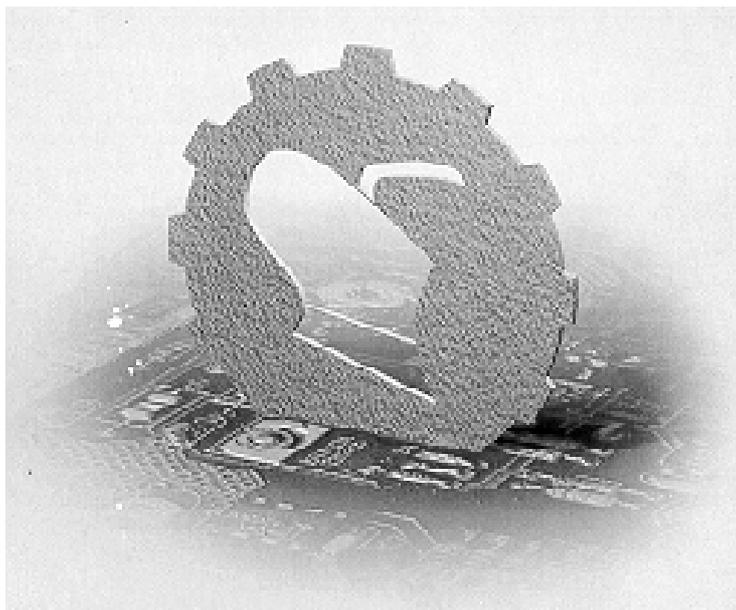


YU ISSN 0554 5587  
UDK 631 (059)

# ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXX, Број 1, 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

**ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА**

AGRICULTURAL ENGINEERING



# ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

AGRICULTURAL ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА број 1 (2, 3, 4)  
посвећен је 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.**

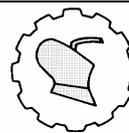
**Штампање ове публикације помогло је:**

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

## SADRŽAJ

Dragiša Raičević, Rade Radojević, Đuro Ercegović, Mićo Oljača, Miloš Pajić RAZVOJ POLJOPRIVREDNE TEHNIKE ZA PRIMENU NOVIH TEHNOLOGIJA U PROCESIMA EKSPLOATACIJE TEŠKIH ZEMLJIŠTA, EFEKTI I POSLEDICE .....	1
Ratko Nikolić, Savin Lazar, Timofej Furman, Milan Tomić, Mirko Simikić KLASIFIKACIJA I PRAVCI RAZVOJA TRAKTORA .....	9
Zoran Mileusnić, Milan Đević, Rajko Miodragović, Dragan Petrović MOGUĆNOSTI PRIMENE JEDNOOSOVINSKIH TRAKTORA I MOTOKULTIVATORA U SRBIJI ..	17
Dušan Kovačević, Željko Dolijanović, Života Jovanović, Vesna Milić UTICAJ TEHNOLOGIJE GAJENJA NA PRINOS OZIME PŠENICE .....	27
Milan Veljić, Dragan Marković OPTIMIZACIJA PARAMETARA RADNIH ELEMENATA POLJOPRIVREDNIH MAŠINA ZA OBRADU ZEMLJIŠTA .....	33
Boško Gajić UTICAJ GAŽENJA STOKE PRI ISPAŠI NA ZBIJANJE PAŠNJAČKIH ZEMLJIŠTA .....	41
Schulze Lammers, P., Hlobeň, P., Sökefeld, M. APLIKACIJA HERBICIDA DIREKTNIM INJEKTIRANJEM U KONCEPTU PRECIZNOG PRSKANJA .....	49
Nebojša Momirović, Dejan Orlović, Mićo V. Oljača SPECIFIČNOSTI TEHNIČKO – EKSPLOATACIONIH KARAKTERISTIKA SISTEMA ZA MIKRO NAVODNJAVANJE U ZAŠTIĆENOM PROSTORU .....	59
Radivojević D., Vera Raičević, Radojević R., Topisirović G., Mileusnić Z., Lalević B. EFEKTI KOMPOSTIRANJA ČVRSTOG GOVEĐEG STAJNJAKA .....	71
Milan Đević, Rajko Miodragović, Zoran Mileusnić KOMBAJNI NOVE GENERACIJE U USLOVIMA UBIRANJA KUKURUZA .....	77
Jan Turan MASOVNI TRANSPORT U POLJOPRIVREDI .....	85
Marija Vukić, Zoran Stajić, Đukan Vukić, Nenad Radovanović, Đuro Ercegović LABORATORIJSKO POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE I MAGNETNU OBRADU OTPADNIH VODA .....	91
Ljubiša Marković, Predrag Petrović, Nebojša Radojević RAZMATRANJE POTROŠNJE MOTORNOG ULJA DIZEL MOTORA .....	99
Mićo V. Oljača, Kosta Gligorević, Milorad Branković, Zoran Dimitrovski, Dragi Tanevski PRIMENA ELEKTRONSKIH KOMPONENTI NA TRAKTORIMA I RADNIM MAŠINAMA U FUNKCIJI POVEĆANJA KONTROLE SIGURNOSTI I EKSPLOATACIJE .....	107
Vesna D. Jablanović NELINEARAN MODEL RASTA FIKSNOG KAPITALA U POLJOPRIVREDI .....	119
Per-Olov Johanson KAKO ORGANIZOVATI KORIŠĆENJE PRIVATNIH MAŠINA U POLJOPRIVREDI U DRŽAVAMA ZAPADNOG BALKANA .....	123





UDK: 631:629.114.2

*Pregledni naučni rad  
Review scientific paper*

## **RAZVOJ POLJOPRIVREDNE TEHNIKE ZA PRIMENU NOVIH TEHNOLOGIJA U PROCESIMA EKSPLOATACIJE TEŠKIH ZEMLJIŠTA, EFEKTI I POSLEDICE**

**Dragiša Raičević, Rade Radojević, Đuro Ercegović,  
Mićo Oljača, Miloš Pajić**

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Pojava sabijanja zemljišta je jedna od posledica degradacionih procesa koji se odvijaju u zemljištu pod uticajem aktivnosti čoveka.

Narušena struktura, kao nosilac plodnosti, ima za posledicu smanjenu produktivnost zemljišta i biljaka.

Redukovana obrada značajno utiče na prinose poljoprivrednih useva.

U radu su prikazani rezultati višegodišnjih istraživanja racionalne primene poljoprivredne tehnike za uređenje teških zemljišta.

**Ključne reči:** *teška zemljišta, sabijanje zemljišta, nove tehnologije, poljoprivredna tehnika.*

### **1. UVODNA RAZMATRANJA I STANJE PROBLEMA**

U razvijenim zemljama ozbiljno se proučava i primenjuje koncept održive poljoprivrede koji se definiše kao jedinstveni sistem biljne i stočarske proizvodnje, koji uvažava specifičnosti i regionalne primenljivosti i u dugoročnom smislu zadovoljava potrebe stanovništva u hrani; obezbeđuje organske sirovine; održava kvalitet životne sredine i prirodnih resursa na kojima se zasniva agrarna ekonomija; povećava efikasno korišćenje neobnovljivih resursa; čuva biosistem zemljišta i podiže kvalitet življenja. Kod nas poseban problem predstavlja iskorišćenje teških, potencijalno plodnih, zemljišta zbog nedostatka odgovarajuće poljoprivredne tehnike.

Na usvojenim principima treba da se razrađuje sistem održivog gazdovanja poljoprivrednim zemljištima, briga za životnu sredinu u cilju povećanja poljoprivredne proizvodnje, smanjenja proizvodnog rizika, zaustavljanje degradacionih procesa i uspostavljanje stabilnog eko sistema životne sredine podrazumeva i razvoj pogodno poljoprivredne tehnike, sistema mašina za racionalnu eksploataciju teških zemljišta, kojih u Srbiji ima preko 400 000 ha.

Posebno, svaki sistem obrade zemljišta koji obezbeđuje čuvanje prirodnih potencijala resursa i sprečava degradacione procese u zemljištu, a sa optimalnim utroškom energije i rada, može se smatrati racionalnom obradom za regionalna obeležja i uslove primene.

Izbor tehničkih rešenja poljoprivredne tehnike za izvođenje obrade teških, a plodnih, zemljišta treba da uvaži i ispunji osnovne zahteve kao što su: uređenje zemljišta po površini i dubini; očuvanje bio sistema zemljišta; regulisanje vodnog režima, omogućavanje efikasnog navodnjavanja; konzerviranje prirodne vlage, obezbeđenje racionalne potrošnje energije, potrošnje rada i resursa za definisanu strukturu i nivo proizvodnje.

Poseban problem u našoj zemlji predstavlja loš način obrade zemljišta, posebno teških, u zadnjih 15 godina, što je posledica opštih ekonomskih prilika kroz nedostatak odgovarajućih sredstava mehanizacije pa su zapažene dve vrlo značajne negativne pojave: opadanje prinosa i povećanje potrošnje energije na drugoj strani zbog pre svega nedostatka poljoprivredne tehnike za ovu namenu, jer su posledice gaženja, sabijanja i neadekvatne obrade učinile ogromne štete poljoprivredi, što se posebno zapaža u izrazito suvim i ekstremno vlažnim godinama. Primena optimalnih sistema obrade zavisi od raspoložive poljoprivredne tehnike koja je pogodna za eksploataciju teških, pa i normalnih, zemljišta. Sistem obrade zemljišta je u direktnoj zavisnosti od tehnike. Teške ekonomske prilike Republike Srbije su narušile ekonomski ambijent primarne poljoprivredne proizvodnje i optimalni način gazdovanja zemljištem.

Pored svih negativnih posledica prisutna su i značajna neslaganja relevantnih struka koje se bave zemljištem sa različitim aspektata, što dodatno otežava iznalaženje racionalnih metoda i sredstava rada sa stanovišta očekivanih rezultata i primene poljoprivredne tehnike i posledica koje mogu nastati, a one su u ovoj godini značajno negativne, viškovi vode, smanjeni prinosi i štetne posledice na zemljište.

Zbog prethodno navedenog značajno je navesti osnovne kriterijume za primenu novih tehnologija uređenja i obrade zemljišta, iz kojih proističe izbor procesa eksploatacije teških zemljišta i razvoj sredstava poljoprivredne tehnike:

- Ispunjavanje zahteva održive poljoprivredne proizvodnje u agrosistemu;
- Mehanizacija - nosilac tehnologija održive poljoprivrede;
- Očuvanje zemljišta kao složenog biosistema;
- Očuvanje plodnosti zemljišta (koja se veoma lako narušava lošom obradom);
- Uređenje zemljišta po površini i dubini;
- Vodni režim - zbijanje zemljišta;
- Konzervacija prirodne vlage;
- Mogućnosti intenzivnog navodnjavanja;
- Racionalan utrošak rada po 1 ha;
- Racionalan utrošak energije i drugih resursa;
- Erozioni procesi i degradacija zemljišta na ravnim i nagnutim terenima;
- Greške i posledice, kratkoročno i dugoročno.

U svetu, i kod nas, primenjuju se razna tehnička rešenja sredstava mehanizacije sa različitim rezultatima i uspehom. U zadnjih 15 godina kroz procese transfera tehnologija i potrebe razvoja u našoj zemlji nisu primenjena odgovarajuća tehnička rešenja u procesima održavanja i eksploatacije zemljišta zbog ograničenih materijalnih sredstava za razvoj i nabavku poljoprivrednih mašina za ovu namenu, pa kao posledicu imamo štetne posledice od suvišnih voda, gaženja i smanjene prinose, a posebno veoma visok utrošak energije i rada.

Razvoj i primena novih sredstava poljoprivredne tehnike zahteva prethodno utvrđivanje relevantnih parametara za očuvanje plodnosti zemljišta uz uvažavanje regionalnih obeležja, intenziteta proizvodnje i mogućnosti primene viših radnih brzina.

Dosadašnji rezultati razvoja tehničko tehnoloških rešenja poljoprivredne tehnike, agrotehnike i kompjuterske tehnologije mogu da pruže mogućnost da se za svako zemljište mogu postaviti odgovarajuće metode obrade za projektovane i date uslove na minimum štetnih posledica. Adekvatno uređenje i obrada zemljišta su osnovni zahtevi racionalne eksploatacije zemljišta, posebno teških.

Degradacija zemljišta je smanjenje sposobnosti zemljišta da izvrši svoju ulogu, kao sredina za gajenje biljaka, kao regulator vodnog režima, i kao filter značajan za očuvanje životne sredine.

Proces degradacije zemljišta počinje sa degradacijom strukture, što uzrokuje da zemljišne pore ne mogu da prenose i zadržavaju vodu, stvara se pokorica na površini zemljišta, dolazi do sabijanja zemljišta, slaba je drenažnost, nedostatak vlage, suvišno površinsko oticanje vode, ubrzana erozija zemljišta i dr.

Fenomen sabijanja i pakovanja zemljišnih čestica je prvenstveno značajan zbog gaženja i prevlaživanja, što za posledicu ima negativan efekat - smanjena plodnost a povišen utrošak rada i energije.

- Sredstvima mehanizacije u agregatu sa traktorima se značajno utiče na zemljište gaženjem a negativne posledice se nastoje otkloniti na razne načine, pre svega obradom koja vrlo često nije prilagođena intenzitetu eksploatacije zemljišta, kao što je slučaj za PKB.

- Ranija istraživanja od 1984. godine su imala za zadatak da se postave osnovni principi za formiranje tehnološko tehničkog sistema i tehničkih rešenja mašina pod nazivom "združena tehnika" za uređenje i obradu teških zemljišta posebno u Južnom Banatu, što je dalo izvesne rezultate i konstruktivna rešenja. Dalji razvoj je obustavljen usled ekonomske krize i raspada domaće industrije poljoprivrednih mašina.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja u ovom radu je da se definišu značajni parametri konstrukcije mašina za uređenje i obradu svih tipova teških zemljišta i pogonskih jedinica i u periodu od tri godine razviju novi patenti i mašine za racionalnu obradu zemljišta za domaća i strana rešenja traktora.

Zadatak istraživanja, u ovom radu, je razvoj i provera uticaja novih rešenja mašina na fizičke i vodne osobine teških zemljišta, potrošnju energije, potrošnju resursa i prinose.

Osnovni zadatak primene novih rešenja mašina je provera relevantnih parametara za konstrukciju mašina, određivanje parametara pozitivnih efekata na zemljište sa jasnim ciljem usavršavanja tehnologija za iskorišćenje potencijalne plodnosti zemljišta u uslovima navodnjavanja za dve žetve.

Rezultati dosadašnjih istraživanja, kod nas i u svetu, ukazuju na pozitivne rezultate, posebno kada je kanalska odvodna mreža funkcionalno reverzibilna za odvodnjavanje i navodnjavanje. Razvoj novih mašina je u skladu sa novom generacijom vučnih jedinica, samohodnih šasija i traktora, kroz realizaciju novih patenata i tehničkih rešenja mašina i radnih alata.

### 3. METODIKA RADA

Cilj istraživanja je uslovio izbor i sadržaj metoda rada u okviru razvojnog projekta kod MNT u realizaciji Poljoprivrednog fakulteta i Mašinskog fakulteta u Beogradu.

Po sadržaju obuhvata konstrukciju, modeliranje radnih alata, vučnih jedinica i priključnih mašina a potom poljsko-laboratorijska ispitivanja parametara rada i posledica na zemljište i prinose, po principu proizvodnog ogleda sa konvencionalnom tehnikom i primenom novih sredstava - mašina u trajanju 3 godine.

Istraživanja obuhvataju utvrđivanje važnijih parametara od značaja za konstrukciju i modeliranje linije mašina u sistemu, odnosno radnih alata mašina kojima je moguće racionalno obaviti poslove u procesima eksploatacije zemljišta i iskorišćenja rodnosti useva,

- geometrije radnih alata,
- optimizacija konstrukcije mašina prema vučnim jedinicama, otpori, habanje, radni zahvat, radne brzine, mogućnosti proizvodnje u zemlji, materijali,
- reljef parcele proizvodnog ogleda,
- fizičke karakteristike teških zemljišta,
- vodne karakteristike teških zemljišta,
- specifični vučni otpori zemljišta,
- potrošnja energije,
- potrošnja resursa,
- prinosi,
- profit,
- parametri zaštite životne sredine.

Kontrolna parcela sa konvencionalnom obradom zemljišta ima za cilj da se mogu izmeriti energetski i eksploatacioni parametri različitih sistema obrade i mašina koje te sisteme čine.

U ispitivanja su uključeni prototipovi i serijski proizvodi: skreperski ravnjač, krtični plug, vibracioni podrivač i vibracioni razrivač.

### 4. REZULTATI PRETHODNIH ISTRAŽIVANJA

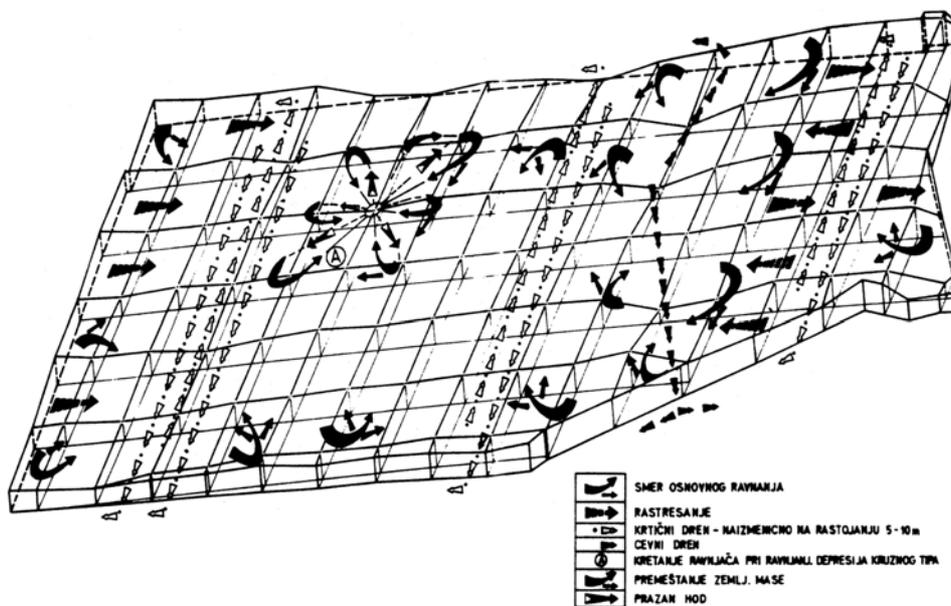
Razvoju poljoprivredne tehnike, za primenu novih tehnologija u procesima eksploatacije teških zemljišta, se posvećuje pažnja duži niz godina u Institutu za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu.

Istraživanja uticaja metoda uređenja zemljišta po površini i dubini na teškim zemljištima na lokaciji "Agrobanat" Plandište (slika 1), na najbolji način ukazuju na potrebe razvoja mašina za ovu namenu, "združena tehnika" nove generacije.

Zemljište na parceli na kojoj su vršena merenja je bilo tipa ritske crnice. Podloga je bila tanjirano ječmeno strnište. Mehanički sastav zemljišta je prikazan u tabeli 1.

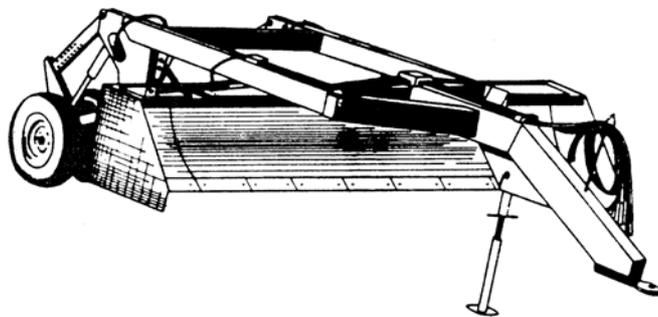
Tab. 1. Mehanički sastav zemljišta

Dubina (cm)	Frakcije (%)				Ukupno (%)	Ukupno (%)
	> 0,2 (mm)	0,2-0,02 (mm)	0,02-0,002 (mm)	< 0,002 (mm)	Pesak 0,02 (mm)	Glina < 0,02 (mm)
0-25	0,43	51,17	34,80	13,60	51,60	48,40
25-50	0,57	45,33	39,30	14,80	45,90	54,10
50-60	0,36	50,84	36,80	12,00	51,20	48,80
60-90	0,40	43,00	43,00	13,60	43,40	56,60



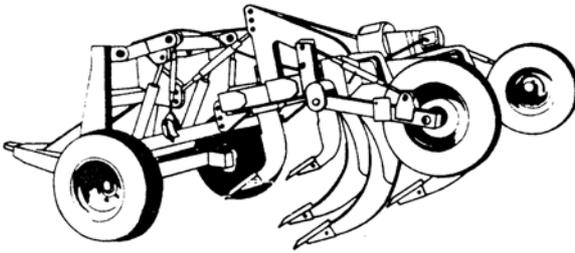
Sl. 1. Grafički prikaz ogleda

U sklopu radnih operacija uređenja zemljišta ravnanje parcele je imalo višestruku namenu, koju je neophodno izvoditi duži niz godina, kako bi se zadržala proizvodna svojstva parcele i dobila povoljna konfiguracija, koja ne dozvoljava akumuliranje nadzemnih voda. Ravnanje je izvedeno vučenim skreperskim ravnjačem (slika 2) u cilju: poboljšanja opštih fizičkih uslova biljne proizvodnje, jednakih uslova životne sredine za sve biljke, lakšeg kretanja savremenih sredstava mehanizacije.



Sl. 2. Vučeni skreperski ravnjač

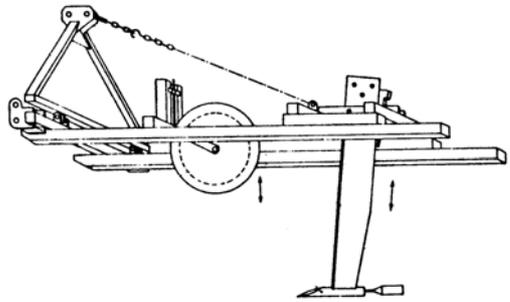
Podrivanje (rastresanje) nepropusnih slojeva zemljišta obavljeno je na dubini 50-60 cm, vučenim podrivačem (slika 3), čime se stvaraju bolji uslovi vodopropustljivosti zemljišta, poboljšava se vazdušni i toplotni režim, olakšava se ukorenjivanje biljaka, smanjuje se potrošnja energije pri narednoj obradi do 30 %. U tabeli 2 su prikazane vrednosti zapreminske mase zemljišta pre i posle podrivanja.



Sl. 3. Vučeni podrivač

Smanjenje zapremine mase ukazuje na pozitivne efekte podrivanja.

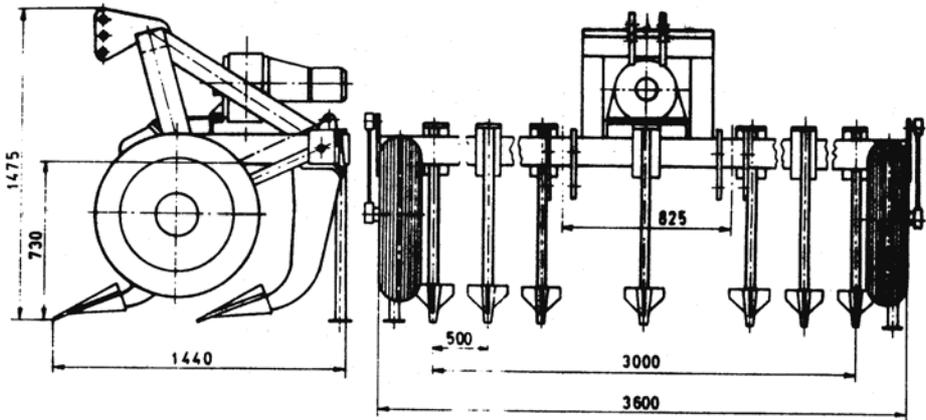
U tesnoj vezi sa podrivanjem sprovedena je i krtična drenaža parcele nošenim krtičnim plugom (slika 4), na nedovoljno produktivnim delovima parcele, a u cilju regulacije vodno-vazdušnog režima. Uspostavljena je veza zabarenih površina sa kanalskom mrežom. Najčešći razmak krtičnih drenova je 2-5 m, i dubine od 100-110 cm.



Sl. 4. Nošeni krtični plug

Razrivači (slika 5) se primenjuju, ako je predusev strna kultura, na dubini 30-40 cm, čime se vrši rastresanje oraničnog sloja i razbijanje "tabana brazde", što omogućava kretanje vode u zemljištu. Razrivač je dao najbolje rezultate kad je vlažnost zemljišta bila u granicama 19-21%, kada frakcija zemljišnih agregata 1-2 cm iznosi 40 %, a koeficijent rastresenosti je iznosio 14-16 %.

Razrivači svojom konstrukcijom omogućavaju efikasniju pripremu zemljišta, vućni otpori su za oko 2,5 puta manji po 1 m radnog zahvata od vućnih otpora raonog pluga, utrošak energije je manji a proizvodnost veća.



Sl. 5. Nošeni razrivač

Tab. 2. Zapreminska masa zemljišta

Dubina (cm)	Zapreminska masa (g/cm <sup>3</sup> )	
	Pre	Posle
0-20	1,38	1,25
20-40	1,40	1,28
40-60	1,43	1,39

Višegodišnji rezultati istraživanja primene razrivačkih oruđa i mašina pokazali su značajne prednosti u odnosu na konvencionalne metode obrade zemljišta teškog mehaničkog sastava. Ostvarena su poboljšanja parametara: poroznosti, vodno vazdušnog režima, bolji razvoj korenovog sistema, povoljnija konzervacija vlage i pozitivna reakcija na navodnjavanje.

U cilju rešavanja uočenih problema, moguća su tri pravca delovanja:

1. razvoj novih tehnologija i mašina za postupke gajenja useva sa redukcijom broja radnih operacija i prohoda;
2. prilagođavanje strukture proizvodnje sa usevima koji se mogu gajiti na zemljištima teškog mehaničkog sastava;
3. izbor metoda obrade za održavanje plodnosti zemljišta i smanjenje degradacionih procesa sa poljoprivrednom tehnikom za uređenje zemljišta po površini i dubini.

## 5. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati istraživanja pokazuju značajno, pozitivno, dejstvo primenjene tehnologije "združenom tehnikom" na promene fizičkih i vodnih osobina zemljišta tipa ritska crnica.

Uštede u energiji i znatno povećanje kvaliteta i produktivnosti rada sa stanovišta agrotehničkih mera opravdavaju primenu mašina i oruđa "združene" tehnike" za uređenje zemljišta po površini i dubini.

Prednosti racionalne obrade, i pored nekih nedostataka, u odnosu na klasičnu obradu imaju praktičnu primenu, a razvojem nove generacije oruđa i kombinovanih agregata ovaj sistem treba da postane standardna tehnologija u biljnoj proizvodnji.

Dobijeni pozitivni rezultati primene "združene tehnike" ukazuju na dalju potrebu razvoja tehnologije i traktorsko mašinskih agregata za uređenje zemljišta po površini i dubini, u cilju iskorišćavanja plodnosti teških uređenih zemljišta.

## LITERATURA

- [1] Raičević, D., Mičić, J., Đević, M., Radojević, R.: Uticaj primene "združene tehnike" na neke fizičke i vodne osobine zemljišta Solod, "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede", zbornik radova 1. deo, Trogir, 1989, 177-185.
- [2] Mičić, J., Raičević, D.: Iskustva primene oruđa "združene tehnike" na uređenju i obradi zemljišta, "Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede", Zbornik radova, Split, 1985, 167-174.
- [3] Raičević, D., Radojević, R., Oljača M.: Investigations on the relationship between shear stress and load in hidromorphic black soil under field conditionst. Review of research work at the faculty of agriculture, Vol. 37, No. 2, Belgrade, 1992, 161-167.
- [4] Raičević, D., Radojević, R., Oljača, M., Ružičić, L.: Uticaj nekih faktora na potrošnju goriva pri izvodenju melioracionih radova, "Savremena poljoprivredna tehnika", Vol. 21, No. 4, Novi Sad, 1995, 195-200.
- [5] Raičević, D., Ercegović, Đ., Marković, D., Oljača, M.: Primena oruđa i mašina sa vibracionim radnim telima u obradi zemljišta, efekti i posledice, Naučna knjiga "Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta", Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Novi Sad, 1997, 127-135.

- [6] Obrenović, M., Mičić, J., Raičević, D.: Mogućnosti primene sredstava "združene tehnike" pri hidromelioracionom uređenju zemljišta, XII međunarodni simpozijum "Problemi mehanizacije poljoprivrede", Zbornik radova, 199-212, Bečići, 1984.
- [7] Raičević, D., Ercegović, Đ., Oljača, M., Pajić, M.: Primena mašina i agregata u obradi zemljišta podirvanjem i rastresanjem, efekti i posledice,
- [8] Nikolić, R. i saradnici: Istraživanje uzroka, posledica i mera za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta, Monografija, Novi Sad, 2002.
- [9] Raičević, D., Oljača, M., Ružičić, L., Radojević, R.: Naučne osnove primene "združene tehnike" u navodnjavanju, "Aktuelni problemi tehnike navodnjavanja i izbor opreme", zbornik radova, Negotin, 1991, 195-207.
- [10] Popović, Z., Nikolić, R., Furman, T., Gligorić, Radojka, Savin, L.: Mere za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 22, No. 7, Novi Sad, 1996, 453-461.
- [11] Molnar, I., Milošev, D.: Agrotehničke mere za ublažavanje sabijanja zemljišta, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 22, No. 7, Novi Sad, 1996, 462-467.
- [12] Nikolić, R., Furman, T., Gligorić, Radojka, Popović, Z., Savin, L.: Uzroci i posledice prekomernog sabijanja zemljišta, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 22, No. 7, Novi Sad, 1996, 396-404.

## DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL MACHINES FOR NEW TECHNOLOGIES IMPLEMENTATION AT HEAVY SOILS USE PROCESSES, EFFECTS AND CONSEQUENCES

**Dragiša Raičević, Rade Radojević, Đuro Ercegović,  
Mićo Oljača, Miloš Pajić**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

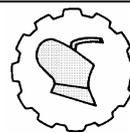
**Abstract:** Soil compaction is a result of degradation processes caused by human activity.

Such unwanted alterations of soil structure result in decreased soil and crop productivity.

Reduced tillage significantly influence on crop yield.

This paper presents results of the research work conducted trough several years related to the rational use of agricultural machines aimed at the establishment of heavy soils.

**Key words:** *heavy soils, soil compaction, new technologies, agricultural machines.*



UDK: 631.372

*Pregledni naučni rad  
Review scientific paper*

## KLASIFIKACIJA I PRAVCI RAZVOJA TRAKTORA

**Ratko Nikolić, Savin Lazar, Timofej Furman,  
Milan Tomić, Mirko Simikić**

*Poljoprivredni fakultet - Novi Sad*

**Sadržaj:** U radu je data klasifikacija traktora prema području korišćenja, nameni, nominalnoj sili, snazi i koncepciji gradnje. Potom su dati pravci razvoja traktora preko opšteg razvoja i razvoja komponenata, motora, prenosnika snage, hidraulika, hodnog sistema i dr.

**Ključne reči:** traktori, klasifikacija, pravci razvoja.

### 1. UVOD

Republika Srbija ima približno 5,6 miliona ha poljoprivrednog zemljišta i preko 2,5 miliona ha šuma, a koristi oko 410.000 dvoosovinskih traktora, 300.000 motooruđa i 200.000 jednoosovinskih traktora (Nikolić, 2004). Prosečna snaga je: dvoosovinski 35 kW, jednoosovinski 6 kW i 2 kW motooruđa. Vrednost ovih jedinica po sadašnjim cenama dostiže oko 6 milijardi EURA. Naravno, stvarna vrednost je znatno niža obzirom na starost i stepen efikasnosti u radu.

U cilju ubrzanog obnavljanja, a obzirom na zahteve proizvodnje zdrave hrane potrebe su: za oko 20.000 dvoosovinskih traktora, 10.000 jednoosovinskih i oko 20.000 motooruđa, čija vrednost dostiže 300 miliona EURA godišnje.

Iz ove kratke analize proizilazi da je oblast nabavke traktora veoma važna za ekonomiju Države, te je stoga potrebno proučiti pravce njihovog razvoja.

U ovom radu biće reči uglavnom o pravcima razvoja dvoosovinskih traktora.

### 2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

#### 2.1. Klasifikacija traktora

Klasifikacija traktora može se izvršiti na više načina:

- korišćenju i nameni
- nameni
- snazi ugrađenog motora
- nominalnoj vučnoj sili
- koncepciji gradnje i dr.

**\* Korišćenje i namena traktora i mašina**

Standard JUS M.NO.001/1984.god. u okviru saobraćajnih sredstava pod tačkom 3.11. navodi traktore, a 3.12. samohodne radne mašine. Detaljnu klasifikaciju traktora i mašina definiše međunarodni standard JUS ISO 3339-0/1995. U tom standardu sve vučne, priključne i radne mašine svrstane su u jedanaest grupa gde je grupa 01- Pogonske i vučne mašine, Nikolić (2002).

\* **Namena traktora** na gazdinstvima za izvođenje pojedinih radova nameće razvrstavanje traktora u sledeće grupe:

- osnovni traktori, izvođenje najtežih agrotehničkih operacija (traktori najvećih snaga)
- univerzalni traktori, izvođenje svih agrotehničkih operacija (traktori srednjih snaga)
- pomoćni traktori, izvođenje sporednih aktivnosti, najčešće u ekonomskom dvorištu (laki, traktori)
- specijalni traktori, izvođenje specijalnih operacija koje standardne koncepcije traktora ne mogu da izvršavaju (traktori različitih snaga zavisno od tehnoloških operacija).

**\* Klasifikacija traktora prema snazi ugrađenog motora**

Ima više standarda koji prikazuju traktore u grupe prema snazi motora zavisno od namene standarda. Tako standard JUS ISO 730-1 (1997) koji razmatra standardizaciju zadnjeg polužja za priključna oruđa u tri tačke. U ovom standardu svi traktori su svrstani u četiri kategorije prema snazi na P.V.T., do 48 kW, do 92 kW, 80-185 kW i 150-350 kW sa količnikom geometrijske progresije  $q=1,939$ . U standardu ISO 500 (2004) koji definiše standardizaciju karakteristika priključnog vratila. Traktori su svrstani prema snazi na PVT u četiri grupe: do 60 kW, do 92 kW, do 115 kW i do 275 kW sa količnikom geometrijske progresije  $q=1,661$ .

*Tab. 1. Kategorija traktora prema nominalno snazi motora, Nikolić (2004)*

Kategorija	Snaga (kW)	N a m e n a
1.	< 5	Motooruđa
2.	5,1 - 15	Jednoosovinski traktori
3.	15,1 - 30	Mini traktori
4.	30,1 - 60	Laki traktori
5.	60,1 - 130	Srednji traktori
6.	130,1 - 260	Teški traktori
7.	> 260	Super teški traktori

Prema nominalnoj snazi ugrađenog motora, svi traktori mogu se svrstati u sedam grupa, tabela 1, Nikolić (2004). Naravno to ne znači da se ne mogu pojaviti i traktori drugih snaga, ali ovo je preovlađujuće stanje.

**• Klasifikacija traktora prema nominalnoj vučnoj sili**

Detaljna klasifikacija traktora prema nominalnoj vučnoj sili usvojena je u bivšem Sovjetskom Savezu, standard GOST-27021/1986., tabela 2. Traktori namenjeni poljoprivredi svrstani su u deset klasa (kategorija) od 0,2 do 8 kN sa količnikom geometrijske progresije  $q=1,506$ .

Tab. 2. Kategorizacija traktora prema nominalnoj vučnoj sili, GOST-2702/86

Kategorija	Vučna klasa	Nominalna vučna sila	
		(kN)	(kN)
1.	0,2	1,8 - 5,4	2
2.	0,6	5,4 - 8,1	6
3.	0,9	8,1 - 12,6	9
4.	1,4	12,6 - 18	14
5.	2	18 - 27	20
6.	3	27 - 36	30
7.	4	36 - 45	40
8.	5	45 - 54	50
9.	6	54 - 72	60
10.	8	72 - 108	80

Standard SEV-627-77 grupiše traktore u 15 kategorija (kN): 2; 6; 9; 14; 20; 30; 40; 50; 60; 80; 100; 150; 250; 350 i 500 sa količnikom geometrijske progresije  $q=1,484$ .

U našim uslovima na kategorizacija traktora najviše je radio Obradović D., (1980), što je prikazao u svojoj doktorskoj disertaciji, tabela 3.

Autor Obradović D., traktore svrstava u osam kategorija sa količnikom geometrijske progresije  $q=1,440$ .

Tab. 3. Kategorija traktora prema vučnoj sili, Obradović (1980)

Redni broj	Nominalna vučna sila (kN)
1.	7
2.	10
3.	15
4.	20
5.	30
6.	40
7.	60
8.	90

Tab. 4. Kategorija traktora prema vučnoj sili, Nikolić (2002)

Redni broj	Nominalna vučna sila (kN)
1.	1
2.	2
3.	5
4.	7
5.	10
6.	15
7.	20
8.	30
9	40
10	50
11.	60
12.	80
13.	100
14.	150
15.	200

Istraživanja u Institutu za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu pokazuju da sve traktore u najopštijem smislu treba svrstati u 15 klasa, tabela 4 sa količnikom geometrijske progresije  $q=1,939$ , Nikolić (2002).

#### \* Klasifikacija traktora prema koncepciji gradnje

U osnovi svi izvori snage neophodni za izvođenje radova u poljoprivredi, šumarstvu i vodoprivredi mogu se svrstati u 20 grupa prema koncepciji gradnje, tabela 5, Nikolić (2005).

Tab. 5. *Koncepcije traktora i pogonskih mašina, Nikolić (2005)*

Redni broj	Koncepcija	Redni broj	Koncepcija
1.	Humana snaga	11.	Traktori za unutrašnji transport
2.	Animalna snaga	12.	Brdski traktori
3.	Motooruda	13.	Traktori za vodoprivredu
4.	Jednoosovinski traktori	14.	Traktori za šumarstvo
5.	Mini traktori	15.	Traktori za komunalne delatnosti
6.	Dvoosovinski traktori	16.	Traktori za građevinarstvo
7.	Specijalni traktori	17.	Transportna motorna vozila
8.	Guseničari	18.	Terenska vozila
9.	Mobilni mostovi	19.	Lebdelice
10.	Traktori za stočarstvo	20.	Letelice

## 2.2. Pravci razvoja traktora

Razvoj traktora u svetu je vrlo intenzivan i može se svesti na pet pravaca.

- **Prvi pravac** uvođenje automatike i elektronike, čime se omogućava lakše i efikasnije korišćenje traktora. Automatski izbor režima rada, stepena prenosa, kontrola rada uređaja ili sistema traktora. Automatizacija aktivnosti kao što je postupak okretanja traktora na parceli sa priključnim oruđem. Promena stepena prenosa pod opterećenjem i jednofazno priključivanje oruđa za traktor kao i zadaci hidraulika traktora su stalni predmet automatizacije. Praktično rukovaocu se omogućava da preko elektronskih uređaja prati kompletno funkcionisanje traktorskog sistema uz minimalni fizički, psihički i umni napor.

- **Drugi pravac** je unapređenje vučnih i morfoloških svojstava traktora i smanjenje potrošnje goriva. Povećanje koeficijenta korisnosti traktora ( $\eta_e$ ) (odnos snage na poteznici ( $P_{pot}$ ) i snage motora ( $P_e$ )) odvija se preko optimizacije težinskih parametara, raspodela opterećenja, razvoja hodnih sistema, usavršavanje prenosnika snage i izbor optimalne brzine kretanja uz dozvoljeno klizanje kod guseničara 3-5% i točkaša 10-15%. Razvoj motora je usmeren ka smanjenju potrošnje goriva na ispod 200 g/kWh i nultu količinu štetnih materija. Razvoj morfoloških karakteristika usmeren je ka povećanju stabilnosti, smanjenju otpora kretanja, poboljšanju manevarskih karakteristika, bezbednosti i prohodnosti naročito pri radu na slabonosivim podlogama i u tehnološkom procesu proizvodnje različitih kultura (klirens, zaštitna zona, i dr.).

- **Treći pravac** razvoja traktora je smanjenje štetnog dejstva traktora na zemljište, vodu, vazduh i biljki, povećanje prinosa i kvaliteta svih biljnih vrsta. Usavršavanje traktora usmereno je na smanjenje sabijanja zemljišta, mehaničko oštećenje biljaka, minimalni broj prohoda, smanjenje potrošnje goriva i kvalitetnije sagorevanje goriva u motorima sa ciljem smanjenja štetnih materija u izduvnim gasovima.

- **Četvrti pravac** razvoja traktora je povećanje pouzdanosti traktora putem usavršavanja konstrukcije i izbora kvalitetnijeg materijala, čime se povećava trajanje rada do generalnog remonta do 15.000 moto časova. Ovo omogućava povećanje efikasnosti rada traktora, ekonomičniji rad i realizaciju tehnoloških operacija u optimalnim rokovima. Ovo podrazumeva i usavršavanje rukovaoca i logističke podrške - održavanje, dijagnostika, remont i čuvanje traktora i oruđa.

▪ **Peti pravac** razvoja traktora odnosi se na poboljšanje ergonomske i bezbednosne karakteristika traktora i oruđa, čime zanimanje, rukovanje traktorom, postoje uspješnije i atraktivnije za mlade generacije. Razvoj je usmeren na poboljšanje karakteristika radnog mesta, kabina, sedišta, komande, mikroklima, vidljivost. Smanjenje buke ispod 80 dB (A), smanjenje vibracija i sila za aktiviranje komandi, kao i poboljšanje bezbednosti pri radu u svim uslovima u saobraćaju i na parceli.

### 2.3. Razvoj osnovnih parametara i komponenti traktora

Visoka ekonomičnost korišćenja traktora i zaštita životne i radne sredine u razvoju traktora postavlja sledeće zahteve:

1. Razvoj motora mora ići u pravcu poboljšanja efikasnosti, transformacije energije goriva u mehanički rad sa stepenom korisnosti iznad 50%, nultom količinom štetnih materija u izduvnim gasovima, mogućnost korišćenja različitih goriva, potrošnje goriva ispod 200 g/kWh, vek trajanja do remonta 10.000-15.000 h i elektronska kontrola funkcionisanja i dijagnostike motora.

2. Transmisija traktora mora da zadovolji sledeće zahteve: koeficijent korisnog dejstva iznad 0,85, brzina kretanja napred 2 do 30 (40) (50) km/h i nazad 2-20 km/h, pužne brzine do 2 km/h, broj obrtaja priključnog vratila 540/1.000 o/min, vek trajanja 15.000 h.

3. Vučna svojstva traktora i klizanje pogonskih točkova treba da zadovolje koeficijent iskorišćenja snage motora na strnjici kod točkaša preko 70%, a guseničar preko 80%. Klizanje pogonskih točkova i gusenica pri nominalnim uslovima treba da je oko 3% kod guseničara i 14-16% kod točkaša.

4. Pritisak na podlogu kao osnovni uslov za očuvanje zemljišta treba da je kod guseničara max. 40 kPa i 100 kPa kod točkaša.

5. Putni i agrotehnički klirens i zaštitna zona, naročito univerzalnih traktora treba da je u granicama: Putni klirens, najmanje rastojanje po vertikali od podloge do elemenata konstrukcije traktora kod guseničara min. 35 cm, a kod univerzalnih traktora točkaša min. 45 cm. Agrotehnički klirens, rastojanje po vertikali od podloge do najniže konstrukcije traktora naspram redova kod niskih kultura (krompira, šećerne repe i dr.) 40-45 cm, a kod visokih kultura (kukuruz i dr.) 65-75 cm. Zaštitna zona, rastojanje po horizontali od sredine reda do kraja točka ili gusenice, zavisi od kulture i faze razvoja 12-15 cm minimalno.

6. Razmak točkova i gabaritne razmere traktora treba da omoguće rad univerzalnih traktora sa međuredovima 45/50, 60, 70, 90 cm i u transportnim radovima kao i mogućnost podešavanja razmaka točkova u širokim granicama shodno potrebama usaglašavanja linije vuče traktora i linije otpora oruđa i obezbeđenje visoke stabilnosti pri radu na nagnutim terenima.

7. Manevarske karakteristike treba da obezbede minimalni radius okretanja, minimalni prostor za okretanje što omogućava ostvarenje minimalne širine uvratima. Najmanji radius okretanja traktora točkaša univerzalne namene 3-4,5 m, opšte namene 6,5-7,5 m i kod guseničara 2-2,5 m.

8. Za rad na nagnutim terenima traktor mora da zadovolji osnovne zahteve bezbednog rada na određenom uzdužnom i poprečnom nagibu zemljišta. Najmanji uzdužni nagib traktora (4x2)S min. 35-40°, guseničara min. 30-35°. Poprečni nagib kod traktora točkaša, statički min. 40-50°, stvarni, korigovan sa koeficijentom (0,4-0,6).

9. Stabilnost upravljanja kod traktora točkaša (4x2)S, obezbeđuje se sa normalnom reakcijom na upravljačkim točkovima (0,15 do 0,20)  $G_t$  a kod traktora točkaša koncepcije (4x4)S ili (4x4)Z i (4x4)K kao i guseničara raspodela opterećenja po mostovima mora da obezbedi maksimalna vučna svojstva, a kod guseničara i ravnomeran raspored opterećenja po dužini kontakta gusenice sa zemljištem.

