

Tirpák András

Talajok állapotjellemzői,  
víztartalom, vízmozgás a  
talajban, sűrűség, konzisztencia

**NSZFI**  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Építőipari mérések értékelése, szervezési feladatok

A követelménymodul száma: 0689-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-009-50

## A TALAJOK ÁLLAPOTJELLEMZŐI, SÚRÚSÉG

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön, mint a mélyépítési vállalkozás technikus, talajmechanikai vizsgálatokat végez és a mérések eredményeit, feldolgozza. A tervezett létesítmény olyan helyre kerül, ahol az altalaj víztartalma nagy. A víztartalom változása következtében a talaj állapotjellemzői változnak. Számszerű adatokkal jellemeznie kell, hogy milyen hatása van a víztartalom változásának a talaj alkotó szilárd anyag, víz és levegő kölcsönös térfogat- és súlyarányaira?

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### 1. A TALAJOK ÁLLAPOTJELLEMZŐI, VÍZTARTALOM

A talajok a kőzetek fizikai, kémiai, biológiai mállás hatására jöttek létre, két vagy három különböző halmazállapotú anyag keverékei, amelyek diszperz rendszert alkotnak. A szilárd fázis ásványi összetétele és sűrűsége az eredeti kőzetanyag tulajdonságaitól függ. A rendszerben a folyadékfázist a víz, a gáz halmazállapotú fázist a levegő alkotja. A talajban az alkotók részecskéi között erők, erőterek alakulnak ki, amelyek meghatározzák a talaj szilárdságát, alakváltozását és a külső hatásra bekövetkező viselkedését. A talajok szilárd alkotórészeinek szövete, összetétele, kötőerői és hézagai határozzák meg a műszaki szempontból fontos tulajdonságait. Terhelés vagy vízmozgás esetén kialakulhat a talaj megfolyósodása, ez káros és bekövetkezését kerülni kell.

**Víztartalom** alatt ( $w$ ) a talajban különböző körülmények között jelenlevő mindenkori vízmennyiség tömegének ( $m_v$ ) a 105 °C-on kiszáritott talaj tömegéhez ( $m_d$ ) való viszonyát értjük.

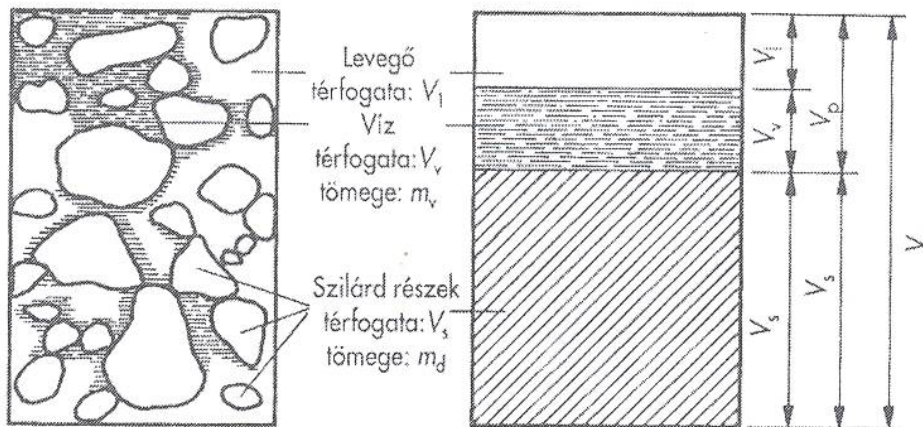
$$W \% = 100 \frac{m_v}{m_d}$$

$m_n$  – a nedves talaj tömege

$m_v = m_n - m_d$  – a víz tömege

**A talaj alkotórészeinek térfogati arányai**

Minden talajban a szilárd részek, a víz és a levegő együttesen tölti ki a talaj által elfoglalt térfogatot. Három fázist alkotva, a víz és a levegő a talajszemcsék közötti hézagokban helyezkedik el. A talajok tulajdonságai, várható viselkedése a talajszemcsék anyagától és az alkotórészek arányától függ. A laboratóriumi vizsgálat elvégzéséhez zavartalan állapotú talajminta szükséges. A szilárd részek, a víz és a levegő fázisok elkülönítetten vizsgálhatók.



1. ábra. A talajt alkotó fázisok: szilárd részek, víz és levegő<sup>1</sup>

„V” térfogatú minta térfogata egyenlő az alkotórészek térfogatösszegével:

$$V = V_s + V_v + V_\ell$$

A talaj egyes alkotórészeinek aránya, az alkotórészek térfogatának viszonya a teljes térfogathoz:

Szemcse térfogatarány  $s = \frac{V_s}{V}$

Víz térfogatarány  $v = \frac{V_v}{V}$

Levegő térfogatarány  $\ell = \frac{V_\ell}{V}$

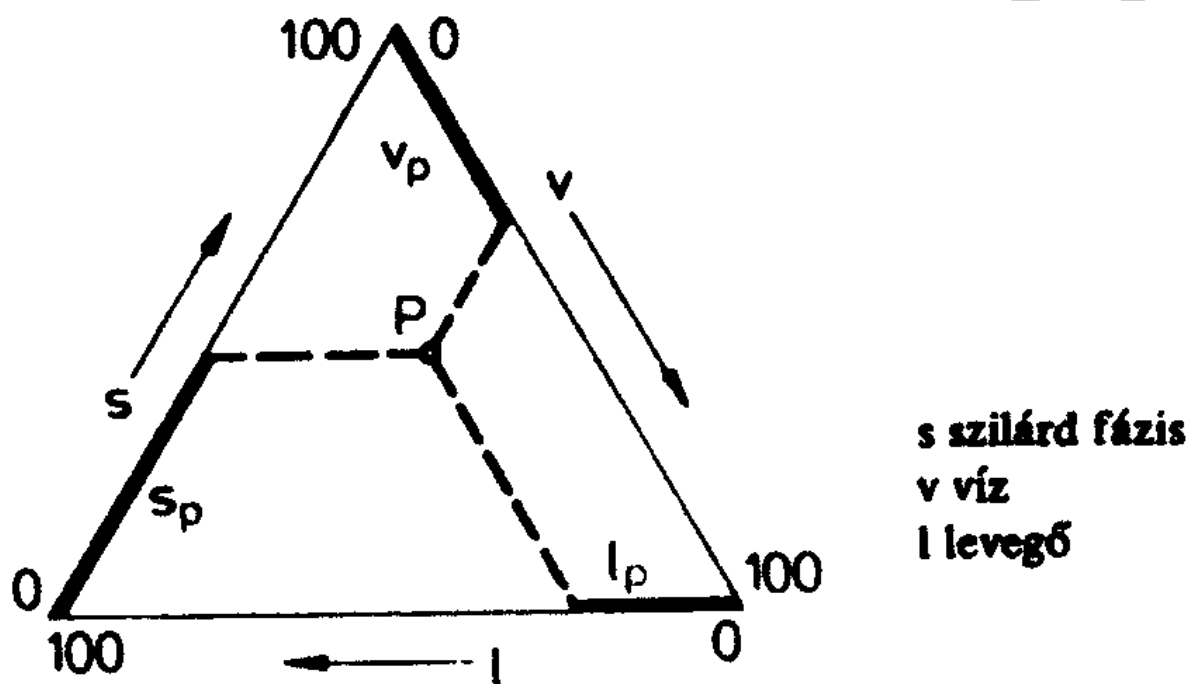
<sup>1</sup> Kádár Jenő: Talajmechanika – alapozás. 31 oldal,. Műszaki Könyvkiadó, 2006.

Az alkotórészek térfogatarányainak összege:

$$s+v+l=1$$

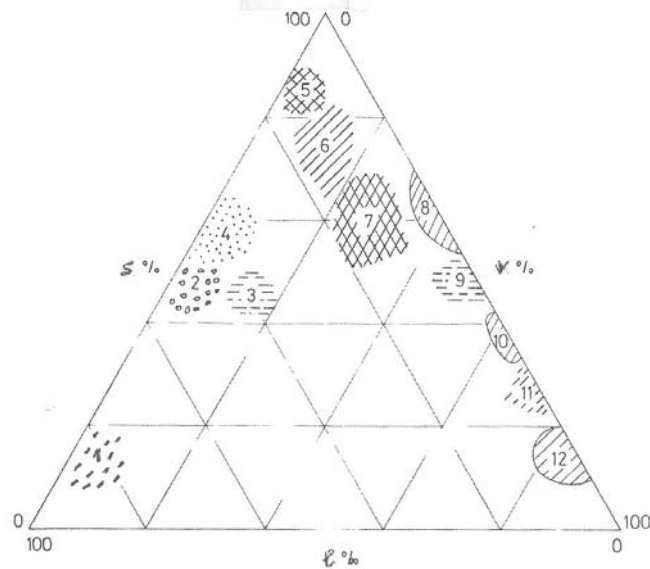
A három komponens arányait legtöbbször százalékban adjuk meg. A szilárd szemcsék a kőzetek, ásványok aprózódásával jöttek létre. A kavics és a homok szemcséi szabad szemmel, a kisebb szemcsék csak mikroszkóppal láthatók.

A három mennyiség összege az egyes mennyiségek változásától függetlenül mindig állandó, ezért a három adat százalékos értékeinek összege 100%-ot eredményez, így szabályos háromszögdiagramban ábrázolható.



2. ábra. A talajok alkotórészeinek hatása a komponensek arányaira





3. ábra. A talaj alkotórészeinek mennyiségi jellemző<sup>2</sup>

1 – szárított tőzeg; 2 – laza száraz vagy nyirkos homok; 3 – lösz; 4 – tömör száraz, nyirkos homok; 5 – ép budai márga; 6 – töredezett márga; 7 – elagyagosodott márga; 8 – kiscelli agyag; 9 – telített iszap; 10 – tiszta folyós állapotú agyag; 11 – nedves tőzeg; 12 – vulkanikus agyag

A talaj fizikai tulajdonságait nagyban befolyásolják a talajban lévő hézagok, pórusok és a víz. A sok hézagot tartalmazó szemcsés talaj kevésbé tömör ezért a vizet könnyen átveszti. A kötött talajok összenyomódását meghatározza a víz- és levegőtartalma.

### Hézagtérfogat

A talajban lévő vízzel és levegővel (vagy csak ezek egyikével) kitöltött hézagok térfogatának ( $V_h = V_\ell + V_v$ ) és a teljes térfogatnak ( $V$ ) a viszonyszáma, dimenzió nélküli szám.

$$n = \frac{V_h}{V}$$

### Hézagtenyező

A talajban lévő vízzel és levegővel (vagy csak ezek egyikével) kitöltött hézagok térfogatának ( $V_h = V_\ell + V_v$ ) és a szilárd részek térfogatának ( $V_s$ ) a viszonyszáma. Annál nagyobb, minél lazább a talaj.

<sup>2</sup> Dr. Kabai Imre: Geotechnika I. 18. oldal, Műegyetem Kiadó.

$$e = \frac{V_h}{V_s}$$

### Telítettség

A talajban lévő, vízzel kitöltött (**V<sub>v</sub>**) és a vízzel és levegővel kitöltött hézagok vagy pórusok térfogatának (**V<sub>h</sub> = V<sub>l</sub> + V<sub>v</sub>**) a viszonyzáma.

$$S = \frac{V_v}{V_h}$$

Ha a talaj száraz akkor az  $S = 0,00$ . Ha a talaj telített  $s = 1,00$ .

### Sűrűség vagy anyagsűrűség

A talajszemcsék hézagmentes, egységnyi 20 °C-on mért térfogatának a tömege. Értéke az összetevő kőzetalkotó ásványok tömegarányaitól függ.

$$\rho_s = \frac{m}{V_s}$$

Mértékegysége g/cm<sup>3</sup>

A szilárd részek térfogatát megkaphatjuk, ha a talajminta súlyállandóságig szárított tömegét megmérjük, és osztjuk a talaj megadott sűrűségével.

### Térfogatsűrűség (test- vagy halmazsűrűség)

A talajalkotórészek teljes tömegének és az általa elfoglalt térfogatnak a hányadosa.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

### Nedves térfogatsűrűség

( $\rho_n$ ) a háromfázisú talajra, ahol a telítettség mértéke :  $0 < S < 1$ ;

Az alkotórészek (szilárd rész + víz + levegő =  $m_n$ ) tömegének és térfogatának hányadosa.

$$\rho_n = m_n/V$$

### Száraz térfogatsűrűség

( $\rho_d$ ) a száraz talajra, ahol a  $w = 0$  és  $s = 0$

A zavartalan talajminta 105 °C-on tömegállandóságig kiszárított (szilárd rész =  $m_d$ ) tömegének és az általa elfoglalt térfogat hányadosa.

$$\rho_d = m_d/V$$

**Telített térfogatsűrűség**

( $\rho_t$ ) a vízzel telített talajra, ahol  $s = 1$

A meghatározására a zavartalan talajmintánál akkor van szükség, amikor a talaj hézagait teljes mértékben kitölti a víz.

$$\rho_t = m_t/V$$

**Víz alatti térfogatsűrűséget** ( $\rho$ ) a gravitációs vízszint alatti telített talajra vonatkoztatjuk.

**TANULÁSIRÁNYÍTÓ**

Javasolt képzési idő: **9 óra** elmélet csoportbontásban.

A képzés helyszíne: szaktanterem vagy talajmechanikai laboratórium.

- Készítsen jegyzetet a talajállapot-jellemzők és a víztartalom meghatározásáról!

