

## **UTJECAJ ZNAČAJKI TLA NA RETENCIJU VLAGE U TLU**

### **INFLUENCE OF THE SOIL PROPERTIES ON RETENTION OF THE SOIL MOISTURE**

**S. Husnjak, M. Bosak**

#### **SAŽETAK**

Poznato je da se u tlu neprekidno odvijaju mnogobrojni procesi koji dovode do uspostave različitih dinamičkih ravnoteža pa su tako i različita fizikalna i kemijska svojstva tla u stalnoj interakciji, a poznavanje tih svojstava i njihovog međusobnog utjecaja sve više nalazi primjenu u suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji. U radu se prikazuju rezultati istraživanja utjecaja količine humusa i sadržaja gline na retenciju vlage u tlu kod 1,5 MPa te kod 0,625 MPa. Istraživanja su provedena na 42 heterogena uzorka iz arhive Zavoda za pedologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu, sa poznatim vrijednostima osnovnih fizikalnih i kemijskih svojstava. Rezultati istraživanja pokazuju da nije utvrđena korelacija ( $r = -0,106$ ) između količine humusa i retencije vlage u tlu kod 1,5 MPa, ali ni kod 0,625 MPa ( $r = -0,018$ ) pa se stoga postojeći podaci o sadržaju humusa ne mogu koristiti u procjeni retencije vlage u tlu. Utvrđeni su visokosignifikantni korelacijski koeficijenti između sadržaja gline i retencije vlage u tlu kod 1,5 MPa ( $r = 0,775^{**}$ ) i 0,625 MPa ( $r = 0,731^{**}$ ), koji potvrđuju jaku pozitivnu korelaciju, što ukazuje na mogućnost korištenja podataka o sadržaju glinastih čestica u tlu za procjenu retencije vlage u tlu za praktične potrebe.

Ključne riječi: retencija vlage, humus, glina, 1,5 MPa, 0,625 MPa

#### **ABSTRACT**

It is well known that in the soil many processes are developing which lead to the creation of various dynamic balances. Therefore different physical and chemical soil characteristics are in a constant interaction, while a good insight into these characteristics and their mutual influence is being applied in the modern agricultural production. The paper examines the results of the research

on the influence of the humus quantity and clay content on the soil moisture retention at 1.5 MPa and 0.625 MPa. The research was conducted on 42 heterogeneous samples from the archive of the Department of Soil Science of the Faculty of Agriculture in Zagreb with known values of the basic physical and chemical properties. The results indicate that there is no correlation ( $r = -0.106$ ) between humus quantity and soil moisture retention at 1.5 MPa and 0.625 MPa, hence the existing data on humus content cannot be used for an estimation of moisture retention in the soil. Highly significant correlation coefficients were identified at the value of 1.5 MPa ( $r = 0.775^{**}$ ) and 0.625 MPa ( $r = 0.731^{**}$ ), that confirms a strong positive correlation between clay content and soil moisture retention. The finding indicates the possibility of applying data on the clay particles content in the soil for the estimation of soil moisture retention for practical use.

Key words: soil moisture retention, humus, clay, 1.5 MPa, 0.625 MPa

## UVOD

Na vodozračne odnose u tlu utječe čitav niz različitih svojstava tla, između ostalih i količina humusa i mehanički sastav tla (Hillel 1980). Humus je specifična organska tvar tla koja nastaje u procesu humifikacije (Škorić 1991). Utječe na brojna svojstva tla od kojih je najvažnije svojstvo stvaranje stabilnih strukturnih agregata, a time i povoljnih vodozračnih odnosa, što se odražava na dinamiku vode, topline i zraka, zbog čega se humus s pravom naziva zemljišnim autoregulatorom plodnosti tla (Škorić 1986, Martinović 1997).