10. Ergonomske i bezbednosne karakteristike traktora moraju biti na visokom nivou kako bi rukovaoc bio maksimalno zaštićen. Stoga: udobnost prilaza do vozačkog sedišta, pogodnost upravljanja traktorom, vidljivost, pogodnost rukovanja traktorom, pogodnost održavanja i opsluživanja traktora, buka 75-80 dB (A), mehaničke oscilacije, mikroklima, radni prostor i enterijer moraju biti u skladu sa važećim međunarodnim standardima. Bezbedonosne tehničke karakteristike traktora (bezbednost traktora u saobraćaju i u radu na parceli) moraju biti u skladu sa međunarodnim standardima i zakonskim propisima: maksimalna širina 2,5 m, maksimalna visina 4 m, najveća masa 40 t, a opterećenje po osovina max. 10 t, odnos bruto snage motora i najveće dozvoljene masa 4,41 kW/t. Svetlosna signalizacija, kočioni sistemi i sistem priključivanja oruđa za traktor mora biti u skladu sa međunarodnim i domaćim standardima i zakonskim propisima.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- traktori su vučno pogonske jedinice i predstavljaju ključnu energetska osnovu za realizaciju tehnoloških operacija u poljoprivredi, vodoprivredi i šumarstvu, te je stoga njihovom razvoju potrebno posvetiti posebnu pažnju,

- klasifikacija traktora prema načinu korišćenja, nameni, snazi motora, nominalnoj vučnoj sili i koncepciji gradnje je osnova za efikasno korišćenje, razvoj i projektovanje traktora,

- razvoj traktora treba usmeriti ka poboljšanju energetske efikasnosti, transformaciji energije goriva u mehanički rad iznad 50%, nulti sadržaj štetnih materija, visoku pouzdanost i životni vek min. 15.000 h.

## LITERATURA

- [1] Nikolić R., Furman T. i dr.: Koncepcije jednoosovinskih traktora i oruđa na motorni i ručni pogon, Traktori i pogonske mašine.
- [2] Nikolić R., Furman T., i dr.: Razvoj traktora za brdsko planinska područja, Savremena poljoprivreda, (1998).
- [3] Nikolić R., Savin L. i dr.: Klasifikacija i kategorizacija traktora, Traktori i pogonske mašine, (2002)4, 7-13.
- [4] Nikolić R., Savin L., Furman T., Tomić M., Simikić M.: Koncepcije traktora i pogonskih mašina, Traktori i pogonske mašine, (2005)2, 16-24.
- [5] Nikolić R., i saradnici: Opremanje poljoprivrede mehanizacijom u 2005. god., Traktori i pogonske mašine, (2004)5, 7-20.
- [6] Obradović D., Teofanović Ž., Dumanović Z.: Naučne osnove tehničko-tehnološkog napretka u razvoju mehanizacije poljoprivredne proizvodnje početkom 21. veka, 8 kongres, Tehničko tehnološki razvoj Jugoslavije na pragu 21 veka, časopis Tehnika, (1997) 7-8, 84-94.
- [7] Kutkov G.: Теория тракторов и автомобилей, Колос, Москва, 1996. s. 287.

- [8] Babović J., Lazić B. i saradnici: Agrobiznis u ekološkoj proizvodnji hrane (monografija), Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, (2005), s. 359.
- [9] Obradović D.: Istraživanje optimalnih parametara traktorsko-mašinskih agregata za društveno poljoprivredna gazdinstva, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1980.
- [10] Nikolić R., Popović Z.: Razvoj poljoprivrednih traktora, Tendencije razvoja poljoprivredne tehnike, monografija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, (1993), s. 1-8.
- [11] Teofanović, Obradović D., Dumanović Z.: Prednost poljoprivrednih gazdinstava sa velikim zemljišnim posedom i mogućnosti korišćenja savremene poljoprivredne tehnike početkom 21. veka. 8-kongres, Tehničko tehnološki razvoj Jugoslavije na pragu 21. veka, Tehnika 7'8, (1997), 90-94.
- [12] Međunarodni standard ISO 500-1,2,3 Agricultural tractors - Rear-mounted power take - off types 1,2 and 3 (2004).

## CLASSIFICATION AND DIRECTION OF DEVELOPMENT OF TRACTORS

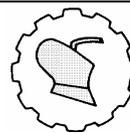
**Ratko Nikolić, Savin Lazar, Timofej Furman,  
Milan Tomić, Mirko Simikić**

*Faculty of Agriculture - Novi Sad*

**Abstract:** Classification of tractors according to using field, purpose, nominal of force, strength and design conception was presented in this paper. Afterwards, directions of development of tractors were given through general development and development of components, engine, power train, hydraulic, wheels, etc.

**Key words:** *tractors, classification, direction of development.*





UDK: 631.312.42:634.1

Stručni rad  
Profesional paper

## MOGUĆNOSTI PRIMENE JEDNOOSOVINSKIH TRAKTORA I MOTOKULTIVATORA U SRBIJI

Zoran Mileusnić, Milan Đević, Rajko Miodragović, Dragan Petrović

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Usled ograničenosti površine obradivog zemljišta, osvajanje novih obradivih površina i kvalitetnije i intenzivnije korišćenje postojećih neizvodljivo je bez široke primene mehanizacije.

Jednoosovinski traktori se u Srbiji koriste u voćnjacima i vinogradima čija ukupna površina dostiže 327000 *ha*. Primenuju se i u zaštićenom prostoru, ali takvih površina u Srbiji nema mnogo. Preovlađuju mali posedi, do 5 *ha* poljoprivrednog zemljišta - u vlasništvu ima oko 600000 takvih gazdinstava. Ona su potencijalno najveći korisnici jednoosovinskih traktora i motokultivatora.

U radu je analizirana primena jednoosovinskih traktora i motokultivatora u Srbiji, uz prikaz oruđa i mašina koje se mogu agregirati. Obuhvaćene su tehničke i konstrukcione karakteristike motora, zahtevi u pogledu emisije štetnih gasova, buke i vibracije, koje proizvode motori ugrađeni u ove traktore.

Prikazana je posedovna struktura stanovništva, ukupna površina i podela zemljišta i ukazano na mogućnosti primene jednoosovinskih traktora i motokultivatora.

**Ključne reči:** *jednoosovinski traktor, motokultivator, izbor traktora, eksploatacija.*

### UVOD

Srbija ima pogodne prirodne uslove za uspešnu proizvodnju hrane, od kojih su najznačajniji zemljište i klima. Kod zemljišta su najvažnije njegove fizičke i hemijske osobine, kao i reljef.

Polazeći od činjenice da su površine obradivog zemljišta ograničene, uspešnost osvajanja novih obradivih površina, kao i kvalitetnije i intenzivnije korišćenje postojećih neizvodljivo je bez odgovarajuće mehanizacije. Njena primena zahteva određeni nivo iskorišćenja kapaciteta, jer nizak stepen iskorišćenja povećava učešće fiksnih u ukupnim proizvodnim troškovima i povećava cenu finalnog proizvoda. Pored toga, sredstva mehanizacije podležu relativno brzom ekonomskoj amortizaciji i tehničkoj zastarelosti. Ipak, to ima i svoju dobru stranu, jer uslovljava i brz razvoj tehnike, donoseći savršenija konstrukciona rešenja koja doprinose snižavanju troškova proizvodnje hrane.

U ovom radu je analizirano trenutno stanje u oblasti primene jednoosovinskih traktora i motokultivatora u Srbiji, sa posebnim osvrtom na njihovu brojnost. Prikazane su mogućnosti njihove efikasne primene, kao i eventualne zamene dvoosovinskih traktora sa jednoosovinskim. Navedena su i oruđa i mašine koje se mogu uspešno agregirati jednoosovinskim traktorima i motokultivatorima, uključujući i njihov način primene i neophodne mere zaštite na radu.

Prikazana je posedovna struktura stanovništva i ukupna površina zemljišta. Na osnovu analize ovih parametara, predložene su nove mogućnosti primene jednoosovinskih traktora i motokultivatora.

## OSNOVNE KARAKTERISTIKE AGRARNE STRUKTURE U SRBIJI

Republiku Srbiju, ukupne površine 88361  $km^2$ , karakterišu tri osnovne regionalne celine sa posebnim obeležjima. Vojvodina je ravničarska oblast sa 21505  $km^2$ , središnji ravničarsko-brdsko-planinski region sa 55968  $km^2$  i Kosovo i Metohija kao brdsko-planinsko-kotlinski deo sa 10887  $km^2$  (Hadžić 2002, prema radu [5]). Površine su prema nadmorskoj visini razvrstane su na nizijske do 200 m, brdske od 200-500 m, niskoplaninske 500-1000 m i planinske iznad 1000 m.

U pogledu nagiba terena, karakteristično je visoko učešće strmih i jako strmih nagiba preko 30%, na kojima se obrazuju plitka zemljišta sklona eroziji i nepogodna za obradu. Nagnute terene karakteriše nagib od 10-30%, blago nagnute 5-10%, a zaravnjene ispod 5%.

Površina obradivog zemljišta u Srbiji iznosi 4445000 ha (tabela 1), uz trend konstantnog smanjenja usled sve većeg korišćenja zemljišta u druge svrhe (npr. građevinske), potpunog iščezavanja pod uticajem erozije, ili propadanja usled neadekvatnog održavanja i korišćenja. Površina obradivog zemljišta u 2003. god. je za skoro 10% manja u poređenju sa 1955. god. (Statistički godišnjak 2003). Udeli obradivog zemljišta u ukupnoj površini teritorije se takođe razlikuju po regionima. U Vojvodini čak 82% pripada obradivom od ukupne površine zemljišta, u Centralnoj Srbiji 60,2%, a na Kosovu i Metohiji 53,5%.

Tab. 1. Struktura i korišćenje zemljišta (Srbija 2003. g.) [4]

R.b.	Oblik korišćenja	Površine	
		[ha]	[%]
1.	Poljoprivredno zemljište	5629000	100
2.	Obradivo zemljište	4445000	78.96
2.1	Oranice i Bašte	3397000	-
2.2	Voćnjaci	255000	-
2.3	Vinogradi	72000	-
2.4	Livade	721000	-
3.	Pašnjaci	1142000	20.28
4.	Bare, trstici, ribnjaci	38000	0.67

Od ukupnog obradivog zemljišta, 655000 ha je u vlasništvu preduzeća i zadruga što predstavlja 15%, a 3790000 ha ili 85% je u vlasništvu 778891 privatnih gazdinstava (prema popisu iz 2001. god.). Veliki broj malih i usitnjenih gazdinstava (tabela 2),

upravo i predstavlja problem poljoprivrede Srbije. U uslovima gde najveći broj gazdinstava poseduje površinu obradivog zemljišta do jednog, kao i od jednog do tri hektara, veoma je teško ostvariti intenzivnu proizvodnju.

Tab. 2. Površine zemljišta u Srbiji i posedovna struktura (2002. g.)

Površina [ ha ]	Ukupno	Bez zemlj.	Do 1	1-3	3-5	5-8	8-15	>15
Broj gazdinstava	778891	6288	208100	256838	135161	96843	62326	15341
Zemljište u svojini								
Ukupno	2801689	3025	131612	533230	559074	623903	640948	309897
Obradivo	1844769	2765	105192	371109	370055	406671	407717	181269
Prosek po gazd.	2,43	4,42	0,51	1,46	2,74	4,20	6,54	11,82
Korišćeno zemljište								
Ukupno	2869001	-	113388	526063	562168	634673	666223	366486
Obradivo	1919426	-	89995	367865	374902	418284	433322	235058
Prosek po gazd.	2.49	-	0.43	1.44	2.77	4.32	6.95	15.32

Situaciju dodatno otežava nehomogenost ovih površina, izdvojenih na više sitnih i često međusobno udaljenih parcela. Jednoosovinski traktori i motokultivatori su veoma pogodni za primenu na ovakvim gazdinstvima i eventualnu zamenu dvoosovinskih.

### Broj jednoosovinskih traktora i motokultivatora u Srbiji

Poljoprivredu Srbije karakteriše mali posed - obradivom površinom do 5 ha raspolaže oko 600000 gazdinstava. Na tim gazdinstvima zahvaljujući tradiciji, dominantno učešće imaju dvoosovinskih traktora veće snage i učinka u obradi zemljišta, u odnosu na jednoosovinske čija bi primena bila investiciono i eksploataciono primerenija u takvim uslovima.

Prednost primene jednoosovinskih traktora u odnosu na dvoosovinske se ogleda u:

- efikasnijem i sigurnijem rukovanju na nagnutim terenima (čak i do 30<sup>0</sup> nagiba);
- povoljnijem položaju težišta jednoosovinskih traktora u odnosu na granične tačke oslanjanja hodnog sistema, što poboljšava njihovu stabilnost na nagibima;
- boljoj prohodnosti u voćnjacima i vinogradima, kao i u zaštićenom prostoru;
- nižem nivou emisije izduvnih gasova, jer se ugrađuju motori manjih snaga koji pri istom ili sličnom proizvodnom učinku na sitnim parcelama manje zagađuju atmosferu i zemljište (izuzetak su dvotaktni motori);
- nižim eksploatacionim troškovima
- manjim startnim investicionim troškovima, jer su jednoosovinski traktori po pravilu jeftiniji od dvoosovinskih;
- manjem sabijanju zemljišta, itd.

U 2003. god. u Srbiji je bilo 644161 traktora, od kojih se u društvenom-državnom sektoru nalazi samo 1,58%, dok je ostalih 98,42 u vlasništvu individualnih proizvođača. Od ukupnog broja traktora 240080 su jednoosovinski i motokultivatori ili oko 40%. Na jedan traktor dolazi 6,90 ha, što ukazuje da je veliki broj traktora slabo iskorišćen tj. njihov broj sati rada godišnje je veoma mali. Međutim, prosečna starost traktora u našim uslovima privređivanja je 19 godina (Nikolić, 2002) i to ima za posledicu, njihovu nisku tehničku pouzdanost.

Tab. 3. Broj jednoosovinskih traktora i motokultivatora po okruzima i površine obradivog zemljišta u Srbiji. (31.12.2001. g.)

Okrug	Državni sektor	Sektor individualne svojine	Ukupno	Obradivo zemljište
Severno-banatski	15	2594	2609	73350
Južno-banatski	4	5213	5217	126412
Zapadno-bački	4	2216	2220	66189
Južno-bački	8	6406	6414	124212
Sremski	3	2262	2265	110951
Mačvanski	2	5576	5578	114152
Kolubarski	2	4076	4078	85906
Podunavski	7	7017	7024	55346
Braničevski	2	13048	13050	102328
Šumadijski	4	11117	11121	79883
Pomoravski	5	17835	17840	75421
Borski	3	12129	12132	53085
Zaječarski	8	18336	18334	64183
Zlatiborski	5	3827	3832	84690
Moravički	7	4610	4617	64701
Raški	3	7356	7359	49515
Rasinski	1	28208	28209	67565
Nišavski	19	34737	34756	64242
Toplički	5	10169	10174	28725
Pirotski	4	12821	12825	21845
Jablanički	18	17866	17884	41929
Pčinjski	16	12516	12532	34564
<b>U k u p n o</b>	<b>145</b>	<b>239953</b>	<b>240080</b>	<b>1589194</b>

Iz table 3 se vidi da se najveći broj jednoosovinskih traktora nalazi u brdskim i u voćarsko- vinogradarskim područjima, dok ih u ravničarskim ima manje. Ovakav raspored je logičan jer je primena jednoosovinskih traktora lakša, jednostavnija i sigurnija u brdskim predelima nego dvoosovinskih.

Na teritoriji Srbije zastupljen je veći broj kompanija, domaći IMT Knjaževac i DMB iz Beograda, ali i Goldoni, Honda, BCS, SEP, Rapid, MIO, Agria, Grilo, Labin, Pasquali i drugi strani proizvođači.

## TEHNIČKE KARAKTERISTIKE I KLASIFIKACIJA JEDNOOSOVINSKIH TRAKTORA

### Podela jednoosovinskih traktora i motokultivatora

Jednoosovinski traktori i motokultivatori se dele prema:

- vrsti goriva
- snazi motora
- broju priključnih vratila

U jednoosovinske traktore i motokultivatore se ugrađuju benzinski dvotaktni a u poslednje vreme skoro isključivo četvorotaktni i dizel četvorotaktni motori. Njihova snaga se kreće najčešće do 15 kW. U zavisnosti od željene konstrukcije i snage motora, traktori mogu da imaju jedno ili dva priključna vratila, ali i da ga uopšte nemaju.

### Podela prema vrsti goriva i radnom režimu

Motori jednoosovinskih traktora i motokultivatora po pravilu koriste benzin ili dizel gorivo, a da pri tome mogu funkcionisati u dvotaktnom ili četvorotaktnom radnom režimu. Prema ovim kriterijumima ih i delimo na:

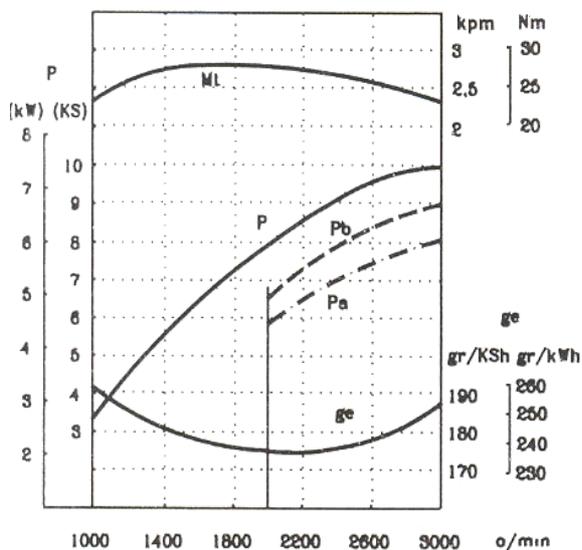
- benzinske dvotaktne motore
- benzinske četvorotaktne motori i
- dizel četvorotaktne (mada su izuzetno retko operativno raspoloživi i dvotaktni dizel motori).

*Benzinski dvotaktni motori*, uobičajene radne zapremine do  $300 \text{ cm}^3$ , snage do  $5 \text{ kW}$  i obrtnog momenta najčešće do  $10 \text{ Nm}$ , do sada su bili široko rasprostranjeni za pogon malih traktora. Minimalna specifična potrošnja goriva je visoka i iznosi  $350\text{-}500 \text{ g/kWh}$ . Podmazivanje se obično vrši pomoću 4% smeše goriva i ulja, a motor se hladi vazduhom, čime je izbegnuta ugradnja pumpi za ulje i rashladnu tečnost, kao i odgovarajućih sistema za njihov razvod, u odnosu na četvorotaktne vodom hladene motore.

Sagorevanjem smeše goriva i ulja povećava se nivo izduvne emisije što je nepoželjan proces, jer izduvni gasovi sadrže dosta štetnih materija, pa se stoga retko koriste u zatvorenom prostoru. Zbog male snage, ispod  $10 \text{ kW}$ , ovi motori trenutno ne podležu zahtevima u pogledu nivoa štetnih izduvnih gasova. Dvotaktni motori su jednostavniji za održavanje i konstruktivno jednostavniji (pored navedenog nemaju ni ventile, bregasto vratilo, kao i mehanizam za njegov pogon itd.) od četvorotaktnih.

Zahvaljujući dvotaktnom radnom režimu, ostvaruju veću snagu od četvorotaktnih motora iste radne zapremine, što pored jednostavnije konstrukcije dodatno umanjuje njihovu cenu i masu. Nažalost, sve ima svoju cenu - dvotaktni motori pri istom radnom učinku troše znatno više goriva. Zbog ove činjenice, kao i zbog višeg nivoa emisije štetnih izduvnih gasova, u novije vreme se sve više zamenjuju benzinskim četvorotaktnim motorima.

*Benzinski četvorotaktni motori* koriste benzin oktanske vrednosti 95 ili 98-100 i najčešće imaju radnu zapreminu od  $250$  do  $350 \text{ cm}^3$ . Snaga im se kreće do  $10 \text{ kW}$ , a obrtni moment do  $20 \text{ Nm}$ . Minimalna specifična potrošnja goriva je visoka i ide od  $300\text{-}450 \text{ g/kWh}$ . Sistem za podmazivanje, često umesto standardne pumpe ima kašiku na kolenastom vratilu, koja zahvata ulje iz korita i rasprskava ga po motoru. Mana ovakve konstrukcije je kraći vek trajanja jer se neki elementi slabije podmazuju. Važno je napomenuti da zbog sistema za podmazivanje većinu jednoosovinskih traktora i motokultivatora moguće je koristiti do  $30^\circ$  nagiba terena. Sistem hlađenja je najčešće vazduhom, retko rashladnom tečnošću.



Sl. 1. Karakteristike dizel motora LDA 450

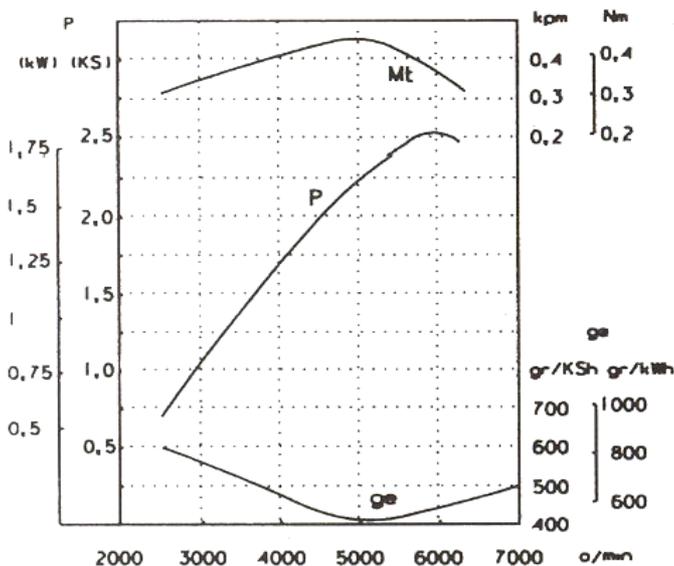
*Dizel četvorotaktni motori* koriste dizel gorivo i njihova najveća prednost u odnosu na benzinske motore je ekonomičnost. Specifična potrošnja goriva je manja, a i cena goriva je niža. Dostižu manji broj obrtaja nego benzinski motori ali imaju veći obrtni moment (do 30 Nm). Kako su kod nas u upotrebi uglavnom zastareli motokultivatori i jednoosovinski traktori, njihovi motori imaju visok sadržaj ugljen monoksida i sumpornih jedinjenja u izduvnim gasovima i visok nivo buke. Pošto snage ovih motora prelaze 10 kW, oni podležu novim Euro standardima kvaliteta izduvnih gasova i buke. Motori, koji se ugrađuju u motokultivatore i jednoosovinske traktore, uglavnom su jednocilindrični, retko dvocilindrični i četvorocilindrični. Specifična potrošnja goriva se kreće u opsegu od 210 do 300 gr/kWh (slika 1).

### Podela prema snazi motora

Ova podela nije tačno definisana postojećim standardima, ali se najčešće traktori dele u pet grupa i to:

- do 4 kW
- od 4 do 6 kW
- od 6 do 8 kW
- od 8 do 10 kW i
- preko 10 kW

Jednoosovinski traktori i motokultivatori sa snagom motora do 4 kW najčešće su dvotaktni i četvorotaktni benzinski. Ti motori su radnih zapremina do 200 cm<sup>3</sup>, sa minimalnom specifičnom potrošnjom goriva za dvotaktne motore oko 500 gr/kWh i četvorotaktne oko 480 do 500 gr/kWh. Ovakvi traktori su veoma pogodni za rad u staklenicima, plastenicima i manjim površinama na velikim nagibima. U slučaju staklenika i plastenika, mora se obezbediti odgovarajuće provetravanje, posebno ako se za pogon koriste dvotaktni motori.



Sl. 2. Karakteristike dvotaktnog benzinskog motora DM 60

Do 6 kW snage motora su najčešće četvorotaktni benzinski i četvorotaktni dizel motori, ređe benzinski dvotaktni. Ovi motori su obično do 300 cm<sup>3</sup> radne zapremine sa minimalnom specifičnom potrošnjom goriva između 400 i 500 g/kWh za benzinske, dok za dizel motore ona se kreće oko 280 g/kWh.

Motori do 8 kW su najčešće četvorotaktni benzinski i dizel, a veoma retko dvotaktni benzinski. Ovi motori imaju minimalnu specifičnu potrošnju od oko 400 g/kWh, benzinski i 250 g/kWh dizel.

Do 10 i preko 10 kW snage su uglavnom dizel motori, koji obezbeđuju traktorima značajnu pogonsku karakteristiku, te ove mašine po pravilu mogu u potpunosti zameniti manje dvoosovinske traktore.

### **Podela prema broju priključnih vratila**

U zavisnosti od broja priključnih vratila, jednoosovinski traktori i motokultivatori su podeljeni u tri grupe:

- traktore bez priključnog vratila
- traktore sa jednim priključnim vratilom i
- traktore sa dva priključna vratila.

## **PRIMENA JEDNOOSOVINSKIH TRAKTORA I MOTOKULTIVATORA U SRBIJI I NJENE PERSPEKTIVE**

Na teritoriji Republike Srbije, površinu od 37% zauzimaju nizije, 26% površina je brdski teren, niskoplaninskim terenima takođe odgovara 26%, a planinskim 11%. Nagib terena karakteriše veliko učešće strmih i jako strmih površina koje od ukupne površine obradivog zemljišta zauzimaju 42,6%, gde se obrazuju plitka zemljišta sklona eroziji i koja su nepristupačna većini sredstava mehanizacije. Nagnutih terena ima 24%, blago nagnutih 33% i zaravnjenih 5%. U ovakvim uslovima primenljivost jednoosovinskih traktora i motokultivatora dolazi do posebnog izražaja, počevši od osnovne obrade, preko pripreme zemljišta, setve, zaštite i transporta. Takođe su pogodni za košenje trave i skupljanja sena, kao i za radove koji nisu vezani za poljoprivredu – npr. za rezanje ogrevnog drveta itd. Još jedna bitna karakteristika za ovakva područja je usitnjenost parcela, na kojima je primena krupne mehanizacije teško moguća i tehno-ekonomski nepovoljna. Ako se izuzme rejon Vojvodine, sa pretežno ravničarskim terenom na čijoj teritoriji ima 18725 jednoosovinskih traktora, ostatak od 221373 nalazi se u rejonu uže Srbije, na kojoj dominiraju brdski i niskoplaninski tereni.

Republika Srbija pod voćem ima 255000 ha, a vinogradima pripada 72000 ha, uglavnom na brdskim i blago nagnutim terenima i ekspozicijama koje su okrenute ka suncu. Na ovim površinama najviše se gaje šljive, sa 50 miliona stabala, jabuke sa 16,5 miliona stabala i kruške sa 7,4 miliona stabala. Zbog svojih malih gabarita, jednoosovinski traktori lakše prolaze kroz voćnjak, a na nagnutim terenima su stabilniji od dvoosovinskih konkurenata. Njihova primena se svodi na zaštitu sa prskalicama, koje su uglavnom nošene i imaju razne oblike krila, raznim orošivačima i zaprašivanje. Orezivanje pneumatskim makazama i transport su takođe aktuelni.

Ovi traktori veliku primenu imaju u povrtarskoj proizvodnji, koja je u našim uslovima često povezana sa baštovanstvom i uzgajanjem povrća, u porodicama koje se

poljoprivredom bave u cilju obezbeđivanja hrane za svoje potrebe ili kao dodatnom delatnošću. Prilikom rada u zatvorenom prostoru postoje neka ograničenja za primenu jednoosovinskih traktora, koja potiču od vrste ugrađenih SUS motora, odnosno njihove emisije štetnih gasova. U ovakvim uslovima prednost se daje mašinama na električni pogon. Nažalost u Srbiji je mala površina pod zaštićenim prostorom, procenjuje se na oko 2000 ha.

Kao što je već rečeno, veliki broj gazdinstava u Srbiji poseduje malu obradivu površinu. Do jednog hektara površine ima 208100, od jednog do tri hektara 254832 od ukupno 778891 domaćinstava. Ako dodamo da su te površine dodatno usitnjene prednost opremanja gazdinstva sredstvima mehanizacije je na strani jednoosovinskih traktora bez obzira kakvom proizvodnjom se ta gazdinstva bave.

Ovi traktori, agregatirani sa odgovarajućim mašinama, takođe se široko primenjuju i van poljoprivredne proizvodnje, počev od transporta, rada u parkovima, košenja travnjaka, čišćenja snega, rezanja drva za ogrev i dr.

### **STRATEGIJA OPREMANJA SRPSKE POLJOPRIVREDE JEDNOOSOVINSKIM TRAKTORIMA I MOTOKULTIVATORIMA**

U Srbiji je prisutan relativno veliki broj jednoosovinskih traktora i motokultivatora. Ako uzmemo u obzir potencijale koje ima naša poljoprivreda, potreba za njima bi bila veća, kao i potreba za poboljšanjem odgovarajućeg tehničkog nivoa. Trenutno, prosečna starost jednoosovinskih traktora je oko 19 godina, što ukazuje da im je vek amortizacije davno prošao. Takođe, su i tehnički zastareli pa je potrebno nabaviti nove, bilo iz domaće proizvodnje ili iz uvoza. Procenjene potrebe za novim jednoosovinskim traktorima i motokultivatorima iznose oko 20000 komada godišnje. Procena se zasniva na bazi amortizacionog veka od 7 godina i činjenici da je prosečna starost traktora u mnogome prevazišla ovu vrednost te proizilazi da je potrebna zamena 78% traktora. Uzorka čine 2100 traktora sa društvenog sektora Vojvodine. (Nikolić 2002).

Svaka država, sa prisutnim resursima za proizvodnju hrane, kao što su zemljište, klima, kadrovi i ovladana proizvodna tehnologija, trebala bi imati jaku domaću industriju za proizvodnju mehanizacije: pogonskih mašina, traktora, kombajna, priključnih mašina, procesne opreme, a među njima i jednoosovinskih traktora i pripadajućih priključnih mašina. Pri tome, mora se obezbediti i otvorenost domaćeg tržišta za kvalitetne strane proizvode i sprečiti nelojalna konkurencija, a sve u cilju podizanja tehničkog nivoa raspoložive mehanizacije.

### **ZAKLJUČAK**

Srpska poljoprivreda ima relativno raznoliku poljoprivrednu proizvodnju. Ako tome dodamo da se veliki procenat obradivih površina nalazi na većim nadmorskim visinama i na nagnutim terenima primena jednoosovinskih traktora i motokultivatora je značajna. Čak 30% od ukupnog broja pogonskih i vučnih jedinica pripada njima.

Znatan broj ovih mašina se koristi i u povrtarskoj proizvodnji, koju karakteriše veliki broj kultura uzgajanih na otvorenom polju i u zaštićenom prostoru. Veliki broj malih gazdinstava sa malom površinom obradivog zemljišta i usitnjenost poseda na većim nadmorskim visinama, velike površine pod voćnjacima i vinogradima dodatno proširuju prostor primene jednoosovinskih traktora.

U pogledu stanja u kom se nalaze, veliki je procenat starih i dotrajalih traktora. Nabavka novih je neophodna, i to u velikom broju. Opremanje gazdinstava novim sredstvima mehanizacije je od strateške važnosti za našu poljoprivredu, te se stoga mora voditi računa i o kvantitetu i kvalitetu istih.

### LITERATURA

- [1] Nikolić, R., Furman, T., Malinović, N., Brkić, M., Gligorić R., Savin, L., Tomić, M.: Strategija opremanja poljoprivrede mehanizacijom (2002-2010), Traktori i pogonske mašine, Vol.7, No.5, p.07-19, Novi Sad, 2002.
- [2] Nikolić, R., Malinović, N., Bajkin, A., Đukić, N., Potkonjak, V., Brkić, M., Furman, T., Gligorić R.: Strategija razvoja i opremanja poljoprivrede mehanizacijom u SR Jugoslaviji, Traktori i pogonske mašine, Vol. 5, No. 5, p. 07-23, Novi Sad, 2000.
- [3] Obradović, D., Novaković, D., Mileusnić, Z.: Analiza osnovnih eksploatacionih parametara traktora jugoslovenske proizvodnje, Poljotehnika, god III, br. 5-6, Beograd, 1995.
- [4] Republički zavod za statistiku, popis stanovništva, domaćinstva i stanova 2002, Poljoprivreda, poljoprivredni fondovi-podaci po opštinama, Beograd, 2003.
- [5] Savčić, S.: Primena jednoosovinskih traktora i motokultivatora u Srbiji, Diplomski rad, Zemun, 2004.
- [6] Statistički godišnjak Republike Srbije 2004.
- [7] Statistički godišnjak Jugoslavije 2003.

### ON THE APPLICABILITY OF THE SINGLE-SHAFT TRACTORS MOTOCULTIVATORS IN SERBIA

**Zoran Mileusnić, Milan Đević, Rajko Miodragović, Dragan Petrović**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

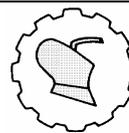
**Abstract:** Concerning the limited area of arable land, exploitation of additional parcels and more intensive usage of existing land is hardly possible without intensive application of agricultural mechanization.

Single-shaft tractors are, in Serbia, ordinarily used in orchards and vineyards ( $\approx 327000$  ha). Their usage is very practical for protected cultivation, but these areas are very small. In Serbia small scale farms (average surface 5 ha) are dominant and they are very suitable for application of the single-shaft tractors and motocultivators.

In this paper possibilities of single-shaft tractors and motocultivators are reviewed, together with their implements. Engine characteristics, demands for combustion effluents, noise and motor vibration are also discussed. Based on statistical population data, the applicability of single-shaft tractors and motocultivators is analyzed.

**Key words:** *single-shaft tractors, motocultivators, tractor selection, exploitation.*





UDK: 633/635(075,8)

*Originalan naučni rad  
Original scientific paper*

## UTICAJ TEHNOLOGIJE GAJENJA NA PRINOS OZIME PŠENICE

Dušan Kovačević<sup>1</sup>, Željko Dolijanović<sup>1</sup>, Života Jovanović<sup>2</sup>, Vesna Milić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet - Zemun

<sup>2</sup>Institut za kukuruz "Zemun Polje" - Zemun

<sup>3</sup>Poljoprivredni fakultet - Istočno Sarajevo

**Sadržaj:** U radu je ispitivan uticaj tri tehnologije gajenja ozime pšenice (konvencionalne i dve konzervacijske) na prinos zrna ozime pšenice sorte Pobjeda. Ispitivanje je obavljeno na "Radmilovcu" eksperimentalnom dobru Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu na zemljištu tipa izluženog černozeza u trogodišnjem periodu (1999/2000-2001/2002. g.).

Tehnologija gajenja ozime pšenice koja uključuje konzervacijski sistem obrade zemljišta sa čizel plugom i različitim nivoima prihranjivanja azotom pokazao je niz prednosti u odnosu na tehnologiju gajenja sa konvencionalnom obradom raoničnim plugom i u odnosu na tehnologiju gajenja sa direktnom setvom.

Najveći prinosi ozime pšenice dobijeni su u tehnologiji gajenja sa konzervacijskom obradom zemljišta. Prinos zrna pšenice u tehnologiji gajenja sa zaštitnom obradom zemljišta bio je značajno veći u trogodišnjem proseku za 11.65% od prinosa u konvencionalnoj tehnologiji, a vrlo značajno veći za 26.17% od konzervacijske tehnologije gajenja koja uključuje direktnu setvu.

Prihranjivanje sa količinom od 60 kg/ha uticalo je na povećanje prinosa prosečno za 20,44%, a sa 120 kg/ha za 24.73%, u odnosu na kontrolu bez prihranjivanja.

**Gljučne reči:** sistemi obrade zemljišta, prihranjivanje azotom, prinos zrna, ozima pšenica.

### UVOD

Biljna proizvodnja zasnovana na korišćenju intenzivne mehanizacije i hemije (duboka obrada zemljišta, velike količine đubriva i pesticida) postaju sve manje ekonomski racionalne i sa stanovišta životne sredine problematične. Za današnji konvencionalne sisteme karakteristična je modifikacija spoljašnjih uslova i korišćenje genetičkih materijala predviđenih za maksimalnu produktivnost blisku idealnim uslovima. Najveći deo proizvodnje ozime pšenice u Srbiji je vezan za agrotehniku većih ulaganja u ovu proizvodnju, sa sortama stvorenim za takve uslove. Ekonomska potreba nalaže smanjenje ulaganja u ovu proizvodnju od konvencionalne ka racionalnijim sistemima nižih ulaganja.

Transformacija od konvencionalne ka ekonomski racionalnim tehnologijama zahteva promene i adaptaciju mnogih agrotehničkih mera (Kovačević *et al.*, 1997a, 1997b, 1998, 2004; Barberi *et al.* 1997). Tehnologija nižih ulaganja u proizvodnju ozime pšenice za održivu proizvodnju, globalno posmatrana, sastoji se od redukcija u obradi zemljišta, nižim primenjenim dozama mineralnih đubriva i pesticida, većoj diversifikaciji plodoreda itd. Racionalna tehnologija proizvodnje ozime pšenice sa svim navedenim elementima može zaštititi zemljište od erozije, smanjiti troškove, bez smanjenja kvantiteta i kvaliteta prinosa.

Nove tehnologije, praktično, nalažu fleksibilniju agrotehniku koja će predstavljati spoj konvencionalnih metoda sa modernim tehnologijom (metode konzervacije zemljišta, plodored sa većim učešćem leguminoza, integralna zaštita bilja, odgovarajuće sorte i semenarstvo). Veći izbor i prihvatljivost sistema zemljoradnje zasnovanih na nižim eksternim ulaganjima nameće se kao pogodno rešenje za ekonomsko poboljšanje i probleme zaštite životne sredine i zdravlja ljudi koji su proistekli iz konvencionalnih sistema smatraju Liebman i Davis (2000).

Obrada zemljišta je uvek u sistemima zemljoradnje imala posebno mesto kao osnovna agrotehnička mera. Obradom zemljišta može se stvoriti harmoničan odnos između zemljišta i gajenih useva. Pri razradi novih, perspektivnih tehnologija obrade zemljišta mora se voditi računa o uslovima u kojima će te tehnologije ispoljiti najveću moguću efikasnost. Glavna kritika tradicionalnom sistemu obrade je nedovoljna efikasnost zbog mnogobrojnih prelazaka mašina i agregata preko zemljišta, što dovodi do promene strukture. Istraživanja pokazuju da je optimalna zbijenost zemljišta u direktnoj vezi sa obradom. Smanjenjem broja prelazaka znatno se mogu smanjiti troškovi obrade i zbijenost. Modernim oruđima, velike snage i različitih konstrukcija vrši se obrada zemljišta, unose žetveni ostaci, đubriva, priprema gornji deo ornitnog sloja za setvu i kontrolišu bolesti i korovi. Međutim, veliki broj prohoda traktora do setve, naročito onih sa povećanim težinama i različitim dimenzijama i pritiscima u pneumaticima, izaziva promene u fizičko-mehaničkim osobinama zemljišta, izazivajući preveliku zbijenost pojedinih horizonata zemljišta, koja kasnije deluje ograničavajuće na neke činioce rasta biljaka.

Poslednjih godina velika pažnja je posvećena redukciji obrade, kako u pogledu dubine rada, tako i u broju prohoda preko proizvodne površine. Redukovana obrada zemljišta za razliku od konvencionalne ima niz prednosti, ali i nedostataka. Coolman i Hoyt (1993) kao prednosti ističu: bolju kontrolu zemljišne erozije, konzervaciju vode u zemljištu, i veću efikasnost upotrebe fosilnih goriva kao neobnovljivog resursa. Kao glavne nedostatke navode smanjenje temperature zemljišta u proleće i stvaranje većih problema u zaštiti useva, naročito od korova zbog smanjene efikasnosti herbicida.

Imajući u vidu ekonomski značaj ozime pšenice u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji i činjenicu da tehnologija njenog gajenja uključuje čitav niz agrotehničkih mera postavili smo za cilj da ispitamo uticaj određenih modifikacija u obradi zemljišta i đubrenju kao bitnih elemenata tehnologije gajenja na prinos zrna ozime pšenice sa adaptibilnom sortom ozime pšenice za naše agroekološke uslove.

## MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanje uticaja različitih tehnologija gajenja na prinos ozime pšenice obavljeno je na "Radmilovacu" eksperimentalnom školskom dobru Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu. Poljski ogled je postavljen u četiri ponavljanja na zemljištu tipa izluženog

černozema. Ispitivanje je obavljeno tokom 1999/00, 2000/01 i 2001/02 godine. U ispitivanja bili su uključeni sledeći činiooci:

1. Konvencionalna tehnologija gajenja ozime pšenice – obuhvata konvencionalnu obradu zemljišta (KO), odnosno oranje raoničnim plugom na 25 cm dubine i predsetvenu obradu tanjiračom i drljačom;

2. Konzervacijska tehnologija gajenja ozime pšenice – Zaštitna obrada - (ZO) – Redukovana obrada izvedena čizel plugom, bez prevrtanja ornice na dubinu 25 cm, koja ostavlja preko 30% žetvenih ostataka na površini zemljišta sa tanjiranjem i drljanjem od načina predsetvene obrade;

3. Konzervacijska tehnologija gajenja bez obrade zemljišta - Sistem direktne setve. (DS) - ručna setva obavljena direktno u brazdice sa ostavljenom celokupnom masom žetvenih ostataka.

U okviru svake tehnologije uključili smo prihranjivanje azotom sa dva nivoa (60 kg/ha i 120 kg/ha) i kontrolom bez prihranjivanja. Prihranjivanje je izvedeno mineralnim đubrivom KAN.

Sve ove varijante različitih tehnologija gajenja ozime pšenice smeštene su u četvoropoljno plodored koji je uključivao smenu useva po sledecem redosledu: kukuruz - ozima pšenica - jari ječam + crvena detelina - crvena detelina.

U sve tri godine ispitivanja za setvu smo koristili originalno seme ozime pšenice novosadske sorte Pobeda.

Posle žetve meren je prinos zrna po elementarnim parcelama neposredno po vršidbi i sveden na nivo vlage od 14%.

Statistička obrada podataka o prinosu zrna ozime pšenice urađena je metodom analize varijanse, a od testova za pojedinačna poređenja koristili smo LSD test.

## METEOROLOŠKI USLOVI ZA VREME IZVOĐENJA OGLEDA

Meteorološki uslovi na oglednom polju u toku tri ispitivane godine prikazani su u tabeli 1.

*Tab. 1. Meteorološki uslovi u periodu izvođenja ogleada za područje Beograda  
Meteorological data in Belgrade during the period of investigation*

Meseci Months	Srednje mesečne temperature vazduha (C <sup>0</sup> ) Mean monthly air temperature			Padavine u mm Precipitation		
	1999/00	2000/01	2001/2	1999/00	2000/01	2001/2
Septembar	18.4	17.9	16.1	55.4	70.7	183.7
Oktobar	12.2	14.6	14.8	54.9	16.6	16.7
Novembar	4.8	11.9	4.7	69.4	20.7	63.4
Decembar	2.2	5.3	-1.9	149.3	41.2	33.9
Januar	-1.0	4.2	1.4	27.3	35.3	14.0
Februar	5.2	5.4	9.1	28.3	27.2	14.0
Mart	8.1	11.8	10.7	30.3	65.6	15.0
April	16.2	12.0	12.7	41.9	157.9	55.0
Maj	19.6	18.3	20.2	34.5	47.0	21.0
Jun	23.0	19.0	22.4	19.1	186.0	80.0
Jul	23.5	23.0	24.6	29.3	197.0	62.0
Avgust	25.7	24.0	22.8	7.8	56.7	107.0

Meteorološki uslovi u ispitivanom periodu su imali značajnog uticaja na formiranje visine prinosa. Iz navedenih podataka u tab.1., vidi se da je za ozimu pšenicu, uslovno rečeno, najnepovoljnija početna godina ovih ispitivanja kada je vladala velika suša sa visokim temperaturama i nedostatkom vlage u kritičnim periodima za vlagu kod pšenice sve do nalivanja zrna. Vegetacioni period ozime pšenice u naredne dve godine je znatno povoljniji, ne samo po znatno većoj količini padavina, već i po njihovom daleko povoljnijem rasporedu po pojedinim mesecima.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Podaci o uticaju sistema obrade zemljišta i prihranjivanja azota na prinos zrna ozime pšenice dati su u tab. 2.

Tab. 2. Uticaj sistema obrade i nivoa prihranjivanja azotom na prinos ozime pšenice ( $t/ha^{-1}$ )  
Effect of tillage systems and nitrogen level on grain yield of winter wheat ( $t/ha^{-1}$ )

Sistemi obrade Tillage systems (A)	Količina azota N level (B)	Godine- Years			Prosek Average	%
		1999/00	2000/01	2001/02		
Konven. obrada (KO)	kontrola	2.538	3.754	3.790	3.361	
	60 kg/ha	2.670	4.291	3.723	3.561	
	120 kg/ha	2.718	4.497	4.081	3.762	
Prosek-Average		2.642	4.180	3.864	3.562	100.00
Zaštitna obrada (ZO)	kontrola	2.202	4.307	3.880	3.463	
	60 kg/ha	2.630	4.965	5.379	4.324	
	120 kg/ha	2.636	4.879	4.919	4.144	
Prosek-Average		2.489	4.717	4.726	3.977	111.65
Bez obrade (DS)	kontrola	2.057	2.685	2.667	2.469	
	60 kg/ha	2.168	3.646	4.106	3.306	
	120 kg/ha	2.306	4.437	4.300	3.681	
Prosek-Average		2.177	3.589	3.691	3.152	88.49
(B)	kontrola	2.265	3.582	3.445	3.097	100.00
	60 kg/ha	2.489	4.300	4.402	3.730	120.44
	120 kg/ha	2.553	4.604	4.433	3.863	124.73
		2.435	4.162	4.093		

LSD <sub>A</sub>	0.05	0.355	0.521	0.705	0.348
	0.01	0.487	0.713	0.966	0.478
LSD <sub>B</sub>	0.05	0.355	0.521	0.705	0.348
	0.01	0.487	0.713	0.966	0.478
LSD <sub>AB</sub>	0.05	0.616	0.903	1.221	0.604
	0.01	0.844	1.236	1.673	0.827

Kada posmatramo dobijeni prinos ozime pšenice po godinama vidi se da se da su najmanji dobijeni u 1999/2000 godini, koja je bila sa najnepovoljnijim meteorološkim uslovima (2.435 t/ha), a znatno veći u 2000/2001 (4.162 t/ha), i 2001/2002 godini (4.093 t/ha). Apsolutno najveći prinos zabeležen je u konzervacijskoj tehnologiji gajenja sa zaštitnom obradom i racionalnim prihranjivanjem od 60 kg/ha azota (5.379 t/ha).

