

**Bibliid:** 0350-2953 (2005) 31: 1-2, p. 49-56  
**UDK:** 656.137; 631.312.4

Originalni naučni rad  
Original scientific paper

## **OBRADA ZEMLJIŠTA KOMBINOVANIM ORUĐIMA**

### **TILAGE WITH COMBINE TOOLS**

Đević, M., Mileusnić, Z., Miodragović, R.\*

#### **REZIME**

U radu je data analiza eksploatacionih ispitivanja traktorsko-mašinskih agregata za osnovnu obradu zemljišta. Polaznu osnovu predstavljaju radni otpori pluga u varijanti bez i sa prstenastim valjkom i vučne karakteristike traktora. Tema istraživanja su radni parametri pluga i traktori PKB korporacije koji bi sa njim činili optimalni agregat za obradu. Smisao rada jeste da se na osnovu dobijenih rezultata istraživanja ustanove, mogućnosti za uštedu energije i povećanje produktivnosti rada.

**Ključne reči:** traktor, plug, proizvodnost, sila vuče, snaga, energija

#### **SUMMARY**

Paper present results of exploitation testing tractor-machinery couple in tillage, content plough and roller. Basic of working resistance in variant without roller and with roller and potential pulling characteristics of tractors analyzing. Objective of the study was a working parameters plough and tractors PKB corporation in our tractors-machinery couples. The aim of the of researching was, concerning the obtained results, to give the possibilities of energy savings and higher productivity.

**Key words:** tractor, plough, productivity, drawbar pull, power, energy

#### **UVOD**

Problemi koji se javljaju pri konvencionalnoj obradi zemljišta, strnih žita i okopavina, ne mogu da se reše bez promene postojeće konvencionalne obrade zemljišta. To znači da konvencionalnu obradu zemljišta treba zameniti novim tehnologijama u svim slučajevima kada mogu da se očekuju bolji rezultati. U principu nove tehnologije obrade treba da ispune uslove za racionalnu obradu zemljišta, koja podrazumeva; manji broj prohoda, uštedu goriva, smanjenje ljudskog i mašinskog rada, veće učinke i bolji kvalitet rada, a da pri tome nema štetnog uticaja na plodnost zemljišta.

U poljoprivrednoj proizvodnji zemljište može da se posmatra kao predmet obrade, kojeg karakterišu vučni otpori i kao podloga po kojoj se traktor kreće. Ostvareni učinak traktora u praksi u odnosu na njegov potencijalni učinak u većini slučajeva je manji za 30 do 40%. Razlog za ovo je neusklađen agregat sa vučno-energetskim potencijalom traktora, a režim rada traktora u eksploataciji je ispod optimalnog.

---

\* Dr Milan Đević, vanredni profesor, mr Zoran Mileusnić, asistent, mr Rajko Miodragović, asistent, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun, Nemanjina 6.

Unapređenjem biljne proizvodnje, značajno je poraslo korišćenje energije u svim fazama tehnološkog procesa. Od utrošene energije u biljnoj proizvodnji, prosečno jedna trećina je namenjena za obradu zemljišta, a za obradu zemljišta težeg mehaničkog sastava i više.

Neposredni cilj aktivnosti prema predviđenom programu je utvrđivanje funkcionalnosti, adaptibilnosti i pouzdanosti navedenog pluga u agregatu sa traktorima kategorije 40 kN. Agregat je ispitivan u karakterističnim uslovima zemljišta i najznačajnijim tehnološkim varijantama obrade u biljnoj proizvodnji PKB korporacije.

### MATERIJAL I METOD RADA

Saglasno postavljenom cilju, tema istraživanja je plug "Kverneland LB" sa pakomatom S u agregatu sa traktorima 4x4 S. Metodika ispitivanja zasnovana je na tehničkoj ekspertizi i poljsko-laboratorijskim ispitivanjima.

Ovaj deo programa ispitivanja obuhvata:

- utvrđivanje uslova za ispitivanje,
- utvrđivanje pokazatelja kvaliteta rada i
- merenje potrošnje snage
  - sila vuče na poteznici,
  - brzina kretanja,
  - klizanje ,
  - koeficijent korisnog dejstva traktora i
  - časovna potrošnja i potrošnja goriva po jedinici površine.

Lokacije ispitivanja su parcele »PKB Beograd«, a preovlađujući tip zemljišta na imanju je ritska crnica sa srednjom zapreminskom masom od 1,400 g/cm<sup>3</sup>, i prosečnom vlažnošću u vreme ispitivanja oko 18.9%.

