

Bibliid: 0350-2953 (2008) 34: 1-2, p. 97- 108
UDK: 656.137; 631.372

Originalni naučni rad
Original scientific paper

**OPTIMALIZACIJA TRAKTORSKO-MAŠINSKIH SISTEMA ZA
OBRADU ZEMLJIŠTA**

**THE OPTIMIZATION OF TRACTOR-MACHINERY SYSTEMS FOR
TILLAGING**

Mileusnić Z, Đević M, Petrović D, Miodragović R.*

REZIME

Traktor predstavlja osnovu traktorsko-mašinskog agregata i osnovnu pogonsku jedinicu u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji. Smatra se da će tako ostati i u budućnosti. Na strukturu traktorsko-mašinskog agregata utiče niz parametara, od kojih su najvažniji: struktura setve, zemljišni uslovi, koncepcija i kategorija traktora, veličina poseda itd.

U radu su definisani parametri koji utiču na strukturu traktorsko-mašinskih agregata za obradu zemljišta, kao i potrošnja energije u pomenutim procesima. Te veličine su istovremeno ulazni podaci za optimalizaciju traktorskih sistema u različitim varijantama tehnologije obrade zemljišta. Optimizacija traktorskih sistema za obradu zemljišta je cilj ovoga rada.

Ključne reči: traktor, optimalizacija, linearno programiranje, traktorsko-mašinski park, obrada zemljišta

SUMMARY

At present, tractor represent the major power unit in agricultural production and it is expected to remain so. Structure of tractor-machinery couples is influenced by crop production structure, soil structure, tractor conceptions and category, average surface area etc.

This paper presents relevant parameters that define the structure of tractors-machinery couples in soil tillage, as well as the power consumption in these processes. These variables simultaneously represents the input data in optimizing the tractors-machinery systems in different variants of soil tillage technology. The aim of the paper is to optimize tractor systems.

Key words: tractor, optimization, linear programming, tractor-machinery couples, soil tillage.

* Dr Zoran Mileusnić, docent, dr Milan Đević, redovni profesor, dr Dragan Petrović, vanredni profesor, mr Rajko Miodragović, asistent, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Nemanjina 6, 11081 Zemun

UVOD

Savremena biljna proizvodnja odvija se u okviru oštih ekonomskih, ekoloških i drugih ograničenja. Pored mnogih klasičnih problema, situaciju otežavaju i najnovije posledice globalnog zagrevanja planete i oštećenog ozonskog sloja, uz dodatne zahteve za povećanjem proizvodnje, prouzrokovane eksplozivnim priraštajem svetskog stanovništva, itd. Uspešno poslovanje u ovim uslovima je, između ostalog, moguće samo uz pažljivo planiranje i precizno izvođenje složenih tehničko-tehnoloških procesa na kojima se savremena biljna proizvodnja zasniva i što tačnijem predviđanju ishoda. Sve to je, najviše u poslednjem kvartalu prošlog veka, ubrzalo uvođenje matematičkog aparata i u oblast poljoprivrede.

Traktor je još uvek osnovna pogonska jedinica u poljoprivredi, a smatra se, da će to ostati i u budućnosti. Nagli razvoj poljoprivredne proizvodnje otvorio je nove ekonomske, energetske i ekološke probleme, tako da stari koncepti konstrukcija traktora ne omogućavaju ostvarivanje postavljenih zadataka na zadovoljavajući način. Slična je situacija i kada je reč o traktorsko-mašinskim agregatima, na čiju strukturu utiču mnogi parametri, od kojih su najvažniji: struktura setve, zemljišni uslovi, koncepcija i kategorija traktora, veličina poseda itd.

