

Talajmechanika, földművek (BMEEOGT-L43)

levelező kiegészítő képzés

Tanszék: BME Geotechnikai Tanszék (K ép. magASFöldszint 1.)
Előadó: Szendefy János (K.ép. alagsor 3.)

Ajánlott irodalom:

Dr. Kabai Imre: Geotechnika I. (91245)

Pusztai József – Rémai Zsolt: Talajmechanika, gyakorlati útmutató (95039)
(jegyzet bolt és www.gtt.bme.hu)

Pusztai József – Rémai Zsolt: Földművek, gyakorlati útmutató
(jegyzet bolt és www.gtt.bme.hu)

Kovács Miklós: Földművek
(www.gtt.bme.hu)

Mérnöki kézikönyv
(BME-OMIK könyvtár)

Kézdi Árpád: Talajmechanika I.-II.
(BME-OMIK könyvtár)

Információ: www.gtt.bme.hu, tanszéki hirdetőfal, szendefyjano@freemail.hu

Zárthelyik:

- 1.ZH. 2008.III.13. 18:15 Ka.63.(órarendi órán)
- 1.PZH. 2008.III.20. 17:15 Ka.67.
- 2.ZH. 2008.V.8. 17:15 Ka.63.(órarendi órán)
- 2.PZH. 2008.V.16. 14:15 Ka.61.
- PPZH. Félév közben kerül meghirdetésre

Vizsgák:

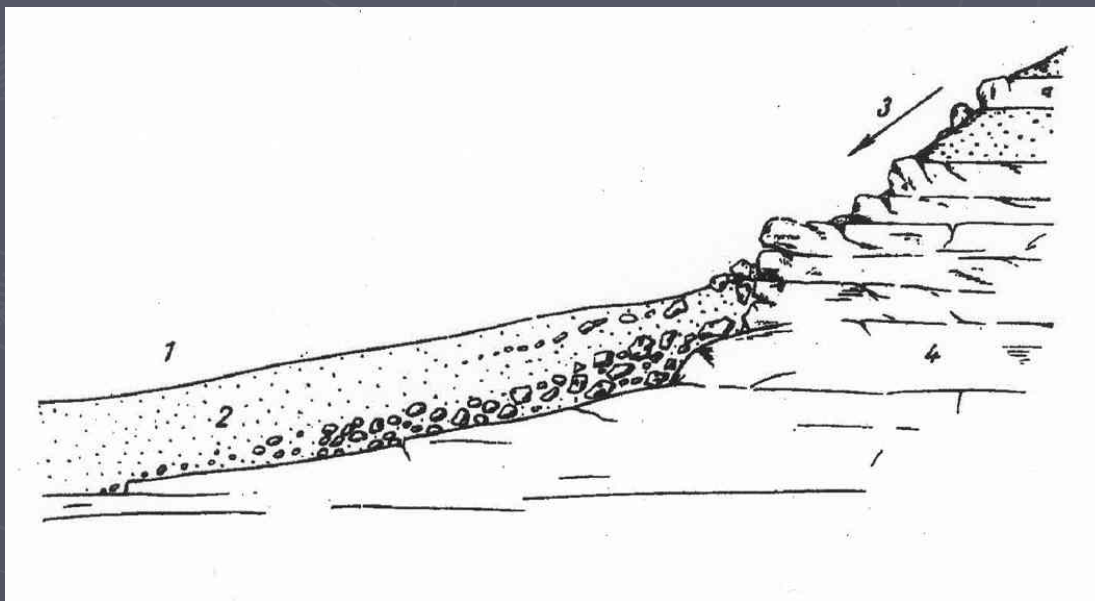
Szóbeli vizsgák



Talajok keletkezése

Talaj kialakulása: szilárd kőzetek mállása (fizikiai, kémiai)

- reziduális (maradék vagy helyben maradt) talajok
fokozatos átmenet a szilárd kőzetig, változó szemcsméretű
- szediment (üledékes vagy helyükről elszállított) talajok
 - eolikus - szélhordta (gyakran meszes, kisebb szemcseméretű) pl.: lösz
 - víz által szállított (a vízfolyás sebessége befolyásolja a lerakodást) felső (gyors) szakaszon nagyobb átmérőjű szemcsék, torkolatnál pehelyszerkezet
 - gleccserjege által szállított (tömörök, vegyes szemeloszlás)
- mesterséges talajok



Talajfelderítés módszerei

- ▶ közvetlen (mintavétel → laboratóriumi vizsgálat)
 - fúrás (kisátmérőjű, nagyátmérőjű)
 - kutatóárok, kutatóakna
- ▶ közvetett
 - szondázások, próbaterhelések, geofizikai eljárások

