

Određivanje pedofizikalnih značajki tla

- 1. Hidropedološke konstante tla
 - 1.1. Trenutačna vlaga tla - Trv
 - 1.2. Retencijski kapacitet tla za vodu - Kv
 - 1.3. Fiziološki aktivna voda i nepristupačna voda u tlu - FAv i Nv
- 2. Gustoća tla
 - 2.1. Volumna gustoća tla - ρ_v
 - 2.2. Gustoća čvrste faze tla - ρ_ε
- 3. Ukupni sadržaj pora u tlu - P
- 4. Kapacitet tla za zrak - Kz
- 8. Mehanički (granulometrijski) sastav tla
- 9. Stabilnost strukturnih agregata tla
 - 9.1. Stabilnost makrostrukturnih agregata tla

ODREĐIVANJE TRENUTAČNE VLAGE TLA

Trenutačna vlaga tla je sadržaj vlage u tlu u trenutku uzimanja uzoraka.

- Trenutačnu vlagu tla potrebno je utvrditi pri određivanju poljskog kapaciteta tla za vodu, retencije vlage pri određenom tlaku (pF vrijednosti), te ostalih značajki za koje je bitna količina vode.
- Određivanje trenutačne vlage tla ima posebno značenje prilikom navodnjavanja ratarskih ili povrtarskih kultura.

Za određivanje trenutačne vlage tla koriste se različite metode:

a) termogravimetrijske metode - na principu zagrijavanja uzoraka tla radi isparavanja vode i obračuna njenog sadržaja u %mas. ili %vol. To su npr.:

- metoda sušenja uzoraka tla na 105°C do konstantne mase
- metoda sušenja infracrvenim zrakama
- metoda ubrzanog sušenja u vreloom parafinu
- karbidna metoda sušenja uzoraka

b) elektrometrijske metode najčešće se koriste na terenu, a zasnivaju se na promjenama elektroprovodljivosti tla ovisno o vlažnosti. To su npr.:

- metoda pomoću gipsanih blokova
- mjerenje pomoću tenziometara
- metoda na bazi radioaktivnog zračenja

Određivanje trenutačne vlage tla metodom sušenja do konstantne mase pomoću uzoraka u nenarušenom stanju

Pribor:

- cilindar Kopeckog volumena 100 cm³
- precizna tehnička vaga
- električni sušionik
- vakuum eksikator

Postupak:

Na terenu se uzme uzorak tla u nenarušenom stanju u cilindru Kopeckog volumena 100 cm³. Pri tom ga moramo zaštititi PVC folijom da izbjegnemo gubitak vlage. Nakon dolaska u laboratorij uzorak tla treba odmah odvagati. Sa cilindra se ukloni zaštita i poklopci. Odvage se cilindar sa donjom mrežicom, a od odvage se odbije masa metalnog cilindra i mrežice da dobijemo masu vlažnog uzorka tla (m_v) u gramima. Nakon vaganja uzorak se suši u električnom sušioniku na 105°C do konstantne mase, hladi u vakuum eksikatoru i ponovno važe. Od odvage se odbije masa cilindra i mrežice da dobijemo masu apsolutno suhog uzorka tla (m_s). Razlika u masi uzoraka prije i poslije sušenja predstavlja trenutačnu vlagu tla u gramima, koju je potrebno izraziti u volumnim postocima tako da se razlika podijeli sa volumenom uzorka tla.

$$\text{Trv} [\% \text{ vol.}] = \frac{m_v - m_s}{V} \times 100$$

- Trv = trenutačna vlaga tla, % vol.
- m_v = masa vlažnog uzorka tla, g
- m_s = masa apsolutno suhog uzorka tla, g
- V = volumen uzorka tla, odnosno cilindra Kopeckog, cm³

ODREĐIVANJE RETENCIJSKOG KAPACITETA TLA ZA VODU

Apsolutni kapacitet tla za vodu, po Kopeckom, predstavlja količinu vode koju tlo sadrži nakon 24 sata pošto je prethodno bilo maksimalno zasićeno vodom.

