

A Föld és az élet fejlődése

A földtani idő

A rétegtan - mint a földtörténeti kutatás eszköze

Rétegtan (sztratigráfia): elsősorban üledékes rétegekkel foglalkozik, tágabb értelemben magába foglalja a magmás és metamorf kőzetek vizsgálatát is.

Az ősmaradványok szerepe a földtörténeti kutatásban

Őslénytan (paleontológia): a rétegtan segédtudománya. Ősmaradványokkal (fossziliákkal) foglalkozik.

Fosszilizálódás feltétele: betemetődés. Fosszilizálódásra a szervesetlen vázelemek (mész- és kovaanyagú héjak, Ca-foszfát) alkalmasak.

Fossziliák rendszerezése: taxonokba (rendszertani kategóriákba) való besorolás.

Taxonok:

- törzs (phylum)
- osztály (classis)
- rend (ordo)
- család (familia)
- nemzetség (genus)
- faj (species)

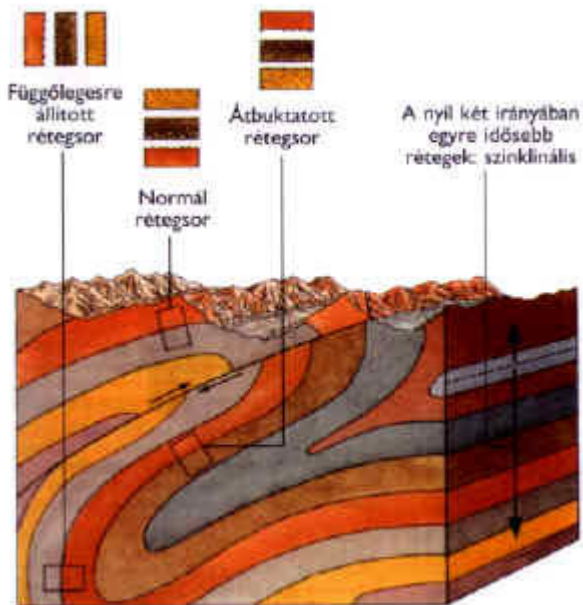
Fossziliák szerepe a földtörténeti kutatásban:

- Az üledékes kőzetek korának megállapítása
- Az ősföldrajzi környezet rekonstrukciója

A fossziliák lehetnek: héjas példány, kőbél, lenyomat



Héjas példány (A: a kagylók osztályába tartozó *Hippurites*), kőbél (B: a lábfejűek osztályába tartozó ammonitesz) és lenyomat (C: a *Trilobita* osztály egyik képviselője) - mint a fosszilizálódás lehetőségei



A sztratigráfia alapjai

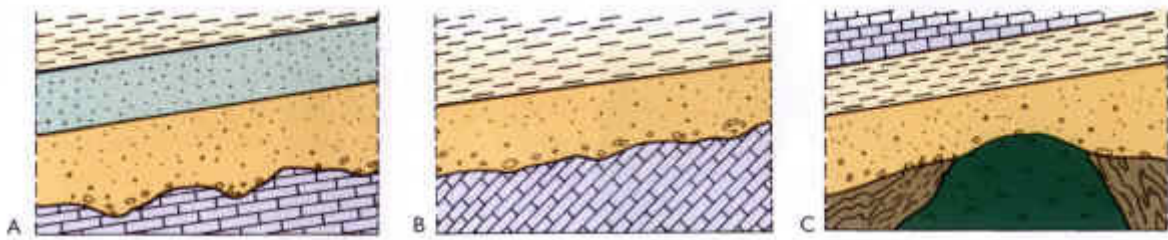
Rétegtani alapelvek

- Eredeti horizontalitás (eredetileg a rétegek települése vízszintes)
- Települési törvény (az alsóbb helyzetű rétegek idősebbek a felettük lévőknél)

