

UDK: 631.4

## EKSPLOATACIONI POKAZATELJI RADA TRAKTORSKO- MAŠINSKIH AGREGATA ZA OSNOVNU OBRADU ZEMLJIŠTA U VIŠEGODIŠNJIM ZASADIMA

Milovan Živković<sup>1</sup>, Mirko Urošević<sup>1</sup>, Vaso Komenić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun;

<sup>2</sup>Visoka Poljoprivredna škola Šabac

**Sadržaj:** Osnovna obrada višegodišnjih zasada kojom se održava zemljište u rastresitom stanju, ima veliki uticaj na rast i razviće biljaka, prinos i kvalitet plodova. Intenzivna proizvodnja je uslovljena i pravilnim izborom sredstava mehanizacije. Za unapređenje voćarske proizvodnje značajno je obaviti pravilan izbor i utvrditi optimalne parametre primene pojedinih sredstava mehanizacije.

Predmet istraživanja je utvrđivanje energetske i eksploatacijske parametara rada različitih traktorsko-mašinskih agregata pri osnovnoj obradi. Izbor optimalnog sistema proizilazi iz analize dobijenih podataka, koji ukazuju na prednosti i nedostatke pojedinih načina obrade. Rezultati ispitivanja sredstava mehanizacije u osnovnoj obradi u međuredu pokazali su da se najracionalnija obrada ostvarila sa čizel plugom. Njegovim korišćenjem postignuta je dubina rada 14,27 cm, brzina 6,47 km/h, potrošnja 7,28 l/ha goriva i ostvaren učinak od 8,23 ha/dan.

U aridnim uslovima bez navodnjavanja neophodna je obrada zemljišta na čitavoj površini u cilju regulisanja vodno-vazdušnih osobina zemljišta, stvaranja pogodne strukture razbijanja pokorice i uništavanja korovske vegetacije, da bi se ostvarili visoki prinosi i ekonomična proizvodnja

**Ključne reči:** obrada zemljišta, traktorsko-mašinski agregat, energetske parametri

### 1. UVOD

Racionalna obrada zemljišta u voćnjacima oduvek je predstavljala veoma složen problem. Činjenica je da voćke u vreme vegetacije, u cilju zadovoljenja svojih fizioloških funkcija troše velike količine vode u obliku transpiracije. To ukazuje na potrebu što veće akumulacije vlage u zemljištu koja se postiže kvalitetnom osnovnom i dopunskom obradom.

Rodnost i duži vek korišćenja voćnih stabala, odnosno kvalitet plodova, u direktnoj su vezi sa tehnologijom izvođenja obrade zemljišta, kako osnovne, tako i dopunske.

Iskustva u praksi ukazuju na činjenicu da obrada zemljišta angažuje veliku količinu energije i prema nekim istraživanjima, od ukupno utrošene energije u proizvodnji glavnih voćnih vrsta, za obradu zemljišta se troši od 24,5 do 34,5% energije. Sveukupnom obradom zemljištu se poboljšavaju fizičke i mehaničke osobine, što indirektno utiče i na biološke, ali i hemijske osobine.

Obradom zemljišta u višegodišnjim zasadima se ostvaruju i povoljni uslovi za odvijanje fizičkih, hemijski, bioloških i mikrobioloških procesa. Prema tome osnovni zadatak obrade je da stvori i održi supstrat koji će omogućiti racionalno gajenje višegodišnjih biljaka.

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

Ekperimentalna ispitivanja su obavljena u zasadima jabuke uzgojnog oblika dvoredi «Pilar» sa razmakom sadnje  $(3,80 - 1,25) \times (1,40 - 1,80) m$ , sorte ajdared, jonagold i melroz. Zasad se nalazi na valovitom terenu na nadmorskoj visinom oko 79 m. Geografski položaj zasada uslovljava umereno kontinentalnu klimu a osnovni tip zemljišta je gajnača

U eksperimentima su korišćene mašine za osnovnu obradu zemljišta: klasični raoni 2-brazdni plug IMT-775, vinogradarski plug VP 189.7 i čizel plug PP-220.

