



UDK: 631.319

UTICAJ JESENJE OBRADJE NA SABIJANJE TEŠKIH ZEMLJIŠTA

**Rade Radojević, Dragiša Raičević, Mićo V. Oljača,
Kosta Gligorijević, Miloš Pajić**

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Sabijenost zemljišta prouzrokovana saobraćajem teških vozila i mašina rezultira kvarenje strukture zemljišta, u gornjem (površinskom) i donjem (dubokom) sloju zemljišta.

Promene u poljoprivrednoj tehnici su bile velike zadnjih decenija. Intenzitet obrade se povećavao ili smanjivao u zavisnosti od lokalnih okolnosti, ali u svim slučajevima je trend stalnog povećanja snage traktorskog motora i osovinskog opterećenja mašina. Povećanje opterećenja prouzrokuje oštećenje strukture zemljišta, koje povećava rizik od erozije zemljišta i povećava potrošnju energije za obradu.

U radu su prikazani rezultati istraživanja korišćenja sredstava mehanizacije poljoprivrede u jesenjoj obradi teških zemljišta. Prikazani su parametri sabijanja ritske crnice.

Otpor penetracije ili zemljišni indeks konusa (CI) je meren za kvantitativno određivanje nivoa sabijenosti zemljišta.

Ključne reči: jesenja obrada, sabijanje zemljišta, ritska crnica, traktori točkaši.

1. UVOD

Problemi degradacije zemljišta, kao rezultat sabijanja tokom biljne proizvodnje, su danas prepoznatljivi sa mnogo širim uticajem nego samo na pitanja rasta i prinosa useva. Neka dejstva u zemljištu mogu biti kumulativna i dugotrajna i mogu prouzrokovati ozbiljne promene u kvalitetu okruženja kroz brojne mehanizme.

Zemljište je trofazni sistem i pogodno je za proizvodnju biljnih vrsta ako sadrži 50 % zemljišnih čestica, 25 % vode i 25 % vazduha, pri čemu se sadržaj vode i vazduha stalno menja. Pod uticajem opterećenja smanjuje se ukupna zapremina uzrokujući sabijenost zemljišta. Kako su zemljišne čestice i voda relativno nestišljivi, sabijanje prouzrokuje reorganizaciju zemljišnih čestica i smanjuje zapreminu vazduha.

Sabijenost zemljišta prouzrokovana saobraćajem teških vozila i mašina rezultira kvarenjem strukture zemljišta, u gornjem (površinskom) i donjem (dubokom) sloju zemljišta. Sabijanje zemljišta nije uzrokovano samo statičkim naponom već i dinamičkim silama, koje su rezultat vibracija pogonskih i priključnih mašina i oruđa, kao

i klizanjem hodnog mehanizma. Zbog dinamičkog opterećenja fizičke osobine zemljišta, kao distribucija veličina pora i kontinuitet pora su negativno promenjene, smanjujući propustljivost za vazduh i vodu.

Promene u poljoprivrednoj tehnici su bile velike zadnjih decenija. Intenzitet obrade se povećavao ili smanjivao u zavisnosti od lokalnih okolnosti, ali u svim slučajevima je trend stalnog povećanja snage traktorskog motora i osovinskog opterećenja mašina. Povećanje opterećenja prouzrokuje oštećenje strukture zemljišta, koje povećava rizik od erozije zemljišta i povećava potrošnju energije za obradu. Savremene poljoprivredne mašine omogućavaju smanjenje troškova rada i izvršenje radnih operacija u preciznim rokovima. Kao protivmera povećanju težine velikih mašina razvijeni su niskopritisni pneumatici, koji pomažu održavanje konstantnog pritiska na površinu zemljišta i površinskog napona.

Pri konvencionalnoj osnovnoj obradi zemljišta oranjem, jednom ili dva puta godišnje se ore na punu dubinu oraničnog sloja (20-35 cm). To dovodi do posebnog problema sabijanja mnogih obradivih zemljišta kroz stvaranje sabijenog sloja ispod radne dubine pluga, kada se dva točka traktora kreću po dnu brazde. Ovaj sabijeni sloj se anulira periodičnim podrivanjem, koje poboljšava lošu makro strukturu zemljišta, ali retko popravlja mikro strukturu, pri čemu kretanje traktora pri narednoj obradi brzo ponovo sabija zemljište.