Najveći prinosi zrna ozime pšenice i prosečno posmatrano za trogodišnji ispitivani period dobijeni su u tehnologiji gajenja ozime pšenice sa zaštitnom obradom zemljišta i različitim nivoima prihrane azotom (3.977 t/ha). Kada se porede međusobno ispitivani sistemi obrade zemljišta kao pojedinačni faktori u pogledu uticaja na prinos zrna pšenice u sve tri godine ispitivanja, sistem direktne setve bio je inferiorniji od konvencionalnog i sistema zaštitne obrade. To potvrđuje statistički vrlo značajno manji prinos kao posledica izostanka obrade zemljišta (3.152 t/ha). Na ovako slabiji rezultat svakako su imale uticaja nepovoljnije osobine ovog zemljišnog tipa na kome su obavljena ova ispitivanja za ovakav sistem izostavljanja obrade. Najveći prinos zrna ozime pšenice dobijen je u konzervacijskoj tehnologiji gajenja sa zaštitnom obradom (3.977 t/ha) koji je čak signifikantno veći od prinosa u konvencionalnoj tehnologiji za 11.65%.

Ozima sorta pšenice Pobeda dobro je reagovala na prihranjivanje azotom. Prosečno, za sve tri godine ispitivanja vidi se statistički značajno povećanje prinosa između oba nivoa primenjenog azota i kontrolne varijante. Rezultati pokazuju da je prihranjivanje sa količinom od 60 kg/ha azota povećalo prinos za 20.44% (3.730 t/ha), a sa 120 kg/ha za 24.73% (3.863 t/ha) u poređenju sa kontrolom (3.097 t/ha). Relativno manje povećanje prinosa posmatrano prosečno u trogodišnjem periodu je rezultat slabog dejstva azota u prvoj godini ispitivanja, pre svega uzrokovanog lošim meteorološkim uslovima. Međutim, mala razlika između dva ispitivana nivoa đubrenja sugerise da je sorta Pobeda koju smo koristili u ovim ispitivanjima sorta sa relativno manjim potrebama u azotu. Ova činjenica je preporučuje kao pogodnu za racionalne tehnologije zasnovane na smanjenim ulaganjima.

Kada su u pitanju interakcije između sistema obrade i prihranjivanja, interesantno je, da se sa povećanom količinom azota u prihranjivanju mogu eliminisati negativni efekti izostanka obrade zemljišta. To nam pokazuju prinosi dobijeni u interakciji izostanka obrade zemljišta sa dva nivoa prihranjivanja.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata ispitivanja različitih tehnologija gajenja na prinos ozime pšenice obavljenih u periodu 1999/2000-2001/2002 može se zaključiti:

Najmanji prinosi kada se porede godine međusobno dobijeni su u prvoj godini ispitivanja kao posledica nepovoljnih meteoroloških uslova (2.435 t/ha), a najveći u 200/2001 godini (4.162 t/ha).

U racionalnoj tehnologiji gajenja ozime pšenice koja je uključivala zaštitnu obradu zemljišta čizel plugom, odgovarajuću predsetvenu obradu i prihranu azotom dobijeni su prosečno u trogodišnjem periodu najveći prinosi zrna (3.977 t/ha). Navedeni prinos je za 11.65% veći od prinosa dobijenog u konvencionalnoj tehnologiji gajenja što je statistički posmatrano signifikantno. Konzervacijska tehnologija sa izostavljanjem obrade zemljišta zasnovana na direktnoj setvi bila je u sve tri ispitivane godine inferiornija od druge dve ispitivane tehnologije.

Prihranjivanjem, sa manjom količinom azota povećan je prinos za 20,44%, a većom za 24.73% u poređenju sa kontrolom.

Prihranjivanje sa većom količinom azota u interakciji sa sistemima obrade daje dobre rezultate jer pokazuje da se redukcijom u obradi zemljišta prinos može povećati većom količinom primene azotnih đubriva.

Ova istraživanja pokazuju da se uvođenje novih tehnologija u proizvodnju ozime pšenice mora prilaziti suptilno, uzimajući u obzir i interaktivno dejstvo između pojedinih mera i njihov sinergistički učinak. Naravno, da je pored adaptacije pojedinih tehnologija gajenja u cilju njihovog svođenja na racionalan nivo u troškovnom smislu, vrlo važan izbor sorte ozime pšenice koja treba da odgovori pozitivno povećanjem prinosa u novonastalim uslovima.

## LITERATURA

- [1] Barberi, P., Silvestri, N., Bonari, E. (1997): Weed communities of winter wheat as influenced by input level and rotation. *Weed Research*. Vol. 37, 301-313.
- [2] Coolman, R.M., Hoyt, D.G. (1993): The effects of reduced tillage on the soil environment. *Hort Technology*. Vol. 3 (2):143-146.
- [3] Kovačević, D., Oljača Snežana, Oljača, M., Bročić, Z., Ružičić, L., Vesković, M., Jovanović, Ž. (1997a): Savremeni sistemi zemljoradnje: Korišćenje i mogućnosti za očuvanje zemljišta u konceptu održive poljoprivrede. Zbornik radova sa IX Kongresa JDPZ.100-113 Novi Sad.
- [4] Kovačević, D., Momirović, N., Bročić, Z., Oljača Snežana, Radošević, Ž., Raičević Vera (1997b): Uticaj sistema obrade i đubrenja na zakorovljenost ozime pšenice. *Acta herbologica*. Vol. 6, No. 2, 69-82.
- [5] Kovačević, D., Denčić, S., Kobiljski, B., Momirović, N., Snežana Oljača (1988): Effect of Farming System on Dynamics of Soil Physical Properties in Winter Wheat. *Proceedings of 2nd Balkan Symposium on Field Crops*. Novi Sad, Vol. 2, 313-317.
- [6] Kovačević, D., Božić, D., Denčić, S., Oljača Snežana, Momirović, N., Dolijanović, Ž., Jovanović, Ž. (2004): Effects of low-input technology on weed control and yield of some winter wheat cultivars. *Acta herbologica*. Vol. 13, No. 2, 393-400.
- [7] Leibman, M., Davis, S.A. (2000): Intergration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research*. Vol. 40, 27-47.

## THE EFFECT OF GROWTH TECHNOLOGY ON YIELD OF WINTER WHEAT

Dušan Kovačević<sup>1</sup>, Željko Dolijanović<sup>1</sup>, Života Jovanović<sup>2</sup>, Vesna Milić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture - Zemun*

<sup>2</sup>*Maize Research Institute "Zemun Polje"- Zemun*

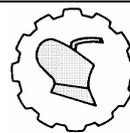
<sup>3</sup>*Faculty of Agriculture - East Sarajevo*

**Abstract:** This paper deals with result of the effects of different technologies on grain yield of winter wheat in investigated period (1999/00-2001/02) on the chernozem luvic soil type. Tillage systems and fertilization with nitrogen fertilizers in applied technologies have a big influence on grain yield of winter wheat.

The results of our investigation show that yield grain of winter wheat was higher 11.65% in technologies which included mulch tillage system then conventional technologies. Technology with no tillage system decreased grain yield of winter wheat.

Amounts of inorganic nitrogen fertilizers as main factor have effect on the grain yield of winter wheat. Grain yield increased with the level of inorganic nitrogen.

**Key words:** *tillage systems, nitrogen fertilizers, grain yield, winter wheat.*



UDK: 631.31

*Pregledni naučni rad  
Review scientific paper*

## OPTIMIZACIJA PARAMETARA RADNIH ELEMENATA POLJOPRIVREDNIH MAŠINA ZA OBRADU ZEMLJIŠTA

**Milan Veljić, Dragan Marković***Mašinski fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** U radu su prikazane mogućnosti optimizacije parametara alata poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta koje se odnose na oblik, dimenzije, kinematiku, materijal, masu i cenu. Ovi parametri su analizirani u zavisnosti od uslova primene, agrotehničkih zahteva, kvaliteta rada, energetske pokazatelja kao i univerzalnosti i usklađenosti sa proizvodnim mogućnostima radne i pogonske mašine.

**Ključne reči:** *alati za obradu zemljišta, parametri, optimizacija.*

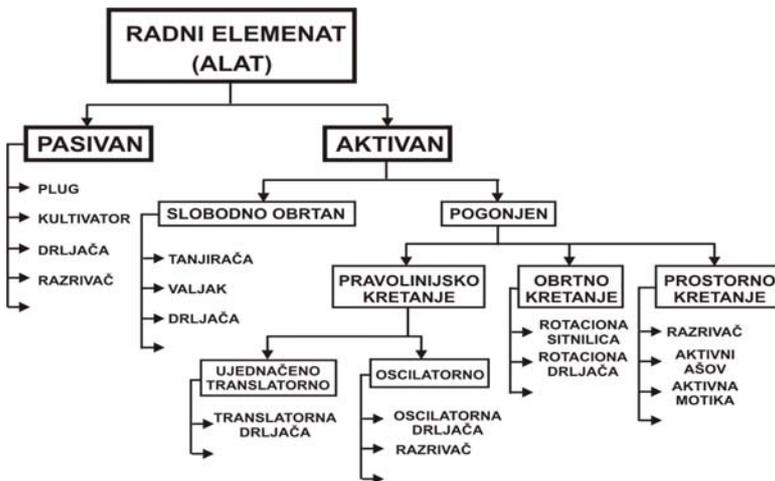
### 1. UVOD

Radni elementi poljoprivrednih mašina (alati) za obradu zemljišta omogućavaju ispunjavanju agrotehničkih zahteva i to prvenstveno po dubini i širini zahvata. Otpori obrade se menjaju sa promenom ovih parametara. Uvođenjem kinematskih parametara kod rotacionog kretanja i kod oscilatornog kretanja alata dovelo je do novih saznanja koja su uticala kako na smanjenje vučne sile, tako i na ukupnu potrošnju energije pri obradi zemljišta. Parametri radnih elemenata utiču ne samo na otpore nego i na kvalitet rada. Značaj razmatranja svih relevantnih faktora pri obradi zemljišta se odnosi na relativno veliki udeo potrošnje energije u odnosu na operacije koje slede nakon ove obrade. Adekvatnom optimizacijom parametara radnih elemenata postiže se manji otpor obrade, bolji kvalitet rada, odnosno ispunjavanje agrotehničkih zahteva i veća ekonomska opravdanost. Razvoj novih materijala, prevlaka, pa i primena elektronike i automatskog upravljanja, omogućavaju najpovoljniji režim rada uz smanjenje mogućnosti otkaza. Težnja sa standardizacijom svih elemenata (raonika, plućne daske, motičica kultivatora, elemenata za, noževa rotacione sitnilice, zubaca drljače itd.) neće da smanji manevarski prostor za brojne inovacije. Kritički osvrt na postojeća rešenja i uvođenjem novih standarda u ovoj oblasti će omogućiti racionalniju promenu novih rešenja radnih elemenata za obradu zemljišta. U ovoj oblasti, bez obzira na tradiciju i relativno male pomake ima veliki prostor za primenu rezultata naučnoistraživačkog rada.

## 2. ANALIZA PARAMETARA

Kvalitet rada je jedan od osnovnih zahteva za izbor radnih elemenata poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta. Odizanje, prevrtanje, pomeranje, sitnjenje, razrivanje, podsecanje (ukoliko je prisutan korov), itd. su elementi koje treba uzeti u obzir pri analizi ispunjavanja tehnoloških zahteva. Međutim proces obrade zavisi od geometrijskih kinematskih pa i dinamičke parametara rada radnih elemenata poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta. Raznolikost tih delova, alata, je uslovljena pre svega agrotehničkim zahtevima kojima se postiže željeno stanje obrađenog zemljišta. Neznatna promena geometrijskih parametara je i te kako uticajna. Razmeštaj, pričvršćivanje alata, dizajniranje mašine za obradu zemljišta je nesumljivo neobilazan faktor koji ima značajnu ulogu pri obradi zemljišta.

Obrada zemljišta se odvija kroz nekoliko osnovnih vidova i to prvenstveno mašinama i oruđima sa pasivnim i aktivnim radnim elementima, slici 1. Varijante aktivnih alata se odnose na slobodno obrtanje radnih elemenata ili na prinudni pogon.



Sl. 1. Podela radnih elemenata mašina za obradu zemljišta

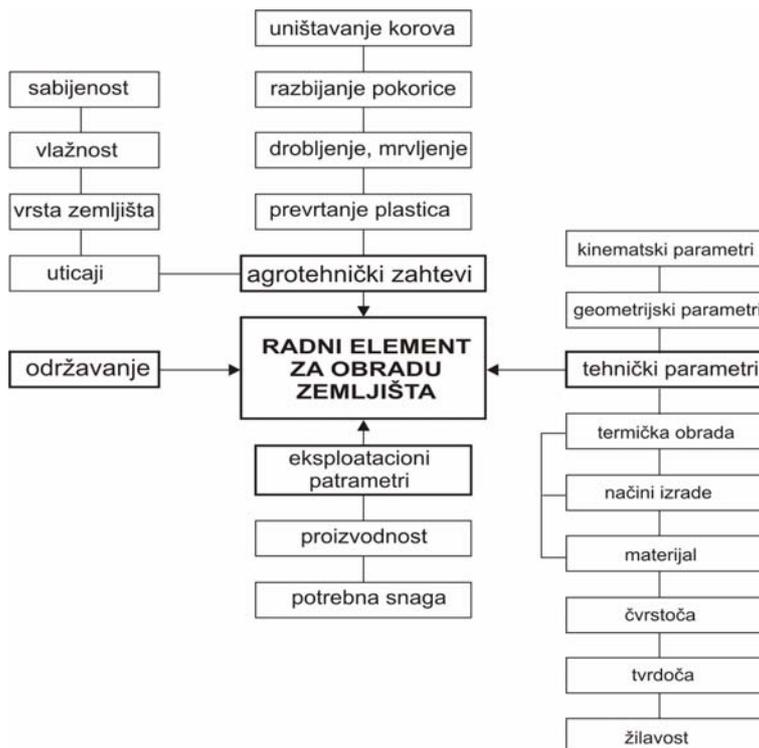
Svaka od ovih grupa alata treba prvenstveno posmatrati kroz efekte, proizvodnost, kvalitet rada i potrošnju energije. Razmatranjem ovih pokazatelja došlo se do zaključka da je u nekim slučajevima kvalitet obrade zemljišta izuzetno dobar, ali je proizvodnost mala, a potrebna snaga izuzetno velika. Optimizacija parametara bi trebala da se obavlja i u rešavanju, odnosno usklađivanju ovih pitanja.

Optimalni parametri uzimaju u obzir:

- geometriju alata i kinematiku,
- površinu alata (koeficijent trenja),
- dugovečnost (istrošenje),
- uklapanje u koncepciju mašine,
- energetske pokazatelje,
- materijal i moguće prevlake,
- tehnologiju izrade, odnosno cenu alata

mada se mogu uzeti i mnogi drugi pokazatelji koji nisu dominantni, a to su automatizacija, održavanje, masa, naoštrenost itd.

Pri definisanju radnih elemenata za obradu zemljišta, slika 2, pošlo se od uticajnih parametara i to: agrotehničkih zahteva, tehničko-tehnoloških parametara, eksploatacijskih parametara i vrste i stanja zemljišta. Za ova razmatranja u prvi plan se postavlja materijal alata sa svojim fizičko-hemijskim i mehaničkim karakteristikama koji imaju bitan uticaj, kako na ispunjavanje agrotehničkih zahteva, tako i na eksploatacione parametre i održavanje.

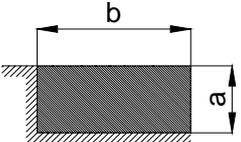
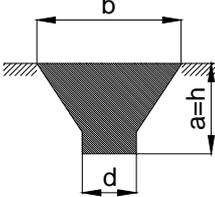
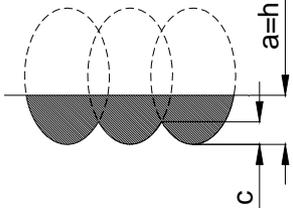
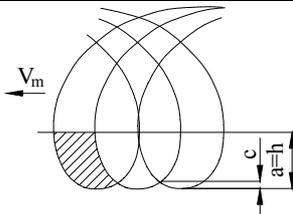


Sl. 2. Parametri i zahtevi koji se odnose na radne elemente

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja odnose se na razmatranjima parametara koji definišu racionalnu primenu alata u konkretnim uslovima. Na slici 3 prikazani su osnovni oblici plastica ili deformisanog zemljišta kao i osnovni parametri alata (prvenstveno geometrijski i kinematski).

Kod pasivnih radnih elemenata važno je analizirati određene geometrijske parametre i njihovu zavisnost od brzine kretanja mašine. Primena alata za obradu zemljišta sa pravougaonom plasticom dimenzija  $a \times b$ , slika 3(1), zahteva optimizaciju parametara pre svega uglova klina. Takođe treba pri ovim razmatranjima uzeti u obzir i neke parametre koji se odnose i na oblik alata, naoštrenost, materijal, koeficijent trenja čelika o zemljište itd.

1		<p>Za formiranje plastice pravougaonog oblika osnovni parametri alata su uglovi trostranog klina <math>\alpha</math>, (ugao odizanja) <math>\beta</math>, (ugao prevrtanja) i <math>\gamma</math>, (ugao rezanja). Uzeti u obzir i brzinu kretanja mašine <math>v_m</math>. Obrada plugom i kultivatorom za međurednu obradu.</p>
2		<p>Pored osnovnih dimenzija i oblika alata na zonu deformacije <math>a</math> i <math>b</math> uticajni parametri su i brzina kretanja <math>v_m</math>, amplituda i frekvencija oscilovanja. Koristi se u obradi zemljišta kultivatorima i mašinama sa razrivačkim radnim elementima, pasivnim i aktivnim.. Visina grebena zavisi od razmeštaja radnih elemenata.</p>
3		<p>Prečnik diska <math>D</math>, poluprečnik krivine diska <math>R</math>, rastojanje između diskova <math>b</math>, ugao <math>\alpha</math> u odnosu na pravac kretanja, ugao <math>\beta</math> u odnosu na vertikalu uslovljavaju kvalitet rada i visinu grebena <math>c</math>. Karakteristično je za diskosne redne organe, plugove i tanjirače kao i za neke tipove rotacionih drljača.</p>
4		<p>Parametri <math>R</math> (poluprečnik rotora), ugaona brzina <math>\omega</math>, brzina kretanja mašine <math>v_m</math>, su parametri koji definišu koeficijent <math>\lambda = R\omega/v_m</math> na osnovu kojih se određuje dimenzija plastice i visina grebena <math>c</math>. Pravac kretanja je normalan na osu rotora i primenjuje se kod rotacionih sitnilica. Slična razmatranja primenjuju se i na rotacione drljače sa vertikalnom osom obrtanja rotora.</p>

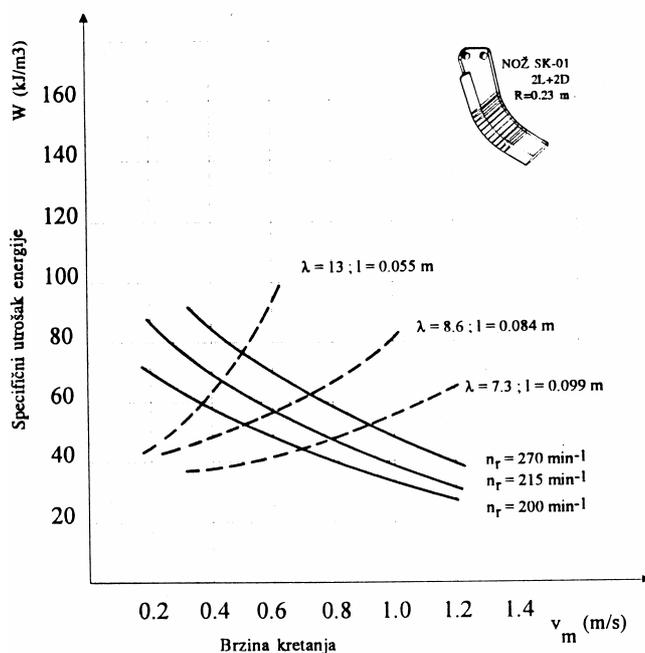
Sl. 3. Oblici plastice i relevantni parametri

Pri primeni rešetkastog plužnog tela eksploataciona ispitivanja su pokazala da prilikom oranja (plug IMT-610.65) na dubini od 20 do 30 cm, i širini zahvata do 39,6 cm, pri vlažnosti zemljišta od 18.13 do 20.14%, vučni otpori su u odnosu na puno plužno telo bili manji od 8 do 15% što se može objasniti trakastom konstrukcijom plužne daske i smanjenjem koeficijenta trenja.

Kod aktivnih radnih elemenata pojavljuju se brojni parametri koji osim na kvalitet rada utiču i na energetske pokazatelje. Rotaciono kretanje alata sa horizontalnom i vertikalnom osom obrtanja je sve češće u primeni zbog intenziteta sitnjena zemljišta kao i mogućnosti uklapanja u koncept mašina za obavljanje nekoliko operacija u jednom proходу (prvenstveno obrada zemljišta đubrenje i setva). Kod rotacionih mašina za obradu zemljišta utrošak energije i kvalitet rada pre svega zavisi od sledećih parametara:

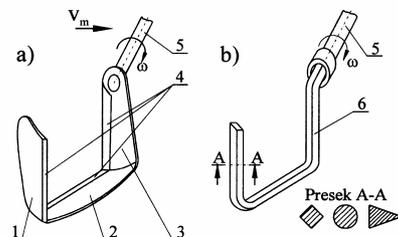
$$\text{Kvalitet, energija} \rightarrow f(\omega, R, v_m, \text{geometrija alata})$$

Na slici 4. prikazana je promena utroška energije po jedinici zapremine obrađenog zemljišta  $W$  u zavisnosti od brzine kretanja  $v_m$ , broja obrtaja rotora  $n_r$ , za različite duži ne odsečka  $l$  i kinematskog režima rada  $\lambda$  pri obradi neobrađenog zemljišta, srednje teškog (vlažnost 16.5 -18.5%), predusev kukuruz.

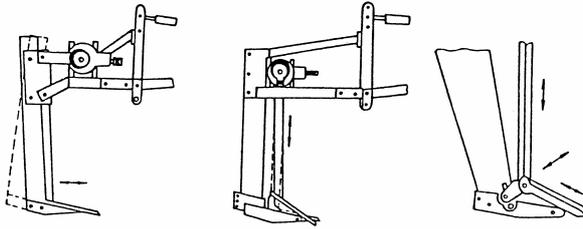


Sl. 4. Promena specifičnog utroška energije za obradu zemljišta sa rotacionim radnim elementima

Osim rešenja sa rotacionim kretanjem alata sa horizontalnom ili vertikalnom osom obrtanja istraživanja su vršena u pravcu osvajanja koncepcije sa osom obrtanja postavljenoj pod uglom u odnosu na dno brazde od  $45^\circ$ , a u ravni poprečnoj u odnosu na pravac kretanja, slika 5. Osnovu ovog rešenja čine segmenti 1, 2 i 3, spojeni u jednu celinu, a njihov međusoban položaj je definisan uglom od  $90^\circ$ . Osa vratila 5 prolazi kroz tačku koja je definisana spojem alata 1 i 2. Ceo sistem radnih elemenata je preko segmenta 3 čvrsto vezan za vratilo 5. Oštrica noža 4 je na suprotnoj strani od oštrice na segmentima 2 i 3. Radne površine, koje se nalaze iza noža oblikuju se tako da pri radu zadnjim delom odižu plasticu, ali ne zadiru u dno brazde. Ovim rešenjem, slika 5 a. bilo bi omogućeno i delimično prevrtanje plastice, sitnjenje i mešanje zemljišta. Zamenom alata može da se obezbedi i dopunska obrada zemljišta, slici 5b.



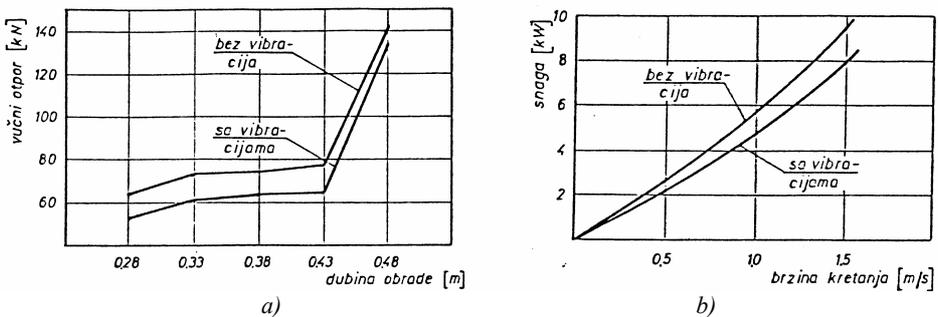
Sl. 5. Izgled sekcije sa uglom postavljanja o  $45^\circ$  prema dnu brazde



Sl. 6. Aktivni razrivački elementi

Primena savremenih tehnologija ukazuje da pri korišćenju aktivnih pogonjenih radnih elemenata sa oscilatornim kretanjem, za pripremu zemljišta, utrošena energija se znatno smanjuje u odnosu na pasivne radne elemente. Na osnovu tih analiza i primene traktora snaga preko 100 kW još više je došlo do razvoja mašina sa razrivačkim radnim organima. Na slici 7. prikazana su tri načina, koncepta aktivnih razrivača tj. sa prinudnim regulisanim kretanjem, oscilovanjem radnih elemenata razrivača.

Sa dijagrama promene vučnog otpora u zavisnosti od dubine obrade pri uporednim ispitivanjima razrivača sa i bez oscilovanja radnih elemenata, slika 7a. može se zaključiti da je vučni otpor pri malim dubinama obrade, do oko 0,4 m, manji kod razrivača sa oscilujućim radnim elementima za 17%. Takođe, uporedna ispitivanja prikazana dijagramom slika 7b. ukazuju da se potrebna snaga sa povećanjem brzine kretanja povećava znatnije kod razrivača bez oscilovanja radnih elemenata. Sitnjenje zemljišta je intenzivnije primenom oscilujućih radnih elemenata, odnosno sadržaj čestica zemljišta manjih od 0,02 m je za oko 40% veći kod obrade sa oscilujućim radnim elementima, a sabijenost zemljišta se smanjuje za 22%. Zona deformacije zemljišta je veća kod primene aktivnih razrivača.



Sl. 7. a) Promena vučnog otpora u zavisnosti od dubine obrade; b) snage u zavisnosti od brzine kretanja

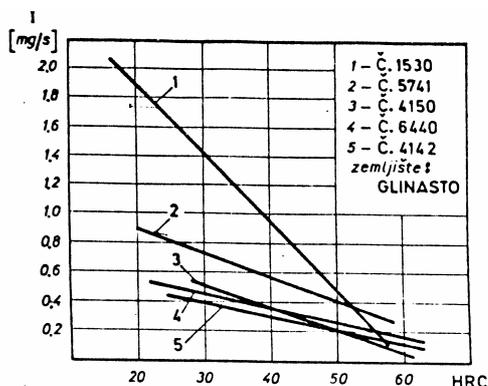
Materijal za izradu radnih elemenata je najčešće ugljenični čelik sa sadržajem ugljenika od 0,45 do 0,70% ugljenika, legirani čelici uz obaveznu termičku obradu i troslojni materijali. Pore termičke obrade izoternog kaljenja primenjuje se hemijsko termička obrada niskougljeničnih i legiranih čelika, u cilju postizanja veće tvrdoće površinskog sloja i otpornost na habanje, koroziju i veću dinamičku čvrstoću. Na slici 8. prikazano je istrošenje ugljeničnih i legiranih čelika različitog hemijskog sastava i oznaka, od kojih se izrađuju radni elementi pri obradi glinastog zemljišta vlažnosti 5 do 7.3% u zavisnosti od tvrdoće HRC čelika.

Sa dijagrama se može zaključiti da se povećanjem tvrdoće čelika istrošenje smanjuje. Za Č.1530 pri promeni tvrdoće od 40 na 55 HRC istrošenje se smanjuje 5 puta, dok kod legiranih čelika istrošenje se smanjuje 2 puta, odnosno istrošenja su manja i pri nižim tvrdoćama. Istraživanja su pokazala da istrošenje na različitim zemljištima nije isto što ukazuje na međuzavisnost vrste i stanja zemljišta i na legirajuće elemente čelika i to mangana, nikla, hroma, molibdena, titana volframa itd. Pored klasičnih materijala, ubrzana su istraživanja koja se odnose na kompo-

zitivne materijale sa ojačanjima (u obliku čestica, kratkih i dugih vlakana) koji obezbeđuju homogenost, obradljivost, tvrdoću i otpornost na habanje.

Promena koeficijenta trenja radnih elemenata i zemljišta uslovljava i promenu vrednosti otpora pri eksploataciji. Istraživanja u cilju određivanja koeficijenta trenja materijala Č.4320 za različite vrste zemljišta: ritske crnice, ritske smonice i aluvijuma pri promenljivoj vlažnosti od 15 do 25% ukazuju da se koeficijent trenja povećava sa porastom vlažnosti za 90 do 100% i da je karakter promene sličan za sva tri ispitivane vrste zemljišta. Povećanje koeficijenta trenja ima za posledicu povećanje vučne sile i istrošenje površine što dovodi do povećanja utroška energije i promene geometrijskih parametara radnih elemenata. U cilju smanjenja koeficijenta trenja između zemljišta i površine radnog elementa koriste se pluzne daske izrađene od traka postavljene u pravcu kretanja plastice, vibrirajuća pluzna tela, nanošenje vode i vazduha pod pritiskom na radne površine, pluzne daske od plastike ili kompozita, nanošenje prevlake od tvrdih materijala itd.

Kombinacije više baterija različitih radnih elemenata kod mašina za obradu zemljišta, pa i kombinacija pasivnih i aktivnih, ukazuju na kvalitetniju obradu uz manji utrošak energije. Ovakav koncept se primenjuje kod mašina za obavljanje nekoliko operacija u jednom proходу.



Sl. 8. Zavisnost istrošenja od tvrdoće materijala

#### 4. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja ukazuju da optimizacija radnih elemenata poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta zahteva analizu brojnih parametara. To se prvenstveno odnosi na oblik i geometrijske parametre, a kod aktivnih i pogonjenih radnih elemenata na kinematske i dinamičke parametre. Dalji razvoj ovih tehničkih podsistema treba usmeriti u iznalaženju novih oblika alata, putanja kretanja, materijala sa manjim koeficijentom trenja i većom otpornošću na istrošenje, uz vođenje računa o masi, kvalitetu rada, energetske pokazateljima, održavanju, proizvodnosti, ceni i uklapanju u koncept mašina za obavljanje nekoliko operacija u jednom proходу.

## LITERATURA

- [1] Ercegović Đ, Veljić M.: Značaj i mogućnosti određivanja koeficijenta trenja zemljišta o radne površine poljoprivrednih mašina, Tribologija u industriji, br. 4, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 1966.
- [2] Marković D., Veljić M., Mitrović Z.: Energetska analiza tehničkih sistema u obradi zemljišta, Jugoslovenski naučni časopis Savremena poljoprivredna tehnika, br. 3, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 1995.
- [3] Marković D.: Razvoj nove generacije univerzalnih rotacionih mašina za obradu zemljišta sa aktivnim brzo izmenljivim rotorima. Projekat, Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd, 1995.
- [4] Veljić M.: Razvoj rešenja mašina za obradu zemljišta sa rotacionim kretanjem noža, IV Jugoslovenski simpozijum: Mašine i mehanizmi, Univerzitetska istraživanja i primena u industriji, Zbornik radova IFToMM, Mostar, 1983.
- [5] Veljić M.: Razvoj oscilatornih sistema kod mašina za obradu zemljišta, Zbornik radova IRMES 95, Mašinski fakultet u Nišu, Niš, 1995.
- [6] Veljić M., Ercegović Đ., Doršević V.: Application of Protective Coating Against Wear of Soil Treating Agricultural Machinery Tools, Tribology in industry, N° 1, Mechanical Engineering Faculty, Kragujevac, 1977.
- [7] Veljić M.: Tehnološki procesi mehanizovane poljoprivrede, Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd, 1997.
- [8] Veljić M., Arandelović I., Marić D.: Nove tehnologije obrade zemljišta sa rotacionim kretanjem alata. Poljoprivredna tehnika, br. 1/2, Beograd, 1999.
- [9] Veljić M, Marković D, Marić D.: Mogućnost smanjenja utroška energije pri obradi zemljišta, Traktori i pogonske mašine, No. 4, Novi Sad 1999.
- [10] Mičić J., grupa autora: Savremena poljoprivredna tehnika u biljnoj proizvodnji, Monografija, Poljoprivredni fakultet, Beograd 1997.
- [11] Matthies H.J, Meir F.: Jahrbuch Agrartechnik, Agricultural Engineering, VDMA Landtechnik, VDI-MEG 2002.

**Napomena:** Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja koji delom finansira MNZŽS.EVB-PTP-6926B. i EVB PTP- 2088B.

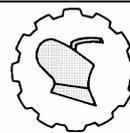
## PARAMETER OPTIMIZATION OF WORKING ELEMENTS OF TILLAGE AGRICULTURAL MACHINES

**Milan Veljić, Dragan Marković**

*Faculty of Mechanical Engineering - Belgrade*

**Abstract:** This work presents possibilities of parameter optimization of tillage agricultural machine tools referring to the shape, dimensions, kinematics, material, mass, and price. These parameters are analyzed in connection with applying conditions, agricultural engineering demands, work quality, energetic parameters, as well as universality and accordance with production abilities of work and propelling machine.

**Key words:** tillage tools, parameters, optimization.



UDK: 631.43

Originalan naučni rad  
Original scientific paper

## UTICAJ GAŽENJA STOKE PRI ISPAŠI NA ZBIJANJE PAŠNJAČKIH ZEMLJIŠTA

**Boško Gajić***Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Cilj istraživanja bio je utvrđivanje uticaja posledica višegodišnjeg gaženja krava i ovaca, u toku intenzivne ispaši na zbijanje beskarbonatnih, smoničavih livadskih crnica (semigleja) u dolini reke Kolubare. Za realizaciju tog cilja otvoreno je 6 zemljišnih profila u sličnim reljefskim uslovima, i to: 3 profila na parceli koja se, po izjavi njenog vlasnika, preko 20 godina koristi kao pašnjak, a druga 3 profila iskopana su na bliskom rastojanju pod prirodnom šumskom vegetacijom, koju čini zajednica hrasta lužnjaka i poljskog jasena (*As. Querceto-Fraxinetum serbicum*, *Rud.*) sa dobro razvijenim prizemnim travnim pokrivačem. Profili pod šumskom vegetacijom poslužili su kao uporedna (devičanska) zemljišta.

Rezultati ovih ispitivanja pokazali su da je se pod uticajem ispaše zapreminska masa (gustina) zemljišta značajno ( $P < 0.05$ ) povećala u površinskom delu profila (na dubinama od 0 do 10 i 10-20 cm), i to za  $0.29 \text{ Mg m}^{-3}$ , na dubini od 0-10 cm, i za  $0.13 \text{ Mg m}^{-3}$ , na dubini 10-20 cm, u poređenju sa livadskom crnicom pod šumom. To je istovremeno imalo za posledicu i znatno smanjenje ukupne poroznosti, makroporoznosti i hidrauličke provodljivosti. Ukupna poroznost livadske crnice pod pašnjakom smanjena je za oko 10% na dubini od 0 do 10 cm, odnosno, oko 4% na dubini 10-20 cm. U površinskom delu (0-20 cm) humusnog horizonta pašnjaka makroporoznost je za oko dva puta manja nego u šumi. Makroporoznost humusnog horizonta pašnjaka je veoma mala i varira od 2.9 do 7.8% zapreminskih. Saturisani hidraulički konduktivitet u humusnom horizontu (0-30 cm) pašnjaka je mnogo manji ( $8-10 \text{ mm h}^{-1}$ ) nego u šumi ( $115-285 \text{ mm h}^{-1}$ ).

Na osnovu rezultata ovih istraživanja može se zaključiti da fizičke osobine livadske crnice pod pašnjakom ne pružaju povoljne uslove za normalni porast i zdravlje biljaka.

**Ključne reči:** zbijanje, beskarbonatna vertična livadska crnica (*fluvisol*), fizičke osobine zemljišta, ispaša

### UVOD

Zbijanje zemljišta na pašnjacima izazvano ispašom stoke, na osnovu dostupne nam stručne literature, nije razmatrano kao ozbiljan problem u našoj zemlji. U razvijenim zemljama sveta to je danas prvorazredni problem, kojem se pridaje veliki značaj, što se

može videti i po velikom broju saopštenih i publikovanih radova iz ove problematike na mnogim naučnim skupovima i u vodećim međunarodnim časopisima (Willat i Pullar, 1984; Kelly, 1985; Schohefield *et al.*, 1985; Davies *et al.*, 1989; Mulholland i Fullen, 1991; Greenwood i McNamara, 1992; Proffit *et al.*, 1995; Holt *et al.*, 1996; Greenwood *et al.*, 1997; Drewry *et al.*, 2000; Burgess *et al.*, 2000; Drewry i Paton, 2000a; Drewry i Paton, 2000b; Singleton *et al.*, 2000; Roche, 2001; Drewry i Paton, 2005).

Prema podacima Statističkog godišnjaka Republike Srbije (2003), Srbija ima 816.596 ha zemljišta pod stalnim pašnjacima što čini oko 16% od njenih ukupnih poljoprivrednih površina.

Najvažniji efekat ispaše je zbijanje zemljišta, pod uticajem životinjskih kopita. Kada životinje stoje pritisak njihovih kopita na zemljište dostiže 1.5-2.0 kg cm<sup>-2</sup>, a 4.0 kg cm<sup>-2</sup> kada se kreću, što prema podacima koje navodi Docenko (Vladychenskiy, 1999), prevazilazi pritisak traktorskih točkova. Tokom godine za vreme ispaše jedna životinja oko 10 puta pređe preko iste površine (Rabotonov, 1984). Pri tome pritisak kopita se prostire do dubine oko 8-10 cm ispod površine zemljišta. Gaženje stoke pri ispaši dovodi do povećanja zbijenosti i do znatnih izmena i drugih fizičkih osobina zemljišta, naročito agregatnog sastava, poroznosti, njegove gustine, infiltracionog kapaciteta, hidrauličkog konduktiviteta, aeracije i čvrstoće (Mulholland i Fullen, 1991; Greenwood i McNamara, 1992; Drewry *et al.*, 1999; Burgess *et al.*, 2000; Whitmore, 2000). Izmene navedenih fizičkih osobina mogu uticati na tok odvijanja niza procesa u zemljištu koji su sa njima povezani, kao, na primer, erozije, kretanja vode, vazduha, toplote i hranljivih materija kroz zemljište, oksido-redukcionog potencijala i prevođenja hranljivih materija u biljkama dostupne forme. Ispaša stoke utiče i na izmene hemijskih i bioloških osobina zemljišta putem uriniranja i defekacije po njegovoj površini, ali u mnogo manjem stepenu nego na navedene fizičke osobine i procese.

Pored izmena fizičkih osobina i toka procesa u zemljištu, stoka gaženjem pri ispaši oštećuje korene biljaka i smanjuje njegovu penetracionu sposobnost. Gaženje utiče i na izmenu botaničkog sastava pašnjaka, porast i prinose biljaka usled njihovog gnječenja i drobljenja pri kretanju stoke (Drewry *et al.*, 1999).

Prema podacima koje navodi Roche (2001), usled gaženja stoke, tj. zbijanja zemljišta produkcija pašnjaka se može smanjiti za 20-80%, u zavisnosti od tipa i osobina zemljišta, i to za 4-8 meseci ispaše. Isti autor navodi podatak da u Irskoj malo oštećenje pašnjaka usled gaženja može rezultirati gubitkom od preko 70 £/akru, tj. 173 £/ha. Douglas i Crawford (1998) su utvrdili da se na zbijenim pašnjacima, u poređenju sa nezbijenim prinos suve materije može smanjiti za 1.7 t/ha do 2.1 t/ha.

Oštećenje zemljišta i pašnjaka je naročito veliko pri ispaši kada je vlažnost zemljišta visoka, onda kada je ona ravna ili veća od vlažnosti donje granice plastičnosti, što se obično dešava za vreme vlažne sezone. Tada kopita stoke lakše i dublje prodiru u zemljište, pri čemu dolazi do njegovog sabijanja. Prema navodima Robertsa (Roche, 2001), oštećenja zemljišta i travnog pokrivača pri ispaši krava na pašnjacima, kada je zemljište suvo, su uglavnom beznačajna.

Pored vlažnosti, stepen oštećenja zemljišta gaženjem zavisi i od njegovog mehaničkog sastava, čvrstoće strukturnih agregata, sadržaja organskih materija (humusa), kao i od vrste životinja i njihovog broja po jedinici površine, intenziteta i dužine ispaše. Vlažnija zemljišta sa manjim sadržajem organskih materija i heterogenijim mehaničkim sastavom su znatno podložnija zbijanju.

Cilj ovog rada je da se utvrdi uticaj gaženja ovaca i krava pri višegodišnjoj ispaši na zbijanje beskarbonatnih, jako smoničavih (vertičnih) livadskih crnica na aluvijalnom nanosu u dolini reke Kolubare. Za ocenu zbijenosti ispitano zemljište korišćeni su podaci o njegovoj gustini, ukupnoj poroznosti, sadržaju makropora i hidrauličkoj provodljivosti.

## MATERIJAL I METODE RADA

Lokacija na kojoj su izvršena istraživanja nalazi se u donjem toku reke Kolubare, u selu Piroman (geografske koordinate: 44°21'11" severne geografske širine i 17°47'05" istočne geografske dužine), u Srbiji, oko 35 km jugozapadno od Beograda. Zemljište na kojem su obavljena istraživanja pripada tipu beskarbonatnih, smoničavih, livadskih crnica obrazovanim na slabo karbonatnom aluvijalnom nanosu. Dubina njegovog humusnog (Ah) horizonta je 30 cm. Nekad se u ovom zemljištu u zimskom i prolećnom periodu nivo podzemne vode podigne do blizu površine. U letnjem periodu ono se isušuje do znatne dubine, zbog male količine atmosferskih taloga. U području ispitivanja prosečna višegodišnja suma atmosferskih taloga je oko 755 mm, a prosečna višegodišnja temperatura vazduha oko 11 °C (Gajić, 1998). Reljef na kojem je ovo zemljište obrazovano je ravan (prva suva terasa reke Kolubare).

Da bi se ostvario postavljeni cilj na istraženom zemljištu otvoreno je 6 zemljišnih profila. Tri profila su otvorena na parceli koja se, prema izjavi njenog vlasnika, intenzivno koristi više od 20 godina kao prirodni pašnjak za ispašu krava i ovaca. Glavnu masu trava na ovom pašnjaku čine mezofitne vrste sa dominacijom *Poa sp.* i *Ranninculus sp.* Ima i kserofita, među kojima dominira *Festuca ovina*. Zbog visokog (42-43%) sadržaja gline i višegodišnjeg procesa gaženja, praćenog poremećajem fizičkih osobina, delimično i čupanjem najkvalitetnijih vrsta trava koje stoka pase, travni pokrivač dosta degradira, čime se delimično može objasniti loš kvalitet i veoma slab prinos trava tog pašnjaka, na kojem se ne primenjuju skoro nikakve agrotehničke mere (đubrenje itd).

Na pašnjaku 12-13 časova dnevno, tokom cele godine, bez obzira da li je zemljište prevlašeno ili ne, pasle su dve do tri krave i 8-10 ovaca na površini od 1 ha.

Preostala 3 profila otvorena su u neposrednoj blizini pašnjaka (na udaljenosti oko 150 m) pod prirodnim šumskom vegetacijom, koju sačinjavaju zajednice hrasta lužnjaka i poljskog jasena (*As. Querceto-Fraxinetum serbicum*, Rud.). Livadske crnice pod prirodnim šumskom vegetacijom koje nisu gažene i korišćene za ispašu poslužile su kao kontrola, tj. upoređujuća (devičanska) zemljišta.

*Uzimanje uzoraka zemljišta i analize.* Iz otvorenih i morfološki detaljno izučениh zemljišnih profila, za laboratorijske analize kontinualno, dubine: 0-10, 10-20 i 20-30 cm, je uzeto po 5 uzoraka zemljišta u prirodnom (nenarušenom) stanju metalnim cilindrima zapremine 100 cm<sup>3</sup>. Na uzetim uzorcima u laboratoriji su određeni: gustina suvog zemljišta (zapreminska masa), ukupna poroznost, sadržaj makropra (prečnik >30 μm) i saturisani hidraulički konduktivitet.