Određuje se u laboratoriju pomoću uzoraka tla u nenarušenom stanju uzetim u cilindre Kopeckog poznatog volumena (najčešće 100 cm³). Originalnom metodom se uzorci u cilindrima uranjaju direktno u vodu pri čemu dolazi do značajnih gubitaka tla. To je bio osnovni razlog da je prof. Gračanin razradio novu metodu određivanja *retencijskog kapaciteta tla za vodu*.

•Pribor:

- cilindar po Kopeckom volumena 100 cm³
- električni sušionik
- precizna tehnička vaga
- posuda za vodu
- stakleno zvono
- vakuum eksikator

Postupak:

Cilindar sa tlom i donjom mrežicom se stavlja na postolje obavijeno filter papirom čiji su krajevi uronjeni u vodu. Voda se ascendentno diže preko filter papira i postepeno vlaži uzorak. Kada se ovlaži površina uzorka (pojavu se kapljice vode) stavlja se na suhi filter papir pod stakleno zvono oko 20 minuta dok se ne odstrani suvišna voda sa mrežice. U tom trenutku je uzorak zasićen do retencijskog kapaciteta tla za vodu, odnosno mikropore su zasićene vodom, a makropore zrakom.

Uzorak se važe. Od odvage se odbije masa metalnog cilindra i mrežice da dobijemo masu vlažnog uzorka tla (m_{av}) u gramima. Nakon toga uzorak se suši u električnom sušioniku na 105°C do konstantne mase, hladi u vakuum eksikatoru i ponovno važe. Od odvage se odbije masa cilindra i mrežice i dobijemo masu apsolutno suhog uzorka tla (m_s).

$$K_v [\%vol.] = \frac{m_{av} - m_s}{V} \times 100$$

K_v = retencijski kapacitet tla za vodu, % vol.
 m_{av} = masa apsolutno vlažnog uzorka tla, g
 m_s = masa apsolutno suhog uzorka tla, g
 V = volumen uzorka tla, odnosno cilindra Kopeckog, cm³

Ocjena retencijskog kapaciteta tla za vodu (Škorić, 1982.):

Ocjena	K_v , % vol.
vrlo mali	< 25
mali	25 - 35
srednji	35 - 45
veliki	45 - 60
vrlo veliki	> 60

HIGROSKOPNA VLAGA

Higroskopicitet je sposobnost tla da na površini svojih čestica kondenzira vodenu paru iz zraka.

Higroskopna vlaga tla je prvi najtanji sloj molekula vode (vodene pare iz zraka) adsorbiran na površini čvrstih čestica tla. Količina adsorbirane vodene pare ovisi o relativnoj vlažnosti i temperaturi zraka. To znači da ako je veća relativna vlažnost zraka veća je i higroskopna vlaga tla. Tla sa većim udjelom čestica gline i humusa imaju veće vrijednosti higroskopske vlage, jer glina i humus imaju veliku aktivnu površinu pa mogu vezati veliki broj molekula vodene pare iz zraka.

Vrijednost higroskopiciteta se, prema Mitscherlichu, označava sa H_y , a određuje se kod relativne vlažnosti zraka 96% i temperature 25°C. Smatra se da fiziološki neaktivna vlaga tla (mrtva vlaga) odgovara dvostrukoj higroskopnosti (2 H_y) ili 99% relativne vlažnosti zraka.

ODREĐIVANJE NEPRISTUPAČNE I FIZIOLOŠKI AKTIVNE VODE U TLU

Higroskopna vlaga u tlu se drži silama od 50 atm. S obzirom da je snaga sisanja ratarskih kultura u granicama 6 - 16 atm one tu vlagu ne mogu koristiti.

Otprilike dvostruka vrijednost H_y odgovara količini vode koja je tako čvrsto vezana da se biljke ne mogu njome koristiti (1,7 - 2 H_y). Prema tome biljkama **nepristupačna voda u tlu** - N_v se izračunava iz dvostruke vrijednosti higroskopiciteta.

Granica kod koje je podjednaka sila držanja vode od strane koloida tla i usisna sila korijenja naziva se i **točka venuća - TV**.

