



Hidrogeológia MF; Hidrogeológia K;
Hidrogeológia, vízvédelem Bsc



ILYÉS Csaba, tudományos segédmunkatárs
hgilyes@uni-miskolc.hu

A/4 épület, fsz. 33.

1. Definíciók



Követelmények

- Minden laboratóriumi gyakorlaton részt kell venni (tantermi gyakorlatok 70%-a kötelező)
- Minden gyakorlatról jegyzőkönyvet kell készíteni
- Zárthelyit csak az írhat, aki minden jegyzőkönyvet leadott és az elfogadásra került
- A jegyzőkönyvek leadási határideje mindig a következő gyakorlat időpontja
- A jegyzőkönyv formai követelményei a www.hidrotanszek.hu  oktatás  feladatkiírások menüpont alatt található meg
- A ZH-án a gyakorlatok anyaga kerül számonkérésre
- A gyakorlati jegy 1/3 arányban számít bele a vizsgajegybe

Hidrológia és hidrogeológia

- Hidrológia:
 - A víz tudománya. A legszélesebb értelemben foglalkozik a Földön fellelhető összes víz előfordulásával, eloszlásával, mozgásával és kémiai összetételével.
- Hidrogeológia:
 - A földkéreg vízzel való kapcsolatát tárgyalja. A felszín alatti vizeket földtani tényezőnek tekinti. A víz mozgása és kémiai összetétele nagymértékben függvénye a földtani viszonyoknak. A hidrogeológia leíró és analitikus tudomány is egyben.

Föld vízkészlete

- A víz eloszlása bolygónkon:
- A Föld vízkészlete:
 - 1,4 milliárd km^3
 - 97,2 % sós víz
 - 2,14 % jég + gleccser
 - 0,61 % felszín alatti víz
 - 0,009 % felszíni víz
 - 0,005 % talajnedvesség
 - 0,001 % légköri nedvesség

