

A litoszféra rendszerben lejátszódó kőzetképző folyamatok

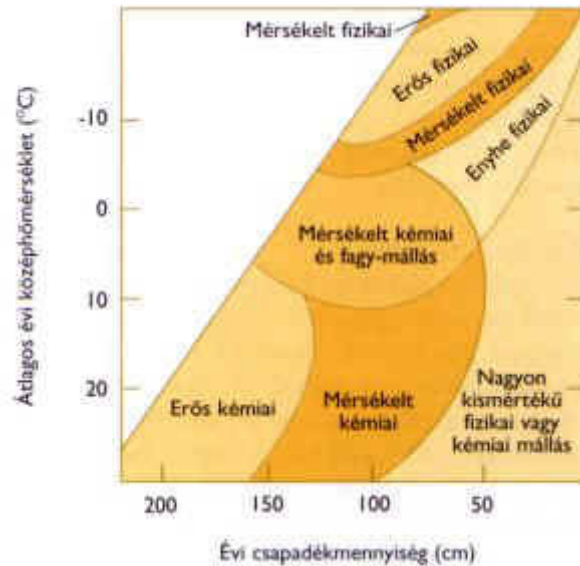
Az üledékes rendszer

Az üledékképződést megelőző folyamatok

Mállás

Mállás: A litoszféra, hidroszféra, atmoszféra és bioszféra rendszerek kölcsönhatásának eredménye, néhányszor tíz méter mélységig érvényesül.

- Fizikai mállás: a kőzetek aprózódása
- Kémiai mállás: a kőzetek komponenseinek oldódása és/vagy kémiai átalakulása



A mállás típusai az éghajlati viszonyoktól függenek. A száraz és hideg éghajlaton a fizikai-, a nedves, meleg éghajlaton a kémiai mállás jellemző.

Fizikai mállás

Típusai:

- Inszoláció: napi hőingás hatása (sivatagi területek)
- Fagyhatás: fagypont körüli hőmérséklet-ingadozásnál a legjelentősebb (mérsékelt égövi területek)
- Sókiválások: ha a talajvíz oldott sókat tartalmaz
- Növényi gyökerek repesztő hatása



Az inszoláció olyan vidékeken fejti ki a hatását, ahol nagy a napi hőingás. Namib sivatag, Damaraland

Kémiai mállás

Fő hatótényezője a víz + CO₂

Típusai:

- Oldódás:
 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2(\text{HCO}_3)^{-}$
kalcit + szénsav \rightarrow kalciumion + bikarbonátion
- Oxidáció:
 $4\text{FeO} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{FeO}(\text{OH})$
vasoxid + víz + oxigén \rightarrow goethit
- Dehidratáció:
 $2\text{FeO}(\text{OH}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
goethit \rightarrow hematit + víz
- Hidratáció:
 $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
anhidrit + víz \rightarrow gipsz
- Szialitos mállás (agyagásványosodás):
 $4\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + 4\text{H}^{1+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{K}^{1+} + \text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 + 8\text{SiO}_2$
káliföldpát + hidrogénion + víz \rightarrow káliumion + kaolinit + kova
- Allitos mállás (lateritesedés):
 $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
kaolinit + víz \rightarrow gibbsit + víztartalmú kova
- Szupergén dúsulás:
Szulfidos értelemek felső zónájában a fémek oldódási folyamatokkal koncentrálnak



Limonitos mállási kéreg (keményfelszín) jön létre, ha a kőzetekből kioldott vastartalom oxidálódik. Siklós, Rózsabánya

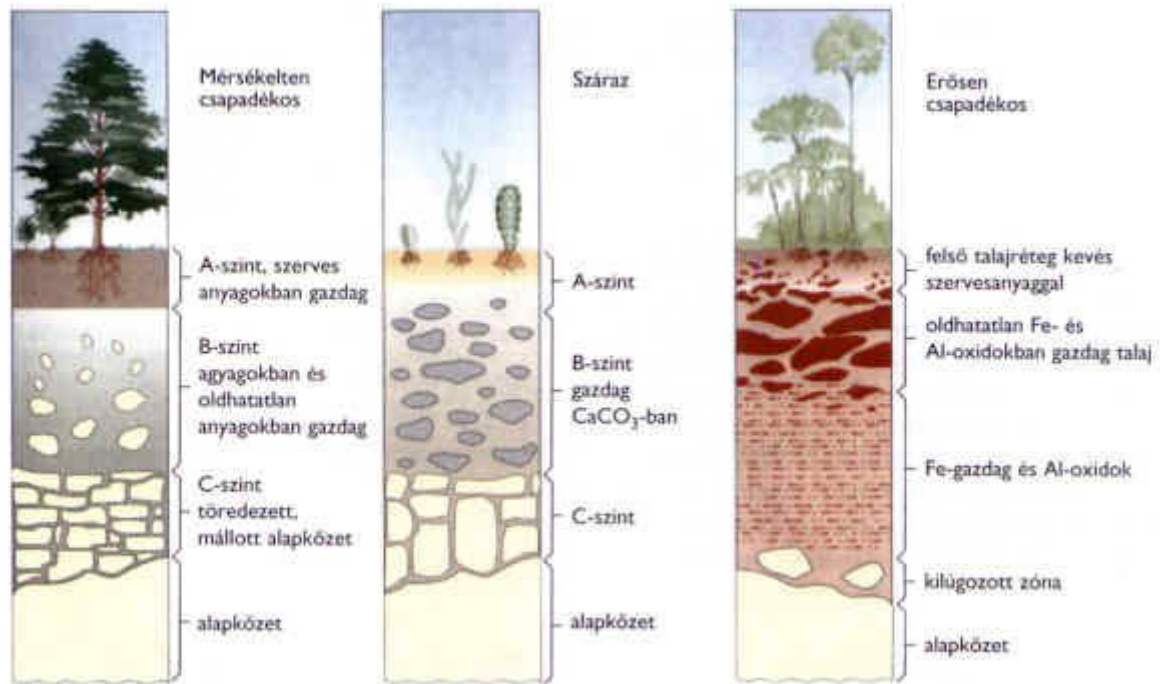
Talaj:

- A litoszféra, hidroszféra, atmoszféra és bioszféra rendszerek közötti anyag- és energia-kicserélődés színhelye
- Képződésében fizikai, kémiai és biológiai folyamatok vesznek részt
- Összetétele: ásványi anyagok, víz, gázok, szerves anyag+humusz



A talajok átlagos összetétele. Az értékek térfogatszázalékban adóttak. A szerves anyag magában foglalja a humuszt, részlegesen lebomlott növényi és állati maradványokat és baktériumokat.