Talajmintavétel, talajminták típusai

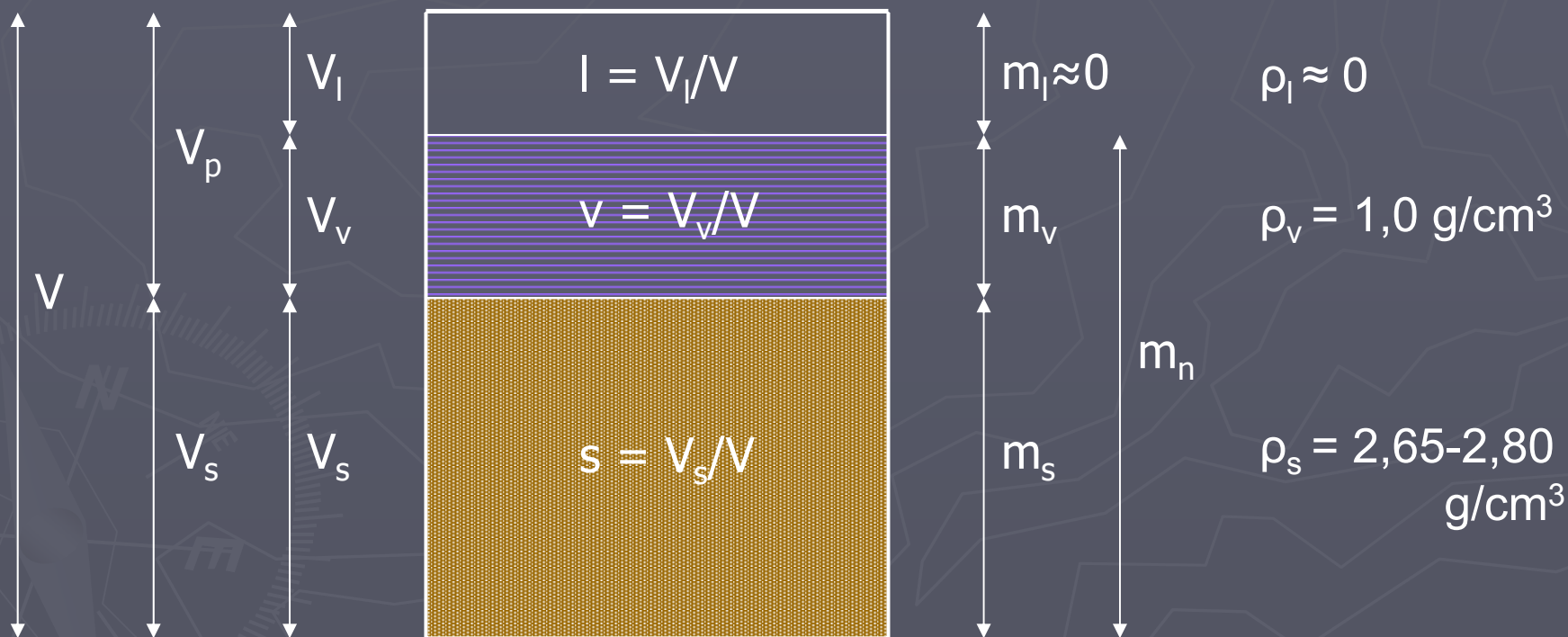
zavartalan

víz tartalmi

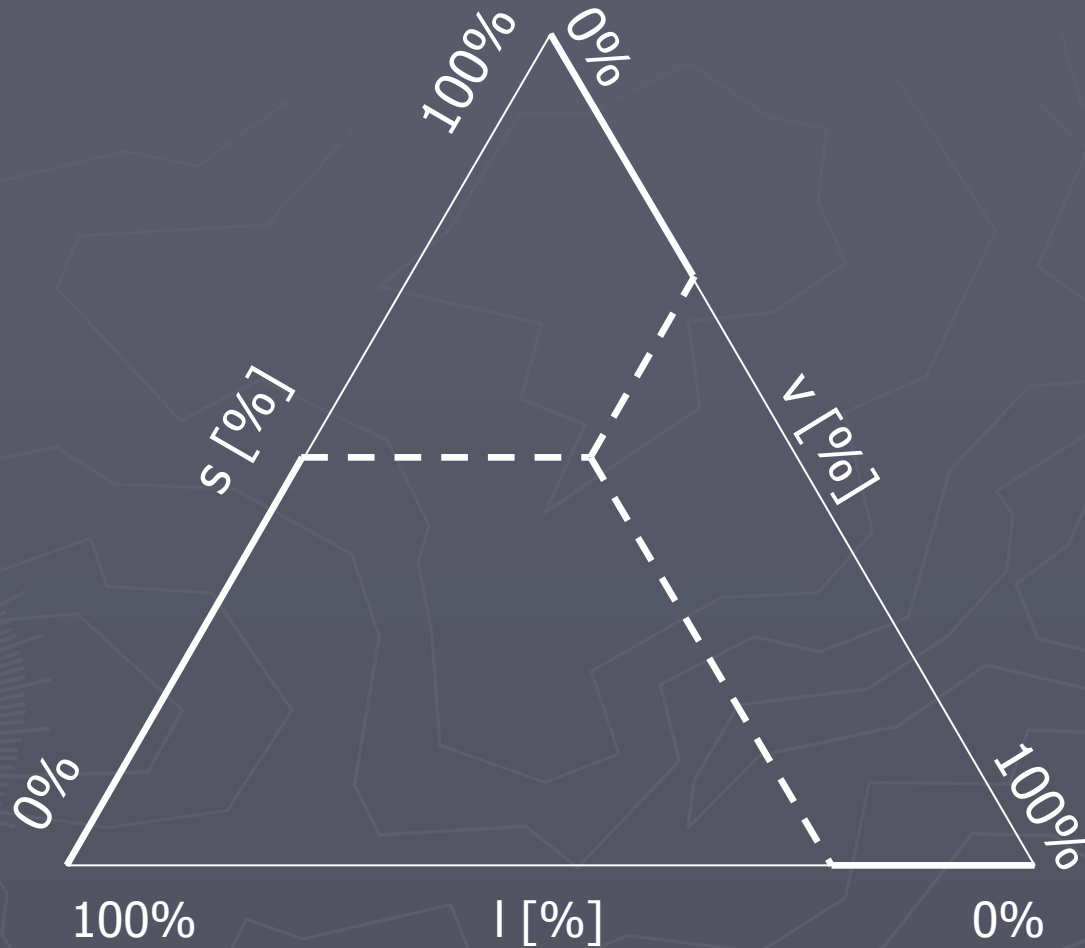
zavart



Talajok fázisos összetétele



Fázisos összetétel ábrázolása háromszögdiagrammal

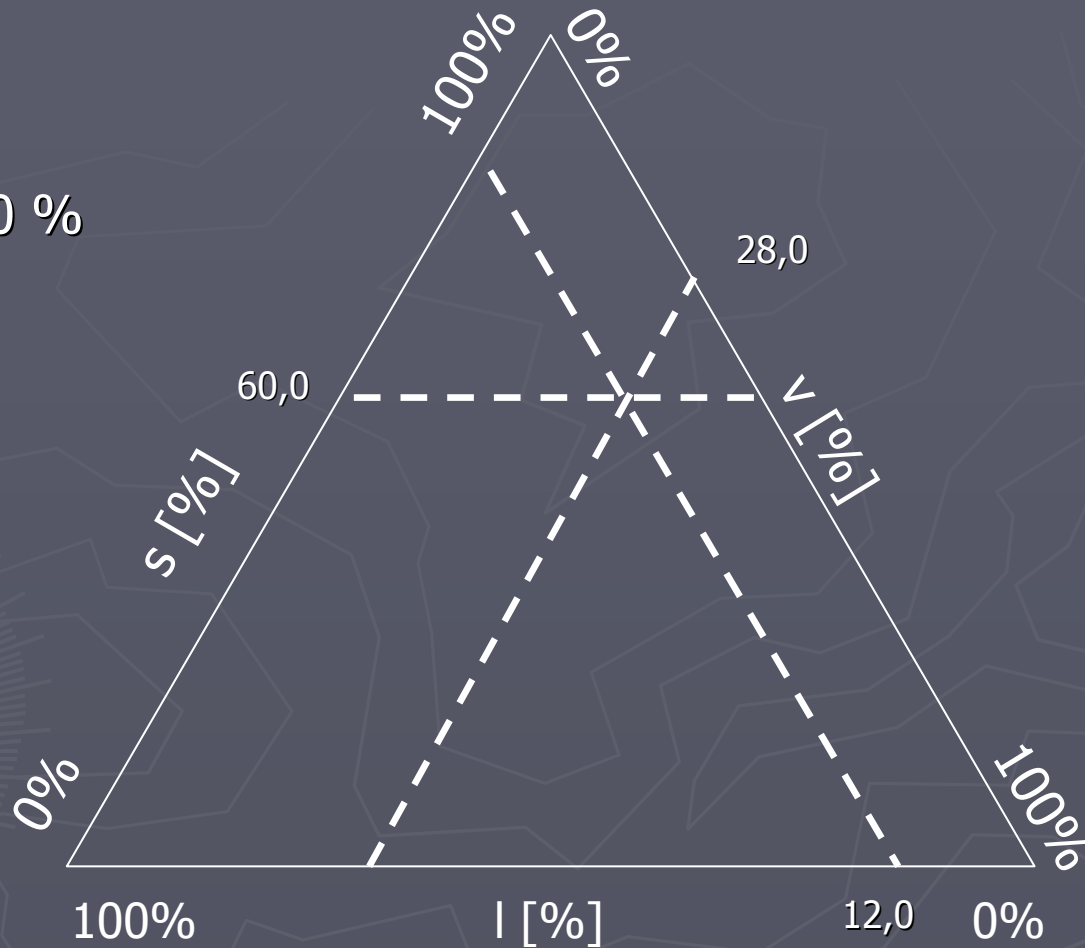


Fázisos összetétel ábrázolása háromszögdiagrammal

$s=60,0 \%$

$v=28,0 \%$

$l=1-s-v=12,0 \%$



Térfogatsűrűség, térfogatsúly

Térfogatsűrűségek

száraz:

$$\rho_d = \frac{m_d}{V} = s \cdot \rho_s \left[\frac{g}{cm^3} \right]$$

nedves:

$$\rho_n = \frac{m_n}{V} = s \cdot \rho_s + v \cdot \rho_v \left[\frac{g}{cm^3} \right]$$

telített:

$$\rho_t = \frac{m_t}{V} = s \cdot (\rho_s - \rho_v) + \rho_v \left[\frac{g}{cm^3} \right]$$

víz alatti:

$$\rho_t' = \rho_t - \rho_v \left[\frac{g}{cm^3} \right]$$

Térfogatsúlyok

száraz:

$$\gamma_d = \rho_d \cdot g \left[\frac{kN}{m^3} \right] \quad g \approx 10 \frac{m}{s}$$

nedves:

$$\gamma_n = \rho_n \cdot g \left[\frac{kN}{m^3} \right]$$

telített:

$$\gamma_t = \rho_t \cdot g \left[\frac{kN}{m^3} \right]$$

víz alatti:

$$\gamma_t' = \gamma_t - \gamma_v \left[\frac{kN}{m^3} \right]$$

Térfogati jellemzők, víztartalom

hézagtérfogat:

a talajban hézagok térfogatának a teljes térfogathoz való viszonya

$$n = \frac{V_v + V_l}{V} = 1 - s$$

hézagtévényező:

a talajban hézagok térfogatának a szilárd szemcsék térfogatához való viszonya

$$e = \frac{V_v + V_l}{V_s} = \frac{1 - s}{s} = \frac{n}{1 - n}$$

víztartalom:

a talajban lévő víz tömegének a szilárd szemcsék tömegéhez való viszonya

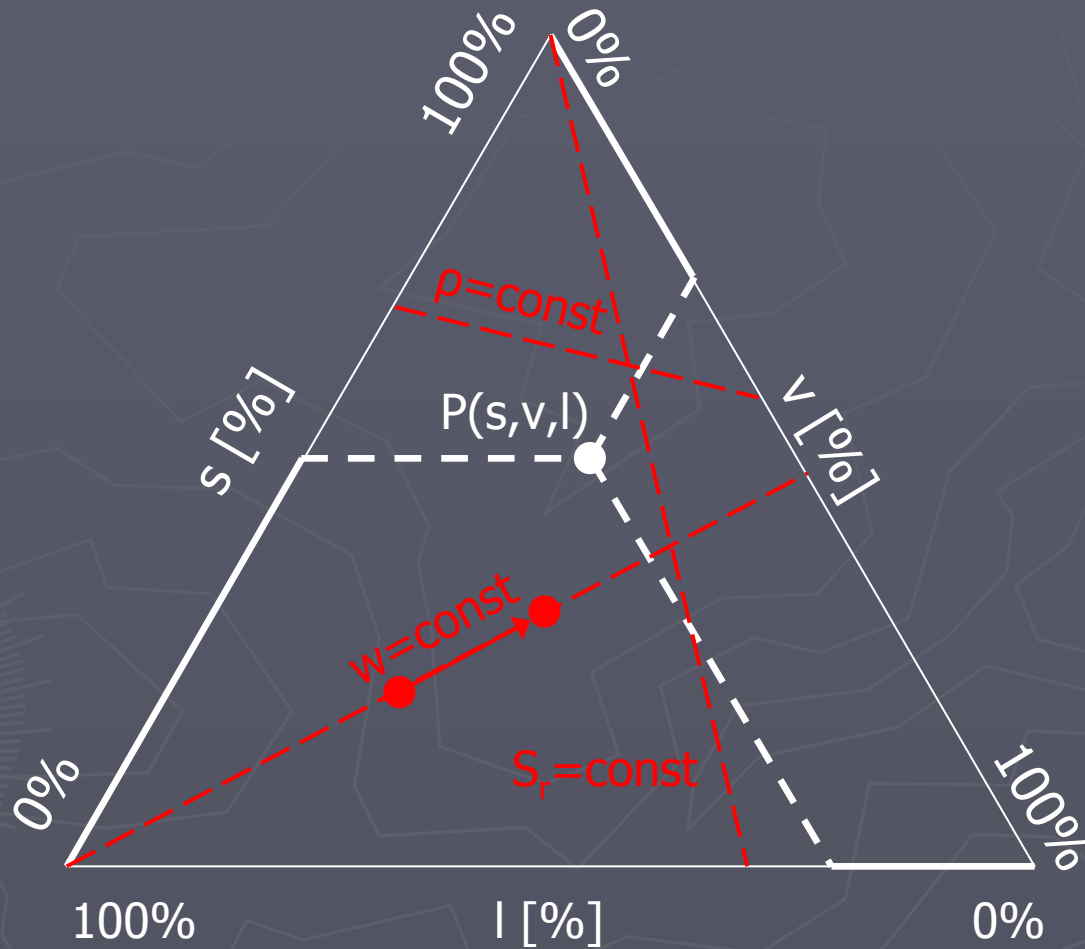
$$w = \frac{m_n - m_d}{m_d} = \frac{v \cdot \rho_v}{s \cdot \rho_s}$$

telítettség:

a vízzel telített hézagok térfogatának a hézagok teljes térfogatához való viszonya:

$$S_r = \frac{v}{1 - s} = \frac{w \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_v}$$

Fázisos összetétel ábrázolása háromszögdiagrammal



Talajok megnevezése, talajazonosítás vizsgálatai

Szemcsés talajok

(kavicsos és homokos talajok)

Szemeloszlás meghatározása
alapján

Azonosítás vizsgálatai:

- szítálás
- hidrometrálás

Kötött talajok

(iszap- és agyagtalajok)

Konzisztenciahatárok
alapján

Felhasznált konzisztenciahatárok:

- plastikus határ
- folyási határ

a szerves talajok osztályozása a szervesanyag-tartalom alapján történik

Szitálás vizsgálata



Jellemző szitaátmérők:
[mm]

64

32

16

8

4

2

1

0.5

0.25

0.125

0.063

(0.074)

Szitálás vizsgálata



Casagrande-féle hidrométeres eljárás

Az eljárás elve:

Különböző méretű szemcsék folyadékban különböző sebességgel ülepednek.

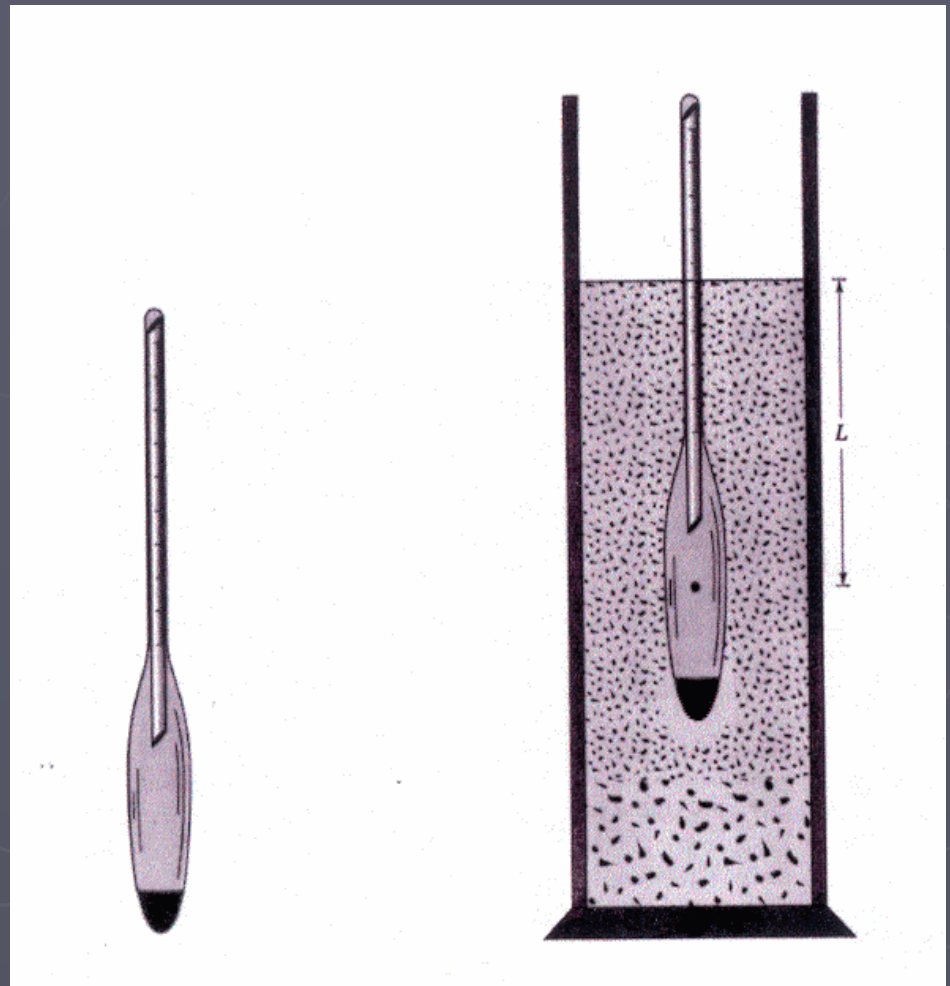
A szilárd szemcsék ülepedésével a szuszpenzió sűrűsége csökken. A sűrűség változásából az ülepedés sebessége, ezáltal a szemcseátmérők, valamint azok gyakorisága meghatározható.

Az ülepedés sebessége függ:

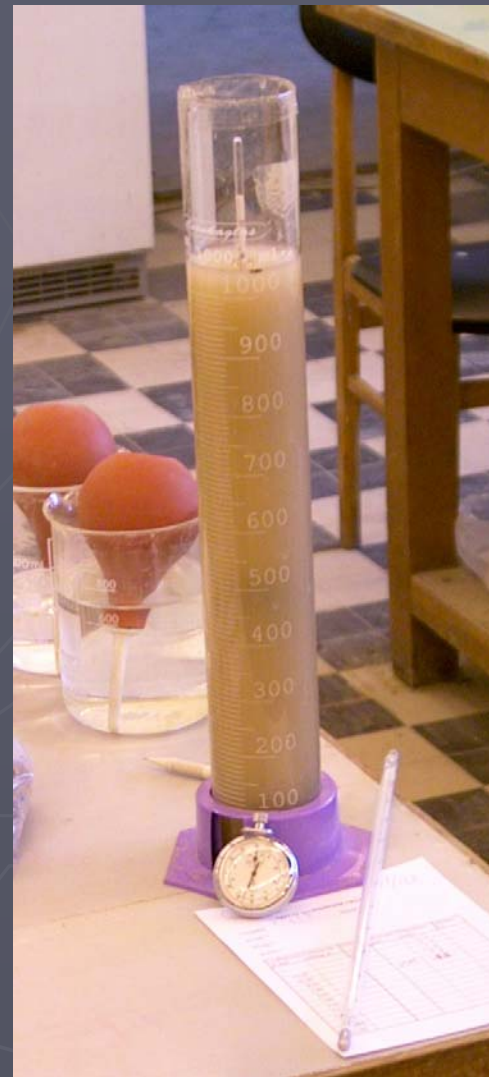
- a szemcseátmérőtől
- a szemcse testsűrűségétől
- a folyadék sűrűségétől
- a folyadék viszkozitásától

