

## **PROIZVODNE MOGUĆNOSTI TRAKTORA U ORANJU**

### **PRODUCT CAPACITY TRACTOR IN PLOUGHING**

Mileusnić, Z, Novaković, D, 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, sa balastom od 1200 kg i bez balasta. Rezultati pokazuju pozitivan potencijal balasta uz napomenu da nivo optimizacije agregata pored izbora tehnologije podrazumeva i poznavanje uslova rada tj., specifičnog otpora i dubinu obrade. 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 present resutes of exploitation testing of tractors in conditions tillage systems. Analysis of pulling characteristics considered clouded potential pulling characteristics tractors with ballast 1200 kg, with maximum ballast and without ballast. Results show positive potential of ballast in the sense of improving pulling possibilities of tractors. Booth, adequate level of optimization needs are: choosing of technology and parameters of tillage volume (depth, width, soil resistance etc.). Adequate choice of tractor and their judgment interaction of two groups of parameters. That parameters are included in real potential pulling characteristics, precision technology positioning.

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

---

\* Mr Zoran Mileusnić, dr Dragan Novaković, mr Rajko Miodragović, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun

## UVOD

U poljoprivrednoj proizvodnji zemljište se može posmatrati kao predmet obrade, koga karakterišu vučni otpori i kao podloga po kojoj se traktor kreće. Na osnovu veličine vučnih otpora koji se javljaju u radu poljoprivrednih mašina-oruđa, vrši se sastavljanje traktorsko mašinskog agregata, a u okviru kompleksne mehanizacije poljoprivredne proizvodnje na gazdinstvu. Poznavanjem vučnih mogućnosti traktora, može se pouzdano utvrditi njegovo mesto u biljnoj proizvodnji, shodno agrotehničkim zahtevima i zemljišnim uslovima.

Cilj rada je da se, na osnovu potencijalnih mogućnosti i dobijenih rezultata u konkretnim proizvodnim uslovima, ukaže na značaj pravilnog formiranja traktorsko-mašinskog agregata u oranju.

## MATERIJAL I METOD RADA

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

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

U oglecima za ispitivanje uticaja sile vuče traktora na iznos snage na poteznici u cilju ispitivanja maksimalne vrednosti funkcije korišćeni su metodi korelaciono-regresione analize. Metodom najmanjih kvadrata ocenjeni su regresioni modeli za različite analitičke oblike  $f(x_i)$  koji su linearni ili se mogu svesti na linearne po nepoznatim koeficijentima modela.

Lokacije na kojima je sprovedeno ispitivanje su parcele PKB Korporacije.

### *Lista simbola:*

$E_{ha}$ - tehn. utrošak energije - specific energy [kWh/ha]	$Q_{ha}$ - potroš goriva po jed. pov. - specific energy [l/ha]
$F_v$ - sila vuče - drawbar pull [kN]	$v$ - brzina kretanja - dreeving speed [km/h]
$k_t$ - spec. otpor zemlj. - specific resistens soil [ $N/cm^2$ ]	$Wh$ - učinak - poductivity [ha/h]
$M_{max}$ - max. moment - max. torque [Nm]	$\beta_i$ - koeficijenti regresije - coeff. regressen [-]
$n_{M_{max}}$ - br. obrt. pri $M_{max}$ - speed engine at $M_{max}$ [ $min^{-1}$ ]	$\phi$ - adhezija - adherence [-]
$P_v$ - snaga vuče - power pull [kW]	$\lambda$ - klizanje - slip of wheels [%]
$Q$ - časovna pot. goriva - fuel consumption hourly [l/h]	$\eta_T$ - koef. korisnog dejstva - coeff. advantag. [-]

q- spec. ef. potr. goriva traktora - specific eff. fuel cons. [g/kWh]

