol.*



UDK: 661.163.6

Originalan naučni rad
Original scientific paper

IZOLACIJA I KARAKTERIZACIJA SPOROGENIH TERMOFILNIH BAKTERIJA IZ STAJNJAKA, KAO OSNOV ZA PROIZVODNJU KOMPOSTA

Vera Raičević, Dušan Radivojević, Blažo Lalević, Igor Kljujev,
Goran Topisirović, Rade Radojević, Zoran Mileusnić

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: U ovom radu predstavljeni su rezultati izolacije i identifikacije termofilnih bakterija iz stajnjaka. Ukupan broj sporogenih bakterija u stajnjaku iznosio je $2.1 \times 10^7 \text{ g}^{-1}$. Identifikacijom izolata je ustanovljeno prisustvo bakterija *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumulus* i *Bacillus amyloliquefaciens*. Ovi bakterijski sojevi, zahvaljujući svojoj enzimskoj aktivnosti, mogu uticati na ubrzanje procesa razgradnje organske materije u stajnjaku i tako doprineti proizvodnji kvalitetnog komposta.

Ključne reči: *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumulus* i *Bacillus amyloliquefaciens*,
stajnjak, kompost.

1. UVOD

Svež stajnjak predstavlja mešavinu tečnih i čvrstih životinjskih izlučevina, prostirke i velikog broja mikroorganizama.

Prostirka je obično bogata ugljenim hidratima, pre svega celulozom, a siromašna azotom. Tečne izlučevine u sebi sadrže veće količine azotnih jedinjenja i manje ugljenih hidrata a čvrste izlučevine sadrže u većem procentu proteine. Zbog velikog prisustva hranljivih materija, vlage, kiseonika stajnjak predstavlja dobru sredinu za rast i razviće različitih grupa mikroorganizama i otuda stajnjak predstavlja jednu od najbiogenijih sredina. U toku procesa zгореvanja stajnjaka dolazi do smene mezofilnih sa termofilnim mikrobnim populacijama i u tim periodima temperatura raste do 75°C .

Primenom stajnjaka u poljoprivrednoj proizvodnji utiče se na poboljšanje strukture zemljišta (Pulleman et al., 2003), povećanje biodiverziteta (Oehl et al., 2004) smanjuje uticaj stresa iz spoljašnje sredine (Macilwain, 2004), što sve doprinosi poboljšanju kvaliteta hrane (Giles, 2004).

Međutim, nepravilna nega stajnjaka dovodi do zagađenja podzemnih voda, eutrofikacije što se negativno odražava na kvalitet životne sredine. Treba imati u vidu da nepravilno pripremljen stajnjak predstavlja izvor patogenih bakterija koje iz takvog stajnjaka mogu dospeti i kontaminirati zemljište, vodu, životinje i čoveka (*Islam et al., 2004*). Brojni su literaturni podaci o prisustvu patogenih bakterija na plodovima povrća i voća poreklom iz nepravilno pripremljenog stajnjaka i komposta (*Lemunier et al; 2005, Franz et al; 2005, Ingham et al; 2005*). Zbog toga u organskoj proizvodnji veliki problem predstavljaju bakterije *E. coli*, *E coli 157: H7*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *salmonella typhimurium* (*Franz et al., 2005*).

Jedan od mogućih načina rešavanja problema, koje u uslovima velikih farmi donosi stajnjak je kompostiranje čvrstog govedeg stajnjaka i dobijanje vrednog organskog đubriva. Potrebe za ovakvim organskim đubrivom su velike u konvencionalnoj a posebno u organskoj poljoprivredi.

Cilj ovog rada je bio izolacija i identifikacija termofilnih sporogenih bakterija u cilju njihove primene u procesu kompostiranja i dobijanje kvalitetnog komposta.

2. MATERIJAL I METOD

Uzorci stajnjaka za mikrobiološke analize uzeti su iz stajnjaka sa farme Poljoprivredne Korporacije Beograd (PKB).

Ukupan broj sporogenih bakterija određen je na TS (10 x razblaženom) agaru, sa inokulumom koji je pasterizovan 10 min. na 80°C. Inkubacija je trajala 48^h na 30⁰. Brojnost bakterijske populacije određena je na 1 g suvog stajnjaka.

Dobijanje čistih kultura je obavljeno klasičnim mikrobiološkim postupcima.

Morfološke karakteristike ćelija su određene mikroskopski (Laica 300).

Identifikacija je obavljena primenom API 50CH (Biomerieux, France) a očitavanje je izvršeno API WEB (Biomerieux, France).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Ukupan broj sporogenih bakterija je iznosio $2.1 \times 10^7 \text{ g}^{-1}$ stajnjaka.

Svi izolati su gram pozitivni štapići, koji formiraju endospore. Utvrđene su razlike u veličini ćelija kod ovih izolata (tabele 1-4). Na osnovu ovih karakteristika svi izolati pripadaju rodu *Bacillus*. Brojna istraživanja ukazuju na prisustvo različitih bakterijskih populacija u stajnjaku, ali dominantne su vrste roda *Thermus* i termofilni *Bacillus* (*Miyatake F., Iwabuchi K, 2005*).

Biohemijskim analizama (API 50 CH) je konstatovano da izolovane bakterije pripadaju vrstama *Bacillus licheniformis* (1T i 10/1T), *Bacillus pumulus* (6 T) i *Bacillus amyloliquefaciens* (10T).

Iz uzorka stajnjaka su izolovana dva soja *B. licheniformis* (1T i 10/1T) koji se međusobno razlikuju po morfološkim i nekom biohemijskim karakteristikama (tabele 1 i 2). *B. licheniformis* je gram pozitivna, ne patogena bakterija koja je široko rasprostranjena u zemljištu.

Tabela 1. Morfološke i fiziološke karakteristike *B. licheniformis* soj 1T

oblik ćelija štapić	Dulcitol –	Amidon (skrob) +
veličina ćelija 2.16 x 0.63 µm	Inozitol –	Glikogen +
spore +	D-Manitol +	Ksilitol –
proširenost sporangije –	D-Sorbitol +	Genciobioza +
Gram reakcija +	Metil-αD-Manopiranozid –	D-Turanoza +
Glicerol +	Metil-αD-Glukopiranozid +	D-Liksoza –
Eritritol –	N-Acetilglukozamin –	D-Tagatoza +
D-Arabinoza –	Amigdalinal +	D-Fukoza –
L-Arabinoza +	Arbutin +	L-Fukoza –
D-Riboza +	Eskulin +	D-Arabitol –
D-Ksiloz +	Salicin +	L-Arabitol –
L-Ksiloz –	D-Celiobioza +	kalijum glukonat –
D-Adonitol –	D-Maltoza +	kalijum 2-ketoglukonat –
Metil-βD-Ksilopiranozid –	D-Laktoza +	kalijum 5-ketoglukonat –
D-Galaktoza +	D-Melibioza –	rast na 30° C +
D-Gluukoza –	D-Saharoza +	rast na 37° C +
D-Fruktoza –	D-Trehaloza +	rast na 50° C +
D-Manoza –	Inulin +	rast na 55° C +
L-Sorboza –	D-Melezitoza –	rast na 60° C +
L-Ramnoza –	D-Rafinoza +	rast na 65° C +

Tabela 2. Morfološke i fiziološke karakteristike *B. licheniformis* soj 10/1

oblik ćelija štapić	Dulcitol –	Amidon (skrob) +
veličina ćelija 3.59 x 1.38 µm	Inozitol –	Glikogen +
spore +	D-Manitol +	Ksilitol –
proširenost sporangije –	D-Sorbitol –	Genciobioza +
Gram reakcija +	Metil-αD-Manopiranozid –	D-Turanoza –
Glicerol +	Metil-αD-Glukopiranozid –	D-Liksoza –
Eritritol –	N-Acetilglukozamin +	D-Tagatoza +
D-Arabinoza –	Amigdalinal +	D-Fukoza –
L-Arabinoza +	Arbutin +	L-Fukoza –
D-Riboza +	Eskulin +	D-Arabitol –
D-Ksiloz –	Salicin +	L-Arabitol –
L-Ksiloz –	D-Celiobioza +	kalijum glukonat –
D-Adonitol –	D-Maltoza +	kalijum 2-ketoglukonat –
Metil-βD-Ksilopiranozid –	D-Laktoza –	kalijum 5-ketoglukonat –
D-Galaktoza +	D-Melibioza –	rast na 30° C +
D-Gluukoza +	D-Saharoza +	rast na 37° C +
D-Fruktoza +	D-Trehaloza +	rast na 50° C +
D-Manoza +	Inulin –	rast na 55° C +
L-Sorboza –	D-Melezitoza –	rast na 60° C +
L-Ramnoza –	D-Rafinoza –	rast na 65° C +

Ova bakterija zahvaljujući sposobnosti sinteze ekstracelularnog enzima alfa amilaze, (degradira α 1-4 glikozidne veze) sposobna je da razgrađuje skrobne supstance kao što su rastvorljivi skrob iz pšenice, kukuruza, pirinča, ječma i dr. (*Ikram-ul-Haq et al; 2005*). *B. licheniformis* je često prisutan u kompostu i ima sposobnost sinteze antifungalnih supstanci koje inhibiraju rast fitopatogenih gljiva (*Phae et al; 1990*). Pored toga može da produkuje antibiotik bacitracin koji inhibira rast patogenih enterobakterija: *Salmonella sp.*, *Shigella flexineri*, *Staphylococcus aureus* (*Ichida et al; 2001*), što je značajno u procesu proizvodnje komposta.

Iz uzorka stajnjaka izolovan je *B. pumilus* (soj 6T). To je gram pozitivna, štapičasta bakterija, veličine ćelija 2.07 x 0.71 μm . (tab. 3).

Tabela 3. Morfološke i fiziološke karakteristike *B. pumilus* soj 6T

oblik ćelija štapić	Metil- α D-Manopiranozid +	Amidon (skrob) –
veličina ćelija 2.07 x 0.71 μm	Dulcitol –	Glikogen –
spore +	Inozitol –	Ksilitol –
proširenost sporangije –	D-Manitol +	Genciobioza +
Gram reakcija +	D-Sorbitol –	D-Turanoza –
Glicerol +	Metil- α D-Glukopiranozid –	D-Liksoza –
Eritritol –	N-Acetilglukozamin +	D-Tagatoza +
D-Arabinosa –	Amigdalinalin +	D-Fukoza –
L-Arabinosa +	Arbutin +	L-Fukoza –
D-Riboza +	Eskulin +	D-Arabitol –
D-Ksiloza +	Salicin +	L-Arabitol –
L-Ksiloza –	D-Celiobioza +	kalijum glukonat –
D-Adonitol –	D-Maltoza –	kalijum 2-ketoglukonat –
Metil- β D-Ksilopiranozid –	D-Laktoza +	kalijum 5-ketoglukonat –
D-Galaktoza +	D-Melibioza +	rast na 30° C +
D-Gluukoza +	D-Saharoza +	rast na 37° C +
D-Fruktoza +	D-Trehaloza +	rast na 50° C +
D-Manoza +	Inulin –	rast na 55° C +
L-Sorboza –	D-Melezitoza –	rast na 60° C +
L-Ramnoza –	D-Rafinoza +	rast na 65° C +

Za *B. pumilus* je karakteristično da u uslovima visoke temperature i visokog alkaliteta proizvodi enzim alkalnu ksilanazu (Duarte et al; 1999). Ksilanaza je enzim koji degradira ksilan, (komponenta hemiceluloze) prisutan u različitom biljnom materijalu, kao i otpadu iz tekstilne i prehrambene industrije. Takođe je poznato da ova bakterija proizvodi ekstracelularne enzime koji razgrađuju pektinske materije (Klug-Santner et al; 2005), i predstavljaju potencijal za industrijsku proizvodnju termostabilne pektinaze (Sharma et al; 2005).

Tabela 4. Morfološke i fiziološke karakteristike *B. amyloliquefaciens* soj 10T

oblik ćelija štapić	Dulcitol –	Amidon (skrob) +
veličina ćelija 3.46 x 1.03 μm	Inozitol –	Glikogen +
spore +	D-Manitol +	Ksilitol –
proširenost sporangije –	D-Sorbitol –	Gentiobioza +
Gram reakcija +	Metil- α D-Manopiranozid –	D-Turanoza –
Glicerol +	Metil- α D-Glukopiranozid –	D-Liksoza –
Eritritol –	N-Acetilglukozamin +	D-Tagatoza +
D-Arabinosa –	Amigdalinalin +	D-Fukoza –
L-Arabinosa +	Arbutin +	L-Fukoza –
D-Riboza +	Eskulin +	D-Arabitol –
D-Ksiloza –	Salicin +	L-Arabitol –
L-Ksiloza –	D-Celiobioza +	kalijum glukonat –
D-Adonitol –	D-Maltoza +	kalijum 2-ketoglukonat –
Metil- β D-Ksilopiranozid –	D-Laktoza –	kalijum 5-ketoglukonat –
D-Galaktoza –	D-Melibioza –	rast na 30° C +
D-Gluukoza +	D-Saharoza +	rast na 37° C +
D-Fruktoza +	D-Trehaloza +	rast na 50° C +
D-Manoza +	Inulin –	rast na 55° C +
L-Sorboza –	D-Melezitoza –	rast na 60° C +
L-Ramnoza –	D-Rafinoza –	rast na 65° C +

B. amyloliquefaciens je takođe gram-pozitivna sporogena bakterija, široko rasprostranjena u zemljištu. Ova bakterija u morfološkom i biohemijskom pogledu pokazuje veliku sličnost sa *B. subtilis*. Soj 10T koji je izolovan iz stajnjaka odlikuje se dobrim rastom na temperaturama od 30 °C do 65 °C (tab. 4).

Primena bakterija kao biokontrolnih agenasa se u poslednje vreme intenzivno izučava (Souto et al; 2004, Yu et al; 2002). Značajno mesto zauzimaju vrste iz roda *Bacillus* za koje je dokazano da stvaraju različite antifungalne materije peptidne i lipopeptidne prirode, kao što su fungicin, iturin, bacilomicin i dr. Ove materije mogu inhibirati rast fitopatogenih gljiva iz rodova *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*. *B. amyloliquefaciens* proizvodi antifungalne komponente koje inhibiraju rast *Fusarium*, *Rhizoctonia solani* i *Sclerotinia*. Dokazano je da *B. amyloliquefaciens* stvarajući različite izomere iturina A, inhibira rast *R. solani* u *in vitro* uslovima. (Yu et al., 2002). Pored uloge koju ima u kontroli rasta fitopatogenih gljiva, *B. amyloliquefaciens* proizvodi i enzime, kao što su α -amilaza, subtilisin i barnaze (a ribonukleaze).

Zahvaljujući sposobnosti sinteze različitih enzima, kao i sposobnosti sinteze različitih antifungalnih i antibakterijskih jedinjenja opravdano je unošenje bakterijskih populacija u stajnjak (Arkhipchenko et al., 2005), u cilju dobijanja kvalitetnog komposta. Ove karakteristike bakterija iz roda *Bacillus* opravdavaju njihovu primenu u proizvodnji zdravstveno bezbedne hrane.

Treba imati u vidu da su ovo aerobni procesi i da je neophodno obezbediti aerobne uslove za normalan rast ovih bakterija.

4. ZAKLJUČAK

Broj sporogenih bakterija u stajnjaku je iznosio $2.1 \times 10^7 \text{ g}^{-1}$.

U ispitivanom uzorku je konstatovano prisustvo sporogenih aerobnih bakterija *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumulus* i *Bacillus amyloliquefaciens*.

Svi izolovani sojevi se odlikuju dobrim rastom na temperaturi od 30 do 65 °C.

Biohemijske karakteristike ovih sojeva opravdavaju njihovu primenu u procesu kompostiranja stajnjaka.

LITERATURA

- [1] Phae C.G., M. Sasaki, M. Shoda and H. Kubota (1990): Characteristic of *Bacillus subtilis* isolated from composts suppressing phytopathogenic microorganism. *Soil Sci. Plant Nutr.* 36, pp. 568-575.
- [2] Lettuce Franz E, van Diepeningen AD, de Vos OJ, van Bruggen AH. (2005): Effects of Cattle Feeding Regimen and Soil Management Type on the Fate of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium in Manure, Manure-Amended Soil, and Lettuce. *Appl Environ Microbiol.*; 71(10):6165-74.
- [3] Pulleman M., Jongmans A., Marinissen J., Bouma J. (2003): Effects of organic versus conventional arable farming on soil structure and organic matter dynamics in a marine loam in the Netherlands. *Soil Use and Management* 19, 157-165.
- [4] Oehl F., Sieverding E., Maeder P., Dubois D., Ineichen K., Boller T., Wiemken A. (2004): Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Oecologia* 138, 574-583.
- [5] Macilwain C. (2004): Is organic farming better for the environment? *Nature (London)* 428, 797-798.
- [6] Giles J. (2004): Is organic food better for us. *Nature (London)* 428, 796-797.

- [7] Lemunier M, Francou C, Rousseaux S, Houot S, Dantigny P, Piveteau P, Guzzo J. (2005): Long-term survival of pathogenic and sanitation indicator bacteria in experimental biowaste composts. *Appl Environ Microbiol.*; 71(10):5779-86.
- [8] Ingham SC, Fanslau MA, Engel RA, Breuer JR, Breuer JE, Wright TH, Reith-Rozelle JK, Zhu J. (2005): Evaluation of fertilization-to-planting and fertilization-to-harvest intervals for safe use of noncomposted bovine manure in Wisconsin vegetable production. *Food Prot.*; 68(6):1134-42.
- [9] Souto G.I., Correa O.S., Montecchia M.S., Kerber N.L., Poucheu N.L., Bachur M., Garcia A.F. (2004): Genetic and functional characterization of a *Bacillus sp.* strain excreting surfactin and antifungal metabolites partially identified as iturin-like compounds. *Journal of Applied Microbiology*, 97, 1247-1256.
- [10] Fumihito Miyatake and Kazunori Iwabuchi (2005): Effect of high compost temperature on enzymatic activity and species diversity of culturable bacteria in cattle manure compost. *Bioresource Technology* 96, 1821-1825.
- [11] Arkhipchenko I.A., Salkinoja-Salonen M.S., Karyakina J.N., Tsitko I. (2005): Study of three fertilizers produced from farm waste. *Applied Soil Ecology* 30, 126-132.
- [12] Yu G.Y., Sinclair J.B., Hartman G.L., Bertagnolli B.L. (2002): Production of iturin A by *Bacillus amyloliquefaciens* suppressing *Rhizoctonia solani*. *Soil Biology & Biochemistry* 34, 955-963.
- [13] Duarte M.C.T., Portugal E.P., Ponezi A.N., Bim M.A., Tagliari C.V., Franco T.T. (1999): Production and purification of alkaline xylanases. *Bioresource Technology* 68, 49-53.
- [14] Ikram-ul-Haq, Hamad Ashraf, Qadeer M.A., Javed Iqbal (2005): Pearl millet, a source of alpha amylase production by *Bacillus licheniformis*. *Bioresource Technology* 96, 1201-1204.
- [15] Sharma D.C., Satyanarayana T. (2005): A marked enhancement in the production of a highly alkaline and thermostable pectinase by *Bacillus pumilus* desc1 in submerged fermentation by using statistical methods. *Bioresource Technology* (accepted 4 April 2005).
- [16] Klug-Santner B.G., Schnitzhofer W., Vršanska M., Weber J., Agrawal P.B., Nierstrasz V.A., Guebitz M.G. (2005): Purification and characterization of a new bioscouring pectate lyase from *Bacillus pumilus* BK2. *Journal of Biotechnology* (accepted 14 July 2005).
- [17] Ichida M.J., Krizova L., LeFevre C.A., Keener M.H., Elwell D.L., Burt E.H. (2001): Bacterial inoculum enhances keratin degradation and biofilm formation in poultry compost. *Journal of Microbiological Methods* 47, 199-208.

Napomena: Rad je nastao kao rezultat istraživanja u toku realizacije Inovacionog projekta MNT PTR 20 89 B.

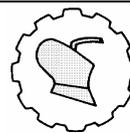
IZOLATION AND CHARACTERIZATION SPOROGENIC THERMOPHILIC BACTERIA FROM MANURE AS REASON FOR COMPOST PRODUCTION

Vera Raičević, Dusan Radivojević, Blažo Lalević, Igor Kljujev,
Goran Topisirović, Rade Radojević, Zoran Mileusnić

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: This paper shows results of isolation and identification thermophilic bacteria from manure. Total number of sporogenic bacteria in manure was $2.1 \times 10^7 \text{ g}^{-1}$. It is investigated presence of *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus* i *Bacillus amyloliquefaciens*. These strains of bacteria, on basic enzymatic activity, can speed up degradation organic matter in manure and have a share in production high-quality compost.

Key words: *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus* and *Bacillus amyloliquefaciens*, manure, compost.



UDK: 631.879.4

Originalan naučni rad
Original scientific paper

PROIZVODNJA KOMPOSTA NA BAZI ČVRSTOG GOVEĐEG STAJNJAKA U USLOVIMA PKB-a

**Dušan Radivojević, Goran Topisirović, Vera Raičević,
Rade Radojević, Zoran Mileusnić, Blažo Lalević**

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: U radu su razmatrani uslovi proizvodnje komposta na bazi čvrstog goveđeg stajnjaka, aerobnom metodom nege u uslovima Poljoprivredne Korporacije Beograd. Analizirano je postojeće stanje, broj grla, raspoloživa površina poljoprivrednog zemljišta, obezbeđenost mineralnim materijama po sadašnjem načinu gazdovanja sa stajnjakom, kao i posle kompostiranja.

Ključne reči: *čvrsti goveđi stajnjak, aerobna nega, kompost, mineralne materije.*

1. UVOD

Na farmama Poljoprivredne Korporacije Beograd (PKB), svakodnevno se proizvedu velike količine stajnjaka. Te količine, uzimajući u obzir trenutni broj samo muznih krava, kao najznačajnije kategorije, dostižu nivo od 159.140 t/godišnje, svežeg stajnjaka, odnosno oko 96.000 t/godišnje, zgorelog.

U odnosu na raspoložive poljoprivredne površine od 15.552 ha i prosečan broj UG (uslovnih grla po jednom) hektaru od 0,6 UG/ha, može se zaključiti da se korišćenjem stajnjaka može zadovoljiti potreba za mineralnim materijama (NPK) za oko 32 %. Ako se pri tome ima u vidu činjenica da se mineralne materije iz stajskog đubriva ne mogu iskoristiti u prvoj godini (produžno dejstvo), onda je obezbeđenost mineralnim materijama iz stajnjaka u prvoj godini oko 21%.

Proizvodnja stajnjaka nije ujednačena, zbog različitog broja grla. Pri tome treba imati u vidu da su kapaciteti farmi nepopunjeni, odnosno da postoje uslovi za veću proizvodnju.

Količina zgorelog stajnjaka na godišnjem nivou obezbeđuje prosečno oko 6,2 t/ha ili 18,5 t svake treće godine.

Nega i postupci sa stajnjakom na PKB-u su u ovom trenutku potpuno izostavljeni. Kao posledica toga stajnjak je u trenutku korišćenja sa lošim fizičko-mehaničkim svojstvima, niskom đubrivnom vrednošću, neujednačenog kvaliteta, sa obiljem mehaničkih nepoželjnih primesa i sa vrlo velikim negativnim posledicama, naročito na korišćenu tehniku za manipulaciju.

Međutim, za značajno poboljšanje opšteg stanja stajnjaka uz višestruko povećanje njegove vrednosti na PKB-u postoje uslovi. Pod tim se podrazumeva uvođenje aerobnog načina nege stajnjaka i njegovo prevođenje u kompost uz novinu, u odnosu na ranije testirane tehnologije, koja se odnosi na korišćenje nove generacije posebno izolovanih termofilnih mikroorganizama.

2. TEHNOLOŠKI POSTUPAK MANIPULACIJE I NEGE STAJNJAKA

Stajnjak predstavlja mešavinu izlučevina i prostirke u kojem se nalazi veoma veliki broj mikroorganizama. U zavisnosti od pogodnih uslova u stajnjaku zavisi i opstanak mikroorganizama kojima ti uslovi odgovaraju. Uslovi u stajnjaku mogu biti promenjeni prinudno, manipulacijom, koja može biti diktirana i usmeravana.

Prostirka u mnogome može da utiče na stanje stajnjaka, odnosno na dinamiku promena u njemu.

Aerobni uslovi nege stajnjaka u velikoj meri doprinose burnim promenama u stajnjaku, pre svega značajno doprinose razvoju grupe mikroorganizama koji razaraju organsku materiju, kao i razna organska jedinjenja, smanjuju sadržaj ugljenika, a time dovode do oslobađanja azota iz složenih organskih jedinjenja.

Svi ovi procesi uz aerobne uslove, dovoljno prisustvo kiseonika mogu se okončati za samo 40 dana, a stajnjak prevesti u visokovredno organsko đubrivo.

U postupku aerobne fermentacije, pod uticajem termofilnih mikroorganizama, oslobađaju se visoke temperature. Proces razvoja termofilnih mikroorganizama je buran, ostvari se za samo 12 časova od početka tretmana.

U tom periodu temperature rastu do 75 ° C. Period visokih temperatura traje oko 25 dana. Za to vreme pored navedenih promena, dešava se još jedna veoma bitna promena koja se odražava na primese u stajnjaku.

Pod tim se podrazumeva uticaj visokih temperatura na seme korova. Naime, seme zbog uticaja visokih temperatura, koje traju dugo, gubi sposobnost klijanja. Takođe i patogeni mikroorganizmi nestaju, a kompost postaje sterilna masa.

Aerobnost mase stajnjaka se ostvaruje mehaničkim tretmanom stajnjaka pomoću specijalne mašine sa agresivnim radnim telom, osposobljenim za rastresanje usitnjavanje, mešanje i prevrtanje mase. Odnosno, osposobljenom za ostvarivanje aerobnih uslova u masi stajnjaka.

Tretman mase se izvodi povremeno. U prvoj sedmici tri puta, a potom po dva puta sedmično, do okončanja postupka. Prosečan broj tretmana je 12 puta do okončanja postupka.

3. EFEKTI

PKB Korporacija raspolaže sa 15.541 ha poljoprivrednog zemljišta. U isto vreme u farmama PKB-a, nalazi se 8.720 grla muznih krava, odnosno prosečno 0,6 UG/ha.

Prateće kategorije nisu uzimane u obzir.

Pomenuti broj krava godišnje produkuje oko 159.140 t svežeg stajnjaka. Od te mase se godišnje može očekivati oko 96.000 t zgorelog stajnjaka. Prema sastavu tog stajnjaka, može se očekivati prosečno 68,2 t/godina N, odnosno prosečno 408 t/godina NPK.

Ukoliko se količine mineralnih materija uporede prema poljoprivrednom zemljištu, pod uslovom da je norma đubrenja 600 kg NPK/ha, može se zaključiti da je prosečna obezbeđenost ovim mineralnim materijama oko 32%.

Naravno treba imati u vidu da se mineralne materije iz stajnjaka ne mogu iskoristiti u prvoj godini, zbog produžnog dejstva, može se računati na 50 %, od ukupne vrednosti, odnosno na oko 200 t/godišnje, ili samo 15 %. Praktično nedovoljno.

Na osnovu prikazanog stanja na PKB-u treba preduzeti mere da se iskoriste potencijali u sirovini, opremi i tehnologiji i primeniti ih u praksi.

Kao rezultat novog tehnološkog postupka, dobija se proizvod, visokovredno organsko đubrivo, sa znatno povećanom đubrivnom vrednošću, manjom masom, boljom strukturom, nižom vlažnošću, potpunom sterilnošću, oslobođenog od patogena i semena korovskog bilja.

Rezultat novog postupka sa stajnjakom u uslovima PKB-a je ilustrovan u tabeli 2.

Tab. 1. Raspoložive količine stajnjaka, njegov sastav i stepen obezbeđenja mineralnih materija po jedinici površine na gazdinstvima PKB-a

Gazdinstvo	Obradiva površina (ha)	Broj muznih krava	Broj UG/ha	Količina stajnjaka (t/godina)		Sadržaj u zgoralom (t/godina)		Obezbeđenje (t/ha)		% obezbeđenja (0,6=100)
				svež	zgorao	N	NPK	N	NPK	
Mladost	2112	1440	0,81	26280	15768	78,8	473	0,037	0,223	37
Lepušnica	2992	1380	0,55	25185	15111	75,6	453	0,025	0,151	25
Kovilovo	2628	1100	0,50	20075	12045	60,2	361	0,022	0,137	23
Padinska	2123	1100	0,51	20075	12075	60,4	362	0,028	0,169	28
Prelaz	2230	1200	0,53	21900	13140	65,7	394	0,029	0,176	29
Pionir	2076	1400	0,67	25550	15330	76,6	450	0,036	0,221	37
Dunavac	1380	1100	0,79	20075	12045	60,2	361	0,043	0,261	43

Tab. 2. Količine komposta i njegov sastav kao i stepen obezbeđenja mineralnih materija po jedinici površine na gazdinstvima PKB-a

Gazdinstvo	Obradiva površina (ha)	Broj muznih krava	Broj UG/ha	Količina (t/godina)		Sadržaj u kompostu (t/godina)		Obezbeđenje (t/ha)		% obezbeđenja 0,6=100
				svež	komp.	N	NPK	N	NPK	
Mladost	2112	1440	0,81	26280	13140	355	2128	0,161	1,00	167
Lepušnica	2992	1380	0,55	25185	12592	338	2040	0,112	0,68	113
Kovilovo	2628	1100	0,50	20075	10038	271	1626	0,103	0,618	103
Padinska	2123	1100	0,51	20075	10038	272	1630	0,127	0,763	121
Prelaz	2230	1200	0,53	21900	10950	296	1774	0,132	0,795	132
Pionir	2076	1400	0,67	25550	12775	345	2070	0,167	0,996	167
Dunavac	1380	1100	0,79	20075	10038	271	1626	0,196	1,178	196

Prema istim polaznim parametrima krajnji rezultati se veoma razlikuju. Od iste količine polazne sirovine-svežeg stajnjaka 159.140 t/godina, dobija se 79.570 t/godina, komposta.

U kompostu se sadrži prosečno 307 t/godina N, odnosno prosečno 1.842 t/godina NPK. U odnosu na poljoprivrednu površinu PKB Korporacija može obezbediti prosečno 0,142 t/ha N, odnosno prosečno 0,861 t/ha NPK.

4. PROCENA EFEKTA KOJI ĆE SE OSTVARITI

1. Troškovi rada mašine za aerobnu negu stajnjaka i proizvodnju komposta.

Polazni parametri:

- proizvodna cena mašine.....	36.000,00 €,
- godišnja stopa amortizacije.....	14 %,
- troškovi godišnjeg održavanja	12%,
- broj časova rada u toku godine	500,
- snaga motora	44 kW,
- specifična potrošnja goriva	0,175 kg/kW/h,
- učinak mašine	300 m ³ /h,
- rukovaoc mašine ld/m	250 €,
- osiguranje	0,5%.

Troškovi rada mašine	0,36 €/t,
Amortizacija mašine	0,16 €/t,
Kamate	0,08 €/t,
Lični dohoci	0,11 €/t,
Održavanje mašine	0,31 €/t,
Osiguranje	0,01 €/t.
UKUPNO	1,03 €/t.

5. PROCENA VREDNOSTI PROIZVODA

Osnovni parametri:

1 t sirovog stajnjaka = 0,5 t komposta,

1 t sirovog stajnjaka = 0,005 t (N),

1 t komposta = 0,024 t (N)

Tržišna vrednost minerala azota (N) iz mineralnog đubriva je 1,25 €/kg,

1 t komposta = 24 kg (N) x 1,25 €/kg = 30 €/t.

Efekti aerobne nege i proizvodnje komposta se sagledava u povećanju njegove đubrivne vrednosti:

$$30 \text{ €/t} - 1,03 \text{ €/t} = 28,97 \text{ €/t.}$$

Đubrivna vrednost komposta se povećava za 28,97 €/t u odnosu na njegovu vrednost pri hladnom načinu nege. Troškovi nege iznose 1,03 €/t.

6. ZAKLJUČAK

Prevođenjem stajnjaka u kompost po novoj tehnologiji i uz korišćenje novog soja termofilnih mikroorganizama, značajno se povećava vrednost krajnjeg proizvoda, višestruko.

Njegovim korišćenjem kao đubriva na poljoprivrednom zemljištu obezbeđuje se značajna supstitucija mineralnih materija iz mineralnih đubriva, smanjuju ukupni troškovi proizvodnje, ali pre toga i troškovi manipulacije sa đubrivom.

Ukoliko se kompost posmatra kao roba za tržište, on nema konkurenciju na domaćem tržištu. Na Evropskom takođe, jer gotovo da ne postoje farme takve koncepcije gajenja krava niti tog kapaciteta kakve su na PKB-u.

Drugim rečima nema tako velikih količina sirovine na jednom mestu, koja bi se lako i brzo mogla oplemeniti i pojaviti kao roba.

Treba posebno istaći da je kompost inertna potpuno sterilna masa. Ta se sterilnost odnosi na potpunu eliminaciju patogena, kao i klijavost semena korova koja, je zbog procesa nege potpuno izgubila sposobnost.

Ako se ima u vidu poboljšanje fiziko mehaničkih osobina komposta, manju zapreminsku masu i poroznost, njegova vrednost se još uvećava, jer se značajno smanjuju troškovi manipulacije i korišćenja.

Napomena: U radu su prezentirani rezultati istraživanja do kojih se došlo u toku realizacije Inovacionog projekta MNT PTR 20 89 B.

LITERATURA

- [1] Radivojević, D. (1997): Utvrđivanje parametara kompostiranja tečnog stajnjaka sa slamom pšenice, (Establishing of parameters for liquid manure composting with wheat straw), časopis, Poljoprivredna tehnika, p.p. 1-11.
- [2] Radivojević, D., Tošić, M., Milivojević, J. (1998): Efekti aerobne nege čvrstog stajnjaka mašinskim putem, (Effects off aerobic treatment of solid manure using mashines), časopis "Traktori i pogonske mašine" (Tractors and power machines).
- [3] Radivojević, D., Hristov, S., Jožef, J. (1998): Tehnološki i higijenski aspekti uklanjanja i korišćenja tečnog stajnjaka (Technological and hygienic aspects of the elimination and usage of the slurry), Savremena poljoprivreda (Contemporary agriculture), p.p. 229-234.
- [4] Radivojević, D., Topisirović, G., Sredojević Zorica (2002): Procena ekonomske efikasnosti proizvodnje komposta na bazi tečnog stajnjaka i slame. Časopis "Agroeconomica", p.p. 127-132.
- [5] Radivojević, D., Topisirović, G (2002): Analza promena parametara kompostiranja naturalnog tečnog stajnjaka. Jurnal "Biotechnology in animal husbandry", Institute for animal husbandry, Vol. 18, 5-6, p.p. 167-175.

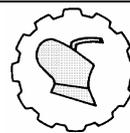
PRODUCTION OF COMPOST FROM SOLID CATTLE MANURE IN CONDITIONS OF PKB

**Dušan Radivojević, Goran Topisirović, Vera Raičević,
Rade Radojević, Zoran Mileusnić, Blažo Lalević**

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: Aerobical treatment of solid cattle manure and production of compost in conditions of Agricultural Cooperation Belgrade are analyzed in this paper. Existing conditions, number of cattle, available area of agricultural land and mineral matter supply before and after the compost application were investigated and discussed.

Key words: *solid cattle manure, aerobical treatment, compost, mineral matter.*



UDK: 621.313.33:621.52

Originalan naučni rad
Original scientific paper

PRAKTIČAN PRIMER POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI MALIH PUMPNIH STANICA REPROJEKTOVANJEM

Milan Radić¹, Dalibor Nikolić³, Zoran P. Stajić¹, Đukan R. Vukić²

¹Elektronski fakultet - Niš, ²Poljoprivredni fakultet - Beograd

³JP "Elektrodistribucija" - Niš

Sadržaj: Na primeru Crpne stanice "Gnjilan" u okviru JP "Vodovod" Pirost, prikazan je način za povećanje energetske efikasnosti malih pumpnih stanica zamenom postojećih pumpnih agregata novim. Pokazano je da je, čak i u situaciji kada ne postoje odgovarajući uređaji za merenje protoka, moguće identifikovati karakteristiku cevovoda i optimalnu radnu tačku sistema primenom indirektno merenja električnih veličina pogonskog motora. U skladu sa identifikovanim parametrima, izvršen je izbor novog pumpnog agregata čijom primenom se mogu ostvariti znatne uštede u odnosu na postojeće stanje sistema.

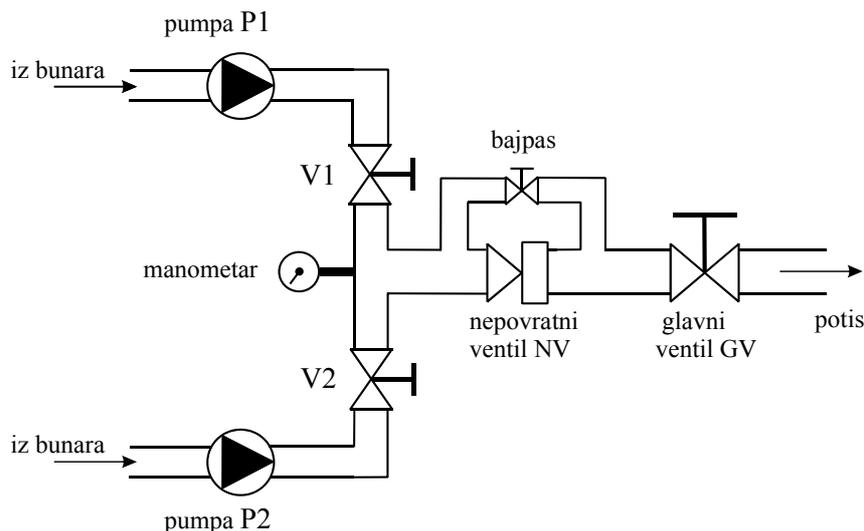
Ključne reči: *pumpa, energetska efikasnost, reprojekovanje.*

1. UVOD

Trend povećanja energetske efikasnosti procesa proizvodnje koji je opšte prisutan u našem okruženju poslednjih godina, ne može da zaobiđe ni sektor poljoprivrede. Mala pumpna postrojenja redovno se sreću u mnogim segmentima poljoprivredne delatnosti, pri čemu količina utrošenih energenata u toku njihovog rada direktno utiče na rentabilnost proizvodnje, bilo da se kao pogonsko sredstvo koriste motori sa unutrašnjim sagorevanjem ili elektromotori. Na žalost, veoma je česta situacija da prilikom projektovanja ovakvih postrojenja u prošlosti kriterijum energetske efikasnosti uopšte nije uvažavan. Takođe, gotovo redovno se sreću i slučajevi da su kapaciteti pumpi i pogonskih motora predimenzionisani u odnosu na realne potrebe, što nameće zahteve za veštačkim ograničavanjem protoka, pri čemu se dodatno umanjuje stepen korisnog dejstva samog sistema. Detaljna analiza i optimalno reprojekovanje ovakvih sistema mogu u značajnoj meri da povećaju efikasnost procesa pumpanja. U ovom radu je to pokazano na praktičnom primeru zamene jedne pumpe u maloj crpnoj stanici koja radi u okviru sistema vodosnabdevanja Pirota, ali izloženi pristup rešavanju problema ima opšti karakter i mogao bi biti primenjen svuda gde za to postoji potreba.

