

# Hidrogeológia BSc

**Dr. Szűcs Péter, egyetemi tanár**

Miskolci Egyetem,

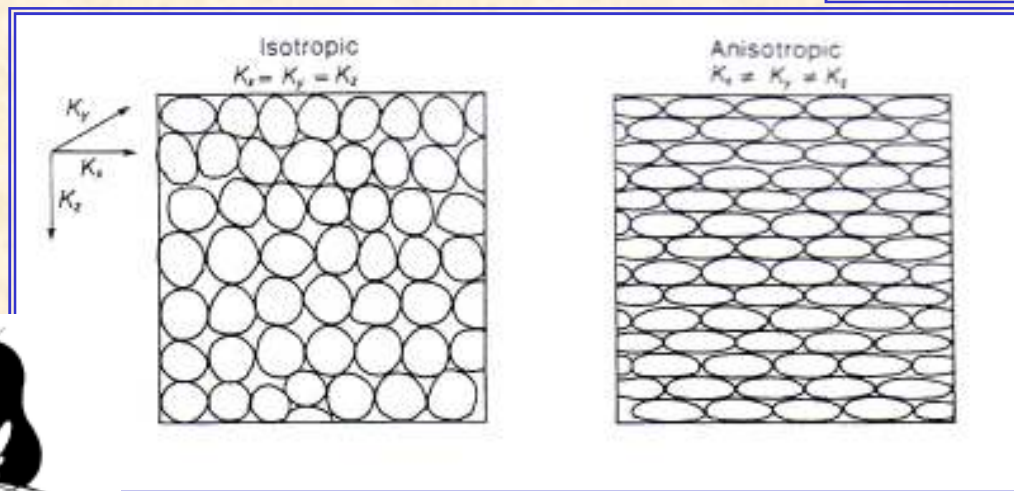
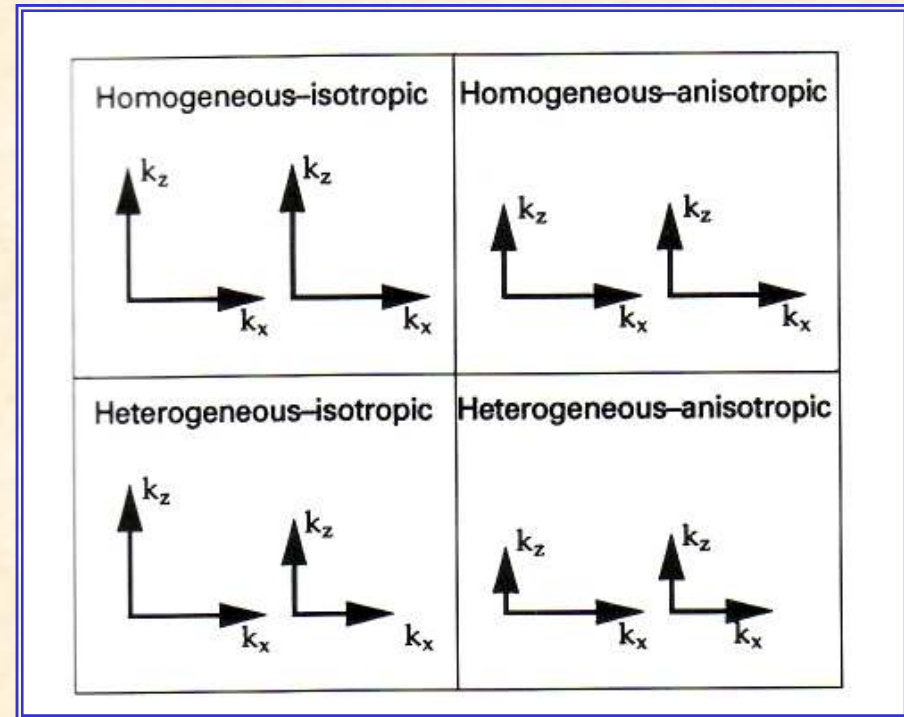
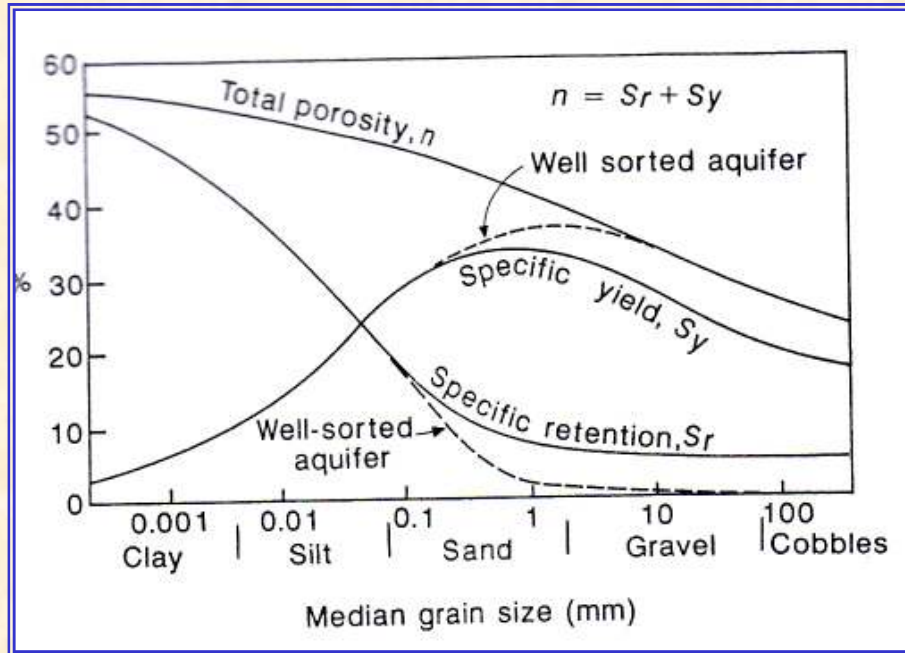
Hidrogeológiai – Mérnökgeológiai Tanszék

## 2. rész

**A vízadó réteg és a felszín alatti víz főbb tulajdonságai**



# Homogén, inhomogén, izotróp, anizotróp rétegek

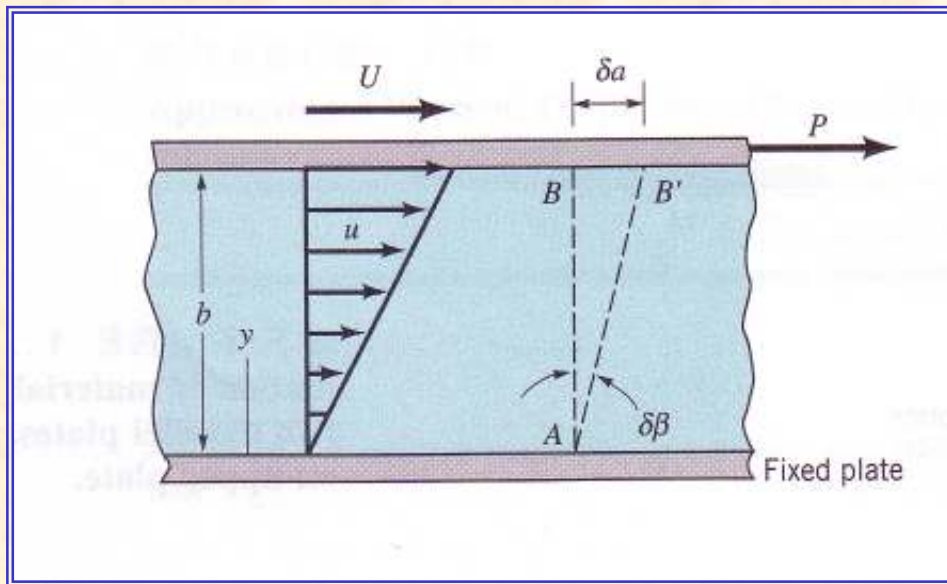


$$\lambda = \frac{k_h}{k_v}$$



# A felszín alatti víz néhány fizikai tulajdonsága

- Belső súrlódás, a víz viszkozitása



- Csúsztató feszültség [Pa]

