

**UREĐENJE PREVLAŽENIH ZEMLJIŠTA
TEŠKOG MEHANIČKOG SASTAVA PO DUBINI
SUBSURFACE MANAGEMENT OF WET HEAVY SOILS**

Rade Radojević, Đuro Ercegović, Kosta Gligorević, Miloš Pajić¹
¹Poljoprivredni fakultet, Beograd, Nemanjina, 6.
E-mail: rade@agrif.bg.ac.rs

SAŽETAK

Krtična drenaža, na odgovarajućem zemljištu i ispravno izvedena može da pomogne u smanjenju problema prevlaživanja. Iako površinska drenaža može da poboljša situaciju uklanjanjem suvišne površinske vode, u većini slučajeva zemljišni profil treba da bude dreniran, tako da usevi mogu da ostvare svoje potencijale i da se, smanje štete od gaženja i sabijanja.

Krtični drenovi ne uklanjaju podzemnu vodu, ali uklanjaju vodu koja dolazi sa površine zemljišta. Zemljište bi trebalo da ima sadržaj od 30 do 35% gline da bi se osigurala dugotrajnost krtičnih kanala.

Teška zemljišta, sa niskim stopama premeštanja zemljišne vode, zahtevaju manja rastojanja (2-6 m) sistema drenova za obezbeđivanje dovoljnog kretanja vode za kontrolu efekta zaslanjivanja - prevlaživanja na luceristima.

Uređenje voda je kritično za optimalnu proizvodnju lucerke, gde stres suše najčešće dovodi do gubitaka proizvodnje, kao što i višak vode dovodi do smanjenja prinosa, odnosno gubitaka.

Ključne reči: teška zemljišta, drenaža, prevlaživanje, krtični plug, lucerka.

1. UVOD

Glavni zahtevi koji se postavljaju pred poljoprivredu današnjice su ostvarenje veće ekonomičnosti, manje negativnog uticaja na životnu sredinu i proizvodnja zdravstveno bezbedne i što kvalitetnije hrane. Razvoj tehnike, a posebno ICT (informacijsko komunikacijskih tehnologija) omogućili su nova rešenja i u oblasti poljoprivredne mehanizacije (Martinov, et al, 2005).

Konkurentnost i ekološka prilagođenost su cilj današnje poljoprivrede. Poboljšanje ekološke prilagođenosti izaziva povećanje troškova i samim tim u suprotnosti je sa konkurentnošću. Nasuprot tome obrada zemljišta nudi višestruke mogućnosti za smanjenje troškova (poboljšanje konkurentnosti) i istovremeno mogućnost doprinosa u ekološkoj obradi zemljišta (Dutzi, 2001).

Ekološka primarna poljoprivredna proizvodnja je neophodna, zbog očuvanja zemljišta, eko-sistema i proizvodnje zdrave hrane. Preventivne mere u zaštiti useva od spoljnih uticaja su prvi korak eko-proizvodnje. Prelazak sa konvencionalnih na nove tehnološke postupke u

primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji treba da je postupan, uz obavezno prisustvo struke i istraživačkog rada (Malinović i Mehandžić 2006).

Intenzifikacija u tehnologiji gajenja ratarskih kultura ograničena je pokazateljima produktivnosti i ekonomske efektivnosti. Tržišna cena primarnih proizvoda je niska sa tendencijom padanja. Obrt uloženog kapitala u proizvodnju je spor, a ostvarena dobit mala. To su razlozi da se tehnika i tehnologija proizvodnje ratarskih kultura razvija kroz: primenu visoke tehnologije obrade i setve i primenu novih rešenja mašina za redukovanu obradu i direktnu setvu, bez obrade (Malinović et al, 2005).

S obzirom na to da se zemljište u poljoprivrednoj proizvodnji intenzivno koristi, potrebno je primenjivati takve mere koje će održavati i poboljšavati fizičko-mehaničke i biohemijske osobine, kao i hranidbeni potencijal. Tipovi zemljišta koji su posebno skloni degradaciji i na koje posebno treba obratiti pažnju su zemljišta teškog mehaničkog sastava. Ovakvih zemljišta u Srbiji ima na oko 400.000 ha, od kojih oko 350.000 ha nalazi se u Vojvodini.

Krtična drenaža je dosta korišćena na uređenju prevlaženih teških zemljišta za poboljšanje produktivnosti.

