

A photograph of a cave interior. The upper part of the image shows light-colored, layered rock formations with some cracks and small stalactites. The lower part is darker, showing more pronounced stalactites and a rough, uneven rock surface. The overall lighting is dim, typical of a cave.

# Általános földtan

**2011. Március 26.**

**Raisz Péter**

# Tartalom

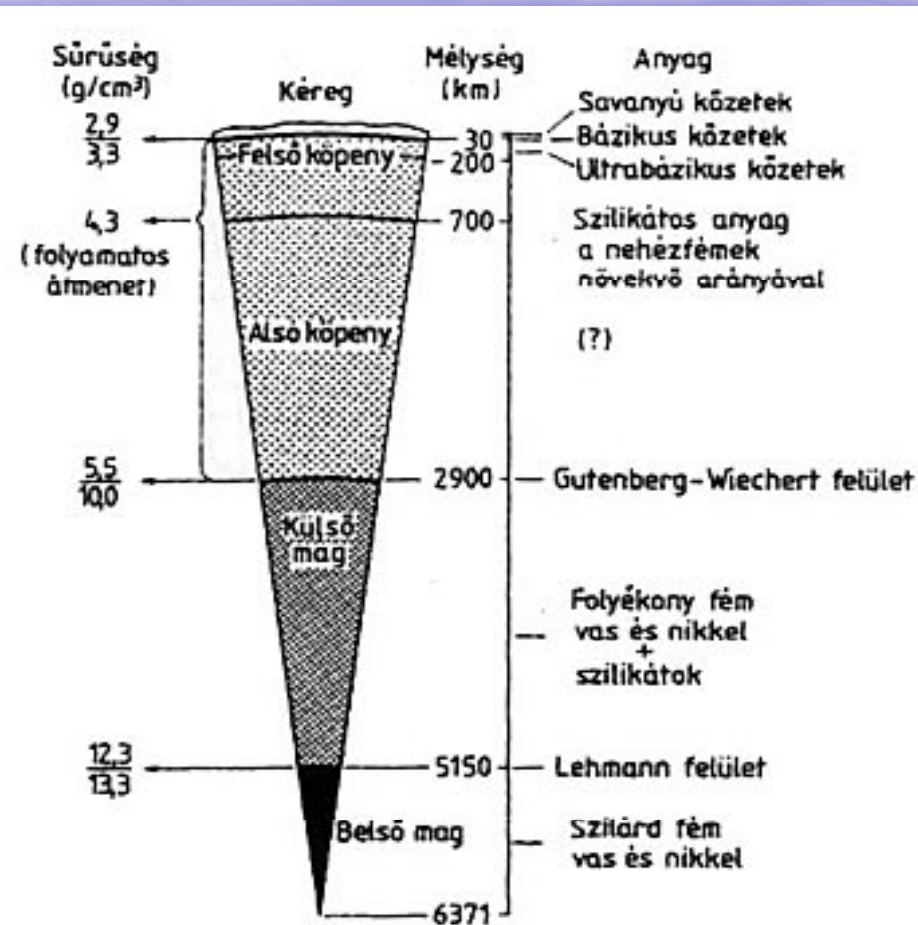
- Ásvány, kőzet fogalma
- A Föld szerkezeti felépítés (övezetek, elemek)
- Lemeztektonika fogalma, kőzetlemezek mozgása
- Hegységképződés
- Külső felszínformálás
- Kőzetek fajtái, képződésük
- Karbonátos kőzetek
- Mészkö fogalma, keletkezése
- Karszt fogalma, karsztosodás folyamata

# Alapfogalmak

**Ásvány**: a Föld szilárd kérgének határozott kémiai összetétellel, rendszerint kristályos szerkezettel és általában határozott formával rendelkező természetes építőeleme. Rendszerint szervetlen eredetű, azonban néhány szerves eredetű természetes anyagot is ásványnak tekintenek.

**Kőzet**: a földkéreg nagyobb egységeit felépítő, ásványokból összetevődő természetes anyaga. Határozott geológiai folyamatok terméke és egyben azok jellemzője.

# A Föld szerkezete



A Föld belsejének szerkezete jelenlegi ismereteink szerint

## Földkéreg

- felső kéreg
- alsó kéreg

## Köpeny

- felső köpeny
- alsó köpeny

## Mag

- külső mag
- belső mag

# A földkéreg

- Vastagsága változó. Néhány km-től 75-80 km-ig terjedhet. Átlagos vastagsága 30-33km

## Csoportosítások:

### 1. Felső kéreg

- gránithoz hasonló összetétel. Al és Si oxidokban gazdag, fémekben szegény

### 2. Alsó kéreg

- jellemzően bazaltos kőzetek alkotják, kalciumban, magnéziumban, fémekben gazdagabb

## 1. Kontinentális kéreg

- a kontinensek területén található. Van alsó és felső része. A köztük elválasztásánál található a Conrad-féle törésvonal kb. 15 km mélységben.

## 2. Óceáni kéreg

- az óceánok és az Északi sarkvidék alatt található. Vékonyabb, mint a szárazföldi, mert a felső gránitos kéreg hiányzik, csak az alsó bazaltos található meg.

# A Földköpeny

- A Földkéregtől a Mohorovičić féle töréssel választja el. Ettől a felülettől 2900 km mélységig terjed.

## 1. Felső köpeny

- kb. 1000 km mélységig terjed
- a közzettani folyamatok színtere a kéreggel együtt

## 2. Alsó köpeny

- összetétele bizonytalan, csak következtetni lehet rá
- sűrűsége nagyobb a felső köpenynél. A felső köpenytől a Repetti-féle töréssel választja el

# A Földmag

- A köpenytől a Gutenberg-Wiechert felület választja el

## 1. Külső mag (maghéj)

- jellemzően folyékony halmazállapotú, anyaga fémekből, elsősorban nikkelből és vasból áll

