

# **Bevezetés a hidrogeológiába**

*Kreditkód: gg1n1K34*

***Földtudomány és környezettudomány BSc***

*3. szemeszterben*

meghirdetett kurzus

## ***8. TK. Ivóvizek, a felszín alatti vizek kémiai tulajdonságai***

Előadó és az elektronikus tananyag összeállítója:

*Mádlné Dr. Szőnyi Judit*

egyetemi docens

Társelőadó: Zsemle Ferenc tanársegéd

## *8.TK. Ivóvizek, a felszín alatti vizek kémiai tulajdonságai*

### *8.1. Ivóvizek és a felszín alatti vizek eredete*

8.2. A víz hőmérsékleti tulajdonságai

8.3. Alapvető kémiai jellemzők

8.3.1. Mértékegységek

8.3.2. Az elsődleges és másodlagos kémiai folyamatok

8.4. Felszín alatti vizek kémiai fejlődése

# Járvány

Buda és P

- Taposó
- Vízárus  
kiszolg



Bogdán I.

1831-ben kolera járvány Budán és Pesten, amely több hullámban is jelentkezett

- Coliform baktériumok, patogén baktériumok, vírusok és gyógyszermaradványok
- Kémiai szennyezők
- Ivóvízminőség törvényi szabályozása:
  - megfelelő a biológiai minősége,
  - nem tartalmaz egészségre ártalmas kémiai komponenseket
  - hőmérséklete, színe, kielégíti az ivóvíz iránt támasztott igényeket.
- Vizekre hasznosítás szerint eltérő követelmények vonatkoznak
- Ivóvízszabványok

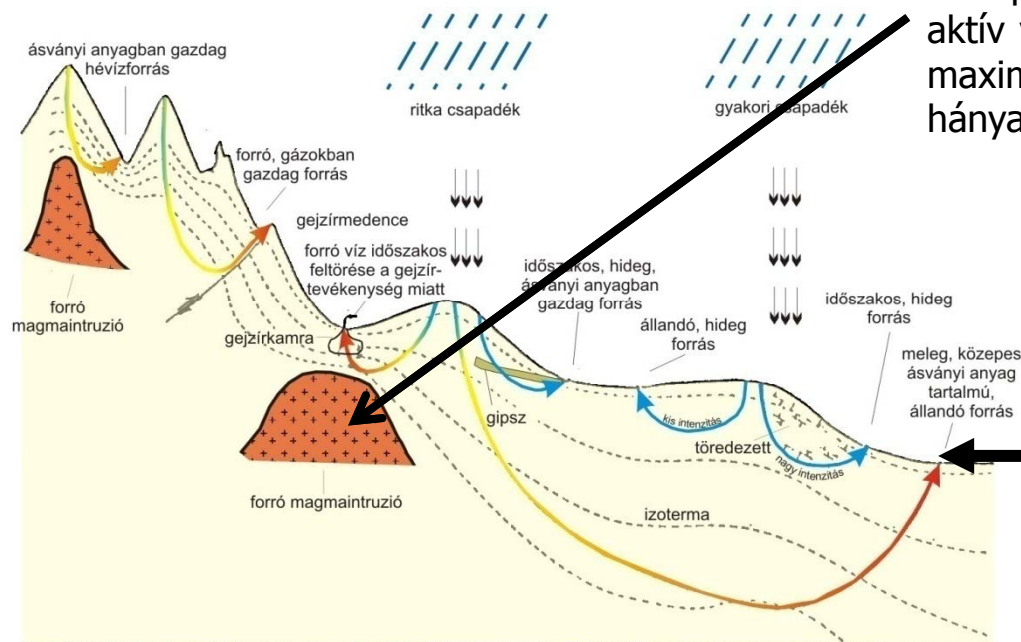
# Felszín alatti vizek eredete 1) Hagyományos osztályozás szerint

Juvenilis vizek: A vízkörforgalomba először bekerülő vizek.

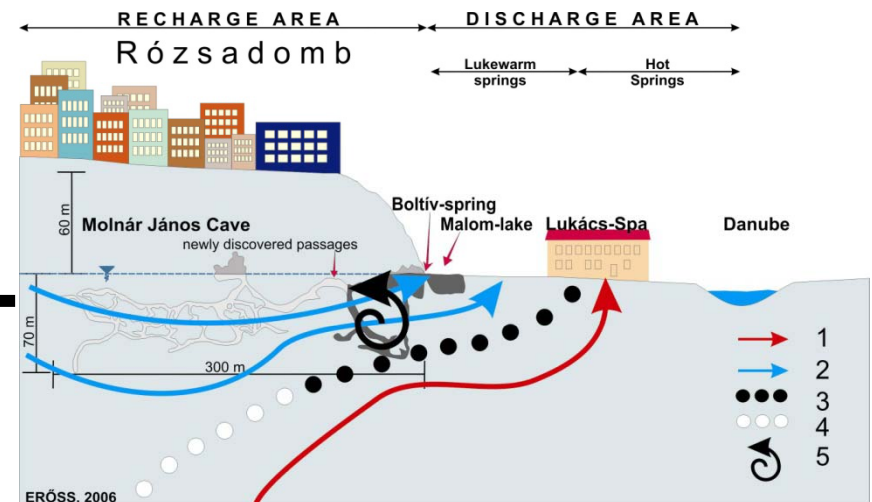
- a Föld lassú tágulásából
- szoláris eredet
- vulkáni működés vízgőz exhalációja

Meteorikus vizek: A vízkörforgalomban már legalább egyszer megfordult vizek.

Fosszilis vizek: A rétegek lerakódásával egyidejűleg a kőztpórusokba bekerülő, ott megőrződött víz. Geológiai időskálán kimaradtak a vízkörforgalomból.



Izotópos vizsgálatok alapján kiderült, hogy a jelenleg is aktív vulkáni területek gőz- hévíz előfordulásaiban csak maximum 10 % a juvenilis komponens, a nagyobb hányad beszivárgó meteorikus víz.



ERŐSS, 2006

## 2) Új osztályozás (Deming, 2002): a vizek dinamikáját tükröző

Óceáni: a Föld óceánjaiban vagy máshol található víz, amely összetételét tekintve nem változott lényegesen azóta, hogy kikerült az óceánból

Meteorikus: amely az atmoszférában található, ill. abból származik

Átalakult: meteorikus vagy óceáni eredetű, de fizikai és kémiai folyamatoknak köszönhetően lényegesen megváltozott összetétele

Ez az osztályozás kizárja a juvenilis vizet, kiindulva abból, hogy a vulkáni jelenségek a lemeztektonikához kötődnek és az így felszínre kerülő vizek az óceánokból és az atmoszférából egyaránt származhatnak, tehát átalakult vizek.



