

Dr Zoltan Racz,
Poljoprivredni fakultet u Zagrebu

**PRILOG PROUČAVANJU I ZNAČENJE PROMJENA KONZISTENCIJE I
VOLUMENA TLA U TEŠKIM, VERTIČNIM TLIMA
PILOT FARME JEŽEVO**

U V O D

Hidro- i agromeliorativna problematika teških hidromorfnih tala vrlo je složena i posve specifična. Međutim i kasnije, u fazi njihove eksploatacije nakon provedenih melioracija, javlja se niz novih, otvorenih pitanja koja zaslužuju našu pažnju i daljnja istraživanja u cilju unapređivanja poljoprivredne proizvodnje na ovim tlima.

Jedno od takvih pitanja predstavlja kompleksna problematika strukture, poroziteta i količine zraka, uslijed ekstremnog variranja konzistencije i volumena tla. Ova svojstva i njihove promjene zavise o dinamici vlage u tlu. Odnosno, u slučaju hidromelioriranih tala, o funkcioniranju određenog sistema detaljne odvodnje. S druge strane, spomenuta svojstva utječu na agrotehničke zahvate, naročito na obradu tla. Ili, gledano u cjelini, svi oni zajedno određuju pravac i mogućnosti poljoprivredne eksploatacije melioracijskih sistema na teškim, hidromorfim tlima Posavine.

U radu se navode rezultati pedoloških istraživanja, a odnose se na vegetacijski period 1973. god. Provedena su u okviru teme »Istraživanja kompleksne agrotehlike na teškim tlima Gornje Posavine — lokalitet Ježevo«, koju financira Republički fond za naučni rad SR Hrvatske. Sufinancijer je Sveučilište u Zagrebu, a dopunska sredstva osigurali su Zavod za pedologiju Poloprivrednog fakulteta i Služba projekta melioracije i razvoja u dolini rijeke Save, Direkcije za Savu, Zagreb.

PREGLED LITERATURE I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Osim poznatih radova domaćih autora koji se odnose na meliorativnu problematiku teških hidromorfnih tala (Pušić i Škorić, 1965; Mihalić, 1971, Vlahinić i Resulović, 1972), direktni povod našim istraživanjima bile su slijedeće tvrdnje inozemnih autora:

a) „ uski raspon uvjeta vlage kod kojih bi se ova tla trebalo obrađivati, inherentna su karakteristika na koju se ratarski radovi moraju prilagoditi.«

Citirano pema završnom izvještaju holandskih stručnjaka za pilot farmu Ježevo (ILACO, 1972).

b) Na osnovu sličnih pojava bubrenja i kontrakcije volumena u »podzolasto-glejnim tlima« Gruzije (Kolhidska pokusno-melioraciona stanica, u istoimenoj nizini), Čikvišvilijeva u radovima iz 1963. i 1966. god. zaključuje:

— da se . . . »klasične metode određivanja niza agrofizičkih pokazatelja (parametara) ne mogu primijeniti za teška tla koja povećavaju volumen . . .«,

— a u vezi s dinamikom Stv i poroznosti . . . »da unutar većeg intervala poroznosti, smanjenje vlažnosti ne dovodi do odgovarajućeg povećanja aeracije«.

Citirano prema Dardžimanovu i Papisovu (1973).

Prva istraživanja promjene volumena u našoj zemlji izvršio je Manger (1972). Od sovjetskih autora navodimo još rad Uvarova (1972), dok su u SAD slična istraživanja ranije već proveli: White (1962), Miller (1966), Jamison i Thompson (1967), te Franzmeier i Ross (1968).

Prema uvodnim obrazloženjima, navedenim citatima i ostale raspoložive literature, postavljeni su slijedeći zadaci istraživanja:

1. utvrditi osnovne parametre i promjene konzistencije,
2. potencijalne i faktične promjene volumena, ukupne poroznosti i količine zraka, te
3. njihovo praktično značenje u agrotehnici i, općenito za eksploataciju hidromelioriranih tala Farme.

PRIMIJEJENE METODE I REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Opći podaci

Osnovne informacije o Farmi, tlima i eksperimentima detaljne odvodnje objavljene su u radu Pušića i Vukušića (1971). Panorama Pilot farme Ježevo prikazana je na slici 1.

U novim uvjetima, nakon provedenih melioracija, tla proizvodnih površina Farme mogu se označiti kao hidromeliorirana tla (Škorić, et al, 1973). Međutim, njihov daljnji razvoj zavisit će:

— s jedne strane o kvaliteti i intenzitetu izvedenih hidro- i agromeliorativnih zahvata, odnosno o načinu eksploatacije,

— ali, još dulje vrijeme, i o »naslijeđenim« dobrim i lošim fizikalnim i kemijskim svojstvima ovih tala.

Našim istraživanjima obuhvaćene su tri glavne grupe bivših hidromorfni tala ovog područja.