A füzetbe vagy írólapokra jegyezze fel a következőket:

- a munkafeladat címét,
- a tanár és a csoporttársai elérhetőségét,
- a feladat végrehajtásának ütemezését és időpontjait (határidőket),
- talajmechanikai tankönyvek, szakkönyvek, kiadványok, ábragyűjtemények címét, szerzőjét, hozzáférési lehetőségeit,
- talajmechanikai szakmai anyagok internetes elérési lehetőségeit.
- A munkájához szüksége lesz:
  - íróeszközre,
  - számológépre.
  - Kádár Jenő: Talajmechanika – Alapozás (Műszaki Kiadó, 59 207 számú) tankönyvére.
- A **képző intézménynek** pedig az MSZ14043-2-9-ig számú talajmechanikai vizsgálati szabványokra vagy azok aktuális korszerűsített változataira.
- Figyelmesen hallgassa meg a projektvezetőjét (tanárát, oktatóját), és jegyezze meg a feladat elindításához szükséges információkat!
- Gyűjtse össze a projekt végrehajtásához szükséges tankönyvek, szakkönyvek, szabványok, feladatgyűjtemények adatait, azok címét, szerzőjét, hozzáférési lehetőségét!
- Ismételje át a henger térfogatszámítását és Archimedes törvényét!
- Tanári útmutatás és magyarázat alapján értelmezze és dolgozza fel a víztartalomra és a talajállapot-jellemzőkre vonatkozó információtartalmat!
- **Olvassa el többször az információs lap tartalmát!**
- **A szomszédjával értelmezze az állapotjellemzők közötti összefüggéseket!**
- **Rendszerezze az ismereteit!**

- **Tanári irányítás mellett** a tanulócsoport értelmezze az összefüggéseket. Ha a tanuló nem ért valamit, segítséget kérhet a tanártól vagy tanulótársaitól.
- Önálló munkavégzéshez használja az 1-6. oldalakon található információtartalmat!
- **Töltse ki a 8-13. oldalakon található önellenőrző feladatlapokat!**
- **Szomszédjával kölcsönösen ellenőrizték a megoldásokat!**
- Pótolja az észlelt hiányosságokat és javítsa ki a hibákat!
- A hiányosságok pótlásához tanári segítséget kérhet.
- A tanár a megoldások alapján megbeszéli a feladatok megoldását a tanulócsoporttal.
- **Jelzze az oktatónak, hogy elkészítette a feladatmegoldás alapján a szükséges javítást és kitöltötte a tanulói önellenőrző feladatokat!**

MUNKANYELV



## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Az  $m_1 = 7300$  kg tömegű, nyitott tehergépkocsi száraz homokos kavicsot szállít. A mérlegelés szerint a rakott tehergépkocsi összes tömege  $m_2 = 12\,400$  kg. Szállítás közben a homokos kavics megázik, víztartalma  $w = 2,4\%$ -al megnő. Mennyi lesz a megázott kavics  $m_n$  tömege.

A homokos kavics száraz tömege:

$$m_d = m_2 - m_1 = 12400 - 7300 = \underline{5100 \text{ kg}}$$

A homokos kavics megázás utáni víztartalma:

$$W \% =$$

Ebből a homokos kavicsban lévő víz tömege:

$$m_v =$$

$$m_n =$$

### 2. feladat

A talajminta száraz térfogatsűrűsége  $\rho_d = 2,04$  g/cm<sup>3</sup>, a talaj anyagsűrűsége  $\rho_s = 2,64$  g/cm<sup>3</sup>. Számítsa ki az  $e$  hézagtenyezőjét!

$$e =$$

### 3. feladat

A talajminta térfogata  $V = 1300$  cm<sup>3</sup>, száraz tömege  $m_d = 2550$ g, hézagtenyezője  $e = 0,38$ . Számítsa ki sűrűségét!

A hézagtenyező:

$$e = (V \cdot \rho_s - m_d) / m_d$$

Ebből a sűrűség:

$$\rho_s =$$

**4. feladat**

A szabálytalan alakú zavartalan talajminta nedves tömege  $m_n = 105,00\text{g}$ . A paraffinnal bevont talajminta tömege  $m_{np} = 112,50\text{g}$ . A vízben merített talajminta által kiszorított víz térfogata  $V_p = 58,00\text{ cm}^3$ . Számítsa ki a talajminta  $V$  térfogatát! A paraffin sűrűsége  $\rho_p = 0,92\text{ g/cm}^3$ . Számítsuk ki a talajminta  $\rho_d$  száraz térfogatűrűségét, az  $e$  hézagtényezőt és az  $s$  telítettségi fokot  $w = 15\%$  víztartalom esetére! A talaj anyagsűrűsége  $\rho_s = 2,70\text{ g/cm}^3$ .

**A talajminta térfogata:**

A paraffinbevonat tömege:

$$m_p =$$

A paraffinbevonat térfogata:

$$V_{pbev} =$$

A talajminta térfogata:

$$V =$$

**A talajminta száraz térfogatsűrűsége:**

A talaj száraz tömege:

$$W\% = 100 \cdot m_v / m_d = 100 \cdot (m_n - m_d) / m_d$$

$$m_d = 100 \cdot m_n / (100 + w\%)$$

$$m_d =$$

A száraz térfogatsűrűség:

$$\rho_d =$$

**A talajminta hézagtényezője:**

A szilárd részek térfogata:

$$V_s =$$

A hézag térfogata:

$$V_h =$$

Hézagtényező:

$$e =$$

**A talajminta telítettsége:**

A víz térfogata:

$$V_v =$$

Telítettség:

$$S =$$

**5. feladat**

A talajminta térfogata  $V = 75,00 \text{ cm}^3$ , nedves tömege  $m_n = 140,00 \text{ g}$ , száraz tömege  $m_d = 127,00 \text{ g}$ . Milyen a fázisos összetétele, ha a talaj anyagsűrűsége  $\rho_s = 2,63 \text{ g/cm}^3$ ?

**A talajminta szilárd részeinek térfogataránya:**

A száraz részek térfogata:

$$V_s =$$

Szilárd részek térfogataránya:

$$s =$$

**A talajmintában lévő víz térfogataránya:**

A víz térfogata:

$$V_v =$$

A víz térfogataránya

$$v =$$

**A talajmintában lévő levegő térfogataránya:**

$$\ell = \frac{V_\ell}{V} = 1 - (s + v) =$$

**6. feladat**

A talaj víztartalma  $w = 12,4\%$ , hézagtenyezője  $e = 0,72$ , anyagsűrűsége  $\rho_s = 2,69 \text{ g/cm}^3$ .

A víz sűrűsége  $\rho_w = 1,00 \text{ g/cm}^3$ . Számítsa ki az  $s$  telítettségi fokot!

$$S = w \cdot \rho_s / e \cdot \rho_w =$$

**7. feladat**

A mintavevő kiszúróhenger átmérője  $D = 40 \text{ mm}$ , a hossza  $H = 60 \text{ mm}$ . A benne levő talajminta nedves tömege:  $m_n = 163,65 \text{ g}$ , víztartalma:  $w = 5,4\%$ .

Számítsa ki a  $\rho_d$  száraz térfogatsűrűségét, az  $e$  hézagtenyezőt és az  $S$  telítettségi fokot! A talaj sűrűsége  $\rho_s = 2,70 \text{ g/cm}^3$ .

**A talajminta száraz térfogatsűrűsége:**

A talajminta térfogata:

$$V =$$

A talaj száraz tömege:

$$W \% = 100 \cdot m_v / m_d = 100 \cdot (m_n - m_d) / m_d$$

$$m_d = 100 \cdot m_n / (100 + w\%)$$

$$m_d =$$

A száraz térfogatsűrűség:

$$\rho_d =$$

#### A talajminta hézagtényezője:

A szilárd részek térfogata:

$$V_s =$$

A hézag térfogata:

$$V_h =$$

A hézagtényező:

$$e =$$

#### A talajminta telítettsége:

A talajban lévő víz térfogata:

$$V_v =$$

A telítettség:

$$S =$$

### 8. feladat

A mintavevő kiszűrőhenger átmérője  $D = 70$  mm, hossza  $H = 100$  mm, a benne levő nedves talaj és kiszűrőhenger együttes tömege  $m_1 = 980,00$  g. A talaj víztartalma:  $w = 6,4\%$ ; a talaj sűrűsége  $\rho_s = 2,67$  g/cm<sup>3</sup>. A kiszűrőhenger tömege:  $m_2 = 115,10$ g.

Számítsa ki a talaj  $\rho_d$  száraz térfogatsűrűségét, az  $e$  hézagtényezőt és az  $S$  telítettségi fokot!

#### A talajminta száraz térfogatsűrűsége:

A talajminta térfogata:

$$V =$$

A talajminta nedves tömege:

$$m_n =$$

A talaj száraz tömege:

$$W \% = 100 \cdot m_v / m_d = 100 \cdot (m_n - m_d) / m_d$$

$$m_d = 100 \cdot m_n / (100 + w\%)$$

$m_d =$

A száraz térfogatsűrűség:

$\rho_d =$

**A talajminta hézagtéyzője:**

A szilárd részek térfogata:

$V_s =$

A hézag térfogata:

$V_h =$

Hézagtéyző:

$e =$

**A talajminta telítettsége:**

A víz térfogata:

$V_v =$

Telítettség:

$S =$

### 9. feladat

Írd az alábbi jellemzők mellé a mértékegységét!

Anyagjellemező	Mértékegysége
m – tömeg	
V – térfogat	
A – keresztmetszeti terület	
h – hosszúság	
$\rho$ – sűrűség	
w – víztartalom	
n – hézagtérfogat	
e – hézagtéyző	
s – telítettség	

### 10. feladat

Határozd meg az alábbi talajfizikai jellemzőket képlettel!

A talajfizikai jellemző megnevezése	A talajfizikai jellemző képlete



Víztartalom	
Szemcse térfogatarány	
Hézagtérfogat	
Hézagtenyező	
Telítettség	
Sűrűség, vagy anyagsűrűség	
Térfogatsűrűség	
Nedves térfogatsűrűség	
Száraz térfogatsűrűség	
Vízzel telített térfogatsűrűség	

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

A homokos kavics száraz tömege:

$$m_d = m_2 - m_1 = 12400 - 7300 = \underline{5100 \text{ kg}}$$

A homokos kavics megázás utáni víztartalma:

$$W \% = 100 \cdot \frac{m_v}{m_d}$$

Ebből a homokos kavicsban lévő víz tömege:

$$m_v = w \cdot m_d = 0,024 \cdot 5100 = \underline{122,40 \text{ kg}}$$

$$m_n = m_d + m_v = 5100 + 122,4 = \underline{5222,40 \text{ kg}}$$

### 2. feladat

$$e = \rho_s / \rho_d - 1,00 = 2,64 / 2,04 - 1,00 = 1,29 - 1,00 = \underline{0,29}$$

### 3. feladat

A hézagtérfogat:

$$e = (V \cdot \rho_s - m_d) / m_d$$

Ebből a sűrűség:

$$\rho_s = m_d \cdot (e + 1,00) / V = 2550 \cdot (0,38 + 1,00) / 1300 = \underline{2,71 \text{ g/cm}^3}$$

### 4. feladat

A talajminta térfogata:

A paraffinbevonat tömege:

$$m_p = m_{np} - m_n = 112,50 - 105,00 = 7,50 \text{ g}$$

A paraffinbevonat térfogata:

$$V_{pbev} = m_p / \rho_p = 7,50 / 0,92 = \underline{8,15 \text{ cm}^3}$$

A talajminta térfogata:

$$V = V_p - V_{pbev} = 58,00 - 8,15 = \underline{49,85 \text{ cm}^3}$$

A talajminta száraz térfogatsűrűsége:

A talaj száraz tömege:

$$W \% = 100 \cdot m_v / m_d = 100 \cdot (m_n - m_d) / m_d$$

$$m_d = 100 \cdot m_n / (100 + w\%)$$

$$m_d = 100 \cdot 105,00 / (100 + 15) = \mathbf{91,30 \text{ g}}$$

A száraz térfogatsűrűség:

$$\rho_d = m_d / V = 91,30 / 49,85 = \mathbf{1,83 \text{ g/cm}^3}$$

**A talajminta hézagtényezője:**

A szilárd részek térfogata:

$$V_s = m_d / \rho_s = 91,30 / 2,70 = \mathbf{33,81 \text{ cm}^3}$$

A hézag térfogata:

$$V_h = V - V_s = 49,85 - 33,81 = \mathbf{16,04 \text{ cm}^3}$$

Hézagtényező:

$$e = V_h / V_s = 16,04 / 33,81 = \mathbf{0,47}$$

**A talajminta telítettsége:**

A víz térfogata:

$$V_v = m_n - m_d = 105,00 - 91,30 = \mathbf{13,70 \text{ cm}^3}$$

Telítettség:

$$S = V_v / V_h = 13,70 / 16,04 = \mathbf{0,85}$$

## 5. feladat

**A talajminta szilárd részeinek térfogataránya:**

A száraz részek térfogata:

$$V_s = m_d / \rho_s = 127,00 / 2,63 = \mathbf{48,28 \text{ cm}^3}$$

Szilárd részek térfogataránya:

$$s = \frac{V_s}{V} = \frac{48,28}{75,00} = \mathbf{0,64}$$

**A talajmintában lévő víz térfogataránya:**

A víz térfogata:

$$V_v = (m_n - m_d) / \rho_{\text{víz}} = (140,00 - 127,00) / 1,00 = \mathbf{13 \text{ cm}^3}$$