Stokes-törvény:

$$v = d^2 \frac{\rho_s - \rho_v}{18\eta} g$$



Szemeloszlás meghatározása hidrometrálással



Szemeloszlási vizsgálat

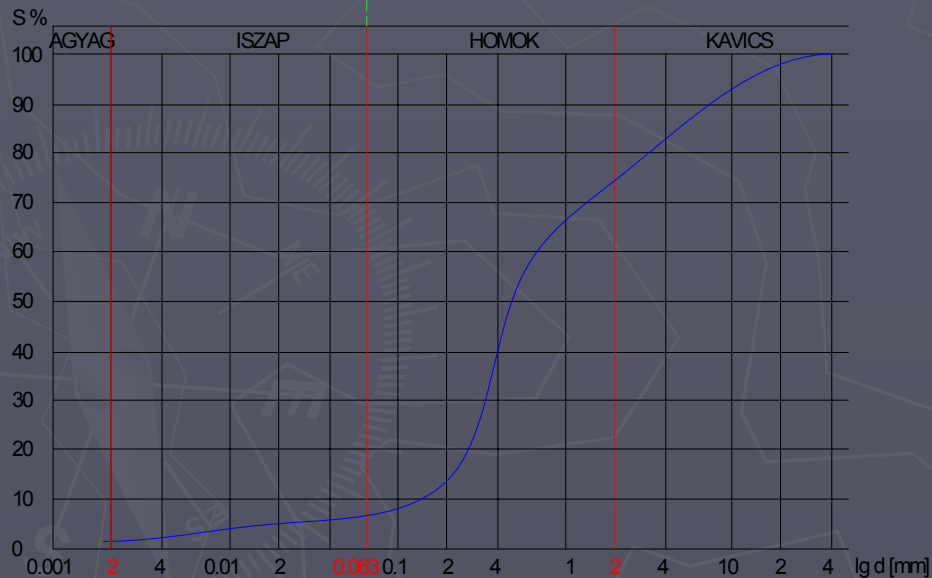
vizsgálat célja: a talajt alkotó szemcsék és azok súlysúlyalékának meghatározása

vizsgálat eredménye: szemeloszlási görbe

Szemeloszlási görbe: egy pontja megmutatja, hogy a hozzá tartozó átmérőnél kisebb szemcsék összesen milyen súlysúlyalékban vannak jelen összegző görbe, szemi-logaritmikus koordináta-rendszerben ábrázoljuk

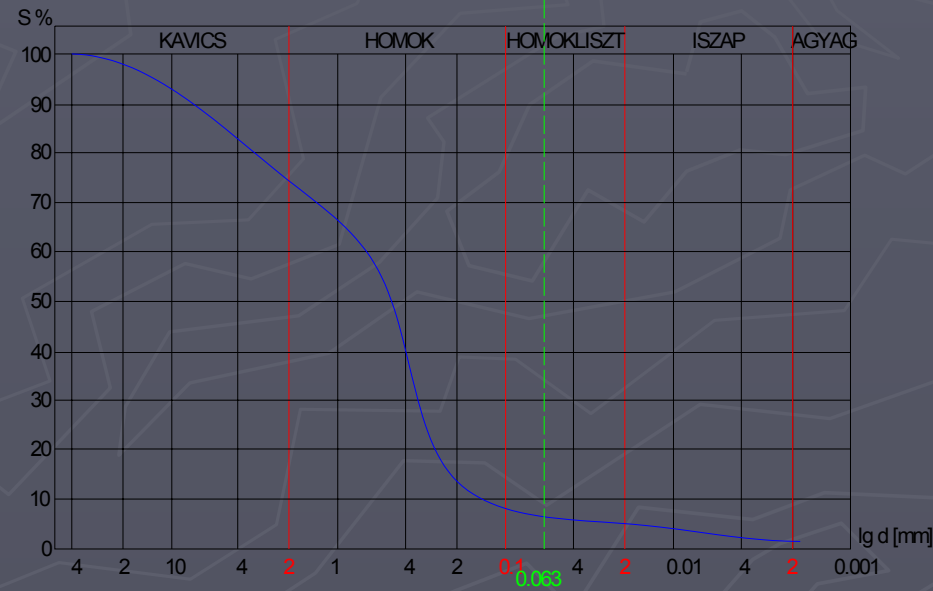
MSZ 14043-2:2006

Hidrometriás Szétlálás

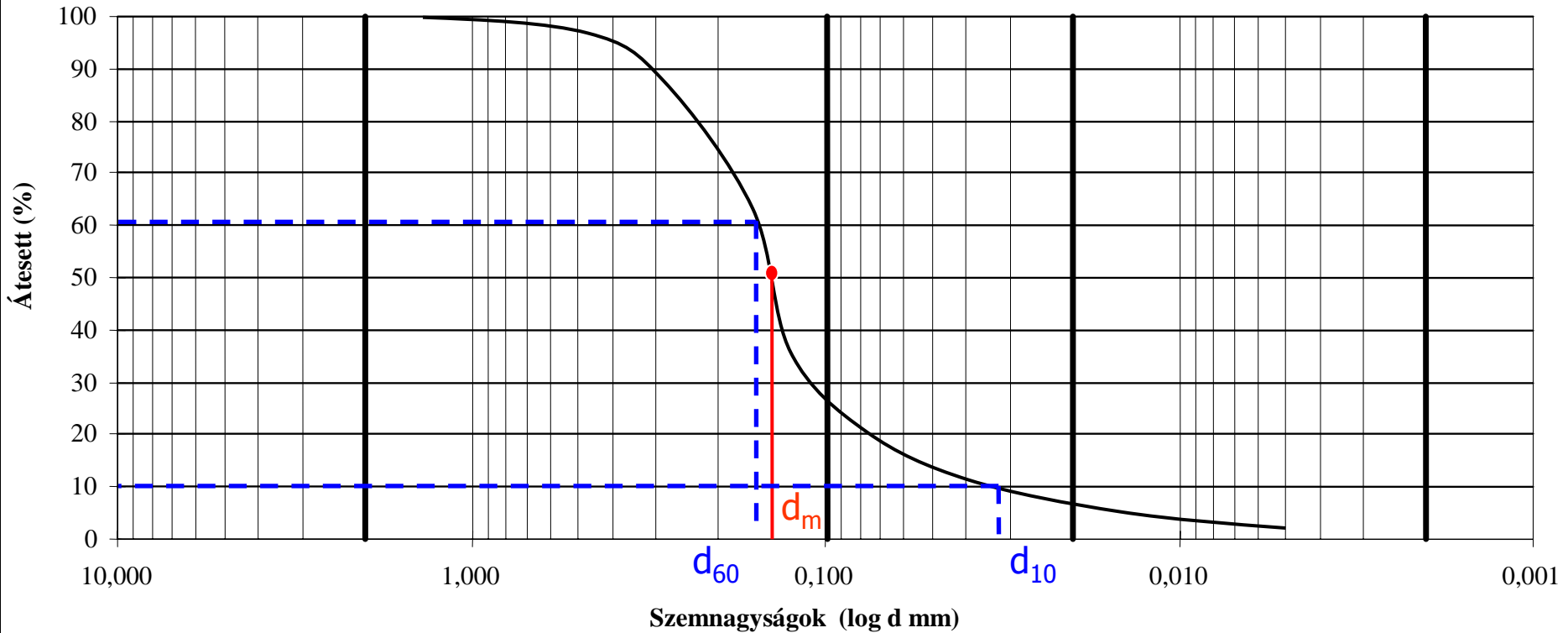


MSZ 14043-2:1979

Szétlálás Hidrometriás



SZEMELOSZLÁSI GÖRBE



- legnagyobb szemcseátmérő:
- mértékadó szemcseátmérő:
- hatékony szemcseátmérő:
- egyenlőtlenségi mutató:

d_{\max} - éppen minden átesett

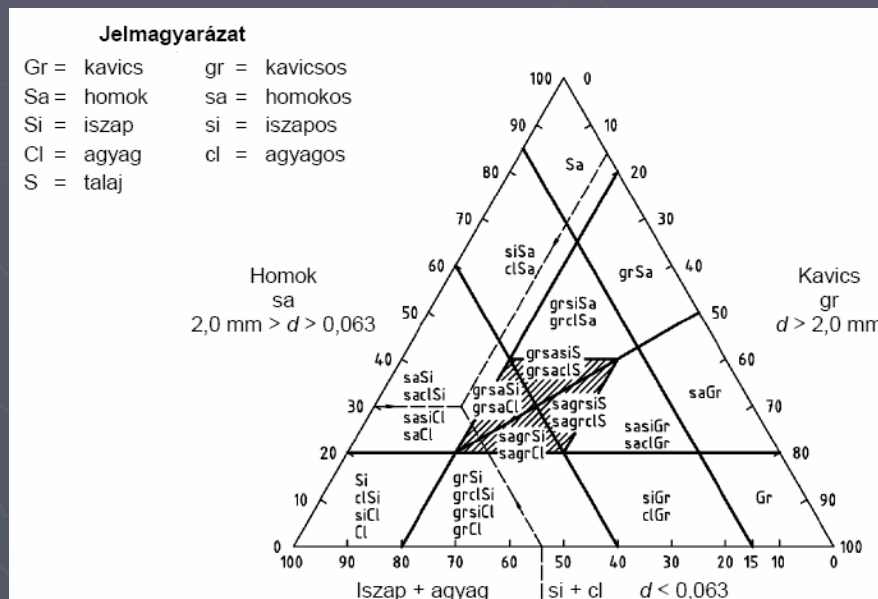
d_m - relatív gyakorisági ábra

d_{eff} - fajlagos felület eloszlási ábra

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Talajok megnevezése szemeloszlás alapján

MSZ 14043-2:2006 (érvényben lévő)



MSZ 14043-2:1979 (korábbi)

A talaj azt a nevet kapja, amelyik frakció legnagyobb tömegben szerepel benne. Ezen felül jelzőként kell szerepeltetni azokat a durva szemcsés frakciókat, amelyek min. 20%-ban és azokat a finomszemcsés frakciókat amik min. 10%-ban vannak jelen.