Talajszelvény: a talajok színteztségét mutatja



Talajszelvények alakulása mértékelt csapadékos, száraz és erősen csapadékos éghajlati viszonyok mellett. Csapadékos, trópusi klímán a felső, szerves anyagot tartalmazó réteg alatt egy olyan, erősen kimosott réteg alakul ki, amelyben csak vas- és alumíniumvegyületek illetve agyagásványok maradnak meg.

Erózió és szállítás

Reziduális üledék: nincs szállítás, a málladék helyben marad

Erózió: a málladék elszállítása és a felszín lepusztítása

Típusai:

- Tömegmozgások
- Glaciális erózió
- Eolikus erózió
- Fluviális erózió
- Abrázió

Tömegmozgások

Gravitáció hatására, szállítóközeg nélkül jön létre.

Függ a lejtőszögtől és a törmelék víztartalmától.

Típusai (a folyamat mechanizmusa alapján):

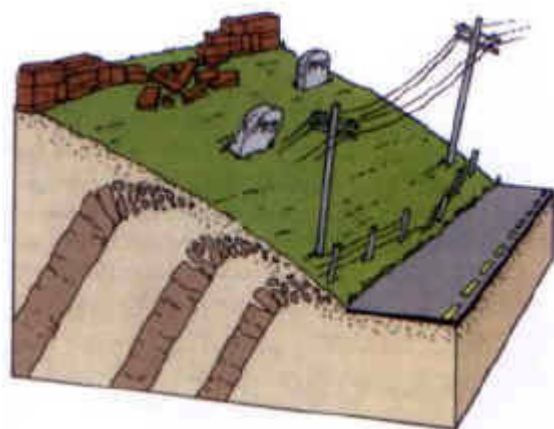
- Omlás: meredek kőzeten, gyors mozgás, jellemzője a garat kialakulása (hegyomlás, kőlavina)
- Csuszamlás (suvadás): vízáteresztő és vízzáró rétegek váltakozásánál (szeletes csuszamlás)
- Kúszás: enyhe lejtőn, lassú mozgás (cm/év), oka hőmérséklet-ingadozás, fagyemelés, nedvességváltozás, aprózódás
- Folyás (szoliflukció): ha a törmelék (málladék) vízfelvétellel képlékennyé válik (sárfolyás, lahar, törmelékfolyás, geliflukció)



Meredek kőzeten jellemző tömegmozgási forma az omlás



Szeletes csuszamlás kialakulása Hollóházán, 1999-ben



Kúszás hatására az oszlopszerű építmények a lejtő irányába dőlni kezdenek



Gleccser által kialakított, jellegzetes U-alakú völgy. Lauterbrunnen, Svájc



Glaciális erózió

Glaciális környezet: gleccser, belföldi jégtakaró

Gleccser: mozgása m/nap

- Széles, U keresztmetszetű völgyeket alakít ki
- Az alapkőzeten jégkarcok, barázdák jönnek létre
- Moréna: a gleccser által szállított törmelék (osztályozatlan)

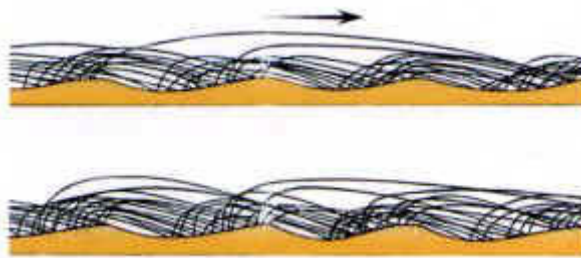
Belföldi jégtakaró:

- Egyengetett, legyalult felszín
- Enyhén tagolt formák

Jégkarcok a kanadai Columbia Icefield területén. A jégmezőből táplálkozó gleccserek fokozatosan húzódnak vissza. A képen látható jégkarcokat 20 évvel ezelőtt még gleccser fedte

Eolikus (szél általi) erózió

- Száraz éghajlatú területeken (sivatag) érvényesül
- A szállítás többnyire szaltációval történik
- Jellemző felszínformák a homokdűnék
- A szélérozió kétféle formája:
 - Defláció: a törmelék kifúvása (deflációs mélyedések)
 - Korrázio: a kőzetfelszín súrolása, kimarása a szállított homokkal
- Sivatagi máz: lecsiszolt felszín + Fe, Mn vegyületek kiválása
- Éleskavics: a nagyobb törmelékeket a szállított homok síklapok szerint csiszolja
- Kőgomba: a sziklák alsó része jobban csiszolódik



A szaltáció és a homokfodrok kialakulásának kapcsolata. A homokfodrok gerincének távolsága a homokszemcsék pályahosszától függ.



Korráziós mélyedés az ausztráliai Ayers Rock peremén



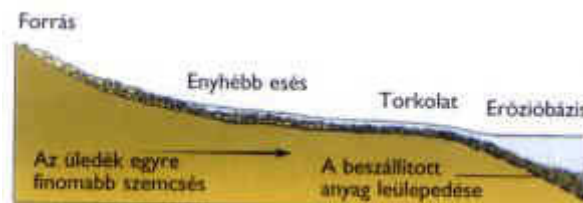
Homokdűnék a szélirány felől enyhébb, a homokszemcsék lecsúszási oldalán meredekebb lejtőkkel a Namib-sivatagban.



Fluviális (folyóvízi) erózió

- Kontinenseken a legjelentősebb eróziós tényező
- A folyóvíz fő jellemzője a vízhozam:
 $\text{vízhozam (m}^3/\text{s)} = \text{folyókeresztmetszet területe (m}^2) \times \text{víz átlagssebessége (m/s)}$
- Vízyűjtő terület: az adott folyóba ömlő kisebb vízfolyások által érintett terület
- Erózióbázis: a folyót befogadó tenger vagy állóvíz szintje
- Lassú vízmozgás: lamináris áramlás
- Gyors vízmozgás: turbulens áramlás (szaltáció)
- Alluvium: a folyóvízből lerakódó üledékek

A legjelentősebb felszínformáló erő a kontinensek területén a folyóvíz. Marble Canyon, Banff Nemzeti Park, Kanada

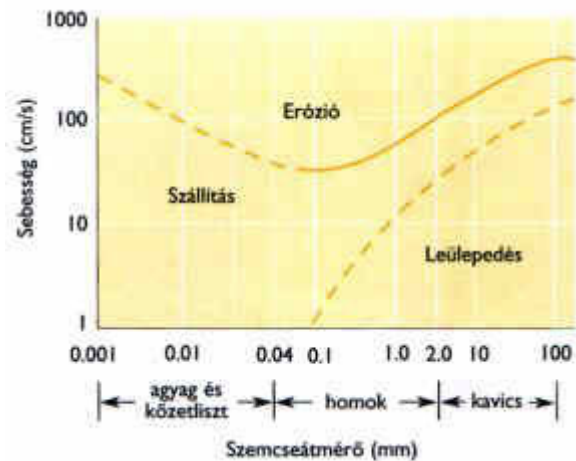


A törmelék lerakódás viszonyai tipikus mérsékelt égövi folyó esetében. A folyó esése a forrástól a torkolatig csökken, ezzel párhuzamosan csökken a szállítási sebesség. A leülepedett törmelék egyre finomabb szemcsenagyságú. A vízhozam és a szállított anyag összömege (szállítási kapacitás) az erózióbázis felé haladva a csökkenő esésé ellenére növekedhet.