A víz térfogataránya

$$v = \frac{V_v}{V} = \frac{13,00}{75,00} = \mathbf{0,17}$$

A talajmintában lévő levegő térfogataránya:

$$l = \frac{V_l}{V} = 1 - (s + v) = 1 - (0,64 + 0,17) = 1 - 0,81 = \underline{0,19}$$

### 6. feladat

$$S = w \cdot \rho_s / e \cdot \rho_w = 0,124 \cdot 2,69 / 0,72 \cdot 1,00 = \underline{0,46}$$

### 7. feladat

A talajminta száraz térfogatsűrűsége:

A talajminta térfogata:

$$V = A \cdot H = r^2 \cdot \pi \cdot H = 2,0^2 \cdot 3,14 \cdot 6,0 = \underline{75,36 \text{ cm}^3}$$

A talaj száraz tömege:

$$W \% = 100 \cdot m_v / m_d = 100 \cdot (m_n - m_d) / m_d$$

$$m_d = 100 \cdot m_n / (100 + w\%)$$

$$m_d = 100 \cdot 163,65 / (100 + 5,4) = \underline{155,27 \text{ g}}$$

A száraz térfogatsűrűség:

$$\rho_d = m_d / V = 155,27 / 75,36 = \underline{2,06 \text{ g/cm}^3}$$

A talajminta hézagtérfogata:

A szilárd részek térfogata:

$$V_s = m_d / \rho = 155,27 / 2,70 = \underline{57,51 \text{ cm}^3}$$

A hézag térfogata:

$$V_h = V - V_s = 75,36 - 57,51 = \underline{17,85 \text{ cm}^3}$$

A hézagtérfogató:

$$e = V_h / V_s = 17,85 / 57,51 = \underline{0,31}$$

A talajminta telítettsége:

A talajban lévő víz térfogata:

$$V_v = (m_n - m_d) / \rho_v = (163,65 - 155,27) / 1 = \underline{8,38 \text{ cm}^3}$$

A telítettség:

$$S = V_v / V_h = 8,38 / 17,85 = \underline{0,47}$$

### 8. feladat

A talajminta száraz térfogatsűrűsége:

A talajminta térfogata:

$$V = A \cdot H = r^2 \cdot \pi \cdot H = 3,50^2 \cdot 3,14 \cdot 10,0 = 384,65 \text{ cm}^3$$

A talajminta nedves tömege:

$$m_n = m_1 - m_2 = 980,00 - 115,10 = 864,90 \text{ g}$$

A talaj száraz tömege:

$$W\% = 100 \cdot m_v/m_d = 100 \cdot (m_n - m_d)/m_d$$

$$m_d = 100 \cdot m_n/(100 + w\%)$$

$$m_d = 100 \cdot 864,90/(100+6,4) = 812,88 \text{ g}$$

A száraz térfogatsűrűség:

$$\rho_d = m_d/V = 812,88/384,65 = 2,11 \text{ g/cm}^3$$

**A talajminta hézagtéennyezője:**

A szilárd részek térfogata:

$$V_s = m_d/\rho_s = 812,88/2,70 = 301,07 \text{ cm}^3$$

A hézag térfogata:

$$V_h = V - V_s = 384,65 - 301,07 = 83,58 \text{ cm}^3$$

Hézagtéennyező:

$$e = V_h/V_s = 83,58/301,07 = 0,28$$

**A talajminta telítettsége:**

A víz térfogata:

$$V_v = (m_n - m_d)/\rho_v = (864,90 - 812,88)/1 = 52,02 \text{ cm}^3$$

Telítettség:

$$S = V_v/V_h = 52,02/83,58 = 0,62$$

## 9. feladat

Anyagjellemző	Mértékegysége
m- tömeg	g- gramm; kg- kilogramm
V - térfogat	cm <sup>3</sup> ; m <sup>3</sup>
A - keresztmetszeti terület	mm <sup>2</sup> ; cm <sup>2</sup> ; m <sup>2</sup>
h - hosszúság	m-méter; mm; (cm)
$\rho$ - sűrűség	kg/m <sup>3</sup> ; (g/cm <sup>3</sup> )
w - víztartalom	- nincs (%-ban fejezzük ki)
n - hézagtérfogat	- nincs (esetleg %-ban fejezzük ki)
e - hézagtéennyező	- nincs (esetleg %-ban fejezzük ki)
s - telítettség	- nincs (esetleg %-ban fejezzük ki)



## 10. feladat

A talajfizikai jellemző megnevezése	A jellemző képlete
Víztartalom	$W \% = 100 \cdot \frac{m_v}{m_d} = 100 \cdot (m_n - m_d) : m_d$
Szemcse térfogatarány	$s = \frac{V_s}{V}$
Hézagtérfogat	$n = \frac{V_h}{V}$
Hézagtenyező	$e = \frac{V_h}{V_s}$
Telítettség	$S = \frac{V_v}{V_h}$
Sűrűség, vagy anyagsűrűség	$\rho_s = \frac{m}{V_s}$
Térfogatsűrűség	$\rho = \frac{m}{V}$
Nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = m_n/V$
Száraz térfogatsűrűség	$\rho_d = m_d/V$
Vízzel telített térfogatsűrűség	$\rho_t = m_t/V$

## VÍZTARTALOM, KONZISZTENCIA

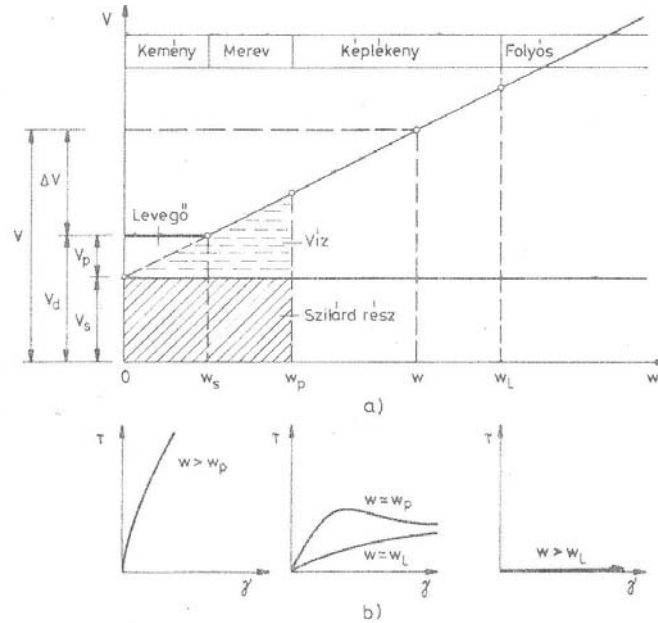
### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön mint a közlekedésépítési vállalkozás technikus, talajmechanikai vizsgálatokat végez és a mérések eredményeit feldolgozza. A tervezett közlekedési létesítmény olyan helyre kerül, ahol az altalaj víztartalma és vízmozgása nagy. A víztartalom változása következtében a talaj konzisztenciajellemzői megváltoznak. Hogyan vizsgálná meg, hogy milyen hatása van a víztartalom változásnak és a vízmozgásnak elsődlegesen a kötött talajokra?

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### KONZISZTENCIAHATÁROK

A talaj konzisztenciáján az anyagi összefüggés mértékét értjük. A talajok konzisztencia-állapotát kemény, merev, képlékeny, folyós kategóriákba sorolják. Ha egy száraz, kemény agyagdarabot szét akarunk morzsolni kézzel, akkor ez nehezen sikerül. Ha az agyagdarabra vizet csepegtetünk, és hagyjuk, hogy egyenletesen felszívódjon, akkor a keménysége folyamatosan csökken és könnyen szétmorzsolható lesz. Ha a vízádagolást folytatjuk, akkor gyúrhatóvá, pépessé és végül hígán folyó sárrá válhat. A víztartalom változásával a talaj különböző állapotokba kerül, vagyis megváltozik a konzisztenciája. A kötött talajminta víz hozzáadásával péppé alakul, enyhe lejtőre helyezve lefolyik és sűrű viszkózus folyadékként, viselkedik.



4. ábra. Konzisztenciahatárok fogalma<sup>3</sup>

a) a térfogat- és állapotváltozás

b) a talaj belső ellenállása a víztartalom változás hatására

Ha a vizes anyagot fokozatosan szárítjuk – a víz belőle folyamatosan eltávozik – akkor képlékeny, merev, majd kemény állapotba kerül. A térfogat ( $V$ ), a víztartalom ( $w$ ) és a talajminta állapotváltozásának folyamatát a 2. a) ábra, a nyírási ellenállást ( $\tau$ ) és az alakváltozás folyamatait ( $\gamma$ ) a 2. b) ábrák mutatják.

Az a víztartalom, amelynél az egymástól eltérő talajok egyik konzisztenciaállapotból a másikba átmennek, különbözők, ezért a határállapotokhoz tartozó víztartalom alkalmas a talajok összehasonlítására.

A talajmechanikában a következő konzisztenciahatárokat különböztetjük meg:

- folyási határ,
- plasztikus vagy képlékenységi határ,
- telítési határ
- zsugorodási határ.

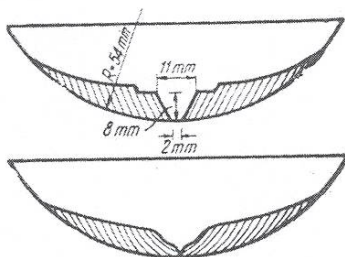
A konzisztenciahatáron a talaj olyan víztartalommal rendelkezik, amely mellett bizonyos meghatározott tulajdonságot mutat. A vizsgálat részei:

- előállítják a kérdéses konzisztenciaállapotot,
- az előállított állapotban megméri a talaj víztartalmát.

<sup>3</sup> Dr. Kabai Imre: Geotechnika I. 75. oldal, Műegyetemi Kiadó, 91245

A konzisztenciahatárok közül a folyási és a sodrási határt, valamint az ezekből származtatott talajfizikai jellemzőket a talajállapot jellemzésére és osztályozására használják. A telítési határ a vízfelvétel hatására bekövetkező duzzadási, vagy térfogatváltozási folyamat része. A zsugorodási határ a hő hatására bekövetkező vízleadási vagy száradási folyamat része.

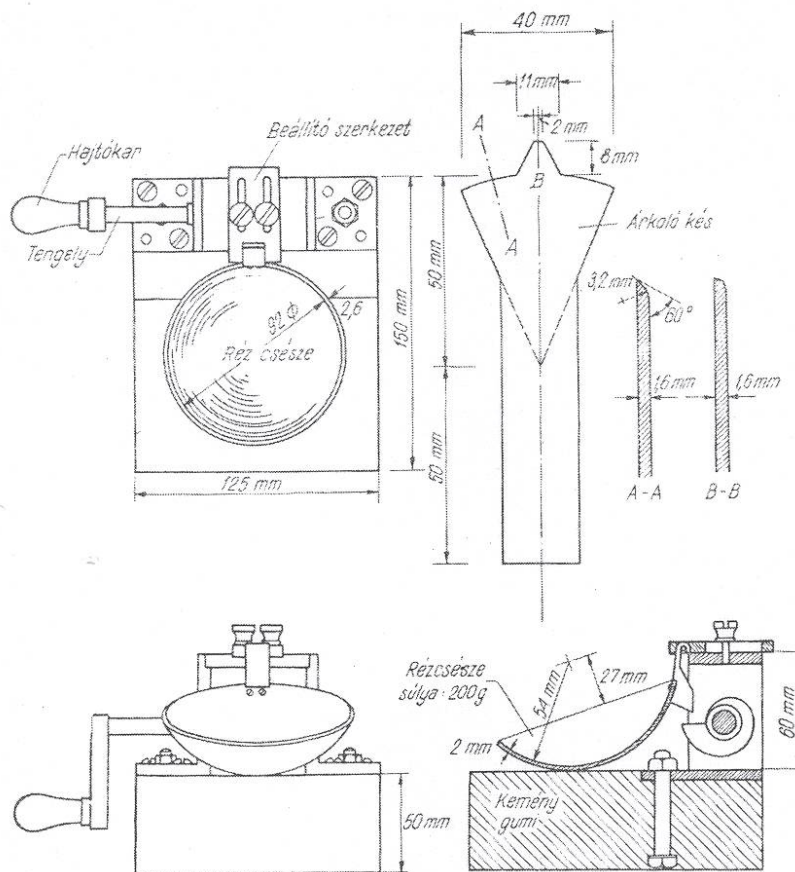
### Folyási határ



5. ábra. A folyási határ kísérlete<sup>4</sup>

Ha a talajhoz sok vizet kevernek, akkor elérnek egy olyan állapotot, amikor a talajban a talajszemcsék közötti összetartó erők teljesen megszűnnek, nincs kohézió, a talaj pépszerű, viszkózus állapotba kerül. Azt a víztartalmat, amely ennek a határállapotnak az eléréséhez szükséges, folyási határnak nevezzük. A különböző helyeken és időben végzett vizsgálatokat az összehasonlíthatóság érdekében szabványosították, s Casagrande-féle eljárásnak nevezik.

<sup>4</sup> Kézdi Árpád: Talajmechanika I. 79. oldal, Tankönyvkiadó, Budapest.