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

$\mu$  - dinamikai viszkozitás

$$\mu = 0.001 \text{ Pa s (20 } ^\circ\text{C)}$$

1 centi poise = 0.001 Pa s

Poiseuille (1832)

$$\mu(T, P)$$

$$\mu = \frac{\mu_0}{1 + 0.337t + 0.00022t^2}$$



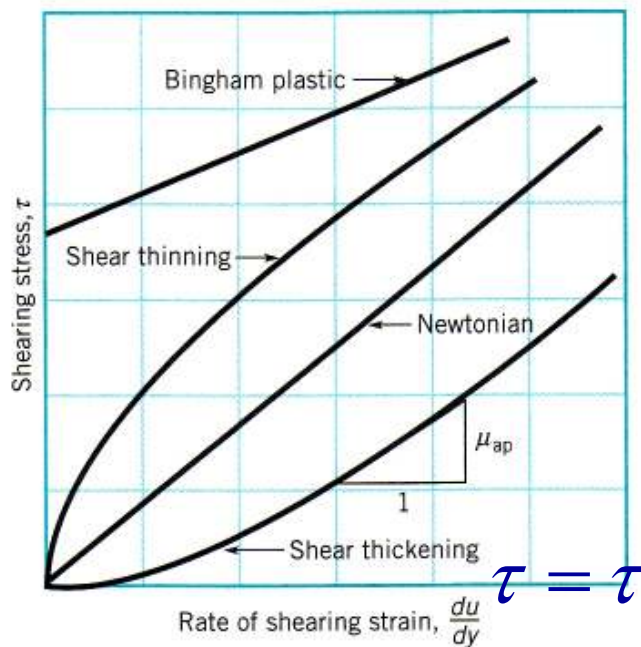


# A felszín alatti víz néhány fizikai tulajdonsága

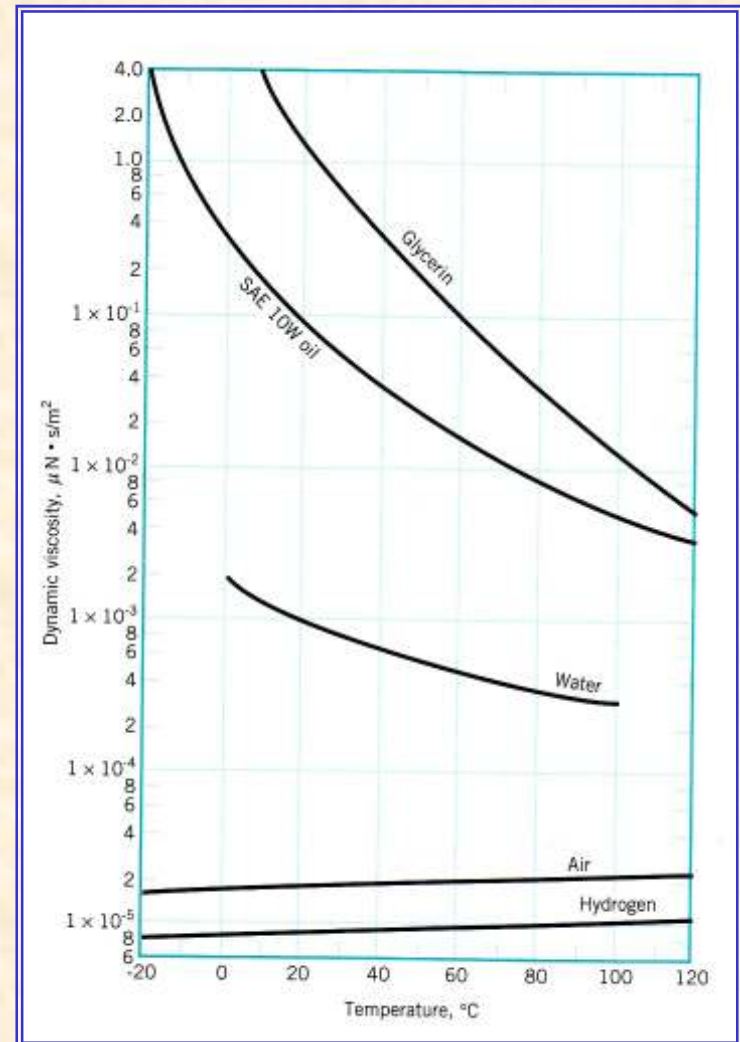
- Belső súrlódás, a víz viszkozitása

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \text{ - kinematikai viszkozitás [m}^2\text{/s]}$$

$$\nu(T, P) \quad \nu = 10^{-6} \text{ m}^2\text{/s (20 }^\circ\text{C)}$$



$$\tau = \tau_0 + \mu \frac{du}{dy}$$



Bingham test



# Összenyomhatóság, rugalmasság

- $B_v$ , rugalmas térfogat-kiterjedési tényező

$$B_v = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP} \quad [1/\text{Pa}]$$

$E$ , rugalmassági modulus

$$E = \frac{1}{B_v} \quad [\text{Pa}]$$

$$B_v = \beta = 5 \cdot 10^{-10} \left[ \frac{1}{\text{Pa}} \right]$$

$$\rho = \rho_0 \cdot \exp^{\beta(P-P_0)}$$

A víz térfogatkiterjedési tényezőjének ( $B_v$ ) értékei a hőmérséklet és a nyomás függvényében  $10^{-5}/\text{Mpa}$ -ban

Hőmérséklet, $T, [^{\circ}\text{C}]$	Nyomás, $u$ [Mpa]					
	0,1	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0
0	5,38	5,36	5,32	5,28	5,21	5,08
5	5,33	5,29	5,24	5,18	5,08	4,93
10	5,29	5,23	5,16	5,07	4,98	4,81
15	5,26	5,18	5,10	4,99	4,88	4,70
20	5,24	5,14	5,03	4,92	4,81	4,61