Tab.1. Tehničke karakteristike ispitivanih sredstava

Tab.1. Technical characteristic search appliance

Tehn.karakteristike traktora Technical characteristic tractors		Tehn.karakteristike pluga Technical characteristic plough	
Snaga motora-Power engine [kW]	139	Broj plužnih tela Number ploughing entity	4
Broj obrtaja pri maksim. snazi Speed engine at max. power [min <sup>-1</sup> ]	2209	Radni zahvat plužnog tela Working clutch plough entity [cm]	30-35-40
M <sub>max</sub> /n <sub>Mmax</sub> Nm/ min	649/1406	Radni zahvat pluga Working clutch plough [cm]	120-140-160
q [g/kWh]	247	Dubina obrade-Deepth tilth [cm]	Do 35
Energetska snabdevenost u odnosu na konstr. masu Energy supply in reference at konst. mass [kW/t]	21,35	Klirens-Klirens [cm]	75
Specifična masa bez balasta Specific mass without ballast [kg/kW]	46,83	Način agregatiranja Type aggregate	nošeni-borne
Specifična masa sa maks. balastom Specific mass with max. ballast [kg/kW]	79,13	-	-
Masa bez balasta-Mass without ballast sa max balastom-with max ballast	6510 11000	-	-

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### Traktor

Potencijalne vučne karakteristike ovog traktora na strnjici, bez balasta i sa maksimalnim balstom, prikazane su u tabelama 2 a i 2 b kao i na slici 1.

Tab.2a. Potencijalne vučne karakteristike traktora bez balasta

Tab.2a. Potential pulling characteristics tractor without ballast

P <sub>v</sub> [kW]	F <sub>v</sub> [kN]	v[km/h]	l[%]	Q[l/h]	q[g/kWh]	η <sub>r</sub> [-]	φ[-]
66,58	34,36	6,97	24,16	33,93	423	0,479	0,538
85,90	28,29	10,93	14,13	34,98	338	0,618	0,443

87,01	25,48	12,29	11,36	34,80	332	0,626	0,399
84,65	19,92	15,29	7,21	34,88	342	0,609	0,312
76,31	16,16	16,75	5,07	33,75	375	0,549	0,253

Traktor na strnjici ostvaruje maksimalni koeficijent korisnog dejstva od 0,626 i pri tome je maksimalna snaga na poteznici 87,01 kW uz silu vuče od 25,48 kN i brzinu kretanja 12,29 km/h, pri atheziji 0,399. Specifična efektivna potrošnja goriva je 332 g/kWh, a časovna potrošnja 34,80 l/h.

Na osnovu rezultata ispitivanja, analizirana je zavisnost između snage na poteznici kao zavisne promenljive i sile vuče kao nezavisne promenljive. Između većeg broja ocenjenih regresionih modela izabrana je kvadratna regresija:

$$y = -26,8881 + 9,599464x - 0,19995x^2 \quad [1]$$

Ocenjeni regresioni model je vrlo značajan ( $R=0,995$ ,  $F=113,2237$ ,  $P<0,01$ ). Ocenjeni koeficijenti  $b_1 = 9,599464$  ( $t=13,18227$   $P<0,01$ ) i  $b_2 = -0,19995$  ( $t=-13,9032$   $P<0,01$ ) su vrlo značajni. Analizom modela dobija se da optimalna sila vuče iznosi 24,01 kN uz maksimalnu snagu na poteznici 88,37 kW. Rezultat pokazuje usklađenost empirijskih podataka sa teorijski dobijenim maksimumom funkcije.