Fedett víztartó: rétegen keresztüli átszivárgás

Price (1985)

## *8.TK. Ivóvizek, a felszín alatti vizek kémiai tulajdonságai*

8.1. Ivóvizek és a felszín alatti vizek eredete

*8.2. A víz hőmérsékleti tulajdonságai*

8.3. Alapvető kémiai jellemzők

8.3.1. Mértékegységek

8.3.2. Az elsődleges és másodlagos kémiai folyamatok

8.4. Felszín alatti vizek kémiai fejlődése

## A felszín alatti víz hőmérséklete függ:

- hőforrástól
- közetek hővezető képességétől
- a víz hőcserélő képességétől

## A felszín alatti víz legfontosabb hőforrásai:

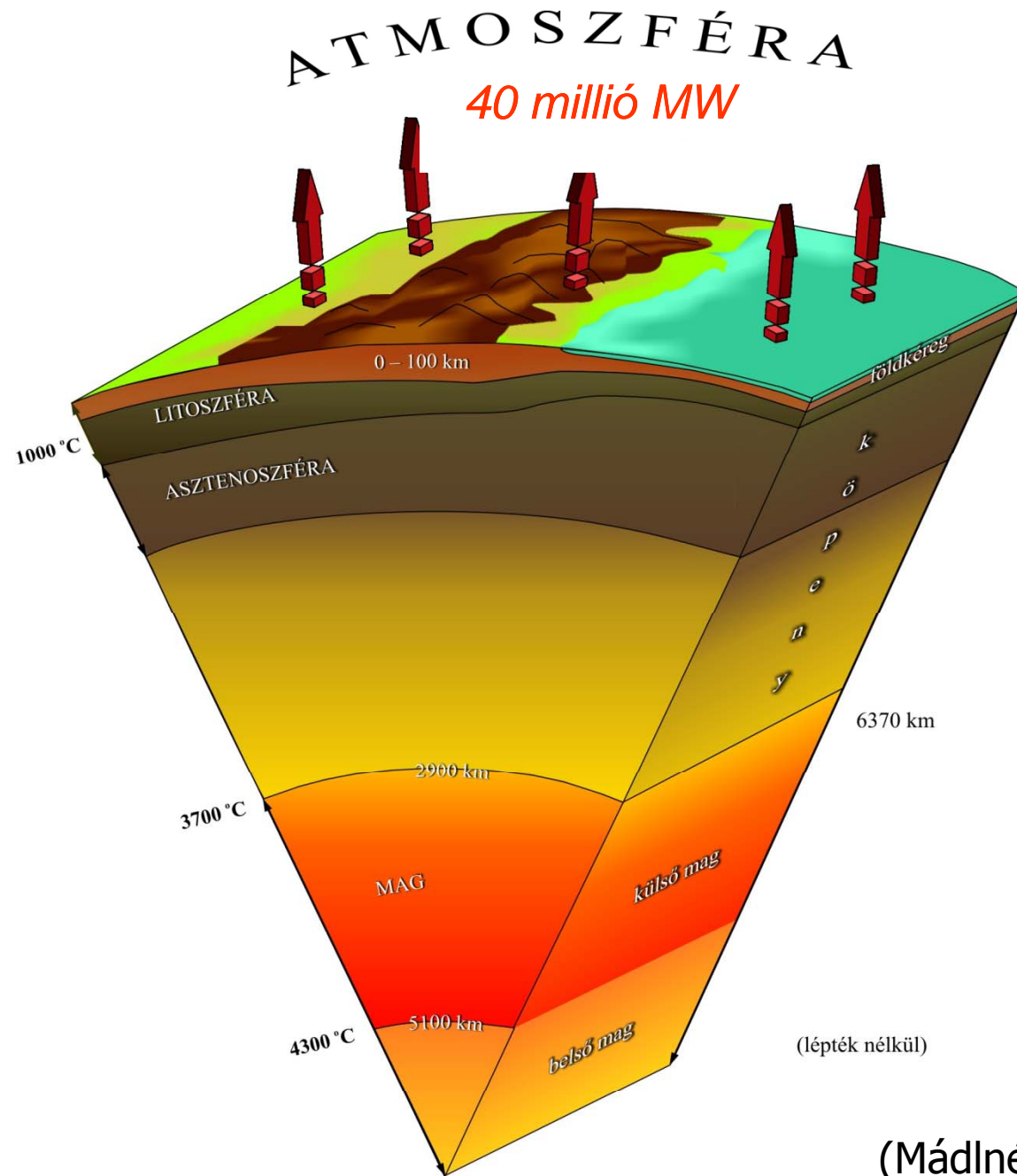
- napsugárzás (fluxusa: 0,18 watt/cm<sup>2</sup>s)
- a Föld belső hője (intenzitása:  $1,3 * 10^{-6}$  watt/cm<sup>2</sup>s)

Földkéregben U, Th, K hosszú felezési idejű izotópok radioaktív bomlása

## A felszín alatti víz kisebb hőforrásai:

- magmás kőzetintrúziók és vulkánok
- hőtermelő kémiai reakciók
- szerves anyag oxidációja
- a mozgó felszín alatti víz és a mozgó kőzetek súrlódása





(Mádliné Szőnyi, 2006)

1.1. ábra: A Föld belső szerkezete és hőmérséklete

- heterotermális zóna \* Amely alatt már nem észlelhetők a napsugárzás hatása miatti éves hőmérsékletingadozások. Helyzetét a környező kőzetek és a klíma befolyásolja, 10-40 m között található
- neutrális zóna\*
- homotermális zóna

A Föld belső hőjéből adódó vertikális hőfluxus ( $i_z$ ) a homotermális zónában:

$$i_z = \kappa \Delta T / \Delta z$$

$\kappa$  – a kőzetek hővezetőképessége

$\Delta T / \Delta z$  – vertikális geotermikus gradiens, általános értéke a természetben:

3-5 °C/100 m, de 0,5-20 °C/100 m között változhat

A felszín alatti víz hőmérséklet alapján való osztályozása (Juhász, 1987):

- hideg víz < 18 °C
  - langyos víz 18-25 °C
  - meleg víz 25-37 °C
  - hévíz > 37 °C (emberi testhőmérséklet miatt)
- Budai Termálkarsztra készített beosztás (Erőss A. és Mádlné Szőnyi J. 2008)

Temperature range (°C)	Name
< 20	cold
20-30	lukewarm
30-36,7	warm
> 36,7	hot

Magyarországon általában a 30 °C-nál magasabb kifolyóvíz hőmérsékletű vizeket tekintik termálvíznek. A termálvíz és a hévíz elvben szinoním kifejezések, T határaik között ellentmondás!