Mehanički sastav tla predstavlja postotak pojedinih kategorija čestica tla. Osnovne kategorije čestica su: pijesak koji predstavlja čestice promjera 2,0-0,05 mm, prah s promjerom 0,05-0,002 mm i glina promjera  $< 0,002$  mm. Koliki će utjecaj mehanički sastav imati na pojedina svojstva tla ovisi o zastupljenosti pojedinih kategorija čestica kao i o njihovom mineralnom sastavu. Čestice gline su zbog velike aktivne vanjske i unutarnje površine, velikog kapaciteta adsorpcije i mineralnog sastava kojeg predstavljaju sekundarni alumosilikati, najaktivnije čestice tla (Škorić 1991). Zbog navedene važnosti humusa i mehaničkog sastava uz ostala svojstva tla, u radu je istraživani njihov utjecaj na retenciju vlage u tlu kod 1,5 MPa, što odgovara vodnoj konstanti koja se naziva točka venuća, te kod 0,625 MPa, što odgovara vodnoj konstanti koja se naziva

lentokapilarna vlažnost. Sva vlaga iznad granice točke venuća, odnosno vlaga koja se drži jačom silom od 1,5 MPa je nepristupačna za poljoprivredne kulture (Racz 1974, Racz 1981, Bogdanović 1973). Lentokapilarna vlažnost je granica kada se voda teže ili lakše giba u tlu, odnosno granica između vezane vode i vode koja se slobodno giba. Ona je važna za navodnjavanje jer se uzima da je donja granica optimalne vlažnosti pa je stoga mjera za određivanje početka navodnjavanja (Tomić, 1988). Mnogi autori navode da se u tlu između mineralnih, organomineralnih i organskih čestica tla permanentno odvijaju procesi koji dovode do uspostave dinamičke ravnoteže, a čije poznavanje ima pored ostalog i veliku praktičnu važnost (Kohnke 1968, Vidaček 1998, Husnjak 2000).

S obzirom na sve intenzivniju primjenu navodnjavanja posljednjih nekoliko godina u Hrvatskoj, često se javlja potreba za poznavanjem vrijednosti točke venuća i lentokapilarne vlažnosti. S obzirom da takvih podataka nema (odnosno trebalo bi ih odrediti u laboratoriju, a što iziskuje velike troškove i vrijeme), a da s druge strane postoje podaci o mehaničkom sastavu i sadržaju humusa, u slučaju pozitivne korelacije između tih svojstava i retencije vlage kod 1,5 MPa i 0,625 MPa, postojeći podaci bi se mogli koristiti u procjeni navedenih vodnih konstanti kod projektiranja navodnjavanja. Pretpostavlja se da se s povećanjem, odnosno smanjenjem sadržaja humusa i gline u tlu, povećava, odnosno smanjuje i retencija vlage. Stoga je cilj istraživanja utvrditi: utjecaj sadržaja humusa na retenciju vlage u tlu kod 1,5 MPa i 0,625 MPa, te utjecaj glinastih čestica na retenciju vlage u tlu kod 1,5 MPa i 0,625 MPa. U slučaju pozitivne korelacije između navedenih pojedinih svojstava tla i retencije vlage u tlu, potvrdit će se mogućnost procjene retencije vlage u tlu na temelju postojećih podataka o sadržaju humusa i glinastih čestica u tlu. Međutim, u slučaju da nema pozitivne korelacije, odbaciti će se pretpostavka da je korištenje spomenutih podataka za određivanje točke venuća i lentokapilarne vlažnosti moguće.

## METODE RADA

Za analizu su uzeta 42 uzorka tla različitog mehaničkog sastava i količine humusa, iz arhive uzoraka na Zavodu za pedologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Uzorci koji potječu iz oraničnog i pod-oraničnog sloja tla su s područja Virovitičko-podravske i Požeško-slavonske županije, odnosno poljoprivrednih tala razvijenih na lesu (Husnjak i sur. 2006, 2007 i 2008). Za

istraživane uzorke tla, na temelju postojećih analitičkih podataka, u radu se prikazuju osnovna fizikalna i kemijska svojstva, određena na temelju standardnih laboratorijskih analiza (Škorić 1985). Retencija vlage u tlu za obje vodne konstante određena je na tlačnoj membrani Richardsovom metodom (Richards, 1982). Veza između pojedinih osobina tla te njihova ovisnost o drugim svojstvima ispitane su korelacijom i linearnom regresijom. Jačina i smjer korelacijske veze izraženi su korelacijskim koeficijentom i stupnjem signifikantnosti, dok je linearna regresija prikazana jednadžbom pravca  $y = a + bx$  (Vasilj 2000).