Sva količina vode ispod ove granice predstavlja mrtvu vlagu, jer **točka venuća** je količina vode u tlu pri kojoj biljke venu i ne mogu ponovno nastaviti rast i razvoj ni ako dospiju u atmosferu zasićenu vodenom parom (**permanentna točka venuća**).

Postupak:

U staklenu posudu promjera 15 cm i visine 8 cm stavi se 400 g usitnjenog tla. Zatim se dodaje voda dok vrijednost retencijskog kapaciteta ne dostigne 80 %vol. Zasije se 100 zrna neke pokusne biljke (obično ječam ili pšenica), a vegetacijske posude se stave u svijetle prostorije ili komore (bez direktnog izvora svjetla) u kojima je relativna vlažnost zraka > 75%.

Tijekom trajanja pokusa tlo se više ne zalijeva. Biljke počinju masovno venuti kada u tlu ostane samo mrtva voda. Tada se iz zone korijenja uzima uzorak tla u narušenom stanju, te se određuje sadržaj trenutačne vlage (% mas.) koju tlo ima u trenutku venuća biljaka.

Pravilno bi bilo za svaku vrstu ili sortu biljaka odrediti posebno točku venuća.

$$TV [\% \text{ mas.}] = \frac{m_{tv} - m_s}{m_s} \times 100$$

m_{tv} = masa tla u trenutku venuća, g
 m_s = masa apsolutno suhog tla, g

Sadržaj vode u tlu koji se dobije kao razlika između poljskog ili retencijskog kapaciteta tla za vodu i točke venuća predstavlja **fiziološki aktivnu vodu tla - FAv**.

$$FAv [\% \text{ vol.}] = PKv (Kv) - TV$$

FAv = fiziološki aktivna voda u tlu, % vol.
 PKv = poljski kapacitet tla za vodu, % vol.
 Kv = retencijski kapacitet tla za vodu, % vol.
 TV = točka venuća, % vol.

Razlika između trenutačne vlage tla i točke venuća predstavlja **momentalnu količinu fiziološki aktivne vode u tlu**

GUSTOĆA TLA

Gustoća tla - ρ je broj koji nam kazuje koliko određeni volumen tla ima veću ili manju masu od mase istog volumena vode.

Prije uvođenja SI sustava korišten je naziv **specifična težina tla - St**.

Razlikujemo dvije gustoće tla:

1. **volumna gustoća tla, ρ_v (specifična težina volumna - Stv)**
2. **gustoća čvrste faze tla, ρ_c (specifična težina prava - Stp)**

Određivanje volumne gustoće tla

Volumna gustoća tla je broj koji izražava odnos mase vode i istog volumena tla u prirodnom, nenarušenom stanju. Vrijednosti volumne gustoće tla najviše ovise o ukupnom sadržaju pora u tlu i sadržaju organske tvari. Što je veća ukupna poroznost i veći sadržaj organske tvari manja je volumna gustoća. Indikator je zbijenosti nekog tla. U oraničnim horizontima najčešće iznosi 1,0 - 1,6 gcm⁻³, a u zbijenim horizontima i više (do 2,0 gcm⁻³). Za njeno određivanje na terenu uzimamo uzorke tla u nenarušenom stanju (prirodni izvadak tla) u cilindre Kopeckog poznatog volumena (100 cm³). Uzorke sušimo na 105 °C do konstantne mase, hladimo u vakuum eksikatoru i važemo. Od odvage tla odbijemo masu cilindra i mrežice da dobijemo masu apsolutno suhog uzorka tla (m_s) koju dijelimo sa volumenom istog tla.

Određivanje gustoće čvrste faze tla

Gustoća čvrste faze tla je broj koji izražava odnos mase vode i istog volumena čvrste faze tla. Vrijednosti gustoće čvrste faze tla ovise o mineralnom sastavu tla i sadržaju organske tvari. Ukoliko tlo sadrži više organske tvari, gustoća čvrste faze tla je manja. U većini tala varira od 2,4 - 2,9 gcm⁻³.

Određuje se Albert-Bogsovom metodom.

