

**Bibliid:** 0350-2953 (2006) 32: 3-4, p. 143-151

Originalni naučni rad

**UDK:** 656.137; 631.372

Original scientific paper

## **TEHNOLOŠKO-TEHNIČKI PARAMETRI RADA TRAKTORA U OBRADI ZEMLJIŠTA**

### **TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL TRACTOR PARAMETERS IN SOIL TILLAGE**

Mileusnić Z, Đević M, Miodragović R\*

#### **REZIME**

Rad predstavlja rezultat eksploatacionog ispitivanja traktora u osnovnoj obradi zemljišta. Analiza vučnih karakteristika je obuhvatila potencijalne vučne karakteristike traktora u varijantama sa maksimalnim balastom i bez balasta. Predmet istraživanja je traktor nove generacije i ocena usklađenosti parametara rada traktora u osnovnoj obradi zemljišta. Cilj rada je da se na osnovu dobijenih rezultata istraživanja ustanove, mogućnosti uštede energije i povećanje produktivnosti rada. Dobijene vrednosti potvrđuju činjenicu da je racionalan izbor traktora višestruko uslovljen i adekvatna ocena traktora zahteva poznavanje vučne karakteristike traktora, kao i precizno definisanje njegove tehnološke namene.

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

#### **SUMMARY**

This paper presents the results of testing exploitation characteristics of tractors in basic soil tillage. The analysis encompassed haulage characteristics of a tractor with and without the ballast. This investigation focused on a new generation tractor in order to assess the agreement between various working parameters of a tractor in basic soil tillage. The aim with this paper was to use the obtained results to single out potentials for energy savings and increase of productivity. The results confirm that a rational selection of tractor is a function of multiple variables. Therefore, valid assessment of a tractor requires knowing haulage power, as well as a precisely defined domain of technological application.

**Key words:** tractor, productivity, haulage force, power, energy

---

\* Mr Zoran Mileusnić, asistent, dr Milan Đević, vanredni profesor, mr Rajko Miodragović, asistent, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Nemanjina 6 11080 Beograd-Zemun

#### **UVOD**

U poljoprivrednoj proizvodnji zemljište može da se posmatra kao predmet obrade, kojeg karakterišu vučni otpori i kao podloga po kojoj se traktor kreće. Na osnovu veličine vučnih

otpora, koji se javljaju u radu poljoprivrednih mašina-oruđa, obavlja se sastavljanje traktorsko mašinskog agregata, a u okviru kompleksne mehanizacije poljoprivredne proizvodnje na gazdinstvu. Traktorski, odnosno svaki mašinski park, će produktivno ostvariti svoju funkciju, pre svega, ako je dobro ukomponovan. Pošto ovo isključivo zavisi od korisnika, koji apriori mora da poznaje zemljišne i klimatske uslove na svom imanju i saglasno tome performanse traktora, faktor produktivnosti se smatra premisom. Porastom veličine gazdinstva potrebne su mašine većih kapaciteta kako bi ostvarile svoj zadatak u toku kratkih agrotehničkih rokova, uslovljenih sezonskim karakterom biljne proizvodnje, a takođe klimom i zemljištem.

Poznavanjem vučnih mogućnosti traktora, može pouzdano da se utvrdi njegovo mesto u biljnoj proizvodnji, shodno agrotehničkim zahtevima i zemljišnim uslovima, (Novaković i sar. 1988).

Cilj rada je da se, na osnovu potencijalnih mogućnosti i dobijenih rezultata u konkretnim proizvodnim uslovima, ukaže na mogućnost uštede energije i povećanje produktivnosti rada agregata u obradi zemljišta.

### **MATERIJAL I METOD RADA**

Saglasno postavljenom cilju, predmet istraživanja je traktor točkaš 4x4 S i agregat za osnovnu obradu zemljišta. U radu su ispitivani sledeći pokazatelji:

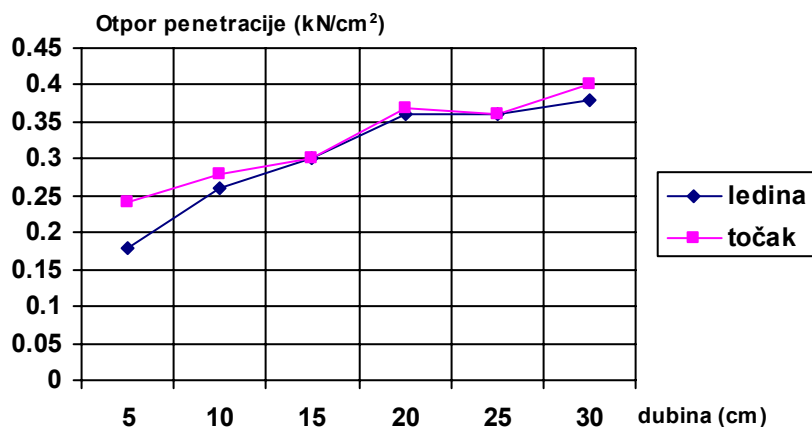
- sila vuče na poteznici,
- brzina kretanja,
- klizanje,
- koeficijent korisnog dejstva traktora,
- časovna potrošnja goriva i
- potrošnja goriva po jedinici površine.

U ispitivani traktor, ugrađen je 8,1 litarski "power tech" motor, koji daje najmanje 10% dodatne snage s kojom se savladava opterećenje bez promene stepena prenosa. Zahvaljujući rezervi obrtnog momenta od čitavih 40%, traktor je u stanju da ispuni sve zahteve koji se od njega očekuju, pri izvođenju najtežih agrotehničkih operacija u poljoprivredi. Traktor poseduje novi High Pressure Common Rail sistem napajanja gorivom, koji zadovoljava propise o emisiji izduvnih gasova. Rad motora je elektronski kontrolisan. Ukupna masa traktora je 14.000 kg, a maksimalno dozvoljeno opterećenje zadnjeg mosta 7.100-12.500 kg, a prednjeg mosta je 4.050-5.450 kg. U tabeli 1 date su tehničke karakteristike ispitivanog traktora. Ispitivani traktor je opremljen prednjim pneumaticima 540/75 R34, a pozadi je imao pneumatike 650/85 R38. Prema OECD. izveštaju maksimalna snaga merena na priključnom vratilu je 184 kW pri 2.200 o/min motora sa časovnom potrošnjom goriva od 53,35 l/h i specifičnom potrošnjom goriva traktora od 242 g/kWh (ECE-R24). Maksimalni obrtni moment motora je 1.110 Nm, pri ekvivalentnom broju obrtaja motora od 1.400 o/min. Menjač ima na raspolaganju 16/5 stepeni prenosa sa 8 stepeni prenosa u dijapazonu tehnoloških brzina od 4-12 km/h i još 4 stepena prenosa do brzina od 15 km/h. Podizni mehanizam je kategorije IIIN/III sa podiznom moći od 10.790 daN.

Ispitivanje traktora obavljeno je na imanju "PKB Budućnost" u Dobanovcima na parceli 10 „Majur“. Predusev je bila šećerna repa. Vlažnost zemljišta na dubini od 10-30 cm kretala se u opsegu od 25-30% higroskopske vlage, a zapreminska masa 1,40 g/cm<sup>3</sup>. Sabijenost zemljišta na negaženom delu i iza točka traktora merena je penetrometrom. Rezultati merenja sabijenosti zemljišta dati su na slici 1.

Tab. 1. Tehničke karakteristike ispitivanih sredstava  
 Tab. 1. Technical characteristics of tested equipment

Tehn.karakteristike traktora Technical characteristic tractors		Tehn.karakteristike pluga Technical characteristic plough	
Snaga motora - Engine power [kW]	184	Broj radnih tela Number of working elements	5/6
Broj obrtaja pri maksim. snazi No.of revolutions at max. power [min <sup>-1</sup> ]	2.200	Radni zahvat plužnog tela Working width of plough element [cm]	35-50
$M_{max}/n_{Mmax}$ Nm/ min <sup>-1</sup>	1.110/1.40 0	Radni zahvat Working width [cm]	180-300
q [g/kWh]	242	Dubina obrade – Tillage depth [cm]	do 40
Energetska snabdevenost u odnosu na konstr. masu Energy supply in reference to const. mass [kW/t]	20,44	Klirens-Clearance [cm]	80
Specifična masa bez balasta Specific mass without ballast [kg/kW]	48,91	Način agregatiranja Hitching mode	Nošeni Mounted
Specifična masa sa balastom Specific mass with ballast [kg/kW]	76,08	Masa -Mass [kg]	1.710
Masa bez balasta-Mass without ballast sa balastom-with ballast	9.000 14.000	Potrebna snaga Required power [kW]	184



Sl. 1. Sabijenost zemljišta (Dobanovci)

Fig. 1. Soil compaction (Dobanovci)

$E_{ha}$ – spec. 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> ]
$M_{max}$ – max. moment – max. torque	[Nm]
$n_{M_{max}}$ – br. obrt. pri $M_{max}$ - speed engine at $M_{max}$	[min <sup>-1</sup> ]
$P_v$ – snaga vuče - power pull	[kW]
$Q$ – časovna pot. goriva – fuel consumption hourly	[l/h]
$q$ – spec. ef. potr. goriva traktora – specific eff. fuel cons. [g/kWh]	[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

Potencijalne vučne karakteristike traktora na strnjici bez balasta i sa balastom prikazane su u tabelama 2a i 2b.