Gustina suvog zemljišta izračunata je na osnovu mase i zapremine zemljišnih uzoraka uzetih cilindrima i osušenim u sušnici na 105 °C do konstantne mase. Ukupna poroznost je izračunata na osnovu podataka o gustini suvog zemljišta i gustini njegove čvrste faze. Gustina čvrste faze (specifična masa) zemljišta određena je Albert-Bogsovom metodom, sa ksilolom. Sadržaj makropora određen je na saturisanim

zemljišnim uzorcima uzetim cilindrima u "15 bar pressure plate extractor" pri pritisku od 10 kPa. Po dostizanju konstantne vlažnosti uzorci su osušeni u sušnici na temperaturi od 105 °C do konstantne mase. Određen je i sadržaj vlage pri pritisku od 10 kPa i gustina suvog zemljišta. Saturisani hidraulički konduktivitet određen je na permimetru sa promenljivim pritiskom, a obračun je izvršen korišćenjem Darsijeve jednačine.

Svi rezultati su statistički obrađeni korišćenjem kompjuterskog programa ANOVA iz statističkog paketa GENSTAT 5 sa 95% nivoom verovatnoće za određivanje signifikantnih razlika ( $P < 0.05$ ).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Pre diskusije rezultata o uticaju gaženja stoke na zbijenost zemljišta u tab. 1 dat je prikaz rezultata određivanja prosečnog sadržaja humusa i mehaničkog sastava istraženih livadskih crnica doline Kolubare, čije detaljne fizičke i hemijske karakteristike su objavljene ranije (Gajić, 1998).

Tab. 1. Prosečan sadržaj humusa i mehanički sastav izučenih livadskih crnica doline Kolubare

Dubina, cm	Sadržaj humusa, %	Prečnik mehaničkih frakcija, mm			Teksturane klase zemljišta po američkoj klasifikaciji (USDA)
		2–0.05	0.05–0.002	< 0.002	
Sadržaj mehaničkih frakcija, %					
Livadska crnica pod pašnjakom					
0 – 10	3.6	7.6	49.9	42.5	Prašasta glinuša
10 – 20	3.3	7.7	49.5	42.8	Prašasta glinuša
20 – 30	1.6	7.6	50.6	41.8	Prašasta glinuša
Livadska crnica pod prirodnom šumskom vegetacijom (kontrola)					
0 – 10	10.5	5.4	44.9	49.7	Prašasta glinuša
10 – 20	3.1	5.7	46.1	48.2	Prašasta glinuša
20 – 30	1.8	5.8	45.9	48.3	Prašasta glinuša

Analizirani uzorci (tab. 1), po američkoj klasifikaciji zemljišta prema teksturi spadaju u praškaste glinuše, sa skoro istim udelom frakcija praha (čestica prečnika 0.05 do 0.002 mm) i gline (čestica manjih od 0.002 mm). Podaci pokazuju da je prosečan sadržaj humusa u površinskim probama (0 do 10 cm) humusnog (Ah) horizonta pašnjaka oko 3 puta manji nego u šumi.

Podaci o ispitanim fizičkim osobinama, prikazani u tab. 2, pokazuju da je usled višegodišnjeg gaženja stoke pri ispaši došlo do velikog povećanja zbijenosti u površinskom delu (0-20 cm) humusnog horizonta istraženih profila livadskih crnica pod pašnjakom. U nešto manjem stepenu i u trećoj (20-30 cm) dubinskoj zoni utvrđeno je pogoršanje fizičkih osobina zemljišta koje su analizirane za ocenu njegove zbijenosti.

Višegodišnje gaženje stoke pri ispaši izazvalo je znatno ( $P < 0.05$ ) povećanje gustine zemljišta u humusnom horizontu pašnjaka, u poređenju sa šumom, kao kontrolnom varijantom (tab. 2). To povećanje gustine u površinskoj probi, 0-10 cm, je  $0.32 \text{ Mg m}^{-3}$ , a u probi na dubini 10-20 cm je  $0.13 \text{ Mg m}^{-3}$ . I u trećoj dubinskoj zoni (20-30 cm) utvrđeno je signifikantno povećanje gustine, ali je ono znatno manje –  $0.02 \text{ Mg m}^{-3}$ . Povećanje gustine zemljišta usled gaženja pri ispaši stoke (ovaca i krava) utvrdili su u svojim istraživanjima Mulholland i Fullen (1999), Drewry *et al.*, (2001).

Gustina zemljišta  $<1.1 \text{ Mg m}^{-3}$  smatra se optimalnom za normalan porast i zdravlje biljaka, a  $>1.3 \text{ Mg m}^{-3}$  veoma visokom (Houlbrooke et al., 1997). Obzirom da gustina zemljišta na istraženom pašnjaku varira od 1.31 do  $1.47 \text{ Mg m}^{-3}$  to znači da on ne pruža povoljne uslove za normalan porast biljaka.

Povećanje zbijenosti iznad optimalnih vrednosti dovodi ne samo do smanjenja prinosa biljaka i njihovog kvaliteta već i do pogoršanja mnogih drugih fizičkih osobina zemljišta (poroznosti, aeracije, vodoprovodljivosti itd.) i njegovih režima (vodnog, vazdušnog, toplotnog i hranljivog).

Tab. 2. Prosečne vrednosti fizičkih osobina livadskih crnica pod pašnjakom i šumom

Fizičke osobine zemljišta	Način korišćenja zemljišta					
	Pašnjak			Šuma (kontrola)		
Dubina (cm)	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
Gustina zemljišta ( $\text{Mg m}^{-3}$ )	1.31	1.42	1.47	0.99	1.29	1.49
Ukupna poroznost (% v/v)	51.7	46.8	45.2	61.8	51.1	44.6
Sadržaj pora $>30 \mu\text{m}$ (% v/v)	7.8	4.8	2.9	16.2	10.9	5.0
Saturisani hidraulički konduktivitet ( $\text{mm h}^{-1}$ )	11	8	8	285	154	115

Prilično visoke,  $1.29 \text{ Mg m}^{-3}$ , vrednosti gustine zemljišta u drugoj (10-20 cm) i trećoj (20-30 cm),  $1.49 \text{ Mg m}^{-3}$ , dubinskoj zoni humusnog horizonta u šumi mogu se objasniti povećanim bočnim pritiskom debelih i gustih korena drveća na okolno zemljište.

Ispaša stoke dovela je do znatnog ( $P<0.05$ ) smanjenja ukupne poroznosti pašnjačkog zemljišta (tab. 2). Istraživanja su pokazala da je ukupna poroznost u površinskoj (0-10 cm) probi humusnog horizonta pašnjaka (51.7%) za oko 10% manja nego u istom sloju šumskog zemljišta (61.8%), dok je u drugoj probi (10-20 cm) manja za 4.3%. U trećoj dubinskoj zoni (20-30 cm) razlika od 0.6% između ukupne poroznosti istraženog pašnjaka i šume nije signifikantna ( $P<0.05$ ). Prema podacima koje navode Adams i saradnici (Kravčenko, 1986) smanjenje ukupne poroznosti zemljišta za samo 1-2% dovodi do velikog smanjenja prinosa biljaka. Ukupna poroznost od 45 do 55%, a u tom intervalu se nalaze i vrednosti istraženog pašnjaka (45.2-51.7%), je po klasifikaciji koju navodi Kutílek (1978), odlika zbijenih zemljišta.

Višegodišnja intenzivna ispaša stoke pri različitim stepenima vlažnosti značajno ( $P<0.05$ ) je smanjila makroporoznost, tj. sadržaj makropora  $>30 \mu\text{m}$  u humusnom horizontu pašnjaka, u poređenju sa šumom (tab. 2). Najveće smanjenje sadržaja ovih pora, preko dva puta, utvrđeno je na dubini 0-20 cm. Sadržaj makropora u pašnjaku na dubini 0–20 cm varira od 4.8 do 7.8%, a u istoj dubini u šumi od 10.9 do 16.2%. I u uzorcima pod pašnjakom iz treće dubinske zone (20-30 cm), koji su bili van jakog uticaja gaženja kopitama stoke, utvrđeno je značajno smanjenje udela makropora (2.9%) u poređenju sa šumskim zemljištem (5.0%). Znatno smanjenje makroporoznosti u pašnjacima usled gaženja ovaca pri ispaši utvrdili su Drewry i Paton (2001).

Prema navodima Grablea, Cartera i Mukhtara et al. (Singleton et al., 2000), za normalan porast biljaka makroporoznost zemljišta, treba da je veća od 15%. Makroporoznost manja od 10% se obično uzima kao limit ispod kojeg je aeracija zemljišta otežana, tj. slaba.

To znači da je makroporoznost humusnog horizonta istraženog pašnjačkog zemljišta ispod kritičnog nivoa i da nije zadovoljavajuća za optimalni porast biljaka, s obzirom da je znatno manja od 10%.

Po mišljenju Bevana (Drewry, 1999), makropore su primarni putevi za kretanje vode u vlažnom zemljištu. Sa smanjenjem njihovog sadržaja redukuje se premeštanje vode, vazduha i hranljivih materija u rizosfernom horizontu. U situacijama kada je makroporoznost mala i drenaža pogoršana dolazi do smanjenja difuzije kiseonika, što ima za posledicu smanjenje porasta biljaka. Uticaj zbijanja na aeraciju zemljišta opširno su ispitali i dokumentovali Gradwell i Cannel (Drewry, 1999).

Saturisani hidraulički konduktivitet analiziranih zemljišnih uzoraka pod pašnjakom znatno ( $P < 0.05$ ) je manji nego u uzorcima pod šumskom vegetacijom i ima isti trend kao i makroporoznost. U humusnom horizontu (0-30 cm) šumskog zemljišta vrednosti saturisanog hidrauličkog konduktiviteta variraju od 115 do 285 mm h<sup>-1</sup>, dok su u istom horizontu pašnjačkog zemljišta, usled gaženja stoke, višestruko manje i variraju od 8 do 11 mm h<sup>-1</sup> (tab. 2). Optimalne vrednosti saturisanog hidrauličkog konduktiviteta zemljišta za normalan porast i zdravlje biljaka, prema navodima Walkera i Reutera (Drewry i Paton, 2000), treba da su veće od 70 mm h<sup>-1</sup>. Saturisani hidraulički konduktivitet <10 mm h<sup>-1</sup>, prema podacima navedenih autora, je veoma nizak i usporava drenažu zemljišta.

## ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazuju da je višegodišnje (duže od 20 godina) gaženje ovaca i krava pri intenzivnoj ispaši dovelo do znatnog zbijanja humusnog horizonta (0-30 cm) beskarbonatnih smoničavih livadskih crnica u dolini reke Kolubare. Izmene gustine, ukupne poroznosti i makroporoznosti u humusnom horizontu istraženih livadskih crnica pod pašnjakom ukazuju da je njegova zbijenost znatno veća nego u livadskoj crnici pod prirodnom šumskom vegetacijom. Saturisani hidraulički konduktivitet u istom horizontu takođe pokazuje da je zemljište pod pašnjakom znatno zbijenije nego u šumi. Livadska crnica pod pašnjakom pokazuje znatno veću gustinu, a manji saturisani hidraulički konduktivitet, ukupnu poroznost i makroporoznost od livadske crnice pod šumom.

## LITERATURA

- [1] Burgess, C.P., Champan, R., Singleton, P.L., Thom, E.R. (2000): Shallow mechanical loosening of a soil under dairy cattle grazing: Effects on soil and pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 43, p. 279–290.
- [2] Davies, A., Adams, W.A., Wilman, D. (1989): Soil compaction in permanent pasture and its amelioration by slitting. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*, Vol. 113, p. 189–197.
- [3] Douglas, J.T., Crawford, C.E. (1998): Soil compaction effects on utilization of nitrogen from livestock slurry applied to grassland. *Grass & Forage Science*, Vol. 53, p. 31–40.
- [4] Drewry, J.J., Lowe, J.A.H., Paton, R.J. (1999): Effect of sheep stocking intensity on soil physical properties and dry matter production on Pallic Soil in Southland. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 42, p. 493–499.
- [5] Drewry, J.J., Paton, R.J. (2000a): Effect of subsoiling on soil physical properties and dry matter production on a Brown Soil in Soutland, New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 43, p. 259–268.

- [6] Drewry, J.J., Paton, R.J. (2000b): Effects of cattle treading and natural amelioration on soil physical properties and pasture under dairy farming in Southland. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 43, p. 377–386.
- [7] Drewry, J.J., Littlejohn, R.P., Paton, R.J. (2000): A survey of soil physical properties on sheep and dairy farms in southern New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 43, p. 251–258.
- [8] Drewry, J.J., Paton, R.J., Monaghan, R. M. (2004): Soil compaction and recovery cycle on a Southland dairy farm: implications for soil monitoring. *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 42, p. 851–856.
- [9] Drewry, J.J., Paton, R.J. (2005): Effects of sheep treading on soil physical properties and pasture yield of newly sown pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 48, p. 39–46.
- [10] Gajić, B. (1998): Comparative Investigations of Physical Properties in Various Varieties of Meadow Black Soils of the Kolubara Valley. *Review of Research Work at the Faculty of Agriculture*, Vol. 43, No 2, p. 25–38.
- [11] Greenwood, P.B., McNamara, R.M. (1992): An analysis of the physical condition on two intensively grazed Southland soils. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, Vol. 37, p. 71–75.
- [12] Greenwood, K.L., MacLeod, D.A., Hutchinson, K.J. (1997): Long-term stocking rate effects on soil physical properties. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Vol. 37, p. 413–419.
- [13] Holt, J.A., Bristow, K.L., McIvor, J.G. (1996): The effects of grazing pressure on soil animals and hydraulic properties of two soils in semi-arid tropical Queensland. *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 34, p. 69–79.
- [14] Houlbrooke, D.J., Thom, E.R., Champan, R., McLay, C.D.A. (1997): A study of the effects of soil bulk density on ryegrass root and shoot growth. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 40, p. 429–435.
- [15] Kelly, K.B. (1985): Effects of soil modification and soil treading on pasture growth and physical properties of an irrigated red brown earth. *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 36, p. 799–807.
- [16] Kravčenko, V.I. (1986): Uplotnenie počv mašinami. *Izdatelstvo NAUKA Kazahskoj SSR, Alma-Ata*, p. 95.
- [17] Kutílek, M. (1978): Vodohospodářská pedologie. *SNTL/ALFA, Bratislava*, p. 78.
- [18] Mulholland, B., Fullen, M. A. (1991): Cattle trampling and soil compaction in loamy sands. *Soil Use and Management*, Vol. 7, p. 189–192.
- [19] Proffit, A.P.B., Jarvis, R.J., Bendotti, S. (1995): The impact of sheep trampling and stocking rate on the physical properties of a red duplex soil with two initially different structures. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 46, p. 733–747.
- [20] Rabotnov, T.A. (1984): *Lugovedenie*. Moscow University, Moscow, p. 319.
- [21] Roche, J. (2001): Is soil compaction a problem on your farm? *Irish Farmers Journal, Interactive*.
- [22] Scholefield, D., Patto, P.M., Hall, D.M. (1985): Laboratory research on the compressibility of four topsoils from grassland. *Soil and Tillage Research*, Vol. 6, p. 1–16.
- [23] Singleton, P.L., Boyes, M., Addison, B. (2000): Effect of treading by dairy cattle on topsoil physical conditions for six contrasting soil types in Waikato and Northland, New Zealand, with implications for monitoring. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 43, p. 559–567.
- [24] Vladychenskiy, A.S. (1999): Soil-Ecological Monitoring of Pasture in Semiarid Mountains. *Türkiye Toprak İlimi Derneği, Bildiri Özetleri*. Interactive.
- [25] Willat, S.T., Pullar, D.D. (1984): Changes in soil physical properties under grazed pastures. *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 22, p. 343–348.
- [26] Whitmore, A.P. (2000): Impact of Livestock on Soil. Conference: Sustainable Animal Production. Hannover, Germany, 16. October, 2000.

## INFLUENCE OF THREADING OF GRAZING CATTLE ON PASTURE SOIL COMPACTION

**Boško Gajić**

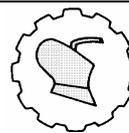
*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** The aim of the performed investigations was to establish the influence of long-term threading of neat cattle and sheep during intensive grazing on compaction of non-carbonate, smonitza-like meadow black soils in the Kolubara river valley. To achieve the set task, six soil profiles were opened under similar relief conditions. Three of the profiles originated from a plot which has been, according to the statement of its owner, more than 20 years used as grazing land, and the other 3 profiles were opened at a nearby site under natural forest vegetation, comprised of common oak and common ash (*As. Querceto-Fraxinetum serbicum*, *Rud.*) with a well developed grass cover in the ground layer. The profiles under forest vegetation served as comparative (virgin) soils.

Bulk density of the soils in the surface (0-10 cm and 10-20 cm) layers of the humus horizon of the meadow black soil under grazing land increased significantly ( $p < 0.05$ ) due to the grazing, by  $0.29 \text{ Mg m}^{-3}$  in the layer between 0 and 10 cm, and by  $0.13 \text{ Mg m}^{-3}$ , in the layer between 10 and 20 cm, in comparison with the forest black soil. At the same time, this caused a significant decrease of total porosity, macroporosity and hydraulic conductance.

Total porosity of the meadow black soil under grazing land was decreased by about 10% in the layer between 0 and 10 cm, and about 4% in the layer between 10 and 20 cm. In the surface layer (0-20 cm) of the humus horizon of the grazing land macroporosity is about two times lower than in the forest. Macroporosity of the humus horizon of the grazing land is very low and varies between 2.9 and 7.8% vol. Saturated hydraulic conductivity in the humus horizon (0-30 cm) of the grazing land is significantly lower ( $8\text{-}10 \text{ mm h}^{-1}$ ) than in the forest ( $115\text{-}285 \text{ mm h}^{-1}$ ). The investigated physical characteristics of meadow black soil under grazing land do not yield favourable conditions for normal development and health of crops.

**Key words:** *compaction, non-carbonate vertic meadow black soil (fluvisol), physical soil properties, grazing.*



UDK: 631.348

*Original scientific paper  
Originalan naučni rad*

## APPLICATION OF HERBIZIDES BY DIRECT INJECTION FOR SITE - SPECIFIC SPRAYERING

Schulze Lammers, P., Hlobeň, P. and Sökefeld, M.

*Institute of Agricultural Engineering,  
University of Bonn, Nussallee 5, Bonn, D-53115*

**Abstract.** A laboratory model for an direct injection system was designed for the metering of appropriate herbicide into a carrier close to the nozzles. Two experiments were performed to investigate the dynamic behavior of this system. In the first experiment the position of the injection point was the center of a boom section and in the second experiment the chemical ingredient was injected close the nozzle. For these experiments a laboratory model of an injection sprayer system was employed. The concentration of metered chemical ingredient was measured down-stream of the injection point using a conductivity sensor based on sensing the electrical conductivity of a salt solution. This sensor was developed for the evaluation of the system time response characteristic of the sprayer.

The direct nozzle injection assembly provided a minimal response time from injection point to nozzle tip with less than 2.8 s. The injection applied to a boom section caused response time with a maximum of 7.5 s. This implies a maximum position error of 6.8 to 16.7 m at 8 km h<sup>-1</sup> forward speed of the sprayer with camera system for weed detection.

**Key words:** *direct injection sprayer, weed detection, online herbicide application, response time.*

### 1. INTRODUCTION

In order to use the full advantages of site-specific weed control herbicide application based on information about the distribution of weed species it is necessary to use an application technology which is able to change the application rate and the type of herbicide rapidly. One option is to employ sprayers with an integrated direct injection system. In injection sprayers, herbicides and carrier are kept separate. According to the indications of the weed treatment map (offline application) or directly from the weed analysis camera system (online or real time application) (Gerhards et al., 2001), the herbicides are metered into the carrier and mixed immediately before entering the nozzles. One crucial factor in current direct injection systems - is response time, i.e., the time it takes for the mixed solution to flow from the injection point to the spray nozzles.

As it is required to carry out online application, the distance between the point of injection and nozzle has to be minimized. Nozzle injection promises very short response times less than 3 seconds. However, it has the disadvantage of inappropriately mixing of the carrier with the chemical in the nozzle. This problem is not significant in boom injection systems due to the long time for mixing. Frost (1990) described a method for response time minimization in boom injection systems by reducing boom diameter. Another benefit of this system is that it does not require additional plumbing to deliver the chemical to each nozzle.

In the proposed direct injection system, the proportional valve was used for the metering of appropriate herbicide into the carrier close to the nozzles. Two points of injection were investigated for response time characteristics. One of the points of injection was placed in the middle of the boom and the second one before the individual nozzle.

For measuring the response time, a method for the dynamic measurement mixture concentration in the nozzle was developed. A conductivity sensor was applied for the dynamic measurement of the mixture concentration of injected salt solution as described by Paice (1997). This method was used in a laboratory model of an injection sprayer system for the immediate determination of response time parameters.

## 2. DIRECT INJECTION SPRAYER DESIGN

The direct injection sprayer system in combination with a weed detection camera system was designed to fulfil the requirements of real time herbicide application. The main limiting factor of online application is the total response time of the sprayer system  $T_S$  consisting of the individual periods of time elapsing during each step of the online application process.

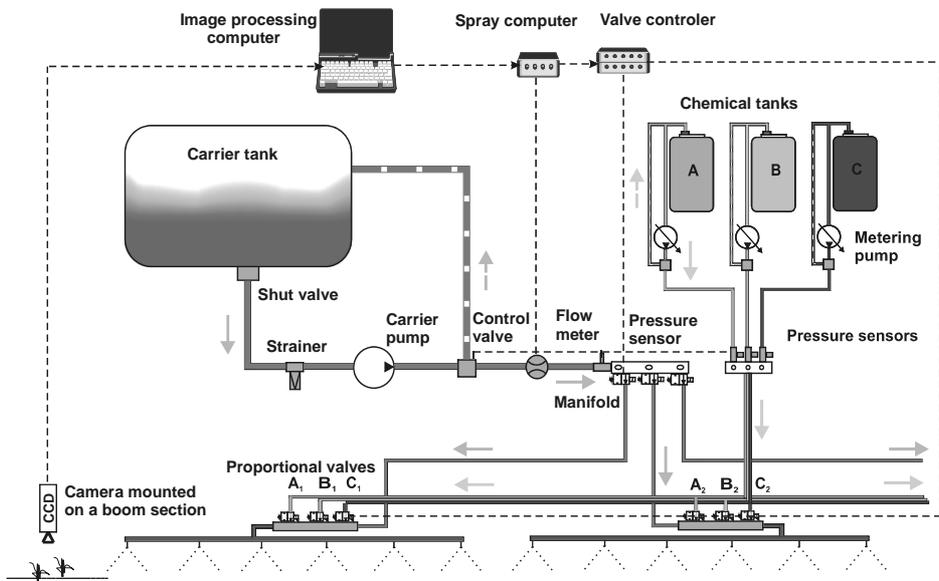


Fig. 1: Scheme of the proposed direct injection system

The first part in the sum is the time required for the detection and recognition of the weeds  $T_d$ , because of the high processing requirements the time of detection for a system with 3 CCD cameras is about 1 second (Gerhards et al. 2002). The second part is the response time  $T_r$ , which depends on the number, the length and diameter of the nozzle supply lines and on the mixture flow rate.

In the proposed system (Fig. 1), a CCD camera with a spatial resolution of 3 m is mounted to each boom section. The distance between the camera and the boom is about 1 m. The camera system provides information about the amount and type of herbicide of weed to the spray computer, which controls the flow rate in the system (Gerhards and Soekefeld, 2001).

### 3. MATERIALS AND METHODS

#### 3.1 Experimental Arrangement

An experimental arrangement was assembled to evaluate the accuracy and time response of the direct injection system (Fig. 2). The hydraulic system delivers the active ingredient to the point of injection, which was placed at the boom (T-configuration, Fig. 3 I.) and at the nozzle (straight configuration, Fig. 3 II.).

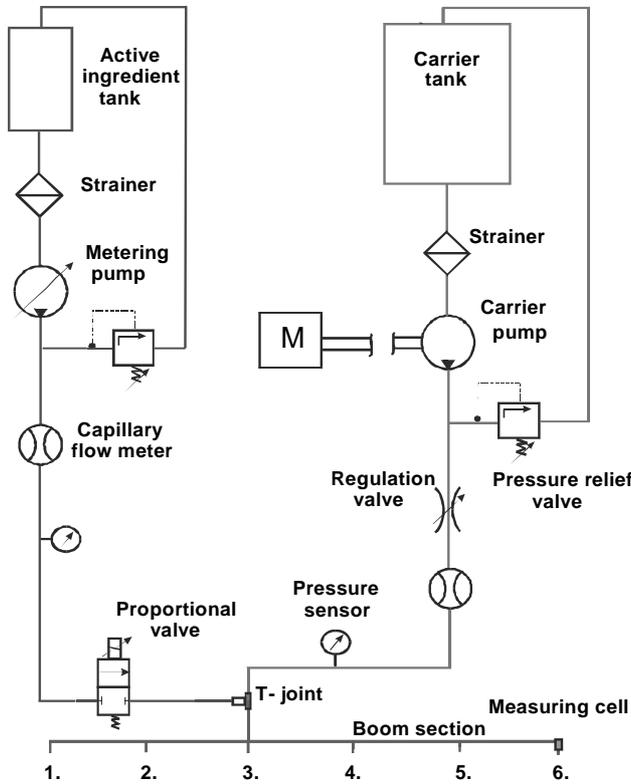


Fig. 2: Experimental arrangement of chemical injection system

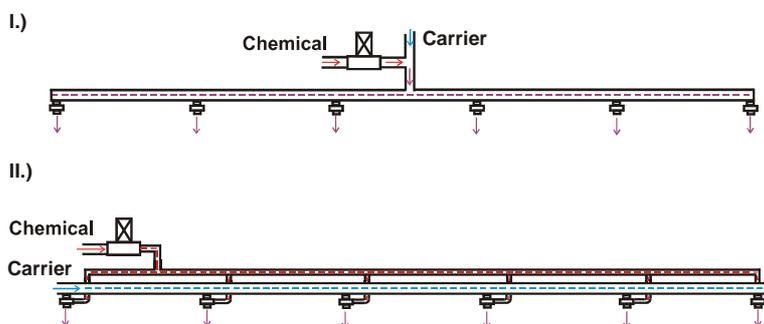


Fig. 3: Boom configurations, section of 3 m width

The system included an active ingredient tank. A gear injection pump and a proportional valve (pulse width modulated) were used for the metering of an appropriate amount of tracer into the carrier. The same type of valve was used for both above mentioned configurations. The active ingredient flow was measured with a capillary flow sensor. The relative pressure in the active ingredient tubes was measured by a pressure transmitter.

A sprayer diaphragm pump supplied the carrier flow through the manifold to one boom section. The carrier pressure was measured by a pressure transmitter, while a magnetic-induction flow meter measured the carrier flow. In the boom injection configuration, the carrier and active ingredient lines were connected by means of one T- connector to the 3 m long sprayer boom with 6 nozzles spaced 50 cm apart.

In the nozzle injection configuration, the T- connector was located immediately before the conductivity sensor at nozzle position 3 (Fig. 2). The distance between the centre of the T- connector and both electrodes was 40 mm.

### 3.2 Dynamic Measurement of Spray Mixture Concentration

For determination of response time, a method for the dynamic measurement of spray mixture concentration was developed (Hlobeň et al., 2003). This method is based on sensing the electrical conductivity of a sodium chloride (NaCl) solution which flows between electrodes in a measuring cell. The sensor causes the voltage to break down according to the conductivity of the spray mixture. NaCl diluted in water at a basic concentration of  $20 \text{ g l}^{-1}$  was used as an active ingredient for this method.

The conductivity inline measuring cell was installed at one nozzle location immediately before the nozzle in the spray boom of a laboratory model of a direct injection sprayer system. The system pressure was set by degrees to 1, 3, and 5 bar. The carrier flow through the measuring cell was maintained at a constant level using XR 80015, 8003, 8005 flat fan nozzles. The active ingredient flow ranged from  $0.0$  to  $520 \text{ ml min}^{-1}$  depending on the differential pressure and the proportional valve control signal.

The mean of active flow rate, the carrier flow rates and the concentration of the basic solution were used to calculate the mixture concentration. Mean and standard deviations (SD) of the output voltages from 6 replications were determined for each system pressure and mixture concentration.

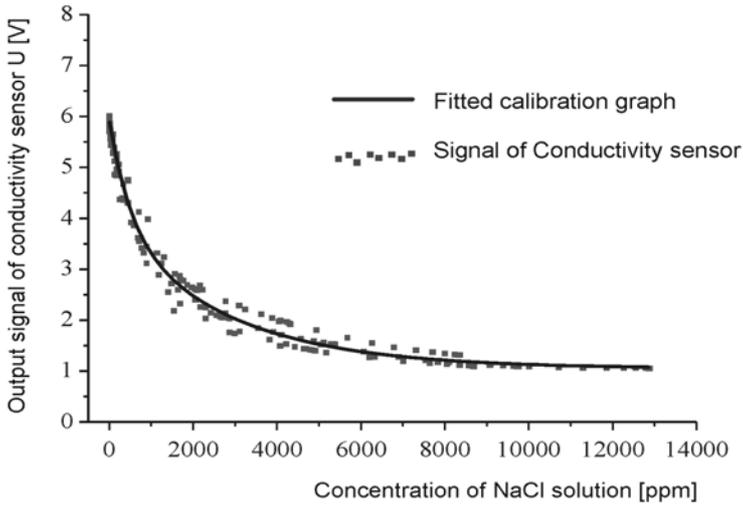


Fig. 4: Calibration graph for conductivity sensor

### 3.4 Measurement of Response Time

The objective of these experiments was to measure the dynamic response parameters which can be used to evaluate the applicability of the tested systems for variable-rate herbicide application. Response times at the nozzle were measured for both configurations (nozzle and boom injection) and for the whole range of applied nozzles and system pressures. Two transient characteristics for the mixture concentration were measured in the flow-through the cell to evaluate the response time of the injection system.

The response time was defined as duration required for the output response to a step input to reach 95% of concentration. The value of 95% of concentration was chosen as efficacy threshold (a concentration of chemical for satisfactory weed control) (Bennett et al., 1997). The lag time is the time from starting the injection of ingredient to 10 % of the concentration is exceeded.

#### Nozzle Injection

For the nozzle injection configuration, the step change tests were performed only for one nozzle. The chemical supply line (6 m length) from the proportional valve was connected directly to the nozzle T-connector and to the conductivity sensor at position 3 on the boom. The nominal nozzle flow rates from 340 to 3200 ml min<sup>-1</sup> are equivalent to the application rates required in a real-time application approach using cameras for the recognition of weeds. The proportional valve was operated to inject a constant volume of the active ingredient. Different constant carrier flow rates were maintained during each measurement. In a second experiment the carrier flow rate was kept constant, while the ingredient flow rate was varied from 10 to 100 ml min<sup>-1</sup>. In a third part of the experiment the influence of viscosities on the response time were studied. The range of viscosities was chosen among the current active ingredients varying from 1 to 200 mPa.

## Boom Injection

For the measurement of response parameters for the boom injection configuration, the conductivity sensor was located at the outermost nozzle. Spray booms with 6, 8 and 12 mm ID were used during the test, in order to investigate the influence of different boom diameters on the response time. The nominal flow rate of the XR 8005 nozzle ranged between 1140 and 2540 ml min<sup>-1</sup> at system pressures set by degrees to 1, 3 and 5 bar. The flow rates in the system were calculated from measurements of the weight of water sprayed from each nozzle over a time period. The flows in the system had Reynolds numbers in the range between 4000 and 20 000. This ensures adequate mixing of the carrier with an active ingredient.

## 4. RESULTS AND DISCUSSION

### 4.1 Dynamic Response Results

#### Nozzle Injection Results

Measurements of response parameters were well repeatable with the largest SD being 0.6 for the 6 replications of data collected. Generally, it was possible to conclude that the shortest times were obtained for all measurements by the greatest flow rates.

Fig. 5 compares average lag and response times for a constant nozzle flow rate. The active ingredient flow rates rise from 10 to 100 ml min<sup>-1</sup>. The graph indicates that increasing the ingredient flow rate greatly reduced the total lag time. The greatest lag time 0.25 s was obtained at the a flow rate of 10 ml min<sup>-1</sup>, while the shortest lag time measured was 0.1 s at an active ingredient flow rate of 100 ml min<sup>-1</sup>. Response time varied in this configuration between 2.05 and 2.8 s.

Lag and response times at constant flow rates of active ingredient are displayed in Fig. 6. The constant ingredient flow rate was maintained at 10 ml min<sup>-1</sup>. There is a decrease of lag time and response time with increasing flow rates of carrier.

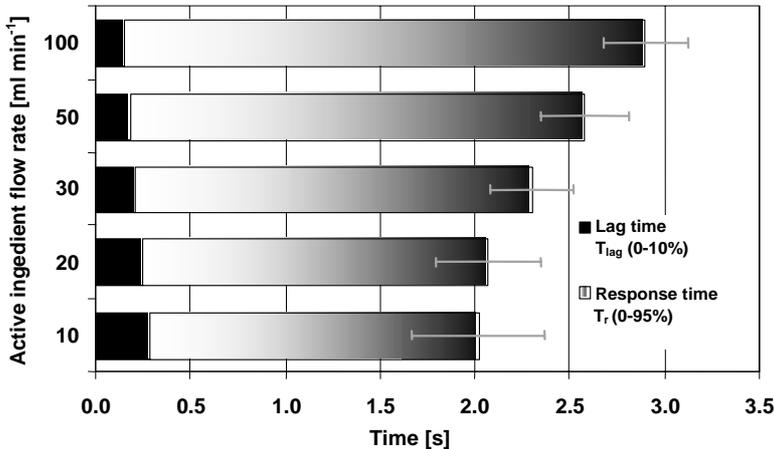


Fig. 5: Comparison of lag ( $T_{lag}$ ) and response time ( $T_r$ ) at constant nozzle flow rate (1.14 l min<sup>-1</sup>) for different active ingredient flow rates (location of injection: nozzle)

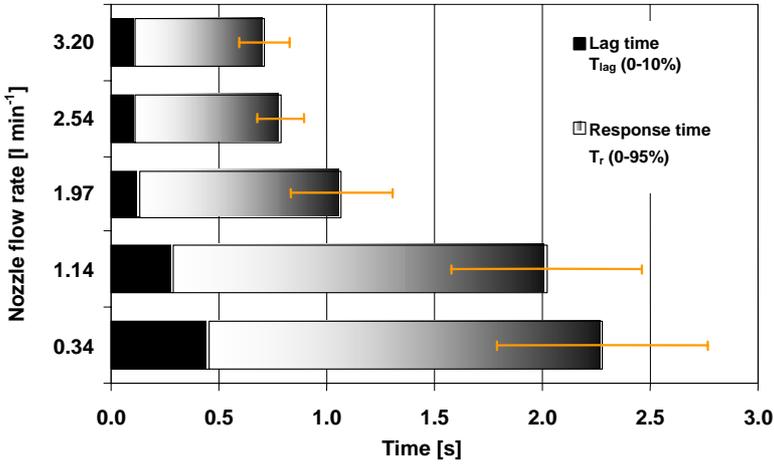


Fig. 6: Comparison of lag ( $T_{lag}$ ) and response time ( $T_r$ ) for different carrier nozzle flow rates at constant active ingredient flow rate ( $10.0 \text{ ml min}^{-1}$ , location of injection: nozzle)

Fig. 7 presents the influence of different viscosities of the active ingredients on the time parameters. The tests was performed with a constant carrier flow rate of  $1.97 \text{ l min}^{-1}$  and two different injection flow rates of  $10$  and  $30 \text{ ml min}^{-1}$ . Response time increases with higher viscosities and when the injection flow rate is enlarged.

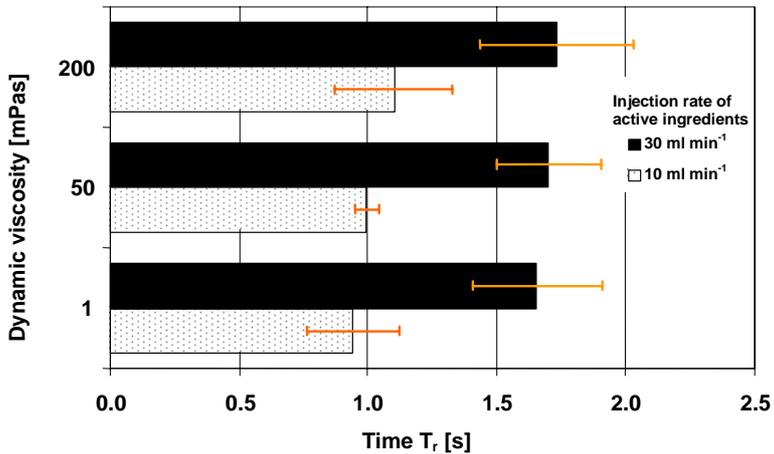


Fig. 7: Comparison of response time ( $T_r$ ) for different viscosities of active ingredients (1 to 200 mPa s; 1 mPa s = viscosity of water) at constant carrier flow rate ( $1.97 \text{ l min}^{-1}$ ) and with two flow rates of the active ingredient

### Boom Injection Results

The minimum response time was determined at 1.7 s at boom diameter of 6 mm and a flow rate of 2.5 l min<sup>-1</sup>. The maximum lag time of 7.3 s was obtained with the boom diameter of 12.7 mm and the lowest flow rate of 1.1 l min<sup>-1</sup>. Thus with the boom diameter the time parameters of an direct injection system can be changed as it is expected. But the magnitude of response times requires a disconnection of weed detection system and application technique. At a forward speed of 7 km h<sup>-1</sup> the distance of 3.4 to 14.6 m would be passed till an accurate application would appear. Boom injection therefore is appropriate just for the mapping concept.

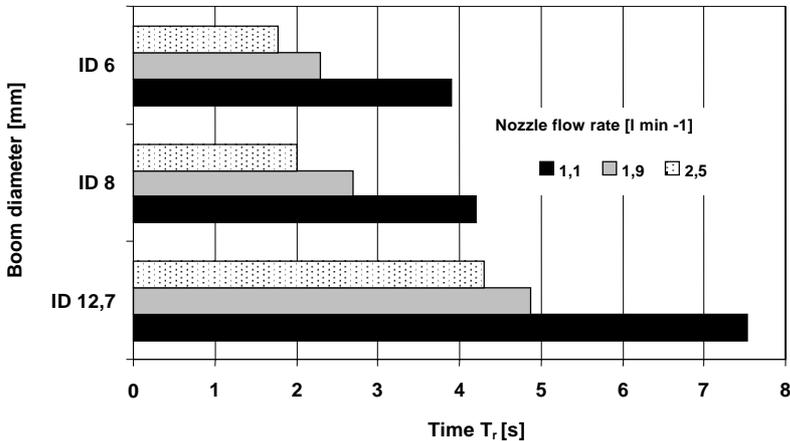


Fig. 8: Comparison of reponse time ( $T_r$ ) for different boom diameters and 3 carrier flow rates (location of injection: boom section)

### 5. CONCLUSIONS

The proposed laboratory model of a direct injection system was proved suitable for the measurements of response time characteristics. The results from the dynamic measurements of mixture concentration showed good level of accuracy of the conductivity sensor and proved the practicability of this method. There are significant functional relations between mixture concentration and output signal. The inline measuring cell can be installed in any place throughout the length of the spray boom. Thus, it can be used to determine lag and response time.

The results obtained from the series of tests indicate that it is feasible to construct a sprayer with a direct nozzle injection system, in which the flow of the chemicals is controlled by means of a proportional valve. With near to nozzle injection response time is less than 2.8 s. When using the boom section as location of injection the boom diameter greatly influences the response time. The shortest response time for this case is 1.7 s at the highest nozzle flow rate of 2.5 l min<sup>-1</sup>. However compared to the nozzle injection there is no improvement possible. Even if the boom diameter is reduced an acceptable response time will not be obtained. For the nozzle injection, improvements by optimization of the mixing process are still possible and hence reduce the response time.

With evolving computer technology, it will be possible to reduce the time necessary for image processing, thus gaining greater time reserves for a successful application.

## REFERENCES

- [1] Bennett, K.A. and R.B. Brown, 1997. Direct nozzle injection and precise metering for variable rate herbicide application. ASAE Paper No. 971046. Minneapolis, Minnesota.
- [2] Frost, A.R., 1990. A pesticide injection metering system for use on agricultural spraying machines. J. agric. Engng Res 46, 55-70.
- [3] Gerhards, R. and M. Sökefeld, 2001. Sensor systems for automatic weed detection. Proceedings of the BCPC conference – weeds 2001: 827-834.
- [4] Hloben, P., M. Sökefeld and P. Schulze Lammers, 2003. On-line methods for determining mixture concentration in direct injection systems for site specific herbicide application. Proceedings of the Agriculture Engineering Conference 2003: 373-378.
- [5] Koo, Y.M., S.C. Young and D.K. Kuhlman, 1987. Flow characteristic of injected concentrates in spray booms. ASAE Paper No. 87-16202.
- [6] Niebuhr, J. and G. Lindner, 1994. Physikalische Messtechnik mit Sensoren. Muenchen, R. Oldenbourg Verlag GmbH
- [7] Paice, M.E.R., P.C.H. Miller and A.G. Lane, 1997. The response characteristics of a patch spraying system based on injection metering. Aspects of Applied Biology 48: 41-48.
- [8] Zhu, H., H.E. Ozkan, R.D. Fox, R.D. Brazee and R.C. Derksen, 1997. Reducing metering lag and nonuniformity for injection sprayers applying highly viscous fluids. ASAE paper No. 97-1044

**Acknowledgement:** The project was financially supported by the German Research Foundation (DFG), Graduiertenkolleg 722.

## APLIKACIJA HERBICIDA DIREKTNIM INJEKTIRANJEM U KONCEPTU PRECIZNOG PRSKANJA

**Schulze Lammers, P., Hlobeň, P., Sökefeld, M.**

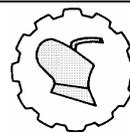
*Institut za poljoprivredno inženjerstvo  
Univerzitet u Bonu, Bon*

**Sadržaj:** Laboratorijski model direktnog injektorskog sistema je razvijen u smislu odgovarajuće aplikacije herbicida u blizini radnog rasprkivača. Dva eksperimenta su izvedena u cilju istraživanja dinamike ovog sistema. U prvom, pozicija injekcijske tačke je bila centar krila prskalice a u drugom hemikalija je injektirana u blizini rasprkivača. U svrhu ovog eksperimenta, laboratorijski model injektorskog uređaja je upotrebljen. Koncentracija aktivne supstance je merena ispod struje injekcijske tačke upotrebom konduktivnog senzora baziranog na električnoj provodljivosti slanog rastvora. Ovaj senzor je razvijen za procenu vremena odgovora sistema prskalice.

Uređaj za direktno injektiranje pokazuje minimalno vreme reakcije od injekcijske tačke do vrha rasprkivača, manje od 2.8 s. Injektiranje primenjeno na sekcijama krila pokazalo je reaktivno vreme maksimalno do 7.5 s. Ovo implicira maksimalnu pozicionu grešku od 6.8 do 16.7 m pri 8 km/h brzine prskalice sa detekcionim sistemom korova snimanjem kamerom.

**Ključne reči:** direktno injektiranje, prskalice, detekcija korova, linijska aplikacija herbicida, vreme reakcije.





UDK: 631.347: 626.842

*Stručni rad  
Profesional paper*

## **SPECIFIČNOSTI TEHNIČKO - EKSPLOATACIONIH KARAKTERISTIKA SISTEMA ZA MIKRO NAVODNJAVANJE U ZAŠTIĆENOM PROSTORU**

**Nebojša Momirović, Dejan Orlović, Mićo V. Oljača**

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

emomirov@agrifaculty.bg.ac.yu ksedej@ptt.yu omico@agrifaculty.bg.ac.yu

**Sadržaj:** U toku gajenja useva krastavca na imanju "Zeleni hit d.o.o.", Beograd, u plasteniku tipa visoki tunel, korišćeni su: mikrorasprskivač tipa Agridor-4190 i T-tape trake za navodnjavanje kap po kap, različite veličine protoka i rastojanja između emitera. Eksperimentalno ispitivanje je pokazalo potpunu ujednačenost emisije vode na svim mikrorasprskivačima po dužini cevovoda.

Ispitivanje traka za navodnjavanje pokazuje da model TSX 508-15-1000 ima najbolje karakteristike ujednačenosti emisije vode po dužini trake, sa najmanjim koeficijentima varijacije na obe vrednosti radnog pritiska. Istovremeno, kod ovog modela je najviše izražen uticaj promene radnog pritiska na veličinu emisije izraženu po metru dužine laterala.

**Ključne reči:** zaštićen prostor, mikrorasprskivači, trake za navodnjavanje.

### **UVOD**

Obim navodnjanih površina u Srbiji već godinama stagnira na oko 2% obradivih površina.

Potreba za racionalnim korišćenjem objektivnih resursa vode dovela je do značajnog usavršavanja metoda navodnjavanja [15]. Nedostatak vode za navodnjavanje visokog kvaliteta je jedan od najvećih problema današnjice i budućnosti, koji je moguće efikasno rešiti korišćenjem mikrosistema za navodnjavanje.

Površine pod plastenicima i staklenicima u Srbiji su veoma male [8] i procenjuju se na negde oko 65 ha, (Momirović, 2000). Najveći deo proizvodnje u zaštićenom prostoru (oko 2500 ha) odvija se bez grejanja u niskim, poluvisokim ili visokim tunelima, dok se u blok plastenicima i staklenicima rano povrće proizvodi uz dopunsko grejanje.

