

UDK: 631.3

## TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI ASPEKTI PRIMENE MAŠINA I ORUĐA ZA UREĐENJE ZEMLJIŠTA PO POVRŠINI I DUBINI

**Đuro Ercegović, Dragiša Raičević, Đukan Vukić, Mićo V. Oljača,  
Rade Radojević, Miloš Pajić, Kosta Gligorević**

*Poljoprivredni fakultet - Beograd, Zemun  
erceg@agrif.bg.ac.rs*

**Sadržaj:** Zemljišta sa teškim mehaničkim sastavom zahtevaju sistem obrade koji obezbeđuje očuvanje prirodnih potencijala i resursa plodnosti i koji sprečavaju degradacione procese u zemljištu a obezbeđuju optimalno kretanje vode u zemljištu, uz optimalni utrošak energije i rada.

U Srbiji ima preko 0.4 miliona ha zemljišta sa mehaničkim sastavom teškog tipa, i preko 0.1 milion ha na različite načine oštećenih zemljišta. Svake godine, sa različitim degradacionim procesima, oštetiti se i novih 1000 ha zemljišta.

Poljoprivredna tehnika za izvođenje obrade teških i oštećenih tipova zemljišta, treba da ispuni osnovne zahteve: uređenje zemljišta po površini i dubini, očuvanje biosistema zemljišta, regulisanje vodnog i vazdušnog režima, omogućavanje efikasnog navodnjavanja, očuvanje prirodne vlage, obezbeđenje racionalne potrošnje energije, potrošnje rada i resursa za definisanu strukturu i nivo poljoprivredne proizvodnje.

Istraživanja koja sprovodi Institut za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu i Institut za kukuruz iz Zemun Polja imaju za zadatak da odrede *tehničko-tehnološke i ekonomske aspekte primene nove linije mašina i oruđa za uređenje zemljišta po površini i dubini*. Nova, osvojena linija mašina: univerzalni skreperski ravnjač, drenažni plug i vibracioni razrivač, je primenjena na zemljištu tipa degradirani černo zem i ritska zemljišta (parcela Tab. XVII, težak mehanički sastav, oštećene i nepovoljne vodno-vazdušne osobine), na lokaciji oglednog dobra Instituta za kukuruz u Krnješevcima.

Utvrđene su osnovne karakteristike zemljišta, definisane i obeležene ogledne i kontrolne parcele, primenjena je nova tehnologija i nove mašine za uređenje zemljišta po površini i dubini. Mereni su određeni tehničko-tehnološki parametri pri radu nove linije mašina.

**Ključne reči:** *uređenje zemljišta po površini i dubini, degradirani černo zem, ritska crnica, skreperski ravnjač, drenažni plug, vibracioni razrivač.*

## 1. UVOD

Zemljišta teškog mehaničkog sastava zahtevaju [26], [27], [50], obradu koja obezbeđuje očuvanje prirodnih potencijala plodnosti i koja sprečava degradacione procese u zemljištu, uz optimalni utrošak energije, rada i resursa.

Veliki problem u Srbiji predstavlja neadekvatan način obrade zemljišta, posebno teškog mehaničkog sastava, zbog nedostatka odgovarajućih savremenih sredstava mehanizacije, što je posledica opštih ekonomskih prilika. Zbog toga su izražene dve značajne negativne pojave: opadanje prinosa i povećanje potrošnje energije. Posledice gaženja, sabijanja i neadekvatne obrade učinile su ogromne štete u poljoprivredi, što je posebno izraženo u -suvim i -vlažnim godinama, kada različiti tipovi oštećenja zemljišta pokazuju najveće posledice.

Razvoj novih tehnologija i tehnoloških rešenja poljoprivredne tehnike [33], [36], [37] i pratećih elemenata računarske tehnologije (napr. kontrola kvaliteta rada ili procesa obrade zemljišta i dr.) pružaju mogućnosti da se za svako zemljište, pa i za teške tipove zemljišta, mogu definisati odgovarajuće metode obrade za date uslove i tako smanjiti štetne posledice [33], [36], [39].

Razvoju poljoprivredne tehnike za primenu novih tehnologija u procesima eksploatacije teških zemljišta, danas, se u Svetu posvećuje posebna pažnja. U Institutu za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu [33], [36], [39], u dužem vremenskom periodu, se radi na osvajanju novih tehnologija i rešenja poljoprivredne tehnike za uređenje teških zemljišta po površini i dubini, odnosno na:

1. Osvajanju novih tehnologija i mašina za smanjenje broja radnih operacija i izvršavanje više operacija u jednom proходу, uz smanjenje utrošene energije rada i resursa;

2. Izbor tehnologija za održavanje plodnosti zemljišta i smanjenje degradacionih procesa sa novom linijom mašina za uređenje zemljišta po površini i dubini;

3. Prilagođavanje strukture proizvodnje-izbor useva koji se mogu gajiti na zemljištima teškog mehaničkog sastava.

Istraživanja u Institutu za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu usmerena su na definisanje i proveru tehnoloških parametara mašina i proveru izdržljivosti mašina pri obradi teških zemljišta. Istraživanja obuhvataju i proveru uticaja primene novih rešenja mašina na fizičke i vodne osobine teških zemljišta, potrošnju energije, resursa i prinose.

## 2. NEKI PROBLEMI OBRADE ZEMLJIŠTA TEŠKOG MEHANIČKOG SASTAVA

Danas je u Srbiji dominantna osnovna obrada zemljišta pomoću raonih plugova. Pri obradi zemljišta pomoću plugova, na određenoj dubini se formira ravno i sabijeno dno brazde. Posle višegodišnjih prolaza sabijenost dna brazde se sve više povećava i stvara se čvrst, vodo-nepropustan sloj zemljišta, koji ima negativne osobine:

- Ne propušta površinsku vodu u donje slojeve horizonta, što dovodi do nepodobnih uslova za razvoj biljaka, i na taj način onemogućeno je očuvanje vlage, koja bi se koristila za vreme sušnog perioda;

- Ne dozvoljava kretanje vode iz donjih slojeva zemljišta ka gornjem-oraničnom sloju, koju bi biljke mogle koristiti u nedostatku vlage u oraničnom sloju.