2. TRENUTNO STANJE I PROBLEMI U RADU CS "GNJILAN"

Crpna stanica "Gnjilan" nalazi se na periferiji grada Pirota, i od sredine 70-tih godina prošlog veka kada je puštena u pogon, predstavlja osnovu vodosnabdevanja sela Gnjilan i okolnih mesta. Hidrograđevinska instalacija smeštena u mašinskoj sali ove CS projektovana je za rad dve pumpe i njena principna šema je prikazana na slici 1. Krajevi usisnih cevi pumpe P1 i P2 nalaze se u zajedničkom bunaru a njihovi potisi se preko propusnih ventila V1 i V2 spajaju na zajednički potisni cevovod. Na početku zajedničkog potisa postavljen je nepovratni ventil čija je funkcija da sprečava vraćanje vode iz mreže u slučaju zastoja u radu pumpne stanice, i neposredno iza njega glavni ventil GV namenjen za eventualnu regulaciju protoka. Nepovratni ventil je premošćen bajpasom čiji se ventil otvara u situacijama kada je potrebno izvršiti punjenje radnih kola pumpi vodom iz mreže. Na mestu spajanja potisa pumpi P1 i P2 postoji manometar mernog opsega $0 \div 25 \text{ bar}$ koji je ujedno i jedini merni instrument instaliran u crpnoj stanici.



Slika 1. Principna šema CS "Gnjilan"

Pumpa P1, proizvodnje "Jastrebac" Niš, ima nazivnu snagu $P_n = 30 \text{ kW}$ i nosi oznaku VP50-8, ali je analizom utvrđeno da je u toku nekog od brojnih remonta kojima je pumpa bila podvrgavana, izvršeno skidanje jednog radnog kola, tako da njene radne karakteristike realno odgovaraju pumpi tipa VP50-7. Na pumpi P2 ne postoji nikakva oznaka na osnovu koje bi mogao da se odredi njen tip, ali na osnovu činjenice da su pogonski motori obe pumpe identični može se pretpostaviti da je njena snaga takođe 30 kW . Kao pogonski motori pumpe P1 i P2 upotrebljeni su trofazni kavezni asinhroni motori proizvodnje "Sever" Subotica, sledećih nominalnih podataka:

$$P_n = 30 \text{ kW}, U_n = 380 \text{ V}, \Delta, n_n = 2935 \text{ ob/min}, \eta_n = 0.895, \cos \varphi_n = 0.87.$$

Potrebe potrošnje vode koje se obezbeđuju iz CS "Gnjilan" su takve da je neophodan kontinuiran rad ove crpne stanice u toku celog dana. Upravljačka automatika je izvedena tako da je moguć isključivo samostalni rad jedne od pumpi, a kako se njihove eksploatacione karakteristike razlikuju, iskustveno je utvrđeno da je povoljniji režim rada crpne stanice pogon sa pumpom P1 (VP50-8). Zbog toga je od početka rada CS "Gnjilan" pumpa P1 ostvarila daleko veći broj radnih sati u odnosu na pumpu P2 koja je uglavnom služila kao rezerva i bila u pogonu samo u periodima remonta pumpe P1 i njenog pogonskog motora. Nakon tri decenije intenzivne eksploatacije i većeg broja izvršenih remonta, pouzdanost rada pumpe P1 i njenog motora je smanjena tako da su havarije i otkazi postali češći. U tom smislu, u poslednjih godinu dana režim rada CS "Gnjilan" je izmenjen, i to tako da je u stalnom pogonu pumpa P2, dok pumpa P1 sada ima ulogu rezervnog agregata.

Osnovni problem koji se javlja pri radu pumpe P2, i zbog koga je njena upotreba u prošlosti izbegavana, ogleda se u činjenici da pri potpuno otvorenom potisnom ventilu protok koji pumpa ostvaruje prevazilazi izdašnost crpilišta. Usled toga brzo dolazi do nestanka vode u bunaru, pri čemu sama pumpa ulazi u vrlo opasan režim rada. Ovaj problem posebno dobija na težini ako se zna da rad CS "Gnjilan" nije pod stalnim nadzorom operatera koji bi u takvoj situaciji mogao brzo da reaguje i spreči havariju na pumpi. Rešenje ovakve situacije nađeno je u tome da se glavni potisni ventil znatno priguši za vreme rada pumpe P2, čime se protok svodi na vrednost koja je usklađena sa izdašnošću izvorišta i koja bi inače bila ostvarena neprigušenim radom pumpe P1. Međutim, ovakav način rešavanja problema je izuzetno nepovoljan sa aspekta energetske efikasnosti procesa ispumpanja vode jer se na prigušenom ventilu stvaraju nepotrebni gubici energije ([1]).

Na osnovu opisane situacije nije teško zaključiti da je izbor pumpe P2 u samom startu bio neadekvatan, pa se u skladu sa time kao jedino stvarno prihvatljivo rešenje nameće izbor nove pumpe kojom bi se ona zamenila.

3. IDENTIFIKACIJA OPTIMALNOG PROTOKA I KARAKTERISTIKE CEVOVODA

Iz teorije projektovanja pumpnih postrojenja ([1]) poznato je da je za pravilan izbor pumpe i njenog pogonskog motora neophodno poznavanje karakteristike potisnog cevovoda i vrednosti protoka koju je potrebno ostvariti. Kako u CS "Gnjilan" ne postoji instaliran uređaj za merenje protoka, jedine informacije na koje se može osloniti u procesu identifikacije potrebnih parametara dobijaju se na osnovu pokazivanja manometra instaliranog na početku potisnog cevovoda i merenjem električnih veličina pogonskog motora pumpe. Pri tome se koristi indirektan postupak za određivanje protoka pumpe na osnovu merenja električnih veličina pogonskog motora ([2]), koji je zasnovan na činjenici da uz precizno poznavanje radnih karakteristika same pumpe, njen pogonski motor može biti iskorišćen kao "instrument" za merenje protoka. Ispravnost ovakvog pristupa je već potvrđena kroz praktične rezultate tri projekta Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije ([3], [4], [5]), a koji su realizovani na lokaciji PS "Berilovac" u okviru JKP "Vodovod i kanalizacija" Pirot. U konkretnom slučaju određivanja optimalnog protoka i karakteristike cevovoda CS "Gnjilan" analiza je bila usmerena na pumpu P1, pre svega jer je njen tip bilo relativno lako utvrditi (VP50-8 sa skinutim jednim radnim kolom), ali i zbog činjenice da njen protok pri potpuno otvorenom potisnom ventilu odgovara izdašnosti crpilišta.

Najjednostavniji pristup koji se može usvojiti u primeni indirektnih metoda za određivanje protoka jeste pretpostavka da radne karakteristike pumpe odgovaraju karakteristikama datim u katalogu proizvođača. Međutim, nakon skoro tri decenije eksploatacije i više izvršenih remonta na samoj pumpi, realno je očekivati da je došlo do značajnih izmena u obliku njenih radnih karakteristika u odnosu na početno stanje, što u slučaju zanemarenja može da dovede do krupnih grešaka. Zbog toga je u daljoj analizi prvi korak bio usmeren ka što preciznijem određivanju radnih karakteristika pumpe P1.

3.1. Eksperimentalna verifikacija radnih karakteristika pumpe P1

Eksperiment koji je izveden imao je sledeći tok: ventil V1 je potpuno otvoren, V2 je potpuno zatvoren, i pumpa P1 puštena u pogon. Glavni ventil na potisu GV je na početku eksperimenta bio u položaju najveće zatvorenosti (pri tome ipak nije bilo postignuto potpuno zatvaranje usled pohabanosti samog ventila), a u određenim vremenskim intervalima je otvaran za izvestan broj obrtaja, pri čemu su po ustaljivanju režima beleženi podaci o pritisku na potisu pumpe p_p i vrednost aktivne snage koju je pogonski motor uzimao iz mreže u datoj tački. Eksperiment je završen u tački kada je GV bio potpuno otvoren, što odgovara normalnom radnom režimu pumpe P1.

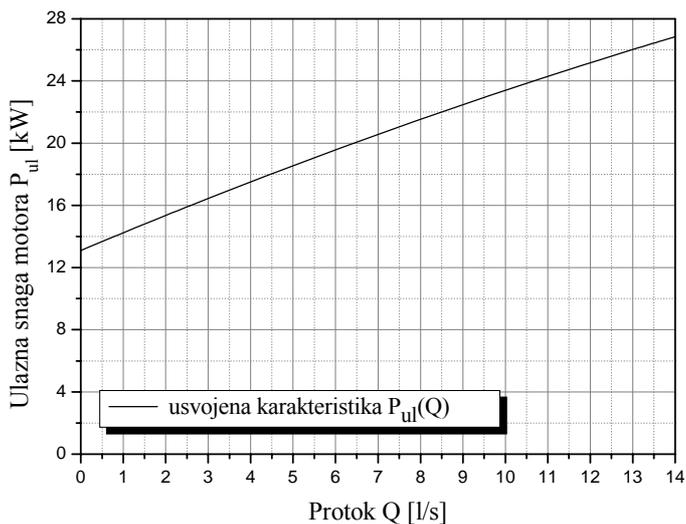
Na osnovu očitanih pritisaka na potisu (manometar je baždaren 2 meseca pre izvođenja eksperimenta) i uz uvažavanje usisnog napora pumpe H_v , u svakoj tački je mogao da se odredi ukupan napor sa kojim pumpa radi, kao $H_{uk} [m] = 10.2 \cdot P_p [bar] + H_v$. Visinska razlika između manometra i nivoa vode u bunaru može da varira u opsegu $(2.5 \div 3) m$, ali je da bi se kompenzovalo zanemarivanje pada pritiska u pumpi i usisnoj cevi usvojeno $H_v = 3 m$. Na taj način je eksperimentalno dobijeno 8 parova vrednosti za ulaznu snagu pogonskog motora i ukupni napor sa kojim pumpa radi (P_{ul} , H_{uk}). Rezultati eksperimenta prikazani su u tabeli 1.

Zatim je od proizvođača pumpe obezbeđeno više fabričkih ispitnih listova formiranih prilikom laboratorijskih testiranja pojedinih pumpi tipa VP50-7, a koja su vršena u cilju snimanja radnih karakteristika novih pumpi ili pumpi na kojima je izveden remont. Kao što se i moglo očekivati, međusobno podudaranje ovih karakteristika nije bilo idealno, iako se radilo o istom tipu pumpe. Sa druge strane, bilo je opravdano očekivati i to da će bar jedan par karakteristika $P(Q)$ i $H(Q)$ snimljenih u fabričkoj laboratoriji na nekoj pumpi tipa VP50-7 po svom obliku odgovarati radnim karakteristikama pumpe P1 u CS "Gnjilan".

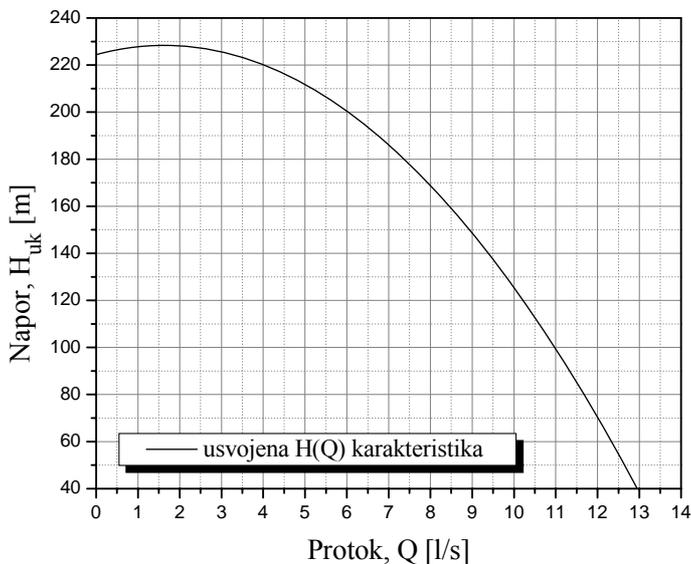
Tabela 1. Rezultati eksperimenta sa pumpom P1

Tačka	Ulazna snaga, $P_{ul} [kW]$	Pritisak, $p_p [bar]$	Napor, $H_{uk} [m]$	Komentar
1	21.07	16.65	172.83	GV zatvoren
2	21.52	16.1	167.22	Međupoložaji koji ne mogu da se definišu zbog proklizavanja glavnog ventila
3	22.13	14.9	154.98	
4	22.53	14.0	145.8	
5	23.03	13.0	135.6	
6	23.38	12.0	125.4	
7	23.58	11.0	115.2	
8	23.77	10.5	110.1	GV otvoren

Primenom metoda osvojenih u dosadašnjem radu na projektima MNTR ([2], [3], [4], [5]), izvršena je obrada rezultata opisanog eksperimenta, što je uz upoređivanje sa podacima iz ispitnih listova Fabrike pumpi "Jastrebac" Niš dovelo do identifikacije tačnih radnih karakteristika pumpe P1. Na slikama 2 i 3, prikazan je izgled karakteristika $P_{ul}(Q)$ i $H(Q)$ koje su usvojene kao tačne i na osnovu kojih je izvršena dalja analiza.



Slika 2. Usvojena $P_{ul}(Q)$ karakteristika pumpe P1



Slika 3. Usvojena $H(Q)$ karakteristika pumpe P1

3.2. Primena indirektna metode za određivanje karakteristike cevovoda i protoka

Karakteristika potisnog cevovoda otvorenih pumpnih sistema u opštem slučaju može se opisati kvadratnom funkcijom oblika $H_c(Q) = C_0 + C_2 Q^2$ ([1]), pa je za njenu identifikaciju dovoljno poznavanje vrednosti protoka i napora u dve tačke Q - H koordinatnog sistema.

Određivanje koordinata prve tačke izvršeno je na osnovu sledećeg eksperimenta: obe pumpe su isključene, ventil na zajedničkom potisu GV i ventil na baj-pasu su potpuno otvoreni, ventili V1 i V2 su zatvoreni. Na manometru se očitava pritisak $P = 9.5 \text{ bar}$, što predstavlja hidrostatički pritisak vodenog stuba u cevovodu i rezervoaru. Ovom pritisku odgovara napor $H_{hs} = 10.2 \cdot 9.5 = 96.9 \text{ m}$. Ukoliko se usvoji da je visinska razlika između manometra i nivoa vode u bunaru $H_v \approx 3 \text{ m}$, ukupni napor pumpe pri nultom protoku iznosi $H_0 = H_{hs} + H_v = 99.9 \text{ m}$. Na osnovu toga, koordinate tačke 1 su $(0 \text{ l/s}, 99.9 \text{ m})$.

Koordinate druge tačke koja se nalazi na karakteristici neprigušenog cevovoda mogu se dobiti na osnovu rezultata merenja prikazanih u tabeli 1 za slučaj kada je ventil GV na zajedničkom potisu potpuno otvoren. Na manometru se očitava pritisak $P = 10.5 \text{ bar}$, pa je za ovu vrednost pritiska i usvojeno $H_v \approx 3 \text{ m}$, ukupni napor pumpe $H = 10.2 \cdot 10.5 + 3 = 110.1 \text{ m}$. U ovom režimu pumpa P1 iz mreže uzima aktivnu snagu $P = 23.77 \text{ kW}$, pa se sa usvojene karakteristike $P_{ul}(Q)$ (slika 2) očitava vrednost protoka $Q = 10.45 \text{ l/s}$. Odavde sledi da su koordinate tačke 2 sa karakteristike cevovoda $(10.45 \text{ l/s}, 110.1 \text{ m})$.

Rešavanjem sistema od dve jednačine sa dve nepoznate dobijaju se vrednosti koeficijenta C_0 i C_2 , pa konačno može da se napiše funkcija kojom je predstavljena karakteristika potisnog cevovoda CS "Gnjilan" u neprigušenom stanju:

$$H_c(Q) = 99.9 + 0.0935Q^2$$

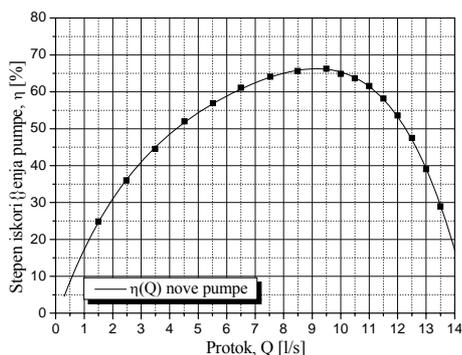
Ukoliko se ova karakteristika ucrtava na $H(Q)$ dijagram pumpe, dobija se radna tačka sa koordinatama $(10.58 \text{ l/s}, 110.5 \text{ m})$. Ovako dobijen protok neznatno se razlikuje od protoka određenog pomoću $P_{ul}(Q)$ karakteristike (10.45 l/s) . Na osnovu toga se sa velikom pouzdanošću može tvrditi da protok pumpe P1 pri potpuno otvorenom potisnom ventilu leži u opsegu $(10.4 - 10.6) \text{ l/s}$, pri čemu pumpa radi sa naporom od približno 110 m. Drugim rečima, može se smatrati da je izdašnost crpilišta približno 10.5 l/s , pa je to istovremeno i željeni protok u odnosu na koji treba odabrati novu pumpu.

4. PREDLOG IZBORA NOVE PUMPE

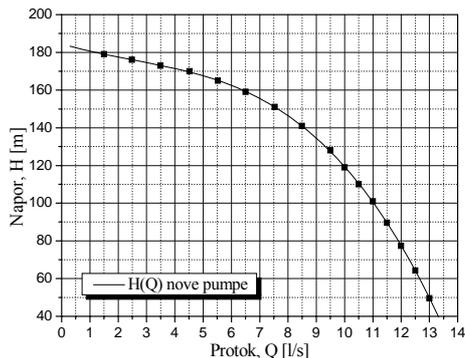
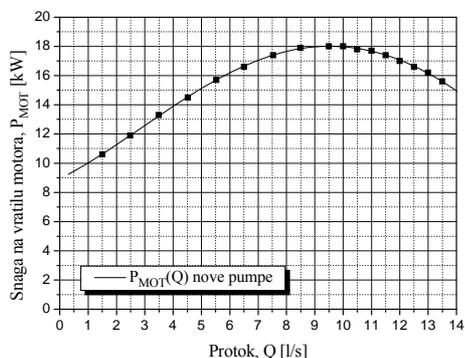
Osnovni kriterijum koji mora biti ispoštovan u procesu izbora zamene za pumpu P2 jeste da ostvareni protok nove pumpe bez ikakve intervencije na potisnom ventilu bude usklađen sa izdašnošću crpilišta, odnosno da odgovara protoku koji se sada ostvaruje primenom pumpe P1. Međutim, pokazuje se da nije dovoljno obezbediti samo to da presek karakteristike cevovoda i $H(Q)$ karakteristike izabrane pumpe bude u tački sa

protokom $Q = 10.5 \text{ l/s}$, već treba težiti i tome da $H(Q)$ karakteristika nove pumpe u radnom opsegu ima što veću strminu i bude približna po svom obliku $H(Q)$ karakteristici prikazanoj na slici 3. Na taj način se smanjuje verovatnoća ulaska nove pumpe u režim rada sa nedozvoljeno velikim protokom u slučaju eventualnog kolebanja karakteristike cevovoda usled opadanja visine vodenog stuba u mreži. Istovremeno, izbor nove pumpe je idealna prilika da se pravilnim odabirom položaja radne tačke na karakteristici stepena iskorišćenja i primenom odgovarajuće visokoeffikasne pumpe i pogonskog motora ostvare uštede u potrošnji električne energije.

Konsultovanjem kataloga više domaćih i stranih proizvođača pumpi i izvođenjem detaljnih analiza, autori su došli do rešenja koje u zahtevanim uslovima primene obećava najbolje rezultate. U cilju izbegavanja favorizovanja bilo kog proizvođača, odabrano rešenje je za ovu priliku označeno kao "nova pumpa". Najvažnije radne karakteristike odabrane pumpe prikazane su na slikama 4, 5 i 6.



Slika 4. Stepenn iskorišćenja

Slika 5. $H(Q)$ karakteristika

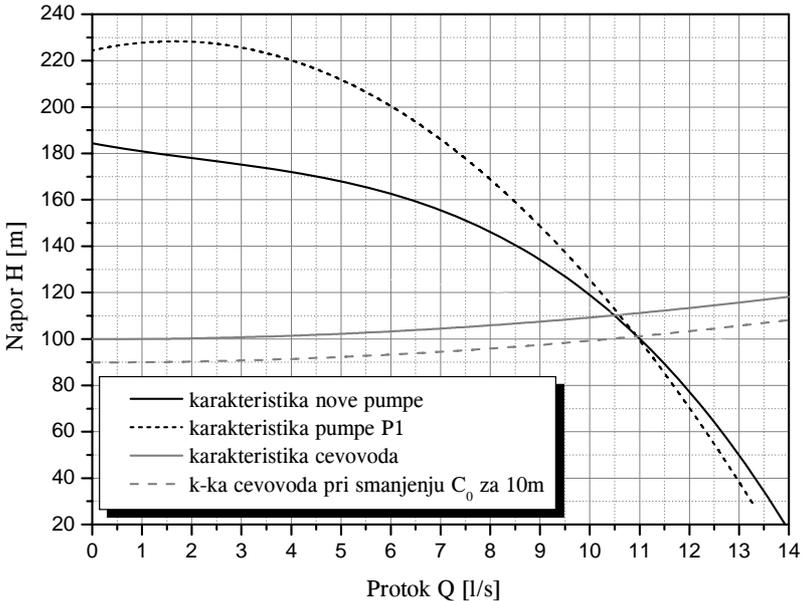
Slika 6. Snaga na vratilu

Kao pogonski motor odabran je trofazni asinhroni motor sa povišenim stepenom korisnog dejstva sledećih nominalnih podataka:

$$P_n = 18.5 \text{ kW}, U_n = 400 \text{ V}, \Delta, n_n = 2945 \text{ ob/min}, \eta_n = 91.4\%, \cos \varphi_n = 0.88.$$

5. PROCENA EFEKATA PRIMENE PREDLOŽENOG REŠENJA

Na slici 7. u istom koordinatnom sistemu prikazane su eksperimentalno određena karakteristika cevovoda CS "Gnjilan, $H(Q)$ karakteristika pumpe P1 i katalogska $H(Q)$ karakteristika nove pumpe.



Slika 7. Radna tačka nove pumpe na karakteristici cevovoda CS "Gnjilan"

Uočava se da je ispunjen zahtev vezan za postizanjem protoka od $Q \approx 10,5$ l/s, jer se karakteristika nove pumpe i karakteristika cevovoda seku u tački sa koordinatama (10,47 l/s, 110.3m). Takođe, zadovoljena je i težnja ka tome da karakteristike pumpe u oblasti preseka sa karakteristikom cevovoda imaju približno istu strminu, čime je eliminisana opasnost od enormnog povećanja protoka nove pumpe u slučaju opadanja pritiska u mreži. Ilustracije radi, na slici 7 je isprekidanom sivom linijom predstavljen oblik karakteristike cevovoda za slučaj smanjenja visine vodenog stuba za 10 metara, što odgovara padu pritiska od oko 1 bara. Evidentno je da bi u takvom režimu obe pumpe ostvarivale identičan protok, koji je nešto veći od procenjene izdašnosti izvorišta, ali kako je to režim u kome je pumpa P1 u dosadašnjoj eksploataciji sigurno više puta radila i to bez problema, ne treba ih očekivati ni u radu nove pumpe.

Na polju smanjenja potrošnje električne energije mogu se uočiti sledeći rezultati:

Sa slike 4 vidi se da će nova pumpa ostvarujući protok od $Q=10,5$ l/s, raditi sa stepenom korisnog dejstva $\eta = 64\%$. Ova vrednost je jako blizu maksimalnog stepena iskorišćenja sa kojim bi ta pumpa teoretski mogla da funkcioniše ($\eta_{\max} = 66\%$), pa se može smatrati da je ispunjen uslov efikasnog rada.

U posmatranom režimu rada, nova pumpa će na vratilu potraživati mehaničku snagu $P_{MOT} = 17,8$ kW, što uz uvažavanje stepena iskorišćenja i faktora snage odabranog pogonskog motora daje sledeće vrednosti za ulaznu aktivnu i reaktivnu snagu:

$$P_{ulnove} \approx \frac{P_{MOT}}{\eta_n} = 19.5 kW ; \quad Q_{ulnove} \approx P \cdot tg \varphi_n = 10.5 kVA \cdot r .$$

Sa druge strane, merenja na pogonskom motoru pumpe P2 kada je potisni ventil prigušen tako da se ostvaruje željeni protok od 10,5 l/s (sadašnji normalan režim rada CS "Gnjilan"), pokazuju da se iz električne mreže potražuje $P_{ul2} = 26 kW$ aktivne i $Q_{ul2} = 13.4 kVA \cdot r$ reaktivne snage. Ovi rezultati se mogu prikazati i kroz potrošnju električne energije po jedinici zapremine ispumpane vode, ali i srednju petnaestominutnu angažovanu snagu (tabela 2).

Tabela 2. Očekivane uštede električne energije

Energetski pokazatelj	Rad sa pumpom P2	Rad sa novom pumpom	Procentualno smanjenje [%]
Utrošak aktivne električne energije po jedinici zapremine ispumpane vode [kWh / m^3]	0.688	0.516	25.0
Utrošak reaktivne električne energije po jedinici zapremine ispumpane vode [$kVA \cdot r / m^3$]	0.354	0.278	21.5
Srednja 15-minutna angažovana snaga [kW]	26	19.5	25.0

Ovakve predviđene uštede svakako nisu zanemarljive, a imajući u vidu činjenicu da je režim rada crpne stanice takav da je pumpa neprestano uključena, analiza pokazuje da će investicija u nabavku nove pumpe biti otplaćena u periodu od oko 2.5 godine, samo na osnovu smanjenja računa za utrošenu električnu energiju. Realno posmatrano, period samootplaćivanja investicije može biti još kraći, jer se nabavkom nove opreme u znatnom iznosu umanjuju i proređuju dodatni troškovi remontovanja dotrajalih agregata.

6. ZAKLJUČAK

U radu je pokazano da se studioznim reprojekovanjem malih pumpnih postrojenja koja se često sreću u sektoru poljoprivredne delatnosti, mogu ostvariti značajne uštede u potrošnji energije tokom procesa proizvodnje. Suština celog postupka leži u usklađivanju kapaciteta postojećih postrojenja sa realnim potrebama potrošnje ili, kao u prikazanom slučaju, sa izdašnošću crpilišta, pri čemu se u pogon uvode savremenije konstrukcije pumpnih agregata sa visokim stepenom korisnog dejstva. Takođe, da bi ceo postupak imao smisla, mora se strogo voditi računa o tome da radna tačka sistema bude u oblasti protoka gde je stepen iskorišćenja pumpe maksimalan ili veoma blizu teorijskog maksimuma. Pored direktnih efekata koji se ogledaju u povećanju energetske efikasnosti procesa, veliki značaj ima i činjenica da se reinžinjerinom obnavljaju proizvodni resursi, čime se dodatno povećava efikasnost i pouzdanost rada. Analize sprovedene na primeru CS "Gnjilan" pokazuju da će zamena jedne stare pumpe novom dovesti do smanjenja potrošnje aktivne električne energije od 25 % i reaktivne električne energije od 21.5 %, pri čemu tehnološki proces neće biti izmenjen.

Takođe, pokazano je da se uz poznavanje preciznih radnih karakteristika pumpe, njen protok može odrediti i bez korišćenja namenski konstruisanih merača, primenom indirektno metode merenja električnih veličina pogonskog motora. U tom smislu, autori bi želeli i da sugerišu uvođenje obaveze dostavljanja rezultata izlaznih laboratorijskih ispitivanja pumpnih agregata nakon izvršenog remonta korisnicima usluga.

Napomena: Rad je podržan od strane Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije i sastavni je deo realizacije projekata pod evidencionim brojem: NP EE413-118A, NPV-19B i I.EE404-1011B

LITERATURA

- [1] Anđelković M.: *Priručnik za projektovanje pumpnih postrojenja*, DIGP "Prosveta", Niš, 1995.
- [2] Stajić Z.P., Radosavljević S., Radovanović N.: *Indirektna metoda za određivanje karakteristika cevovoda pumpnih stanica*, Preventivno inženjerstvo, Godina X, No. 2, str. 30-35, 2002. godine.
- [3] *Upravljanje vršnim električnim opterećenjem u komunalnim sistemima gradova*, Projekat nacionalnog programa energetske efikasnosti, ev. br.: NP EE413-118A, rukovodilac: Prof. dr Nikola Rajaković.
- [4] *Informaciono-upravljački sistem vodovodnih sistema većih naselja*, Projekat nacionalnog programa uređenja, zaštite i korišćenja voda, ev. br.: NPV-19B, rukovodilac: Doc. dr Aleksandar Erdeljan.
- [5] *Razvoj merno-informacionog sistema za praćenje i upravljanje energetskom i poslovnom efikasnošću sistema za vodosnabdevanje*, Projekat nacionalnog programa energetske efikasnosti, evidencioni broj: I.EE404-1011B, rukovodilac: Doc. dr Zoran P. Stajić.

A PRACTICAL EXAMPLE OF SMALL PUMP STATIONS ENERGY EFFICIENCY INCREASING BY REENGINEERING

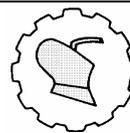
Milan Radić¹, Dalibor Nikolić³, Zoran P. Stajić¹, Đukan R. Vukić²

¹Faculty of Electronic Engineering - Niš, ²Faculty of Agriculture - Belgrade

³Company for Electric Power Supply - Niš

Abstract: The suction station "Gnjilan", belonging to the "Water-supply" Pirot municipal enterprise, has been used as an example of small pump stations energy efficiency increasing by replacement of existing old pumps with new ones. It has been shown that it was possible to identify the pipeline characteristic and an optimum system operating point, even in the absence of appropriate flow measuring devices. This has been done using an indirect method of flow estimation by measurement of driving induction motor electrical parameters. In accordance with the obtained results, the new pump has been chosen. Huge savings in the electrical energy consumption referred to actual situation will be achieved through the application of the new pump.

Key words: pump, energy efficiency, reengineering.



UDK: 631.354.2

Stručni rad
Professional paper

OPTIMALNI PARAMETRI ZA KOMBAJNIRANJE ŽUTOG ZVEZDANA

Lazar N. Ružičić¹, Siniša Milutinović², Mićo V. Oljača¹,
Dragiša Raičević¹, Bora Petrović², Kosta Gligorević¹

¹Poljoprivredni fakultet - Beograd

²Centar za poljoprivredu i tehnološka istraživanja - Zaječar

Sadržaj: Optimalni parametri za kombajniranje žutog zvezdana, kao i kod većine trava, zahtevaju specifičnosti u tehničko-tehnološkom smislu prilagođavanja i regulacije kombajna, potrebnih parametara za dati usev i uslove rada. Radom se prikazuje niz neophodnih istraženih regulacija na samom kombajnu, u zavisnosti od faznog ubiranja, a sve u cilju tolerantnih gubitaka.

Ostvarenim optimalnim parametrima za kombajniranje žutog zvezdana, gubici pri žetvi kombajna, svedeni su od 4% do 5% uz učinak kombajna Zmaj-132,3, od 3,5 ha/dan, kombajna Z-141,2,3, od 5 ha/dan, kao i kombajna Z-190,1,2, od 6,5 ha/dan. Postignuti izvršaj kombajniranja žutog zvezdana u proseku od 95% naturalnog semena uz 5% primesa, može se smatrati da je ovim istraživanjem postignut inicijano zadovoljavajući kvalitet rada kombajna.

Neophodno je nastaviti istraživanja u ovom pravcu, kako bi se postigli još bolji rezultati rada na kombajniranju žutog zvezdana.

Ključne reči: kombajniranje, žuti zvezdan, optimalni parametri.

UVOD

Efikasna žetva poljoprivrednih kultura podrazumeva kvalitetan izvršaj uz tolerantne gubitke. Ostvarivanje dva navedena uslova zahteva optimizaciju funkcionalnih mogućnosti radnih organa kombajna i fiziološko-morfoloških osobina useva.

Faktori koji utiču na rasipanje zrna pri žetvi u širem smislu mogli bi se svrstati u sledeće grupe:

- prirodno-klimatski uslovi žetve;
- biološko stanje useva;
- moguća podešavanja na kombajnu shodno konstruktivnim izvedbama pogona uređaja;
- stručnost rukovaoca;
- organizacija procesa kombajniranja;

Prirodno klimatski uslovi su posledica zonskih specifičnosti gajenja useva (reljef, konfiguracija njive, prepreke na zahvatima, meteorološki uslovi, i sl.).

Faktori ove grupe se mogu poboljšati i dovesti u sklad sa kriterijumima optimalnih uslova žetve (u smislu mikro reljefa, oblika i veličine parcele i sl.), ukoliko se na njima radi planski, tokom niza godina.

Faktori stanja useva su uslovljeni kompleksnim radom: selekcionara, proizvođača semenske robe, agrotehničara, agronoma i poljoprivrednih proizvođača. Obuhvaćeni su kroz prinos, odnos mase zrna i ostalog dela useva, ravnomernost visine useva, zakorovljenost, polegnutost, ujednačenost zrelosti, vezu zrna u mahuni ili klasu, lakoći osipanja, visina i ujednačenost po visini donjih mahuna i sl. Svi ovi faktori treba da budu prilagođeni za mašinsku berbu.

Tehničko-tehnološka podešavanja i regulacije kod kombajna, kako radnih (klasionih, vršidbeno separacionih) tako i transportnih i pogonskih organa treba da budu prilagođeni žetvi određenih poljoprivrednih kultura. Tako, na primer, gubici na hederu, tj. kosionom uređaju mogu nastati zbog: visine reza, brzine sečenja, vibracija reznog aparata, položaja vitla i spiralnog transporter (ogera), broja obrtaja ventilatora, oblika hederskog stola, odnosa ogera i transporter elevatora hedera, oblika i konstrukcije razdeljivača, mogućnosti održavanja zadate visine reza i dr. Takođe, veliki broj faktora utiču i na kvalitetan izvršaj, gubitke na separaciji, kao i gubitke kroz procepe o čemu treba voditi računa.

Stručnost rukovaoca i njegovo iskustvo igra značajnu ulogu da se odaberu i zadaju najpovoljnije regulacije za date uslove i prilagodi brzina kretanja trenutnim uslovima useva.

Organizaciono privredni faktori se ogledaju kroz izbor početka i načina žetve, organizaciju navedenih radova, kontrolu kvaliteta rada, motivaciju i nagrađivanje učesnika u žetvi i sl.

Iz iznetog se da zaključiti da je žetva veoma složena, sa mnogo mogućih grešaka i propusta ukoliko se ne analizira sa svih aspekata i ne uoče specifičnosti žetve pojedinih kultura. Iako je veoma složena i komplikovana, ona je istovremeno i najkorisnija operacija u poljoprivrednoj proizvodnji, jer sav trud može da bude uzaludan ako se u žetvi naprave propusti.

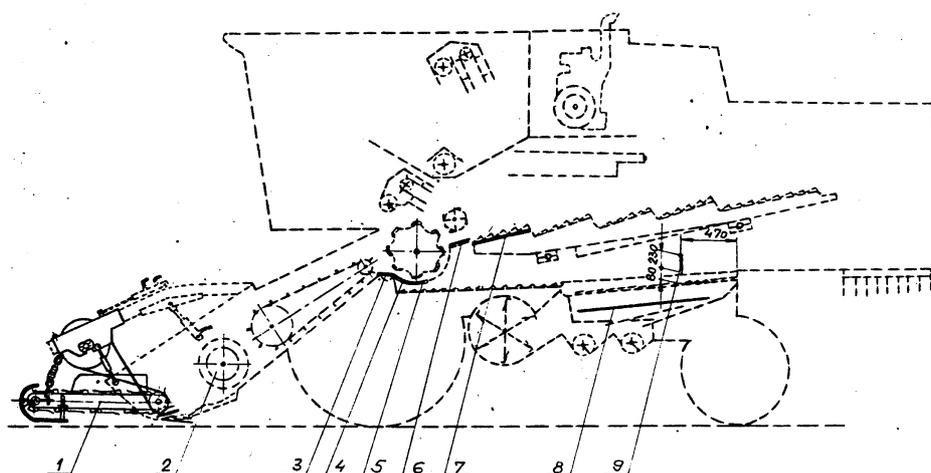
Obzirom da je svaka kultura specifična, pri žetvi osvrnućemo se na kombajniranje semenskih trava, a gde je uključen i žuti zvezdan.

UBIRANJE SEMENSKIH TRAVA

Vršidba semenskih trava, pa i žutog zvezdana se može obaviti žitnim kombajnom sa ugrađenom opremom za ubiranje semenskih trava (slika 1). Ispitivanja koja smo sproveli su imala za cilj da se iznađe optimum u ulaganja na standardnu žitnu izvedbu kombajna, ostvareni kvalitet izvršaja uz prihvatljive gubitke i učinke.

Žetva semenskih trava se može obaviti jednofazno i dvofazno. Na ovo utiče stanje ujednačene zrelosti useva. Dovođenje na ujednačenu zrelost se vrši posebnim hemijskim tretmanom ili prirodnim načinom, a radi mogućnosti kombajniranja.

Ukoliko se ujednačeno sazrevanje useva postiže posebnim hemijskim tretmanom primenjuje se tzv. jednofazna žetva, a ako se ne primenjuje hemijski tretman, a usev nije ujednačen po zrelosti, tada se koristi dvofazna žetva.



Legenda:

1. pick-up uređaj
2. lančanik ogera Z-75 (1)
3. poklopac skupljača kamena (1)
4. nazubljene šine za blokiranje podbubnja (2 leve, 1 desna) (3)
5. lim za blokiranje podbubnja (1)
6. zaštitni lim češćlja podbubnja (1)
7. lim za blokadu I. kaskade slamotresa (4)
8. sito donje ($\phi 1,6$; $\phi 2,6$; $\phi 3,2$; $\phi 4$) (1)
9. zavesa iznad lađe (1)

Sl. 1. Žitni kombajn sa ugrađenom opremom za ubiranje semenskih trava

Jednofazno kombajniranje se obavlja sa:

- Standardnim žitnim kombajnom uz određene adaptacije manjeg obima na kosionom i vršidbeno separacionim organima.
- Većim promenama ili čak zameni žitnog hедера sa plivajućim, fleksibilnim sa vazдушnim mlaznicama i sl.

Dvofazno se kombajniranje može obaviti:

- Košnjom na strnjiku i ponovnim košenjem strnjike i pokošene mase.
- Košenjem na otkos i kombajniranje iz otkosa uz pomoć sakupljajućeg uređaja koji se ugrađuje na heder kombajna.

Navodimo opremu koja je testirana i našu preporuku za jednofazno ili dvofazno sređivanje semenskih trava, pa i zvezdana uz napomenu da da proizvođač semenske robe analizira ekonomsku opravdanost jednog ili drugog načina žetve.

Navodimo opremu koja je testirana:

1. Kosa na hederu

- standardna koja se koristi za žitarice
- kosa sa glatkim noževima
- brzo režuća kosa.

Sa standardnom kosom žitne varijante rez uglavnom nije gladak i biljke na visini reza izgledaju da su otkinute.

Druga dva tipa kose daju pravilniji i glatkiji rez.