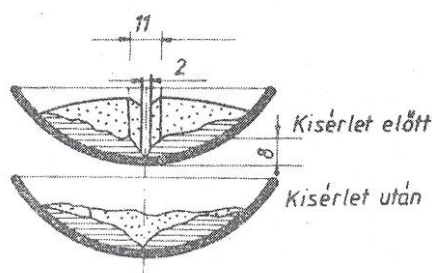


6. ábra. Casagrande-féle készülék a folyási határ megállapítására<sup>5</sup>

Egy gömbszelet alakú, mozgathatóan felszerelt réz csészeből áll, mely egy tengely forgatása útján 10 mm magasból keménygumi aljzatra ejtegethető. A készülékhez tartozik egy előírt méretű árkoló kés.

<sup>5</sup> Dr. Kézdi Árpád: Talajmechanika I. 78. oldal, Tankönyvkiadó, Budapest.



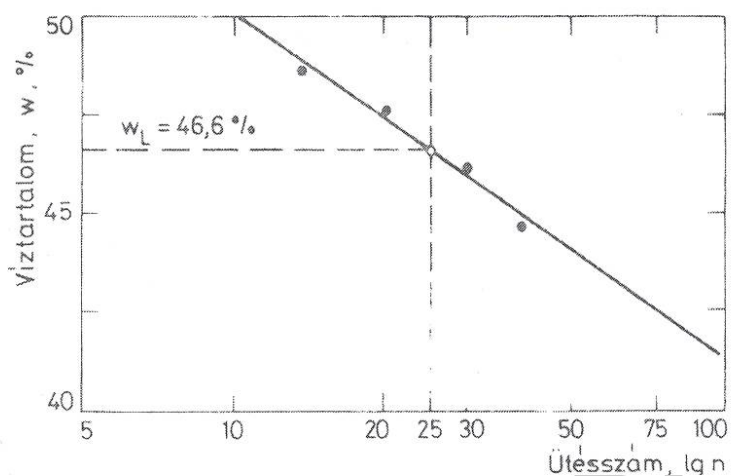


7. ábra. A Casagrande-féle készülékben a minta viselkedése a kísérlet során<sup>6</sup>

A kísérlet végrehajtása:

- A vizsgálatra kerülő talajt a megfelelő mennyiségű vízzel egyenletesen péppé keverik, a pépet simítókéssel úgy kenik a csészébe, hogy légbuborékok ne maradjanak benne.
- Az árkolókéssel a vizsgálati anyagban 40 mm hosszú trapéz alakú árkot húznak.
- A csészét a forgatókar segítségével 10 mm magasságból másodpercenként kétszer, addig ejtegetik, míg az árkok 10–12 mm hosszban össze nem folynak.
- A talaj akkor van folyási határon, ha az árok 25 ütésnél folyik össze az előírt hosszban.
- Ehhez az állapothoz tartozó víztartalom a folyási határ ( $w_L$ ), amit százalékban adunk meg.
- A csészében lévő egy részét a víztartalom meghatározására használják fel.
- Feljegyzik az árok összefolyását előidéző ütések számát.
- Ha ez a szám 25-nél nagyobb lett, a talajhoz vizet adagolnak és megismétlik a kísérletet, ha kisebb akkor szárazabb talajmintát vesznek.
- Legalább 3 vizsgálatnál megméri a víztartalmat, és az összetartozó ütésszámot.
- A kapott értékeket grafikonon ábrázolják. A függőleges tengellyel párhuzamosan a víztartalom százalékos értékeit, a vízszintes tengellyel párhuzamosan az ütések számát logaritmus  $n$  léptékben mérik fel.
- A kapott 3 pont közé egyenest rajzolnak, és ennek 25 ütéshez tartozó értéke lesz a folyási határ ( $w_L$ )

<sup>6</sup> Dr. Bartos Sándor-Králik Béla: Mélyépítés I. 191. oldal, Nemzeti Tankönyvkiadó Budapest.



8. ábra. Folyási határ kísérlete<sup>7</sup>

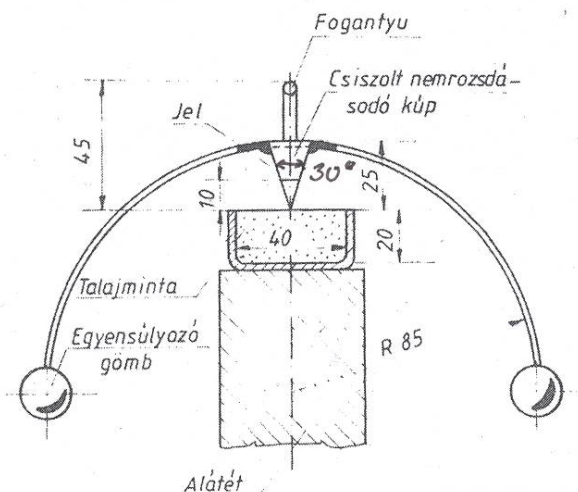
Minél durvább szemcsékből áll a talajminta, annál kisebb lesz a folyáshatár értéke. A nagy folyáshatárral rendelkező talajok mindig nagyon finom szemcséjűek, az agyagon kívül igen sok vizet lekötő agyagásványt is tartalmaznak. Ezek a talajok egyes esetekben építési szempontból kedvezőtlenek és veszélyességük miatt fokozott óvatosságot igényelnek.

A talaj folyási határának az ismeretében, megállapíthatják, hogy a talaj természetes állapotában milyen messze van a kritikus állapottól és van-e folyási veszély. A termett talaj folyóssá válásához a folyási határ víztartalmának elérése és a talaj szerkezetének szétroncsolása szükséges.

A talaj víztartalmának növekedésével arányosan megnövekszik a szemcsék körüli vízburok, a közöttük levő kapcsolat megszűnik és a belső ellenállásuk a folyadék viszkózus ellenállásához közelít.

<sup>7</sup> Dr. Kabai Imre: Geotechnika I. 77. oldal, Műegyetem Kiadó.

## Folyási határ meghatározása Vasziljev-féle készülékkel



9. ábra. Vasziljev-féle talajfolyási határt mérő készülék<sup>8</sup>

A készülék egy 30°-os nyílású rozsdamentes acélból készült kúpnak a talajmintába történő behatolásán alapszik. Az átglyúrt talajminta egy állványra helyezett csészébe kerül, a kúp pedig az egyenletes behatolás érdekében egyensúlyozó szerkezettel van ellátva. A kúp magassága 25 mm, a köpenyén a csúcstól számított 10 mm távolságban bevésített jel van. A készülék súlya az egyensúlyozó szerkezettel együtt 76 g. A csésze minimum 40 mm átmérőjű és 20 mm magas.

A talaj akkor van folyási határ állapotban, ha a kúp saját súlyának hatására éppen 10 mm-re hatol be a talajpépbe. Ha kisebb mélységben hatol be, a péphez vizet kevernek, s a kísérletet megismétlik mindaddig, míg a 10 mm-es behatolást el nem éri. Ekkor a talajpép víztartalmát a szokásos módon meghatározzák, s ez adja a folyási határt.

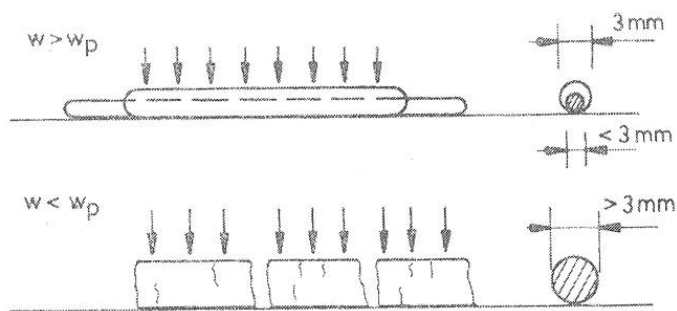
### Sodrásí vagy plasztikus határ

Ha egy nedves, képlékeny talajt fokozatosan kiszáritanak, az elveszti képlékenységét, alakíthatóságát, nem gyúrható, nem sodorható, hanem kis rögökké, morzsákká esik szét. Azt a víztartalmat, amelynek hatására a talaj képlékeny állapotból merev állapotba megy át, plasztikussági, képlékenységi határnak nevezzük. A sodrásí határ meghatározásához nedvszívó papír és egy üveglap szükséges.

<sup>8</sup> Dr. Bartos Sándor-Králik Béla: Mélyépítés I. 196. oldal, Nemzeti Tankönyvkiadó Budapest.

A talajt a durvább szemcsék ( $D > 2\text{mm}$ ) eltávolítása után szárítással vagy nedvesítéssel képlékeny, gyúrható állapotba hozzák, s körülbelül 5 grammnyi mennyiséget nedvszívó papíron szálakká sodornak. Ha a szálak 3–4 mm-es vastagság elérésekor éppen eltörnek, szétmorzsolódnak, a talaj plasztikus határ állapotban van. Ha még vékonyabb szálakká sodorható, kettőbe hajtják és újból kisodorják. Ezt az eljárást addig folytatják, míg a minta morzsolódni nem kezd. A sodrási határállapotban a talaj a papíron nem hagy nyomot. A kisodort és 3–4 mm átmérő mellett eltöredezett szálakat óraüvegbe gyűjtik, és meghatározzák a víztartalmát. Az eredmény a sodrási határ:  $w_p$  %.

A sodrási határon a talaj megmunkálása a leggazdaságosabb és a legkönnyebb. A töltések tömörítése a sodrási határ közelében a legkönnyebb, így döngölhető be a legkisebb hézagtérfogatra. A homoknak nincs sodrási határa, mert nem sodorható.



10. ábra. A sodrási határ kísérlete<sup>9</sup>

### Plasztikus index

A folyási és a sodrási határ különbségét plasztikus indexnek nevezik.

$$I_p = w_L - w_p$$

A plasztikus index egy-egy talajra jellemző, tág határok között változó azonosításra, és osztályozásra alkalmas érték.

A homoknak és a kavicsnak nincs plasztikus határa, így a plasztikus indexe sem értelmezhető.

<sup>9</sup> Dr. Kabai Imre: Geotechnika I. 79. oldal, Műegyetem Kiadó

A plasztikus index arányosan növekszik a finom szemcsék elsősorban a kolloidok arányával. A plasztikus index meghatározza a talaj kohézióját, mennél nagyobb a plasztikus index értéke, annál nagyobb lehet a kohézió is azonos körülmények (terhelés nagyság, terhelés sebesség) mellett.

### Relatív konzisztenciaindex

A konzisztenciahatárok ismeretében már elemezni lehet a talajok természetes állapotát is.

$$I_c = (w_L - w) / (w_L - w_p)$$

w a talaj természetes víztartalma

Az  $I_c$  érték megmutatja hogy a természetes állapotú talaj víztartalma hogyan aránylik a mesterségesen előállított, átglyúrt állapotú talaj konzisztenciahatáraihoz.

### Telítési határ

$w_T$  az a víztartalom, melynél a talajminta minden külső beavatkozás nélkül több vizet már nem képes felvenni. Zavartalan talajmintából kiszűrőhengerrel egy természetes állapotú mintát készítenek. Tálkába állítva addig csepegtetnek rá vizet, ameddig a minta ezt fel tudja venni. Ezután meghatározzák a minta víztartalmát. A telítési határ képlet segítségével a folyási határból is meghatározható.

### Zsugorodási határ

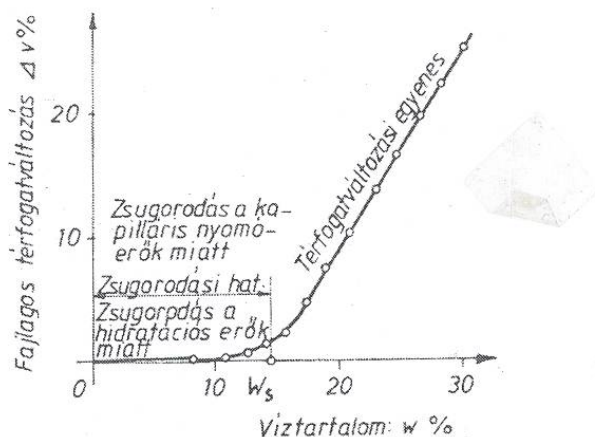
A folyós vagy kemény talajt szárítva, térfogata a belőle eltávozó víz térfogatával azonos mértékben csökken. A zsugorodást a talajminta felszínére működő kapilláris erők idézik elő. Bizonyos víztartalomnál, ezek az erők elérik a legnagyobb értéküket, a térfogatváltozás megszűnik, további szárítás során a víz a talaj belsejébe húzódik vissza, a talaj felszínén zsugorodási repedések keletkeznek. A zsugorodás mértéke annál nagyobb, minél finomabb a talaj. Azt a víztartalmat ( $w_s$ ) amelyen túl szárítva a talajmintát, az térfogatát már nem változtatja, zsugorodási határnak nevezzük. Értékét úgy határozhatjuk meg, hogy a talajmintát teljesen kiszárítjuk, ilyen állapotban megmérjük a tömegét ( $m_d$ ) és a térfogatát ( $V_d$ ).

$$w_s = \rho_s \cdot (V_d - m_d / \rho_s) / m_d$$

Pontosabb eredményt adhat, ha szárítás közben a talajminta tömegét és a hozzátartozó térfogatát megméri, ezt grafikonon ábrázolják.

A zsugorodási határt a grafikon térfogat-változási egyenesét a vízszintes tengelyig meghosszabbítják, a ferde egyenes által kimetszett érték a zsugorodási határ.