Problem je posebno izražen u slučajevima nedovoljne količine padavina-suše u vegetacionom periodu, koja je sve češće prisutna na našem području. U tim uslovima biljke nemaju dovoljno vlage od padavina, a ne mogu koristiti vodu iz dubljih slojeva zemljišta, jer ta vlaga ne može dospeti do biljaka.

Mnogobrojni eksperimenti, urađeni u Svetu i kod nas, ukazuju na potrebu uređenja zemljišta rastresanjem, podrivanjem i slično, da bi se obezbedili povoljniji vodno-vazdušni uslovi u zemljištu, odnosno da bi se poboljšao kapacitet akumulacije i održavanja prirodne vlage i njeno kretanje ka korenovom sistemu biljaka, što znatno ublažava nedostatke prirodnih padavina u vegetacionom periodu.

Prema rezultatima [32], [33] u ogledno-proizvodnim uslovima na parcelama PK Crvenka iz Crvenke i ispitivanjima [35], [33], sa potpunom primenom agrotehnike i dubokim rastresanjem zemljišta, dobijeni rezultati pokazuju da biljke šećerne repe bolje napreduju i dobro odolevaju suši. Registrovano je i povećanje prinosa i dobiti za 14 do 20% po ha. To znači da duboko podrivanje, rastresanje zemljišta predstavlja značajnu pedomeliorativnu meru i dobro rešenje za borbu protiv suše i za postizanje stabilnijih i većih prinosa.

U Svetu postoji mogućnost širokog izbora tehničkih rešenja za površinsko ravnjanje zemljišta [5], [6], [21], [23], [41], rastresanje i duboku obradu zemljišta: skreperске daske, specijalni plugovi, čizel plugovi, podrivači sa krutim i vibracionim radnim telima, razrivači sa raznim dodatnim elementima, rotacione mašine i dr. Rezultati primene ovakvih oruđa su pokazali značajne prednosti u odnosu na konvencionalne metode obrade zemljišta teškog mehaničkog sastava. Ostvarena su značajna poboljšanja parametara: poroznosti, vodno-vazdušnog režima, bolji razvoj korenovog sistema i bolja konzervacija vlage, pozitivna reakcija na navodnjavanje (racionalna potrošnja vode) i normalnih procesa održavanja bio-sistema zemljišta.

### 3. LINIJA MAŠINA ZA UREĐENJE ZEMLJIŠTA PO POVRŠINI I DUBINI

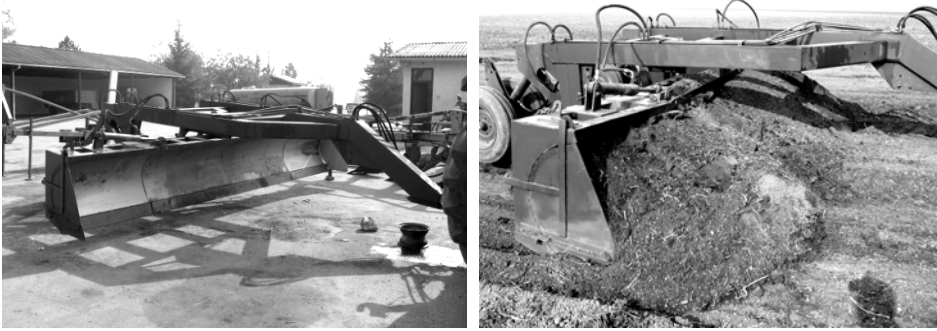
U Institutu za poljoprivrednu tehniku poljoprivrednog fakulteta u Beogradu već duži niz godina intenzivno se radi na razvoju [31], [32], [33], i osvajanju rešenja [35], [36], [38], [39], [49], mašina za uređenje zemljišta po površini i dubini.

Iznalaženje racionalnih rešenja mašina za obradu zemljišta u cilju postizanja stabilnih prinosa i smanjenje utrošene energije uslovalo je istraživanje, razvoj i primenu različitih oblika radnih organa, načina oscilovanja, vibriranja ili rotiranja radnih tela razrivačkih mašina.

Izrađeni su eksperimentalni modeli i prototipovi mašina:

**1. Univerzalni skreperски ravnjač USM-5.** Zemljišne parcele su često neravne što stvara velike probleme pri gajenju poljoprivrednih kultura. Pomoću ove mašine rešava se tehnički problem uređenja poljoprivrednih zemljišta po površini na parcelama, poravnavanje zemljišnih puteva za kretanje mobilnih agregata i formiranje i uređenje zemljanih traka za kretanje mobilnih sistema za navodnjavanje (Sl. 1). Prednosti ove mašine su sadržane u jednostavnosti rešenja, mogućnosti jednostavne promene ugla postavljanja daske za ravnjanje, jednostavnosti priključka za traktor, jednostavnosti rukovanja i održavanja.

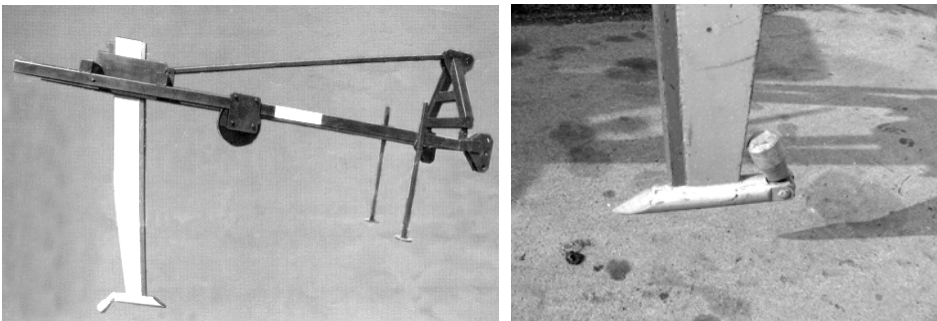
Rešenje univerzalnog skreperskog ravnjača je zaštićeno prijavom patenta P-2007/0510.