Gubici sa glatkim nožićima se kreću do 2%, a sa nazubljenim do 4%.

Naša preporuka je da se za jednofazno sređivanje koristi glatka kosa, koja se naručuje posebno.

2. Broj obrtaja ogera

Standardni broj obrtaja ogera se smanjuje ugradnjom lančanika od 75 zuba (koji je inače u redovnoj opremi kombajna).. Ovim se sprečava rastur zrna sa hederskog stola i nagomilavanje na oger.

3. Naklapac skupljača kamena

Stavljanjem istog ostvaruje se ravnomeran dotur mase u ulazno grlo višerednog aparata. Nalazi se u redovnoj opremi kombajna i ne zahteva poseban izdatak sem montažu.

4. Regulacija ulaza bubanj-podbubanj

Potrebno je staviti na minimum, ili prvu veću, tj. ulaz 12 mm, izlaz 4 mm, a da bi se ostvario što bolji izvršaj.

5. Blokada podbubnja

- Limovi za blokiranje polja podbubnja.
- Dodatne nazubljene šine specijalne izvedbe, obično za tri polja podbubnja i to dve leve i jedna desna.
- Lim za prekrivanje češljastog nastavka podbubnja.

Ovim adaptacijama uz adekvatan izbor broja obrtaja bubnja ostvaruje se kvalitetan izvršaj i sprečava zagušenje vršidbenog aparata. Lim za prekrivanje češljastog nastavka podbubnja i blokadom 6 polja podbubnja nalaze se u redovnoj opremi i samo ih treba ugraditi. Specijalne nazubljene šine su dodatna oprema koja se mora posebno nabaviti.

6. Lim za blokadu prve sekcije slamotresa

I ova oprema se nalazi u redovnoj opremi kombajna i potrebno je samo montirati da bi kretanje mase bilo korektno.

7. Zavesa iznad lađe

Dodatnom ugradnjom zavesa iznad lađe osetno se smanjuju gubici na donjoj separaciji.

8. Sito lađe

- Gornje sito može ostati u položaju maksimalno zatvoreno ili najviše 10% otvoreno.
- Na nastavak gornjeg sita treba staviti grepl sa češljem, podignuti na pola.
- Donje sito za zvezdan i lucerku treba da je ϕ 2,5 mm a za livadski vijuk i ježevicu ϕ 5 mm ili ϕ 8 mm. Preporučujemo da se uz kombajn nabavi dodatno set sita, i to: ϕ 1,6; 2,5; 3,2; 5 i 8 mm kojim se ostvaruje kvalitetno čišćenje svih semenki trava.

9. Ventilator vetra

Na ventilatoru vetra uz regulaciju minimalnog broja obrtaja treba da se ugrade priklopci, a da bi se podesila vazдушna struja za minimum gubitaka sa lađe. Priklopci se mogu otvarati do 30 mm za rad u zvezdanu.

10. Usmerivači vazdušne struje

Najčešće je dovoljno da se postavi gornji usmerivač gore, srednji u sredinu, a donji usmerivač dole, kod kombajna Z 131 (2,3), a kod Z 141 (2,3) gornji gore, a donji u sredinu. Ovo je neko optimalno rešenje i zadovoljava skoro sve uslove.

11. Sortir cilindar

Za kombajne sa izvedbom sortir-cilindar proveravane su kombinacije:

- Klasičan sortir cilindar za žito.
- Izvedene uzdužne perforacije na ulaznom delu.
- Bez perforacija na ulaznom delu.
- Sa otvorima $\phi 60 \times 60$ najčešće desetak.

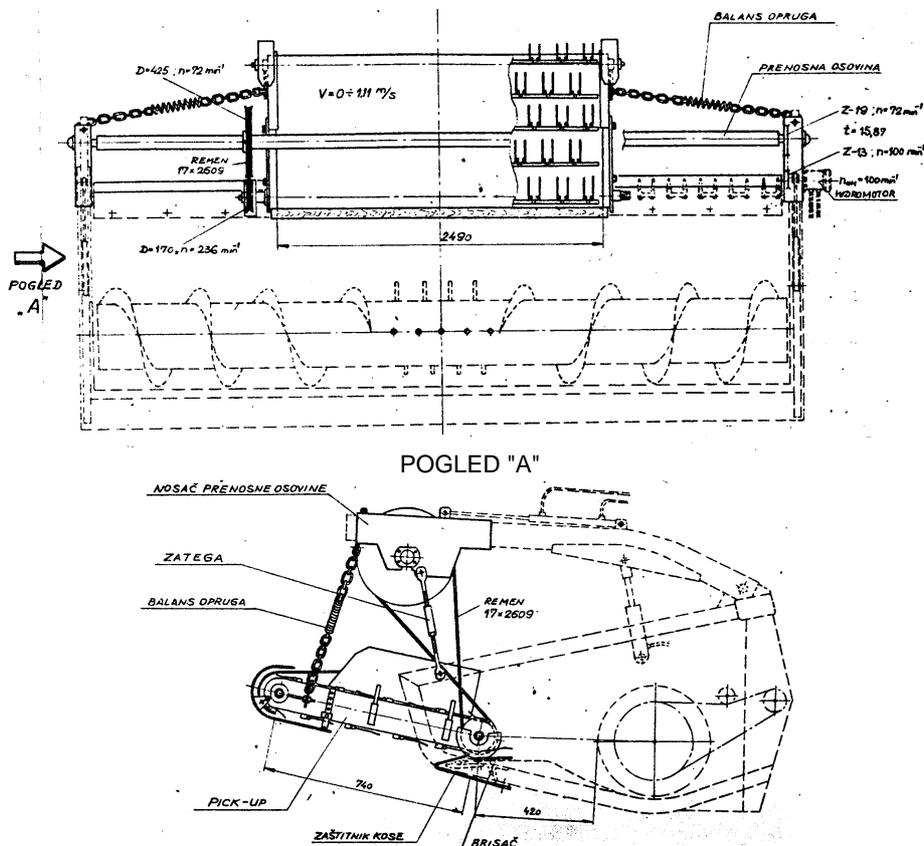
Najbolje rezultate je dala varijanta sa uzdužnim perforacijama i mi je preporučujemo kao dodatnu opremu.

12. Pick-up

Pri dvofaznom radu isključuje se pogon kose, a ugrađuje se pick-up uređaj. Kod našeg proizvođača kombajna ZMAJ iz Zemuna, pick-up je trakastog tipa, zahvata 2,4 m, i to je izvedba sa klizačima uz opružno naleganje. Brzina traka je promenljiva do 1,1 m/s, ostvarena hidromotorom i odgovara za brzine kretanja kombajna do 4,5 km/h. Brzina trake se može podesiti da blago podiže otkos, a skladno brzini kretanja kombajna.

Opremanje kombajna Z-143 za dvofazni rad prikazan je na (slika 1), a sam pick-up na (slika 2). Takođe, na (slika 1) prikazana je sveukupna oprema za rad u travama.

ZMAJ iz Zemuna je razvio za sve svoje kombajne opremu za jednofaznu i dvofaznu žetvu trava, i može se kupiti kao posebna oprema.



Sl. 2. Pick-up uređaj za kombajn ZMAJ Z-143

Napominjemo da je potrebno posebno obratiti pažnju na gubitak kroz procepe i zbog toga treba pregledati prolaz elevatora hedera u vršidbeni deo, prolaz elevatora za zrno u bunker, stanje zaptivača traka na sabirnoj ravni i lađi, kao i korektno naleganje svih poklopaca elevatora za zrno, povratnu masu i bubanj. Ovim se mogu ukupni gubici smanjiti za nekoliko procenata.

Na slikama 3. i 4. su prikazani dijagrami sa gubicima na pojedinim delovima kombajna, kao i ukupni gubici i protok mase za predviđene brzine kretanja. Ispitivanje je vršeno na kombajnim ZMAJ Z-131 i Z-142.

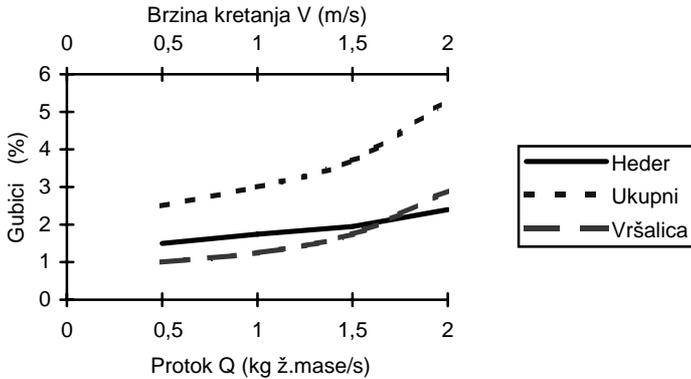


Tabela 1.

Brzina kretanja V (m/s)	0,5	1	1,5	2
Protok Q (kg ž. mase/s)	0,5	1	1,5	2
Gubici hedera (%)	1,5	1,75	1,95	2,4
Gubici vršalice (%)	1	1,25	1,75	2,9
Ukupni gubici (%)	2,5	3	3,7	5,3

Sl. 3. Dijagram gubitaka za kombajn ZMAJ Z-131

Sa navedenim preporukama pri žetvi semenskih trava moguć je gubitak od 15% svesti na 4-5%, uz učinak od 3,5 ha po danu sa kombajnom Z-131(2,3) i 5 ha/dan za kombajn Z-141(2,3), odnosno 6,5 ha/dan za kombajn Z-190(1,2).

Kvalitet izvršaja je u proseku 95% naturalnog semena uz 5% primesa, a što je zadovoljavajuće za plasman semenske robe.

Podaci o usevu:

1. Žuti zvezdan sorta "Bakar" selekcija centra Zaječar
2. Broj biljaka na 1 m²210-290
3. Visina donjih mahuna (mm)100-150
4. Visina gornjih mahuna (mm)350-400
5. Apsolutna masa semena (1000 zrna)0,9-0,95
6. Dimenzije semena jajastog oblika (mm)1,0-1,6
7. Prinos u zrnu (kg/ha).....100-120
8. Masa za vršidbu (kg/ha).....2500-3000
9. Vlažnost zrna (%)12-16
10. Vlažnost mase (%).....20-25
11. Stanje usevauspravan

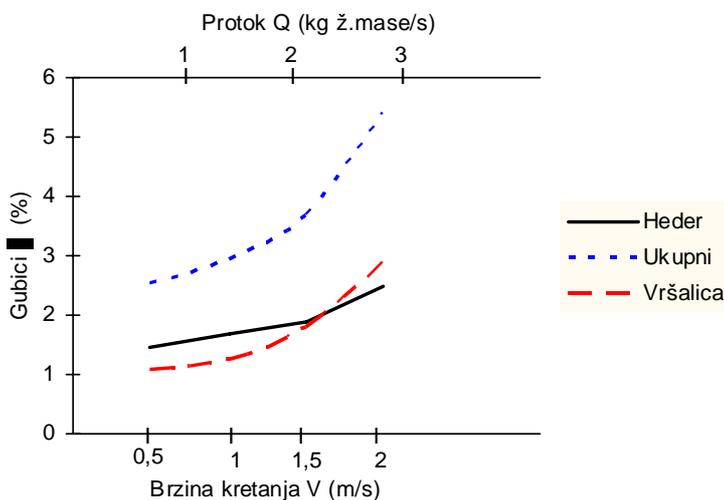


Tabela 2.

Brzina kretanja V (m/s)	0,5	1	1,5	2
Protok Q (kg ž. mase/s)	0,7	1,4	2,1	2,8
Gubici hedera (%)	1,45	1,7	1,9	2,5
Gubici vršalice (%)	1,1	1,25	1,8	2,9
Ukupni gubici (%)	2,55	2,95	3,7	5,4

Sl. 4. Dijagram gubitaka za kombajn ZMAJ Z-143

ZAKLJUČAK

Ovim ispitivanjem je utvrđeno da se upotrebom žitnog kombajna prethodno adaptiranog za ubiranje semenskih trava ostvaruje značajno smanjenje gubitaka u odnosu na ostale metode i agregate koji se koriste prilikom ubiranja. Posebno je značajno to da se delovi i sklopovi potrebni za neophodne modifikacije žitnih kombajna mogu nabaviti po povoljnim uslovima, jer su to proizvodi domaće industrije poljoprivrednih mašina.

Iz svega iznetog se može zaključiti da je navedena oprema zamišljena za ostvarivanje dobrog kapaciteta, kvaliteta rada i podnošljive gubitke i preporučujemo je proizvođačima.

LITERATURA

- [1] Jevtić, S. i saradnici: Posebno ratarstvo 1, "Naučna knjiga", Beograd, 1989.
- [2] Jevtić, S. i saradnici: Posebno ratarstvo 2, "Naučna knjiga", Beograd, 1989.
- [3] Milojić, B.: Ratarstvo, II izdanje, "Naučna knjiga", Beograd, 1983.
- [4] Šarić, T.: Opšte ratarstvo, III izdanje, NIRO "Zadrugar", Sarajevo, 1988.
- [5] Vojvodić, M., Malinović, N., Nenić, P., Đukić, N., Stupar, S., Railić, B.: Poljoprivredne mašine, "Nevkoš", Novi Sad, 1988.
- [6] <http://www.zmaj.co.yu>

OPTIMAL PARAMETERS OF BIRDS FOOT TREFOIL HARVESTING

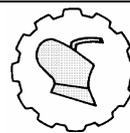
**Lazar N. Ružičić, Siniša Milutinović, Mićo V. Oljača,
Dragiša Raičević, Đuro Ercegović, Bora Petrović, Kosta Gligorević**

Abstract: Optimal parameters of bird's foot trefoil harvesting, as for most of grasses, require specific harvester technical and technological regulations and adjustments, adequate parameters for specific crop and working conditions. This paper presents a range of necessary and investigated adjustments on the harvester, depending on harvesting phase, in purpose of tolerable losses achievement.

Achieved optimal parameters in bird's foot trefoil harvesting, harvesting losses were decreased on 4 to 5 %, with the fallowing harvesters efficiencies: Zmaj 132, 133 - 3.5 ha/day, Zmaj 141, 142, 143 - 5 ha/day, Zmaj 190, 191, 192 - 6.5 ha/day. Considering average threshing effect of 95% of natural seeds with 5% of ingredients, it can be concluded that initially satisfactory harvester working quality was achieved during this investigation.

It is necessary these kind of investigations to be continued, in purpose of achieving further better working results in bird's foot trefoil harvesting.

Key words: *harvesting, bird's foot trefoil, optimal parameters.*



UDK: 631.561

*Pregledni naučni rad
Review scientific paper*

USLOVI MEHANIZOVANE BERBE MALINE I KUPINE

Milovan Živković¹, Vaso Komnenić², Mirko Urošević¹¹*Poljoprivredni fakultet - Beograd*²*Institut PKB Agroekonomik, Padinska Skela - Beograd*

Sadržaj: Činjenica da ručna berba maline i kupine učestvuje i do 70 % ukupnih troškova proizvodnje, upućuje na nužnost mehanizovanja procesa berbe. Tendencija povećanja proizvodnje maline i kupine u nekim državama Evrope (pre svih Poljska i Mađarska) kao članica Evropske Unije, pooštrava konkurenciju domaćoj proizvodnji koja se do sada skoro isključivo ostvarivala na manjim posedima sa ručnom berbom. Ubrzan razvoj proizvodnje malina i kupina u navedenim državama karakteriše veliki plantažni zasadi sa primenom mehanizacije za obavljanje svih radnih operacija kao i procesa berbe. Takav način proizvodnje utiče na smanjenje troškova uzgoja i eksploatacije zasada a time i cene maline i kupine na svetskom tržištu.

U radu su definisani eksploatacioni i tehnički parametri koji utiču na mogućnosti mehanizovanja berbe uz ostvarivanje visoke produktivnosti i obezbeđenje potrebnog kvaliteta ubranih plodova. Izneta su neka iskustva u mehanizovanoj berbi plantažnih zasada maline u našim uslovima.

Iskustva i saznanja u primeni mašina za berbu jagodastog voća pokazuju da tehnička rešenja, zavisno od sistema uzgoja i veličine zasada, mogu biti koncipirana kao traktorski agregat ili samohodne mašine. Osnovna konstrukcije treba da omogući jednostavnu adaptaciju dodavanjem odgovarajućih uređaja i time postigne njena univerzalnost. Univerzalnost mašina treba da omogućuje racionalnost u nabavci i korišćenju obzirom da su veoma skupe i da berba pojedinih vrsta jagodastog voća traje kratko.

Ključne reči: malina, kupina, mehanizovana berba.

1. UVOD

Tehnologije gajenja maline i kupine imaju dosta zajedničkih karakteristika a najvažnija osobina sa aspekta berbe za ove vrste voća je da dozrevaju nejednolično u razmaku od 10-30 dana. Plodovi su im veoma osetljivi i podložni brzom kvarenju tako da se moraju brati pažljivo i na vreme. Način i vreme berbe ima presudan uticaj na kvalitet plodova a time i na mogućnost plasmana.

Investicije u toku podizanja i održavanja zasad su relativno male u odnosu na troškovi berbe, tako da kod ručne berbe se kreću i do 70% ukupnih troškova proizvodnje. Pored visoke cene, ručna berba predstavlja ograničavajući faktor za veličinu površine zasada, obzirom da je sve izraženiji problem nedostatka radne snage.

Vreme sazrevanja maline i kupine zavisi od više činilaca, a najpre od genetskih osobina vrste i sorte, geografske širine, nadmorske visine, ekspozicije terena, klimatskih uslova kao i od primenjivanih agrotehničkih mera.

Sadašnje tehničke mogućnosti mehanizovane berbe su znatno unapredile proizvodnju ovih vrsta voća. Primenom adekvatnih mašina za berbu kod odabranih sorti može se postići zadovoljavajući kvalitet plodova, uz tolerantne gubitke i znatno povećati produktivnosti. Pri izboru mašina za berbu veoma je važno definisati namenu ubranih plodova. Na kvalitet ubranih plodova utiče način rada pojedinih mašina, ali je za uspešnu mehanizovanu berbu važno prilagoditi i način gajenja.

2. MATERIJAL I METOD

2.1. Tehnički aspekt berbe maline i kupine

Plodovi maline i kupine po svojim fiziološkim osobinama su veoma osetljivi na mehanička oštećenja što predstavlja značajan limitirajući parametar za primenu mašinske berbe. Drugi veoma značajan parametar predstavlja neravnomernost u razvoju i sazrevanju plodova tako da period berbe kod maline se kreće oko 30 dana, a kupine i duže. To nameće potrebu da se berba obavlja u više navrata što znači da mašina svojim radnim elementima more više puta "preći" biljnu masu čime se povećava mogućnost oštećenja kako delova biljke tako i zelenih plodova.

Koncepcija tehničkih rešenja mašina-kombajna za berbu malina i kupina koja se koriste u razvijenim zemljama je izvedena u formi vučenih ili samohodnih objašivača. Ta rešenja uslovljavaju znatne gabarite i glomaznost što se javlja kao problem stabilnosti priključne odnosno samohodne mašine na nagnutim terenima na kojima se u najvećoj meri podižu zasadi.

Osnovni principi funkcionisanja radnih elemenata su vakum sistem i sistem trešenja. Mašine koje rade na principu vakuma značajnije oštećuju plodove u kojima se javljaju veće količine primesa tako da je ovaj princip skoro napušten. Poslednjih godina postignut je ubrzan razvoj i tehničko usavršavanje kod kombajna koji rade na principu trešenja sa radnim organima u obliku parova rotora sa palicama.

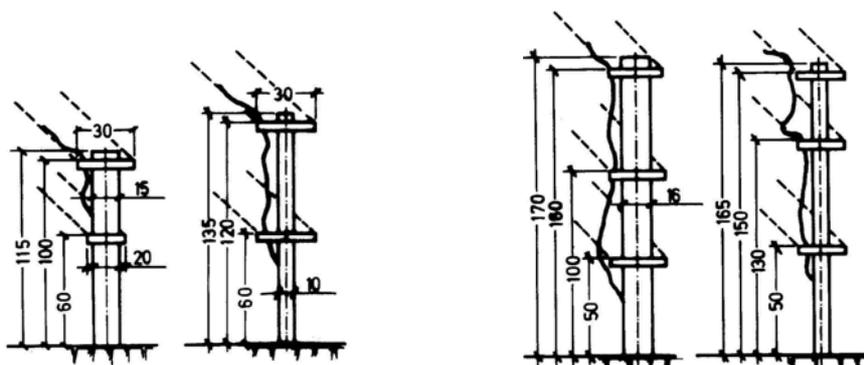
Dva su osnovna tehnička problema funkcionisanja ovih mašina. Prvi je, kako selektivno otresti samo zrele plodove uz što manje njihovo oštećenje kao i što manje oštećenje delova biljke i zelenih plodova koji ostaju nakon prolaska mašine. Drugi važan problem je prihvatanje otrešenih plodova što se posebno javlja kod uzgoja sa vertikalnim špaliorom.

2.2. Tehnološki uslovi rada kombajna za berbu malina i kupina

Gajenje maline i kupine u odnosu na druge vrste jagodastog voća je složenije i sa više investicija pri podizanju, jer zahtevaju postavljanje naslona-špalira. Prema konstrukciji špalira kod maline možemo razlikovati dva sistema mada postoje sorte koje se uzgajaju bez špalira (u Francuskoj). Prvi sistem je vertikalni sistem, u Danskoj nazvan "Portal". Vertikalni sistem uzgoja visok je oko 100-130 cm, sa stubovima visine

105-125 cm, poprečnim nosačima širokim oko 30 cm sa dvostrukom ili u dva reda žicom na visini od 60 cm i 100-120 cm (slika 1a). Razmak između redova je 1,8-3 m, a gustina sadnje u redu je 8-15 cm. U slučaju žbunaste sadnje razmak između žbunova je oko 70 cm. Sličan je i vertikalni uzgoj kupina sa nešto većom visinom stubova (slika 1b). Drugi sistem je horizontalni uzgoj, u Danskoj nazvan "Canopy", koji potiče sa Novog Zelanda. Njega odlikuje niži uzgoj na 60-70 cm sa "T" špaliorom. Stub je visine 70 cm sa poprečnom nosačima širine 200 cm (slika 2).

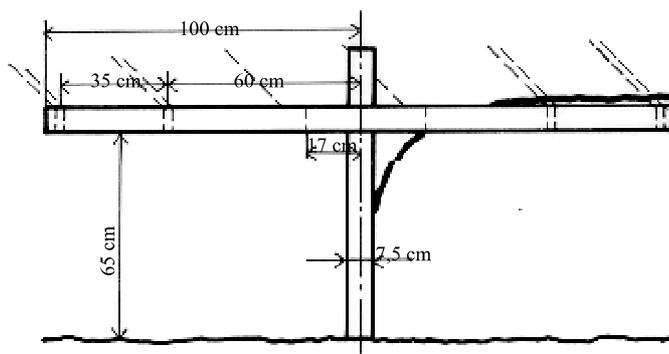
Na nosačima se postavlja 10 redova žica tako da takva konstrukcija može da nosi lastar i plodove. Za mehanizovanu berbu neophodno je obezbediti i uvratine za okretanje mašine od najmanje 7 m.



a) Vertikalni (Portal) sistem uzgoja malina

b) Vertikalni (Portal) sistem uzgoja kupina

Sl. 1. Naslon za malinu i kupinu



Sl. 2. Horizontalni (Canopy) sistem uzgoja malina

2.3. Neka od tehničkih rešenja kombajna za berbu malina i kupina

Svaka konstrukcija kombajna treba da odgovori osnovnim zahtevima kao što su:

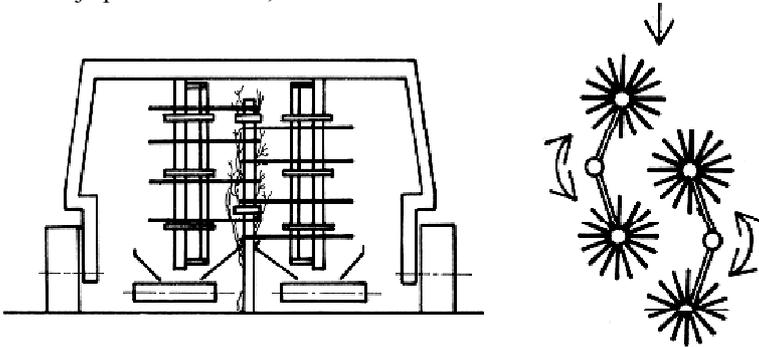
- da obave berbu plodova najmanje 70% koji bi se ubrali ručno,
- u ubranim plodovima ne sme biti više od 8% zelenog voća,
- učinak mašine u radu treba da bude veći od 0,4 ha/h,
- da kvalitet ubranih plodova ne odstupa u značajnoj meri od kvaliteta ubranih ručno.

Prema sistemu uzgoja treba birati i uređaj za berbu. Poslednjih godina kombajni za berbu na tržištu se pojavljuju u samohodnoj i vučenoj verziji.

Kombajn za berbu malina vertikalnog sistema uzgoja obuhvata red sa obe strane (slika 3) čija se konstrukcija oslanja na četiri točka opremljenih hidrauličnim cilindrima, koji omogućavaju automatsko podešavanje-nivelaciju pri radu na nagibu. Deo kombajna kojim se obuhvata špalir predstavlja tzv. tunel sa radnim elementima za otresanje.

Automatskom regulacijom se obezbeđuje da tunel sa radnim organima uvek ostane u vertikalnom položaju nezavisno od položaja točkova pri kretanju po nagnutom i neravnom terenu u zasadu. Uređaj za otresanje se sastoji od dva ili četiri vertikalno postavljena rotora sa palicama izrađenim od plastične mase, pogonjena ekscentarskim mehanizmom koji vrši oscilacije napred - nazad odgovarajuće amplitude i frekvencije. Rotori se mogu više ili manje primaknuti u zavisnosti od razvijenosti habitusa lastara, i pri kretanju kombajna slobodno se okreću oko svoje ose čime se izbegava oštećenje biljke. Ispod rotora se nalazi prihvatne površine u vidu dva niza nagnutih lamela. Lamele su tako projektovane da naležu na špalir sa bočne strane "zatvarajući" prostor oko pojedinačnog lastra ili celog žbuna.

Od uspešnosti zatvaranja-pokrivanja prostora zavisi procenat izgubljenih plodova. Sa prihvatne površine plodovi padaju na transporter-elevator koji ih podiže na gornji deo kombajna. Transport plodova se obavlja kroz vazдушnu struju ventilatora, koja odvaja lišće i ostale lakše primesa od plodova, a očišćeni plodovi padaju na poprečni transporter - sto za sortiranje plodova I klase, a zatim u ambalažu.



Sl. 3. Šema kombajna za berbu malina i kupina na vertikalnom špaliru

Pri berbi malina horizontalnog sistema uzgoja princip otresanja rotor sa palicama je po konstrukciji isti, ali je postavljen horizontalno, palice su znatno duže i vertikalno ulaze u habitus špalira (slika 4). Rotor se može po potrebi podizati ili spuštati kako bi se uređaj prilagodio uslovima berbe. Ispod uređaja za otresanje se nalazi transporter koji prihvata plodove, prebacuje ih na elevator koji ih transportuje do platforme na gornjem delu kombajna sa trakom za sortiranje ili direktno u ambalažu. Ovakvim uređajem postiže se visoki kvalitet ubranih plodova sa oko 95% I klase.

Pri projektovanju uređaja za otresanje neophodno je optimizirati sledeće parametre:

- amplitudu i frekvenciju oscilovanja,
- prečnik valjka i dužinu palica,
- prečnik palica,
- radnu brzinu.

Firme Smallford i Pattenden iz Velike Britanije prave mašine za branje malina vertikalnog sistema uzgoja, a firme Avnslev iz Danske i Peco iz Novog Zelanda proizvode mašine za berbu malina vertikalnog i horizontalnog sistema uzgoja.

Na univerzalnoj šasiji Smallford Multi ugrađuje se jedan par vertikalnih rotora sa palicama, prihvatni uređaji i transportne trake.

Pattenden proizvode samohodnu mašinu Harrier sa jednim parom tresućih rotora sa palicama. Mašina je dužine 4,2 m, širine 2,65 m, visine 4,2 m, sa klirensom od 2,15 m i masom od 5,5 t. Radna brzina je od 1,6-3 km/h. Najmanja širina između redova je 1,8 m, a za okretanje na kraju reda je neophodna uvratina od 7 m. Kapacitet mašine je oko 0,4 ha/h.

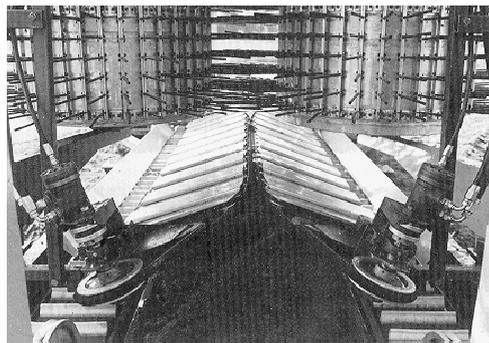
Danpluk Portal firme Avnslev ima dva para rotora sa palicama, što obezbeđuje dobro protresivanje špalira. Izrađuje se u samohodnoj i vučenoj verziji. Visina mašine je 2 m, klirens 1,7 m, a širina radnog tunela 0,5 m, masa je 2,2 t. Na mašini je platforma sa trakom za sortiranje i sedištima za 3-4 osobe. Radna brzina je 1-2 km/h.

Peco proizvodi dve samohodne mašine. Peco 10-R poseduje dva benzinska motora od po 15 kW. Ima dužinu 4,4 m i širinu 2,8 m, sa klirensom 2 m i prihvatnim uređajem sa dva niza lamela sa podešavanjem visine od površine zemljišta 5-30 cm. Za okretanje mašine na kraju reda potrebna je uvratina od 6-7,5 m.

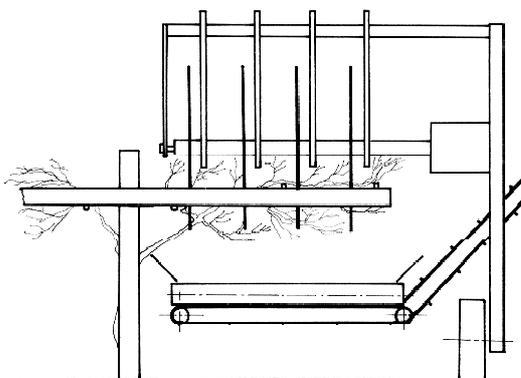
Za berbu plodova I klase mašini se dodaje traka za sortiranje. Peco 20-R ima jedan dizel motor snage 30 kW. Savladava uspon od 15° i bočni nagib od 7,5°.

Za berbu malina horizontalnog sistema uzgoja firma Avnslev proizvodi vučenu mašinu Danpluk Canopy. Neophodan je traktorski agregat snage od 45-50 kW. Transporter za prihvat plodova je udaljen oko 50 cm od površine zemljišta, tj. oko 10-15 cm ispod poprečnog nosača, pa je put otrešenih plodova kratak. Uređaj za otrešanje je jedan rotor sa palicama, čija se visina može podešavati hidrauličnim putem i time regulisati koliko će vrhovi palica zaći u špalir. Postoji i samohodna verzija ove mašine.

Peco za berbu malina horizontalnog sistema uzgoja proizvodi samohodnu mašinu Peco/NZAI. Ova mašina poseduje dva valjka sa palicama, pa je pojačano protresivanje habitusa, što dozvoljava rad sa većom radnom brzinom. Obe mašine poseduju platformu sa trakom za sortiranje plodova I klase. Ovim mašinama se postiže visok kvalitet ubranih



Sl. 5. Prihvatni uređaj na mašini za branje malina vertikalnog sistema uzgoja



Sl. 4. Šema uređaja za berbu malina i kupina na horizontalnom špaliru

plodova sa oko 95% plodova I klase (Dujmović, 1991).

Savremene mašine za berbu malina su svojim osobinama prevazišle zahteve koje su pred njih postavljene 80-tih godina. Obavljaju berbu od 85-95% plodova koji bi bili ubrani ručno uz visok kvalitet ubranih plodova (kod vertikalnog sistema oko 90% je I klase, a kod horizontalnog čak do 95%) uz mali procenat zelenih plodova u ukupnoj ubranj masi - uglavnom ispod 5% (Dujmović i Nenić, 1985; Pattenden, 1996). Dok su prototipske mašine imale gubitak od 10-30% otrešenih plodova (Ramsay, 1983), savremenim rešenjima prihvatnih uređaja, od kojih je jedno prikazano na slici 5, ti gubici su smanjeni na 5-6% (Barčić, 1991).

3. DISKUSIJA REZULTATA

Dugogodišnja ispitivanja sprovedena u Velikoj Britaniji (Smith i Ramsay, 1983; Ramsay, 1983) su pokazala da postoji zavisnost između amplitude i frekvencije oscilovanja (slika 6) koja utiče na procenat ubranih zrelih plodova uz određeni procenat zelenih.

Krive procenata ubranih zrelih plodova su koncentrične elipse. Krive prikazane isprekidanim linijama predstavljaju procenat zelenih plodova u ukupnoj ubranj masi za optimalni odnos amplituda.

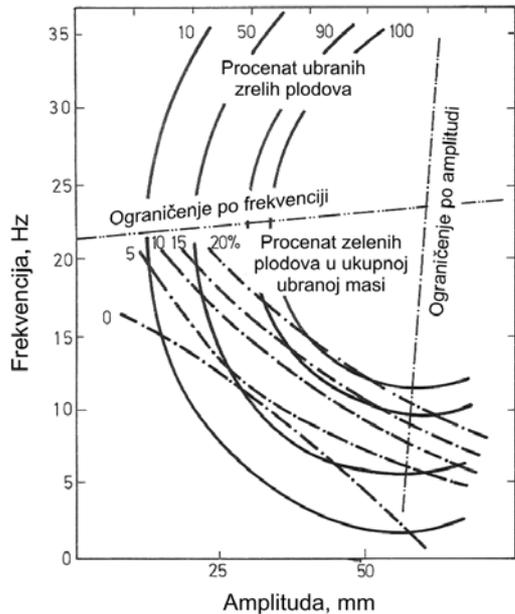
Amplituda manja od 32 mm ne može ukloniti svo zrelo voće, a amplituda veća od 64 mm izaziva oštećenja na stablu i granama. Prema dijagramu treba, dakle, izabrati veću amplitudu uz nižu frekvenciju oscilovanja

Valjak prečnika 508 mm sa palicama dužine 200 mm ubrao je za 10% više zrelih plodova od valjka prečnika 305 mm sa palicama dužine 305 mm, uz veću radnu brzinu.

Kombinacija niske amplitude oscilovanja (ispod 50 mm) i velikog prečnika palica (19 mm) je nepoželjna, jer dovodi do prigušivanja oscilacija i neravnomernog protresivanja habitusa špalira

Kada su izabrani optimalna amplituda i frekvencija oscilovanja i putanja palica, radnom brzinom se vrši konačna optimizacija.

Za uspešnu mehanizovanu berbu izuzetno je značajno odrediti početak berbe. Berbu treba započeti 10-14 dana ranije pošto boja ranih plodova pređe u ružičastu i ponavljati je svaka četiri dana. Sa četiri do pet ovakvih prolaza biće sigurno skinuto od 80-90% plodova, koji bi bili ubrani ručno (Ramsay, 1983).

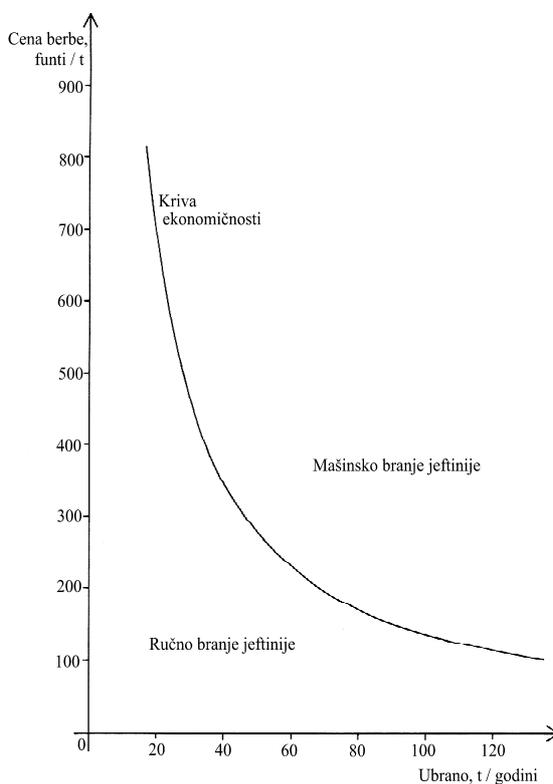


Sl. 6. Procentualna efikasnost uređaja za berbu plodova u zavisnosti od amplitude i frekvencije oscilovanja

Za procenu ekonomske isplativosti ovih mašina koristan je grafikon na slici 7, koji pokazuje koliko tona malina godišnje treba da ubere mašina Harrier da bi bila ekonomski isplativa u zavisnosti od cene ručne berbe (Pattenden, 1996). Analiza pretpostavlja petogodišnji period otplate.

Pod uslovom da je plantaža pripremljena za mašinu (što duži redovi, obezbeđene uvratine za okretanje) i da se berba vrši svakog četvrtog dana u trajanju od 12-14 h/dan, jedna mašina može da obere 16-20 ha ili 100-150 t malina po sezoni, uz dodatni učinak sa poznijim sortama. Time bi troškovi mehanizovane berbe iznosili između 1/2 i 1/3 troškova ručne berbe (Dujmović i Nenić, 1985; Pattenden, 1996).

Plod kupine je krupniji od maline, jednostavniji je za otkidanje i manje je osetljiv. Lastari kupine su takođe manje osetljivi na mehanička oštećenja. Zahvaljujući tome kupine je moguće ubirati istim mašinama kao i maline uz dopunsku optimizaciju prethodno iznetih parametara mehanizovane berbe.



Sl. 7. Poređenje cena ručne i mehanizovane berbe samohodnim kombajnom Pattenden Harrier

4. ZAKLJUČAK

Mehanizovana berba maline i kupine nameće se iz činjenice da je cena ručne berbe od 60-75% ukupnih troškova proizvodnje.

Pri izboru mašine za berbu i postavljanja zahteva u konstrukciji mašina, treba voditi računa o uzgojnom obliku jagodastog voća, ali i o nameni ubranih plodova.

Mehanizovana berba malina i kupina je uspešno rešena. Proizvodnju malina za svežu potrošnju ili pojedinačno zamrzavanje treba orijentisati na horizontalni sistem uzgoja.

Usko specijalizovane konstrukcije mašina za branje su skupe, s obzirom na rok trajanja berbe tokom godine, koji je najčešće 10-20 dana. Da bi ove mašine bile prihvatljivije u praksi, ima pokušaja da se proizvede univerzalna mašina modularne konstrukcije, sa uređajima različite namene. Takva je univerzalna šasija Smallford Multi na koju se postavljaju uređaji za berbu jagoda, malina i kupina, ribizla, grožđa, zaštitu, rezidbu na zeleno, itd.