Tab. 1. Zastupljenost plasteničke i stakleničke proizvodnje u Svetu

Geografsko područje	Plastenici (ha)	Staklenici (ha)	Ukupno (ha)
Područje Mediterana	67700	7900	75600
Severna Evropa	16700	25800	42500
Azija	138200	3000	141200
Amerika	15600	4000	19600
Ukupno	238200	40700	278900

## 2. CILJ ISPITIVANJA

Eksperimentalna ispitivanja u ovom radu, obavljena su na sistemima za mikrokišenje i sistemima navodnjavanja kap po kap, poznatih svetskih kompanija, postavljenih u plastenicima d.o.o. "Zeleni hit", Beograd. Ciljevi ispitivanja bili su:

- eksploataciono praćenje rada traka za navodnjavanje kap po kap i evidentiranje kvaliteta njihovog rada i analiza različitih sistema mikro navodnjavanja
- testiranje kvaliteta rada različitih mikro rasprskivača prema parametrima ravnomernosti protoka i ujednačenosti raspodele vodenog taloga po navodnjavanoj površini
- definisanje tehničko-eksploatacionih karakteristika primenjenih sistema mikronavodnjavanja
- određivanje specifičnosti primenjenih koncepcija navodnjavanja sa tendencijama njihove primene u zaštićenom prostoru i kontrolisanim uslovima

## 3. MATERIJAL I METODE ISPITIVANJA

Eksperimentalna ispitivanja, mikrorasprskivača i traka za navodnjavanje, su izvedena u objektu tipa visoki tunel, u kome se nalazio usev krastavca u fazi osmog lista. Ispitivanja su obuhvatala:

A: eksploataciono praćenje rada mikrorasprskivača proizvođača "Agridor", tipa 4190

B: testiranje rada traka za navodnjavanje kap po kap, proizvođača "T - tape".

Eksperimentalna ispitivanja su imala za cilj utvrđivanje kvaliteta sledećih parametara rada:

A1: količina i ravnomernost raspodele vodenog taloga

A2: ujednačenost emisije na mikrorasprskivačima po dužini cevovoda

B1: ujednačenost emisije po dužini laterala

B2: protok po metru dužine trake za navodnjavanje

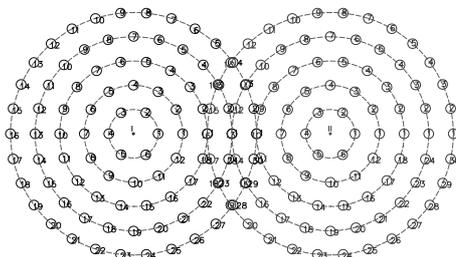
Eksploataciona ispitivanja u ovom radu su obuhvatila merenje parametara:

- Ujednačenosti protoka na pojedinim tipovima mikrorasprskivača po dužini visećeg laterala a pri različitim radnim pritiscima
- Količine i ravnomernosti vodenog taloga sakupljanjem vode u specijalne posude koje su postavljene po određenom rasporedu ispod rasprskivača. Ova merenja su vršena sa rasprskivačima različitog časovnog protoka i pri različitim radnim pritiscima
- Ujednačenosti emisije na emiterima vode kod traka za navodnjavanje po dužini laterala kod sistema navodnjavanja kap po kap
- Količine vode na pojedinim emiterima i utvrđivanje stope toka po metru dužine traka sa različitim razmakom između ispusnih otvora i pri različitim radnim pritiscima

Testirani su mikrorasprskivači [1], Agridor 4190 sa protokom  $Q = 20$  l/h,  $Q = 50$  l/h i  $Q = 90$  l/h. Merenja su ponavljana dva puta za svaki rasprskivač; pri nominalnom radnom pritisku od 2 bara i pri radnom pritisku od 2.5 bara. Lateral na kome se nalaze mikrorasprskivači je crevo prečnika 25 mm, dužine 50 m, postavljeno na visini 2 m od površine zemljišta. Rastojanje između dva susedna rasprskivača je 4 m.

Merenje ujednačenosti protoka je obavljeno na taj način što je rasprskivač stavljan u providnu posudu i puštan da radi 60 sec, zatim je izmerena količina tečnosti u posudi, a dobijena vrednost pomnožena sa 60 da bi se dobila vrednost protoka u l/h.

Da bi se došlo do podataka o količini i rasporedu vode, ispod dva susedna rasprskivača su postavljene specijalne posude (pluviometri [15]) za sakupljanje vode. Posude su postavljene po određenom rasporedu (slika 1), u pet koncentričnih krugova čiji se centar nalazi tačno ispod rasprskivača. Poluprečnik prvog kruga je 50 cm, a poluprečnik svakog narednog je za 50 cm veći. Ogled je postavljen ispod dva susedna rasprskivača, tako da se došlo i do podataka o preklapanju zalivanih površina u smeru laterala.



Sl. 1. Raspored postavljanja posuda (pluviometara) za sakupljanje vode

Rasprskivači su pušteni u rad u trajanju od 30 minuta. Nakon toga je merena zapremina tečnosti u svakoj posudi a dobijeni rezultati su preračunati u milimetre vodenog taloga po času rada.

#### 4. REZULTATI EKSPERIMENTALNIH ISPITIVANJA

Eksperimentalna ispitivanja su obavljena u okviru osnovne delatnosti oglednog polja "Zeleni Hit" d.o.o., gde je proizvodnja povrća organizovana na otvorenom polju i zaštićenom prostoru sa ciljem testiranja postojećih tehnološko-tehničkih rešenja, kao i za uvođenje u praksu najnovijih tehnoloških dostignuća u oblasti proizvodnje povrća.

##### 4.1. Pokazatelji kvaliteta rada sistema za navodnjavanje mikro kišenjem

Za ocenu kvaliteta rada sistema uzimani su rezultati merenja ujednačenosti protoka na početnom i krajnjem rasprskivaču po dužini laterala, a količina i ravnomernost raspodele vode dva susedna rasprskivača.

##### Ispitivanje mikrorasprskivača Agridor 4190

Model Agridor 4190 je u eksploataciji na oglednom polju "Zeleni hit, d.o.o." [1], postavljen u viseći položaj, priključen na viseći lateral, ili sa distributorskim delom okrenutim na gore kada se pričvršćuje pomoću stabilizatora i priključuje na lateral koji se nalazi na površini zemljišta.

Nominalni radni pritisak za ovaj rasprskivač je 2 bara, a dijametar vlažene površine od 2.2 do 3.2 m. Proizvodi kapi malog dijametra, podložne zanošenju, tako da daje nepravilne oblike zalivane površine. Na spojnu cev se priključuje preko protivkapajućeg ventila.

### Ispitivanje mikrorasprskivača Agridor 4190, za uslove $Q = 20$ l/h, $p = 2$ bar

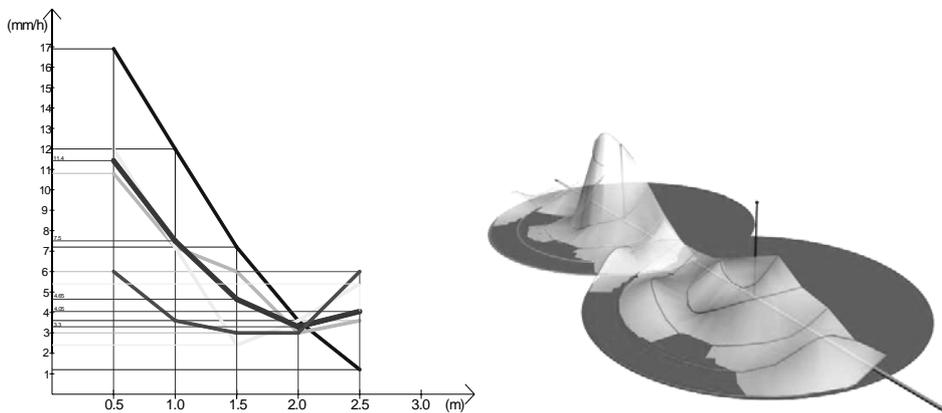
Kod ovog modela dobijeni su zadovoljavajući rezultati ravnomernosti količine tečnosti na emiterima po dužini laterala. Na prvom i na poslednjem rasprskivaču izmeren je protok od 21 l/h, što je vrednost sasvim bliska nominalnom protoku od 20 l/h.

Tab. 2. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	16.9	12	7.2	3.6	1.2	12	7.2	2.4	3.6	5.4	10.8	7.2	6	3	3.6	6	3.6	3	3	6

Tabela 2. prikazuje vrednosti količine vodenog taloga, a Sl.2., promene količine tečnosti u posudama na različitoj udaljenosti od rasprskivača. Zbog kapi malog prečnika, koje su sklone zanošenju, najveći uticaj na raspored taloga ima strujanje vazduha kroz objekat.

Na istoj udaljenosti od rasprskivača, a na suprotnim stranama, dobijene su potpuno različite vrednosti. Sa jedne strane izmerene su visoke vrednosti koje se smanjuju sa udaljavanjem od rasprskivača, dok su sa druge strane rasprskivača te vrednosti male i opadaju, a zatim dolazi do povećanja količine tečnosti u posudama na većoj udaljenosti. Ovo povećanje nastaje zbog kapi koje su donete sa susednog rasprskivača.



Sl. 2. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190, za  $Q = 20$  l/h,  $p = 2$  bar

Raspored vodenog taloga sa rasprskivača bočno od laterala, prikazan je na slici 2. Uočavaju se osnovne karakteristike rada ovih rasprskivača: mali domet kapi i izrazito nepravilan oblik zalivane površine. Česta su smenjivanja velikih i malih vrednosti količine vodenog taloga u posudama koje se nalaze na sasvim bliskim pozicijama, na malom međusobnom rastojanju. Ispoljava se i veliki uticaj habitusa biljaka, jer male kapi lako bivaju privučene na listove gajene kulture, odakle brzo isparavaju pre nego što padnu na zemljište.

Zbog ovako neravnomerne raspodele vode, ovi rasprskivači se pretežno koriste za povećanje vlažnosti vazduha i snižavanje temperature u objektima, a manje za nadoknadu deficita vlage u samom zemljištu. Najčešće se koriste se u kombinaciji sa sistemima za navodnjavanje kap po kap.

**Ispitivanje mikrorasprskivača Agridor 4190, za uslove:  $Q=20$  l/h,  $p=2.5$  bar**

Izmeren protok na kontrolnim rasprskivačima (prvi i poslednji) bio je 24 l/h, tako da je i ovde očuvana jednakost količine tečnosti na emiterima po dužini creva. Uticaj povišenog pritiska se ogleda u većoj količini vode koja biva izbačena kroz diznu rasprskivača za isti vremenski period.

U tabeli 3. date su vrednosti samo na karakterističnim mernim mestima.

Tab. 3. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	21.1	13.8	6	1.2	0	12	3.6	1.2	1.2	4.8	10.8	9	6	1.8	0	7.2	3	1.2	1.8	5.4

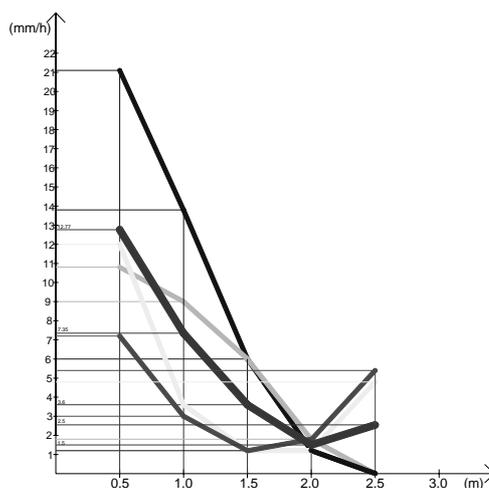
Slika 3. pokazuje tendencije rasporeda vodenog taloga slične kao i pri radnom pritisku od 2.5 bara. Uočavaju se različite vrednosti sa suprotnih strana rasprskivača, na istoj udaljenosti, kao posledica zanošenja kapi. Ponavlja se pojava povećanja vodenog taloga sa udaljavanjem od emitera kao i pri pritisku od 2 bara.

**Ispitivanje mikrorasprskivača  
Agridor 4190 za uslove  
 $Q=50$  l/h,  $p=2$  bar**

Protok tečnosti izmeren na prvom i na poslednjem rasprskivaču je 50 l/h, što je nominalna vrednost za ovaj model.

Raspored vodenog taloga na mestima gde nema uticaja mase biljaka prikazan je na grafikonu 4. Sa jedne strane rasprskivača imamo smanjivanje izmerenih vrednosti, sa udaljavanjem od emitera, sve do nule. Sa suprotne strane imamo manje količine tečnosti u posudama koje su jednako udaljene od rasprskivača. Tendencija rasporeda vodenog taloga je takva da vrednosti prvo opadaju sve do nule, a zatim dolazi do povećanja količine tečnosti u posudama sa udaljavanjem od emitera. Ovo je posledica velikog zanošenja kapi.

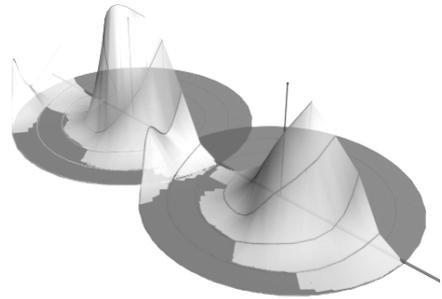
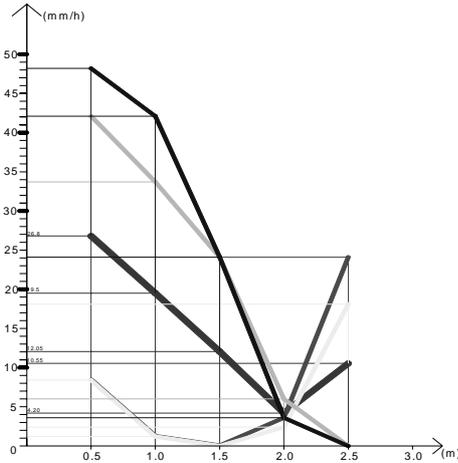
3D prikaz na grafikonu 4. omogućava da se konstatuju sve karakteristike raspodele vodenog taloga u datim uslovima. Vidi se nepravilan oblik zalivane površine i neravnomeran raspored količine tečnosti. Tendencija raspodele tečnosti je slična kao i kod modela sa protokom od 20 l/h, osim što se ovde radi o većim izmerenim vrednostima shodno većem protoku rasprskivača. Presudan uticaj na kvalitet zalivanja ima strujanje vazduha kroz objekat. Od značaja je i uticaj zelene biljne mase koja zadržava veliki broj kapi.



Graf. 3. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190,  $Q=20$  l/h,  $p=2.5$  bar

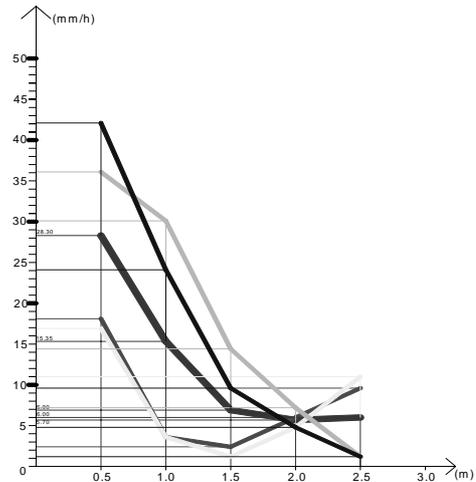
Tab. 4. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	48.2	42.1	24.1	3.6	0	8.4	1.2	0	2.4	18.1	42.1	33.7	24.1	6	0	2.4	1.2	0	4.8	24.1

Graf. 4. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190, za  $Q = 50$  l/h,  $p = 2$  bar

Pri povišenom radnom pritisku (Agridor 4190  $Q = 50$  l/h,  $p = 2.5$  bar) došlo je do povećanja protoka, dok je ravnomernost količine tečnosti po dužini laterala očuvana. Na oba merna mesta izmeren je protok od 61 l/h.

Na raspored vodenog taloga deluju isti uticajni faktori kao i u prethodnom slučaju, konstatovano je da nema značajnih promena u zabeleženim vrednostima. Način raspodele tečnosti je isti kao i pri radnom pritisku od 2 bara. Vrednosti na pojedinim mernim mestima su zabeležene u tabeli 5.

Graf. 5. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190,  $Q = 50$  l/h,  $p = 2.5$  bar

Tab. 5. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

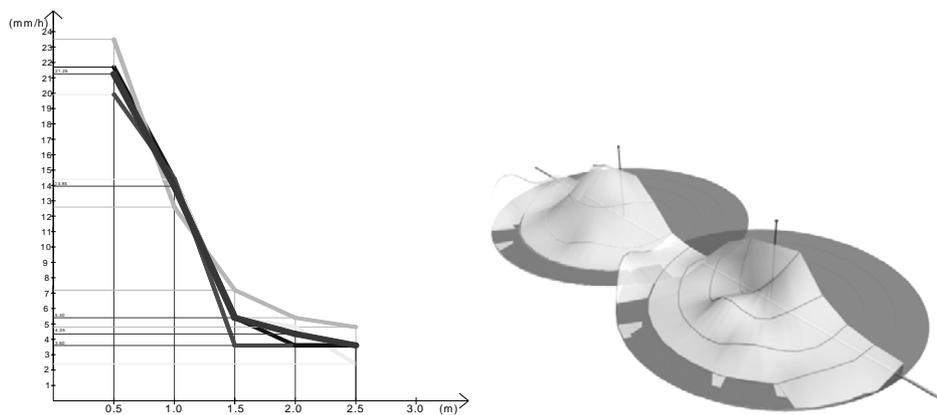
Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	42.1	24.1	9.6	4.8	1.2	16.9	3.6	1.2	4.8	12	36	30.1	14.4	7.2	1.2	18.1	3.6	2.4	6	9.6

### Ispitivanje mikrorasprskivača Agridor 4190 za uslove $Q = 90 \text{ l/h}$ , $p = 2 \text{ bar}$

U toku rada sa prvog rasprskivača raspršeno je 93 l/h tečnosti, dok je sa poslednjeg u liniji, količina vode bila 91.5 l/h. To znači da ovde postoji malo odstupanje od nominalne vrednosti protoka, kao i neznatna razliku između količine tečnosti na dva merna mesta. U posudama (slika 1) su izmerene količine vode za uslove povećanog protoka i prikazane u tabeli 6.

Tab. 6. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

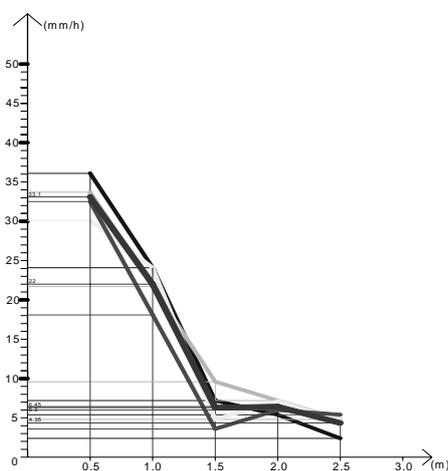
Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	21.7	14.4	5.4	3.6	3.6	19.9	14.4	5.4	4.8	2.4	23.5	12.6	7.2	5.4	4.8	19.9	14.4	3.6	3.6	3.6



Graf. 6. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190, za  $Q = 90 \text{ l/h}$ ,  $p = 2 \text{ bar}$

Kod ovog rasprskivača dobijena je ravnomernija raspodela taloga sa obe strane rasprskivača nego kod prethodna dva testirana modela. Na grafikonu 6, je prikaz sa koga se vidi da se količina tečnosti ravnomerno smanjuje sa udaljavanjem od emitera, da bi na poslednje tri merne pozicije ova količina bila ujednačena.

Količina tečnosti je raspoređena na veću površinu nego kod rasprskivača sa protokom od 20 l/h i protokom od 50 l/h. Sa 3D prikazom na grafikonu 7, uočava se da je tečnost raspoređena ravnomernije na veći broj mernih mesta i da geometrija zalivane površine ima pravilniji oblik sa manje lokalnih ekstrema. Ovaj rasprskivač ima veći prečnik dizne, pa daje kapi nešto većeg dijametra manje podložne zanošenju strujom vazduha. Ravnomerniji raspored tečnosti je posledica manjeg zanošenja kapi.



Graf. 7. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190, za  $Q = 90 \text{ l/h}$ ,  $p = 2.5 \text{ bar}$

Za **Agridor 4190 (Q= 90 l/h, p= 2.5 bar)** na prvom rasprskivaču je izmeren protok od 112.5 l/h, a na poslednjem 111 l/h. I pri pritisku od 2.5 bara zadržala se mala neravnomernost protoka po dužini laterala.

Pri povišenom radnom pritisku imamo isti način raspodele vodenog taloga kao i pri nominalnom. Izmerene vrednosti opadaju, a na tri krajnja merna mesta one su relativno ujednačene. Jedina razlika je u tome što su zabeležene količine tečnosti veće, zbog većeg protoka pri ovom pritisku.

Tab. 7. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	36.1	24.1	7.2	5.4	2.4	30.1	24	4.8	7.2	4.8	33.7	21.7	9.6	7.2	4.8	32.5	18.1	3.6	6	5.4

## 4.2. Pokazatelji kvaliteta rada traka za navodnjavanje

Za ocenu kvaliteta rada traka za navodnjavanje korišćeni su rezultati merenja ujednačenosti emisije po dužini laterala i protoka po metru dužine trake pri konstantnoj veličini nagiba zemljišta u plasteniku od 2%. Testirane su trake za navodnjavanje kap-po-kap, proizvođača "T - tape" [21], modeli: TSX 508-15-1000, TSX 508-20-500 i TSX 506-30-340. Trake su bile priključene na razdelni cevovod i postavljene u dužini od 50 m u objektu tipa visoki tunel. Sve trake su testirane na dve vrednosti radnog pritiska: 0.55 i 0.85 bara.

### Uticaj promene radnog pritiska na rad traka za navodnjavanje

Ujednačenost emisije po dužini laterala analizirana je određivanjem koeficijenta varijacije (Cv) i upoređivanjem izmerenih vrednosti protoka na prvom i na poslednjem emiteru na traci. Ocena vrednosti protoka je rađena izračunavanjem njene vrednosti na dužini od 50 m i upoređivanjem sa nominalnim vrednostima za pojedine trake. Analiziran je rad iste trake na različitim pritiscima, kao i uzajamno poredenje različitih traka.

#### 4.2.1. Ispitivanje TSX 508-15-1000

Eksperimentalna merenja su urađena na radnom pritisku od 0.55 bara i 0.85 bara. U tabeli 8. date su dobijene vrednosti protoka na emiterima po dužini trake.

Tab. 8. Protok na emiterima (l/h)

Rastojanje (m)	Radni pritisak 0.55 bar			Radni pritisak 0.85 bar		
	I	II	III	I	II	III
2	1.50	1.50	1.50	1.80	1.80	1.80
10	1.50	1.50	1.50	1.80	1.80	1.80
20	1.50	1.50	1.50	1.80	1.80	1.80
30	1.50	1.50	1.50	1.80	1.80	1.80
40	1.65	1.65	1.65	1.85	1.85	1.85
48	1.80	1.80	1.80	2.05	2.05	2.05

Vrednosti (tabela 8) pokazuju da je u svakoj od tri susedne posude na jednom mernom mestu (slika 1), zabeležena ista količina tečnosti, što znači da nema razlike u protoku na emiterima koji se nalaze na malom međusobnom rastojanju. U prvih 30 m dužine trake vrednosti protoka su identične na svim emiterima. Posle 30 m dolazi do neravnomernosti protoka i do povećanja količine tečnosti u mernim posudama. Ovo je nepoželjna pojava u radu traka za navodnjavanje sistemom kap po kap, jer će biljke na različitim mestima dobiti različite količine vode, te norma navodnjavanja neće biti ispoštovana.

Ravnomernost protoka je ocenjivana pomoću koeficijenta varijacije:

Tab. 9. Koeficijent varijacije za različiti radni pritisak

$x_i$ protok l/h		$f_i$ broj emitera		$f_i \cdot x_i$		$(x_i - \bar{x})^2$		$f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2$	
0.55	0.85	0.55	0.85	0.55	0.85	0.55	0.85	0.55	0.85
1.50	1.80	12	12	18	21.60	0.00562	0.0025	0.06744	0.03
1.65	1.85	3	3	4.95	5.55	0.00562	0	0.01686	0
1.80	2.05	3	3	5.40	6.15	0.05062	0.0400	0.15186	0.12
Σ		18	18	28.35	33.30			0.23616	0.15

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = 1.575 \quad S = \sqrt{\frac{\sum f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}} = 0.1145 \quad C_v = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 = 7.3\%$$

Na prvom emiteru izmeren je protok 1.5 l/h, a na poslednjem 1.8 l/h. Na poslednjem emiteru imamo veći protok za 20%.

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = 1.85 \quad S = \sqrt{\frac{\sum f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}} = 0.0913 \quad C_v = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 = 4.9\%$$

Na prvom emiteru izmeren je protok 1.85 l/h, a na poslednjem 2.05 l/h, što predstavlja povećanje od 13.9%.

Na osnovu prikazanih proračuna, može se konstatovati da je povećanje radnog pritiska dovelo do ravnomernijeg rada trake i da su kolebanja protoka procentualno manja pri pritisku od 0.85 bara. Razlika u protoku na prvom i na poslednjem emiteru je takođe manja pri višem radnom pritisku. Koeficijent varijacije za celu traku ima relativno niske vrednosti, ali je razlika u protoku na početku i na kraju trake značajna.

Razmak između emitera na ovoj traci je 15 cm, iz čega proističe da ih na jednom metru ima prosečno 6.67. Pri radnom pritisku od 0.55 bara, na prvih 30 m trake imali smo protok od 1.5 l/h po emiteru, na sledećih 10 m protok je bio 1.65 l/h po emiteru, a na poslednjih 10 m trake taj protok je iznosio 1.8 l/h po emiteru.

Povećanje protoka sa 530 l/h na 620 l/h je direktna posledica većeg protoka na emiterima pri višem radnom pritisku. Procentualno povećanje iznosi 17%.

U tabeli 11. su date procentualne vrednosti analiziranih pokazatelja rada za tri testirana modela:

Tab. 11. Upporedni prikaz različiti modela T - tape

Radni pritisak	0.55 bara			0.85 bara		
	Cv	Pp	Pst1	Cv	Pp	Pst2
Pokazatelji rada (%)						
TSX 508-15-1000	7.3	20	6	4.9	13.9	17
TSX 508-20-500	13.6	42.9	20	9.6	29.2	9
TSX 506-30-340	13.6	42.9	17.6	9.6	29.2	9

Pp - povećanje protoka na poslednjem emiteru na traci u odnosu na prvi

Pst1 - povećanje protoka u odnosu na nominalnu vrednost

Pst2 - povećanje protoka u odnosu na izmereni pri radnom pritisku od 0.55 bara

## ZAKLJUČAK

Grafički prikazi ispitivanja mikrorasprskivača Agridor-4190 (protok je 20 l/h i 50 l/h), pokazuju da raspored i količina vode zavise od malog prečnika kapi, koje su sklone zanošenju, zbog strujanja vazduha kroz objekat. Uočavaju se osnovne karakteristike rada ovih rasprskivača: mali domet i izrazito nepravilan oblik zalivane površine. Zbog ovako neravnomerne raspodele vode, ovi rasprskivači se pretežno koriste za povećanje vlažnosti vazduha i snižavanje temperature u objektima, a manje za nadoknadu deficita vlage u samom zemljištu. Najčešće se koriste u kombinaciji sa sistemima za navodnjavanje kap po kap.

Kod istog rasprskivača Agridor-4190 sa protokom od 90 l/h, dobijena je ravnomernija raspodela vode sa obe strane rasprskivača, nego kod prethodna dva testirana modela sa manjim vrednostima protoka i pritiska vode.

Rasprskivač ima veći prečnik dizne, i formira kapi nešto većeg dijametra, manje podložne zanošenju, pa time ima ravnomerniji raspored tečnosti kao posledicu manjeg zanošenja kapi.

Ispitivanje ujednačenost emisije na mikrorasprskivačima po dužini cevovoda pokazalo je potpunu ujednačenost emisije količine vode na svim rasprskivačima.

Ispitivanje ujednačenosti emisije vode po dužini laterala na tri različita modela T-tape trake za navodnjavanje, pokazuje veliko povećanje protoka na poslednjim emiterima koje se pojavljuje u vrednosti i do 42,9% u odnosu na prvi emiter, prvenstveno zbog konstantnog nagiba terena od 2%. Povećanje radnog pritiska od 0,55 bara na 0,85 bara izazvalo je u isto vreme povećanje veličine emisije u odnosu na zadate vrednosti, ali i smanjenje procentualne razlike u promeni vrednosti protoka na emiterima između prvog do poslednjeg na lateralu.

## LITERATURA

- [1] Agridor (2004): Modern irrigation equipment, CD-rom Catalog, Israel.
- [2] Avakumović D. (1998): Navodnjavanje, Građevinski fakultet, Beograd.
- [3] Beck M., Schmidt U., Munoz Carpena R. (1998): Ecological and economical control of drip irrigation in greenhouses, the right parameter for controlling irrigation by soil grown plants. *ActaHorticulturae* 458: pp. 407-410.
- [4] Bengson S.A. (1997): Drip irrigation to revegetate mine wastes in an arid environment *J. Range Manage*, 30(2), 143-147.
- [5] Đević M., Veličković M., Miodragović R. (1996): Specifične karakteristike navodnjavanja kapanjem, *Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede DPT'96*, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- [6] Đević M., Miodragović R., Dimitrijević A. (2003): Navodnjavanje mikrokišenjem povrtarskih kultura, *Povrtarski glasnik*, br. 2. str. 49-57, Novi Sad.
- [7] Đević M., Dimitrijević A. (2002): Izbor i principi gradnje objekata zaštićenog prostora, *Povrtarski glasnik*, br. 4. str. 13-17, Novi Sad.

- [8] Dimitrijević A. (2001): Tehničko tehnološki sistemi gajenja useva u kontrolisanim uslovima, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- [9] Imas P. (1996): Recent techniques in fertigation horticultural crops in Israel, Dead Sea Works Ltd, Israel.
- [10] Ličina V., Đević M., Miodragović R. (1995): Primena mineralnih đubriva fertirigacijom, Pregledni naučni rad, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- [11] Milivojević J., Nedić M., Petrović G. (1995): Navodnjavanje lokalnim kvašenjem zemljišta na području Srbije, JDON, Beograd.
- [12] Miodragović R. (2001): Tehnološko-tehnički parametri mobilnih sistema za navodnjavanje kišenjem, Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- [13] Momirović N. (2002): Korišćenje polietilenskih folija u poljoprivredi, Povrtarski glasnik, br. 4. str. 5-11, Novi Sad.
- [14] Obreza T.A. (1996): Deficit Irrigation of Micro-Irrigated Tomato Affects Yield, Fruit Quality and Disease Severiti, Dep. of Food and Resource Econ., Univ. of Florida, J. Prod. Agric. Vol. 9. No. 2.
- [15] Oljača M., Raičević D. (1999): Mehanizacija u melioracijama zemljišta, Beograd.
- [16] Orlović D. (2004): Tehničko eksploatacione karakteristike sistema za mikronavodnjavanje u zaštićenom prostoru, Diplomski rad, str. 1-62, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [17] Popović M., Lazić B. (1987): Gajenje povrća u zaštićenom prostoru, Nolit, Beograd.
- [18] Poljoprivredni list (2004): Specijalno izdanje, Škola gajenja povrća, Beograd.
- [19] Sabo J., Šević D., Jevtić S., Lazić B. (1996): The maintenance of an optimal soil moisture in agricultural production, Proceedings of the first Balkan symposium on vegetables and potatoes, Belgrade, Acta-Horticulturae 462; pp. 467-472.
- [20] Sanders D.C. (1997): Vegetable Crop Irrigation, Dep. of Hort. Science, North Carolina State Univ.
- [21] Stojićević D. (1996): Navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta, Partenon, Beograd.
- [22] T - tape, Vodič kroz proizvode, Zeleni Hit, Beograd.
- [23] T - Systems, Address on the Internet (2004) : <http://www.tsystemsinternational.com/>
- [24] Naan Irrigation Systems, Address on the Internet (2004): <http://www.naan.co.il/1.htm>
- [25] Netafim Precision Irrigation Systems, Address on the Internet (2004): <http://www.netafim.com/>

## THE SPECIFICS OF TECHNICAL AND EXPLOATATION PROPERTIES OF MICRO-IRRIGATION SYSTEMS IN GREENHOUSE PRODUCTION

**Nebojša Momirović, Dejan Orlović, Mičo V. Oljača**

*Faculty of Agriculture - Beograd*

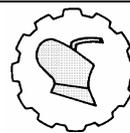
**Abstract:** During the growth of cucumbers on the experimental field "Zeleni hit d.o.o.", Belgrade inside of high tunnel the different systems were tested: microsprinkler Agridor-4190 and T-tape drip irrigation with different flows and emitter's distances.

Experimental data have shown full uniformity of water flow on all microsprinklers along the submains.

Following tests of drip tapes we could emphasize that model TSX 508-15-1000 has the best characteristics of water flow uniformity along the lateral runs, with the lower Cv values on both working pressures. On the other hand, this model has shown the biggest influence of increasing working pressure on the water flow per one meter of lateral.

**Key words:** *protected areas, microsprinklers, irrigation tapes.*





UDK: 631.879.4

*Originalan naučni rad  
Original scientific paper*

## EFEKTI KOMPOSTIRANJA ČVRSTOG GOVEĐEG STAJNJAKA

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

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Proizvodnja komposta od svežeg goveđeg stajnjaka mešavine čvrste faze izlučevina i slame strnih žita je novina na našim prostorima. U radu su razmatrane mogućnosti i efekti tog vida nege organskih đubriva, koji inače u svom naturalnom obliku predstavljaju izuzetno veliki problem na našim farmama. Uvođenje postupka kompostiranja, kao načina za rešavanje problema koje donosi stajnjak, je jedno od najprihvatljivijih rešenja za naše velike farme, ako se uzmu u obzir sve okolnosti.

U postupku kompostiranja, korišćena je metoda aerobne nege sirove mase stajnjaka. Urađen je i novi vid skraćivanja vremena nege uz korišćenje novog soja termofilnih mikroorganizama. U toku nege praćene su promene osnovnih proizvodnih parametara, kao što su: temperaturne promene, promena mase, srednje gustine, organske suve materije, poroznost, pH faktor, sadržaj N u kompostiranoj masi i odnos C:N..

**Ključne reči:** *sirovi čvrsti stajnjak, aerobna nega, termofilni mikroorganizmi, kompost.*

### 1. UVOD

Kompostiranje čvrstog goveđeg stajnjaka, predstavlja jedan od mogućih načina rešavanja problema, koje u uslovima vrlo velikih farmi, donosi stajnjak. Bitno se pojednostavljuje postupak tretmana stajnjaka sa vrlo malom potrošnjom energije. Istovremeno, dobija se vrlo vredno organsko đubrivo posmatrano sa njegove nutritivne i ekološke vrednosti.

Za kompostiranje stajnjaka korišćenjem slame strnih žita kao punioca, neophodno je istražiti osobine obe komponente, posebno kada su u kontaktu, sjedinjene, kao i ceo tehnološki postupak, odnosno parametre koji ga prate.

Najvažniji parametri za uspešan postupak kompostiranja su svakako uzajamni odnosi komponenata. Taj odnos direktno zavisi od korišćenih količina slame, kao prostirke. Pored ovog parametra, na količinu upotrebljene slame za postupak kompostiranja utiče i odnos C:N. Taj odnos treba da se kreće u granicama od 18:1 do 20:1. Ukupan sadržaj suve materije u sjedinjenoj masi može biti različit. On zavisi od primenjenih količina slame i može se kretati u granicama od 15 do 25%.

Postupak kompostiranja zasniva se na aerobnoj nezi sjedinjene mase. Tom negom pospešuje se razvoj aerobnih mikroorganizama koji razgrađuju organsku materiju uz burne temperaturne promene.

Maksimalno dostignute temperature su u granicama od 70 do 75 °C i u toj zoni se zadržavaju oko 1/3 ukupnog vremena nege. U tom periodu, uz pomoć termofilnih mikroorganizama, razvijaju se biotermički procesi, praćeni visokom temperaturom i promenama pH faktora, kao i drugim biohemijskim promenama, koje relativno brzo uništavaju patogene mikroorganizme u masi. Istovremeno, zbog uticaja visokih temperatura, nestaje sposobnost klijanja semena korova kojih inače ima u stajnjaku.

Postupak nege traje sedam nedelja. Za to vreme neophodno je izvršiti oko 12 tretmana mase.

Cilj ovog rada je utvrđivanje promena najvažnijih parametara u postupku kompostiranja, kao i poboljšanje tehnološkog procesa proizvodnje komposta kao visoko vrednog organskog đubriva, ili kao robe za tržište.

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

Za sprovođenje ovog postupka korišćen je sveži stajnjak muznih krava sa 20% suve materije. Sjedinjavan je sa slamom pšenice. Odnos komponenata se kretao u granicama 1 kg : 5 lit.

Sadržaj suve materije u sjedinjenoj masi na početku postupka je iznosio prosečno 25%.

Sjedinjavanje komponenata je izvođeno na uobičajen način u kanalu za izđubavanje u stajama za muzne krave.

Sirova masa je odlagana na betonski plato u prizmične gomile širine 3 m i visine 1 m. Dužina prizmi nije od bitnog značaja za postupak.

Za negu se koristila samohodna mašina KOMPO MAT- 1, prototip.

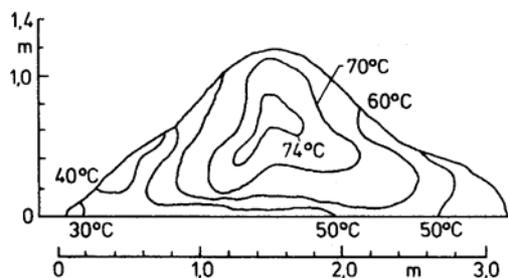
Nega se izvodila periodično. U prvoj sedmici tri puta, u drugoj i do šeste po dva puta. U sedmoj nije bilo nege.

U toku istraživanja praćene su promene sledećih parametara: temperaturne promene, promene visine i zapremine, srednja gustina, promene organske i neorganske materije i pH faktor. Analiza promena u masi je vršena po najadekvatnijim laboratorijskim metodama i sa najadekvatnijom mernom opremom, svakodnevno u vremenu trajanja procesa.

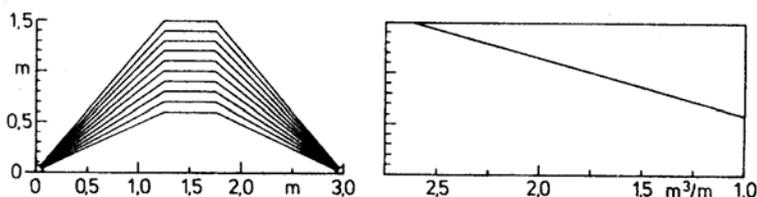
Za važeće pokazatelje korišćene su srednje vrednosti utvrđenih veličina u toku svake nedelje nege.

## 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U prvoj nedelji nege, nakon 24 časa, posle prvog tretmana, primećen je porast temperature. U drugom danu posle drugog tretmana mašinom, temperatura je dostigla 75 °C. Na tom nivou uz manja kolebanja, temperatura se zadržala 11 dana. Na visini iznad 60 °C, temperatura se zadržala pune tri sedmice. Potom je utvrđen lagani pad, do potpunog izjednačavanja sa temperaturom okoline. Taj nivo je dostignut u šestoj nedelji nege.

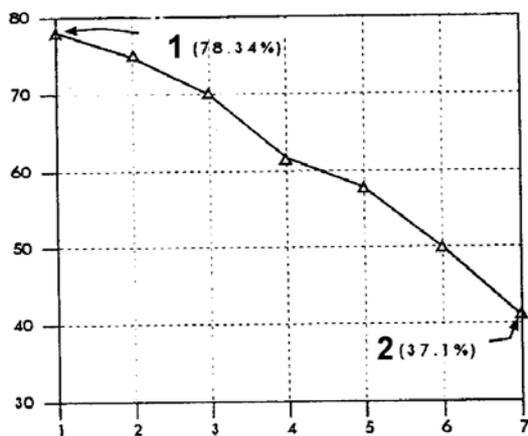


Sl. 1. Temperaturne promene u centralnoj zoni poprečnog preseka prizme u toku drugog dana nege



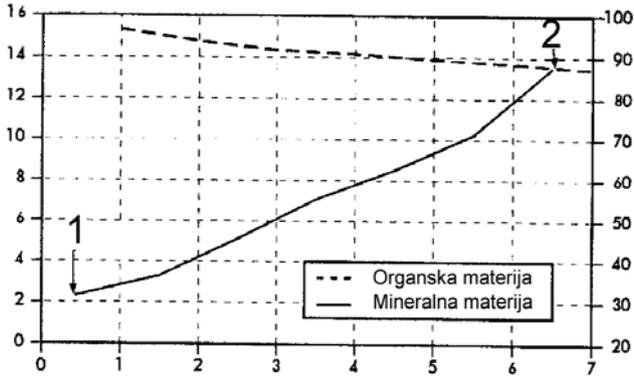
Sl. 2. Promena visine prizme

Visina prizme na početku postupka nege je iznosila 1,5 m. Gubici mase su prouzrokovali i smanjenje visine prizmi. Blagi porast visine prizmi od oko 10% utvrđen je posle svakog prolaska mašine za negu. Ta se pojava objašnjava uticajem radnog tela mašine, koje povećava poroznost mase. Smanjenje visine prizme se stabilizovalo na kraju četvrte sedmice. Na samom kraju nege visina prizmi je iznosila 0,5 m.



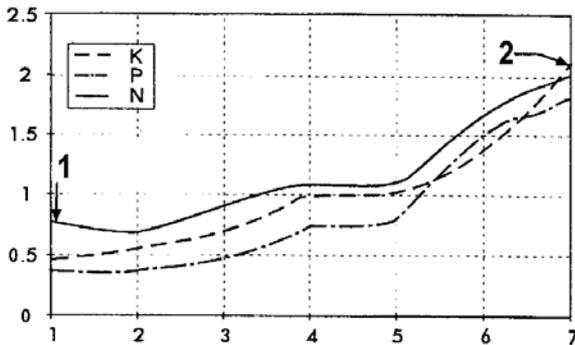
Sl. 3. Promena vlažnosti kompostirane mase, 1 - na početku, 2 - na kraju nege

Vlažnost kompostirane mase na početku nege iznosila je 78%. Tokom nege vlažnost se smanjivala. U prve dve sedmice u iznosu oko 3% sedmično. U trećoj sedmici utvrđen je pad oko 5%, da bi krajem nege intenzitet opadanja bio smanjen. Na kraju nege je vlažnost iznosila oko 40%.



Sl. 4. Promena sadržaja organske suve materije u kompostiranoj masi tokom perioda nege, 1 - na početku, 2 - na kraju nege

Početni sadržaj organske suve materije u kompostiranoj masi je iznosio 91%. U toku nege, sadržaj organske suve materije se smanjivao, uz izvesnu stagnaciju koja je utvrđena tokom druge sedmice. Po završetku postupka nege, sadržaj organske suve materije je iznosio 75%.



Sl. 5. Sadržaj NPK u kompostu tokom procesa nege, 1 - na početku nege, 2 - na kraju nege

Na početku procesa nege utvrđen je sastav sirovog stajnjaka. Utvrđene su količine mineralne i organske materije, pH faktor, sadržaji ukupnih i pristupačnih količina N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, kao i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

U toku nege utvrđivane su promene navedenih parametara. Uzorkovanje se odvijalo svakodnevno, a ilustrovani podaci predstavljaju srednje vrednosti na kraju svake sedmice nege.

Tab. 1. Prosečne vrednosti promena osnovnih parametara u kompostiranoj masi u toku procesa aerobne nege u toku 7 nedelja.

Broj nedelja nege	% min. materija	% org. materija	pH	(%) N ukupni	(%) N Rastvo-rljivog	Ukupni P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	Lako pristupač. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	Ukupni K <sub>2</sub> O mg/kg	Lako pristupač. K <sub>2</sub> O mg/kg	% vlage
1	2,77	97,22	7,97	0,77	0,16	3678,16	2941,00	4625,82	2716,96	78,34
2	3,51	96,48	8,31	0,69	0,17	3637,70	3073,71	5454,98	3158,50	77,65
3	4,82	95,18	8,75	0,9	0,13	4616,08	4121,37	6930,38	3428,94	71,60
4	6,89	93,11	8,79	1,08	0,10	7303,53	6616,31	9862,48	5460,19	63,39
5	8,57	91,41	8,74	1,29	0,07	8026,58	6900,11	10395,82	5526,62	60,40
6	10,23	89,71	8,46	1,65	0,08	15061,3	9696,00	11674,20	13534,16	51,43
7	13,70	86,29	8,31	2,04	0,08	15892,5	11645,7	21153,57	19016,50	39,01

U prve tri sedmice porast sadržaja azota je bio neznatan u poređenju ne početne vrednosti, a u preostale četiri sedmice porast sadržaja azota se kretao od 50-300%. Po završetku procesa nege, sadržaj azota je iznosio 2,04%. Razlog za ovakvu pojavu, je veliko isparavanje slobodne vode, što je povećalo koncentraciju azota u preostaloj masi, kao i mineralizacija dela organske materije.

U periodu nege koji je praćen visokim temperaturama, intenzivno se gube lakoisparljiva azotna jedinjenja, pre svega amonijak. U prvoj sedmici je taj gubitak i najizraženiji (period temperatura iznad 70 °C). Stagnacija je utvrđena u toku druge i treće sedmice, da bi pri završetka ovakav oblik azotnih jedinjenja bio u tragovima. Na početku nege amonijak je bio zastupljen u količini od 0,16%, a na kraju sa 0,082%.

Sveža masa imala je pH u granicama oko 7,9. Tokom nege, već u prvoj sedmici, pH raste na 8,31.

