

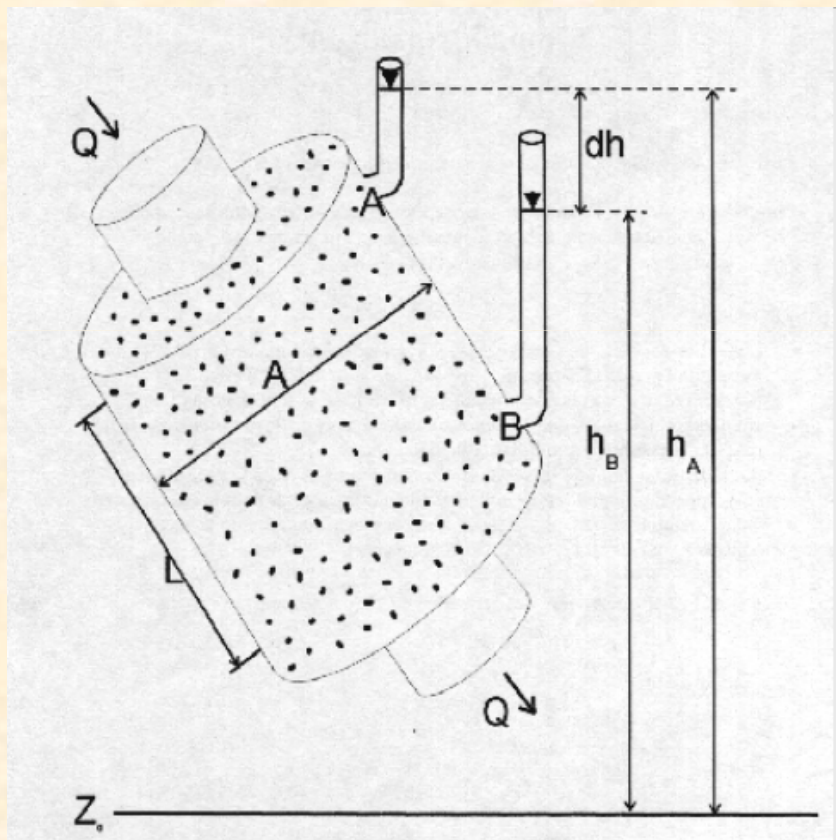
Hidrogeológia II.

Szanyi János – Kovács Balázs

szanyi@iif.u-szeged.hu

www.gama-geo.hu/kb/

Darcy törvény I.



$$Q = K A (h_A - h_B) / L$$

ahol

Q: egységnyi idő alatt átáramló vízmennyiség [L^3/T];

$h_A - h_B$: vízszlop magassága A, B pontban [L];

L: A és B pontok távolsága [L]

K: szivárgási tényező (K tényező) [L/T]

Darcy törvény II.

Darcy törvény különbségekkel felírva: $Q = K A (dh/dl)$

- Az $i = dh/dl$ hányadost hidraulikus gradiensnek, más néven hidraulikus esésnek nevezzük. (Dimenzió nélküli mennyiség [L/L]!) Horizontális és vertikális, azaz vízszintes és függőleges komponensét is szokás értelmezni. A két komponens eredője mutatja meg a szivárgás irányát.
- Az áramlás irányát döntően nem a nyomás és nem a térfelszín határozza meg, hanem a „ h ”.
- A „ h ” az egységnyi tömegű folyadék által tartalmazott mechanikai energia mértéke.
- Ha a Darcy által felírt egyenletet osztjuk a cső keresztmetszetével kapjuk a az áramlás intenzitást vagy fluxust (q). Dimenziója [L/T].