*Tab.1. Tehničke karakteristike pluga*

*Tab.1. Technical characteristic plough*

Tehničke karakteristike pluga - Technical characteristic plough	
Broj radnih tela - Number working entity	4
Radni zahvat plužnog tela - Working clutch plough entity, (cm)	35-40-45
Radni zahvat - Working clutch, (cm)	142-183
Dubina obrade - Deepth tilth, (cm)	do 35
Klirens – Clirence, (cm)	75

\* plug je sa pakomatom širine zahvata 185 cm – plough with pakomat working clutch 185 cm

#### Lista simbola-Symbol lysting:

$E_{na}$  – tehnološki utrošak energije – specific energy, (kWh/ha)

$F_v$  – sila vuče - drawbar pull, (kN)

$k_t$  – spec. otpor zemlj. – specific resistens soil, (N/cm<sup>2</sup>)

$P_v$  – snaga vuče - power pull, (kW)

$Q$  – časovna pot. goriva – fuel consum. Hourly, (l/h)

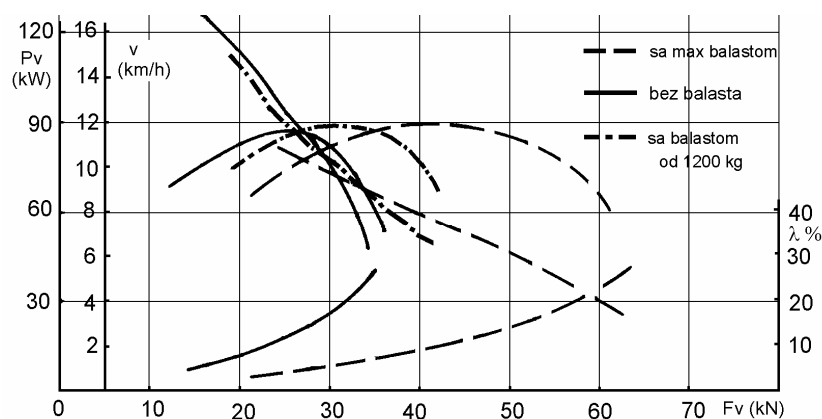
- $q$  – spec. ef. potr. goriva traktora – specific eff. fuel cons., (g/kWh)  
 $Q_{ha}$  – potroš goriva po jed. pov. - specific energy, (l/ha)  
 $v$  – brzina kretanja – dreeving speed, (km/h)  
 $W_h$  – učinak – poductivity, (ha/h)  
 $\varphi$  – adhezija – adherence, (-)  
 $\lambda$  – klizanje – slip of wheels, (%)  
 $\eta_T$  – koef. korisnog dejstva – coeff. Advantag, (-)

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

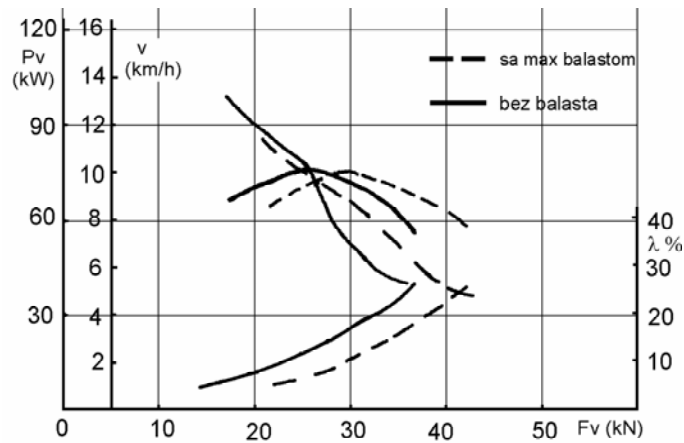
### Traktori T-1 i T-2

Traktor T-1 (sl. 1), pri ostvarenom maksimalnom koeficijentu korisnog dejstva od 0,626 i koeficijentu adhezije od 0,399, raspolaže silom vuče od 25,48 – 43,91 kN. Može da ostvari brzinu kretanja od 7,22 – 12,29 km/h. Snaga na poteznici ima vrednost 87 kW i u tom radnom režimu traktor ima specifičnu efektivnu potrošnju goriva od 332 g/kWh i časovnu potrošnju goriva 34,80 l/h. U eksploatacionom dijapazonu brzina, traktor ima 3 stepena prenosa. Masa traktora je 6.510 – 11.000 kg sa rasporedom od 40 % mase na prednjem i 60 % mase na zadnjem mostu.

