

# ODREĐIVANJE MEHANIČKOG SASTAVA ZEMLJIŠTA

# Značaj određivanja

- Sva zemljišta predstavljaju disperzivnu sredinu, i to polidisperzivnu, jer se u njoj nalaze čestice različitog prečnika čija se veličina meri milimetrima, centimetrima do koloidnih čestica, koje se približavaju razmerama molekula.
- Elementarna čestica zemljišta koja se pod dejstvom blagih sila ne može deliti, odnosno usitnjavati naziva se mehanički element ili primarna čestica.
- Od mehaničkog sastava zavisi vodni vazdušni i toplotni režim zemljišta, a od karakteristika navedenih režima zavise mnoga biogena i hemijska svojstva zemljišta.

Mehanički sastav je kvantitativno učešće čestica različitih veličina koje se grupišu u mehaničke frakcije sa graničnim vrednostima njihovih dimenzija.

Mehanička analiza nema za cilj da izdvoji svaku primarnu česticu već nastoji da ih razvrsta u mehaničke frakcije.

Frakcija	Veličina česice u mm	
Skelet	Kamen	$> 20$
	Šljunak	$20 - 2,0$
Sitna zemlja	Krupni pesak	$2,0 - 0,2$
	Sitni pesak	$0,2 - 0,02$
	Prah	$0,02 - 0,002$
	Glina	$< 0,002$

Međunarodna klasifikacija mehaničkih frakcija po Atterbergu

# Metoda prosejavanja pomoću sita

- Koristi se kolona sita otvora različitih prečnika
- Ovo je najgrublja metoda određivanja mehaničkog sastava zemljišta
- Sita različitog otvora poređena su jedno iznad drugog i zajedno se postavljaju na električni šejker.



- Pribor neophodan za izvođenje analize sastoji se od:
  1. Kolone sita
  2. Vage sa preciznošću od 0,01 g
  3. Mehaničke mešalice
  4. Sušilica
  5. Gumeni čekić za razbijanje agregata



- Postupak izvođenja analize sastoji se od sledećih koraka:
  - I. Od predhodno pripremljenog uzorka odmeri se 500 g. Ukoliko u uzorku postoje strukturni agregati razbija se gumenim čekićem.





II. U međuvremenu priprema se kolona sita. Na vrh kolone se postavljaju sita sa najvećim otvorima, a ispod njih sa manjim.



Ispod poslednjeg sita postavlja se posuda u koju se sakuplja uzorak čije su elementarne čestice manje od 0,075 mm

- I. Pre početka analize sva sita se mere na preciznoj vagici. Takođe se meri i posuda u koju se sakuplja najsitnija frakcija.



- II. Izmeren uzorak stavlja se u prvo sito, prekriva poklopcem. Čitava kolona sita postavlja se na mehaničku mućkalicu. Vreme prosejavanja podesi se na 10 - . 15 minuta.



