

Bibliid: 0354-9496(2003) 8:4, p.95-100
UDK:631.312.4:656.137

Naučni rad
Scientific paper

ENERGETSKI PARAMETRI RADA TRAKTORA U OBRADI ZEMLJIŠTA

TRACTOR ENERGY PARAMETERS IN LAND TILLAGING

Mileusnić, Z., Novaković, D., Đević, M., Miodragović, R.¹

REZIME

Rad predstavlja rezultat eksploatacionog ispitivanja traktora u osnovnoj i dopunskoj 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 sa agregatiranim priključnim oruđima za obradu 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 resutes of exploitation testing of tractors in tillage conditions systems. Analysis of pulling characteristics considered potential pulling characteristics of tractors with maximum ballast and without ballast. Objective of the study was a new-generation tractor and accordance of it's working parameters with attached tillage machine. Tha aim of the paper was, cocncerning the obtained results, to give the possibilities of energy savings and higher productivity. Results confirm the fact that racional choice of tractor is highly complex and it requires knowlege of real potential pulling characteristics, and precise definition of it's technology purpose.

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

UVOD

U poljoprivrenoj 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

¹ *Mr Zoran Mileusnić, dr Dragan Novaković, dr Milan Đević, mr Rajko Miodragović, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun*

gazdinstvu. Traktorski, odnosno svaki mašinski park, će produktivno ostvariti svoju funkciju pre svega ako je dobro ukomponovan. Budući da ovo isključivo zavisi od korisnika, koji apriori mora poznavati zemljišne i klimatske uslove na svom imanju i saglasno tome performanse traktora, faktor produktivnosti se smatra premisom. Sa 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 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 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 agregati za osnovnu i dopunsku 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

Tab.1. Tehničke karakteristike ispitivanih sredstava

Tab.1. Technical characteristic search appliance

Tehn.karakteristike traktora Technical characteristic tractors		Tehn.karakteristike pluga i tanjirače Technical characteristic plough in disc harrow		
		Plug Plough	tanjirača disc harrow	
Snaga motora-Power engine [kW]	155	Broj radnih tela Number working entity	4	36
Broj obrtaja pri maksim. snazi Speed engine at max. power [min ⁻¹]	2000	Radni zahvat plužnog tela Working clutch plough entity [cm]	40	-
M _{max} /n _{Mmax} Nm/ min ⁻¹	924/1300	Radni zahvat Working clutch [cm]	160	450
q [g/kWh]	235	Dubina obrade-Deepth tith [cm]	Do 35	15-18
Energetska snabdevenost u odnosu na konstr. masu Energy supply in reference at konst. mass [kW/t]	18,90	Klirens-Clirens [cm]	75	-
Specifična masa bez balasta Specific mass without ballast [kg/kW]	58,90	Način agregatiranja Type aggregate	Nošeni bome	Vučeni pull
Specifična masa sa balastom Specific mass with ballast [kg/kW]	90,32	Masa -Mass [kg]	1105	3200
Masa bez balasta-Mass without ballast	9130		-	-
sa balastom-with ballast	14000		-	-

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 «Napredka» iz Stare Pazove.

Lista simbola:

Eha – tehn. utrošak energije – specific energy	[kWh/ha]	Qha – potroš goriva po jed. pov. - specific energy [l/ha]
Fv - sila vuče - drawbar pull	[kN]	v – brzina kretanja – dreeving speed
k_i – spec. otpor zemlj. – specific resistens soil	[N/cm ²]	Wh – učinak – productivity
M_{max} – max. moment – max. torque	[Nm]	β_i – koeficijenti regresije – coeff. regressen
$n_{M_{max}}$ – br. obrt. pri M_{max} - speed engine at M_{max}	[min ⁻¹]	ϕ - adhezija – adherence
Pv – snaga vuče - power pull	[kW]	λ – klizanje – slip of wheels
Q – časovna pot. goriva – fuel consumption hourly [l/h]		η_T – koef. korisnog dejstva – coeff. advantag.
q – spec. ef. potr. goriva traktora – specific eff. fuel cons.	[g/kWh]	

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

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

Tab.2a. Potencijalne vučne karakteristike traktora bez balasta

Tab.2a. Potential pulling characteristics tractor without ballast

Pv[kW]	Fv[kN]	v[km/h]	λ [%]	Q[l/h]	q[g/kW h]	η_T [-]	ϕ [-]
67,89	52,21	4,68	32,47	40,08	490	0,438	0,583
96,56	48,08	7,38	22,81	40,83	351	0,623	0,537
99,66	43,44	8,26	18,70	41,42	345	0,643	0,485
101,06	36,81	9,88	14,13	41,27	339	0,652	0,411
97,34	34,48	10,16	10,78	41,28	352	0,628	0,385
91,14	25,70	12,76	6,60	41,28	376	0,588	0,287

Sa ostvarenim koeficijentom korisnog dejstva od 0,652 traktor ima snagu na poteznici 101,06 kW i silu vuče 36,81 kN uz koeficijent adhezije 0,411. Pri brzini kretanja 9,88 km/h i klizanju od 14,13 %, specifična efektivna potrošnja goriva je 339 g/kWh, uz časovnu potrošnju od 41,27 l/h. Masa traktora bez balasta je 9130 kg sa rasporedom od 42 % mase na prednjem i 58 % mase na zadnjem mostu. Specifična masa je 58,90 kg/kW.