Savremena tehnologija biljne proizvodnje bazirana je na primeni adekvatnog tehničkog sistema traktorsko-mašinskih agregata. Uslovi odvijanja zastupljene biljne proizvodnje utiču na činjenicu da osim osnovnih tehnoloških, tehnički sistem mora da odgovara datoj proizvodnji i sa stanovišta kapaciteta. U velikom broju slučajeva, traktorsko-mašinski parkovi poljoprivrednih gazdinstva su predimenzionisani, što se, naravno, nepovoljno odražava na troškove biljne proizvodnje. Postojeće matematičke metode programiranja, uz sve moćniju računarsku podršku, mogu efikasno da reše problem optimalizacije [3], [6], [7], [8], [9], [10]. Linearno programiranje jedna je od tih metoda, koja je i primenjena u ovom radu.

Obrada zemljišta nije kraj tehnološkog proizvodnog procesa sam po sebi, nego je umnogome integralni element kompleksnih proizvodnih procesa, uslovljenih brojnim ekonomskim i ekološkim zahtevima. Ovi zahtevi često se menjaju, što je posledica promenljivih uslova poljoprivredne i socijalne politike. Bez obzira na to da li je u pitanju zemljište, voda ili klimatska zaštita, "ekološka" proizvodnja ili redukcija proizvodnih troškova, ključ uspeha je u izboru odgovarajuće tehnike obrade zemljišta [1], [2], [4].

MATERIJAL I METOD RAD

Matematičko modeliranje u današnje vreme podrazumeva primenu digitalnih računara. Predstavlja pouzdan pristup koji, uz odgovarajuće ulazne podatke, omogućava postizanje visoke tačnosti u određivanju optimalnog sastava traktorsko-mašinskog parka za gazdinstvo. Ove metode su su veoma efikasne u praksi, jer istovremeno uzimaju u obzir sve u datom trenutku poznate relevantne proizvodne uslove, pri nalaženju najpovoljnije (optimalne) varijante.

Za određivanje optimalne strukture setve koristi se metoda linearnog programiranja. Problem se formuliše odogvarajućim linearnim matematičkim modelom i po pravilu rešava primenom tzv. "Simplex" metode.

U radu je prikazana optimalizacija strukture setve na bazi minimalne potrošnje energenata u tehnologiji proizvodnje. Primenjen je program EXCEL sa pripadajućim "alatom" SOLVER. Osnovni principi formiranja modela opisani su u tekstu koji sledi.

U svojoj strukturi matematički model mora da sadrži:

- sistem nezavisno promenljivih veličina,
- sistem ograničenja,

- funkciju kriterijuma optimalnosti-ciljnu funkciju.

Prva grupa ograničenja odnosi se na površine za gajenje pojedinih useva, označenih indeksom "i". Zbir površina xi zasejanih odgovarajućim biljnim vrstama (kojih ima ukupno "n" – i=1,...,n) ne može da prevaziđe ukupnu raspoloživu površinu "b" gazdinstva:

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq b \quad (1a)$$

Za svaku (i-tu) biljnu vrstu moguće je definisati maksimalnu, željenu, ili minimalnu površinu bi koja može da se zaseje:

$$x_i \geq, =, \leq b_i \quad (1b)$$

Druga grupa ograničenja odnosi se na maksimalno vremensko angažovanje agregata za ostvarivanje obima svih planiranih radova po računskim periodima:

$$\sum_i^n \sum_j^m c_{ij} x_{ij} \leq d_{ij} \quad (2)$$

gde je: j - indeks traktora

c_{ij} - vremensko angažovanje po jedinici površine u "i"-toj biljnoj vrsti "j"-tog traktora

d_{ij} - maksimalno vremensko angažovanje "j"-tog traktora u obradi parcele x_{ij} zasejane "i"-tom biljnom vrstom

Treća grupa ograničenja je u vezi sa ograničenjem nenegativnosti promenljivih:

$$x_i \geq 0 \quad (3)$$

Ciljna funkcija određuje minimalnu potrošnju goriva traktora uz definisanje optimalne strukture setve, koja bi obezbedila sigurno sprovođenje svih radova u agrotehničkim rokovima.

$$C_{min} = \sum_i^n \sum_j^m a_{ij} x_{ij} \quad (4)$$

gde je a_{ij} potrošnja goriva "j"-tog traktora u obradi parcele x_{ij} zasejane "i"-tom biljnom vrstom.