Sl. 1. Univerzalni skreperski ravnjač USM-5

**2. Drenažni plug DP-4.** Primena ove mašine rešava tehnički problem odvođenja viška vode iz pojedinih horizonata zemljišta teškog mehaničkog sastava i povezivanje sa stalnom drenažom ili kanalima za odvod vode. Pomoću ove mašine omogućena je izrada podzemnih kanala-drenova, njihovo povezivanje sa površinskim horizontom i sa filtracionom zonom cevne drenaže. Višak površinske vode prolazi kroz razriven sloj do kanala, koji vode do otvorenih kanala. U nedostatku vode u oraničnom sloju (sušni period) omogućeno je kretanje vode ka korenovom sistemu biljaka iz donjih slojeva zemljišta. Radni organ (alat) za izvođenje podzemnih profilisanih kanala postavljen je na dugačkoj gredi, što omogućava kvalitetan početak izrade podzemnih kanala od kose ivice otvorenih kanala (Sl. 2).

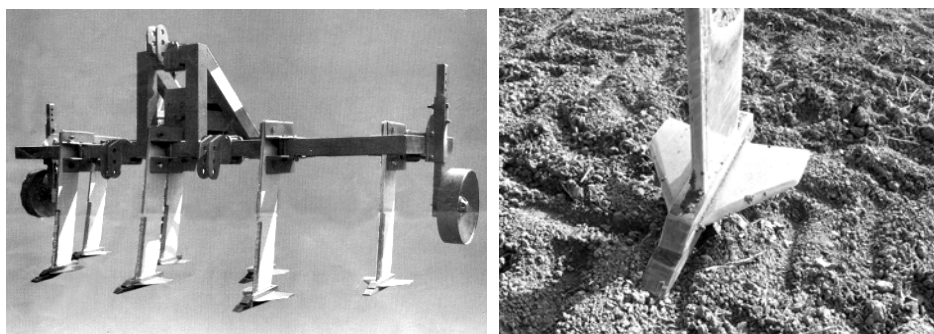
Rešenje drenažnog pluga je zaštićeno prijavom patenta P-2006/0430.



Sl. 2. Drenažni plug DP-4

**3. Vibracioni razrivač VR-5.** Tehničko rešenje mašine obezbeđuje efekat rastresanja zemljišta i stvaranje povećane ukupne poroznosti zemljišta i time povoljnijeg vazdušnog i vodnog režima u zemljištu i boljih uslova vodopropustivosti kod zemljišta teškog mehaničkog sastava (Sl. 3). Zato se voda padavina pravilnije raspoređuje po dubini profila, a viškovi odlaze u dublje horizonte zemljišta. Vibracioni razrivač obezbeđuje povoljniju strukturu zemljišta, povoljniju zapreminsku masu, bolju vodopropustljivost, bolju zemljišnu strukturu i manji utrošak energije pri obradi zemljišta.

Rešenje vibracionog razrivača je zaštićeno prijavom patenta P-2007/0267.



Sl. 3. Vibracioni razrivač VR-5

#### 4. KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA I POSTAVLJANJE PROIZVODNOG OGLEDA

Proizvodni ogledi, koji treba da daju odgovor o efektivnosti primene nove linije mašina za uređenje zemljišta teškog mehaničkog sastava po površini i dubini, planirani su na proizvodnim površinama Instituta za kukuruz iz Zemun Polja, O.D. - Krnješevci u Krnješevcima, na proizvodnoj parceli Tab. XVII, na kojoj preovlađuju tipovi zemljišta: livadski černozem, i ritska crnica.

##### 4.1. Osnovne karakteristike lokaliteta

Ispitivana zemljišta nalaze se na delu prostrane sremske lesne terase, između sela Krnješevci i Vojke. Najviša kota ovog terena iznosi 76,9-77,0 m, a najniža 74,9 m. Visinska dinamika varira isključivo u granicama mezo i mikroreljefa [53]. Najviši deo terena (kote 76,9-77,0 m), u morfološkom pogledu, čini zaravnjenu, blago uzdignutu lesnu gredu. Kao najviša, ova greda je i najocedniji deo ovog terena. Karakteristično je da na njoj, mada nisu uočene naročite mikro depresije, ima vodoležnih lokaliteta (profili br. 14, 29, 33), verovatno usled malog koeficijenta površinskog otcicanja [53].

Najniže lokalitete na ovom terenu čine depresioni oblici [53]. Njihova kota varira od 73,8-75,0 m. To su uglavnom prilično izražena ulegnuća, odnosno mikrodepresije. Samo ponegde su ove depresije vrlo plitke. Moguće ih je uočiti i izdvojiti samo po stanju kultura koje su u njima zasejane i koje skoro uvek zaostaju u razvoju ili potpuno propadnu usled prekomernog vlaženja. Po svom obliku ove depresije su tanjiraste, ovalne ili izdužene. Zapaženo je [52], da se one delimično mogu obraditi i zasejati samo u jesenjem periodu. Sa manje padavina. Međutim, pošto se prevlaživanja skoro redovno javljaju u rano proleće, i to usled zajedničkog uticaja jačih padavina, slivnih i visokih podzemnih voda, posejane kulture su najčešće oštećene ili dobrim delom uništene (Sl. 4), [52]. Prema tome, očigledno je da depresioni lokaliteti (Sl. 4), na ovoj površini predstavljaju jedan od ključnih meliorativnih problema koji zahtevaju adekvatno rešavanje zbog uređenja režima vlažnosti i poboljšanja uslova za poljoprivrednu proizvodnju.