A rétegek települési módja

- Konkordáns (folyamatos üledékképződés)
- Diszkordáns (eróziós és/vagy szögdiszkordancia)
- Nonkonformitás (magma intrúzió)

Eredeti településben a keresztirtegzés és a hullámfodrok konvex oldala lefelé mutat, a gradált rétegek szemcséi felfelé egyre finomodnak. Ha ezek egy rétegsorban fordítva jelennek meg, átbuktatott rétegekről van szó



A diszkordancia lehetőségei: eróziós diszkordancia (A), szögdiszkordancia (B), nonkonformitás (C)

A rétegtani osztályozás

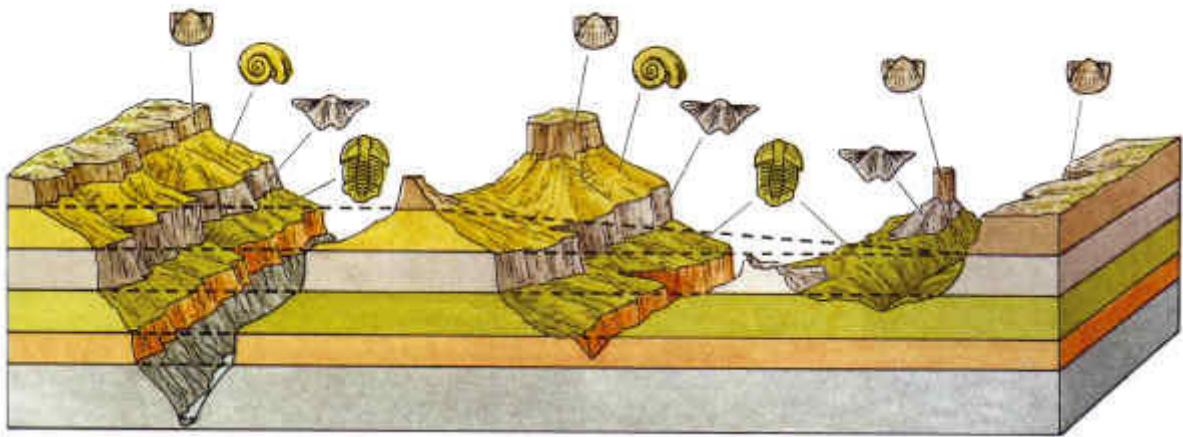
Feladata: a rétegek egységekre sorolása, elkülönítése, tagolása.

- Litosztratigráfiai osztályozás: ásványközettani és geokémiai jellegek alapján tagol. Alapegysége a formáció. Lépcsői: formációcsoport -> formáció -> tagozat -> rétegtag.
- Biosztratigráfiai osztályozás: ősmaradványtartalom alapján tagol. Alapegysége a biozóna. Egyenrangú fajtái vannak.
- Kronosztratigráfiai osztályozás: a kőzetek kora alapján tagol. Alapegysége az emelet. Lépcsői: rendszer -> sorozat -> emelet -> kronozóna.

A rétegtani korreláció

Rétegtani korreláció: a különböző helyeken feltárt rétegtani egységek párhuzamosítása, ezáltal korbesorolása

- Kőzettani korreláció: a litológiai tulajdonságok alapján (indexrétegek segítségével)
- Őslénytani korreláció: Dollo-törvény teszi lehetővé (indexfossziliák)