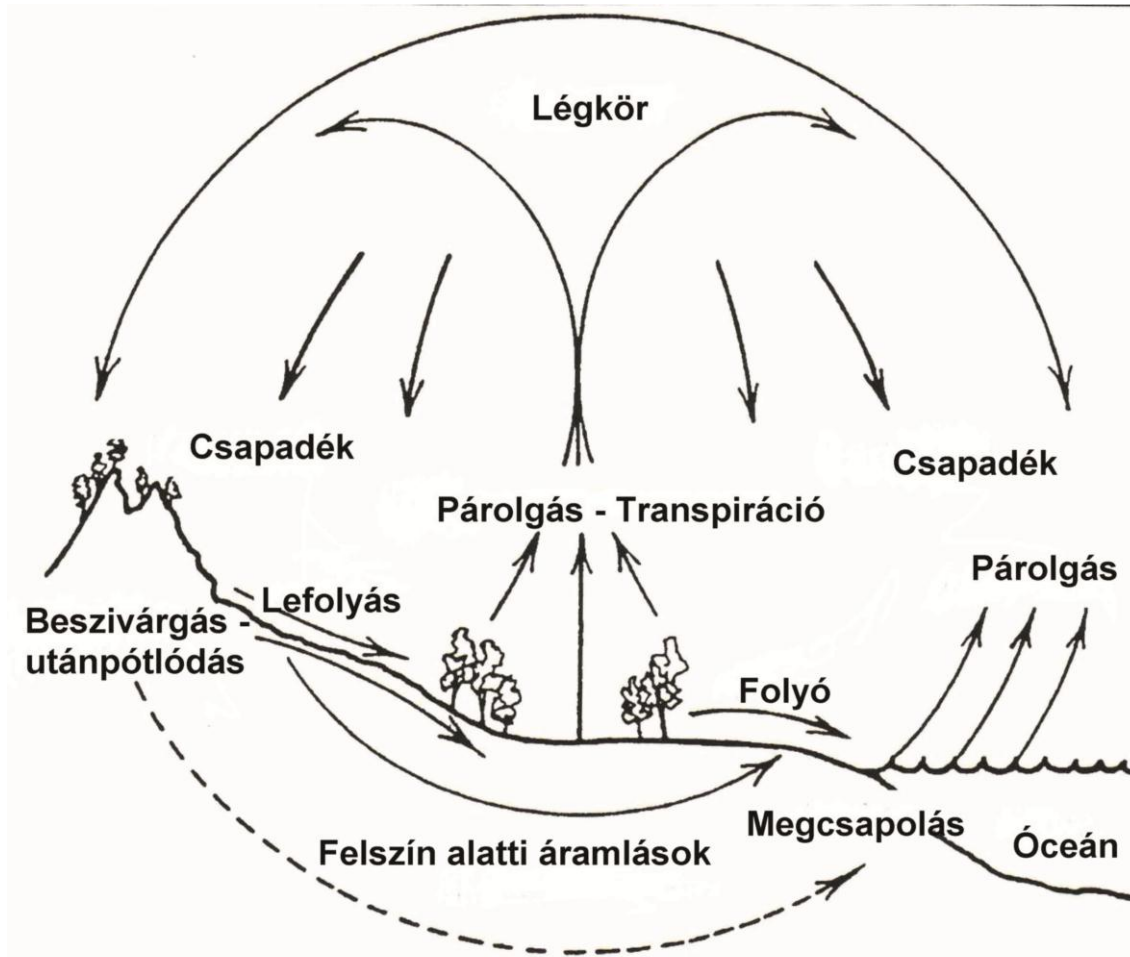


A víz körforgása: $396000 \text{ km}^3/\text{év}$

Vízkörforgás

- A víz körforgása:
 - a víz elpárolog az óceán felszínéről (a párolgó víz sómentes)
 - ha a légköri kondíciók megfelelnek, a pára kicsapódik (felhőképződés)
 - a légkörből a csapadék visszahullik az óceánba vagy a szárazföldre
 - egy része raktározódik (hó és jég, vagy tavak)
 - más része elszállítódik (felszíni áramlások)
 - a felszínen áramló víz egy része beszivárog a talajba (*3 fázisú zóna*)
 - a víz egy része közvetlenül a felszínre migrálhat, vagy felveszik a növények, más része eléri a talajvizet (*telített, vagy 2 fázisú zóna*)
 - a telített zóna vize a felszín alatt áramlik, míg felszínre nem ér (forrásként, vagy mocsarat, tavat, folyót vagy óceánt táplál)
 - a víz körforgásába magmatikus vizek is bekapcsolódhatnak, ill. szubdukció során az óceáni eredetű víz a magma részévé válhat

Vízkörforgás



Hidrológiai egyenlet

- Hidrológiai egyenlet
 - a víz körforgásához az energiát a Nap szolgáltatja
 - kvantitatív a vízkörforgás leírása
- Az alapegyenlet a tömegmegmaradás elvére épül:

$$\text{Beáramlás} = \text{Kiáramlás} \pm \text{Tározott víz változása } (\Delta S)$$

- Jellemzői:
 - az egyenlet bármilyen rendszerre, bármilyen méretben alkalmazható
 - az egyenlet időfüggő
 - a beáramlás általában jobban mérhető mint a kiáramlás

Hidrológiai egyenlet

- Hidrogeológiai input:
 - Csapadék
 - Felszíni víz beáramlása
 - Felszín alatti víz beáramlása
 - Mesterséges vízbevezetés

+

- Hidrogeológiai output:
 - Evapotranspiráció
 - Felszíni víz párolgása
 - Felszíni vízfolyás
 - Felszín alatti vízfolyás
 - Mesterséges vízelvezetés

-

Alapfogalmak

Vízgyűjtő terület

- Olyan terület, ahol az esőből és hóolvadásból származó víz lefelé folyik valamilyen vízbe, tehát patakba, folyóba, tóba vagy tengerbe.
- A vízgyűjtő területbe beletartoznak a területén átfolyó folyóvizek és a szárazföld, ahonnan a víz ezekbe folyik.
- A vízgyűjtő területeket vízváltak, azaz hegy- vagy dombvonulatok választják el egymástól.