## 2. Belső mag

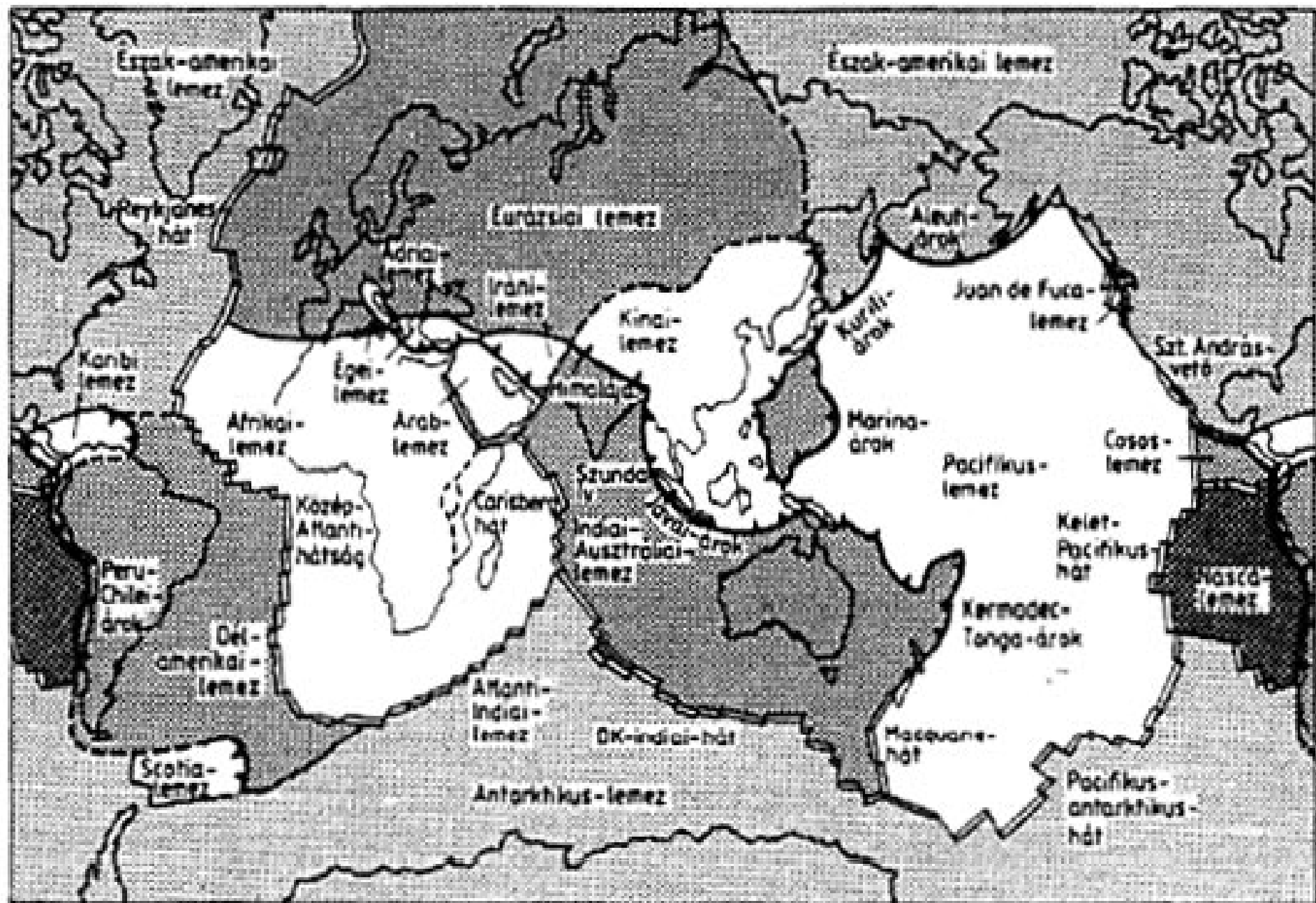
- a külső magtól a Lehman-féle felület választja el 5100 km mélységben.

- szilárd halmazállapotú, de közel jár az olvadásponthoz. Nagy viszkozitású és sűrűségű

- a hőmérséklet a Föld belsejében 3000-4000 °C

# Lemeztektonika

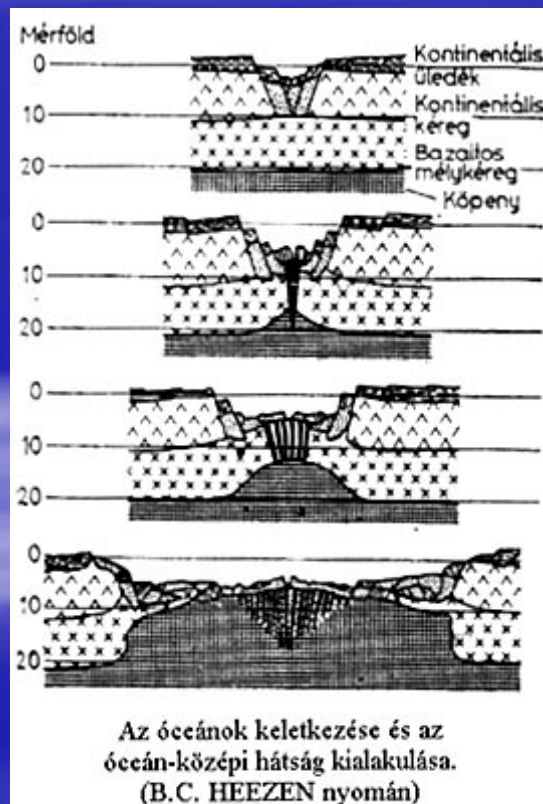
- ~: A Föld belső erői által előidézett mozgások. Egy olyan globális modell, amely a kőzetlemezek mozgását veszi alapul a geodinamikai jelenségek magyarázására.
- A szilárd gömbhéj nem egységes, hanem darabokból, ún. kőzetlemezekből áll
  - 7 nagyobb kőzetlemez van és több kisebb, melyek egymáshoz képest állandó mozgásban vannak.
  - A nagyobbak: Észak-amerikai, Dél-amerikai, Eurázsiai, Afrikai, Indiai-Ausztráliai, Pacifikus, Antarktisi



A Föld litoszféralemezei (Morgan, W. J. szerint)

# Lemezmozgások, hegységképződés

1. Egymástól távolodó kőzetlemezek (szétsodródás)
  - óceáni hátságokon történik
  - eredménye: óceánok születés (pl. Vörös-tenger)

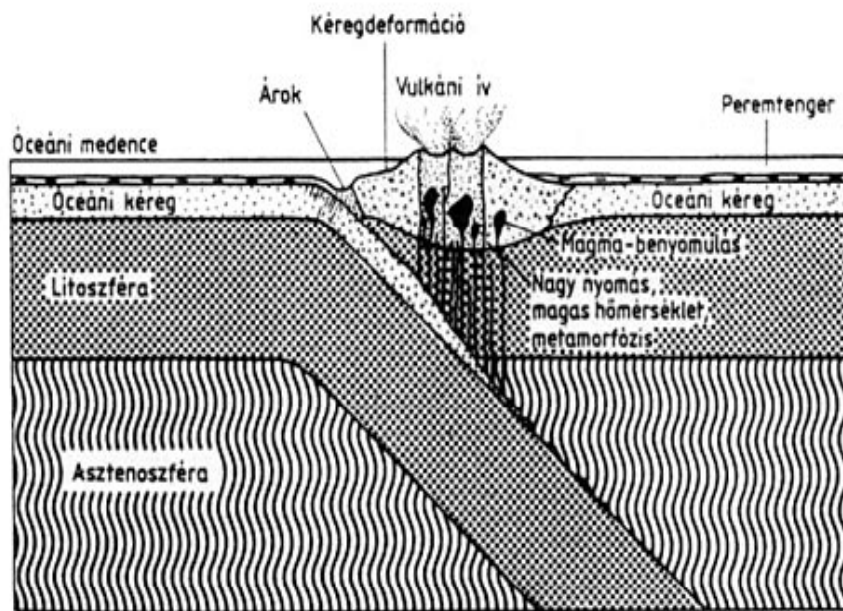


- konvekciós oszlopok kialakulása hőmérsékletkülönbség miatt
- a litoszféra megreped és a lemezek szétsodródnak
- feltörő köpenyanyag kitölti a lemezperemek közti rést. Lehűl és kéreg lesz belőle
- új óceán születik