Sabijanje zemljišta može uticati na biljnu proizvodnju promenom bitnih osobina zemljišta, naročito zapreminske mase, distribucije veličine zemljišnih agregata i kontinuiteta pora. Dalje, ove promene utiču na infiltraciju, drenažu, pristupačnost vode, aeraciju, rasprostiranje korena i usvajanje hraniva, a svi mogu direktno biti povezani sa biljnom proizvodnjom. Za adekvatan opis uticaja sabijenosti zemljišta na biljnu proizvodnju, neophodno je opisati i razumeti promene u zemljištu prouzrokovane kretanjem sredstava mehanizacije poljoprivrede.

2. MATERIJAL I METOD RADA

2.1. Mesto ispitivanja

Eksperimentalna ispitivanja su izvršena na površinama PKB Korporacije - Beograd, gazdinstvo "Padinska Skela", R.J. "Biljna proizvodnja", Padinska Skela, na parceli broj 18, površine 40 ha, tip zemljišta - ritska crnica.



Sl. 1. Uslovi ispitivanja

Planirana kultura je šećerna repa.

Plodored na eksperimentalnoj parceli:

1. lucerka, do 2003. godine,
2. kukuruz silažni, 2003/04. godine,
3. pšenica, 2004/05. godine i
4. šećerna repa, 2005/06.

U tabeli 1 su prikazane radne operacije sa obimom radova, pogonskim i priključnim oruđima i mašinama, i sa rokovima izvršenja.

Tab. 1. Izvedene radne operacije u jesenjoj obradi 2005. godine

Radna operacija	Obim rada	Pogonska mašina	Priključno oruđe i mašina	Rok izvršenja
Ljuštenje strnjišta	40 ha	MF - 8160	Tanjirača Tara-36	06.08.-12.08.05.
Rasturanje stajnjaka	5410 t/40 ha	Landini - Ghibli	Zmaj	12.08.-29.09.05.
Oranje na 30-35 cm	40 ha	MF - 8160	Plug MF - 715	14.08.-10.10.05.
Tanjiranje	20 ha+20 ha	MF - 8160	Tanjirača Tara-36	29.09. i 16.11.05.
Ravnanje parcele	40 ha	MF - 8160	Ravnjač Pobeda	27.10.-28.10.05.
Krtična drenaža	40 ha	MF - 8160	Krtični plug	01.11.05.
Rasturanje min.đubriva	6360 kg/40 ha	Landini Ghibli	RVC	17.11.05.
Preoravanje	40 ha	Landini Legend Same Titan	Kuhn 121 Kuhn 121	06.12.-09.12.05.

2.1.1. Osnovne karakteristike zemljišta

Utjecaj obrade zemljišta na sabijanje zemljišta, odnosno otpor penetracije, ispitivan je na zemljištu tipa ritska crnica. Ispitivani varijetet ritske crnice je sa dubokim humusno-akumulativnim horizontom, do dubine od 100 cm. Iluvijalni horizont sa CaCO_3 u inicijalnom procesu oglejavanja je do dubine od 100 cm. U tabeli 2 je prikazan mehanički sastav, u tabeli 3 osnovne fizičke osobine, a u tabeli 4 osnovne hemijske osobine ispitivanog zemljišta.

Tab. 2. Mehanički sastav i teksturna klasa

Horizont	Dubina cm	Krupan pesak >0,2 mm	Sitan pesak 0,2-0,02 mm	Prah 0,02-0,002 mm	Koloidna glina <0,002 mm	Fizički pesak >0,02 mm	Fizička glina <0,02 mm	Teksturna klasa zemljišta
A _h	0-20	0.00	24.90	33.20	41.90	24.90	75.10	Glinuša
A _h	30-50	0.00	25.30	35.40	39.30	25.30	74.10	Glin. ilov
GB _{Ca}	80-100	0.00	23.10	38.60	38.60	23.10	76.90	Glin. ilov.
CG	100-140	0.00	32.90	32.90	32.20	32.10	67.10	Glin. ilov.