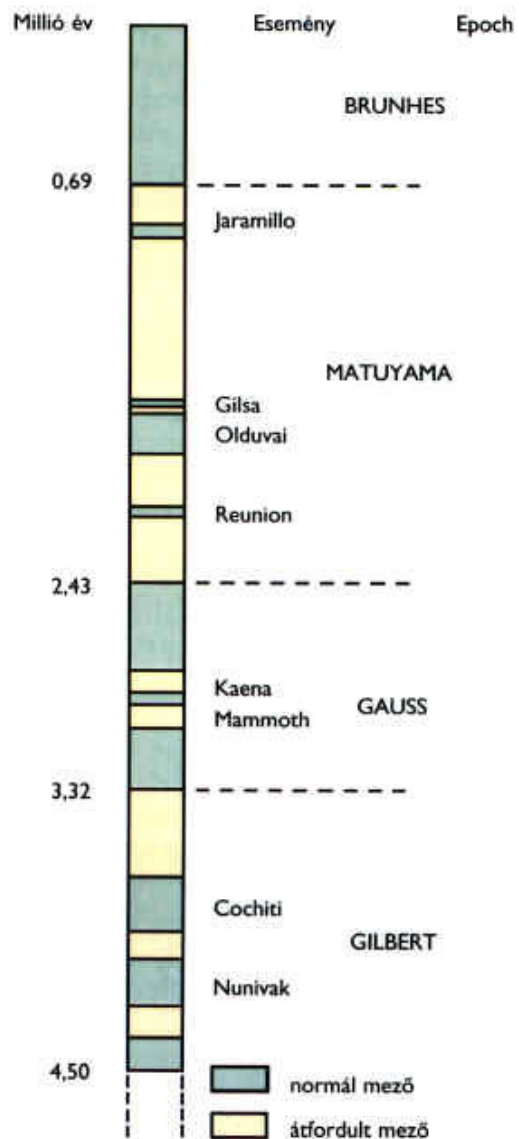
Egy mástól elkülönült üledékes kőzetrétegek korrelációja az ősmaradvány-tartalom alapján. Az egymástól esetleg több kilométerre lévő, azonos ősmaradványokat tartalmazó, ma már nem folytonos rétegek egyidejűleg képződtek

A magnetosztatigráfia

Alapja a kőzetek mágnesezhető ásványainak vizsgálata (magnetit, Fe_3O_4)

- Vulkáni kőzetek: bazalton alkalmazható. A magnetit atomjai a Curie-pontnál ($580\text{ }^\circ\text{C}$) mágneseződnek.
- Üledékes kőzetek: a magnetit törmelékcszemcsék üledékképződés közben beállnak a mágneses tér irányába.

A mágneses pólusok néhány százezer évenként kicserélődnek.