## 2. Egymáshoz közeledő kőzetlemezek

- két óceáni kőzetlemez ütközése
- óceáni és kontinentális kőzetlemez ütközése
- két kontinentális kőzetlemez ütközése

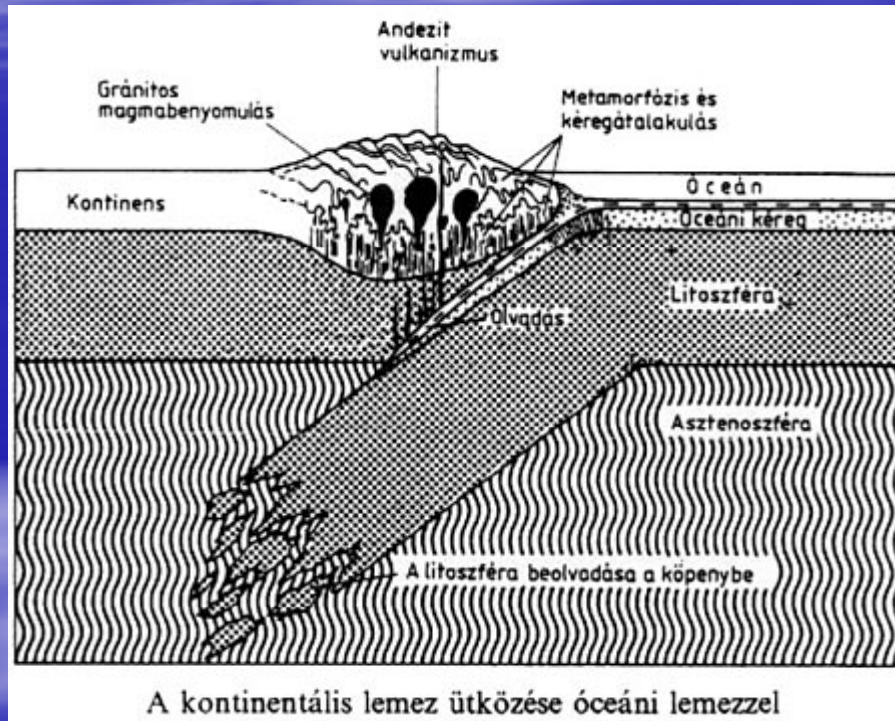
# Két óceáni kőzetlemez ütközése



Két óceáni lemez ütközése

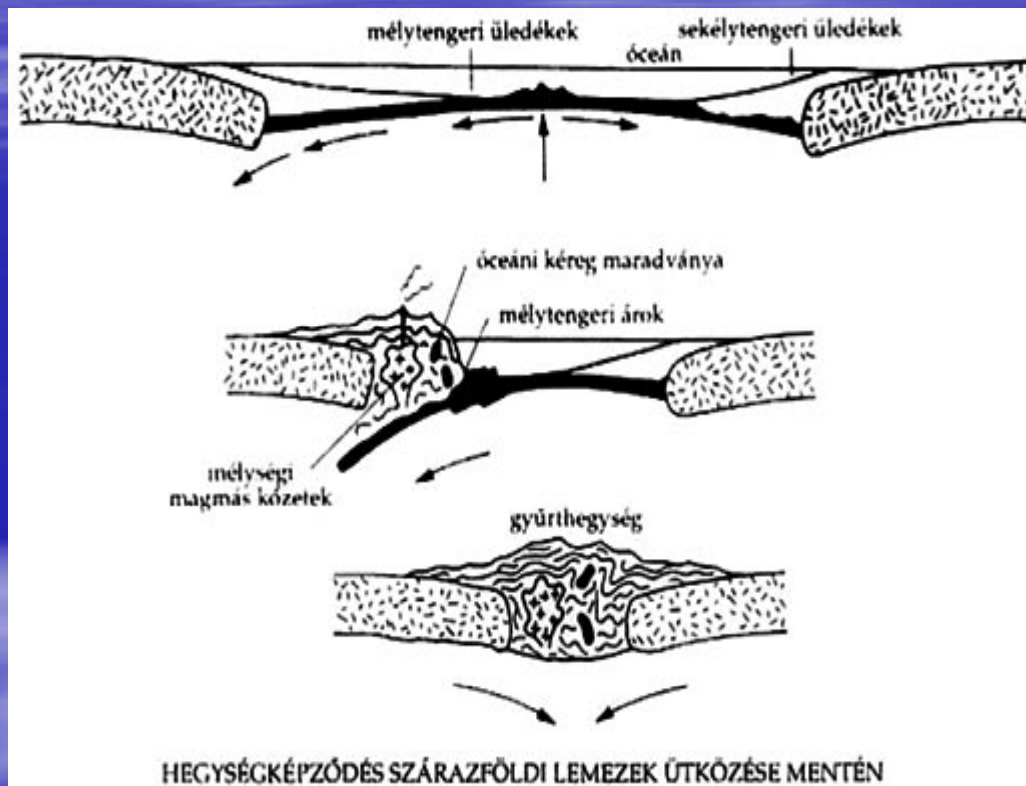
- az óceáni lemez sűrűsége hasonló a köpenyéhez
- az idősebb kihűlt lemez alábukik a fiatalabbnak
- eredmény: mélytengeri árok keletkezése (Mariana árok, 10 910 m mély). Valamint andezites riolitos vulkánosság létrejötte és szigetívek születése

# Óceáni és kontinentális lemez ütközése



- a nagyobb sűrűségű óceáni lemez a kontinentális alá bukik
- 400-700 km mélyre hatol és felemészti az anyaga
- ahol az óceáni alábukik a szárazföldi lemeznek, mélytengeri árok keletkezik
- heves andezites-riolitos vulkánosság