# A felszín alatti víz sűrűsége

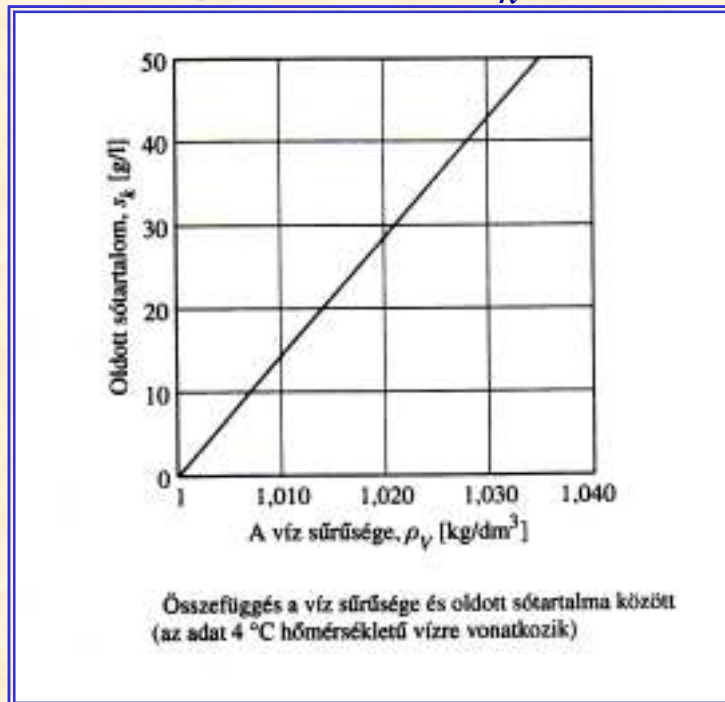
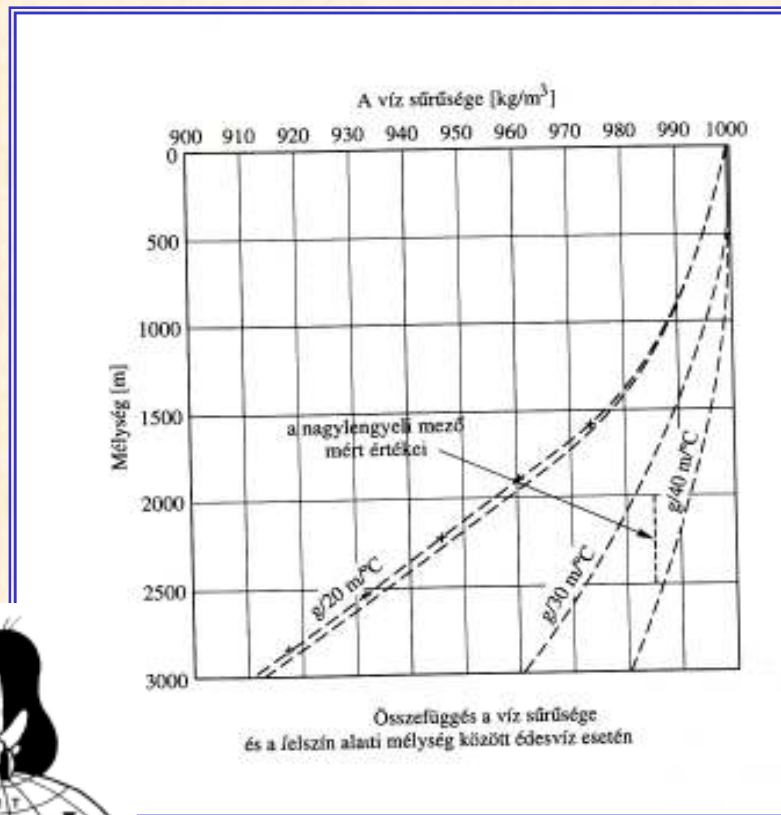
- A folyadék sűrűsége függ a hőmérséklettől, az oldott sótartalomtól és a nyomástól

$$\rho = \frac{M}{V} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

A víz sűrűsége a T növekedésével csökken

$S_k$  a vízben oldott sótartalom [g/l]

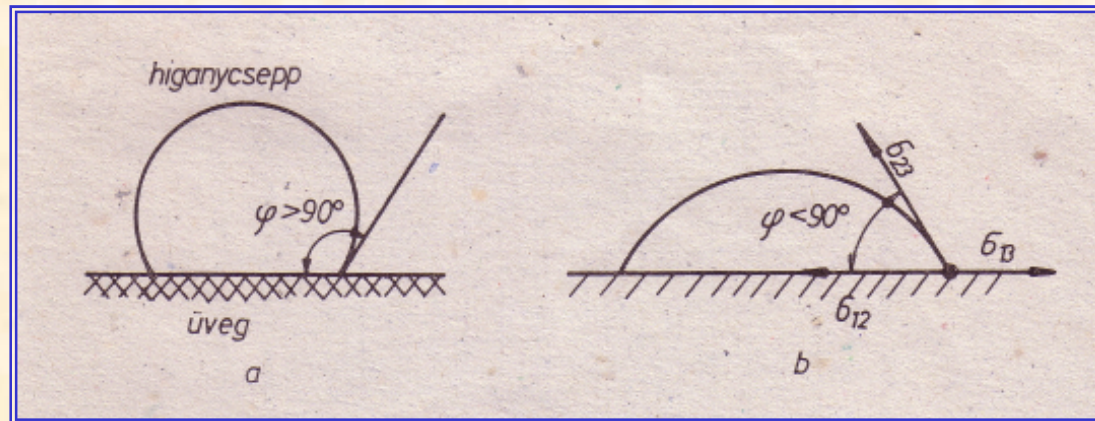
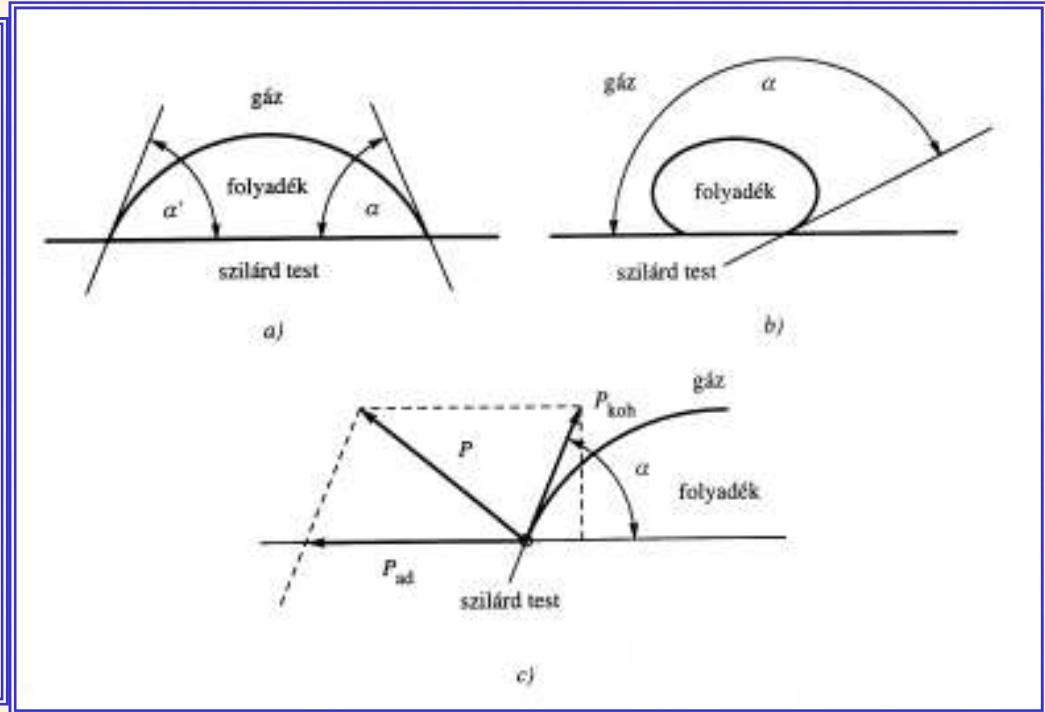
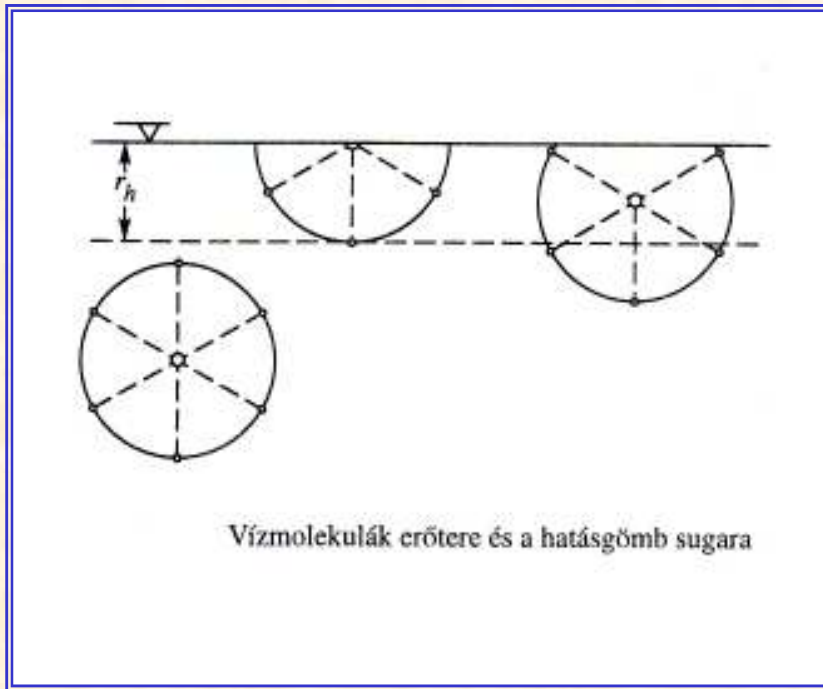
$$\rho = 0.7 \cdot S_k + 1000 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$