Odnos C/N u kompostiranoj masi u početku i u toku prve dve sedmice nege je bio na nivou 20 : 1 do 25 : 1. Takav odnos je obezbeđivao održavanje visokih temperatura u masi. Smanjenjem odnosa C/N, smanjila se i temperatura, odnosno prestao je rad termofilnih mikroorganizama, a postupak nege je okončan. Na kraju nege, odnos C/N je iznosio 12 : 1.

#### 4. ZAKLJUČAK

Postupkom kontrolisane aerobne nege, nastaju bitne promene u masi stajnjaka u odnosu na početno stanje. U samom početku dolazi do naglog povećanja temperature u masi, koja dostiže i 75 °C. Masa komposta se smanjuje za oko 70% od početne.

Srednja gustina se smanjuje za oko 50%, visina prizmi takođe za oko 70% u odnosu na početnu. Sadržaj organske materije se smanjuje, a poroznost se povećava za 30%. Sadržaj ukupnog azota se povećava, a lako isparljiva azotna jedinjenja se smanjuju, kao i odnos C/N.

Rezultati dobijeni na osnovu ovih istraživanja, predstavljaju samo deo elemenata koji su značajni za proces proizvodnje komposta aerobnim postupkom nege. Svi pokazatelji bitno utiču na sprovođenje ukupne tehnologije, kao i na projektovanje i gradnju pratećih objekata za sprovođenje celokupnog procesa. Ovi parametri mogu uticati na izbor odgovarajuće opreme za pripremu i tretman mase u svim fazama sprovođenje tehnološkog postupka.

**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., Topisirović G, Sredojević Zorica (2002): Procena ekonomske efikasnosti proizvodnje komposta na bazi tečnog stajnjaka i slame. Časopis "Agroeconomica", p.p.127-132.
- [4] 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.

## EFFECTS OF SOLD CATTLE MANURE COMPOSTING

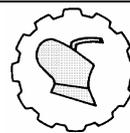
**Dušan Radivojević, Vera Raičević, Rade Radojević,  
Goran Topisirović, Zoran Mileusnić, Blažo Lalević**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** Compost production from natural solid cattle manure, as a mixture of excrements and wheat straw, is relatively new process in our agriculture. In this paper are investigated possibilities and effects of this kind of treatment of the organic fertilizers. Those fertilizers in its natural shape are significant problems on our farms. Introduction of the method of composting, considering all the circumstances, is the most acceptable solution for our large-scale farms.

The method of aerobical treatment has been applied during the composting of the natural raw manure. Additional decrement of the process duration was achieved by using of a new variety of thermophilic microorganisms. During the treatment were observed the changes of the basic parameters, such as: temperature, weight, density, organic dry matter, porosity, pH value, N content and C:N ratio in composted mass.

**Key words:** *natural solid manure, aerobical treatment, thermophilic microorganisms, compost.*



UDK: 633.358

*Originalan naučni rad  
Original scientific paper*

## KOMBAJNI NOVE GENERACIJE U USLOVIMA UBIRANJA KUKURUZA

Milan Đević, Rajko Miodragović, Zoran Mileusnić

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Uvođenje savremenih kombajna nove generacije u tehnološki proces ubiranja poljoprivrednih kultura, sagledava se sa aspekta učinka, gubitka i kvaliteta ovršene mase. Cilj ispitivanja je analiza parametra i pokazatelja rada kombajna nove generacije u uslovima ubiranja kukuruza, na osnovu čega će se sagledati mogućnosti povećanja učinka, produktivnosti rada, i smanjenja utroška goriva po jedinici proizvoda.

Na osnovu ispitivanja utvrđene su vrednosti relevantnih parametara i pokazatelja:

- kod kombajna A- potrošnja goriva od 14,04 l/ha, odnosno 58,97 l/h pri učinku od 4,2 ha/h i prosečnoj brzini kretanja od 8,0 km/h.
- kod kombajna B- potrošnja goriva od 22,50 l/ha, odnosno 45,82 l/h pri učinku od 2,065 ha/h i prosečnoj brzini kretanja od 6,4 km/h.

Stepen iskorišćenja oba kombajna iznosi 0,7, s tim da bi se vrednost ovog stepena mogla znatno povećati sa boljom usaglašenosti režima i uslova rada.

**Ključne reči:** kombajni nove generacije, kukuruz, brzina, energija, gubici, učinak.

### UVOD

Značaj pri ubiranju ratarskih kultura je da traje kratko. Period u kome je plod biljke u stanju povoljnom za ubiranje je pet do petnaest dana. Na osnovu ovoga podatka dolazimo do zaključka da proces ubiranja kultura treba da traje vrlo kratko tj. savladati ga u što kraćem vremenskom periodu [5]. Ovo je naročito izraženo kod ubiranja strnih kultura, kod kojih su gubici usled osipanja, pada hektolitarske težine (kao posledice vlage od jutarnjih rosa i eventualne kiše), te otežanog ubiranja usled polegnuća i prorastanja korova, rastu eksponencionalno posle petog ili desetog dana nakon pune tehnološke zrelosti pojedinih kultura.

Žitni kombajni kao i ostale vrste poljoprivrednih mašina imaju svoj potencijalni kapacitet koji u uslovima eksploatacije treba maksimalno iskoristiti da bi troškovi rada bili što niži [6]. To će se postići uz povećanje učinka kombajna uz istovremeno smanjenje potrošnje goriva.

Svrha ispitivanja je analiza parametara i pokazatelja rada žitnih kombajna u uslovima ubiranja kukuruza [3, 4] da bi se na osnovu toga sagledale mogućnosti optimizacije rada kombajna, kako u samom ubiranju, tako i u organizaciji rada pri održavanju i servisiranju mašina i edukaciji ljudi koji direktno ili indirektno učestvuju u procesu žetve, a sve sa ciljem povećanja produktivnosti rada kombajna i smanjenja utroška goriva.

### MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanjima su obuhvaćen dva savremeni žitna kombajna A i B u ubiranju kukuruza sa osnovnim tehničkim karakteristikama (tabela 1).

Tab. 1. Tehničke karakteristike kombajna A i B

Kombajn A	Kombajn B
<b>Adapter:</b> 6-redi, MF 1216 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ zahvat 4,2 m sa sečkom</li> <li>▪ privodni lanci - dužina lanca 1216 mm               <ul style="list-style-type: none"> <li>- broj članaka 38</li> <li>- korak članka 32 mm</li> </ul> </li> <li>▪ linearna brzina - 3,81 km/h</li> <li>▪ otkidački valjci - 285 min<sup>-1</sup></li> <li>▪ sečka - 1800 min<sup>-1</sup></li> <li>▪ Motor SISU snage 198 kW</li> </ul>	<b>Adapter:</b> 6-redi, Conspeed 6 -70 FC <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ zahvat 4,3 m sa sečkom</li> <li>▪ zahvat 4,1 m bez sečke</li> <li>▪ privodni lanci - dužina lanca 1216 mm               <ul style="list-style-type: none"> <li>- broj članaka 38</li> <li>- korak članka 32 mm</li> </ul> </li> <li>▪ linearna brzina - 3,81 km/h</li> <li>▪ otkidački valjci - 285 min<sup>-1</sup></li> <li>▪ sečka - 1800 min<sup>-1</sup></li> <li>▪ Motor Cummins snage 220 kW</li> </ul>

Ispitivanja kombajna A izvršeno je 27.10.2004. godine na Kombinat u Mitrosrem Sremska Mitrovica.. Testiranja su obavljena na radnoj jedinici Divoš, parceli broj 3.

Ispitivanje kombajna B izvršeno je od 07.10. do 17.10.2004. godine na Kombinat u PKB - Padinska Skela. Testiranja su obavljena na radnoj jedinici "Lepušnica" (parcela br. 59) na kombajnu broj 111.

Sva testiranja izvršena su prema programu rada Instituta za poljoprivrednu tehniku - Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu.

U toku ispitivanja registrovani su spoljni činioci koji direktno utiču na proces rada i u toku ispitivanja manifestovali su se u sledećem intenzitetu:

Temperatura u toku ispitivanja kretala se od 5 °C (u jutarnjim časovima) do 20°C u toku dana, pri vlažnosti vazduha od 50%. Karakteristike useva su sledeće (tabela 2):

Tab. 2. Karakteristike useva

Kombajn A	Kombajn B
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sorta kukuruza – R-57 (hibrid - Pionir)</li> <li>▪ visina stabljike – 200 cm</li> <li>▪ visina do klipa – 75 cm</li> <li>▪ sklop biljaka – 57.000</li> <li>▪ međuredno rastojanje – 70 cm</li> <li>▪ rastojanje u redu - 25 cm</li> <li>▪ prinos – 10,83 t/ha</li> <li>▪ vlažnost zrna – 26%</li> <li>▪ apsolutna težina – 377,8 g</li> <li>▪ odnos neokomušani klip: stabljika - 1 : 1,2</li> <li>▪ odnos zrno : kočanka : komušina - 1:0,13:0,04</li> <li>▪ stanje useva – uspravan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sorta kukuruza - SK 677</li> <li>▪ visina stabljike - 200 cm</li> <li>▪ visina do klipa - 75 cm</li> <li>▪ sklop biljaka - 57.000</li> <li>▪ međuredno rastojanje - 70 cm</li> <li>▪ rastojanje u redu - 20-25 cm</li> <li>▪ prinos - 8,3 t/ha</li> <li>▪ vlažnost zrna - 17%</li> <li>▪ apsolutna težina - 366,8 g</li> <li>▪ odnos neokomušani klip : stabljika - 1 : 1,2</li> <li>▪ odnos zrno : kočanka : komušina - 1:0,15:0,06</li> <li>▪ stanje useva - uspravan</li> </ul>

Praćenje kombajna je vršeno od ranih jutarnjih časova, od trenutka početka svakodnevnog tehničkog održavanja tj. pripreme kombajna za žetvu, pa sve do ponovnog prestanka rada tj. povratka u ekonomsko dvorište ili mesto za parkiranje.

Ispitivanjima je obuhvaćeno praćenje sledećih parametara:

- Brzina kretanja na stazi od 30 m;
- Učinak kombajna;
- Potrošnja goriva;
- Širina zahvata kombajna (hedera);
- Visina reza, odnosno visina stabljika nakon prohoda kombajna;
- Masa zrna sakupljena u koš prikolice na putu od 30 m (protok);
- Masa stabljike i zrna uhvaćenog na mernom platnu (gubici).

U ispitivanjima je korišćeno: štoperica, merna traka, trasirke, merno platno, platneno crevo, koš, vaga i drugo.

Pre samog ispitivanja bilo je potrebno izvršiti pripremu kombajna. Na zadnjoj strani kombajna postavlja se merno platno na koje se sakupljaju stabljike zajedno sa komušinom i eventualnim gubicima zrna. Na istovarnoj spirali postavlja se platneno crevo pomoću koga se usmerava zrno u koš, a na osnovu koga se meri protok mase [2].

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Ispitivanje kombajna A izvršeno je od 20.10.2004. do 27.10.2004. godine na Kombinat Mitrosrem Sremska Mitrovica. Eksploataciona ispitivanja kombajna B izvršen je na parcelama PKB-A RJ "Lepušnica" u Lepušnici u vremenu od 13-17.10.2003. godine.

Gubici vršalice su u direktnoj zavisnosti od brzine kretanja i predstavljeni su u tabelama 3. i 4. Regulacija koju je propisao proizvođač pokazala se kao najoptimalnija, ali zato gubici nisu u korelaciji sa brzinom kretanja i ugrađenim 6-redim adapterima. Neusaglašeni rad adaptera sa osnovnom mašinom u direktnoj je zavisnosti na stepen povećanja gubitaka, kao i nemogućnost ostvarenja kapaciteta, što direktno utiče na optimalni rad kombajna. Iz ovoga proizilazi da je opterećenost osnovne mašine zastupljena sa 69,44% od svojih nominalnih mogućnosti. Deklaraciju koju smo dali kod kapaciteta ostaje kao merodavna, kao i za visinu do 1% ukupnih gubitaka.

Na samim kombajanima registrovani gubici su zanemarljivi, obzirom da kombajni nisu bili optimalno opterećeni.

Ponašanje adaptera u poleglom usevu nije poznato, a obzirom da nismo imali takve uslove, ocenu po ovom pitanju ne možemo dati.

Analizom I klase iz bunkera, utvrđeno je da je čistoća rada vrlo dobra. Nisu registrovane velike primese. Sa regulacijom koja je ostvarena procenat loma zrna je 6,3 %. Posledica ovakvog rada je velika vlažnost zrna (26%), tj. smanjeni zazori na ulazu i izlazu vršalice zbog boljeg izvršaja pri ovoj vlažnosti. Rezultati kvaliteta rada predstavljeni su u tabelama 5. i 6.

Pri većim brzinama uočeno je povećanje primesa u bunkeru, što ukazuje da kombajni uvlači veću količinu stabljike koju im dostavljaju 6-redi adapter, što utiče na čistoću rada. Kvalitet izvršaja, koji određuje procenat loma koćanke, ukazuje na izuzetan izvršaj i dobru podešenost kombajna. Činjenica da uopšte nema frakcije izdrobljene koćanke to potvrđuje, što se vidi iz tabele 5 i 6.

Tab. 3. Tehnologija rada kombajna A (kukuruz R-57)

Red. broj	Sorta kukuruza	Prinos (t/ha)	Brzina kretanja (km/h)	Protok zrna (kg/s)	Protok mase (kg/s)	Regulacija				Gubici adaptera %			Gubici vršalice slobodno zрно %	Ukupni gubici %
						Bubanj (o/min)	Zazor (mm)	Ventil. (o/min)	Otvor. sita 0-20	Slobodno zрно	Opali klipovi	Ukupno		
1.	R-57	10,83	6,4	8,2	10,14	500	26	1020	12/8	-	-	0,00	0,01	0,01
2.	"	"	7,0	8,85	11,05	500	"	"	"	-	-	0,00	0,08	0,08
3.	"	"	7,50	9,5	11,83	500	"	1050	14/10	-	2	0,40	0,32	0,72

Tab. 4. Tehnologija rada kombajna B (kukuruz SK-677)

Red. broj	Sorta kukuruza	Prinos (t/ha)	Brzina kretanja (km/h)	Protok zrna (kg/s)	Protok mase (kg/s)	Regulacija				Gubici adaptera %			Gubici vršalice slobodno zрно %	Ukupni gubici Total %
						Bubanj (o/min)	Zazor (mm)	Ventil. (o/min)	Otvor. sita 0-20	Slobodno zрно	Opali klipovi	Ukupno		
1.	SK 677	8,30	6,62	5,98	7,91	500	26	1100	12/8	-	-	0,00	0,01	0,01
2.	"	"	6,55	6,00	8,00	500	"	"	"	-	-	0,00	0,01	0,01
3.	"	"	9,25	8,74	11,57	500	"	1100	14/10	-	2	0,70	0,02	0,72
4.	"	"	8,72	10,00	12,41	500	"	"	"	-	1	0,29	0,01	0,30
5.	"	"	10,96	10,35	11,75	450	"	1000	12/8	-	1	0,35	0,02	0,37
6.	"	"	10,36	10,79	12,20	450	"	1100	13/8	-	1	0,32	0,02	0,34
7.	"	"	10,11	8,43	10,56	450	"	"	"	-	1	0,40	0,01	0,41
8.	"	"	11,60	-	18,25	450	"	1100	13/8	-	6	2,13	-	2,13
9.	"	"	11,80	-	18,10	450	"	"	"	-	7	2,49	-	2,49

Tab. 5. Kvalitet rada kombajna A

Broj prohoda	Bubanj (min <sup>-1</sup> )	Brzina (km/h)	Kvalitet rada (%)			Lom koćanke (%)			
			Celo zrno	Pol. zrno	Primeše	Cela	1/2	1/3	Izd. k.
1	500	6.40	93.84	5.8	0.36	71	20	9	0
2	500	7.00	92.25	6.3	0.45	68	22	10	0
3	500	7.55	92.65	6.8	0.55	65	30	5	0

Tab. 6. Kvalitet rada kombajna B

Broj prohoda	Bubanj (min <sup>-1</sup> )	Brzina (km/h)	Kvalitet rada (%)			Lom koćanke (%)			
			Celo zrno	Pol. zrno	Primeše	Cela	1/2	1/3	Izd. k.
1	500	6.62	86.17	13.47	0.36	91	6	3	0
2	500	6.55				91	5	4	0
3	500	9.25	85.82	12.95	1.23	86	8	6	0
4	500	8.72				88	7	5	0
5	450	10.96	91.76	6.83	1.41	97	3	0	0
6	450	10.36	93.41	6.30	0.29	96	4	0	0
7	450	10.11				95	5	0	0

Na osnovu izvršenih testiranja, 6-redi adapteri koji su bili agregatirani sa kombajnima A i B, pokazali su i neke nedostatke. Sa povećanjem brzine kretanja > 8 km/h, dolazi do velikih gubitaka u frakciji opali klip, pogotovo na bočnim sekcijama 1 i 6, što predstavlja ograničavajući faktor uspešnog rada cele mašine, kako po pitanju kapaciteta, tako i po pitanju ukupnih gubitaka

Učinkom kombajna A i B tabelarno je predstavljen kao i režimi rada koji su ostvareni. Ovi rezultati predstavljeni su u tabelama 7 i 8.

Tab. 7. Evidencija rada kombajna A

Datum	Radno vreme	Površina	Žetvena količina	Vlaga	Gorivo	Presek			
	h	ha	t	%	lit.	ha/h	t/h	t/ha	lit/ha
27.10	6.97	12.75	138.13	26.00	318.75	1.83	19.80	10.83	25.00
27.10	6.97	16.03	173.61	26.00	320.06	2.30	24.09	10.83	20.00

Tab. 8. Evidencija rada kombajna B

Datum	Radno vreme	Površina	Žetvena količina	Vlaga	Gorivo	Presek			
	h	ha	t	%	lit.	ha/h	t/h	t/ha	lit/ha
13.10	6.97	30.283	180.71	20.3	389.0	4.35	25.94	5.97	12.85
15.10	5.02	18.011	131.68	16.9	281.0	3.59	26.25	7.31	15.60
16.10	5.58	23.020	153.96	16.6	315.0	4.12	27.57	6.69	13.68
Suma	17.57	71.314	466.35		985	4.02	26.58	6.66	14.04

## ZAKLJUČAK

Na osnovu svega iznetog kombajn A i B u berbi kukuruza 2004. godine ostvarili su sledeće rezultate:

1. a) **Optimalni kapacitet kombajna A** sa tolerantnim gubitkom do **1%**, može se deklarirati na **8,2 kg/sec mase**, pri brzini kretanja od **6,4 km/h**.

b) **Optimalni kapacitet kombajna B** sa tolerantnim gubitkom do **1%**, može se deklarirati na **12,5 kg/sec mase**, pri brzini kretanja od **8 km/h**.

2. a) **Maximalni kapacitet kombajna A** sa tolerantnim gubitkom do **1%**, može se deklarirati na **9,5 kg/sec mase**, pri brzini kretanja od **7,5 km/h**.

b) **Maximalni kapacitet kombajna B** sa tolerantnim gubitkom do **1%**, može se deklarirati na **14 kg/sec mase**, pri brzini kretanja od **10 km/h**.

3. **Parametri koji ograničavaju kapacitet kombajna u odnosu na gubitke:**

- propusna moć adaptera
- prinos
- vlažnost zrna

4. **Gubici hedera** su zanemarljivi,

5. **Kvalitet rada** je na gornjoj granici dozvoljenog (6% loma zrna), pri čemu se lom zrna može smanjiti povećanjem zazora podbubnja na 28-30 mm, zavisno od vlažnosti useva.

6. **Kvalitet ovršene mase** je dobar, što je posledica dobre separacijom, na koje ukazuje procenat izlomljene koćanke.

7. **Pražnjenje bunkera** je efikasno, mlaznica žita je puna i konstantnog toka.

8. a) **Učinkak kombajna A** od 2,065 ha na sat je relativno mali, može se povećati boljom organizacijom rada (transport usko grlo) na oko 2,3 ha/h uz tolerantne gubitak od 0,5-1 %.

b) **Učinkak kombajna B** od 4.02 ha na sat je relativno mali, što je uslovljeno ograničenim kretanjem i limitiranim procentom gubitaka od 1 %.

9. a) **Potrošnja goriva kombajna A** od 22,50 l/h je zadovoljavajuća, što je u korelaciji sa opterećenošću rada radnih organa i efektima učinka i sa korekcijom učinka može se smanjiti na nivo od 20 l/ha.

b) **Potrošnja goriva kombajna B** od 14.04 lit/h je izuzetno mala, što je u korelaciji sa opterećenošću rada radnih organa i efektima učinka

10. **Rad kompjutera**, korektan, tj nisu primećene razlike u dobijenim eksploatacionim parametrima merenja i parametrima kompjutera.

## LITERATURA

- [1] Đević, M. (2002): Izveštaj o eksploatacionom ispitivanju kombajna Claas Lexion 450, Beograd.
- [2] Đević, M., Miodragović R. (2004): Contemporary Combine Harvesters in Grain Harvesting, Fifth International Scientific - Practical Conference "Present-Day Problems of Agricultural Mechanics", Vinnytsia, Ukraine.
- [3] Đević, M., Novaković, D., Miodragović, R., Mileusnić, Z. (2002): Savremeni žitni kombajni u uslovima PKB-a, Poljoprivredna tehnika br. 1/2, str. 29-36, Beograd.
- [4] Lazić, V., Manojlović, V. (1991): Efektivnost sistema za žetvu pšenice, Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad, br. 3, 116-121.

- [5] Lazić, V., Turan, J. (1999): Rad žitnih kombajna na seljačkim gazdinstvima, Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad, br. 3, 127-134.
- [6] Miodragović, R., Đević, M. (2004): Contemporary Combine Harvesters in Corn Harvesting VI International Symposium "Young People and Multidisciplinary Research", Temisoara, Romania.
- [7] Tešić, M., Martinov M. (1996): Žitni kombajni - noviteti i tendencije razvoja, Savremena poljoprivredna tehnika, Vojvodansko društvo za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 61-70.

**Napomena:** Rezultati istraživačkog rada nastali su po projektu koje finansira Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj R. Srbije - "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", ev. br. TP.6918.A, od 1.04.2005.

## NEW GENERATION HARVESTERS IN CORN HARVESTING

**Đević Milan, Miodragović Rajko, Mileusnić Zoran**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** Introduction of new generation harvesters is analyzed through efficiency, losses and quality of harvested crop. Purpose of the investigation is analysis of new generation harvesters working parameters in corn harvesting. On this base will be defined possibilities of improvement of efficiency and productivity, as well as decrement of fuel consumption.

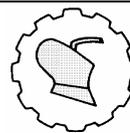
Results of investigation have shown the following parameters:

- at harvester A – fuel consumption was 14.04 l/ha, or 58.97 l/h, with the efficiency of 4.2 ha/h and average working speed of 8.0 km/h.
- at harvester B – fuel consumption was 22.50 l/ha, or 45.82 l/h, with the efficiency of 2.065 ha/h and average working speed of 6.4 km/h.

Efficiency coefficient of the harvester is 0.7, but it can be significantly increased with better harmonizing of working regime and working conditions.

**Key words:** *modern wheat combine harvesters, speed, energy, losses, performance.*





UDK: 631.565:633.11:519.8

*Originalan naučni rad  
Original scientific paper*

## MASOVNI TRANSPORT U POLJOPRIVREDI

**Jan Turan**

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

**Sadržaj:** Transport čini skoro polovinu svih radova u poljoprivredi. Pored proizvoda koji se plasiraju na tržište, znatne količine materijala i proizvoda transportuju se unutar gazdinstva.

U radu se daje analiza transporta rinfuznog tereta (zrno pšenice, ječma, kukuruza...) u dominantnim varijantama transportnih sredstava koji su zastupljeni u uslovima transporta na velikim kompleksima Vojvodine.

Rad je proistekao iz višegodišnjih terenskih ispitivanja tehnoloških procesa ubiranja poljoprivrednih kultura.

**Ključne reči:** *transport, transportna sredstva, učinak.*

### UVOD

Prema Luckeu efikasan transportni sistem u poljoprivredi mora da obezbedi da se transportovani materijal kreće nesmetano bez uticaja prethodnih i naknadnih radnih operacija i bez gubljenja kvaliteta. To je moguće vođenjem računa o sledećim uslovima:

1. Transport treba da se izvodi što većom brzinom,
2. Treba transportovati što je moguće veću masu u svakoj vožnji,
3. Infrastruktura unutrašnjih i spoljašnjih puteva i pratećih objekata treba da je usklađena sa navedenim zahtevima,
4. Efikasan transportni sistem treba da je usklađen sa učincima žetvenog sistema.

Boss Navodi da učinak kombajna pada 6-10% a ponekad i do 30% ako se kombajni striktno prazne na krajevima parcele u stacionarnom položaju, u odnosu na prажnjenje u hodu na parceli.

Domaći autori Stojković i Krmpotić ističu da se transport u poljoprivredi optimizira po kriterijumi minimalnih transportnih troškova ili po kriterijumu minimalnog vremena transporta. Mada u savremenim uslovima dolazi do izražaja kriterijum minimalni troškovi rada odnosno nerada celog sistema berba-transport-prijem gde se transport sagledava samo kao jedna karika u celom žetvenom sistemu a ne separatno.

Radom se sagledava korišćenje transportnih sredstava u masovnom poljoprivrednom transportu u uslovima proizvodnje zasnovane na "velikim" površinama.

### MATERIJAL I METOD RADA

Analizom su obuhvaćeni traktorski transportni agregati koje sačinjavaju traktori kao pogonske jedinice i prikolice pretežno zastupljene na poljima Vojvodine. Traktori su snage 60 do 80 kW i spadaju u grupu najzastupljenijih u ovoj vrsti transporta na imanjima Vojvodine. Konceptija sva tri traktora je klasična 4x4S. Transportna sredstva su jednoosovinske i dvoosovinske prikolice nosivosti 1 x 12 t i 2 x 8 t.

Tab. 1. Osnovni tehnički parametri transportnih agregata

Agregat	Snaga traktora "P <sub>e</sub> " (kW)	Nosivost transportnog sredstva "M <sub>k</sub> " (t)	Specifična snaga (kW/t)	Tip transportnog sredstva (prikolice)
I	60	8	7.50	Dvoosovinska
II	68	12	5.67	Jednoosovinska
III	81	16 (2x8)	5.06	Dve dvoosovinske

Ispitivanja su obavljena u sklopu opsežnih terenskih ispitivanja tehnološkog procesa žetve u zadnje tri godine koje je obavio Departman za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. U toku ispitivanja hronografija rada transportnih agregata vršena je sukcesivno u toku trajanja cele smene, dok su ostali parametri, kao što je prevezena masa tereta, potrošnja goriva očitavani sa propratnih evidencionih listi. Pređeni put i transportna brzina preračunavani su na osnovu podataka sa planova parcela.

### REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Elementi koji utiču na učinak transportnih agregata su transportna brzina, transportni put, i kao bitan segment specifičnosti poljoprivrednog transporta do izražaja dolazi vremenski faktor "čekanje na utovar". Ostali segmenti vremena transportnog ciklusa značajno ne utiču na trajanje samog ciklusa te je na njima teško ostvariva racionalizacija (skraćenje) tehnološkog ciklusa transporta.

U toku snimanja tehnoloških ciklusa transporta pšenice dobijeni su rezultati prikazani u tabeli 2.

Tab. 2. Struktura vremena transportnih ciklusa za pojedine transportne agregate

Agregat	Vreme utovara "t <sub>u</sub> " (h)	Vreme čekanja na utovar "t <sub>cu</sub> " (h)	Vreme teretne vožnje "t <sub>t</sub> " (h)	Vreme istovara "t <sub>i</sub> " (h)	Vreme prazne vožnje "t <sub>p</sub> " (h)	Ciklusno vreme "t <sub>c</sub> " (h)
I	0,32	0,55	0,410	0,290	0,370	1,940
II	0,47	0,55	0,412	0,230	0,356	2,018
III	0,63	0,55	0,414	0,350	0,377	2,321

Karakteristično je za pojedine segmente ciklusnog vremena da u vreme utovara spadaju sva vremena vezana za sam proces utovara kao i vremena neophodnih kretanja od jednog do drugo kombajna i međuutovarno čekanje.

Vreme čekanja na utovar na osnovu merenja na terenu po pravilu prelazi vrednost od 0.5 h, odnosno svaki transportni agregat u svakom transportnom ciklusu gubi u redu čekanja na utovar. Vreme teretne vožnje kao i vreme prazne vožnje diktirani su dužinom transportnog puta, tipom i kvalitetom podloge kao i specifičnom snagom agregata (kW/t). Vreme istovara sa svojim vrednostima na ciklusno vreme utiče sa udelom na nivou oko 15% s tim da se ovde ne pojavljuje vreme čekanja na istovar, jer po pravilu velika imanja imaju svoje istovarne rampe ili pak istovaruju zrno na gomile. Redovi čekanja na istovar formiraju se u slučajevima transporta zrna sa više lokacija odjednom, što je slučaj otkupa na zadružnim otkupnim mestima i nije predmet izučavanja ovog rada.

Kao bitan faktor koji utiče na vreme utovara je maseni učinak kombajna "Q<sub>k</sub>" (t/h) ili grupe kombajna. U ovom slučaju maseni učinak je bio 25.3 t/h. Na osnovu ovog masenog učinka proračunati su svi eksploatacioni parametri rada transportnog sistema za sva tri agregata.

Proizvodni učinak "W<sub>tc</sub>" (1) se izražava u jedinici t/h. Ovako iskazan učinak je pogodan iz razloga uporedivosti dva različita transportna agregata ako transportuju materijal na istoj maršuti isti predstavlja polazni parametar pri određivanju broja transportnih agregata potrebnih radi nesmetanog tehnološkog procesa žetve pri preuzimanju zrna sa kombajna. U praksi to praktično znači da proizvodni učinak transportnih sredstava "W<sub>tc</sub>" mora biti veći od masenog učinka kombajna "Q<sub>k</sub>". U protivnom dolazi do organizacionih zastoja u procesu žetve i smanjuje se učinak kombajna u celom lancu žetve. U slučaju manjeg učinka transportnih sredstava pribegava se povećanju broja istih.

Nedostatak prikaza učinka u t/h je to što ne figurira dužina teretnog puta, te se zbog toga pribegava prikazu proizvodnog učinka u t km/h (2)

$$W_{tc} = \frac{M_p}{t_{tc}}, [t/h] \quad (1)$$

$$W_{tk} = \frac{M_p \cdot s_{te}}{t_{tc}}, [t \text{ km/h}] \quad (2)$$

U prevozu pšenice masa prevezenog tereta (M<sub>p</sub>) najčešće se poklapa sa deklarisanom nosivošću transportnog sredstva (M<sub>k</sub>). Objašnjenje je jednostavno: traktoristi nisu plaćeni od učinka i nemaju razloga da pretovaruju sanduk transportnog sredstva a i konstruktivna zapremina transportnih sredstava namenjenih za transport rasutog tereta u poljoprivredi određuje se na bazi zapreminske mase od 0.8 t/m<sup>3</sup>, odnosno na bazi zapreminske mase pšenice.

Tab. 3. Proizvodni učinci za pojedine agregate

Agregat	M <sub>p</sub>	t <sub>tc</sub> (h)	s <sub>tc</sub> (km)	W <sub>tc</sub> (t/h)	W <sub>tk</sub> (t km/h)
I	8	1.94	8.33	4.12	34.35
II	12	2.02		5.95	49.53
III	16	2.32		6.89	57.42

Na osnovu masenog učinka kombajna " $Q_k$ " od 25.3 t/h potreban broj transportnih agregata izračunat je preko formule (3) i usvojen je prvi veći ceo broj (tabela 4).

$$N' = \frac{Q_k}{W_{tc}} \quad (3)$$

Tab. 4. Potreban broj transportnih agregata

Agregat	$Q_k$ (t/h)	$W_{tc}$ (t/h)	$N'$	$N$
I	25.3	4.12	6.14	7
II		5.95	4.25	5
III		6.89	3.67	4

U tabeli 4. prikazano je stanje za slučaj rada transportnog sistema gde se u strukturi ciklusnog vremena pojavljuje vreme čekanja na utovar ( $t_{cu}$ ). Ovo vreme predstavlja neželjeni deo radnog vremena i kao takvo je neproduktivno. Težnja je svesti ga na minimalnu vrednost. Ako se celokupni žetveni sistem organizuje tako da je vrednost ovog vremena bude minimalna, dolazimo do situacije prikazane tabelom 5.

Tab. 5. Reducirani broj transportnih agregata

Agregat	$Q_k$ (t/h)	$t_{tc}$ (h)	$W_{tc}$	$N'$	$N$
I	25.3	1.39	5.76	4.39	5
II		1.47	8.16	3.10	4
III		1.77	9.04	2.80	3

Analizom potrebnog broja transportnih agregata ( $N$ ) u tabelama 4. i 5. dolazi se do zaključka da postoji mogućnost smanjenja broja transportnih agregata bez uticaja na dinamiku i rad kombajna i bez smanjenja proizvodnosti kombajna ( $Q_k$ ).

Rezerve u kapacitetu transportnih agregata su evidentne u sve tri varijante. Smanjenje broja transportnih agregata ima za posledicu čitav niz povoljnih efekata na ukupno poslovanje. Smanjeni su troškovi radne snage, ulaganja u nabavke mehanizacije, repromaterijala, goriva ...

Pri pitanju za koje agregate se opredeliti, moraju se dobro sagledati svi uticajni faktori koji utiču na sam proces transporta. Bitniji uticajni faktori su: dužina transportnog puta, kapacitet-činak kombajna, način istovara i čitav niz organizacionih faktora.

Dužina transportnog puta utiče proporcionalno na veličinu transportnih sredstava, što praktično znači da sa porastom dužine transportnog puta, neophodno je ako to uslovi dozvoljavaju pribegavanje korišćenja većih i brzih transportnih sredstava.

U slučaju niskog kapaciteta ubiranja neprihvatljivo je korišćenje velikih transportnih sredstava jer raste udeo vremena međuutovarnog čekanja, odnosno vreme čekanja da se transportni agregat napuni može se otegnuti na 2 do 3 sata. Istovar treba da se odvija nesmetano sa kontinualnim naslanjanjem pojedinih vremena (merenje, uzimanje uzorka, otvaranje i zatvaranje prikolice, istovar) jednog na drugo.

## ZAKLJUČAK

Oblik masovnog transporta u poljoprivredi na našim prostorima često je diktiran uslovima opremanja gazdinstava iz ranijih perioda, tako da još uvek dominiraju transportni agregati prikazani u ovom radu. Opremanjem gazdinstava visokokapacitnom žetvenom tehnikom polako se uvode nove organizacione šeme transporta u poljoprivredu. Za očekivati je da će rasti nosivost i transportna brzina agregata. U sistemu minimalne i redukovane obrade svoju primenu naći će i samoistovarne prikolice, čija primena omogućuje korišćenje kamionskog prevoza u poljoprivrednom transportu.

## LITERATURA

- [1] Boss, W. Herrmann, K: Transport žita u Nemačkoj, Savremena poljoprivredna tehnika, 3 (1990) XVI, s. 65-67.
- [2] Lucke, W: Tendencije razvoja transportnih agregata traktor-prikolica, SPT 4(1989) XV, s. 144-149.
- [3] Stojković, M. Krmpotić, T: Minimizacija vremena u transportu poljoprivrednih proizvoda, Savremena poljoprivredna tehnika, 3(1990) XVI, s. 68-72
- [4] Turan, J: Capacity of combine in wheat and maize harvesting, International conference on sustainable agriculture and european integration processes, FAO, Faculty of agriculture, Novi Sad, 2004, p.152.

## MASS TRANSPORT IN AGRICULTURE

**Jan Turan**

*Faculty of Agriculture - Novi Sad*

*jturan@polj.ns.ac.yu*

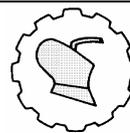
**Abstract:** Almost half of all work in agriculture goes to transport. Aside of products wich are distributed to market, considerable amounts of material and products are being transported within the farm.

Analysis of bulk materials (wheat grain, barley grain, corn grain...) in dominant variants of transport units wich are represented in transport conditions of large Vojvodinian plants is being given in this paper.

The paper is result of several year field examinations of crop harvesting technological proceses.

**Key words:** *transport, transport unit, output.*





UDK: 621.3.044

*Pregledni naučni rad  
Review scientific paper*

## LABORATORIJSKO POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE I MAGNETNU OBRADU OTPADNIH VODA

Marija Vukić<sup>1</sup>, Zoran Stajić<sup>2</sup>, Đukan Vukić<sup>3</sup>,  
Nenad Radovanović<sup>2</sup>, Đuro Ercegović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Saobraćajni institut CIP - Beograd;

<sup>2</sup>Elektronski fakultet - Niš;

<sup>3</sup>Poljoprivredni fakultet - Beograd

**Sadržaj:** U radu je dat prikaz laboratorijskog postrojenja za prečišćavanje i magnetnu obradu zauljenih otpadnih voda. Sastavni deo postrojenja su i magneti za magnetnu obradu vode sa pratećom opremom za električno napajanje, magnetna merenja, regulaciju i zaštitu od preteranog zagrevanja. Pored osnovne namene postrojenje može da se koristi i za ispitivanje efekata magnetne obrade vode za primenu u različitim oblastima industrije, poljoprivrede, medicine i dr.

**Ključne reči:** *otpadna voda, laboratorijsko postrojenje, magnetna obrada, magnet.*

### UVOD

Laboratorijsko postrojenje za prečišćavanje i magnetnu obradu zauljenih otpadnih voda je jedan od rezultata trogodišnjih istraživanja u okviru realizacije naučno-istraživačkog projekta tehnološkog razvoja MHT 2.08.0116. B "Istraživanje i razvoj metoda za prečišćavanje zauljenih otpadnih voda iz železničkih stacionarnih uređaja" [1] u čijoj realizaciji su učestvovali Saobraćajni Institut CIP - Beograd, Poljoprivredni fakultet - Zemun, Tehnološko-metalurški fakultet - Beograd i Elektronski fakultet - Niš. Projekat je finansiran od strane Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije i Železničko transportnog preduzeća - Beograd.

Osnovni zadatak koji se u okviru realizacije navedenog projekta postavio pred istraživačima sastojao se iz dva dela. Prvi deo se odnosio na projektovanje i realizaciju takve konfiguracije laboratorijskog postrojenja koje će pre svega omogućiti optimalno prečišćavanje zauljenih otpadnih voda iz železničkih stacionarnih objekata ali i omogućiti istraživanja u ostalim oblastima primene magnetno obrađene vode. Drugi deo je bio vezan za konstrukciju specijalnih magneta, koji svojim karakteristikama odgovaraju zahtevima do kojih se došlo tokom istraživanja. U tom smislu, u ovom radu dat je kratak prikaz konačnog rešenja laboratorijskog postrojenja i tri vrste realizovanih magneta za magnetnu obradu vode.

## 1. KARAKTERISTIKE LABORATORIJSKOG POSTROJENJA

Laboratorijsko postrojenje za prečišćavanje zauljenih otpadnih voda iz stacionarnih železničkih objekata realizovano je tako da se potpuno prečišćavanje vrši kombinovanim dejstvom odgovarajućih hemijskih sredstava i magnetnom obradom zauljene otpadne vode [2], [3], [4]. Zbog toga je laboratorijsko postrojenje tako projektovano da se sastoji od sabirnog bazena za sakupljanje otpadne vode, bazena za doziranje aluminijum sulfata i hlorovodonične kiseline (u kojem se odvija proces koagulacije), bazena za grubo filtriranje i odvajanje ulja, uljni sabirni bazen, bazen za neutralizaciju vode, bazen za bistenje, bazen za mulj, sistem za doziranje i magnet za magnetnu obradu vode sa pratećom električnom opremom [1]. Svi elementi postrojenja smešteni su na metalnoj konstrukciji u više nivoa i njegov izgled (sa prednje i zadnje strane) prikazan je na sl. 1.



*Sl. 1. Laboratorijsko postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (pogled sa prednje i zadnje strane)*

Delovi ovog postrojenja kombinovani sa adsorpcionom kolonom punjenom sa novim razvijenim sorbentom na bazi vune koristi novu metodu sorpcionog prečišćavanja otpadne vode [3]. Magneti koji čine deo ovog postrojenja u kombinaciji sa pojedinim delovima postrojenja mogu da se koriste kako u svrhu prečišćavanja otpadnih voda tako i za magnetisanje vode za različite primene [2].

Svi bazeni napravljeni su od pleksiglasa kako bi se omogućilo vizuelno praćenje svih tehnoloških procesa u toku eksperimentalnog istraživanja. Detaljan prikaz svih elemenata postrojenja dat je u [4].

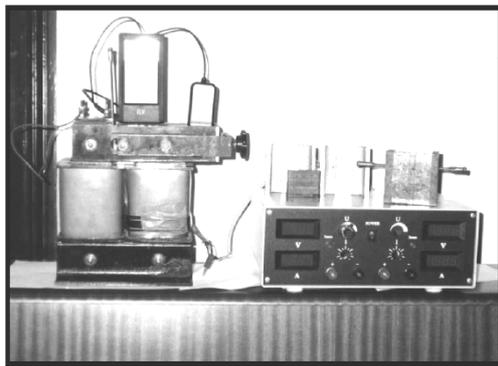
## 2. MAGNETI ZA MAGNETNU OBRADU VODE

U toku trogodišnje realizacije projekta MHT.2.08.0116.B projektovane su i realizovane tri vrste elektromagneta za magnetnu obradu vode i to elektromagnet transformatorskog tipa MOV-1, elektromagnet transformatorskog tipa MOV-2 i rotirajući magnet RMOV-1.

### 2.1. Elektromagnet MOV-1

Za potrebe laboratorijskih ispitivanja uticaja magnetnog polja na izdvajanje suspendovanih čestica masti i ulja iz zauljene otpadne vode i povećanje efikasnosti prečišćavanja u prvoj istraživačkoj godini je konstruisan prototip elektromagneta MOV-1 (u Laboratoriji za električne mašine i elektromotorne pogone i vuču Elektronskog fakulteta u Nišu), kao izvor magnetnog polja odgovarajućih karakteristika. Elektromagnet MOV-1 je transformatorskog tipa, a svojom konstrukcijom je prilagođen zahtevu da se cev, kroz koju (radi magnetne obrade) prolazi zauljena voda, nalazi u magnetnom polju elektromagneta (čija se jačina magnetnog polja  $H$  i magnetna indukcija  $B$  mogu kontinualno regulisati).

Izgled elektromagneta MOV-1, zajedno sa mernom opremom za ispitivanje prikazan je na slici 2, dok su detaljni tehnički i konstruktivni podaci dati u [5] i [6].



Sl. 2. Elektromagnet MOV-1 i merna oprema za ispitivanje njegovih karakteristika

### 2.2. Elektromagnet MOV-2

Tokom eksperimentalnih ispitivanja uticaja efekata magnetne obrade vode sa elektromagnetom MOV-1 na prečišćavanje zauljenih otpadnih voda sa pilot-lokacije, ispoljili su se određeni nedostaci tog elektromagneta (nedostatak zaštite od preteranog zagrevanja, greške prilikom određivanja dužine vazdušnog zazora, nemogućnost realizovanja više različitih režima), a pojavili su se i novi zahtevi koje elektromagnet treba da zadovolji (dobijanje vrednosti magnetne indukcije veće od 1T, smanjenje magnetnog rasipanja, postizavanje dužine vazdušnog zazora preko 4,5 mm), [7].

Zbog toga se pristupilo projektovanju i konstrukciji drugog elektromagneta MOV-2 kod koga bi bili otklonjeni navedeni nedostaci i koji bi svojom izradom ispunjavao nove zahteve.

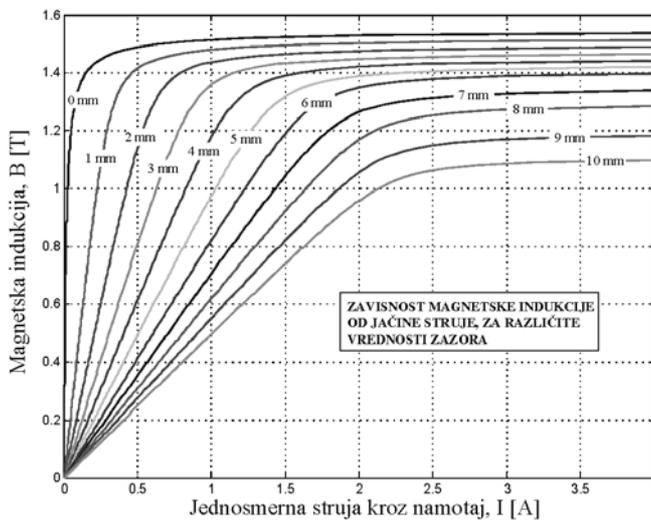
Elektromagnet MOV-2 je transformatorskog tipa i predstavlja modifikovanu i usavršenu verziju elektromagneta MOV-1. Razlikuje se od klasičnih elektromagneta po metodologiji proračuna i po načinu izrade i izbora materijala za pojedine elemente magnetnog i električnog kola. Specifičnost konstrukcije elektromagneta, koja se ogleda u nestandardnom obliku magnetnog kola (a do koga se došlo na osnovu iskustva pri eksperimentisanju sa MOV-1), uslovljava da izbor dimenzija i vrste magnetnog lima za izradu magnetnog kola bude nestandardan. Iz ovih razloga odabrani su magnetni limovi, debljine 0,35 mm, predviđenih za izradu naponskih mernih transformatora. Ovi limovi spadaju u red najkvalitetnijih silicijum čeličnih limova sa velikom indukcijom zasićenja, oznake MT 93.