Pri tome je broj traktora i traktorsko-mašinskih agregata, neophodnih za sprovođenje svih operacija obrade određen matičnom metodom [10].

Ekperimentalni uslovi

U radu su numerički obrađeni i analizirani rezultati konvencionalne tehnološke obrade zemljišta, u okviru koje je prvo obavljena osnovna obrada plugom, a zatim i dopunska obrada i konzervacijske obrade zemljišta sa dva različita traktora i odgovarajućim oruđima čije su karakteristike date u tabelama 1 i 2 [8].

Lista simbola

KT	Konvencionalna obrada zemljišta - Conventional tillage
MT	Konzervacijska obrada zemljišta-malč tehnologija – Mulch tillage
NT	Nulta obrada zemljišta – Zero tillage

U toku konvencionalne i konzervacijske obrade zemljišta, radni otpori su varirali u granicama od 37 kN do 55 kN, uz ostvarenu radnu brzinu od 5-8 km/h.

Nivo klizanja pogonskih točkova traktora bio je 20 %, a broj obrtaja motora 2.000 o/min.

Zapreminska masa zemljišta oscilovala je od 1,3-1,5 g/cm³.

Pri tome, temperatura atmosferskog vazduha bila je stabilna, održavajući se na nivou 30±0.50° C, a higroskopska vlažnost zemljišta na dubini oraničnog sloja iznosila je 16-21%.

Radni otpori agregata izmereni su dinamografom Alfred-Amsler & Co Schaffhausen (Schweiz No 239, Presstopf 288/278) i elektronskom mernom opremom; pojačalom HBM DMC plus sa davačima HBM LY 21/350, zapreminska masa zemljišta cilindrima Kopeckog, a higroskopska vlažnost zemljišta na dubini oraničnog sloja određena je primenom metode Kačinskog (v. Kačinski 1958). Eksperiment je obavljen na parcelama PKB-korporacije.

Tab. 1 Karakteristike traktora

Tab. 1 Technical characteristic tractors

Tehničke karakteristike - Technical characteristic	T-1	T-2
Tip traktora - Type tractor	4x4 S	4x4 S
Snaga motora – Power engine [kW]	147	139
Nominalni broj obrtaja - Nominal rotation rate [o/min]	2.200	2.350
Broj obrtaja pri maksimalnoj snazi Rotation rate at max. power [o/min]	2.000	2.209
Mmax./nMmax [Nm] / [o/min]	844/1200	649/1406
Rezerva obrtnog momenta - Torque reserve [Nm]	40	40
Oblast konstantne snage - Constant power range [o/min]	400	350
Specifična efektivna potrošnja goriva Spec.effective fuel consump [g/kWh]	267	247
Broj stepeni prenosa No. driving speed napred - front/nazad- rear	32/32	27/27
Hodni sistem - Wheels: - prednji - front - zadnji - rear	480/70-30 620/70-42	480/70-30 580/70-38
Dimenzije traktora-Tractor dimensions: - dužina - length [mm] - širina - width [mm]	5.610 2.480	4.780 2.470
Energetska snabdevenost u odnosu na konstruktivnu masu Energy supply in reference at konst. mass [kW/t]	18,56	21,35
Energetska snabdevenost u odnosu na ukupnu masu Energy supply in reference at total mass [kW/t]	13,12	12,63
Specifična masa bez balasta Specific mass without ballast [kg/kW]	53,87	46,83
Specifična masa sa balastom Specific mass with ballast [kg/kW]	76,19	79,13