## *8.TK. Ivóvizek, a felszín alatti vizek kémiai tulajdonságai*

8.1. Ivóvizek és a felszín alatti vizek eredete

8.2. A víz hőmérsékleti tulajdonságai

*8.3. Alapvető kémiai jellemzők*

8.3.1. Mértékegységek

8.3.2. Az elsődleges és másodlagos kémiai folyamatok

8.4. Felszín alatti vizek kémiai fejlődése

### 8.3.1. Mértékegységek

#### TÖMEG/TÖMEG

**Tömegszázalék:** megadja, hogy az oldott anyag tömege ( $m_x$ ) hány százaléka az oldat tömegének ( $m_0$ )

$$\left(\frac{m}{m}\right)\% = \frac{m_x}{m_0} \cdot 100$$

ppm (parts per million)  $1/10^6$  pl.: g/t

ppb (parts per billion)  $1/10^9$  pl.: mg/t

#### TÉRFOGAT/TÉRFOGAT

**Térfogatszázalék:** megadja, hogy az oldott anyag térfogata ( $V_x$ ) hány százaléka az oldat térfogatának ( $V_0$ )

$$\left(\frac{V}{V}\right)\% = \frac{V_x}{V_0} \cdot 100$$

**Ezt a mértékegységet ritkán alkalmazzuk a vízkémiában.**

## TÖMEG/TÉRFOGAT

1. **mg/l (=g/m<sup>3</sup>):** megadja, hogy hány mg oldott anyag van 1 liter oldatban  
(kifejezhető: µg/l-ben is)

2. **Equivalens tömeg jele: eq** =  $\frac{\text{iontömeg}}{\text{ionttöltés}}$  **pl.: Na<sup>+</sup> esetében**  $\frac{23,0}{1} = 23,0$   
(a kémiai viselkedés miatt fontos)

3. **meq/l** =  $\frac{\text{mg/l}}{\text{eq}}$  **pl.: Ca<sup>2+</sup> esetében**  $\frac{40,1}{2} = 20,05$

(oldódó, ionos vegyületekre használható)

**MOLALITÁS (=molális koncentráció)** 1 mol 6,022\* 10<sup>23</sup> molekula

**Mértékegysége mol/kg. Megadja: hány mól oldott anyag van 1 kg oldatban. (Termodinamikában használatos.)**

**1 mólos oldat: 1 mól oldott anyag/kg** ←

**híg oldatokra:**

$$\frac{\text{mg/l} * 10^{-3}}{\text{iontömeg(grammban)}}$$

**MOLARITÁS (=moláris koncentráció)**

**Mértékegysége mol/m<sup>3</sup> Megadja: hány mól oldott anyag van 1 m<sup>3</sup> oldatban.**

## *8.3.2. Az elsődleges és másodlagos kémiai folyamatok*

### Elsődleges kémiai folyamatok:

A felszín alatti víz oldott-anyag tartalma nő a víz-kőzet közvetlen kölcsönhatása következtében.

- oldódás
- hidratáció
- hidrolízis
- redox folyamatok
- savak hatása

### Másodlagos kémiai folyamatok:

A víz oldott anyag tartalmának módosulása más szilárd fázissal való érintkezés miatt és egyéb hatásra

- kémiai kiválás
- báziscsere
- szulfátredukció
- koncentráció
- membránszűrés

## MÁSODLAGOS KÉMIAI FOLYAMATOK:

### 1. KÉMIAI KICSAPÓDÁS

a) a víz-kőzet kölcsönhatás: oldott ásványi anyag kölcsönhat a szilárd fázissal (kőzettel) → oldhatatlan csapadékot hoz létre

b) hőmérséklet változása: pl hévforrásokból kicsapódó  $\text{SiO}_2$  a csökkenő T miatt

c) nyomásváltozás: pl mésztufa lerakódása ( a nyomáscsökkenés miatt  $\text{CO}_2$  eltávozik és  $\text{CaCO}_3$  csapódik ki)

d) oxidáció: az oldott anyag levegővel érintkezve oxidálódik

e) párolgás

Scheuer Gy., 1996




Mono-lake, Sierra Nevada

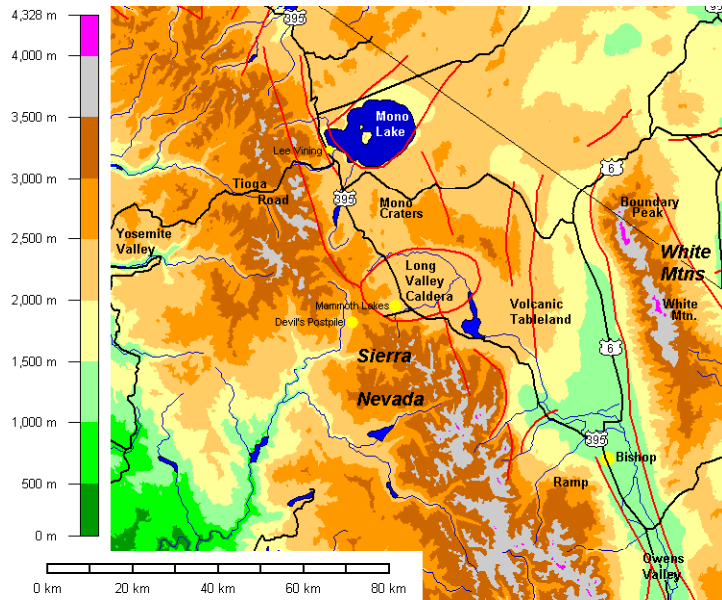
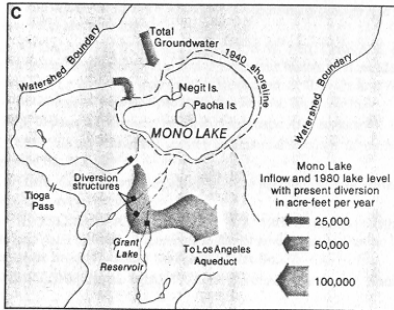
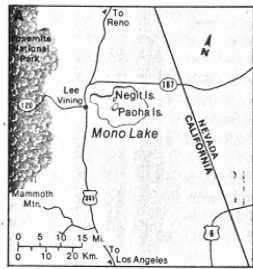
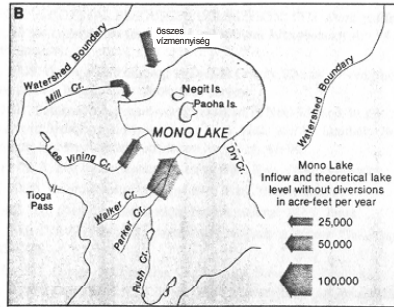
Mésztufatornyok: a tó szintje alatti karbonátkiválás. A Mono-lake vízintjének antropogén hatásra történő csökkenése miatt „szárazra” került.