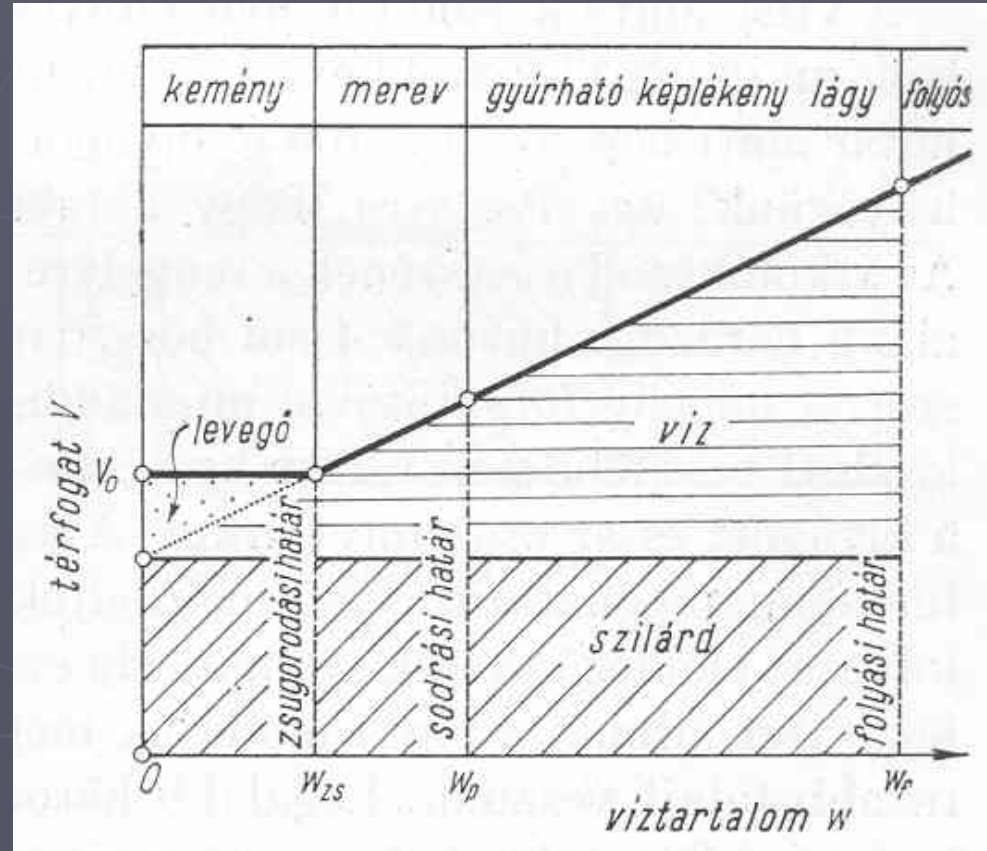
Kötött talajok konzisztenciahatárai

A talaj állapota (konzisztenciája) a víztartalom függvénye, ugyanaz a víztartalom azonban különböző talajokban más-más állapotot idéz elő.

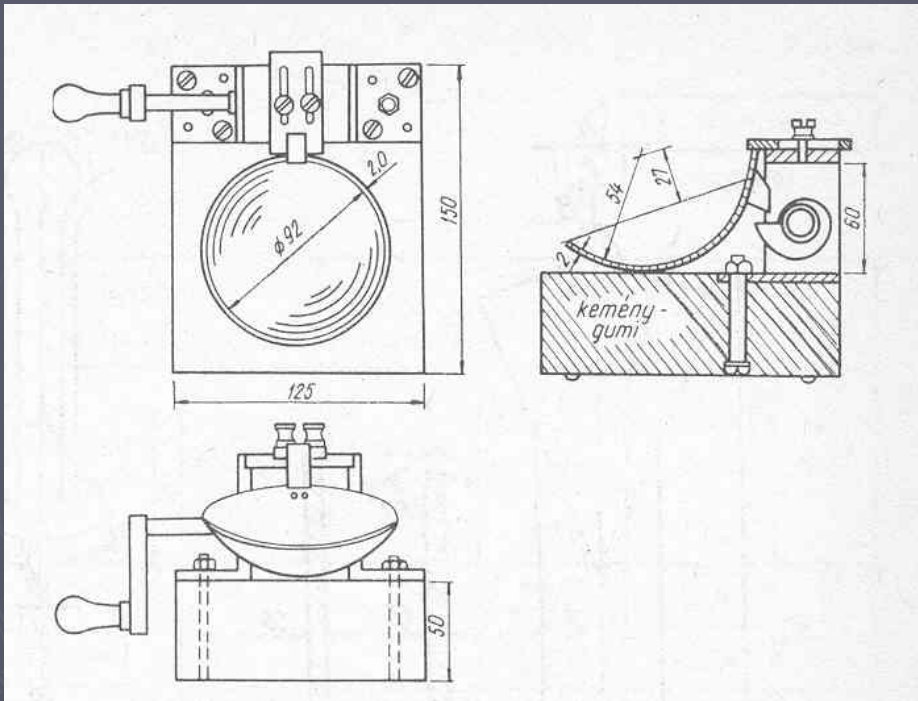
A talajok konzisztenciája tehát talajfajtánként más-más víztartalomértékek mellett változik meg jellegzetesen.

Ezek a **határvíztartalmak** az ún. **konzisztenciahatárok**:

- folyási határ
- plastikus (sodrási) határ
- zsugorodási határ



Folyási határ meghatározása – Casagrande csésze



Vizsgálat menete:

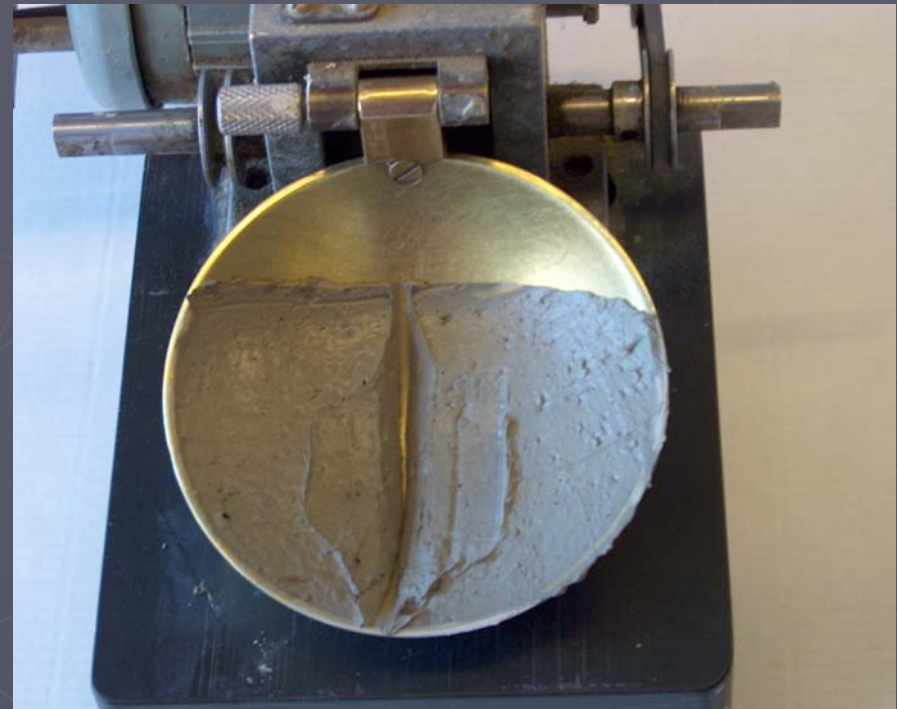
A Casagrande csészébe bekészített mintába az árkológéssel szabványos méretű árkot húzunk, majd a csészét 1 cm magasságból ejtegetjük.