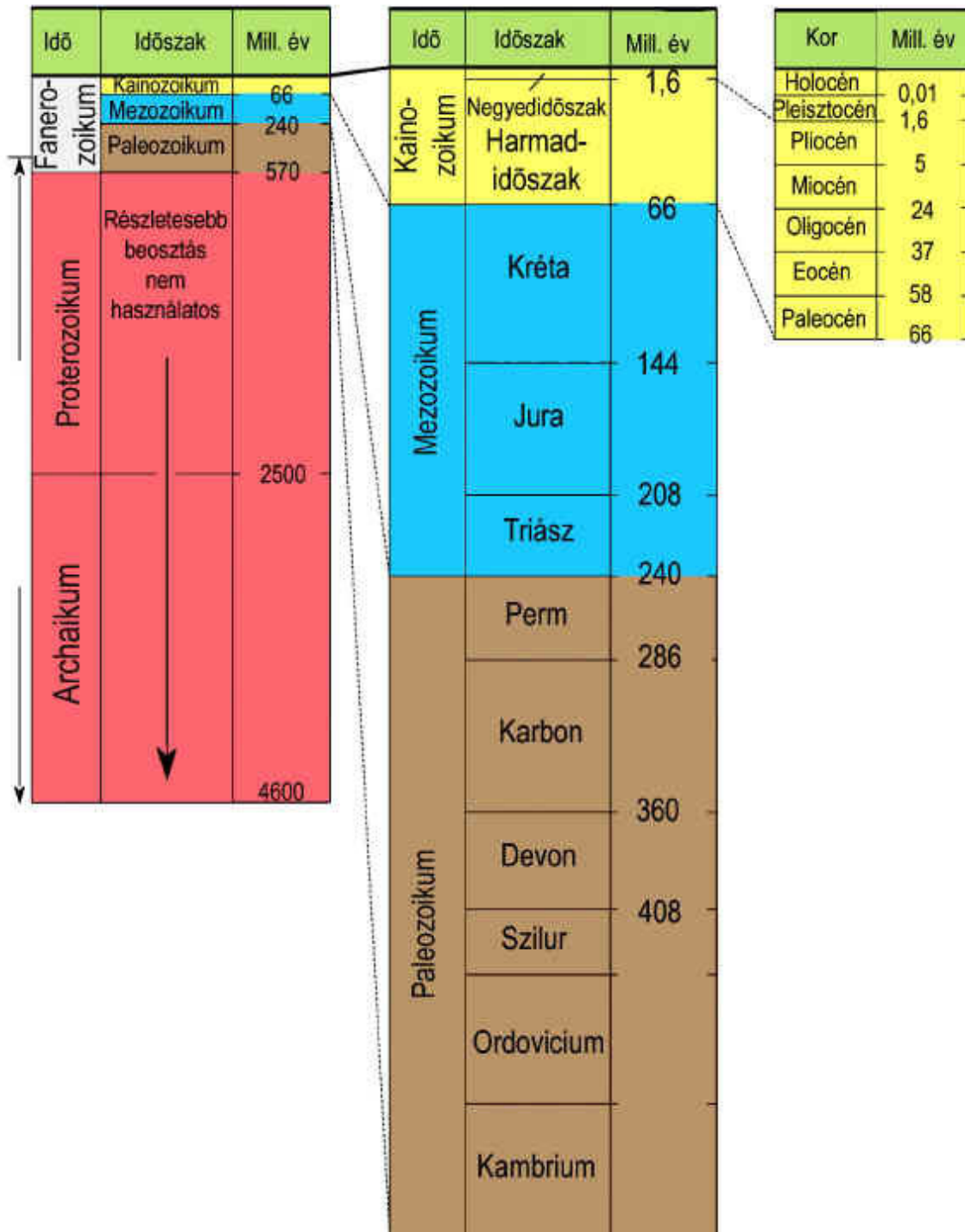


Mágneses pólusváltások az utolsó 4,5 millió év során

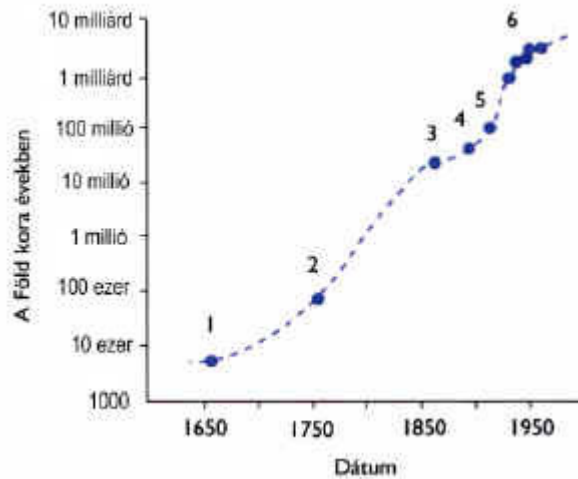
A földtörténeti időskála

A földtörténeti időskála kialakulása

Az idő-rétegtani sorozatok világméretű korrelációjával a XIX. sz. első felében elkészült a földtörténeti időskála.