A kútból feltörő 65-68 °C-os melegvíz egy 120 m<sup>2</sup>-es mésztufadombot alakított ki.



 Taponophile





„Half a dozen mountain brook flow into Mono Lake, but not a stream of any kind flows out of it. What it does with its surplus water is a dark and bloody mystery.”

Mark Twain

## MONO-tó

Mark Twain 1860 →

Kalifornia/Nevada → tó

150 km<sup>2</sup>

sótartalom Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> és NaCl

- A tó egyetlen fogyasztója a párolgás → lefolyástalan
- Hat vízfolyás táplálja
- Felszín alól is kap utánpótlást

<http://www.google.com/imgres?imgurl=http://www.uwsp.edu/geo/projects/geoweb/participants/Dutch/GeoPhotoVtrips/MonoLake/Mono0F1.gif&imgrefurl=http://www.uwsp.edu/geo/projects/geoweb/participants/Dutc>

# A tó vízháztartása felborult

- 1941-1993
- Vízsint > 12 m-t csökkent
- Sótartalom 50 g/l-ről 100 g/l-re nőtt
- Tófelület nagysága harmadára zsugorodott

## Másodlagos ökológiai hatások

- Tókönyék élővilága, tápláléklánc sérült
- Itt találták meg azt a baktériumot, amely a P helyett As-t épít be a DNS-ébe a tóüledékből (2010. december 3.)



Duna-Tisza köze, felszíni sókiválás  
felszíni sókiválás feltétele: evaporáció dominanciája és a felszíni lefolyás hiánya

## 2. IONCSERE

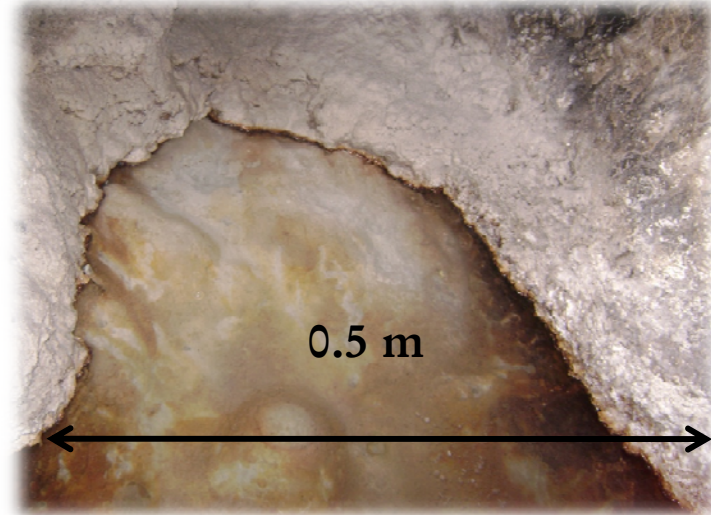
szilárd fázisokhoz kémiai vagy fizikai adszorpcióval kötött ionok cseréje a vízben előforduló ionokkal (főleg kationok)

a) agyagásványok

b) zeolitok

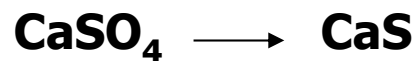
c) szerves anyagok

d) vas-oxidok



## 3. SZULFÁTREDUKCIÓ

baktérium vagy szerves anyag segítségével



Török-forrás, Gellért-hegy  
226Ra adszorbeálódik, 222Rn forrás

(Erőss és Mádl-Szőnyi 2009)

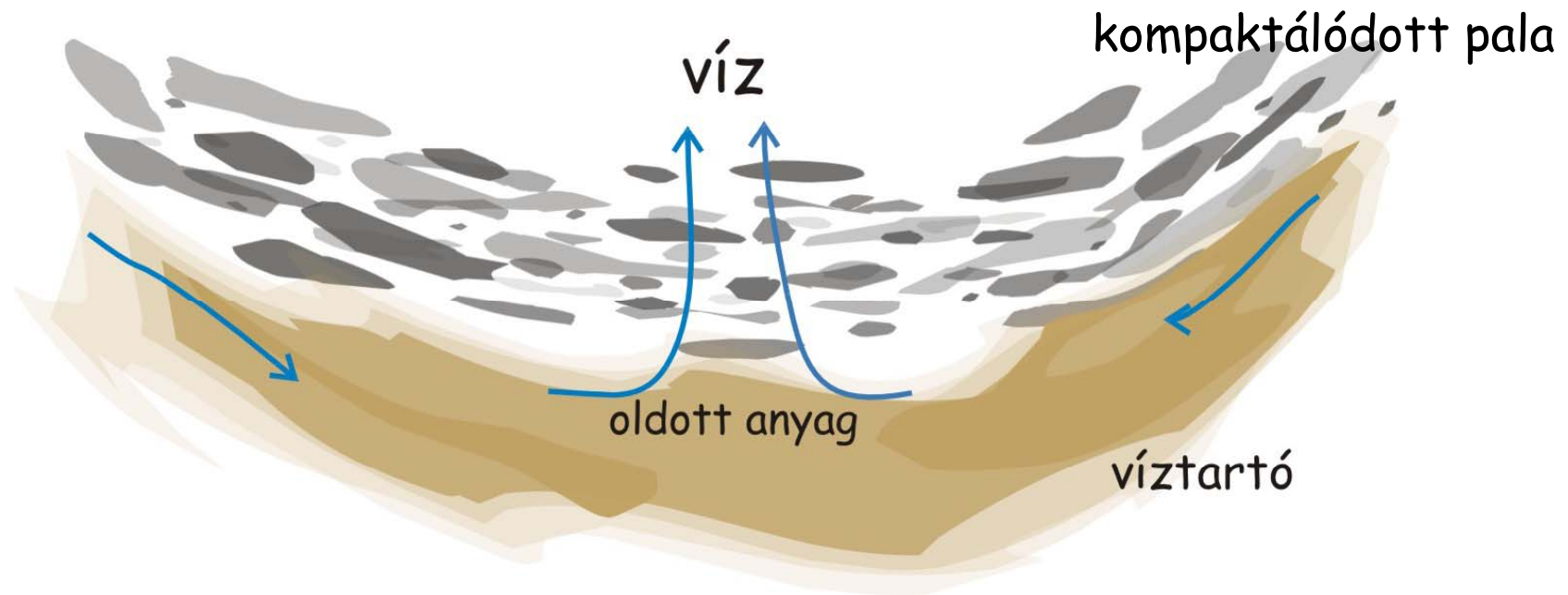
## 4. BETÖMÉNYEDÉS

a) oldódás - kicsapódás

b) párolgás (a talajnedvesség zónájában, esőzések között)

## 5. MEMBRÁNFILTRÁCIÓ

- reverz ozmózis: kompaktálódott agyagok és palák féligáteresztő membránként működnek → víz a hidraulikus potenciál miatt felfelé mozog, más molekulák hátramaradnak ⇒ palák alatt magas koncentrációjú vizek maradnak