$q = K (dh/dl)$ ezt nevezzük Darcy-féle sebességnek v_D

A valódi sebesség a Darcy-féle sebesség osztva a szabad hézagterfoggal:

$$v = v_D / n_0$$

Szivárgási tényező

- A szivárgási tényező az előző egyenletből adódóan szintén „sebesség” dimenziójú [L/T]
- King Hubert (1956) rámutatott, hogy a Darcy féle arányossági konstans (K) egyaránt jellemzi a fluidumot és a közeget, amelyben a folyadék áramlik.
 - K tényező fluidumra jellemző része egyenesen arányos a folyadék fajsúlyával (γ) és fordítottan arányos a folyadék viszkozitásával (μ).
A fajsúly a folyadék sűrűségének és a gravitációs gyorsulásnak a szorzata: $\gamma = \rho g$
 - K tényező közegre jellemző része egyenesen arányos a szemcsék alakjával (C) és a szemcsék átmérőjének négyzetével: (d^2)
- A Közegre jellemző paraméterek szorzatát belső permeabilitásnak nevezzük és K_i -vel jelöljük. $K_i = C d^2$
 - A fentiek alapján $K = K_i (\gamma / \mu) = K_i (\rho g / \mu)$
 - Az előző egyenletből K_i -t kifejezve: $K_i = K / (\rho g / \mu) = K \mu / \rho g$ [L²]
- A belső permeabilitás mértékegysége a „darcy”
1 darcy = $9,87 \times 10^{-9}$ cm²; 1 milidarcy = $9,87 \times 10^{-12}$ cm²

Transzmisszivitás

Egy képződmény vízáadó képességét legjobban a szivárgási tényező és a vastagság szorzata jellemzi, melyet transzmisszivitásnak neveznek (jele: T , dimenziója: $[L^2/T]$).

$$T = Km$$

Könnyen belátható, hogy ugyanakkora vízhozamot képes szolgáltatni azonos feltételek esetén egy adott vastagságú és szivárgási tényezőjű réteg, illetve kétszer akkora szivárgási tényezővel jellemezhető, fele akkora vastagságú réteg.

A rétegekben mozgó vagy kutakkal kitermelt víz „mennyiségét” az időegység alatt átáramló vagy kitermelt vízmennyiséggel jellemezzük, amit vízhozamnak nevezünk (jele: Q , dimenziója $[L^3/T]$).

Potenciál

A folyadék szivárgási potenciálját a porózus közegben a folyadék tömegegységre vonatkoztatott mechanikai energiájaként értelmezzük.

A potenciál megváltozása az a munka, amit be kell fektetni vagy nyerünk, miközben a vizsgált folyadék az áramlási térben az egyik pontból egy másik pontba jut. A potenciál-változás a két pont között jelentkezhethet a helyzeti energia, a mozgási energia, illetve a nyomás vagy a folyadék-sűrűség megváltozásában. A képződményekben a víz a potenciálkülönbségek hatására mozog.

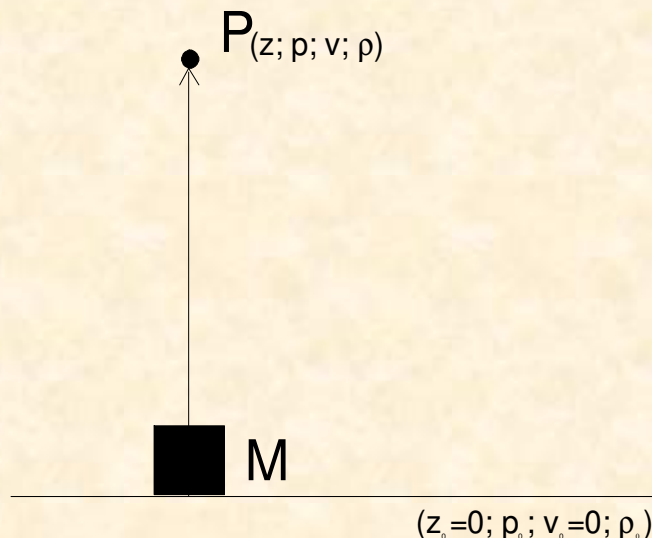
A **potenciál** *"egy olyan fizikai mennyiség, amely egy áramlási közeg bármely pontjában meghatározható és amely nagyságával meghatározza a szivárgás irányát oly módon, hogy a szivárgás mindig a nagyobb potenciálú hely felől a kisebb potenciálú hely felé történik."* A potenciál abszolút értéke nem mérhető, csak egy viszonyítási ponthoz képesti értéke adható meg. Potenciálkülönbségek ugyanakkor egyszerűen meghatározhatók.