# A víz felületi feszültsége

- A felületi feszültség a molekuláris erők függvénye



Kapillaritás

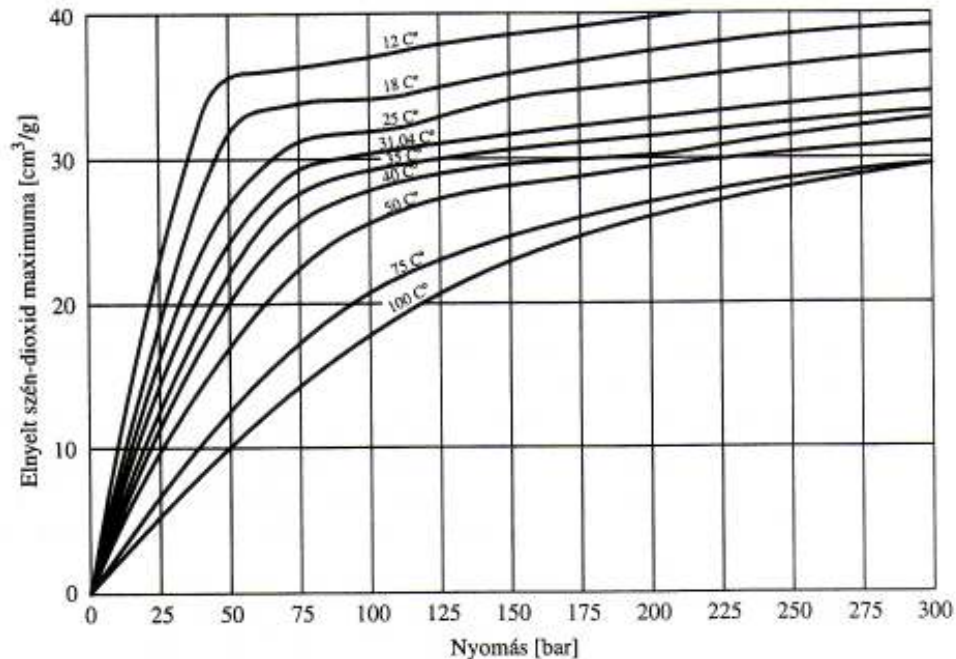


# A víz gáztartalma

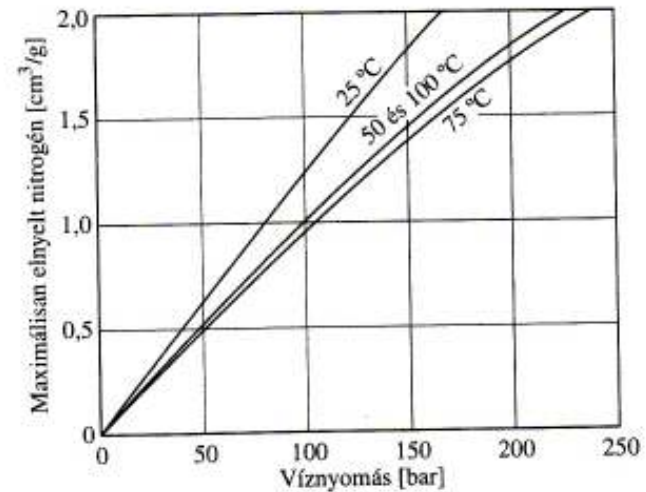
- Normál állapoton 20 l levegő oldódik 1 m<sup>3</sup> vízben

$$V_{go} = \Gamma \cdot P$$

A CO<sub>2</sub> nagyság rendekkel jobban oldódik a vízben mint a metán vagy a nitrogén



A víznyomás és a szén-dioxid-elnyelő képesség közötti összefüggés a szén-dioxid 1 bar nyomásra átszámított térfogatában



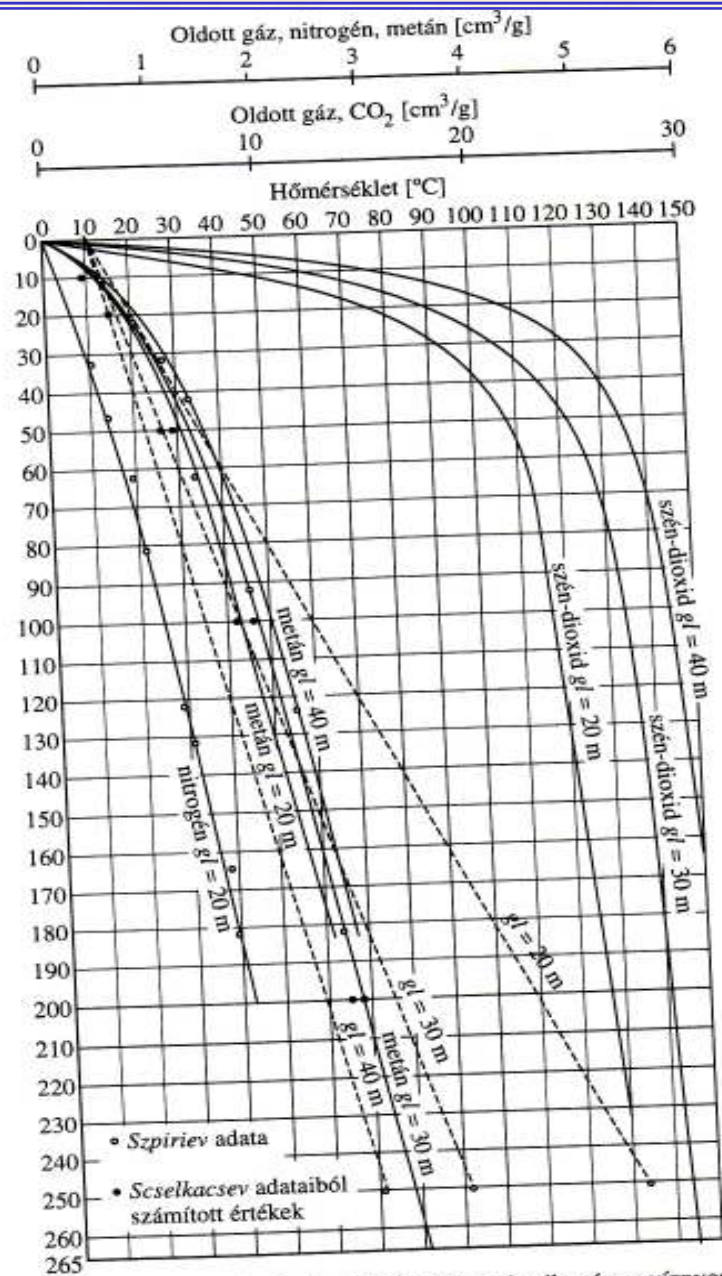
A víznyomás és a nitrogén-elnyelő képesség közötti összefüggés a nitrogén 1 bar nyomásra átszámított térfogatában





# A víz gáztartalma

- A nyomás és a geotermikus lépcső szerepe
- A víz sűrűsége az elnyelt gáz mennyiségének növekedésével csökken



A rétegek gázelnyelő képességének változása a víznyomás és a geotermikus lépcső függvényében