1.1. Zemljišta teškog mehaničkog sastava

U Srbiji, od zemljišta teškog mehaničkog sastava, najviše su zastupljeni tipovi i podvarijetati ritske i livadske crnice.

Ogled je postavljen na zemljištu tipa ritska crnica (humoglej). To je hidromorfno zemljište, koje karakteriše povremeno ili trajno zasićenje vodom. Pripada klasi glejnih zemljišta sa tipom profila A–G. Obrazuje se u rečnim dolinama (Tise, Dunava, Save, Begeja, Morave) i u depresijama, gde je relativno nizak nivo podzemne vode, koja može da dođe do same površine terena. Matični supstrat čine transportni sedimenti – aluvijalni nanosi pretežno težeg mehaničkog sastava, pretaloženi les i eolski pesak. Na plavnim terenima se poplavnom vodom nanosi mulj, što doprinosi obrazovanju molično-akvatično-humusno akumulativnog horizonta. Najveći deo ritskih crnica je težeg mehaničkog sastava sa nepovoljnim vodno-vazdušnim osobinama. Hemijska svojstva su povoljna, sa sadržajem humusa 3–6%, visokim kapacitetom adsorpcije i visokim stepenom zasićenosti bazama, pretežno jonom kalcijuma. U prirodnim uslovima preovlađuje period u kojem je zemljište vlažno i anaerobno, što uzrokuje njegovu malu produktivnost. Međutim, na površinama na kojima su obavljene hidrotehničke melioracije (sprečavanja poplava i snižavanja nivoa podzemnih voda) odvija se intenzivna proizvodnja.

Ritska zemljišta sa stanovišta potreba i zahteva biljaka poseduju veoma nepovoljne fizičke osobine: težak mehanički sastav, malu ukupnu poroznost, znatne vrednosti otpora penetracije, veoma nepovoljne vodno-vazdušne i toplotne osobine, slabu propustljivost za vodu kao i veliki mehanički otpor pri obradi. Navedene osobine uzrokuju i veoma kratak rok za obradu. Zato je održavanje oranica ritskih crnica u odgovarajućem stanju složeno, pa njihova obrada predstavlja specifičan problem. Najveće štete mogu da nastanu gaženjem zemljišta u vlažnom stanju hodnim sistemima teških mašina.

Rezultate eksploatacionog ispitivanja traktora u osnovnoj obradi zemljišta predočavaju Mileusnić et al, (2003 i 2004), kao i varijante obrade zemljišta oranjem i podirvanjem (Mileusnić, et al, 2007).

Obradom teških zemljišta bave se u svojim istraživanjima Raičević et al, (2005) i Radojević et al, (2006 i 2007).

Primenu redukovane tehnologije na teškom ilovasto - glinovitom zemljištu u svom radu opisuje Nozdrovický (2007).

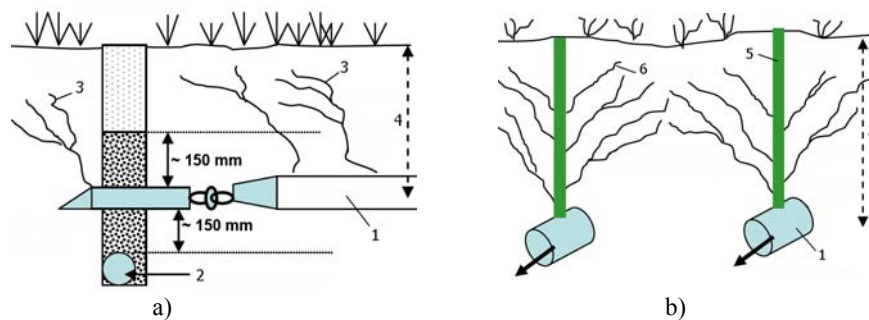
Malinović et al, (2007) upoređuju rezultate konvencionalne sa varijantama konzervacijske obrade i setve pšenice.

1.2. Oruđa za uređenje zemljišta po dubini

Krtičnu drenažu izvodimo za odvođenje vode sa površine zemljišta ali i iz gornjih zemljišnih slojeva, gde je došlo do zadržavanja vode. Krtičnim plugom formira se krtični dren, bez kopanja (zatvoren sistem).