Ograničavajući faktor uspešnije poljoprivredne proizvodnje na ovoj parceli je prekomerno vlaženje zemljišta (Sl. 4), pa je u proleće, skoro nemoguće obaviti kompletnu setvu u optimalnom roku, naročito na najnižim delovima parcele [52].



Sl. 4. Izgled površine prevlaženog zemljišta teškog mehaničkog sastava, O.D. Krnješevci [52].

#### 4.2. Osnovne karakteristike zemljišta

Kvantitativni pokazatelji fizičkih, hemijskih i vodnih osobina ukazuju da ispitivano zemljište po mehaničkom sastavu pripada klasi glinuša, znači teškog mehaničkog sastava.

Prema rezultatima istraživanja [52], na najnižem delu terena, na oglednoj parceli T-XVII, nalazi se ritska crnica, karbonatna, teška i srednje teško glinovita, koja zauzima reljefski najniže, isključivo depresione površine [52], (Sl. 4), čija kota varira između 73 i 74 m. Ovo zemljište je klasifikovano prema mehaničkom sastavu u teška zemljišta (Tab. 1), odnosno u srednje do teške gline. Sadržaj gline u A horizontu ovih crnica varira od 51 do 52 %, a frakcija praha ima od 47.18 do 48.58 %. Ista ili nešto lakša tekstura javlja se u AC podhorizontu, dok je u CG horizontu ona uglavnom glinovita ilovača.

Tab. 1. Mehanički sastav i teksturna klasa zemljišta

Horizont	Dubina (cm)	Pesak 1,0-0,05 (mm)	Prah 0,05-0,002 (mm)	Glina <0,002 (mm)	Fizička glina <0,02 (mm)	Teksturna klasa zemljišta
A <sub>h1</sub>	0-20	1,53	47,18	51,29	48,68	Pr. Glinuša
A <sub>h2</sub>	20-40	1,65	46,75	51,63	48,30	Pr. Glinuša
AC	40-60	1,61	47,09	51,30	48,70	Pr. Glinuša
CG	60-80	1,73	48,58	48,69	52,12	Glinuša

Tab. 2. Osnovne fizičke osobine zemljišta

Horizont	Dubina (cm)	Spec. masa (g/cm <sup>3</sup> )	Zaprem. masa (g/cm <sup>3</sup> )	Ukupna poroznost (% vol)	Poljski kapacitet (% vol)	Vazd. kapacitet (% vol)	Trenutna vlaga (% vol)	Koeficijent filtrac. -K (cm/sec)
A <sub>h1</sub>	0-20	2.64	1.25	52.65	42.80	9.85	20.14	1.13x10 <sup>-3</sup>
A <sub>h2</sub>	20-40	2.63	1.31	50.20	42.04	8.16	20.11	1.05x10 <sup>-3</sup>
AC	40-60	2.68	1.43	46.64	40.45	6.19	17.45	6.35x10 <sup>-4</sup>
CG	60-80	2.71	1.57	42.07	39.70	2.37	22.30	6.65x10 <sup>-5</sup>

Prema rezultatima istraživanja [53], samo u nekim delovima parcele javlja se povoljan odnos (Tab. 2), između ukupne poroznosti i kapaciteta za vazduh. To se optimalno ispoljava samo u ornličnom sloju, sa ukupnom poroznošću od 52 % vol, kada je prisutan povoljan kapacitet za vazduh (9,85 % vol). Sa dubinom, ukupna poroznost znatno opada, i na 60-80 cm iznosi svega 42 %, a kapacitet za vazduh je sveden na minimum (2,37 %). Ovakva situacija i analiza osnovnih fizičko-mehaničkih osobina zemljišta ogledne parcele, pruža mogućnost intervencije i poželjne popravke ovih parametara kada se zemljište mora urediti primenom linije mašina za uređenje zemljišta po površini i dubini.

### 4.3. Postavljanje ogleda i metode ispitivanja

#### 4.3.1. Postavljanje ogleda

Na eksperimentalnoj parceli, Tab. XVII, površine 45,68 ha, postavljene su ogledne parcele (Sl. 5). Predusev na ovoj parceli je bio: 2007. godine suncokret, a 2008. godine pivarski ječam. Na parceli je, pre primene nove linije mašina za uređenje zemljišta po površini i dubini, izvršena obrada-oranje na dubini 0,30 do 0,35 m, sa agregatom: traktor John Deere 8230 i obrtnog pluga 2x6 plužnih tela Lemken-Euro Pal 8.

Postavljene su ogledne parcele za dve kulture: soja i semenski kukuruz i prateće kontrolne parcele. Veličina (Sl. 5), svake ogledne i kontrolne parcele iznosi 5 ha.

KONTROLNA PARCELA (ZAŠTITNA ZONA) 5ha	OGLEDNA PARCELA 5ha	OGLEDNA PARCELA 5ha	KONTROLNA PARCELA 5ha	
SOJA	SOJA	SEMENSKI KUKURUZ	SEMENSKI KUKURUZ	SEMENSKI KUKURUZ

Sl. 5. Prikaz plana oglednih i kontrolnih parcela na zemljištu T-XVII

Na oglednim parcelama primenjena je po fazama linija mašina za uređenje zemljišta po površini i dubini.

**Faza I. Skreperkim ravnjačem** izvršeno je delimično poravnavanje površine oglednih parcela. Sa mesta sa „uzvišenjima premeštan je sloj zemljišta na mesta sa „udubljenjima -depresijama. Zbog postojanja mesta sa izrazitom depresijom (površine, [53], (Sl. 4), čija kota varira između 73 i 74 m), nije bilo moguće ostvariti „potpuno poravnavanje površine, jer je sa mesta sa „uzvišenjima skidan sloj debljine do 0,15 m.