Potenciál

- A felszínalatti víz energiája mechanikai, termikus vagy kémiai jellegű. Mivel az energia térbeli eloszlása nem egyenletes, ezért a víz áramlással próbálja kiegyenlíteni az energia különbségeket. Ezért kell foglalkozni fizikai és termodinamikai törvényekkel.

A továbbiakban feltételezzük, hogy a víz konstans hőmérsékletű, valamint oldott sótartalma, azaz sűrűsége sem változik.

- A z_0 vonatkoztatási szintről emeljünk fel egy „m” tömegű víztestet P pontba. Vizsgáljuk meg mennyi munkát kell ehhez végeznünk!



- Gravitáció ellen végzett munka:

$$W_1 = mgz$$

- Gyorsításkor végzett munka:

$$W_2 = \frac{mv^2}{2}$$

- Tágulási munka:

$$W_3 = m \int_{p_0}^p \frac{dp}{\rho}$$

Potenciál

- A végzett munkák összege az „m” tömegű folyadék potenciális energiájával azonos:

$$W = m\Phi$$

Egységnyi tömegre eső energiatartalom:

$$\Phi = \frac{W}{m} = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{m} = gz + \frac{v^2}{2} + \int_{p_0}^p \frac{dp}{\rho} \quad (\text{Bernoulli egyenlet})$$

Egyszerűsítve, becsléseket alkalmazva:

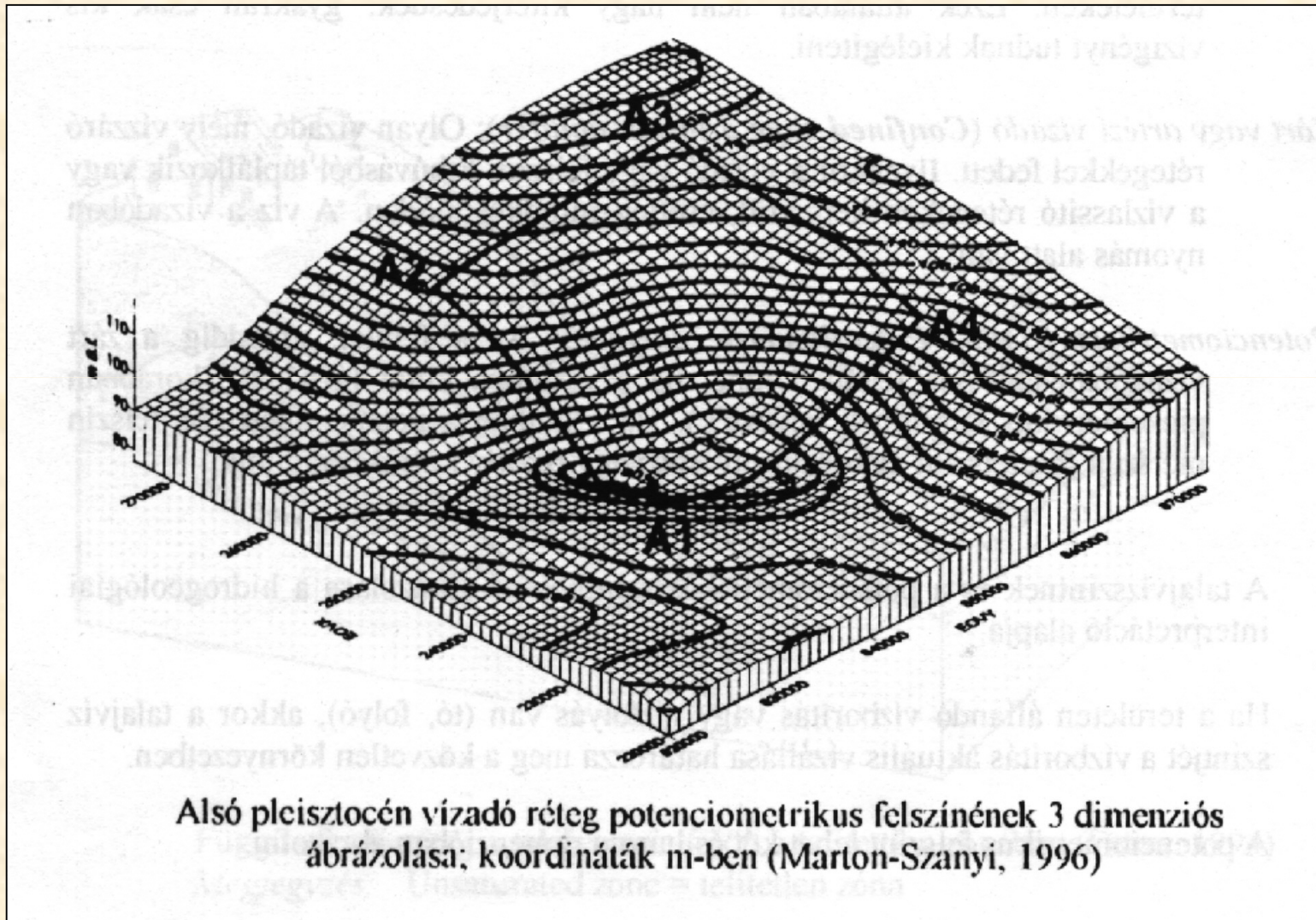
$$\Phi = gz + \frac{p - p_0}{\rho} \quad (\text{Hubbert féle energia egyenlet})$$