Sl. 1 Panorama pilot farme — Ježevo
 Fig. 1 Lay-out of Pilot Farm Ježevo, near Zagreb

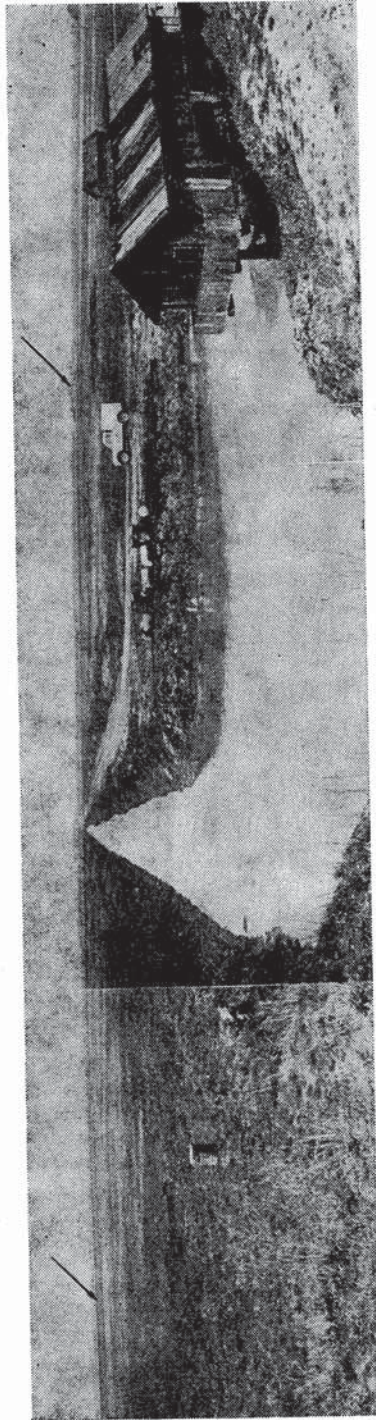


Tabela 1, s kotama terena 97,5 — 98,0 m. n. m. U pozadini, lijevo, vidi se zaštitni nasip uz potok Črnc.

Plot 1, with peak elevations 97,5—98,0 m a. s. l. In the background, to the left, the protective dam along the Črnc brook is seen.

Glavni sabirni kanal i prihvatni bazen. Vodostaj 28. 4. 1973. god.

Main drainage ditch and accumulation reservoir.

Water level on 28. 4. 1973.

Baraka crpne stanice. Daleko u pozadini, vide se montažni objekti terenske kancelarije i nadstrešnice za strojeve.

Pump station shack. Far in the background, prefabricated field office and machinery roof are seen.

a) *Nekarbonatna vertična, humozna, amfiglejna tla*

Tipični predstavnici su profil i odgovarajuća proizvodna tabla br. 8, smješteni u najnižem dijelu bivšeg Ježevačkog čreta (< 98 m. n. m.). Ovdje je primijenjen sistem zatvorene cjevne drenaže, razmak drenskih cijevi 15 m i glinene cijevi ϕ 5 cm. Dužina tranšeje 141,5 m, dubina polaganja cijevi 1,1 m i pad prema sabirnom kanalu 1,4 ‰.

Usjev i prirod 1973. god.: pšenica — 43,4 q/ha.

Predusjev: ozima repica za zrno — 22 q/ha.

Agrotehnika: prašenje, oranje 25 — 30 cm, gnojidba, raukombi, sjetva pšenice, prihranjivanje.

Nakon žetve, u drugoj polovici 7. mjeseca 1973, izvršeno je prašenje strni na dubini 15—20 cm.

b) *Mineralni varijetet amfiglejnih tala, također nekarbonatna vertična*

Predstavnici su profil i tabla br. 19. Označili smo ih kao prelaznu grupu tala, s kotama terena od 98 do 99 m. n. m. Sistem zatvorene drenaže, razmak 18 — 22 m, ϕ 5—8 cm. Dužina tranšeje 147 m, dubina 1,25 m, s padom prema izljevima 1,5 ‰.

Usjev i prirod 1973. god.: ozima repica — 20 q/ha.

Predusjev: pšenica — 30 q/ha.

Agrotehnika: prašenje, oranje, drljanje, gnojidba, raukombi, sjetva repice.

Nakon repice, postrno heljda. Naknadno zaorana zbog zakorovljenosti.

c) *Posmeđeno livadsko tlo*

Predstavnici su profil i tabla br. 17, smješteni na povišenoj, starije aluvijalnoj »gredi« (> 99 m. n. m.). Ovdje je, također, primijenjena zatvorena drenaža, razmak 25 m, dubina 1,25 m, glinene cijevi ϕ 5 cm.

Pokusi s travno-djetelinskim smjesama, sjetva u proljeće 1971. god Spomenuta vertična, amfiglejna tla formirana su u specifičnim uvjetima topografije terena (bazen) i kombiniranog utjecaja stranih voda (poplave i bočno pritjecanje međuslojne vode s viših terena zaleđa). Osim toga, karakterizira ih slojevita građa supstrata, s teksturno finijim, sekundarnim naplavinama u gornjoj etaži profila (sa 60 — 70 ‰ čestica gline).