**Faza II. Drenažnim plugom** urađen je sistem drenažnih kanala. Drenažni kanali su postavljeni uzduž oglednih parcela i povezani su sa otvorenim kanalom za odvodnjavanje. Drenažni kanali su postavljeni na rastojanju od 5 m, na dubini od 0,8 do 0,6m.

**Faza III. Vibracionim razrivačem** izvršena je obrada zemljišta - razrivanje. Rastojanje između radnih tela razrivača iznosi 0,55 m.

Na kontrolnim parcelama obavljena je klasična jesenja obrada zemljišta, oranje, na dubini od 0,30 do 0,35 m sa agregatom: traktor John Deere 8230 i obrtni plug „Lemken-Euro 8.

Osnovne tehničko-eksploatacione karakteristike primenjenih mašina su prikazane u Tab. 3.

Tab. 3. Osnovne tehničko-eksploatacione karakteristike traktora i priključnih oruđa

T i p	Kategorija traktora (kN)	Masa (kg)	Broj radnih tela	Radni zahvat (m)
Traktor JD 8230 4x4S	40	14771	-	-
Univerzalni skreperski ravnjač USM-5	-	3500	1	4,5
Drenažni plug DP-4	-	900	1	5
Vibracioni razrivač VR-5 (7)	-	1700	5	3

Prikaz izvođenja pojedinih radnih operacija sa linijom mašina za uređenje zemljišta po površini i dubini prikazan je na slici (Sl. 6).

Faze rada mašina na O.P. Krnješevci, T-XVII, oktobar 2008.



(a) Univerzalni skreperski ravnjač USM-5

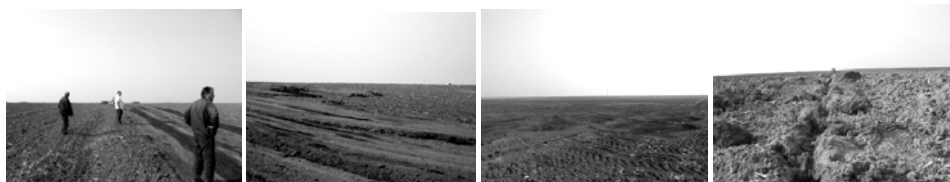


(b) Drenažni plug DP-4





(c) Vibracioni razrivač VR-5 (7)



(d) Izgled površine zemljišta pre i posle završetka rada mašina

Sl. 6. Faze rada pojedinih mašina za uređenje zemljišta po površini i dubini

#### 4.3.2. Metode ispitivanja

Primenjene terenske metode ispitivanja obuhvataju metode kojima su registrovane i fizičko-mehaničke osobine zemljišta, pre primene linije mašina za uređenje zemljišta po površini i dubini.

Prema dinamici ispitivanja pre početka rada mašina (metode J D P Z, 1971), uzeti su uzorci zemljišta, za određivanje:

- Zapreminske mase, (metoda Kopeckog, cilindri od  $100 \text{ cm}^3$ ),
- Specifična mase zemljišta, metodom piknometra sa ksilolom,
- Ukupne poroznosti zemljišta ( računski postupak),
- Trenutnog sadržaja vode (Gravimetrijski postupak)

Metodama terenskog merenja registrovani su parametri osnovnih fizičko-mehaničkih osobina zemljišta (lokalitet O.D. Krnješevci), sa postupkom merenja:

**A. Otpora penetracije** (ručni statički penetrometar *Ejkelkamp* Hand Penetrometar, Set A, merni opseg  $1000 \text{ N/cm}^2$ ). Intervali merenja sa penetracionom iglom (konusni završetak N°3, određene površine konusa prema specifikaciji proizvođača *Ejkelkamp*), na dubini: 5, 10, 15, 20 cm. Merenja obavljena u seriji od deset (10) ponavljanja, na svakoj dubini.

**B. Momenta torzije**, i napona smicanja zemljišta, metoda smicajnih ploča, uređaj za torziju zemljišta *EJJKELKAMP* Self-Recording vane tester, Type IB. Merenja obavljena, na istim mernim mestima (kao u postupku penetrometriranja, i dubine 5, 10, 15, 20, cm u seriji od deset (10) ponavljanja.

Analitičkim postupkom izračunate su srednje vrednosti navedenih parametra, i prikazane tabelarno.

Potrošnja pogonskog goriva, i klizanja točkova, analizirani su na osnovu podataka dobijenih sa digitalnog zapisa bord computera koji poseduje traktor JD 8230, 4x4S. Agregat je u imao radne operacije koje su za merenja ponovljene dva puta (P-1 i P-2), gde su proračunom prikazane srednje vrednosti eksploatacionih vrednosti parametara.

## 5. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA

Zemljište ogledne parcele T-XVII, tipa karbonatne ritske crnice, teškog mehaničkog sastava, nalazi na najnižem delu depresione površine (Sl. 4), [52], i ima, osnovne parametre mehaničko-tehnoloških osobina prikazane sa:

Tab. 3. Srednje vrednosti parametara FMO zemljišta pre rada mašina na T-XVII, Krnješevci

Dubina (cm)	Sadržaj vode (%)	Zapreminska masa (g/cm <sup>3</sup> )	Ukupna poroznost (vol. %)	Otpor penetracije (MPa)	Moment torzije Mmax (Nm)	Tangencijalni napon (KPa)
0-5	19.16	1.20	54.55	3.06	4.20	1.84
5-10	19.50	1.36	48.29	5.65	4.60	2.02
10-15	20.85	1.47	45.15	8.25	8.20	3.59
15-20	20.29	1.45	46.49	8.00	10.40	4.56
20-30	20.03	1.41	46.59	10.84	10.20	4.46
30-40	19.16	1.48	46.57	11.77	9.40	4.15

Eksploatacioni parametri rada agregata prikazani su:

Tab. 4. Eksploatacioni parametri rada agregata traktor JD-8230 + priključno oruđe