- Előzőek alapján P pontban a nyomás:

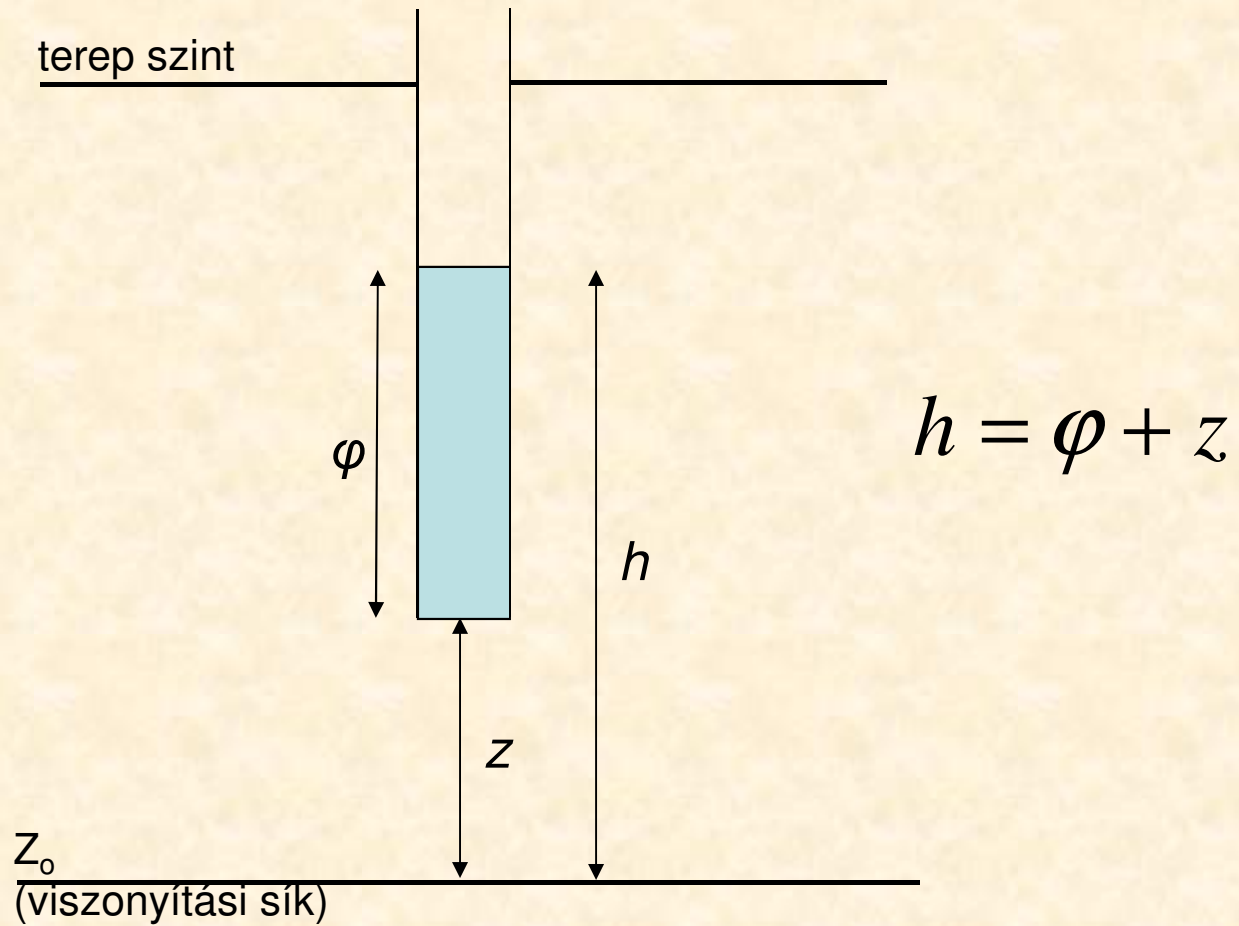
$$p = \rho g \varphi + p_0 \quad \text{azaz} \quad p = \rho g(h - z) + p_0$$