11. ábra. A térfogatváltozás folyamata a víztartalom függvényében <sup>10</sup>

Konzisztenciahatárok	Homok	Homokliszt	Iszap	Agyag
Folyási határ $w_L$ (%)	15-20	20-30	30-40	40-150
Plasztikus vagy sodrási határ $w_P$ (%)	Nincs	17-20	20-25	25-50
Plasztikus index $I_P$ (%)	0	3-10	10-15	10-100
Telítési határ $w_T$ (%)	13-19	18-28	24-30	28-80
Zsugorodási határ $w_s$ (%)	12-18	12-20	14-25	8-35

12. ábra. A talaj konzisztenciahatárai

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Javasolt képzési idő: 6 óra elmélet csoportbontásban.

A képzés helyszíne: szaktanterem vagy talajmechanikai laboratórium.

- Készítsen jegyzetet a talajok konzisztenciaállapotainak meghatározásáról!

<sup>10</sup> Dr. Bartos Sándor- Králik Béla: Mélyépítés I.198. oldal Nemzeti tankönyvkiadó Budapest 1996

A füzetbe vagy írólapokra jegyezze fel a következőket:

- a munkafeladat címét,
  - a tanár és a csoporttársai elérhetőségét,
  - a feladat végrehajtásának ütemezését és időpontjait (határidőket),
  - talajmechanikai tankönyvek, szakkönyvek, kiadványok, ábragyűjtemények címét, szerzőjét, hozzáférési lehetőségeit,
  - talajmechanikai szakmai anyagok internetes elérési lehetőségeit.
- A munkájához szüksége lesz:
- íróeszközre,
  - számológépre.
  - Kádár Jenő: Talajmechanika – Alapozás (Műszaki Kiadó, 59 207 számú) tankönyvére.
- A **képző intézménynek** pedig az MSZ14043–2–9 számú talajmechanikai vizsgálati szabványokra vagy azok aktuális korszerűsített változataira.
- Figyelmesen hallgassa meg a projektvezetőjét (tanárát, oktatóját), és jegyezze meg a feladat elindításához szükséges információkat!
- Gyűjtse össze a projekt végrehajtásához szükséges tankönyvek, szakkönyvek, szabványok, feladatgyűjtemények adatait, azok címét, szerzőjét, hozzáférési lehetőségét!
- Tanári útmutatás és magyarázat alapján értelmezze és dolgozza fel a talajok konzisztencia állapotára vonatkozó információtartalmat!
- **Olvassa el többször az információs lap tartalmát!**
- **A szomszédjával értelmezze a talajok konzisztenciaállapotai közötti összefüggéseket!**
- **Rendszerezze az ismereteit!**
- **Tanári irányítás mellett** a tanulócsoporthoz értelmezze az összefüggéseket. Ha a tanuló nem ért valamit, segítséget kérhet a tanárától vagy tanulópartársaitól.
- Önálló munkavégzéshez használja a 20–28. oldalakon található információtartalmat!
- **Töltse ki a 29–38. oldalakon található önellenőrző feladatlapokat!**
- **Szomszédjával kölcsönösen ellenőrizték a megoldásokat!**
- Pótolja az észlelt hiányosságokat és javítsa ki a hibákat!
- A hiányosságok pótlásához tanári segítséget kérhet.
- A tanár a megoldások alapján megbeszéli a feladatok megoldását a tanulócsoporthoz.
- **Jelezze az oktatónak, hogy elkészítette a feladatmegoldás alapján a szükséges javítást és a tanulói önellenőrző feladatokat, kitöltötte!**

A tananyag elsajátításának felmérésénél, értékelésénél az oktató figyelembe veszi:

- az önellenőrző feladatok megoldásait,
- a tanulói önállóságot – önálló szakmai munkavégzés közvetlen irányítással,
- a rendszerezőképességet.

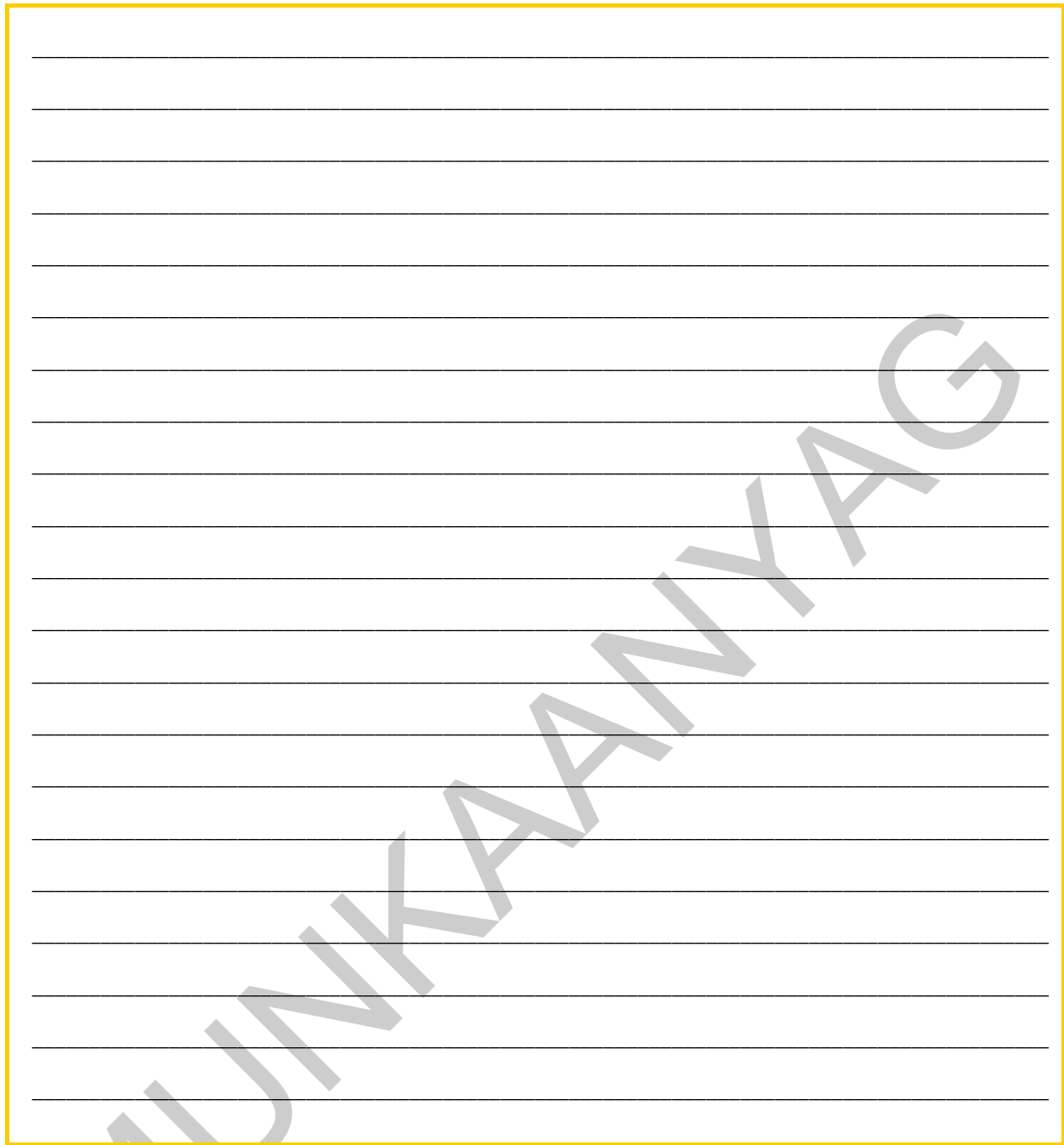
A mért adatokat külön-külön és egymáshoz viszonyítva értelmezi.

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

- a) Mit ért a talaj konzisztenciáján?
- b) Milyen konzisztenciaállapot-kategóriákat ismer?
- c) Hogyan tudja befolyásolni a konzisztenciát?
- d) Milyen konzisztenciahatárok vannak a talajmechanikában?
- e) Mire használják a konzisztenciahatárokat?

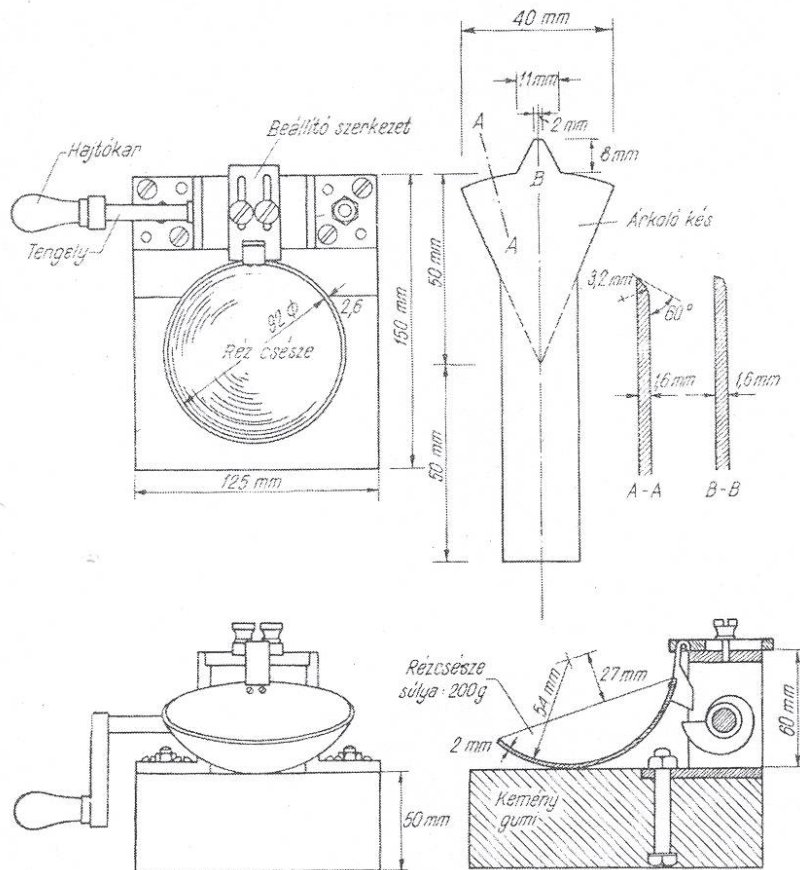
MUNKANYELV



**2. feladat**

- a) Kötött talajhoz fokozatosan vizet kevert. Ismertesse a talajminta folyási határának kialakulását!





13. ábra. Casagrande-féle készülék a folyási határ megállapítására

A Casandre-féle készülékben a minta viselkedése a kísérlet során:

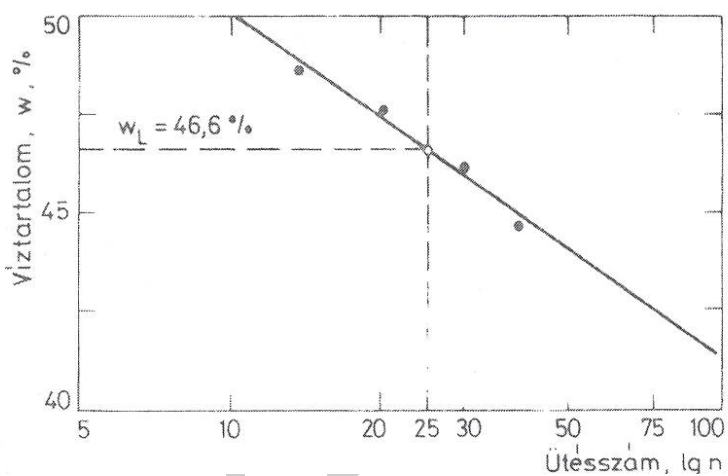


---

---

---

---



14. ábra. Folyási határ kísérlete

### 3. feladat

Ismertesse a talajok folyáshatárát, befolyásoló tényezőket és folyáshatár jelentőségét építési szempontból!

---

---

---

---

---

---

---



---



---



---



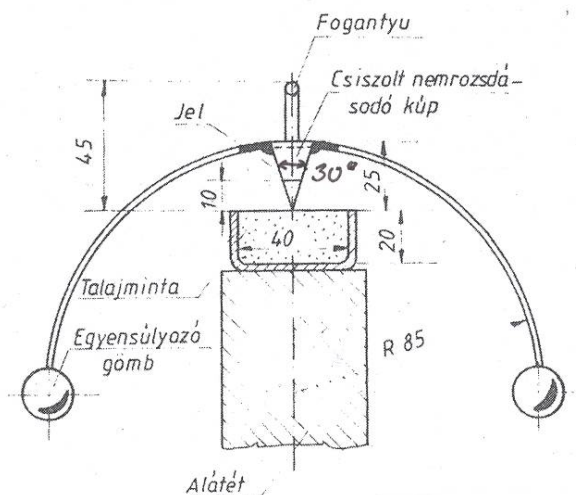
---



---

#### 4. feladat

Ismertesse a folyási határ meghatározását a Vasziljev-féle készülékkel!



15. ábra. Vasziljev-féle talajfolyási határt mérő készülék



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

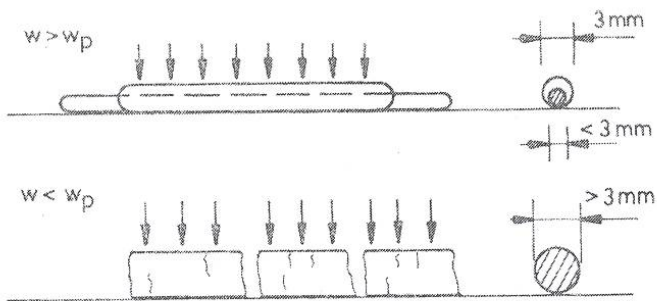
---

---

---

**5. feladat**

Ismertesse a sodrási vagy plasztikus határ meghatározását és szerepét a talaj megmunkálhatósága és tömöríthetősége szempontjából!