Dejstvom krtičnog pluga formira se kanal u sloju profila sa specifičnim sadržajem gline, a pored toga stvaraju se pukotine zemljišnog profila, usmerene nagore, neposredno iznad krtičnog kanala (slika 1). Ove pukotine omogućavaju protok vode do krtičnog kanala. Na parceli, koja se obrađuje krtičnim plugom, zemljište mora biti homogeno. Često se krtična drenaža koristi u kombinaciji sa cevnom drenažom (slika 1 a), pri čemu je potrebno da krtični drenovi prolaze kroz porozno punjenje, pod pravim uglom u odnosu na cevnu drenažu, koje služi za skupljanje vode, koja dotiče iz drenova. Krtični drenovi moraju da imaju stalan pad u smeru toka i ne smeju da imaju naglih promena pada. Višak površinske vode prolazi kroz razriven sloj do krtičnih drenova, koji vode do otvorenih kanala.

Neki autori u radovima prikazuju uticaj krtične drenaže na teškim zemljištima kroz prinos žitarica (Ellis et al, 1984), kao i uticaj krtične drenaže na prinos soje i fizičke osobine teških, glinovitih zemljišta (Kumar and Koga, 1995). Hamilton-Manns et al, (2002) obrađuju upotrebu krtičnog pluga, pored drugih oruđa u nekonvencionalnoj obradi zemljišta, i uticaj na fizičke osobine zemljišta i prinos.



Sl. 1. Šema formiranja drena u uzdužnoj vertikalnoj ravni (a) i u poprečnoj vertikalnoj ravni (b)

1- krtični kanal, 2- cevna drenaža, 3,6- pukotine u zemljištu, 4- radna dubina, 5- prorez
Fig. 1. Formation of mole drain in the longitudinal vertical plane (a)
in the transversal vertical plane (b)

1 - mole channel, 2 - drainage pipe, 3,6 - cracks in the soil, 4 - working depth, 5 - slot

Jedan od više pravaca razvoja konstrukcije poljoprivredne tehnike za meliorativnu obradu i održavanje fizičko-mehaničkih osobina zemljišta obrazlaže u svom radu Raičević et al, (2003). Obrađivani su efekti korišćenja krtičnog pluga na fizičke osobine zemljišta (Chamen et al, 1994), uticaj različitih rastojanja krtičnih drenova na stanje vode u zemljištu (Rodgers, et al, 2003).

Chen et al, (1997) određuje vučni otpor krtičnog pluga, pri izvođenju krtične drenaže, na glinovitim zemljištima.

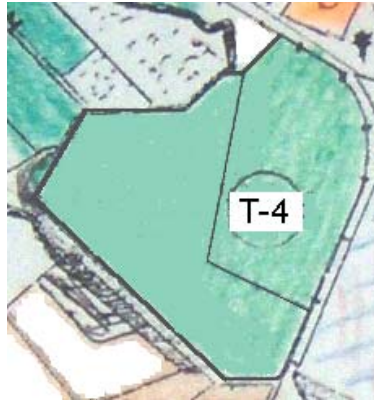
Uticaj krtične drenaže, kao oblika podzemne drenaže, na salinitet vertisola prikazuje Castanheira et al, (2009). Pобољшanje stabilnosti kanala krtične drenaže, radi smanjenja erozije zemljišta, adaptacijom nosača krtičnog pluga objašnjenju Christen and Spor (2001).

Široku upotrebu krtične drenaže potvrđuje i James, et al, (2007), kroz upotrebu krtične drenaže za uređenje zemljišta po dubini na sportskim terenima.

2. MATERIJAL I METOD

2.1. Mesto ispitivanja

Eksperimentalna poljska ispitivanja obavljena su na površinama PKB "Korporacije" - Beograd, gazdinstvo "Mladost", Jabučki Rit, na parceli T - 4 (slika 2), površine 57 ha, tip zemljišta - ritska crnica, sa mladom lucerkom. Ostvareni rezultati prinosa lucerke su poređeni sa prinosom na kontrolnoj parceli T - 8, površine 82 ha, tip zemljišta ritska crnica, sa mladom lucerkom.



Sl. 2. Šema ogledne parcele T - 4
Fig. 2. Plan view of T-4 experimental plot

2.2. Zemljišni uslovi

Uređenje zemljišta po dubini izvođenjem krtične drenaže, ostvareno je na parceli T - 4, na kojoj je zastupljeno hidromorfno zemljište podtipa: karbonantna ritska crnica, sa

karakterističnim svojstvima za ovaj tip zemljišta. U tabeli 1 prikazane su osnovne hemijske osobine ispitivanog zemljišta, a u tabeli 2 predočen je mehanički sastav.