Na osnovu podataka sa 6 mesta 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:

$$y = -58,0906 + 8,78317x - 0,11967x^2 \quad [1]$$

Ocenjeni regresioni model statistički nije značajan ($R=0,888$, $F=5,6139$ $P>0,05$). Ocenjeni koeficijenti $\beta_1=8,78317$ ($t=2,672$ $P>0,05$) i $\beta_2= - 0,11967$ ($t=-2,86629$ $P>0,05$) statistički nisu značajni. Analizom modela dobija se da optimalna sila vuče iznosi 36,63 kN uz maksimalnu snagu na poteznici 103,07 kW. Rezultat pokazuje neusklađenost empirijskih podataka sa teorijski dobijenim maksimumom funkcije, zbog prirode funkcije.

Tab.2b. Potencijalne vučne karakteristike traktora sa balastom
Tab.2b. Potential pulling characteristics tractor with ballast

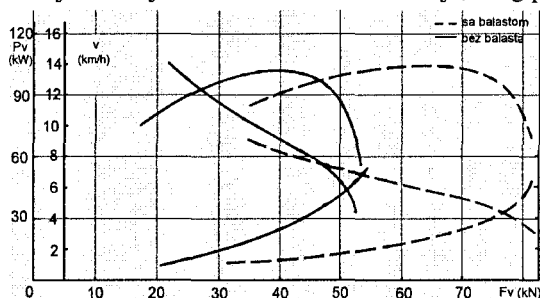
Pv[kW]	Fv[kN]	v[km/h]	λ [%]	Q[l/h]	q[g/kWh]	η_T [-]	ϕ [-]
68,82	81,58	3,04	31,57	40,13	484	0,444	0,594
97,80	75,12	4,68	18,70	40,76	346	0,631	0,547
100,91	67,84	5,35	15,51	41,46	341	0,651	0,494
102,3	57,54	6,40	11,70	41,29	335	0,660	0,419
98,58	53,84	6,59	9,06	41,33	348	0,636	0,392
92,38	40,10	8,29	5,53	43,97	371	0,596	0,292

Sa maksimalnim balastom traktor ima masu od 14000 kg i uz neznatne promene stepena korisnosti i snage na poteznici, pri ovoj masi, može ostvariti silu vuče od 57,54 kN pri brzini kretanja 6,40 km/h sa klizanjem 11,70 %. Specifična i časovna potrošnja goriva su 335 g/kWh, tj. 41,29 l/h. Traktor bez balasta i sa balastom u eksploatacionom dijapazonu ima silu vuče od 34,48 kN do 75,12 kN.

Na osnovu podataka sa 6 mesta 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:

$$y = -57,2151 + 5,640939x - 0,04924x^2 \quad [2]$$

Ocenjeni regresioni model statistički nije značajan ($R=0,887$, $F=5,580221$ $P>0,05$). Ocenjeni koeficijenti $\beta_1 = 5,640939$ ($t=2,658$ $P>0,05$) i $\beta_2 = -0,04924$ ($t=-2,853$ $P>0,05$) statistički nisu značajni. Analizom modela dobija se da optimalna sila vuče iznosi 57,28 kN uz maksimalnu snagu na poteznici 104,34 kW. Rezultat pokazuje neusklađenost empirijskih podataka sa teorijski dobijenim maksimumom funkcije, zbog prirode funkcije.



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

ENERGETSKI PARAMETRI RADA TRAKTORA U OBRADI ZEMLJIŠTA

Vučne karakteristike traktora u osnovnoj i dopunskoj obradi zemljišta ispitivane su na parcelama «Napredka» u Novoj Pazovi na parceli 7 table »Berbernica«. Traktorsko-mašinski agregat sastavljen od traktora i četvorobraznog pluga obrtača »Vogel Noot» ostvario je rezultate prikazane u tabeli 3.