Tab. 2 Tehničke karakteristike priključnih oruđa

Tab. 2 Technical characteristics of the used machines

Tip- Type	Način agreg. Coupling	Radni zahvat Operating width [m]	Broj radnih tela No. of working bodies [-]	Klirens Clearness	Prečnik diska Disc diameter [m]	Rastojanje između tela Body distance [m]	Masa Mass [kg]
MF-715 (P-1)	Nošen Mounted	1.5-2	4/5	75	-	0,90	1430
Kverneland pakomat S (P-2)	Nošen Mounted	1,42-1.83	3/4	75	-	0,78	-
TO 16/810 (Tč-1)	Vučena Trailed	3.0	16	-	0,680	0,39	4500
OLT-Tara 36 (Tč-2)	Vučena Trailed	4,5	36	-	0,660	0,26	3200
TT-570 (Tč-3)	Polunošena Semi-mounted	4,5	48	-	0,570	0,18	-
L. Solitair 9/600K-DS (S-1)	Vučen Trailed	6	48	-	-	0.125	1520
JD Maxemergy 7200 (S-2)	Vučena Trailed	2.8	4	-	-	0.70	-

Traktor T-1, KT tehnologiju je realizovao u agregatu sa nošenim plugom MF-715 u oranju, da bi dopunska obrada bila izvršena sa tanjiračom TO 16/810, a predsetvena priprema sa tanjiračom OLT tara 36. MT 1 tehnologija, sa traktorom T-1, je realizovana tanjiračom OLT-Tara 36 u dva prohoda, a MT 2 tehnologija je obavljena jednim prohodom tanjirače TO 16/810, a potom još jednim prohodom tanjirače OLT-Tara 36. Traktor T-2 je u KT tehnologiji osnovnu obradu izveo sa plugom MF-715, a dopunsku obradu i predsetvenu pripremu sa dva prohoda tanjirače TT-570. MT 1 tehnologija, traktora T-2, je ostvarena sa dva prohoda tanjirače TT-570, a MT 2 tehnologiju traktor je realizovao sa plugom «Kverneland pakomat S» koji ima prstenaste valjke.

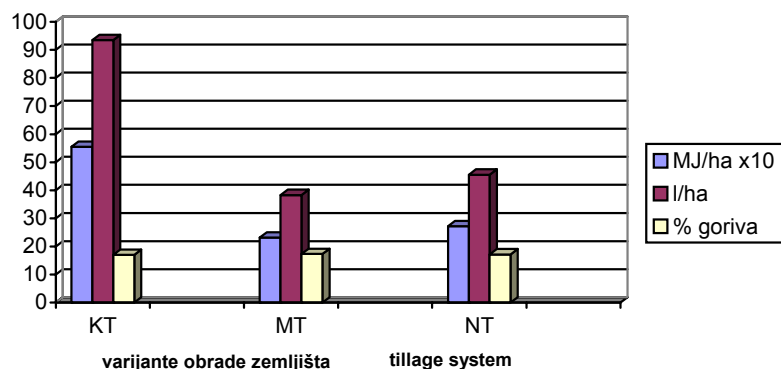
REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Traktor T-1

Osnovni cilj obrade zemljišta jeste stvaranje oranice, koja obezbeđuje najpovoljnije uslove za rast i razvoj poljoprivrednih kultura. Važan zahtev koji treba da ispuni obrada je dobijanje povoljne strukture oraničnog sloja, što obezbeđuje optimalne uslove za kulturne biljke i mikroorganizme u smislu vodno-vazdušnog, toplotnog i hranidbenog režima zemljišta. Postavljeni zadaci rešavaju se sistemima obrade.

Dubina obrade direktno utiče na povećanje potrošnje goriva po jedinici površine. Konvencionalnom obradom obavlja se produbljivanje oraničnog sloja, tj. poboljšanje vodno-vazdušnog režima zemljišta, povećava se zaliha hranljivih elemenata, akumulira vlaga, što rezultira povećanom potrošnjom goriva.