Traktor T-2 (sl. 2), pri ostvarenom maksimalnom koeficijentu korisnog dejstva od 0,636-0,644 i koeficijentu adhezije od 0,405, raspolaže silom vuče od 22,74 – 34,37 kN. Može da ostvari brzinu kretanja od 8,10 – 11,54 km/h. Snaga na poteznici ima vrednost 75 kW i u tom radnom režimu traktor ima specifičnu efektivnu potrošnju goriva od 363 g/kWh i časovnu potrošnju goriva 33,21 l/h. U eksploatacionom dijapazonu brzina, traktor ima 3 stepena prenosa. Masa traktora je 6.350 – 7.364 kg sa rasporedom od 42 % mase na prednjem i 58 % mase na zadnjem mostu.



Sl.1. Potencijalne vučne karakteristike traktora bez balasta i sa varijantama balasta  
 Fig.1. Potential pulling characteristics tractor and without ballast and with variants ballast



Sl.2. Potencijalne vučne karakteristike traktora bez balasta i sa balastom

Fig.2. Potential pulling characteristics tractor and without ballast and with ballast

### Plug "Kverneland LB"

Kombinovano oruđe predstavlja priključak sastavljen od četvorobraznog raonog pluga obrtača sa kombinovanom sekcijom prstenastih (paker) valjaka i dva seta nožastih i opružnih drljača. Oruđe je namenjeno za osnovnu obradu oranjem simultanim izvođenjem dopunske obrade.

Plug ima četiri poluspiralna plužna tela sa trapezoidnim raonikom i pretplužnjacima. Zadnje plužno telo je opremljeno diskosnim crtalom. Plug je opremljen zadnjim točkom sa pneumatikom, namenjenim oslanjanju u radnom položaju, odnosno, održavanju radne dubine. Komandno-regulacioni sistem pluga je savremeni hidro-mehanički mehanizam za regulaciju položaja, radnog zahvata i dubine rada pluga. On omogućava podešavanje i kontrolu oranja u svim značajnim aspektima. Širina radnog zahvata može da se reguliše u dijapazonu od 142-183 cm. Agregat je kombinovanog tipa, tj. čini ga još i kombinacija valjaka i drljače tzv. "Pakomat S" konstruktivne širine 185 cm. Ovaj deo agregata je vezan za piramidu pluga konzolom sa hidro-mehaničkim mehanizmom za regulaciju položaja komponente u radnom i transportnom položaju. Tehnološki ova komponenta je namenjena za razbijanje i slaganje makroagregata plastice, čime se ostvaruje poboljšana poravnatost oranja i bolje slaganje zemljišnih agregata, što znatno povećava efikasnost dopunske obrade zemljišta u njenoj završnoj fazi.

### Energetski pokazatelji rada agregata

Merenje potrošnje snage obavljeno je uz upotrebu dinamografa i tom prilikom za vuču agregata korišćen je traktor MF-8160. Sva merenja obavljena su na gazdinstvu »Mladost« na parcelama 6 i 9 (tabela 2).

Vrednost izmerenih otpora obrade pluga sa pakomatom na dubinama do 25 cm kretala se od 25-30 kN, uz klizanje traktora od 6-9% i brzinu kretanja od prosečno 6.8 km/h. Otpor istog oruđa bez pakomata bio je od 22-26 kN, pri istom klizanju i neznatnim povećanjem brzine kretanja. Povećanjem dubine na 30 cm vrednost otpora je porasla na 33-36 kN sa pakomatom, odnosno na 29-33 kN bez njega, uz povećanje klizanja na oko 15% i smanjenje

brzine na 6,3 km/h. Svi parametri su izmereni na parceli 9 imanja »Mladost«. Na parceli 6 istog imanja izmerene su vrednosti otpora vuče od 34-39 kN, uz neznatne korekcije brzine kretanja i klizanja.