A földtörténeti időskála. Az években mért adatok radiometrikus mérések alapján ismertek. A felsorolt egységeken belül a geológiában még finomabb beosztás is használatos



A Föld korának becslése a természettudományok fejlődése során. 1: Ussher: a Biblia alapján, 2-3: Buffon, Lyell: az üledékképződés sebessége alapján, 4: Kelvin: termodinamikai számítások alapján, 5: Joly: a tenger sótartalma alapján, 6: radiometrikus mérési adatok alapján

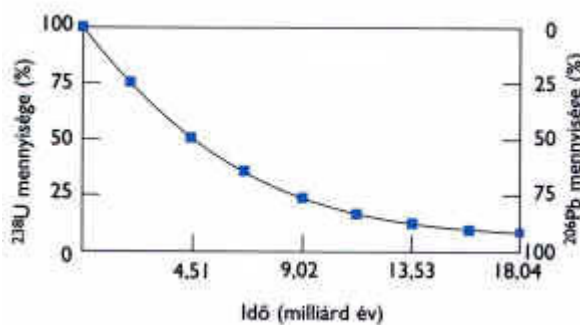
A radiometrikus kormeghatározás

Radioaktivitás felfedezése: 1886

1950-es évektől vannak megbízható adatok.

A radiometrikus kormeghatározás lényege:

- Radioaktív izotópokból stabil izotópok keletkeznek
- A folyamat jellemzője a felezési idő
- A bomló atomok száma exponenciálisan csökken
- A 40 ismert radioaktív izotóp felezési idejét (bomlási állandóját) meghatározták
- A kiindulási és a keletkezett izotópok mennyiségéből, valamint a bomlási állandóból a bomlás időtartama (a kőzet kora) meghatározható



A ^{238}U izotóp átalakulása ^{206}Pb izotóppá. A bomlási görbe a kiindulási anyag exponenciálisan csökkenő mennyiségét mutatja. A ^{238}U izotóp felezési ideje 4,51 millió év. Minden rákövetkező 4,51 millió év periódusban az adott periódus kiindulási anyagmennyiségének fele bomlik el

- Magmás kőzetek radiometrikus kora: a megszilárdulás időpontja
- Üledékes kőzetek radiometrikus kora: a glaukonit tartalmú kőzetekre alkalmazható, a leülepedés időpontját adja meg
- Metamorf kőzetek radiometrikus kora: az átkristályosodás időpontja
- Az üledékes rétegek kora az azokat átszelő magmás dajkok alapján is kalkulálható

Kiindulási izotóp	Felezési idő években	Keletkezett izotóp	Alkalmazhatóság (az izotópot tartalmazó anyag)
szén-14	5730	nitrogén-14	csontok, fa, faszén
urán-235	707 millió	ólom-207	cirkon, U-ásványok (magmás és metamorf kőzetek)
kálium-40	1,27 milliárd	argon-40	csillám, földpát, amfiból, glaukonit (magmás és üledékes kőzetek)
urán-238	4,51 milliárd	ólom-206	cirkon, U-ásványok (magmás és metamorf kőzetek)
rubidium-87	47 milliárd	stroncium-87	földpátok, csillámok (magmás és metamorf kőzetek)

A radiometrikus mérésekhez használt fontosabb izotópok és felhasználhatósági területük



Az üledékes kőzeteket átszelő andezit dák radiometrikus kora meghatározható. Konkordáns település esetén a legfelső, átszelt réteg ennél kissé idősebb, az érintetlen réteg kissé fiatalabb. Ha ezek ōsmaradványt tartalmaznak, a más kőzetekben talált ugyanilyen fossziliák alapján azoknak a rétegeknek a korára is következtethetünk

Fission-track (hasadvány nyom) módszer:

- Az ^{238}U izotóp bomlása roncsolja a kristályrácsot
- Polírozott ásványfelületen a roncsolásnyomok mérhetők
- Összehasonlító alapon a bomlás időtartama számítható

A földtörténeti időskála és az években mért idő

Az időskála kezdőpontja: a Föld kialakulása, 4,6 milliárd évvel ezelőtt

A fő egységek időhatárai: kihálási események, 570, 240 és 66 millió évvel ezelőtt

Hasadvány nyomok apatitban (a hosszú csíkok polírozási karcok). Képmagasság 90 mikrométer