Redukovana obrada zemljišta je, sa gledišta utroška energije, veoma interesantna zbog niskih troškova i povoljnih radnih režima agregata - traktora. Primena ove tehnologije ograničena je tehnologijom gajenja biljnih vrsta, te se primenjuje kod biljnih vrsta koje ne zahtevaju veće dubine obrade (pšenica, ječam...).

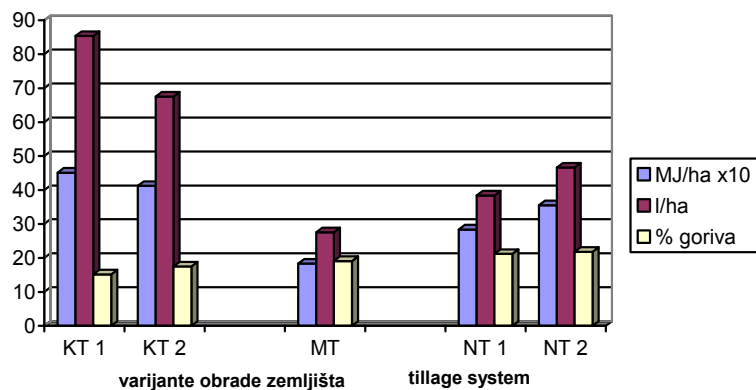


Sl. 1 Potrošnja energije obrade zemljišta na bazi traktora T-1

Fig. 1 Specific energy and fuel consumption (per soil square area) for tractors T-1

Pri tome treba biti obazriv, jer redukovanom obradom u višegodišnjem neprekidnom ciklusu dolazi do sabijanja zemljišta i smanjivanja oraničnog sloja, što je nepovoljno po gajene biljne vrste. Konvencionalna obrada, u slučaju traktora T-1, energetski je najzahtevnija (555,1 MJ/ha). Alternativne tehnologije daju moguće ušteda energije i to: za 2,4 puta nižu potrošnju primenom malč-tehnologije MT (u setvi pšenice).

Traktor T-2



Sl. 2 Energetski inputi obrade zemljišta na bazi traktora T-2

Fig. 2 Specific energy and fuel consumption (per soil square area) for tractors T-2

Traktor T-2 je radio na dva lokaliteta u PKB korporaciji i to na «Padinskoj skeli» i «Kovilovu». Uslovi rada na Kovilovu su bili nešto drugačiji, jer je vlažnost po dubini profila bila viša i kretala se od 20,00-23,50%, a sabijenost manja i to 1,215 g/cm³ naspram prosečnih 1.450 g/cm³ u Padinskoj Skeli, što ima za posledicu niže energetske inpute KT 2 tehnologije (slika 2). Konvencionalna obrada i u ovom ogledu je energetski najzahtevnija (451,44-412,24 MJ/ha). S obzirom na to da je reč o intenzivnoj tehnologiji gajenja ratarskih biljnih vrsta, primenom alternativnih tehnologija moguća je ušteda energije od 22% za radne dubine do 30 cm i 37% za dubine obrade do 25 cm. Ako je u pitanju tehnologija proizvodnje pšenice, koja je

manje zahtevna za dubinom, ušteda energije je i do 60% u odnosu na konvencionalnu tehnologiju. S obzirom na vrlo velike razlike u potrošnji energije ipak primena direktne setve ima i neka ograničenja. Pre svega, ona može da se primeni:

- na zemljištima lakšeg fizičko-mehaničkog sastava,
- neophodna je provera postojeće mehanizacije, koja bi mogla da zadovolji kriterijume,
- uz proveru tehnologije pretkulture,
- uz periodično prorahljivanje orničnog sloja i
- ako se radi na zemljištima težeg mehaničkog sastava kombinovati je sa konvencionalnom tehnologijom gajenja.

Primena izabranog modela optimizacije

Za aplikaciju matematičkog modela, na osnovu dobijenih energetske inputa, usvojena je veličina poseda od 2.000 ha, (po 1.000 ha kukuruza i pšenice). U strukturi setve zastupljene biljne vrste su kukuruz i pšenica, a kritičan period definisan je agrotehničkim rokovima za obradu datih biljnih vrsta.