# A Bernoulli – tétel, a Hubbert összefüggés, a hidraulikus emelkedési magasság

- m tömegű test energiája

Potenciális energia

$$W_1 = mgz [J]$$

Kinetikus energia

$$W_2 = \frac{1}{2}mv^2 [J]$$

Rugalmas energia

$$W_3 = m \frac{P}{\rho} [J]$$

Bernoulli: egységnyi tömegű folyadék energiája

$$\Phi = gz + \frac{v^2}{2} + \frac{P}{\rho} \left[ \frac{J}{kg} \right]$$



## A Bernoulli – tétel, a Hubbert összefüggés, a hidraulikus emelkedési magasság

- Hubbert: egységnyi tömegű folyadék energiáját vízoszlop magasságban fejezi ki, illetve a kinetikus energia elhanyagolása

$$\Phi = gh = gz + \frac{P}{\rho} \left[ \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$$

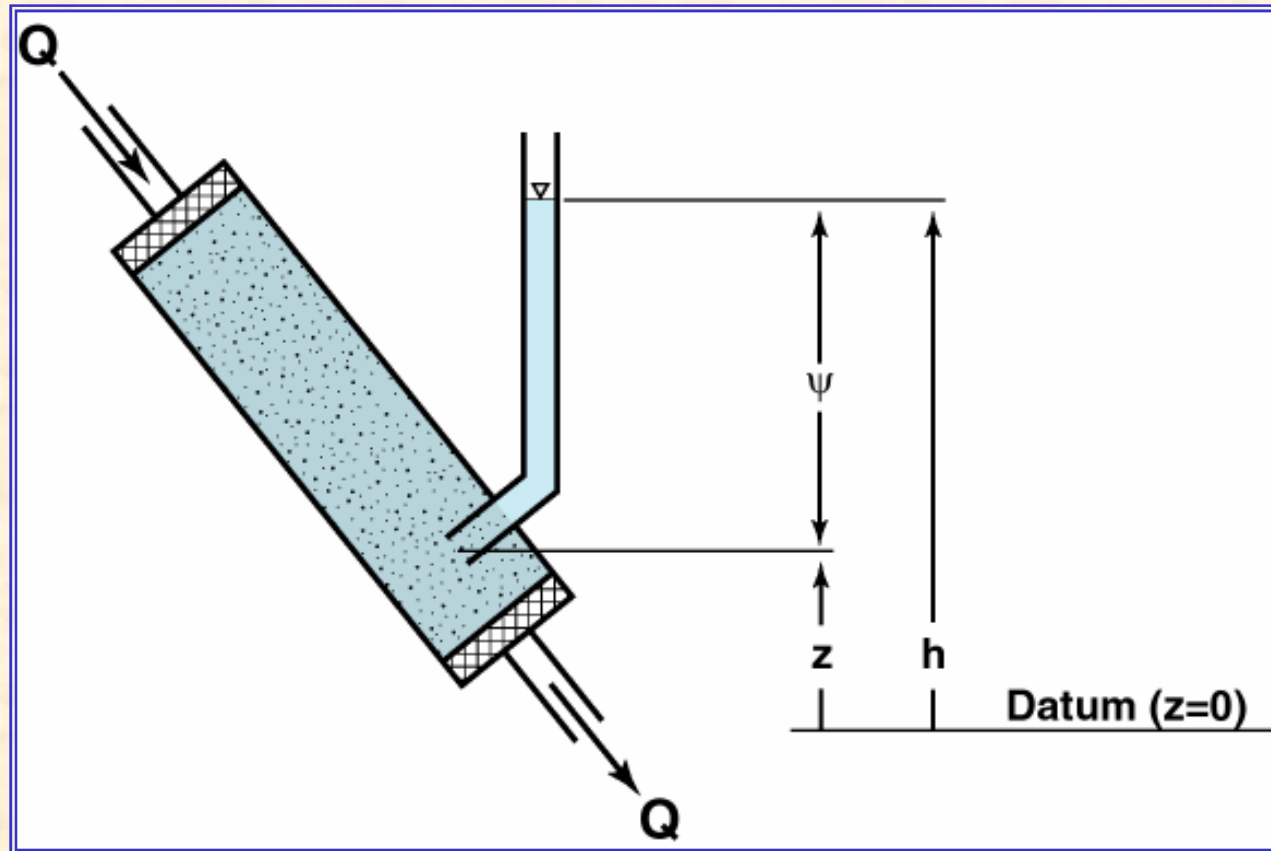
A Hubbert összefüggés, a hidraulikus emelkedési magasság (h)