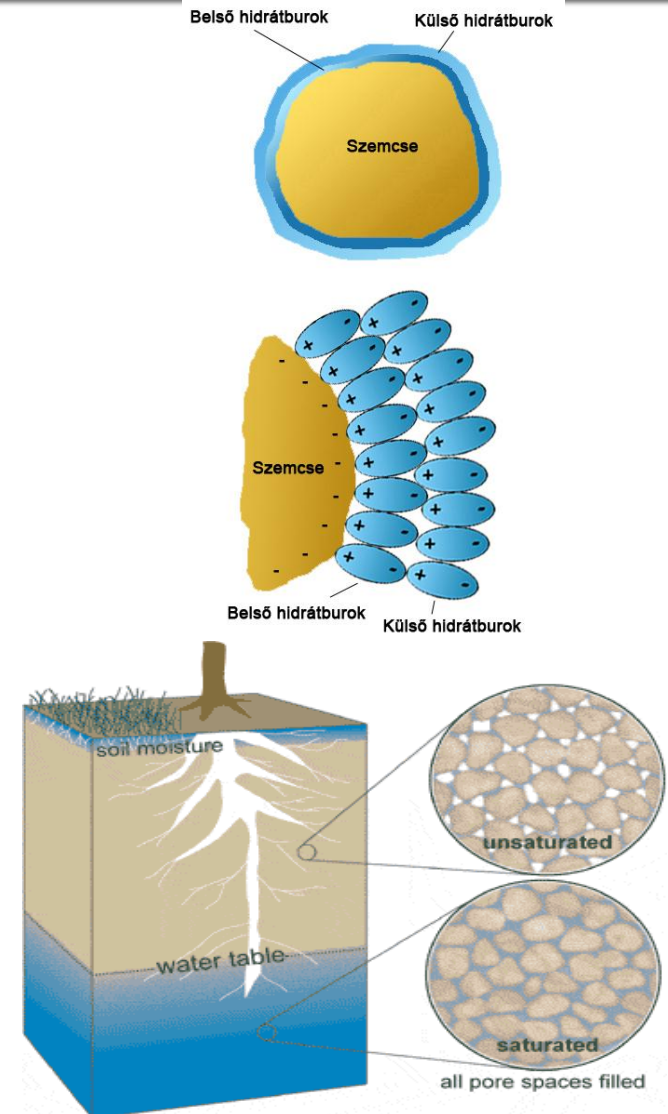
Felszíni víz

- Felszínen levő valamennyi mozgó és állóvíz (folyók, tavak, tengerek).
- Jellemzőjük: az állandó körforgás (víz körforgása)



Talajnedvesség, talajvíztükör, felszín alatti víz

- Talajnedvesség zónája:
 - Háromfázisú telítetlen zóna. A szemcsék közötti hézagok vizet és levegőt egyaránt tartalmaznak. A szemcséket kétrétegű hidrátburok veszi körül, melynek belső rétegét a gyökerek szívóereje sem képes leszakítani.
- Talajvíztükör:
 - Kétfázisú, telített zóna határa
 - Jellemzője, hogy a tényleges nyomás a légköri nyomással egyezik meg. Néhány cm-től, néhány 10 m-es mélységben található.
- Felszín alatti víz:
 - A Föld rétegeinek pórusaiban, üregeiben tárolt víz.



Talajvíz és belvíz

- Talajvíz:
 - A terepszinthez legközelebb található felszín alatti víz. A talajvíz feletti rétegekben a kőzet/talaj pórusait jelentős részben már levegő tölti ki (háromfázisú zóna).
 - Jogi értelemben a talajvíz a felszínhez legközelebbi összefüggő vízzáró réteg feletti állandó felszín alatti víz, amely legfeljebb 25 méter mély kúttal feltárható.
- Belvíz:
 - Keletkezése: a talaj felső rétegében történik, ha a talaj szabad pórusai vízzel telítődnek
 - Jellemzője: helyben képződik a kedvezőtlen meteorológiai és vízjárási tényezők hatására:
 - hirtelen hóolvadásból, csapadék-tevékenységből,
 - de keletkezhet magas talajvízállásból is, amikor a talajvíz kilép a felszínre.

Felszín alatti vizek osztályozása

■ Felszín alatti vizek osztályozása:

- 1. A vizet tartó rétegek anyaga szerint
- 2. A rétegben elhelyezkedő vízre ható főerők szerint
- 3. A rétegben helyet foglaló víz nyugalmi nyomása szerint
- 4. Hidraulikai szempont szerint
- 5. Hőmérséklet alapján
- 6. Kémiai összetétel szerint
- 7. Gyakorlati osztályozás

1. **Porózus** és **repedezett kőzetek**. Kettős porozitású rendszerek.

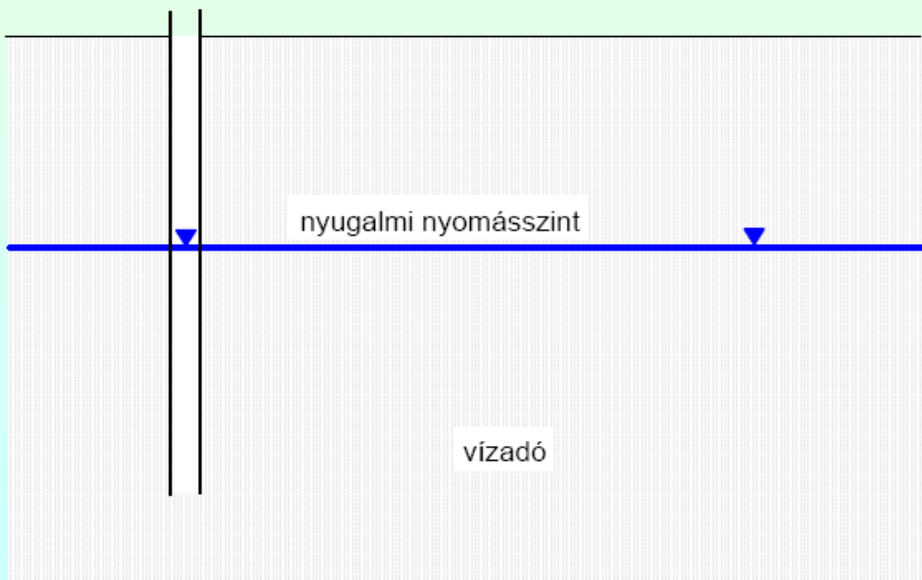
2. **Aktív erők**: a nehézségi erő, a kapilláris erő, ozmotikus erő