Folyási határ:

Az a víztartalom amikor az árok 1 cm hosszon folyik össze 25 cm hatására.

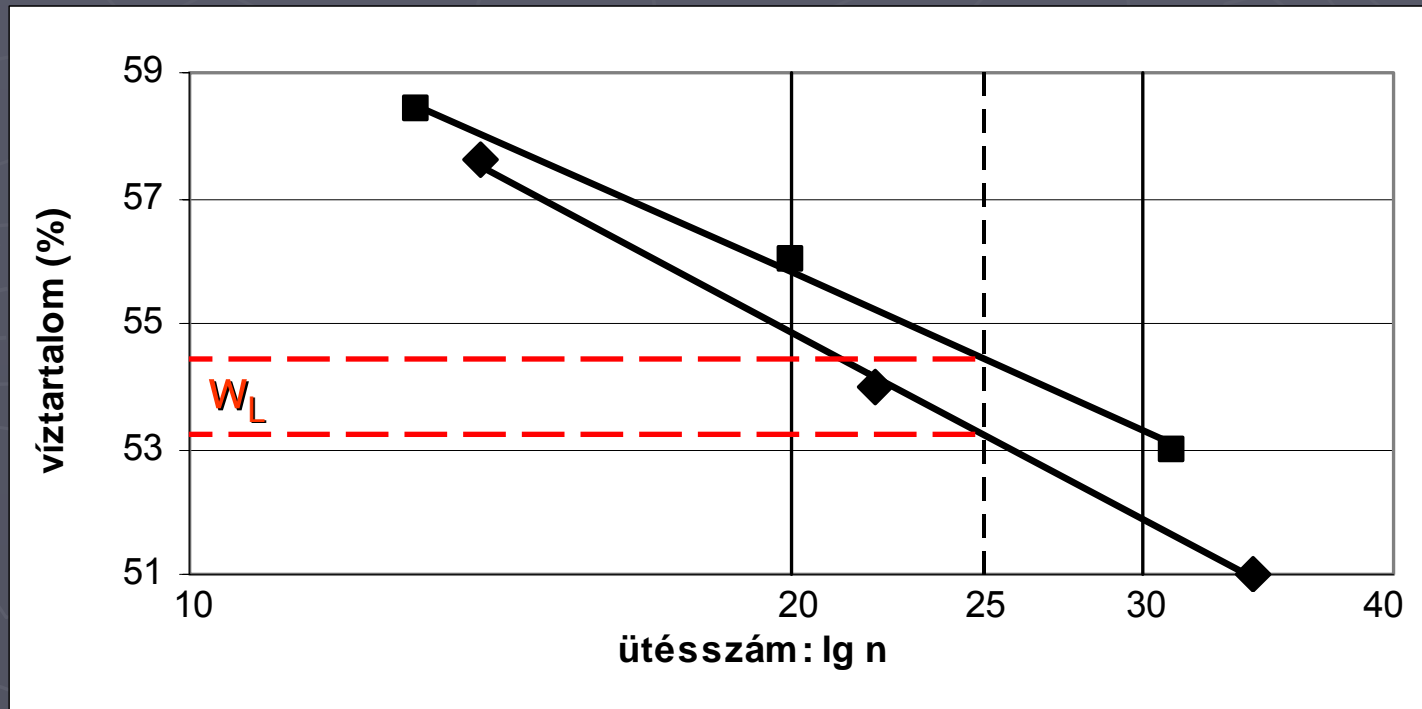
Folyási határ meghatározása – Casagrande csésze



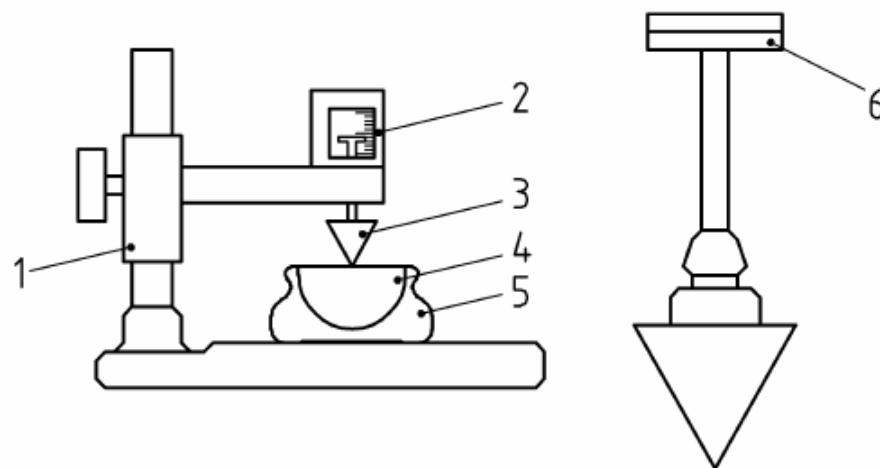
Folyási határ vizsgálatának feldolgozása

Az elvégzett kísérletek eredményeit szemi-logaritmikus koordináta-rendszerben ábrázolva a kapott pontok egy egyenesre illeszkednek.

Az egyenes 25 ütésszámhoz tartozó értéke megadja a folyási határ víztartalmát.



Folyási határ meghatározása – ejtőkúpos készülékkel



Jelmagyarázat

- 1 Tartóoszlop függőlegesen állítható karral
- 2 mm-beosztású plexiüveg
- 3 Ejtőkúp
- 4 Minta
- 5 Keverőcsésze
- 6 Indexvonal

Kúpbehatolási követelmények	80 g/30°	60 g/60°
Kezdeti behatolás	kb. 15 mm	kb. 7 mm
A behatolások tartománya	15 – 25 mm	7 – 15 mm
Legnagyobb eltérés a két egymást követő kúpbehatolás között	0,5 mm	0,4 mm
A w_L -hez tartozó behatolás	20 mm	10 mm

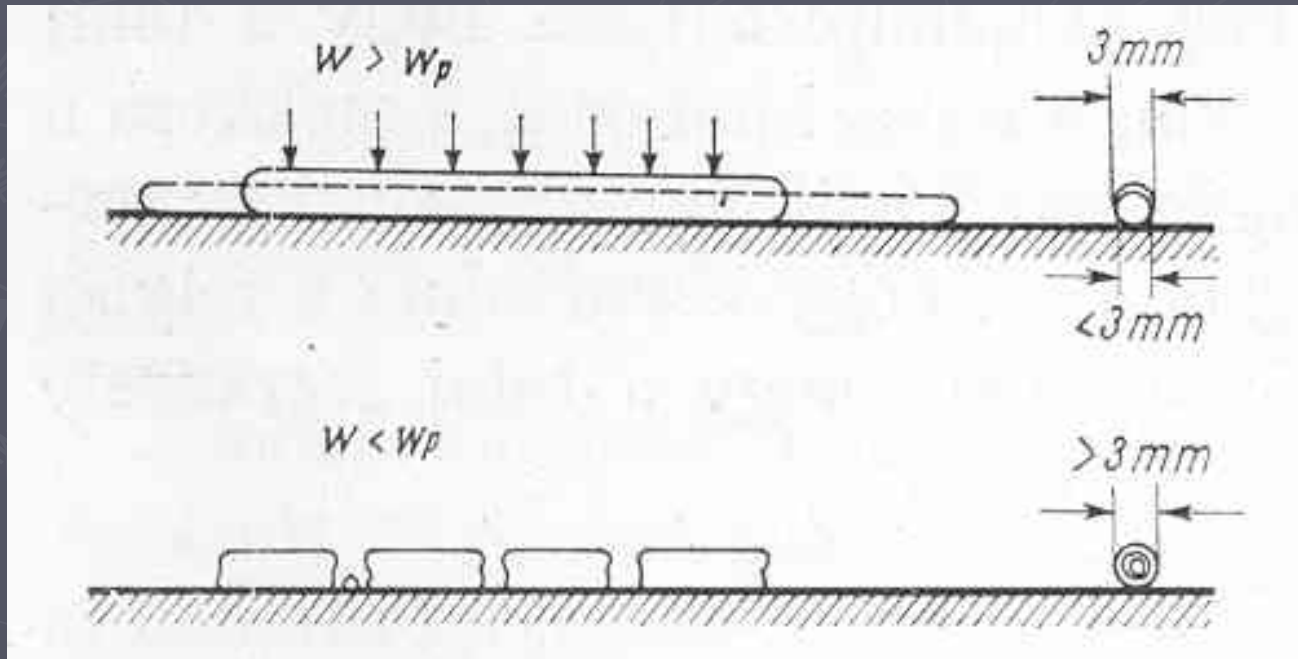
Plasztikus (sodrási) határ meghatározása

Plasztikus határ víztartalma:

a talaj képlékeny állapotból merev állapotba megy át.