Tab.1 . Rezultati agrohemijjskih ispitivanja zemljišta na parceli T - 4 (prosečne vrednosti)

Tab.1. Results agrochemical test plot of land at T - 4 (average)

Parcela Plot	CaCO ₃ %	pH u KCl	Humus %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g
T - 4 levo T - 4 left	1.47	5.65	2.36	10.9	29.3
T - 4 desno T - 4 right	2.41	6.51	2.16	12.9	23.6
T - 4 prosek T - 4 average	1.94	6.08	2.26	11.9	26.45

Vlažnost zemljišta bila je na dubini od 0-20 cm 21,35 %, 30-50 cm 23,72 %, 80 - 100 cm 24,26 % i na dubini od 100 - 140 cm 22, 18 %.

Tab. 2. Mehanički sastav zemljišta tipa ritska crnica

Tab. 2. Mechanical composition of the black soil type

Dubina Depth cm	Krupan pesak Coarse Sand >0,2 mm	Sitan pesak Fine sand 0,2-0,02 mm	Prah Silt 0,02-0,002 mm	Koloidna glina Colloidal Clay <0,002 mm	Fizički pesak Sand >0, 02 mm	Fizička glina Silt+Clay <0,02 mm
0-20	2.58	25.53	27.36	44.53	28.11	71.89
30-50	2.24	26.17	26.59	45.00	28.41	71.59
80-100	2.15	27.43	28.85	41.57	29.58	70.42
100-140	1.98	30.22	34.31	33.49	32.20	67.80

Po mehaničkom sastavu u akumulativno-humusnom sloju pripada glinama, sa procentom koloidne gline iznad 40%, a po dubini profila procenat koloidne gline se smanjuje do 33,49 %, te pripada ilovastim glinama.

2.3. Meteorološki uslovi

Srednje mesečne temperature i količine mesečnih padavina od 2002. do 2008. godine, za područje Beograda, prikazani su u tabeli 3.

Godina 2008. bila je ekstremno topla i u većem delu Srbije sušna.

Meteorološki podaci za područje Beograda ukazuju na to da je jesen 2008. bila suvlja i toplija od proleća. Temperatura vazduha tokom jeseni je bila iznad proseka. Količina padavina je bila najveća u martu i decembru.

Tab. 3. Meteorološki uslovi za područje Beograda
Tab. 3. Meteorological conditions for the area of Belgrade

Mesec Month	Srednje mesečne temperature vazduha (°C) Average monthly air temperature							Količina mesečnih padavina (mm) The amount of monthly rainfall						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Januar January	1.2	0.3	-0.3	1.7	-0.5	7.6	3.2	15.1	62.9	93.5	52.1	43.2	49.3	44.6
Februar February	8.5	-2.1	3.6	-1.3	1.9	7.2	6.3	14.0	26.5	29.4	84.2	59.1	56.0	8.3
Mart March	10.3	7.1	7.7	5.8	6.5	10.2	9.1	14.8	11.4	18.9	33.9	104.4	99.6	79.7
April april	12.1	12.1	13.1	12.6	13.7	14.9	13.8	53.7	23.1	71.7	54.6	97.0	3.8	34.9
Maj May	20.1	21.5	16.0	17.7	17.4	19.5	19.3	20.9	39.5	63.3	47.4	42.3	79.0	60.6
Jun June	22.9	25.0	20.6	20.3	20.2	23.8	23.0	79.6	33.4	113.8	95.1	137.8	107.6	43.3
Jul July	24.3	23.1	23.1	22.6	24.7	25.8	23.7	60.7	111.8	94.6	91.4	23.3	17.5	53.0
Avgust August	22.2	25.6	22.0	20.6	20.9	24.2	24.0	106.8	6.4	89.3	144.3	120.6	72.5	45.6
Septembar September	17.4	17.8	17.2	18.5	19.2	16.2	17.0	51.9	57.6	45.0	54.1	24.3	84.1	68.5
Oktobar October	13.2	10.8	15.1	12.9	15.2	11.8	14.8	88.3	115.2	32.9	28.6	20.9	103.6	18.4
Novembar November	10.6	9.2	7.6	6.7	8.9	5.2	9.1	35.8	23.4	129.5	23.5	24.5	131.5	51.0
Decembar December	1.3	2.8	3.7	3.3	4.3	1.1	4.6	52.8	36.7	50.3	78.8	51.9	34.5	79.0
Σ	13.7	12.8	12.5	11.9	12.8	14.0	14.0	594.4	547.9	832.2	734	749.3	839.0	586.9

2.4. Temperature

Tokom prethodne godine prema raspodeli percentila na području većeg dela Srbije srednje godišnje temperature bile su u kategoriji ekstremno iznad normale.