Agregat	Broj prolaza agregata	Režim rada motora (min <sup>-1</sup> )	Aktuelni prenos	Prosečna potrošnja goriva (l/h)	Radna brzina agregata (km/h)	Dubina rada rad. tela (cm)	Pros.klizanje točkova traktora (%)
<b>Traktor JD 8230 4x4S</b> +							
<b>Skreperki ravnjač USM-5</b> (proces punjenje daske)	P-1	2170	F/4	27,60	4,50	do 15	9,0
	P-2	2100	F/4	25,20	4,20		7,0
Skreperki ravnjač USM-5 (pražnjenje daske)	P-1	2170	F/4	15,70	6,60	do 15	2,0
	P-2	2100	F/4	17,60	5,70		1,50
<b>Drenažni plug DP-4</b>	P-1	2150	F/8	28,00	7,50	80 (60) 80 (60)	11,0
	P-2	2160	F/7	26,00	6,10		8,50
<b>Vibracioni razrivač VR-5</b> (uključen pogon vibracije radnih tela)	P-1	2170	F/6	41,00	5,10	50	12,00
	P-2	2130	F/5	38,50	4,45		11,00
Vibracioni razrivač VR-5 (pogon vibracije radnih tela isključen)	P-1	2200	F/6	44,00	4,40	50	14,20
	P-2	2200	F/5	43,40	4,45		12,50

Analiza rezultata rada agregata, dobijenih primenom linije mašina u eksperimentalnom radu (Tab. 4), u toku uređenja zemljišta po površini i dubini, na oglednoj parceli D.O. Krnješevci, pokazuju:

1. U radu sa skreperkim ravnjačem USM-5:

- Pri povećanju radne brzine povećava prosečna potrošnja goriva.
- Pri povećanju radne brzine povećava se prosečno klizanje točkova traktora.
- Da je pri operaciji pražnjenja daske moguće raditi sa većim radnim brzinama.
- Da je pri operaciji pražnjenja daske, potrošnja goriva znatno manja nego pri operaciji punjenja daske.

2. U radu sa drenažnim plugom DP-4:
  - Pri povećanju radne brzine povećava potrošnja goriva.
  - Pri povećanju radne brzine povećava se prosečno klizanje točkova traktora.
3. U radu sa vibracionim razrivačem VR-5:
  - Pri povećanju radne brzine za 7% povećava potrošnja goriva za 8%.
  - Pri povećanju radne brzine povećava se prosečno klizanje točkova traktora.
  - Povećana potrošnja pogonskog goriva za 11% i prosečno klizanje točkova traktora za 12%, za slučaj, da radna tela razrivača ne vibriraju.

Dobijeni eksploatacioni parametri rada agregata sa mašinama za uređenje zemljišta po površini i dubini biće praćeni i provereni u ponovljenim eksperimentima u naredne tri godine.

### ZAKLJUČAK

U tehnici obrade zemljišta teškog mehaničkog sastava, postoji potreba ravnjanja površinskog sloja, izrada drenažnih kanala i uvođenja duboke obrade zemljišta podriranjem sa efektima rastresanja, zbog stvaranja povoljnih zemljišnih uslova za poljoprivrednu proizvodnju, smanjenja uložene energije i resursa.

Literatura ima podatke, da vibracije radnih organa podriravača pozitivno utiču na smanjenje vučne snage traktora, što opravdava dalja istraživanja i primenu. Eksploatacioni parametri u našim istraživanjima pokazuju smanjenje potrošnje goriva za slučaj vibracije tela podriravača od 5-8 %.

Na osnovu novih saznanja i novih rešenja sličnih mašina u Svetu i na osnovu praćenja rada i ponašanja primenjenih mašina pri postavljanju ogleda na zemljištu teškog mehaničkog sastava u O.D. Krnješevci, utvrđeno je da treba raditi na poboljšanju i usavršavanju opisanih rešenja konstrukcija mašina kao i organizovanje proizvodnje ovih mašina i te mašine ponuditi poljoprivrednim proizvođačima za izvođenje tehnoloških operacija popravke oštećenih, a prvenstveno zemljišta teškog mehaničkog sastava.

Dobijeni eksploatacioni parametri rada agregata sa mašinama za uređenje zemljišta po površini i dubini biće praćeni i provereni u eksperimentalnom radu mašina u naredne tri godine.

### LITERATURA

- [1] Antončić I.: Mehanizacija dubinskih agromelioracionih zahvata, Simp.: Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Zbornik radova, 280-287, Opatija, 1990.
- [2] Antončić I.: Primena vibrirajućih podriravača, Simp.: Dostignuća i trendovi na razvoj polj. tehnike, Zbornik radova, 1023-1025, Ohrid, 1987.
- [3] Баранович М.В.: Нови тип гусеничних движители как средство снижения уплотнения почвы, Тех.у селском хозјайству, Н° 2., 1988.
- [4] Chancellor J.W.: Compaction of Soil by Agr. Equipment, Division of Ag. Ssc.University of California, 1976.
- [5] Chen Y., Cavers C., Tessier S., Monero F., Lobb D.: Short-term tillage effects on soil cone index and plant development in a poorly drained, heavy clay soil, Soil & Tillage Research, 82, str. 161-171, 2005.
- [6] Derdack W.: Traktor für die Landwirtschaft mit Gummigleisbandfahrwerk, Agrartechnik, 8, 1989.
- [7] Eriksson J., Hakansson I., Danfors B.: The effect of soil compaction of soil structure and crop field, Inst of Agr. Engineering, Uppsala, 1974.