Tab. 3. Osnovne fizičke osobine

Horizont	Dubina cm	Specifična masa g/cm ³	Zapreminska masa g/cm ³	Ukupna poroznost % vol	Kapacitet za vazduh % vol	Retenci- oni kapacitet % vol	Trenutna vlaga % vol	Fiziološki korisna vlaga % vol
A _h	0-20	2.68	1.315	51.12	8.42	42.70	21.75	20.95
A _h	30-50	2.68	1.315	51.12	8.92	42.20	21.92	20.91
GB _{Ca}	80-100	2.70	1.339	50.74	7.94	42.80	22.01	20.79
CG	100-140	2.70	1.339	50.74	9.34	41.40	21.25	20.15

Tab. 4. Osnovne hemijske osobine

Horizont	Dubina cm	CaCO ₃ %	pH u H ₂ O	Humus %	Adsorptivni kompleks			
					Y ₁ ccm	S m. ekv.	T m. ekv.	V %
A _h	0-20	0.00	7.60	5.40	3.49	39.91	42.17	94.64
A _h	30-50	0.00	7.20	5.10	2.05	33.30	34.63	96.15
GB _{Ca}	80-100	0.00	7.20	-	1.71	30.00	31.71	94.60
CG	100-140	4.98	7.80	-	-	-	-	-

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

2.1.2. Meteorološki uslovi

Srednje mesečne temperature i količine mesečnih padavina od 2002.-2005. godine, za područje Beograda, prikazani su u tabeli 5.

Tab. 5. Meteorološki uslovi za područje Beograda

Mesec	Srednje mesečne temperature vazduha (°C)				Količina mesečnih padavina (mm)			
	2002.	2003.	2004.	2005.	2002.	2003.	2004.	2005.
Januar	1.2	0.3	-0.3	1.7	15.1	62.9	93.5	52.1
Februar	8.5	-2.1	3.6	-1.3	14.0	26.5	29.4	84.2
Mart	10.3	7.1	7.7	5.8	14.8	11.4	18.9	33.9
April	12.1	12.1	13.1	12.6	53.7	23.1	71.7	54.6
Maj	20.1	21.5	16.0	17.7	20.9	39.5	63.3	47.4
Jun	22.9	25.0	20.6	20.3	79.6	33.4	113.8	95.1
Jul	24.3	23.1	23.1	22.6	60.7	111.8	94.6	91.4
Avgust	22.2	25.6	22.0	20.6	106.8	6.4	89.3	144.3
Septembar	17.4	17.8	17.2	18.5	51.9	57.6	45.0	54.1
Oktobar	13.2	10.8	15.1	12.9	88.3	115.2	32.9	28.6
Novembar	10.6	9.2	7.6	6.7	35.8	23.4	129.5	23.5
Decembar	1.3	2.8	3.7	3.3	52.8	36.7	50.3	78.8
Σ					594.4	547.9	832.2	734

Meteorološki podaci ukazuju da je jesen 2005. godine bila suvlja i toplija od proleća. Temperatura vazduha tokom jeseni je bila u okviru proseka. Količina padavina je bila najveća u avgustu. Sve ovo meteorološke uslove u jesen 2005. godine svrstava u uticajne faktore za izvođenje radnih operacija, a time i sabijanje zemljišta.

2.2. Korišćena sredstva poljoprivredne mehanizacije

U navedenim operacijama jesenje obrade zemljišta korišćen je traktor MF - 8160 u agregatu sa plugom MF - 715 i tanjiračom OLT Tara - 36, čije su osnovne tehničko-eksploatacione karakteristike prikazane u tabelama 6 i 7.

Tab. 6. Osnovne tehničko - eksploatacione karakteristike ispitivanog traktora MF - 8160

Tip traktora	Efekt. snaga (kW)	Kategorija traktora (kN)	Masa traktora bez balasta (kg)			Masa traktora sa balastom (kg)			Pneumatici	
			Prednji most	Zadnji most	Ukupno	Prednji most	Zadnji most	Ukupno	Prednji	Zadnji
4x4 S	147	40	3580	4340	7920	4000	7200	11200	480/70-30	620/70-42

Tab. 7. Osnovne tehničko - eksploatacione karakteristike ispitivanih priključnih oruđa

T i p	Potrebna kategorija traktora (kN)	Masa (kg)	Broj radnih tela	Radni zahvat (m)
Plug MF - 715	40	1430	4/5	1.5-2
Tanjirača OLT - Tara 36	40	1430	36	4.5

2.3. Merenje parametara FMO

Definisani su uslovi i posledice pojava oštećenja zbog prekomernog pritiska hodnih sistema na zemljište.

Primenjene terenske metode ispitivanja podeljene su u dve faze :

Prvom fazom se mogu obuhvatiti metode koje su upotrebljene da bi se dobila obaveštenja o najvažnijim opštim odlikama zemljišta navedene lokacije;

Druga faza terenskih metoda obuhvata metode kojima su registrovane promene fizičko-mehaničkih osobina, nastale prelaskom hodnih sistema traktora preko površine zemljišta. U toku ispitivanja određen je pored ostalih parametara, i otpor penetracije, u zavisnosti od vlažnosti zemljišta i dubine.