Passzív erők: molekuláris erők, súrlódás, tehetetlenség, kapilláris erő

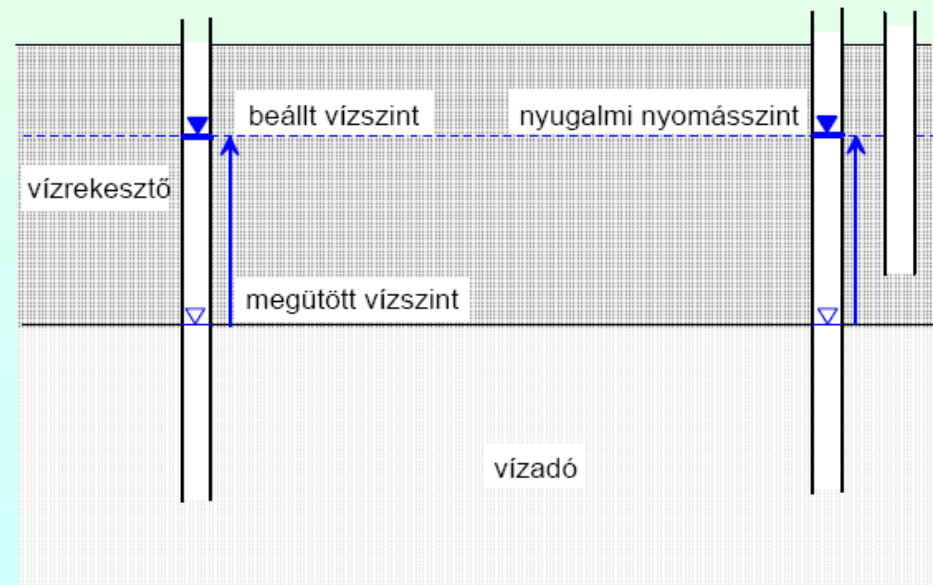
Felszín alatti vizek osztályozása

- 3. A rétegben helyet foglaló víz nyugalmi nyomása szerint
 - Szabad „nyílt tükrű” és nyomás alatti „zárt tükrű” rendszerek.