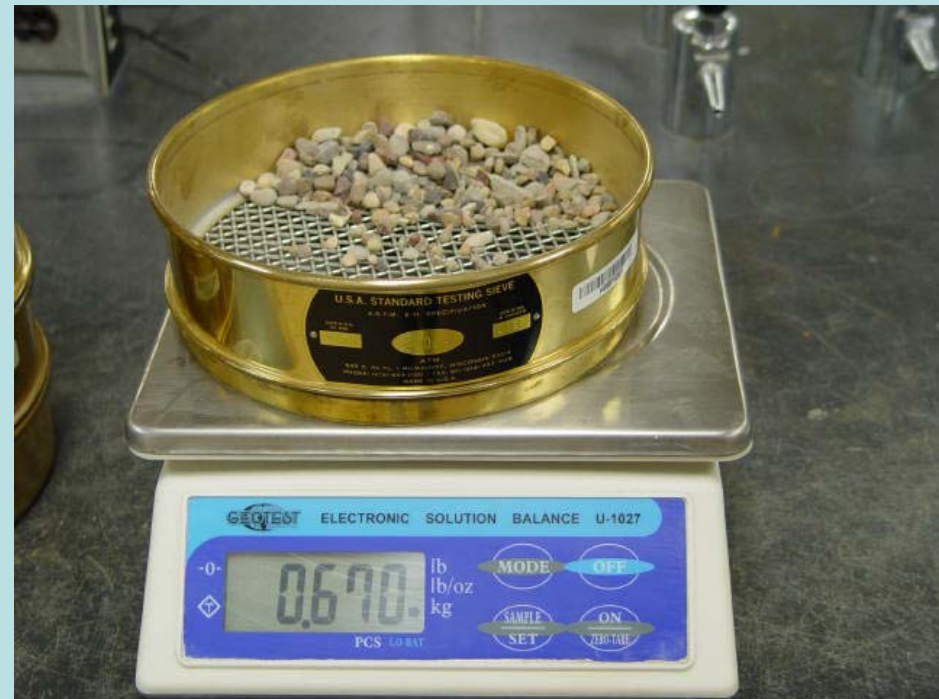


IV. Nakon tog vremena sita se skidaju i meri se masa sita i frakcije zajedno.

Masa svake frakcije dobija se kada se od ukupne mase sita sa frakcijom oduzme masa praznog sita.

$$M_f = M_{sf} - M_s$$

gde je  $M_f$  masa frakcije g;  $M_{sf}$  masa sita sa frakcijom g;  $M_s$  masa praznog sita g.



- Učešće frakcije u zemljišnom uzorku izražava se u procentima i izračunava na osnovu proporcije:

$$M_f : X = M : 100$$

$$X = \frac{M_f \cdot 100}{M}$$

gde je  $X$  udeo frakcije u masi suvog zemljišta %;  $M_f$  masa frakcije g;  $M$  masa uzorka g.

Broj sita	Precnik otvora na situ	$M_f$ g	$M_f$ %
4	4,75	154	
8	2,36	72	
16	1,18	72	
30	0,6	141	
40	0,425	85	
50	0,30	80	
100	0,15	149	
200	0,075	45	
Posuda sa najmanjom frakcijom		24	

$$X = \frac{M_f \cdot 100}{M}$$

# Metoda sedimentacije

- Sedimentacija je taloženje čestica u vodi pod uticajem sile gravitacije.
- Polazeći od pretpostavke da čestice zemljišta imaju oblik kugle, brzina taloženja određuje se po Stoksovom zakonu.
- Brzina taloženja zavisi od konstante  $K$  (bezdimenziona konstanta) i prečnika kuglice.

$$V = K \cdot r^2$$

$$K = \frac{2}{9} \cdot \frac{g(\rho_p - \rho_f)}{\eta}$$

- Najčešća metoda određivanja frakcije sitne zemlje je PIPET metoda.
- Princip se zasniva na uzimanju određene količine suspenzije sa zadate dubine nakon određenog vremena i merenja mase čvrstih čestica.