Livadsko tlo razlikuju se prema tipu vlaženja, morfologijom i stratigrafskom građom profila. To potvrđuju svi analitički podaci, a posebno veća zastupljenost lesolike frakcije (60—22 μ) u gornjim dijelovima profila (25—35 ‰ : 5—15 ‰ u euglejnim tlima).

Od ostalih podataka navodimo još da su klimatske prilike bile vrlo povoljne, u toku cijele hidrološke godine 1972/1973. Predvegetacijski period karakterizira relativno manja količina oborina (oko 300 mm), dok su u vegetacijskom periodu dobro izbalansirane količine oborina i isparavanja (556 : 541, obračunato prema Budikovu; Rode, 1969). Prema tome, uz pretpostavku da je određen sistem odvodnje dobro riješen, u takvim uvjetima morali bi biti povoljni i režim vlažnosti i ostala svojstva tla koja o njemu direktno ovise.

Metode i rezultati

U terenskim i laboratorijskim istraživanjima primijenili smo standardne metode, uobičajene kod stacionarnih istraživanja i u pedofizici (JDPZ, 1971).

a) Za interpretaciju mehaničkih svojstva tla u tab. 1 i 2

Tabela 1 Karakteristike plastičnosti i odnos donje granice plastičnosti (W_p) i poljskog kapaciteta tla za vodu (PKV)

TABLE 1

SOIL CONSISTENCE CHARACTERISTICS

According to the given order, from left to right, the designation signify: Experimental plot and profile No.; Depth in cm; Liquid limit (W_L) and plastic limit (W_p); Plasticity index (I_p); 1/3-bar desorption value or field capacity (PKV); $W_p/$ PKV ratio according to Boekel.

Tabla i profil	Dubina cm	Granice plastičnosti		Indeks plasti- nosti I_p	1/3 bara ili PKV tež. %	WP/PKV
		gornja W_L	donja W_p			
8	0—20	93,3	63,7	29,6	74,1	0,86
	30—50	87,6	42,7	44,9	54,2	0,79
19	0—20	81,2	44,7	36,5	56,0	0,80
	30—50	70,6	37,5	33,1	43,4	0,86
17	0—20	51,5	26,6	24,9	33,2	0,80
	30—50	40,3	22,5	17,8	25,5	0,88

koristili smo:

— $W_p/$ PKV odnos prema Boekelu (citirano prema ILACO, 1972), kao indikator podložnosti tla pogoršanju strukture ako se obrađuje u vlažnim uvjetima, te

— indeks konzistencije i odgovarajuću klasifikaciju prema Terzaghiu, koja se primjenjuje u mehanici tla (Najdanović, 1967).

b) Potencijalne i efektivne promjene volumena, ili bubrenja tla, određuju se:

— u američkoj pedološkoj praksi prema koeficijentu linearne rastezljivosti, ili tzv. »COLE«, skraćenica prema engleskom nazivu (Brasher, et al., 1966; Holmgreen, 1968; Grossman et al., 1968; SCS, 1972),

— u sovjetskoj pedološkoj praksi kao %-tno povećanje volumena u odnosu na volumen apsolutno suhog tla (izvorno prema Čikvišvilijevoj; Uvarov, 1972; Dardžimanov i Papisov, 1973).

Tabela 2 Raspon kolebanja indeksa konzistencije (I_c) u toku vegetacijskog perioda 1973. god.

TABLE 2

OSCILLATION RANGE OF CONSISTENCE INDEX (I_c) IN THE GROWING SEASON OF 1973

Calculated according to the maximum and minimum values of current soil moisture (w_1 and w_2).

Tabla i profil	Dubina cm	Datum i utvrđeno stanje momentalne vlažnosti tež. ‰		Odgovarajući:	
		w_1	w_2	I_{c1}	I_{c2}
8	0—20	28. 4. 73.	3. 7. 73.	0,07	1,47
		91,3	49,8		
8	30—50	14. 4. 73.	3. 7. 73.	0,57	1,01
		61,9	42,3		
19	0—20	28. 4. 73.	31. 8. 73.	0,44	1,39
		65,1	30,4		
19	30—50	14. 4. 73.	3. 7. 73.	0,59	1,13
		51,0	33,3		
17	0—20	14. 4. 73.	31. 8. 73.	0,63	1,30
		35,9	19,2		
17	30—50	28. 4. 73.	14. 8. 73.	0,85	1,28
		25,1	17,6		

U oba slučaja određivanja se vrše s uzorcima tla u prirodnom stanju, a obračuni prema promjeni dužine horizontalne osi, ili posebno dužine i visine uzorka, volumena tla, ili specifične težine volumne, kod različitih stanja vlažnosti.

U našim istraživanjima prirodni uzorci tla uzeti su pomoću cilindra prema Kopeckom (od 100 ccm). Promjene volumena tla obračunate su na osnovu direktnih mjerenja dužine i visine uzorka. Određivanja su vršena u tri navrata, posebno za oranične i podoranične horizonte, uz 3—4 ponavljanja za svaki horizont.