## ZNAČAJKE TALA UKLJUČENIH U ISTRAŽIVANJE

Uzorci potječu s područja Virovitičko-podravске i Požeško-slavonske županije, slika 1.



Slika 1: Rasprostranjenost istraživanih uzoraka tla

Figure 1: Distribution of the studied soil samples

Zajedničko je svim uzorcima da su uzeti iz oraničnog i pod-oraničnog sloja tala razvijenih na lesu, a utvrđena sistematska pripadnost (tip) istraživnog tla različita je za određene lokacije pa su zastupljeni sljedeći tipovi tala: lesivirano na lesu tipično, lesivirano na pjeskovitom lesu i pseudoglej – glej. Podaci o fizikalnim i kemijskim značajkama detaljno su prikazani u izvještajima (Husnjak i sur. 2006; 2007 i 2008), zbog čega se ovdje prikazuju samo osnovne značajke.

Rezultati kemijskih analiza pokazuju da su tla opskrbljena humusom pretežno vrlo slabo (0,1-1%) i slabo (1-3%), pri čemu varira od 0,1 do 2,8%. Od toga kod 8 uzoraka sadržaj humusa varira od 0,1 do 0,6%, kod 16 uzoraka od 0,6 do 1,2%, kod 12 od 1,2 do 1,8%, kod 5 od 1,8 do 2,4%, te kod jednog uzorka od 2,4 do 3,0%. Reakcija tla je uglavnom jako kisela i kisela, pri čemu je kod 35 uzoraka reakcija tla izrazito kisela odnosno između 3,9 i 4,5, kod 6 uzoraka je kisela odnosno između 4,5 i 5,5 a samo kod jednog uzorka je neutralna odnosno iznosi 6,7; tablica 1.

**Tablica 1. Osnovna kemijska svojstva tla**

**Table 1. Basic chemical soil properties**

pH H <sub>2</sub> O		pH KCl		Humus	
broj uzoraka / number of soil samples	pH	broj uzoraka / number of soil samples	pH	broj uzoraka / number of soil samples	%
1	< 4,5	35	< 4,5	8	0,1-0,6
33	4,5-5,5	6	4,5-5,5	16	0,6-1,2
6	5,5-6,5	0	5,5-6,5	12	1,2-1,8
2	6,5-7,0	1	6,5-7,0	5	1,8-2,4
				1	2,4-3,0

Rezultati fizikalnih značajki pokazuju da je tekstura istraživanih tala dosta heterogena i uglavnom varira od praškasto ilovaste do pjeskovito ilovaste, pri čemu 12 uzoraka ima praškasto ilovastu, 14 uzoraka ilovastu, 1 uzorak

S. Husnjak i M. Bosak: Utjecaj značajki tla na  
retenciju vlage u tlu

Tablica 2. Značajke osnovnih fizikalnih svojstava tla  
Table 2. Basic physical soil properties