Ulazni podaci dati su u tabelama 3 i 4. Na osnovu njih, uz pomoć razvojnog modela, na računaru se simulira ceo godišnji biološko-tehničko-tehnološki ciklus gazdinstva. Kao međurezultat dobijaju se matrice vremenskih koeficijenata za odgovarajuće traktore po varijantama obrade (tabele 5 i 6), koje predstavljaju osnovu za određivanje njihovog optimalnog broja, kao i njihovo specifično opterećenje po jedinici površine odgovarajućih biljnih vrsta u toku godine (izrazi 1, 2, 3 i 4). Agrotehnički rok (AT rok), za godišnji ciklus, podeljen je na 24 intervala (kalendarska godina podeljena na 24 intervala), tj. definisani su model dani kako bi se problem matematički definisao. Meteo faktor ukazuje na to koliko se efektivnih dana u određenom AT roku može da se računa.

Tab. 3 Ulazni inputi na bazi traktora T-1 U KT varijanti obrade pšenice

Tab. 3 Inputs for the tractor T-1 and KT variant of wheat tillage

R.br No.	Traktor Tractor	Orude Implement	Qha [l/ha]	tha neto [h/ha]	Meteo factor	Factor of time	thabruto [h/ha]	Model days	AT-rok AT-range	
1.	T-1	P-1	47,9	1,14	1,30	1,15	1,70	16-19	16.08-15.10	
2.	T-1	Tč-1	26,43	0,61	1,30	1,15	0,91	16-19	16.08-15.10	
3.	T-1	Tč-2	19,16	0,51	1,30	1,15	0,76	18-20	16.09-31.10	
4.	T-1	S-1	13,35	0,32	1,30	1,55	0,64	20-21	16.10-15.11	
			107,00							

Tab. 4 Ulazni inputi na bazi Traktor T-2 U KT varijanti obrade pšenice

Tab. 4 Inputs for the tractor T-2 and KT variant of wheat tillage

R.br. No.	Traktor Tractor	Orude Implement	Qha [l/ha]	tha neto [h/ha]	Meteo factor	Factor of time	thabruto [h/ha]	Model days	AT-rok AT-range
1.	T-2	P-2	46,10	1,37	1,30	1,15	2,10	16-19	16.08-15.10
2.	T-2	Tč-3	13,78	0,45	1,30	1,15	0,67	16-19	16.08-15.10
3.	T-2	Tč-3	13,78	0,45	1,30	1,15	0,67	18-20	16.09-31.10
4.	T-2	S-1	14,00	0,40	1,30	1,55	0,81	20-21	16.10-15.11
88,00									

Tab. 5 Matrice vremenskih koeficijenata traktora T-1 u MT varijanti obrade

Tab. 5 Matrices specific times for the tractor T-1 and MT variant tillage

Model dani Model days	X11	X21	Vremensko angažovanje Working time
7	0	1,01	1010
8	0	1,01	1010
...
16	0,23	0	230
17	0,23	0,19	420
18	0,48	0,19	670
19	0,48	0,19	670
20	0,57	0,19	760
21	0,32	0,19	510
22		0,19	190

Potreban broj traktora T-1 po varijantama tehnologije za navedene rokove varira od 6 u KT tehnologiji do 5 traktora u MT i 3 traktora u NT varijanti obrade. U slučaju traktora T-2, amplitude oscilacija su malo niže i kreću se u intervalu od 5 traktora za KT tehnologiju do 4 za MT i 3 za NT varijantu obrade zemljišta.