# Két kontinentális lemez ütközése



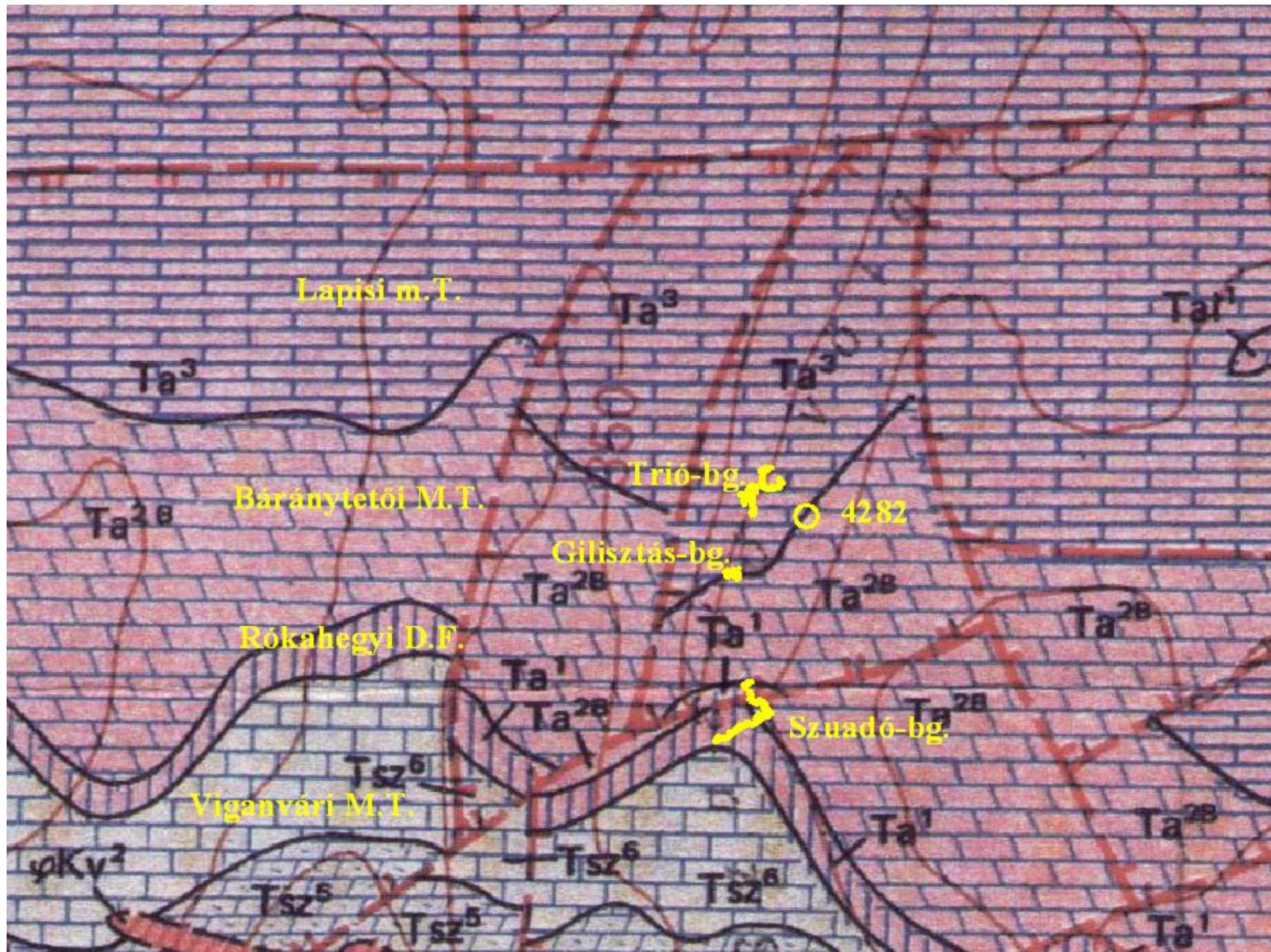
- a két szárazföldi lemez közti óceáni lemez alábukik a kontinentálisnak. Anyaga fölemésztődik.
- a rajta levő üledék felgyűrődik, kiemelkedik
- az üledék adja a keletkező hegység anyagát

A hegységképződés folyamatának neve az orogenezis.

# Alapfogalmak

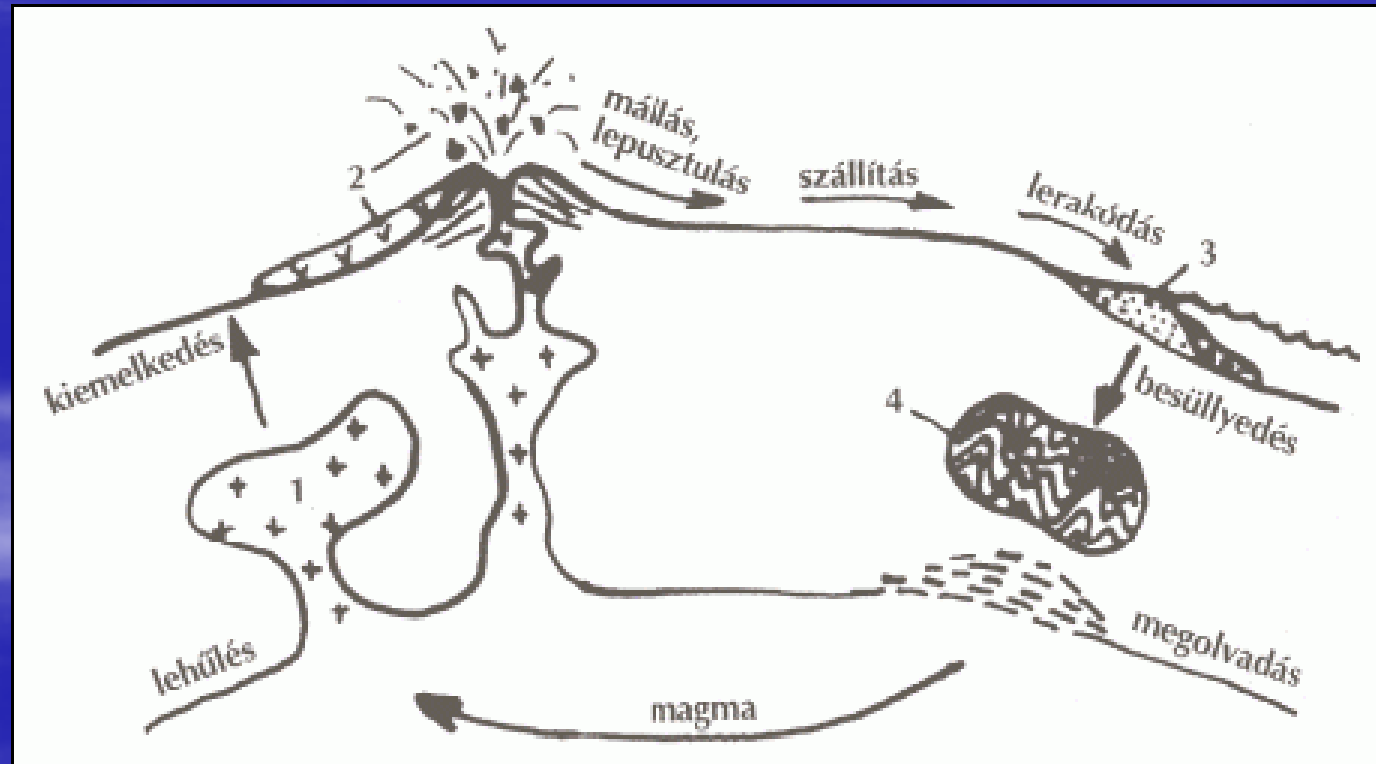
**Gyűrődés**: a kéregben föllépő oldalirányú nyomás hatására történő alakváltozás. A kőzetek plasztikus alakváltozást szenvednek, vízszintes kiterjedésük csökkenésével redőkbe gyűrődnek.