Plasztikus határ meghatározása:

A talajmintát gyúrható állapotban nedvszívó papíron szálakká sodorjuk, ha a szálak éppen a 3 mm-es vastagság elérésekor esnek szét, akkor a talaj víztartalma megegyezik a plasztikus (sodrási) határral.



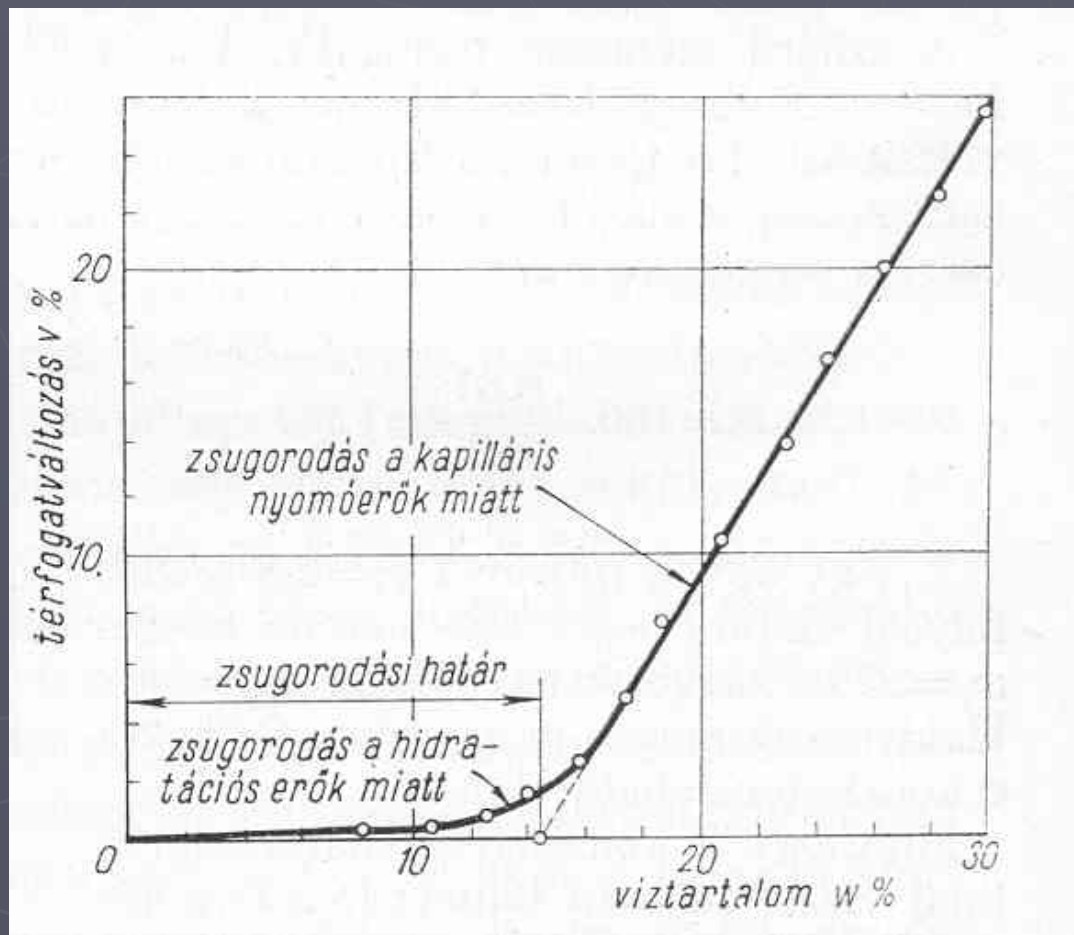
Zsugorodási határ meghatározása

Zsugorodási határ :

Az a víztartalom amelyen túl szárítva a talajt, az térfogatát már nem változtatja.

Meghatározása:

$$w_s = \frac{\left(V_d - \frac{m_d}{\rho_s} \right) \cdot \rho_v}{m_d} \cdot 100\%$$



Plasztikus index, relatív konzisztenciaindex

Plasztikus index:

A folyási és a plasztikus határ különbsége.

Talajfajtákra jellemző.

$$I_p = w_L - w_p$$

Relatív konzisztenciaindex:

A talaj adott víztartalomhoz tartozó állapotát mutatja meg.

$$I_c = \frac{w_L - w}{w_L - w_p} = \frac{w_L - w}{I_p}$$

Talajmegnevezés plastikus index alapján

MSZ 14043-2:2006 (érvényben lévő)

Plaszticitási index I_p	Csoportnév az MSZ EN ISO 14688-2 szerint	Megnevezés
10%-nál kisebb	nem plastikus	(szemeloszlás alapján)
10 és 15% között	kissé plastikus	iszap
15 és 20% között	közepesen plastikus	sovány agyag
20 és 30% között		közepes agyag
30%-nál nagyobb	nagyon plastikus	kövér agyag

MSZ 14043-2:1979 (korábbi)

A kötött talajok		
plaszticitási indexe (%)	gyűjtőneve	neve
5-ig	gyengén kötött talaj	homokliszt
5 felett 10-ig		iszapos homokliszt
10 felett 15-ig	közepesen kötött talaj	iszap
15 felett 20-ig		sovány agyag
20 felett 30-ig	erősen kötött talaj	közepes agyag
30 felett		kövér agyag

Talajmegnevezés plasztikus index alapján

MSZ 14043-2:2006 (érvényben lévő)

MSZ 14043-2:1979 (korábbi)

Konzisztencia állapot	I _c
Nagyon puha	<0,25
Puha	0,25-0,50
Gyúrható	0,50-0,75
Merev	0,75-1,00
Kemény	>1,00

Konzisztencia állapot	I _c
Nagyon puha	0,00-0,25
Puha	0,26-0,50
Könnyen sodorható	0,51-0,75
Sodorható	0,76-1,00
Kemény	1,01-1,50
Nagyon kemény	>1,51

Talajok tömörsége

A hézagtenyező függ a szemcsék méretétől és alakjától ezért önmagában nem elég a talaj tömörségének megítélésére.

Relatív tömörség:

$$T_{re} = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

ahol:

e_{\max} : a leglazább állapot hézagtenyezője

e_{\min} : a legtömörebb állapot hézagtenyezője
(Proctor kísérlet alapján)

Kötött talajok esetén a leglazább állapothoz tartozó e_{\max} nem állítható elő.

Tömörségi fok:

$$T_{r\rho} = \frac{\rho_d}{\rho_{d\max}} \cdot 100\%$$

ahol:

ρ_d : a talaj száraz térfogatsűrűsége a vizsgált állapotban

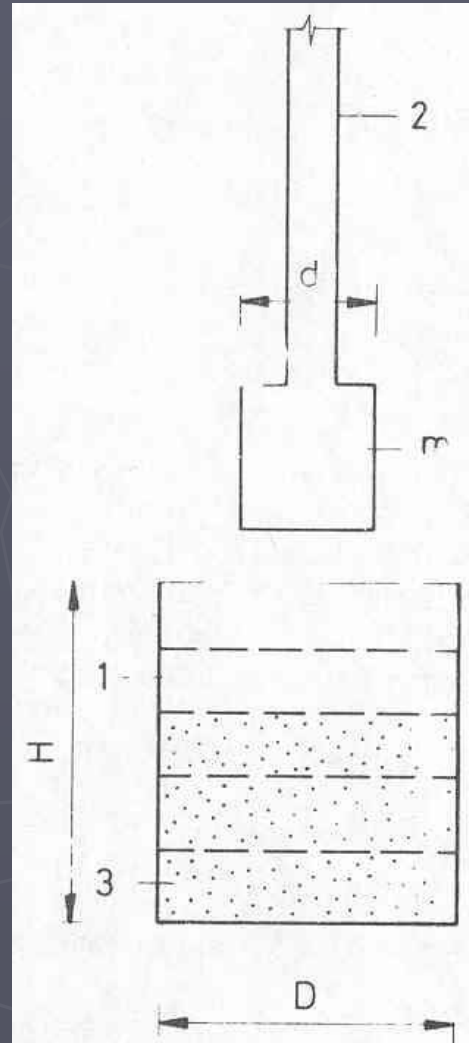
$\rho_{d\max}$: A *Proctor* kísérlettel előállítható legnagyobb száraz térfogatsűrűség

Talajok tömöríthetőségének vizsgálata

Proctor vizsgálat

A vizsgálat menete:

Különböző víztartalmak mellett a talajmintát 5 egyenlő vastagságú rétegben, szabványos méretű edényben szabványos ütőmunkával betömörítjük. Az adott víztartalmakhoz meghatározzuk az elért száraz térfogatsűrűségeket.



Talajok tömöríthetőségének vizsgálata

Proctor vizsgálat

Az eredmények feldolgozása:

A kapott értékpárokat a w - ρ_d koordináta rendszerben ábrázoljuk.