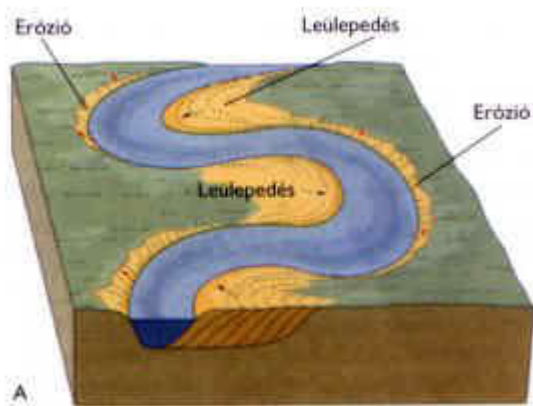
A Hjulström diagram az erózió, szállítás és leülepedés viszonyait mutatja.

A folyó szakasz-jellege: a domborzat határozza meg:

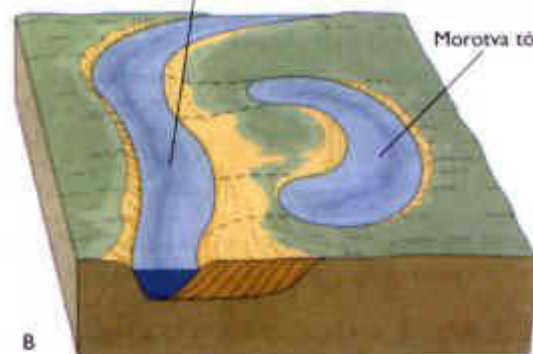
- Felsőszakasz jellegű folyó: meredek, V alakú völgyet alakít ki
- Középszakasz jellegű: meanderező jelleg kialakulása
- Alsószakasz jellegű: hordalékkúpokat hoz létre



A Hjulström-féle diagram, amely megmutatja, hogy a folyóvíz sebességétől függően hogyan alakul a különböző méretű törmelékcszemcsék eróziója, szállítása és leülepedése. A szaggatott vonalak a tapasztalati mérésekből adódó bizonytalanságot tükrözik.



A folyó átvágja a meandert, morotvát hoz létre



Az Amazonas folyó egyik szakasza, ahol a meander átvágása megtörtént.

A meanderező folyó a kanyar homorú oldalát folyamatosan pusztítja, a belső oldalon hordalékot rak le (A). Ha a folyó átvágja a meander tövét, tó jellegű holt meder, morotva jön létre (B)

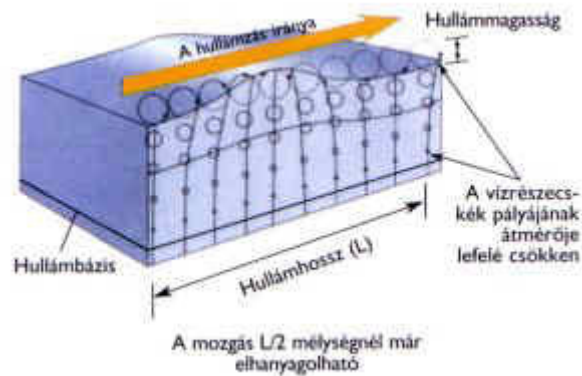
Tengerparti erózió

Eróziós tényezők:

- Hullámzás (hullámmorajlás, hullámtörés, szökőár v. cunami)
- Tengerjárás v. árapály (kevésbé jelentős)

Meredek, sziklás part eróziós formái: abráziós fülke, - kapu, - torony, - terasz

Enyhe lejtésű, homokos part: rombolás és szállítás is érvényesül



A hullámfelület a vírzészecskék körszerű pályán való mozgásából ered. A mélység felé a körök átmérője csökken. A hullámhossz felének megfelelő mélységben a hullámozgás már elhanyagolható



A hullámtörés folyamatosan pusztítja a meredek, sziklás partot.
Látrabjarg, Izland



A tengerbe benyúló sziklákat a hullámok két oldalról pusztítva abráziós kapukat alakítanak ki (A). Ha a kapu felső íve átszakad, abráziós torony jön létre (B). Great Ocean Road, Victoria, Ausztrália

Felszín alatti vizek és felszínalakulás

Felszín alatti vizek eredete:

- Csapadékvíz
- Juvenilis víz
- Fossilis víz

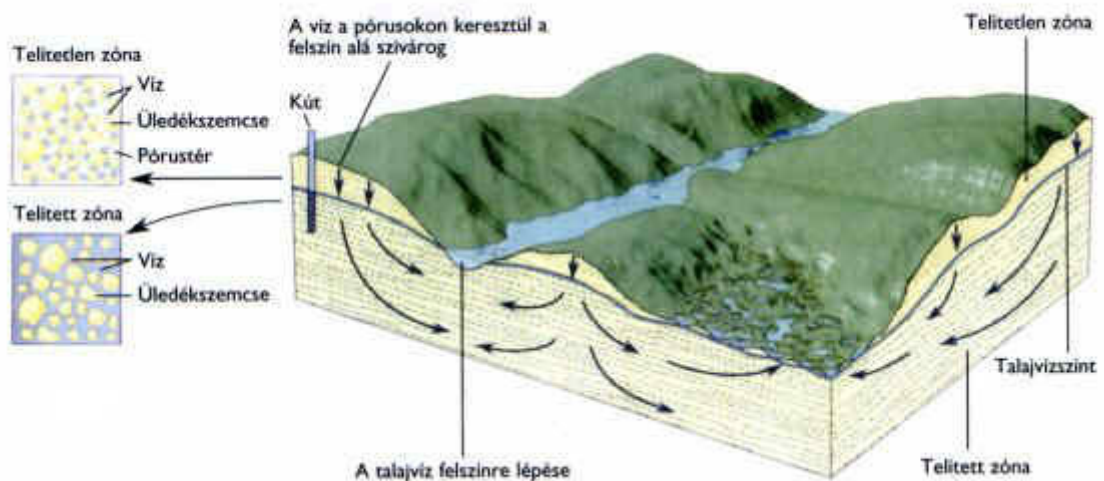
Kőzetek viselkedés a felszín alatti vizekkel szemben:

- Permeábilis (kavics, homok, repedezett kőzetek)
- Félig átteresztő (márga, homokos agyag)
- Impermeábilis (agyag, magmás és metamorf kőzetek)

Felszín alatti vizek osztályozása elhelyezkedésük szerint:

- Talajvíz (lefelé a legfelső vízzáró rétegig vagy max. 20 m-ig)
- Rétegvíz (vízzáró rétegek között, nyomás alatt artézi víz)
- Karsztvíz (kőzetminőséghez kötött)

Karsztvíz felszínalakító hatása: mélyedés, barlang, karr, dolina v. töbör



A talajvíztükör a választó felület a telített és telítetlen zóna között. Felszíne tompítva követi a felszíni domborzatot.



Cseppkövek a Pál-völgyi-barlangból. Cseppkövek akkor keletkeznek, ha a gyengén szénsavas vizek oldóképessége üregbe érkeztve lecsökken, és az oldott ionok kiválnak.



Töbörben kialakult víznyelő. Bükk hegység, Nagy-Kömázsa

Az üledék jellemzői és típusai

Üledék: az üledékgyűjtőben lerakódott laza, többnyire jelentős víztartalmú anyag

Üledékes kőzet: az üledékből közettévalási folyamatok után létrejött kemény, összeálló anyag

Réteg: az üledékes kőzettestek alkotóeleme, réteglapok határolják. Az üledékképződési viszonyok változását tükrözi.

Lamina: a legkisebb, tovább nem tagolható egység (réteglemez)

Az üledékek (üledékes kőzetek) osztályozása eredetük szerint:

- Törmelékes (mechanikai, klasztikus, detritális) üledékek
- Vegyi és biogén üledékek
- Szerves üledékek
- Piroklasztikumok

Fő létrehozó folyamat	Kőzetcsalád	Fő típus	Típus	Szemcseméret (mm)	Fő ásványok	
Fizikai mállás (aprózódás)	Törmelékeny kőzetek (klastitok)	1. Durvatörmelékeny kőzetek (pszefitek=ruditok)	Breccsa, konglomerátum	>2,0	Kvarc, csillámok, földpátok, stb.	
		2. Homokkővek (pszammitek=arenitek)	Homokkő	2,0-0,06		
		3. Finomtörmelékeny kőzetek (pelitek=lutitok)	Aleurolit	0,06-0,002		
				Agyagkőzetek (argillitek, szálitok)	<0,002	Agyagásványok
				Márgák		Harbonátok
			Alitok		Bauztásványok	
Kémiai mállás kolloidokkal	Vegyés és biogén kőzetek (kemolitok, akasztobiolitok)	4. Karbonsátos kőzetek	Mészkö, dolomit		Aragonit, kalcit, dolomit	
		5. Sókőzetek (evaporitok)	Kloridok, szulfátok, borátok stb.		Kősz, szilvin, anhidrit, gipsz	
		6. Kovaüledékek	Tűzkő, kovapala, diatomit, radiolarit		Opál, kalcedon, kvarc	
Vegyés folyamatok valódi oldatokkal és/vagy biogén közvetítéssel		7. Üledékes vas-kőzetek	Oxidos Karbonátos Szilikátos Szulfidos (vasércsek)		Hematit, goethit, ankerit, siderit, berthierin, pirrit, markazit	
		8. Mangános kőzetek			Mangán-oxidok és Mn-oxid-hidroxidok, Mn-karbonátok	
		9. Foszforsók	Foszforsók, guanó		Apatit	
		10. Szénkőzetek	Lignit Barnaköszén Feketeüszén Antracit			
Biogén anyagok átalakulása	Szerves kőzetek (kaasztobiolitok)	11. Szénhidrogének	Földgáz Kőolaj Olajpala Kátrányhomok			
Vulkáni működés, szállítás, mállás	Vulkano-klastitok	Durvaszemű	Vulkáni breccsa, agglomerátum	>64	Kvarc, vulkáni üveg, különböző szilikátásványok	
		Vegyés		Lipilis tufa, tufás agglomerátum		<2-64
		Finomszemű		Vulkáni tufa és tufit		<2

Az üledékes kőzetek gyakoribb típusainak osztályozása

Törmelékes üledékek

Eredet és osztályozás

- Szemcsékből épülnek fel
- Minden szemcséjük közettöredék (magmás, üledékes vagy metamorf)
- Az osztályozás alapja a szemcsék mérete
 - Pszefites üledék: görgeteg, kavics
 - Pszammitos üledék: homok
 - Pelites üledék: aleurit, agyag
- A pszefites és pszammitos üledékek főleg kvarcból, a pelitesek főleg agyagásványokból állnak.

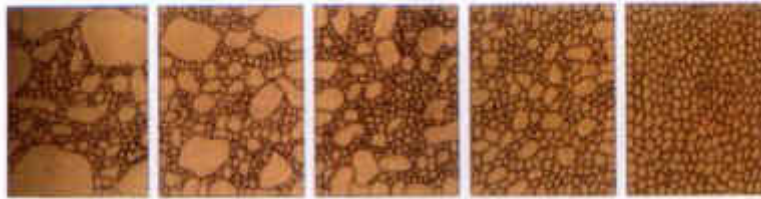
A törmelékes üledékek jellemzői

- Osztályozottság: mérettartományt jelöl
- Koptatottság, szfericitás
- Rétegzés
 - Ritmikus rétegzés
 - Gradált rétegzés
 - Keresztrétegzés (ferderétegzés)

mm	WENTWORTH 1922	ATTERBERG 1905	mm
		in	4096
	TÖMB	2000	2048
		k	1024
1000		600	512
		ki	256
	256	200	
	DURVA KAVICS	d	128
100		60	64
	64	f	32
	APRÓ KAVICS	20	16
10		d	8
	4	.6	4
	MURVA	f	2
	2	2	2
1		d	1
	HOMOK	0.6	1/2
		f	1/4
		0.2	1/8
0.1		d	1/16
	1/16	0.06	1/32
		f	1/64
0.01		0.02	1/128
	„SZILT”	d	1/256
	1/256	0.006	1/512
0.001	AGYAG	f	
		0.002	
		AGYAG	