16. ábra. A sodrási határ kísérlete

A large rectangular area with a yellow border, containing 18 horizontal lines for writing. A large, semi-transparent watermark reading 'MUNKANYAG' is overlaid diagonally across the page.

**6. feladat**

- a) A talaj folyási határa  $w_L = 53,4\%$ , a sodrási határa  $w_p = 19,8\%$ . Mekkora a plasztikus indexe?
- b) Mire alkalmas a plasztikus index?
- c) Hogyan befolyásolja a talaj összetétele a plasztikus indexet %.
- d) Mi az összefüggés a plasztikus index és a talaj kohéziója között?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**7. feladat**

Ismertesse a relatív konzisztenciaindex meghatározását számítással, és szerepét a talajok állapotváltozásával kapcsolatban!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**8. feladat**

Ismertesse a talajminta telítési határának fogalmát és meghatározási módjait!

---

---

---

---

---

---

---

---

**9. feladat**

- a) Ismertesse a talajminta zsugorodási határát befolyásoló tényezőket, a zsugorodási határ számítását!
- b) Mondja el tanulótársának, hogyan értelmezi a talajminta zsugorodási határát grafikon segítségével!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



MUNKANYAG

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

a) A talaj konzisztenciáját az anyagi összefüggés mértéke határozza meg.

b) A talajok konzisztenciaállapotát kemény, merev, képlékeny, folyós kategóriákba sorolhatjuk.

c) Ha egy száraz, kemény agyagdarabot szét akarok morzsolni kézzel, akkor ez nehezen sikerül. Ha az agyagdarabra vizet csepegtetek, és hagyom, hogy egyenletesen felszívódjon, akkor a keménysége folyamatosan csökken és könnyen szétmorzsolható lesz. Ha a vízadagolást folytatjuk, akkor gyúrhatóvá, pépessé, és végül hígán folyó sárrá válhat. A víztartalom változásával a talaj különböző állapotokba kerül, vagyis megváltozik a konzisztenciája. A kötött talajminta víz hozzáadásával péppé alakul, enyhe lejtőre helyezve lefolyik és sűrű viszkózus folyadékként viselkedik.

d) A talajmechanikában a következő konzisztenciahatárokat különböztetjük meg:

- folyási határ,
- plasztikus vagy képlékenységi határ,
- telítési határ
- zsugorodási határ.

A konzisztenciahatáron a talaj olyan víztartalommal rendelkezik, amely mellett bizonyos meghatározott tulajdonságot mutat. A vizsgálat részei:

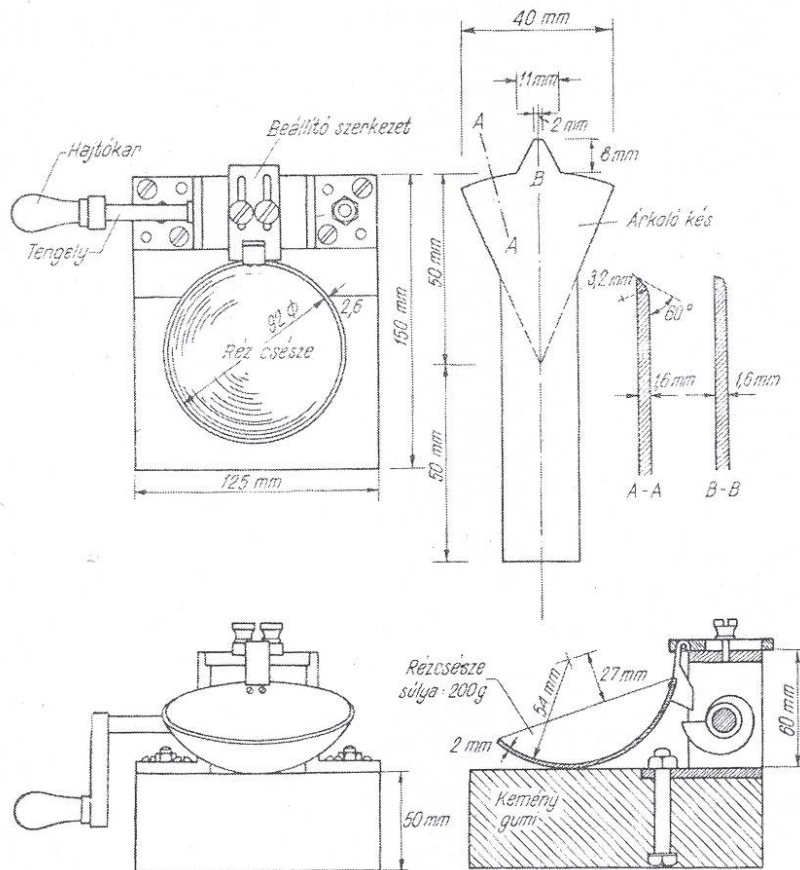
- előállítják a kérdéses konzisztencia állapotot,
- az előállított állapotban megméri a talaj víztartalmát.

e) A konzisztenciahatárok közül a folyási és a sodrási határt, valamint az ezekből származtatott talajfizikai jellemzőket a talajállapot jellemzésére és osztályozására használják.

### 2. feladat

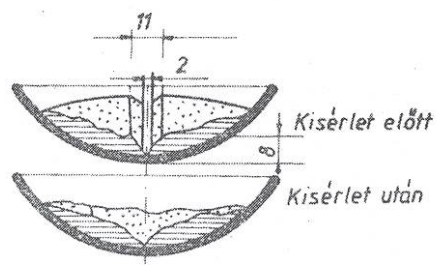
a) Ha a talajhoz sok vizet keverünk, elérünk egy olyan állapotot, amikor a talajban a talajszemcsék közötti összetartó erők teljesen megszűnnek, nincs kohézió, a talaj pépszerű, viszkózus állapotba kerül. Azt a víztartalmat, amely ennek a határállapotnak az eléréséhez szükséges, folyási határnak nevezzük.

b) A talajminta folyási határának meghatározása Casagrande-féle készülék segítségével.



17. ábra. Casagrande-féle készülék a folyási határ megállapítására

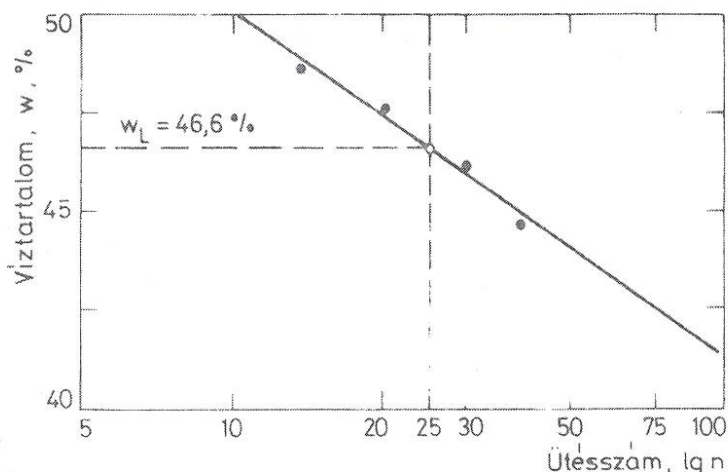
Egy gömbszelet alakú, mozgathatóan felszerelt réz csészeből áll, mely egy tengely forgatása útján 10 mm magasból keménygumi aljzatra ejtegethető. A készülékhez tartozik egy előírt méretű árkoló kés.



18. ábra. A Casandre-féle készülékben a minta viselkedése a kísérlet során

A kísérlet végrehajtása:

- A vizsgálatra kerülő talajt a megfelelő mennyiségű vízzel egyenletesen péppé keverjük, a pépet simítókéssel úgy kenjük a csészébe, hogy légbuborékok ne maradjanak benne.
- Az árkolókéssel a vizsgálati anyagban 40 mm hosszú trapéz alakú árkot húzunk.
- A csészét a forgatókar segítségével 10 mm magasságból másodpercenként kétszer addig ejtegetik, míg az árkok 10–12 mm hosszban össze nem folynak.
- A talaj akkor van folyási határon, ha az árok 25 ütésnél folyik össze az előírt hosszban.
- Ehhez az állapothoz tartozó víztartalom a folyási határ ( $w_L$ ), amit százalékban adunk meg.
- A csészében lévő egy részét a víztartalom meghatározására használjuk fel.
- Feljegyezzük az árok összefolyását előidéző ütések számát.
- Ha ez a szám 25-nél nagyobb, a talajhoz vizet adagolunk, és megismételjük a kísérletet. Ha kisebb, akkor szárazabb talajmintát veszünk.
- Legalább 3 vizsgálatnál megmérjük a víztartalmat és az összetartozó ütésszámot.
- A kapott értékeket grafikonon ábrázoljuk. A függőleges tengellyel párhuzamosan a víztartalom százalékos értékeit, a vízszintes tengellyel párhuzamosan az ütések számát logaritmus  $n$  léptékben mérjük fel.
- A kapott három pont közé egyenest rajzolunk, és ennek 25 ütéshez tartozó értéke lesz a folyási határ ( $w_L$ ).



19. ábra. Folyási határ kísérlete

### 3. feladat

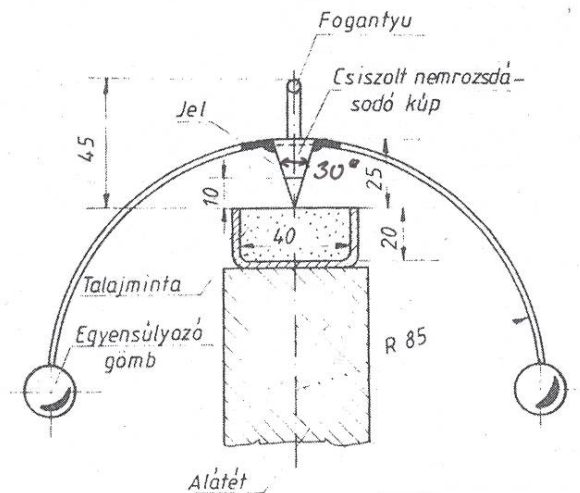
Ismertesse a talajok folyáshatárát befolyásoló tényezőket és azok hatását építési szempontból!



Mi szükséges a talaj folyóssá váláshoz?

- Minél durvább szemcsékből áll a talajminta, annál kisebb lesz a folyáshatár értéke. A nagy folyáshatárral rendelkező talajok mindig nagyobb finom szemcséjűek, az agyagon kívül igen sok vizet lekötő agyagásványt is tartalmaznak. Ezek a talajok egyes esetekben építési szempontból kedvezőtlenek és veszélyességük miatt fokozott óvatosságot igényelnek.
- A talaj folyási határának az ismeretében, megállapíthatjuk, hogy a talaj természetes állapotában milyen messze van a kritikus állapottól, és van-e folyási veszély. A termett talaj folyóssá válásához, a folyási határ víztartalmának elérése és a talaj szerkezetének szétroncsolása szükséges.
- A talaj víztartalmának növekedésével arányosan megnövekszik a szemcsék körüli vízburok, a közöttük levő kapcsolat megszűnik, és a belső ellenállásuk a folyadékok viszkózus ellenállásához közelít.

#### 4. feladat



20. ábra. Vasziljev-féle talajfolyási határt mérő készülék

A készülék egy 30°-os nyílású rozsdamentes acélból készült kúpnak a talajmintába történő behatolásán alapszik. Az átglyúrt talajminta egy állványra helyezett csészébe kerül, a kúp pedig az egyenletes behatolás érdekében egyensúlyozó szerkezettel van ellátva. A kúp magassága 25 mm, a köpenyén a csúcstól számított 10 mm távolságban bevésített jel van. A készülék súlya az egyensúlyozó szerkezettel együtt 76 g. A csésze minimum 40 mm átmérőjű és 20 mm magas.

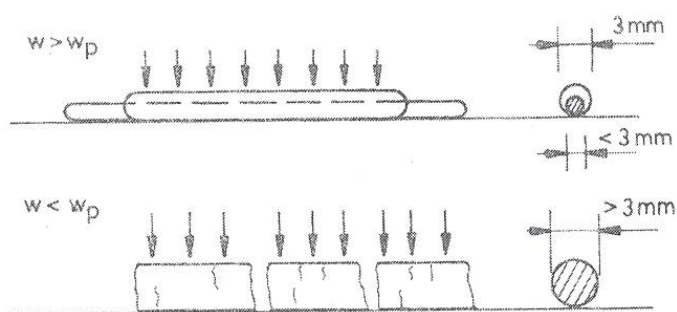
A talaj akkor van folyási határ állapotban, ha a kúp saját súlyának hatására éppen 10 mm-re hatol be a talajpépbe. Ha kisebb mélységbe hatol be, a péphez vizet kevernek, s a kísérletet mindaddig ismétljük, míg a 10 mm-es behatolást el nem érjük. Ekkor a talajpép víztartalmát a szokásos módon határozzuk meg, s ez adja a folyási határt.

### 5. feladat

Ha egy nedves, képlékeny talajt fokozatosan kiszárítunk az képlékenységet, alakíthatóságát elveszti, nem gyúrható, nem sodorható, hanem kis rögökké, morzsákká esik szét. Azt a víztartalmat, amelynek hatására a talaj képlékeny állapotból merev állapotba megy át, plasztikussági, képlékenységi határnak nevezzük. A sodrási határ meghatározásához nedvszívó papír és egy üveglap szükséges.