Tab. 1. Tehničke karakteristike sredstava mehanizacije

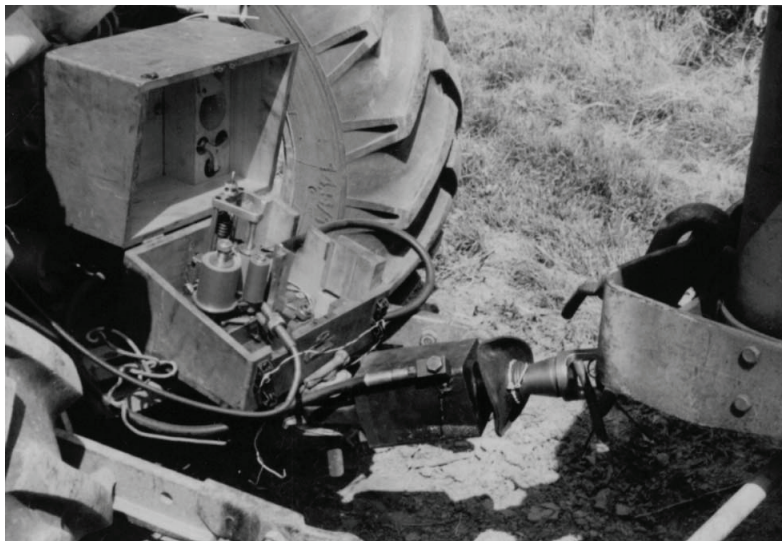
Pokazatelji	Jedinica mere	Radno oruđe		
		Dvobrazdni plug	VP – 189 plug	Čizel plug
Broj plužnih tela		2	7	7
Radni zahvat	cm	50	200	210
Dubina rada	cm	23	12-18	40
Masa	kg	235	458	605
Potrebna snaga	kW	26	37-52	55

Tokom ispitivanjima su snimani eksploatacioni pokazatelji mašinskih agregata: vučna sila, brzina rada, potrošnja goriva, otpor kotrljanja i otpor vuče.

Intenzitet vučne sile, je merena Amslerovim dinamografom i upotrebom tenziometra (slika 1). Dobijeni podaci su registrovani na traci mernog uređaja.

Brzina rada je dobijena merenjem vremena štopericom na poznatoj dužini trase od 158 m, (metod hronometrije i računski metod), a potrošnja goriva zapreminskom metodom pomoću menzure.

Otpor kotrljanju traktorsko-mašinskog agregata, dobijen je merenjem sile dinamografom « Amsler», bez opterećenja, pri zadatom radnom režimu. Utvrđivanje pokazatelja kvaliteta rada zasnivala se na merenju usitnjenosti zemljišta pre i posle prohoda mašina i merenju profila zemljišta u međuredu zasada. Strukturna analiza zemljišta utvrđena je pomoću garniture sita otvora od 1 mm do 10 mm (metod Savinova). Sabijenost zemljišta - otpor zemljišta na pritisak (Ejkelkamp Hand Penetrometar, Set A), zapreminska masa zemljišta (Cilindri Kopeckog).



*Sl. 1. Mesto postavljanja dinamografa*

Na osnovu dobijenih eksploatacionih pokazatelja izračunati su i drugi parametri kao što je: vučna snaga i specifični otpor.

Vlažnost zemljišta, određivana je uzimanjem uzoraka na dubinama 0-10 cm, 10-20 cm, 30-40 cm, i merenjem uzoraka pre i posle sušenja u sušnici na 105 °C.

Donja ( $W_p$ ) i gornja ( $W_1$ ) granica plastičnosti, određena je otvaranjem dva profila: 0 - 20 i 20 - 40 cm.

Indeks plastičnosti je određen računski i predstavlja razliku količina vode kojima su ostvarene gornja i donja granica plastičnosti:

Od osnovnih fizičkih osobina ispitivane su: mehanički sastav zemljišta, plastičnost i kompaktnost zemljišta.

### **3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

#### **3.1. Rezultati ispitivanja osobina zemljišta**

Za mehaničku obradu zemljišta veoma su značajne fizičke osobine koje imaju presudan uticaj na energetske bilans rada agregata kao i na kvalitet obrade. Dobijeni rezultati ispitivanja mehaničkog sastava zemljišta prikazani su u tabeli 2.

U horizontu A sadržaj koloidne gline frakcije <0,002 mm varira od 40,5 do 53,3 %, praha od 32,5 do 41,3% dok sitnog peska ima znatno manje od 12,0 do 22,4%. Krupan pesak > 0,2 mm nije nađen ni u jednom profilu.

Horizont B je još težeg mehaničkog sastava. Sadržaj koloidne frakcije u njemu varira od 49,6 do 56,9 %, praha od 25,5 do 33,8% a sitan pesak je još manje zastupljen i varira od 11,0 do 22,3%.