Nyílt tükrű vízádó

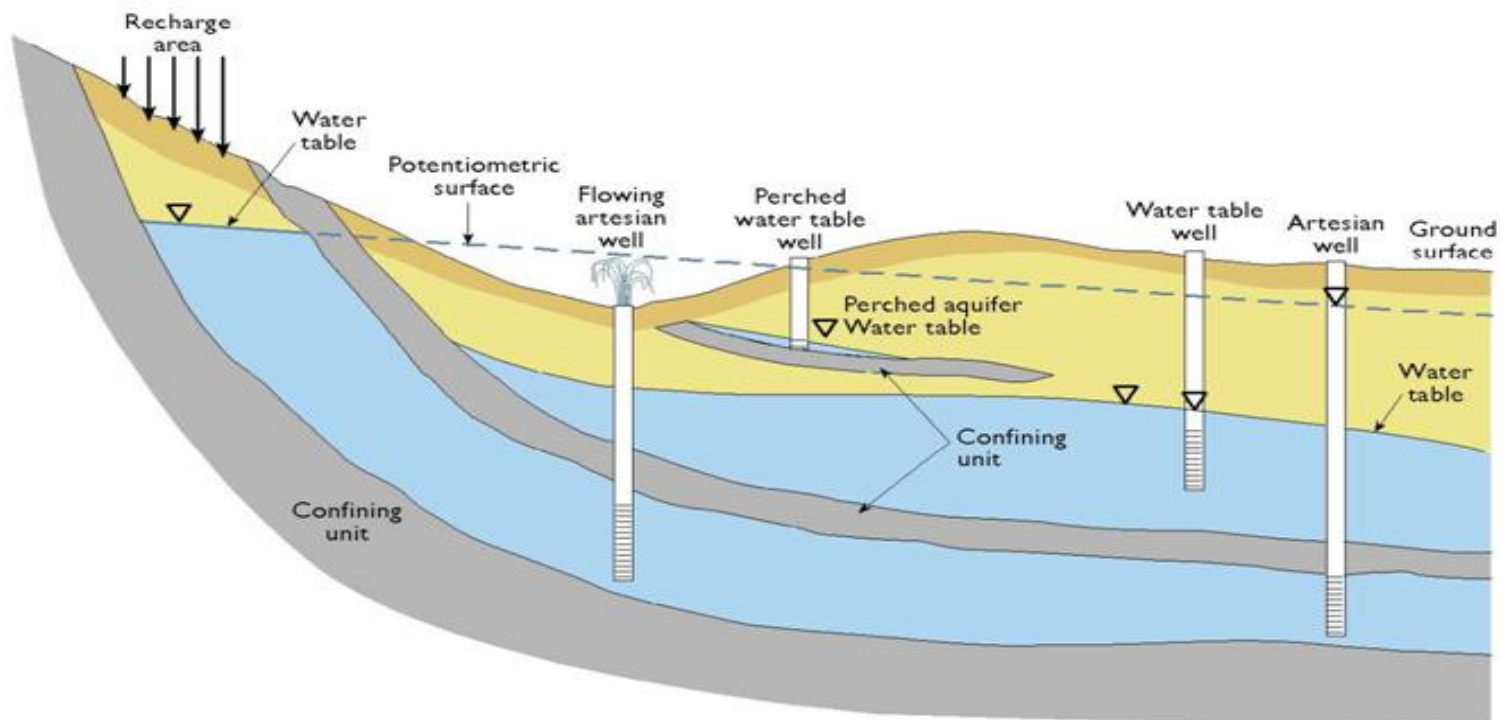


Zárt tükrű vízádó



Felszín alatti vizek osztályozása

- 4. Hidraulikai szempont szerint
 - **Stagnáló és áramló vizek** (I, hidraulikai gradiens)



Modified after Harlan and others, 1989

Felszín alatti vizek osztályozása

■ 5. Sokféle hőmérséklet (T) osztályozás.

- Bélteky – Papp – Schmidt beosztása
 - 18 °C – hideg víz
 - 18 °C – 25 °C langyos víz
 - 25 °C - 37 °C meleg víz
 - 37 °C – hévíz
 - 37 °C – 60 °C kevésbé forró víz
 - 60 °C – 90 °C forró víz
 - 90 °C igen forró víz



■ 6. Kémiai összetétel alapján

- Egyszerű víz, ásványvíz, gyógyvíz
- Savanyú víz
- Kalcium-magnézium hidrogénkarbonátos víz
- Kloridos víz
- Szulfátos (keserű) víz
- Vasas víz
- Kénes víz
- Jódos, brómos víz



Felszín alatti vizek osztályozása

■ 6. Kémiai összetétel alapján

- Egyszerű víz, ásványvíz, gyógyvíz

■ **Ásványvíz:**

- Több mint 1000 mg/l oldott szilárd alkotórészt tartalmaz
- Az oldott összes szilárd ásványianyag-tartalma 500-1000 mg/l között van, de tartalmaz aktív biológiai anyagokat
- Kevesebb mint 1000 mg/l oldott szilárd alkotórész, de az oldott gáztartalom jelentős (>500 mg/l)

■ **Termálvíz:**

- vagy hévíz az a rétegvíz, amelynek hőmérséklete meghaladja a 30 °C-ot. A víz hőfokát az adott terület geotermikus gradiense határozza meg

■ **Gyógyvíz:**

- Gyógyvíznek azokat az **ásványvizeket** nevezzük, amelyek fizikai tulajdonságai, vagy kémiai összetétele miatt gyógyító hatásúak, és számukra rendelet alapján az ásványvíz, vagy gyógyvíz megnevezést engedélyezték.



Felszín alatti vizek osztályozása

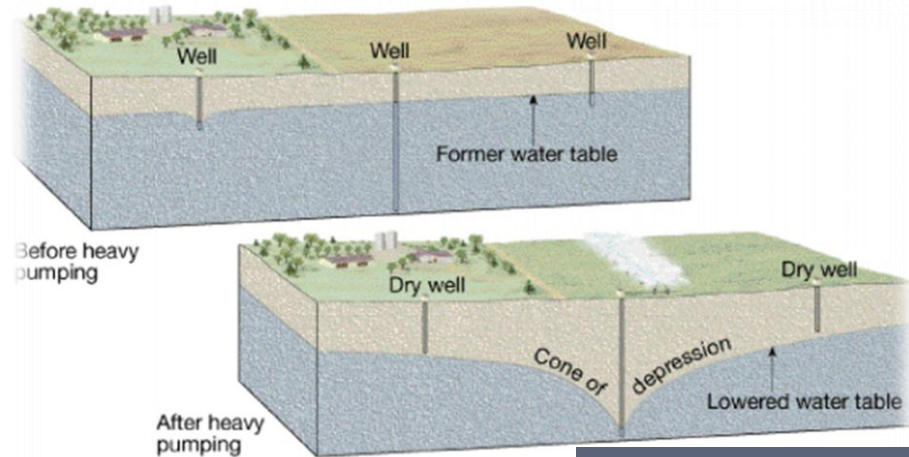
■ 7. Gyakorlati osztályozás

- **Parti szűrősű víz:** felszíni víz közelében lévő felszín alatti vízkészlet, amelyben a kitermelt víz 50 %-ot meghaladó mértékben a felszíni vízből történő beszivárgásból származik.
- **Talajvíz** (meteorológiai viszonyok számottevő hatása)
- **Rétegvíz:** olyan vízbázis, amelynek vízkészlete az első vízzáró réteg alatt, vagy ilyen réteg híján 50 m-nél mélyebben települt porózus, törmelékes kőzetben található.
- **Karsztvíz:** olyan vízbázis, amelynek vízkészlete a karsztosodott kőzetek (mészkö, dolomit) pórusaiban, hasadékaiban, üregeiben helyezkedik el.