*Tab.2b. Potencijalne vučne karakteristike traktora sa maksimalnim balastom*

*Tab.2b. Potential pulling characteristics tractor with maximum ballast*

$P_v$ [kW]	$F_v$ [kN]	$v$ [km/h]	$l$ [%]	$Q$ [l/h]	$q$ [g/kWh]	$h_T$ [-]	$j$ [-]
67,41	59,13	4,10	21,98	33,94	418	0,485	0,548
87,02	47,84	6,54	12,69	34,91	333	0,626	0,452
88,13	43,91	7,22	10,38	34,83	328	0,634	0,407
85,76	34,31	8,99	6,63	34,82	337	0,617	0,318
77,28	27,84	9,99	4,58	34,45	370	0,556	0,258

Dodavanjem balasta, snaga na poteznici nije se bitno izmenila, kao ni koeficijent korisnog dejstva, ali je sila vuče u ovoj varijanti, pri optimalnom režimu 43,91 kN uz brzinu kretanja od 7,22 km/h, klizanje od 10,38 % i koeficijent athezije 0,407. Traktor u eksploatacionom dijapazonu ima 3 stepena prenosa (sa i bez balasta) i silu vuče od 19,92 kN do 47,84 kN.

Na osnovu rezultata ispitivanja, traktora sa maksimalnim balastom analizirana je zavisnost između snage na poteznici kao zavisne promenljive i sile vuče kao nezavisne promenljive. Između većeg broja ocenjenih regresionih modela izabrana je kvadratna regresija:

$$y = -25,4487 + 5,562036x - 0,06746x^2 \quad [2]$$

Ocenjeni regresioni model je vrlo značajan ( $R=0,998$ ,  $F=296,3437$ ,  $P<0,01$ ). Ocenjeni koeficijenti  $b_1 = 5,562036$  ( $t=21,1299$   $P<0,01$ ) i  $b_2 = -0,06746$  ( $t=-22,3579$   $P<0,01$ ) su vrlo značajni. Analizom modela dobija se da optimalna sila vuče iznosi 54,9 kN uz maksimalnu snagu na poteznici 89,19 kW. Rezultat pokazuje usklađenost empirijskih podataka sa teorijski dobijenim maksimumom funkcije.

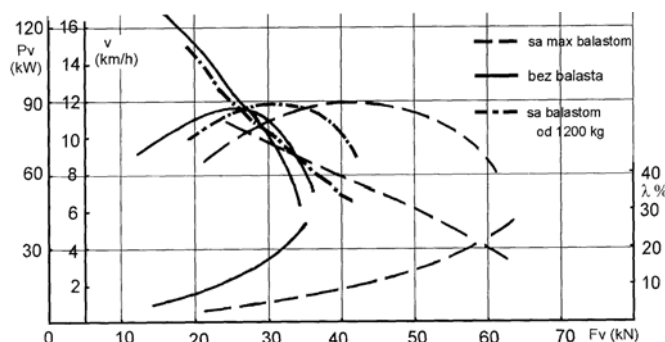
U konkretnim proizvodnim uslovima, traktor je na prednjem mostu imao 320 kg balasta, a na zadnjem 880 kg. Balast zadnjeg mosta traktora ostvaren je sipanjem tečnosti u pneumatike traktora. Ovako pripremljen traktor za osnovnu obradu zemljišta poseduje sledeću karakteristiku (tabela 3, slika 1).

Tab.3. Potencijalne vučne karakteristike traktora sa balastom od 1200 kg

Tab.3. Potential pulling characteristics tractor with ballast 1200 kg

$P_v$ [kW]	$F_v$ [kN]	$v$ [km/h]	$l$ [%]	$Q$ [l/h]	$q$ [g/kW h]	$h_T$ [-]	$j$ [-]
66,99	40,67	5,99	21,48	33,81	0,418	0,482	0,542
86,45	33,62	9,25	16,11	33,95	0,325	0,622	0,448
88,40	30,39	10,47	12,38	34,15	0,321	0,636	0,405
85,42	23,71	12,96	11,08	34,81	0,338	0,615	0,316
76,73	19,28	14,32	7,14	34,12	0,369	0,552	0,257

Snaga na poteznici nije se bitno izmenila, kao ni koeficijent korisnog dejstva, ali je sila vuče, pri optimalnom režimu 30,39 kN uz brzinu kretanja od 10,47 km/h, klizanje od 12,38 % i koeficijent athezije 0,405. Traktor u ovoj varijanti balasta u eksploatacionom dijapazonu ima 3 stepena prenosa i silu vuče od 23,71 kN do 33,62 kN.