Tab.3. Parametri rada traktora u oranju

Tab.3. Working parameters tractor in ploughing

R.b.	Pv[kW]	Fv[kN]	v[km/h]	λ [%]	Q[l/h]	Q _{na} [l/ha]	W _h [ha/h]	E _{ha} [kWh/ha]
1.	81,32	48,12	6,08	17,74	37,46	52,03	0,72	112,94
2.	84,72	45,97	6,63	15,51	35,82	45,92	0,78	108,61
3.	84,59	45,83	6,64	15,30	35,65	46,29	0,77	109,85
4.	86,63	43,79	7,12	14,13	36,21	43,11	0,84	103,13
5.	87,31	39,53	7,95	12,60	36,29	39,02	0,93	93,88
pro.	84,91	44,65	6,85	15,05	36,28	45,27	0,81	106,68

Iz tabele 3 se zaključuje da je ostvorena prosečna potrošnja goriva od 45,27 l/ha uz učinak od 0,81 ha/h i utrošak energije od 106,68 kWh/ha. Traktor radi i pri visokom koeficijentu korisnog dejstva od 0,641, tj. radi u zoni maksimalnog iskorišćenja (5 merenje po redu). Na osnovu prikazanog može se konstatovati da je traktorsko-mašinski agregat, traktor i plug Vogel Noot sa četiri plužna tela optimalno rešenje za izvođenje osnovne obrade zemljišta do dubina obrade od 30 cm u navedenim klimatsko zemljišnim uslovima. Isti traktor je eksploataciono praćen i u agregatu sa tanjiračem OLT-Tara-36 (tabela 4).

Tab.4. Parametri rada traktora u tanjiranju

Tab.4. Working parameters tractor in harrowing

R.b.	Pv[kW]	Fv[kN]	v[km/h]	λ [%]	Q[l/h]	Q _{na} [l/ha]	W _h [ha/h]	E _{ha} [kWh/ha]
1.	95,41	42,67	8,05	14,33	34,24	14,32	2,39	39,92
2.	95,04	41,93	8,16	13,58	34,26	13,75	2,49	38,16
3.	95,91	41,20	8,38	11,07	34,23	13,52	2,53	37,91
4.	93,81	39,73	8,50	9,77	34,03	13,19	2,58	36,36
5.	87,50	36,05	8,73	6,80	34,22	12,81	2,67	32,72
pro.	93,53	40,32	8,35	11,11	34,20	13,52	2,53	37,02

U ovoj operaciji traktor je prosečno trošio 13,52 l/ha uz učinak od 2,53 ha/h i utrošak energije od 37,02 kWh/ha. Kao i u slučaju oranja i ovom prilikom traktor je radio sa maksimalnim koeficijentom korisnosti, tj. u režimu za koji je i konstruisan. U tabelama 5a i 5b su date vrednosti širine zahvata pluga i tanjirača, koji bi činili adekvatan traktorsko-mašinski agregat.

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

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

Dubina oranja Deepth ploughing [cm]	k _t [N/cm ²]	Černozem- 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	174	185	219
30	8,23	139	149	175
35	8,43	116	124	147

Tab.5b. Radni zahvata pri tanjiranju u eksploatacionom dijapazonu traktora

Tab.5b. Working clutch in harrowing at exploitation diapason tractor

Oruđe-machine	Černozem - Chernozem	
	k _t [kN/m]	širina zahvata/ leght clutch F _v -opt [cm]
Tanjirača-Disc harrow		
Laka-light	3,5-4,5	8,20
Srednja-midium	4,5-5,0	7,36
Teška-heavy	5,5-6,0	5,65

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 je u proizvodnim uslovima «Napredka» ostvario dobre rezultate u agregatu za osnovnu i dopunsku obradu zemljišta, jer je konstantno radio u zoni maksimalnog iskorišćenje od 0,65 uz nivo učinka od 0,81 ha/h u oranju do 2,53 ha/h u tanjiranju.

Traktor će pokazati dobre rezultate u osnovnoj obradi zemljišta do dubina 35 cm sa četvorobraznim plugom širine radnog zahvata do 145 cm i u dopunskoj obradi sa tanjiračama širina radnog zahvata od 565-820 cm u konkretnim klimatsko zemljišnim uslovima.

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.
- [3] Mileusnić, Z., Novaković, D., Miodragović, R.: Proizvodne mogućnosti traktora u oranju, Savremena poljoprivredna tehnika Vol 29, No1-2, str 12-19, Novi Sad 2003.
- [4] Nikolić, R., Furman, T., Gligorić Radojka, Savin, L., Hristov, S., Kuprešanin, 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.
- [5] Novaković, D., Mičić, J., Milovanović, N.: Analiza uticajnih faktora pri sastavljanju traktorskih agregata, Zbornik radova, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija1988.
- [6] Novaković, D.: Potencijalne karakteristike traktorskih agregata u obradi zemljišta, Poljoprivredna tehnika, godina XX, broj 1/2, Beograd novembar 1996.
- [7] Novaković, D., Đević, M., Mileusnić, Z.: Tractor Efficiency in Tillage, Journal of scientific Agricultural research Vol 58, Nº.206,1997/1-2, Beograd 1997.
- [8] 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.
- [9] Obradović, D.: Optimalni parametri traktorsko-mašinskih agregata za poljoprivredna gazdinstva, Monografija, Beograd 1990.
- [10] 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.

Rad primljen: 25.10.2003.

Rad prihvaćen: 01.11.2003.