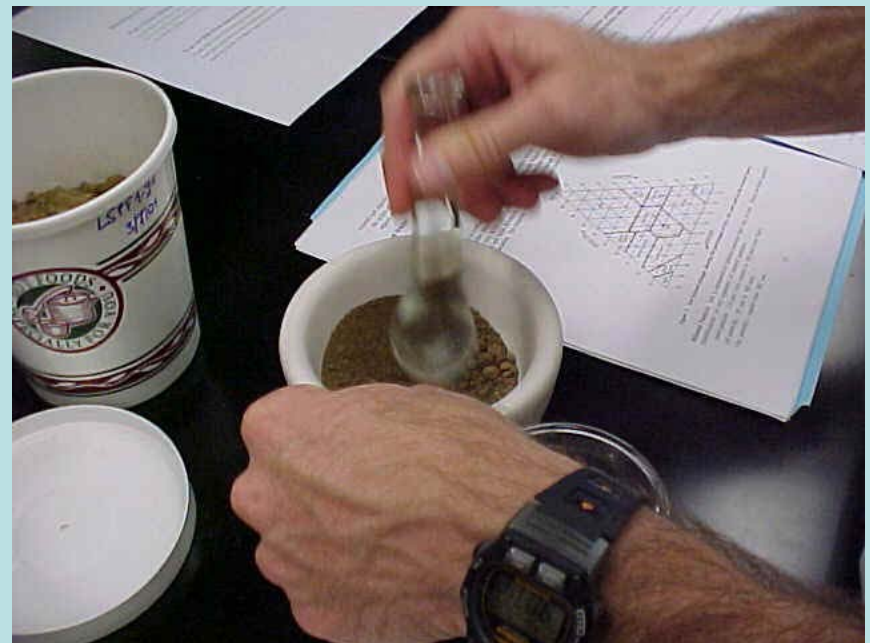
Prečnik čestice mm	<0,625	<0,031	<0,016	<0,008	<0,004	<0,002	<0,0005
Dubina pipetiranja cm	10	10	10	10	5	5	3
Vreme pipetiranja	Sekunde"	min'/sek"	min'/sek"	min'/sek"	min'/sek"	Sat:min'	Sat:min'
Temperatura °C							
20	29	1' 55"	7' 40"	30' 40"	61' 19"	4:05'	37:12'
21	28	1' 52"	7' 29"	29' 58"	59' 50"	4:00'	
22	27	1' 50"	7' 18"	29' 13"	58' 22"	3:54'	
23	27	1' 47"	7' 08"	28' 34"	57' 05"	3:48'	
24	26	1' 45"	6' 58"	27' 52"	55' 41"	3:43'	33:56'
25	25	1' 42"	6' 48"	27' 14"	54' 25"	3:38'	
26	25	1' 40"	6' 39"	26' 38"	53' 12"	3:33'	
27	24	1' 38"	6' 31"	25' 02"	52' 02"	3:28'	
28	24	1' 35"	6' 22"	25' 28"	50' 52"	3:24'	31:00'
29	23	1' 33"	6' 13"	24' 53"	49' 42"	3:10'	
30	23	1' 31"	6' 06"	24' 22"	48' 42"	3:05'	

- Određivanje mehaničkog sastava zemljišta odvija se u dve faze:

**I. Priprema zemljišta za analizu**

**II. Pipetiranja**

- I. Priprema zemljišta za analizu** sastoji se od izdvajanja čestica skeleta od sitne zemlje i dezagregacije strukturnih agregata na mehaničke elemente.
- a. Od vazdušno suvog zemljišta izdvaja se srednja proba oko 100g i u manjim porcijama unosi u avan.



- b. Usitnjeno zemljište se prosejava kroz sito otvora prečnika 2 mm. Strukturni agregati koji zaostanu na situ se ponovo vraćaju u avan i sitne.
- c. Čestice veće od 2 mm prenose se u porcelanske posude u koje se naliva destilovana voda i nekoliko  $\text{cm}^3$  0,1n NaOH i potom se oko sat vremena kuva kako bi se u potpunosti odstranili mehanički elementi nalepljeni na skelet.



- d. Nakon kuvanja skelet se suši u sušilici do konstantne mase. Potom se meri i udeo skeleta u uzorku izračunava se po formuli.

$$X = \frac{M_f \cdot 100}{M}$$

gde je  $X$  udeo frakcije u masi suvog zemljišta %;  $M_f$  masa frakcije g;  $M$  masa uzorka g.