A törmelékes üledékek szemcseméret-tartományai Atterberg (1905) illetve Wentworth (1922) osztályozása szerint. Az agyag megjelölés szemcseméret tartományt jelent, nem az agyagásványokat, mint ásványtani kategóriát

Nagyon rosszul osztályozott Rosszul osztályozott Közepesen osztályozott Jól osztályozott Nagyon jól osztályozott



Példák eltérően osztályozott üledékekre



A szfencitás és koptatottság, mint az üledékszemcsék jellemzői



Ritmikus rétegzettségű varv. D-Connecticut



Egykori sivatagi környezetet jelző keresztarétegzés a Zion Nemzeti Parkban (Utah, USA)

Vegyí és biogén üledékek

A vegyi üledékek jellemzői és típusai

Kémiai reakcióval, oldatból való kicsapódással keletkeznek

- Biokémiai reakciók révén:
 - Mészkö (stromatolit, édesvízi mészkö)
- Inorganikus reakciók révén:
 - Kovaüledékek
 - Aragonitiszap
 - Mangánüledékek
 - Evaporitok



Az édesvízi mészköben a növényi szarak lenyomata gyakran megőrződik



Zárwatermő levélmaradványok tavi kovaüledékben. Az utóvulkáni eredetű, SiO₂ tartalmú oldatok a tavi környezetbe jutva kicsapódtak és bekérgezték az oda hullott leveleket

A biogén üledékek jellemzői és típusai

Biogén üledék: túlnyomórész fossziliákból (ősmaradványokból) áll.

Bioklasztos üledék: a szervesetlen vázelemek töredékeiből áll.

Legelterjedtebb szervesetlen vázanyag a CaCO₃.

Meszes iszap: CaCO₃ vázú élőlények vázai v. váztöredékei (globigerinás iszap)

Kovás iszap: SiO₂ vázú élőlények vázai v. váztöredékei (radiolariás iszap, diatomás iszap)



Laza szerkezetű biogén mészkö kagylómaradványokkal



Radiolaria vázak tömegéből álló kovás iszap. Az aggregátumszerű halmaz Foraminifera váz

Szerves eredetű üledékek

Akkor keletkeznek, ha az elhalt szerves anyag oxigénszegény környezetben nem bomlik el.

Növények: napenergia -> fotoszintézis -> energia-elraktározás
Fotoszintézis: széndioxid + víz --> szénhidrát + oxigén

Állatok: az energia másodlagos elraktározói

A szerves anyagban elraktározódott energia a fosszilis energiahordozók elégetésekor szabadul fel.

A szerves üledékekből diagenetikus folyamatok után kőszén vagy kőolaj, illetve földgáz jön létre.



Talajjavítás céljára tőzeget bányászó földműves É-Írországban

Üledékképződési környezetek és folyamatok

Ősföldrajzi (üledékképződési) környezetek rekonstrukciója (medenceanalízis): komplex módszerekkel történik

Fácies:

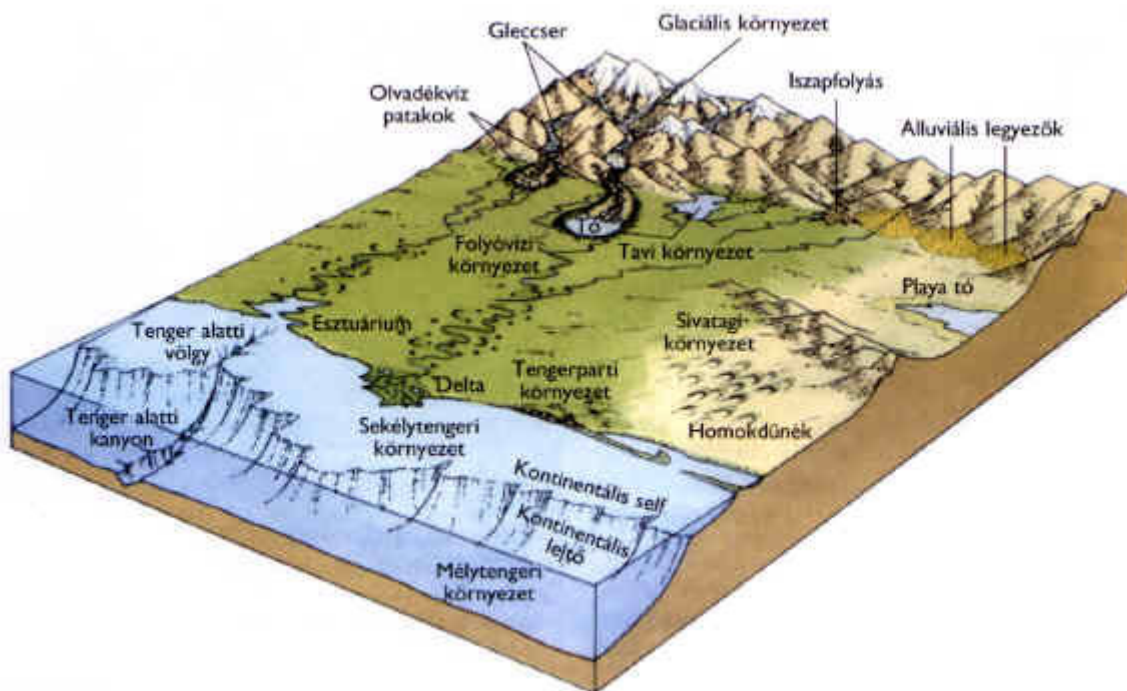
- az egykori ősföldrajzi környezet (genetikai értelemben)
- azon jellegek összessége, amelyek az adott üledékes kőzettestet másoktól megkülönböztetik (leíró értelemben)
- Lehetnek azonos, eltérő, izopikus vagy heteropikus fáciesek.

Aktualizmus:

A recens kőzetképződési folyamatokat alkalmazhatjuk a geológiai múltra, így fácies rekonstrukciót végezhetünk (korlátok!)

Az üledékképződési környezetek 2 nagy csoportja:

- Kontinentális üledékképződési környezetek
- Tengeri üledékképződési környezetek



Kontinentális és tengeri üledékképződési környezetek. A nyílt óceáni üledékképződési régiók nincsenek feltüntetve.