Ostvarenim koeficijentom korisnog dejstva od 0,652 traktor ima snagu na poteznici 120,00 kW i silu vuče 43,50 kN, uz koeficijent adhezije 0,411. Pri brzini kretanja 9,90 km/h i klizanju od 14,50%, specifična efektivna potrošnja goriva je 304 g/kWh, uz časovnu potrošnju od 43,90 l/h.

Tab. 2a. Potencijalne vučne karakteristike traktora bez balasta (Mileusnić, 2001)

Tab. 2a. Potential haulage power of a tractor without the ballast (Mileusnić, 2001)

Pv[kW]	Fv [kN]	V [km/h]	$\lambda$ [%]	Q [l/h]	q [g/kWh]	$\eta_T$ [-]	$\phi$ [-]
80,60	61,80	4,70	32,50	43,90	452	0,438	0,583
114,60	56,90	7,20	22,80	43,90	318	0,623	0,537
118,30	51,40	8,30	18,70	43,90	308	0,643	0,485
120,00	43,50	9,90	14,50	43,90	304	0,652	0,411
115,50	40,80	10,20	10,80	43,85	315	0,628	0,385
108,20	30,40	12,80	6,60	43,95	337	0,588	0,287

Masa traktora bez balasta je 10.800 kg sa rasporedom od 42% mase na prednjem i 58% mase na zadnjem mostu.

Tab. 2b. Potencijalne vučne karakteristike traktora sa balastom (Mileusnić, 2001)

Tab. 2b. Potential haulage power of a tractor with the ballast (Mileusnić, 2001)

Pv [kW]	Fv [kN]	V [km/h]	$\lambda$ [%]	Q[l/h]	Q [g/kWh]	$\eta_T$ [-]	$\phi$ [-]
81,70	81,60	3,60	31,60	52,80	537	0,444	0,594
116,10	75,10	5,60	18,70	43,90	314	0,631	0,547
120,00	67,80	6,40	15,50	43,90	304	0,651	0,494
121,50	57,50	7,60	11,70	43,90	300	0,660	0,419
117,20	53,80	7,80	9,00	43,90	311	0,636	0,392
109,70	40,10	9,90	5,50	43,90	332	0,596	0,292

Maksimalnim balastom traktor ima masu od 14.000 kg i uz neznatne promene stepena korisnosti i snage na poteznici, pri ovoj masi, može da ostvari silu vuče od 57,50 kN, pri brzini kretanja 7,60 km/h sa klizanjem 11,70%. Specifična i časovna potrošnja goriva 300 g/kWh, tj. 43,90 l/h. Traktor bez balasta i sa balastom u eksploatacionom dijapazonu ima silu vuče od 34,00 kN do 75,11 kN.

### ENERGETSKI PARAMETRI RADA TRAKTORA U OBRADI ZEMLJIŠTA

Traktorsko-mašinski agregat sastavljen od traktora i petobraznog pluga obrtača ostvario je rezultate prikazane u tabeli 3.

Iz tabela 3a i 3b se vidi da je ostvarena prosečna potrošnja goriva od 39,90 l/ha uz učinak od 1,10 ha/h i utrošak energije od 290,47 MJ/ha. Traktor radi pri prosečnom koeficijentu korisnog dejstva od 0,49, što je znatno ispod mogućnosti traktora. Uzrok ovakvom stanju je povećana vlažnost zemljišta (od 25-30% higroskopske vlage, po dubini oraničnog sloja) koja je direktno uzrokovala veće klizanje traktora i time smanjenje korisnosti za 10-15%.