## *8.TK. Ivóvizek, a felszín alatti vizek kémiai tulajdonságai*

8.1. Ivóvizek és a felszín alatti vizek eredete

8.2. A víz hőmérsékleti tulajdonságai

8.3. Alapvető kémiai jellemzők

8.3.1. Mértékegységek

8.3.2. Az elsődleges és másodlagos kémiai folyamatok

*8.4. Felszín alatti vizek kémiai fejlődése*

# Felszín alatti vizek utánpótlási forrásainak kemizmusa

## Csapadék összetétele, és területi változása:

- Kicsi az oldott anyag tartalma, de összetétele területileg is változik, gyengén savas oxidáló oldat
- Óceánok és tengerek közelében finom tengervízecseppek bekerülnek az atmoszférában, megnő az esővíz  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$
- A levegő  $\text{CO}_2$  tartalma miatt a pH-ja alacsonyabb, mint 7
- $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  biogén folyamatok eredménye,
- $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  a levegőbe kibocsátott ipari szennyezők,
- savas esővíz

## Természetes folyóvizek összetétele:

- Egy vízfolyás kémiai összetétele változik a folyás mentén, egyre több oldott anyag tartalma lesz és a pH általában egyre jobban közelít a 8-hoz, összetételét befolyásolja a hozzáfolyó felszínalatti víz, és talajzónában lejátszódó kémiai és biokémiai folyamatok.

## A beszivárgó csapadékvíz:

- Talajon átszivárogva → málló karbonátoknak, szilikátoknak köszönhetően: szervesetlen és szerves savak keletkeznek
- A vízszint alá beszivárgott víz a felszín alatti víz.

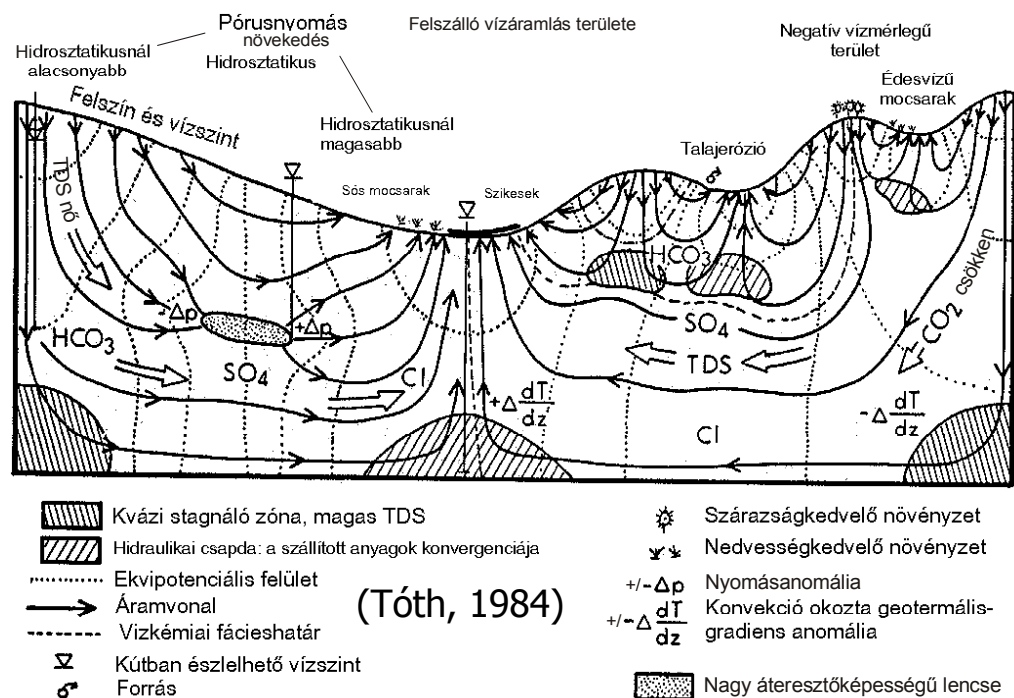
# A felszín alatti vízminőségre ható tényezők

- A felszín alá került víz kémiai fejlődésen megy keresztül.
- Összetételét meghatározza, hogy egyensúlyra törekszik környezetével.
- Egy adott felszín alatti pontban a vízminőséget meghatározó tényezők:

- oldható ásványok típusa, mennyisége, oldhatósága,
- a kőzet-víz érintkezési felület nagysága (n), a kontaktus ideje, a megelőző vízminőség
- közethőmérséklet, pórusnyomás, áramlási sebesség és pálya.

## •A hidrogeológiai környezeti viszonyok:

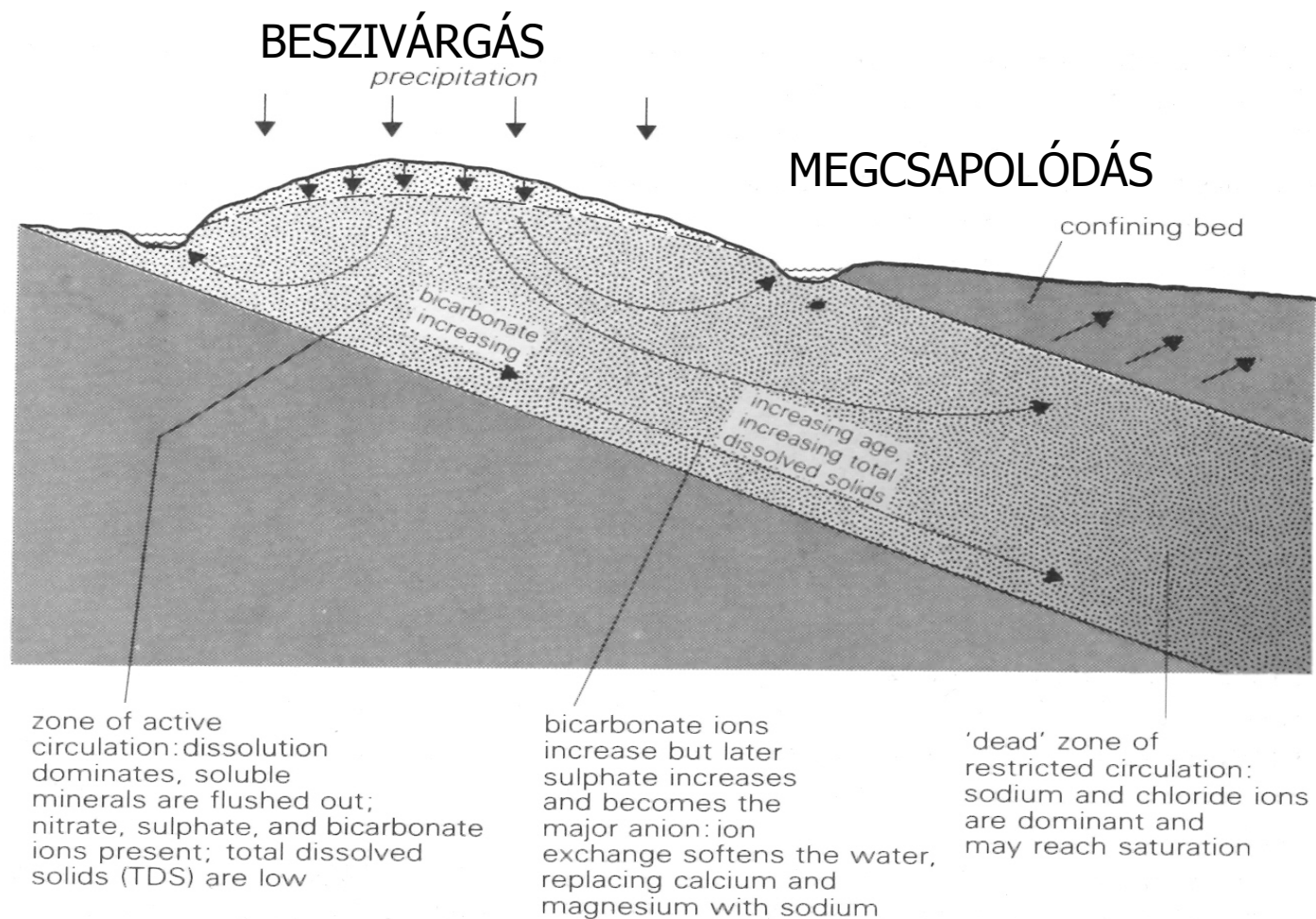
- **földtani adottságok** (litológia, szerkezetek, hőfluxus)
- **domborzati viszonyok** (hegyvidék, dombosság, síkság)
- **klimatikus viszonyok** (humid, arid: CS, ET, T)