P		Kv		Kz		rv		rē		Lv		Tv	
broj uzoraka / number of soil samples	% vol	broj uzoraka / number of soil samples	% vol.	broj uzoraka / number of soil samples	% vol.	broj uzoraka / number of soil samples	g/cm <sup>3</sup>	broj uzoraka / number of soil samples	g/cm <sup>3</sup>	broj uzoraka / number of soil samples	% maseni / mass	broj uzoraka / number of soil samples	% maseni / mass
3	35-40	2	25-30	2	< 4	2	1,20-1,25	3	2,50-2,55	15	6-11	16	3-6
19	40-45	24	30-35	15	4-8	5	1,25-1,35	3	2,55-2,60	15	11-16	22	6-9
14	45-50	13	35-40	10	8-12	9	1,35-1,45	8	2,60-2,65	9	16-21	2	9-12
6	> 50	3	40-45	4	12-16	17	1,45-1,55	13	2,65-2,70	3	21-26	2	12-15
				9	16-20	7	1,55-1,65	13	2,70-2,75				
				2	20-24	2	> 1,65	2	> 2,75				
Pijesak/sand		Prah/silt		Glina/clay		Tekstura / texture		Stabilnost mikroagregata/microagregate stability		Stabilnost makroagregata /macroagregate stability			
broj uzoraka / number of soil samples	%	broj uzoraka / number of soil samples	%	broj uzoraka / number of soil samples	%	broj uzoraka / number of soil samples	Oznaka /type	broj uzoraka / number of soil samples	Ocjena / evaluation	broj uzoraka / number of soil samples	Ocjena / evaluation	broj uzoraka / number of soil samples	Ocjena / evaluation
9	10-25	6	10-23	2	1-6	15	PI	13	potpuno nestabilni / completely unstable	21	potpuno nestabilni / completely unstable	21	potpuno nestabilni / completely unstable
9	25-40	10	23-36	11	6-12	14	I	10	nestabilni / unstable	11	malo stabilni / little stable	11	nestabilni / unstable
13	40-55	12	36-49	17	12-18	12	PrH	11	malo stabilni / little stable	6	malo stabilni / little stable	6	malo stabilni / little stable
9	55-70	10	49-62	10	18-24	1	PrGI	8	stabilni / stable	4	stabilni / stable	4	stabilni / stable
2	70-75	4	62-70	2	24-30								

Tumač: P-porozitet, Kv-kapacitet tla za vodu; Kz-kapacitet tla za zrak; rv-gustoća volumna; rē-gustoća čvrstih čestica; Lv-lentokapilarna vlaga; Tv-točka venuća  
Legend: P-porosity; Kv- water capacity; Kz-air capacity; rv-bulk density; rē-particle density; Lv-lentocapillary point ; Tv-wilting point

Tumač: kralica: Pl-pjescovita ilovača; L-ilovača; PrI-praškasta ilovača; PrGI-praškasto glinasta ilovača  
Legend: Pl – Sandy Loam, I – Loam, PrI – Silty Loam, PrGI – Silty Clayey Loam

praškasto-glinasto ilovastu, a 15 uzoraka pjeskovito ilovastu teksturu. Sadržaj gline varira od 1,2 do 28,2%, pri čemu kod 2 uzorka varira od 1 do 6%, kod 10 uzoraka od 6 do 12%, kod 17 uzoraka od 12 do 18%, kod 10 uzoraka od 18 do 24% te kod 2 uzorka od 24 do 30%. Retencija vlage kod 1,5 MPa varira od 3,4 do 14,4% masenih. Pri tome je 16 uzoraka u intervalu od 3 do 6%, 22 uzorka u intervalu od 6 do 9%, 2 uzorka su u intervalu od 9 do 12% i 2 uzorka u intervalu od 12 do 15%. Retencija vlage kod 0,625 MPa varira od 6,8 do 25,4% masenih. Pri tome je 15 uzoraka u intervalu od 6 do 11%, 15 uzoraka u intervalu od 11 do 16%, 9 uzoraka je u intervalu od 16 do 21% te 3 uzorka u intervalu od 21 do 26% masenih, tablica 2.

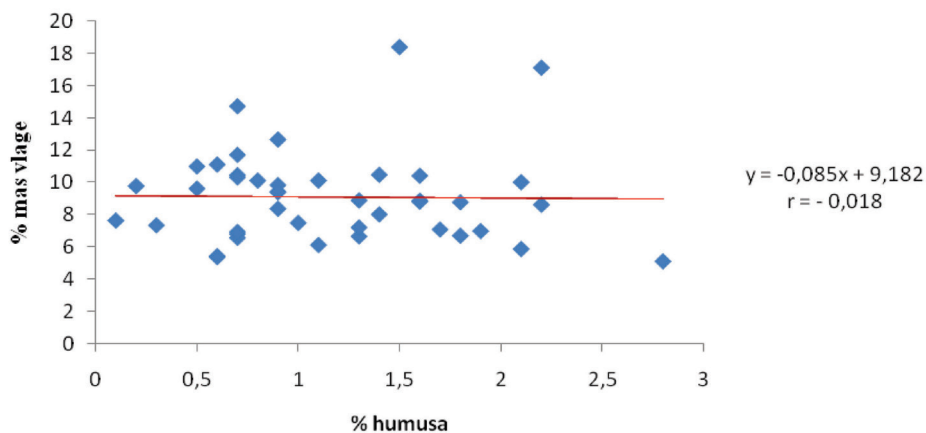
## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