Postupkom merenja sa ručnim penetrometrom, (*Ejkelkamp* Hand Penetrometar, Set A, merni opseg 10 MPa), obuhvaćene su penetrometerske karakteristike negaženih i gaženih površina zemljišta. Ova merenja su bila u serijama od deset ponavljanja, na dubinama od 5 -10 -15 -20 - 30 - 40 cm , na predviđenim mernim mestima.

U toku ispitivanja praćen je tehnološki proces obrade zemljišta, odnosno posledice kretanja hodnih sistema traktora sa priključnim oruđima i mašinama za obavljanje operacija jesenje obrade zemljišta. Promene osobina zemljišta gaženjem, proučene su pre i po obavljenim operacijama. Penetrometrom je meren otpor penetracije na tragovima točkova traktora, kada se kreću u brazdi i van brazde, kao i pored tragova na negaženom zemljištu.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Vrednosti otpora penetracije u operaciji oranja

U tabeli 8 su prikazane srednje vrednosti karakteristika negaženog zemljišta pred oranje traktorsko-mašinskim agregatom u sastavu: traktor MF - 8160 i plug MF - 715, na zemljištu tipa ritska crnica.

Srednje vrednosti parametara gaženja na negaženom i na tragovima točkova traktora MF-8160 pri oranju na dubini od 35 cm prikazane su u tabeli 9.

Tab. 8. Srednje vrednosti karakteristika negaženog zemljišta pred oranje

Dubina cm	Sadržaj vode %	Zapreminska masa g/cm ³	Ukupna poroznost %	Otpor penetracije MPa
0-5	24.00	1.317	50.48	0.91
5-10	23.00	1.327	50.11	1.44
10-15	21.63	1.343	49.51	2.00
15-20	23.44	1.366	48.64	2.81
20-30	21.80	1.399	47.40	3.60
30-40	20.65	1.414	46.23	5.55

Tab. 9. Srednje vrednosti parametara gaženja na negaženom i na tragovima točkova traktora MF-8160 pri oranju na dubini od 35 cm

Dubina (cm)	Sadržaj vode (%)	Zapreminska masa (g/cm ³)	Otpor penetracije pre oranja (MPa)	Otpor penetracije iza točka na ledini (MPa)	Otpor penetracije u brazdi (MPa)	Otpor penetracije iza točka u brazdi (MPa)
0-5	24.00	1.317	0.91	1.35	1.10	1.57
5-10	23.00	1.327	1.44	1.88	2.20	2.74
10-15	21.63	1.343	2.00	2.52	3.52	4.13
15-20	23.44	1.366	2.81	4.20	5.41	5.96
20-30	21.80	1.399	3.60	4.67	4.31	4.35
30-40	20.65	1.414	5.55	6.52	6.96	7.33

Ispitivanje sabijanja zemljišta ritske crnice, pri oranju, obavljeno je do dubine od 40 cm. Efekti sabijanja zemljišta dobijeni su poređenjem parametara gaženog i negaženog zemljišta, pri sadržajima vode do 40 cm u intervalu od 24 - 20,65 %. Sabijanje zemljišta uslovalo je promene vrednosti otpora penetracije i ostalih parametara. Kod negaženog zemljišta srednje vrednosti otpora penetracije bile su u intervalu od 0,91-5,55 MPa, na ledini je interval od 1,35-6,52 Mpa, a u brazdi od 1,57-7,33 MPa.

U tabeli 10 je prikazan procenat povećanja otpora penetracije iza točka na ledini, iza točka u brazdi i iza točka u brazdi u odnosu na zemljište pre oranja.

Tab. 10. Procenat povećanja otpora penetracije pri oranju

Dubina (cm)	Sadržaj vode (%)	% porasta otpora penetracija iza točka na ledini	% porasta otpora penetracija iza točka u brazdi	% porasta otpora penetracija iza točka u brazdi i pre oranja
0-5	24.00	48.35	42.73	72.53
5-10	23.00	30.56	24.55	90.28
10-15	21.63	26.00	17.33	106.50
15-20	23.44	49.47	10.17	112.10
20-30	21.80	29.72	00.93	20.83
30-40	20.65	17.48	05.32	32.07

Najveće povećanje otpora penetracije, pri oranju, iza točka na ledini je bilo na dubini od 0-5 cm, i iznosilo je 148,35 %, i na dubini od 15-20 cm, gde je iznosilo 149,47 %. Procenat porasta otpora penetracije iza točka u brazdi je najveći na dubini od 0-5 cm, u iznosu od 142,73 %. Ako se posmatraju povećanja iza točka u brazdi i pre oranja na dubini od 15-20 cm to povećanje je iznosilo čak 212,10 %.