Tab. 6 Matrice vremenskih koeficijenata traktora T-2 u NT varijanti obrade

Tab. 6 Matrices specific times for the tractor T-2 and NT variant tillage

Model dani Model days	X11	X21	Vremensko angažovanje Working time
7	0	0,55	550
8	0	0,55	550
...
16	0,17	0	170
17	0,17	0	170
18	0,17	0	170
19	0,17	0	170
20	0,41	0	410
21	0,41	0	410
22	0	0	0

Ovako postavljeni matematički model rešava se pomoću ograničavajućih uslova, definisanih izrazima (1)-(2) u sledećem obliku (za traktor T-1 u KT sistemu obrade, a metodologija je ista i za ostale varijante, s tim da se menja vršno vremensko angažovanje traktora):

$$- X11+X21=2000$$

$$- 1,01X21 \leq 1680$$

$$- 0,66X11 \leq 1680$$

$$- 0,66X11+0,55X21 \leq 1680$$

$$- 0,91X11+0,55X21 \leq 1680$$

$$- 0,57X11+0,55X21 \leq 1680$$

$$- 0,32X11+0,55X21 \leq 1680$$

$$- 0,55X21 \leq 1680$$

Uslovi nenegativnosti su(izraz 3):

$$- X11 \geq 0$$

$$- X21 \geq 0$$

Funkcija kriterijuma optimalnosti (izraz 4) ima oblik:

$$Cmin= 107X11+110X21$$

Rezultat optimalizacije

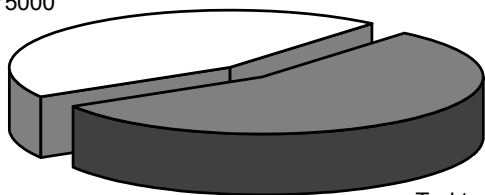
Prikaz rešenja dat je u tabeli 7 po varijantama tehnologija i modelu traktora. Ova rešenja daju uvid u ostvareni uticaj odabranog traktora na strukturu setve po kriterijumu potrošnje goriva. Sa dijagrama 3, kada je u pitanju KT tehnologija, vidi se da višu potrošnju goriva ima traktor T-1 za 23%.

Tab. 7 Optimalna struktura setve uz minimalnu potrošnju goriva analiziranih traktora

Tab. 7 Optimal seeding structure at minimal fuel consumption of tractors

Način obrade Tillage type	KT			MT			NT		
	Pšenica Wheat	Kukuruz Corn	Gorivo Fuel consumption (l)	Pšenica Wheat	Kukuruz Corn	Gorivo Fuel consumption (l)	Pšenica Wheat	Kukuruz Corn	Gorivo Fuel consumption (l)
T-1	1611	388	215.167	1.200	800	120.400	691	1.309	49.891
T-2	1543	457	175.000	990	1.010	84.000	691	1.309	37.692

Traktor T-2;
175000



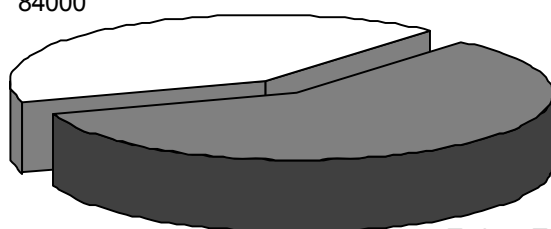
Traktor T-1;
215167

Sl. 3 Utrošak goriva traktora u KT sistemu obrade zemljišta (l)

Fig. 3 Fuel consumption in KT system (l)

Veoma slični su energetske parametrima rada i u MT tehnologiji (slika 4), s tim da sada traktor T-1 ima višu potrošnju goriva za čitavih 43,3%. Kada je reč o NT tehnologiji traktor T-2 ponovo daje bolje rezultate. On ima nižu potrošnju goriva u ovom slučaju za 25% od traktora T-1.