**Vetődés**: a kőzettömegeknek a törést követő szintkülönbséges vagy oldalirányú elmozdulása. Az elmozdulás síkja a vetősík.



# Külső erők munkája

- lepusztítás
- elszállítás
- építés



# Felszínformálás

- Hőmérséklet (aprózódás, mállás)
- Tömegmozgások
  - szállítóközeg nélkül, nehézségi erő hatására megy végbe
  - omlás, csuszamlás, kúszás, folyás
- Jég
  - Belföldi jégtakaró, magashegyi jégtakaró
- Szél
  - Száraz területeken pozitív, negatív formák létrehozása
- Víz (tenger, folyók)
- Élővilág (ember; növényzet aprózó, mállasztó hatása)

# Kőzetek keletkezése, típusai

- Keletkezés szerint 3 típus:
  - Magmás
  - Üledékes
  - Metamorf

# Magmás kőzetek

A magma a földkéreg izzón folyó olvadéka, amely tulajdonképpen olvadék és oldat, melyben kristályosodni kezdő anyagok vannak. Felszínre ömlött változata a láva. A litoszféra legkülső 15-20 km vastag részének döntő hányadát alkotják.

2 típusa van:

1. Mélységi magmás (pl.: gabbró)
2. Kiömlési magmás (pl.: bazalt)

- A magma megszilárdulása hosszú folyamat és differenciált
- Az ásványok kiválása meghatározott sorrendben történik
- A kristályformák kialakulása a kihűlés gyorsaságától függ

Egyéb vulkáni eredetű kőzetek:

**Piroklasztitok (vulkáni törmelékes kőzetek):** a vulkáni működés során a levegőbe vagy állóvízbe, szilárd és/vagy folyékony állapotú anyagok leülepedett, majd diagenizálódott halmaza.

Pl.: vulkáni por, lapilli, vulkáni tömb, vulkáni bomba, tufa

# Üledékes kőzetek

~: a Föld felszínén vagy a felszín közelében lejátszódó határozott földrajzi-földtani folyamatok következtében létrejött kőzetek.

Létrejöttében a fő szerepet a Föld külső erői játsszák (eltérően a másik két kőzet fajtától)

1. Mállás
2. Szállítás
3. Lerakódás vagy üledékképződés
4. Közettéválás (diagenézis)

## Mállás

### 1. Fizikai (aprózódás)

- nem jár kémiai összetétel változással

Pl.: hőingás, fagyhatás, sókiválás pórusokban, hullámverés, növényi gyökerek repesztő hatása stb.

### 2. Kémiai

- a felaprózódott kőzetek vegyi átalakulása. Csak vizes közegben mehet végbe. Emiatt éghajlatfüggő.

További tényezők:

- élőlények bomló szerves anyagainak savtermelése
- szulfidok bomlása során keletkező savak

## Üledékanyag szállítása:

### 1. gravitáció hatására

- lejtőtörmelékek, csuszamlás, iszapfolyás

### 2. szállítóközeg útján

- jég (gleccserek)
- víz (görgetve, lebegtetve, oldott állapotban)
- szél (főleg apró mállott szemcsék vagy homok)

## Üledék lerakódása:

### 1. szárazföldi üledékgyűjtők

- eljegesedett területek (moréna)
- sivatagi területek (homok, durva törmelék)
- vulkánok környezete (piroklasztitok)
- folyóvízi lerakódás (homok, kavics, iszap)
- tavak, mocsarak (tőzeg, gyepvasérc)

### 2. tengeri üledékgyűjtők

- sekély tengerekben (lefűzött lagúnák, mangrove mocsarak)
- óceánokban (mélytengeri árkok, alábukásos övek)

## Kőzettéválás (diagenézis)

- süllyedő üledékgyűjtőben betemetődnek az üledékek, így nő a nyomás és hőmérséklet, csökken a pórustérfogat.
- a kiszoruló pórusvizek felsőbb régiókba vándorolnak és magukba oldanak egyes anyagokat, másokat kicsapnak (jelentős kőzetalkotó tényező)
- összecementálódás
- bonyolult többlépcsős fizikai-kémiai folyamatok összessége

# Metamorf kőzetek

**Metamorfózis**: a kőzeteknek az eredeti kőzetképződési körülményektől eltérő fizikai és kémiai körülmények között, szilárd állapotban lejátszódó ásványtani és szerkezeti átalakulási folyamata. ( A mállás és a kőzetképződés nem tartozik ebbe a fogalomkörbe)

- Fő fizikai tényezői a nyomás és a hőmérséklet. Ezen tényezők szoros összefüggésben vannak a kéregmozgással.
- A P és T egymáshoz való viszonya alapján sokfajta metamorfózis létezik.
- Metamorf kőzet pl. a márvány

# Karbonátos kőzetek

- Barlangképződés szempontjából a legkedvezőbb kőzetek
- A földkéreg 1%-át teszik ki, de a barlangok 95%-a ilyen kőzetben van
- A karbonátos kőzetek 90 %-át karbonát ásványok alkotják
- Karbonátos ásványok leggyakoribb képviselői: kalcit ( $\text{CaCO}_3$ ), dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), magnezit ( $\text{MgCO}_3$ ), sziderit ( $\text{Fe CO}_3$ )
- Legfontosabb karbonátos kőzetek: mészkő, dolomit, márga, márvány

# Mészkö fogalma, keletkezése

**mészkö**: olyan kőzet, aminek legalább 90%-át kalcit és aragonit alkotja. A fennmaradó részt más karbonátos ásványok valamint kvarc, agyag, szerves anyagok alkotják.

Keletkezése:

## 1. Szárazföldi eredetű

- karsztforrásokhoz és barlangokhoz kötődik
- fontos szerepe van a  $\text{CO}_2$ -nak, ami fokozza a mész oldhatóságát

- a forrásból kilépő karsztvíznek csökken a nyomása, így a benne oldott mészkő kiválik és lerakódik. Laza, likacsos kőzet alakul ki. Ezt *édesvízi mészkőnek* is nevezik. (A Gerecse és a Budai hg. Duna menti részén a karsztforrásokból nagy mennyiség keletkezett)

További szárazföldi mészkőképződmények:

- mésztufa gátak (travertínó) Pl. Melegmányi völgy
- cseppkő
- tavi kréta. Sekély tavakban képződik. Laza mészüledék (Csólyospálos). Néha mészkővé is diagenizálódik. Ekkor már *réti mészkőnek* hívjuk.