Kod ovog elektromagneta povećana je dužina vazdušnog zazora na vrednost koja omogućava prolazak plastične cevi prečnika do 10 mm i dužine 50 mm kroz magnetno polje, što pruža veće tehnološke mogućnosti sa stanovišta povećanja efikasnosti prečišćavanja zauljenih otpadnih voda. Napravljen je matematički model ovog elektromagneta na osnovu kojeg su utvrđene i njegove karakteristike [8], što omogućava da se merenjem struje ostvaruje uvid u vrednost jačine magnetnog polja na mestu gde se nalazi cev sa tretiranom otpadnom vodom. Prototip MOV-2 omogućava vrednost magnetne indukcije  $B = 1,25 \text{ T}$ , a ugradnjom termistora u namotaj obezbeđena je zaštita od preteranog zagrevanja [9].

Ostali tehnološki i konstruktivni podaci elektromagneta MOV-2 dati su u [3]. Na slici 3. prikazan je izgled elektromagneta MOV-2 (pogled sa zadnje strane) a na slici 4. magnetske karakteristike za različite vrednosti dužine zazora.



Sl. 3. Elektromagnet MOV-2 i kontrolni instrument KU-1-MOV

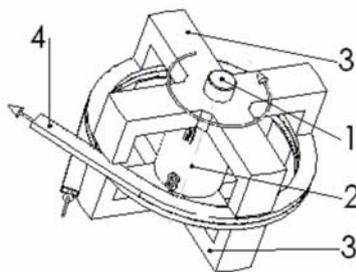


Sl. 4. Promena magnetne indukcije u funkciji jednosmerne struje kroz namotaj pri paralelnoj vezi polunamota

Korišćenjem dijagrama sa slike 4. moguće je merenjem vrednosti struje proceniti vrednost jačine magnetne indukcije u vazдушnom zazoru, jednostavnim očitavanjem sa datih karakteristika.

### 2.3. Rotirajući magnet RMOV-1

U toku istraživanja u okviru realizacije Projekta 2.08.0116.B uočeno je da na karakteristike magnetno obrađenih zauljenih otpadnih voda značajno utiču ne samo vrednosti jačine magnetnog polja i magnetne indukcije magnetnog polja u kojem se otpadna voda nalazi nego i karakter i brzina promene magnetnog polja [2]. Zbog toga se pristupilo projektovanju i konstrukciji jednog originalnog rešenja rotacionog magneta sa permanentnim magnetima različite polarnosti, čija će primena omogućiti da zauljena otpadna voda bude podvrgnuta dejstvu višestruko promenljivog magnetnog polja. To rešenje predstavlja elektromagnet RMOV-1 čiji je izgled prikazan na slici 5 [10].



Pri tome je, u skladu sa oznakama na sl. 5:

- 1 - vratilo;
- 2 - rotirajući magnet;
- 3 - rotirajući polni nastavci magneta;
- 4 - kružni kanal pravougaonog poprečnog preseka od izolacionog materijala kroz koji protiče tečni fluid;
- N - severni pol magneta;
- S - južni pol magneta

Sl. 5. Rotirajući magnet RMOV-1

Predloženo tehničko rešenje zasniva se na povećanju relativne brzine jona rastvora (delića tečnosti) u odnosu na magnetno polje  $v$ , koje se ne postiže povećanjem protoka fluida koji se tretira, već relativnim kretanjem magnetna u suprotnom smeru od smeru proticanja fluida. Suština rešenja je u tome što se cevovod u jednom svom delu izvede u obliku kružnog prstena oko koga će se, pomoću pogonskog elektromotora obezbediti rotaciono kretanje stalnih magnetna, pri kojem će se cevovod u svakom trenutku nalaziti u magnetnom polju.

Imajući u vidu da se brzine proticanja rastvora, kod do sada primenjivanih postrojenja za magnetnu obradu, kreću u opsegu (3-8) m/s, a da se npr. sa poluprečnikom kružnog dela cevovoda od 0,5 m i brzinama obrtanja rotora motora od oko 3000 min<sup>-1</sup>, imaju relativne brzine kretanja rastvora u odnosu na magnetno polje od preko 150 m/s (čak i kada nema kretanja rastvora u cevovodu), jasno je da se na ovaj način mogu postići i 20-50 puta veće vrednosti elektromotornih sila (koje će delovati na jone tretiranih rastvora u odnosu na sve slučajeve kod kojih magneti miruju) [10].

## ZAKLJUČAK

Laboratorijsko postrojenje za prečišćavanje i magnetnu obradu otpadnih voda predstavlja originalno tehničko rešenje koje pruža velike mogućnosti za istraživanja kako u oblasti prečišćavanja otpadnih voda tako i u oblasti primene magnetisane u industriji, poljoprivredi, medicini i dr. Konceptcija predložena ovim rešenjem u potpunosti je primenljiva za praktičnu primenu u postojećim i novim objektima za prečišćavanje zauljenih otpadnih voda.

## LITERATURA

- [1] Vukić Marija i sar., Naučno-istraživački projekat tehnološkog razvoja MHT 2.08.0116.B: "Istraživanje i razvoj metoda za prečišćavanje zauljenih otpadnih voda iz železničkih stacionarnih objekata", Beograd, 2002-2004.
- [2] Klassen V.I.: "Omagnichivanie vodnih sistem", Himia, Moskva, 1982.
- [3] Vukić Marija, Veselinović D. i Rajković Lj.: "Karakteristike zauljenih otpadnih voda iz sekcije ZOVS "15 april" u Makišu, Monografija (interna publikacija), Beograd, 2002.
- [4] Vukić Marija, Stajić Z, Vukić Đ.: "Istraživanje i razvoj uređaja i metoda za prečišćavanje i magnetnu obradu zauljenih otpadnih voda iz železničkih stacionarnih objekata", Studija, Saobraćajni institut CIP - Beograd, Beograd, 2004.
- [5] Vukić Đ., Stajić Z, Vukić Marija: "Konstrukcija i karakteristike elektromagneta za magnetnu obradu zauljenih otpadnih voda", Poljoprivredna tehnika, Beograd, godina XXVI, br. 1/2, 45-53, 2002.
- [6] Vukić Marija i sar., Naučno-istraživački projekat tehnološkog razvoja MHT 2.08.0116.B: "Istraživanje i razvoj metoda za prečišćavanje zauljenih otpadnih voda iz železničkih stacionarnih objekata", Knjiga 3., Projekat "Konstrukcija i ispitivanje karakteristika elektromagneta transformatorskog tipa za magnetnu obradu zauljenih otpadnih voda (laboratorijski prototip MOV - 1), Saobraćajni institut CIP, Poljoprivredni fakultet i Elektronski fakultet, Beograd, 2002.

- [7] Stajić Z., Milčić N., Vukić Marija, Vukić Đ.: "Elektromagnet sa pokretnim jarmom za magnetnu obradu vode", Poljoprivredna tehnika, Beograd, godina XXVII, broj 1/2, 101-107, 2003.
- [8] Stajić Z., Vukić Đ., Nikolić D., Radovanović, N., Vukić Marija: "Projekat elektromagneta transformatorskog tipa MOV-2 za magnetsku obradu zauljenih otpadnih voda", Knjiga 4, Naučno-istraživački projekat tehnološkog razvoja MHT.2.08.0116.B.
- [9] Vukić Đ., Stajić Z., Radovanović N., Vukić Marija: Zagrevanje elektromagneta za magnetnu obradu vode, Poljoprivredna tehnika, Beograd, godina XXVIII, br. 1, 2004.
- [10] Radovanović N., Stajić Z., Vukić Đ., Vukić Marija: "Rotirajući magnet za magnetnu preradu tečnih fluida", Patent br. P-2005/0071, Beograd, 2005.
- [11] Vukić Đ., Stajić Z., Vukić Marija, Radovanović N., Ercegović Đ., Radičević B.: "Konstrukcija, karakteristike i primena u poljoprivredi elektromagneta za magnetnu obradu vode", Traktori i pogonske mašine, Novi Sad, 72-77, 2004.
- [12] Vukić Marija, Ercegović Đ., Vukić Đ.: "Pogodnosti primene magnetisane vode u poljoprivredi", Traktori i pogonske mašine, br. 3, str. 129-136, Novi Sad, 2003.

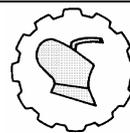
## LABORATORY INSTALLATION FOR FILTRATION AND MAGNETIC TREATMENT OF WASTE WATER

**Marija Vukić, Zoran Stajić, Đukan Vukić,  
Nenad Radovanović, Đuro Ercegović**

**Abstract:** In this paper we present the description of laboratory installation for filtration and magnetic treatment of oiled waste water, whose integral parts are the magnets for magnetic treatment of water, and attached is equipment for electrical power supply, magnetic measurement, control and protection of overheating. Addition to basic application of this installation is that it can be used for testing and monitoring of the effects of magnetic treated water which is used in different fields of industry, agriculture, medicine, etc.

**Key words:** waste water, laboratory installation, magnetic treatment, magnet.





UDK: 621.43

Stručni rad  
Profesional paper

## RAZMATRANJE POTROŠNJE MOTORNOG ULJA DIZEL MOTORA

Ljubiša Marković, Predrag Petrović, Nebojša Radojević

*IMR Rakovica - Beograd*

**Sadržaj:** Sa aspekta zadovoljenja strogih ekoloških propisa izduvne emisije dizel motora kao i poboljšanja dizel motora sa stanovišta održavanja, danas smanjenje potrošnje motornog ulja predstavlja jedan od primarnih zadataka konstruktora motora. U tom kontekstu značajno mesto zauzima istraživanje nivoa potrošnje motornog ulja i uticajnih faktora. Rezultati istraživanja daju smernice i korisnicima koji mogu da projektuju troškove eksploatacije koji su ogledaju u korišćenju odgovarajućeg motornog ulja za odgovarajući motor.

U radu je razmatran problem potrošnje motornog ulja sa stanovišta uticaja konstrukcije motora, uslova eksploatacije, kao i parametra kvaliteta motornog ulja.

**Ključne reči:** *dizel motor, motorno ulje, eksploatacija, potrošnja ulja.*

### UVOD

Eksploatacija motornih vozila ima za posledicu, po životnu sredinu, glavni negativni uticaj koji dolazi od emisije izduvnih gasova. Povećanje broja vozila, performanse istih, porast ukupne potrošnje goriva, direktno utiče na ukupnu emisiju izduvnih goriva, a samim tim na zagađenje životne sredine.

Mehanizmi smanjenja ukupne emisije su brojni i mogu se podeliti na globalne i pojedinačne. Globalni bi sadržali aktivnosti koje se odnose na organizaciju saobraćaja, merama prestrukturiranja saobraćaja u oblastima gde je zagađenje najveće, prestrukturiranje voznog parka ka vozilima koji su manji zagađivači, reformulacija goriva i isporuka tržištu goriva kojim su emisije niže, zakonske regulative i dr.

Drugi pristup pojedinačnim aktivnostima sadržan je konkretnim merenjima i razmatranjima koja se sprovode na motoru kao osnovnom proizvodu čija eksploatacija daje negativne uticaje. Osnovna istraživanja dizel motora se preduzimaju u pravcu smanjenja emisije izduvnih gasova kao i energetskim karakteristikama i performansama, smanjenje potrošnje goriva kao i smanjenje potrošnje ulja.

U ovom radu razmatrana je potrošnja motornog ulja sa stanovišta konstrukcije motora, eksploatacije, kao i uticaja motornog ulja.

## KONSTRUKCIJA MOTORA I POTROŠNJA ULJA

Potrošnja motornog ulja se izražava ili u g/kWh ili u procentima od utrošenog goriva. Obe metode računanja su prisutne kod izražavanja performansi motora SUS.

Za motore IMR potrošnja ulja se kreće od 0.3 do 1.2 % od potrošenog goriva. Velike vrednosti su karakteristika motora konstrukcija osamdesetih godina i ranije. Razvojem motora vrednosti dozvoljene potrošnje su smanjene. Kriterijum za potrošnju ulja 0.25 % od potrošnje goriva, za generacije motora do 95 godine, je smanjen razvojem motora i primenom savremenih tehnoloških rešenja na veoma nisku potrošnju ulja - svega 0.05% od utrošenog goriva. Danas dozvoljene granice su do 0.02% pa i niže.

Klip sa klipnim prstenovima jedan je od najodgovornijih delova motora, koji ima najveći uticaj na potrošnju ulja. Osnovni zadatak klipnog sklopa je prenošenje gasnih i normalnih sila, prenošenje toplote na zid cilindra, formiranje i zaptivanje radnog prostora, i dr. Da bi se ti zahtevi ostvarili materijal od kojih se izrađuju klipovi moraju da zadovolje sledeće zahteve: da imaju malu specifičnu težinu, potrebnu statičku i dinamičku čvrstoću na povišenim temperaturama, mali koeficijent toplotne dilatacije, dobru toplotnu provodljivost, dobra klizanja i antikorozijska svojstva i pri uslovima nedovoljnog podmazivanja, i dr..

Osnovni materijal za izradu klipova su aluminijumske legure, legirane silicijumom, bakrom, niklom i magnezijumom. Geometrija klipa je veoma složena i nezadovoljenje jedne ili više konstrukcionih mera može uticati na povećanje habanja i potrošnje ulja. Proces habanja klipnog sklopa je veoma složen, a intenzitet trošenja zavisi od više faktora: mehaničkog i termičkog naprezanja, vrste goriva i maziva, procesa sagorevanja i dr. Učestanost oštećenja klipnih prstenova može biti različita i prema podacima iz literature približno iznose: adheziono (38%), abraziono (27%), koroziono (7), pogrešna montaža (4%) i ostalo (10%). Uticaju tih faktora znatno doprinosi vrsta goriva sa procentom sadržaja sumpora u njemu i vrsta maziva. Pored tih faktora na intenzitet habanja utiče i broj obrtaja i sa njegovim porastom raste i intenzitet habanja. Približno isti efekat ima i porast opterećenja, kao i porast stepena kompresije. Stepem viskoznosti ulja takođe utiče na intenzitet habanja i sa njegovim porastom habanje se smanjuje.

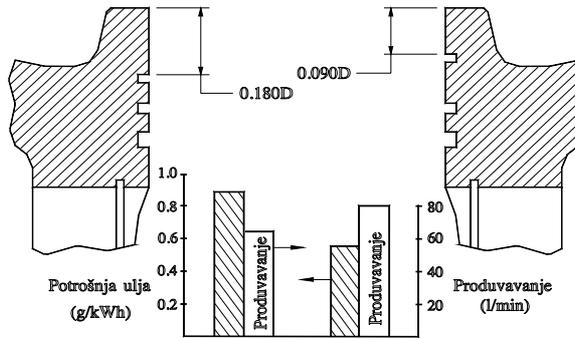
U tabeli 1. je dat prikaz uticaja pojedinih konstrukcionih parametara klipnog sklopa na potrošnju ulja motora. Sa šeme se vidi da je prisutan veliki broj konstrukcionih parametara koji su u međusobnoj interakciji i njihovo eventualno razdvajanje je veoma kompleksno, pa pojedinačna kvalifikacija nije moguća, mada treba uzeti u obzir da su neki faktori još uvek nedovoljno izraženi i potvrđeni. Oznake 1-veoma veliki uticaj, 2 -faktor sa intenzivnim uticajem, 3-faktor sa značajnim uticajem, 4- faktor sa neznatnim uticajem i 5 faktor sa nekvantitativnim uticajem.

Rekonstrukcijom sklopa klip/klipni prstenovi/cilindar moguće je ostvarenje tankog filma maziva na zidu cilindra. Na slici 1. prikazan je udeo u smanjenju potrošnje maziva u zavisnosti konstrukcije i položaja klipnih prstenova. Takođe na slici su prikazane vrednosti prodivavanja u zavisnosti od konstrukcijskog rešenja.

Može se uočiti sa slike da smanjenjem zazora klip/cilindar i pomeranjem položaja prvog klipnog prstena bliže čelu klipa smanjuje se zona sa lošim iskorišćenjem vazduha. Pored toga, značajan uticaj na potrošnju ulja ima loše zaptivanje sklopa izduvnih ventila kao i turbogrupe.

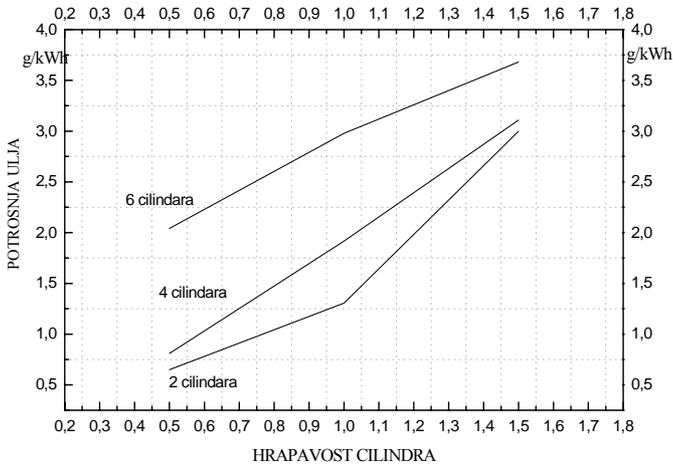
Tab. 1. Uticajni faktori

Red br.	Uticajni elementi rada motora	Ulje za podmazivanje	Klipni prsten -prvi	Klipni prsten -drugi	Klipni prsten -treći	Klip	Košuljica klipa
1	broj obrtaja	viskoznost	specifični pov. prit.	radna površina cilindra 5	specifični pov. prit.	zazor vođice	ovalnost 5
2	srednji pritisak 1	temperatura 1	radna površ. cilindra 5	konačn. radne povr. 3	naleganje na cilind. košulj. 1	uvlačenje kraja vođice 2	hrapavost radnih površ. 3
3	konstruk. oblik motor. 1	isparljivost 1	simet.ovaln. radne površ. 3	unutrašnji ugao prenos. 3	oblik ivice za skid. ulja 5	rasto. prvog prst.od čela klipa 1	makro neravnine 1
4	podprit. usis. sistema 2	starenje 1	asimet. ovaln. radne površ. 3	unutr. ugao donje boč. površine 3	radijus prelaz ravnih povr. 5	visina prvog klipnog prstena čel. klip 1	risevi i ošteće. rad. površ. 1
5	zazor ležaja 5	količina ulja 5	koničnost radne povr. 3	ovalnost 3	aksijalna visina 3	zazor izm. prvog i dr. prstena 5	hlađenje 3
6	proces sago. 5	multi-gradna ulja 3	unutrašnji ugao prsten. 3	radijus spoljnih površ. 3	rastojanje radn. površ. 4	površ.klipa trećeg klip. prstena 4	
7	režim opterećenja 4		ovalnost 4	čeonni zazor 4	aksijalni zazor 3	ugao bočne povr. žljeba 5	
8	hlađenje klipa 4		aksijalna visina 3		čeonni zazor 5	odvođenje ulja 3	
9	temperatura vode 4		aksijalni zazor 3		pomeranje radnih povr. 5	ovalnost vođice klipa 3	
10	povratni pritisak 4 izduv. gasa		čeonni zazor 4		način skid. ulja odvođenjem 3	neaksijalno st. 5	
11	povratni pritisak izd.gasa 4		ugao čeonne ivice 4		zaptivenost bočne povr. 3	unutrašnji oblik klipa 5	
12			radijalni zazor 5				
13			kvalitet obrade rad. površine 3				
14			kvalitet pre rad. površine 4				
15			presek 5				
16			zaštita rad. površina 4				



Slika 1. Uticaj konstrukcije na potrošnju i prodivavanje

Konstruktivske izmene u cilju smanjenja potrošnje ulja, zahtevaju posebne mere u pogledu izbora materijala i vrste prevlake, zbog termičkog opterećenja, kao i tehnologija obrada. Tu presudnu ulogu ima završna obrada cilindara. Nove tehnologije lasera u završnoj obradi cilindra omogućile su ujednačenost hrapavosti, kao minimalne vrednosti. Time su postignuti izvanredni rezultati u smanjenju potrošnje ulja. Na slici 2 prikazane su potrošnje ulja u zavisnosti od hrapavosti u mikrometrima i tipa motora sa dva, četiri i šest cilindara.



Slika 2. Potrošnja ulja u zavisnosti od hrapavosti cilindara

Potrošnja ulja raste sa porastom opterećenja i izraženija je kod dizel motora veće zapremine pri manjem broju obrtaja, nego kod OTO motora manje zapremine pri većem broju obrtaja motora.

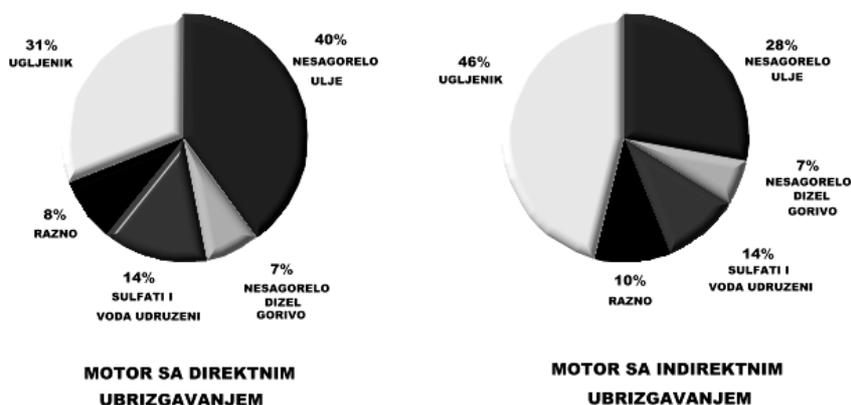
Uticaj primene oblika radne površine prvog klipnog prstena je veći na potrošnju ulja nego promena na drugom klipnog prstena, sa tendencijom rasta pri povećanju opterećenja. Uticaj ispupčenosti klipnih prstenova je najveći u periodu razrade motora, kada je i potrošnja ulja najveća, a u daljem periodu eksploatacije i pri povećanju ispupčenosti uticaj na potrošnju ulja je neznatan.

Uopšteno može se konstatovati da povećanje specifičnog površinskog pritiska uljnog klipnog prstena kod svih motora utiče na smanjenje potrošnje ulja u motoru. Povećanjem rastojanja radnih površina uljnog klipnog prstena smanjuje se potrošnja ulja kod svih motora i pri svim brojevima obrtaja.

Povećanjem hrapavosti cilindra povećava se i potrošnja ulja kod svih tipova motora, bez obzira na veličinu zapremine, opterećenja, broja obrtaja i dr.

### UTICAJ POTROŠNJE MOTORNOG ULJA NA EMISIJU DIZEL MOTORA

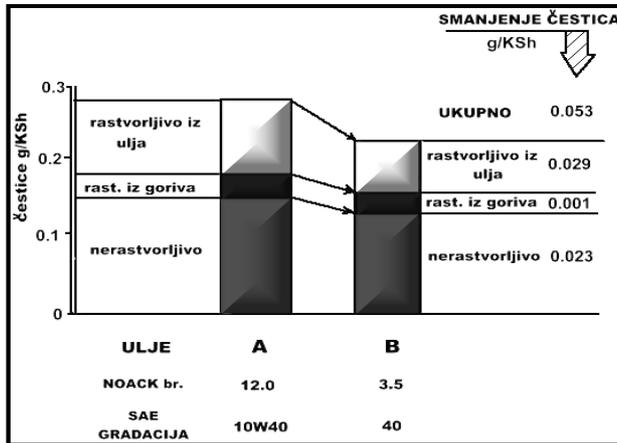
Sa stanovišta razmatranja uticajnih faktora na emisiju dizel motora, istraživanja su ukazala na evidentan uticaj potrošnje motornog ulja. Najveći uticaj je na emisiju čestica. Kako se vidi sa slike 3, u zavisnosti od tipa motora, odnosno sistema za ubrizgavanja, indirektnim i direktnim ubrizgavanjem, uticaj motornog ulja na emisiju čestica je veliki i različit. Samim tim, smanjenje potrošnje ulja direktno utiče na nivo čestične emisije. Oko 20% potrošenog ulja se emituje u sastavu čestica i to uglavnom kao rastvorljiva organska komponenta.



Slika 3. Uticaj karakteristika sistema sagorevanja motora na emisiju čestica

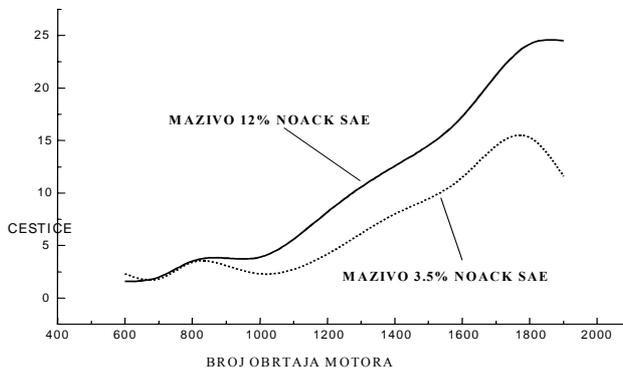
### POTROŠNJA MOTORNOG ULJA SA STANOVIŠTA FIZIČKO-HEMIJSKIH KARAKTERISTIKA MOTORNOG ULJA

Kod motornog ulja zahtev za smanjenjem potrošnje direktno je povezan sa zahtevom za termičkom stabilnošću ulja. Istraživanja su pokazala da varijacijom fizičko-hemijskih karakteristika, odnosno reformulacijom motornog ulja mogu se uočiti promene u potrošnji ulja, što direktno utiče na nivo čestične emisije. Na slici 4. prikazana je zavisnost promene čestica za dva uzorka motornog ulja različitih fizičko-hemijskih karakteristika.

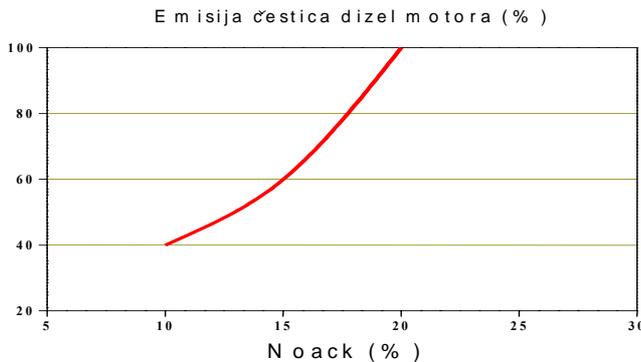


Slika 4. Emisija čestica u zavisnosti od karakteristika motornog ulja

Karakteristika termičke stabilnosti je isparljivost, koja se meri tzv. Noack testom. Na slikama 5. i 6. prikazane su zavisnosti emisije čestica i vrednosti Noack testa isparljivosti motornog ulja.



Slika 5. Emisija čestica u odnosu na broj obrtaja motora za dva različita motorna ulja



Slika 6. Emisija čestica u odnosu na karakteristiku NOACK testa

## ZAKLJUČAK

Smanjenje potrošnje ulja u eksploataciji dizel motora predstavlja jedan od osnovnih zadataka konstruktorima motora. Razvoj motora i primena novih tehnologija dala je rezultate da danas motori u eksploataciji troše i više od deset puta manje ulja nego motori konstruisani do 1990 godine. To je značajni napredak koji ne daje samo prednosti korisniku, već i ispoljava efekat sa smanjenjem negativnog uticaja na okolinu, nižom emisijom izduvnih gasova.

U primarne faktore koji utiču na potrošnju ulja motora spadaju: specifični pritisak klipnih prstenova na zidove cilindarske košuljice, broj obrtaja motora, hrapavost radnih površina, pritisak i temperatura u radnom prostoru motora, opterećenje, broj obrtaja, broj i zapremina cilindra, tip i taktnost motora, sistem hlađenja, rastojanja radnih površina i klipnih prstenova, viskoznost ulja, termička stabilnost ulja i dr.

Klipni sklop sa svojim komponentama u pogledu materijala, kvaliteta, tehnoloških i drugih zahteva je veoma kompleksan i zahteva ispunjenje mnogobrojnih faktora u cilju zadovoljenja funkcionalnih karakteristika i potrebnog veka motora. U slučaju neispunjenja tih uslova u toku eksploatacije motora dolaziće do intenziviranja habanja, koja će inicirati povećanje radnih zazora, što će prouzrokovati pogoršanje funkcionalnih karakteristika, povećanje intenziteta udara (buke i vibracija), povećanje potrošnje ulja smanjenje veka i drugih negativnih faktora.

Uspostavljanje interakcije između tih parametara je izuzetno teško, kako zbog kompleksnosti nastajanja tih pojava, i obezbeđenja tehnoloških i laboratorijskih uslova za adekvatnu obradu i ispitivanje. Uticaj karakteristika ulja je evidentan na potrošnju, te stoga neophodno je odabrati ono ulje koje za datu konstrukciju motora, daje minimalnu potrošnju istog.

Zbog nemogućnosti razdvajanja međusobne interakcije pojedinih faktora nemoguće je potpuno utvrditi uticaj svakog od njih već se oni kvalifikuju u međusobnoj korelaciji.

## LITERATURA

- [1] Douand, A.: Tomorrow's Engines and Fuels, Setting the Pace with IFP for the 21<sup>st</sup> Century, Paris, June 2-3, 1994.
- [2] Reyen, P., Reneveirrolles, P.: Diesel Vehicle Emissions as a Function of after Treatment Systems and Fuel Characteristic: Gaseous and Particulates Emissions, 5-the CEC Intern. Symp. on the Performance Evaluation of Automotive Fuels and Lubricants - Quality for the Industry in to the next Millenium, Gooteborg, May 1997.
- [3] Xiaobin, Li., Wallace, L.: Effect of Fuel Properties on Exhaust Emissions of Single Cylinder Di Diesel Engine, SAE 962116.
- [4] Kazhuski, T., Mitsuhiro, K.: The Effect of Fuel Properties and Oxygenates on Diesel Exhaust Emissions, SAE 952349.
- [5] Beatrice, C., Betroli, C.: The Influence of Fuel Formulations on Pollutant of Light Duty D.I. Diesel Engine, SAE 961972.
- [6] Geiman, R., Cullen, P.: Emission Effects of Shell Low NO<sub>x</sub> Fuel on a 1990. Model Year Heavy-Duty Disel Engine, SAE 961973.

- [7] Mikkonen, S.: Reformulated Diesel Fuels in Finland, 98EL045.
- [8] Kobayashi, S., Nakajima, T., Hari, M.: Effect of Fuel Properties on Diesel Exhaust Emissions, SAE 94521.
- [9] Shigeyuki Tanaka, Masataka Morinaga, Haruhisa Yoshida, Harou Takizawa, Kazuyoshi Sane, Hiromichi Ikebe, COSMO Research Institute "Effects of Fuel Properties on Exhaust Emissions from DI Diesel Engines", SAE 96214 - Diesel Engine Combustion and Emission Control.
- [10] Petrović, P., Marković, Lj., Savić, V.: Mehanizam kontaminacije i održavanja potrebnog stepena čistoće ulja dizel motora prema ISO standardima, YUNG 2005. Novi Sad.
- [11] Petrović, P., Marković, Lj., Radojević, N.: Čistoća dizel motora kao bitan parametar kvaliteta i pouzdanosti u eksploataciji, časopis Vojske Srbije i Crne Gore, 2005, Beograd.

## EVOLUATED OF CONSUMPTION LUBRICAN OF DIESEL ENGINE

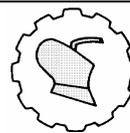
**Ljubiša Marković, Predrag Petrović, Nebojša Radojević**

*IMR Rakovica - Belgrade*

**Abstract:** From aspect of regulation strict ecological regulations of exsauts emissions from diesel engines as well imroving maintenace of diesel engine, today reducing of consumption from motor lubricant is primary goal in construction of engine. In that way important role in that feature is researching in the level of consumption of oil and influencing factors. Date obtained in this field give consumers the costs of exploitation using adequate engine lubricant for certified engine.

In this paper work it is evaluated problem of consumption of engine lubricant from several influencing parameters like construction of engine, condition of exploitation and quality parameters of measured lubricant.

**Key words:** *diesel engine, motor lubrocant, exploitation, consamption lubricant.*



UDK: 631.372;621.38

*Pregledni naučni rad  
Review scientific paper*

## PRIMENA ELEKTRONSKIH KOMPONENTI NA TRAKTORIMA I RADNIM MAŠINAMA U FUNKCIJI POVEĆANJA KONTROLE SIGURNOSTI I EKSPLOATACIJE

Mičo V. Oljača<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Milorad Branković<sup>2</sup>,  
Zoran Dimitrovski<sup>3</sup>, Dragi Tanevski<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet - Beograd

<sup>2</sup>Srednja poljoprivredna škola - Beograd, Krnjača

<sup>3</sup>Fakultet poljoprivrednih nauka i hrane - Skopje, R. Makedonija  
zdimitrovski@zf.ukim.edu.mk      dragit@zf.ukim.edu.mk

**Sadržaj:** Razvoj savremene elektronike i računara ima uticaj i na industriju poljoprivrednih i radnih mašina. Najsavremeniji elektronski sklopovi našli su primenu kod savremenih sredstva poljoprivredne i radne mehanizacije. Primena elektronskih komponenti na savremenim poljoprivrednim i radnim mašinama mnogo olakšava rad rukovaocima, i u znatnoj meri doprinosi njihovoj sigurnosti i bezbednosti. Savremeni sistemi za prenos snage (transmisija), sistemi za napajanje motora gorivom, sistemi za kočenje, upravljanje mašinama, kao i kontrolu elemenata radnih procesa, moraju biti kontrolisani savremenim elektronskim komponentama.

Viši razvojni nivo mehaničkih komponenta mašina preduslov je za pravilno korišćenje elektronskih komponenta.

Posebnu značajnu ulogu u razvoju savremene poljoprivredne tehnike imaju elektronski sistemi za pozicioniranje mašina na terenu (GPS). GPS sistemi imaju i mogućnost precizne evidencije mnogobrojnih parametara i podataka o učinku, prinosima, potrošnji goriva i drugih parametara mašina koje imaju ovakvu elektronsku opremu.

**Ključne reči:** elektronika, računari, poljoprivredna tehnika, traktori, radne mašine.

### UVOD

Traktor predstavlja osnovnu pogonsku mašinu u poljoprivrednoj proizvodnji, značajno je doprineo brzom razvoju mehanizacije poljoprivredne proizvodnje [1, 2]. U početku je traktor bio konstruisan za specijalne namene, ali je raznolikost potreba poljoprivredne proizvodnje uslovlila njegov dalji razvoj kao univerzalne mašine sa značajnom primenom i u transportu.

Poput traktora koji predstavlja osnovnu pogonsku mašinu u poljoprivredi, intenziviranje i razvoj poljoprivredne proizvodnje i nekih drugih grana privrede, uslovio je savremen i ubrzani razvoj, kako radnih, tako i priključnih mašina. Veliki broj radnih mašina koje se koriste prilikom obrade i pripreme poljoprivrednih zemljišta, ili uopšte u radovima sa zemljištem ili sličnim materijalima, imale su značajna usavršavanja i tehničko-tehnološki razvoj.

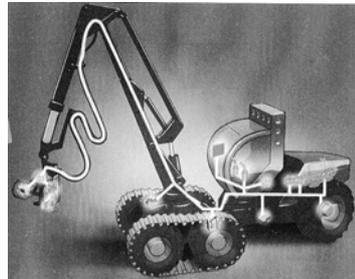
Osnovna komponenta, pored usavršavanja mehaničkih sklopova samih mašina je i upotreba savremenih elektronskih komponenti pomoću kojih su dobra mehanička rešenja došla još više do izražaja.

Upotreba elektronskih komponenti na traktorima i radnim mašinama u svrhe upravljanja i kontrole u znatnoj meri je olakšala rukovaocima rad i nadzor u tehnološkim procesima poljoprivredne proizvodnje

## 1. NEKE MOGUĆNOSTI PRIMENE ELEKTRONSKIH KOMPONENTI NA TRAKTORIMA I RADNIM MAŠINAMA

Elektronske komponente na traktorima i radnim mašinama, danas se primenjuju najviše u oblastima informacionih i regulacionih sistema.

Elektronika kao sredstvo za obradu informacija pripada danas standardnoj opremi modernih traktora i radnih mašina. To su sistemi za informaciju vozača SIV (engleski: DIS-Driver Information System). Zadatak SIV je prikazivanje podataka o radu i nadzor funkcija motora i traktora ili nekog drugog vozila. Najčešće, sistem informacija daje podatke o: širini radnog zahvata priključne mašine, veličini obrađene površine, površinskom učinku, stvarnoj brzini kretanja mašine, klizanju pogonskih točkova, utrošku i rezervi goriva u funkciji vreme-rad. Neki proizvođači na svojim SIV imaju funkcije: predloga promene odgovarajućeg stepena prenosa menjača, podatke o povoljnim režimima rada motora, sistem informacija o potrebnim merama održavanja vozila (pravilno vreme zamena ulja itd.). Na ovaj način SIV pomažu održavanje i nadzor funkcija vozila sa ugrađenim dijagnostičkim sistemom. Kao primer informacija dobijenih od elektronskog informacionog sistema koji je adekvatno povezan sa radnom mašinom je podatak o parametru vrednosti opterećenosti prednje utovarivačke kašike ili nekog od sličnih radnih organa na mašinama. Sistem [6] preko odgovarajućih davača detektuje veličinu opterećenja prilikom svakog radnog ciklusa utovara, i to prikazuje rukovaocu preko [6], odgovarajućeg ekrana-displeja instrumenta (slika 1). Nakon završenog ciklusa utovara tačno je poznato i registrovano koliko je materijala utovareno i koliko je opterećeno transportno vozilo.



Sl. 1. Instrumenti za nadzor opterećenja tovarnog sanduka

Jedna od osnovnih funkcija SIV sistema je prikazivanje potrošnje goriva [6] kao i nekih dodatnih informacija za tu funkciju. Ova mogućnost je veoma bitna jer se uz pomoć ovih mogućnosti sistema može ostvariti znatna ušteda u potrošnji pogonskog goriva, uz dodatnu kontrolu i rukovaoca mašine (na primer vreme i tačnost dosipanja pogonskog goriva u rezervoar). Neke od mogućnosti sistema su da prikaže informacije kao što su: količina goriva u rezervoaru (rezerva), trenutna potrošnja, prosečna potrošnja, dužina puta ili veličina površine koja se može obraditi sa preostalom rezervom goriva, vreme za koje se mora ponovo dopuniti rezervoar, i slično.

Na slici 2 može se videti izgled nekoliko uređaja koji su sastavni delovi SIV sistema nekih radnih mašina, teretnih ali i putničkih vozila.



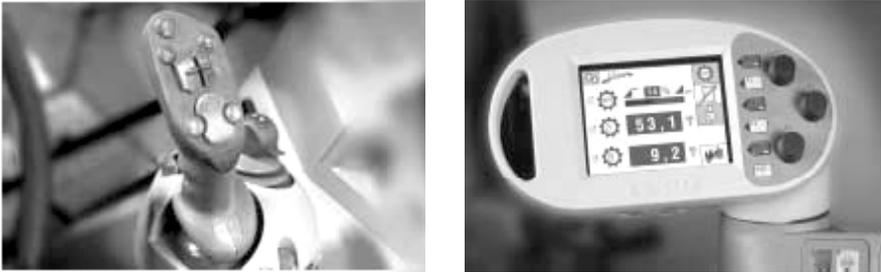
Sl. 2. Elektronska jedinica za kontrolu potrošnje goriva

Kod nekih proizvođača traktora i radnih mašina SIV ima specifične dodatne funkcije u zavisnosti od potreba i namene. Neke primere SIV primenjuju i zapadnoevropski proizvođači traktora i radnih mašina Fendt i Same ili Bomag [9, 10, 11, 12].

Nemački proizvođač Fendt [10] svoju kontrolno-upravljačku jedinicu naziva *Variotronic*, koja se sastoji iz četiri komponente (slika 3) međusobno povezane u informacionoj mreži tipa CAN Bus [10] koje služe za komunikaciju (razmenu informacija) sa vozačem, i to:

- Instrument tabla sa displejom za brzo prikazivanje nivoa promenljivih i uslova pod kojima se obavlja rad u tehnološkom procesu nekog posla ;
- Cyberstick multifunkcijsku ručicu koja služi kako za funkcije kretanja mašine tako i za kontrolu položaja hidrauličnog sistema, priključnog vratila i spoljnih hidrauličnih uređaja;
- Vario terminal koji osigurava podešavanje pojedinih radnih parametara, i
- Konzola, na desnoj strani sedišta koja povećava komfor, jer se na njoj nalaze prekidači za upravljanje sa pogonom na prednje točkove i blokada diferencijala.

Na kontrolno-upravljačkoj jedinici postoji mogućnost priključenja PC računara (najčešće tipa notebook) na CAN Bus mrežu zbog provere dijagnostičkih parametara ili programiranja ovih ili drugih parametara rada mašina. Takođe, preko CAN Bus mreže sistem *-Variotronic* obezbeđuje [10], potpunu komunikaciju između pojedinih komponenata, a obzirom da je modularne koncepcije pruža mogućnosti nadogradnje dodavanjem drugih komponenata. Sistem *-Variotronic* je tako dizajniran da obezbeđuje lako korišćenje čime se povećava produktivnost traktora ili radne mašine i smanjuje cena njihovog rada.



a)

b)

Sl. 3. Elementi informacionog sistema Variotronic:  
(a) multifunkcijska ručica (Cyberstick), (b) displej

Kod italijanskog proizvođača -Same [11] kontrolno upravljačka jedinica DIS je dopunjena sistemom za automatsko ponavljanje zadatih operacija (SDS). Ovaj sistem predstavlja virtualnog pomoćnika vozača ili rukovaoca, koji omogućuje lakšu kontrolu nad traktorom ili radnom mašinom. Sistem SDS osigurava programiranje i do 25 operacija neophodnih za upravljanje traktorom kao na primer: uključenje priključnog vratila i blokade diferencijala, kontrolu broja obrtaja radilice motora, menjanje stepena prenosa u menjaču i slično. Pre početka izvođenja bilo koje agrotehničke operacije vozač ima mogućnost da programira potrebne parametre vezane za upravljanje traktorom tokom izvođenja date operacije i da ih sve zajedno ili uključuje ili isključuje pritiskom na dugme postavljeno na multifunkcijskoj ručici, ili džojstiku. Na taj način uspostavljena je kompletna kontrola nad traktorom, i to pritiskom na samo jedno dugme-prekidač, što znatno pojednostavljuje rad rukovaoca i povećava produktivnost.

Sistem informacije vozača DIS (Driver Information System) služi i za stvaranje baze podataka koja treba da omogući organizaciju optimalne upotrebe traktora ili radnih mašina, uz primenu PC računara i programa namenjenih za takve svrhe.

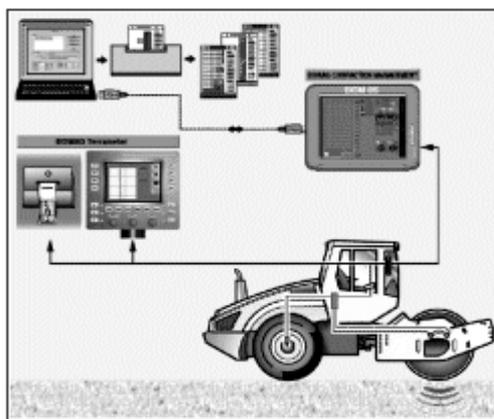
U oblasti organizacije baze podataka gotovo svi savremeni svetski proizvođači traktora i radnih mašina imaju mini računare (Board computers) u kabini koji podatke o radu određenih sistema na traktoru, memorišu i omogućavaju njihovo prenošenje na PC računar koji se nalazi u kancelarijama korisnika. Od posebnog su značaja podaci koji se koriste za knjigovodstvo imanja, a ranije su mogli da se prikupe samo redovnim klasičnim načinom vođenjem dnevnika o radu svih mašina.

U sakupljanju ovakvih ili sličnih podataka najveće učešće imaju komponente elektronskog sistema traktora koji rade koristeći sistem GPS (Global Position System). Uz pomoć ovih komponenti sistema moguće je pozicionirati mašinu sa velikom preciznošću (slika 4), uz obavezu prethodno pripremljenih specijalnih karti ili mapa terena-zemljišta po kojima se mašina kreće. Na ovaj način dobija se pravi izvor podataka koji su neophodni za vođenje gazdinstva. Upotrebom GPS sistema mogu se prikupiti podaci o: vremenu rada traktora i radnih mašina, utrošku goriva (ukupan i u odnosu na obrađenu površinu), otpori radnih organa mašina na pojedinim delovima parcele, a za priključne mašine mnogobrojni podaci: utrošena količina potrošnog materijala, prinosi na određenim površinama, pređeni broj km po času/danu/radnoj operaciji i slično.



Sl. 4. Primena GPS uređaja na traktorima i radnim mašinama

Savremene elektronske komponente na radnim mašinama, pored već navedenih uređaja i njihovih mogućnosti, najčešće su u upotrebi u kontroli parametara rada i upravljanja radnim organima mašina. Poseban primer primene elektronskih komponenti na radnim mašinama je proizvođač građevinskih mašina BOMAG (Germany) [12]. Kod ovih radnih mašina koje se koriste za pripreme radove sa zemljištem (kompaktori), elektronske komponente upravljaju radom radnih organa na taj način što rukovalac-operator, zadaje potrebne uslove koje treba ispuniti. PC računar, ugrađen u elektronsku jedinicu automatski programom koji je aktiviran u PC računaru izračunava parametre radnih organa (frekvencija oscilovanja, brzina kretanja, potrebna sila pritiska na površinu zemljišta). Regulacioni deo sistema zadate radne parametre prenosi na radne organe, odnosno na izvršni deo sistema. (slika 5).



