

Bevezetés a hidrogeológiába

Kreditkód: gg1n1K34

Földtudomány és környezettudomány BSc

3. szemeszterben

meghirdetett kurzus

7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel a felszín alatti vizekből

Előadó és az elektronikus tananyag összeállítója:

Mádlné Dr. Szőnyi Judit

egyetemi docens

7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból, folyókból tavakból

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

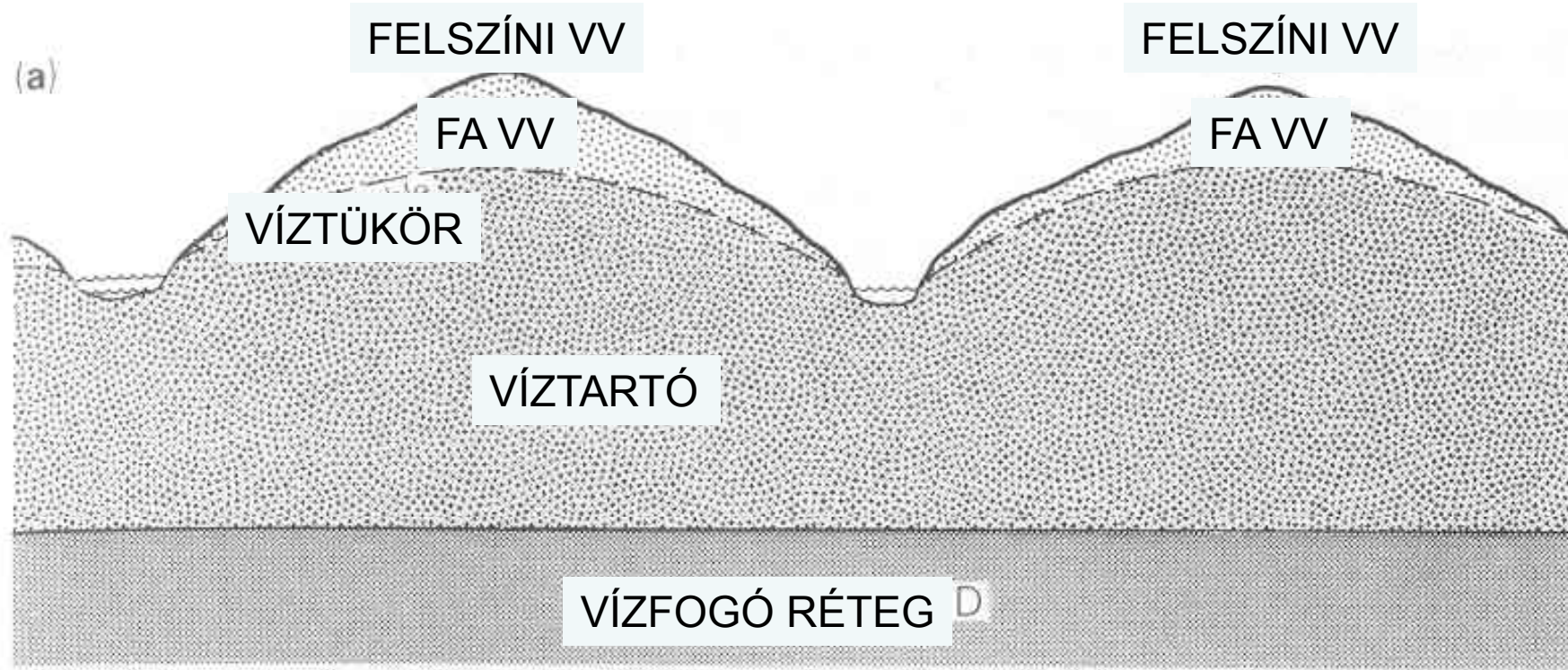
7.5.3 Vízáramlás kutakhoz

7.5.3.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

7.5.3.2. A depressziós tölcser kialakulása, kapcsolódó fogalmak

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

Vízgyűjtő terület: vízvásztókkal lehatárolt térrész ahonnan a csapadékból származó víz egy befogadóba (folyóba, patakba, tengerbe) jut.

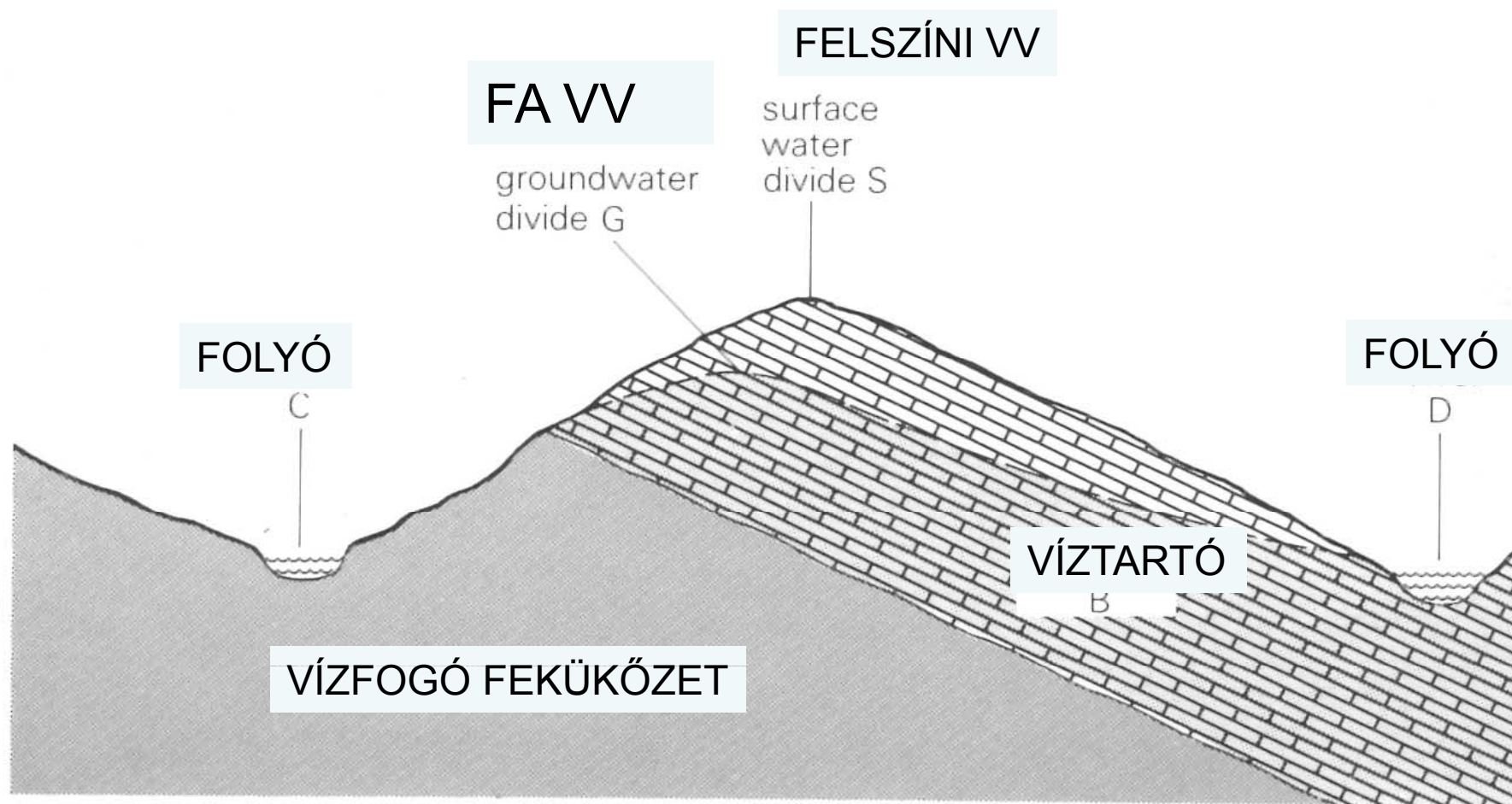


Impermeábilis felszín —————> Felszíni lefolyás Price (1985)

Permeábilis felszín —————> Felszín alatti lefolyás

FELSZÍNI ÉS FELSZÍN ALATTI VÍZGYŰJTŐ ELKÜLÖNÜL VAGY EGYBEESIK

Karsztos területen gyakran nem esnek egybe a felszíni és felszín alatti vízválasztók



7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból, folyókból, tavak

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

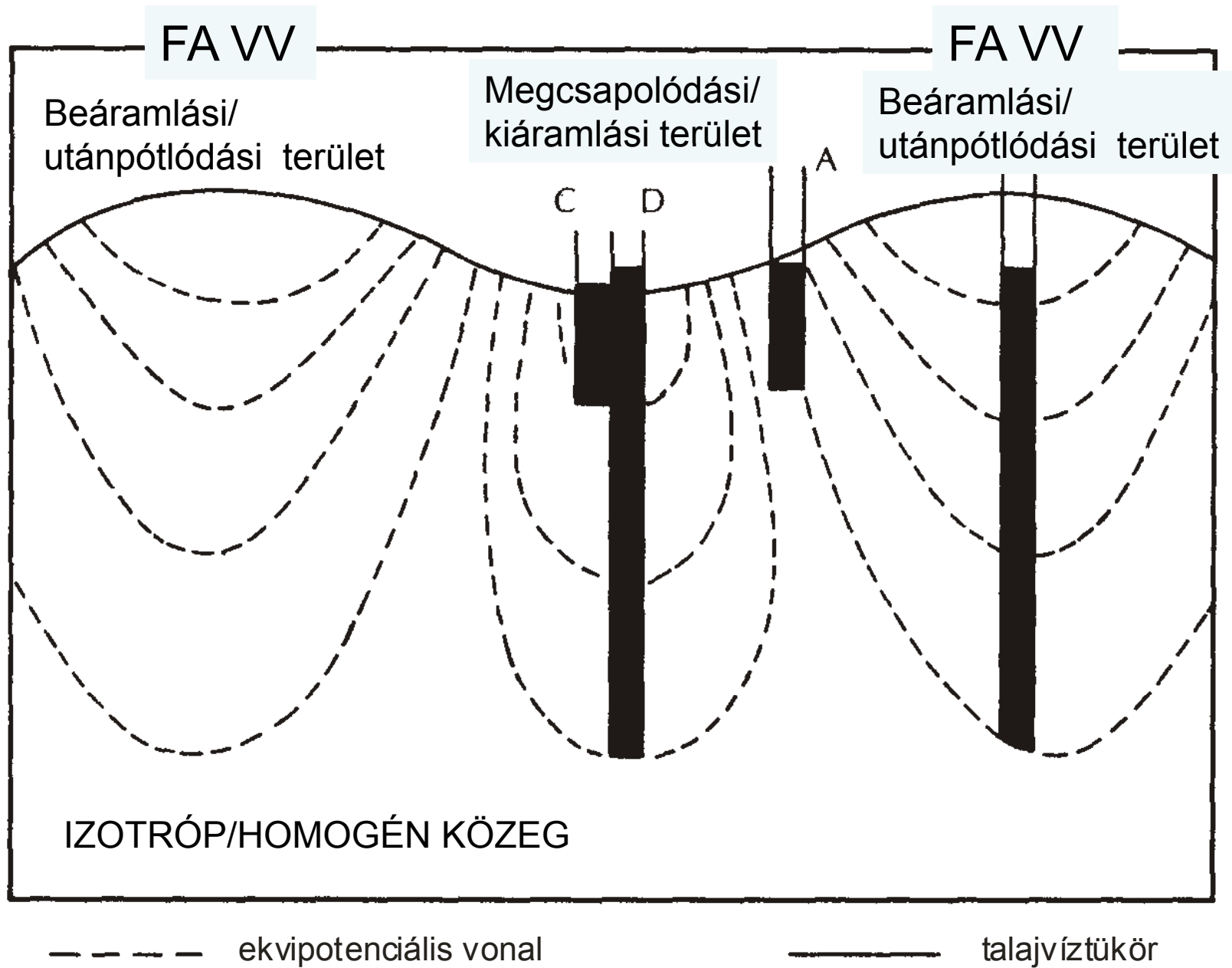
7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

7.5.3 Vízáramlás kutakhoz

7.5.3.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

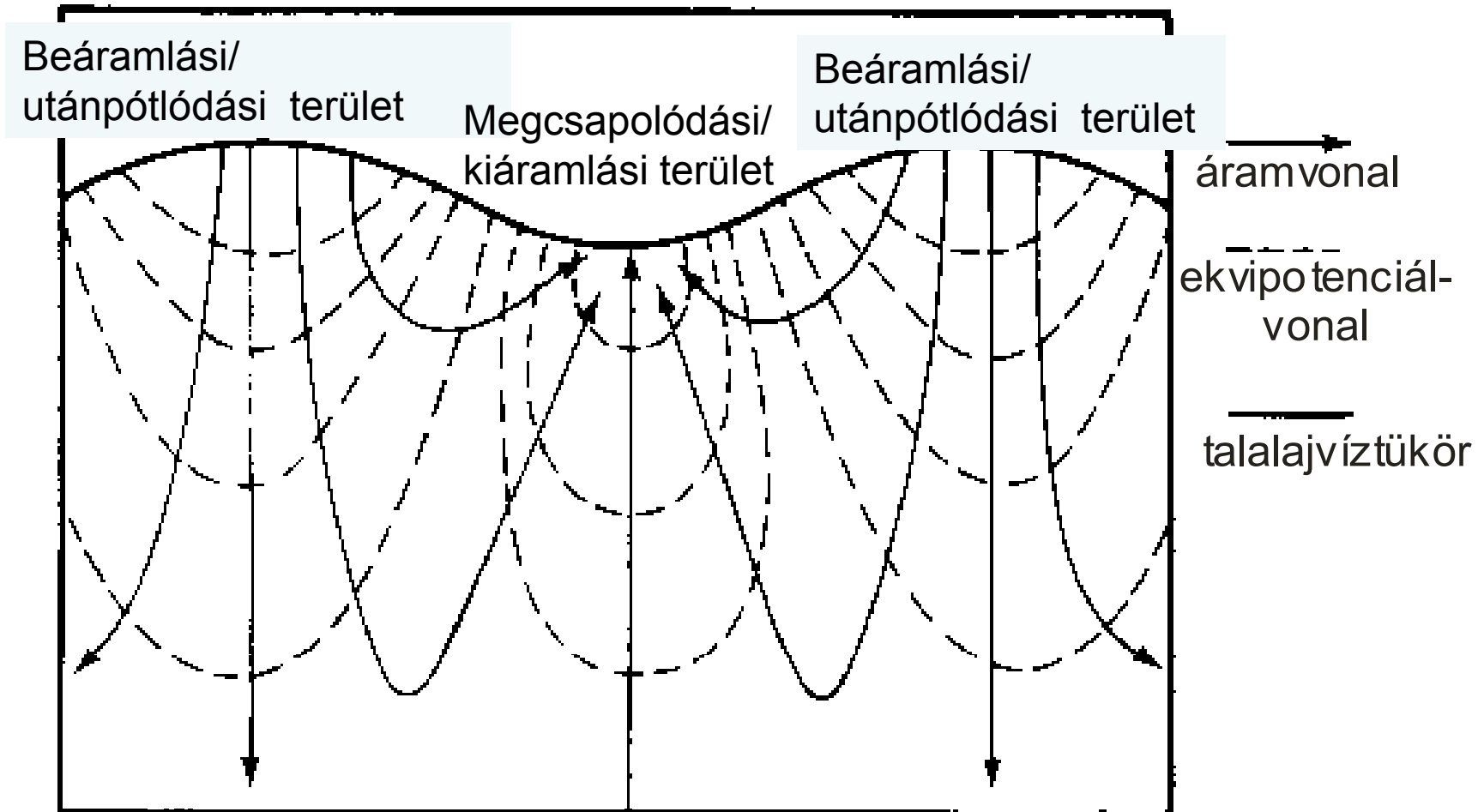
7.5.3.2. A depressziós tölcser kialakulása, kapcsolódó fogalmak



Ekvipotenciál: azonos nyugalmi vízszintű pontok halmaza

(Fetter, 1994)

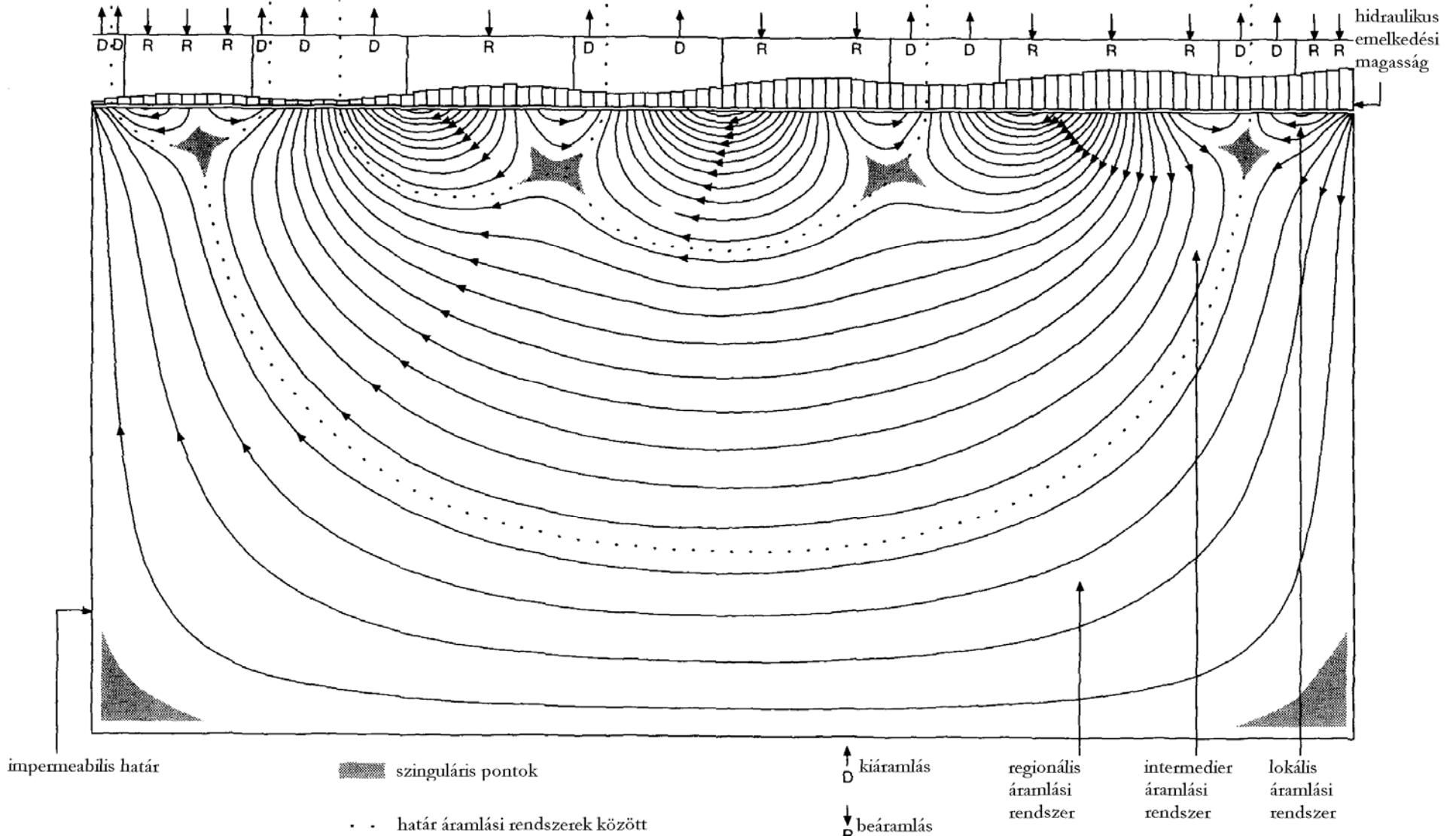
Áramvonalak: az ekvipotenciál vonalakra merőlegesek (izotróp közeg esetén), amelyek mentén mozognak a vízrészecskék



Ekvipotenciáleloszlás és áramvonalak (Hubbert, 1940 in Fetter, 1994)

Áramlási rendszerek: hullámosos terepszínű, homogén litológiájú FAV medencében

BE: CSAPADÉK KI: ET, Tavakban, mocsarakban, folyóban



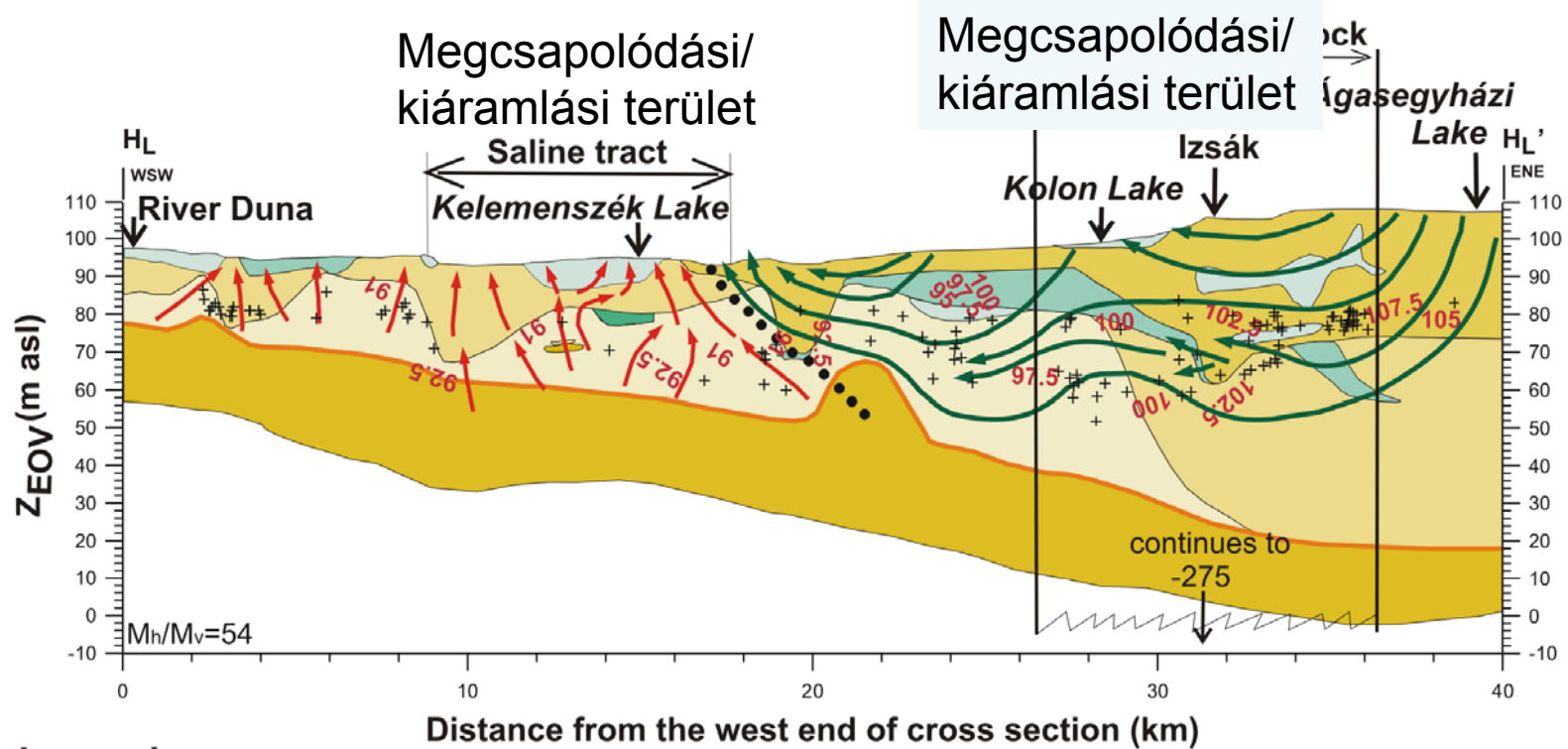
Analitikusan számolt áramkép az áramvonalak megjelenítésével

BE=RECHARGE, KI= DISCHARGE

(Tóth, 1963; módosítva Engelen et al., 1996 után)

Áramlási rendszerek egy valós vízgyűjtő medencében, Duna-Tisza köze

Beáramlási/
utánpótlódási terület



Legend

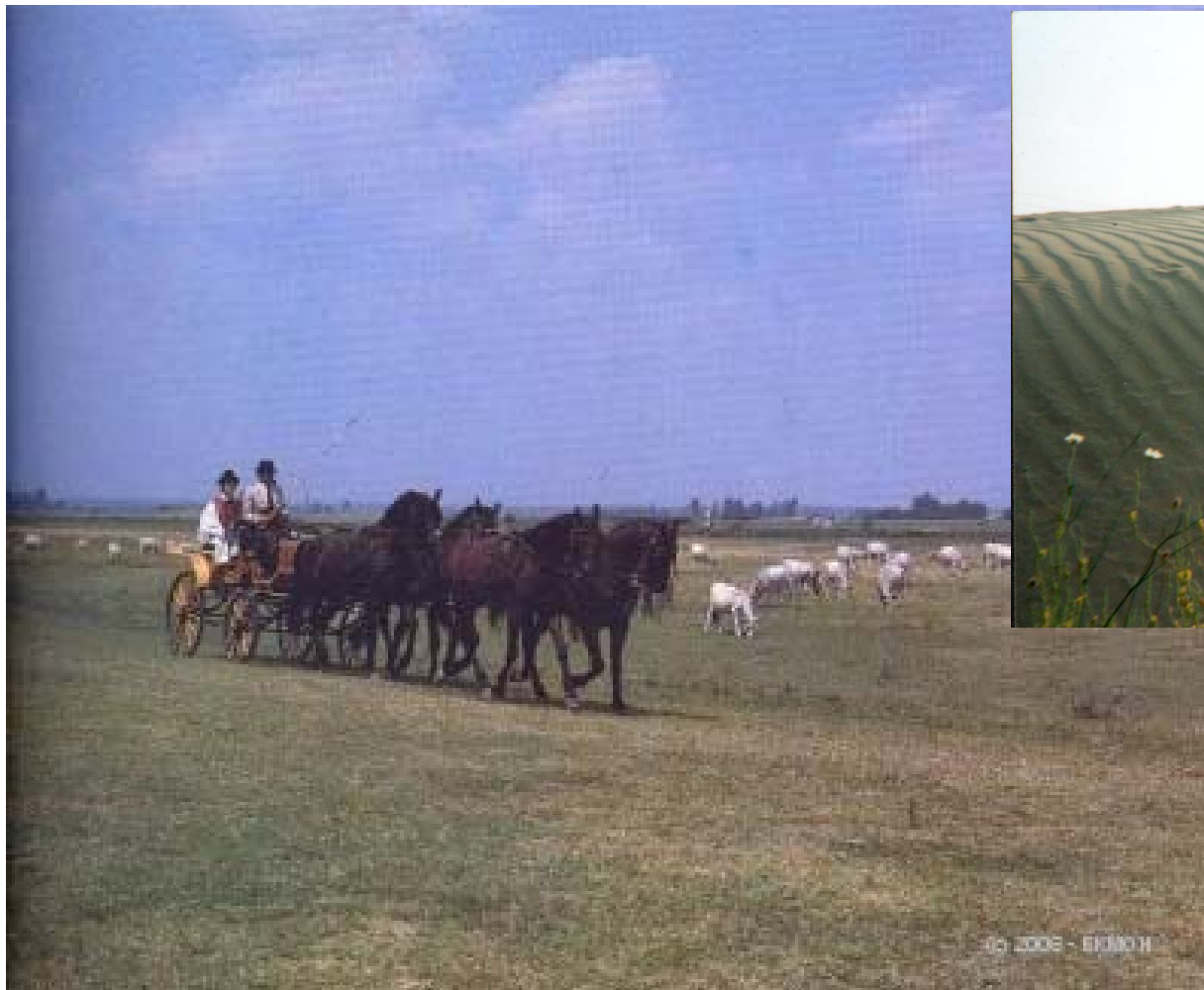
- Hydrostratigraphic units: AF_G; AF₁; AF₂; AF₃; Great Plain AF; AT₁; AT₂; AT₃;
 → Path of basinal-flow; → Path of gravity-flow; -100- Hydraulic head contour (m asl); + Control point;
 — Base of gravel AF_G; ••••• Boundary between gravity-drive and compressional-flow regimes

(Mádl-Szőnyi and Tóth 2009)

BE/UTÁNPÓTLÓDÁSI-RECHARGE TERÜLETEK

Jellemző: mélyfekvésű talajvíztükör,
száraz körülmények

<http://www.bacsportal.hu/galeria/page,inline/id,1/catid,4/limitstart,0/>



Bugacpuszta, Duna-Tisza köze

KI/MEGCSAPOLÓDÁSI-DISCHARGE TERÜLETEK

Jellemző: sekély talajvíztükör, nedves körülmények



**Kelemenszék-tó:
sós talaj, tó, talajgyengeség**

Kolon-tó: láp, rét, édesvizi mocsár

7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból, folyókból, tavakból

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

7.5.3 Vízáramlás kutakhoz

7.5.3.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

7.5.3.2. A depressziós tölcser kialakulása, kapcsolódó fogalmak

Vízgyűjtő medencék: karszton I.

Első lépés: peremfeltételek, a vízgyűjtő határainak megállapítása.

- Egyalkotós karsztrendszer:

Utánpótlás: csak területi

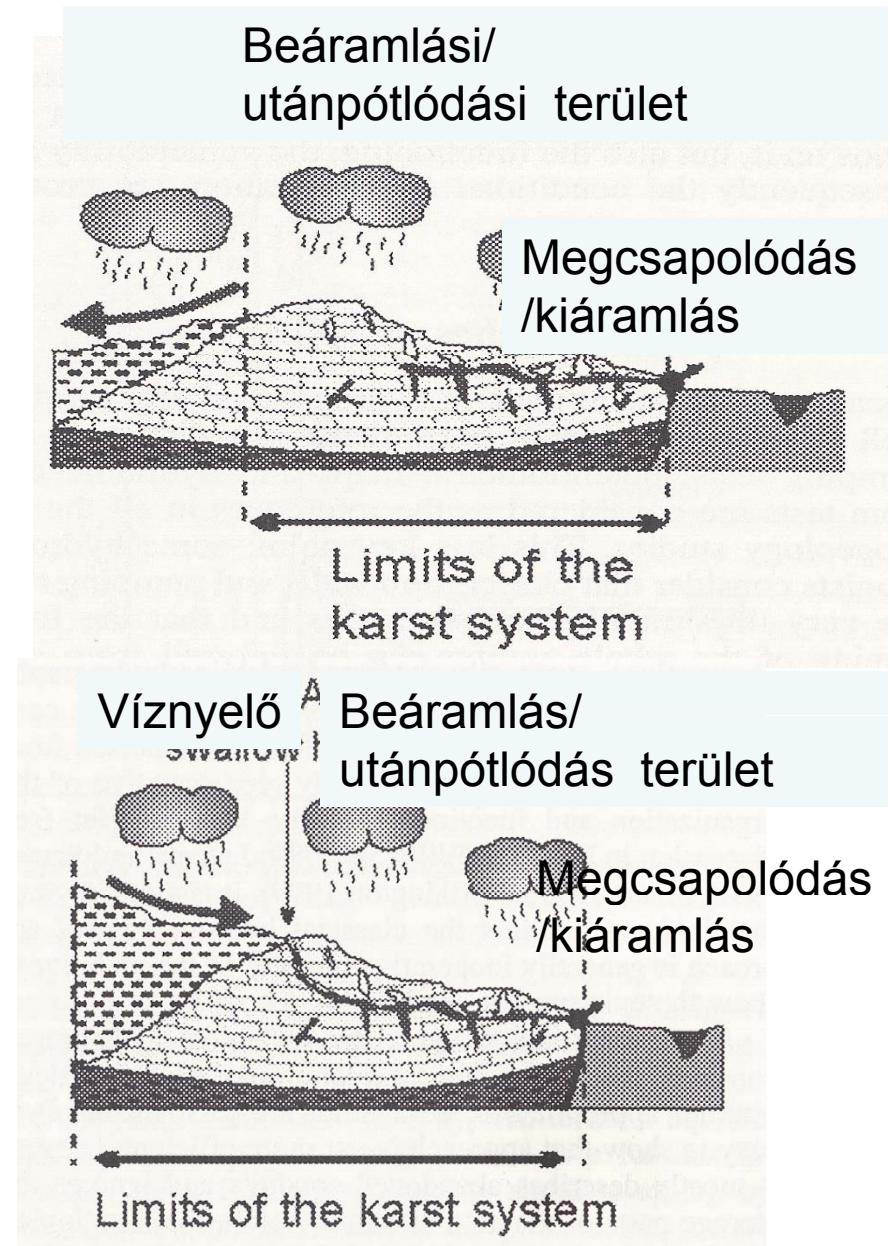
- a vízgyűjtőn csak karsztos kőzet van
- az utánpótlás a lehulló csapadékból származik

- Kétalkotós karsztrendszer:

Utánpótlás: területi és koncentrált

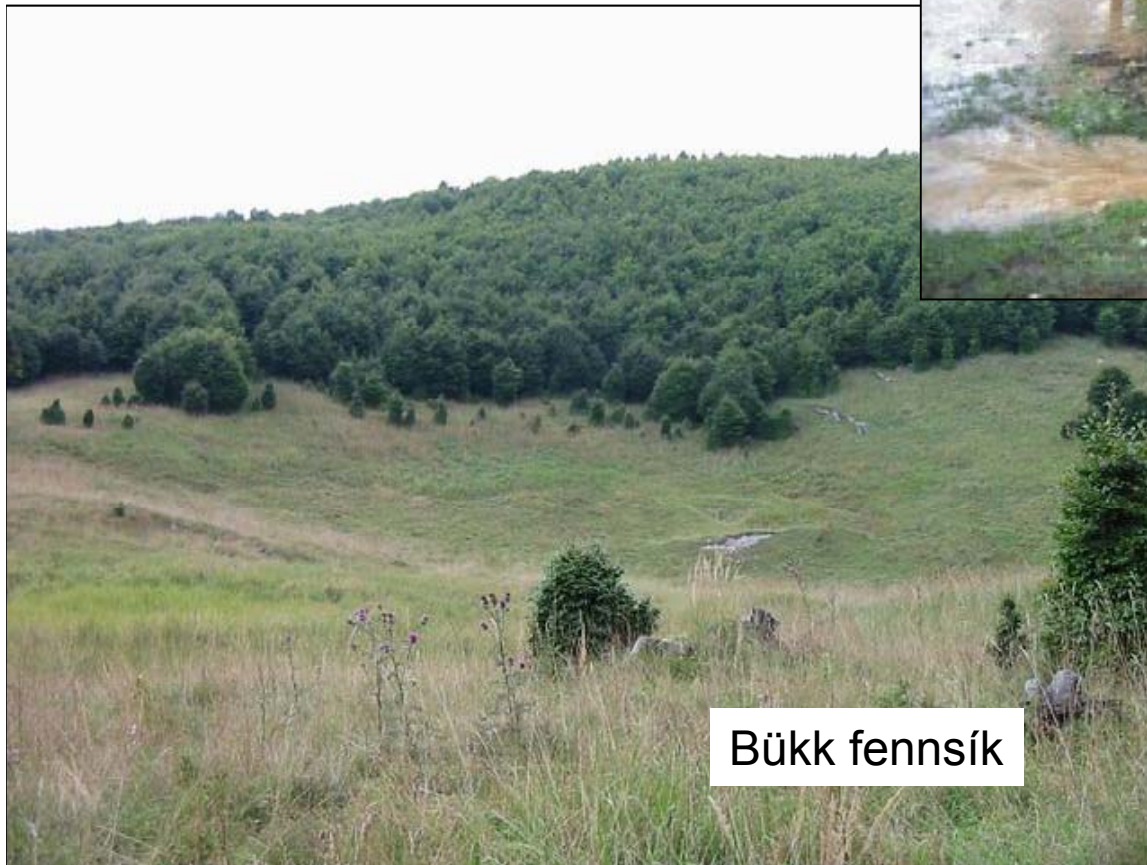
- nem karsztos kőzetek is a vízgyűjtő részét képezik
- lefolyás (hózzáfolyás) történik a szomszédos kis permeabilitású kőzetfelszínről

(Marsaud, 1996)



UTÁNPÓTLÓDÁS

TERÜLETI

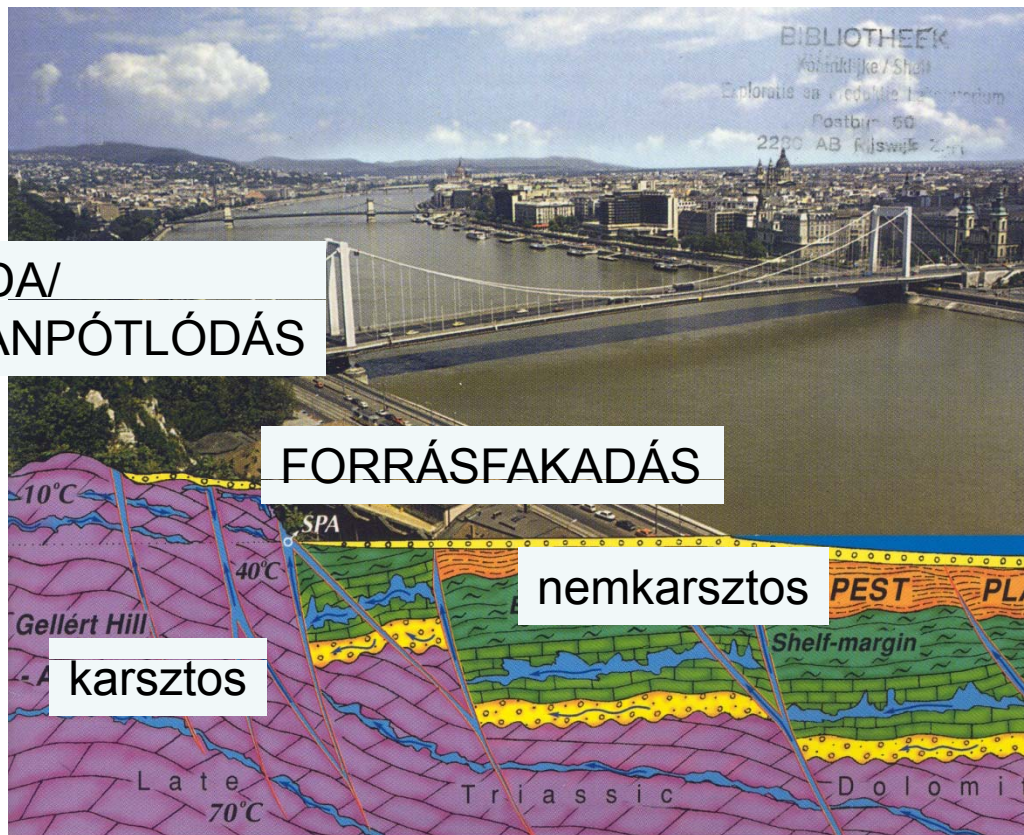


KONCENTRÁLT/ VÍZNYELŐ

nem karsztos és karsztos kőzet határán a víznyelőben tűnik el a nem karsztos vízgyűjtőről érkező felszíni vízfolyás vize (ált. völgy vagy meder vezet hozzá)

Erózióbázis

- A karszt regionális erózióbázisa a karsztterület egészének fő megcsapolódási helye. Rendszerint környezetének legalacsonyabb területe: a legalacsonyabban fekvő karsztos kőzet szintje, környező nem karsztos térszín, folyóvölgy, tó, tenger



BUDA/
UTÁNPÓTLÓDÁS

FORRÁSFAKADÁS

nemkarsztos

karsztos

A Budai Termálkarszt erózióbázisa a Duna, amely a karsztos és nem karsztos kőzetek érintkezési felületén folyik egy fő szerkezeti vonal mentén.

• MEGCSAPOLÓDÁS

(Ford & Williams, 1989)

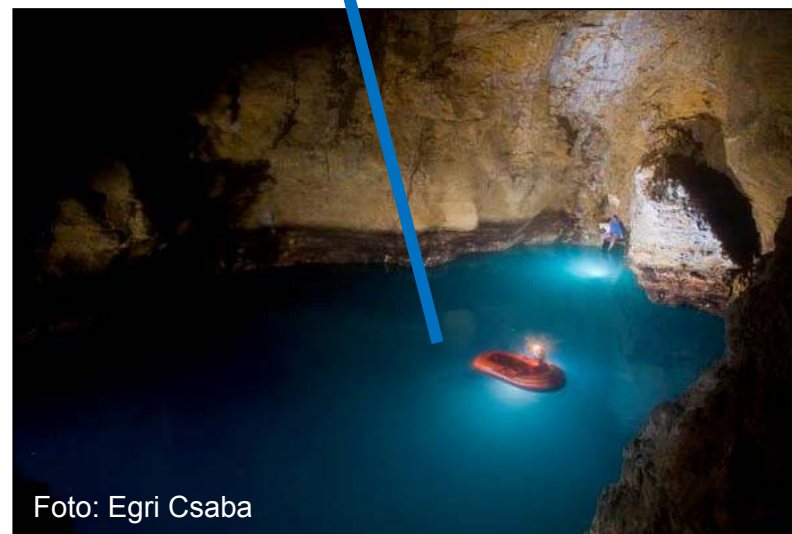
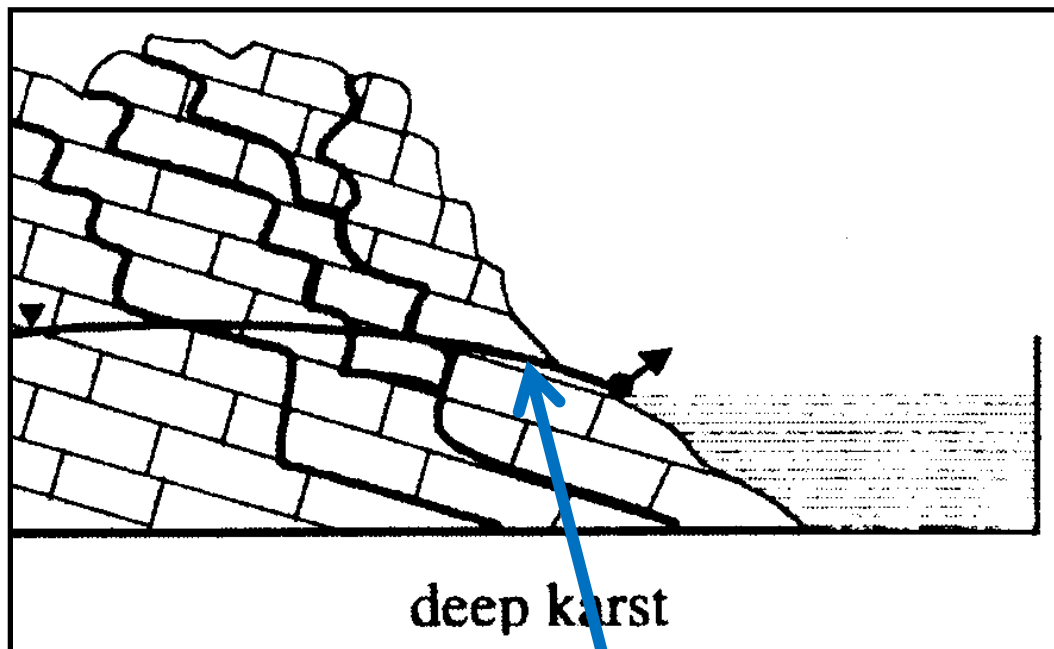
Mélykarszt

- A víztartó bázisa (a karsztos közet alja) az erózióbázis alatt van.

Megcsapolódás:

a források az erózióbázison fakadnak.

a források hozama általában stabil



Alagút és Boltív forrás Rózsadomb

Foto: Egri Csaba

MEGCSAPOLÓDÁS

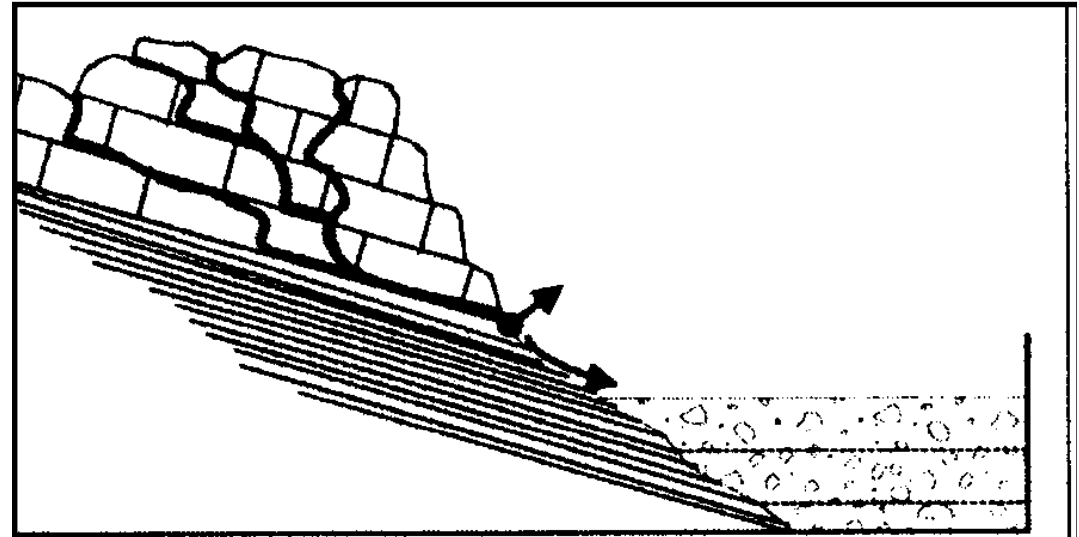
(Ford & Williams, 1989)

- **Sekélykarszt**

- A víztartó bázisa az erózióbázis felett van.
- A karsztrendszer alsó határa egy nem karsztos, vízfogó kőzet.

Megcsapolódás:

- A források a két kőzet kontaktusán fakadnak.
- A források hozama erősen ingadozó.



Judit –forrás, Bakony

7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból, folyókból, tavakból

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

7.5.3 Vízáramlás kutakhoz

7.5.3.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

7.5.3.2. A depressziós tölcser kialakulása, kapcsolódó fogalmak

Utánpótlódás csapadékból

Beszivárgási kapacitás: megmutatja, hogy mennyi vizet tud időegység alatt elnyelni a talaj.

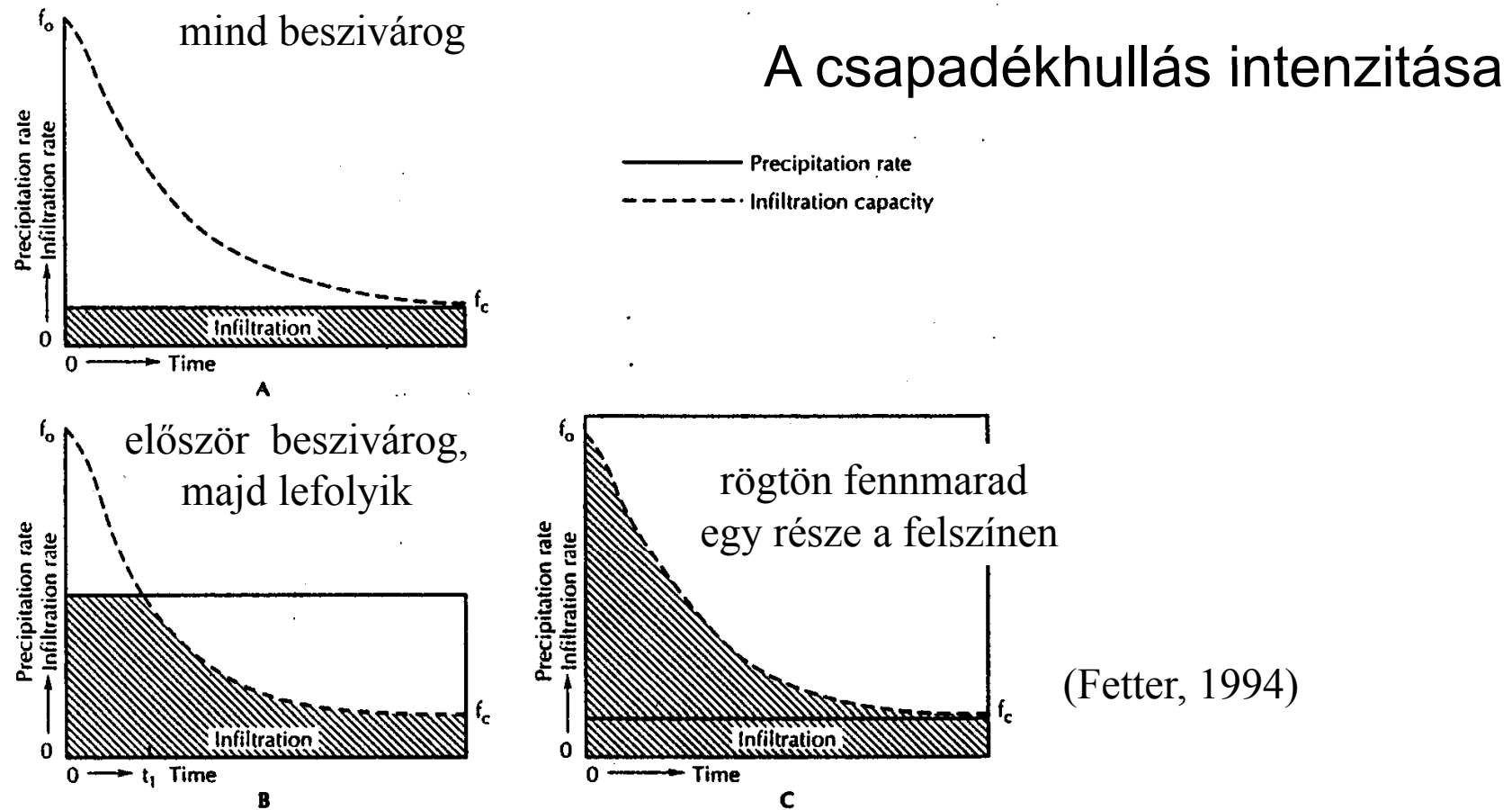
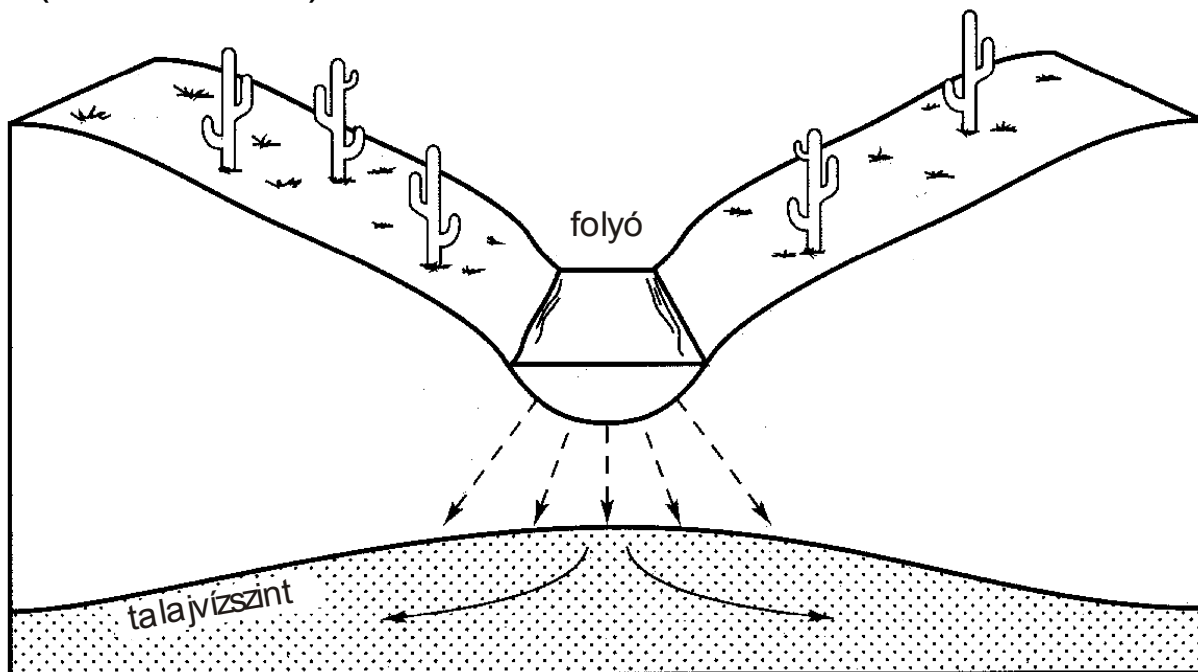


FIGURE 3.2 Relationship of infiltration capacity and precipitation rate. A. Precipitation rate less than equilibrium infiltration capacity. B. Precipitation rate greater than equilibrium infiltration capacity but less than initial infiltration capacity. C. Precipitation rate greater than initial infiltration capacity.

Utánpótlódás folyókból: ARID RÉGIÓ RÁTÁPLÁLÓ FOLYÓ

(Fetter, 1994)



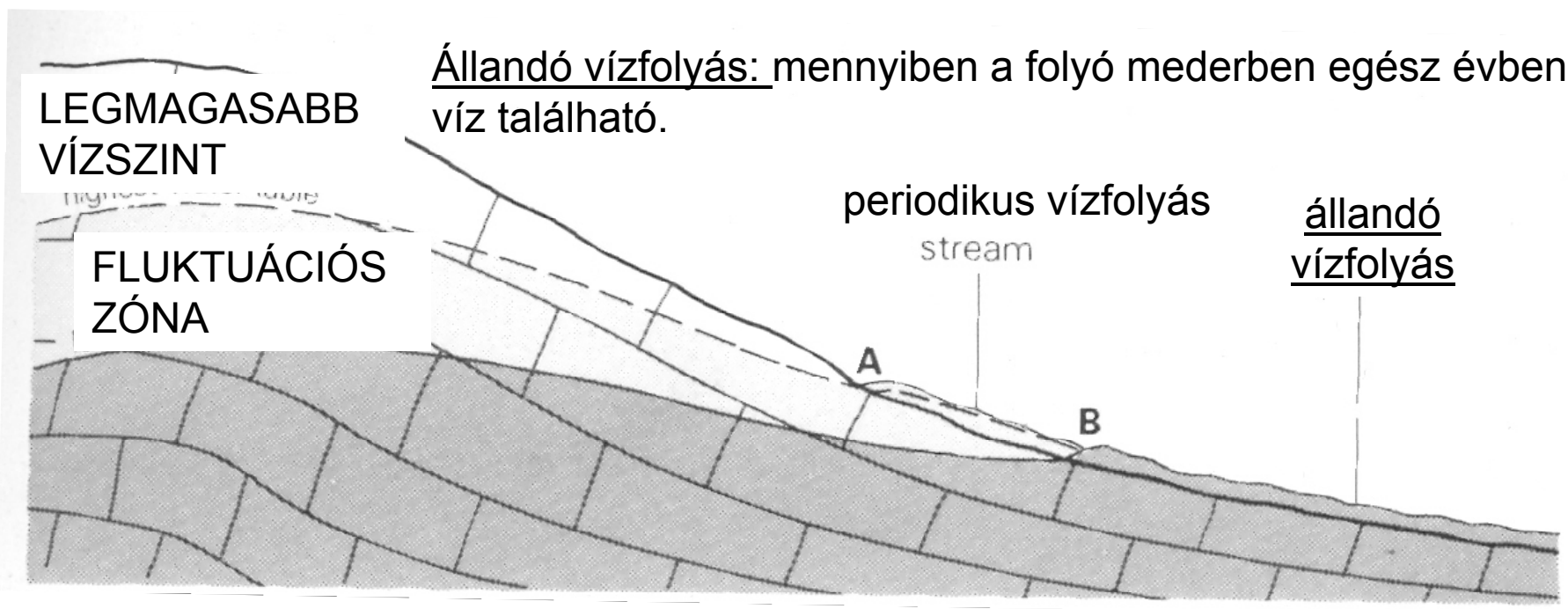
Rátáplálás mértéke függ:
vízszinttől, allúvium áteresztő-képességétől



Izrael, időszakos
rátápláló vízfolyás

Időszakos vízfolyás: ha a folyómederben csak egy ideig található víz, napok, hetek, hónapok, évek

Epizodikus vízfolyás: félsivatagi viszonyok között jelennek meg, ritkák, medrük nem annyira meghatározott, mindig rátáplálók



Állandó vízfolyás: mennyiben a folyó mederben egész évben víz található.

Periódikus vízfolyás: az év bizonyos szakaszában vagy szakaszaiban működnek, csapadékos évszakban, hóolvadáshoz köthetően, a megemelkedett talajvízszint váltja ki kialakulását

Price (1975)

Utánpótlódás: tavakból rátáplálnak a felszín alatti vízre



(Winter nyomán)

7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

7.5.3 Vízáramlás kutakhoz

7.5.3.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

7.5.3.2. A depressziós tölcser kialakulása, kapcsolódó fogalmak

Evapotranspiráció

Jelenségek:

tenger felületéről / nyílt vízfelületről (tavak folyók) szabad vízfelület

a szárazföld felületéről- szabad talajfelület

földfelszín

evaporáció

felszín alatti víz

evaporáció

növények

transpiráció

EGYÜTT: EVAPOTRANSPIRÁCIÓ

- Potenciális evapotranspiráció (Thorntwait): talajnedvesség korlátozása nélkül adott klímán előforduló maximális ET
- Aktuális evapotranspiráció: a tényleges talajnedvesség viszonyok mellett adott klímán előforduló maximális ET

7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

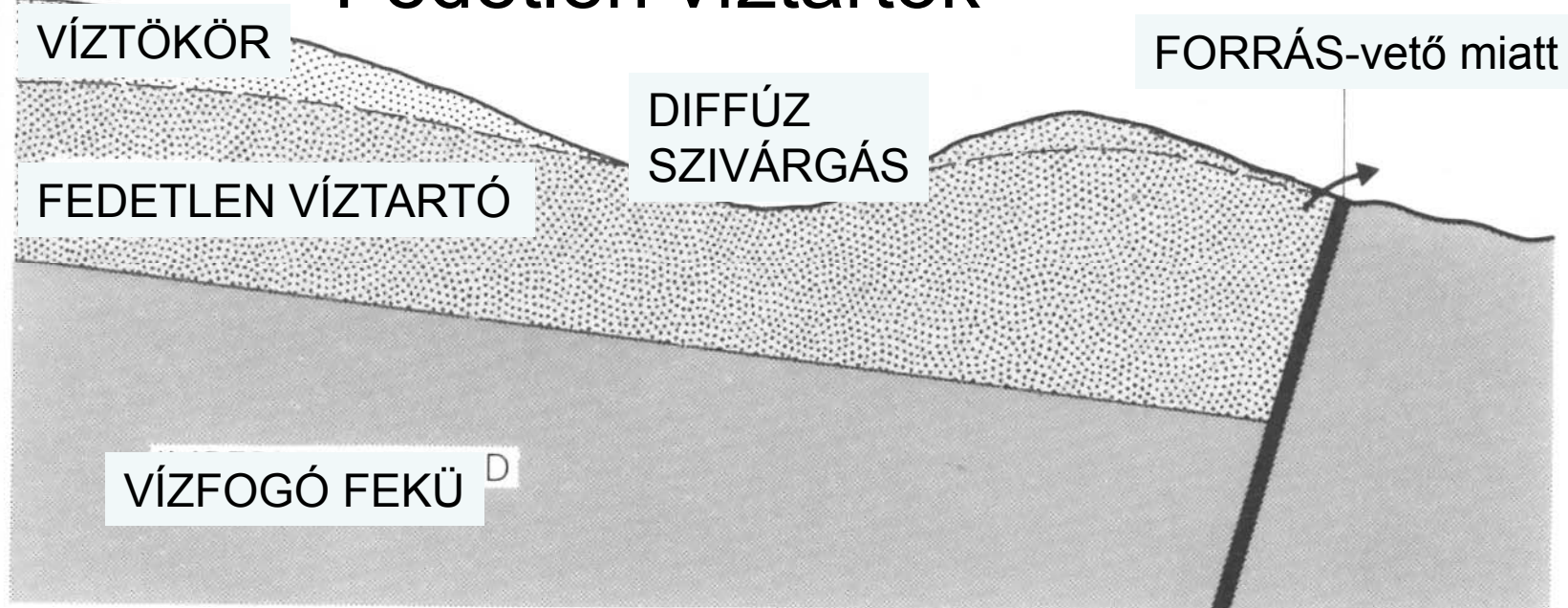
7.5.3 Vízáramlás kutakhoz

7.5.3.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

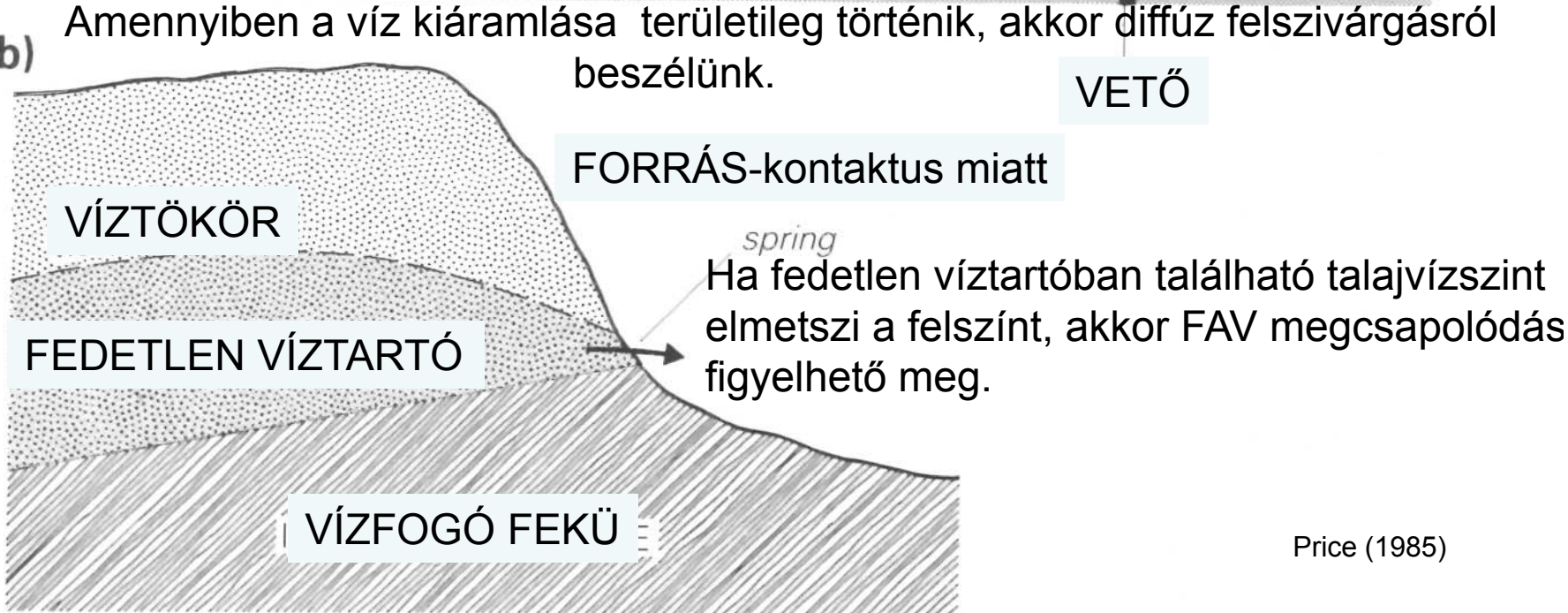
7.5.3.2. A depressziós tölcser kialakulása, kapcsolódó fogalmak

Fedetlen víztartók

(a)



(b)

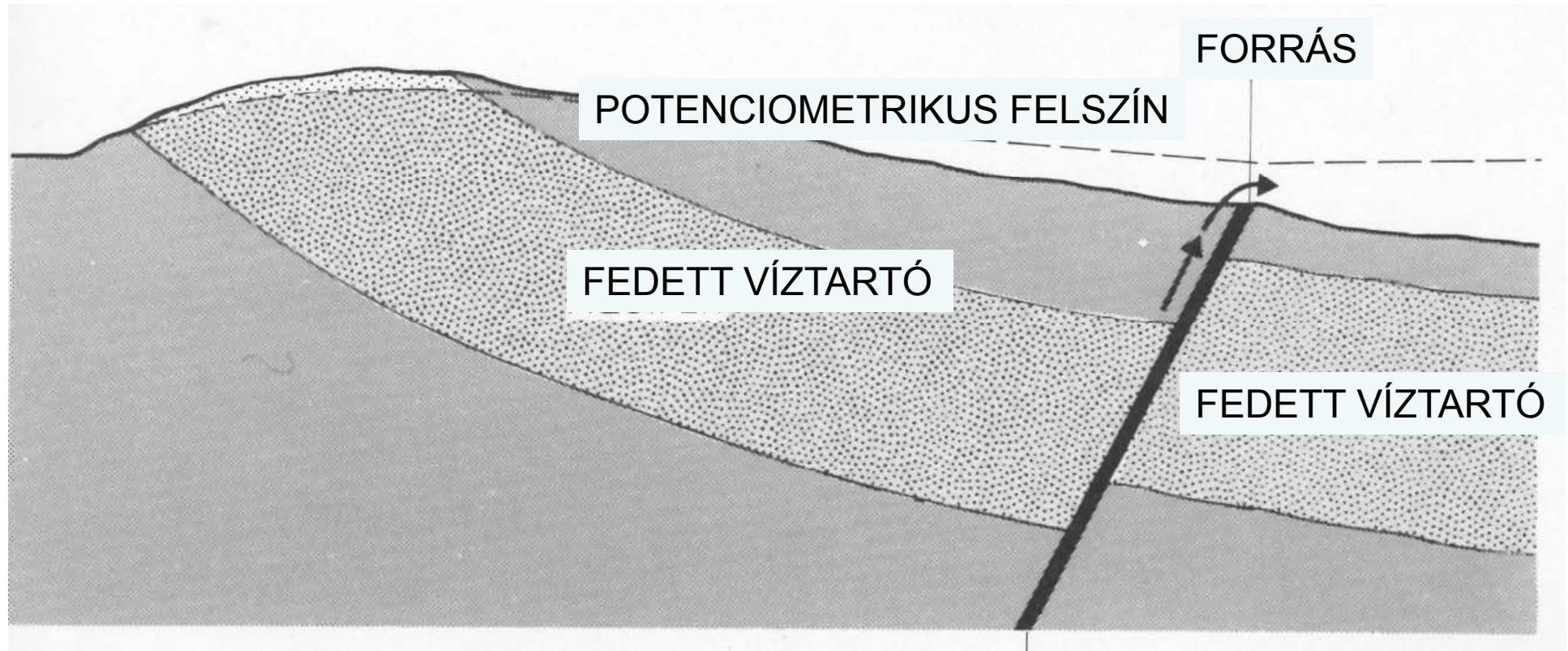


Ras-el-Ain forrás táplálja az Eufrátesz mellékfolyóját a Khabourt



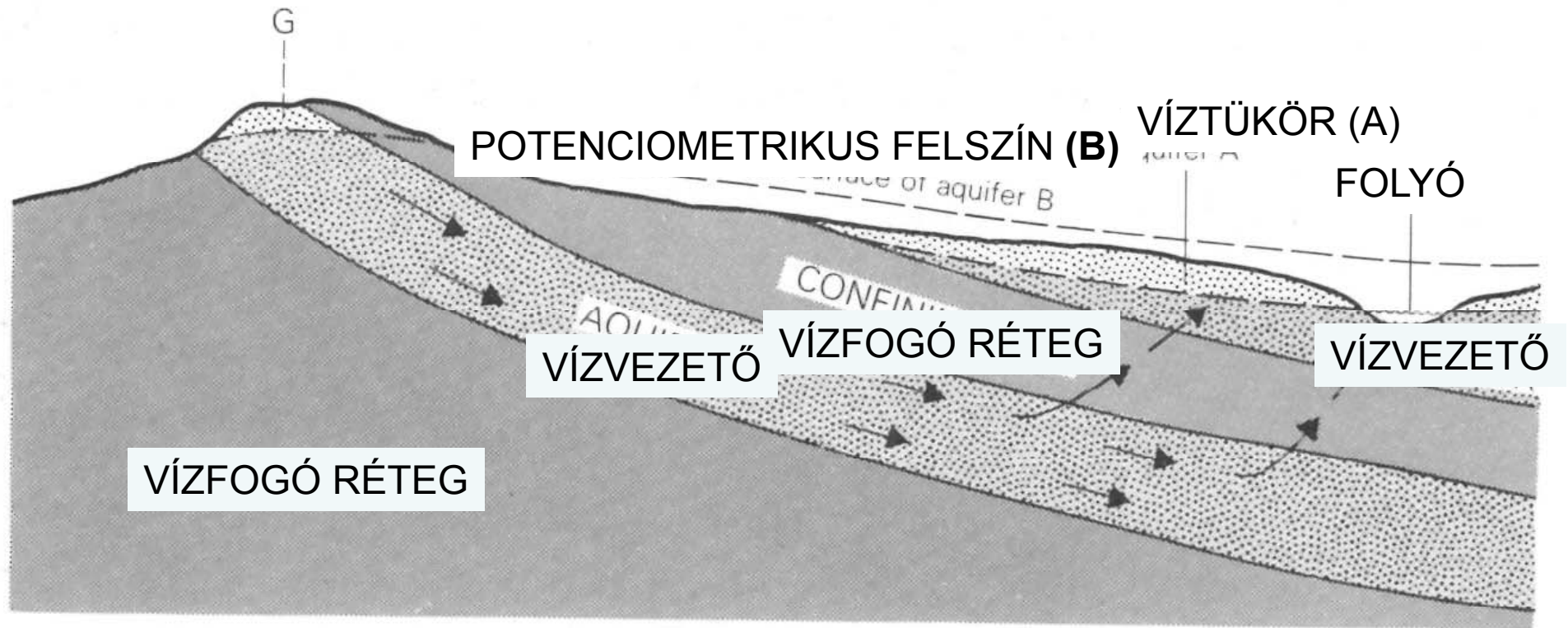
<http://www.dkimages.com/discover/Home/Geography/Asia/Lebanon/Lebanon-109.html>

Fedett víztartó: forrásfakadás vetők révén



A vezető vető lehetővé teszi a víz felszínre jutását a fedett víztartóból.
A forrás nyugalmi vízszintje a potenciometrikus szintnek megfelelő.

Fedett víztartó: rétegen keresztüli átszivárgás talajvíztükörig, folyómederig



7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból, folyókból, tavakból

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban, tavakban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

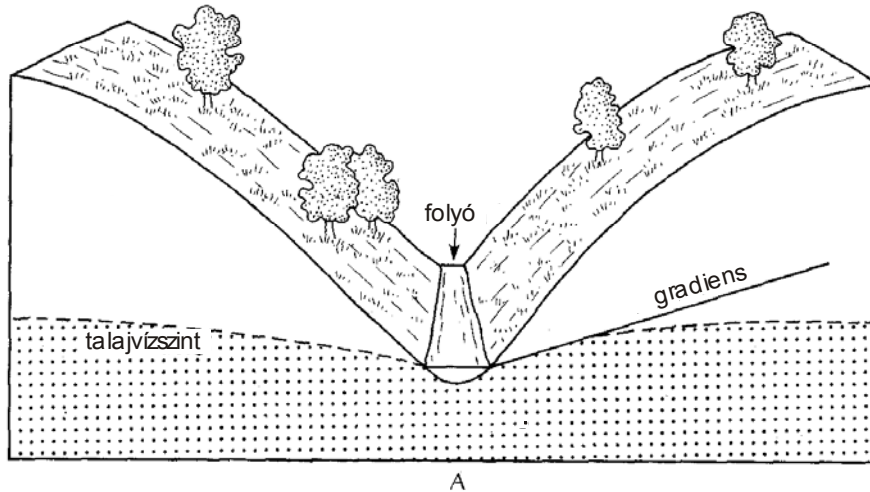
7.5.3 Vízáramlás kutakhoz

7.5.3.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

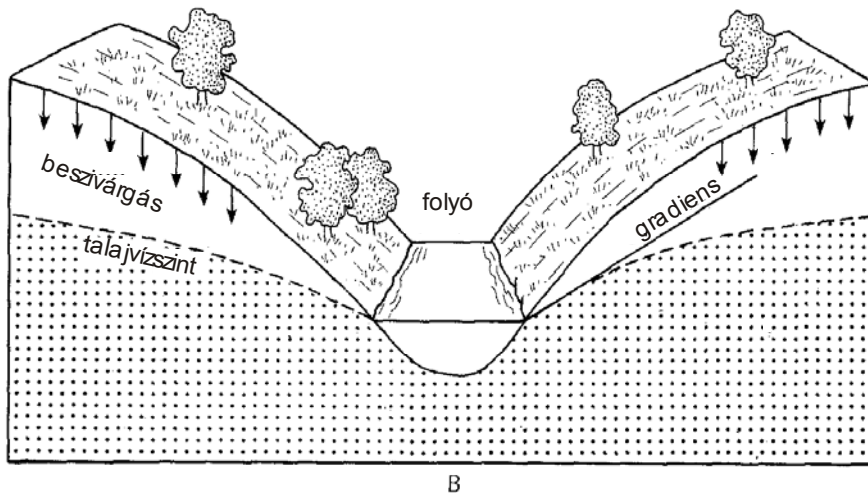
7.5.3.2. A depressziós tölcser kialakulása, kapcsolódó fogalmak

MEGCSAPOLÓ FOLYÓ, HUMID RÉGIÓ

A folyóba a víz mederszivárgás révén kerül.



Megcsapolás mértéke függ:
vízszint gradienstől



A talajvízszint-gradiens hatása
a folyóvízi hozamra.
A folyóba a felszín alól bekerülő vízhozam
egyenesen arányos a vízszint lejtésével,
a hidraulikus gradienssel és a környező
kőzetek szivárgási tényezőjével

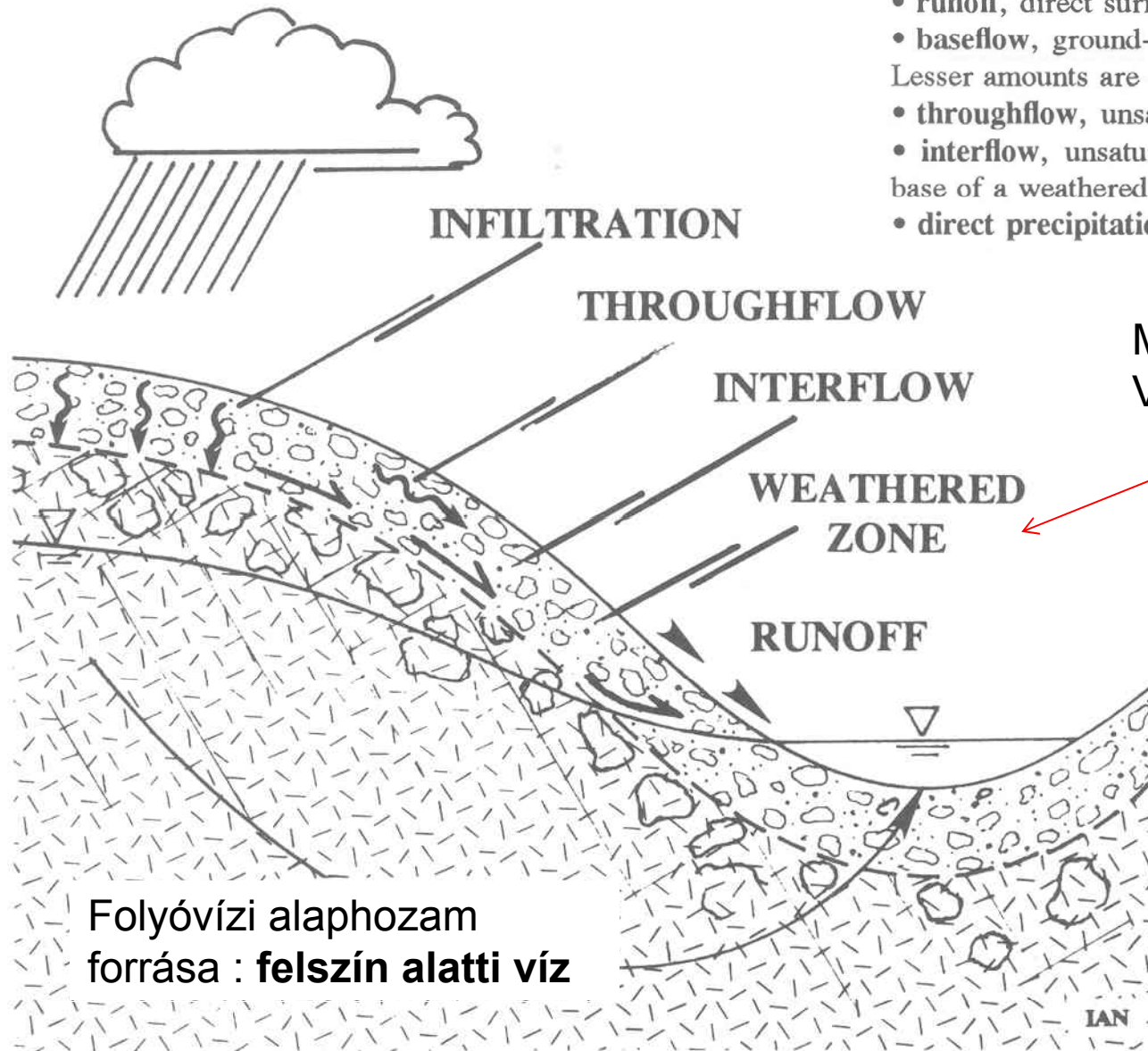
(Fetter, 1994)

Streamflow. The water present in streams is mainly a function of,

- **runoff**, direct surface-water inflow to the stream; and
- **baseflow**, ground-water discharge to the stream.

Lesser amounts are derived from,

- **throughflow**, unsaturated flow in the vadose zone;
- **interflow**, unsaturated flow, in concentrated form, at the base of a weathered zone, or along a fault zone; and
- **direct precipitation**, rain falling directly into the stream.



MEGCSAPOLÓ FOLYÓ
VÍZHOZAM KOMPONENSEI

Folyóvízi alaphozam:
nagyon sokáig nem hull
csapadék, ekkor a folyók
vízhozama kizárólag a FAV
megcsapolódásából
származik

Folyóvízi alaphozam
forrása : **felszín alatti víz**

(Watson et al., 1995)

Felszín alatti víz megcsapolódás: tavakban



(Winter nyomán)

7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból, folyókból, tavakból

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

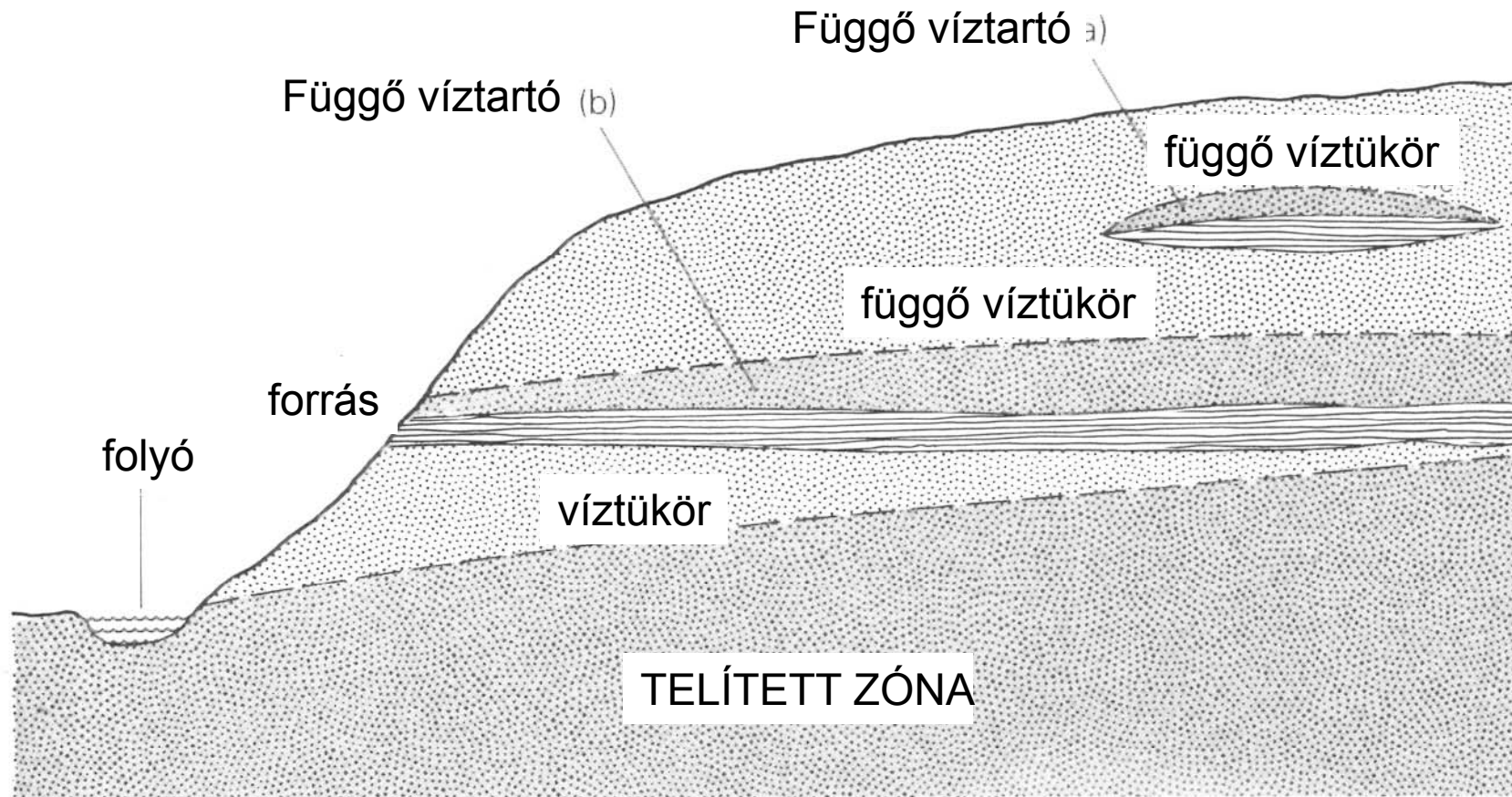
7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

7.5.3 Vízáramlás kutakhoz

7.7.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

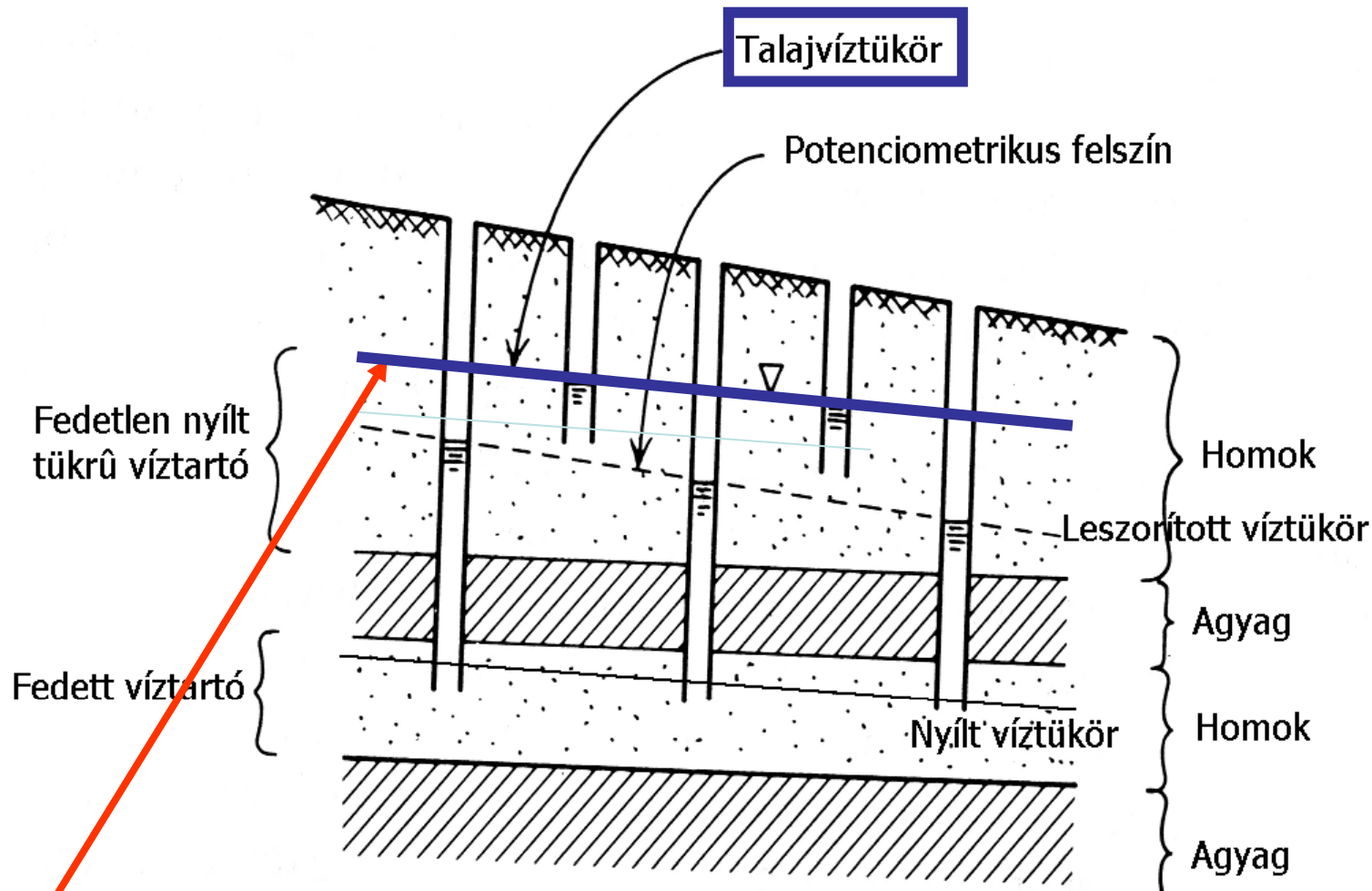
7.7.2. A depressziós tölcsér kialakulása, kapcsolódó fogalmak



(Price, 1985)

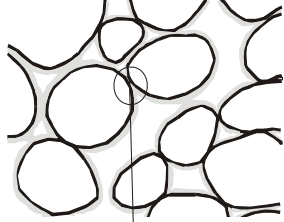
- Függő-víztartó: a telítetlen zónában található kis permeabilitású réteg.
- A fölötté kialakuló telített vízlencse a függővíz.
- A függő-víztartó általában korlátozott kiterjedésű. Belőle források fakadnak, vagy a víz a fő talajvízszint felé szivárog.

Fedetlen nyílt tükrű víztartók



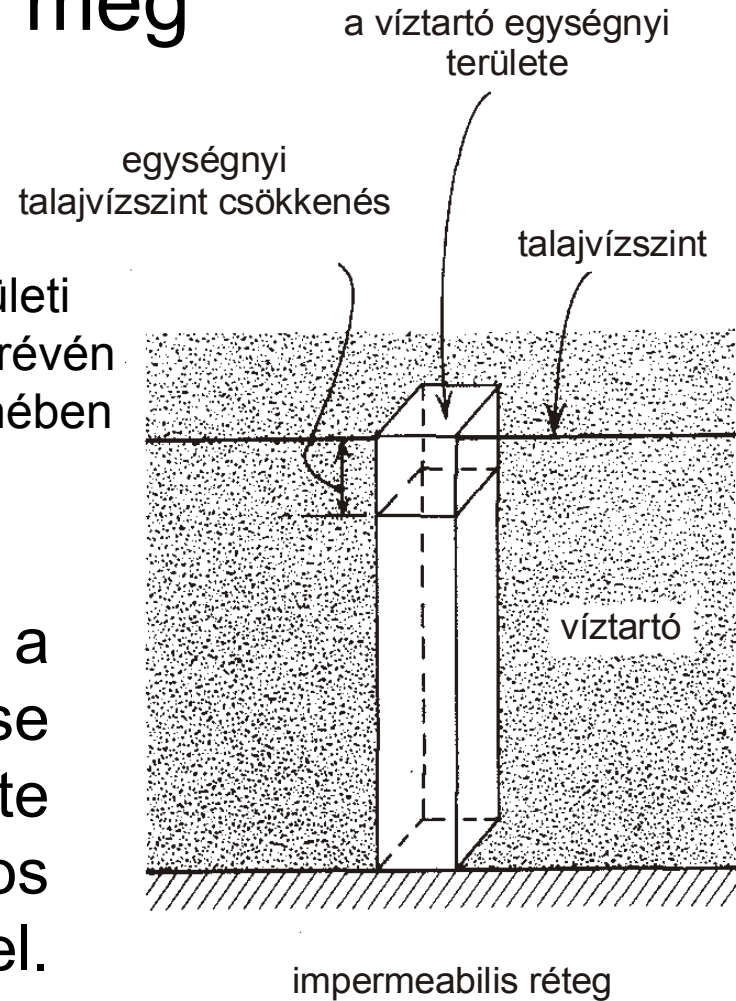
Fedetlen (unconfined) víztartó: a víztartó rétegben előforduló víz felszínére atmoszferikus nyomás hat. A víztartóban kialakuló – nyílt tükrű – talajvíz, a víztartó felső szintje alatt található.

A fedetlen víztartókból kitermelhető vízmennyiséget a víztartó fajlagos hozama S_y határozza meg



S_r fajlagos visszatartás: A felületi feszültség és a molekuláris erők révén visszatartott víz a gravitáció ellenében
 $n = S_r + S_y$

S_y : az a víztérfogat, amely a talajvízszint egységnyi csökkentése hatására a víztartó egységnyi területe alól felszabadul a tározásból. Arányos a porozitással, de kisebb annál S_r -rel. Szokás n_{eff} azaz effektív, azaz közlekedő porozitásnak nevezni.



(Ferris et al., 1962 után Freeze et al.)

7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból, folyókból, tavakból

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

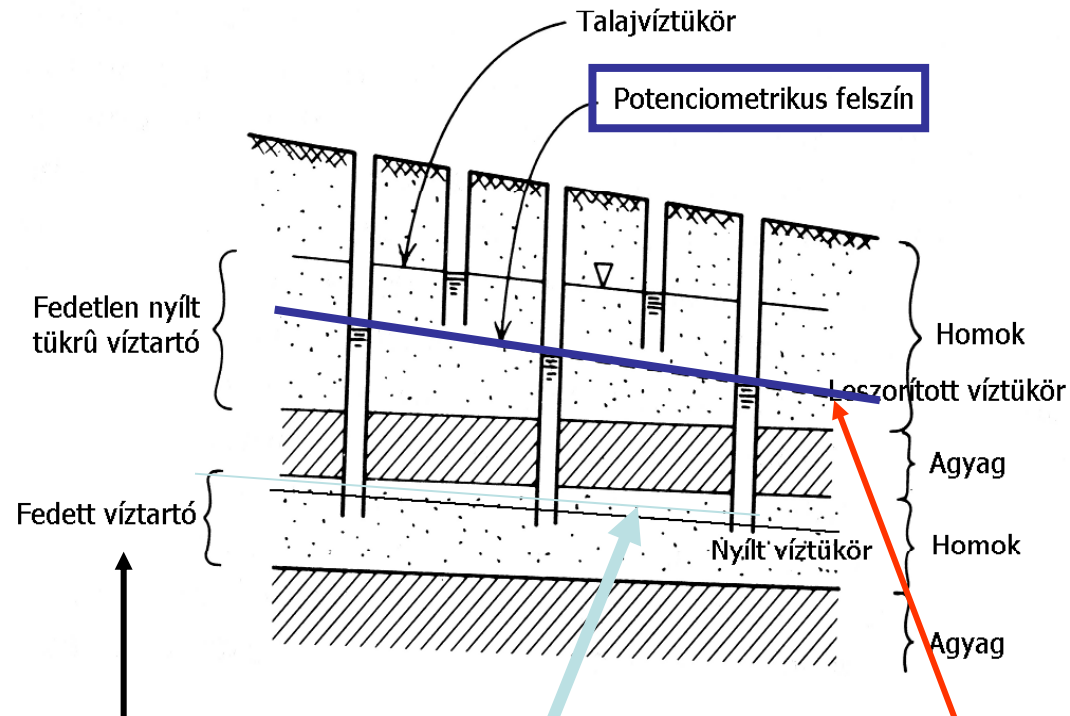
7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

7.5.3 Vízáramlás kutakhoz

7.7.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

7.7.2. A depressziós tölcsér kialakulása, kapcsolódó fogalmak

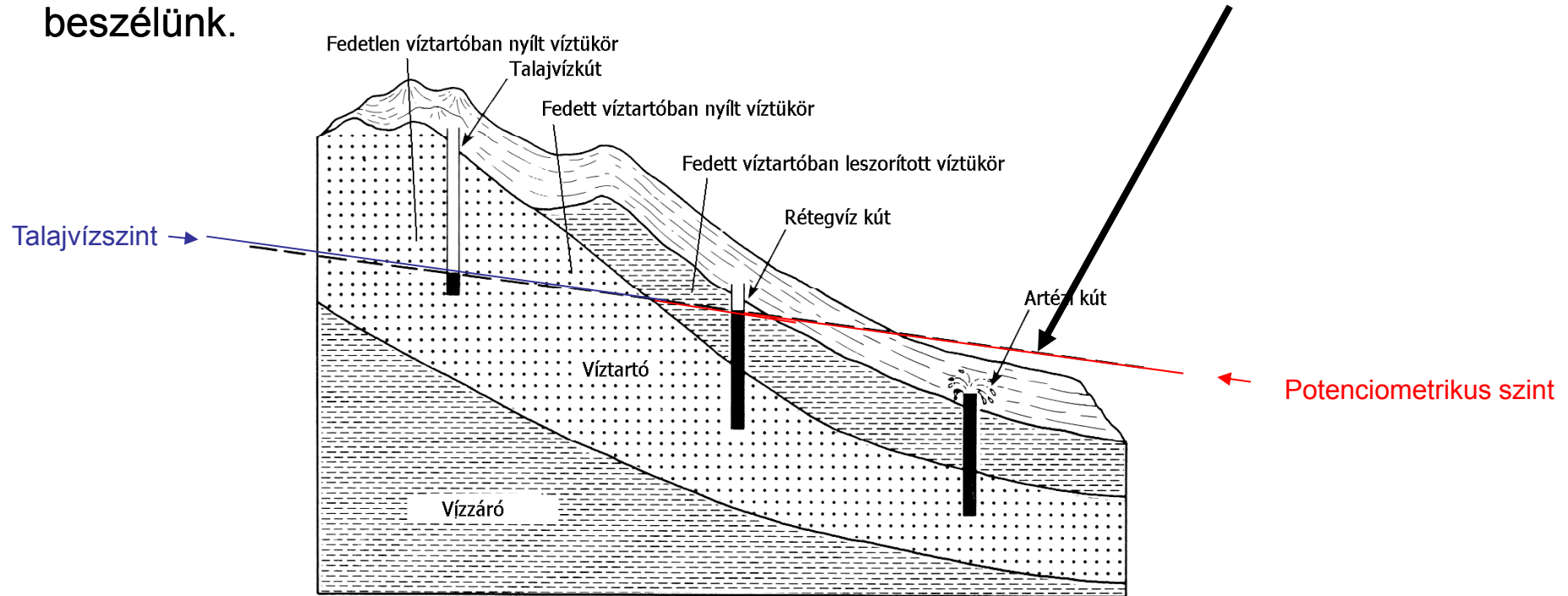
Fedett víztartók



Fedett (confined) víztartó: két vízfogó közti víztartó réteg. Ha „h” a víztartó felső szintje alatt található fedett nyílt tükrű a víztartó....

...ha „h” a víztartó felső szintje felett található, fedett leszorított tükrű a víztartó

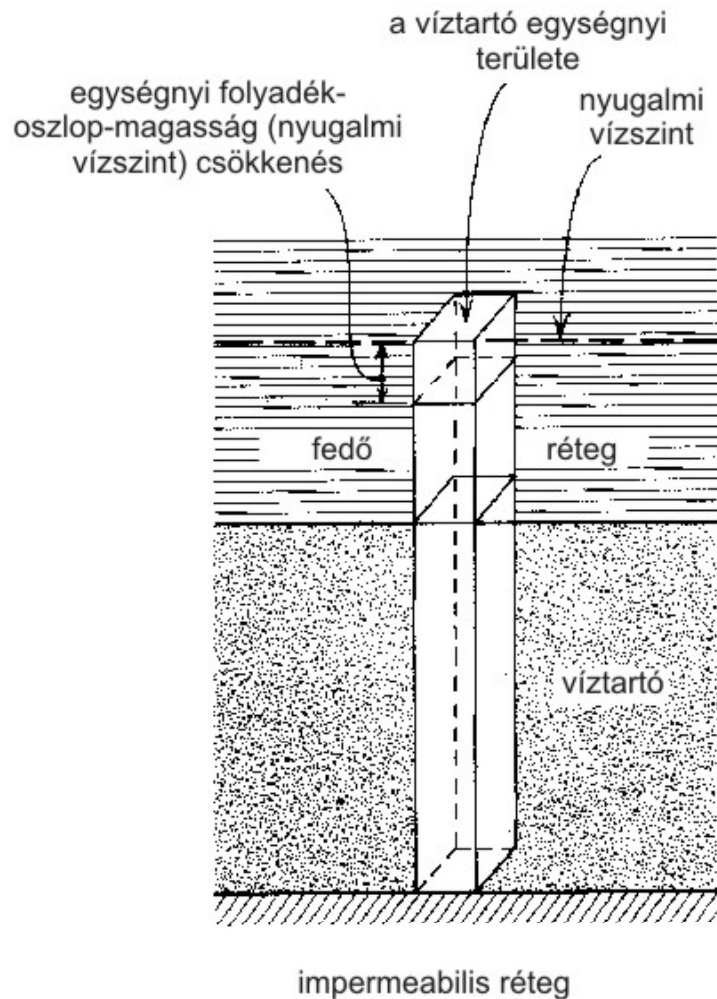
Amennyiben a „h” magasabb mint a felszín, túlfolyó kutakról, artézi vízviszonyokról beszélünk.



Fedett és fedetlen víztartók lehetséges kapcsolata (Fetter, 1994)

Potenciometrikus szint: a fedett, leszorított tükrű víztartóban kialakuló nyugalmi vízszinteket (h) reprezentáló felület. A „ h ” értéke a mélységgel változik, ezért egy rétegzett rendszerben mélységszeletenként szerkesztett potenciometrikus felszín térképekkel jellemezhetjük három dimenzióban a „ h ” értékek eloszlását.

A fedett (leszorított tükrű) víztartókból kitermelhető vízmennyiséget a víztartó fajlagos tározása (specific storage) S_0 határozza meg



S_0 : az a víz térfogat, amely a fedett víztartó egységnyi térfogatából egységnyi folyadékoszlop-magasság csökkenés következtében eltávolítható.

$$S_0 = \rho g (\alpha + n\beta)$$

S_0 – fajlagos tározás (specific storage) [L^{-1}]

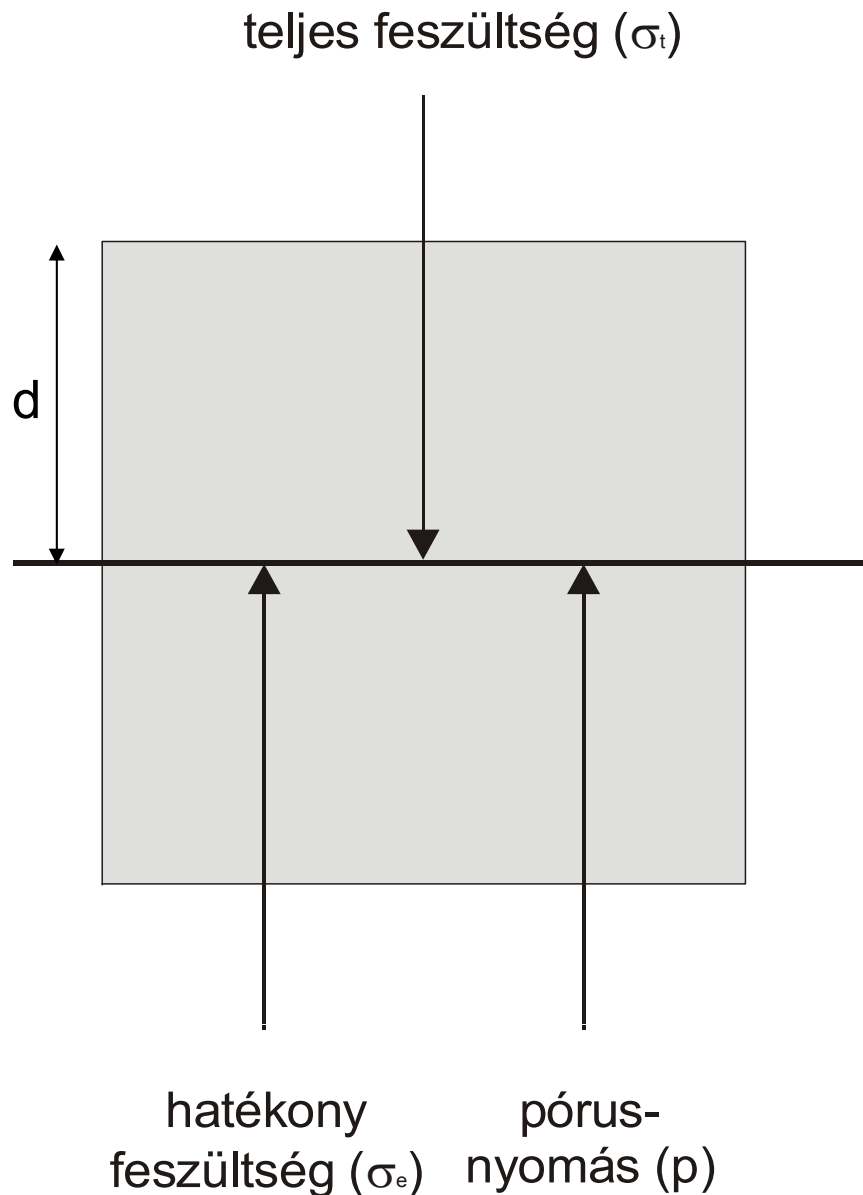
$\rho g \alpha$ – a víztartó kompakciója révén a tározás alól felszabaduló vízmennyiség

α – a víztartó kompresszibilitása ($10^{-6} - 10^{-11} \text{ Pa}^{-1}$)

$\rho g n\beta$ – a pórusvíz kitágulásával a tározás alól felszabaduló vízmennyiség

β – a víz kompresszibilitása ($4,4 * 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$)

Hatékony feszültség (effective stress)



feszültségmérleg:

$$\sigma_t = \sigma_e + p$$

$$\sigma_t = \rho g d$$

d – a kiválasztott felület feletti telített kőzetvastagság

g – gravitációs állandó

ρ – a víztartó feletti telített rétegek sűrűsége

$$\Delta\sigma_t = \Delta\sigma_e + \Delta p$$

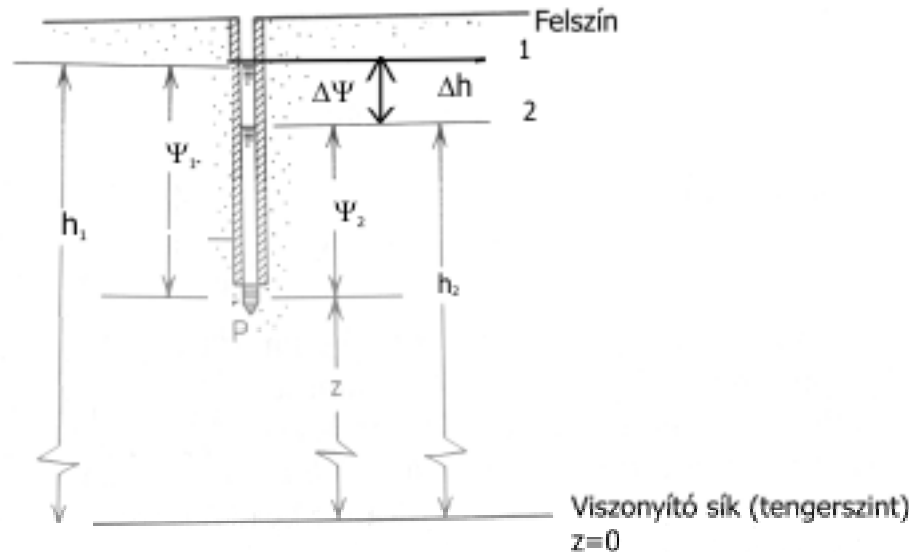
a legtöbb hidrogeológiai helyzetben:

$$\Delta\sigma_t = 0 \text{ így } \Delta\sigma_e = -\Delta p$$

Következésképpen, ha σ_t állandó, a pórusnyomás változást (Δp) a hatékony feszültség ($\Delta\sigma_e$) változása kompenzálja egy adott pontban.

Az előzőekben levezetett összefüggés a **kőzetmechanika alaptörvényeként** ismert és **Karl Terzaghi (1923)** nevéhez fűződik

E felismerés hidrogeológiai következménye:



P mérési pontban:

$$p = \rho g \psi$$

$$\psi = h - z$$

$$z = \text{konstans}$$

$$-dp = d\sigma_e = -\rho \cdot g \cdot d\Psi = -\rho \cdot g \cdot dh$$

$$h_1 - h_2 = \psi_1 - \psi_2 = dh = d\psi$$

A σ_e -ben bekövetkező változásokat a pórusnyomásokon keresztül vízszintváltozásokban (dh) tudjuk mérni. Megfordítva a vízszintcsökkenés (vízkivétel miatt) hatékony feszültség növekedést, tömörödést okoz, ami akár a felszínre is kihathat, térszínsüllyedést okozva.

Esettanulmány: Térszínsüllyedés

USA San Joaquin Valley

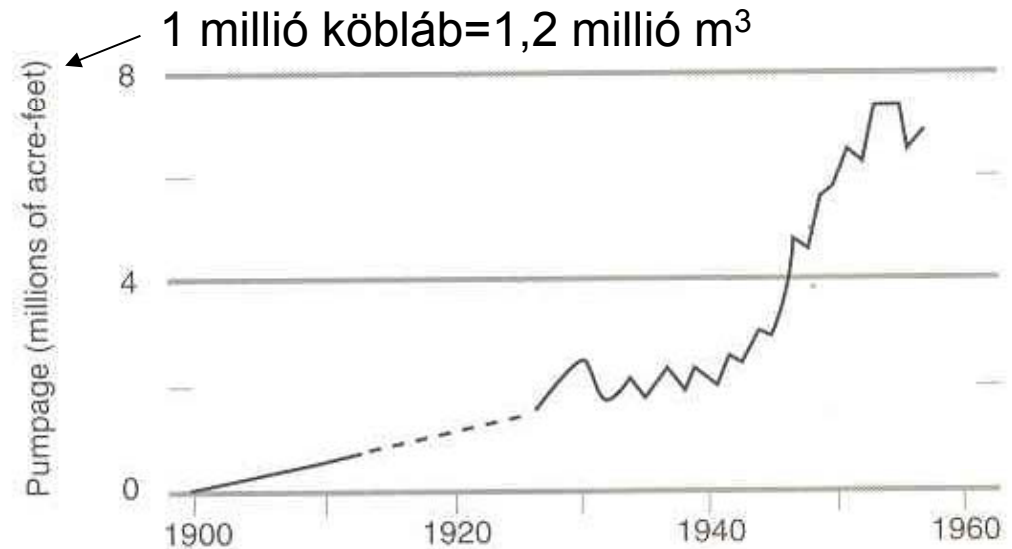
San Joaquin-völgy

Észak-Amerikai és a Csendes-óceáni lemez kollíziója során alakult ki

vályú alakú, központjában: >1000 m finomszemcsés ül. ⇒ kompakció

két víztározó rendszere: sekély, fedetlen + mélyebb, fedett

mezőgazdasági vízhasználat miatt csökkent a térszín (1920'-)



Felszín alatti vízkivétel öntözési célból a San Joaquin Völgyben

(Galloway et al., 1999)



Joseph Poland hidrogeológus, egy telefonpózna szomszédságában (San Joaquin Valley, California).

Ez a hely reprezentálja az USA-ban a vízkivétel miatti maximális térszínsüllyedést.

A póznán látható évszámok jelzik az adott időpontra vonatkozóan a térfelszín tengerszint feletti magasságát.

7. TK. Felszín alatti vizek természetes utánpótlódása és megcsapolódása, vízkivétel felszín alatti vizekből

7.1. Felszíni és felszín alatti vízvásztók

7.2. Áramlási rendszerek felszín alatti víz-medencékben

7.2.1. Porózus medencék

7.2.2. Karsztos medencék

7.3. Utánpótlódás csapadékból, folyókból, tavakból

7.4. A megcsapolódás formái

7.4.1. Evapotranspiráció

7.4.2. Források, szivárgások

7.4.3. Folyókban történő megcsapolódás

7.5. Vízkivétel felszín alatti vizekből

7.5.1. Függő, fedetlen nyílt tükrű víztartók tulajdonságai, a fedetlen víztartókból kitermelhető víz mennyisége

7.5.2. Fedett víztartók és vízleadási jellemzőik, térszínsüllyedés

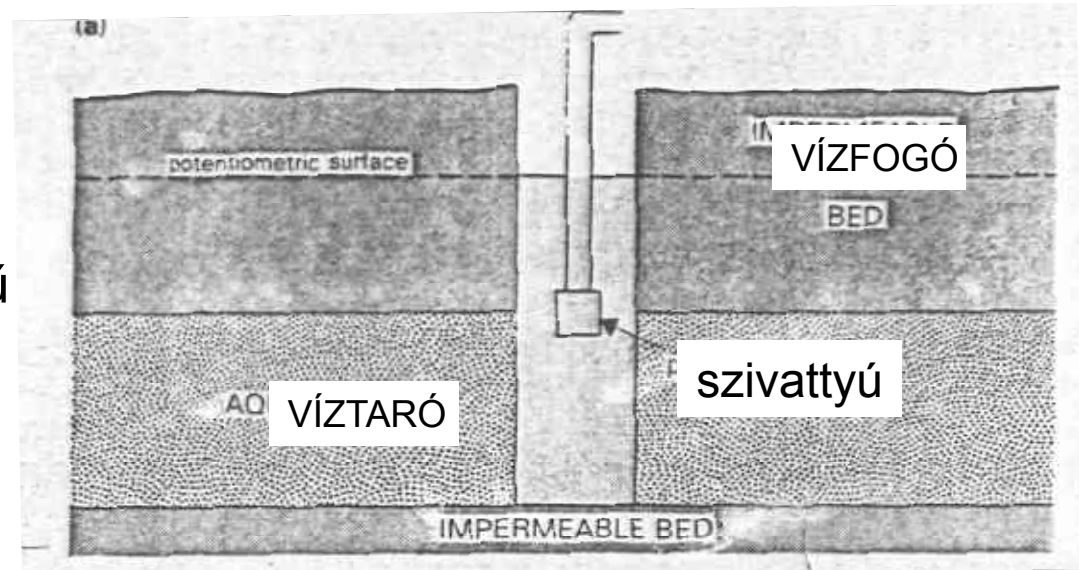
7.5.3. Vízáramlás kutakhoz

7.7.1. A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

7.7.2. A depressziós tölcsér kialakulása, kapcsolódó fogalmak

A Darcy-törvény kutak körüli alkalmazásának feltételei

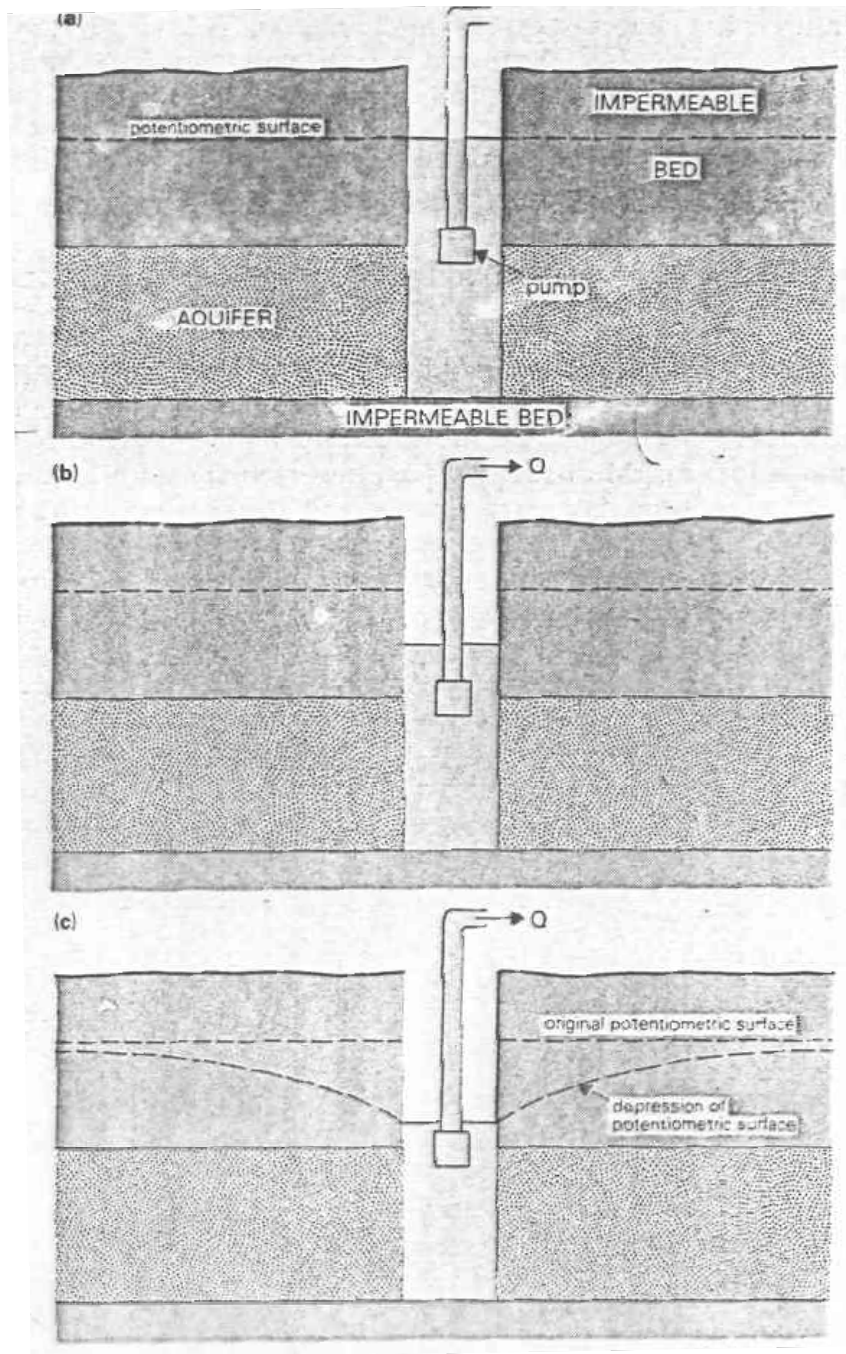
1. a víztartó
 - vízszintes
 - végtelen kiterjedésű
2. a víztartó
 - homogén
 - izotróp
 - állandó vastagságú



Price (1985)

3. a szivattyúzás megkezdése előtt a potenciometrikus felszín ill. a talajvíztükör vízszintes
4. a szivattyúzás hozama $Q = \text{konstans}$
5. a szivattyúzott és a megfigyelő kút a szivattyúzott réteget teljes vastagságában harántolja (teljes kút)
6. az áramlás a rétegben és a kútban egyaránt lamináris

Depressziós tölcsér



Price (1985)

Miért jön létre a depressziós tölcser?