3.2. Vrednosti otpora penetracije u operaciji tanjiranja

U tabeli 11 su prikazane srednje vrednosti karakteristika negaženog zemljišta pred tanjiranje traktorsko-mašinskim agregatom u sastavu: traktor MF - 8160 i tanjirača OLT Tara - 36, na zemljištu tipa ritska crnica.

Srednje vrednosti parametara gaženja na negaženom i na tragovima točkova traktora MF-8160 pri tanjiranju prikazane su u tabeli 12.

Tab. 11. Srednje vrednosti karakteristika negaženog zemljišta pred tanjiranje

Dubina cm	Sadržaj vode %	Zapreminska masa g/cm ³	Ukupna poroznost %	Otpor penetracije MPa
0-5	24.54	1.291	51.41	0.42
5-10	24.22	1.295	51.31	0.83
10-15	23.05	1.299	51.16	1.61
15-20	23.00	1.302	51.05	1.82
20-30	23.00	1.313	50.63	3.14
30-40	21.44	1.414	46.23	5.13

Tab. 12. Srednje vrednosti parametara gaženja na negaženom i na tragovima točkova traktora MF-8160 pri tanjiranju

Dubina (cm)	Sadržaj vode (%)	Zapreminska masa (g/cm ³)	Otpor penetracije pre tanjiranja (MPa)	Otpor penetracije iza levog točka (MPa)	Otpor penetracije iza desnog točka (MPa)
0-5	24.54	1.398	0.42	1.70	2.00
5-10	24.22	1.405	0.83	2.64	2.68
10-15	23.05	1.421	1.61	3.00	3.03
15-20	23.00	1.508	1.82	4.00	4.00
20-30	23.00	1.554	3.14	4.40	4.40
30-40	21.44	1.579	5.13	5.75	5.85

Ispitivanje sabijanja zemljišta ritske crnice pri tanjiranju obavljeno je do dubine od 40 cm. Efekti sabijanja zemljišta dobijeni su poređenjem parametara gaženog i negaženog zemljišta, pri sadržajima vode do 40 cm u intervalu od 24.54-21,44 %. Sabijanje zemljišta uslovalo je promene vrednosti otpora penetracije i ostalih parametara. Kod negaženog zemljišta srednje vrednosti otpora penetracije bile su u intervalu od 0,42-5,13 MPa, iza levog točka je interval od 1,70-5,75 Mpa, a u iza desnog točka od 2,00-5,85 MPa.

U tabeli 13 su prikazani procenti povećanja otpora penetracije pri tanjiranju iza levog i desnog točka u odnosu na stanje zemljišta pre tanjiranja.

Tab. 13. Procenat povećanja otpora penetracije pri tanjiranju

Dubina (cm)	Sadržaj vode (%)	Otpor penetracije pre tanjiranja (MPa)	Otpor pene- tracije iza levog točka (MPa)	% porasta otpora pene- tracija iza levog točka	Otpor pene- tracije iza desnog točka (MPa)	% porasta otpora penetracija iza desnog točka
0-5	24.54	0.42	1.70	404.76	2.00	476.19
5-10	24.22	0.83	2.64	318.07	2.68	322.89
10-15	23.05	1.61	3.00	186.34	3.03	188.20
15-20	23.00	1.82	4.00	219.78	4.00	219.78
20-30	23.00	3.14	4.40	140.13	4.40	140.13
30-40	21.44	5.13	5.75	112.09	5.85	114.04

Najveće povećanje otpora penetracije pri tanjiranju iza levog točka je bilo na dubini od 0-5 cm, i iznosilo je 404.76 %, i na dubini od 5-10 cm, gde je iznosilo 318.07 %. Procenat porasta otpora penetracije iza desnog točka je najveći na dubini od 0-5 cm, u iznosu od 476.19 %. Ako se posmatraju povećanja iza točka u brazdi i pre oranja na dubini od 5-10 cm to povećanje je iznosilo čak 322.89 %.