Srednje mesečne temperature za područje Beograda pokazuju povećanje u odnosu na normalu, izuzev meseca septembra.

2.5. Padavine

U većem delu Srbije prema raspodeli percentila bilo je sušno i vrlo sušno. Padavine iznad normale zabeležene su jedino na krajnjem severu Srbije.

Može da se uoči da je i jesen 2008. godine, kao i cela godina, bila sa smanjenom količinom padavina.

2.6. Korišćena sredstva poljoprivredne mehanizacije

Ispitivan je uticaj različitih konstrukcija krtičnog pluga na zemljište i eksploatacione parametre rada traktorsko-mašinskih agregata.

Ispitivani su sledeći sistemi obrade, izvedeni u jesen 2008. godine:

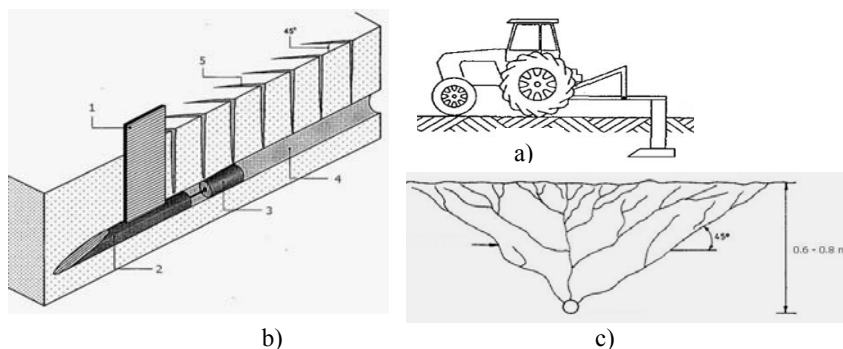
- traktor MF 8160 i krtični plug sa drenom \varnothing 100 mm,
- traktor "fendt" 920, vario TMS i krtični plug sa drenom \varnothing 100 mm,
- traktor "fendt" 920, vario TMS i krtični plug sa drenom \varnothing 80 mm.

Traktor MF 8.160 je traktor 4x4 s, kategorije 40 kN, sa snagom motora 147 kW.

Traktor "fendt" 920 vario TMS je traktor 4x4s, kategorije 40 kN, sa snagom motora 145 kW.

Radna operacija krtične drenaže obavljena je na radnoj dubini od 80 cm, sa razmakom između prohoda 5 m. Drenovi su formirani od kanala za navodnjavanje i odvodnjavanje.

Krtični plug (slika 3), nošenog tipa (a), sastoji se iz delova (b): glavnog nosača radnog



Sl. 3. Krtični plug:
a) agregatiranje, b) delovi, c) dejstvo
Fig. 3. Mole plough:
a) aggregation, b) parts, c) the effect

organa (1), koji je vezan za glavnu podužnu gredu. Na kraju glavnog nosača radnog organa nalazi se oblikovani radni organ (2) – „trn“, za koji je vezan slobodni deo radnog organa (3) – „džule“. Džule ima veći prečnik od trna, a služi za stabilizaciju profila kanala zemljišta oko formiranog podužnog kanala. Drenažni plug se povezuje za traktor pomoću sistema za nošenje u tri tačke i ima tehničke karakteristike: dubinu rada 0,6-1,5 m, dužinu 3m, prečnik drena 8 (10) cm, masu 900 kg i potrebna vučna snaga je 140-250 kW.

Radni organ („trn“ i „džule“) za izvođenje podzemnog profilisanog kanala postavljen je na dugačkoj gredi, što obezbeđuje kvalitetan početak izrade podzemnih kanala od kose ivice otvorenih kanala.

2.7. Merenje

Definirani su uslovi i posledice korišćenja različitih sistema uređenja zemljišta po dubini krtičenjem, i njihov uticaj na potrošnju goriva po jedinici površine, kao i ostvareni prinosi lucerke.