Sl. 5. Princip rada elektronske jedinice za upravljanje radnim organom kompaktora BOMAG BC 672 EB

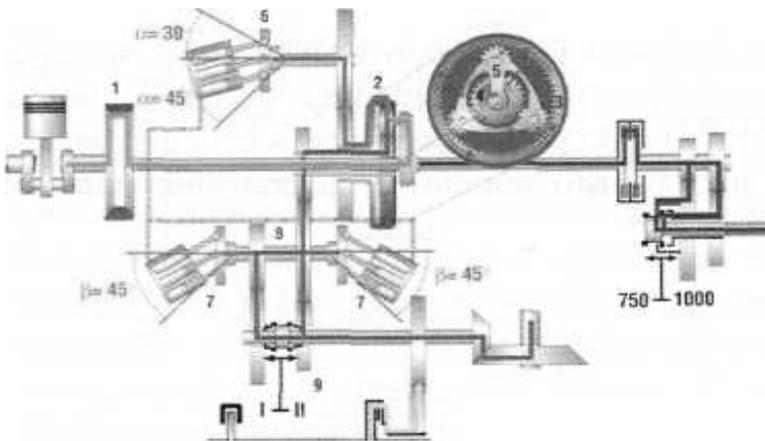
Tab. 1. Ponuda elektronske opreme [7]

Parametar	Proizvođač	Same	New Holland	Fendt	Bomag	Deutz	CAT
Teoretska brzina		X	X	X	X	X	X
Stvarna brzina		X	X	X	X	X	X
Br.obrtaja kolenastog vratila		X	X	X	X	X	X
Br.obrtaja priključnog vratila		X	X	X	X	X	X
Površinski učinak		X	X	X	X	X	X
Klizanje pogonskih točkova		X	X	X	X	X	X
Obrtni moment		X	X	X	X	X	X
Potrošnja i rezerva goriva (l/ha)		X	X	X	X	X	X
Stepen prenosa		X	X	X	X	X	X
Održavanje i dijagnostika		X	X	X	X	X	X
Elektronska regulacija EHR		X	X	X	X	X	X
Blokada diferencijala i pogon 4x4		X	X	X	X	X	X

Regulacija funkcija vozila skraćeno se naziva menadžment pogonskog lanca ili Drive Line Management (DLM).

### 1.1. Kontrola opterećenja motora sa elektronski regulisanim menjačem

Razvoj prenosioca snage koji su regulisani elektronikom je doživeo značajne promene. Nakon dugogodišnjeg razvoja sistema bezstepenog prenosa snage zasnovanom na jednoj ili više grupa planetarnih prenosioca i uz automatsko uključivanje u pogon odgovarajuće grupe putem hidraulički spojnicama kontrolisanih elektronikom, pojavilo se sasvim novo rešenje na osnovi hidrostatičkog principa delovanja (slika 6).



Sl. 6. Hidro-mehanička transmisija kontrolisana elektronskim komponentama

U ovom rešenju (slika 6), planetarni prenosnik (5), pumpa (6) i dva hidraulična motora (7) sa spojnicama su regulisani elektronskim komponentama, i obezbeđuju izbor dve oblasti prenosa za radne 0-8 km/h i transportne brzine do 60 km/h [7]. U hidromehaničkom prenosniku broj zupčastih prenosioca je smanjen, a time je povećana istovremeno i pouzdanost čitavog sistema.

Intenziviranje korišćenja traktora istovremeno i kao vučne i pogonske mašine, pri čemu upotreba priključnog vratila postala redovna u radnim procesima, nametnula je potrebu rešavanja raspodele energije. Elektronska regulacija i kontrola mehaničkih komponenti putem senzora (slika 7) je omogućila da se realizuje takav sistem kojim se programirano deluje u smislu definisanja potrebnog prenosa mehaničke energije preko priključnog vratila u odnosu na pogon vuče.



*Sl. 7. Senzori za kontrolu mehaničkih komponenti*

Razvijen je čitav niz sistema koji obezbeđuju lakši rad rukovaocu mašinom, uz istovremenu mehaničko-hidrauličku zaštitu kompletne transmisije putem elektronike. Ovo je posebno aktuelno ako se radi u uslovima kada se često menja smer kretanja traktora zbog potreba realizacije određenih operacija kao što je utovar, istovar i slično. Poznato je da se primenom menjača sa mogućnošću promene stepena prenosa bez prekida toka snage, povećava učinak pri obradi zemljišta, posebno pri visokom vučnom opterećenju (obrada strnjišta čizel-plugom [3, 4]). Veći učinak zavisi od toga da li vozač pravovremeno menja stepen prenosa i time pravilno koristi snagu motora. Uređaj koji elektronski reguliše pumpu visokog pritiska daje signal o opterećenosti motora, a na osnovu tog podatka mikroročunar može da utvrdi da li je za optimalno iskorišćenje motora potrebno da se uključi viši ili niži stepen prenosa. konstrukcija menjač bez prekida toka snage je snabdevena servouređajem (pneumatskim ili hidrauličkim), a njegovim povezivanjem sa mikroročunarom ostvaruje se menadžment pogonskog lanca (sistem DLM). Time se postiže da se stepen prenosa menjača bude prilagođen vučnoj sili, što je važno u slučaju promene dubine oranja i promene otpora rezanja zemljišta, ili uslovima pri radu na podužnom nagibu. Cilj razvoja ovog uređaja je bolje korišćenje motora, kao i smanjenje utroška goriva i povećanje ukupnog učinka traktora. Taj cilj je ostvarljiv jer su vozači traktora, pogotovu pri teškim operacijama, neracionalno koristili resurse motora krećući se u nižim stepenima prenosa kako bi imali rezervu snage za slučaj promene opterećenja. Nove generacije sistema DLM obezbeđuju uvek optimalni stepen prenosa bez obzira na promene opterećenja tako da je motor uvek optimalno iskorišćen.

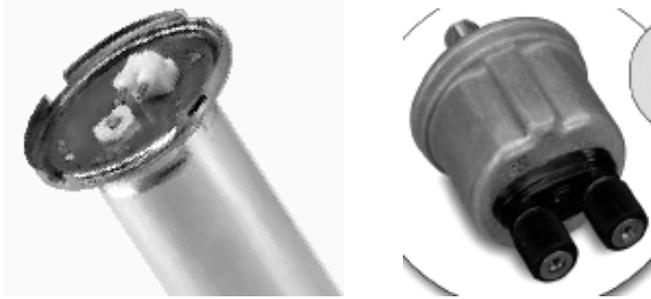
## **1.2. Regulacija pogona i blokade diferencijala**

Mogućnost upotrebe elektronskih komponenti u optimizaciji radnih funkcija traktora predstavlja uređaj za pravovremeno uključivanje i isključivanje blokade diferencijala za prednji i zadnji pogon kao i uključivanje pogona svih točkova.

Na osnovu podataka o izmerenim brojevima obrta pojedinih točkova traktora koji se registruje senzorom-davačem broja obrtaja točkova (slika 7), procesor računski određuje potrebu za uključenjem blokade diferencijala i pogona na sve točkove. Ako se desni zadnji točak vozila okreće brže od levog, a uz to je ugao zakretanja prednjih točkova mali (pravolinijsko kretanje), blokiraće se diferencijal zadnjeg i prednjeg pogona. Ukoliko davač ugla zakretanja prednjih točkova daje signal o postojanju značajnijeg ugla zakretanja prednjih točkova, blokada će se isključiti (voznja u krivini). Razlike u broju

obrta prednjih i zadnjih točkova dovode do uključivanja pogona svih točkova. Pri kočenju se uključuje pogon prednjih točkova da bi se ostvarilo efikasnije kočenje .

Konstruktivne izmene potrebne za ostvarenje ovakve mogućnosti regulacije znatno su obimnije u mehaničkom delu. Elektronske komponente (slika 8), davači ugla zakretanja, davači broja obrta, kao i uređaji za računsku obradu dobijenih podataka, mogu bez velikih ulaganja da se integrišu u vozilo ili mašinu.



*Sl. 8. Davači broja obrtaja*

Za ostvarenje mogućnosti blokade diferencijala u svakom trenutku potrebna je specijalna izvedba blokade kojom se omogućava uključivanje i isključivanje pod opterećenjem, a takva oprema postoji kod nekih tipova traktora. Za zadnji pogon primenjuju se jednostavne blokade, jer uređaj za blokadu diferencijala mora, pri različitim brojevima obrta točkova, da prenosi velike obrtne momente. Na prednji pogonski most savremenih traktora ugrađuju se diferencijali sa mehaničkim spojnicama, i za ostvarenje željene regulacije potrebno je postaviti samo sistem za uključivanje.

U oranju točak u brazdi realizuje veće vučne sile, jer je podloga na dnu čvrsta, brazda čista i bez biljnih ostataka. Moment motora se preko diferencijala u neblokiranom stanju ravnomerno raspoređuje na oba točka, te dolazi do toga da se točak u brazdi obrće sa manjim klizanjem od točka van brazde (površina zemljišta rastresiti i često prekrivena biljnim ostacima koji ne omogućavaju dobre uslove za prijanjanje pneumatika). Blokada diferencijala utiče na povećanje ukupne vučne sile, jer je povećanje vučne sile točka u brazdi veće od smanjenja vučne sile točka van brazde do kojeg dolazi zbog umanjenja klizanja.

### **1.3. Funkcionalna poboljšanja uz pomoć menadžmenta pogonskog lanca**

Elektronska regulacija pumpe visokog pritiska, a samim tim i motora traktora ili radne mašine, otvara značajne perspektive eksploatacije mašina. Pumpe visokog pritiska dodatno opremljene elektronskim komponentama, već duži period se primenjuju na motorima traktora, radnih mašina, automobila i kamiona.

Ulogu mehaničkog regulatora kod pumpe visokog pritiska, preuzima magnetni regulator koji pomera zupčastu letvu. Sama pumpa sa delovima za dovod, doziranje i distribuciju goriva ostaje nepromenjena. Računar preuzima regulaciju u zavisnosti od broja obrta i položaja pedale gasa. Takvim uređajem može se ostvariti regulacija na osnovu podataka o različitim uticajnim veličinama.

Računar na primer, prima podatke o temperaturi rashladne tečnosti i ulja motora, a ukoliko se pređe dozvoljena granica temperature da ograničava položaj zupčaste letve, kako bi se sprečilo pregrevanje motora. Pošto podatak o položaju zupčaste letve i podatak o broju obrta motora stalno stoje na raspolaganju, može da se izračuna količina ubrizganog goriva, i stvarni obrtni moment. Uz poznavanje navedenih podataka mogu da se poboljšaju karakteristične funkcije traktora. Da bi se očuvali uređaji pogonjeni priključnim vratilom, može se ograničiti vrednost obrtnog momenta i broj obrtaja kolenastog vratila.

Pri rasipanju mineralnog đubriva ili pri radu sa mašinama za zaštitu bilja motor traktora može da radi sa smanjenim brojem obrtaja kolenastog vratila, pri čemu elektronske komponente obezbeđuju konstantan broj obrtaja priključnog vratila.

Elektronske komponente mogu se koristiti kao dodatna osiguranja u vozilu da se spreči i prekoračenje zakonski ograničene brzine kretanja vozila.

## 2. POBOLJŠANJE ERGONOMSKIH USLOVA RADA MAŠINA PRIMENOM ELEKTRONSKIH UREĐAJA

Povišenje maksimalne brzine traktora na 60 km/h (80 km/h), koje su poslednjih godina realizovali mnogi proizvođači traktora, zahteva poboljšanje komfora traktora, kontrolisano elektronskim komponentama.

U daljem razvoju traktora i radnih mašina potrebno je da se zbog toga razmotre sve potencijalne mogućnosti poboljšanja komfora u kabini.

Moderni materijali i savremeni ergonomski pristup pri konstrukciji kabine znatno su doprineli poboljšanju komfora rukovaoca mašinom. Savremene kabine modernih (slika 9), traktora koncipirane su tako da je raspored električnih i mehaničkih komandi takav da u potpunosti ispunjava mnoge savremene ergonomske standarde.



Sl. 9. Savremene kabine traktora i radnih mašina (FENDT i BOMAG)

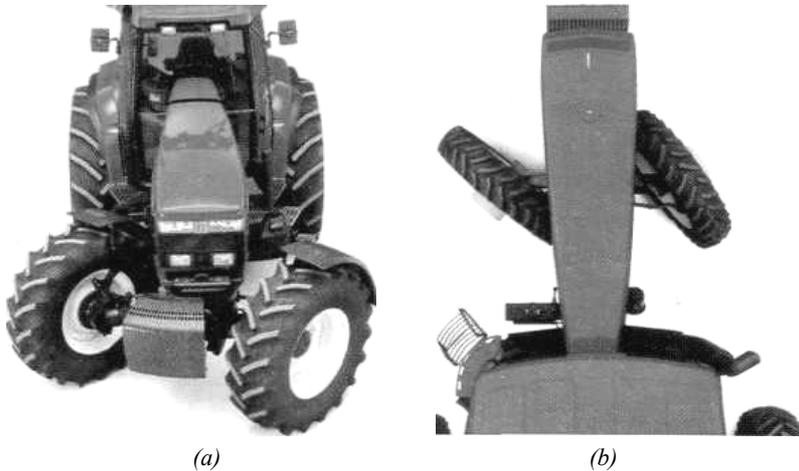
Poslednja dostignuća u razvoju poboljšanja komfora koncipirana su na osnovu ideje o stalnom zadržavanju kabine traktora u horizontalnom položaju, bez obzira na teren po kome se vozilo kreće. Sistem funkcioniše uz pomoć žiroskopske elektronske jedinice i DIS, koji upravljaju sa četiri hidraulična cilindra, smeštena ispod kabine koji određuju njen položaj, ali ovaj sistem oslanjanja kabine rešava probleme na terenima sa nagibom

pa je i dalje neophodno rešiti probleme prilikom kretanja traktora transportnim brzinama. Za povećanje komfora i rešavanja problema oslanjanja kabine pri kretanju većim brzinama koriste se sistemi sa elektronikom. Najsavremeniji sistemi baziraju se na pneumatskom oslanjanju, povećanju i smanjenju klirensa u određenim situacijama uz pomoć elektronskih komponenti. Upravljanje potpomognuto elektronskim sistemima takođe bitno utiče na poboljšanje komfora i sigurnosti traktora i radnih mašina u radno-transportnim operacijama.

U okviru transformacija hodnih sistema i sistema za upravljanje traktora i radnih mašina postoje pokušaji uvođenja regulacije putem elektronskih komponenti. Čine se napori da se smanji radijus okretaja uz istovremeno obezbeđenje optimalne raspodele opterećenja po osovina traktora i poboljšanja sigurnosti i bezbednosti prilikom okretanja.. Prednja osovina traktora postaje pokretljiva u horizontalnoj i vertikalnoj ravni, kao i zakretljiva oko vertikalne ose kako bi se ispunili prethodno navedeni zahtevi.

Sva ova zakretanja točkova i prednje osovine kontrolisana su senzorima koji su u funkciji optimalnog otklona pokretnih delova kao i funkciji smanjenja mogućnosti prekoračenja uglova zakretanja i sigurnosti.

Zakretanje prednje osovine u horizontalnoj ravni uz dodatno zakretanje samih točkova obezbeđuje ukupno zakretanje od  $68^\circ$  levo i desno čime se znatno povećavaju manevarske sposobnosti traktora (slika 10a).



*Sl. 10. Različite vrednosti i načini zakretanje prednje osovine zajedno sa točkovima traktora*

Konstruktivna poboljšanja [7], manevarskih sposobnosti traktora i radnih mašina prisutna su kod mnogih proizvođača. Primenjuju se rešenja koja sužavaju maksimalno prednji deo traktora u delu koji je u zoni delovanja prednjih točkova. Time se obezbeđuje ugao zakretanja točkova od  $52^\circ$ , i to bez zakretanja same osovine (slika 10b).

Razlog konstruisanja prednje osovine pomerljive po vertikali u odnosu na šasiju traktora, prema podacima iz literature [7], je nastojanje da se ublaže oscilacije prilikom korišćenja traktora u transportnim radovima i pri povećanim brzinama kretanja.

### 3. ZAKLJUČAK

Primena elektronskih komponenti na savremenim sistemima za informisanje vozača omogućava mnogostruke mogućnosti optimizacije pogonskog lanca traktora i radnih mašina (motor, menjač, pogonski mostovi). Pri tome primarni značaj ima rasterećenje vozača od poslova regulacije i kontrole pogonskog lanca (na primer uključivanje i isključivanje blokade diferencijala). Istovremeno se ostvaruje visoka iskorišćenost pojedinih sklopova (npr. motora), kao i očuvanje nekih vitalnih delova kontrolom značajnih radnih parametara (ograničavanje obrtnog momenta, broja obrtaja radilice i sl).

Viši razvojni nivo mehaničkih komponenata (menjač -mogućnost promene stepena prenosa bez prekida toka snage, prenosni odnos za štedni hod kod kretanja vozila ili prenosni odnos za štedni hod priključnog vratila, diferencijal-servouređaj), preduslov je za namensko i sve češće korišćenje elektronskih komponenti, koje mogu vrlo uspešno da poboljšaju regulaciju i rad mnogih mehaničkih komponenti na traktorima, radnim mašinama ili drugim vozilima.

### LITERATURA

- [1] Nikolić R., i saradnici: *Opremanje poljoprivrede mehanizacijom*, Traktori i pogonske mašine, Časopis Jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, vol 8, N<sup>o</sup> 5, pp. 7-23., Novi Sad, 2003
- [2] Pešić V., Veinović S., Pavlović R., Mrda J., Petković S.: *Novi pravci u razvoju vozila*, Traktori i pogonske mašine, Časopis Jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, vol 4, N<sup>o</sup> 4, pp. 32-41, Novi Sad, 1999.
- [3] Radonjić R.: *Proučavanje interakcije vitalnih sistema traktora*, Traktori i pogonske mašine, Časopis Jug. društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, vol. 8, N<sup>o</sup> 4, pp. 58-63, Novi Sad, 2003.
- [4] Časnji F., Ružić D., Muzikravić V., Poznanović N., Stojić B.: *Ergonomske karakterisitike savremenih traktora snage 60-120 kW*, Traktori i pogonske mašine, Časopis Jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, vol. 8, N<sup>o</sup> 4, pp. 7-12, Novi Sad, 2003.
- [5] Savin L.: *Uticaj traktora različitih kategorija na zemljište*, Traktori i pogonske mašine, Časopis Jug. društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, vol. 4, N<sup>o</sup> 4, pp. 148-1578, Novi Sad, 1999.
- [6] Savin L., Nikolić R., Furman T., Tomić M., Simikić M.: *Ispitivanje karakteristika traktora Massey Ferguson*, Traktori i pogonske mašine, Časopis Jug. društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, vol. 8, N<sup>o</sup> 4, pp. 21-27, Novi Sad, 2003.
- [7] Lovre K., Gajić M., Zekić S., Trkulja Đ.: *Mehanizacija i razvoj poljoprivrede*, Traktori i pogonske mašine, Časopis Jug. društva za pog. mašine, traktore i održavanje, vol. 8, N<sup>o</sup>3, pp.141-147, Novi Sad, 2003.
- [8] [www.vdo/siemens.com](http://www.vdo/siemens.com)
- [9] [www.caterpillar.com](http://www.caterpillar.com)
- [10] [www.agco.com](http://www.agco.com)
- [11] [www.samedeutz-fahr.com](http://www.samedeutz-fahr.com)
- [12] [www.bomag.com](http://www.bomag.com)
- [13] [www.casece.com](http://www.casece.com)
- [14] [www.jcb.com](http://www.jcb.com)
- [15] [www.deere.com](http://www.deere.com)

**ELECTRONIC EQUIPMENTS ON TRACTORS AND WORKING  
MACHINES IN FUNCTIONS OF HIGER CONTROL  
OF SECURITY AND EXPLOATATION**

**Mičo V. Oljača<sup>1</sup>, Kosta Gligorević<sup>1</sup>, Milorad Branković<sup>2</sup>,  
Zoran Dimitrovski<sup>3</sup>, Dragi Tanevski<sup>3</sup>**

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

*<sup>2</sup>Agricultural High school - Krnjača - Belgrade*

*<sup>3</sup>Faculty of Agriculture Science and Food - Skopje, R. Macedonia*

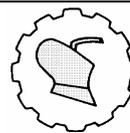
**Abstract:** The development of modern electronics and computers has important influence on agriculture and working machine industry. The most high-tech electronic configurations are applied on modern agriculture and working machine.

The application of electronics components on agriculture and working machine makes easier operateds work, and also has huge influence on safety and security. The modem transmission systems, fueling systems, braking systems, machine managing, as well as working process's control, must be controled by modern electronics components, with managing and controling working process.

Higher development level of mechanical components of machine, is the precondition for properly using of electronics components.

The special role in development modern agriculture technics has electronical systems for posing machines in the field. (GPS). GPS systems have possibility to register many parameters and information about effects, income, fuel's consumption and other machine's parameters having electronical equipment.

**Key words:** *electronics components, computers, agricultural technics, tractors, working machines.*



UDK: 338.434

Originalan naučni rad  
Original scientific paper

## NELINEARAN MODEL RASTA FIKSNOG KAPITALA U POLJOPRIVREDI

Vesna D. Jablanović

Poljoprivredni fakultet - Beograd

**Sadržaj:** Osnovni cilj ovog rada je da postavi nelinearan model rasta fiksnog kapitala u poljoprivredi. Ovaj rad sugerira zaključak o upotrebi modela rasta fiksnog kapitala radi predviđanja fluktuacija fiksnog kapitala u poljoprivredi. Model se zasniva na specifičiranim vrednostima sledećih parametara:  $\gamma$  - kapitalnog koeficijenta,  $\alpha$  - stope amortizacije,  $\beta$  - prosečne sklonosti potrošnji, i početnoj vrednosti fiksnog kapitala u poljoprivredi,  $k_0$ . Ovaj model ukazuje na teškoće u predviđanju dugoročnog ponašanja fiksnog kapitala u poljoprivredi.

Nelinearan model fiksnog kapitala u poljoprivredi sadrži i haotična rešenja. Ova rešenja ukazuju na iregularno kretanje fiksnog kapitala u poljoprivredi tokom privrednog ciklusa.

Ključna hipoteza ovog rada se zasniva na ideji da koeficijent  $\pi = \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta}$  igra suštinsku ulogu u objašnjenju stabilnosti fiksnog kapitala u poljoprivredi.

**Ključne reči:** fiksni kapital, kapitalni koeficijent, amortizacija, haos.

### UVOD

Teorija haosa se koristi da bi dokazala da se haotične fluktuacije mogu pojaviti u potpuno determinističkim modelima. Teorija haosa otkriva strukturu u aperiodičnim, dinamičkim sistemima. Brojni nelinearni modeli privrednih ciklusa koriste teoriju haosa da bi objasnile kompleksno kretanje ekonomije.

Haotični sistemi pokazuju senzitivnu zavisnost od početnih uslova: naizgled neznačajne promene početnih uslova stvaraju velike razlike u outputu. To se veoma razlikuje od stabilnih dinamičkih sistema u kojima mala promena jedne varijable proizvodi malu i lako merljivu sistematsku promenu. Teorija haosa je startovala sa Lorenz-ovim (1963) otkrićem kompleksne dinamike koja se javlja u sistemu tri nelinearne diferencijalne jednačine i vodi ka turbulenciji u vremenskom sistemu. Li i Yorke (1975) su otkrili da jednostavna logistička kriva može pokazati veoma kompleksno ponašanje. Dalje, May (1976) je opisao haos u populacionoj biologiji. Teoriju haosa su u ekonomiji primenili Benhabib i Day (1981, 1982), Day (1982, 1983), Grandmont (1985), Goodwin (1990), Medio (1993), Lorenz (1993), između ostalih.

### MODEL

Iregularno kretanje društvenog proizvoda u poljoprivredi ( $Y$ ) se može analizirati u formalnom okviru haotičnog modela rasta. Društveni proizvod u poljoprivredi ( $Y_t$ ) se sastoji od amortizacije ( $Am$ ), investicija u poljoprivredi ( $I_t$ ) i neproizvodne potrošnje u poljoprivredi ( $C_t$ )

$$Y_t = Am + I_t + C_t \quad (1)$$

Kretnja amortizacije kapitala u poljoprivredi ( $Am$ ) je opisano sledećom jednačinom

$$Am = \alpha K_{t-1} \quad (2)$$

$\alpha$  – stopa amortizacije,  $K_{t-1}$  kapital u poljoprivredi u periodu  $t-1$ ,  
Investicije u poljoprivredi ( $I$ ) znače porast kapitala ( $\Delta K$ ), tj.

$$I = \Delta K = K_t - K_{t-1} \quad (3)$$

Potrošnja u poljoprivredi, ( $C_t$ ), je proporcionalna društvenom proizvodu, ( $Y_t$ ),

$$C_t = \beta Y_t \quad (4)$$

gde je  $\beta$  prosečna sklonost potrošnji.

Supstitucijom (4), (3) i (2) u (1) dobijamo

$$Y_t = \alpha K_{t-1} + K_t - K_{t-1} + \beta Y_t \quad (5)$$

Pretpostavlja se da je prosečni kapitalni koeficijent u poljoprivredi, ( $\gamma$ ), koji pokazuje odnos između kapitala u poljoprivredi ( $K$ ) i društvenog proizvoda u poljoprivredi ( $Y$ ) konstantan

$$\gamma = K / Y \quad (6)$$

tada supstitucijom (6) u (5) i preuređenjem dobijamo diferencnu jednačinu

$$K_t = \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta} K_{t-1} - \frac{\alpha \gamma}{\gamma - 1 + \beta} K_{t-1}^2 \quad (7)$$

Dalje, pretpostavlja se da je tekuća vrednost kapital u poljoprivredi, ( $K$ ), ograničena svojom maksimalnom vrednošću u vremenskoj seriji, ( $K^m$ ). Ova pretpostavka zahteva modifikaciju zakona rasta. Sada, stopa rasta kapitala u poljoprivredi, ( $k$ ), zavisi od koeficijenta  $k$ , pri čemu se  $k = K/K^m$  kreće između 0 i 1. Najzad, stopa rasta kapitala u poljoprivredi se prikazuje na sledeći način

$$k_t = \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_{t-1} - \frac{\alpha \gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_{t-1}^2 \quad (8)$$

Ovaj model koji je zadat jednačinom (8) se naziva logistički model. Za veći broj vrednosti parametara  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  ne postoji eksplicitno rešenje za (8). Naime, uz zadate vrednosti parametara  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  i početne vrednosti  $k_0$  ne bi bilo dovoljno da se predvidi vrednost varijable  $k_t$  što je suština prisustva haosa u determinističkim feedback - procesima. Lorenz (1963) je otkrio ovaj efekat – nedostatak predvidljivosti u determinističkim sistemima. Senzitivna zavisnost od inicijalnih uslova je jedan od suštinskih sastojaka onoga što se zove deterministički haos.

Moguće je pokazati da su iteracije logističke jednačine

$$z_{t+1} = \pi z_t (1 - z_t) \quad z_t \in [0,1] \quad (9)$$

ekvivalentne iteracijama modela rasta (8) kada koristimo sledeću identifikaciju

$$z_t = \alpha k_t \quad \text{and} \quad \pi = \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta} \quad (10)$$

Korišćenjem (9) i (7) dobijamo

$$z_{t+1} = \alpha k_{t+1} = \alpha \left[ \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_t - \frac{\alpha \gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_t^2 \right] = \frac{\alpha \gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_t - \frac{\alpha^2 \gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_t^2$$

Sa druge strane, korišćenjem (8) i (9) dobijamo

$$z_{t+1} = \pi z_t (1 - z_t) = \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta} \alpha k_t (1 - \alpha k_t) = \frac{\alpha \gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_t - \frac{\alpha^2 \gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_t^2$$

Tako, pokazali smo da su iteracije jednačine  $k_t = \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_{t-1} - \frac{\alpha \gamma}{\gamma - 1 + \beta} k_{t-1}^2$

ekvivalentne iteracijama logističke jednačine,  $z_{t+1} = \pi z_t (1 - z_t)$  korišćenjem  $z_t = \alpha k_t$

i  $\pi = \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta}$ . To je značajno s obzirom da su dinamička svojstva logističke jednačine

(9) bila detaljno analizirana. (Li i Yorke (1975), May (1976)).

Dobijeno je da : (i) Za vrednosti parametara  $0 < \pi < 1$  sva rešenja će konvergirati ka  $z = 0$ ; (ii) Za  $1 < \pi < 3,57$  postoje fiksne tačke čiji broj zavisi od  $\pi$ ; (iii) Za  $1 < \pi < 2$  sva rešenja se monotono povećavaju ka  $z = (\pi - 1) / \pi$ ; (iv) Za  $2 < \pi < 3$  fluktuacije će konvergirati ka  $z = (\pi - 1) / \pi$ ; (v) Za  $3 < \pi < 4$  sva rešenja će neprekidno fluktuirati; (vi) Za  $3,57 < \pi < 4$  rešenje postaje »haotično« što znači da postoji potpuno aperiodično rešenje ili periodično rešenje sa veoma velikom, komplikovanom periodom. To znači da staza  $z_t$  fluktuiira na naizgled slučajajan način tokom vremena, ne smirujući se u ma kakav regularan obrazac.

## ZAKLJUČAK

Ovaj rad sugerise zaključak u korist upotrebe haotičnog modela rasta fiksnog kapitala u poljoprivredi radi predviđanja fluktuacija kapitala u poljoprivredi. Model (8) se zasniva na specficiranim parametrima  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  i početnoj vrednosti kapitala u poljoprivredi,  $k_0$ .

Čak i malo odstupanje od zadatih vrednosti parametara  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  i početne vrednosti fiksnog kapitala u poljoprivredi,  $k_0$ , pokazuje da je teško predviđati dugoročno ponašanje fiksnog kapitala u poljoprivredi.

Ključna hipoteza ovog rada se zasniva na ideji na koeficijent  $\pi = \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta}$  ima

suštinsku ulogu u objašnjenju ekonomske stabilnosti, pri čemu je  $\alpha$  – stopa amortizacije,  $\beta$  – prosečna sklonost potrošnji,  $\gamma$  – prosečni kapitalni koeficijent.

## LITERATURA

- [1] Benhabib, J., Day, R.H. (1981): Rational Choice and Erratic Behaviour, *Review of Economic Studies* 48: 459-471.
- [2] Benhabib, J., Day, R.H. (1982): Characterization of Erratic Dynamics in the Overlapping Generation Model, *Journal of Economic Dynamics and Control* 4: 37-55.
- [3] Benhabib, J., Nishimura, K. (1985): Competitive Equilibrium Cycles, *Journal of Economic Theory* 35: 284-306.
- [4] Day, R.H. (1982): Irregular Growth Cycles, *American Economic Review* 72: 406-414.
- [5] Day, R.H. (1983): The Emergence of Chaos from Classical Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics* 98: 200-213.
- [6] Goodwin, R.M. (1990): *Chaotic Economic Dynamics*, Clarendon Press, Oxford.
- [7] Grandmont, J.M. (1985): On Endogenous Competitive Business Cycles, *Econometrica* 53: 994-1045.
- [8] Kelsey, David (1988): *The Economics Of Chaos Or The Chaos Of Economics*, Oxford Economic Papers; Mar 1988; 40, 1; ProQuest Social Science Journals.
- [9] Li, T., Yorke, J. (1975): Period Three Implies Chaos, *American Mathematical Monthly* 8: 985-992.
- [10] Lorenz, E.N. (1963): Deterministic nonperiodic flow, *Journal of Atmospheric Sciences* 20: 130-141.
- [11] Lorenz, H.W. (1993): *Nonlinear Dynamical Economics and Chaotic Motion*, 2nd edition, Springer-Verlag, Heidelberg.
- [12] May, R.M. (1976): Mathematical Models with Very Complicated Dynamics, *Nature* 261: 459-467.
- [13] Medio, A. (1993): *Chaotic Dynamics: Theory and Applications to Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [14] Rössler, O.E. (1976): An equation for continuous chaos, *Phys. Lett.* 57A: 397-398.
- [15] Tu, P.N.V. (1994): *Dynamical Systems*, Springer - Verlag.

### A NONLINEAR FIXED CAPITAL GROWTH MODEL IN AGRICULTURE

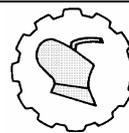
**Vesna D. Jablanović**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** The basic aim of this paper is to set up a nonlinear fixed capital growth model in agriculture. This paper suggests conclusion for the use of the fixed capital growth model in agriculture in predicting the fluctuations of fixed capital. The model has to rely on specified parameters:  $\gamma$  - capital coefficient,  $\alpha$  - rate of depreciation,  $\beta$  - average propensity to consume, and initial value of fixed capital in agriculture  $k_0$ . This model shows the difficulty of predicting a long-term movement of fixed capital in agriculture.

The nonlinear model shows up chaotic solutions. A key hypothesis of this work is based on the idea that the coefficient  $\pi = \frac{\gamma}{\gamma - 1 + \beta}$  plays a crucial role in explaining stability of fixed capital in agriculture.

**Key words:** *fixed capital, capital coefficient, depreciation, chaos.*



UDK: 631.372

*Preliminary paper  
Predhodno saopštenje*

## **HOW TO ORGANISE THE USE OF PRIVATE OWN MACHINERY IN AGRICULTURE IN THE COUNTRIES OF WESTERN BALKAN?**

**Per-Olov Johanson**

*Tomorrow Design, Co.: Gardby 2321  
38692 Farjestaden, Sweden  
per-olov@tomorrowdesign.se*

### **INTRODUCTION**

Farmers in western Balkan countries are badly equipped with machinery. This is due to the small size of farms and fields and that farmers have problems financing. If they can be helped to organise the use of machinery then farmers can lower their machinery costs and increase their income.

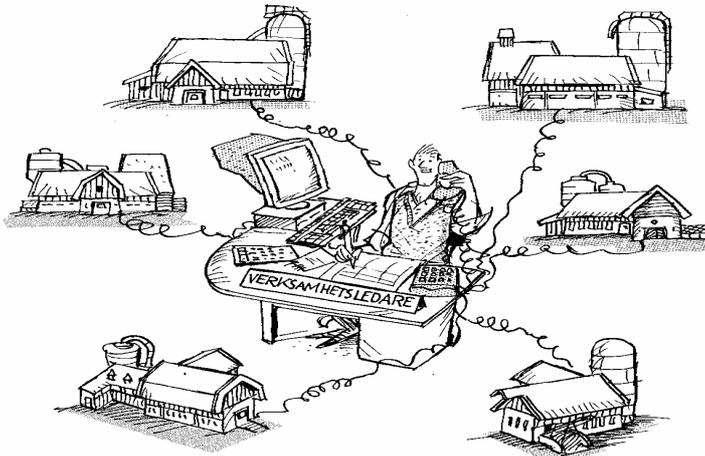
It is important to know what your machines actually cost, whether it is economically defendable to have your own machines or not. Another alternative is to have machinery together with neighbour/neighbours. One of the best alternatives might be leasing the machinery service that is needed.

### **1. MACHINERY RINGS**

Machinery costs can be lowered in two ways. One way is to use the machinery more, and the other is for farmers to sell their machinery and buy the services from other farmers or contractors.

If study material can be created to increase the awareness of machinery costs the farmers, hopefully by themselves, understand that co-operation is necessary to lower the costs of machinery, which is one of the most important elements in farm production.

Study material has been created for Macedonian conditions and used for a big number of farmers. The creation of machinery ring is an ongoing process and we can say that we are successful but it is still a long way to go.



*Fig. 1. Manager in a machinery ring busy connecting buyer and sellers of machinery services*

### **1.1. What is a Machinery Ring?**

A machinery ring (MR) is an association of farmers who share their machinery and their labour force among their farms.

This means: profitability and success for the individual farmer are increased through the joint use of machinery and labour force. This enables even smaller farms to withstand the strong competition. The MR office co-ordinates the co-operation, the exchange of machinery and the staff operations. The potential of modern and productive machinery and tools within the member farms is almost inexhaustible.

The strengths of the MRs are:

- Quick and uncomplicated consultation
- Commission of qualified and experienced manpower
- Targeted application of appropriate and effective technical means
- Low mechanisation costs and together with these, general cost-savings for the farms.
- Cashless and quick accountancy with the social insurance in the case of social farm assistance.

[www.mr-akademie.de/](http://www.mr-akademie.de/) (multi lingual web site for European machinery rings)



## 2. HOW TO CONTINUE?

It is very important that farmers in western Balkan country's self-confidence are improved. They should be shown that it is possible to co-operate with machinery use. Show how it is done in other countries. If they can see that it is possible in the longer term to co-operate with machinery use and to improve self-confidence, everything is possible!

The objective of planned seminars "How to organise the use of private owned machinery in the countries of the western Balkan" is to improve self-confidence and that it is possible to co-operate with machinery use to lower costs.

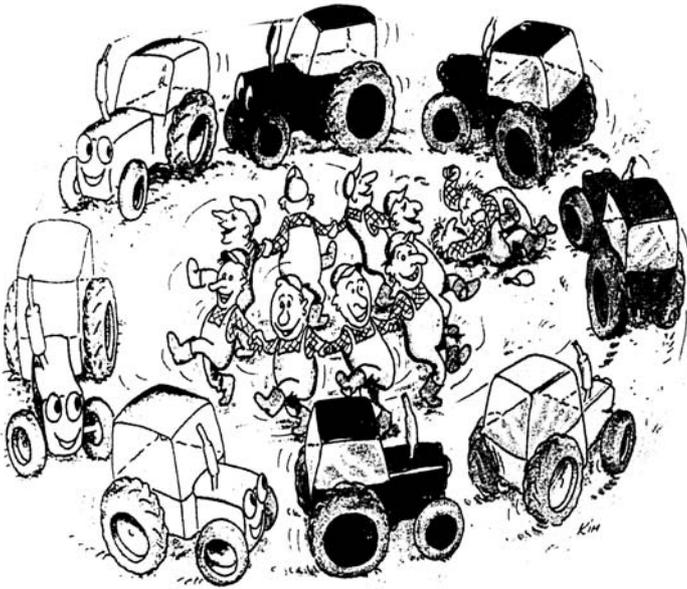
The expected effects in the short term are

- Improved understanding and self-confidence about how to co-operate with machinery

The expected effects in the longer term are

- New collaborations among farmers
- Decrease of machinery costs
- Improved financial investment possibilities in machinery
- Saved time and more efficient use of machinery

This is the first step towards profitable and sustainable family farming. We must make it possible to together with interested from countries in the western Balkan can continue the work of how to organise the use of private owned machinery!



*Fig. 3. It is not easy but it must be done!*

### 3. CONCLUSION

This is the first step towards profitable and sustainable family farming. We must make it possible to together with interested from countries in the western Balkan can continue the work of how to organise the use of private owned machinery!

Me together with the project in Macedonia, want to organise a seminar within the two-first months of 2006. A seminar who covers the most important topic how to cooperate with machinery to get profitable and sustainable family farming!

**Project of special interest that the Per-Olov Johanson has taken part in, listed in reversed chronology. (i) time of engagement, (ii) short description of scope and content of the project and responsibility, (iii) country and place where the project has taken place, (iiii) buyer and financier.**

#### **i) Support to Macedonian farmers, SFarm 2**

ii) Developed capacity in farmers' organisations, increased economic collaboration between farmers and raised awareness concerning competence among farmers.

SFarm 2: Part of implementing team, December 2004-June 2007, part time 20%.

SFarm 2: Medium term expert concerning how to implement and organise the use of machinery, machinery rings. Development of methods such as financing, invoicing systems for services, adapted to Macedonian conditions. Part of project management concerning information systems such as databases, websites and e-mail, December 2004 – June 2007, part time 20%.

iii) Macedonia

iiii) Financier SIDA (The Swedish Agency for International Development Cooperation)

#### **i) Inter MR 2005, an international seminar for Machinery Rings**

ii) Short term expert concerning preparation and presentation of project MR Competence Europe.

iii) Finland

iiii) Buyer MR-Akademie e.V, Germany, financier The Leonardo Da Vinci programme

#### **i) Support to Macedonian farmers, SFarm 1**

ii) Developed capacity in farmers' organisations, increased economic collaboration between farmers and raised awareness concerning competence among farmers.

SFarm: Part of implementing team, April 2001-May 2002, part time 25%.

SFarm1: Medium term expert concerning how to organise the use of machinery, machinery rings. Development of methods for training, study circles, and development of material for how to calculate machinery costs adapted to Macedonian conditions. Part of project management concerning information systems such as databases, websites and e-mail, August 2002 – July 2004, part time 25%.

iii) Macedonia

iiii) Buyer SwedeAgri AB, financier SIDA (The Swedish Agency for International Development Cooperation)

**i) MR Competence Europe**

ii) Short term expert concerning support to development, test, adjust, disseminate and evaluate the method of making marketing plans in machinery rings and create an Internet based resource centre for daily use of the result, April 2003 – October 2005.

iii) Romania (other partners; Sweden, Germany, Luxemburg, France, Hungary and Slovenia)

iiii) Buyer MR Academy, Germany, financial programme within EU:s structural funds Leonardo da Vinci

**i) Inter MR 99, an international seminar for Machinery Rings**

ii) Short term expert concerning presentation of country reports and how to work in EU-financed projects.

iii) Hungary

iiii) Buyer Europe's Machinery Rings (EMR), financier LRF (Federation of Swedish Farmers)

**REFERENCES**

- [1] Per-Olov Johanson: *Project of MR in Macedonia*, Tomorrow Design, Gardby, Sweden, 2004.

**KAKO ORGANIZOVATI KORIŠĆENJE PRIVATNIH MAŠINA  
U POLJOPRIVREDI U DRŽAVAMA ZAPADNOG BALKANA**

**Per-Olov Johanson**

*Tomorrow Design, Co.: Gardby 2321*

*38692 Farjestaden, Sweden*

*per-olov@tomorrowdesign.se*

**Sadržaj:** Farmeri u zemljama zapadnog Balkana su veoma loše opremljeni poljoprivrednom tehnikom. Razlog su imanja manjih površina i usitnjenih parcela i problemi sa ulaganjem u obnavljanje mehanizacije. Ukoliko bi se napravio plan zajedničkog korišćenja, farmeri bi značajno smanjili troškove ulaganja u mehanizaciju a samim tim povećali zaradu.

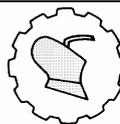
Veoma je važno znati stvarne troškove nabavke i korišćenja neke mašine kako bi se utvrdilo da li se farmeru isplati da sam nabavi mašinu ili je isplativije da se udruži sa još nekoliko proizvođača. Jedno od alternativnih rešenja predstavlja formiranje službe ili servisa za iznajmljivanje mašina.



## CONTENTS

Dragiša Raičević, Rade Radojević, Đuro Ercegović, Mičo Oljača, Miloš Pajić DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL MACHINES FOR NEW TECHNOLOGIES IMPLEMENTATION AT HEAVY SOILS USE PROCESSES, EFFECTS AND CONSEQUENCES .....	1
Ratko Nikolić, Savin Lazar, Timofej Furman, Milan Tomić, Mirko Simikić CLASSIFICATION AND DIRECTION OF DEVELOPMENT OF TRACTORS .....	9
Zoran Mileusnić, Milan Đević, Rajko Miodragović, Dragan Petrović ON THE APPLICABILITY OF THE SINGLE-SHAFT TRACTORS MOTOCULTIVATORS IN SERBIA .....	17
Dušan Kovačević, Željko Dolijanović, Života Jovanović, Vesna Milić THE EFFECT OF GROWTH TECHNOLOGY ON YIELD OF WINTER WHEAT .....	27
Milan Veljić, Dragan Marković PARAMETER OPTIMIZATION OF WORKING ELEMENTS OF TILLAGE AGRICULTURAL MACHINES .....	33
Boško Gajić INFLUENCE OF THREADING OF GRAZING CATTLE ON PASTURE SOIL COMPACTION .....	41
Schulze Lammers, P., Hlobeň, P. and Sökefeld, M. APPLICATION OF HERBICIDES BY DIRECT INJECTION FOR SITE – SPECIFIC SPRAYERING .....	49
Nebojša Momirović, Dejan Orlović, Mičo V. Oljača THE SPECIFICS OF TECHNICAL AND EXPLOATATION PROPERTIES OF MICRO-IRRIGATION SYSTEMS IN GREENHOUSE PRODUCTION .....	59
Radiojević D., Vera Raičević, Radojević R., Topisirović G., Mileusnić Z., Lalević B. EFFECTS OF SOLD CATTLE MANURE COMPOSTING .....	71
Đević Milan, Miodragović Rajko, Mileusnić Zoran NEW GENERATION HARVESTERS IN CORN HARVESTING .....	77
Jan Turan MASS TRANSPORT IN AGRICULTURE .....	85
Marija Vukić, Zoran Stajić, Đukan Vukić, Nenad Radovanović, Đuro Ercegović LABORATORY INSTALLATION FOR FILTRATION AND MAGNETIC TREATMENT OF WASTE WATER .....	91
Ljubiša Marković, Predrag Petrović, Nebojša Radojević EVALUATED OF CONSUMPTION LUBRICAN OF DIESEL ENGINE .....	99
Mičo V. Oljača, Kosta Gligorević, Milorad Branković, Zoran Dimitrovski, Dragi Tanevski ELECTRONIC EQUIPMENTS ON TRACTORS AND WORKING MACHINES IN FUNCTIONS OF HIGER CONTROL OF SICURITY AND EXPLOATATION .....	107
Vesna D. Jablanović A NONLINEAR FIXED CAPITAL GROWTH MODEL IN AGRICULTURE .....	119
Per-Olov Johanson How to organise the use of private own machinery IN AGRICULTURE in the countries of western Balkan? .....	123





**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 рекламно-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 стручним и пословном јавношћу.

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