4. ZAKLJUČAK

Ispitivanjem sabijanja zemljišta tipa ritske crnice (Padinska skela - Beograd) u jesenjoj obradi utvrđeno je povećanje otpora penetracije pri svim radnim operacijama obrade zemljišta, a naročito je izražen porast pri tanjiranju.

Uočene su veće promene sabijanja zemljišta u delu profila do dubine od 20 cm, koji je posebno izložen promenama uslovljenim sabijanjem zemljišta.

Sve navodi na zaključak o potrebi permanentnih daljih istraživanja pojave sabijenih zona, kao elementarnog uslova za očuvanje plodnosti zemljišta.

Kretanje traktora po parceli i obavljanje radnih operacija treba ograničiti pri velikoj vlažnosti zemljišta jer se štetne promene, nastale sabijanjem zemljišta, mogu imati posledice dugo godina, ili mogu biti i permanentne.

Primenom konzervacijskih sistema obrade se minimizira kretanje traktora po parceli, a time i pojava sabijanja zemljišta.

Primena sistema kontrolisanog kretanja limitira kretanje traktora po stalnim tragovima, čime se smanjuje nepotrebno gaženje.

Smanjenje osovinskog opterećenja, upotreba radijalnih pneumatika sa određenim pritiskom, i upotreba udvojenih pneumatika može smanjiti sabijenost zemljišta.

Kada se merenjem sabijenosti ustanovi uticaj kretanja traktora po parceli, podiranjem se može sabijeni sloj zemljišta razbiti. Podiranjem se minimalno narušava površina zemljišta, već je aktivnost usmerena na zonu razvoja biljaka.

Ispitivanje elemenata sabijanja zemljišta treba obaviti i u ostalim radnim operacijama tehnologije proizvodnje useva, odnosno pri korišćenju i drugih sredstava poljoprivredne mehanizacije.

LITERATURA

- [1] 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, broj 1, Beograd, 2005, 1-8.
- [2] Oljača, M.: Uticaj hodnih sistema traktora na sabijanje zemljišta ritova, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, doktorska disertacija, Beograd, 1993.
- [3] Nikolić, R i saradnici: Istraživanje uzroka, posledica i mera za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta, Monografija, Novi Sad, 2002.
- [4] 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, 1996, 396-404.
- [5] Yavuzcan, H.G., Matthies, D., Auernhammer, H.: Vulnerability of Bavarian silty loam soil to compaction under heavy wheel traffic: impact of tillage method and soil water content, Soil & Tillage Research, 84, 2005, 200-215.
- [6] 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, 2005, 161-171.

- [7] Raper, R.L.: Agricultural traffic impact on soil, *Journal of Terramechanics*, 42, 2005, 259-280.
- [8] Raičević, D., Radojević, R., Oljača M.: Investigations on the relationship between shear stress and load in hidromorphic black soil under field conditionst. Review of research work at the faculty of agriculture, Vol. 37, No. 2, Belgrade, 1992, 161-167.
- [9] 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, 1997, 18-41.
- [10] Savin, L.: Uticaj traktora različitih kategorija na promene u zemljištu, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, magistarska teza, Novi Sad, 1999.
- [11] Republički statistički zavod: Statistički godišnjak Srbije 2004.
- [12] Republički statistički zavod: Statistički godišnjak Srbije 2005.
- [13] Republički hidrometeorološki zavod, Odeljenje za agrometeorologiju: Agrometeorološki uslovi u proizvodnoj 2004/2005. godini na teritoriji Republike Srbije, Beograd, 2005.

AUTUMN TILLAGE EFFECTS ON SOIL COMPACTION IN HEAVY MARSH SOIL

**Rade Radojević, Dragiša Raičević, Mičo V. Oljača,
Kosta Gligorijević, Miloš Pajić**

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: Soil compaction caused by traffic of heavy vehicles and machinery results in soil structure deterioration, both in the topsoil and in the subsoil.

Changes in agricultural production technique have been dramatic over the past few decades. Tillage intensity has increased or decreased depending on local circumstances, but in all cases there has been a steady upward trend in tractor power and machinery axle load. Increased loads are causing damage to the structure of the soil. This damage has increased the risk of soil erosion and raised the energy demand for cultivation.

In this paper using of agricultural mechanization are presents, in heavy soil autumn tillage. Parameters of compaction marsh soil are rewieved.

Penetration resistance or soil cone index was measured to quantify the level of soil compaction.

Key words: *autumn tillage, soil compaction, marsh soil, wheel tractors.*