Tab. 2. Energetski pokazatelji rada TMA na parceli 6 i 9

Tab.2. Working energy parameters TMC in parcel 6 and 9

R br.	P <sub>v</sub> (kN)	R <sub>v</sub> (kW)	v (km/h)	λ (%)	Q <sub>h</sub> (l/h)	W <sub>h</sub> (ha/h)	Q <sub>ha</sub> (l/ha)
na dubini od 25 cm sa pakomatom – in depth 25 cm with roller							
1.	58.97	31.50	6.70	6.60	28.40	0.66	43.00
2.	61.52	25.00	8.86	8.70	29.10	0.87	33.50
3.	59.67	31.00	6.93	7.80	30.20	0.78	38.70
na dubini od 25 cm bez pakomata - in depth 25 cm without roller							
1.	61.72	27	8.23	6.20	29.00	0.82	35.36
2.	58.19	25	8.38	5.80	28.90	0.83	34.82
3.	57.27	26	7.93	6.70	30.10	0.79	38.10
na dubini od 30 cm sa pakomatom - in depth 30 cm with roller							
1.	65.13	35.00	6.70	15.00	32.00	0.67	47.70
2.	72.00	36.00	7.20	17.00	32.90	0.72	45.60
na dubini od 30 cm sa pakomatom na parceli 6 - in depth 25 cm with roller in parcel 6							
1.	62.83	39.00	5.80	18.00	32.80	0.58	56.55
2.	60.30	35.00	6.20	16.00	32.90	0.62	53.06
3.	59.50	34.00	6.30	16.00	33.00	0.63	52.38
na dubini od 30 cm bez pakomata - in depth 30 cm without roller							
1.	62.33	33.00	6.80	13.00	31.00	0.68	45.50
2.	68.94	34.00	7.30	15.00	30.00	0.73	41.00

Ekstremna primena u uslovima PKB, sabijena ritska crnica, smanjene vlažnosti, značajno je uslovljena potrebom adekvatnog agregata iz razloga radne brzine. Raspoloživi traktori T<sub>1</sub> i T<sub>2</sub> su adekvatne pogonske mašine samo u slučaju maksimalno dozvoljenog balasta, za obradu, uz odgovarajuću regulaciju kombinovanog agregata. Oba traktora se eksploatišu uz dodati balast. Kod traktora T<sub>1</sub> to je 1.200 kg na konstruktivnu masu, a traktor T<sub>2</sub> radi sa maksimalnim balastom.

Konstruktivni prečnik prstenastog valjka (oko 35cm) neće imati efekta na drobljenje makroagregata zemljišta iznad 15 cm, pogotovo, ako prednji set drljača ne obavi svoju funkciju (razbijanje većih grudvi), što je znatno uslovljeno brzinom rada traktorsko-mašinskog agregata. Generalno, širina radnog zahvata "Pakomata S" je na maksimalnom nivou (185 cm) i direktno uslovljava kvalitet oranja, tj. "obaranjem" brzine dolazi do teškoća u prevrtanju plastice. To ponovo potvrđuje značaj optimalne brzine rada traktorsko-mašinskog agregata. Rezultat frakcione analize čestica zemljišta nakon obrade »pakomatom« prikazan je u tabeli 3.

Tab.3. Frakcije zemljišnih agregata nakon obrade »Pakomatom«

Tab.3. Fraction soil aggregate after tilage »Pakomat«

Dimenzije Fractions	Masa 1. probe Mass 1. test (g)	(%)	Masa 2. probe Mass 2. test (g)	(%)
> 50	2.200	27.85	800	7.11
26-50	1.400	17.72	1.500	13.33
19-25	400	5.06	950	8.45
16-19	300	3.80	600	5.33
9.5-16	1.000	12.66	1.700	15.11
5-9.5	1.000	12.66	3.700	32.89
< 5	1.600	20.25	2.000	17.78
Σ	7.900	100	11.250	100

### Izdignutost profila zemljišta

Osnovna namera obrade zemljišta je stvaranje ornice, koja obezbeđuje najpovoljnije uslove za rast i razvoj poljoprivrednih kultura. Stoga je pri obradi neophodno ispuniti sledeće:

- dati orničnom sloju najbolju strukturu, za regulaciju vodno-vazdušnog, toplotnog i hranidbenog režima zemljišta i
- izraditi uslove za prikupljanje i čuvanje dostupne količine vlage u zoni korena.

Da bi se ovo ostvarilo, veliku ulogu pri tome imaju konstruktivne osobine radnih organa oruđa, npr. kod raonih plugova forma plužne daske, prisustvo ili odsustvo pretplužnjaka... Kvalitet rada oruđa zavisi od blagovremenosti njihovog korišćenja i ispunjenja zadatih pokazatelja rada (dubine, stepena rastretitosti,...), od brzine kretanja, mehaničkog i strukturnog sastava zemljišta, njegove vlažnosti, a takođe i od karakteristika parcele u momentu izvođenja radova (prisustvo ili odsustvo busa, nepožnjevenih ostataka, korovske vegetacije...). Najveću vezanost imaju glinovita zemljišta u suvom stanju. Uzdignutosti zemljišnog profila za konkretne uslove prikazana je na slici 3a i 3b.