Azonos litológiájú kőzetből származó víz sem azonos minőségű, ha az egyéb környezeti viszonyok eltérőek!



# A felszín alatti vizek kémiai fejlődése humid helyzetben



(Price, 1985)

Az áramlás irányában só koncentráció (TDS) növekedés és szisztematikusan változó ionösszetétel.

$\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cl}^-$  Az anionok a mélység és az áramlás irányában a Chebotarev-sorozat szerint változnak

$\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cl}^-$  Az összes anionhoz képest nő az áramlás irányában

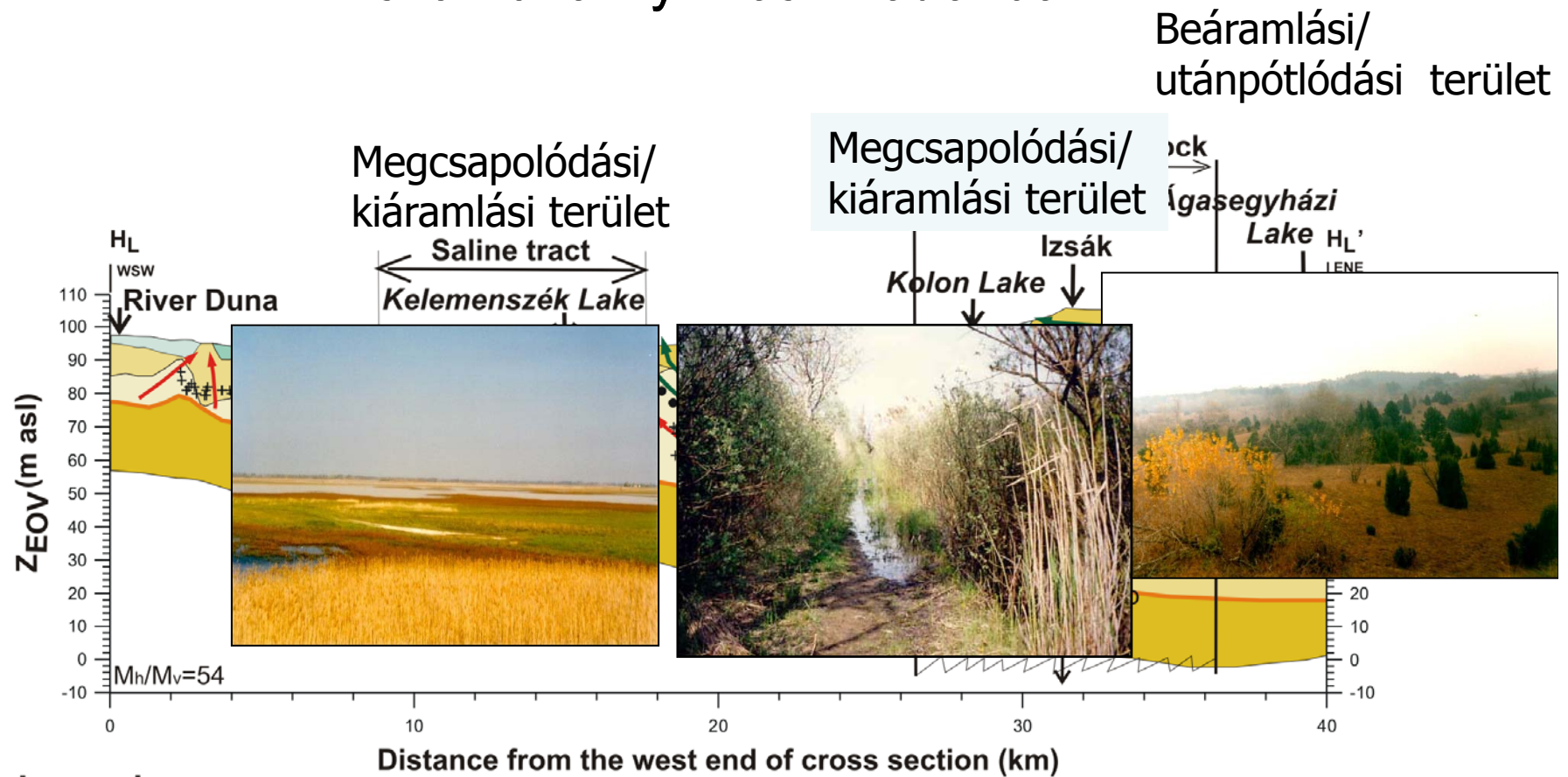
$\text{Na}^+$  és  $\text{K}^+$  Az arányuk nő az összes kationhoz viszonyítva az áramlási pálya mentén

pH Áramlás irányában nő  
BE (6-7)  $\rightarrow$  KI (7-8)

Eh BE (+) KI (-)