LITERATURA

- [1] Smith, E.A., Ramsay, A.M. (1983): Forces during fruit removal by a mechanical raspberry harvester. *J. Agric. Engng Res.*, 1: 21-32.
- [2] Ramsay, A.M. (1983): Mechanical harvesting of raspberries - a review with particular reference to engineering development in Scotland. *J. Agric. Engng Res.*, 3: 183-206.
- [3] Dujmović, M., Nenić, P. (1985): Mehanizirana berba voća. Savetovanje "Voće od berbe do potrošača", Zadar, pp. 40-43.
- [4] Brčić, J. (1991): Oprema i strojevi za berbu jagodičastog voća, "Agrotehničar", 7/8: 29-32.
- [5] Pattenden (1996): Harrier. Prospektni materijal.
- [6] Pattenden (1997): Challenger. Prospektni materijal.

CONDITIONS OF MECHANIZED HARVESTING OF RASPBERRIES AND BLACKBERRIES

Milovan Živković¹, Vaso Komnenić², Mirko Urošević¹

¹*Faculty of Agriculture - Belgrade*

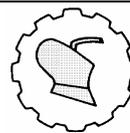
²*Institute PKB Agroekonomik, Padinska Skela - Belgrade*

Abstract: Mechanized processes of raspberry and blackberry harvesting evolved to a great part from the fact that the share of manual harvesting accounts for about 70% of the total production costs. The rising trends of raspberry and blackberry production in some European countries (primarily Poland and Hungary), i.e. EU member countries, has greatly increased competitiveness on the domestic market. In our country raspberry and blackberry were produced on smaller farms using manual harvesting. In the EU member countries the enhanced development of raspberry and blackberry production is characterized by large raspberry and blackberry fields with mechanized labor processes including harvesting. This type of production has decreased production costs and exploitation of orchards including the price of raspberry and blackberry on the world market.

The aim of the study was to define exploitation and technical parameters effecting the possibility of mechanized harvesting achieving high profitability and ensuring high quality of the fruits harvested. In addition the experience of mechanized harvesting of raspberry under the conditions of our country is described.

Tractor aggregates or self propelled machines are considered acceptable from the standpoint of our knowledge and experience in the harvesting of small fruits depending however on the growing system and size of the orchard. Taking into consideration the high price of the machines and the sensitivity of small fruits the improvement of the machine can be achieved by adding the parts required thus contributing to a rational and profitable use.

Key words: raspberries, blackberries, mechanized harvest.



UDK: 66.047.3.085.2

Original scientific paper
Originalan naučni rad

MICROWAVE DRYING KINETICS OF THYME

Yurtsever Soysal¹, Serdar Öztekin² and Ömer Eren¹

¹ Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Mustafa Kemal University, Tayfir Sokmen Campus, 31040 Antakya-Hatay, Turkey

² Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Turkey

Abstract: Thyme (*Thymbra spicata* L.) leaves were dried in a domestic microwave oven to determine the effects of microwave output power on the drying time, drying rate, and the colour of the dried product. Seven different microwave output powers ranging from 360 W to 900 W were used in the experiments. Drying of thyme and mint leaves took place mainly in falling rate period with no constant rate period. Increasing the microwave output power resulted in a considerable decrease in drying time. The semi-empirical Page's equation used to describe the drying kinetics of leaf materials gave an excellent fit for all data points with values for the coefficient of determination (R^2) greater than 0.997 and the standard error of estimates (SEE) lower than 0.023. The value of the drying constant showed an increasing tendency with the increased microwave output power signifying that with increase in microwave output power, drying curves become steeper indicating faster drying of the products. Both the traditional in-shade drying and microwave drying techniques used in this study caused some undesirable effects on the colour of the thyme and mint leaves. The traditional in-shade drying produced a darker brownish green product. Based on the overall colour evaluation results, compared to traditional in-shade drying, more stable green colours similar to those of the original fresh materials were obtained by using microwave output powers of 810 and 900 W for thyme and 720, 810, and 900 W for mint.

Key words: thyme, mint, drying, microwave, drying time, drying rate, colour.

Notation

- α hue angle, °
 ΔE total colour difference, dimensionless
 a colour redness (+)/greenness (-) coordinate, dimensionless
 b colour yellowness (+)/blueness (-) coordinate, dimensionless
 C chroma, dimensionless

k	drying constant, min^{-1}
L	colour brightness coordinate, dimensionless
M_R	moisture ratio, decimal
n	exponent, dimensionless
R^2	coefficient of determination, decimal
SEE	standard error of estimate, decimal
t	drying time, min
X	moisture content (db), kg water/kg dry matter
X_0	initial moisture content (db), kg water/kg dry matter
X_e	equilibrium moisture content (db), kg water/kg dry matter

1. INTRODUCTION

The members of Labiatae family are common herbs mainly grown in the mountainous areas of the Mediterranean region of Turkey (Başer 1994). These spontaneous herb plants are largely collected from the wild and then exported to the world markets. Among them, thyme and mint are widely used as culinary, medicinal, and aromatic herbs. The fresh or dried leaves and flowering tops of these plants are used in the food, cosmetic, and pharmaceutical industries to produce spice, essential oils, and drugs.

Compared to solar and hot air drying, microwave or hybrid microwave drying techniques (microwave-hot air drying; microwave-freeze drying, microwave-vacuum drying; osmotic pre-treatment before combined microwave-hot air drying) can greatly reduce the drying time of biological materials without quality degradation (Funebo & Ohlsson, 1998; Nindo *et al.*, 2003).

There has been extensive research on microwave drying techniques, examining a broad spectrum of fruits and vegetables including: potato (Bouraout *et al.*, 1994), apple (Funebo & Ohlsson, 1998), mushroom (Torrington *et al.*, 2001), carrot (Litvin *et al.*, 1998), banana (Maskan, 2000), garlic (Sharma & Prasad, 2001), asparagus (Nindo *et al.*, 2003).

The introduction of a microwave drying technique which reduces drying time considerably and produces a high quality end-product could offer a promising alternative and significant contribution for the herb processing industry.

Therefore, the overall objective of this study was to improve the basic knowledge about the important parameters of the microwave drying of thyme to determine the influence of microwave output power on drying time and improve the product quality in terms of colour. Specific objectives were:

- (a) to evaluate the influence of microwave output power on drying kinetics and colour of thyme and
- (b) to describe the drying process by producing a thin layer drying model for the purpose of simulation and scaling up of the process.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Material

The leaves of the fresh green thyme (*Thymbra spicata* L.) known as "black thyme" or "Za'tar" leaves used in the drying experiments were obtained from the local market in the Hatay province of Turkey. The whole samples were stored at $4\pm 0.5^\circ\text{C}$ before they were used. Prior to each drying experiment, the whole material samples were taken out of storage and leaves from stems were separated. The initial moisture content of the samples was measured individually using four 50 g leaf samples dried in an oven at 105°C for 24 h. The initial moisture contents (m.c.) of thyme and mint leaves were determined as 2.30 ± 0.29 and 4.95 ± 0.33 dry basis (db), respectively.

2.2. Drying equipment and procedure

A programmable domestic microwave oven (Galanz; Model: WP900AL23-Z1) with maximum output of 900 W at 2450 MHz was used for the drying experiments. The dimensions of the microwave cavity were 215x350x330 mm. The oven was fitted with a glass turntable (314 mm diameter) and had a digital control facility to adjust the microwave output power (by 10% decrements) and the time of processing.

Seven different microwave output powers (360, 450, 540, 630, 720, 810, and 900 W) were investigated at constant sample loading density. In each drying experiment, $60 (\pm 0.01)$ g of thyme and $30 (\pm 0.01)$ g of mint leaves were uniformly spread on a turntable fitted inside the microwave cavity for even absorption of microwave energy. Each drying experiment was replicated three times with a preset microwave output power and time schedule. Moisture loss was recorded by taking out and weighing the turntable on a digital balance periodically. For the mass determination, a digital balance with an accuracy of 0.01 g (Sartorius; Model: GP3202) was used. The microwave power was applied until the weight of the sample reduced to a level corresponding to a moisture content of about 0.10 db.

The common semi-empirical Page's equation (Eqn 1) was used to describe the thin layer drying kinetics of thyme and peppermint leaves (Ren & Chen, 1998; Sharma & Prasad, 2001):

$$M_R = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e} = \exp(-kt^n) \quad (1)$$

where: M_R is the moisture ratio; X is the moisture content db; X_e is the equilibrium moisture content db; X_0 is the initial moisture content db; t is the time in min; k is the drying constant in min^{-1} ; and n is the dimensionless exponent. The equilibrium moisture content was assumed to be zero for microwave drying (Maskan, 2000).

In addition to the microwave drying experiments, thin layer of fresh thyme leaves were spread on a plastic mat and dried in-shade for seven days to determine the extent of the colour changes. Final moisture contents of traditionally dried thyme and mint leaves were then determined as 0.13 ± 0.41 and 0.14 ± 0.50 db, respectively. Colour properties of these materials were measured to describe the colour change during drying.

2.3. Colour measurement

Sample colour was measured before and after drying by using a colour meter (Minolta Co.; Model: Chroma CR-100). The colour meter was calibrated against a standard calibration plate of a white surface and set to CIE Standard Illuminant C. The display was set to CIE $L a b$ colour coordinates. Ten random readings per sample were recorded and the average values of colour parameters with standard deviation values were reported. The colour brightness coordinate L measures the whiteness value of a colour and ranges from black at 0 to white at 100. The chromaticity coordinate a measures red when positive and green when negative, while the coordinate b measures yellow when positive and blue when negative. Also, the chroma C (Eqn 2), hue angle α (Eqn 3), and the total colour difference from the fresh material ΔE (Eqn 4) were calculated from the values for $L a b$ and used to describe the colour change during drying;

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (2)$$

$$\alpha = \tan^{-1}(b/a) \quad (3)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L_o - L)^2 + (a_o - a)^2 + (b_o - b)^2} \quad (4)$$

where subscript "o" refers to the colour reading of fresh material which is used as the reference. Larger ΔE denotes greater colour change from the reference material (Maskan, 2000).

2.4. Data analysis

A multiple comparison test was conducted using the Sigma-Stat software (SPSS Inc., version 3.0) to establish the actually differing applications. Also, non-linear regression analysis was performed using Sigma-Plot software (SPSS Inc., version 8.03) to estimate the parameters k and n of the semi-empirical Page's equation (Eqn 1). Regression results include the coefficients for the equation, standard error of estimate (SEE), and coefficient of determination (R^2).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Drying curves

The moisture content *versus* time curves for microwave drying of thyme as influenced by microwave output power are shown in *Fig. 1*. As the microwave output power was increased, the drying time of both thyme were reduced, considerably. Similar findings were reported by several authors (Drouzas & Schubert, 1996; Funebo & Ohlsson, 1998). By working at 900 W instead of 360 W, the drying time up to the moisture content of 0.09 db could be shortened by 3.0 fold for thyme leaves (*Fig. 1*). The microwave drying process which reduced the thyme leaves moisture content from 2.30 (± 0.29) db to 0.09 (± 0.01) db took 4.0-12.0 min, depending on the applied microwave output power. Since the initial moisture contents of the thyme leaves used in the drying experiments was relatively constant, the difference in drying time requirements was considered to be mainly due to the difference in the drying rates. The microwave drying can greatly reduce the drying time of thyme leaves when

compared to the published drying data for thyme by Balladin & Headley (1999) which states that about 13 h was required to reach the moisture content of 0.14 and 0.10 db for wire basket solar drying and oven drying at about 50°C, respectively.

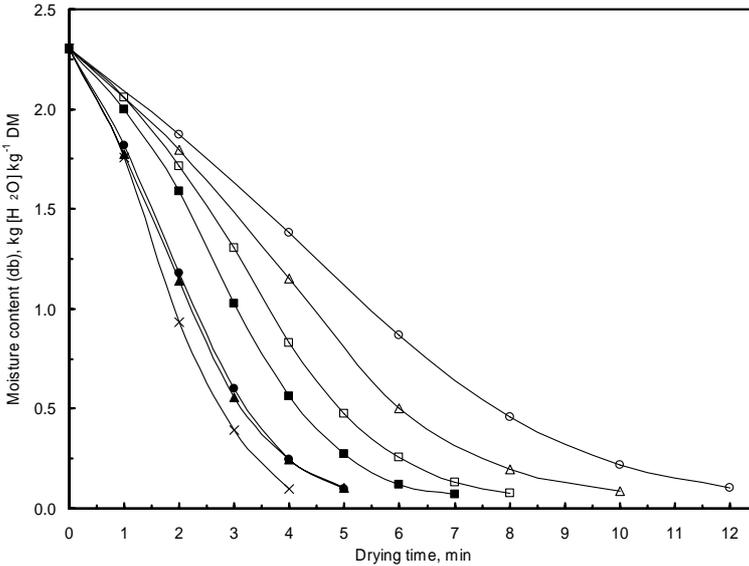


Fig. 1. Drying curves for thyme (*Thymbra spicata* L.) leaves under various microwave output powers; ×, 900 W; ▲, 810 W; ●, 720 W; ■, 630 W; ◻, 540 W; △, 450 W; ○, 360 W; DM, dry matter

The drying rate was calculated as the quantity of moisture removed per unit time per unit dry matter (DM) ($\text{kg} [\text{H}_2\text{O}] \text{kg}^{-1} \text{DM min}^{-1}$). The drying rate curves for thyme dried with different microwave output powers are shown in Fig 2. Depending on the drying conditions, average drying rates of thyme leaves ranged from 0.18 to 0.55 $\text{kg} [\text{H}_2\text{O}] \text{kg}^{-1} \text{DM min}^{-1}$ for the output power between 360 W and 900 W, respectively (Fig. 2). The moisture content of the material was very high during the initial phase of the drying which resulted in a higher absorption of microwave power and higher drying rates due to the higher moisture diffusion. As the drying progressed, the loss of moisture in the product caused a decrease in the absorption of microwave power and resulted in a decrease in the drying rate. Higher drying rates were obtained at higher microwave output powers. Thus, the microwave output power had a crucial effect on the drying rate of thyme leaves. Similar findings were reported in several previous studies (Funebo & Ohlsson, 1998; Maskan, 2000; Sharma & Prasad, 2001). The drying rates were relatively high in the beginning of drying and reached the peak value after 2 to 5 min drying (heating period). The length of this so called heating period increased with decreased microwave output power. After these peak values, drying rates decreased with decreasing moisture content, signifying that drying of thyme occurred mainly in falling rate period. The accelerated drying rates during the initial phase of drying may be attributed to internal heat generation and the liquid movement within the material when it is exposed to microwaves.

3.2. Modelling drying data

The drying data were then used to describe the microwave drying kinetics of the thyme leaves. The parameters k and n of the semi-empirical Page’s equation (Eqn. 1) for a given drying condition were estimated using non-linear regression technique (Table 1) and the fitness were illustrated in Fig. 3. The model gave an excellent fit for all of the experimental data points with the coefficient of determination (R^2) values greater than 0.997 and the standard error of estimates (SEE) lower than 0.023. It is determined that the value of drying constant (k) increased with the increase in the microwave output power (Table 1). These results were in good agreement with the drying rate data which follows the similar trends and signified that with the increase in microwave output power, drying curves becomes steeper indicating faster drying of the leaves.

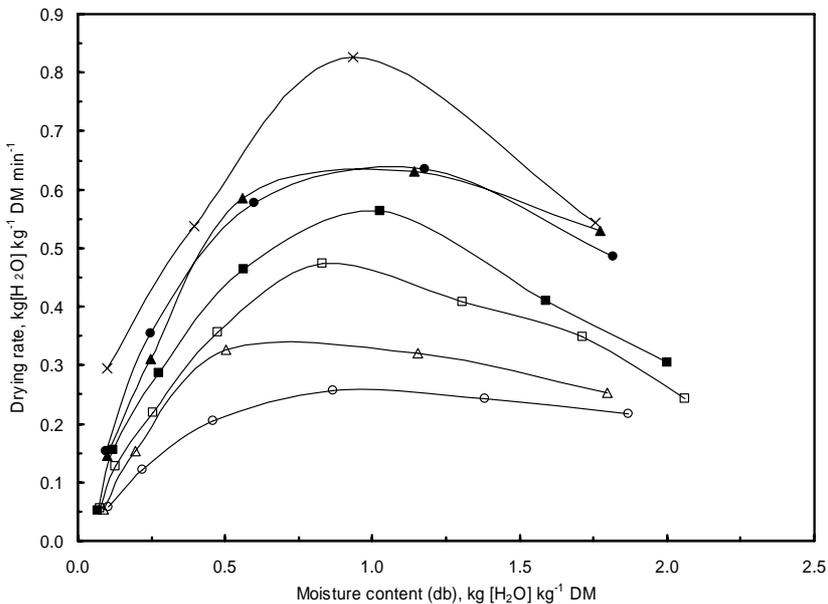


Fig. 2. Drying rate curves for thyme (*Thymbra spicata* L.) leaves under various microwave output powers; ×, 900 W; ▲, 810 W; ●, 720 W; ■, 630 W; ◻, 540 W; △, 450 W; ⊖, 360 W; DM, dry

Table 1. Non-Linear Regression Analysis Results Of Semi-Empirical Page’s Equation (Eqn. 1) for Microwave Drying Of Thyme (*Thymbra Spicata* L.) Leaves Under Various Microwave Output Powers; (k , Drying rate constant in min^{-1} ; n , exponent; SEE , standard error of estimate; R^2 , coefficients of determination)

Parameter	Microwave output power, W						
	900	810	720	630	540	450	360
k	0.2706	0.2451	0.2222	0.1122	0.0828	0.0704	0.0601
n	1.7282	1.5811	1.6409	1.8131	1.8142	1.6943	1.5742
SEE (\pm)	0.0063	0.0108	0.0091	0.0135	0.0138	0.0159	0.0145
R^2	1.000	0.999	1.000	0.999	0.999	0.999	0.999

3.3. Colour assessment

The colour of the dried product is an important quality indicator for the acceptance in the market. Dried thyme should have a bright green colour. The results of the colour measurements of fresh, microwave dried, and traditionally in-shade dried thyme are given in Table 2. Preferred colours are those closest to the original colour of the fresh samples.

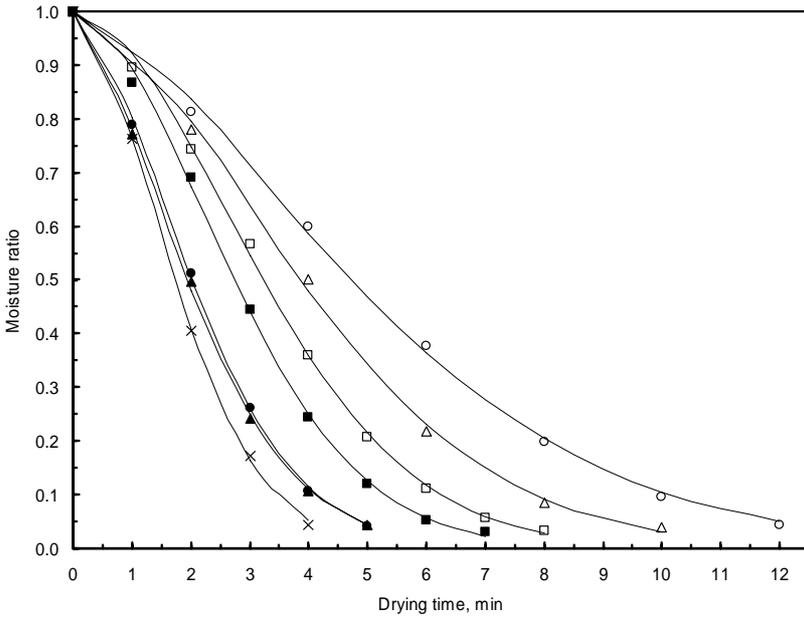


Fig. 3. Moisture ratio versus time, comparing experimental curve with the predicted one (–) through semi-empirical Page’s equation (Eqn 1) for thyme (*Thymbra spicata* L.) leaves under various microwave output powers; ×, 900 W; ▲, 810 W; ●, 720 W; ■, 630 W; □, 540 W; △, 450 W; ○, 360 W

Table 2. Effect of Microwave Output Power on the Colour of Thyme (*Thymbra spicata* L.) Leaves; L, brightness of a colour; a, greenness of a colour when negative; b, yellowness of a colour when positive; C, chroma of a colour; α, hue angle of a colour in °; ΔE, total colour difference

Microwave output power, W	Colour parameters					
	L	a	b	C	α	ΔE
Fresh	41.60 (2.02)*	-11.08 (1.37)	19.07 (1.65)	22.07 (2.00)	120.10 (2.11)	0.00
In-shade dried	39.94 (2.88)	-2.33 (0.89)	15.34 (0.94)	15.54 (1.02)	98.50 (2.92)	9.66
900	41.15 (1.65)	-4.71 (0.53)	18.38 (0.53)	18.97 (0.63)	104.34 (1.21)	6.43
810	40.02 (1.03)	-3.68 (1.00)	17.66 (0.97)	18.06 (1.14)	101.67 (2.48)	7.69
720	39.06 (1.36)	-3.40 (0.81)	17.03 (1.10)	17.37 (1.19)	101.22 (2.26)	8.34
630	38.24 (0.89)	-2.42 (0.79)	16.28 (0.81)	16.47 (0.88)	98.37 (2.44)	9.70
540	37.82 (0.99)	-1.82 (0.49)	15.72 (0.74)	15.83 (0.78)	96.57 (1.51)	10.54
450	37.79 (1.04)	-1.74 (0.59)	15.50 (1.06)	15.61 (1.07)	96.41 (2.15)	10.70
360	36.41 (0.69)	-1.27 (0.39)	14.66 (0.39)	14.72 (0.40)	94.96 (1.50)	11.94

* Values in parenthesis indicate the standard deviation

It is clear from Table 2 that the colour of in-shade dried thyme differed significantly from the values of fresh thyme leaves ($P < 0.05$). The L , b , a , C , and α value of in-shade dried thyme leaves were significantly decreased compared to the fresh leaf materials. Such changes in the colour of the in-shade dried thyme resulted darker brownish green leaf colour. Therefore traditional in-shade drying had a crucial effect on the colour of the thyme.

On the other hand, compared to fresh thyme, a significant decrease in L and b values of the leaf material dried at 360, 450, 540, and 630 W microwave output powers was observed ($P < 0.05$). Compared to fresh material, no significant difference was found in L and b values of the leaf material dried at 720, 810, and 900 W microwave output powers ($p > 0.05$) (Table 2). The a and C values of the leaf material dried at 360, 450, 540, 630, and 720 W microwave output powers were also differed significantly from the fresh material ($P < 0.05$). The chroma (C) value indicates colour saturation which varies from dull (low value) to vivid colour (high value) and is proportional to strength of the colour. Compared to fresh product, little change was found in C and a values of the products dried at 810 W and 900 W, and they were not statistically different ($p > 0.05$). A significant decrease was found in hue angle (α) values among the fresh and microwave dried leaves ($P > 0.05$) (Table 2).

These results indicate that the changes in the colour values of microwave dried thyme were highly depend on the microwave output power. Although the microwave drying at relatively low output powers resulted in some darkening in the leaf colour (lower L value), compared to fresh and in-shade dried thyme leaves, a good green colour in the leaves dried at 810 and 900 W microwave output powers was maintained. The total colour change (ΔE) values, which takes into account the changes in the greenness (a) and yellowness (b) supports these results (Table 2). The microwave output powers below 810 W lead to increased colour deterioration possibly due to the lengthy drying time and associated internal heat generation during microwave drying. The lower colour degradation of the dried thyme leaves at higher microwave output powers (810 and 900 W) may, therefore, be due to the substantial reduction in the drying time.

5. CONCLUSION

Results showed that in the main, microwave drying of thyme leaves took place in the falling rate period with no constant rate period. Relatively high drying rates in the beginning of drying were observed depending on the dried material and applied microwave output power. After 1 to 5 min heating periods, drying rates decreased with decreasing moisture content, signifying that drying of thyme leaves occurred mainly in falling rate period. Higher drying rates were obtained with higher microwave output powers.

Drying time decreased considerably with increased microwave output power. This suggests that the microwave output power had a crucial effect on the drying rate. Compared to the drying data for thyme using wire basket solar drying and oven drying method and mint using oven drying method published before, microwave drying technique used in this study can greatly reduce the drying time of thyme.

The semi-empirical Page's equation used to describe the drying kinetics of thyme gave an excellent fit for all of the data points with higher coefficient of determinations and lower standard error of estimates. The value of the drying constant showed an increasing tendency with the increased microwave output power signifying that with an increase in microwave output power, drying curves become steeper indicating faster drying of the products.

It is determined that both the in-shade drying and the microwave drying techniques used in this study caused some undesirable effects on the colours of the thyme. The traditional in-shade drying produced a darker brownish green product. The change in the colour values depend highly on the microwave output power. Lower microwave output powers up to 720 W for thyme lead to considerable colour changes in dried products. Based on the overall colour evaluation results, compared to traditional in-shade drying, more stable green colours close to that of the original fresh materials were obtained by using microwave output powers of 810 and 900 W for thyme.

As an overall conclusion, microwave drying technology can greatly reduce the drying time and successfully be used to produce dried thyme leaves with desirable colours.

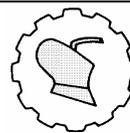
REFERENCES

- [1] Balladin, D.A. & Headley, O. (1999). Evaluation of solar dried thyme (*Thymus vulgaris* Linné) herbs. *Renewable Energy*, 17, 523-531.
- [2] Baser, K.H.C. (1994). Essential oils of Labiatae from Turkey: Recent results. *Lamiales Newsletter* 3, 6-11.
- [3] Bouraout, M., Richard, P. & Durance, T. (1994). Microwave and convective drying of potato slices. *Journal of Food Process Engineering*, 17, 353-363.
- [4] Drouzas, A.E. & Schubert, H. (1996). Microwave application in vacuum drying of fruits. *Journal of Food Engineering*, 28, 203-209.
- [5] Funebo, T. & Ohlsson, T. (1998). Microwave-assisted air dehydration of apple and mushroom. *Journal of Food Engineering*, 38, 353-367.
- [6] Litvin, S., Mannheim, C.H. & Miltz, J. (1998). Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and air or vacuum drying. *Journal of Food Engineering*, 36, 103-111.
- [7] Maskan, M. (2000). Microwave/air and microwave finish drying of banana. *Journal of Food Engineering*, 44, 71-78.
- [8] Nindo, C.I., Sun, T., Wang, S.W., Tang, J. & Powers, J.R. (2003). Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 36, 507-516.
- [9] Sharma, G.P. & Prasad, S. (2001). Drying of garlic (*Allium sativum*) cloves by microwave-hot air combination. *Journal of Food Engineering*, 50, 99-105.
- [10] Torringa, E., Esveld, E., Scheewe, I., van den Berg, R. & Bartels, P. (2001). Osmotic dehydration as a pre-treatment before combined microwave-hot-air drying of mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 49, 185-191.

KINETIKA MIKROTALASNOG SUŠENJA *Thymbra cpicata-e***Yurtsever Soysal¹, Serdar Öztekin² and Ömer Eren¹**¹ *Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Mustafa Kemal University, Tayfur Sokmen Campus, 31040 Antakya-Hatay, Turkey*² *Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Turkey*

Sadržaj: Lišće *Thymbra cpicata-e* je sušeno u mikrotalasnoj sušari kako bi se odredio uticaj snage sušare na vreme sušenja, stepen sušenja i boju osušenog proizvoda. U eksperimentu je korišćeno sedam tipova mikrotalasnih sušara snage od 360 W do 900 W. Povećanje snage sušare rezultiralo je značajnim smanjenjem vremena sušenja. Poluempirijska Pejdžova formula (Page's) koja se koristi za opis kinetike sušenja lisnatih materijala, pokazala je dobro uklapanje za sve tačke sa vrednostima koeficijenta determinacija (R^2) većeg od 0.997 a standardna greška je bila niža od 0.023. Vrednost konstante sušenja pokazala je tendenciju porasta sa povećanjem snage sušare ukazujući da sa povećanjem snage sušare krive sušenja postaju strmije ukazujući na brže sušenje proizvoda. I tradicionalno sušenje proizvoda u senci i korišćenje mikrotalasne sušare su tokom ovog istraživanja pokazali određene negativne posledice na boju listova *timbre* i mente. Tradicionalno sušenje u senci je uzrokovalo pojavu tamnije braon boje na proizvodu. Obzirom na izvršenu analizu boje i upoređenjem sa proizvodima sušenim na tradicionalni način, postojanija zelena boja je uočena kod lišća *timbre* kod sušara snage 810 i 900 W, i 720, 810 i 900 W za mentu.

Ključne reči: *timbra, menta, sušenje, mikrotalasna sušara, vreme sušenja, stepen sušenja, boja.*



UDK: 621.8.035.4:631.223.64

Originalan naučni rad
Original scientific paper

UTICAJ KONTROLE NA TOPLOTNO PONAŠANJE PANELNOG SISTEMA ZA GREJANJE PRASADI

Miodrag Zoranović, Vlado Potkonjak, Anđelko Bajkin

*Poljoprivredni fakultet - Novi Sad
zormi@polj.ns.ac.yu*

Sadržaj: Kao posledica prirodnog fenomena, po rađanju prase zahteva visok stepen kontrolisanog dogrevanja. Uzrok ovom zahtevu je nizak nivo akumulisane toplote i vlažna površine tela, bez realno mogućeg osećaja majke za njegovim posušivanjem. Od konvencionalnih sistema grejanja, najbolje rezultate ostvario je panelni sistem. Način kontrole temperature kontaktne površine grejnih panela značajno utiče na parametre temperaturnog polja u njihovim razmenjivačkim ravnima. Manuelno-parcijalna regulacija temperature kontaktne površine putem protoka zagrevnog fluida, rezultira neujednačenim intenzitetom temperaturnih polja u zoni različito udaljenih panela od centralnog izvora toplote, sa odstupanjem temperature perifernih zona znatno iznad 2°C. Pravilno konstruisan panel, bez uticaja protoka zagrevnog fluida, u funkciji tekućeg vremena, ostvariće uniformno temperaturno polje u zoni referentne ravni za ležanje prasadi. Primenom adekvatnog sistema regulacije ili progresivne Web tehnologije, u odnosu na manualni sistem kontrole u laboratorijskim uslovima, moguća ušteda energije je do 30%. U praksi, ova vrednost je značajno viša.

Ključne reči: prase, temperatura, inercija, kontrola, Web tehnologija

1. UVOD

Nepovoljan odnos telesne mase prema spoljno razmenjivačkoj površini tela, kao posledica smanjenog intenziteta metabolizma, kod praseta je uzrok njegovom niskom stepenu akumulacije toplote. Prasad izložena niskoj temperaturi izrazito drhte, leže u gomili i često su prehladna (Teodorović, 1999). Posledica prehlade je zaostajanje u porastu i povećanje direktnih ili indirektnih, u okviru ukupnih gubitaka. Dozvoljeno odstupanje stvarne kontaktne temperature panela u odnosu na referentnu je 2°C.

Povećanjem mase prasadi opada njihov zahtev za dodatnom toplotom. Pri prosečnoj masi 4 kg, prasad izložena kontaktnoj temperaturi površine za ležanje 30,5°C, konzumiraju prosečno 50 g hrane dnevno (Xin at al, 2003). Pri njenoj temperaturi 28,8°C, masa konzumirane hrane se udvostručava. Povećanje temperature iznad 21°C uzrokuje smanjenje dnevnog prirasta prasadi u periodu 16-18 kg telesne mase (Pig International, 1988).

U vreme laktacije, krmače su osetljive na visoku temperaturu ambijentalnog vazduha. Povišenje temperature sa 21 na 27°C, smanjuje dnevno konzumiranje hrane krmače za 0,6 kg i gubitak telesne mase 2,5 kg. Potvrda navedenom su istraživanja Jacobsona et al. (2004), koji tvrde da se povišenjem temperature ambijenta iznad vrednosti 18°C, količina konzumirane hrane u vremenu laktacije smanjuje za 0,1-0,2 kg.

Komparacija varijanti grejnih sistema ukazuje na značajne razlike prema uniformnosti temperaturnog polja, prevazilaženju razlika toplotnih zahteva majke i legla u prasilištu i utrošku energije. Rezultati dosadašnje primene varijanti grejnih sistema ukazuje na prednost panelnog sistema grejanja. Ambijentalni sistem grejanja predstavlja neprihvatljivu varijantu, kako sa energetskog, tako i sa aspekta optimalnog mikroklimata, (Pig International, 1988). Izbor tipa IC-lampe i oblika usmerivača IC-zraka, bitno utiče na koeficijent iskorišćenja transformisane zračne u toplotnu energiju (Zoranović, 2005). Pri poređenju sistema za grejanje prasadi, panelni sistem pokazao se pouzdanijim i jednostavnijim (Potkonjak V. i sar, 1999). Prema uniformnosti temperaturnog polja u zoni referentne ravni, zagrevanje toplom vodom ostvaruje najbolje rezultate, zatim slede električni sprovodnici toplote u podu, električne IC lampe i gasne grejalice (Pig International-February, 1996).

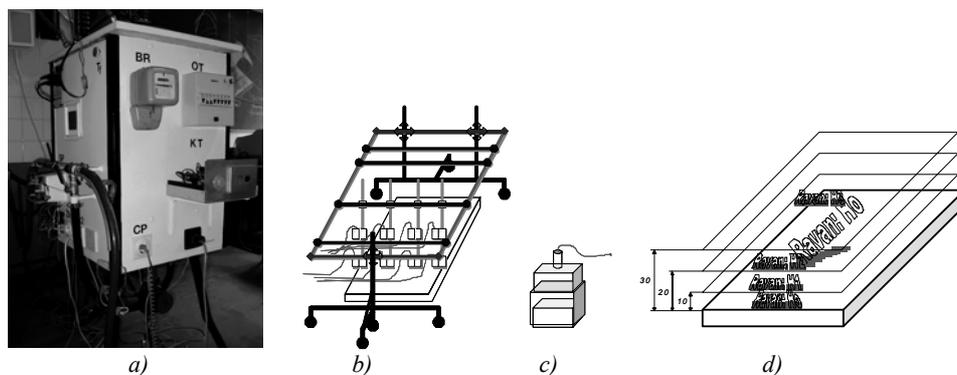
Domaće svinjarstvo (infrastrukturno i tehnički), karakterišu jednostavni i skupi panelni sistemi grejanja. Dokaz ovoj tvrdnji su bazno visoka ulaganja za formiranje sistema i relativno spor proces otplate kroz vreme korišćenja. Postoje jednoznačne mogućnosti njihovog usavršavanja u zatečenoj infrastrukturi: korekcija cevne mreže sa termoizolacijom grejnih panela, povećanje stepena sezonskog korišćenja "leto + zima" (dvostruki temperaturni lokalizam primenom lučne komore sa plafonskim akumulatorom toplote-hlađenje tokom leta i podešavanje nivoa kontrole toplotnog ponašanja sistema primenom "internet tehnologije". Ove sisteme grejanja karakteriše parcijalna kontrola temperature aktivne površine grejnih panela (podešavanje protoka zagrevnog fluida). Različite udaljenosti grejnih panela od centralnog izvora toplote, promena temperature radnog fluida u funkciji vremena uzgojnog ciklusa, nekontrolisani kvalitet radnog fluida (korozija) i aktiviranja sistema tokom pasivne sezone, uzroci su pojavi neujednačenih temperaturnih polja. Nekontrolisano toplotno stanje ovog tipa odražava se negativno na rezultat input/output jednog uzgojnog ciklusa u prasilištima i odgajivalištima (Darby, 2005).

Primena Web tehnologije na polju kontrole zagrevnog procesa u svinjarstvu ostvariće značajne energetske i tehnološke uštede. Njena primena je direktna funkcija progresivnog razvoja informatičke tehnologije, s izraženom tendencijom opadanja cena baznih komponenti, (Karadžić, 2005). Značaj kontrole ovog segmenta u procesu proizvodnje svinja, velik je. Shodno tome, treba obratiti pažnju na pouzdanost ovih rešenja prema njihovom cenovnom inputu.

2. MATERIJAL I METOD

"Radijator panel" predstavlja poboljšanu varijantu betonskog panela sa izraženo neuravnoteženim temperaturnim poljem u zoni referentne ravni Ho, (aktivna površina panela za ležanje prasadi). Formiran je prototip kontrolnog uređaja - *sl. 1a*, namenjen:

- distribuciji tople vode sa podešavanjem protoka,
- merenju protoka po maseno-zapreminskom metodu,
- izboru načina kontrole podešene temperature kontaktne površine grejnog panela,
- podešavanju temperature vode i
- merenju angažovane električne energije.



Sl. 1. Oprema i način laboratorijskog merenje temperaturnog polja:
 a) kontrolisan izvor topline zagrevnog fluida, b) metalna ramska konstrukcija,
 c) drvena komorica, d) merne ravni u zoni referentno kontrolisanog prostora

Merenje temperaturnih polja grejnih panela

Referentno kontrolisan prostor predstavlja lokalno grejanu vazдушnu zonu do visine 30 cm od nivoa panela, putem zračenja i konvekcijom. Merenje temperaturnih polja referentnog prostora obavljeno je u četiri ravni: H0 (kontaktne temperature), H1, H2 i H3 (rezultantna temperatura vazduha), na svakih 10 cm po dužini i širini ravni, sl. 1d. Za merenje temperature u naznačenim ravnima konstruisana je metalna ramska konstrukcija sa nosačima drvenih komorica pomerljivih u tri ravni (tri stepena slobode), sl. 1b. Na taj način obezbeđeno je merenje u zoni bilo koje tačke referentnog prostora. Zbog ograničenog broja termoparova za ovu svrhu (24), pri merenju rezultatne temperature u zoni izabranih tačaka korišćen je metod "referentne tačke". Na taj način je anuliran problem paralelnog merenja u zoni znatno većeg broja izabranih tačaka. U svrhu toga, na kontaktnoj površini grejnog panela utvrđena je zona merne tačke sa maksimalnom rezultatnom temperaturom (mesto postavljanja komorice sa termoparom, sl. 1c). Termoparski vod (u vezi sa PI regulatorom), održavao je temperaturu u zoni referentne tačke na zadanoj vrednosti (temperaturni histerezis: -0,3; 0; 0,5). U komoricu je uvučen kraj kontrolnog termopara za poređenje sa regulisanom vrednošću PI regulatora.

Načini održavanja temperature kontaktne površine panela

- Konstantan protok tople vode, $Q = const$. Održavanje stacionarnog toplotnog stanja grejnog panela preuzima PI-regulator sa PID-kontrolerom.
- ON/OFF regulacija sa ugrađenim elektromagnetnim ventilima.