## 2. Tengeri eredetű

- a mészkövek nagy része tengeri eredetű
- a alapja a tenger fenekét nagy mennyiségben borító un. globigerinás iszap, ami magasabb rendű mészvázak tömegét tartalmazza.
- valamivel kisebb jelentőségű a zátonyképződés, ami elsősorban korallok, de velük együtt más mészvázás állatok vázából képződik (Pl. Aggteleki-karszt)
- a süllyedő tengerfenéken települt zátonyoknál több 100 méter vastag mészkőtömeg is kialakulhat.
- egymáshoz közeledő szárazföldi kőzetlemezek → mészkőhegységek képződése (lásd: lemeztektonika)

## A mészkő jellemzése:

- a tiszta mészkő színe fehér, szürkésfehér
- gyakran szennyezve van, ezért a legkülönbözőbb színekben fordul elő. Lehet zöld (vas), vörös (FeO), fekete (bitumenes, mangános), stb.
- viszonylag rideg, merev kőzet, ezért a tektonikai mozgások miatt gyakran összetöredezett → sűrű repedéshálózat → barlangok kialakulása
- vízben jól oldódik, különösen szénsavas vízben
- szilárd oldási maradéka az *agyag*
- nagy az állékonysága, így maradnak meg a barlangok nagyon sokáig anélkül, hogy berogynának

# Egyéb karbonátos kőzetek

**Márga:** ha a mészkő agyagos frakciót tartalmaz, *márgának* nevezzük. 25-60% agyagot tartalmaz. Rendszerint szürke, sárgás szürke, a mészkőnél lágyabb kőzet és többnyire jól rétegzett. Jellemzője még, hogy jól mállik, kivéve ha nagy a kovatartalma.

**Dolomit:** olyan üledékes kőzet, aminek 90%-a dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) ásványból áll. Változatos színüket vas-szulfid, vas-oxid valamint szerves anyagok adják. Sósavra csak mérsékelt reakciót mutat, így lehet könnyen megkülönböztetni a mészkőtől.

## Evaporitok (sókőzetek)

### 1. szárazföldi eredetű

- lefolyástalan tavakból válnak ki főleg sivatagos klímán (pl. Holt-tenger)

### 2. tengeri eredetű

- lefűzött lagúnákban, tengeröblökben párolgás útján jön létre. (evaporáció = párolgás)

- leggyakoribb képviselői a kősó, a gipsz és az anhidrit

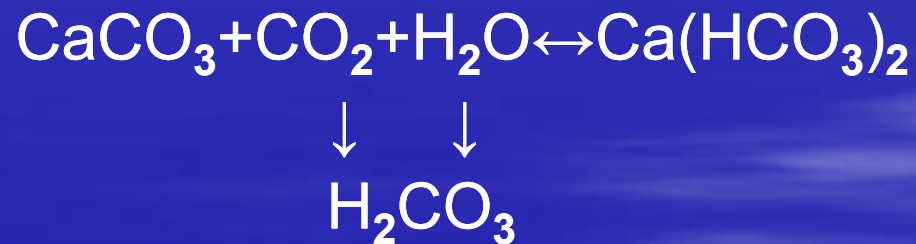
Mivel jól oldódó kőzetről van szó, a benne kialakuló karsztos képződmények sokkal gyorsabban létrejönnek, mint a mészkőben.

# A karsztosodás fogalma, folyamata

**Karszt:** a karbonátos kőzetek oldódásából származó felszíni és felszín alatti képződmények összessége.

A leggyakrabban előforduló, karsztosodásra alkalmas kőzet a mészkő.

A mészkő oldódási képlete:

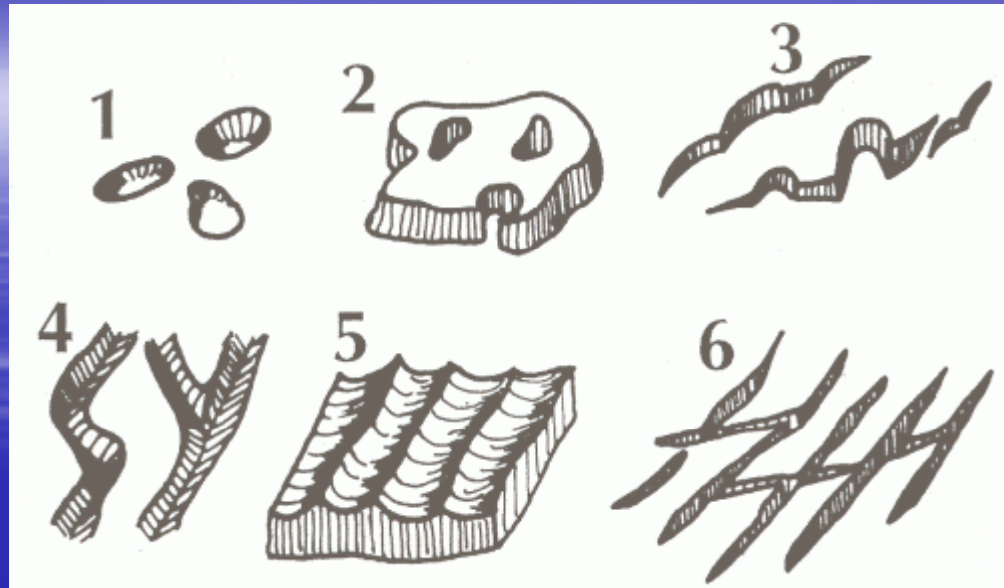


A vízben oldott CO<sub>2</sub> mészagresszív szénsavat hoz létre, ami a kalcium-karbonátot kalcium-hidrogén-karbonát formájában oldja. A folyamat visszafelé működve kicsapódást eredményez. A CO<sub>2</sub> vízben való oldódásának mértéke függ a víz hőmérsékletétől is.