# Áramlási rendszerek valós vízgyűjtő medencében, Duna-Tisza köze Ny-i részmedence

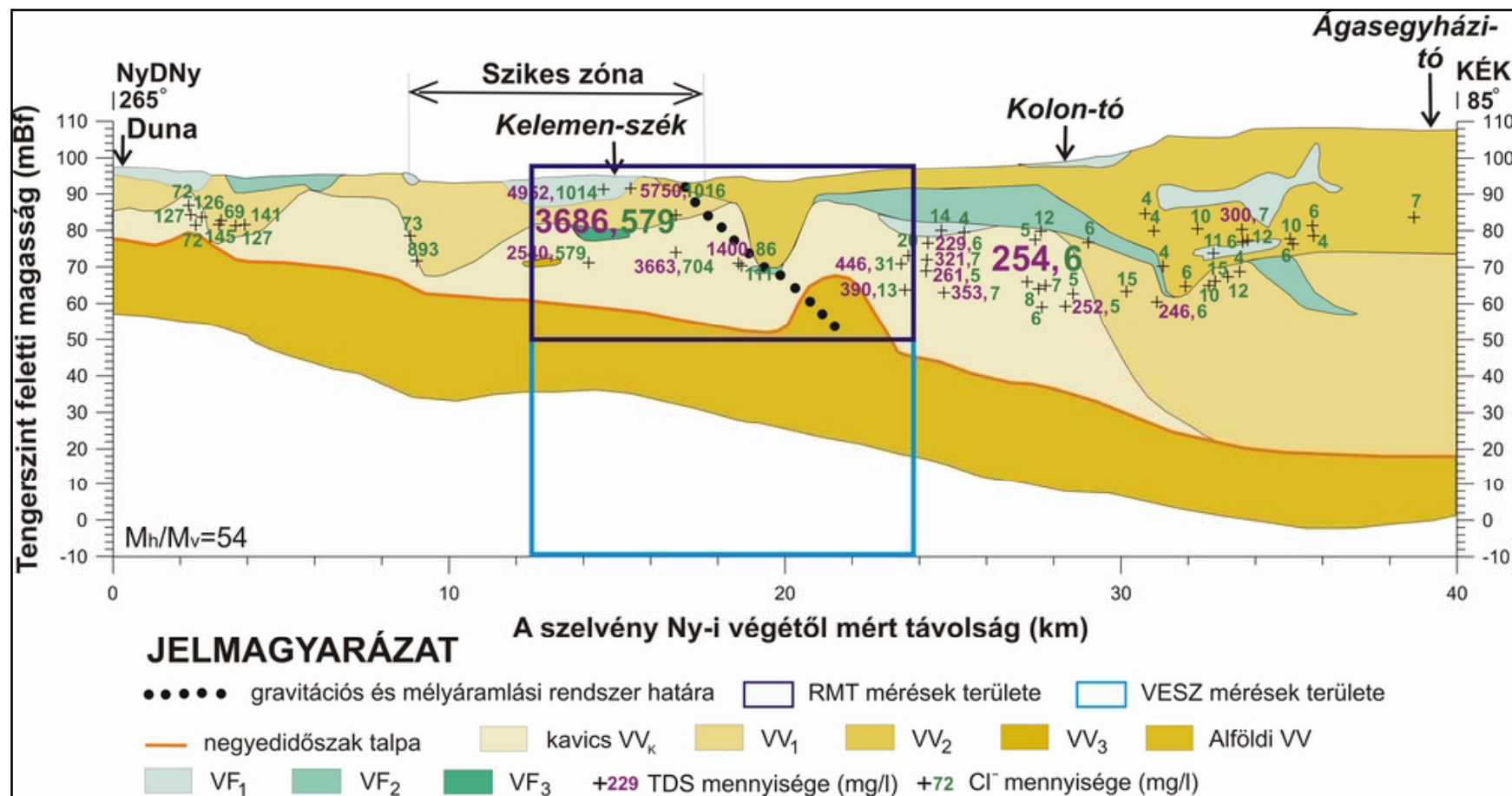


## Legend

- Hydrostratigraphic units:  $AF_G$ ;  $AF_1$ ;  $AF_2$ ;  $AF_3$ ; Great Plain AF;  $AT_1$ ;  $AT_2$ ;  $AT_3$
- 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 3009)

# Áramlási rendszerek valós vízgyűjtő medencében, Duna-Tisza köze Víz kémia



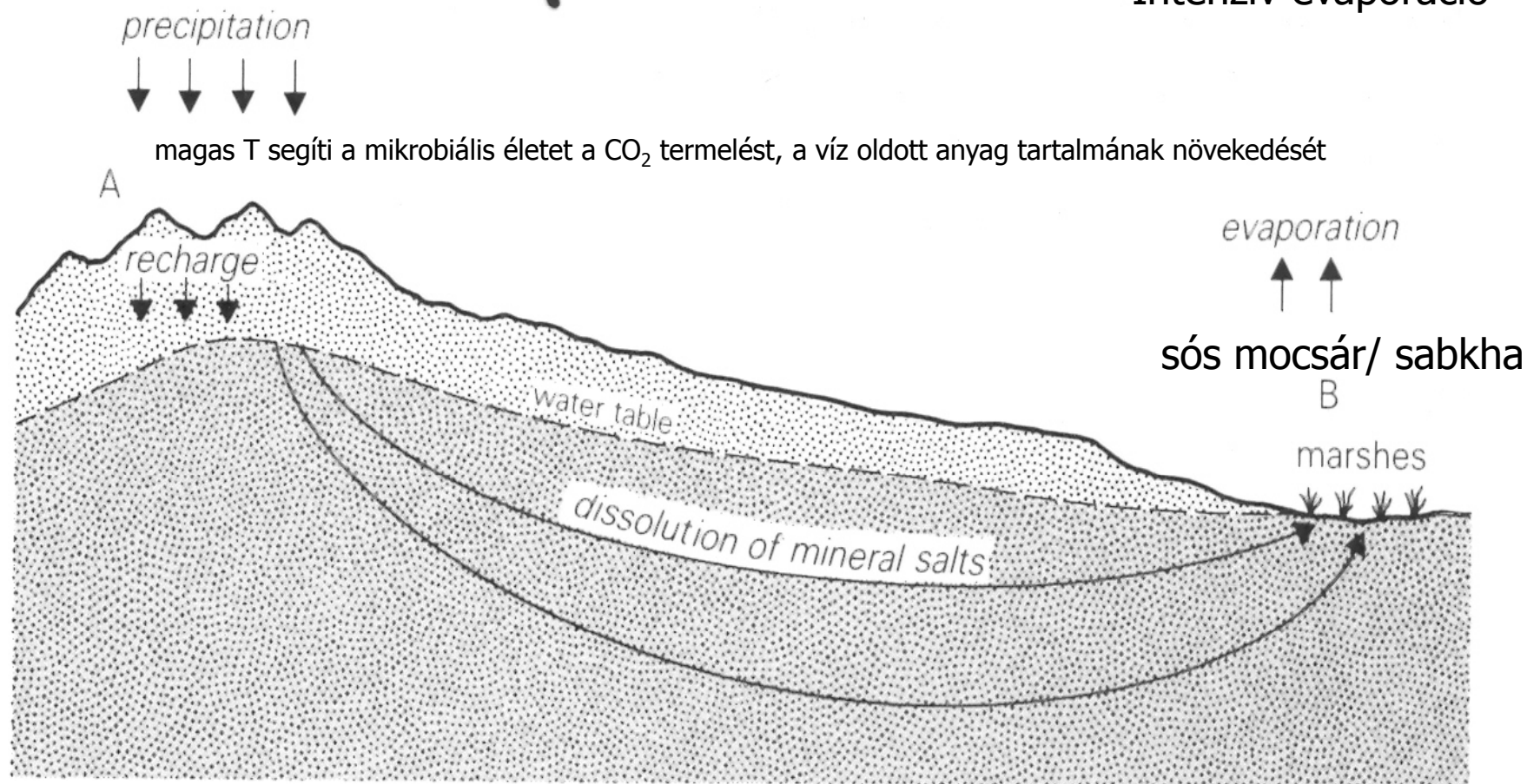
(Simon, 2006)