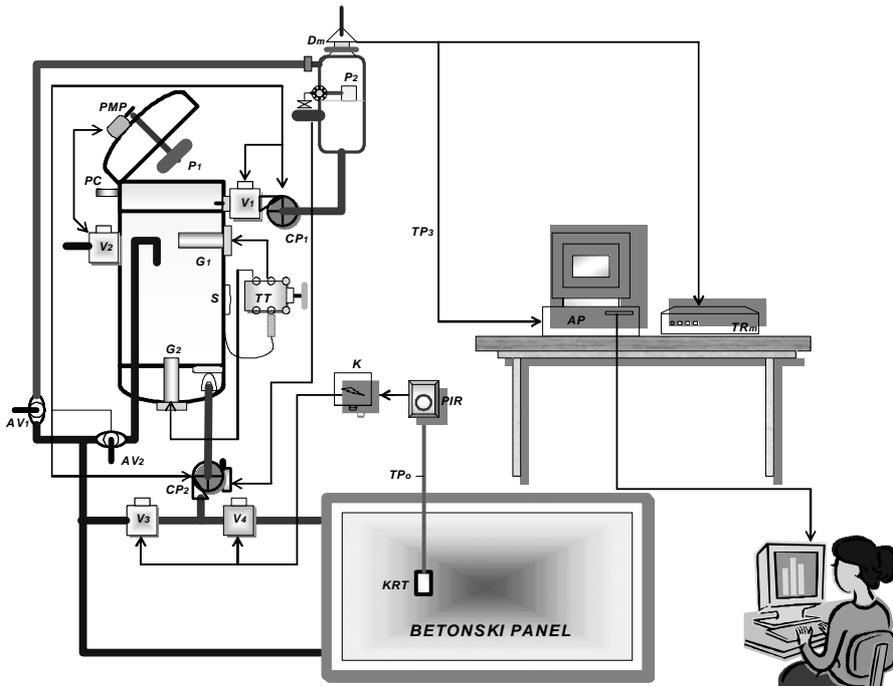
Slot III akvizicije podataka Hawlett Packard merio je: transmitovane signale relativne vlažnosti predprostora laboratorije, spoljnog vazduha i temperature suvog vazduha. Svi podaci, bez automatskog zapisa (po tabelarnom principu), pridodati su imenima fajlova zapisanih na disku PC računara. Nakon toga, skup fajlova jednog testa smeštan je u poseban direktorijum sa nazivom izvršenog testa. Obrada podataka je izvršena u *Exscele* i *Mathcad*-u.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Karakteristike uređaja za distribuciju tople vode

Laboratorijski uređaj sastoji se od metalnog rezervoara efektivne zapremine 50 l. U donjoj zoni rezervoara ugrađene su cevi za usis i vraćanje tople vode sa električnim grejačem $G_2=2 \text{ kW}$ (sl. 2). Radi homogenog zagrevanja radnog fluida (konstantno u cirkulacionom režimu), postavljen je električni grejač iste snage na 2/3 visine vodenog stuba. Grejači su prema izabranoj varijanti kontrolisani od strane trofaznog analognog termostata TT (temperaturni histerezis $\pm 2,5^\circ\text{C}$). Nivo zagrevnog fluida regulisan je plovkom P_1 , polužnim naizmjeničnim mikroprekidačem PMP i elektromagnetnim ventilom V_2 . Ekstremne tačke su praćene alarmnim signalom (u slučaju prekoračenja maksimalnog ograničenja predviđena je prelivna cev PC). Zbog smanjenja nivoa vode tokom merenja protoka predviđene su blokade njenog priliva. Na usisnu cev postavljena je cirkulaciona pumpa CP_2 sa prigušnim ventilom. Cirkulaciona pumpa je opremljena tropozicionim mikroprekidačem za promenu protoka radnog fluida $0,5\text{-}4,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Za preciznu definiciju funkcionalne zavisnosti toplotne inercije grejnih panela i protoka radnog fluida korišćen je analogni prigušni ventil. Potisni vod cirkulacione pumpe CP_2 vezan je sa T -razvodom na usisne grane elektromagnetnih ventila V_1 i V_3 .

Rezervoar zapremine 20 l sa pratećom opremom ovešen je na davač mase D_m (sl. 2). Cevi za distribuciju zagrevnog fluida postavljene su u poziciju masenog rasterećenja od strane rezervoara. Promena pravca radnog fluida (pri merenju podešenog protoka), vrši se analognim kugličnim ventilima AV_1 i AV_2 .



Sl. 2. Funkcionalna šema uređaja za distribuciju tople vode sa mernom opremom

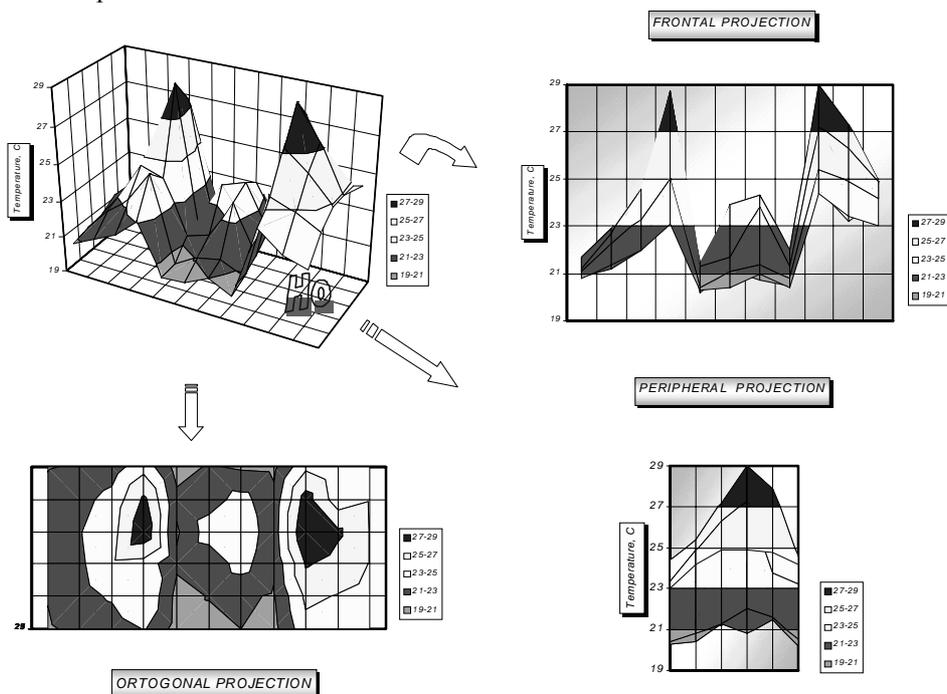
Preko polužnih mikroprekidača obezbeđene su blokade za nepravilno izabrane pozicije analognih ventila. Mehaničkim zakretanjem poluga zagrevni fluid se usmerava ka mernom rezervoaru. Davač mase (u funkciji vremena), daje naponski signal ka transmiteru TR_m . Signal se podešava u oblik prihvatljiv *slotu III* akvizicije podataka (zapis u vremenskim intervalima $1/60$ s). Po uspostavljanju zadane zapremine mernog rezervoara, automatski se deaktivira cirkulaciona pumpa CP_2 . Nakon toga, analogni ventili vraćeni su u polaznu poziciju. Pomoću potisno povratnog tastera aktiviraju se cirkulaciona pumpa CP_1 i elektromagnetni ventil V_1 . Time je maseno izmeren zagrevni fluid vraćen u bazni rezervoar. Po isticanju radnog fluida iz mernog rezervoara (do kontrolisane minimalne zapremine), automatski se deaktiviraju CP_1 i V_1 . Zatim dolazi do aktiviranja cirkulacione pumpe CP_2 sa polaznim pozicijama ventila V_3 i V_4 .

Formirani laboratorijski izvor toplote pokazao je visok stepen pouzdanosti.

3.2. Definicija pojmova "ravansko i prostorno temperaturno polje" u kontrolisanoj zoni toplotnog izvora za grejanje prasadi

Temperaturno polje predstavlja realan odziv na toplotno ponašanje izvora toplote u definisanim uslovima neposrednog okruženja. Može se posmatrati kroz forme: ravansko ili prostorno. Za opis temperaturnog polja u kontrolisanoj zoni izvora toplote koristi se prikaz realnog nesimetričnog tela (*sl. 3*). U tehničkom smislu reči, ovaj prikaz podrazumeva minimalno dve, od moguće tri projekcije :

- ortogonalna,
- frontalna i
- periferna.



Sl. 3. Ortogonalna, frontalna i periferna projekcija temperaturnog polja u zoni IC-lampe

Prostorni prikaz temperaturnog polja po nivoima referentnog prostora, osim bitnog deskriptivnog aspekta, ne omogućava analizu baznih statističkih pokazatelja: standardna devijacija, trend linija sa zapisom njene jednačine i koeficijentom korelacije R^2 . Za kontrolu interakcije toplotnog izvora sa neposrednim okruženjem, između ostalog, neophodno je poznavanje zakona promene toplotnog fluksa. Radi toga korišćene su frontalne i periferne projekcije, sa linijama ekstremnih i prosečnih vrednosti izmerenih matrica temperatura.

Prostorno temperaturno polje predstavlja toplotno stanje referentnog prostora po njegovim nivoima. Praktično, uz opisane statističke pokazatelje temperaturnih matrica po nivoima referentnog prostora, određuju se njihovi proseci sa definisanom trend linijom i pripadajućim koeficijentom korelacije. Povećanje broja mernih tačaka u zoni referentnog prostora povećava preciznost tvrdnje pri opisu toplotnog ponašanja posmatranog izvora toplote.

Kontrolom sistema zagrevanja utiče se na prosečnu vrednost parametara prostornog temperaturnog polja toplotnog izvora, a time na input/output uzgojnog ciklusa prasadi. Optimalna kontrola sistema zagrevanja podrazumeva poznavanje njegovog toplotnog ponašanja.

Značaj poznavanja prostornog temperaturnog polja u zoni analiziranog izvora toplote višestruk je:

- Jasno toplotno ponašanje grejnog panela pri promeni brzinskog polja vazduha kod "otvorenog" lokalnog ambijenta za uzgoj.
- Preventivni energetske obračun ukupno kontrolisanog prostora.
- Uticaj ukupnog na lokalno kontrolisan prostor objekta za uzgoj, pri stepenu pokrivenosti kontaktne površine telima prasadi.
- Stepenu opravdanosti primenjenog nivoa kontrole grejnog sistema.

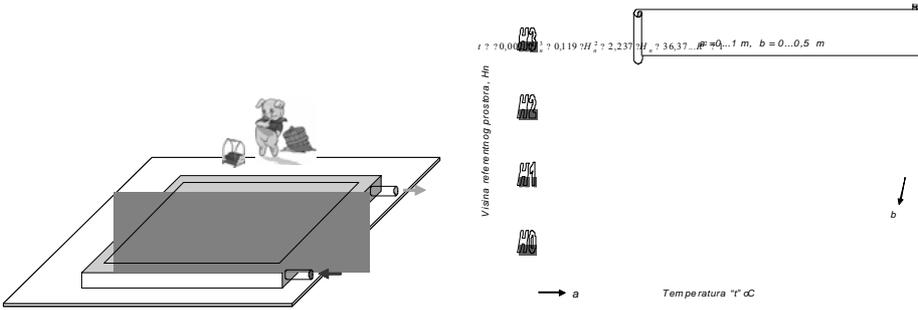
3.3. Toplotna inercija u zoni referentne tačke panela

Temperatura u zoni referentne tačke funkcija je uzrasta prasadi. Uniformnost temperaturnog polja u zoni grejnog panela direktna je funkcija prenosa toplote od strane zagrevnog fluida na kontaktnu površinu. Panelni sistemi domaćih proizvođača ne zadovoljavaju kriterijum optimalne uniformnosti temperaturnog polja. Odstupanje stvarne od podešene vrednosti temperature u zoni referentne tačke naziva se *temperaturni histerezis*. Intenzitet odstupanja stvarne oko referentno zadane temperature u funkciji vremena, naziva se "*temperaturna inercija*". Uticajni faktori na toplotnu inerciju posmatranog sistema su:

- Vreme uspostavljanja stacionarnog toplotnog stanja.
- Toplotna inercija objekta (termoizolacija zidova, ekspozicija staklenih površina i dr.).
- Materijal i konstrukcija razmenjivačke mreže.
- Viskozitet, protok i temperatura zagrevnog fluida.
- Način regulacije temperature u zoni referentne tačke ($Q = const.$ ili $Q \neq const.$ - jedno ili dvogranska cevna mreža sa bitnom razlikom temperature zagrevnog fluida primarne i sekundarne grane 88/45°C).
- Izvršne karakteristike regulacionog elementa sa definisanim temperaturnim histerezisom.
- Stepenu otvorenosti grejnog panela prema neposrednom ambijentu (sa ili bez komornog dodatka).

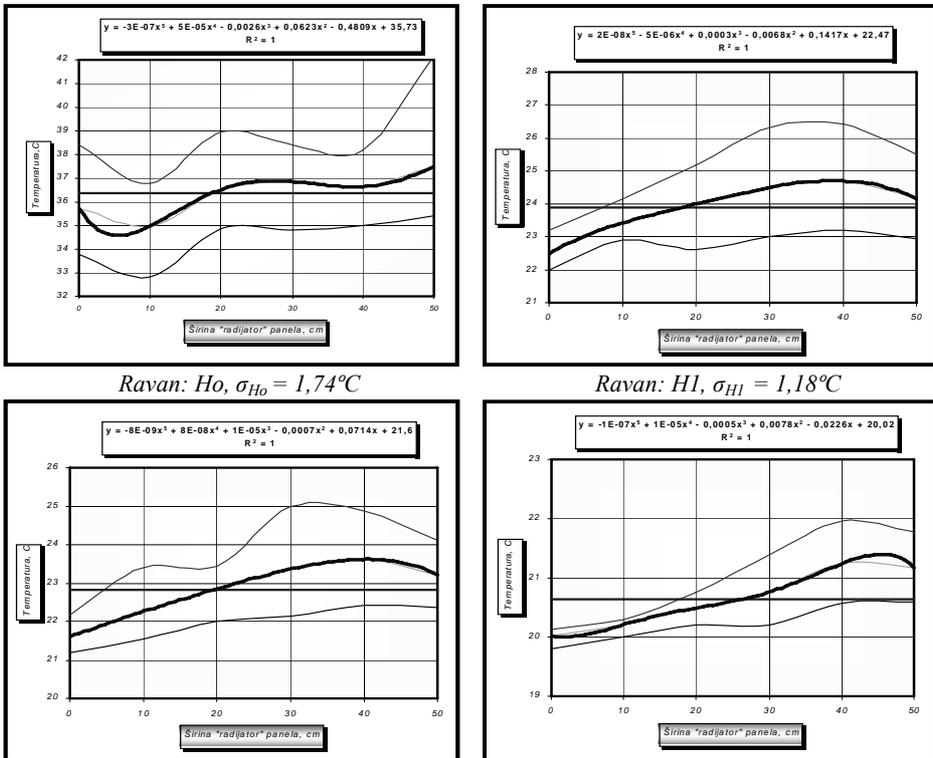
Kontrolom sistema grejanja utiče se na prosečnu vrednost parametara ravansko-prostornog temperaturnog polja grejnjog izvora, a time na input/output uzgojnog ciklusa u prasilištu i odgajalištu.

3.4. Temperaturno polje u kontrolisanoj zoni radiator panela



Sl. 4. Prostorno temperaturno polje u kontrolisanoj zoni radiator panela

Novoformirani toplotni razmenjivač (slika 4), ostvario je srednju rezultantnu temperaturu u ravni H0 ($t_{x0} = 36,37^{\circ}\text{C}$), sa relativno niskom standardnom devijacijom $\sigma_{H0} = 1,74^{\circ}\text{C}$ (slika 5).



Ravan: H0, $\sigma_{H0} = 1,74^{\circ}\text{C}$

Ravan: H1, $\sigma_{H1} = 1,18^{\circ}\text{C}$

Ravan: H2, $\sigma_{H2} = 0,99^{\circ}\text{C}$

Ravan: H3, $\sigma_{H3} = 0,57^{\circ}\text{C}$

Sl. 5. Temperaturno polje radiator panela u zoni referentnih nivoa

U referentnoj ravni kontrolisanog prostora H1, ostvarena je niža vrednost od uobičajenih za sve tipove konvencionalnih razmenjivača sa toplom vodom ($t_{x1} = 23,88$ °C) sa $\sigma_{H1} = 1,18$ °C. U ravni H2, prosečna rezultatna temperatura suvog vazduha bila je $t_{x2} = 22,8$ °C sa standardnom devijacijom $\sigma_{H2} = 0,99$ °C. Ravan H3 karakteriše prosečna rezultatna temperatura suvog vazduha $t_{x3} = 20,65$ °C. Ovo je minimalna zabeležena vrednost sa $\sigma_{H3} = 0,57$ °C. Brzina strujanja vazduha u ovoj ravni bila je $V_{v3} = 0,78$ m/s. Promena vrednosti rezultatne temperature u funkciji visine ograničenog prostora slična je promeni kod betonskog panela (asimptotski u intervalu 15-25 cm), *slika 4*.

3.5. Održavanje temperature kontaktne površine panela pri $Q = \text{const.}$

Ovaj način regulacije karakteriše pojava neuravnoteženih vrednosti oko zadane temperature kontaktne površine panela. Uočeno je značajno odstupanje na početku "zaletnog" intervala. Sa produženjem vremena razlika je pokazala tendenciju smanjenja.

3.6. Toplotna inercija radiator panela na visini 0,47 m od poda, termoizolovane pasivne površine, pri: $Q \neq \text{const.}$, podešenoj temperaturi PI regulatora i PIDR- kontrolera

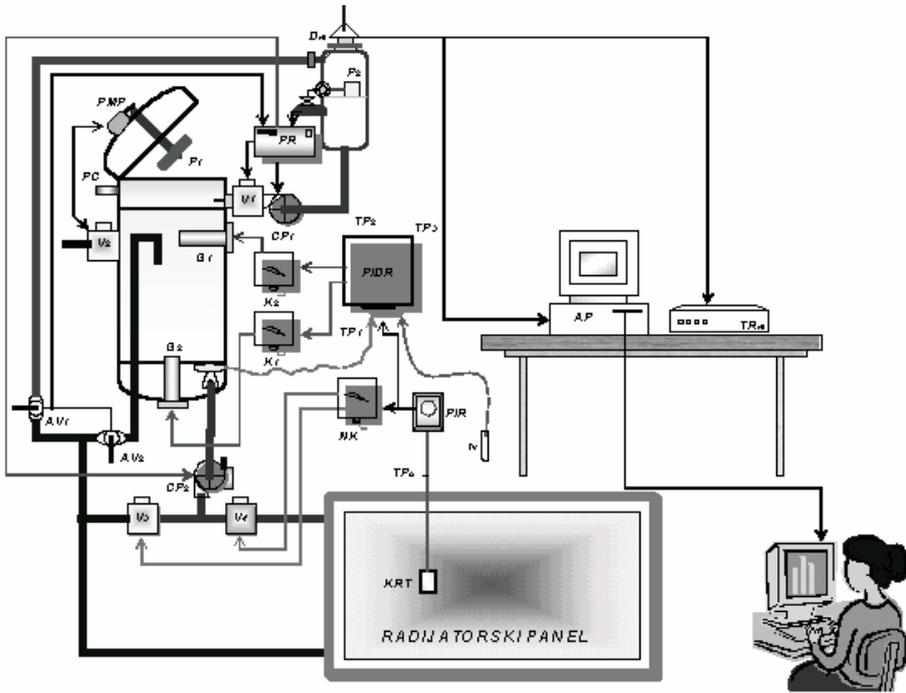
Za mernu proceduru kod radiator panela izvršena je adaptacija sistema kontrole. Razmatrane su varijante:

3.6.1. *Kontrola temperature tople vode: a) PI-regulatorom i ograničenjem maksimalno dozvoljene temperature, podešene temperaturom u zoni referentne tačke t_{prT} ; b) PI-regulatorom i PIDR- kontrolerom, sa ograničenjem maksimalno dozvoljene temperature, uz informaciju o temperaturi vazduha u neposrednom okruženju radiator panela*

Instalacijom PIDR kontrolera omogućena je kontrola 15 kanala i formiranje signala ka izvršnim elementima. Zadatak PI regulatora je slanje signala naizmeničnom kontaktoru NK i kanalu PIDR kontrolera za nezavisno aktiviranje grejača. Preusmerenje toka radnog fluida značilo je ON-OFF stanje grejača. Maksimalna temperatura radnog fluida je bez prisutnog ograničenja u dozvoljenom temperaturnom intervalu. Informacija o temperaturnom stanju laboratorijskog vazduha nije uzeta kao parametar povratne sprege.

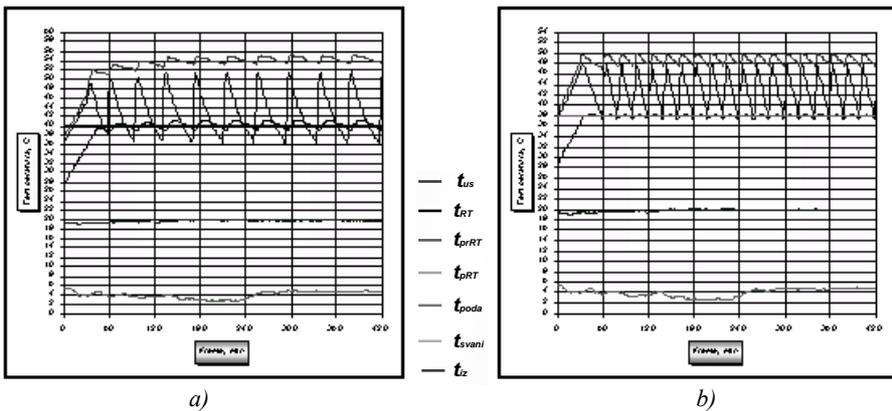
Uočeno je značajno "smirenje" toplotnog stanja aktivne razmenjivačke površine (*sl. 7a*). Vreme uspostavljanja stacionarnog toplotnog stanja- STS ($T_{RT} = 35$ min), kraće je u odnosu na praćene varijante panelnih razmenjivača. Pri temperaturi radnog fluida 53,00 °C ostvarena je prosečna temperatura u zoni referentne tačke $t_{prRT} = 40,20$ °C, sa relativno visokim koeficijentom temperaturne inercije i standardnom devijacijom $\sigma = 0,71$ °C.

Kod ove varijante (*sl. 7b*), podešena je maksimalno dozvoljena temperatura radnog fluida 50,00 °C (na PIDR-kontroleru za oba grejača) i uzeta u obzir informacija o toplotnom stanju vazduha u zoni radiator panela, t_v . Signal PI regulatora je izvršni na naizmeničnom kontaktoru NK (za ON-OFF pozicije ventila V3 i V4), a transmitovani oblik do kanala PIDR kontrolera. Na taj način se potencijalno aktiviraju kontaktori K_1 i K_2 , tj. grejači G_1 i G_2 (*sl. 6*).



Sl. 6. Funkcionalna šema kontrole toplotne inercije zagrevnog sistema kod radiatora panela

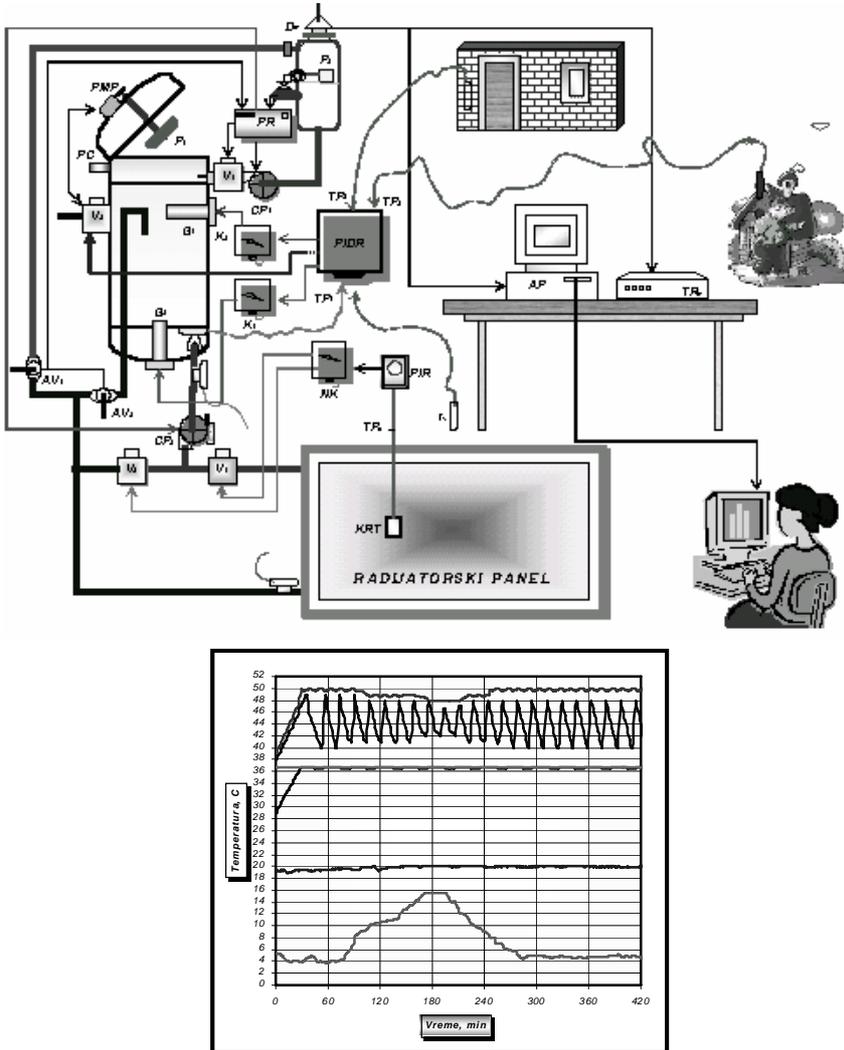
Vreme uspostavljanja STS ($T_{RT} = 33 \text{ min}$), posledica je smanjene vrednosti podešene temperature u zoni referentne tačke, $38,00^\circ\text{C}$ (za stepen niže u odnosu na prethodnu varijantu). Prosečna temperatura u zoni referentne tačke bila je $t_{pRT} = 38,04^\circ\text{C}$. S vrednošću standardne devijacije $\sigma = 0,23^\circ\text{C}$ ostvareno je značajno toplotno uravnoteženje.



Sl. 7. Toplotna inercija radiatora panela na visini 0,47 m od poda, pri: $Q \neq \text{const.}$, i $t_{RT} \approx \text{const.}$, termoizolovanosti pasivne površine i kontroli temperature vode:
 a) PI-regulatorom i b) PIDR-kontrolerom

3.6.2. Kontrola temperature radnog fluida PI-regulatorom i PIDR- kontrolerom, uz informaciju o temperaturi spoljnog okruženja i srednjoj rezultatnoj temperaturi vazduha laboratorijskog ambijenta

PIDR kontrolerom podešena je maksimalno dozvoljena temperatura vode u rezervoaru na osnovu: signala spoljne temperature vazduha, temperature unutrašnjih i spoljnih pregrada i prosečne temperature vazduha u laboratorijskom okruženju, *slika 8*. PI-regulator je imao zadatak kontrole smera strujanja tople vode iz radnog u cirkulacioni i obrnuto.

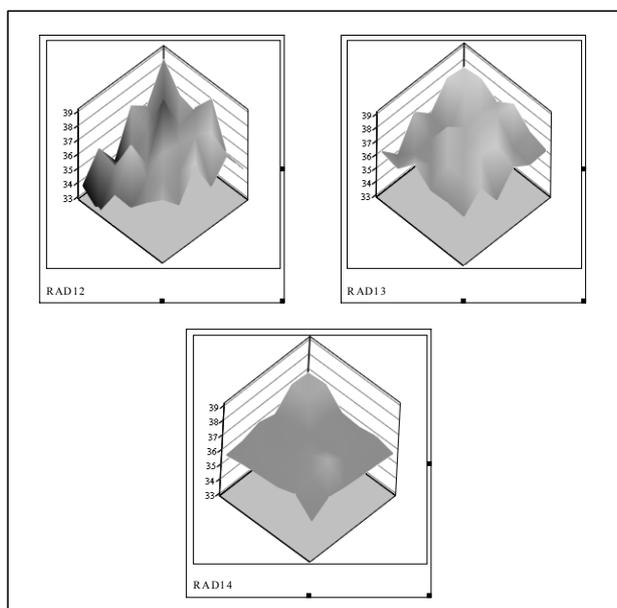


Sl. 8. Kontrola temperature radnog fluida PI-regulatorom i PIDR- kontrolerom na osnovu faktora spoljnog okruženja i laboratorijskog ambijenta sa ostvarenom toplotnom inercijom radiator panela ($Q \neq \text{const.}$ i $t_{RT} \approx \text{const.}$)

Vreme uspostavljanja STS bilo je $T_{RT} = 33 \text{ min}$. Prosečna rezultatna temperatura u zoni referentne tačke bila je $t_{pRRT} = 36,56^\circ\text{C}$, sa standardnom devijacijom $\sigma = 0,06^\circ\text{C}$.

Bez obzira na približno konstantnu temperaturu laboratorijskog vazduha, uočena je promena temperature radnog fluida prema temperaturi spoljnog okruženja. Praktična realizacija ovog stepena kontrole zahteva radikalne mere adaptacije postojećih objekata za uzgoj prasadi (termoizolovanost i primenu posebne opreme za održavanje mikroklimata).

Uticaj primenjenih načina regulacije rezultatne temperature u zoni referentne tačke radijator panela na uniformnost temperaturnog polja, očigledan je sa *sl.9*. Uniformnost temperaturnog polja kod varijante "3.6.2" veća je za 11,83 *puta* u odnosu na varijantu "3.6.1a", tj. 3,83 *puta* u odnosu na varijantu "3.6.1b".



Sl. 9. Uticaj sistema regulacije temperature u zoni referentne tačke na uniformnost temperaturnog polja radijator panela:

RAD12 – kontrola varijante "3.6.1a", $\sigma=0,71^\circ\text{C}$

RAD13 – kontrola varijante "3.6.1b", $\sigma=0,23^\circ\text{C}$

RAD14 – kontrola varijante "3.6.214", $\sigma=0,06^\circ\text{C}$

3.7. Temperaturna inercija u zoni referentne tačke radijator panela, termički izolovane pasivne površine za razne varijante protoka radnog fluida Q_n

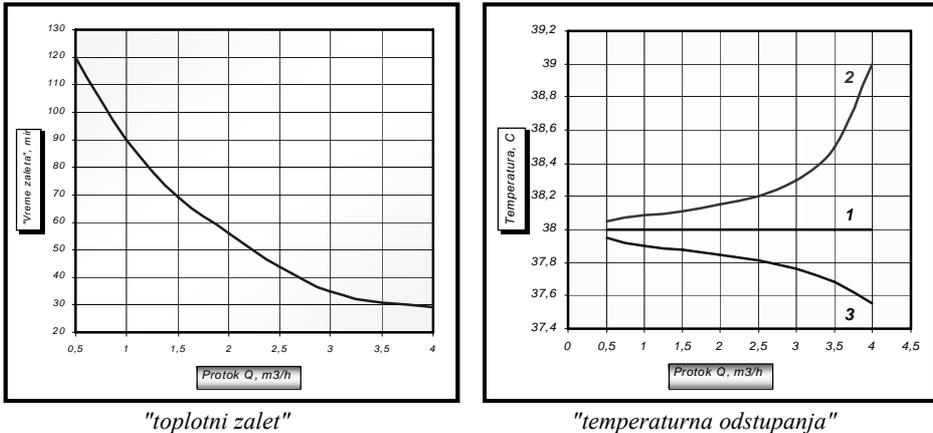
Promenom protoka, pri konstantnoj temperaturnoj razlici "ulaz-izlaz" ($t_{Fu} - t_{Fi} = \text{const}$), proporcionalno se menja količina odavane toplote sa površine klasičnog radijatora. Interesantno je ponašanje radijator panela pri promeni ovog parametra kao regulacionog faktora. Radi toga, izvršeno je osam merenja u trajanju po 8 h. Praćeni su parametri: ulazno-izlazna temperatura radnog fluida, vreme toplotnog zaleta, podešena i ostvarena rezultatna temperatura u zoni referentne tačke.

Radi racionalne prezentacije, prikazani su dijagrami baznih parametara:

- Zavisnost vremena "toplotnog zaleta"- T_{RT} u funkciji protoka Q_n .
- Zavisnost temperaturnih odstupanja od podešene temperature na PI regulatoru i varijanti protoka.

Vreme uspostavljanja STS kod radiator panela, u intervalu posmatranih varijanti protoka radnog fluida (slika 10), odstupalo je za 1,5 h. Ovo nije slučaj kod klasičnih AI-radijatora, sa približno linearnom zavisnosti posmatranih parametara i visokim temperaturama radnog fluida (značajna temperaturna razlika *ulaz-izlaz*).

Regulacija temperature kontaktne površine panela promenom protoka radnog fluida, moguća je uz primenu servomotornih ventila i kontrolom njihovih izvršnih pozicija. U zoni STS radiator panela (pri konstantnoj temperaturi radnog fluida održavanoj prema sl. 6), zabeležena su značajna temperaturna odstupanja u zoni referentne tačke. Najmanja odstupanja odgovarala su minimalnom, a najveća maksimalnom protoku radnog fluida. Standardna devijacija temperature u zoni referentne tačke, pri protoku $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$, bila je $\sigma_{min} = 0,15^\circ\text{C}$. Pri maksimalnom protoku, njena vrednost porasla je na $\sigma_{max} = 1,25^\circ\text{C}$.



Sl. 10. Zavisnost vremena "toplotnog zaleta"- T_{RT} u funkciji varijanti protoka Q_n i ekstremnih temperaturnih odstupanja od podešene temperature PI- regulatora u funkciji varijanti protoka:

- podešena temperatura referentne tačke (t_{pRT}),
- maksimalne temperature referentne tačke (t_{Rmax}),
- minimalne temperature referentne tačke (t_{Rmin}).

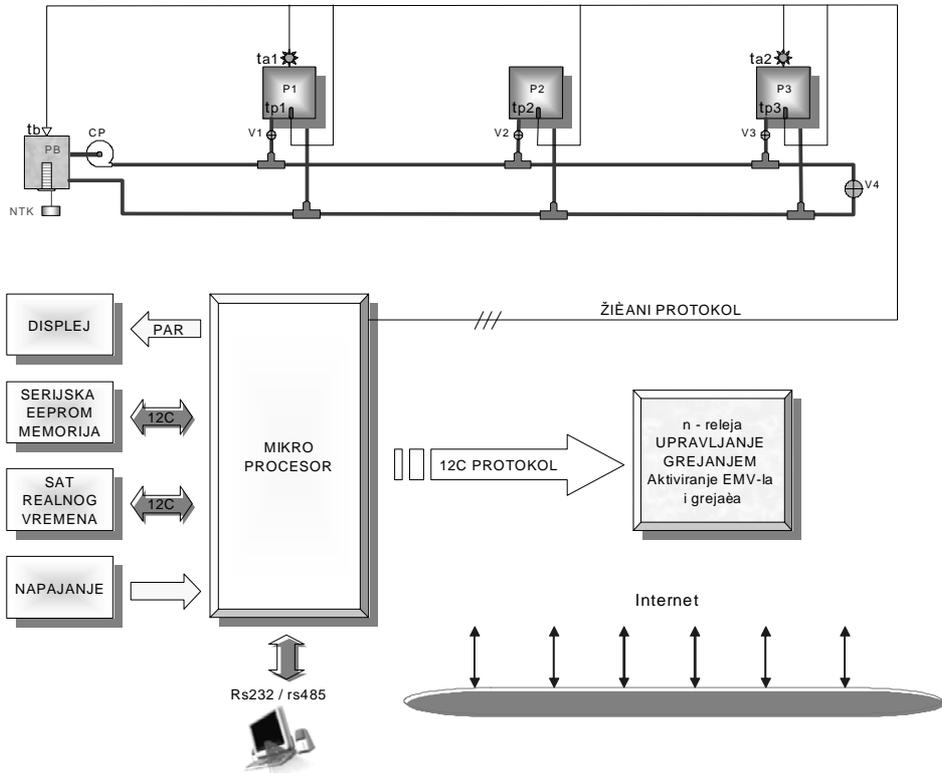
3.8. Primena Web-tehnologije za regulaciju panelnog sistema u laboratorijskim uslovima

Globalni informatički sistem "internet", kao široko dostupna mreža, pruža neograničene mogućnosti pri rešavanju zadataka daljinske kontrole prostorno odeljenih objekata posmatranog proizvodnog procesa (Karadžić, 2005). Za realizaciju optimalnog odnosa input/output jednog zatvorenog ciklusa pri uzgoju prasadi, neophodno je uspostavljanje kontrolnog centra svih segmenata koji zahtevaju energetski faktor (grejanje, ishrana, izdubivanje, ventilacija, filtracija ambijentalnog vazduha itd).

U laboratorijskim uslovima formiran je Data Logger (slika 11), sa sledećim karakteristikama:

- Mikroprocesorski uređaj temperaturnog opsega -20 do +70°C.
- Prisustvo sata realnog vremena sa displejom za prikaz rezultata merenja u funkciji tekućeg vremena.
- Memorija za čuvanje rezultata merenja u predviđenom periodu (prema njenom kapacitetu).
- Baterijsko napajanje za nezavisan rad od električne distribucione mreže.
- Industrijski kvalitet izrade sa tendencijom smanjenja cena baznih komponenti.
- Prenos podataka sa RS232 ili RS485 iz memorije DL do PC-a ili LapTop računara do 1 km udaljenosti. Predviđena je mogućnost ugradnje bežičnog radio prenosa i spajanje sa internet mrežom putem Web servera on-line ili SMTP protokola off-line.
- On-line preuzimanje podataka, sa njihovom analizom u Visual Basic programu pod Windows operativnim sistemom. Off-line preuzimanje podataka iz memorije DL, uz njihov smeštaj u Excel programski paket radi dalje obrade.

Uređaj je primenjen za kontrolu toplotnog stanja u aktivnoj zoni tri tipa panela P1, P2 i P3. Kontaktnu temperaturu panela kontrolišu temperaturni senzori t_{p1} , t_{p2} i t_{p3} .



Sl. 11. Primena Web-tehnologije za upravljanje sistemom panelnog grejanja u laboratorijskim uslovima

Elektromagnetni ventili (V1, V2 i V3), kontrolišu protok tople vode kroz panele na osnovu informacije o realizovanoj temperaturi kontaktne površine. Prema definisanom modulu, u funkciji tekućeg vremena uzgojnog ciklusa, podešava se referentna kontaktna temperatura panela. Uspostavljanjem ravnotežnog toplotnog stanja tri posmatrana panela, aktivira se ventil V4 sa deaktiviranjem električnog grejača. U funkciji tekućeg vremena, bez potrebe za elektronski realizovanom povratnom spregom prema spoljnom okruženju, temperaturna inercija grejnih panela svedena je na vrednost $0,02^{\circ}\text{C}$. Temperatura zagrevnog fluida oscilira u funkciji svih faktora koji utiču na promenu vrednosti toplotnog fluksa u zoni referentne ravni grejnih panela H0.

4. ZAKLJUČAK

Panelni sistem grejanja predstavlja optimalno rešenje za dodatno grejanje prasadi. Način kontrole kontaktne temperature panela utiče na uniformnost temperaturnog polja u funkciji udaljenosti panela od centralnog toplotnog izvora. Uravnoteženost temperaturnog polja u zoni referentne ravni i njegov prosečni intenzitet, značajno utiču na proizvodne karakteristike uzgojnog ciklusa, naročito u prasilištu prvih 15 dana. U odnosu na manuelnu kontrolu panela, sa primenom preventivnih mera termoizolacije njihovih pasivnih površina, Web tehnologija nudi u prvom koraku uštedu energije, pri laboratorijskim uslovima, minimalno 30%. Primenom sistema dvostrukog lokalizma za prevazilaženje toplotnih zahteva majke i legla (lučna komora), direktna energetska ušteda raste za 15%. Ove vrednosti su značajno više u praktičnim uslovima. Treba uzeti u obzir širok spektar primene Web tehnologije na polju bilo kog segmenta proizvodnog procesa. Navedena vrednost uštede kroz formu toplotne energije, samo je deo ukupne uštede na nivou energetskog inputa kao najznačajnijeg za procenu opravdanosti bavljenja ovom proizvodnom delatnošću (ventilacija, filtracija, ishrana, izdubavanje itd). O uštedama celokupnog tehnološkog ciklusa, pri eliminaciji subjektivnog faktora u procesu kontrole, nemoguće je komentarisati osim tvrdnje "velike su".