Kontinentális üledékképződési környezetek

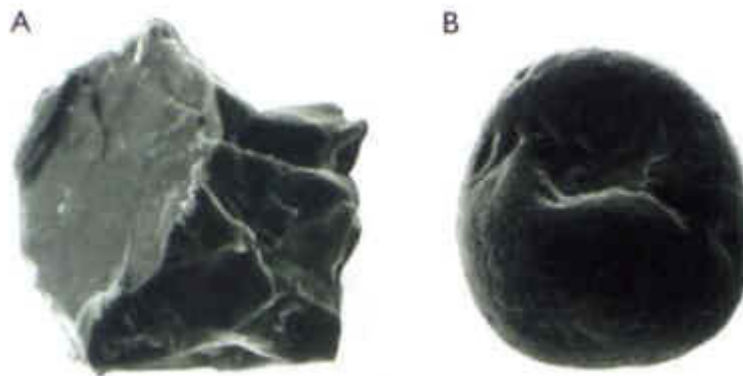
Kontinenseken elsősorban mállás és lepusztulás zajlik

Kisebb üledékgyűjtők kialakulhatnak:

- Sivatagi,
- Folyóvízi,
- Tavi-mocsári,
- Glaciális környezetekben

Sivatagi üledékek

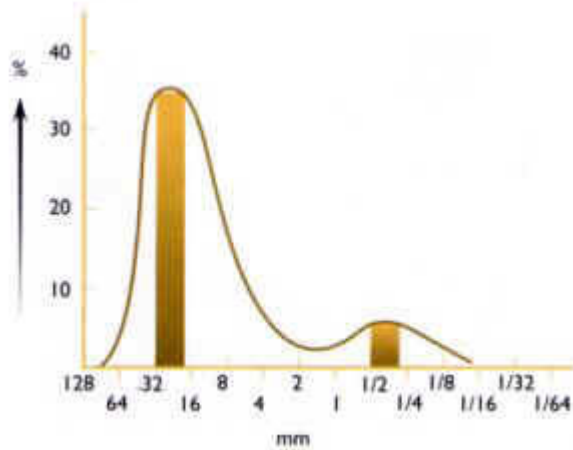
- Sivatagi (eolikus, dűne-) homok: jól osztályozott, fényes, koptatott, keresztarétegű
- Fanglomerátum-üledékek: vádik elvégződésénél, legyező alakú, gradált rétegzésű
- Sivatagi sótelepek: sóstavak (playa v. sebkha) bepárlódásával
- Löss: sivatag-szegélyi vagy periglaciális üledék, rétegtelen, függőleges falban áll meg



Gleccser által szállított (A) és eolikus (B) homokszemcse elektronmikroszkópos képe. A szél által szállított homokszemcsék egymást csiszolják, legömbölyítik. A szemcsék valódi mérete 0,1 mm.



Jellegzetesen függőleges falban megálló lösz Lábatlan mellett



A mederüledékek szemcseeloszlási görbéje gyakran két maximumot mutat

Folyóvízi (fluviális) üledékek

Törmelékes üledékképződés jellemző:

- Mederüledékek: kavics, homok (bimodalitás)

A folyóvízi homok kissé koptatott, fénytelen

- Parti üledék: finom homok
- Ártéri üledék: iszap és agyag

Folyóterasz: a folyó esésének megnövekedésével bevágódik a korábban lerakott üledékekbe

Tavi és mocsári üledékek

A tavak geológiailag rövid életűek.

Változatos üledékképződés jellemző:

- Törmelékes üledék:
 - homok,
 - iszap,
 - agyag
- Vegyi és biogén üledék:
 - édesvízi mészkő,
 - diatomit (kovaföld)
- Szerves üledék:
 - tőzeg



Rétegzett diatomit. Erdőbénye, Ligetmajor

Glaciális üledékek

A glaciális környezetben erózió jellemző, üledékképződés a peremi területeken van.

Jellemző üledékek:

- Tillit: rétegtelen, osztályozatlan, koptatatlan szemcsék
- Varvit: gleccserszegélyi tavakban keletkezik, éves váltakozást tükröz
- Vándorkő (erratikus tömb): a jég által szállított nagyméretű kőzetdarab



A pleisztocén jégkorszak gleccserei által szállított vándorkövek K-Norvégiában

Tengeri üledékképződési környezetek

A tengeri üledékek tömege jóval nagyobb, mint a szárazföldi üledékeké (földi vízkészlet 97 %-a az óceánokban van)

Tengeri üledékképződési régiók:

- Torkolatok
- Partszegély
- Zátonyok és parti lagúnák
- Selfterületek
- Kontinentális lejtő
- Óceáni medence
- Beltengerek

Torkolat és partszegély

Torkolat típusai:

- Esztuárium (tölcsértorkolat): finomszemcsés, szerves anyagban gazdag üledékek
- Deltatorkolat: intenzív törmelékes üledékképződés sok szerves anyaggal (folyóvízi, brakk és tengeri fáciesek összefogazódása)

Partszegély (litorális öv) típusai:

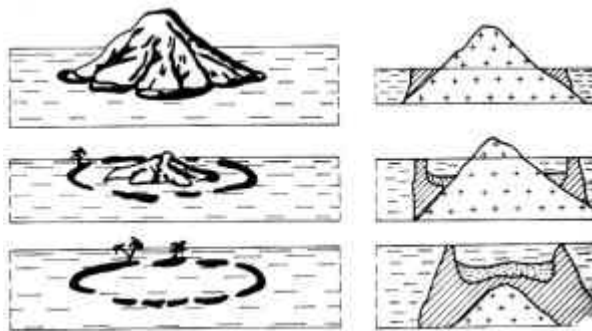
- Meredek, sziklás part: abráziós kavics, fűrökagylók
- Homokpart: szupratidális övben homokdűnék, szubtidális övben homokzátonyok, köztük intertidális homok, lumasella



Egykori sziklás tengerpartot jelző fúrókagyló nyomok a nagyvisnyói bitumenes mészkőben

Zátonyok

- Abiogén eredetű:
 - Homokzátony
- Biogén eredetű:
 - Korallzátony (20-30 °C-os, 100 m-nél sekélyebb, normál sótartalomú tenger)
Korallzátony fejlődése: szegélyzátony -> sánczátony -> atoll
Korallzátony pusztulása: meszes törmelék (kalkarenit, kalcilutit)
 - Sztromatolít-zátony: a mészanyag a kékalgák fotoszintézise révén válik ki