# A felszín alatti vizek kémiai fejlődése

(szemi)arid helyzetben

BE: korlátozott utánpótlódás,  $ET \gg P$

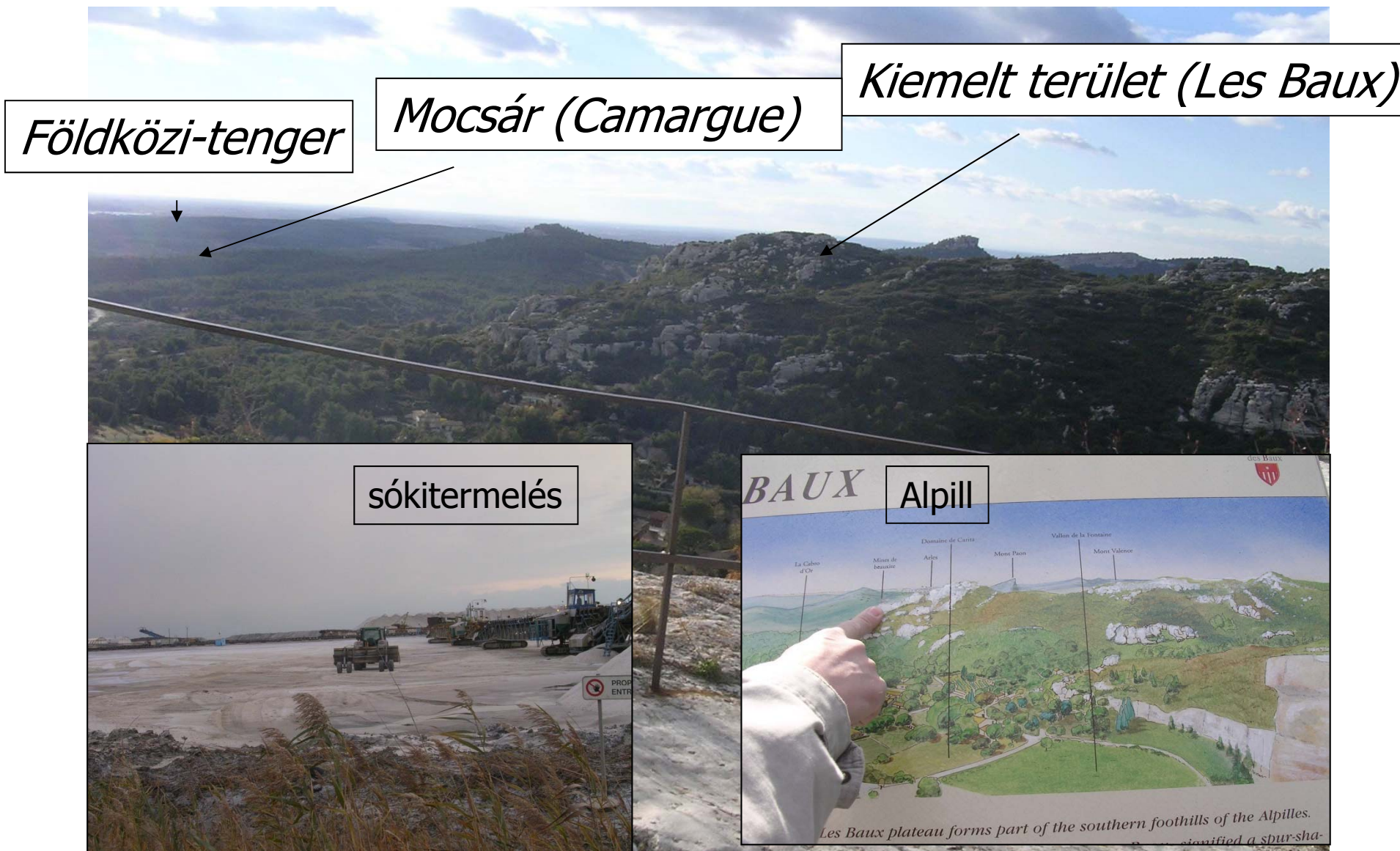
Intenzív evaporáció



(Price, 1985)

# MEGCSAPOLÓDÁS

# UTÁNPÓTLÓDÁS



Környezeti elemek: Földtan:mészköhegység, Topográfia:> 2-300 m szintkülönbség, Éghajlat: mediterrán, szemi-arid

# Antropogén hatások

- A geoszférák (bioszféra, atmoszféra, hidroszféra, litoszféra) között állandó kölcsönhatás van, az elemek mozognak a geoszférák között. Minden rendszer egyensúlyra törekszik, miközben változik.
- A szennyezőtranszport részben a hidrológiai ciklus „szállítószalagján” valósul meg.

•Az atmoszféra légköri szennyeződése savassá teszi az esővizet, amely lehullva a kőzetekben levő ásványokkal reakcióba lép, különböző komponenseket kioldva, amelyeket tovább szállítva, más ásványok, vegyületek válnak ki. A szennyezett talajból a felszín alatti víz tovább viszi a szennyezőket.

•A vízbeszerző létesítmények (felszíni vízkivételi mű, mélyfúrású kút) kiemelten védendők a szennyező anyagokkal szemben, mert esetleges elszennyeződése alkalmatlanná teszi ivóvíz-felhasználásra a termelt vizet.