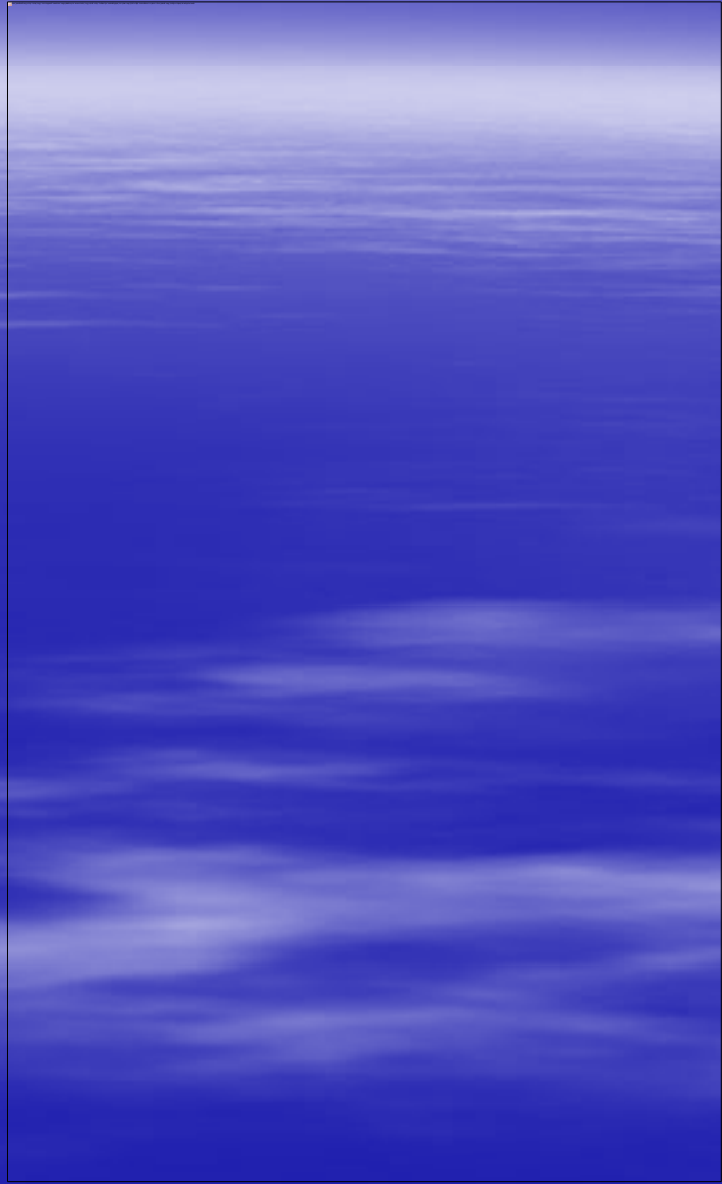
A mészkő könnyen oldhatósága miatt a mészkő felszíneket igen változatos formák borítják:

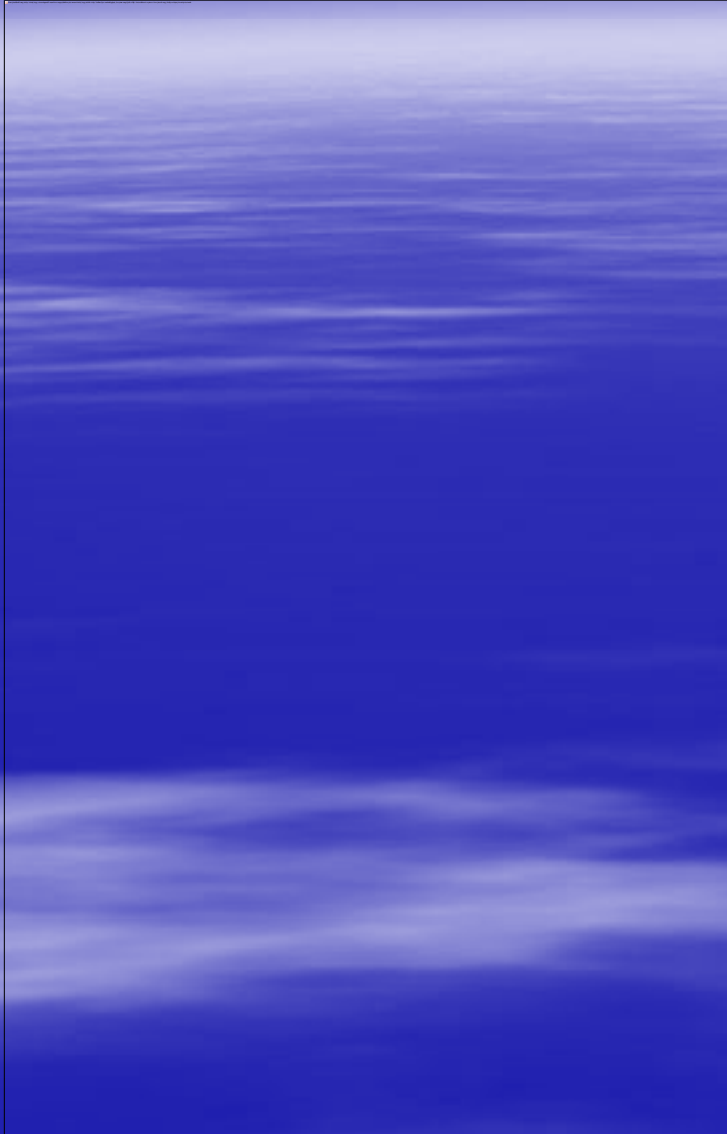
**Karrok:** a karsztosodó kőzet felszínén keletkező oldódásos mikroformák. Kialakulásuk függ a kőzet szövetétől, szerkezetétől, rétegzettségétől a vízben oldott  $\text{CO}_2$  mennyiségétől.

Több fajtája létezik:



1. *kis, kerekded mélyedések, üregek*
2. *gyökerkarrok*
3. *karéjos formák*
4. *árkos karrok*
5. *barázdás karrok*
6. *repedéshálózatos karrok*





# Egyéb felszíni oldás formák

**Töbör (dolina)**: megközelítően kör alakú, néha ovális vagy csillagszerűen formált, eredetileg zárt, esetenként más karsztformákkal kombinálódó felszíni bemélyedések.



- gyakran töbör sorokat alkotnak
- lehet szakadék jellegű is
- a mészkő megrogyásával keletkezik