LITERATURA

- [1] Darby D.E., Borg R.: Hot Water Heating. Canada Plan service, 9735; 85:04 R00.08, 2004.
- [2] Hongwei Xin: Comparison of Energy Use and Piglet Performance between Convectional and Energy Efficient Heat Lamps. Department of Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University, Ames, Iowa, 2004.
- [3] Jacobson L.D, Pohl S, Bickert W.G: Troubleshooting Swine Ventilation Systems. Pork Industry Handbook, Michigan State University Extension, 2004.
- [4] Karadžić, B., Tomić, J.: Sistem za daljinski nadzor i upravljanje mikroklimom u poljoprivrednim objektima primenom Web tehnologije. Revija: Agronomska saznanja, 3, 2005.
- [5] Pig International. February-35, 1988.
- [6] Pig International. February-Volume 26, Number 2, 1996.
- [7] Potkonjak, V. i sar: Grejanje prasadi u prasilištu primenom toplog poda proizvodnje TERMING – Kula, Izveštaj o ispitivanju, Novi Sad, 1999.
- [8] Teodorović, M., Potkonjak, V., Petrović Milica, Radović, I.: Primena toplog poda u odgoju prasadi. Savremena poljoprivreda, 1-2, 1999.
- [9] Zoranović M: Determination of referential space temperature field for piglets breeding. Dissertation thesis. Agricultural facult, Univrsity of Novi Sad, 2005.

Napomena: Ovaj rad je deo istraživanja na projektu "Ušteda energije i regulacija mikroklimata sa zaštitom životne sredine u okviru konvencionalnih i novih pristupa uzgoju prasadi" 114-451-00590/2005-01, sufinansiran od Pokrajinskog sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj.

THE CONTROL INFLUENCE ON FEATURES OF PIGLETS PANEL HEATING SISTEM

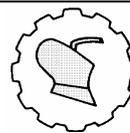
Miodrag Zoranovic, Vlado Potkonjak, Andjelko Bajkin

Agricultural faculty - Novi Sad

zormi@polj.ns.ac.yu

Abstract: As natural phenomenon effect, immediately after birth, piglets require high level of controlled supplemental heating. The main cause for this requirement is low level of heat accumulation and wet body surface, without sow real possible sense for theirs draing. Between conventional heating systems, panel system points to the best results. The control variant essentially influence on parameters of temperature field in the zone of heat exchanging surfaces. Manual regulation of contact temperature by heatig fluid flow causes unbalanced intensity of temperature field in the zone of panels with longer distances from the central heating source and temperature deviation over 2°C in the zone of panel periphery. Correct panel design, without heating fluid flow influnce, will achieve uniform temperature field in the lying zone. Application of the Web technology, in relation to manual controlling in laboratory conditions will result by energy saving up to 30%. Practically, this value is much higher.

Key words: *piglet, temperature, inertia, control, Web technology.*



UDK: 658.581;656.137

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

ANALIZA UTICAJA USLOVA EKSPLOATACIJE TRAKTORA NA NJEGOVU POUZDANOST

Steva Božić, Zoran Mileusnić*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

Sadržaj: Uslovi eksploatacije traktora su brojni i raznovrsni što zahteva različite režime rada traktora, a svaki od njih se manifestuje kroz uticaj sila i momenata na njegove podsisteme i elemente. Opterećenja koje izazivaju ove sile treba da budu usaglašena sa statičkom čvrstoćom, zamorom i otpornosti na habanje elemenata kako bi se postigao zahtevani nivo pouzdanosti. Kako se na osnovu zamornih krivih dobijenih laboratorijskim ispitivanjem može samo oceniti vek nekog elementa u konstrukciji traktora, a ne i tačno odrediti, za preciznije određivanje trajnosti elemenata predlaže se provera rezerve za određene uslove eksploatacije. S obzirom na brojnost i raznovrsnost uslova eksploatacije, u ovom radu je izvršena njihova klasifikacija u šest kategorija na osnovu karakteristika podloge po kojoj se traktor kreće, odnosno uticaja podloge na različita radna opterećenja.

Ključne reči: *uslovi eksploatacije, traktor, pouzdanost, kategorije.*

UVOD

Uslovi eksploatacije traktora su veoma brojni i različiti, pa vrše takav uticaj na njegovu pouzdanost koji je proračunima, u periodu konstruisanja, teško ili nemoguće obuhvatiti sa željenom tačnošću. Teorijska razmatranja uticaja uslova eksploatacije na pouzdanost traktora, koja su obavljena u ovom radu, su polazne osnove za eksploataciona ispitivanja koja bi dala elemente za tačnije proračune. Izvršena je kategorizacija uslova eksploatacije na osnovu karakteristika podloge i njihovog uticaja na radna opterećenja traktora. Sve ovo su istovremeno i elementi na osnovu kojih traktoristi i njihovi pretpostavljeni mogu da ocene svoj uticaj na pouzdanost traktora, u zavisnosti od uslova eksploatacije, i izvrše odgovarajuće korekcije.

Pouzdanost, ispravnost i uslovi eksploatacije

Traktor je osnovna pogonska jedinica u poljoprivredi. Od njegove ispravnosti i pouzdanosti zavisi kvalitet i pravovremenost izvođenja većine operacija u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji.

Pouzdanost je veoma važan, ako ne i najvažniji, element uspešnosti funkcionisanja svakog tehničkog sistema pa samim tim pouzdanost traktora postaje važan element uspešnosti poljoprivredne proizvodnje.

Pouzdanost je verovatnoća uspeha, tj. verovatnoća, na određenom nivou poverenja, da će sistem uspešno obaviti funkciju za koju je namenjen, bez otkaza i unutar specificiranih granica performansi. Pouzdanost traktora se može iskazati odnosom broja uspešno izvršenih zadatak $n_{1(t)}$ i ukupnog broja zadataka $n_{(t)}$:

$$\hat{R}_{(t)} = \frac{n_{1(t)}}{n_{(t)}},$$

gde je t vreme trajanja zadatka. $\hat{R}_{(t)}$ je procena pouzdanosti jer je broj zadataka traktora konačan broj. Stvarana pouzdanost traktora se dobija kada broj njegovih zadataka teži beskonačnosti:

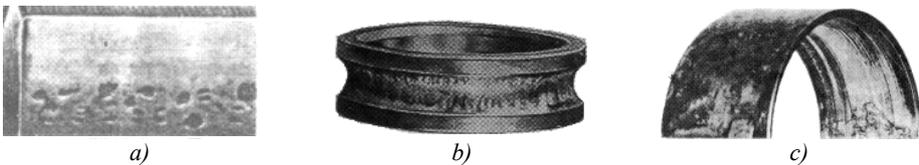
$$R_{(t)} = \lim_{n_{(t)} \rightarrow \infty} \hat{R}_{(t)}.$$

Ispravnost je pojam koji opisuje stanje tehničkog sistema u smislu da li ono u potpunosti ispunjava zahteve iz njegove specifikacije (ispravno stanje) ili ne (neispravno stanje). U zavisnosti od cilja tj. da li su predmet istraživanja tehničke ili eksploatacione karakteristike sredstva, ispravnost se može posmatrati kao tehnička ili funkcionalna.

Tehnička ispravnost je pojam sveobuhvatniji od funkcionalne ispravnosti i odnosi se na svojstvo tehničkog sredstva da zadovoljava sve zahteve važeće normativno-tehničke dokumentacije i u tom smislu odgovara pojmu ispravnost.

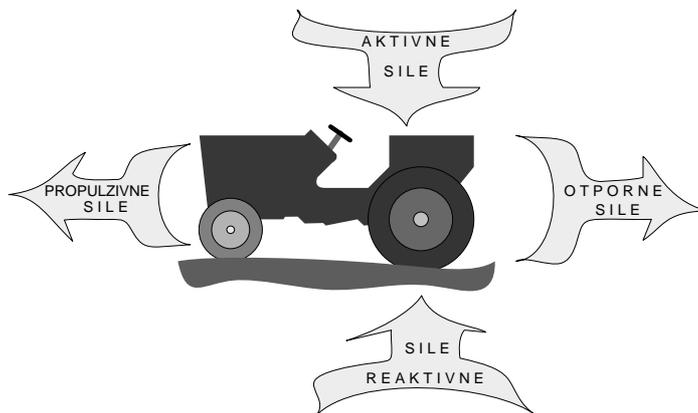
Funkcionalan ispravnost se odnosi na svojstvo tehničkog sredstva da zadovoljava samo one zahteve normativno-tehničke dokumentacije koji obezbeđuju njegovo normalno funkcionisanje pri izvršenju zadatih funkcija. Pri tome, ono može da ne zadovolji, na primer, zahteve koji se odnose na spoljni izgled. Radno sposobno sredstvo može biti neispravno, a njegova neispravnost nije bitna za izvršenje normalne funkcije. Zbog toga radna sposobnost ima uže značenje od pojma ispravnost.

Uslovi eksploatacije poljoprivrednih traktora se kreću u vrlo širokim granicama. U osnovi, traktori su namenjeni za agregatiranje sa poljoprivrednim mašinama i vuču prikolica. Uslovi u kojima traktori izvršavaju svoje radne zadatke su veoma promenljivi počev od podloge po kojoj se kreću pa do opterećenja radnih organa priključnih mašina koje vuku i/ili pogone. Promenom radnih uslova menjaju se i režimi rada traktora odnosno režimi opterećenja njegovih mehanizama, sklopova i delova. Ove promene su intenzivne i sa velikom učestanošću, a u velikom broju slučajeva i nepredvidive. One dovode do toga da se intenzitet habanja kinematskih parova i lom delova povećava, u odnosu na eksploataciju u normalnim uslovima, što se direktno održava na pouzdanost i ispravnost sistema traktor.



Sl. 2. Izgled pitinga (zamornog habanja) kod: a) zuba zupčanika;
 b) kotrljajnog ležaja; c) kliznog ležaja

Režim rada traktora se manifestuje kroz uticaj sila i momenata na njegove podsisteme i elemente, uzimajući u obzir i dejstvo spoljnih sila. Ove sile izazivaju opterećenja sa kojima treba da budu usaglašena statička čvrstoća, zamor i otpornost na habanje elemenat i delova traktora.



Sl. 2. Sile kojima je izložen pogonski točak traktora

U procesu konstruisanja teško je tačno odrediti sve faktore, po vrsti i intenzitetu, kako bi se postigla visoka bazna pouzdanost, a koja je uslov za visoku eksploatacionu pouzdanost traktora. Još teže je simulirati režime koji odgovaraju stvarnim uslovima eksploatacije i koji u sebi uvek sadrže i elemente nepredvidivosti. Zbog toga se pri konstrukciji uzimaju u obzir samo karakteristični uslovi eksploatacije. Iako ovi karakteristični uslovi u sebi sadrže i uticaj najvećeg broja stvarnih uslova, činjenica je da u izvesnom broju slučajeva, iz raznih razloga, stvarni uslovi eksploatacije značajno odstupaju od pretpostavljenih. Kao neizbežna posledica se javlja i značajno odstupanje stvarnog režima rada traktora od pretpostavljenog u smislu povećanog opterećenja delova traktora.

Mnogi traktoristi, pa i njihovi rukovodioci, nisu dovoljno upućeni u uticaj režima rada na pouzdanost i pojavu neispravnosti. Neki, opet, i pored takvih saznanja zanemaruju značaj tog uticaja ili ga potiskuju dajući prednost nekom drugom faktoru, pre svega učinku. Naravno, to uvek dovodi do povećanih troškova održavanja, a u krajnjem se negativno odražava na ukupan finansijski rezultat gazdinstva ili preduzeća.

Uticaj tla

Tlo vrši značajan uticaj na režim rada traktora jer pri svim radnim operacijama, počev od onih najlakših pa do najtežih, u smislu radnog opterećenja, traktor je preko svog hodnog sistema u neprekidnom kontaktu sa podlogom.

Tlo, po kome se traktor kreće, se posmatra kao fizičko telo pa kao takvo se odlikuje i odgovarajućim fizičkim-mehaničkim osobinama. Ono je polifazni skup čvrste, tečne, gasovite i biofaze čije karakteristike zavise od međusobnih odnosa pojedinih faza i njihovih osobina. Taj složeni sistem, pod dejstvom atezije, teži da se održi u ravnotežnom stanju kada na njega deluju spoljne sile i pri tome se on suprotstavlja reakcionim silama. Spoljne sile izazvane opterećenjem i kretanjem traktora deluju na tlo i ono se suprotstavlja reakcionim silama koje deluju na točkove traktora. Proučavanjem

zemljišta kao složenog sistema koji treba da se održi u ravnoteži, kada na njega deluju spoljna opterećenja, bavi se Mehanika zemljišta na čijim principima je zasnovana Teramehanika, nauka koja se bavi izučavanjem u oblasti odnosa zemljište-vozilo. Kao i u mnogi drugim slučajevima, gde su napredak u određenim oblastima donela istraživanja za vojne potrebe, tako su i ovde istraživanja u oblasti interakcije zemljište-hodni sistem vozila započeta 1942. godine u Kanadskom vojnom institutu za odbranu. Rezultati ovih istraživanja davali su generalne performanse za sistem vozilo-točak podloga.

Fizičko-mehaničke osobine tla su uslovljene mineraloškim i hemijskim sastavom njegovih elemenata. Od posebnog uticaja na traktor su sledeće osobine:

- specifična masa tla (gustina čvrste faze), koja se izražava masom čvrstih čestici osušenih na 105°C, u trajanju 5 sati, u jedinici njihove zapremine bez šuplika (pora). Vrednost specifične mase je određena mineraloškim sastavom kao i udelom organske materije

- higroskopska vlažnost tla, koja zavisi od količine vode koja se nalazi u porama u obliku vodene pare, adsorbovane na površinama zemljišnih čestica koje se nalaze u vazdušno suvom stanju. Izražava se odnosom mase vode i mase osušenog zemljišta. Masa vode je razlika u masi zemljišta u vazdušno suvom stanju i masi nakon sušenja na temperaturi 105⁰ C u trajanju 5 sati.

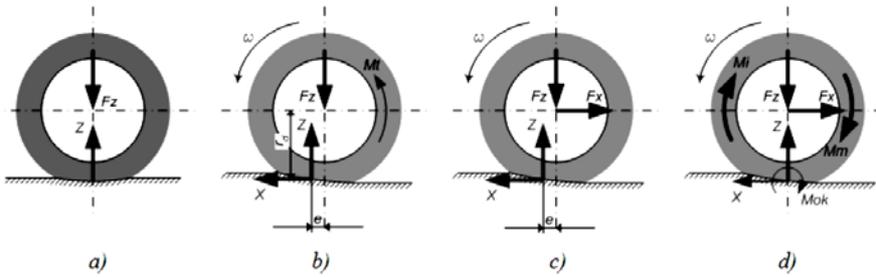
- ukupna poroznost tla, je zapremina svih pora u jedinici zapremine tla u nenarušenom stanju i najčešće se izražava odnosom gustine zemljišta i gustine njegove čvrste faze

Uticaj ovih fizičko-mehaničkih osobina tla na traktor se ispoljava kroz odnos podloga-točak. Kontakt tla i traktora se ostvaruje preko točkova pa će se dejstvo svih sila na traktor prenositi preko točkova na podlogu. Podloga i točak su deformabilni i ove sile će izazivati deformaciju i podloge i pneumatika točka.



Sl. 3. Izgled deformacija pneumatika i tla pri kontaktu podloge i opterećenog točka traktora

Sile koje deluju na pneumatik i točak su vertikalna sila F_z , i horizontalne sile F_x , u uzdužnoj ravni točka, odnosno traktora i F_y , koja je upravna na uzdužnu ravan točka, odnosno traktora. Kvantitativno opisivanje složenog sistema točak sa pneumatikom nije moguće jer još uvek nije razvijena potpuna teorijska osnova za analizu svih mehaničkih veličina koje definišu točak sa pneumatikom.



Sl. 4. Dejstvo sila pri kotrljanju elastičnog točka po deformabilnoj podlozi: a) dejstvo samo statičkog opterećenja; b) dejstvo samo vučnog momenta M_t ; c) dejstvo samo horizontalne sile F_x ; d) dejstvo horizontalne sile F_x , momenta sile inercije M_i , i vučnog momenta M_t .

Reakcija podloge izražava se preko rezultante elementarnih sila kojima se podloga suprotstavlja dejstvu točka u zoni kontakta. Razlaganjem ove rezultante u tri ravni dobiće se njene tri komponente: normalna Z , koja je upravna na podlogu, tangencijalna X , koja deluje u ravni podloge i točka, i poprečna Y , koja deluje u ravni podloge ali upravno na ravan točka.

Kada se traktor ne kreće, točak miruje i pneumatik stvara zonu kontakta sa podlogom koja ima oblik elipse. Na tlo će delovati statičke sile mase traktora, a elementarne reakcije podloge su raspoređene simetrično u odnosu na osu elipse. Pravac normalne reakcije podloge Z se poklapa sa vertikalnom osom točka (slika 2a).

Kada se traktor kreće i točak se kotrlja neophodno je savladati otpor trenja u pneumatiku i otpor sabijanja podloge. Ovo dovodi do pomeranja pravca normalne reakcije Z u odnosu na vertikalnu osu točka za izvesnu vrednost e (sl. 2b). Posledica toga je pojava momenta M_{ok} koji se suprotstavlja kretanju točka i predstavlja moment otpora kotrljanja, a deluje u smeru suprotnom od smera kretanja.

$$M_{ok} = Z \cdot e$$

Kad ne bi bilo drugih otpora vučni moment M_t bi trebalo da savlada samo otpor deformacije podloge i točka.

Veličina e nije konstanta i njena vrednost zavisi od uslova eksploatacije i pritiska vazduha u pneumatiku. Što je podloga manje kruta i/ili pritisak vazduha u pneumatiku niži rastojanje e je veće pa time i otpor kotrljanja i obrnuto. Tako se javljaju međusobno suprotstavljeni zahtevi: jedan je da vrednost e bude što manja, a drugi da pritisak u pneumatiku bude što niži kako bi površina kontakta točka s tлом bila veća, što se pozitivno odražava na vučne karakteristike traktora i sabijanje tla.

Moment inercije M_i se javlja kao posledica obrtnog kretanja točka i drugih obrtnih delova traktora, njegov smer je suprotan smeru ubrzanja, a ima vrednost proizvoda ugaonog ubrzanja točka ε , i momenta inercije točka i obrtnih delova I .

$$M_i = I \cdot \varepsilon$$

Osim ovog momenta, pri neravnomernom kretanju traktora javlja se i moment inercije mase traktora koji se preko horizontalne sile F_x i vertikalne F_z može svesti na pogonske točkove traktora M_m .

Uslovi eksploatacije traktora su takvi da se on najčešće kreće po neravnoj podlozi, mada, teoretski posmatrano, nijedna podloga nije idealno ravna. Pri takvom kretanju takođe dolazi do pojave inercijalnih sila.

Analizirane sile i momenti se javljaju na svim tačkovima traktora ali ne u jednakom intenzitetu već zavise od opterećenja po tačkovima. S obzirom da su opterećenja tačkova jedne osovine traktora najčešće približno jednaka a različitih osovinama različita, dinamička opterećenja hodnog sistema traktora su određena zbirom svih masa i inercija i njihovom preraspodelom po osovinama. Kao karakteristična po svom uticaju izdvajaju se:

- maksimalna dinamička opterećenja nastala oscilacijom masa,
- opterećenja izazvana prelaskom traktora preko neravnina (poorano zemljište, udarne rupe na putu, kanali i sl.) i njihova preraspodela po osovinama,
- opterećenja izazvana dejstvom horizontalnih sila i njihova preraspodela po osovinama.

Uslovi eksploatacije i opterećenje

Opterećenje predstavlja prostorne sisteme spoljnih sila i spregova i može se izraziti direktno preko sila i momenata ili indirektno preko snage koja se troši pri kretanju brzinom v ili pri obrtanju ugaoom brzinom ω . Učestalost i intenzitet promena otpora koji se javljaju pri kretanju traktora izazivaju odgovarajuću promenu sila i momenata po vremenu i intenzitetu dejstva, odnosno odgovarajuću promenu opterećenja sklopova, podsklopova i elemenata traktora. Ove promene, zasada, nisu matematički opisane tako da bi ih bilo moguće proračunati sa zadovoljavajućim odstupanjem rezultata. Ali, kao i u mnogim drugim slučajevima, na raspolaganju stoji ona skuplja metoda, eksperimentalna. Kako su uslovi eksploatacije traktora veoma brojni to bi i istraživanja bila veoma skupa i dugotrajna kada bi se radila za sve uslove. Iz tih razloga se u ovom radu predlaže grupisanje svih uslova eksploatacije u šest kategorija na osnovu karakteristika podloge po kojoj se traktor kreće:

1. tvrda i ravna podloga kakve su asfaltni i betonski putevi i platoi, po kojima se traktor kreće uglavnom pri spoljnjem transportu ili u ekonomskom dvorištu,
2. suva zemljana podloga sa udubljenjima i ispupčenjima kakva je kod poljskih puteva u vankišnom periodu, po kojoj se traktor kreće pri odlasku na parcelu i pri povratku,
3. vlažna zemljana podloga sa udubljenjima i barama kakva je kod poljskih u kišnom periodu, po kojoj se traktor kreće pri odlasku na parcelu i pri povratku,
4. tvrda zemljana podloga prekrivena biljkama ili biljnim ostacima kakva je kod ugara ili nakon skidanja useva, po kojoj se traktor kreće pri osnovnoj obradi zemljišta
5. zemljana podloga sa izraženim komadima zemlje kakvo je poorano zemljište, po kojoj se traktor kreće pri dopunskoj obradi zemljišta,
6. rastresita zemlja kakvo je zemljište pripremljeno za setvu.

Ove kategorije se međusobno razlikuju i po težini uslova eksploatacije što uzrokuje i različita radna opterećenja koja dovode do habanja elemenata kinematskih parova, labavljenja i raskidanja spojeva, oštećenja i loma delova usled zamora materijala ili udranog opterećenja.

Karakteristike podloge ne deluju samostalno na opterećenje traktora već su u korelaciji sa načinom kretanja traktora: intenzitet i učestalost promene brzine, učestalost kretanja iz stanja mirovanja, ugao zakretanja upravljačkih tačkova pri promeni pravca kretanja i

učestalost promene pravca, kretanje po nagibu koji je duž ose kretanja ili pod nekim uglom u odnosu na nju i dr. Svi ovi elementi određuju koji će od sistema traktora biti opterećeni i koliko po intenzitetu i vremenu. Naprimera, pri kretanju uz uspon dolazi do rasterećenja prednje osovine i povećanja opterećenja zadnje, povećanja potrebne vučne sile zbog savladavanja uspona uz istovremeno smanjenje normalnih sila na tlo; pri promeni pravca kretanja dolazi do preraspodele masa usled centrifugalne sile, pojave bočnih sila na točkovima i povećanja otpora kretanja jer se točkovi ne kreću po istom tragu, itd.

Nastajanje neispravnosti

Neispravnost traktora nastaje kao posledica neispravnosti delova koji ga sačinjavaju i/ili narušavanja veza između tih delova. Što je veći broj delova koji ulaze u sastav traktora to je i broj mogućih neispravnosti veći.

Traktor ima oko 12.000 elemenata i delova različitih dimenzija, oblika i materijala koji su određeni pri konstruisanju traktora metodom proračuna. Proračun njihovih dimenzija se zasniva na upoređenju i stavljanju u određeni odnos opterećenja elemenata i delova i otpornosti tih elemenata i delova prema statičkom i dinamičkom opterećenju i otpornosti na habanje u cilju obezbeđenja dovoljne otpornosti. To znači da je za proračun dimenzija elemenata i delova potrebno prethodno odrediti opterećenja kojima će oni biti izloženi tokom rada traktora i to po intenzitetu, pravcu i smeru kao i promene opterećenja u toku vremena. Ako u toku eksploatacije traktora neki od elemenata i delova bude izložen većem opterećenju od onoga koji je proračunom predviđen, dolazi do pojave neispravnosti. U zavisnosti od slučaja, neispravnost se može javiti kao nebitna, kada je narušena ispravnost ili radna sposobnost, ili kao bitna tj. otkaz.

Teži oblik neispravnosti je lom jer je to uzrok koji uvek dovodi do iznenadnih otkaza, a često i do havarija. U zavisnosti od funkcije dela, koji je otkazao usled loma, može doći do otkaza dela, sklopa ili traktora.

Pri objašnjavanju lomova koriste se različiti pojmovi i termini, što dovodi do određenih nepreciznosti jer se ista terminologija koristi pri razmatranju lomova na osnovu spoljnog izgleda, kao i na osnovu mehanizma po kojima se lomovi odvijaju.

Statički lom nastaje kada je zbog uslova eksploatacije deo izložen udaru, tj. progresivnom opterećenju velikom brzinom u jednom potezu.

Dinamički lom počinje mikroprskotinom koja se javlja usled zamora. Mikro prskotina je locirana na mestima šupljina ili drugih nehomogenosti u materijalu, na mestu oštećenja nastalih u procesu obrade ili eksploatacije itd. Ove prskotine su najopasnije na mestima promene preseka gde su naponi najčešće najveći.

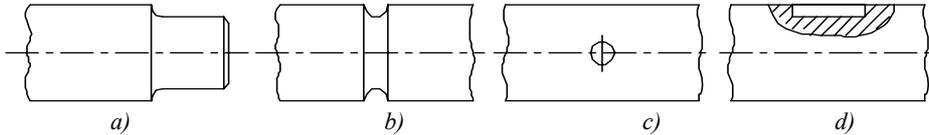
Plastični ili žilav lom je lom sa deformacijom koji se javlja kod materijala niže granice razvlačenja i niže čvrstoće. Kako takvi materijali nisu osobenost u konstrukciji traktora to on i nije izražen kao uzrok otkaza traktora.

Krti lom je lom bez deformacija i javlja se kada ne postoje uslovi za razvoj plastične deformacije pri naponima koje materijal ne može da podnese. S obzirom da se mašinski delovi traktora izrađuju uglavnom od materijala povišenih granica razvlačenja i povišene čvrstoće ovaj lom je značajan pri izučavanju pouzdanosti traktora.

Do pojave krtog loma dolazi na mestima koncentracije napona, tj. na mestima promene oblika ili preseka dela ili na naprslinama.



Sl. 5. Mesta koncentracije napona u zavisnosti od: a) promene preseka; b) promene oblika.



Sl. 6. Oblici koji se, s obzirom na mesta koncentracije napona, najčešće javljaju u mašinstvu: a) prelazna zaobljenja; b) spoljašnji žlebovi i zarezi; c) otvori; d) žlebovi za klinove.

Pojavi krtoq loma pogoduju i niske temperature jer se menjaju svojstva materijala kada je temperatura niža od temperature nulte plastičnosti materijala.

Zamorni lom je čest u strukturi lomova delova traktora. Javlja se kao posledica promenljivih opterećenja, a upravo ova opterećenja su najčešća pri eksploataciji traktora. Uslovi eksploatacije su samo jedan od brojnih faktora koji utiču na zamor materijala. Izrada materijala, mikrostruktura, izrada delova, kvalitet obrađene površine, termička obrada, tvrdoća su neki u nizu faktora koji utiču na zamor materijala, a time i na trenutak nastanka zamornog loma.

Otpornost delova traktora

Obezbeđenje dovoljne otpornosti delova vrši se tako što se obezbedi određeni stepen sigurnosti v . Stepem sigurnosti se dobija upoređenjem kritičnog i radnog opterećenja, tj. stepen sigurnosti v , je brojčano iskazana vrednost odnosa kritičnog i radnog opterećenja. Kritično opterećenje predstavlja karakteristiku materijala i u praksi se određuje eksperimentalno, na standardnim epruvetama koje su izrađene od istog materijala od koga će biti napravljen i mašinski deo za koji se vrši proračun. Radno opterećenje se određuje na bazi egzaktnih vrednosti, ako one postoje ili pretpostavljenih.

Stepen sigurnosti v , se ne uvodi u proračun samo zbog nemogućnosti tačnog predviđanja uslova rada i preciziranja opterećenja koja su posledica tih uslova, već on obuhvata i druge elemente koji u sebi sadrže izvesne nepreciznosti kao što su (ne)homogenost materijala, (ne)tačnost u određivanju sila i momenata, (ne)tačnosti u proračunu napona i dr.

Vrednosti stepena sigurnosti treba da budu veće od 1 i kreću se u širokim granicama od 1,05 do 25. U koliko je stepen sigurnosti veći, deo će moći da izdrži veća radna opterećenja, ali će i njegove dimenzije biti veće i obrnuto. Veće dimenzije znače i veći utrošak materijala, veću masu i veće inercijalne sile, a što opet znači veće radno opterećenje.

Izbor stepena sigurnosti predstavlja jedan od najvažnijih, najodgovornijih i najtežih problema sa kojima se sreće konstruktor. Problem je utoliko teži ukoliko su manje poznati uslovi eksploatacije, odnosno vrste, intenziteti i učestanost opterećenja koja se javljaju u tim uslovima. Zbog toga se veština konstruktora, između ostalog, ogleda u tome da odredi stepen sigurnosti koji će biti kompromis između dimenzija elementa, gde se teži da budu što manje, i njegove izdržljivosti, gde se teži da podnese što veća opterećenja.

ZAKLJUČAK

Na osnovu zamornih krivih dobijenih laboratorijskim ispitivanjem nije moguće tačno odrediti vek nekog elementa u konstrukciji traktora već samo oceniti njegov vek za pretpostavljene uslove eksploatacije. Tačnije određivanje trajnosti delova se može postići proverom rezerve za određene uslove eksploatacije, tj. eksploatacionim ispitivanjem. Obzirom na brojnost uslova, oni su kategorizacijom razvrstani u šest kategorija. Ispitivanja bi takođe omogućila da se praktično potvrdi kategorizacija uslova eksploatacije ili bi dala elemente za korekciju, izvrše poboljšanja u proračunu pojedinih delova traktora i daju preporuke rukovaocima u vidu ograničenja u odgovarajućim elementima režima rada traktora (brzine kretanja, mase priključnih mašina i dr.), a sve u cilju povećanja njegovog stepena pouzdanosti.

LITERATURA

- [1] Dugalić, J., Gajić, B.: Pedologija - praktikum, Agronomski fakultet, Čačak, 2005.
- [2] Božić, S.: Održavanje i remont tehničkih sistema u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2004.
- [3] Oljača, M., Raičević, D.: Mehanizacija u melioracijama zemljišta, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1999.
- [4] Petrović, D., Mileusnić, Z., Golubović, Z.: A Simple Check of Agricultural machines Stability, Pannonian Applied Mathematical Meetings, Proceedings, Budapest, 1999.
- [5] Ercegović, Đ.: Mašinski elementi, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1994.
- [6] Vujanović, N.: Teorija pouzdanosti tehničkih sistema, Vojnoizdavački novinski centar, Beograd, 1987.
- [7] Korunović, R., Filipović Branka: Meliorativna pedologija IV deo, Beograd, 1986.
- [8] Korunović, R., Stojanović, S.: Praktikum pedologije, Poljoprivredni fakultet, Zemun, 1981.
- [9] Stojanović, P.: Uticaj režima eksploatacije na pouzdanost i trajnost terenskih automobila, Vojnotehnički Glasnik, Beograd.

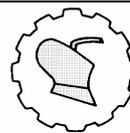
EXPLOITATION INFLUENCE ON TRACTOR RELIABILITY

Steva Božić, Zoran Mileusnić

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: Tractors exploitation conditions are very complex. This demands different working regimes where each of these are manifested through reactive forces and moments influence on tractors subsystems. These influences are manifested through loads that need to be in accordance with static and dynamic streightness, material "tirenese" and wear resistances in order to have desired level of reliability. Considering the fact that material "tirenese" curves can serve only for evaluating the time of exploitation for an element in tractor subsystem, for more precise determination of period of usage an estimation of spares for certain exploitation conditions is needed. This paper deals with their clasification in to six categories concerning the exploitation plot conditions and their influence on tractors.

Key words: *exploitation conditions, tractors, reliability, category.*



UDK: 657.471.14

Originalan naučni rad
Original scientific paper

UKUPNI TROŠKOVI POLJOPRIVREDNIH MAŠINA

Toma Krmpotić¹, Andor Kiš²

¹Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet - Subotica

²"Goodwill Pharma" d.o.o. - Subotica

Sadržaj: U ovom radu obuhvaćeni su problemi izračunavanja ukupnih troškova za mašine, operacije i sistem. Najpouzdaniji izvor podataka za izračunavanje troškova predstavlja sopstvena evidencija; istovremeno, tabele troškova su dobra osnova za ocenu troškova mašina. Troškovi prikazani u ovim tabelama obuhvataju amortizaciju, poreze, troškove garažiranja, kamate, osiguranje i troškove opravki. Pored navedenih, pri izračunavanju ukupnih troškova, mora se voditi računa i o troškovima goriva i maziva. Troškovi radne snage takođe predstavljaju deo ukupnih troškova obavljanja tehnoloških operacija. Izračunavanje ukupnih troškova poljoprivredne mehanizacije predstavlja jedan od najvažnijih elemenata menadžmenta poljoprivredne mehanizacije.

Ključne reči: menadžment, troškovi, poljoprivredne mašine.

UVOD

U ovom radu biće prikazani postupci izračunavanja ukupnih troškova. Pravilno utvrđeni ukupni troškovi predstavljaju osnovu za donošenje važnih menadžerskih odluka (slika 1).

Fiksni troškovi i troškovi; Fixed cost and repairs	36,91 [din/ha]
Gorivo i mazivo; Fuel and lubricants	6 06 [din/ha]
Radna snaga; Labour	0,68 [din/ha]
Ukupno; Total	64,72 [din/ha]
Kupovina usluge; Custom rate	96,00 [din/ha]
Ušteda; Advantage of owning	31,28 [din/ha]

Sl. 1. Utvrđivanje ukupnih troškova je osnova za donošenje važnih menadžerskih odluka
Fig. 1. Setting of total costs is a foundation for making important management decisions

TROŠKOVI POJEDINAČNIH MAŠINA

U tabeli 1. nalaze se podaci za izračunavanje fiksnih troškova i troškova opravki traktora u zavisnosti od veka upotrebe i godišnjeg fonda radnih sati. Ovi podaci su samo putokaz, a mogu korisno da posluže za procenu budućih troškova novih mašina.

Tab. 1. Ocenjeni fiksni troškovi i troškovi opravki traktora¹
 Tab. 1. Estimated fixed and repair costs of tractors

Sati rada godišnje; Hours of annual use	Troškovi po satu rada u promilima u odnosu na nabavnu cenu ² Costs per hour of work as promille in the relation to purchasing price						
	Vek upotrebe u godinama; Age of exploitation, years						
	1	2	3	4	5	6	7
400	0,7756	0,7847	0,7938	0,8028	0,8119	0,8210	0,8300
500	0,6234	0,6307	0,6379	0,6452	0,6525	0,6598	0,6671
600	0,5219	0,5280	0,5341	0,5402	0,5463	0,5524	0,5585
700	0,4494	0,4549	0,4601	0,4654	0,4706	0,4759	0,4812
800	0,3959	0,4005	0,4051	0,4098	0,4144	0,4190	0,4236
900	0,3541	0,3582	0,3624	0,3665	0,3706	0,3748	0,3789
1000	0,3206	0,3244	0,3281	0,3319	0,3356	0,3394	0,3431
1100	0,2938	0,2972	0,3006	0,3041	0,3075	0,3109	*
1200	0,2711	0,2742	0,2774	0,2806	0,2645	*	*
1300	0,2526	0,2556	0,2586	0,2615	0,2465	*	*
1400	0,2355	0,2382	0,2410	0,2437	*	*	*
1500	0,2195	0,2220	0,2246	0,2272	*	*	*

Za sastavljanje kalkulacije troškova za postojeće mašine na gazdinstvu najpouzdaniju informacionu bazu predstavlja sopstvena evidencija.

KORIŠĆENJE TABELE TROŠKOVA MEHANIZACIJE

Kao primer biće prikazan obračun troškova traktora na osnovu podataka u tabeli 1. Traktor IMT 5106 snage 77 kW, nabavne vrednosti 45.730,00 dinara. Ukupan vek korisne upotrebe traktora je 7.000 sati, to jest 7 godina uz godišnji fond od 1.000 sati rada. Cena dizel goriva iznosi 1,26 din/l.

Izračunajmo prosečne fiksne troškove i troškove opravki po satu rada traktora IMT 5106 nakon pet godina upotrebe. U tab. 1. dati su podaci o iznosu fiksnih troškova (amortizacija, porez, garažiranje, kamate i osiguranje) i troškova opravki u promilima u odnosu na nabavnu cenu, nakon određenog broja godina upotrebe. Podaci su dati na bazi ukupnog veka korisne upotrebe traktora od 7.000 sati rada.

Odgovarajući podatak iz tabeli 2. se nalazi u koloni pet godina upotrebe i u redu 800 sati godišnje upotrebe i iznosi 0,4144%. Ocenjeni prosečni troškovi po satu rada nakon pet godina upotrebe (ukupno 800 h x 5 god = 4.000 h) i iznosi:

$$45.730,00 \text{ [din]} \times 0,4144\% = 18,95 \text{ [din/h]}$$

Fiksni troškovi opravki za period od pet godina iznose:

$$4.000 \text{ [h]} \times 18,95 \text{ [din/h]} = 75.802,05 \text{ [din]}$$

¹ ukupan vek upotrebe mašine od 7.000 sati rada je prekoračen.

² rezultati prikazani u tab. 1., 2. i 3. predstavljaju rezultate istraživanja prosečnog dugogodišnjeg kretanja koeficijenta određene kategorije troškova na poljoprivrednim gazdinstvima u našoj zemlji. Sve prikazane vrednosti su orijentacionog karaktera i smatra se da bi ipak svako gazdinstvo trebalo da sačini pregled kretanja troškova koje je za njega specifično.

Tab. 2. Ocenjeni fiksni troškovi i troškovi opravki priključnih mašina
 Tab. 2. Estimated fixed and repair costs of connecting machines

Sati rada godišnje; Hours of annual use	Troškovi po satu rada u promilima u odnosu na nabavnu cenu Costs per hour of work as promille in relation to purchasing price					
	Vek upotrebe u godinama ³ ; Age of exploitation, years					
	1	2	3	4	5	6
25	12,3654	12,4508	12,5168	12,5663	12,6009	12,6191
50	6,1967	6,2607	6,3177	6,3699	6,4155	6,4538
75	4,1505	4,2065	4,2670	4,3256	4,3813	4,4331
100	3,1195	3,1849	3,2503	3,3157	3,3811	3,4465
125	2,5065	2,5755	2,6473	2,7201	2,7940	2,8696
150	2,0989	2,1725	2,2500	2,3291	2,4119	2,4960
175	1,8089	1,8863	1,9702	2,0573	2,1464	2,2435
200	1,6197	1,6536	1,6876	1,7216	1,7555	1,7895
225	1,4486	1,4927	1,5365	1,5811	1,6243	1,6696
250	1,3128	1,3650	1,4178	1,4719	1,5250	1,5797
275	1,2018	1,2613	1,3220	1,3854	1,4468	1,5098
300	1,1263	1,1500	1,1736	1,1972	1,2208	1,2444
350	0,9805	1,0219	1,0626	1,1031	1,1414	*
400	0,8841	0,9026	0,9212	0,9397	0,9582	*
450	0,7998	0,8348	0,8678	0,8982	*	*
500	0,7398	0,7553	0,7709	0,7864	*	*
550	0,6880	0,7181	0,7465	*	*	*
600	0,6197	0,6327	0,6457	*	*	*

IZRAČUNAVANJE TROŠKOVA MAŠINA

Pored fiksnih troškova i troškova opravki, troškovi goriva i maziva se takođe moraju obračunati.

