

Bibliid: 0350-2953 (2007) 33: 3-4, p. 157-164

Originalni naučni rad

UDK: 656.137; 631.372

Original scientific paper

RADNI PARAMETARI TRAKTORSKO-MAŠINSKIH AGREGATA U OBRADI ZEMLJIŠTA

TRACTOR MACHINERY SYSTEMS WORKING PARAMETERS IN TILLAGE

Mileusnić Z, Đević M, Miodragović R.*

REZIME

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

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

SUMMARY

This paper presents results of filed testing of tractors in various tillage systems conditions. Analysis of pulling characteristics considered potential pulling characteristics of tractors with maximum ballast and without ballast. The aim of the study was analyzing a new-generation tractor and its working parameters compatibility with attached machines (plough and subsoiler). The aim of the paper was, concerning the obtained results, to give the possibilities for energy savings and higher productivity. Results confirm the fact that choice of tractor is highly complex and it requires knowledge of real potential pulling characteristics, and precise definition of its technology purpose.

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

UVOD

Poslednjih nekoliko godina mehanizacija, tj. opremanje novim sredstvima mehanizacije, primarni je zadatak naših velikih imanja, zbog zastarelosti svojih mašinskih parkova. Upravo i svrha rada je da širu naučnu i stručnu javnost upozna sa potencijalnim i stvarnim mogućnostima traktora. U poljoprivrednoj proizvodnji zemljište

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

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. Poznavanjem vučnih mogućnosti traktora, može pouzdano da se utvrdi 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 "fendt 920" i agregat za osnovnu obradu zemljišta oranjem i podiranjem. 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.

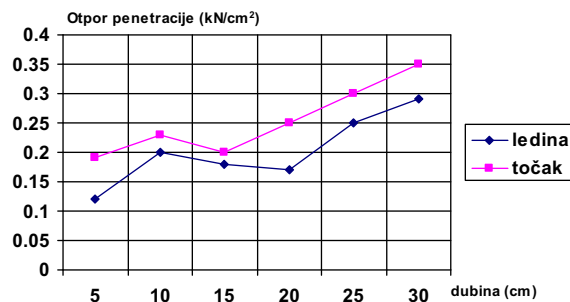
Tab. 1 Tehničke karakteristike ispitivanih sredstava

Tab. 1 Technical characteristic search appliance

Tehn.karakteristike traktora Technical characteristic tractors		Tehn.karakteristike pluga i podriavača Technical characteristic plough and subsoiler		
			plough	subsoiler
Snaga motora-Power engine [kW]	154	Broj radnih tela Number working entity	5	7
Broj obrtaja pri maksim. snazi Speed engine at max. power [min ⁻¹]	2150	Radni zahvat plužnog tela Working clutch plough entity [cm]	35-55	30
Maksimalni moment, Max. torque M _{max} /n _{Mmax} [Nm/min ⁻¹]	960/1.400	Radni zahvat Working clutch [cm]	175-275	300
Specifična potrošnja goriva Specific eff. fuel consumption q [g/kWh]	218	Dubina obrade Deeph tilth [cm]	do 40	65
Energetska snabdevenost u odnosu na konstr. masu Energy supply in reference at konst. mass [kW/t]	20,44	Klirens-Clearance [cm]	70/75	-
Specifična masa bez balasta Specific mass without ballast [kg/kW]	56,80	Način agregatiranja Type agregate	Nošeni Mounte d	Nošeni Mounted
Specifična masa sa balastom Specific mass with ballast [kg/kW]	91	Masa -Mass [kg]	2.400	1.580
Masa bez balasta-Mass without ballast Sa balastom-With ballast	8750 14.000	Potrebna snaga Needed power [kW]	150	133-185

Radni otpori agregata su izmereni dinamografom *Alfred-Amsler & Co Schaffhausen* (Schweiz No 239, Presstopf 288/278), a zapreminska masa zemljišta cilindrima *Kopeckog*. Strukturna analiza zemljišta izvršena je metodom *Savinova*, a higroskopska vlažnost zemljišta na dubini oraničnog sloja određena je primenom metode *Kačinskog*. Potencijalna karakteristika trakora dobijana je proračunom pomoću eksperimentalno utvrđenih koeficijenata na poljoprivrednom zemljištu (koeficijent korisnog dejstva, koeficijent adhezije, klizanje)

U ispitivani traktor, ugrađen je 6,871 litarski MAN motor DO836LE501, koji daje najmanje 3% dodatne snage s kojom se savladava opterećenje bez promene stepena prenosa.



Sl.1. Sabijenost zemljišta (Kovilovo 15)

Fig.1. Soil compaction (Kovilovo 15)

LISTA SIMBOLA:

Eha – spec. utrošak energije – specific energy [kWh/ha]	q – spec. ef. potr. goriva traktora – specific eff. fuel cons. [g/kWh]
Fv - sila vuče - drawbar pull [kN]	Qha – potroš goriva po jed. pov. - specific energy [l/ha]
k_t – spec. otpor zemlj. – specific soil resistens [N/cm ²]	v – brzina kretanja – driving speed [km/h]
M_{max} – max. moment – max. torque [Nm]	Wh – učinak – productivity [ha/h]
n_{Mmax} – 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. [-]

Zahvaljujući rezervi obrtnog momenta od 33%, traktor je u stanju da ispuni sve zahteve koji se od njega očekuju, pri izvođenju najtežih agrotehničkih operacija u poljoprivredi.

Traktor poseduje 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 8.500, a prednjeg mosta je 5.450 kg. U tabeli 1 date su tehničke karakteristike ispitivanog traktora.

Ispitivani traktor je opremljen prednjim pneumaticima 480/70 R34, a pozadi je imao pneumatike 580/70 R42. Prema OECD^[5] izveštaju maksimalna snaga merena na priključnom vratilu je 138 kW, pri 2.031 o/min motora sa časovnom potrošnjom goriva od 39,83 l/h i specifičnom potrošnjom goriva traktora od 226 g/kWh (ECE-R24). Ekvivalentni maksimalni obrtni moment motora je 960 Nm, pri broju obrtaja motora od 1.400 o/min. Menjač je „vario“ bezstepeni. Podizni mehanizam je kategorije II/III sa podiznom moći od .000 daN. Ispitivanje traktora obavljeno je na imanju "PKB Korporacije" u Kovilovu na parceli 15. Predusev je bila soja. Vlažnost zemljišta na dubini od 10-30 cm kretala se u opsegu od 25 - 27% higroskopske vlage, a zapreminska masa 1.522 g/cm³. Sabijenost zemljišta na negaženom delu i iza točka traktora merena je penetrometrom. Rezultati merenja sabijenosti zemljišta dati su na slici 1.

REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

Potencijalne vučne karakteristike traktora na strnjici bez balasta i sa balastom prikazane su u tabelama 2 i 3.

Tab. 2 Potencijalne vučne karakteristike traktora bez balasta^[2]

Tab. 2 Potential pulling characteristics tractor without ballast^[2]

Pv [kW]	Fv [kN]	v [km/h]	λ [%]	Q [l/h]	q [g/kWh]	η_T [-]	ϕ [-]
67,90	50,90	4,95	31,50	42,50	520	0,441	0,593
96,20	45,25	7,65	21,80	42,50	367	0,625	0,527
99,30	42,25	8,45	17,70	42,10	352	0,645	0,492
101,00	35,55	10,20	13,50	41,90	344	0,656	0,414
97,00	31,35	11,12	9,80	41,95	359	0,630	0,365
92,10	24,20	13,70	6,60	42,95	387	0,598	0,282

Ostvarenim koeficijentom korisnog dejstva od 0,656 traktor na poteznici ima snagu 101,00 kW i silu vuče 35,55 kN, uz koeficijent adhezije 0,414. Pri brzini kretanja 10,20 km/h i klizanju od 13,50%, specifična efektivna potrošnja goriva je 344 g/kWh, uz časovnu potrošnju od 41,90 l/h. . Masa traktora bez balasta je 8.750 kg sa rasporedom od 42% mase na prednjem i 58 % mase na zadnjem mostu.

Tab. 3 Potencijalne vučne karakteristike traktora sa balastom (Mileusnić, 2001)

Tab. 3 Potential pulling characteristics tractor with ballast (Mileusnić, 2001)

Pv [kW]	Fv [kN]	v [km/h]	λ [%]	Q [l/h]	q [g/kWh]	η_T [-]	ϕ [-]
68,50	81,30	3,00	30,60	43,00	521	0,445	0,592
97,50	75,25	4,70	19,70	42,50	362	0,633	0,548
100,50	64,00	5,70	14,50	42,70	352	0,653	0,466
101,60	57,50	6,40	11,70	42,50	347	0,660	0,419
97,80	54,40	6,50	9,50	43,00	365	0,635	0,396
92,20	40,50	6,50	7,50	42,70	384	0,599	0,295

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 6,40 km/h sa klizanjem 11,70%. Specifična i časovna potrošnja goriva su 347 g/kWh, tj. 42,50 l/h. Traktor bez balasta i sa balastom u eksploatacionom dijapazonu ima silu vuče od 24,20 kN do 75,25 kN.

Energetski parametri rada traktora u obradi zemljišta

Traktorsko-mašinski agregat sastavljen od traktora "fendt 920" i petobraznog pluga obrtača „kverneland LD“ ostvario je rezultate prikazane u tabeli 4 i 5.

Iz tabele 4 se vidi da je ostvarena prosečna potrošnja goriva na strnjici soje od 35,60 l/ha, uz učinak od 1,18 ha/h i utrošak energije od 262,80 MJ/ha. Traktor na ovoj podlozi radi pri prosečnom koeficijentu korisnog dejstva od 0,56, što je na donjoj granici eksploatacionog dijapazona.

Tab. 4 Parametri rada traktora u oranju na 30 cm (strnjika soje)

Tab. 4 Working parameters tractor in ploughing on 30 cm (soybean stubbles)

R.b.	Pv [kW]	Fv [kN]	v [km/h]	λ [%]	Q [l/h]	Q _{ha} [l/ha]	W _h [ha/h]	E _{ha} [kWh/ha]
1.	89,70	46,80	6,90	26,80	42,50	36,90	1,15	78,00
2.	85,40	43,90	7,00	23,70	42,00	35,80	1,17	73,00
3.	82,90	40,90	7,30	19,50	41,80	34,10	1,22	68,00
Pro.	86,00	43,80	7,10	23,30	42,10	35,60	1,18	73,00

Tab. 5 Parametri rada traktora u oranju na 30 cm (podrivena strnjika soje)

Tab. 5 Working parameters tractor in ploughing on 30 cm (undermine soybean stubbles)

R.b.	Pv [kW]	Fv [kN]	v [km/h]	λ [%]	Q [l/h]	Q _{ha} [l/ha]	W _h [ha/h]	E _{ha} [kWh/ha]
1.	74,61	39,50	6,80	23,50	39,30	34,50	1,14	65,40
2.	72,80	36,90	7,10	20,00	38,80	32,30	1,20	60,60
3.	71,40	35,20	7,30	18,20	39,00	32,00	1,22	58,50
Pro.	72,30	37,20	7,00	20,50	39,00	32,80	1,18	61,30

U oranju nakon podrivanja, strnjike soje, ostvarena je potrošnja goriva od 32,80 l/ha, uz nepromenjenu vrednost učinka i utrošak energije od 220,68 MJ/ha (tabela 5). Zapaža se opadanje koeficijenta korisnosti traktora na 0,47, što je uzrokovano kvalitetom podloge (strnjika podrivena do dubine od 40 cm). Potrošnja goriva u ovoj varijanti osnovne obrade smanjena je za 8%, a angažovane energije za 14%.

Traktorsko-mašinski agregat sastavljen od traktora "fendt 920" i podrivača „gaspardo-artiglio“ ostvario je rezultate prikazane u tabelama 6 i 7.

Iz tabele 6 se vidi da je u podrivanju do dubine od 30 cm ostvarena prosečna potrošnja goriva od 26,38l/ha, uz učinak od 1,59 ha/h i angažovane energije od 203,76 MJ/ha. Traktor

na ovoj podlozi radi pri prosečnom koeficijentu korisnog dejstva od 0,585, što je u eksploatacionom dijapazonu. U podrivanja na dubini od 40 cm, strnjike soje, ostvarena je potrošnja goriva od 29,30 l/ha, uz učinak od 1,46 ha/h i utrošak energije od 232,56 MJ/ha (tabela 7).

Tab. 6 Parametri rada traktora u podrivanju na 30 cm (strnjika soje)

Tab. 6 Working parameters tractor in underming on 30 cm (soybean stubbles)

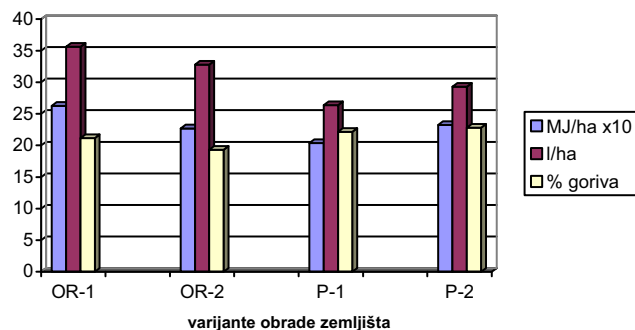
R.b.	P _v [kW]	F _v [kN]	v [km/h]	λ [%]	Q [l/h]	Q _{ha} [l/ha]	W _h [ha/h]	E _{ha} [kWh/ha]
1.	93,00	46,50	7,20	13,20	42,30	27,30	1,55	60,00
2.	90,40	44,00	7,40	10,80	41,80	26,20	1,60	56,50
3.	86,45	41,50	7,50	9,60	41,80	25,80	1,62	53,40
Pro.	89,95	44,00	7,36	11,20	41,95	26,38	1,59	56,60

Tab.7 Parametri rada traktora u podrivanju na 40 cm (strnjika soje)

Tab.7 Working parameters tractor in underming on 40 cm (soybean stubbles)

R.b.	P _v [kW]	F _v [kN]	v [km/h]	λ [%]	Q [l/h]	Q _{ha} [l/ha]	W _h [ha/h]	E _{ha} [kWh/ha]
1.	91,50	54,00	6,10	25,50	43,00	31,60	1,36	67,30
2.	94,80	52,50	6,50	21,70	42,50	29,20	1,45	65,40
3.	96,25	49,50	7,00	15,60	42,50	27,10	1,57	61,30
Pro.	94,20	52,00	6,50	21,00	42,70	29,30	1,46	64,60

Koeficijent korisnosti traktora sa dubinom u ovom slučaju raste i iznosi 0,61. Potrošnja goriva u podrivanju na 40 cm povećana je za 11, a energije za 14%.



Sl. 2 Angažovana energija i goriva u obradi zemljišta

Fig. 2 Energy consumption and fuel in land tillaging

Sa dijagrama na slici 2 se zapaža da je koeficijent iskorišćenosti goriva od 19,30 do 22,80%, što je za uslove obrade zemljišta više nego dobar pokazatelj. Tehnološka energija obrade ide od 203 MJ/ha, kod podriivanja na 30 cm, pa do 263 MJ/ha kod oranja na 30 cm, a potrošnja goriva osciluje od 26-36 l/ha. Oranjem podriivenog zemljišta smanjuje se potrošnja te operacije, ali ako se uzme u obzir ukupni energetski bilans tehnologije utrošak energije se povećava na 243 MJ/ha ili 62 l/ha. S obzirom na to da dubina podriivanja ide i preko 40 cm (u uslovima oglada), opravdanost primene tehnologije u kojoj se obavlja oranje podriivene površine je pod vrlo velikim znakom pitanja.

Sabijanje (kompakcija) zemljišta jeste proces smanjenja poroznog prostora, odnosno mnogo važnije, smanjenja veličine pora, pod uticajem prirodnih ili antropogenih činilaca. Posledica toga je obrazovanje zbijenih slojeva na određenoj dubini zemljišta, uglavnom ispod oraničnog horizonta, tj. ispod rizosferne zone (Gajić, 2006). Naravno, tada dolazi u obzir data varijanta tehnologije, bez obzira na vrednosti energetskih inputa

ZAKLJUČAK

Donošenje odluke o izboru traktora mora biti racionalno. Ona može da se donese 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- a“ ostvario dobre rezultate u agregatu za osnovnu obradu zemljišta i imao je prosečnu potrošnja goriva od 32,80-35,60 l/ha, uz učinak od 1,18 ha/h i angažovane energije od 220-263 MJ/ha.

U podriivanju do dubine od 30 cm ostvarena prosečna potrošnja goriva od 26,38 l/ha uz učinak od 1,59 ha/h i utrošak energije od 203,76 MJ/ha. Na dubini od 40 cm, ostvarena je potrošnja goriva od 29,30 l/ha uz učinak od 1,46 ha/h i utrošak energije od 232,56 MJ/ha

Na osnovu prikazanog može se zaključiti da traktorsko-mašinski agregat, traktor i plug sa pet plužnih tela, kao i podriivač sa sedam radnih tela, predstavlja funkcionalno i adaptibilno tehničko-tehnološko rešenje, visoke pouzdanosti, koji može da zadovolji sve zahteve obrade u uslovima »PKB-a«.

Koeficijent iskorišćenosti goriva od 19,30 do 22,80% za uslove obrade zemljišta više je nego dobar pokazatelj ekonomičnosti rada traktora, jer uslovljava i koeficijent korisnosti traktora, koji je u uslovima oglada bio stalno u eksploatacionom dijapazonu, a iznosio je od 0,47 na podriivenom zemljištu do 0,61 na strnjici soje.

LITERATURA

1. Gajić B. 2006. Uzroci i posledice zbijanja zemljišta, Poljoprivredna tehnika, 31(2): 47-54.
2. Mileusnić Z. 2001. Energetski potencijal savremenih traktora točkaša kategorije 40 kN, Msc rad, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
3. Mileusnić Z, Novaković D, Miodragović R. 2003. Proizvodne mogućnosti traktora u oranju, Savremena poljoprivredna tehnika 29(1-2): 12-19.
4. Mileusnić Z, Đević M, Miodragović R. 2004. Energetski parametri rada traktora u obradi zemljišta, Traktori i pogonske mašine, 9(3): 66-71.
5. OECD approval number 2/2068 tractor Fendt 918, restricted code from 2003 year.

6. Savin L, Nikolić R, Simikić M, Furman T, Tomić M. 2006. Rezultati ispitivanja traktora Fendt 930, Traktori i pogonske mašine, 11(5): 118-124.
7. Novaković D, Mičić J, Milovanović N. 1988. Analiza uticajnih faktora pri sastavljanju traktorskih agregata. IN Proc. Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija.
8. Novaković D. 1996. Potencijalne karakteristike traktorskih agregata u obradi zemljišta, Poljoprivredna tehnika, 20(1/2).
9. 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.
10. Obradović D. 1990. Optimalni parametri traktorsko-mašinskih agregata za poljoprivredna gazdinstva, Monografija, Beograd.

Primljeno: 27.12.2006.

Prihvaćeno: 08.01.2007.