- [8] Gasman P.W.: Analysis of Track and Wheel Soil Compaction, Transaction ASAE, Vol. 32 (1), 1989.
- [9] Gill W.R.: Economic Assessment of soil Compaction, Com. of Agricultural Soil, ASAE Monograph, 1971.
- [10] Krause R., Steinkampf H.: Die Befahrbarkeit des Bodens, Boden., KTBL Schrift 308, 1986.
- [11] Mičić J., Raičević D.: Iskustva primene oruda združene tehnike na uređenju i obradi zemljišta, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Zb. radova, Split, str. 167-174, 1985.
- [12] Korunović R., Meliorativna pedologija, Odabrana poglavlja, Autorizovana predavanja, Poljoprivredni fakultet, Zemun, 1986.
- [13] Mičić J., Raičević D., Đević M.: Razvoj novih tehničko-tehnoloških rešenja i mašina za uređenje zemljišta po površini i dubini, Zbornik radova, 61-75, Zadar, 1987.
- [14] Mičić J., Raičević D., Đević M.: Rezultati primene sredstava združene tehnike u obradi zemljišta, Aktuelni zadaci meh. poljoprivrede, Zbornik radova, I deo, 180-191, Rovinj, 1986.
- [15] Molnar I., Milošev D.: Agrotehničke mere za ublažavanje sabijanja zemljišta, Sav. polj. teh., Vol. 22, N<sup>o</sup>. 7, Novi Sad, str. 462-467, 1996.
- [16] Mičić J., Oljača V.M.: Hodni sistem kombajna ZMAJ-142 u uslovima žetve pšenice. Savremena Poljoprivredna tehnika, N 4 (16): str. 104-107, Novi Sad, 1990.
- [17] Mičić J., Cvjetičanin R., Novaković D.: Rezultati istraživanja sistema priključnih oruda za traktore guseničare, Zb. radova, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Ohrid, 1987.
- [18] Milovanović N.: Usklađivanje osnovnih parametara agregata traktor – prikolica, Zbornik radova, Meh. sređivanja i dorade žita, suncokreta i leguminoznog bilja, Polj. fakultet, Beograd-Zemun, 1972.
- [19] Molnar I., Džilitov S., Stevanović M.: Biljno-fiziološki aspekti obrade teških ritških crnica, V tematsko savetovanje, Osnovna obrada i predsetvena priprema, Zrenjanin, 1977.
- [20] Molnar I., Džilitov S., Vučković R.: Uticaj meliorativne obrade na promene nekih fizičkih osobina beskarbonantne ritške crnice. Zem. i biljka, Vol 28, N<sup>o</sup>3, 177-190, Beograd, 1979.
- [21] Nikolić R., Furman T., Gligorić Radojka, Popović Z., Savin L.: Uzroci i posledice prekomernog sabijanja zemljišta, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 22, No. 7, Novi Sad, str. 396-404, 1996.
- [22] Nikolić R., Furman T., Gligorić Radojka, Savin L., Popović Z.: Istraživanje sabijanja zemljišta kod nas i u svetu, Traktori i pogonske mašine, Vol. 2, No.1, str. 18-41, 1997.
- [23] Nikolić R i saradnici: Istraživanje uzroka, posledica i mera za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta, Monografija, Novi Sad, 2002.
- [24] Obrenović M., Mičić J., Raičević D.: Mogućnosti primene sredstava združene tehnike pri hidromelioracionom uređenju zemljišta, XII međunarodni simpozijum Problemi mehanizacije poljoprivrede, Zbornik radova, 199-212, Bečići, 1984.
- [25] Obrenović M., Mičić J., Raičević D.: Mogućnost primene sredstava združene tehnike pri hidromelioracionom uređenju zemljišta, XII međunarodni simpozijum: Problemi mehanizacije poljoprivrede, Zbornik radova, 199-212, Bečići, 1984.
- [26] Oljača V.M.: Oštećenje mehaničkih osobina zemljišta gusenicama traktora, Kongres SDPT, Gornji Milanovac, 1992.
- [27] Oljača M.: Uticaj hodnih sistema traktora na sabijanje zemljišta ritova, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Doktorska disertacija, Beograd, 1993.
- [28] Oljača V.M.: Damage to soil mechanical properties caused by iron and rubber tracks, Journal of Terramechanics, Volume 31, N<sup>o</sup>5: p.p.279-284, Pergamon Press, London, England, 1994.
- [29] Popović Z., Nikolić R., Furman T., Gligorić Radojka, Savin L.: Mere za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta, Savremena polj. tehnika, Vol. 22, No. 7, N. Sad, str. 453-461, 1996.
- [30] Pavičević N. et al: Zemljišta Pančevačkog rita, Geodetska uprava Beograda, Beograd, 1973.
- [31] Raičević D.: Racionalna obrada zemljišta, Agrotehničar, No 5, 51-56, Zagreb, 1983.
- [32] Raičević D., Mičić J., Đević M., Radojević R.: Uticaj primene združene tehnike na neke fizičke i vodne osobine zemljišta Solod, Ak. zadaci meh. polj., Zbornik radova I. deo, Trogir, str. 177-185. 1989.