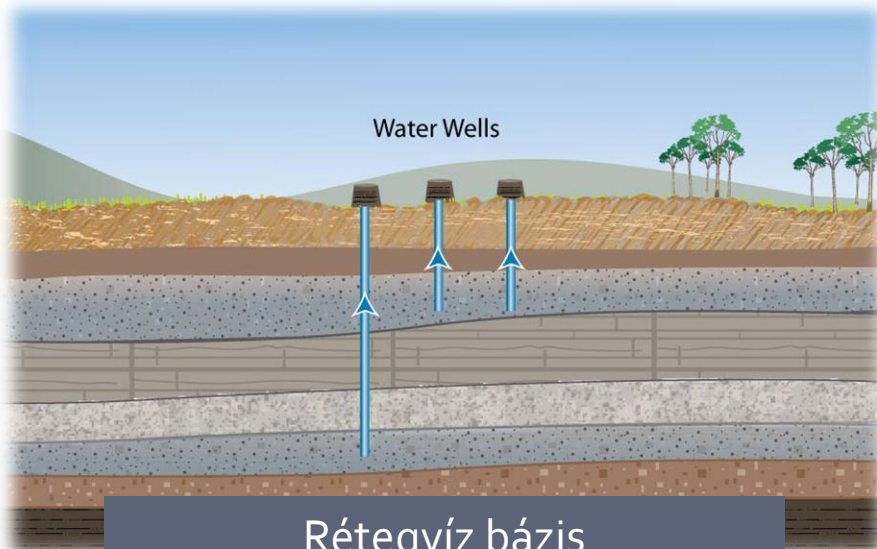
Felszín alatti vizek osztályozása



Partiszűrészű kútsor



Talajvíz



Rétegvíz bázis



Karsztvíz bázis

Darcy-törvény

Henry DARCY (1856) készítette az első szisztematikus tanulmányt a vizek mozgásáról porózus közegben. Egy két végén nyitott hengert homokkal töltött meg és folyamatosan vizet áramoltatott keresztül rajta, míg a két vízszintészlelő csőben állandósult a vízszint (a rendszer egyensúlyba került). Tapasztalata szerint a kiáramló vízmennyiség arányos a cső két végén mért vízoszlop magasságkülönbségével és fordítottan arányos az áramlás során megtett úttal. Továbbá megállapította, hogy az időegység alatt kiáramló vízmennyiség arányos a porózus közegre jellemző koefficienssel.