$$h = z + \frac{P}{\rho g} [m]$$





## A Bernoulli tétel, a Hubbert összefüggés, a hidraulikus emelkedési magasság



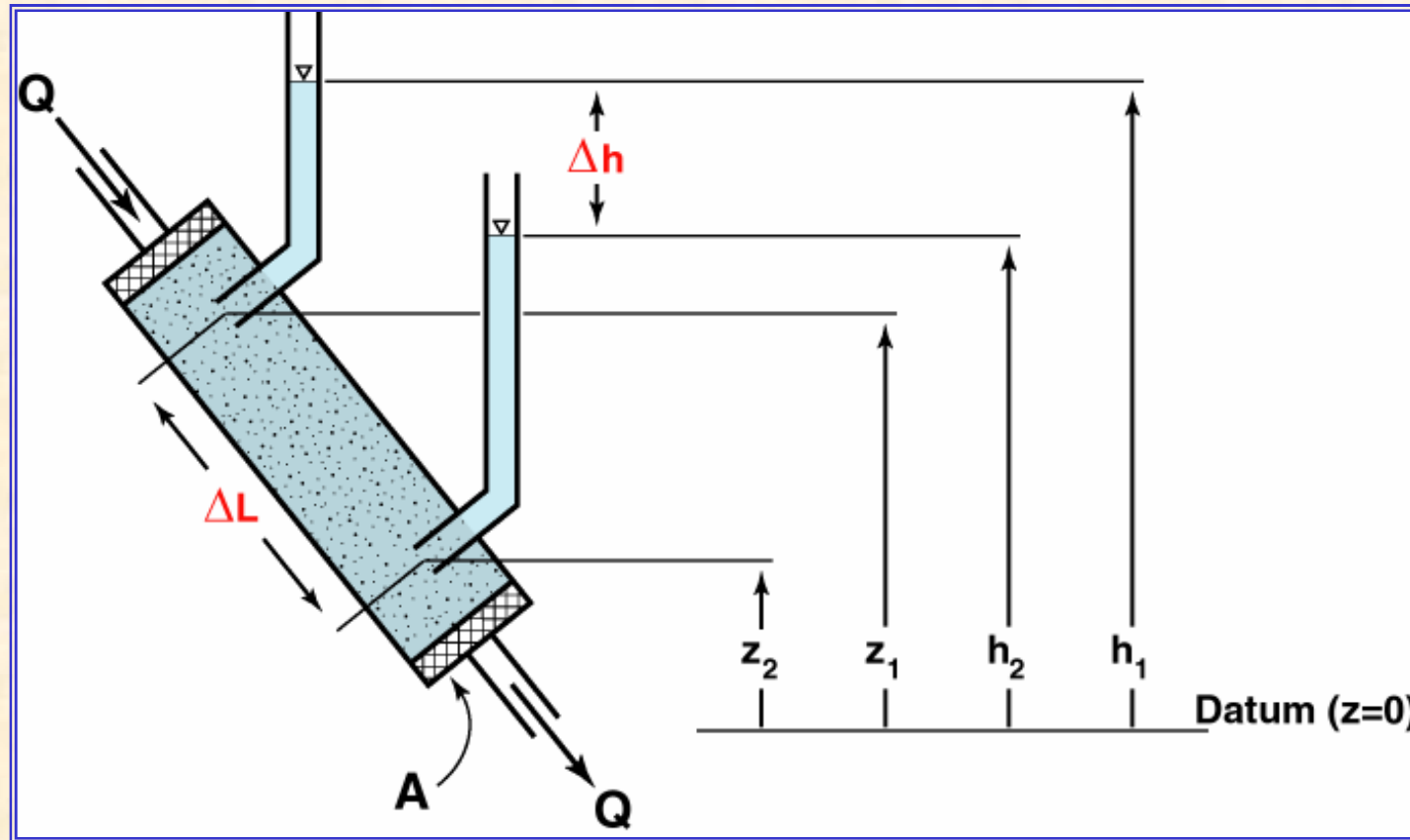
- Nyomásmérés egy adott helyen

$$h = \psi + z = \frac{P}{\rho g} + z$$



# A hidraulikus emelkedési magasság, $h$

- A víz a magasabb energia szintű helyről mozog az alacsonyabb felé



$$h = \psi + z = \frac{P}{\rho g} + z$$



Darcy's Law and the Fluid-Dynamic Parameters

Fluid potential,  $\Phi$ , and hydraulic head,  $h$

**$\Phi$ : mechanical energy per unit mass**

$$\Phi = gz + \frac{v^2}{2} + \int_{p_0}^p \frac{dp}{\rho}$$

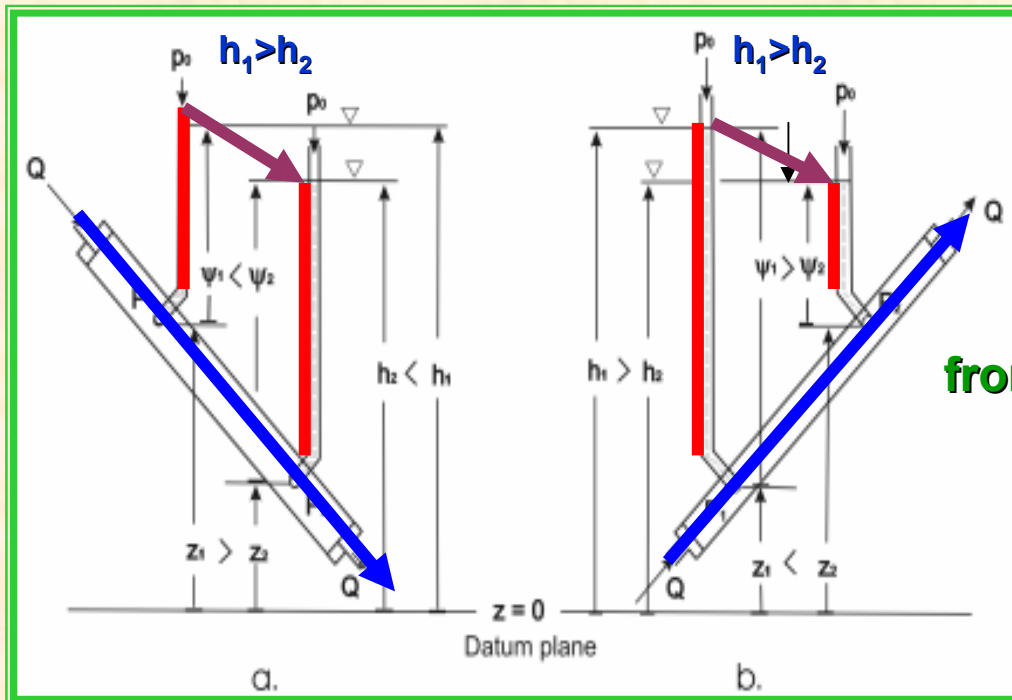
$$\Phi = gz + \frac{p}{\rho}$$

from figure:  $p = \rho g \psi$

$$\Phi = gz + [\rho g(h-z)] / \rho$$

$$\Phi = gh$$

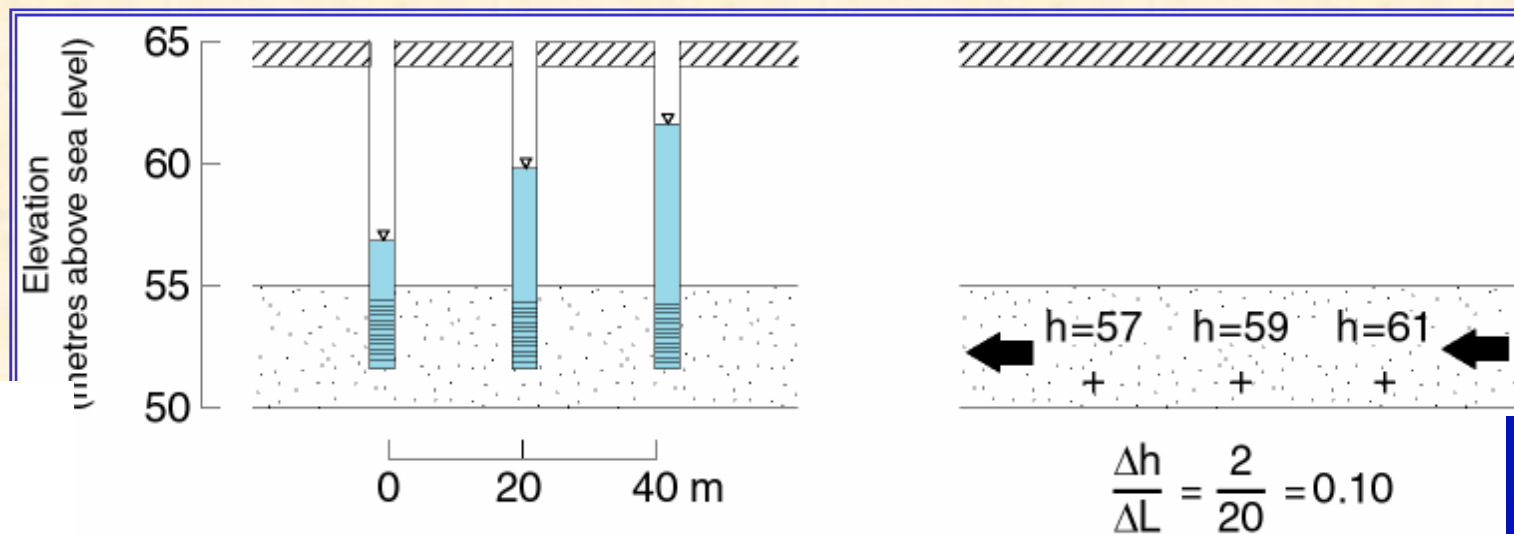
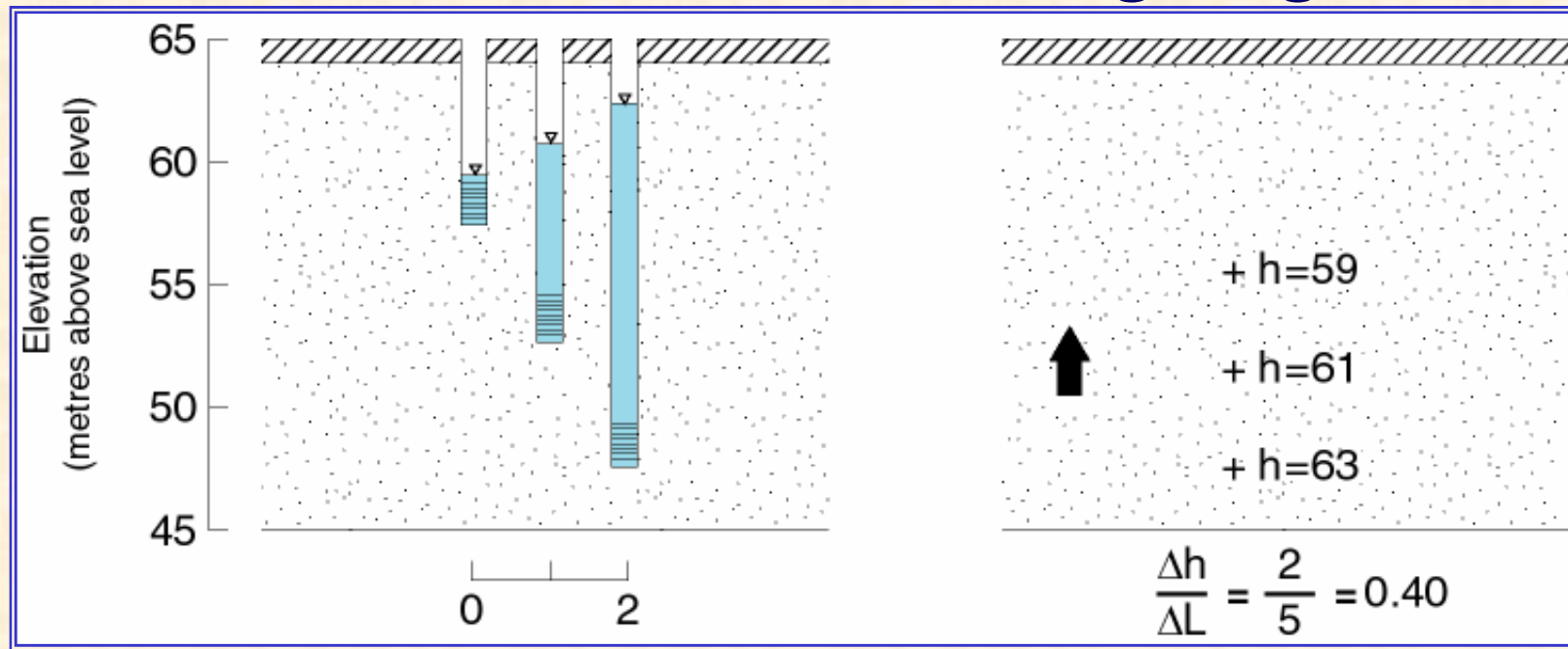
$$h = z + \psi$$