Szegélyzátony fejlődése atollá

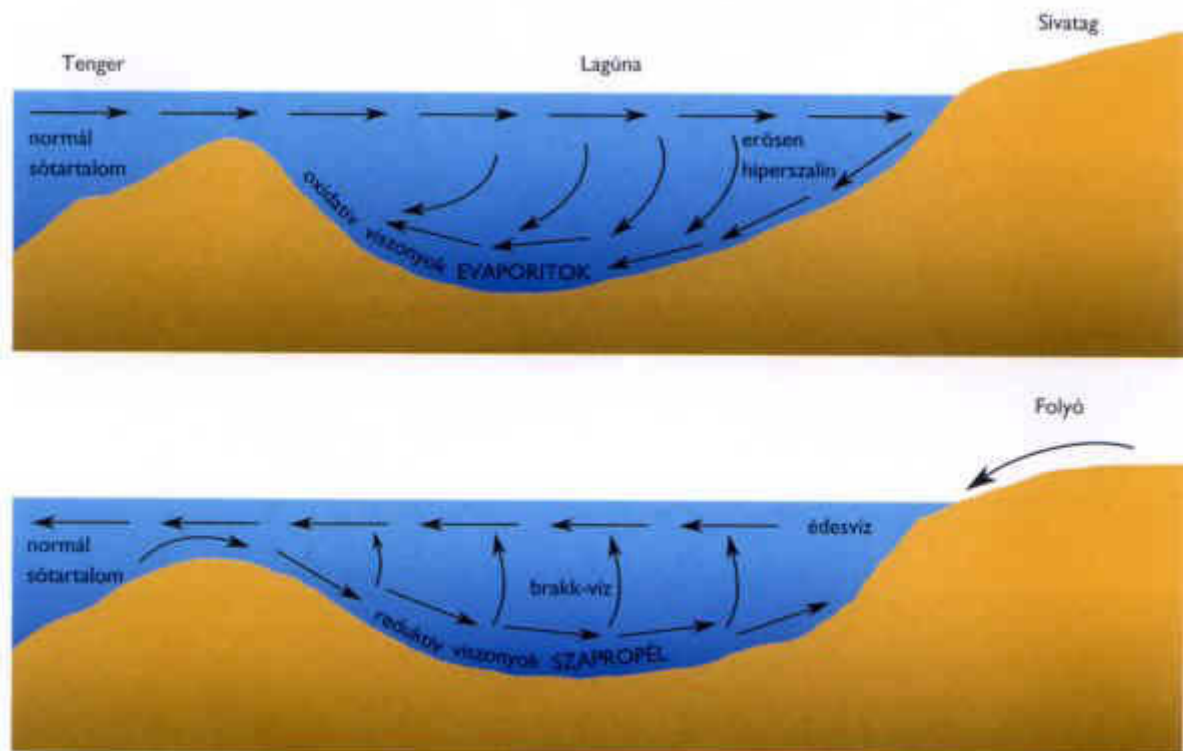


A Föld jelenlegi legnagyobb koralltelepe, az Ausztrália északkeleti partjainál található Nagy-korallzátony több mint 1800 km hosszúságú.

Lagúnák

Üledékek:

- Terrigén homok (homokzátony)
- Mésziszap (korallzátony)
- Humid klíma:
 - Tőzeg (brakk viszonyok) -> paralikus kőszéntelegek
 - Szapropél (euxin fácies) -> szénhidrogének
- Arid klíma:
 - Sófélék (hiperszalin viszonyok)
 - Ooidok, aragonitiszap, primér dolomit (metaszomatózis)



Lagúnák üledékképződési lehetőségei különböző éghajlati feltételek mellett



Sókválás arid éghajlat alatt lefűződött lagúnában. Lynton, Nyugat-Ausztrália

Sekélytenger (self)

- Hideg és mérsékelt éghajlati övben:
 - Terrigén aleurit, agyagos aleurit
 - Glaukonit (lassú áramlás, kb. 200 m mélység, 15 °C tengervíz)
- Szubtrópusi és trópusi övben:
 - Karbonátos homok és iszap (meszes héjak törmelékéből)
 - Belső selfeken és platformokon vegyi mészkiválás
 - Foszforit (apatit + mész, eredete guanó, csont)
 - Oolitos vasas üledékek (
 - Bioturbáció (partszegélyi és self területeken)

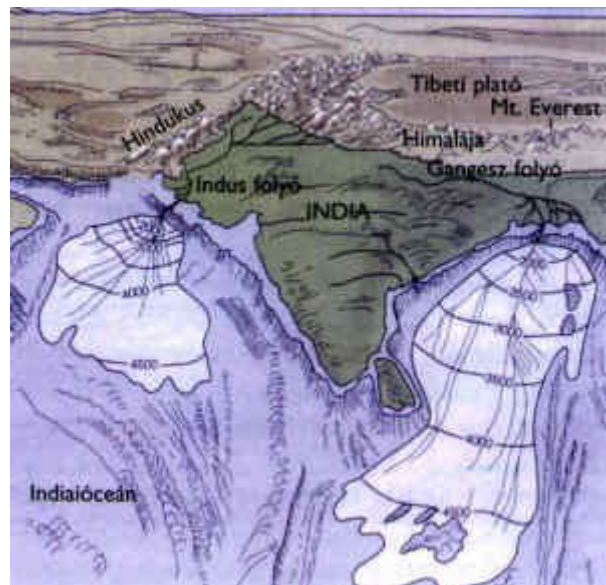


Bioturbáció, vagyis a bentosz élőlények életnyomai sekélytengeri homokkőben

Kontinentális lejtő

Üledékképződés néhány cm/1000 év)

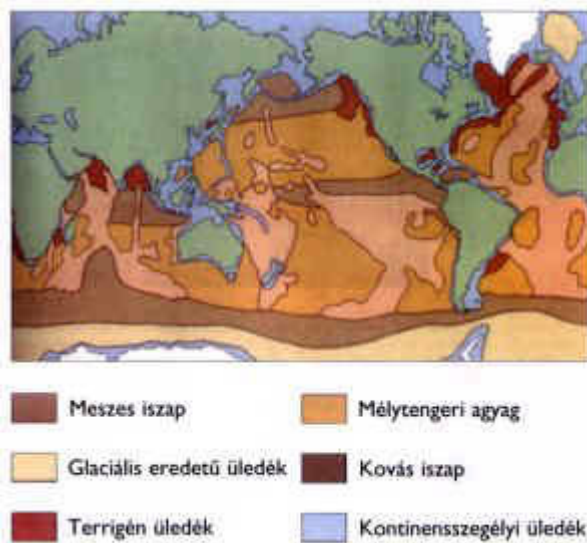
- Általában: pélites üledékek
- Folyótorkolatok folytatásánál: üledékesuszamlások, tengeralatti kanyonok -> turbiditek (gradált rétegzés, kőzetté válva flis)
- A kontinentális lábhatáron: hordalékkúpok



Az Indus és a Gangesz folyó folytatásában a turbidit áramlások a Himalájából származó törmelékanyagot a kontinentális lábhatáron halmozták fel. Az Indushoz tartozó hordalékkúp hossza 2000 km, a Gangeszé 3500 km.