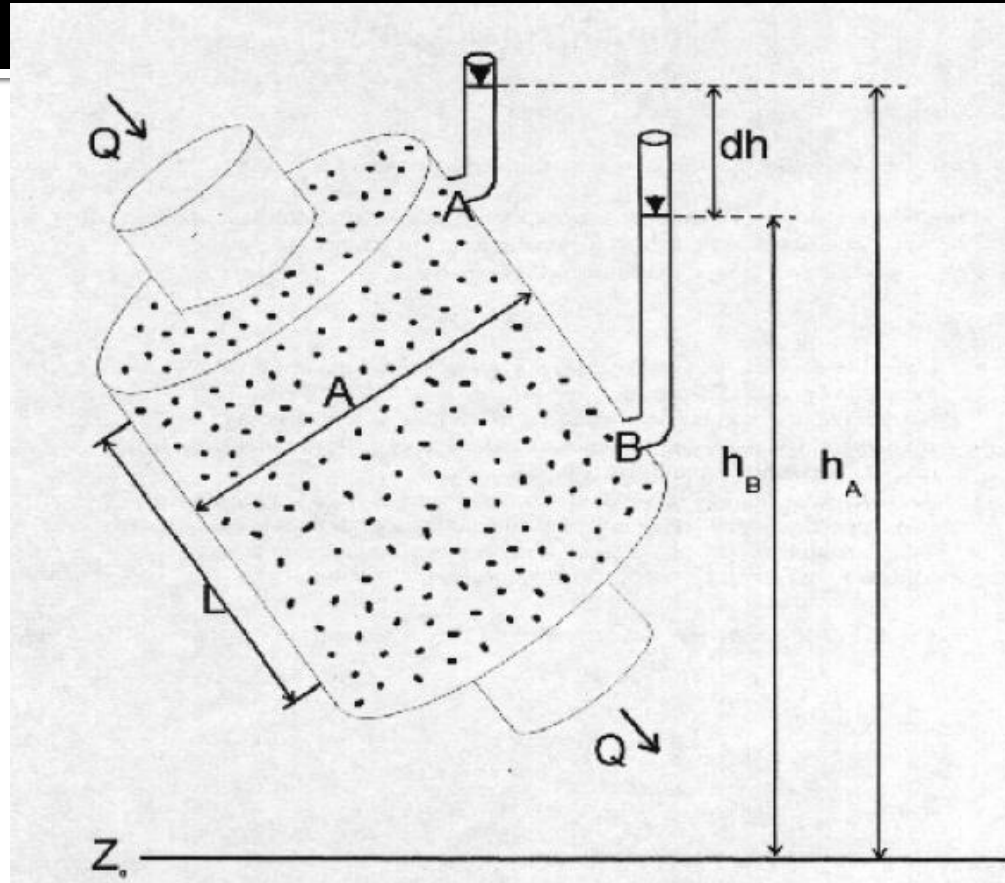
Darcy-törvény

$$Q = k \cdot A \frac{dh}{L} = k \cdot A \frac{h_A - h_B}{L}$$

- Ahol:
 - **Q**: egységnyi idő alatt átáramló vízmennyiség [m³/d];
 - **h_A-h_B**: vízszlop magassága A, B pontban [m];
 - **L**: A és B pontok távolsága [m];
 - **k**: szivárgási tényező (k tényező) [m/d]

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{dh}{dl} = k \cdot A \cdot I$$

- Ahol:
 - **I**: hidraulikus gradiens, hidraulikus esés [m/m];
 - **k·I**: a szivárgás átlagos lineáris térfogati sebessége



Hidraulikus gradiens

- Hidraulikus gradiens ($I=dh/dl$)
 - *hidraulikus esés*
 - *arányos a közeg ellenállásával*
 - *(egységnyi hosszon mekkora, szivárgás közben a nyomáscsökkenés)*
 - dimenzió nélküli szám
 - szabad szivárgás esetén $dh=dl \rightarrow I=1$
 - a szivárgás irányát a hidraulikus gradiens iránya határozza meg
- (h mint folytonos $h(x,y,z)$ térfüggvény hely szerinti deriváltja a hidraulikus gradiens)

Permeabilitás és szivárgási tényező

- **Permeabilitás:** A kőzet fluidumáteresztő képessége, elsősorban a pórusösszeköttetések minőségének, méretének és megoszlásának függvénye, tehát csak a kőzet tulajdonságaitól függ.
 - Jele: K
 - Mértékegysége: m^2 vagy mD (milliDarcy)
- **Szivárgási tényező:**
 - Jele: - K (angolszász irodalom)
- k (egyres hazai műhelyek)
 - „sebesség” dimenziójú $[m/d]$.
 - egyaránt jellemzi a fluidumot és a közeget, amelyben a folyadék
 - áramlik (értéke függ az áramlási és az áramló közegtől is)
- **Áramló közeg jellemzőitől függő rész:**
 - fajsúly (egyenes arányosság)
 - Sűrűség
 - nehézségi gyorsulás (g)
 - viszkozitás (fordított arányosság)
 - egyes fluidumok viszkozitása erősen hőmérsékletfüggő
- **Áramlási közegtől függő rész:**
 - szemcsék alakja
 - szemcsék mérete (átmérő négyzete)

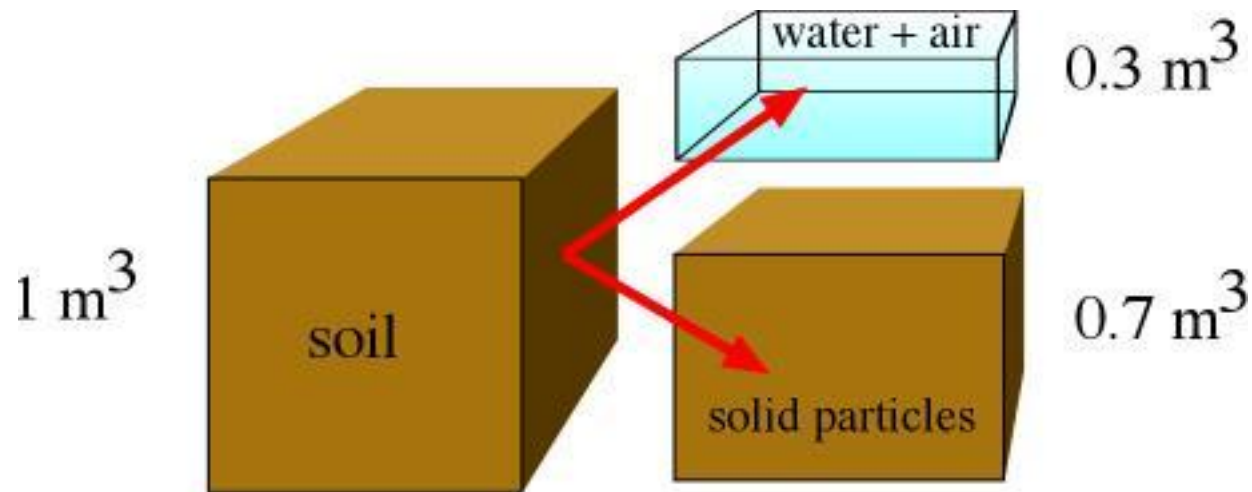
A transzmisszivitás, geotermikus gradiens és a vízhozam