Primenjene terenske metode ispitivanja podeljene su u dve faze :

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

Druga faza terenskih metoda obuhvata metode kojima je registrovana potrebna energija za svaki sistem uređenja i oruđe, merenjem potrošnje goriva traktorskog motora, primenom zapreminske metode, kao i ostvareni prinosi lucerke po otkosima.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1 Vrednosti potrošnje goriva

Uslovi rada, u toku eksperimenta, bili su jednaki za sve sisteme uređenja zemljišta po dubini krtičenjem.

U tabeli 4 date su srednje vrednosti energetske parametara traktorsko-mašinskih agregata za uređenje zemljišta po dubini. Korišćeni su TMA u sastavu: traktor MF - 8160 i krtični plug \varnothing 100 mm, traktor "fendt" 920 i krtični plug \varnothing 100 mm, i traktor "fendt" 920 i krtični plug \varnothing 80 mm, na parceli T - 4 sa mladom lucerkom na zemljištu tipa ritska crnica.

Tab. 4. Srednje vrednosti energetske parametara traktorsko - mašinskih agregata za uređenje zemljišta po dubini

Tab. 4. Mean values of tractor energy parameters - machine aggregates for the subsurface regulation of land

Traktor Tractor	Oruđe Implement	Brzina Velocity km h ⁻¹	Dubina obrade Cultivation Depth cm	Potrošnja goriva Fuel Consumption l ha ⁻¹	Energija Energy MJ ha ⁻¹	Učink Eficacy ha h ⁻¹	Radni časovi Work Hour h ha ⁻¹
MF - 8160	Krtični plug Mole plough \varnothing 100 mm	1.75	50	43.25	1507.7	0.7	1.42
Fendt 920	Krtični plug Mole plough \varnothing 100 mm	1.9	80	34.56	1204.76	0.75	1.33
Fendt 920	Krtični plug Mole plough \varnothing 80 mm	7.5	80	32.19	1122.14	2.13	0.47

Za TMA u sastavu traktor MF 8160 i krtični plug sa drenom \varnothing 100 mm, zbog velikih vučnih otpora i nedovoljne vučne sile traktora (traktor nije imao tegove) radna dubina je smanjena na 50 cm.

Iz pregleda energetskih parametara rada traktorsko - mašinskih agregata pri uređenju zemljišta po dubini, izvođenjem krtične drenaže, može da se vidi da je pri radu sa krtičnim plugom \varnothing 100 mm učinak traktora "fendt" 920 veći za oko 7 %, a potrošnja goriva manja za oko 20 %.

Traktor "fendt" 920 agregatiran je sa krtičnim plugom \varnothing 100 mm i \varnothing 80 mm, pri čemu je učinak sa krtičnim plugom \varnothing 80 mm veći za približno dva puta, uz približno 7 % manju potrošnju goriva.

3.2. Ostvareni prinosi lucerke

Efekti uređenja zemljišta po dubini - krtičnjem, korišćenjem krtičnog pluga i formiranjem krtičnih kanala, mogu da se vidi posmatranjem ostvarenih prinosa lucerke na oglednoj parceli T - 4 i kontrolnoj parceli T - 8 (tabela 5).

Tab. 5. Ostvareni prinosi lucerke po otkosima na parcelama T - 4 i T - 8

Tab. 5. Alfalfa yields obtained per swath in plots T - 4 and T - 8

Parcela Plot	Površina Area	I otkos I swath		II otkos II swath		III otkos III swath		IV otkos IV swath		Ukupan Prinos Total yield	
		t	t/ha	t	t/ha	t	t/ha	t	t/ha	t	t/ha
T-4	57	148.8	2.61	135.5	2.38	218.2	3.83	168.3	2.95	670.8	11.77
T-8	82	166.4	2.03	228.4	2.79	319.6	3.89	203.6	2.48	918	11.19

Iz tabele 5. može da se uoči da je ukupan prinos lucerke veći na oglednoj parceli T - 4 od 11.77 t/ha za oko 5 %, u odnosu na kontrolnu parcelu T - 8 sa 11.19 t/ha. Analizirajući podatke o prinosima po pojedinim otkosima, primećuje se značajna razlika u prinosu u I otkosu za oko 22 % u korist ogledne parcele. Razlog za to je što su padavine u proleće doprinele da na parceli T - 8 određene površine budu pod vodom, te je usev lucerke na tom delu površina potpuno propao.

Vrednosti efekata krtičenja su mogli biti još bolje da je kanalska mreža na parceli T - 4 bila uređena, kanali očišćeni i produbljeni ispod nivoa depresija na parceli.