Sl.3a. Uzdignutost profila zemljišta na parceli 9

Fig.3a. Lifting profile soil in parcel 9



Sl.3b. Uzdignutost profila zemljišta na parceli 6

Fig.3b. Lifting profile soil in parcel 6

Analizom prikazanih profila utvrđena je izdignutost, po obradi, od 33 do 40,00%, što je veoma pozitivno, s obzirom na uslove za rad. Uslovi za rad znatno relativizuju ocenu zaoravanja biljnih ostataka, za koju može da se da pozitivna ocena.

### ZAKLJUČAK

»Pakomat S« daje dobre rezultate na srednje teškim zemljištima, pri idealnim uslovima vlažnosti (oko 17% higroskopske vlažnosti). U ovim uslovima nije neophodna predsetvena priprema za setvu nakon njegove obrade, što potvrđuju rezultati frakcione analize (tabela 3).

Vrednost vučnih otpora »Pakomat S« povećava za 7-10%, što u ispitivanoj varijanti ne predstavlja problem za pogonske mašine (traktori  $T_1$  i  $T_2$ ).

Traktori će pokazati dobre rezultate u osnovnoj obradi zemljišta do dubina 25 cm sa četvorobraznim plugom, širine radnog zahvata do 120 cm. Dubinu oranja do 30 cm traktori bi postigli u agregatu sa troboznom plugom maksimalne širine zahvata po plužnom telu od 35 cm.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da u zemljišnim uslovima, gde vrednost specifičnog otpora zemljišta ne prelazi 8 N/cm<sup>2</sup> osnovna obrada može biti efikasno izvedena na dubinama većim od 30 cm sa traktorima  $T_1$  i  $T_2$  i četvorobraznim plugom širine zahvata 120 cm.

Eksploataciono ispitivanje, izvedeno u efektivnom trajanju od 20 dana, dalo je, uz osnovne eksploatacione parametre, i osnovu za ocenu pouzdanosti ispitivanog pluga. Utvrđene su vrednosti časovnog učinka agregata od 0,63 do 0,82 ha/h, uz koeficijent iskorišćenja radnog vremena od 0,65 do 0,75. Potrošnja goriva je varirala od 38 do 41 l/ha za dubine obrade do 25 cm, a za dubine od 30 cm varirala je od 45-56 l/ha.

Rezultati ispitivanja, osim utvrđenih parametara kvaliteta rada, potrošnje energije i proizvodnosti rada pluga, daju i elemente za opštu ocenu i mišljenje o plugu. Na osnovu svega iznetog može da se zaključiti sledeće:

- plug Kverneland LB predstavlja funkcionalno i adaptibilno tehničko rešenje, visoke pouzdanosti i
- tehnološki, plug Kverneland LB u varijanti sa tri plužna tela može da zadovolji zahteve osnovne obrade oranjem u uslovima PKB-korporacije.

## LITERATURA

- [1] Die Konigsklasse im Test, Top Agrar Das Magazin fur moderne landwirtschaft, uberzeicht durch-Fendt, 11/97, 1997.
- [2] Mileusnić, Z, Novaković, D, Đević, M, Miodragović, R: Vučne karakteristike grupe savremenih traktora, Poljoprivredna tehnika 1/98, str 1-11. Beograd, 1998.
- [3] Mileusnić, Z: Energetski potencijal savremenih traktora točkaša kategorije 40 kN, magistarska teza, Beograd-Zemun 2001.
- [4] Mileusnić, Z, Novaković, D, Miodragović, R: Proizvodne mogućnosti traktora u oranju, Savremena poljoprivredna tehnika Vol 29, No1-2, str 12-19, Novi Sad, 2003.
- [5] Mileusnić, Z, Đević, M: Traktorsko mašinski agregati za oranje teških zemljišta, Savremena poljoprivredna tehnika Vol 30, No1-2, str 44-51, Novi Sad, 2004.
- [6] Mileusnić, Z, Đević, M, Miodragović, R: Energetski parametri rada traktora u obradi zemljišta, Traktori i pogonske mašine, Vol No 4, str 44, Novi Sad, 2004.
- [7] Novaković, D, Mičić, J, Milovanović, N: Analiza uticajnih faktora pri sastavljanju traktorskih agregata, Zbornik radova, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija, 1988.
- [8] Novaković, D: Potencijalne karakteristike traktorskih agregata u obradi zemljišta, Poljoprivredna tehnika, godina XX, broj 1/2, Beograd, novembar 1996.
- [9] Novaković, D, Đević, M, Mileusnić, Z: Tractor Efficiency in Tillage, Journal of scientific Agricultural research Vol 58, N0.206,1997/1-2, Beograd, 1997.