**The unique control on flow direction:  
hydraulic head,  $h$ .**

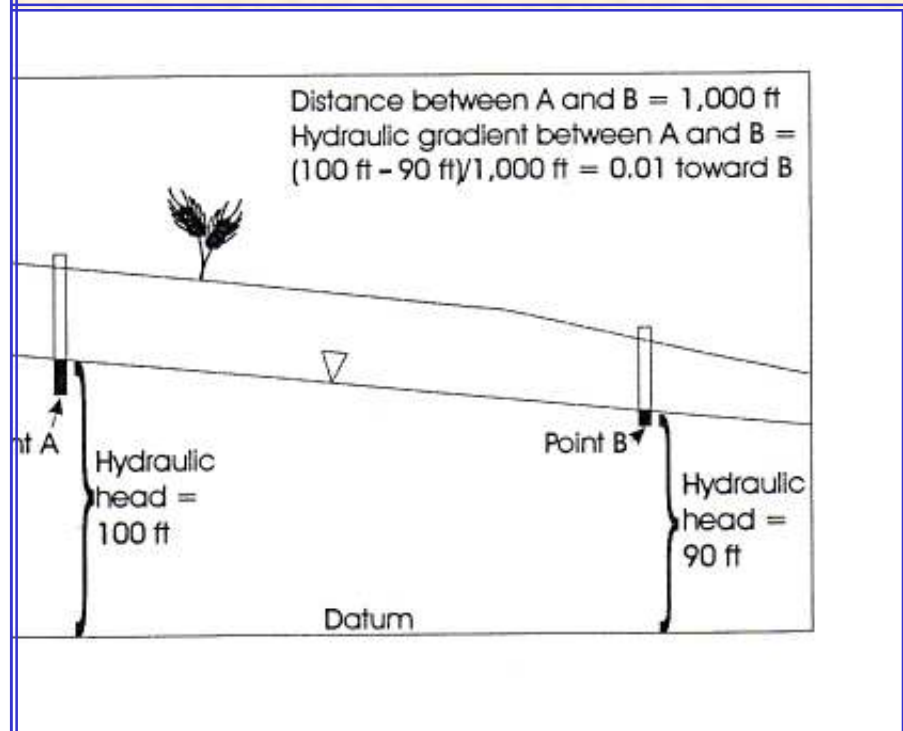
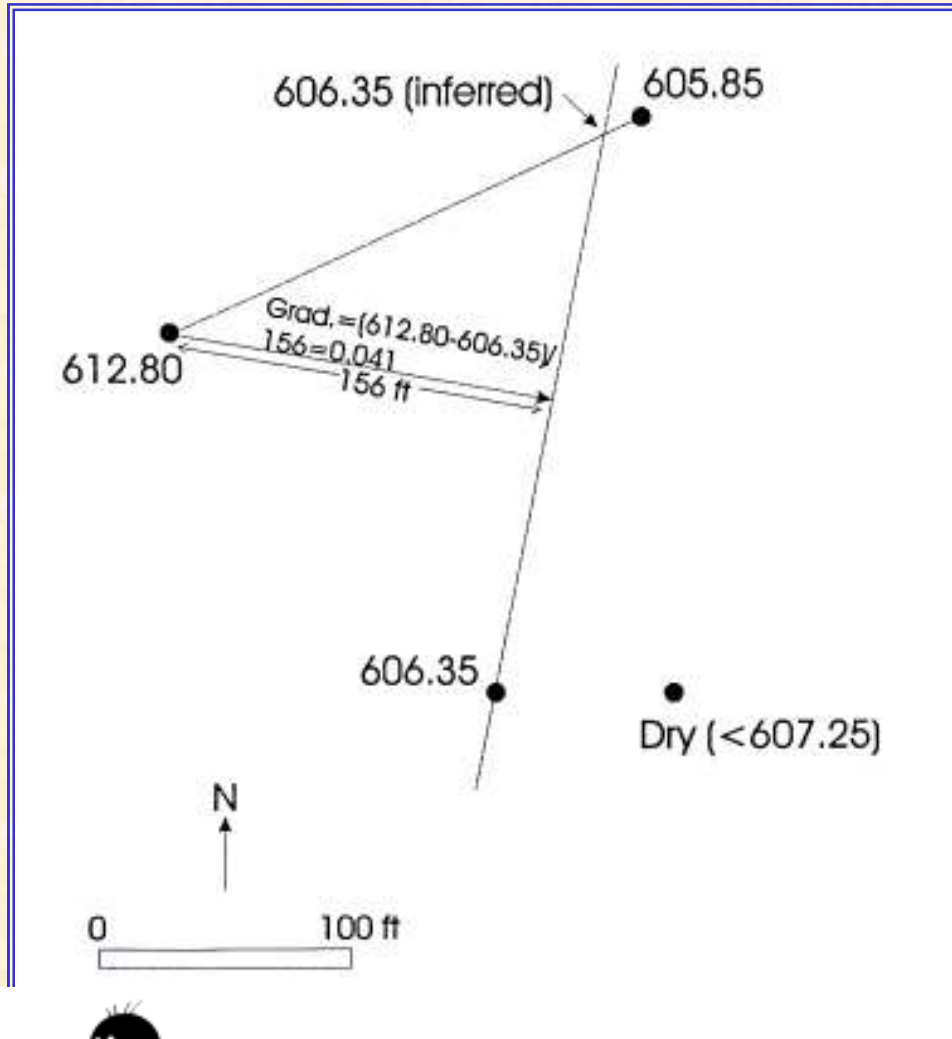