4. ZAKLJUČAK

Neophodno je poboljšati uslove za biljnu proizvodnju na zemljištima teškog mehaničkog sastava. Poboljšanja se prvenstveno odnose na popravku flzičko-mehaničkih, vodno-vazdušnih i drugih osobina zemljišta. S obzirom na to da je limitirajući faktor u biljnoj proizvodnji vodno-vazdušni režim zemljišta, potrebno je na zemljištima teškog mehaničkog sastava primeniti obradu zemljišta krtičnjem (krtični plug), koja će omogućiti i znatno poboljšanje svih relevantnih zemljišnih parametara.

Krtičenje je neophodna meliorativna mera, radi popravljivanja proizvodnog potencijala hidromorfnih, halomorfnih i drugih defektnih zemljišta teškog mehaničkog sastava.

Uređenje zemljišta po dubini krtičenjem i praćenje efekata izvedenih radnih operacija u uslovima ogledne parcele T - 4 bila je tema naših istraživanja. Uslovi ogledne parcele su nepovoljni zbog neadekvatne kanalske mreže i neuređenosti zemljišta po površini.

Rezultati istraživanja pokazuju da je traktorsko - mašinski agregat u sastavu: traktor "fendt" 920 i krtični plug \varnothing 80 mm ostvario najbolje eksploatacione parametre.

Na oglednoj parceli T - 4, na kojoj je obavljeno uređenje zemljišta po dubini krtičenjem, ostvareni su veći prinosi u odnosu na kontrolnu parcelu.

Positivni efekti krtičenja, kao najjednostavnijeg i najjeftinijeg načina uređenja zemljišta po dubini, mogu da se povećaju kombinacijom sa cevnom drenažom, postavljanjem sabirnog cevnog drene na najnižim kotama parcele, kao i faznim ravnanjem za korekciju izraženih depresija i uzvišenja, pri daljoj eksploataciji ogledne parcele.

5. LITERATURA

- [1] Castanheira P.J.N, Serralheiro R.P. (2009). Impact of mole drains on salinity of a vertisol under irrigation, *Biosystems Engineering*, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2009.08.010.
- [2] Chamen W.C.T, Cavalli R. (1994). The effect of soil compaction on mole plough draught. *Soil & Tillage Research* 32: 303-311.
- [3] Chen J.N, Coquille J.C, Douzals J.P, Sabre R, Andreux F. (1997). Frequency composition of traction and tillage forces on a mole plough. *Soil & Tillage Research* 44: 67-79.
- [4] Christen E.W, Spor G. (2001). Improving mole drainage channel stability in irrigated areas. *Agricultural Water Management* 48: 239-253.
- [5] Ellis F. B, Christian D. G, Bragg P. L, Henderson F. K. G, Prew R. D. and Cannell R. Q. (1984). A study of mole drainage with simplified cultivation for autumn-sown crops on a clay soil. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 102: 583-594.
- [6] G. Dutzi. (2001). Konzervacijska obrada zemljišta kao doprinos ekološkoj obradi zemljišta. *Savremena poljoprivredna tehnika* 27(3-4): 100-102.
- [7] Hamilton-Manns M, Ross C.W, Horne D.J, Baker C.J. (2002). Subsoil loosening does little to enhance the transition to no-tillage on a structurally degraded soil. *Soil & Tillage Research* 68: 109-119.
- [8] James I.T, Hann M.J, Godwin R.J. (2007). Design and operational considerations for the use of mole ploughing in the drainage of sports pitches. *Biosystems Engineering* 97: 99-107.
- [9] Kumar M, Jha Koga K. (1995). Mole drainage: Prospective drainage solution to Bangkok clay soils. *Agricultural Water Management* 28: 253-270.
- [10] Malinović N, Mehandžić R, Meši M, Turan J, Anđelković S. (2005). Mehanizacija za održivu poljoprivredu Republike Srbije. *Savremena poljoprivredna tehnika* 31(3): 77- 85.
- [11] Malinović N, Mehandžić R. (2006). Mehanizacija za profitabilnu poljoprivrednu proizvodnju. *Savremena poljoprivredna tehnika* 32: (3-4): 132-142.
- [12] Malinović N, Meši M, Mehandžić R, Turan J. (2007). Efekti konvencionalne i konzervacijskih tehnologija obrade i setve pšenice. *Savremena poljoprivredna tehnika* 33(3-4): 205-212.
- [13] Martinov M, Đukić N, Tešić M. (2005). Trendovi razvoja poljoprivredne mehanizacije u svetu i primenljivost u domaćim uslovima. *Savremena poljoprivredna tehnika* 31(1-2): 1-14.
- [14] Mileusnić Z, Novaković D, Miodragović R. (2003). Proizvodne mogućnosti traktora u oranju. *Savremena poljoprivredna tehnika* 29(1-2): 12-19.