Kod dizel motora prosečna potrošnja se može izračunati množenjem maksimalne snage na izlaznom vratilu date u kW sa konstantom 0,2925 da bi dobili potrošnju goriva u litrama po satu rada. Na primer, traktor sa dizel motorom snage 75 kW imaće satnu potrošnju goriva:

$$75 \text{ [kW]} \times 0,2925 = 21,94 \text{ [l]} \text{ dizel goriva po satu rada u proseku.}$$

Troškovi goriva iznose:

$$21,94 \text{ [l/h]} \times 1,26 \text{ [din/l]} = 27,64 \text{ [din/h]}$$

Troškovi maziva iznose 15% od troškova goriva:

$$27,64 \text{ [din/h]} \times 0,15 = 4,15 \text{ [din/h]}$$

Ukupni troškovi goriva i maziva iznose:

$$27,64 \text{ [din/h]} + 4,15 \text{ [din/h]} = 31,79 \text{ [din/h]}$$

Za pet godina ukupni troškovi goriva i maziva iznose:

$$4.000 \text{ [h]} \times 31,79 \text{ [din/h]} = 127.160 \text{ [din].}$$

³ ukupan vek upotrebe priključnog oruđa od 2.000 sati rada je prekoračen.

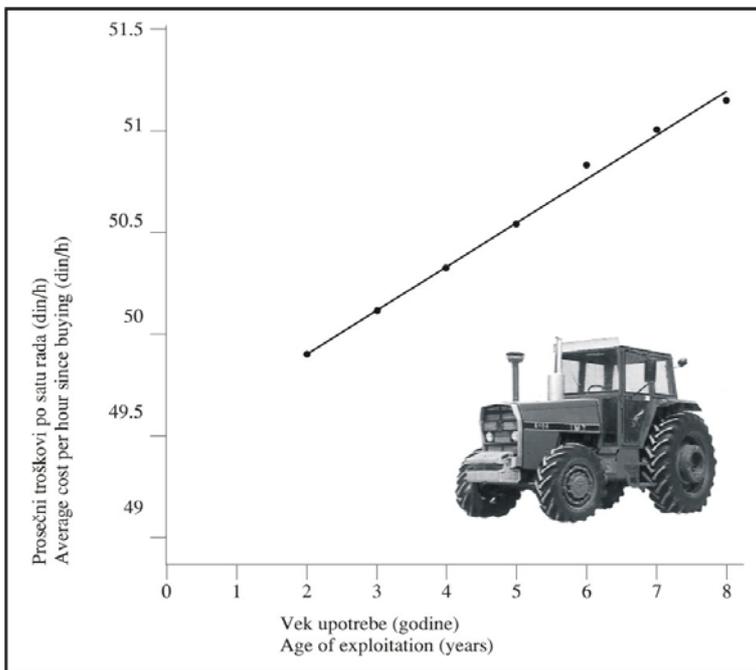
Fiksni troškovi, troškovi opravki i troškovi goriva i maziva iznose:
 $18,95 \text{ [din/h]} + 31,79 \text{ [din/h]} = 50,74 \text{ [din/h]}$

Za jednu godinu ovi troškovi iznose:
 $800 \text{ [h]} \times 50,74 \text{ [din/h]} = 40.592,41 \text{ [din]}$,

a za pet godina iznose:

$40.592,41 \text{ [din]} \times 5 \text{ god} = 202.962,05 \text{ [din]}$

Prosečni kumulisani troškovi po satu rada traktora se menjaju sa vekom upotrebe traktora. Obračun ovih troškova nakon jedne, dve, tri, četiri, pet, šest i sedam godina upotrebe prikazan je na slici 2.



Sl. 2. Kretanje prosečnih troškova po satu rada traktora od kraja prve do kraja sedme godine korišćenja

Fig. 2. Range of average costs per working hour of tractor from the end of first to the end of sixth year of exploitation

Razmotrimo još jedan primer za izračunavanje ukupnih troškova.

Ako gazdinstvo raspolaže dvanaestobrazdnim plugom IMT-610.25 čija je nabavna cena 16.740,00 din, a plug u ugarenju ima učinak od 2 ha/h i godišnje se koristi 200 sati, koliko su prosečni troškovi po satu rada nakon četiri godine korišćenja ovog pluga?

U tab. 3. dat je podatak o kumulisanim fiksnim troškovima i troškovima opravki po satu rada priključnog oruđa u promilima u odnosu na nabavnu cenu za određeni broj sati rada godišnje, nakon određenog broja godina upotrebe. Pokazatelji su izračunati na bazi ukupnog veka trajanja priključnih mašina od 6 godina ili 2.000 sati rada.

Tab. 3. Ocenjeni fiksni troškovi i troškovi opravki priključnih mašina
 Tab. 3. Estimated fixed and repair costs of connecting machines

Sati rada godišnje; Hours of annual use	Troškovi po satu rada u promilima u odnosu na nabavnu cenu; Costs per hour of work as promille in relation to purchasing price					
	Vek upotrebe u godinama ² ; Age of exploitation, years					
	1	2	3	4	5	6
25	12,3654	12,4508	12,5168	12,5663	12,6009	12,6191
50	6,1967	6,2607	6,3177	6,3699	6,4155	6,4538
75	4,1505	4,2065	4,2670	4,3256	4,3813	4,4331
100	3,1195	3,1849	3,2503	3,3157	3,3811	3,4465
125	2,5065	2,5755	2,6473	2,7201	2,7940	2,8696
150	2,0989	2,1725	2,2500	2,3291	2,4119	2,4960
175	1,8089	1,8863	1,9702	2,0573	2,1464	2,2435
200	1,6197	1,6536	1,6876	1,7216	1,7555	1,7895
225	1,4486	1,4927	1,5365	1,5811	1,6243	1,6696
250	1,3128	1,3650	1,4178	1,4719	1,5250	1,5797
275	1,2018	1,2613	1,3220	1,3854	1,4468	1,5098
300	1,1263	1,1500	1,1736	1,1972	1,2208	1,2444
350	0,9805	1,0219	1,0626	1,1031	1,1414	*
400	0,8841	0,9026	0,9212	0,9397	0,9582	*
450	0,7998	0,8348	0,8678	0,8982	*	*
500	0,7398	0,7553	0,7709	0,7864	*	*
550	0,6880	0,7181	0,7465	*	*	*
600	0,6197	0,6327	0,6457	*	*	*

Nakon četiri godine upotrebe sa godišnjim fondom radnog vremena od 200 sati fiksni troškovi i troškovi opravki iznose 1, 7216 promila u odnosu na nabavnu cenu. Prosečni kumulisani troškovi i troškovi opravki po satu rada iznose:

$$16.7400,00\text{din} \cdot \frac{1,7126}{1000} = 28,82[\text{din/h}]$$

TROŠKOVI TRAKTORA SA PRIKLJUČNIM ORUĐEM

Na osnovu rezultata obračuna troškova za traktor i plug možemo dodati iznos ukupnih troškova za agregat pri izvođenju tehnološke operacije osnovne obrade zemljišta.

Nabavna cena traktora IMT 5100 snage 77 kW iznosi 45.730, 00 dinara. Nakon pet godina upotrebe prosečni kumulisani troškovi (fiksni troškovi, troškovi opravki i troškovi goriva i maziva) iznose 50,74 din/h.

Nabavna cena četvorobrazdnog pluga IMT-610.41 radnog zahvata 1,8 m (45 cm x 41,8 m) iznosi 7.770 din. Nakon četiri godine upotrebe pri 200 sati rada godišnje koeficijent za izračunavanje fiksnih troškova opravki po satu rada iznosi 1, 7216 promila.

Ovi troškovi iznose:

$$7.970,00[\text{din}] \cdot \frac{1,7126}{1000} = 13,72[\text{din/h}]$$

Ukupni troškovi agregata u oranju iznose:

$$50,74 [\text{din/h}] + 13,72 [\text{din/h}] = 64,46 [\text{din/h}]$$

odnosno:
$$\frac{64,46[\text{din/h}]}{0,9[\text{ha/h}]} = 71,62[\text{din/h}]$$

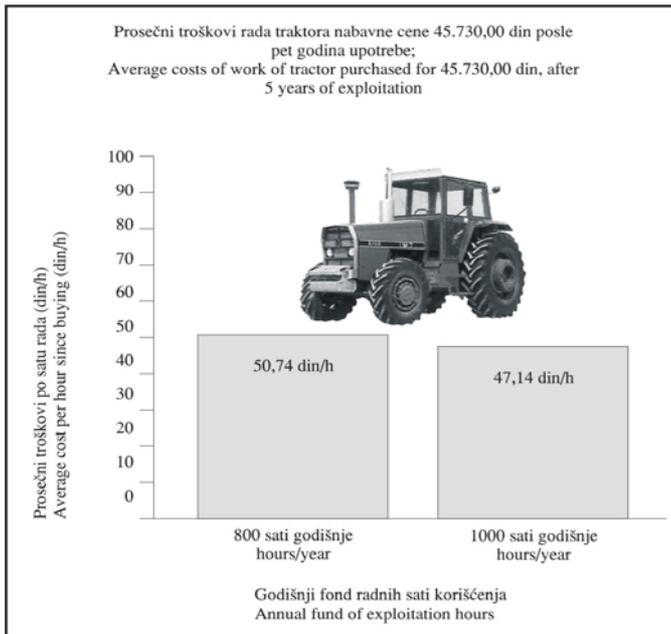
Korišćenje podataka iz tab. 1. o prosečnim akumulisanim troškovima je zasnovano na dve važne pretpostavke. Prva se odnosi na fond radnih sati korišćenja mašine tokom godine, a druga pretpostavka se odnosi na ukupan vek upotrebe mašine. U prethodnom primeru je pretpostavljeno da će traktor biti korišćen pet godina sa godišnjim fondom od 800 sati. Da je traktor korišćen 1000 sati godišnje takođe tokom pet godina prosečni fiksni troškovi i troškovi opravki po satu rada bi iznosili:

$$45.730,00[\text{din}] \frac{0,3356}{1000} = 15,35[\text{din/h}]$$

što zajedno sa troškovima goriva i maziva iznosi:

$$15,35 [\text{din/h}] + 31,79 [\text{din/h}] = 47,14 \text{ din/h}$$

Znači, povećanjem godišnjeg fonda sati rada prosečni troškovi po satu rada su smanjeni (slika 3).



Sl.3. Povećanjem godišnjeg fonda korišćenja mašine smanjuju se godišnji troškovi po satu rada
Fig. 3. By increasing of annual fund of exploitation of machine, annual costs per working hour decrease

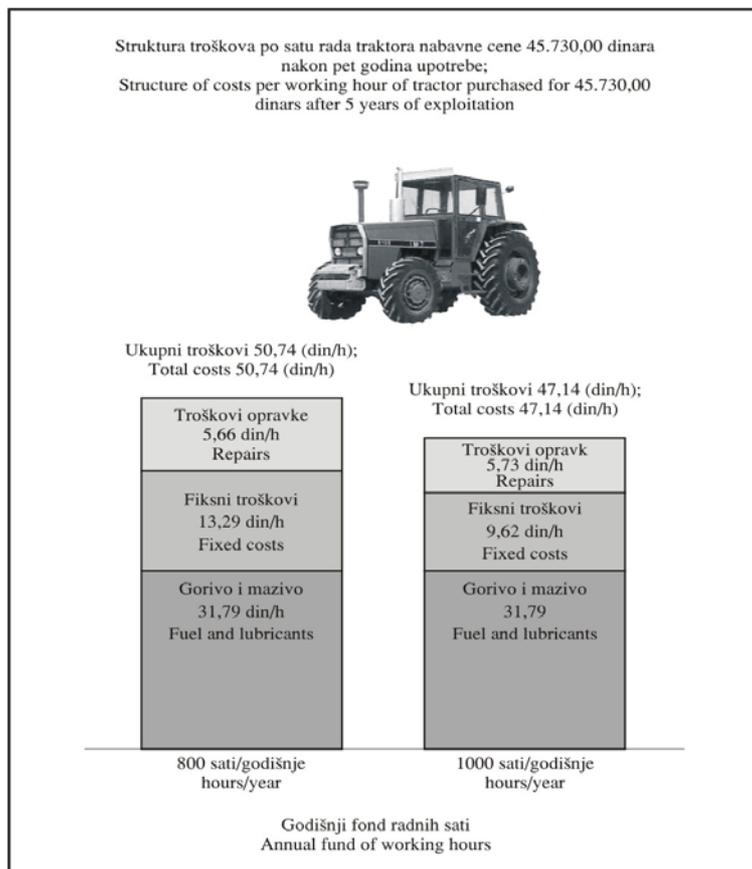
Pri ovom fondu sati korišćenja traktora uz isti stepen iskorišćenja pluga troškovi rada agregata u oranju će iznositi:

$$47,14 [\text{din/h}] + 13,72 [\text{din/h}] = 60,86 [\text{din/h}]$$

odnosno:

$$\frac{60,86[\text{din/h}]}{0,9[\text{ha/h}]} = 67,62[\text{din/h}]$$

Ovim primerom smo ukazali da se ukupni troškovi po satu rada, odnosno po jedinici obrađene površine, smanjuju sa porastom fonda sati korišćenja mašina. Ukupni iznos fiksnih troškova je konstantan dok su troškovi opravki, goriva i maziva približno direktno proporcionalni stepenu korišćenja agregata (slika 4).



Sl. 4. Kretanje prosečnih troškova po satu rada u zavisnosti od stepena korišćenja mašina
Fig. 4. Range of average costs per working hour depending on level of use machines

IZRAČUNAVANJE TROŠKOVA ZA KOMBAJNE

Jedna od najviše korišćenih mašina u poljoprivredi je samohodni kombajn. Zato ćemo posebno navesti primer utvrđivanja troškova za njega.

Nabavna cena žitnog kombajna "ZMAJ 190" sa adaptacijom za ubiranje kukuruza u zrnju iznosi 137.380,00 dinara. Učinak kombajna pri ubiranju zrna kukuruza iznosi 1,2 ha/h. Troškovi radne snage iznose 1,50 din/h. Cena dizel goriva iznosi 1,26 din/l. Kombajn se koristi godišnje 100 sati u ubiranju zrna kukuruza. Potrebno je izračunati prosečne troškove po satu rada kombajna pri ubiranju zrna kukuruza, takođe i prosečne troškove po jedinici ubrane površine nakon jedne, dve tri, četiri, pet, šest, sedam i osam godina.

U tabeli 4. dati su podaci o fiksnim troškovima i troškovima opravki po jednom satu rada kombajna.

Tab. 4. Kombajn

Tab. 4. Combines

Sati rada godišnje; Hours of annual use	Troškovi po satu rada u promilima u odnosu na nabavnu cenu; Costs per hour of work as promille in relation to purchasing price					
	Vek upotrebe u godinama ⁴ ; Age of exploitation, years					
	1	2	3	4	5	6
25	9,7565	9,5881	9,3165	9,0179	8,7084	8,3913
50	4,8808	4,8009	4,6709	4,5271	4,3783	4,2264
75	3,2563	3,2077	3,1267	3,0368	2,9435	2,8495
100	2,4446	2,4127	2,3574	2,2953	2,2323	2,1670
125	1,9581	1,9372	1,8980	1,8546	1,8094	1,7637
150	1,6342	1,6210	1,5930	1,5632	1,5313	1,5000
175	1,4028	1,3962	1,3775	1,3568	1,3353	1,3143
200	1,2298	1,2278	1,2165	1,2037	1,1905	1,1780
225	1,0954	1,0975	1,0929	1,0870	1,0807	1,0747
250	0,9879	0,9945	1,0033	1,0102	1,0134	1,0153
275	0,9002	0,9096	0,9148	0,9198	0,9257	0,9319
300	0,8274	0,8403	0,8490	0,8591	0,8693	*
350	0,6930	0,7315	0,7481	0,7657	0,7851	*
400	0,6278	0,6511	0,6741	0,6994	0,7256	*
450	0,5622	0,5902	0,6188	0,6499	*	*
500	0,5095	0,5416	0,5765	0,6135	*	*

U tabeli 5. dat je pregled izračunavanja prosečnih troškova po satu rada žitnog kombajna, troškova radne snage kao i troškova goriva i maziva.

Tab. 5. Troškovi kombajna

Tab. 5. Costs of combine harvester

Vrsta troškova; Sort of costs	Vek upotrebe; Age of exploitation					
	1	2	3	4	5	6
Fiksni troškovi i troškovi opravki po satu rada u promilima u odnosu na nabavnu cenu; Fixed and repair costs per working hour as promille in relation to purchasing price	6.075	3.724	2.899	2.458	2.175	1.972
Fiksni troškovi i troškovi opravki po satu rada (din/h); Fixed cost nad costs of repairs per working hour (din/h)	834.58	511.60	398.26	337.68	298.80	270.91
Troškovi radne snage (din/h); Labour cost (din/h)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Troškovi goriva i maziva (din/h); Fuel and lubricant costs (din/h)	44.15	44.15	44.15	44.15	44.15	44.15
Ukupni troškovi po satu rada (din/h); Total costs per working hour (din/h)	880.23	557.25	427.91	383.33	344.45	316.56
Ukupni troškovi po jedinici obradene površine (din/ha); Total costs per unit of tilled area (din/h)	733.53	464.38	356.59	319.44	287.04	263.80

⁴ podaci nisu navedeni, jer predstavljaju period nakon rashodovanja mašina.

UKUPNI TROŠKOVI

U prethodnim tačkama je prikazan način izračunavanja troškova samohodnih mašina, odnosno agregata. U sledećim tačkama ćemo prezentirati kalkulaciju troškova za tehnološku operaciju. U tabeli 6. dat je jedan jednostavan primer o polaznim podacima za kalkulaciju troškova košenja i baliranja sena.

Tab. 6. Troškovi baliranja sena
Tab. 6. Hay baling costs

Operacija; Operation	Učinak; Capacity	Nabavna cena; Purchasing price	Broj radnih sati; Number of working hours	Vek upotrebe; Age of exploitation
Samohodna kosačica gnječilica; Self-propelled mower	2 ha/h	35.500 din	200 h	4 godine; 4 years
Baliranje; Baling	2,8 ha/h	12.795 din	200 h	4 godine; 4 years
Transport i kamarisanje; Transportation and stacking	Izdat uslužni rad po ceni 0,12 din/bala; Custom hired at 0,12 dinars per bale			

Cene tehničkih operacija su sledeće:

Košenje; Mowing	0,03 din/bali
Baliranje; Baling	0,75 din/bali
Prevoz i kamarisanje; Transportation and stacking	0,12 din/bali
Ukupno; Total	0,90 din/bali

ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih istraživanja može da se zaključi da:

- najpouzdaniji izvor podataka za izučavanje troškova poljoprivrednih mašina je sopstvena evidencija uz istovremeno formiranje tabele troškova, a podaci iz tih tabela mogu da budu dobra osnova za ocenu troškova,
- troškovi prikazani u ovim tabelama obuhvataju amortizaciju, poreze, troškove garažiranja, kamate, osiguranje i troškove opravki,
- pored navedenih, pri izračunavanju ukupnih troškova, mora se voditi računa i o troškovima goriva i maziva,
- troškovi radne snage takode predstavljaju deo ukupnih troškova obavljanja tehnoloških operacija i
- izračunavanje ukupnih troškova poljoprivredne mehanizacije predstavlja jedan od najvažnijih elemenata menadžmenta poljoprivredne mehanizacije.

LITERATURA

- [1] Ivanov S.A.: *Eksploatacija traktorsko-mašinskog parka*, Kolos, IV dopunjeno izdanje, Moskva, 1994.
- [2] Jakovčević Klara: *Troškovi u menadžmentu*, Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet Subotica, II izdanje, Subotica, 2003.
- [3] Krmpotić T. i drugi: *Menadžment poljoprivrednih mašina*, Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet Subotica, Poljoprivredni fakultet Novi Sad i Tehnički fakultet "Mihailo Pupin" u Zrenjaninu, Subotica, Novi Sad, Zrenjanin, 1997.
- [4] Lary M. and Burns J.R.: *Management science*, Mac. Millan, New York, 1995.

TOTAL COSTS OF AGRICULTURAL MACHINES

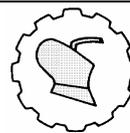
Toma Krmpotić¹, Andor Kiš²

¹*University of Novi Sad, Faculty of Economics - Subotica*

²*"Goodwill Pharma" d.o.o. - Subotica*

Abstract: This paper deals basically with estimating total costs for machines, operations and systems. Accurate records are the best source of material for estimating costs, but cost tables are provided in the Appendix for estimating machine costs. The costs included in these tables cover: depreciation, taxes, shelter, interest, insurance and repairs. When estimating total costs for machines, fuel and lubricant costs must also be included. Another cost that should be included is labor. Estimating total cost for a system is a basic skill for machinery management.

Key words: *management, costs, agricultural machinery.*



UDK: 658.581

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

MOGUĆNOST ODREĐIVANJA OPTIMALNE PERIODIČNOSTI PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA SPOJNICE MOTORNOG VOZILA

Božidar V. Krstić*Mašinski fakultet - Kragujevac*

Sadržaj: Pravilnim formiranjem modela održavanja moguće je izvršiti optimizaciju, odnosno izabrati najpovoljniji sistem održavanja. Ovakav problem moguće je rešiti ako su precizno određeni svi važni zahtevi i ograničenja. Osnovu izložene metodologije čine parametri pouzdanosti analiziranih vozila, dobijeni na osnovu praćenja ponašanja vozila, sa aspekta pojave otkaza u realnim uslovima eksploatacije, kao i troškovi njihovog održavanja.

Ključne reči: *motorno vozilo, održavanje, optimizacija, gotovost, pouzdanost, troškovi.*

1. UVOD

Optimizaciju sistema održavanja, primenom modela preventivnog održavanja, najčešće se svodi na traženje odgovora na pitanje da li je korisno primeniti preventivno održavanje, i ako jeste, odrediti posle koliko vremena rada treba primeniti postupke preventivnog održavanja.

Samo jedno rešenje strategije održavanja, za dato motorno vozilo i date uslove korišćenja, je optimalno. U tom slučaju se postižu najpovoljnije vrednosti gotovosti, pouzdanosti, minimalni troškovi korišćenja i održavanja, a samim tim i smanjenje ukupnih troškova životnog ciklusa. Zadatak optimizacije sistema održavanja motornih vozila sastoji se u traženju tog optimuma. Ovaj rad upravo ima taj cilj.

2. ODREĐIVANJE PARAMETARA POUZDANOSTI SPOJNICE MOTORNOG VOZILA

Pronalaženje adekvatnog matematičkog modela, kojim se može predstaviti zakonitost ponašanja vozila, sa aspekta pojave neispravnosti, je jedan od osnovnih elemenata za prognoziranje ponašanja vozila u budućnosti i optimizaciju sistema njegovog održavanja. S obzirom da od ispravnosti utvrđivanja modela raspodele pouzdanosti zavise svi dalji zaključci i odluke vezane za preduzimanje odgovarajućih

mera u cilju održavanja zahtevanog nivoa pouzdanosti vozila, ovoj fazi analize treba posvetiti posebnu pažnju. Na konkretnom primeru izabranog vozila, prikazaće se metodologija određivanja najprihvatljivijeg modela održavanja njegove spojnice.

Naime, kao objekt istraživanja korišćena je frikciona suva jednolamelna spojnica GF310K sa prenosnim momentom 380 Nm, koja se ugrađuje u motorno vozilo.

Vrednosti vremena rada do pojave otkaza, prethodne spojnice, do kojih se došlo praćenjem vozila u eksploataciji, date su u tabeli 1. Na osnovu podataka iz tabele 1 vrši se određivanje zakona raspodele pouzdanosti [9, 10,11].

Tabela 1. Vrednosti vremena rada do pojave otkaza frikcione spojnice vozila

Redni broj otkaza	Pređeni put do otkaza (km)	Vreme rada do otkaza (h)	Redni broj otkaza	Pređeni put do otkaza (km)	Vreme rada do otkaza (h)	Redni broj otkaza	Pređeni put do otkaza (km)	Vreme rada do otkaza (h)
1	8243	275	18	12778	426	35	17384	579
2	8389	280	19	12935	431	36	17726	591
3	8756	292	20	12936	431	37	17752	592
4	8894	296	21	13186	440	38	17963	599
5	10128	338	22	13431	448	39	17981	599
6	10254	342	23	13757	459	40	19100	637
7	10280	343	24	13952	465	41	19196	640
8	10347	346	25	13972	466	42	19638	655
9	10387	347	26	14158	472	43	19882	663
10	10395	348	27	14373	479	44	20125	671
11	10656	355	28	14396	480	45	21492	716
12	10869	362	29	14563	485	46	23651	788
13	11496	383	30	14763	492	47	24697	823
14	11831	394	31	15938	531	48	26391	880
15	11863	395	32	16397	547	49	27391	913
16	11978	399	33	16967	566			
17	12382	413	34	17186	573			

Tabela 2. Procenjene vrednosti pokazatelja pouzdanosti frikcione spojnice

i	t_i	$m(i)$	$n_g(i)$	$\bar{n}(i)$	$f(t_i)$	$R(t_i)$	$F(t_i)$	$\lambda(t_i)$
1	300	10	49	44	2.04E-03	0.8980	0.1020	0.002273
2	400	12	39	33	2.44E-03	0.6735	0.3265	0.003636
3	500	10	27	22	2.04E-03	0.4490	0.5510	0.004545
4	600	9	17	12.5	1.84E-03	0.2551	0.7449	0.007200
5	700	4	8	6	8.16E-04	0.1224	0.8776	0.006670
6	800	2	4	3	4.08E-04	0.0612	0.9388	0.006670
7	900	2	2	1	4.08E-04	0.0204	0.9796	0.020000

Na osnovu rezultata testiranja, primenom metodologije [9, 10,11], došlo se do zaključka da se funkcija pouzdanosti, gustine, intenziteta otkaza I srednjeg vremena bezotkaznog rada imaju oblik:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{562,4}\right)^{3,174}} \quad (1)$$

$$f(t) = \frac{3,174}{562,4} \cdot \left(\frac{t}{562,4}\right)^{2,174} e^{-\left(\frac{t}{562,4}\right)^{3,174}} \quad (2)$$

$$\lambda(t) = \frac{3,174}{562,4} \cdot \left(\frac{t}{562,4}\right)^{2,174} \quad (3)$$

$$T_o = \int_0^{\infty} t \cdot \frac{3,174}{562,4} \cdot \left(\frac{t}{562,4}\right)^{2,174} e^{-\left(\frac{t}{562,4}\right)^{3,174}} dt \quad (4)$$

Korišćene oznake u tabeli 2 i izrazima 1,2,3 i 4 imaju sledeće značenje: $m(t)$ – broj spojnice koje su otkazale u analiziranom intervalu; $n(t)$ – broj spojnice koje nisu otkazale na sredini analiziranog intervala; $n_g(t)$ – broj spojnice koje nisu otkazale na početku analiziranog intervala; $R(t)$ – funkcija pouzdanosti; $F(t)$ – funkcija nepouzdanosti; $f(t)$ – frekvencija pojave otkaza; T_o – srednje vreme bezotkaznog rada; $\lambda(t)$ – intenzitet otkaza.

Na osnovu predhodnih izraza mogu se odrediti optimalne periodičnosti vremena rada posle kojih treba vršiti preventivne preglede, preventivne zamene, opravke ili generalnu reviziju, kao i optimalne vrednosti zaliha rezervnih delova [9,10,11,12,13,14].

3. ODREĐIVANJE PERIODIČNOSTI ODRŽAVANJA SPOJNICE PREMA KRITERIJUMU MINIMALNIH TROŠKOVA

Primenom modela optimizacije periodičnosti održavanja pogonskog motora, prema troškovima održavanja, određuje se optimalna periodičnost sprovođenja postupaka preventivnog održavanja koja daje najmanje troškove uz obezbeđenje zahtevane gotovosti. Strategija preventivnog održavanja i preventivnih zamena se primenjuje kada je intenzitet otkaza rastuća funkcija u vremenu i kada su troškovi korektivnog održavanja veći od troškova preventivnog održavanja. Tada je moguće odrediti optimalnu periodičnost preventivnog održavanja [9].

Troškovi održavanja mogu se izraziti u obliku:

$$C(t) = \frac{C_k - (C_k - C_p) \cdot R(t)}{\int_0^T R(t) dt} \quad (5)$$

U izrazu (5) oznake imaju sledeće značenje: $C(t)$ - ukupni specifični troškovi održavanja; C_k - troškovi korektivnog održavanja; C_p - troškovi preventivnog održavanja; $R(t)$ – funkcija pouzdanosti; T – vreme rada spojnice do otkaza.

Primenom izraza (5), za različite periodičnosti preventivnog održavanja spojnice vozila, dobijene su vrednosti troškova održavanja, koje su prikazane u tabeli 3 i na slici 1.

Vrednost integrala $\int_0^t R(t) dt$ izračunavan je korišćenjem Simpsonovog pravila.

Na osnovu dobijenih troškova bira se periodičnost preventivnog održavanja koja daje najmanje ukupne troškove održavanja, što je dijagramski prikazano na slici 1.

Tabela 3. Iznos ukupnih troškova održavanja spojnice za različite periodičnosti njenog održavanja

Periodičnost održavanja (h)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Troškovi korekt. održavanja $C_k [n j]$	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Trošk. prevent. održ. $C_p [n j]$	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Funkcija pouzdanosti $R(t)$	0.9995	0.9958	0.9850	0.9631	0.9265	0.8728	0.8009	0.7124	0.6109	0.5024
$\int_0^t R(t)dt$	49.99	99.90	149.46	198.22	245.53	290.58	332.50	370.40	403.53	431.37
Ukupni specifični troškovi $C(t) [n j]$	12.024	6.1059	4.2548	3.4736	3.1618	3.1157	3.2413	3.4833	3.8009	4.1596

Korišćena oznaka n_j , u tabeli 3, ima značenje novčana jedinica.

Iz tabele 3. i slike 1. može se zaključiti da se najmanji troškovi dobijaju za periodičnost održavanja od $T_p = 286$ (h), ($C_{\min} = 3,1083$), jer za tu periodičnost održavanja grafik funkcije dostiže svoj minimum, pa se može smatrati da je to optimalna periodičnost održavanja frikcione spojnice za kriterijum minimalnih troškova.

4. ODREĐIVANJE PERIODIČNOSTI ODRŽAVANJA SPOJNICE VOZILA PREMA KRITERIJUMA MAKSIMALNE GOTOVOSTI

Kada se od vozila traži maksimalna gotovost, odnosno raspoloživost, optimizacija sistema održavanja njegovih sastavnih delova se vrši prema kriterijumu maksimalne gotovosti, dok najveći, još uvek prihvatljivi troškovi održavanja predstavljaju ograničenje. Za primenu modela održavanja, na bazi gotovosti, potrebno je poznavanje zakona raspodele pouzdanosti, kao i vremena u radu i otkazu.

Vrednost eksploatacione gotovosti može se odrediti korišćenjem izraza [9]:

$$G(t) = \frac{t_r + t_{cr}}{t_r + t_{cr} + t_p + \frac{F(t)}{R(t)} \cdot t_k} \quad (6)$$

gde su: t_r - vreme u radu; t_{cr} - vreme čekanja na rad u ispravnom stanju; t_p - vreme preventivnog održavanja; t_k - vreme korektivnog održavanja; $R(t)$ – funkcija pouzdanosti; $F(t)$ – funkcija nepouzdanosti.

Variranjem periodičnosti vremena između preventivnih održavanja dobija se funkcionalna zavisnost gotovosti od periodičnosti održavanja, na osnovu koje se može odrediti periodičnost održavanja koja daje maksimalnu gotovost. Rezultati određivanja gotovosti, za različite periodičnosti održavanja, date su u tabeli 4.

Iz tabele 4. i slike 1. može se zaključiti da se najveća gotovost frikционе spojnice dobija za periodičnost održavanja od $T_p = 321$ (h), ($G_{\max} = 0,9892$), jer za tu periodičnost održavanja grafik funkcije dostiže svoj maksimum, pa se može smatrati da je to optimalna periodičnost održavanja frikционе spojnice za kriterijum maksimalne gotovosti.

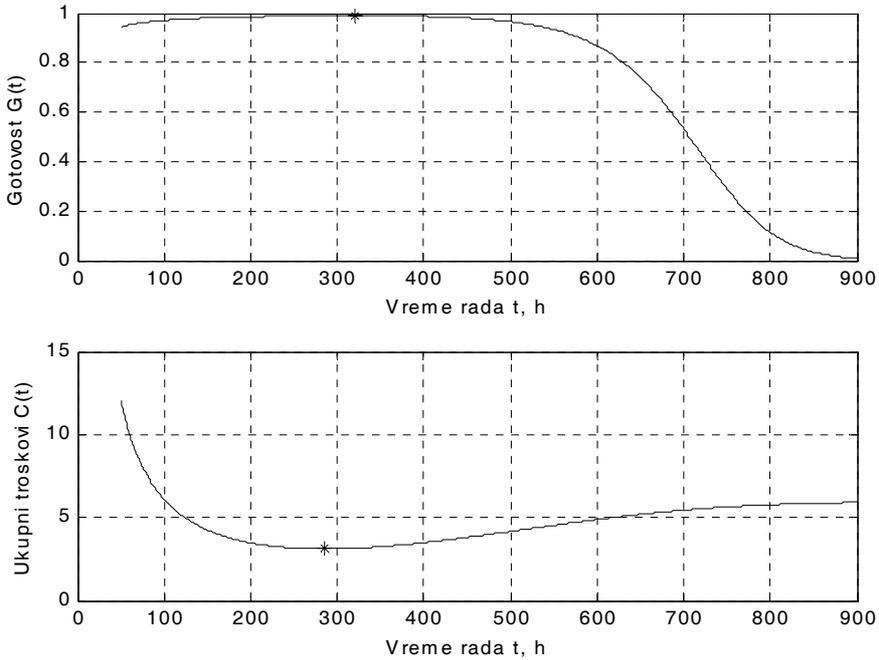
Tabela 4. Tabela prikaz zavisnosti gotovosti vozila od periodičnosti preventivnog održavanja njegove spojnice

Periodičnost održavanja (h)	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Vreme rada t_r (h)	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Vreme preventiv. održ. t_p (h)	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Funkcija nepouzdanosti $F(t)$	0.0005	0.0042	0.0150	0.0369	0.0735	0.1272	0.1991	0.2876	0.3891
Funkcija pouzdanosti $1 - F(t)$	0.9995	0.9958	0.9850	0.9631	0.9265	0.8728	0.8009	0.7124	0.6109
Broj korektivnih održavanja između dva preventivna	0.0005	0.0042	0.0152	0.0383	0.0793	0.1458	0.2485	0.4037	0.6369
Vreme preventivnog održ. t_k (h)	0.0277	0.2505	0.9119	2.2979	4.7573	8.747	14.9114	24.2202	382,112
Vreme čekanja na rad u isprav. stanju t_{cr} (h)	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350
Gotovost $G(t)$	0.9434	0.9709	0.9804	0.9851	0.9878	0.9891	0.9889	0.9866	0.9802

5. IZBOR OPTIMALNOG PERIODIČNOSTI PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA SPOJNICE VOZILA METODOM AHP

Iz predhodno navedenog se može zaključiti, da se optimalni interval periodičnosti održavanja glavne frikционе spojnice, sa aspekta maksimalne gotovosti i minimalnih troškova održavanja nalazi između 321 i 286 časova rada, a usvojen je na osnovu datih kriterijuma i ograničenja (slika 1). Potrebno je naći vrednost optimalne periodičnosti preventivnog održavanja spojnice vozila, a koji se nalazi između vremena koje odgovara minimalnim troškovima održavanja i vremena koje odgovara maksimalnoj gotovosti vozila sa aspekta spojnice. Ovaj period može se diskretizovati. Svaka diskretna vrednost dobijena diskretizacijom pridružuje se razmatranoj koncepciji preventivnog održavanja. Na taj način dobija se odgovarajući broj varijanti koncepcije preventivnog održavanja, koje se među sobom razlikuju samo u dužini perioda rada, nakon koga se obavljaju postupci preventivnog održavanja. Pošto se vrednosti optimalne periodičnosti sprovođenja postupaka preventivnog održavanja analiziranog pogonskog motora, prema kriterijumu maksimalne gotovosti i prema kriterijumu minimalnih troškova, razlikuju (deo 4 i deo 5 ovog rada), u ovom delu rada prikazani su rezultati njegovog određivanja primenom višekriterijumske metode optimizacije, koji je u literaturi poznat kao MCDM (Multi Criteria Decision Making)

problem [3]. Osnovna karakteristika MCDM problema, a samim tim i problema koji se analizira u ovom radu je da se najbolja alternativa nalazi u smislu više atributa, simultano, ili limitiranog skupa raspoloživih alternativa.



Slika 1. Grafički prikaz zavisnosti gotovosti i ukupnih troškova periodičnog održavanja za spojnicu

5.1. Analitički hijerarhijski proces - AHP

U literaturi može da se nađe veći broj metoda višekriterijumske optimizacije. Jedna od najčešće korišćenih je analitički hijerarhijski proces – AHP (Analytic Hierarchy Process). Ova metoda je razvijena krajem prošlog veka [6]. AHP metoda je razvijena na principu donošenja odluka, ljudskom znanju, kao i podacima kojima eksperti raspolažu u procesu odlučivanja. Proces donošenja odluke je kreativan proces koji je naučno zasnovan na tri glavna koncepta [6]: analitika, hijerarhija i proces.

Priroda kriterijuma optimalnosti može da bude benefiitna i troškovna [1]. Pri korišćenju benefiitnog kriterijuma optimalnosti što je manja njihova vrednost to je bolje i obrnuto. Pri korišćenju troškovnog kriterijuma optimalnosti, što je manja njihova vrednost, to je bolje i obrnuto.

Skup alternativa i predstavlja se skupom indeksa alternativa $i = (1, \dots, i, \dots, K)$, $k \in K$, $i \in I$, gde je i ukupan broj razmatranih alternativa. Problem se predstavlja matricom:

$$F = [f_{ik}]_{I \times K} \quad (7)$$

Sa f_{ik} je označena vrednost kriterijuma optimalnosti k za alternativu i . U opštem slučaju, kriterijumi optimalnosti su različite prirode, imaju različite vrednosti i različite jedinice mere. To znači da vrednosti kriterijuma optimalnosti, za alternativu i nisu uporedive. Iz tog razloga potrebno je sprovesti proceduru normalizacije kojim se sve vrednosti f_{ik} preslikavaju u intervalu $[0,1]$. U primeni je veći broj tipova normalizacije [4]: jednostavna, linearna, vektorska i td. Bez obzira koji se tip normalizacije koristi, koriste se različiti analitički izrazi za benefitarne i troškovne kriterijume optimalnosti.

Pri korišćenju vektorske normalizacije problem odlučivanja može se predstaviti matricom: $F=[f_{ik}]_{1 \times K}$, gde je $(f_{ik})_n$, normalizovana vrednost kriterijuma optimalnosti k za alternativu i .

Svakoj razmatranoj alternativu pridružuje se određena vrednost [2].

Normalizacija vrednosti $f_{i,1}$ vrši se korišćenjem izraza za vektorsku normalizaciju i uz primenu benefitarne kriterijuma optimalnosti. Za rešavanje konkretnog zadatka mogu se koristiti sledeći izrazi:

$$(f_{ij})_n^b = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^I (f_{ij})^2}} \quad (8)$$

$$(f_{ij})_n^t = \frac{\frac{1}{f_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^I \left(\frac{1}{f_{ij}}\right)^2}} \quad (9)$$

Vrednost faktora na osnovu koga se određuje najbolja alternativa periodičnosti održavanja a_i određuje se korišćenjem pretpostavke da su važnosti usvojenih kriterijuma optimizacije (maksimalne gotovosti i minimalnih troškova održavanja) jednake i da su zadate normalizovano, što je slučaj u konkretnom zadatku, korišćenjem izraza [1,2,3,4,5,6,7,8]:

$$a_i = \frac{\sum_{k=1}^K W_k (f_{ik})_n}{\sum_{k=1}^K W_k} \quad (10)$$

$$a_i = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^K (f_{ik})_n \quad (11)$$

Elementi matrice F , dobijaju se tako što se izjednačavanjem sa vrednostima gotovosti vozila, sa aspekta njegovog pogonskog motora, za različite periode preventivnog održavanja koji odgovaraju pojedinim alternativama $(f_{i,1})$ i izjednačavanjem sa vrednostima ukupnih troškova održavanja pogonskog motora vozila za različite periode preventivnog održavanja koji odgovaraju pojedinim alternativama $(f_{i,2})$.

Na osnovu podataka dobijenih praćenjem analiziranog vozila, sa aspekta njegove spojnice, u realnim uslovima eksploatacije, uz korišćenje izraza (5) za određivanje gotovosti dobijene su vrednosti elemenata $f_{i,1}$ (odnosno gotovosti) matrice F (tabela 3), a uz korišćenje izraza (6) za određivanje troškova održavanja dobijene su vrednosti elemenata $f_{i,2}$ (odnosno troškova održavanja) matrice F (tabela 4).

5.2. Određivanje optimalnog perioda preventivnog održavanja frikционе spojnice primenom metode višekriterijumske optimizacije

Razmatraćemo period vremena u radu od 50 do 350 časova, zato što gotovost i troškovi održavanja razmatranog tehničkog sistema u njemu zadržavaju zadovoljavajuće vrednosti.

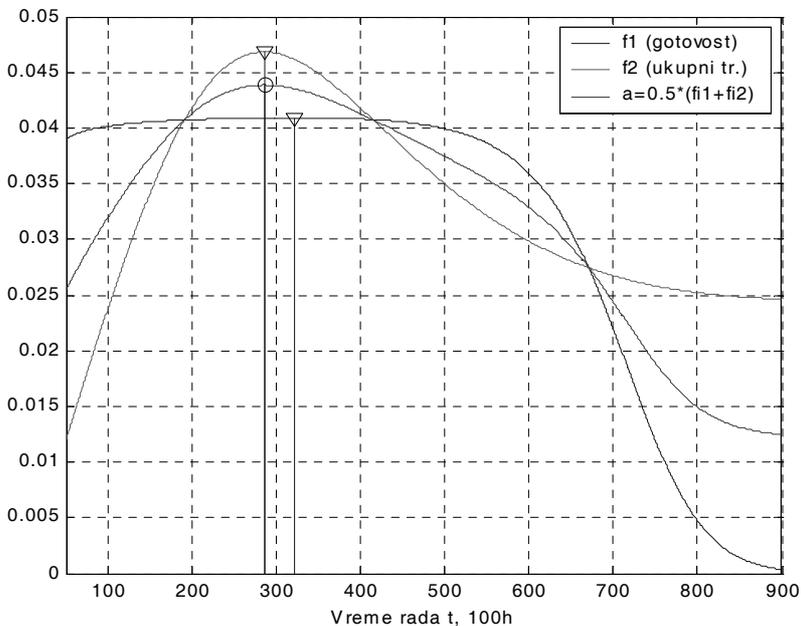
Za određivanje optimalnog perioda preventivnog održavanja, s obzirom na kriterijume maksimalne gotovosti i minimalnih troškova održavanja interval od 50 do 350 časova diskretizovaćemo sa korakom $\Delta = 1$ programom MATLAB [17].

Elementi matrice F , $f_{i,1}$ dobijaju se tako što se izjednačavaju sa vrednostima gotovosti za različita vremena u radu, odnosno različite periode preventivnog održavanja koji odgovaraju pojedinim alternativama:

$$f_{i,1} = G(t_i) \quad (12)$$

Normalizacija vrednosti $f_{i,1}$ vrši se pomoću izraza za vektorsku normalizaciju uz korišćenje benefiitnog kriterijuma optimalnosti:

$$(f_{i,1})_n = \frac{f_{i,1}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{300} (f_{i,1})^2}} \quad (13)$$



Slika 2. Prikaz iznalaženja najbolje alternative

Elementi matrice F , $f_{i,2}$ dobijaju se tako što se izjednačavaju sa vrednostima ukupnih troškova održavanja za različita vremena u radu (tabela 4), odnosno različite periode preventivnog održavanja koji odgovaraju pojedinim alternativama:

$$f_{i,2} = C(t_i) \quad (14)$$

Normalizacija vrednosti $f_{i,2}$ vrši se pomoću izraza za vektorsku normalizaciju uz korišćenje troškovnog kriterijuma optimalnosti:

$$(f_{i,2})_n = \frac{1}{f_{i,2}} \sqrt{\sum_{i=1}^{300} \left(\frac{1}{f_{i,2}}\right)^2} \quad (15)$$

$$a_i = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^2 (f_{ik})_n \quad (16)$$

Radi izbora najbolje, svakoj alternativni pridružuje se vrednost:

Rezultati koji su dobijeni korišćenjem izraza (16), (18) i (19) uz pomoć programa MATLAB [17] dati su na slici 2.

U izrazima od 8 do 16 korišćene oznake imaju sledeće značenje:

$(f_{ik})_n$ – normalizovana vrednost kriterijuma optimalnosti k za alternativu i ;
 $(f_{i2})_n$ – normalizovana vrednost kriterijuma optimalnosti troškova za alternativu 2 ;
 $(f_{i1})_n$ – normalizovana vrednost kriterijuma optimalnosti gotovosti za alternativu 1 ;
 a_i – vrednost faktora na osnovu koga se određuje najbolja alternativa periodičnosti održavanja; $G(t)$ – gotovost; $C(t)$ – troškovi održavanja; $R(t)$ – pouzdanost.

Najbolja alternativa je ona za koju a_i ima najveću vrednost. U ovom slučaju najbolja alternativa daje optimalnu periodičnost održavanja glavne frikcione spojnice, u skladu sa AHP metodom, nakon svakih $T_p = 286$ [h] rada vozila.

6. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja parametara pouzdanosti frikcione spojnice, do kojih se došlo praćenjem ponašanja vozila u realnim uslovima eksploatacije, i uz primenu odgovarajućih naučnih saznanja iz oblasti teorije verovatnoće, matematičke statistike, teorije sistema i teorije pouzdanosti poslužili su kao osnova za iznalaženje optimalne periodičnosti njenog održavanja, uzimajući u obzir kriterijum maksimalne gotovosti i kriterijum minimalnih troškova održavanja.

Kako se optimalna periodičnost sprovođenja postupaka preventivnog održavanja, određena prema kriterijumu maksimalne gotovosti i prema kriterijumu minimalnih troškova održavanja razlikuju, neophodno je primeniti metode višekriterijumske analize i odrediti vrednost tražene optimalne periodičnosti sprovođenja postupaka preventivnog održavanja, uzimajući u obzir i jedan i drugi kriterijum optimizacije.

Vrednost optimalne periodičnosti sprovođenja postupaka preventivnog održavanja vozila, sa aspekta glavne spojnice, određena prema kriterijumu maksimalne gotovosti vozila je 321 časova rada, a prema kriterijumu minimalnih troškova održavanja 286 časova rada. To su, ujedno i granice optimalne periodičnosti sprovođenja postupaka preventivnog održavanja, koje odgovaraju ekstremnim vrednostima usvojenih funkcija kriterijuma.

Primenom metode višekriterijumske analize dobijena je vrednost tražene optimalne periodičnosti sprovođenja postupaka preventivnog održavanja, uzimajući u obzir i jedan i drugi kriterijum optimizacije, i ona iznosi 286 časova rada.

Prikazana metodologija višekriterijumskog odlučivanja može se primeniti za dobijanje pouzdane vrednosti periodičnosti sprovođenja postupaka preventivnog održavanja spojnice motornog vozila, ali i za druge njegove delove. Pri tome je potrebna raspoloživost podataka, do kojih se dolazi analizom vozila tokom njegove eksploatacije, na osnovu kojih se mogu odrediti pokazatelji njegove pouzdanosti, kao i karakteristike sistema njegovog održavanja.

LITERATURA

- [1] Yoon K.P., Hwang C.I.: Multiple Attribute decision making, and introduction, Series: Quantative Applications in the Social Sciences 104, Sage Universitz Paper, Thousland Oaks, 1995.
- [2] Bass M.S., Kwakernak H.: Rating and Ranking of Multiple Aspect Alternatives Using, Fuyy Sets Automatics, Vol13, 47-58, 1977.
- [3] Milanović D.: Informacioni sistemi menadžmenta, Megatrend, Beograd, 2003.
- [4] Pavličić D.: Normalization of atribute Values in MADM the Conditions of Consistent Choise IV, DI, EJOR, Vol.10, No. 1, Belgrade, 2000.
- [5] Vincke P.: Multicriteria Decision – aid, John Wiely Sons, 1992.
- [6] Saty T.L.: How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, EJOR 48, 9, 1990.
- [7] Vargas L.: An overview of the Analytic Hierarchy Process, EJOR 48, 1990.
- [8] Harker T.P.: The Art and Science of Descision Making: The Analytic Hierarchy Process, University of Pennsylvania, USA, 1988.
- [9] Krstić B.: Eksploatacija motornih vozila i motora, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1997.
- [10] Zelenović D., Todorović J.: Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [11] British standard, BS5760, Part 2, Guide to the assessment of reliability, Reliability of systems, eqipments and components, BSI, London, 1981.
- [12] Vukadinović S.: Elementi teorije verovatnoće i matematičke statistike, Privredni pregled, Beograd, 1981.
- [13] Krstić B.: Određivanje optimalne periodičnosti preventivnog održavanja vitalnih delova motornih vozila, Zbornik radova "KOD 2002", Herceg Novi, 2002., str. 37-49
- [14] Krstić B.: Upravljanje radnom sposobnošću vozila radi obezbeđenja zadovoljavajućih eksploataciono-tehničkih karakteristika, "Savremena poljoprivredna tehnika", Novi Sad, 2002., str. 95-103
- [15] Krstić B.: Utvrđivanje zakonitosti promene tehničkog stanja vozila tokom eksploatacije sa ciljem povećanja bezbednosti njegovog korišćenja, Zbornik radova sa 12. Međunarodne konferencije "IS'2002", Novi Sad, 2002., str. 295-299
- [16] Press W.H., Flannery B.P., Teukolsky S.A., Vetterling W.T.: "Numerical Recipes", Cambridge University Press, 1986.
- [17] "Optimization Toolbox for Use with MATLAB", The Math Works, 1994.

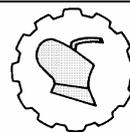
POSSIBILITIES DETERMINATION OF THE OPTIMAL STRATEGY FOR PREVENTIVE MAINTENANCE OF THE CLUTH MOTOR VEHICLE

Božidar V. Krstić

Mechanical Faculty - Kragujevac

Abstract: As well, it is consider the possibility seeking trade off solution between this two criterions. With regular forming models of maintenance is possible to make optimisation, regarding, to use the best maintenance system. If the all important requests and limits are preciosly given then it is possible to solve this kind of problem. The base of presented metodology is presenting with reliability parameters of analysed vehicles given from vehicle behaviour folowing, from aspect of failure happen, in real conditions of exploitation and costs of theirs maintenance.

Key words: motor vehicle, maintenance, optimisation, availability, reliability, costs.



UDK: 631.372:631.6:630

Predhodno saopštenje
Preliminary paper

OECD PRAVILA ZA POLJOPRIVREDNE I ŠUMARSKE TRAKTORE PRED PONOVIKOM PRIMENOM U SRBIJI I CRNOJ GORI

Vaso Labović*IPM - Beograd*

Sadržaj: Ispitivanje poljoprivrednih i šumarskih traktora i izdavanje izveštaja o ispitivanju prema OECD Pravilima u našoj zemlji prestalo je 1992. godine, isključivanjem SFRJ iz Organizacije UN. Intenzivna aktivnost za ponovno pridruživanje započeta je 2003. godine odlukom Saveta Ministara, a u 2005. i 2006. godini biće sproveden postupak za pridruživanje i za donošenje odluka zvaničnih organa OECD. Očekuje se da će na redovnom godišnjem zasjedanju u februaru 2006. godine biti prihvaćen izveštaj zvanične misije OECD, koja je boravila u našoj zemlji od 03. do 09. jula ove godine, i da će do sredine 2006. godine biti završen postupak pridruživanja. Time bi otpočelo ispitivanje i izdavanja zvaničnih OECD izveštaja za traktore koji će biti ispitivani u našim laboratorijama.

Ključne reči: *ispitivanja, poljoprivredni i šumarski traktori, OECD Pravila, OECD Izveštaj o ispitivanju, OECD ispitna stanica, Nacionalno telo.*

UVOD

Jedinstvena međunarodna pravila generalno olakšavaju međunarodnu trgovinu. Međunarodna trgovina traktorima je značajna. Ispitivanja traktora sprovedena prema OECD Pravilima (*OECD Codes*) obezbeđuju zemljama uvoznicama da sa poverenjem prihvate rezultate ispitivanja sprovedenih u drugim zemljama. Za ta ispitivanja traktori dobijaju zvanični OECD Izveštaj o ispitivanju (*OECD Test Report*) o performansama i zahtevima za bezbednost. Izveštaje o ispitivanju registrovanih OECD ispitnih stanica (*OECD Testing station*), na osnovu ispitivanja sprovedenih u njima i uverenja OECD sekretarijata da je ispitivanje sprovedeno u skladu i prema proceduri utvrđenoj u primenjenom OECD Pravilu, priznaju sve zemlje učesnice u OECD Pravilima za traktore.

Nacionalna tela (*National Designated Authority*) su odgovorna svojim vladama za funkcionisanje (primenu) OECD Pravila za traktore, a u slučaju ispitivanja i za utvrđene rezultate. Nacionalno telo potvrđuje da su OECD Pravila primenjena u svakom ispitivanju i da je odgovarajući izveštaj o ispitivanju u skladu sa utvrđenim zahtevima. Izveštaj o ispitivanju mora biti verifikovan od strane OECD sekretarijata pre objavljivanja.

U slučaju ispitivanja zaštitnih struktura postoji dodatni kriterijum, koji uključuje minimalne nivoe performansi i kriterijume za prihvatanje ili odbijanje ispitivane zaštitne strukture, sa aspekta ispunjenja propisanih zahteva za bezbednost.

Pune olakšice, u smislu pojednostavljenja posla i izbegavanja ponavljanja istih troškova ispitivanja, mogu se najefektnije realizovati sprovođenjem ispitivanja po ovim međunarodno priznatim pravilima u zemlji proizvođača traktora. Ovo je moguće i pogodno jedino ako je zemlja proizvođač članica, odnosno učesnik u OECD Pravilima. U tom slučaju ispitivanje se vrši samo u zemlji proizvođača, da bi se izbeglo nepotrebno dupliranje posla i troškova, a zemlje uvoznice priznaju OECD Izveštaj o ispitivanju.

OECD PRAVILA ZA TRAKTORE

Prva OECD Pravila za traktore usvojio je Savet OECD 21. aprila 1959. godine. Sada su u primeni osam Pravila, verzija koju je Savet usvojio 19. aprila 2000. godine [C (2000) 59/FINAL] sa amandmanima od 13.02.2000.; 17.12.2001.; 25.02.2002., 26.02.2003. i 22.01.2004. godine, i to:

- OECD Pravilo 1, **Povučeno iz primene i zamenjeno OECD Pravilom 2**,
- OECD Pravilo 2 za zvanično ispitivanje performansi poljoprivrednih i šumarskih traktora,
- OECD Pravilo 3 za zvanično ispitivanje zaštitne strukture poljoprivrednih i šumarskih traktora (Dinamičko ispitivanje),
- OECD Pravilo 4 za zvanično ispitivanje zaštitne strukture poljoprivrednih i šumarskih traktora (Statičko ispitivanje),
- OECD Pravilo 5 za merenje buke na mestu vozača poljoprivrednih i šumarskih traktora,
- OECD Pravilo 6 za zvanično ispitivanje napred postavljene zaštitne strukture na poljoprivrednim i šumarskim traktorima uskog traga.
- OECD Pravilo 7 za zvanično ispitivanje nazad postavljene zaštitne strukture na poljoprivrednim i šumarskim traktorima uskog traga.
- OECD Pravilo 8 za zvanično ispitivanje zaštitne strukture na poljoprivrednim i šumarskim traktorima guseničarima.
- OECD Pravilo 9 za zvanično ispitivanje zaštitnih struktura samohodnih platformi za poljoprivredu od predmeta u padu i od prevrtanja.

Način funkcionisanja

Pravila primenjuju 28. zemalja sveta, od toga 25 od 30 članica OECD i 3 države koje nisu članice OECD - Indija, Kina i Ruska federacija. Za ocenjivanje usaglašenosti, prema konceptu standarda ISO 9000, Pravila se primenjuju po principu "*jedan traktor - jedna dokumentacija - jedno ispitivanje*". Pri tome OECD nije direktno kompetentan za odobravanje tipa traktora, osim što OECD ispitivanja zaštitnih struktura (kabina) traktora u pogledu bezbednosti služe za njihovo odobravanje ili odbijanje, i prema odluci Saveta EU OECD izveštaji imaju snagu sertifikata.

Veoma je važno naglasiti da OECD Pravila pružaju mogućnost za harmonizaciju procedure odobravanja tipa traktora u pogledu bezbednosti i zaštite okoline, uključujući performanse, sa drugim regionalnim ili nacionalnim propisima.

Prema Odluci Saveta aktuelne su sledeće odredbe za primenu OECD Pravila za traktore:

- otvorena su za zemlje članice Organizacije OECD kao i druge zemlje članice OUN i njenih specijalizovanih organizacija, u skladu sa utvrđenom procedurom,
- primenu u zemljama članicama obezbeđuju nacionalna tela (*The National Designated Authority*) za to imenovana od vlada zemlja učesnica u Pravilima (*Participating Country*) i potvrđena od OECD Generalnog sekretarijata,
- ako zemlja članica ne želi da primeni jedno ili više pravila ili ih ne priznaje za uvezene traktore, mora preko nacionalnog tela obavestiti Generalni sekretarijat o svojoj odluci, a on obaveštava ostale zemlje članice,
- država učesnica koja želi da uloži žalbu na odluku organa OECD na izveštaje o ispitivanju treba to da obrazloži OECD-u preko nacionalnog tela; Komitet za poljoprivredu OECD mora razmotriti navode u izveštaju,
- troškovi funkcionisanja OECD Pravila za traktore pokrivaju se prema odredbama za budžet Organizacije; svaka zemlja učesnica u Pravilima OECD-u plaća godišnji doprinos koji se sastoji od osnovne takse od 3.048,98 EUR i dodatne takse obračunate za zemlju učesnicu (OECD članice i nečlanice), prema kriterijumima utvrđenim u Rezoluciji Saveta [C (63) 155 (Final) sa amandmanima] a koja se može menjati s vremena na vreme,

- sekretarijat izveštava Savetodavnu grupu za Pravila o neplaćanju obaveza, i preduzima odgovarajuće mere uključujući i reviziju statusa zemlje učesnice.

Zemlje koje nisu članice OECD, a članice su UN ili njenih specijalizovanih organizacija mogu podneti pisanu molbu Generalnom sekretarijatu OECD ukoliko žele da se pridruže pravilima. Ako zemlja namerava da vrši ispitivanja traktora prema OECD Pravilima, molba i postupak ocenjivanja mogućnosti za pridruživanje mora dodatno i detaljno uključiti mogućnosti za ispitivanje u ispitnoj/ispitnim stanicama i zahteve za sistem upravljanja kвалitetom u njima. Posebno se ocenjuju detalji o raspoloživosti merne opreme i obučenosti osoblju koje izvodi ispitivanja.

Ocenjivanje po prijavi za pridruživanje, po odluci OECD sekretarijata, vrši stručni tim u poseti koju izvodi u prijavljenoj zemlji kod nadležnih državnih organa, nacionalnog tela i ispitne laboratorije.

Radna tela koja učestvuju u primeni Pravila su koordinacioni centar za OECD ispitivanja i savetodavna grupa. Koordinacioni centar obavlja stručnu pripremu procedura ispitivanja i analizu i verifikaciju izvršenih ispitivanja.

Savetodavna grupa se bavi svim pitanjima postavljenim od strane Nacionalnih ovlašćenih tela za neprihvatanje izveštaja o ispitivanju.

Kada se izveštaj o ispitivanju objavi podrazumeva se da su sve specifikacije traktora ili zaštitne strukture proverene, koliko je to moguće, i da su sva ispitivanja sprovedena striktno i u skladu sa Pravilima.

Zahtevi za sistem upravljanja kвалitetom ispitnih stanica

Sva OECD ispitne stanice moraju imati akreditaciju koja formalizuje priznanje da su kompetentne za izvođenje ispitivanja u skladu sa Pravilima.

Akreditacija može biti izdata prema standardima OECD od nacionalnog ovlašćenog tela po principu dobre laboratorijske prakse prilagođene odgovarajućim PRAVILIMA ili, diskreciono od OECD-a, prema ekvivalentnim nacionalnim ili međunarodnim standardima koji važe u odgovarajućoj zemlji.

Serijski standardi ISO 9000, standardi ISO 10012-1: 1992 za mernu opremu i ISO/IEC 17025:1999, ili njima odgovarajući nacionalni ili CEN standardi se primenjuju u postupku akreditacije.

Nacionalno telo je odgovorno za primenu sistema upravljanja kvalitetom ispitne stanice u skladu sa zahtevima odgovarajuće akreditacije, uključujući sve aspekte politike, ciljeva, osoblja, obuke, ispitnog prostora, ispitne opreme, merenja i zapisivanja rezultata.

AKTIVNOSTI U POSTUPKA PRIDRUŽIVANJA SRBIJE I CRNE GORE

Odluku o prihvatanju inicijative svojih članica o pokretanju postupka, kod nadležnih državnih organa, o ponovnom pridruživanju OECD Pravilima za traktore doneo je Izvršni odbor Poslovnog udruženja jugoslovenske industrije traktora, poljoprivrednih mašina i opreme za poljoprivredu na XXV sednici od 07.11.2003. godine.

Na predlog Poslovnog udruženja jugoslovenske industrije traktora, poljoprivrednih mašina i opreme za poljoprivredu, Savet ministara Srbije i Crne Gore, nakon sprovedene procedure za dobijanje saglasnosti u Republikama odlučio je:

"Savet ministara je, na 54. sednici održanoj 22.jula 2004.g. (tačka 25. dnevnog reda) usvojio Informaciju o pristupanju Srbije i Crne Gore OECD Pravilima za traktore, u tekstu koji je dostavilo Ministarstvo za unutrašnje ekonomske odnose Srbije i Crne Gore (6 br.337-9/2004 od 02.jula 2004.godine).

Savet ministara je saglasan da državna zajednica Srbija i Crna Gora pristupe OECD Pravilima za traktore - "OECD - Tractor Codes", u skladu s procedurom utvrđenom u Odluci Saveta OECD, Dodatak 2, tačka 1.

Savet ministara je saglasan da:

- Nacionalno telo za OECD Pravila za traktore, na osnovu tačke 2. odluke Saveta OECD, u državnoj zajednici Srbija i Crna Gora bude Poslovno udruženje jugoslovenske industrije traktora, poljoprivrednih mašina i opreme za poljoprivredu u Beogradu;

- Ispitna stanica u državnoj zajednici Srbija i Crna Gora, prema tački 4. predgovora OECD Pravila za traktore, bude Poljoprivredni fakultet - "Institut za poljoprivrednu tehniku, laboratorija za ispitivanje poljoprivredne tehnike u Novom Sadu."

Zvaničnu prijavu Generalnom sekretarijatu OECD u Parizu je prosledilo Ministarstvo za međunarodne ekonomske odnose SCG krajem septembra 2004. godine.

Godišnje zasedanje u februaru 2005. godine

Po prijavi SCG gosp. Predrag Ivanović, ministar za međunarodne ekonomske odnose SCG, pozvan je na godišnje zasedanje Radne grupe za OECD Pravila za traktore. Zasedanje je održano u Parizu je od 22. do 26. februara ove godine. Prvi put nakon 1992. godine na Zasedanju je učestvovala delegacija Srbije i Crne Gore (u svojstvu posmatrača). U ime Srbije i Crne Gore učestvovali su Dragan Stojović, načelnik u Ministarstvu za međunarodne ekonomske odnose SCG i Vaso Labović, direktor Poslovnog udruženja jugoslovenske industrije traktora, poljoprivrednih mašina i opreme za poljoprivredu.

Na godišnjem zasjedanju razmotren je veliki broj pitanja od važnosti za zemlje proizvođače traktora.

Na dnevnom redu su bila pitanja usaglašavanja tehničkih pretpostavki i normi koje je potrebno ispuniti pri proizvodnji traktora, testiranja koja se odnose na sigurnosne i druge standarde kao i druga pitanja iz domena nadležnosti ove Radne grupe za traktore. Istovremeno razmatrana su i pitanja odnosa između OECD i: Međunarodne organizacije za standardizaciju, EU i dr.

U okviru tačke dnevnog reda zasjedanja koja se odnosila na pristupanje novih država OECD pravilima za traktore, podnet je izveštaj o aktivnostima na pristupanju SCG. Delegacija SCG je podnela informaciju o glavnim trendovima u ekonomskim reformama zemlje, aktivnostima u okviru evropskih integracija, o raspoloživim reursima za sprovođenje ispitivanja i o preduzetim koracima na pristupanju Srbije i Crne Gore OECD pravilima za traktore.

Zahtev za pristupanje Pravilima je od izuzetne važnosti za zemlju, budući da će se po našem pristupanju, ispitivanje traktora, ramova i kabina vršiti u zemlji, a ne u inostranstvu, kao što je do sada bio slučaj. Istovremeno ovaj proces je od izuzetne važnosti zbog harmonizacije zakonodavstva u ovoj oblasti sa regulativom u Evropskoj uniji, a prvenstveno sa EU direktivom za traktore 03/37/EC.

Nastup delegacije SCG je naišao na veoma dobar prijem uz izraženu spremnost da se proces pristupanja realizuje tokom 2005. i 2006. godine. U tom pravcu, zaključeno je da zvanična poseta misije OECD Srbiji i Crnoj Gori bude u julu 2005. godine. Ova misija je dobila zadatak da oceni mogućnosti zemlje za pridruživanje i podnese izveštaj o spremnosti SCG za primenu navedenih Pravila. Na osnovu tog izveštaja Savet OECD donosi se zvanična odluka o pristupanju SCG Pravilima za traktore.

Poseta Misije OECD Srbiji i Crnoj Gori

Po zaključku sa godišnjeg sastanka, u zvaničnoj poseti u periodu od 03. do 09. jula 2005. godine, boravila je Misija OECD za pridruživanje Srbije i Crne Gore OECD Pravilima za traktore. Članovi Misije su bili:

- **Jean-Marie Debois, Head Section Agricultural Codes and Schemes, OECD**
- **José Luis Ponce de León, Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación, España, Director de la Estación Mecánica Agrícola**

Poseta Misije OECD je obavljena u skladu sa procedurom utvrđenom u Odluci Saveta OECD za pridruživanje zemalja članica UN koje nisu članice OECD. Osnovni cilj Misije je bio da po utvrđenoj proceduri oceni spremnost zemlje za pridruživanje OECD Pravilima za traktore sa stanovišta proizvodnje i trgovine traktorima, a posebno sa stanovišta mogućnosti njihovog ispitivanja i izdavanja OECD Izveštaja o ispitivanju u skladu sa OECD Pravilima.

Članove Misije i Nacionalnog tela za OECD Pravila za traktore, pored ostalih, primili su:

- **gosp. Predrag Ivanović, ministar za međunarodne ekonomske odnose SCG i**
- **gosp. Amir Nurković, ministar za unutrašnje ekonomske odnose SCG.**

Tokom boravka Misija je, u cilju ocene sposobnosti SCG za pridruživanje, posetila:

- Poslovno udruženje jugoslovenske industrije traktora, poljoprivrednih mašina i opreme za poljoprivredu IPM Beograd kao Nacionalno telo za OECD Pravila;

- Poljoprivredni fakultet Novi Sad - Departman za poljoprivrednu tehniku, Laboratorija za pogonske mašine i traktore, kao Ispitnu stanicu sa ispitnim poligonom u Srbobranu;

- Tehnički opitni centar Beograd, kao podugovarača ispitivanja sa ispitnim poligonom u Nikincima,

- IMT AD, Novi Beograd, kao predstavnika proizvođača,

- PIK Bečej, Bečej, kao predstavnika korisnika,

- RES trade, Novi Sad, kao predstavnika trgovine i

- Agropanonka MTZ -Finke, Novi Sad, takođe kao predstavnika trgovine.

Misija je dobila podatke o stanju u oblasti tehničkih propisa i ocene usaglašenosti za traktore, o proizvodnji, uvozu i izvozu u poslednjim godinama i sa prognozama za naredni period. Aktivnosti Misije su bile usmerene i na način rada Nacionalnog tela i mogućnosti ispitivanja traktora u Ispitnoj stanici i ispitnim laboratorijama podugovarača.

Nakon izvedenih aktivnosti ocene sposobnosti SCG za pridruživanje članovi misije su na završnom sastanaku, koji je održan 08. jula u Poslovnom udruženju IPM, saopštili nalaze, koji će biti uneti u izveštaj Misije za redovno godišnje zasedanje Radne grupe za OECD Pravila za traktore u februaru 2006. godine, a sastoje se u sledećem:

1. Poseta je dobro organizovana i omogućila je Misiji potpun uvid u problematiku za koju je zainteresovana. Izraženo je razumevanje za spremnost Saveta ministara Srbije i Crne Gore i za doprinos u angažovanju nadležnih ministarstava SCG i ambasade u Parizu, da se proces pristupanja Srbije i Crne Gore OECD Pravilima za traktore realizuje pozitivno, budući da u ovom segmentu postoji potreba za podizanjem nivoa proizvodnih i investicionih aktivnosti.

Iskazano je posebno zadovoljstvo što su nadležna ministarstva pozdravila spremnost Misije OECD da omogući različite oblike tehničke pomoći u obuci naših eksperata u procesu pristupanja OECD Pravilima za traktore. Ocenjeno je da postoji potpuno poznavanje OECD Pravila za traktore i spremnost svih zainteresovanih strana da ista primenjuju. Laboratorije su osposobljene za ispitivanje u skladu sa OECD Pravilima za traktore, uz zapažanja koja će biti data u zvaničnom Izveštaju.

2. Pre zvaničnog odlučivanja u Direkciji za poljoprivredu i Savetu OECD, koje se može očekivati do sredine 2006. godine, o Izveštaju Misije, koji će prethodno biti dostavljen svim zemljama učesnicama u Pravilima, izjasniće se učesnici Godišnjeg zasedanja u februaru 2006. godine.

3. Nacionalno telo - Poslovno udruženje IPM upravlja primenom Pravila u SCG. Potrebno je da Nacionalno telo u potpunosti raspolaže informacijama o pitanjima drugih članica i da ih sa nadležnim državnim organima razmotri, ukoliko ih bude pre Godišnjeg zasedanja 2006. godine.

4. Ispitna stanica - Laboratorija za pogonske mašine i traktore Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, sa podugovaračem Tehnički opitni centar Beograd, ima sistem menadžmenta kvalitetom i raspolaže resursima za ispitivanja prema OECD Pravilima za traktore, uključujući i neobavezna ispitivanja za hladan start i za rad na povišenoj temperaturi.

Zapažanja članova Misije i Nacionalnog tela u vezi sa pojedinim detaljima koji se odnose na ispitivanja treba razmotriti i primeniti, uključujući i pomoć članova Misije i drugih ispitnih stanica, pre Godišnjeg zasedanja.

5. Redovna godišnja članarina za članice se utvrđuje u skladu sa Odlukom Saveta OECD i različita je za pojedine zemlje članice. Za Srbiju i Crnu Goru godišnja članarina treba da iznosi oko 3.500 EUR. Dodatno se plaća Koordinacionom centru OECD iznos utvrđen za pregled i odobravanje svakog pojedinačnog Izveštaja o ispitivanju. Početak plaćanja članarine je u godini pristupanja, što bi za Srbiju i Crnu Goru značilo da počne sa plaćanjem članarine u 2006. godini.

6. Detalji će biti sadržani u zvaničnom Izveštaju Misije.

Ako Izveštaj Misije bude prihvaćen od strane svih zemalja učesnica u Pravilima na godišnjem zasedanju u februaru 2006. godine u Parizu, tražiće se izjašnjenje od Komiteta za poljoprivredu OECD. Nakon toga Savet OECD donosi odluku o pridruživanju Srbije i Crne Gore Pravilima. Po odobrenju Saveta Generalni sekretarijat OECD ratifikuje prijem i obaveštava nacionalna tela u svim zemljama učesnicama Pravila.

Na osnovu nalaza i zaključaka Misije očekuje se da postupak bude okončan do sredina 2006. godine.

LITERATURA

- [1] OECD Standards Codes for the official testing of agricultural and forestry tractors, Paris - March, 2005.
- [2] Labović V.: *Pridruživanje OECD Pravilima za zvanična ispitivanja poljoprivrednih i šumarskih traktora*, Traktori i pogonske mašine, Vol. 9, No. 5, p. 21, Novi Sad, Dec. 2004.

OECD CODES FOR THE OFFICIAL TESTING OF AGRICULTURAL AND FORESTRY TRACTORS WILL BE IN APPLICATION IN SERBIA AND MONTENEGRO AGAIN

Vaso Labović

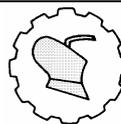
IPM - Belgrade

Abstract: Official testing of agricultural and forestry tractors according the OECD Tractor Codes in Our Country was stopped in 1992 when SFRJ was excluded from membership of OUN. Activities to reactivate membership in OECD Tractors codes began in 2003, The Ministry Council of Serbia and Montenegro decided to submit a written application to Secretary General of the OECD in 2004. The Mission of OECD has been in official visit in Our Country from 03 until 09 July 2005. It is awaited to get an agreement on the Mission report in February 2006. At the annual meeting of OECD working group for Tractor Codes and that Secretary General of the OECD will decide about application until middle of next year.

Key words: *testing, agricultural and forestry tractors, OECD Tractor Codes, OECD Test Report, OECD Testing stations, National Designated Authority*

CONTENTS

Milan Veljić, Dragan Marković, Dragan Branković 1 DEVELOPMENT OF SELF PROPELLED CHASSIS	1
Marjan Dolenšek, Rajko Bernik, Mičo V. Oljača TRACTORS IN SLOVENIA IN LAST 15 YEARS (The Aspects: Market, Accidents, Regulations) 7	7
Predrag Petrović, Zlata Bracanović, Svetlana Vukas OSCILLATORY APPERANCE ON AGROCULTURAL OF TRACTORS 15	15
Boško Gajić, Jordan Milivojević, Gorica Bošnjaković, Gordana Matović COMPACTION OF THE SOILS OF VARIOUS TEXTURAL CLASSES IN RASPBERRY PLANTATIONS OF RASPBERRY GROWING REGION OF ARILJE 25	25
Raičević Vera, Radivojević D., Lalević B., Kljujev I., Topisirović G., Radojević R., Mileusnić Z. IZOLATION AND CHARACTERIZION SPOROGENIC THERMOPHILIC BACTERIA FROM MANURE AS REASON FOR COMPOST PRODUCTION 31	31
Radivojević D., Topisirović G., Raičević Vera, Radojević R., Mileusnić Z., Lalević B. PRODUCTION OF COMPOST FROM SOLID CATTLE MANURE IN CONDITIONS OF PKB 37	37
Milan Radić, Dalibor Nikolić, Zoran P. Stajić, Đukan R. Vukić A PRACTICAL EXAMPLE OF SMALL PUMP STATIONS ENERGY EFFICIENCY INCREASING BY REENGINEERING 43	43
Ružičić N. L., Milutinović S., Oljača V. M., Raičević D., Petrović B., Gligorević K. OPTIMAL PARAMETERS OF BIRDS FOOT TREFOIL HARVESTING 53	53
Milovan Živković, Vaso Komnenić, Mirko Urošević CONDITIONS OF MECHANIZED HARVESTING OF RASPBERRIES AND BLACKBERRIES 61	61
Yurtsever Soysal, Serdar Öztekin and Ömer Eren MICROWAVE DRYING KINETICS OF THYME 69	69
Miodrag Zoranovic, Vlado Potkonjak, Andjelko Bajkin THE CONTROL INFLUENCE ON FEATURES OF PIGLETS PANEL HEATING SISTEM 79	79
Steva Božić, Zoran Mileusnić EXPLOITATION INFLUNCE ON TRACTOR RELIABILITY 95	95
Toma Krmpotić, Andor Kiš TOTAL COSTS OF AGRICULTURAL MACHINES 105	105
Božidar V. Krstić POSSIBILITIES DETERMINATION OF THE OPTIMAL STRATEGY FOR PREVENTIVE MAINTENANCE OF THE CLUTH MOTOR VEHICLE 115	115
Vaso Labović OECD CODES FOR THE OFFICIAL TESTING OF AGRICULTURAL AND FORESTRY TRACTORS WILL BE IN APPLICATION IN SERBIA AND MONTENEGRO AGAIN 125	125



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

УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

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

Рад доставити у писаној и електронској форми на адресу Уредништва

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику

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

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

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

Тип рада

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

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

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

Поступак ревизије

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

Припрема рада

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

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

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

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

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

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

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

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА излази два пута годишње у издању Института за пољопривредну технику Пољопривредног факултета у Београду. Претплата за 2006. годину износи 500 динара за институције, 150 динара за појединце и 50 динара за студенте.

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

МОГУЋНОСТИ И ОБАВЕЗЕ СУИЗДАВАЧА ЧАСОПИСА

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

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

Права суиздавача

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

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

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

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

Како се постаје суиздавач часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

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

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

Суиздавачки део за часопис у 2008. год. износи 10.000 динара. Напомињемо, на крају, да суиздавачки статус једној фирми пружа могућност да са Факултетом, односно уредништвом часописа, разговара и договара и друге послове, посебно у домену издаваштва.

Научно-стручно информативни медијум у правим рукама

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

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

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

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