A Darcy-egyenletből kifejezve q -t:

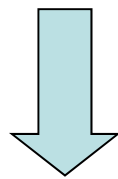
$$Q = qA$$

A hengerpalást felülete: $A = 2\pi r_1 b$

$$\text{const.} = K2\pi b$$

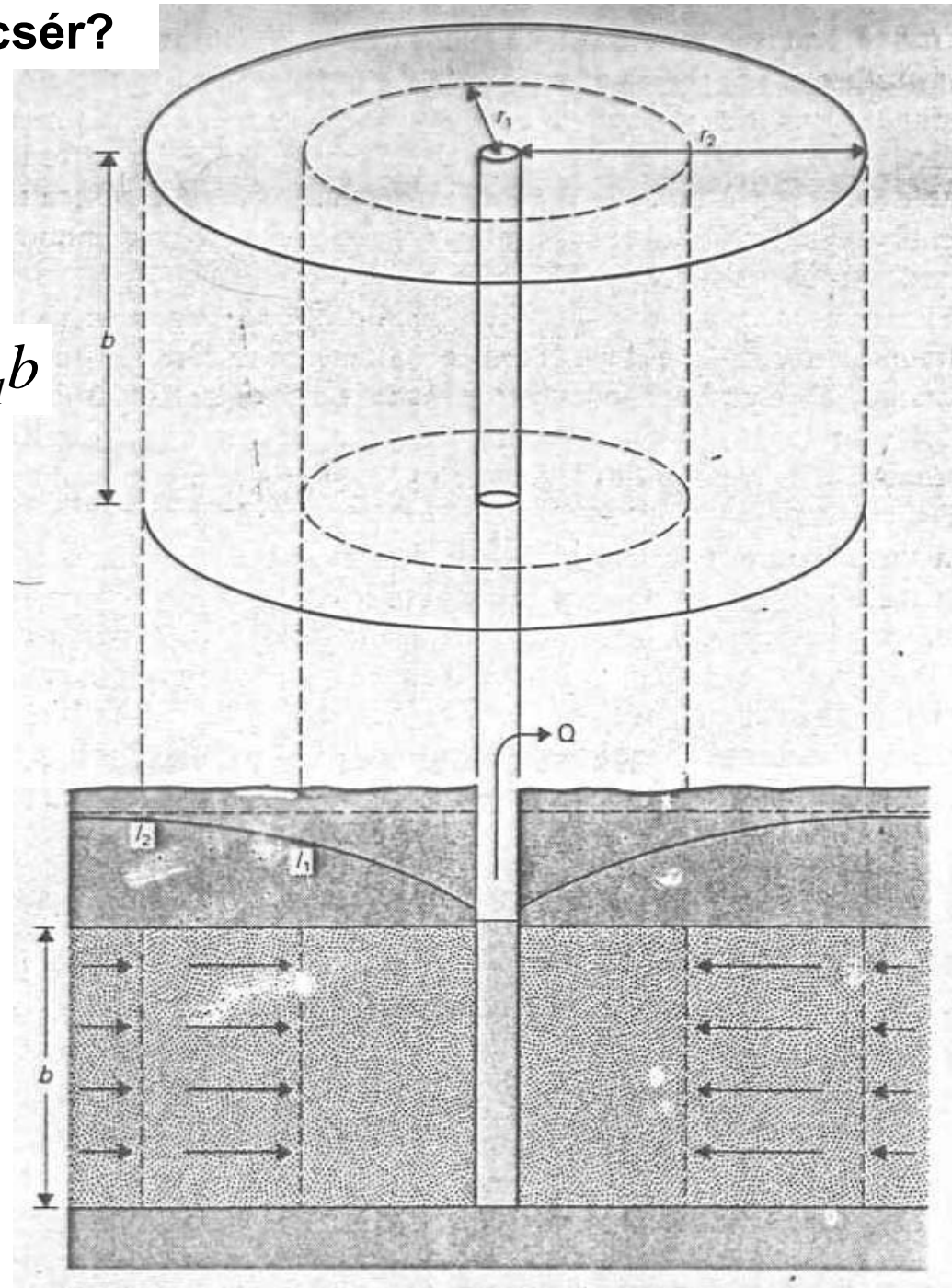
$$Q = \text{const.}$$

$$Q = KI_1 2\pi r_1 b = KI_2 2\pi r_2 b$$



A hidraulikus gradiens „ I ” a kút irányában egyre meredekebb.

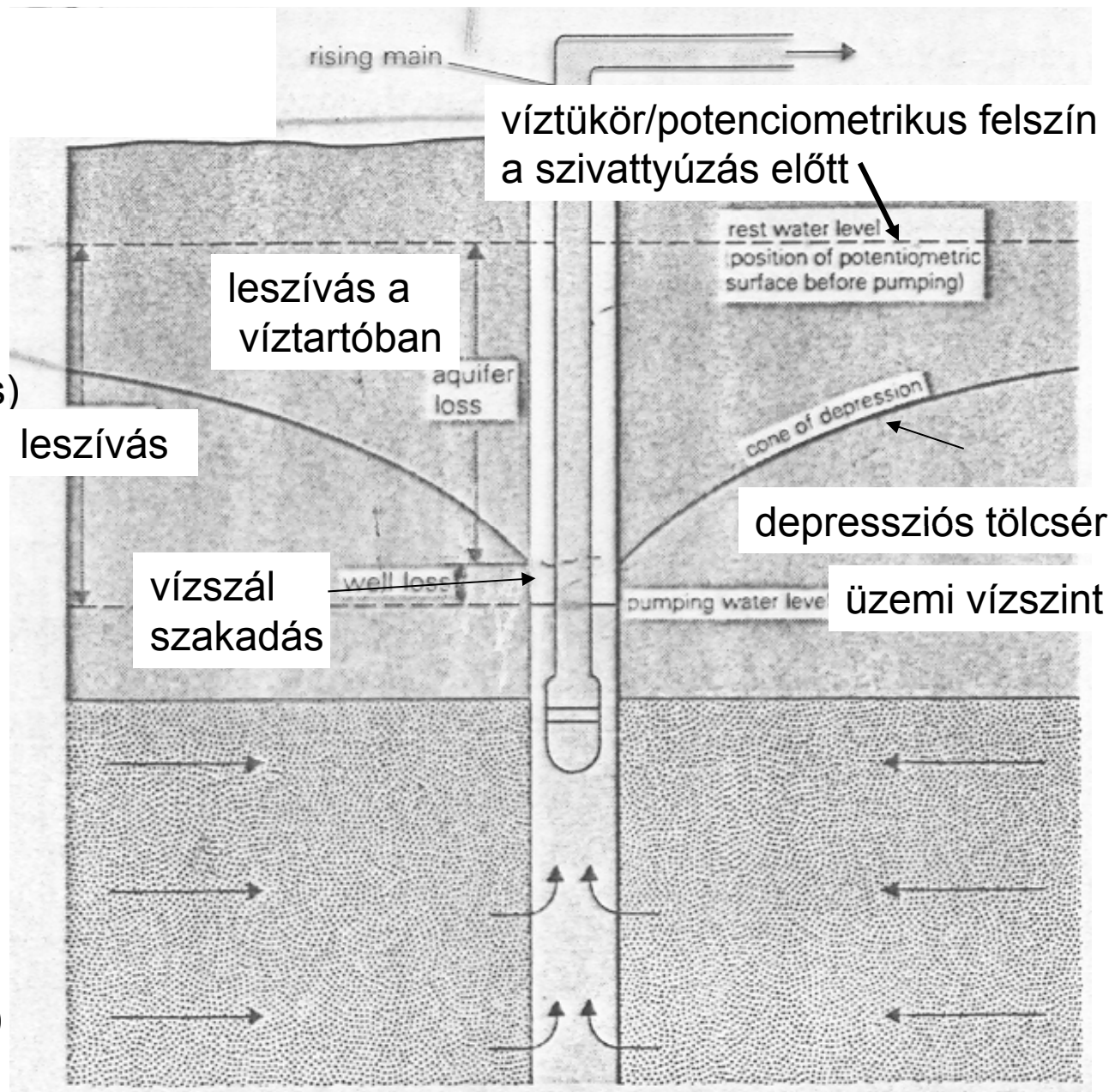
Price (1985)



Vízszál szakadás

- a kútban az áramlás sebessége nagyobb lesz mint a rétegben, turbulencia

- vízszál szakadás (well loss) a kútban: a vízmolekulák kútba lépésükkor energiát veszítenek



Price (1985)

Kutakban
szivattyúzaskor
méréndő
paraméterek

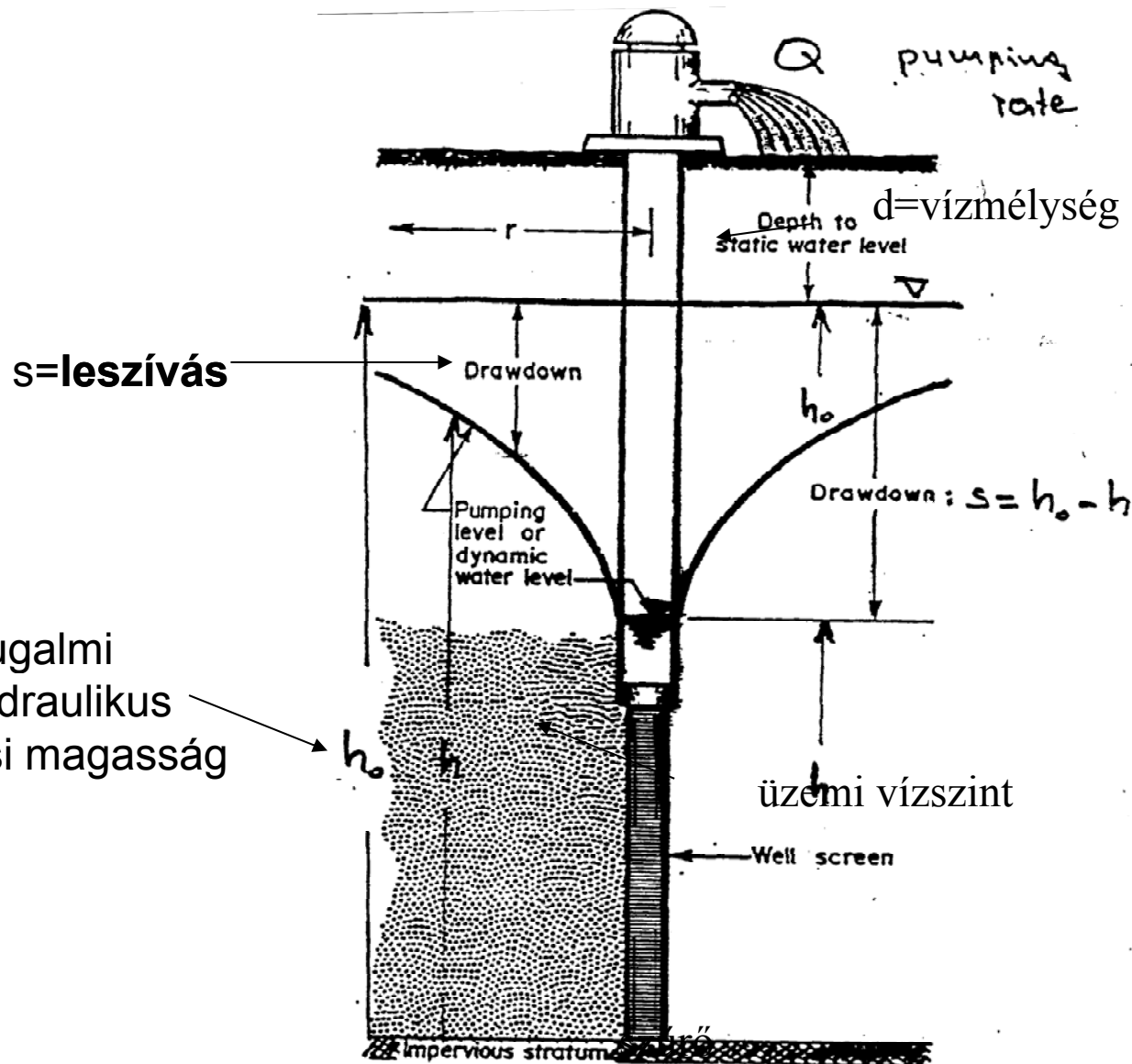


Figure 50. Measurements related to well performance and pumping tests of wells and aquifers.

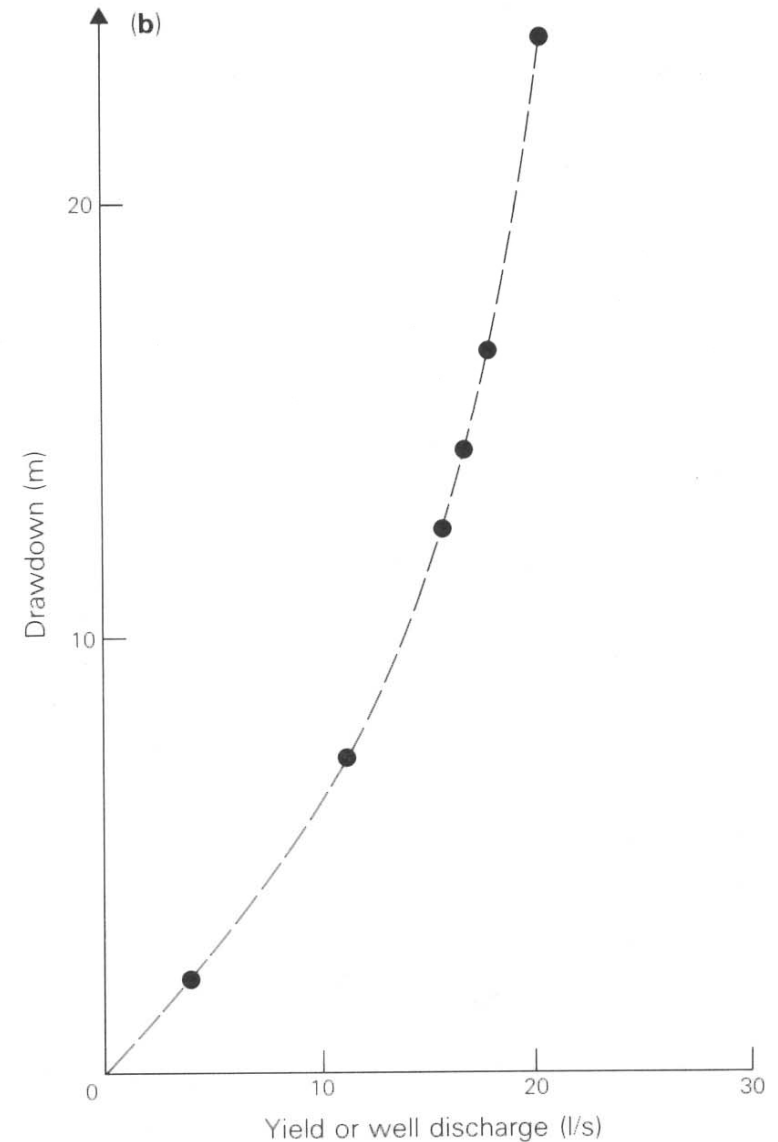
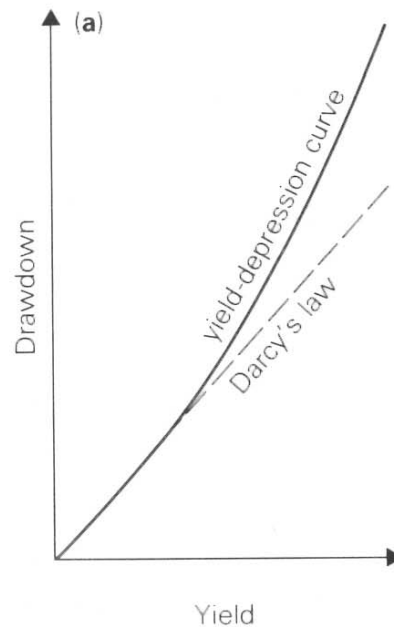
leszívás(s)=eredeti ny. vízszint (h_0)-szivattyúzott (üzemi) vízszint (h)

kúthatékonyság=vízartóbeli leszívás / kútban mért leszívás

Mire jók a szivattyúpróbák?

Kutak
szivattyúzásának (Q)
(szivattyúpróbázás)
célja: vizsgálni mi
a kút reakciója
„ $s(t)$ ”

Ebből a víztartó
vezetési
(K) és/vagy tározási
(S_0) paramétereit
lehet kiszámolni.



Price (1985)