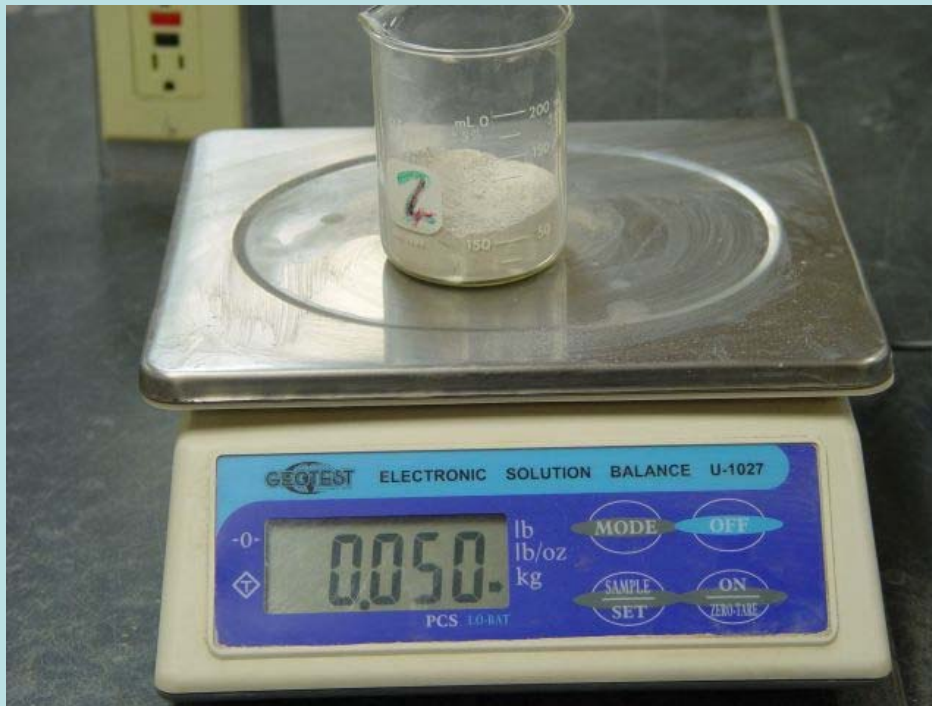


## ***II. Dezagregacija strukturnih agregata***

Neophodan je sledeći pribor:

1. Porculanski avan	11. Levak
2. Špric boca sa destilovanom vodom	12. Metalna štipaljka
3. Sito otvora prečnika 2mm	13. Termometar
4. Malo sito otvora prečnika 0,2mm	14. Časovnok sa sekundarom
5. Cilindar zapremine 1000cm <sup>3</sup>	15. Gumeni zapušač
6. Staklena čaša	16. Stalak sa pipetom
7. Pipeta zapremine 25cm <sup>3</sup>	17. Porcelanska činija
8. Aluminijske posude	18. Stakleni štapić
9. Eksikator	19. Sušilica
10. Kašičica za uzimanje probe	20. Vaga

1. Od predhodno pripremljenog uzorka, prosejanog kroz sito otvora prečnika 2 mm, odmeri se 10 g. Uzorak se prenosi u porcelansku činiju, a istovremeno se uzima još jedan uzorak za određivanje higroskopske vlage.



2. U staklenu čašu zapremine  $50 \text{ cm}^3$  nalije se  $25 \text{ cm}^3$  4% rastvor natrijum pirofosfata. Uzorak se meša gumenim ili plastičnim tučkom.



3. u tako nastalu pastu dodaje se ostatak rastvora, a potom i 30 do  $40 \text{ cm}^3$  destilovane vode. Suspenzije se ostavi da odstoji 10 minuta.

Dezagregacija strukturnih agregata predstavlja prvu fazu određivanja mehaničkog sastava zemljišta. Druga faza je izdvajanje pojedinih frakcija.

# IZDVANJE MEHANIČKE FRAKCIJE KRUPNOG PESKA

1. U staklenu menzuru zapremine  $1000 \text{ cm}^3$  postavlja se veći levak u koji se stavlja sito sa otvorima prečnika  $0,2 \text{ mm}$ .
2. Nakon 10 minuta suspenzija u staklnoj čaši promeša se i sipa se kroz sito u cilindar.