# A hidraulikus emelkedési magasság, h



# A hidraulikus emelkedési magasság, gradiens, áramlás,

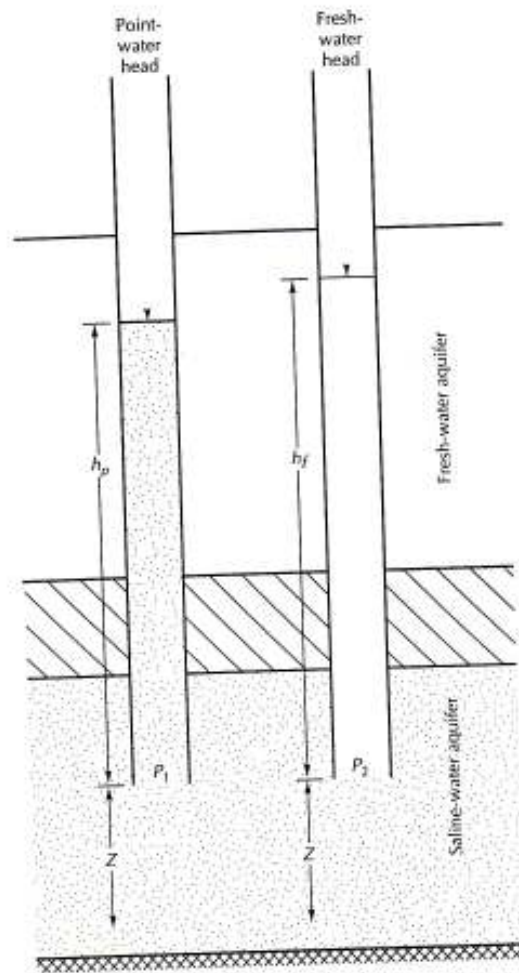
$$I = \frac{dh}{dl}$$



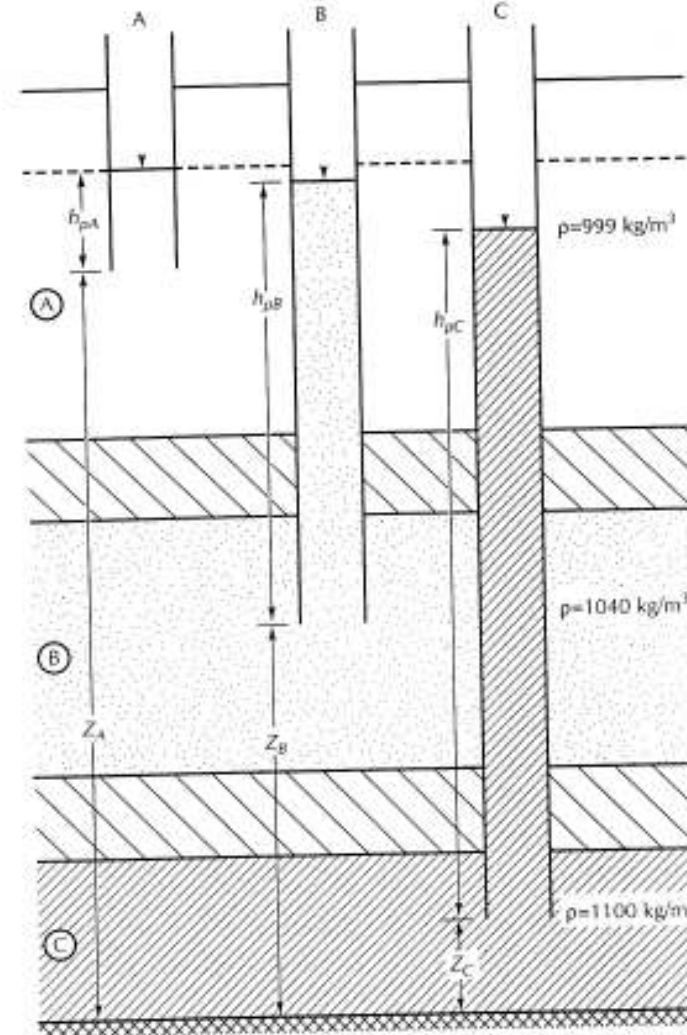
Calculation of hydraulic gradient.



# A hidraulikus emelkedési magasság sűrűség korrekciója



Definition of point-water head and fresh-water head.

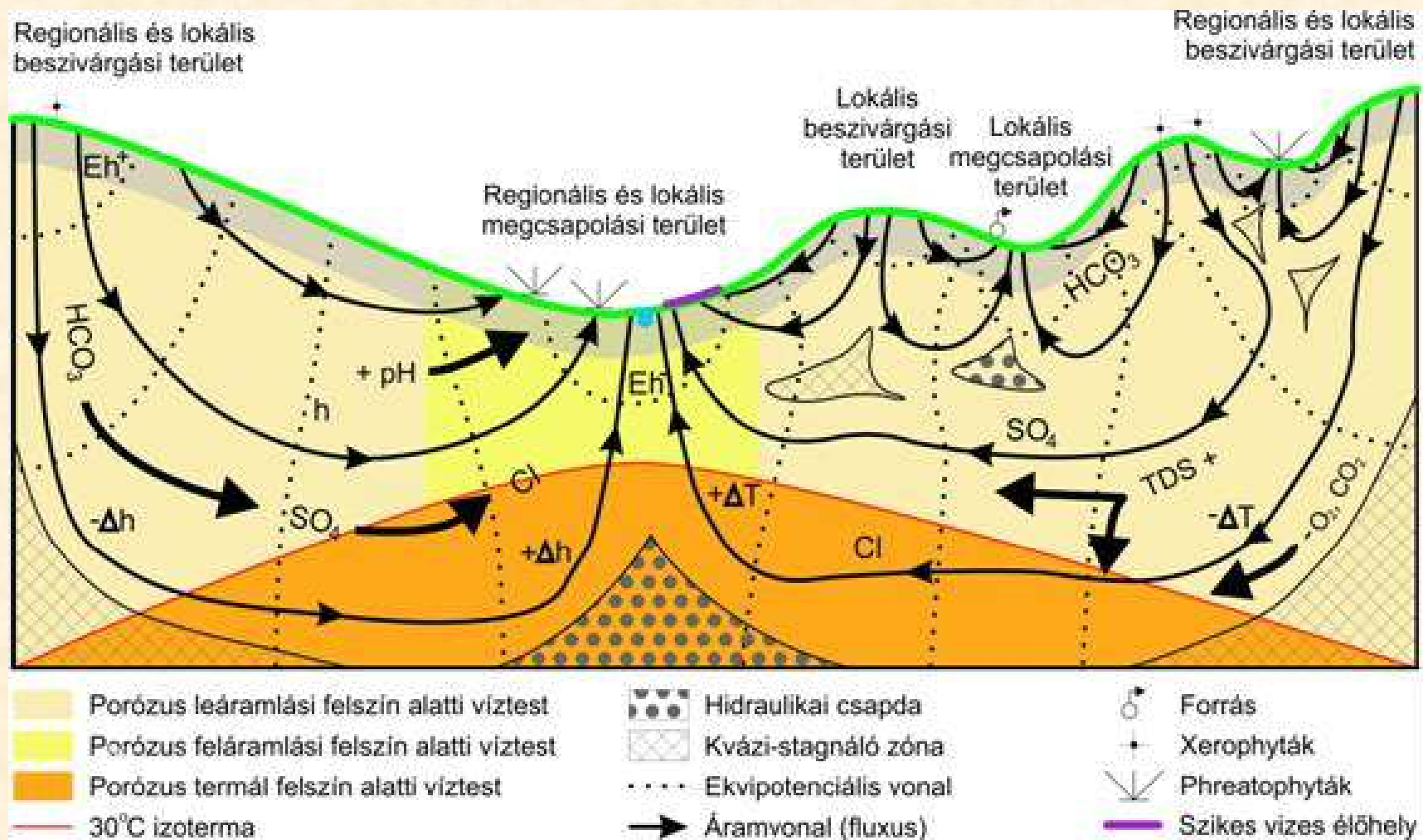


Point-water heads for a system of three aquifers, each containing water of different density.





# Felszín alatti áramlási rendszerek megjelenítése



A felszín alatti áramlási rendszerek törvényszerűségeinek bemutató ábrája Tóth József (1963) elmélete alapján.



# Felszín alatti áramlási rendszerek megjelenítése