### Utjecaj sadržaja humusa na retenciju vlage kod 1,5 MPa

Rezultati korelacije sadržaja humusa i retencije vlage kod 1,5 MPa prikazani su na grafikonu 1. Na njemu su prikazane vrijednosti koreliranih svojstava sadržaja humusa i retencije vlage, zatim regresijski pravac, te jednadžba pravca s vrijednošću korelacijskog koeficijenta.

**Grafikon 1. Korelacija sadržaja humusa i retencije vlage u tlu kod 1,5 MPa**

**Graph 1. Correlation between humus quantity and soil moisture retention at 1,5 MPa**



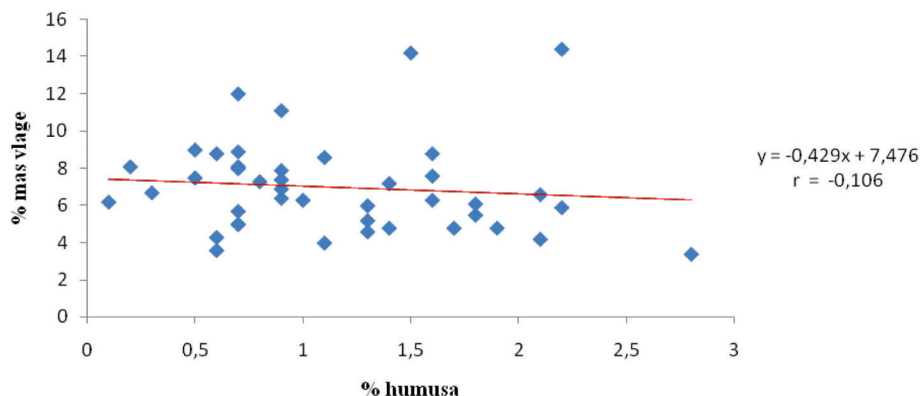
Negativni korelacijski koeficijent ( $r = -0,106$ ) ukazuje na postojanje vrlo slabe negativne korelacijske veze, ali budući da ne prelazi tabelarnu vrijednost sa 5%-tnim i 1%-tnim nivoom signifikantnosti možemo reći da između sadržaja humusa i retencije vlage u tlu kod 1,5 MPa nema korelacije kod istraživanih uzoraka tla. Jedan od razloga sasvim sigurno je niski sadržaj humusa i izrazita kiselost istraživanih uzoraka tla, što ima za posljedicu lošu stabilnost strukturnih agregata koja se direktno odražava na retenciju vlage u tlu.

### Utjecaj sadržaja humusa na retenciju vlage kod 0,625 MPa

Rezultati korelacije sadržaja humusa i retencije vlage kod 0,625 MPa prikazani su na grafikonu 2.

Grafikon 2. Korelacija sadržaja humusa i retencije vlage u tlu kod 0,625 MPa

Graph 2. Correlation between humus quantity and soil moisture retention at 0,625 MPa



Kod retencije vlage u tlu pri 0,625 MPa također je dobiven izrazito mali, a pri tome i negativan korelacijski koeficijent ( $r = -0,018$ ) koji također ne prelazi tabelarnu vrijednost sa 5%-tnim i 1%-tnim nivoom signifikantnosti pa i u ovom slučaju možemo ustvrditi da između sadržaja humusa i retencije vlage kod 0,625 MPa u ispitivanim uzorcima nema korelacije, tj. da sadržaj humusa ne