3. Čestice koje su se zadržale na situ ispiraju se destilovanom vodom, prenose u porcelansku činiju i u sušilici suše do konstantne mase. Izračunava se sadržaj frakcije krupnog peska u procentima od ukupne mase uzorka.

## IZDVAJANJE FRAKCIJA MANJIH OD 0,02 mm

Uzimaju se dve probe sa dubine od 10 cm u različitim vremenskim intervalima.

- Suspenziji zemljišta u cilindru dodaje se destilovana voda do oznake od 1000 cm<sup>3</sup>.



2. Probe se iz cilindra uzimaju pipetom zapremine  $25 \text{ cm}^3$ . Probe se uzimaju sa tačno određenih dubina i nakon tačno utvrđenog vremena.

3. Vreme uzimanja probe zavisi i od temperature, koja treba da bude konstantna. Za merenje temperature suspenzije koristi se termometar koji se u nju uranja.



4. Nakon izvlačenja probe, suspenzija se sipa u porcelanski sud, koji se zagreva da bi voda isparila. Uzorak se potom suši u sušilici do konstantne mase.



5. Cilindar sa suspenzijom zatvara se gumenim čepom i energično mućka.
6. Pipeta se fiksira na stalak. minut pre isteka vremena potrebnog za izvlačenje čestica pipeta se uranja u suspenziju.





7. Pipetiranje se vrši lagano, treba da traje 20 do 30 sekundi, a kod manjih frakcija i duže. Pipeta se puni malo iznad oznake od  $25 \text{ cm}^3$ .



8. Nakon punjenja sadržaj pipete dovodi se do oznake od  $25 \text{ cm}^3$ . Nakon toga suspenzija se prenosi u porcelansku posudu koja se zagreva da bi isparila suvišna voda. Uzorak se suši u sušilici do konstantne mase i meri. Sadržaj frakcije izračunava se u procentima od ukupne mase uzorka.

# PIPETIRANJE ČESTICA MANJIH OD 0,002 mm

Nakon prvog pipetiranja suspenzija u cilindru se ponovo mućka. Po isteku tačno određenog vremena ponavlja se postupak pipetiranja.





Primer 1.

Mehanički sastav uzorka mase **12g** određen je metodom pipetiranja. Na situ promera 0,2mm ostalo je **0,988g**. Merenjem mase nakon prvog pipetiranja utvrđeno je da je u posudi ostalo **8,321g**, a nakon drugog pipetiranja **2,691g**. Odrediti sadržaj frakcija krupnog peska, sitnog peska, praha i gline.

Krupni pesak	<b>0,988g</b>
<0,02mm I pipetiranje	<b>8,321g</b>
<0,002mm II pipetiranje	<b>2,691g</b>

Udeo frakcije krupnog peska:

$$X = \frac{a}{m} \cdot 100$$

$$X = \frac{0,988}{12} \cdot 100$$

$$X = 8,233\%$$

Udeo frakcije <0,02mm

$$X_1 = \frac{b}{m} \cdot 100$$

$$X_1 = \frac{8,321}{12} \cdot 100$$

$$X_1 = 69,342\%$$

Udeo frakcije <0,002mm

Frakcija sitnog peska

$$X_3 = 100 - (X + X_1)$$

$$X_2 = \frac{c}{m} \cdot 100$$

$$X_3 = 100 - (8,233 + 69,342)$$

$$X_2 = \frac{2,691}{12} \cdot 100$$

$$X_3 = 22,425\%$$

$$X_2 = 22,425\%$$

Frakcija praha:

$$X_4 = X_1 - X_2$$

$$X_4 = 69,342 - 22,425$$

$$X_4 = 46,917\%$$

Krupni pesak: 8,233%

Sitni pesak: 22,425%

Prah: 46,917%

Glina: 22,425%