- [15] Mileusnić Z, Đević M. (2004). Traktorsko-mašinski agregati za oranje teških zemljišta. *Savremena poljoprivredna tehnika* 30: 1-2, p. 44-51.
- [16] Mileusnić Z, Đević M, Miodragović R. (2007). Radni parametri traktorsko-mašinskih agregata u obradi zemljišta. *Savremena poljoprivredna tehnika* 33(3-4): 157-164.
- [17] Nozdrovický L. (2007). Analiza efekata konzervacijske obrade na fizičke osobine zemljišta. *Savremena poljoprivredna tehnika* 33(3-4): 263-273.
- [18] Radojević R, Raičević D, Oljača M, Gligorević K, Pajić M. (2006). Uticaj jesenje obrade na sabijanje teških zemljišta. *Poljoprivredna tehnika* 31 (2): 63-71.
- [19] Radojević R, Raičević D, Oljača M, Gligorević K, Pajić M. (2007). Energetski aspekti obrade teških tipova zemljišta. *Poljoprivredna tehnika* 32(3): 25-32.
- [20] Raičević D, Radojević R, Oljača M. (1992). 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* 37(2): 161-167.
- [21] Raičević D, Ercegović D, Oljača V. M, Pajić M. (2003). Primena mašina i agregata u obradi zemljišta podiranjem i rastresanjem, efekti i posledice. *Traktori i pogonske mašine* 8(4): 89-94.
- [22] Raičević D, Radojević R, Ercegović Đ, Oljača M. i Pajić M. (2005). Razvoj poljoprivredne tehnike za primenu novih tehnologija u procesima eksploatacije teških zemljišta, efekti i posledice. *Poljoprivredna tehnika* 30(1): 1-8.
- [23] Republički hidrometeorološki zavod, Odeljenje za agrometeorologiju. (2008) *Agrometeorološki uslovi u proizvodnoj 2007/2008. godini na teritoriji Republike Srbije, Beograd.*
- [24] Republički statistički zavod. (2009). "Statistički godišnjak" Srbije.
- [25] Rodgers M, Mulqueen J, McHale J. (2003). A model study of mole drain spacing and performance. *Agricultural Water Management* 60: 33-42.
- [26] Rodgers M, Mulqueen J, McHale J. (2003). A model study of mole drain spacing and performance. *Agricultural Water Management* 60: 33-42.
- [27] Savić M, Malinović N, Nikolić R. (1993). *Podrivači i podirvanje zemljišta.* Novi Sad.
- [28] Škorić A. 1986. *Postanak, razvoj i sistematika tla.* Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

SUBSURFACE MANAGEMENT OF WET HEAVY SOILS

Rade Radojević, Đuro Ercegović, Kosta Gligorević, Miloš Pajić

SUMMARY

Mole drainage, on the right soil type and done properly can help reduce waterlogging problems. While surface drainage can improve the situation by removing excess surface water, in most cases the soil profile itself needs to be drained, so that crops can reach their potential, while damage by treading and compaction can be reduced.

Mole drains do not drain ground water but remove water as it enters from the ground surface. Soils should have clay content in the range of 30 to 35 % to ensure long lasting mole channels.

Heavy soils, with low rates of soil-water movement, require closely spaced (2-6 m apart) subsoil drain systems to provide sufficient water movement to control the effects of salt-waterlogging on an alfalfa field.

Radojević R, i dr. (2010). Uređivanje prevlaženih zemljišta teškog mehaničkog sastava po dubini. *Savremena poljoprivredna tehnika* 36(2): 117-128.

Water management is critical for optimal production of alfalfa, with drought stress typically resulting in loss of production, and excess water leading to yield drops as well as stand losses.

Key words: heavy soils, drainage, waterlogging, mole plough, alfalfa.

Napomena: Rad predstavlja deo istraživanja na projektu TR - 20092: "Efekti primene i optimizacija novih tehnologija, oruđa i mašina za uređenje i obradu zemljišta u biljnoj proizvodnji", koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Primljeno: 10. 01. 2010.

Prihvaćeno: 13. 01. 2010.