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

### Energetski parametri rada traktora u oranju

Karakteristike traktora ispitane su u proizvodnim uslovima PKB Korporacije. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 4.

Traktor je ostvario prosečnu potrošnju goriva 57,88 l/ha uz učinak od 0,62 ha/h i utrošak energije 74,47 kWh/ha. Traktor je u ovim zemljišnim uslovima radio van optimalnog radnog režima, što se vidi poređenjem parametara iz tabela 3 i 4. Režim rada u varijanti 1 i 5 iz tabele 4, po pitanju sile vuče je u opsegu optimalnog režima rada traktora, ali nivo klizanja je veoma visok. To ima za posledicu nizak koeficijent korisnog dejstva traktora od 31%, tj, 36%. S obzirom na potencijal traktora i pri ovim radnim uslovima koeficijent korisnog dejstva bi se mogao povećati do nivoa od 49,8% u oba slučaja sa povećanjem brzine kretanja za 2,8 km/h, odnosno za 2,3 km/h. Postignuta je dubina od 23 cm, pri higroskopskoj vlažnosti zemljišta po dubini profila od 24 %. Sa povećanjem dubine obrade na 30 cm vrednost otpora vuče se značajno menja i prevazilazi vučne sposobnosti traktora. Varijanta koja bi zadovoljila klimatsko zemljišne uslove PKB-a i eksploatacioni dijapazon traktora je rad sa tri plužna tela radi smanjenja otpora. Tada bi se vrednost otpora smanjila u proseku za 25% i traktor bi svoje vučne mogućnosti ostvario u eksploatacionom dijapazonu, za dubine obrade do 25 cm. Druga mogućnost korekcije vučnih otpora je smanjenje širine zahvata pluga na 120 cm. U tabeli 5 su date vrednosti širine zahvata pluga, koji bi činio adekvatan traktorsko-mašinski agregat.

Tab.4. Parametri rada traktora u oranju

Tab.4. Working parameters tractor in ploughing

r. b.	$P_v$ [kW]	$F_v$ [kN]	$v$ [km/h]	$\lambda$ [%]	$Q$ [l/h]	$Q_{ha}$ [l/ha]	$W_h$ [ha/h]	$E_{ha}$ [kWh/ha]
1.	43,21	33,5	4,64	33,70	34,83	57,10	0,61	70,83
2.	39,62	39,5	3,61	39,83	34,81	74,06	0,47	84,29
3.	46,58	38,5	4,35	38,80	34,91	61,24	0,57	81,72
4.	46,08	36,0	4,60	36,30	34,82	57,10	0,61	75,54
5.	51,01	28,5	6,44	28,73	33,94	39,93	0,85	60,01
pro	45,3	35,2	4,63	35,47	34,66	57,88	0,62	74,47

Tab.5. Radni zahvata pluga pri oranju u eksploatacionom dijapazonu traktora

Tab.5. Working clutch plough in ploughing at exploitation diapason tractor

Dubina oranja	$k_t$	Ritska crnica - Black soil
---------------	-------	----------------------------

Depth ploughing [cm]	[N/c m <sup>2</sup> ]	širina zahvata leght clutch F <sub>v</sub> -min	širina zahvata leght clutch F <sub>v</sub> -opt	širina zahvata leght clutch F <sub>v</sub> -max
25	9,27	102	131	145
30	9,69	81	104	115
35	12,04	56	72	80

Eksploataciono ispitivanje traktora u osnovnoj obradi po danima dato je u tabeli 6, gde su i izneti relevantni eksploatacioni parametri rada agregata.