Óceáni medence (pelágikus környezet)

Üledékképződés néhány mm - néhány cm/ezer év



A mélytengeri üledékek elterjedése a mai óceánokban

Eupelágikus: kontinensek környezetében

Hemipelágikus: nyílt óceánban

Üledéktípusok:

- Terrigén iszap
- Meszes iszap (Globigerina, kokkolit), a karbonát-kompenzációs szintig (4000-5000 m)
- Kovás iszap (Radiolaria, Diatoma), hideg égövben vagy a k.k.sz. alatt
- Pelágikus agyag (barna, vörös), szárazföldi eredetű
- Glaciális eredetű üledékek (Antarktisz környezetében)
- Mangángumók (Fe-Mn-oxid-hidroxid), anyaguk eredete a bazaltos óceáni vulkanizmushoz köthető

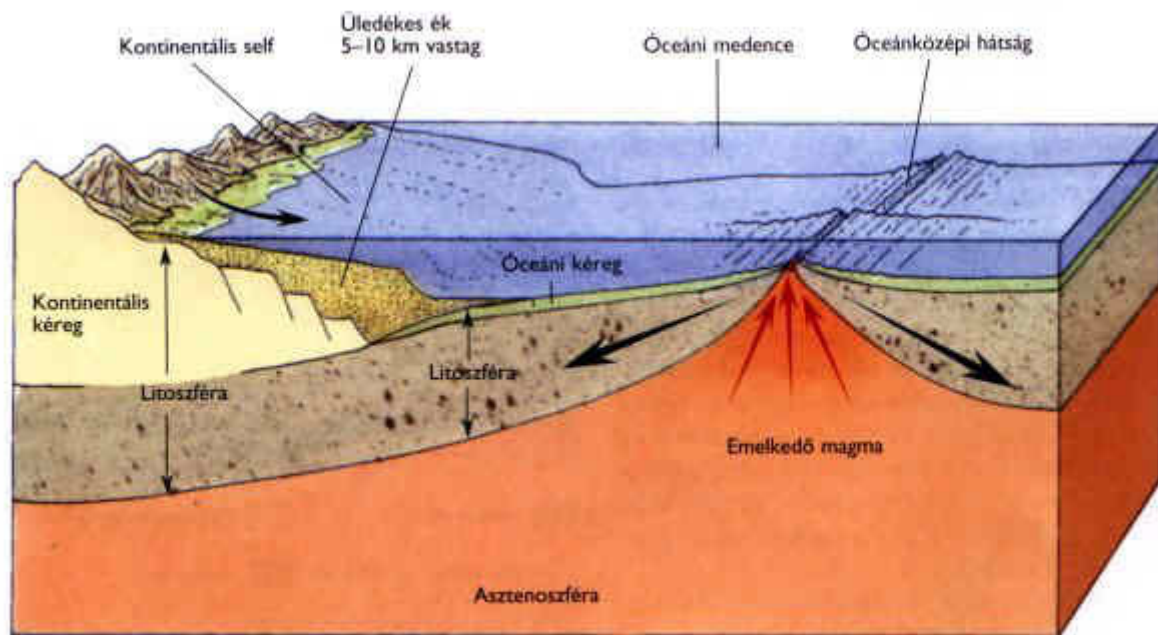
Beltengerek

- Beltenger: a világóceánhoz csak keskeny szoroson át kapcsolódik
Például: Földközi-, Fekete-, Vörös-tenger
- A mélytengeri üledékek kivételével üledékeik hasonlóak az óceáni üledékekhez (turbidit és meszes iszap is)
- Jellemzők a lagunáris üledékek:
Földközi-tenger aljzatában sótelepek
Fekete-tengerben szapropél



Képzelt ábra a miocén korban kiszáradt Földközi-tengerről

Lemeztektonika és üledékképződés



Nagy vastagságú üledékes ék kialakulása kontinensek előterében, lassú üledék felhalmozódással. A legkisebb üledékvastagság a szétnyílási tengely mentén található.

Kőzettéválás és diagenézis

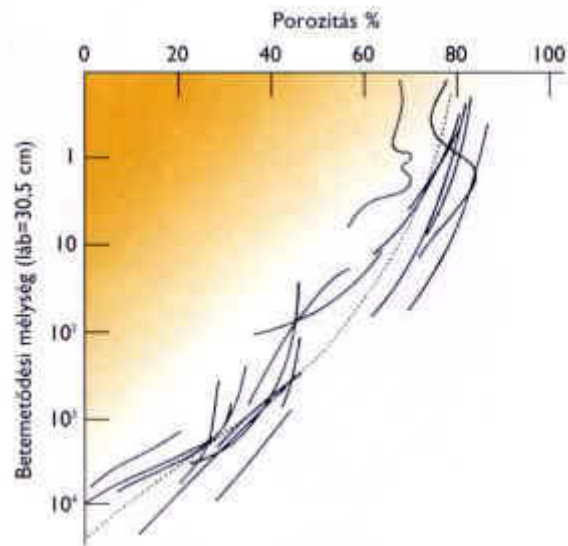
Kőzettéválás (litifikáció): a laza (gyakran nagy víztartalmú) üledékből kemény, összeálló kőzet lesz

Betemetődés -> terhelés -> tömörödés (kompakció) -> vízvesztés

- Törmelékes üledékek: cementáció (cementáló anyag: kalcit, agyag, kova)
- Karbonátos üledékek: átkristályosodás

Diagenézis: minden fizikai, kémiai, biológiai változás, ami az üledék lerakódás és a metamorfózis között történik (kőzettéválás is)

- Ásó- és fűrészervezetek üledék-átdolgozása
- Konkrécióképződés (cementációval)
- Szénhidrogének képződése (60-375 °C, 1-6 km mélység)
- Szénülés (lignit, barnaköszén, feketeköszén, antracit)
- Dolomitosodás (Mg^{2+} -> Ca^{2+} helyettesítéssel, korai v. késői)
- Tűzkőképződés



A porozitás alakulása a betemetődéstől függően, különböző rétegsorokban



Az észak-olaszországi Dolomitok hegyvonulata arról a kőzetről kapta a nevét, amely uralkodóan felépíti.



Gumós (A) és réteges (B, C) tűzkövek. A C-vel jelzett képen olyan tűzkőréteg látható, amely tektonikus eredetű palásság miatt felszabdaldódott. A mállás miatt az ellenállóbb tűzkő a mészkőfelszínből kipreparálódik. A: Nagy-Baglyas, B: Kis-Papsag-völgy, C: Lusta-hegy, Bükk hegység