Važniji rezultati navode se u tabelama 3, 4 i 5, te u graf. 1.

Tabela 3 Približne vrijednosti koeficijenta linearne rastezljivosti (COLE)

TABLE 3

APPROXIMATE VALUES OF THE COEFFICIENT OF LINEAR EXTENSIBILITY (COLE)

From left to right, the designation signify: Plot and profile No.; Depth in cm; Bulk density at 1/3 bar suction and oven-dry (105°C); COLE; Potential volume change classes — approximately, according to Franzmeier and Ross (1968).

Tabla i profil	Dubina cm	Specifična težina volumena kod 1/3 bara	105°C	COLE	Ocjena prema odgovarajućim vrijednostima potencijalne promjene volumena
8	10—15	1,30	0,72	0,22	> 6
	45—50	1,53	1,02	0,15	vrlo kritično
19	10—15	1,44	0,95	0,15	> 6
	45—50	1,64	1,16	0,12	vrlo kritično
17	10—15	1,66	1,27	0,09	4—6
	45—50	1,85	1,50	0,07	kritično

Tabela 4 Povećanje volumena, ili bubrenje tla (N), kod različite momentalne vlažnosti

TABLE 4

SOIL SWELLING (N %) BY VARIOUS CURRENT SOIL MOISTURE (MV)

Originally after Čhikvišvilijeva (cited according to Darđžimanov and Papisov, 1973).

Tabla i profil	Dubina cm	28. 4. 73.		11. 7. 73.		28. 9. 73.	
		Mv vol. %	N %	Mv vol. %	N %	Mv vol. %	N %
8	10—15	65,8	112,7	45,4	59,8	36,1	49,8
	45—50	56,7	71,6	47,5	53,9	52,7	56,8
19	10—15	57,4	67,2	44,1	37,0	44,6	44,3
	45—50	52,4	50,5	44,3	35,1	46,8	39,2
17	10—15	45,5	18,9	26,6	5,8	38,8	11,4
	45—50	40,1	7,8	26,9	3,5	27,2	2,0

Tabela 5 Promjene specifične težine volumne (Stv), poroziteta (P) i količine zraka u tlu (Mz), u toku vegetacijskog perioda 1973. god.

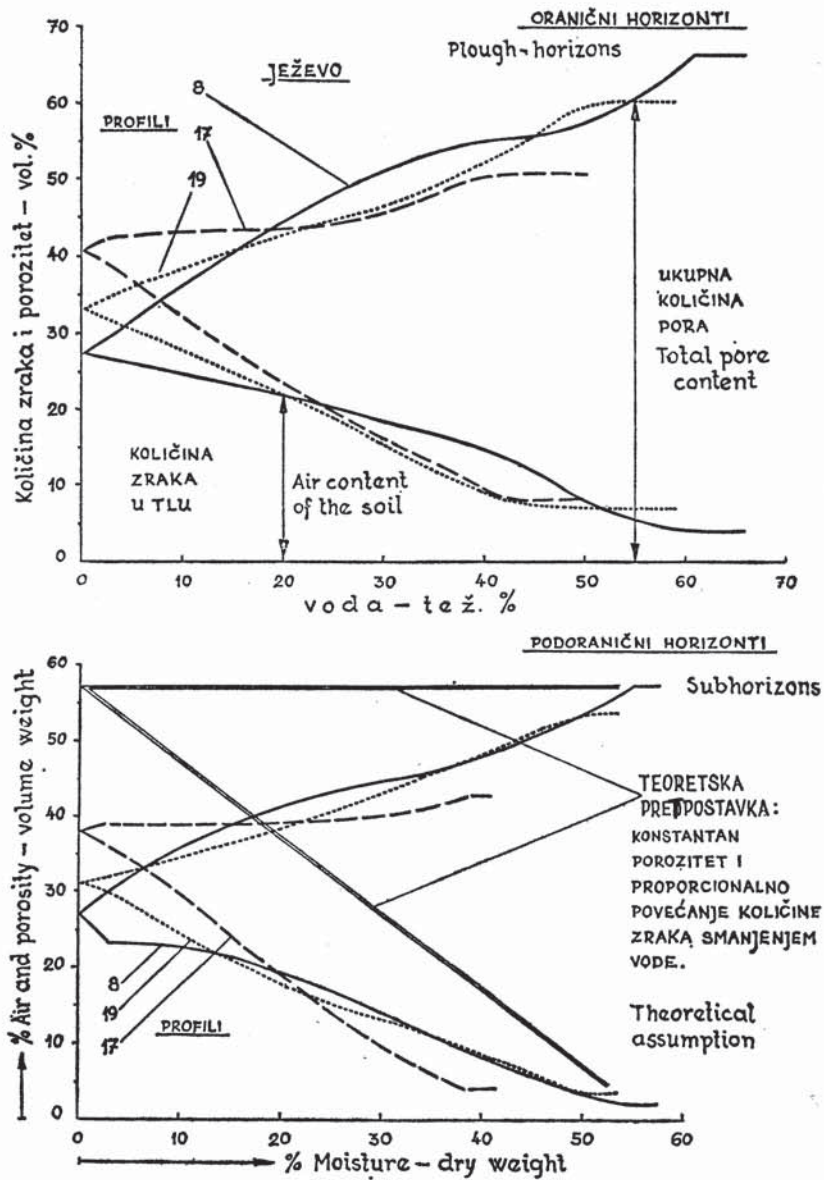
TABLE 5 CHANGES IN DRY BULK DENSITY (STV), TOTAL POROSITY (P) AND AIR CONTENT IN THE SOIL (MZ) IN THE GROWING SEASON OF 1973

Tabla i usjev	Dubina cm	28. 4. 1973.		11. 7. 1973.		28. 9. 1973.	
		Stv	P vol. %	Stv	P vol. %	Stv	P vol. %
8 ozima pšenica, postrno prašenje	10—15	2,11	0,72	0,95	54,9	0,76	64,0
	45—50	2,40	1,02	1,12	53,3	1,12	53,3
19 ozima repica, postrno heljda	10—15	2,37	0,95	1,12	52,7	0,88	62,9
	45—50	2,51	1,16	1,27	49,4	1,09	56,5
17 travno- djete- linska smjesa	10—15	2,55	1,27	1,46	42,7	1,28	49,8
	45—50	2,61	1,50	1,51	42,1	1,56	40,2
							11,0 13,0

Napomena: Momentalne količine zraka u tlu (Mz) obračunate su na osnovu utvrđenih vrijednosti poroziteta (P) i momentalne vlažnosti tla (Mv) u tab. 4.

Graf: 1

PROMJENE POROZNOSTI I KOLIČINE ZRAKA
OVISNO O VLAŽNOSTI TLA



Graph 1 Changes in porosity and air content in the soil depending on the soil moisture conditions

DISKUSIJA

Karakteristike plastičnosti i promjene konzistencije ovisno o dinamici vlage u tlu

Prema vrijednostima indeksa plastičnosti sve su to visoko plastična tla ($I_p > 17$, vidi tab. 1). No, i ovdje postoje određene razlike između amfiglejnih i livadskih tala. Na proizvodnim tablama 8 i 19 spomenuti indeksi kreću se od 30 do 45, a na tabli 17 od 18 do 25.

Poznato je, nadalje, da se za izvođenje mehaničke obrade tla preporuča stanje vlažnosti nešto ispod donje granice plastičnosti (W_p). Kako su u istraživanim tlima ove vrijednosti niže od poljskog kapaciteta tla za vodu ($W_p/PKV = 0,8 - 0,9$), povoljno stanje vlažnosti uspostavlja se teško, ili točnije vrlo sporo.

Isto se može zaključiti i na osnovu vrijednosti indeksa konzistencije (I_c , tab. 2). Naime, krajem travnja mjeseca oranični horizonti na proizvodnim tablama 8 i 19 još uvijek su u stanju tečne, ili vrlo mekane plastičnosti ($< 0,25$, odnosno $0,25$ do $0,50$), dok su za izvođenje obrade tla potrebna polučvrsta i čvrsta stanja konzistencije ($I_c > 1$). Prema ostalim podacima stacionarnih praćenja dinamike vlage, povoljno stanje vlažnosti tla i konzistencije nastupilo je:

- na tablama 8 i 17, oko 14. 5.,
- a na tabli 19, tek krajem 5. mjeseca 1973. god.

Prema tome i naša istraživanja potvrđuju ranije konstatacije holandskih stručnjaka o lošim mehaničkim svojstvima teških hidromorfni tala na Farmi. Činjenica je, međutim, da njihov štetni utjecaj dolazi do izražaja:

- prvenstveno za jare kulture,
- i na onim sistemima detaljne odvodnje, gdje je spora evakuacija oborinskih voda.

Prema našem mišljenju, to je ujedno i glavni razlog zašto se na većem dijelu proizvodnih površina Farme permanentno kasni s pripremom tla i sjetvom kukuruza u proljeće.

Kompleksne promjene volumena, ukupne poroznosti i vodno-zračnih odnosa u tlu

Na osnovu podataka u tab. 3 i 4 vidimo, da su vertična amfiglejna tla potencijalno sklona bubrenju. Odnosno, povećanju volumena tla vlaženjem, uslijed sorpcije vlage mineralnim i organskim koloidima tla (u smislu definicije sovjetskih pedologa, Rode, 1972).

Nadalje, visoke vrijednosti koeficijenta linearne rastezljivosti ($COLE: 0,12-0,22$) odgovaraju teškim glinovitim tlima, s visokim sadržajem montmorilonita (Franzmeier, et. al., 1968). Prema istim autorima, navedene korelacijske vrijednosti za potencijalnu promjenu volumena smatraju se vrlo kritičnim sa stajališta mehanike tla.

Osim toga, paralelno s promjenom vlažnosti tla, u toku vegetacijskog perioda dolazi do velikih promjena volumena u poređenju s volumenom apsolutno suhog tla (usporedi podvučene vrijednosti bubrenja N ‰, u tab. 4). Međutim, pravo značenje ovih promjena je u tome, što istovremeno dolazi do većih promjena ukupne poroznosti i količine zraka u tlu (graf. 1). Konačni efekt tih promjena je negativan, jer se bubrenjem tla smanjuje količina zraka i opskrba biljnog korijena kisikom.

Prema istim podacima u graf. 1 i podacima za retenciju vlage kod 1/3 bara u tab. 1 vidimo, da u istraživanim, teškim hidromorfnim tlima kritično područje predstavlja upravo ono stanje vlažnosti tla koje se inače smatra optimalnim. Tj. orijentacijsko do 70 ‰ PKV, ili za oranične horizonte profila 8 i 19 približno oko 50 i 40 tež. ‰ vode. Naime, tek tada količine zraka iznose 10 vol. ‰, a što se smatra donjom graničnom vrijednosti za ratarske kulture.*)

U livadskim tlima, odnosno u oraničnom i podoraničnom horizontu proizvodne table 17, situacija je posve drugačija. Obzirom da su to »normalna« tla, u njima se nalaze dovoljne količine zraka i u slučaju zasićenosti vodom iznad PKV (usporedi 33 i 26 tež. ‰ s odgovarajućim krivuljama kapaciteta tla za zrak na graf. 1).

Do sličnih zaključaka dolazimo i na osnovu podataka u tab. 5, koji pokazuju **faktični** raspon kolebanja specifične težine volumne, poroziteta i trenutne količine zraka u tlu u toku vegetacijskog perioda 1973. god.

Proljeće je ponovno kritično razdoblje, s 0,1 — 2,5 vol. ‰ zraka u oraničnim horizontima proizvodnih tabli 8 i 19. Međutim i početkom ljeta količine zraka jedva dostižu 10 vol. ‰. U oraničnim horizontima situacija se normalizira tek nakon postrne obrade, dok se u podoraničnim horizontima neprekidno održava stanje nedovoljne opskrbe zrakom.

Prema tome na proizvodnim tablama s teškim vertičnim tlima nisu još uvijek potpuno regulirani vodno-zračni odnosi. Naprotiv, na tabli 17 postignuti su zadovoljavajući rezultati i s odvodnjom manjeg intenziteta, jer je prirodna drenaža livadskih tala bolja, a potrebe travno-djelinskih smjesa manje (minimum od oko 5 vol. ‰ zraka).

U tome se, ujedno, očituju

Specifični problemi agrotehnike i eksploatacije melioracionih sistema odvodnje na teškim, vertičnim tlima

Kako ova pitanja prelaze okvire postavljenih zadataka pedoloških istraživanja, niže se navode samo opće konstatacije i mogući pravci daljnjih istraživanja.

*) zbog prestanka difuzije plinova, odn. hidrodinamičke propustnosti tla za zrak. Izvorno prema Tayloru (1949, citirano prema Wesselingu i van Wijku, 1957). Analitička dokumentacija i iscrpna diskusija o pojedinim konstantama za potrebe hidromelioracije navedeni su u izvještaju Republičkom fondu za naučni rad (Racz, 1973).

a) Hidro— i kulturtehnički zahvati detaljne odvodnje završeni su na tablama 8 i 19 u toku ljeta 1970. god. Nakon toga uslijedila je i prva sjetva ozime pšenice. Dakle, naša se istraživanja odnose na treću godinu tzv. meliorativnog perioda koji je predviđen za stabilizaciju biljne proizvodnje i prijelaz na redoviti sistem obrade tla (Mihalić, 1971). Međutim, zbog spomenutih poteškoća s obradom tla i nepovoljnih vodno-zračnih odnosa u sloju mekote u toku proljeća, već sada je očito da treba korigirati opću shemu agromelioracija teških, hidromorfih tala i planirani plodored na Farmi (kukuruz — ozima pšenica — travno-djelinske smjese).

b) Protekli period od tri godine nije dovoljan za donošenje konačnih zaključaka o funkcionalnosti pojedinih sistema detaljne odvodnje. Posebno i zbog toga, što su količine oborina u predvegetacijskoj sezoni bile znatno ispod višegodišnjih prosjeka (za 100 — 150 mm, u razdoblju od X — III mjeseca, u sve tri hidrološke godine od 1970/71. do 1972/73).

Dosadašnja iskustva pokazuju, međutim, da je eksploatacija sistema odvodnje na ovim tlima vrlo složena. Čitav sistem osnovne i detaljne odvodnje mora bezprijekorno funkcionirati. U protivnom slučaju ne može se regulirati vodno-zračni režim u sloju rizosfere, a što je, zapravo, osnovni zadatak eksploatacije melioracionih sistema (Stojičević, 1972).

c) U vezi s problematikom i nepovoljnim fizikalnim svojstvima istraživanih tala napominjemo, da se na sličnim tlima Gruzije uspješno primjenjuje jedino kombinacija sistema cjevne drenaže i uskih baula (Dardžimanov i Papisov, 1973). Jasno je, da se ova iskustva ne mogu direktno primijeniti u nas, zbog drugih klimatskih uvjeta i kultura. Međutim, ona ukazuju na moguće pravce daljnjih istraživanja i eksperimenata na Farmi.

Napominjemo, da su istraživanja kompleksne agrotehnike u toku i da se u dogledno vrijeme mogu očekivati pouzdani odgovori na gornja pitanja. Ovaj rad je samo jedan od priloga spomenutoj problematici, u namjeri da se bolje upoznaju proizvodna svojstva hidromelioriranih tala Pilot farme Ježevo.

ZAKLJUČCI

Na osnovu provedenih pedoloških istraživanja i ostalih raspoloživih podataka za slična tla u inozemnoj stručnoj literaturi, može se zaključiti slijedeće:

1. Teška vertična tla Pilot farme Ježevo imaju vrlo nepovoljna mehanička svojstva tla. Pored ostalih karakteristika plastičnosti, to potvrđuje nepovoljni odnos donje granice plastičnosti i poljskog kapaciteta tla za vodu (0,8 — 0,9). Nadalje, niske vrijednosti indeksa konzistencije (manje od 0,25 i 0,25 — 0,50), s odgovarajućim stanjem tečne, ili vrlo mekane plastičnosti u toku proljeća.

2. U opisanim uvjetima konzistencija tla, mehanička obrada tla praktično se ne može provesti. Ovo je, ujedno, glavni razlog zašto se na većem dijelu proizvodnih površina Farme permanentno kasni s pripremom tla i sjetvom kukuruza u proljeće.

3. Ostala fizikalna svojstva ovih tala također su nepovoljna, zbog većih promjena volumena zavisno o dinamici vlage u tlu. Karakteriziraju ih visoke vrijednosti koeficijenta linearne rastezljivosti (0,12 — 0,22) i bubrenja (N ‰). Npr., vrijednost bubrenja tla iznose u toku proljeća 51 — 113, a u toku jeseni 39 — 50 ‰.

4. Prateća pojava su kompleksne promjene poroznosti i strukture tla, odnosno rasporeda makro i mikropora, s nepovoljnim utjecajem na vodno-zračne odnose u tlu (graf. 1). Kritično razdoblje ponovno je proljeće, kad trenutna količina zraka u tlu iznosi samo 0,1 — 2,5 vol. ‰.

5. Konačno, izraženo je mišljenje, da su u opisanim uvjetima proizvodnje potrebne

— ili korekcije planiranog plodoreda (kukuruz — ozima pšenica — travno-djetelinske smjese),

— ili daljnje intenziviranje pojedinih sistema detaljne odvodnje na Farmi.

A CONTRIBUTION TO THE STUDY AND THE SIGNIFICANCE OF THE CHANGES IN THE CONSISTENCE AND VOLUME IN HEAVY, VERTIC SOILS OF THE PILOT FARM JEŽEVO

S U M M A R Y

The Pilot Farm Ježevo was established in accordance with the Project UNDP for Yugoslavia, with the aim of its future growing into an experimental station for heavy hydromorphic soils, which would have wider, international significance (ILACO, 1972).

Pedological investigations under the above title were carried out within the theme »Investigations of complex agrotechnical practices on heavy soils in the Upper Save Valley — the Ježevo locality«. Their purpose was to determine:

a) the basic parameters and changes in the consistence, depending on the moisture dynamics in the soil,

b) potential and actual changes in volume, total porosity and air content in the soil, and

c) their significance for the agrotechnical practice and, generally, for the exploitation of hydroameliorated soils of the Farm.

The investigations were carried out on the production plots 8, 19 and 17 with pipe drainage of various intensity (spaces 15, 20 and 25 m, depths 1.1 and 1.25 m). According to the marked order of production plots, they are former:

- noncalcareous, vertic, humous, amphigley soils,
- mineral variety of amphigley soils, also noncalcareous and vertic, and
- browned meadow soils.

Standard methods (JDPZ, 1971) were used in the field and laboratory experiments, as well as more recent experiences of foreign authors (See Literature). The results are presented in Tables 1 — 5 and Graph

1. The lay-out of the Farm is shown in Figure 1.

The following conclusions were drawn:

1. Heavy vertic soils of the Pilot Farm Ježevo have very unfavourable mechanical properties. In addition to other characteristics of plasticity, this is also confirmed by the unfavourable relation between the lower plasticity limit and the field water capacity (0.8 — 0.9). Furthermore, by the low values of the consistence index (lower than 0.25 and 0.25 — 0.50) with the corresponding liquid state or very soft plasticity in the course of spring (Table 2).

2. In the described conditions of soil consistence, mechanical tillage is practically unfeasible. This is also the main reason for the delayed seedbed preparation and sowing of maize in spring on most arable areas of the Farm.

3. Other physical properties of these soils are also unfavourable due to greater changes in the volume, depending on the moisture dynamics in the soil. They are characterised by high values of the coefficient of linear extensibility (0.12 — 0.22) and swelling (N %). For instance, the swelling values in spring amount to 51 — 113, and to 39 — 50 % in autumn (Table 4).

4. The side effects are complex changes in the porosity and soil structure, that is in the distribution of macro— and micro— pores, with an unfavourable effect upon the water — air relationship in the soil (Graph 1). Spring is the critical period again, when the current air content amounts to only 0.1 — 2.5 vol. % (Table 5).

5. Finally, in the author's opinion, the described conditions require:

- either corrections of the planned crop rotation (maize-winter wheat — clover-grass mixtures),
- or further intensification of particular detailed drainage systems at the Farm.

LITERATURA

- Brasher, B. R., Franzmeier, D. P., Volassis, V., Davidson, S. E., 1966. Use of Saran resin to coat natural soil clods for bulk density and water-retention measurements. *Soil Sci.*, vol. 101, str. 108.
- Dardžimanov, A. R., Papisov, R. I., 1973. Vlijanje agromeliorativnih prijemov na ulučšenie fizičeskih svojstv podzolisto — gleevih počv Kolhidskoj nizmenosti. *Počvovedenie*, No. 4: 71—79.

- Franzmeier, D. P., and Ross, Jr., S. J., 1968. Soil swelling: Laboratory measurement and relation to other soil properties. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 32: 573—577.
- Grossman, R. B., Brasher, B. R., Franzmeier, D. P., Walker J. L., 1968. Linear extensibility as calculated from natural clod bulk density measurements. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 32: 570—573.
- Holmgreen, G. G. S., 1968. Nomographic calculation of linear extensibility in soils containing coarse fragments. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 32: 568—570.
- International Land Development Consultants (ILACO), 1972. Završni izvještaj prema projektu UNDP i SFRJ, Sava II, Pilot-farma Ježevo. Direkcija za Savu, Zagreb.
- Jamison, V. C., and Thompson, G. A., 1967. Layer thickness changes in a clay-rich soil in relation to soil water content changes. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 31: 441—444.
- Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta (JDPZ), 1971. Priručnik za istraživanja fizikalnih svojstva tla. Beograd.
- Manger, I., 1972. Prilog proučavanju vodozračnog režima teških tala i primjena p-F krivulje. *Agronomske informacije*, Broj 7—8: 1—29. Zagreb.
- Mihalić, V., 1971. Utjecaj agromelioracije na transformaciju nizinskih tala i primjena suvremenog agrokompleksa u daljnjoj eksploataciji. Savjetovanje o Posavini, knjiga referata: 105—112. Poljoprivredni fakultet Zagreb.
- Miller, W. F., 1966. Volume Changes in Bulk Density Samples. *Soil Science*, Vol. 102, No. 3: 300—304.
- Najdanović, N. J., 1967. *Mehanika tla*. Građevinska knjiga, Beograd.
- Pušić, B., Škorić, A., 1965. Prilog poznavanju hidrogenizacije, klasifikacije i odvodnje tala doline Save. *Zemljište i biljka*, 3: 271—278. Beograd.
- Pušić, B., Vukušić, S., 1971. Učinak cjevne drenaže na odvodnju teških glejnih tala eksperimentalnog objekta Rugovica — Ježevo. Savjetovanje o Posavini, knjiga referata: 185—194. Poljoprivredni fakultet, Zagreb.
- Racz, Z., 1973. Pedološka istraživanja u okviru teme »Istraživanja kompleksne agrotehnike na teškim tlima Gornje Posavine — Lokalitet Ježevo«. Projekt: Melioracija tala u dolini rijeke Save; izvještaj Republičkom fondu za naučni rad SRH, Zagreb.
- Rode, A. A., 1969. *Osnovi učenja o počevnoj vlage*. Tom II, Gidrometeorizdat, Leningrad.
- Rode, A. A., 1972. *Tokovij slovar po počvovedeniju*. Fizika počv, A. N. SSSR. Nauka, Moskva.
- Soil Conservation Service (SCS), 1972. *Soil Survey Investigations Report No. 1*. U. S. Department of Agriculture, Washington.

- Stojičević, D., 1972. Eksploatacija melioracionih sistema. Poljoprivredni fakultet, Beograd—Zemun.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M., 1973. Klasifikacija tala Jugoslavije, Zagreb.
- Uvarov, V. I., 1972. Izmenenija fizičkih svojstv slitih počv Krasnodarskogo kraja. Počvovedenie, No 10: 67—78.
- Vlahinić, M., Resulović, H., 1972. Neke specifičnosti istraživanja i odvodnjavanja teških tala. Vodoprivreda, No 11: 617—622. Beograd.
- Wesseling, J., van Wijk, W. R., 1957. Zemljišno-fizički uslovi u odnosu na dubinu dreniranja. Drainage of Agricultural Lands, USA. Prevod s engleskog, Stojičević, D., Zadružna knjiga, Beograd.
- White, E. M., 1962. Volume changes in some clay soils, Soil Sci. 94: 168—172.