- Behelyettesítve a Hubbert féle energia egyenletbe: $\Phi = gz + \frac{\rho g(h - z) + p_0 - p_0}{\rho} = gh$

Potenciál



Potenciál $\Phi = gh$



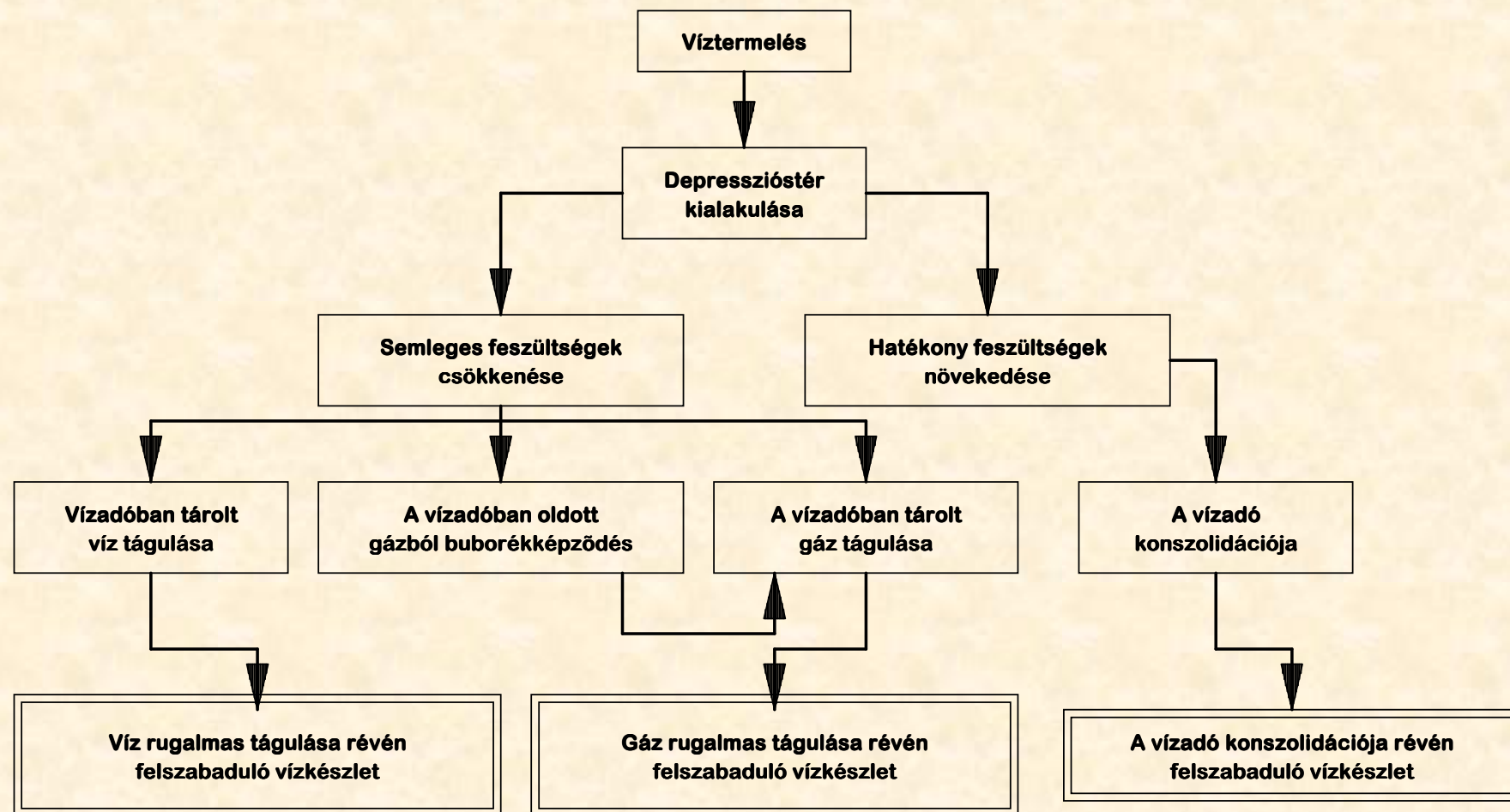
A fajlagos tárolási tényező

- A **fajlagos tárolási tényező** az a vízmennyiség, amelyet az áramlási közeg egységnyi térfogata tárolni vagy kibocsátani képes egységnyi nyomásszint-változás (növekedés vagy csökkenés) hatására
- Tárolt vízmennyiség változás okai:
 - Kőzetmátrix összenyomódása vagy tágulása (hatékony feszültség változás), mely a kőzet összenyomhatóságától, kompresszibilitásától függ
 - Pórusfolyadék összenyomódása vagy tágulása (semleges feszültség változás) mely a pórusfolyadék összenyomhatóságától, kompresszibilitásától függ

Feszültségek a talaj-víz rendszerekben

- A feszültségek típusai: hatékony és semleges
 - Hatékony feszültségek: közetek szemcséin keresztül átadódó feszültségek
 - Semleges feszültségek: a pórusfolyadékon keresztül átadódó feszültségek
- A nyomásváltozás hatására a képződményen belüli feszültségviszonyok rendeződnek át