Pribor:

odmjerna tikvica volumena 50 ml
tehnička vaga
bireta volumena 50 ml
ksilol

Postupak:

U odmjernu tikvicu volumena 50 ml odvaže se 20 g apsolutno suhog uzorka tla. Ako u postupak uzimamo zračno suho tlo prevodimo ga na apsolutno suho. U odmjernu tikvicu sa uzorkom dodaje se iz birete čisti ksilol uz povremeno mućkanje. Kada se odmjerna tikvica do oznake napuni sa ksilolom očitamo volumen ksilola prostalog u bireti, što predstavlja volumen tla (V).

Gustoća čvrste faze tla (ρ_s) dobije se djeljenjem mase uzorka tla sa njegovim volumenom:

$$\rho_s \text{ [gcm}^{-3}\text{]} = m/V$$

ρ_s = gustoća čvrste faze tla, gcm⁻³

m_s = masa apsolutno suhog uzorka tla, g

V = volumen čvrste faze tla, cm³

Određivanje granulometrijskog sastava tla

Tlo je polidisperzni sustav, što znači da se sastoji od čestica različitih dimenzija. Kvantitativni odnos pojedinih skupina čestica ili mehaničkih elemenata predstavlja teksturu odnosno granulometrijski ili mehanički sastav tla.

Granulometrijskom analizom tla izdvajamo pojedine skupine (frakcije) mehaničkih elemenata.

Za određivanje granulometrijskog sastava tla postoji više metoda, koje se zasnivaju na različitim načelima:

- metoda prosijavanja pomoću garniture sita sa otvorima različitih dimenzija
- metoda sedimentacije u mirnoj vodi
- metoda sedimentacije u tekućoj vodi (elutracija)
- metoda centrifugiranja

Prije izvođenja granulometrijske analize postoje razni postupci pripreme uzoraka tla kao što su:

- višekratno tretiranje uzorka tla sa 50 ml 6% H₂O₂ (vodik peroksid) u cilju odstranjivanja organske tvari
- dekalcinacija uzorka tla primjenom 0,2 n HCl
- primjena različitih dispergenata tla kao što su NaOH, Na₄P₂O₇ × 10 H₂O (natrij pirofosfat)...

U našim pedološkim laboratorijima najčešće se primjenjuje pipet metoda koja se zasniva dijelom na principu prosijavanja, a dijelom na principu sedimentacije u mirnoj vodi.

Ovom metodom određujemo slijedeće frakcije mehaničkih elemenata:

- krupni pijesak (2,0 - 0,2 mm)
- sitni pijesak (0,2 - 0,02 mm)
- prah (0,02 - 0,002 mm)
- glina (< 0,002 mm)

Postupak:

Odvaže se 10g zrakovsuhog tla u plastičnu bocu od 500 ml i prelije sa 25 ml 0,4 n otopine Na₄P₂O₇ × 10 H₂O, promućka i ostavi stajati preko noći. Slijedeći dan dodaje se 250 ml vode i mućka 6 sati na rotacijskoj mućkalici. Nakon toga se pristupa određivanju pojedinih frakcija.

Određivanje frakcije krupnog pijeska (2,0-0,2mm)

Suspenzija tla se nakon mućkanja kvantitativno prenese u cilindar za sedimentaciju preko sita sa otvorima promjera 0,2 mm. Na situ ostanu dobro isprane čestice krupnog pijeska, koje se zatim sa sita prenese u porculansku zdjelicu, otpare na vodenoj kupelji, osuše u električnom sušioniku na 105 °C do konstantne mase i odvaže.

$$\% \text{ krupnog pijeska} = \frac{\text{masa ostatka na situ [g]}}{\text{masa aps. suhog tla [g]}} \times 100$$

Određivanje frakcije praha i gline (<0,02mm)

Kada se suspenzija tla prenese preko sita sa otvorima promjera 0,2 mm u cilindar za sedimentaciju ostatak do 1000 ml se dopuni destiliranom vodom. Zatim se cilindar zatvori čepom i mućka 1 minutu uvijek u istom smjeru (lijevo-desno ili gore-dolje). Za to vrijeme postiže se potpuna homogenizacija suspenzije tako da se u svakih 10 ml nalazi 1/100 uzorka odnosno 0,1g. Zatim se cilindar ostavi da miruje i izvadi čep. Tada dolazi do sedimentacije čestica (krupnije se talože brže, a sitnije sporije).