A talajt a durvább szemcsék ( $D > 2\text{mm}$ ) eltávolítása után szárítással vagy nedvesítéssel képlékeny, gyúrható állapotba hozzuk, s körülbelül 5 grammnyi mennyiséget nedvszívó papíron szálakká sodrunk. Ha a szálak 3–4 mm-es vastagság elérésekor éppen eltörnek, szétmorzsolódnak, a talaj a plasztikus határ állapotban van. Ha még vékonyabb szálakká sodorható, kettőbe hajtjuk és újból kisodorjuk. Ezt az eljárást addig folytatjuk, míg a minta morzsolódnak nem kezd. A sodrási határ állapotában a talaj a papíron nem hagy nyomot. A kisodort és 3–4 mm átmérő mellett eltöredezett szálakat óraüvegbe gyűjtjük, és meghatározzuk a víztartalmát. Az eredmény a sodrási határ:  $w_p$  %.

A talaj megmunkálása a sodrási határon a leggazdaságosabb és a legkönnyebb. A töltések tömörítése a sodrási határ közelében a legkönnyebb, így dögölhető be a legkisebb hézagtérfogatra. A homoknak nincs sodrási határa, mert nem sodorható.



21. ábra. A sodrási határ kísérlete

### 6. feladat

a) A folyási- és a sodrási határ különbségét plasztikus indexnek nevezik.

$$- I_p = w_L - w_p = 53,4 - 19,8 = \underline{33,6 \%}$$

b) A plasztikus index egy-egy talajra jellemző, tág határok között változó azonosításra és osztályozásra alkalmas érték.

c) A homoknak és a kavicsnak nincs plasztikus határa, így a plasztikus indexe sem értelmezhető. A plasztikus index arányosan növekszik a finom szemcsék, elsősorban a kolloidok arányával.

d) A plasztikus index meghatározza a talaj kohézióját, minél nagyobb a plasztikus index értéke, annál nagyobb lehet a kohézió is azonos körülmények (terhelés nagyság, terhelés sebesség) mellett.

### 7. feladat

Konzisztenciahatárok ismeretében már elemezni lehet a talajok természetes állapotát is.

$$I_c = (w_L - w) / (w_L - w_p)$$

$w$  – a talaj természetes víztartalma,

$w_L$  – folyási határ

$w_p$  – sodrási határ

Az  $I_c$  érték megmutatja, hogy a természetes állapotú talaj víztartalma hogyan aránylik a mesterségesen előállított, átglyúrt állapotú talaj konzisztenciahatáraihoz.

### 8. feladat

$w_T$  az a víztartalom, amelynél a talajminta minden külső beavatkozás nélkül több vizet már nem képes felvenni. Zavartalan talajmintából kiszűrőhengerrel egy természetes állapotú mintát készítenek. Tálkába állítva addig csepegtetnek rá vizet, ameddig a minta ezt fel tudja venni. Ezután meghatározzák a minta víztartalmát. A telítési határ képlet segítségével a folyási határból is meghatározható.

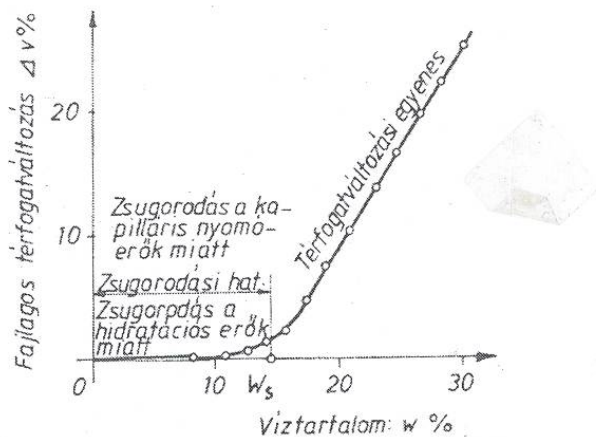
### 9. feladat

a) A folyós vagy kemény talajt szárítva, térfogata a belőle eltávozó víz térfogatával azonos mértékben csökken. A zsugorodást a talajminta felszínére működő kapilláris erők idézik elő. Bizonyos víztartalomnál ezek az erők elérik a legnagyobb értéküket, a térfogatváltozás megszűnik, további szárítás során a víz a talaj belsejébe húzódik vissza, a talaj felszínén zsugorodási repedések keletkeznek. A zsugorodás mértéke annál nagyobb, minél finomabb a talaj. Azt a víztartalmat ( $w_s$ ), amelyen túl szárítva a talajmintát, az térfogatát már nem változtatja, zsugorodási határnak nevezzük. Értékét úgy határozhatjuk meg, hogy a talajmintát teljesen kiszárítjuk, ilyen állapotban megmérjük a tömegét ( $m_d$ ) és a térfogatát ( $V_d$ ).

$$w_s = \rho_s \cdot (V_d - m_d / \rho_s) / m_d$$

b) Pontosabb eredményt adhat, ha szárítás közben a talajminta tömegét és a hozzátartozó térfogatát megméri, ezt grafikonon ábrázolják.

A zsugorodási határt a grafikonon térfogat-változási egyenesét a vízszintes tengelyig meghosszabbítják, a ferde egyenes által kimetszett érték a zsugorodási határ.



22. ábra. A térfogatváltozás folyamata a víztartalom függvényében

## VÍZMOZGÁS A TALAJBAN

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön mint a vízépítő vállalkozás technikus, talajmechanikai vizsgálatokat végez, és a mérések eredményeit feldolgozza. A tervezett vízépítési létesítmény olyan helyre kerül, ahol az altalaj víztartalma és vízmozgása nagy. A talaj vízáteresztő-képessége és kapilláris tulajdonsága hatással van a talaj víztartalmára, hideg időben pedig a benne levő víz megfagyására, jéglencsék keletkezésére. Milyen hatása van a vízmozgásnak a fagyhatásnak kitett talajokra?

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### VÍZMOZGÁS A TALAJBAN

A talajban mozgó víz az építési gyakorlatban jelentős szerepet játszik. A munkagödrök felé áramlik, illetve kapilláris úton emelkedhet. A vízmozgást elsődlegesen a vizsgált talaj vízáteresztő-képessége, a hőhatás, a gravitációs, kapilláris, valamint külső erőhatások, az elektromos áram és bizonyos kémiai folyamatok befolyásolják.

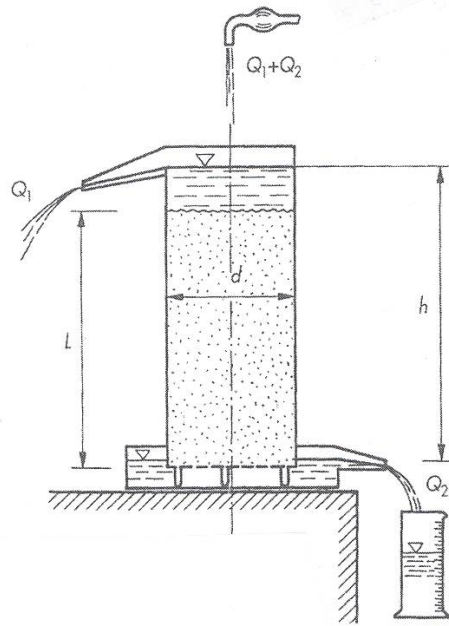


23. ábra. A víz és a talaj kapcsolata

### *Vízáteresztő-képesség*

Laboratóriumban kísérletet végzünk homokos talajjal, amit egy függőlegesen álló  $d = 100$  mm átmérőjű hengerben elhelyezünk. Az edényt alul szitaszövettel zárjuk le, felül pedig túlfolyóval látjuk el. A hengert túlfolyással feltöltjük vízzel. A víz a hengerből átszivárog a talajmintán, az alsó edényt feltölti, és a fölösleg eltávozik ennek túlfolyóján. Egy milliliter beosztású mérőhengert tartunk az alsó túlfolyóhoz, megmérjük mennyi víz folyik át a talajon  $t$  idő alatt.





24. ábra. Állandó víznyomású készülék a vízáteresztő-képesség laboratóriumi meghatározására<sup>11</sup>

Ha megnöveljük a henger magasságát ( $h$ ) változatlan talajminta-magasság ( $l$ ) mellett, az átszivárgott víz mennyisége egyenes arányban növekszik. Változatlan hengermagasság mellett a talajminta magasságát – a szivárgási hosszát változtatjuk –, arányosan csökken az átszivárgott víz mennyisége. A vízmennyiséget a talaj áteresztőképessége ( $k$ ) befolyásolja.

A talajszemcsék között a gravitáció hatására szivárgó víz sebességét bizonyos határok között a Darcy-féle törvény fejezi ki.

$$v = k \cdot h / l \text{ ahol}$$

$v$  – a szivárgás sebessége (m/sec),

$h$  – vízoszlop magassága (m),

$l$  – a szivárgási úthossz (m),

$k$  – arányossági tényező (m/sec; m/nap)

A  $k$  értékét helyszíni próbaszivattyúzással vagy laboratóriumban határozzák meg. Nagyságát befolyásolja a talaj szemcsenagysága, tömörsége, az áramló folyadék viszkozitása és a hőmérséklet. A laboratóriumi érték a zavart talajminta jelleg miatt tájékoztató jellegű.

<sup>11</sup> Kádár Jenő: Talajmechanika – Alapozás. 46. oldal, Műszaki Könyvkiadó. 1998.

A talajok vízáteresztő-képességének tájékoztató jellegű értékei

A talaj megnevezése	Görgeteg, kavics	Homokos kavics, homok	Finom homok, iszap, homokos agyag	Agyag
A talaj áteresztőképessége	nagyon áteresztő	közepesen áteresztő	gyengén áteresztő	vízzáró
„k” értékhatárai cm/sec	$10^2-10^{-1}$	$10^{-2}-10^{-3}$	$10^{-4}-10^{-6}$	$10^{-7}-10^{-9}$

Az áteresztő-képességi együttható meghatározható az alábbi képletből is:

$$k = Q \cdot \ell / A \cdot h \cdot t \text{ (cm/ sec)}$$

Q – a talajmintán t idő alatt átfolyó vízmennyiség (cm<sup>3</sup>, ml)

ℓ – a talajminta hossza (cm)

A – a minta keresztmetszeti területe (cm<sup>2</sup>)

h – az alsó és felső vízszint közötti különbség (cm)

t – a kísérlet időtartama (sec)

#### *Kapillárisemelkedés*

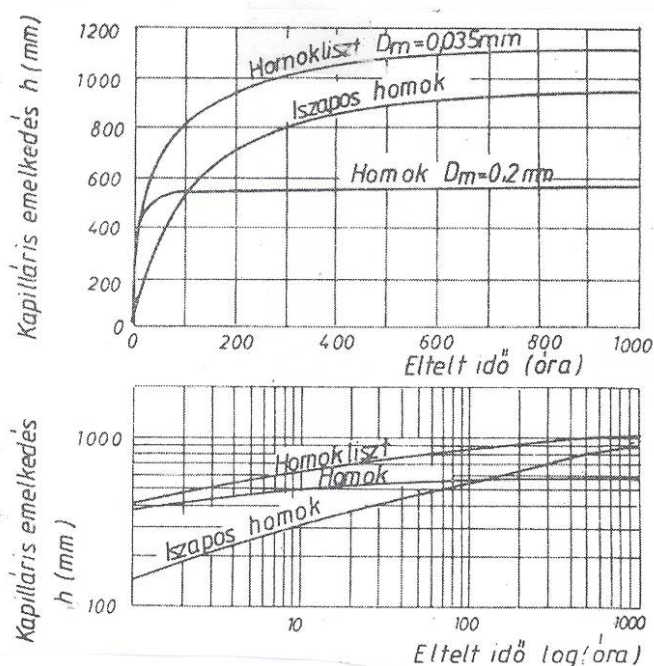
Vékony hajszálcsövekben a víz a gravitációs vízfelszín fölé emelkedik, és ott tartósan megmarad. A csőben levő folyadék tömegét a cső anyagának és a folyadéknak az érintkezési felületén fellépő erők ellensúlyozzák.

Egy 10–15 mm átmérőjű, 1,50 m hosszú üvegcsövet alul bedugunk vattával, majd megtöltünk lösz, iszap vagy homokliszt száraz porával. Az így megtöltött üvegcsövet vízzel telt edénybe helyezük, hogy a vattán keresztül a víz felszívódása lehetővé váljék. Hamarosan megjelenik a talajban egy sötétebb sáv, és az kezdetben gyorsan terjed felfelé. A víz a felületi feszültségből származó erők hatására „felkapaszkodik” a talajszemcsék hézagaiba. A jelenséget kapilláris vagy hajszálcsöves vízemelkedésnek nevezzük.

A vízbe merítés időpontját feljegyezzük, majd ettől az időponttól számítva 5; 15; 30 perc 1; 2; 4; 8; 12; 24 óra múlva, majd naponként megmérjük a vízemelkedésnek a vízszinttől való magasságát. A megfigyelést 5 napig folytatjuk.

A leolvasásokat az emelkedés (mm) és az idő függvényében (log t) koordináta-rendszerben ábrázoljuk. A pontokat összekötve a kívánt időpontban megkapjuk a várható kapillárisemelkedést.





25. ábra. A talajokban a víz kapillárisemelkedése<sup>12</sup>

A kapillárisemelkedés következtében a talaj a talajvíz felszíne felett is nedves. Télen a talaj felszíne is átfagy, a benne lévő víz jéggé alakul át. A fagyás következtében a víz térfogata egytized résszel megnő, a környezetére nyomást gyakorol, emiatt a víz fagyáspontja alacsonyabb lesz. Így a már a jéggé fagyott víz utánpótlást tud maga után szívni. Az erősen áthűlt felszín közelébe került kapillárisvíz hozzáfagy a már a talajban lévő jégdarabkákhöz. Ez a jelenség folyamatosan zajlik, melynek következtében korong alakú, lapos jéglencsék keletkeznek. Ez fagy- és oladási károkat okozhat az utak pályaszerkezetében és a helytelenül elkészített épületalapokban.