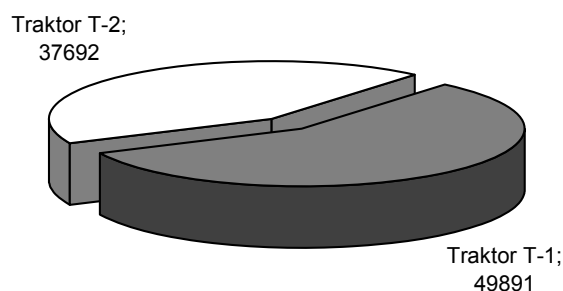
Traktor T-2;
84000



Traktor T-1;
120400

Sl. 4 Utrošak goriva traktora u MT sistemu obrade zemljišta (l)

Fig. 4 Fuel consumption in MT system (l)



Sl. 5 Utrošak goriva traktora u NT sistemu obrade zemljišta (u l)
Fig. 5 Fuel consumption in NT system

ZAKLJUČAK

Rezultati modeliranja, ilustrovani slikama 3-5, potvrđuju primenljivost metode linearnog programiranja za optimalizaciju traktorsko-mašinskog parka, uprkos nedostacima kao što su statičnost metode i pretpostavljena linearnost relacija. Međutim, kako je proizvodni proces u poljoprivredi dug i preorijentacija proizvodnje nije moguća u kratkom vremenu, statičnost metode nema većih praktičnih negativnih efekata na planiranje i projektovanje.

Dobijeno optimalno rešenje ovom metodom obezbeđuje ostvarivanje tehnologije proizvodnje sa nižim troškovima po jedinici površine, manju potrošnju goriva i energije kao i veće korišćenje traktora tokom godine.

Značajno je napomenuti da je osnovni problem u obezbeđivanju uslova za primenu navedene metode u nedostatku evidencije, tj. relevantnih ulaznih parametara. Primena metoda programiranja u podsistemu biljne proizvodnje jedan je od načina ka uvođenju jedinstvenog informacionog sistema biljne proizvodnje.

LITERATURA

1. Arvidsson J, Keller T, Gustafsson T. 2004. Draught Requirement and Soil Deformation During Soil Tillage, Poljoprivredna tehnika, br. 1, str. 1-7, Beograd.
2. Đević M. 1992. Primena kombinovanih agregata u obradi zemljišta i setvi, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
3. Đević M, Ralević N, Novaković, Petrović D. 1995. "Estimation of Component Distribution Influence on Combines Stability". Časopis "Agricultural Engineering", vol. 1, no. 3-4, p. 67-72.
4. Filipovic D, Kosutic S, Gospodaric Z. 2004. Energy Efficiency in Conventional Tillage of Clay Soil, Proceedings, pp 83-91, International Scientific Conference, Rousse, Bulgaria.
5. Качински Н. 1958. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения, Москва.
6. Mileusnić Z. 2007. Energetski bilans rada traktora u obradi zemljišta za proizvodnju ratarskih kultura, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
7. Mileusnić Z, Đević M, Petrović D, Miodragović R. 2007. Optimizacija traktorsko-mašinskih agregata za različite tehnologije obrade zemljišta, Poljoprivredna

- tehnika, godina XXXII, broj 1, str 19-28, Beograd.
8. Novković N. 1996. Planiranje i projektovanje u poljoprivredi, p. 312 Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
 9. Petrović D, Đević M, Trbojević G, Radojević R. 1988. Proučavanje mogućnosti primene linearnog programiranja u optimizacijama biljne proizvodnje, Zbornik radova, str. 29-37, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija.
 10. Petrović D, Radojević R, Raičević D, Gligorić M, Jovanović Z. 1988. Razvoj modela za optimizaciju traktorsko mašinskog parka, Zbornik radova, str. 147-156, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija.
 11. Radojević R. 1998. Optimizacija strukture traktorsko-mašinskog parka i racionalizacija vremena rada u ratarskoj proizvodnji, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
 12. Savin L. 2004. Optimizacija sastava mašinskog parka u poljoprivredi, doktorska disertacija, Novi Sad.

Primljeno: 05.01.2008.

Prihvaćeno: 14.01.2008