- **A transzmisszivitás:** A réteg vízáadó képességét jellemzi.
 - Jele: T
 - A szivárgási tényező és a rétegvastagság szorzata: $T=k \cdot m$
 - Mértékegysége: $[m^2/d]$
- **Geotermikus gradiens:** A felszín alatti hőmérsékletnövekedés mérőszámaként használt mutató, az egységnyi mélységváltozásra jutó hőmérsékletváltozást fejezi ki. Értéke földi átlagban $3^\circ C / 100 m$. A magyarországi átlagos geotermikus gradiens $5-7^\circ C / 100 m$ között mozog.
- **A vízhozam:** Az időegység alatt mozgó folyadék mérőszáma (kitermelt vagy felületen időegység alatt átáramló „vízmennyiség”).
 - Jele: Q
 - Mértékegysége: $[m^3/d]$

Fajlagos tárolási tényező

- **Fajlagos tárolási tényező:** Az a vízmennyiség, amelyet az áramlási közeg egységnyi térfogata tárolni vagy kibocsátani képes egységnyi nyomásszint-változás (növekedés vagy csökkenés) hatására.
 - Jele: S_s
 - Mértékegysége: $[1/m]$
- 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

Porozitás (hézagtényező és hézagterfogat)



Porozitás (hézagtényező és hézagterfogat)

- **Hézagterfogat (n):** A kőzet hézagterfogatának és teljes térfogatának a hányadosa.

$$n = V_{\text{hézag}}/V_{\text{teljes}}$$

- A víz mozgásban részt vevő pórustér térfogatának és a teljes kőzet térfogatnak az arányát **szabad hézagterfogatnak** vagy **effektív porozitásnak** nevezik (jele: n_o)

- A **hézagtényező (e):** a pórustérfogatnak a szemcsék térfogatához viszonyított aránya.

$$e = V_{\text{hézag}}/V_{\text{szemcsék}}$$

- Kapcsolat a két tulajdonság között:

- $e = n/(1-n); n = e/(1+e)$

Vízgazdálkodás alapfogalmai

- **Vízgazdálkodás:** a természet vízháztartásának a társadalom szükségleteivel való optimális összehangolására irányuló tervszerű tudományos, műszaki, gazdasági és igazgatási tevékenység; a vizek hasznosítása, hasznosítási lehetőségeinek megőrzése, a vizek kártételei elleni védelem és védekezés.
- **EU Víz Keretirányelve:** Az irányelv szerint meg kell akadályozni vizek állapotának romlását, illetve meghatározott időn belül (általában 15 év alatt) el kell érni a vizek "jó állapotát", amely a természeteshez közeli ökológia állapotot és határértékek szerint szabályozott vízminőségi állapotot jelent. További fontos kritérium a vízzel kapcsolatos szolgáltatások megtérülésének elve és a szennyező fizet elv betartása (2000. december 22.)
- **Monitoring:** valamely környezeti elem (pl. víz, talaj, levegő stb.) mindenkori állapotának és igénybevételének (beleértve a szennyezést is) megismerésére, illetőleg az állapotváltozás nyomon követésére szolgáló mérő-, megfigyelő-, észlelő- és ellenőrző hálózat az adatok mérésével, gyűjtésével, feldolgozásával, nyilvántartásával és értékelésével együtt.

Vízgazdálkodás alapfogalmai

- **Vízháztartás:** adott térben és időben a természetben a víz elhelyezkedésében vagy állapotában természetes erők hatására bekövetkező mennyiségi és minőségi változások összessége, illetve eredője. A vizsgált térbe az időhatárok között belépő és abból távozó vízmennyiségek egy vízháztartási állapotot jellemeznek, amelyben a tárolt vízkészlet nő vagy fogy.
- **Vízmérleg:** a vízkészletek és vízhasználatok viszonyát, pillanatnyi helyzetét mutatja meg. A vízmérleg nem csak a vízjogi engedéllyel már lekötött gazdasági célú vízhasználatokat veszi figyelembe, hanem azt is, hogy a vízkészletek egy meghatározott részét a meder és környezete ökológia igénye szerint természetes állapotban kell fenntartani.
- **Vízkészlet-gazdálkodás:** azoknak a tevékenységeknek az összessége, amelyeknek célja a vizek használatára irányul. A vízkészletgazdálkodás fogalma alatt ma már nemcsak a gazdasági célú felhasználók közötti elosztást értjük, hanem a vízkörforgás elemei közötti arányok figyelembe vételét, az ökológiai igények kielégítését, és a lehető legtöbb természeti és társadalmi kölcsönhatás szerinti szabályozást a vízgyűjtő egész területén.

- Köszönöm a figyelmet!
 - Következő gyakorlat C/2 Hidrogeológia Labor!