Tab. 2. Mehanički sastav gajnjače

Broj ponavljanja	Dubina (cm)	% Sadržaj					
		Krupan pesak >0,2 (mm)	Sitan pesak 0,2 – 0,02 (mm)	Prah 0,2 - 0,002 (mm)	Glina < 0,002 (mm)	Ukupan pesak >0,2 (mm)	Ukupna glina 0,002 (mm)
1	0-20	0,00	15,2	37,5	47,3	15,2	84,4
	20-40	0,00	12,0	34,7	53,3	12,0	88,0
2	0-20	0,00	21,5	32,8	45,7	21,5	78,5
	20-40	0,00	21,4	38,1	40,5	21,4	78,6
3	0-20	0,00	22,4	32,5	45,1	22,4	77,6
	20-40	0,00	15,2	41,3	43,5	15,2	84,8

### 3.2. Indeks plastičnosti zemljišta

U tabeli 3. date su vrednosti plastičnosti dobijene na osnovu utvrđene gornje i donje plastičnosti. Indeks plastičnosti se u ispitivanim uslovima kretao od 9,78 do 18,36. Prosečna vrednost indeksa plastičnosti je 13,52. Ispitivano zemljište u zasadu jabuke, prema klasifikaciji Aterberga, je plastično.

Tab. 3. Indeks plastičnosti ( $I_p$ )

	Broj profila	Dubina (cm)	
		0-20	20-40
Indeks plastičnosti	1	14,63	11,17
	2	12,29	14,87
	3	12,63	11,26

### 3.3. Kompaktnost zemljišta

Pod kompaktnošću (zbijenost) zemljišta se podrazumeva masa zemljišta u jedinici zapremine. Pri tome se zemljište smatra homogenim što nije slučaj.

Kompaktnost zemljišta zavisi od niza činilaca kao što su: oblik i veličina čestica, veličine i oblika pora između čestica, sadržaja vode i vazduha u zemljištu, specifične težine čestica, pritiska (opterećenje zemljišta), sile kohezije koje deluju među česticama.

Penetrometrisanje je obavljeno na dubinama od 0-40 cm sa razmakom od 10 cm.

Dobijeni rezultati merenja prikazani su u tabeli 4. Vlažnost zemljišta se kretala od 15,46% do 21,47%.

Tri zone merenja penetrometrom su bile po sredini međureda zasada (1,2,3), tri u redu desno (1a, 2a, 3a) i tri levo (1b, 2b, 3b). Na osnovu dobijenih rezultata zapaža se da je kompaktnost zemljišta u prostoru međureda koji se obrađuje menja po svim dubinama, a naročito u zoni obrade 0-10, 148  $N/cm^2$  i 10-20 cm 235,0  $N/cm^2$  u odnosu na deo koji ostaje neobrađen 229,7 i 270,3  $N/cm^2$  (0-10 cm) i 392,8 i 443,7  $N/cm^2$  (10 - 20 cm).

Tab. 4. Kompaktnost zemljišta

Zona	Dubina			
	0-10	10-20	20-30	30-40
1	145,5	185,5	241,5	248,5
2	119,0	205,5	299,0	310,0
3	180,5	323,0	299,0	261,0
1a	267,0	453,5	545,5	559,0
2a	200,0	350,0	394,0	440,0
3a	222,0	375,0	446,0	439,0
1b	289,0	410,0	*	*
2b	260,0	410,0	397,0	377,0
3b	262,0	511,0	549	534,0

\* izvan opsega merenja instrumenta, veće od 600 N/cm<sup>2</sup>

### 3.4. Energetski parametri rada TMA u osnovnoj obradi zasada

Osnovna obrada zemljišta u međuredu zasada najčešće se obavlja u jesen na dubinama do 20 cm. Obavlja se prevashodno u cilju akumulacije i čuvanja vlage koja je dospela u zemljište tokom jeseni i zime, poboljšanja strukture i povećanja zapremine zemljišta.

Rezultati ispitivanja sredstava mehanizacije za osnovnu obradu prikazani su u tabelama 5, 6 i 7.