 - Nyomásemelkedéskor a semleges feszültségek nőnek, a hatékony feszültségek csökkennek
 - Nyomáscsökkenéskor a semleges feszültségek csökkennek és a hatékony feszültségek nőnek

A víztermelés-okozta feszültségátrendeződés és a vízkészlet-fajták kapcsolata



A fajlagos tárolási tényező és a tárolási tényező

A fajlagos tárolási tényező az egységnyi nyomásszint-változás hatására a kőzet kompressziója miatt, illetve a víz tágulása miatt felszabaduló vízmennyiség összege

Kőzet kompressziója

$$dV_w = \alpha \rho g$$

Víz tágulása

$$dV_w = \beta n \rho g$$



$$S_s = \rho g (\alpha + n\beta)$$

A fajlagos tárolási tényező dimenziója [1/L], általában 1/m.

Egy telített rétegben (zárt tükrű vízadó) a **tárolási tényező** definíciószerűen:

$$S = S_s m = \rho g m (\alpha + n\beta)$$

A fajlagos vízleadás (specific yield)

A nyílt tükrű rendszerben a víztárolási képességet a fajlagos vízleadással jellemezhetjük (fajlagos hozam). A fajlagos vízleadás az a vízmennyiség, amennyi felszabadul egy egységnyi felületű, nyílt tükrű vízadóból miközben a nyomásszint egységnyit csökken.