- [33] Raičević D., Oljača M., Ružičić L., Radojević R.: Naučne osnove primene združene tehnike u navodnjavanju, Aktuelni problemi tehnike navodnjavanja i izbor opreme, Zbornik radova, str. 195-207. Negotin, 1991.
- [34] Raičević D., Radojević R., Oljača M.: Investigations on the relationship between shear stress and load in hidromorphic black soil under field conditions. Review of research work at the faculty of agriculture, Vol. 37, No. 2, Belgrade, str. 161-167, 1992.
- [35] Raičević D., Radojević R., Oljača V.M.: Pravila i metode konstruisanja poljoprivrednih mašina i oruđa, Zb. radova: Proiz. hrane i energija, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1994.
- [36] Raičević D., Radojević R., Oljača M., Ružičić L.: Uticaj nekih faktora na potrošnju goriva pri izvođenju meliorativnih radova, Sav. polj. tehnika, Vol 21, No 4, str. 195-200, N. Sad, 1995.
- [37] Raičević D., Ercegović Đ., Marković D., Oljača M.: Primena oruđa i mašina sa vibracionim radnim telima u obradi zemljišta, efekti i posledice, Naučna knjiga Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta, Jug. društvo za proučavanje zemljišta, Novi Sad, str.127-135, 1997.
- [38] Raičević D., Ercegović Đ., Oljača M.V., Pajić M.: Primena mašina i agregata u obradi zemljišta podirivanjem, efekti i posledice. Traktori i pogonske mašine, Vol.8. N°4, str. 89- 94, N. Sad, 2003.
- [39] Raičević D., Radojević R., Ercegović Đ., Oljača M. i Pajić M.: Razvoj poljoprivredne tehnike za primenu novih tehnologija u procesima eksploatacije teških zemljišta, efekti i posledice, Poljoprivredna tehnika, godina XXX, N°1, str. 1-8, Beograd, 2005.
- [40] Radojević R., Raičević D., Oljača M., Gligorijević K., Pajić M.: Uticaj jesenje obrade na sabijanje teških zemljišta, Poljoprivredna tehnika, g. XXXI, N°2, Beograd, str. 63-71, 2006.
- [41] Raper R.L.: Agricultural traffic impact on soil, Journal of Terramechanics, 42, p.p. 259-280, 2005.
- [42] Republički statistički zavod: Statistički godišnjak Srbije, 2005.
- [43] Republički hidrometeorološki zavod, Odeljenje za agrometeorologiju: Agrometeorološki uslovi u proizvodnoj 2004/2005. godini, na teritoriji Republike Srbije., Beograd, 2005.
- [44] Savin L.: Uticaj traktora različitih kategorija na promene u zemljištu, Poljoprivredni fakultet, Magistarska teza, Novi Sad, 1999.
- [45] Savić M., Malinović N., Nikolić R. i sar: Podrivači i podirivanje zemljišta, Monografija, Institut za poljoprivrednu tehniku, poljoprivredni fakultet Novi Sad, 1983.
- [46] Savić M., Malinović N.: Problemi osnovne obrade zemljišta u različitim uslovima rada, V tematsko savetovanje, Osnovna obrada i predsetvena priprema, Zrenjanin. Zbornik radova, Aktuelni zadaci meh. poljop.proizvodnje SOUR-a IPK Servo Mihalj, Zrenjanin, 1977.
- [47] Spoor G., Godwin R.: An Experimental Investigation into the Deep Loosening of Soil by Rigid Tines, Transactions of the ASAE, p.p. 23-29, Michigan, USA, 1978.
- [48] Soane B.D.: Traction and Transport Systems as related to Cropping Systems, Proc. Intern. Conf. on Soil Dynamics, Vol. 5, 863-935, 1985.
- [49] Taylor J.H.: Effect of Total Load on Subsurface Soil Compaction, Transp. of the ASAE, Vol. 23 (3), 1980.
- [50] Vučić N.: Higijena zemljišta, Vojvodanska Akademija nauka i umetnosti, Novi Sad, 1992.
- [51] <http://www.deere.com/specsapp/CustomSpecificationServlet>
- [52] Kolčar D., Foto dokumentacija stanja parcela O.D. Krnješevci, Zemun Polje, 2008.
- [53] Vasić G., et. al.: Pedološka studija zemljišta Instituta za kukuruz, O.D. Krnješevci, Sveska II, str.1-135., Beograd, 1991.

Rad je rezultat istraživanja u okviru realizacije Projekta: "Efekti primene i optimizacije novih tehnologija, oruđa i mašina za uređenje i obradu zemljišta u biljnoj proizvodnji", evidencioni broj TR 20092, kada finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

## THE TECHNICAL-TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE APPLIANCE OF NEW TYPES OF MACHINES AND TOOLS FOR THE ARRANGEMENT OF SOIL'S DEPTH AND SURFACE

**Đuro Ercegović, Dragiša Raičević, Đukan Vukić, Mićo V. Oljača,  
Rade Radojević, Miloš Pajić, Kosta Gligorević**

*Faculty of Agriculture - Belgrade, Zemun  
erceg@agrif.bg.ac.rs*

**Abstract:** Soils with heavy mechanical type of composition demand a cultivation system that ensures preservation of natural potential and fertility resources. This system must also prevent degrading processes and ensure an optimal water motion within the soil, with an optimal usage of energy and labor.

In Serbia there are over 0.4 million hectares of soil with heavy mechanical type of composition, and over 0.1 million hectares of diversely damaged soil. Every year, during different degrading actions, another 1000 hectares of soil are damaged.

Agricultural machinery for tillage of the soils with heavy mechanical composition and damaged soils should fulfill the basic demands: arrangement of the soil's surface and depth, preservation of the soil's biological system, regulation of the water and air system, thus enabling an efficient irrigation, conservation of the natural humidity, ensurance of an efficient irrigation, perservance of the natural moisture, ensurance of a rational consumption of energy, labor and resources for the defined structure and level of agricultural production.

Researches that are conducted by the Institute of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia, and the Institute of Corn, Zemun Polje, Serbia, are set to determine the technical, technological and economic aspects of the appliance of new types of machines and tools for the arrangement of soil's depth and surface. These new types of machines include: universal soil arrangement machine USM-5, drainage plough DP-4 and vibratory subsoiler VR-5, applied on the degraded chernosem soil type and on the marsh soil type (parcel Tab. XVII, heavy mechanical type of composition, damaged and unfavorable water and air conditions), on the location of an experimental property of the Institute of Corn in Krnješevci, Serbia.

Basic characteristics of the soil are determined, control parcels are defined and marked, new technology and machines for soil's surface and depth arrangement are applied. Specific technical and technological parameters were measured during the work of new machine types.

**Key words:** *Arrangement of the soil's surface and depth, Degraded chernosem, Marsh soil type, Universal soil arrangement machine, Drainage plough, Vibratory subsoiler.*