Tab. 3a. Parametri rada traktora u oranju

Tab. 3a. Working parameters for a ploughing tractor

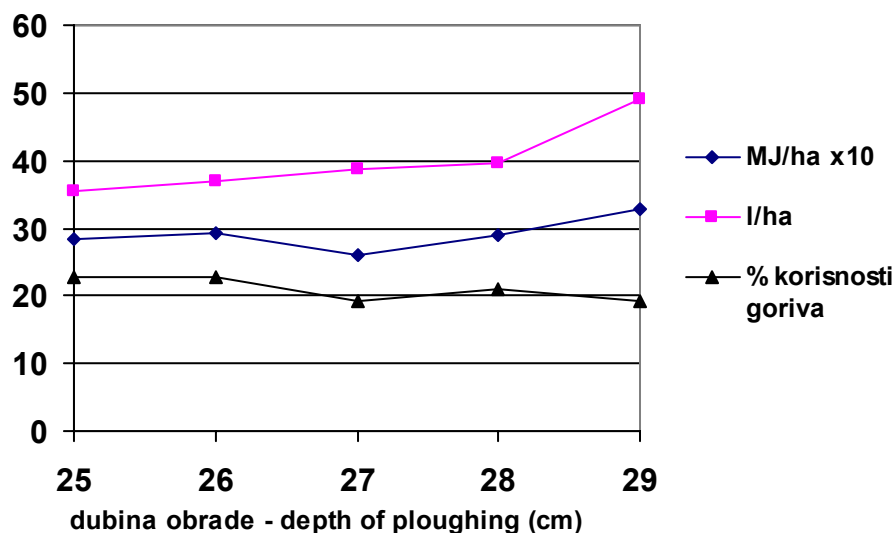
Br	P <sub>v</sub> [kW]	F <sub>v</sub> [kN]	V [km/h]	λ[%]	Q[l/h]	Q <sub>ha</sub> [l/ha]	W <sub>h</sub> [ha/h]	E <sub>ha</sub> [kWh/ha]
1.	81,00	53,00	5,50	26,66	43,50	49,00	0,89	91,00
2.	88,50	49,00	6,50	23,10	43,50	39,50	1,10	80,50
3.	92,00	48,00	6,90	22,10	43,50	38,80	1,12	82,20
4.	94,00	47,00	7,20	21,40	43,00	37,00	1,16	81,30
5.	96,50	46,00	7,55	21,20	43,50	35,50	1,22	78,70

Tab. 3b. Utrošak energije i procenat iskorišćenja goriva

Tab. 3b. Energy consumption and fuel efficacy

Dubina oranja depth of ploughing [cm]	Q <sub>ha</sub> [l/ha]	Tehnološka energija obrade Technology energy of ploughing [MJ/ha]	Ukupna energija goriva Energy fuel cumulative [MJ/ha]	Koeficijent iskorišćenja goriva Fuel degree efficacy [%]
29	49,00	327,60	1.708,14	19,18
28	39,50	289,80	1.376,97	21,04
27	38,80	259,92	1.352,57	19,21
26	37,00	291,72	1.289,82	22,62
25	35,50	283,32	1.237,53	22,89

Sa dijagrama na slici 2 se zapaža da stepen iskorišćenosti goriva opada porastom dubine obrade. Ovaj parametar je u korelaciji sa vrednostima otpora, koji su u ovoj zoni izvan eksploatacionog dijapazona traktora (prvo merenje po redu tab. 3a). Na osnovu prikazanog može se konstatovati da traktorsko-mašinski agregat, traktor i plug sa pet plužnih tela obradu izvode u uslovima koji ne odgovaraju fizičkoj zrelosti zemljišta za obradu. U takvim uslovima, uz navedene nedostatke, može se reći da TMA zadovoljava sve tehnološko-tehničke zahteve koji se postavljaju pred njega.



Sl. 2. Utrošak energije i goriva u obradi zemljišta  
 Fig. 2. Energy consumption and fuel in soil tillaging

U tabelama 4a i 4b date su mogućnosti optimalne primene traktora u uslovima černozema i varijeteta černozema (srednje teška zemljišta po fizičko-mehaničkom sastavu) u režimu fizičke zrelosti zemljišta za obradu.