Čestice dimenzija manjih od 0,02 mm prelaze put od 10 cm za 4 minute i 48 sekundi. Po isteku navedenog vremena pipetom sa dubine od 10 cm se uzima 10 ml suspenzije. Pipetiranje se izvodi na slijedeći način: 30 sekundi prije isteka vremena od 4 minute i 48 sekundi u suspenziju se uroni pipeta do oznake 10 cm. Nakon 4 minute i 48 sekundi uvlači se lagano suspenzija nešto više od 10 ml. Zatim se pipeta izvuče iz suspenzije i suvišak iznad 10 ml se pažljivo ispusti u suspenziju. Suspenzija iz pipete prenese se u porculanski lončić, otpari na vodenoj kupelji, suši u električnom sušioniku, hladi i važe.

$$0,1 : 100 = a : x$$

$$X = \frac{a - 0,0068}{0,1} \times 100$$

a = masa čestica (g) u 10 ml suspenzije
 0,0068g = masa $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times 10 \text{ H}_2\text{O}$ u 10 ml suspenzije
 X = udio čestica (%)

Određivanje frakcije gline (<0,002mm)

Cilindar sa suspenzijom se ponovo mučka u trajanju od 1 minute, a zatim se nakon 8 sati sa dubine 10 cm (odnosno 4 sata sa dubine 5 cm) pipetira 10 ml suspenzije, otpari, osuši, hladi, važe i obračunava na gore prikazani način.

Određivanje frakcije praha (0,02-0,002mm)


Frakcija praha se dobije ako se od sadržaja (postotka) čestica manjih od 0,02 mm (glina + prah) oduzme sadržaj (postotak) čestica manjih od 0,002 mm (glina).

Određivanje frakcije sitnog pijeska (0,2-0,02mm)

Udio čestica sitnog pijeska izračunava se tako da se od 100 oduzme zbroj udjela ostalih čestica (krupni pijesak + prah + glina)




2) Određivanje mehaničkog sastava

Internacionalna B metoda




1. dan

- Upisati oznake s porculanskih lončića u bilježnice;
- Odvagnuti lončiće __ , __ g
Odvagnuti 20,0 g sitnice tla;
- 20,0 g sitnice u emajliranoj zdjeli prelitu s 200 ml destilirane vode;
- Suspenziju sitnice i destilirane vode kuhati 15 min. (5. min. na vježbama) i mješati staklenim štapićem;
- Suspenziju uz pomoć špric-boce prebaciti kroz sito 0,2 mm u Novakov cilindar, isprati i dodati destilirane vode do oznake 1000 ml;
- Krupni pijesak (KP) koji je ostao na situ uz pomoć špric-boce prebaciti natrag u emajlirani lončić;
- Iz emajliranog lončića ponovo uz pomoć špric-boce prebaciti KP u porculanski lončić kojeg stavimo na vodenu kupelj na otparavanje

2) Određivanje mehaničkog sastava

Internacionalna B metoda




1. dan

- Novakov cilindar mučkamo 1 min. i nakon toga ostavimo da stoji na rubu stola 4 min. i 48 sek. Pripremo najveći porculanski lončić i pipetu 15 sek. Prije isteka vremena pažljivo uronimo pipetu u Novakov cilindar do dubine od 10 cm te pipetiramo točno po isteku 4 min. i 48 sek. Sadržaj pipete ispuštimo u lončić kojeg stavimo na vodenu kupelj na otparavanje
Pipetirali smo 10 ml suspenzije čestica praha i gline


2. dan

- 4 h (8 h) prije početka vježbi promučkamo Novakov cilindar 1 min. i upišemo točno vrijeme mučkanja
Nakon 4 h (8 h) obavimo pipetiranje s dubine od 5 (10) cm, a sadržaj pipete ispuštimo u lončić kojeg stavimo na vodenu kupelj na otparavanje
Pipetirali smo 10 ml suspenzije čestica gline