## Beszakadások, szurdokvölgyek:

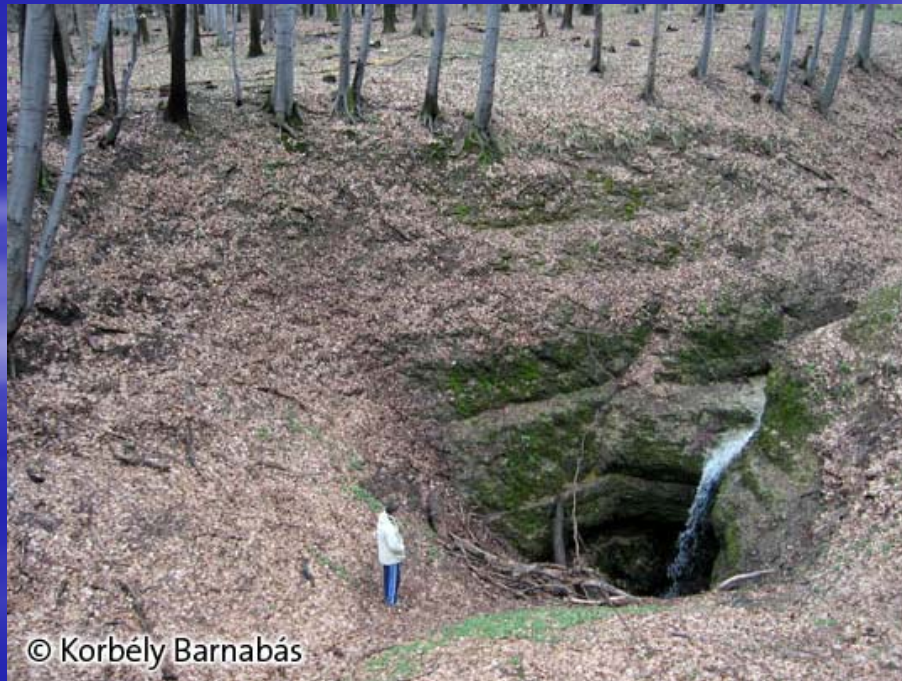
- a felszín alatti üregek előbb utóbb beszakadhatnak az oldás következtében, így szakadékok keletkezhetnek
- ha hosszabb szakaszon következik be a felnyílás, szurdokvölgyek jönnek létre.

Uvala: Többszörösen egymásba ágyazott töbrök. Több száz méter, akár kilométer átmérőjű is lehet.

Polje: nagy kiterjedésű, akár több km<sup>2</sup> területű beszakadás, aminek nincs felszíni lefolyása. A vízelvezés a felszín alatt történik. Gyakran tektonikus vonalak mentén keletkeznek.

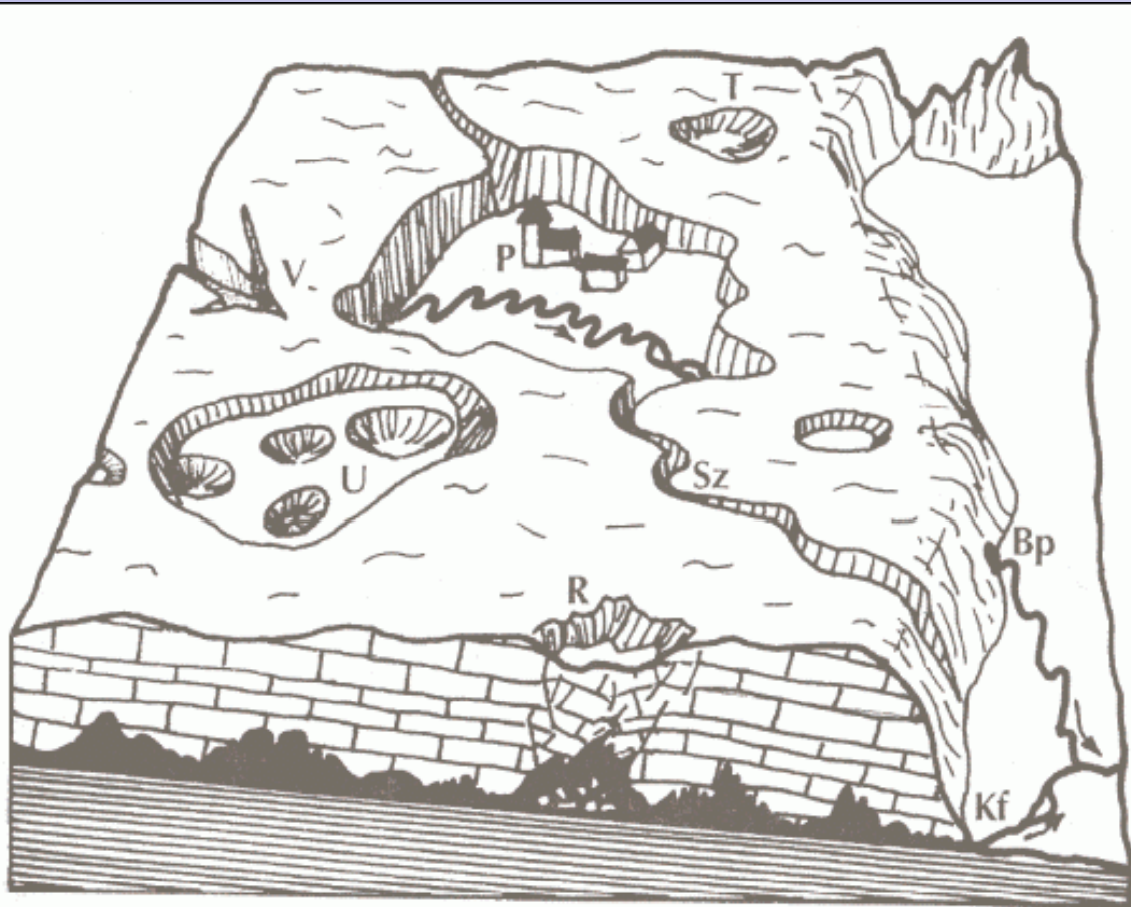


**Víznyelő:** olyan csésze vagy tölcsér alakú bemélyedés, amelyen keresztül az időszakos vagy állandó vízfolyás a kőzet belsejébe kerül. Különbség a tölcsérhez képest, hogy a vizet viszonylag gyorsan, folyamatosan vezeti a mélybe valamint a tölcsérrel ellentétben nem rendelkezik lapos aljzattal, hanem a nyelési pontig folyamatos a meredeksége. Több 10 métertől több 100 méterig terjedhet az átmérője.



**Karsztforrás:** karsztos és nem karsztos kőzetek határán felszínre bukkanó vízfolyás. Vízjárása erősen ingadozó, függ a leesett csapadék mennyiségétől. Olvadáskor százszorosára is nőhet a vízhozam.

**Búvópatak:** nemkarsztos kőzetből vagy a talajból származó kisebb vízfolyás a felbukkanás után rövid időn belül egy nyelőben bukik a mélybe. Poljéknél gyakori jelenség az egyik végében megjelenő, másik végében eltűnő patak



*T. töbör*

*U. uvala*

*R. rogyás*

*Sz. szurdokvölgy*

*P. patak*

*V. víznyelő*

*Kf. karsztforrás*

*Bp. búvópatak*

# Trópusi karsztok

- Jóval nagyobb mennyiségű csapadék a mérsékelt övnél
- a meleg vízben kevesebb oldott  $\text{CO}_2$
- Felszínre korlátozódó oldódás
- Nagyon gyors mállás és elszállítódás
- Rövid életű üregek → hamar beszakadnak
- Nem egységes, erősen földarabolt felszín
- Kúp-karsztok
- Jellegzetes vörös talaj kialakulása





Köszönöm a figyelmet