A görbe alapján meghatározható:

- ρ_d^{\max} : a kísérlettel előállítható maximális száraz térfogatsűrűség
- w_{opt} : tömörítés szempontjából legkedvezőbb víztartalom

TÖMÖRÍTÉSI (PROCTOR) KÍSÉRLET

Budapesti Műszaki Egyetem, Geotechnikai Tanszék; Budapest 2003.11.21.
Vizsgálat: Pécs Fúrás: 3AF. / 0.80

Kísérleti körülmények:

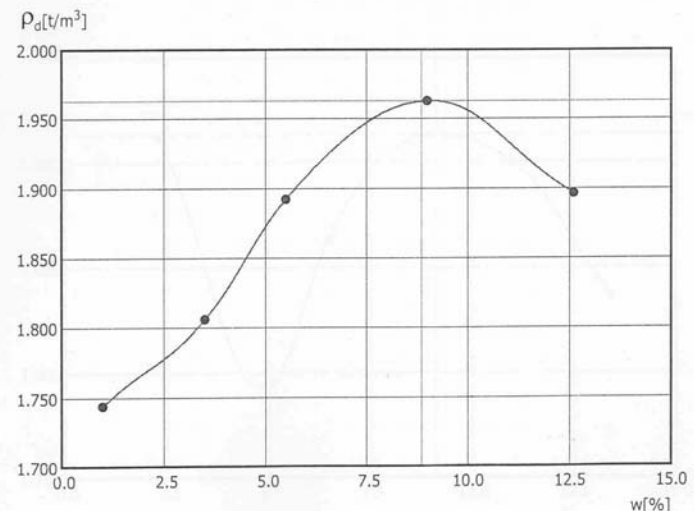
Tömörítés:			Henger:	
Rétegek száma: 5	Döngölő súlya: 4500 g		Átmérője: 151.0 mm	
Ütések száma	Ejtési		Magassága: 116.0 mm	
rétegenként: 55	magasság: 0.46 m		Súlya: 991.0 g	

Mért és számított adatok:

Nedves tömeg+tara [g]	4650	4874	5138	5436	5426
Víztartalom [%]	1.0	3.5	5.5	9.0	12.6
Száraz halomsűrűség [t/m ³]	1.744	1.806	1.892	1.963	1.896

$\rho_d^{\max} [\text{t/m}^3] = 1.963$

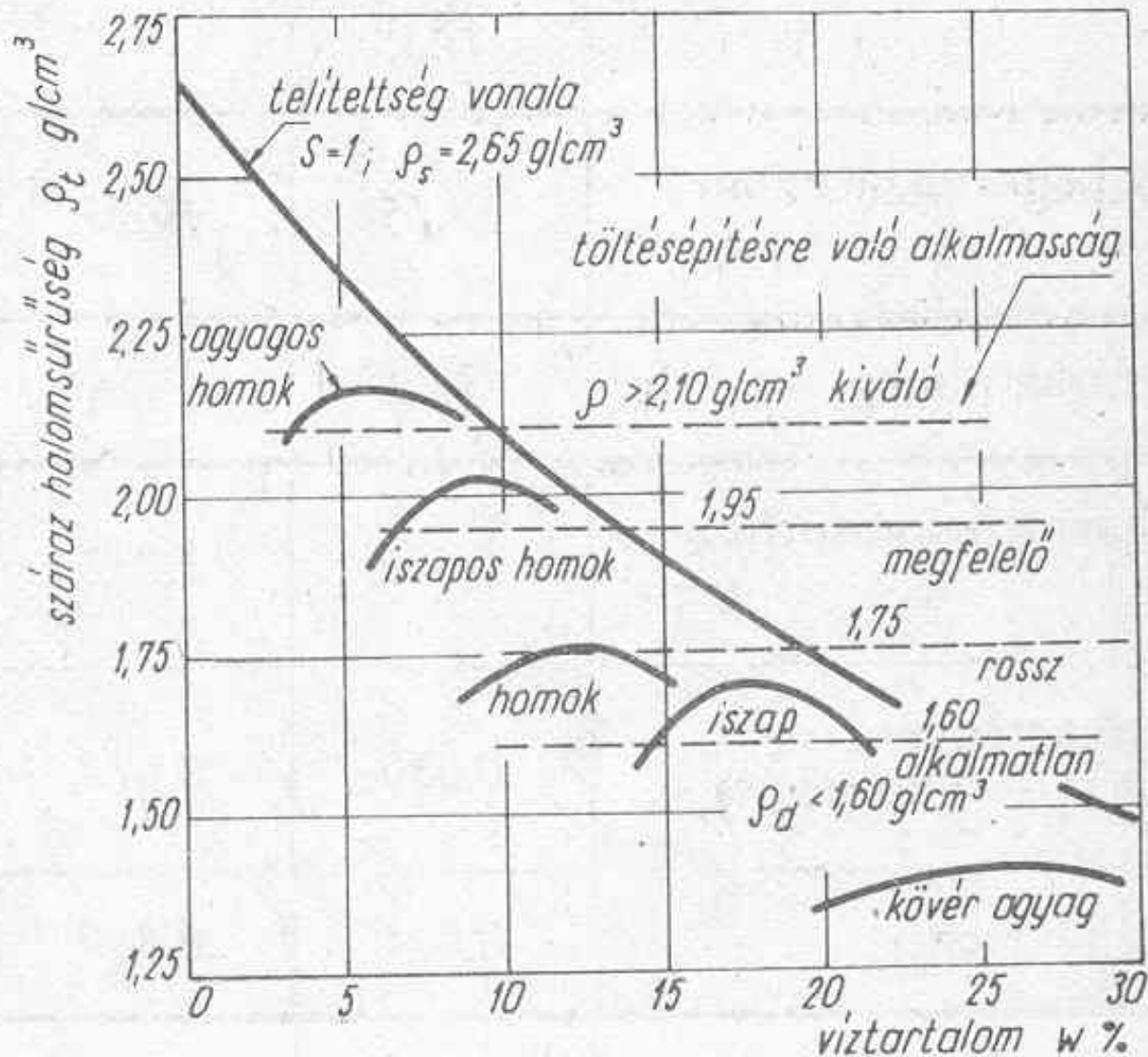
$w_{\text{opt}} [\%] = 8.9$



Laboráns: NÉMETHY FERENC

Talajok tömöríthetőségének vizsgálata

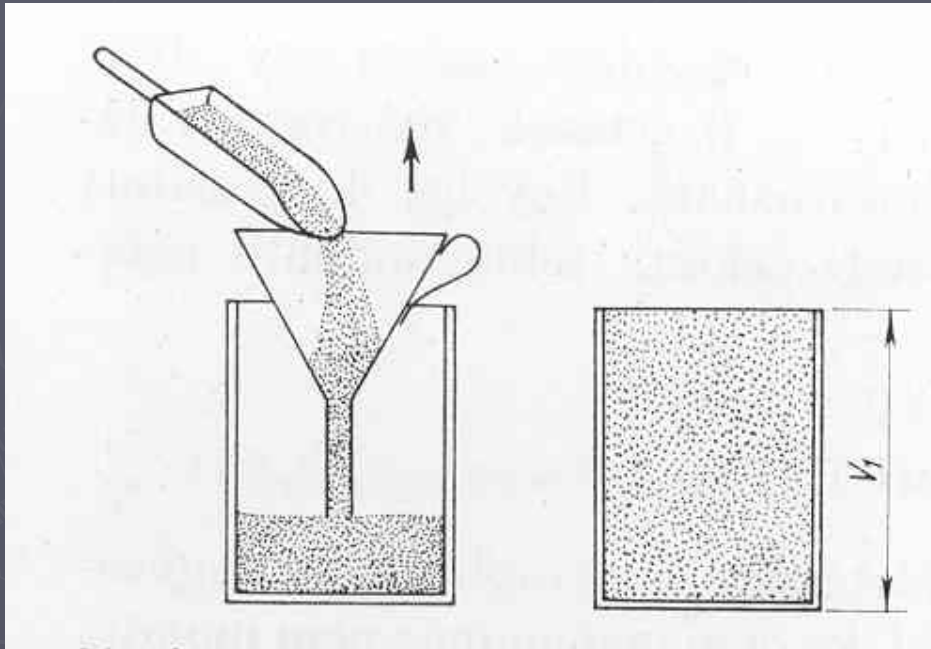
Proctor vizsgálat



Talajok relatív tömörsége

e_{\max} laboratóriumi meghatározása

$$T_{re} = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$



$$e = e_{\max} \Rightarrow T_{re} = 0$$

$$e = e_{\min} \Rightarrow T_{re} = 1$$

$$e_{\min} = \frac{\rho_s}{\rho_d^{\max}} - 1$$