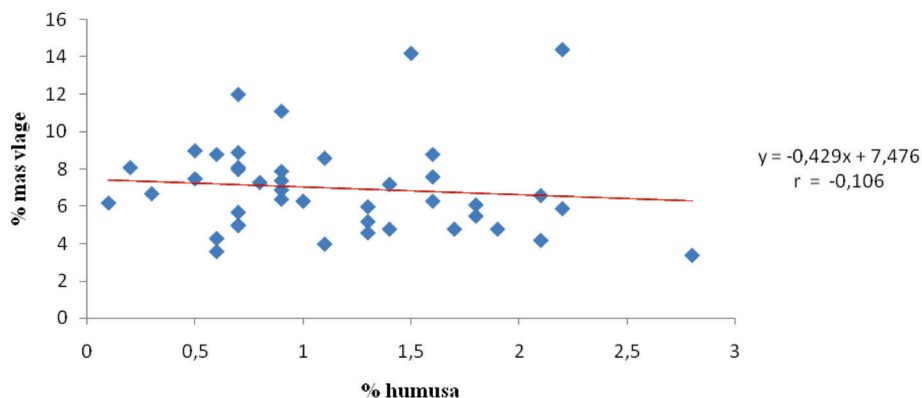
utječe izravno na retenciju vlage. Zasiurno da i u ovom slučaju razlog treba tražiti u niskom sadržaju humusa i izrazitoj kiselosti istraživanih uzoraka tla.

### Utjecaj sadržaja glinastih čestica na retenciju vlage kod 1,5 MPa

Rezultati korelacije sadržaja gline i retencije vlage kod 1,5 MPa prikazani su na grafikonu 3.

Grafikon 3. Korelacija sadržaja gline i retencije vlage u tlu kod 1,5 MPa

Graph 3. Correlation between clay content and soil moisture retention at 1,5 Mpa



Korelacijski koeficijent ( $r = 0,775^{**}$ ) visoko je signifikantan i ukazuje na postojanje vrlo jake pozitivne korelacijske veze između sadržaja gline i retencije vlage kod 1,5 MPa u istraživanim uzorcima tla. Dakle, prema navedenom, s povećanjem sadržaja gline povećava se i retencija vlage. Slične rezultate dobili su Žic (1976) te Rajkai i sur. (1996), koji su utvrdili da tlima s težim mehaničkim sastavom odgovara veći sadržaj retencije vlage, pri čemu je korelacijski koeficijent iznosio od 0,75 do 0,77.

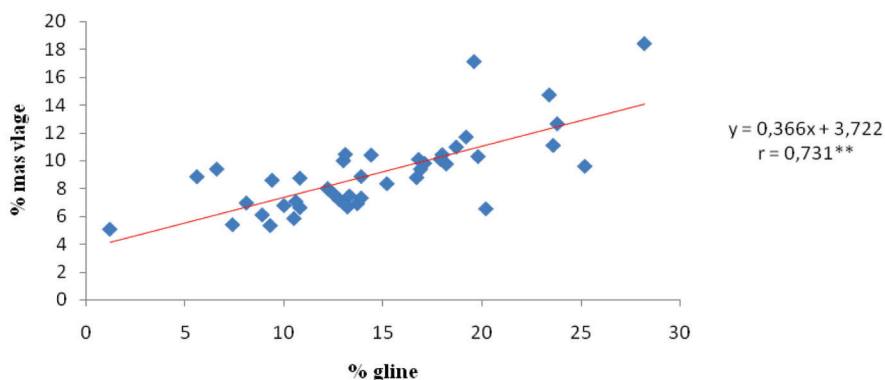
### Utjecaj sadržaja glinastih čestica na retenciju vlage u tlu kod 0,625 MPa

Rezultati korelacije sadržaja gline i retencije vlage kod 0,625 MPa prikazani su na grafikonu 4. Ispitujući utjecaj sadržaja gline na retenciju vlage u tlu kod 0,625 MPa dobiveni su slični rezultati kao i kod retencije vlage pri točki

venuća. Korelacijski koeficijent ( $r = 0,731^{**}$ ) je pozitivan i visoko signifikantan, tj. statistički opravdan pa možemo ustvrditi da između ova dva ispitivana svojstva također postoji vrlo jaka i pozitivna korelacijska veza, što potvrđuje našu pretpostavku.