2) Određivanje mehaničkog sastava

Internacionalna B metoda



2. dan

- Odvagnuti lončić s krupnim pijeskom i lončić s prahom i glinom na __ , __ g



3. dan

- Odvagnuti lončić s glinom na __ , __ g

2) Određivanje mehaničkog sastava

Internacionalna B metoda

Rezultat

Krupni pijesak (KP):
 28,42 g = masa praznog lončića
 33,29 g = masa punog lončića nakon otparavanja na vodenoj kupelji
 KP: $33,29 - 28,42 = 4,87 \text{ g}$
 $4,87/20 \text{ g} \times 100 = 24,35 \%$
 = 24 %

Prah i glina (P,G - 1. pipetiranje):
 13,57 g = masa praznog lončića
 13,64 g = masa punog lončića nakon otparavanja na vodenoj kupelji
 P,G: $13,64 - 13,57 = 0,07 \text{ g}$
 $0,07 \text{ g}/0,2 \text{ g} \times 100 = 35 \%$

Glina (G - 2. pipetiranje):
 12,96 g = masa praznog lončića
 12,99 g = masa punog lončića nakon otparavanja na vodenoj kupelji
 G: $12,99 - 12,96 = 0,03 \text{ g}$
 $0,03/0,2 \times 100 = 15 \%$

Sitni pijesak (SP):
 SP: $SP = 100 \% - KP - P, G$
 $= 100 \% - 24 - 35$
 = 41 %

2) Određivanje mehaničkog sastava

Internacionalna B metoda

Na osnovi dobivenih vrijednosti za KP, SP, P i G iz "Pedološkog praktikuma očitamo teksturnu oznaku sa str. 21 (osnovni ulaz je sadržaj glinene frakcije).

Navedeni primjer za koji je napravljen izračun na prethodnoj stranici gdje je G = 15 %, P = 20 %, SP = 41 % i KP = 24 % ima teksturnu oznaku pjeskovito glinasta ilovača.

Stabilnost strukturnih agregata tla

Struktura tla je način nakupljanja mehaničkih elemenata tla u veće nakupine ili strukturne agregate tla.

Stabilnost strukturnih agregata predstavlja njihovu otpornost na prekomjerno vlaženje vodom. Tla stabilnih strukturnih agregata (stabilne strukture) imaju povoljne vodno-zračne odnose.

Prema veličini strukturne agregate tla dijelimo na:

- makrostrukturne agregate - > 0,25 mm
- mikrostrukturne agregate - < 0,25 mm

Određivanje stabilnosti makrostrukturnih agregata tla

Postupak:

U petrijevu zdjelicu do polovine sipamo destiliranu vodu. Zatim se u nju stave 2-3 grudve neusitnjenog tla (makrostrukturnih agregata), te se prati intenzitet i brzina raspadanja strukturnih agregata. Ocjenu stabilnosti makrostrukturnih agregata tla donosimo na osnovu slijedeće klasifikacije:

Intenzitet raspadanja	Vrijeme raspadanja	Ocjena stabilnosti
potpuno	3 min.	potpuno nestabilni
potpuno	30 min.	nestabilni
djelomično	6 sati	malo stabilni
neznačno	6 -12 sati	dosta stabilni
neraspadnuti	> 12 sati	stabilni

1) Određivanje stabilnosti strukturnih makroagregata



1. dan

- U porculansku zdjelu do pola nalijemo destilirane vode;
- Stavimo 3 agregata različite boje;
- Utvrđimo stanje agregata nakon 3, 30 i 60 minuta;
Opišemo što se dogodilo s agregatima

2. dan

- Nakon 24 h ponovo provjerimo stanje agregata



Rezultat

Ako su se strukturni agregati raspali nakon:

- 3 min. - potpuno su nestabilni
- 30 min. - nestabilni su
- djelomično nakon 6 h ili potpuno nakon 12 h - malo su stabilni
- slabo raspadnuti u vremenu od 12 do 16 h - dosta su stabilni
- nisu se raspali niti nakon 24 h - potpuno su stabilni