Tab. 4a. Radni zahvata pluga pri oranju u eksploatacionom dijapazonu traktora (Mileusnić i sar, 2004)

Tab. 4a. Plough working width within the tractor exploitation range (Mileusnić i sar, 2004)

Dubina oranja Depth ploughing [cm]	$k_t$ [N/cm <sup>2</sup> ]	Černožem– Chernozem		
		širina zahvata leght clutch $F_v$ -min [cm]	širina zahvata leght clutch $F_v$ -opt [cm]	širina zahvata leght clutch $F_v$ -max [cm]
		25	7,92	206
30	8,23	166	177	231
35	8,43	139	148	193

Tab.4b. Radni zahvat pri tanjiranju u eksploatacionom dijapazonu traktora (Mileusnić i sar, 2004)

Tab.4b. Working width for disc harrowing within the tractor exploitation range (Mileusnić i sar, 2004)

Oruđe-machine	Černozem - Chernozem	
	$k_t$ [kN/m]	širina zahvata leght clutch $F_v$ -opt [m]
Tanjirača-Disc harrow		
Laka-Light	3,5-4,5	12,5-9,70
Srednja-Midium	4,5-5,0	9,70-8,70
Teška-Heavy	5,5-6,0	7,90-7,25

### ZAKLJUČAK

Donošenje odluke o izboru traktora mora biti racionalno. Ona se može doneti samo ako se uzmu u obzir svi relevantni podaci, a to su zvanični izveštaji o ispitivanju traktora i izveštaji o eksploatacionom praćenju traktora. Pri tome treba imati u vidu i uslove u kojima će traktor raditi.

Traktor je u proizvodnim uslovima «PKB- Budućnost » ostvario dobre rezultate u agregatu za osnovnu obradu zemljišta i imao je prosečnu potrošnja goriva od 39,90 l/ha, uz učinak od 1,10 ha/h i utrošak energije od 290,47 MJ/ha.

Na osnovu prikazanog može se zaključiti da traktorsko-mašinski agregat, traktor i plug sa pet plužnih tela obradu izvode u uslovima koji ne odgovaraju fizičkoj zrelosti zemljišta za obradu i to ima za posledicu povećan nivo klizanja od 21-27% i niži stepen korisnosti traktora za 10-15%.

Proizvođač traktora u okviru svoje serije nudi pet modela traktora točkaša, koji u potpunosti ispunjavaju sve zahteve korisnika, pri izvođenju najtežih agrotehničkih operacija u poljoprivredi.

Traktor, pored ostalog, odlikuje snažan i štedljiv motor i velika univerzalnost primene u različitim tehnološkim operacijama.

Plug sa rešetkastim plužnim daskama predstavlja funkcionalno i adaptibilno tehničko-tehnološko rešenje, visoke pouzdanosti, koji može da zadovolji sve zahteve osnovne obrade u uslovima »Dobanovaca«.

### LITERATURA

1. Mileusnić Z. 2001. Energetski potencijal savremenih traktora točkaša kategorije 40 kN. Magistarska teza, Beograd-Zemun.
2. Mileusnić Z, Novaković D, Miodragović R. 2003. Proizvodne mogućnosti traktora u oranju. Savremena poljoprivredna tehnika, 29(1-2), 12-19.
3. Mileusnić Z, Đević M, Miodragović R. 2004. Energetski parametri rada traktora u obradi zemljišta. Traktori i pogonske mašine, 9(3), 66-71.



4. Nikolić R, Furman T, Gligorić Radojka, Savin L, Hristov S, Kuprešanić I, Ogrizović B, Škrbić N, Jovanović Ž, Mitrović D, Kekić M, Ivančević S. 1998. Pogonske mašine i traktori u poljoprivredi Jugoslavije, Traktori i pogonske mašine, 3(5), 8-12.
5. Novaković D, Mičić J, Milovanović N. 1988. Analiza uticajnih faktora pri sastavljanju traktorskih agregata, Zbornik radova, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija.
6. Novaković D. 1996. Potencijalne karakteristike traktorskih agregata u obradi zemljišta. Poljoprivredna tehnika. 20(1/2).
7. Novaković D, Đević M, Mileusnić Z. 1997. Tractor Efficiency in Tillage. Journal of scientific Agricultural research, 58, (1-2).
8. Novaković D, Mileusnić Z, Đević M, Miodragović R. 2002. Obrada zemljišta na bazi traktora kategorije 40 kN. Savremena poljoprivredna tehnika, 28(1-2), 33-41,
9. Obradović D. 1990. Optimalni parametri traktorsko-mašinskih agregata za poljoprivredna gazdinstva. Monografija, Beograd.
10. Savin L, Nikolić R, Simikić M, Tomić M, Furman T, Gligorić Radojka. 2005. Rezultati ispitivanja traktora John Deere 8520. Traktori i pogonske mašine, 10(5), 39-44.
11. Nebraska institut SAD – Izveštaj o ispitivanju traktora John Deere 8520, OECD, broj 1801 od 2002 godine.

Primljeno: 05.01.2006.

Prihvaćeno: 09.01.2006.