**Grafikon 4. Korelacija sadržaja gline i retencije vlage u tlu kod 0,625 MPa**

**Graph 4. Correlation between clay content and soil moisture retention at 0,625 Mpa**



Navedeni podaci potvrđuju da sadržaj glinastih čestica ima veliki utjecaj na retenciju vlage u tlu, i to podjednako kod različitih tlakova.

## ZAKLJUČAK

U radu su prikazani rezultati međusobnog utjecaja retencije vlage u tlu kod 1,5 MPa te kod 0,625 MPa sa sadržajem humusa i čestica gline u tlu. Ukupno su u istraživanju korištena 42 vrlo heterogena uzorka tla s područja Virovitičko-podravске i Požeško-slavonske županije.

Utvrđeni rezultati pokazuju da sadržaj humusa nije moguće koristiti u procjeni retencije vlage u tlu, kako kod 1,5 MPa, tako i kod 0,625 MPa s obzirom da nije utvrđena korelacija između tih svojstava tla. Kako je za sadržaj gline utvrđena jaka i pozitivna korelacija prema retenciji vlage u tlu kod 1,5 MPa, ali i kod 0,625 MPa, postojeće podatke koji se odnose na postotak

glinastih čestica u tlu moguće je koristiti u procjeni retencije vlage u tlu kod 1,5 MPa te kod 0,625 MPa za praktične potrebe.

## LITERATURA

1. Bogdanović, J. (1973): Usporedna ispitivanja metoda za određivanje vlažnosti venuća kod različitih tipova tala. *Zemljište i biljka*, Vol 22, No 3
2. Hillel, D. (1980): *Application of Soil Physics*. Department of Plant and Soil Sciences. Massachusetts, Academic press.
3. Husnjak, S. (2000): Soil moisture regime of hydroameliorated amphigley vertic in the Central Sava River valley. *Agronomski glasnik*, 3-4, str. 113-131.
4. Husnjak, S., i sur. (2006, 2007 i 2008): Analiza zaliha hranjiva i teških metala u tlu i teških metala u biljnom materijalu. Izvještaji za navedene godine. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za pedologiju
5. Kohnke, H. (1968): *Soil Physics*, Mc Graw, Hill Company, New York
6. Martinović, J. (1997): *Tloznanstvo u zaštiti okoliša- priručnik za inženjere*. Državna uprava za zaštitu okoliša, Zagreb.
7. Racz, Z. (1974): Fizikalna svojstva i dinamika vlage u pseudogleju. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 33(43): 43-57
8. Racz, Z. (1981): *Meliorativna pedologija, II dio*. Udžbenik, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
9. Rajkai, K., Kabos, S., Genuchten, M., Jansson, P. (1996): Estimation of water-retention characteristics from bulk density and particle-size distribution of swedish soils. *Soil Science*, vol 161, No. 12
10. Richards, L.A. (1982): *Soil water and plant growth. Soil physical conditions*, New York
11. Škorić, A. (1985): *Priručnik za pedološka istraživanja*. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu
12. Škorić, A. (1986): *Postanak, razvoj i sistematika tla*. Udžbenik, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu
13. Škorić, A. (1991): *Sastav i svojstva tla*. Udžbenik, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu
14. Tomić, F. (1988): *Navodnjavanje*. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

15. Vasilj, Đ. (2000): Biometrika i eksperimentiranje u Bilinogojstvu, Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu i Hrvatsko agronomsko društvo.
16. Vidaček, Ž. (1998): Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
17. Žic, M. (1976): Neke metode određivanja vodnih osobina tla i njihova ovisnost o drugim fizikalnim svojstvima. Poljoprivredna znanstvena smotra, 37(47); 107-114

**Adresa autora – Author’s addresses:**

Prof.dr.sc. Stjepan Husnjak,  
e-mail: shusnjak@agr.hr  
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet  
Zavod za pedologiju,  
Svetošimunska 25  
10000 Zagreb

**Primljeno – Received**

27.02.2014.

Matija Bosak, dipl.ing.agr.,  
e-mail: bosak.matija@gmail.com  
Vladimira Nazora 21  
10437 Bestovje