*Tab.6. Eksploatacioni pokazatelji rada traktorsko-mašinskog agregata*

*Tab.6. Exploitation parameters tractor-machinery couples*

Eksp.pok.rada Exp.param.	Radni dani-Work to days				
	1.	2.	3.	4.	5.
rad.vreme [h] - operational time	6.39	6.84	6.18	6.52	6.32
proiz. vreme [h] - oper. time- netto	4.79	5.61	5.25	5.08	5.05
k <sub>t</sub> [-]	0.75	0.82	0.85	0.78	0.80
dnevni učinak - daily prod. [ha]	2,74	3,51	3,41	3,02	3,08
W <sub>h</sub> [ha/h]	0,57	0,62	0,65	0,59	0,61

### 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.

Primenom statističkih metoda (korelaciono-regresiona analiza) poređenja tretmana donet je zaključak o nivou značajnosti razlika istih. Korelaciono-regresionom analizom izvršena je provera maksimalnih vrednosti funkcija. Rezultat statističkih analiza potvrđuje sve iznete rezultate.

Traktor u agregatu sa plugom, pri širini radnog zahvata od 165 cm radi van eksploatacionog dijapazona.

Traktor bi pokazao dobre rezultate u osnovnoj obradi zemljišta do dubina 25 cm sa četvorobraznim plugom širine radnog zahvata do 120 cm. Dubinu oranja do 30 cm

traktor bi postigao u agregatu sa trobrazdnim plugom maksimalne širine zahvata plužnog tela od 35 cm.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da u zemljišnim uslovima, gde vrednost specifičnog otpora zemljišta ne prelazi  $8 \text{ N/cm}^2$  osnovna obrada može biti efikasno izvedena na dubinama većim od 30 cm sa traktorom i četvorobrazdnim plugom širine zahvata 120 cm.

### **LITERATURA**

- /1/ Mileusnić, Z, Novaković, D, Đević, M, Miodragović, R: Vučne karakteristike grupe savremenih traktora, Poljoprivredna tehnika 1/98, str 1-11. Beograd 1998.
- /2/ Mileusnić, Z, Energetski potencijal savremenih traktora točkaša kategorije 40 kN, magistarska teza, Beograd-Zemun 2001. g.
- /3/ Nikolić, R, Furman, T, Gligorić Radojka, Savin, L, Hristov, S, Kuprešanić, I, Ogrizović, B, Škrbić, N, Jovanović, Ž, Mitrović, D, Kekić, M, Ivančević, S: Pogonske mašine i traktori u poljoprivredi Jugoslavije, Traktori i pogonske mašine, Vol.3., No .5., p1-130, str 8-12, Novi Sad 1998.
- /4/ Novaković, D, Mičić, J, Milovanović, N: Analiza uticajnih faktora pri sastavljanju traktorskih agregata, Zbornik radova, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija 1988.
- /5/ Novaković, D: Potencijalne karakteristike traktorskih agregata u obradi zemljišta, Poljoprivredna tehnika, godina XX, broj 1/2, Beograd novembar 1996.
- /6/ Novaković, D, Đević, M, Mileusnić, Z: Tractor Efficiency in Tillage, Journal of scientific Agricultural research Vol 58, N<sup>o</sup>.206,1997/1-2, Beograd 1997.
- /7/ Novaković, D, Mileusnić, Z, Đević, M, Miodragović, R. Obrada zemljišta na bazi traktora kategorije 40 kN, Savremena poljoprivredna tehnika Vol.28, No 1-2, str 33-41. Novi Sad 2002.
- /8/ Obradović, D: Optimalni parametri traktorsko-mašinskih agregata za poljoprivredna gazdinstva, Monografija, Beograd 1990.
- /9/ Obradović, D, Novaković, D, Protić, N: How to Achieve Maximum Productivity in Tractor Exploitation, Journal. Scientific. Agricultural Research, 56, 202 (1995 /3-4), 83-96, Beograd 1995.

Primljeno: 23.01.2003

Prihvaćeno: 4.02.2003.