Tab. 5. Energetski parametri rada TMA u oranju sa dvobraznim plugom IMT-775

R.br. No	Pv (kW)	V (km/h)	Fv (kN)	$\lambda$ (%)	Qh (l/h)	Qha (l/ha)	Wh (ha/h)	Eha (kWh/ha)
1.	20,84	4,28	17,53	11,62	9,59 9,65	7,98	0,264	78,94
2.	23,11	4,33	19,21	14,04	9,62	8,14	0,273	84,65
3.	21,93	4,30	18,36	12,10		8,06	0,267	82,13

Analizirajući tabelu 5 treba imati na umu da je izmerena dubina oranja iznosila u proseku oko 16 cm. Povećanje dubine obrade direktno uslovljava i povećanje potrošnje goriva po jedinici površine čija vrednost se kretala oko 8,14 l/ha voćnjaka. U skladu sa predhodno navedenim podacima, i utrošak energije po ha je visok i iznosi 84,65 kWh/ha. Visok energetski troškovi koji predstavljaju ograničavajući faktor primene ovakvom načinu obrade zemljišta se jedino mogu pravdati većom dubinom obrade.

Tab. 6. Energetski parametri rada TMA u oranju sa VP – 189 plugom

R.br. No	Pv (kW)	V (km/h)	Fv (kN)	$\lambda$ (%)	Qh (l/h)	Qha (l/ha)	Wh (ha/h)	Eha (kWh/ha)
1.	26,74	4,04	23,83	12,63	8,96	8,96	0,865	30,91
2.	26,17	4,29	21,96	12,99	8,94	8,94	0,942	27,78
3.	26,41	4,16	22,86	12,70	8,95	8,95	0,902	29,28

Potrošnja goriva pri obradi V plugom se kretala oko 8,95 l/ha, uz učinak od 0,902 ha/h i utrošak energije od 28,28 kWh/ha. Uzimajući u obzir obradu dvobraznim

plugom energetski posmatrano ovaj vid obrade je veoma povoljniji. Pri tome treba imati na umu da je u pitanju obrada na manjoj dubini (u proseku 12 cm) ali profil obrađene površine je ravniji pri obradi V plugom.

Tab. 7. Energetski parametri rada TMA u oranju sa Čizel plugom

R.br. No	Pv (kW)	V (km/h)	Fv (kN)	$\lambda$ (%)	Qh (l/h)	Qha (l/ha)	Wh (ha/h)	Eha (kWh/ha)
1.	29,81	6,76	15,88	14,13	6,84	6,84	1,235	24,14
2.	31,43	6,18	18,31	13,75	7,72	7,72	1,135	27,69
3.	30,65	6,47	17,05	14,11	7,28	7,28	1,185	25,86

Iz pregleda tabela 5 i 7 vidi se da je najveća radna brzina ostvarena kod čizel pluga (6,76 km/h) a najmanja kod dvobraznog pluga (4,28 km/h). Najveći prosečni učinak je ostvaren sa čizel plugom (8,3 ha/dan) a najmanji kod dvobraznog pluga (1,9 ha/dan).

Najveći procenat neobrađenog zemljišta u međuredu zasada registrovan je kod dvobraznog pluga (43,27 %) najmanji u radu sa čizel plugom (23,38 %).

Najracionalnija osnovna obrada zemljišta je ostvarena korišćenjem čizel pluga: najveća brzina rada, najveći učinak, kao i ravan profil zemljišta. Pored navedenog iza čizel pluga ostala je najmanja neobrađena površina u međurednom prostoru zasada.

### 3.5. Rezultati merenja kvaliteta rada

Utvrđivanje pokazatelja kvaliteta rada zasnivala se na merenju usitnjenosti zemljišta pre i posle proхода mašina i merenju profila zemljišta u međuredu zasada.

U tabeli 8. dat je procentni sadržaj pojedinih frakcija posle obrade sredstvima mehanizacije.

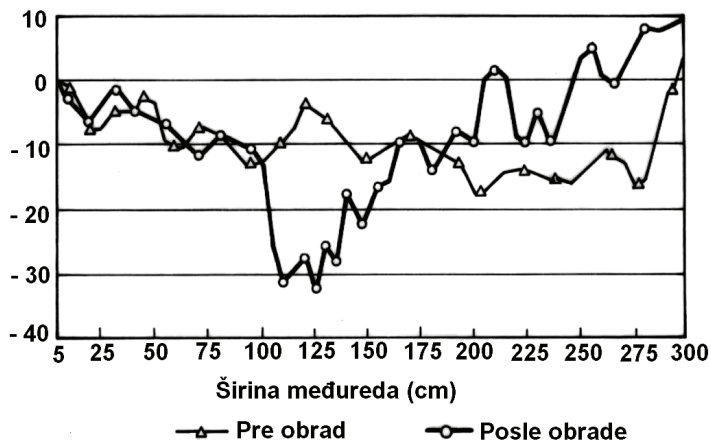
Tab. 8. Pokazatelji kvaliteta rada agregata nakon obrade

Frakcija (mm)	R a d n a m a š i n a					
	Dvobrazni Plug		VP-189 plug		Čizel plug	
	Masa g	Udeo %	Masa g	Udeo %	Masa g	Udeo %
< 1	120	3,56	80	2,47	70	2,10
1 – 5	150	4,44	300	9,28	120	3,60
5 – 20	280	8,30	410	12,69	630	18,89
20 – 35	350	10,34	550	17,00	525	15,74
> 35	2475	73,33	1880	58,16	1990	59,67

Iz table 8 se vidi da je frakcija zemlje ispod 1 mm najmanje registrovano kod čizel pluga 2,10 % a najviše kod dvobraznog pluga 3,56 %. Frakcije zemljišta od 1 – 5 mm najmanje je bilo kod čizel pluga 3,60 % a najviše kod VP 9,28 %. Frakcije zemljišta od 2 – 20 mm najmanje je bilo kod dvobraznog pluga 8,30 % a najviše kod čizel pluga 18,89 %. Frakcije zemlje od 20 – 35 mm najmanje je bilo kod dvobraznog pluga a najviše kod VP 17,00%. Frakcije zemlje veće od 35 mm najmanje je bilo kod VP 58,16 % a najviše kod dvobraznog pluga 73,33%.

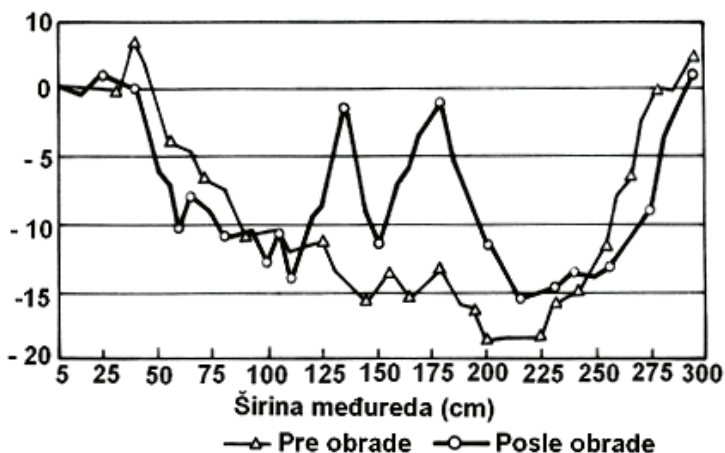
Kvalitet obrade zemljišta višegodišnjih zasada ocenjuje se preko izgleda površine u međurednom prostoru. Prema agroteničkim zahtevima ova površina treba da bude ravna bez izraženih razora i slogova.

Merenje profila obavljeno je pre i posle proхода mašine za obradu zemljišta, pomoću modifikovanog profilometra čija je skala sa korakom od 5 cm. Rezultati merenja su prikazani na grafikonima 1, 2 i 3.

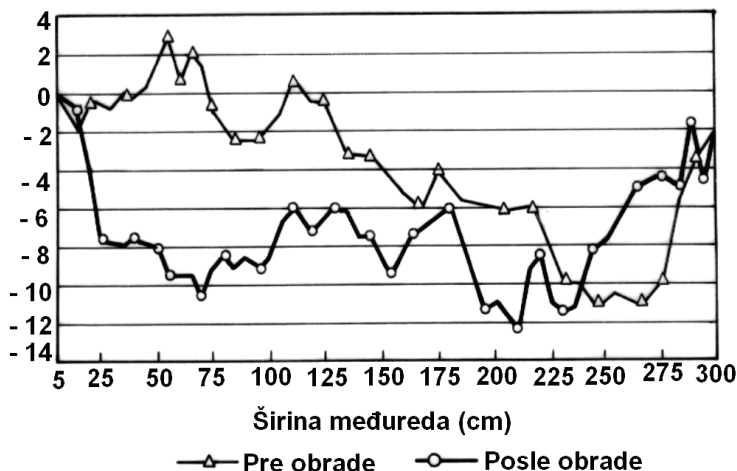


Graf. 1. Profil zemljišta – raoni plug

Upoređujući izgled obradene površine zapaža se da je kod obrade raonim i VP plugom izraženo stvaranje slogova i razora. Visinska razlika krajnjih tačaka obrađenog profila kod raonog pluga iznosi više od 30 cm a kod VP više od 15 cm.



Graf. 2. Profil zemljišta – V plug



Graf. 3. Profil zemljišta – čizel plug

Međuredni prostor obrađen čizel plugom je relativno ravan bez izraženih slogova i razora. Visinska razlika krajnjih tačaka obrađenog profila je znatno manja u odnosu na raoni plug i iznosi oko 10 cm.

#### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih, statistički sređenih i analiziranih rezultata može se zaključiti:

- Ispitivana sredstva mehanizacije u osnovnoj obradi zemljišta u međuredu zasada pokazala su da je najracionalnija osnovna obrada obavljena sa čizel plugom. Korišćenjem čizel pluga u osnovnoj obradi ostvarena je dubina rada 14,27 cm, brzina rada 6,47 km/h, potrošnja goriva 7,28 l/ha i ostvaren učinak od 8,23 ha/dan. Usitnjenost zemlje je takođe najpovoljnija kod čizel pluga. Čizel plugom je ostvarena i njamanja visinska razlika krajnjih tačaka obrađenog profila. Uzimajući u obzir navedene podatke, najbolji kvalitete rada je ostvaren primenom čizel pluga.

- U daljim aktivnostima izučavanja obrade zemljišta u višegodišnjim zasadima, pored navedena tri oruđa, u proces uporednih ispitivanja treba uključiti rotacioni ašov i vibracioni kultivator sa različitim oblicima motičica. Ispitivanja takođe treba obaviti na više tipova zemljišta.

#### LITERATURA

- [1] Ćorović R.(2001) Osnove fizike zemljišta, udžbenik, Poljoprivredni fakultet Beograd.
- [2] Đukić N.(2004): Mogućnosti uštede energije kod obrade voćnjaka i vinograda, revija Agronomsaka saznanja, br. 6, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str. 3-6.
- [3] Živkovič M., Urošević M., Komnenić V.(1995): Mogućnosti obrade zemljišta i unošenje mineralnih đubriva u vinogradima, Poljotehnika, br. 5-6, Poljoprivredni fakultet Beograd, str. 45-48.



- [4] Živković, M., Radivojević, D., Urošević, M. Dražić Dragana (2006): Izbor TMA za duboku obradu zemljišta pri podizanju višegodišnjih zasada, Poljoprivredna tehnika, XXXI br. 2, Poljoprivredni fakultet Beograd, 55-61.
- [5] Живковић, М., Урошевић, М. (2009): Енергетски аспекти припреме земљишта за подизање вишегодишњих засада, саветовање «Савремени тредновди развоја и примене механизације у пољопривреди», зборник радова, Висока школа струковних студија Пожаревац, стр. 26-31.
- [6] Živković, M., Urošević, M., Dražić Dragana, Radivojević, D. (2009): pekti obrade zemljišta u višegodišnjim zasadima, Poljoprivredna tehnika, godina XXXIV, broj 3, Poljoprivredni fakultet Beograd, str. 65-69.

## EXPLOITATION INDICES OF TRACTOR AND MACHINERY AGGREGATES FOR BASIC LAND CULTIVATION IN ORCHARDS

Milovan Živković<sup>1</sup>, Mirko Urošević<sup>1</sup>, Vaso Komenić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture Belgrade - Zemun;

<sup>2</sup>High Agricultural School Šabac

**Abstract:** Basic land cultivation in orchards with the aim of loosening the soil is of major importance affecting both growth and development of plants, yield and quality of fruits. The right choice of agricultural machinery presents the precondition in intensive production. Determination of optimal parameters in the employment of agricultural machinery and its appropriate choice are of principal interest for the improvement of fruit growing and cultivation.

The aim of the research was to determine both energetic and exploitation parameters of different tractors and machinery aggregates in basic soil cultivation. The analysis of the data obtained was used to choose the optimal system and pointed to the advantages and disadvantages of different types of cultivation. The results obtained from the investigation of basic soil cultivation in inter-rows showed the most rational cultivation using plough pseudo because the depth achieved was 14.27 cm, speed 6.47 km/h, consumption 7.28 l/ha and output 8.23 ha/day.

Under arid conditions without irrigation it is necessary to employ soil cultivation on the whole area in order to regulate the water-air properties of the soil, contribute to an appropriate structure by breaking the crust and controlling weeds and in that way achieve high yields and profitability.

**Key words:** soil cultivation, tractor and machinery aggregates, energetic parameters