A kapillárisemelkedés magassági tájékoztató értékei a talaj és idő függvényében

A talaj megnevezése	A maximális lehetséges emelkedés, m	Emelkedés 1000 óra alatt, m
Kavics	0	0
Durva homok	0,10	0,10
Finom homok	0,30	0,30
Homokliszt	3,50	3,00
Iszap	4,00	2,50
Agyag	5,00	0,80

<sup>12</sup> Dr. Bartos Sándor-Králik Béla: Mélyépítés I. 315. oldal, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Javasolt képzési idő: **5 óra** elmélet csoportbontásban.

A képzés helyszíne: szaktanterem vagy talajmechanikai laboratórium.

- Készítsen jegyzetet a talajok vízmozgás-hatásának meghatározásáról!

A füzetbe vagy írólapokra jegyezze fel a következőket:

- a munkafeladat címét,
- a tanár és a csoporttársai elérhetőségét,
- a feladat végrehajtásának ütemezését és időpontjait (határidőket),
- talajmechanikai tankönyvek, szakkönyvek, kiadványok, ábragyűjtemények címét, szerzőjét, hozzáférési lehetőségeit,
- talajmechanikai szakmai anyagok internetes elérési lehetőségeit.
- A munkájához szüksége lesz:
  - íróeszközre,
  - számológépre.
  - Kádár Jenő: Talajmechanika – Alapozás (Műszaki Kiadó 59 207 számú) tankönyvére.
- A **képző intézménynek** pedig az MSZ14043-2-9 számú talajmechanikai vizsgálati szabványokra vagy azok aktuális korszerűsített változataira.
- Figyelmesen hallgassa meg a projektvezetőjét (tanárát, oktatóját), és jegyezze meg a feladat elindításához szükséges információkat!
- Gyűjtse össze a projekt végrehajtásához szükséges tankönyvek, szakkönyvek, szabványok, feladatgyűjtemények adatait, azok címét, szerzőjét, hozzáférési lehetőségét!
- Tanári útmutatás és magyarázat alapján értelmezze és dolgozza fel a **Vízmozgás a talajban** című információtartalmat!
- **Olvassa el többször az információs lap tartalmát!**
- **A szomszédjával értelmezze a talajokban a vízmozgás és az állapotai közötti összefüggéseket!**
- **Rendszerezze az ismereteit!**
- **Tanári irányítás mellett** a tanulócsoport értelmezze az összefüggéseket. Ha a tanuló nem ért valamit, segítséget kérhet a tanárától vagy tanulótársaitól.
- Önálló munkavégzéshez használja a 47-51. oldalakon található információtartalmat!
- **Töltse ki a 53-55. oldalakon található önellenőrző feladatlapokat!**
- **Szomszédjával kölcsönösen ellenőrizték a megoldásokat!**
- **Pótolja** az észlelt hiányosságokat és javítsa ki a hibákat!
- A hiányosságok pótlásához tanári segítséget kérhet.
- A tanár a megoldások alapján megbeszéli a feladatok megoldását a tanulócsoporttal.
- **Jelzze az oktatónak, hogy elkészítette a feladatmegoldás alapján a szükséges javítást és kitöltötte a tanulói önellenőrző feladatokat!**

A tananyag elsajátításának felmérésénél, értékelésénél az oktató figyelembe veszi:

- az önellenőrző feladatok megoldásait,
- a tanulói önállóságot – önálló szakmai munkavégzés közvetlen irányítással,
- a rendszerezőképességet.

A mért adatokat külön-külön és egymáshoz viszonyítva értelmezi.

MUNKKANYAG

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Ismertesse a talaj vízáramlását befolyásoló tényezőket!

---

---

---

---

---

### 2. feladat

Ismertesse az állandó víznyomású készüléssel történő vízáteresztő-képesség meghatározását!

---

---

---

---

---

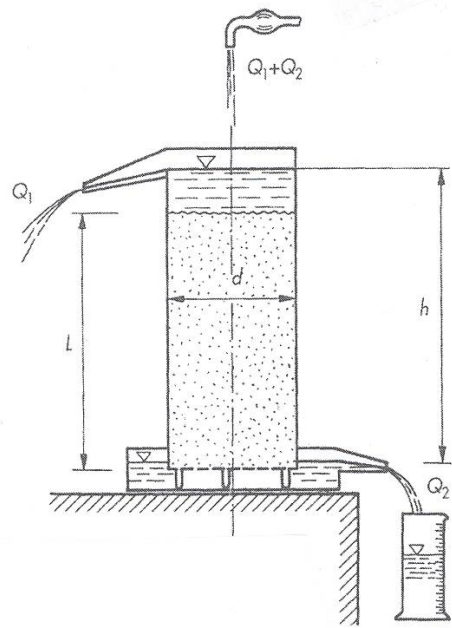
---

---

---

---

---



26. ábra

### 3. feladat

Ismertesse a talajszemcsék között a gravitáció hatására szivargó víz sebességét bizonyos határok között a Darcy-féle törvény szerint!

MUNKY

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**4. feladat**

Határozza meg és értelmezze az áteresztőképességi együtthatót képlet segítségével!

Blank area for writing the answer to question 4, containing horizontal lines for text entry.

**5. feladat**

- a) Ismertesse a kapillárisemelkedés jelenségét!
- b) Írja le a kapillárisemelkedés vizsgálatát üvegcsőbe helyezett talajminta száraz porával!
- c) Ismertesse a kapillárisemelkedés hatását a jéglencsék kialakulására!

MUNKANYAG

**6. feladat**

Határozza meg a talajban a víz átfolyási sebességét, ha a minta adatai:

$$h = 120 \text{ cm}$$

$$l = 25 \text{ cm}$$

$$k = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

V =

### 7. feladat

Határozza meg a talajmintán átfolyt vízmennyiséget, ha minta adatai az alábbiak:

$$k = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$l = 10 \text{ cm}$$

$$t = 30 \text{ sec}$$

$$A = 78,54 \text{ cm}^2$$

$$Q = ? \text{ cm}^3$$

Q =

MUNKANYAG



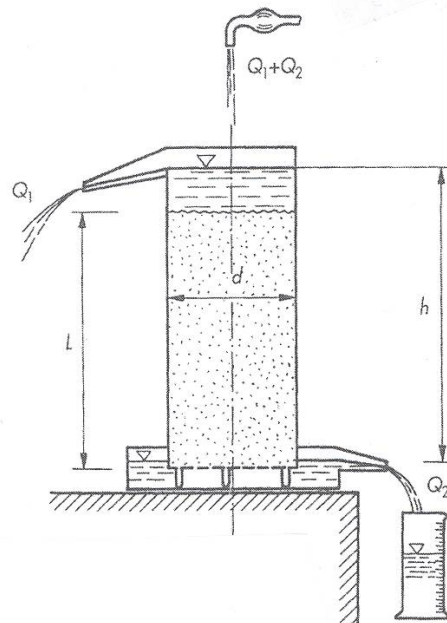
## MEGOLDÁSOK

## 1. feladat

A talajban mozgó víz az építési gyakorlatban jelentős szerepet játszik. A munkagödrök felé áramlik, illetve kapillárisúton emelkedhet. A vízmozgást elsődlegesen a vizsgált talaj vízáteresztő-képessége, a hőhatás, a gravitációs, kapilláris, valamint külső erőhatások, az elektromos áram és bizonyos kémiai folyamatok befolyásolják.

## 2. feladat

Homokos talajt, egy függőlegesen álló  $d = 100$  mm átmérőjű hengerben elhelyezünk. Az edényt alul szitaszövettel zárjuk le, felül pedig túlfolyóval látjuk el. A hengert túlfolyással feltöltjük vízzel. A víz a hengerből átszivárog a talajmintán, az alsó edényt feltölti, és a fölösleg eltávozik ennek túlfolyóján. Egy milliliter beosztású mérőhengert tartunk az alsó túlfolyóhoz, megmérjük, mennyi víz folyik át a talajon  $t$  idő alatt.



27. ábra. Állandó víznyomású készülék a vízáteresztő-képesség laboratóriumi meghatározására

Ha megnöveljük a henger magasságát ( $h$ ) változatlan talajminta magasság ( $l$ ) mellett, az átszivárgott víz mennyisége egyenes arányban növekszik. Változatlan hengermagasság mellett a talajminta magasságát – a szivárgási hosszát változtatjuk –, arányosan csökken az átszivárgó víz mennyisége. A vízmennyiséget a talaj átteresztőképessége ( $k$ ) befolyásolja.

### 3. feladat

$v = k \cdot h / \ell$  ahol

$v$  – a szivárgás sebessége (m/sec),

$h$  – vízoszlop magassága (m),

$\ell$  – a szivárgási úthossz (m),

$k$  – arányossági tényező (m/sec; m/nap)

A  $k$  értékét helyszíni próbaszivattyúzással vagy laboratóriumban határozzák meg. Nagyságát befolyásolja a talaj szemcsenagysága, tömörsége, az áramló folyadék viszkozitása és a hőmérséklet. A laboratóriumi érték a zavart talajminta jelleg miatt tájékoztató jellegű.

### 4. feladat

$k = Q \cdot \ell / A \cdot h \cdot t$  (cm/ sec)

$Q$  – a talajmintán  $t$  idő alatt átfolyó vízmennyiség (cm<sup>3</sup>, ml)

$\ell$  – a talajminta hossza (cm)

$A$  – a minta keresztmetszeti területe (cm<sup>2</sup>)

$h$  – az alsó és felső vízszint közötti különbség (cm)

$t$  – a kísérlet időtartama (sec)

### 5. feladat

a) Vékony hajszálcsövekben a víz a gravitációs vízfelszín fölé emelkedik, és ott tartósan megmarad. A csőben levő folyadék tömegét a cső anyagának és a folyadéknak az érintkezési felületén fellépő erők ellensúlyozzák.

b) Egy 10–15 mm átmérőjű 1,50 m hosszú üvegcsövet alul bedugunk vattával, majd megtöltünk lösz, iszap vagy homokliszt száraz porával. Az így megtöltött üvegcsövet vízzel telt edénybe helyezük, hogy a vattán keresztül a víz felszívódása lehetővé váljék. Hamarosan megjelenik a talajban egy sötétebb sáv és az kezdetben gyorsan terjed felfelé. A víz a felületi feszültségből származó erők hatására „felkapaszkodik” a talajszemcsék hézagaiba. A jelenséget kapilláris vagy hajszálcsöves vízemelkedésnek nevezzük.

A vízbe mérítés időpontját feljegyezzük, majd ettől az időponttól számítva 5; 15; 30 perc 1; 2; 4; 8; 12; 24 óra múlva, majd naponként megmérjük a vízemelkedésnek a vízszinttől való magasságát. A megfigyelést 5 napig folytatjuk.

A leolvasásokat az emelkedés (mm) és az idő függvényében (log t) koordináta-rendszerben ábrázoljuk. A pontokat összekötve a kívánt időpontban megkapjuk a várható kapillárisemelkedést.

c) A kapillárisemelkedés következtében a talaj a talajvíz felszíne felett is nedves. Télen a talaj felszíne is átfagy, a benne lévő víz jéggé alakul át. A fagyás következtében a víz térfogata egytized résszel megnő, a környezetére nyomást gyakorol, emiatt a víz fagyáspontja alacsonyabb lesz. Így a már a jéggé fagyott víz utánpótlást tud maga után szívni. Az erősen áthűlt felszín közelébe került kapilláris víz hozzáfagy a már a talajban lévő jégdarabkához. Ez a jelenség folyamatosan zajlik, melynek következtében, korong alakú lapos jéglencsék keletkeznek. Ez fagy- és oladási károkat okozhat az utak pályaszerkezetében és a helytelenül elkészített épületalapokban.

#### 6. feladat

$$V = k \cdot h / \ell = 3,2 \cdot 10^{-2} \cdot 120 / 25 = 0,1536 \text{ cm/sec} = \\ = 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,1536 / 100 = 132,71 \text{ m/nap}$$

#### 7. feladat

$$Q = k \cdot A \cdot h \cdot t / \ell = 3,0 \cdot 10^{-2} \cdot 78,54 \cdot 40 \cdot 30 / 10 = 282,74 \text{ cm}^3$$

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

### AJÁNLOTT IRODALOM

Kádár Jenő: Talajmechanika – Alapozás. Műszaki Könyvkiadó, 1998.

Dr. Boromissza Tibor: Építési ismeretek munkafüzet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.

Dr. Kabai Imre: Geotechnika I. Műegyetem Kiadó, Budapest, 1995.

Kézdi Árpád: Talajmechanika I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1959.

Dr. Bartos Sándor–Králik Béla: Mélyépítés. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996.

MSZ 14043/2-9 -80 TALAJMECHANIKAI VIZSGÁLATOK A talajt alkotó fázisok térfogat és tömegarányai

A(z) 0689–06 modul 009–es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 582 04 0000 00 00	Mélyépítő technikus
54 582 02 0010 54 01	Hídépítő és -fenntartó technikus
54 582 02 0010 54 02	Útépítő és -fenntartó technikus
54 582 02 0010 54 03	Vasútépítő és -fenntartó technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

20 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.  
Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató