

Segédanyag

BSc szakosok **geológus** szakirány **üledékes kőzet**tan gyakorlat anyagához

Szakmány György, 2008.

Az üledékes kőzetek képződése

Az üledékes kőzetek képződése az alábbi négy egymást követő, de egymással szorosan összefüggő folyamat során történik:

- 1, Mállás
- 2, Szállítás
- 3, Lerakódás (kicsapódás) – eredménye az üledék
- 4, Diagenézis (kőzettéválás) – eredménye az üledékes kőzet

Az üledékes kőzetek megjelenése a képződésük eltérő jellege alapján kétféle lehet:

- 1, Különböző ásvány- illetve kőzettörmelékekből állnak, amelyeket cementanyag köt össze
- 2, Az oldatból kicsapódó-kiváló ásványokból álló kőzetek szöveti jellegei hasonlóak a kristályos szemcsés magmás kőzetekéhez, de alapvetően más, a Föld felszínén, illetve felszínközeli stabil ásványokból állnak. Noha ezek az üledékes ásványok gyakran nagyon finomszemcsés vagy tömegesek, felismerésük, illetve a magmás vagy metamorf kőzetektől való elkülönítésük már első ránézésre is viszonylag könnyen lehetséges.

A vulkanoklasztitok rendszere

A vulkanoklasztitokat képződésük, eredetük szerint három fő csoportra oszthatjuk:

- piroklasztit
- autoklasztit
- epiklasztit

Piroklasztit: Legalább 75%-ban elsődleges vulkáni anyagot tartalmazó kőzetek. Képződésük robbanásos vulkáni kitörés során történik. (A 75% alatt, de legalább 10% vulkáni elegyrészeket tartalmazó kőzetek általában a helyi üledékanyaggal keveredtek a kitörés során, vagy közvetlenül utána – ld. később)

Alkotórészei:

- **Juvenilis részek;** Jellemzőjük, hogy hólyagos-hólyagüreges magmás képződmények, amelyek a magma fragmentációja során jönnek létre. További felosztásuk az ezeket felépítő kőzet minősége (sűrűség és méret) alapján történik:
 - *salak* (általában bázisos összetételű, a víznél nagyobb sűrűségű)
 - *horzsakő* (általában savanyú összetételű, a víznél kisebb sűrűségű)
 - *hamu* (kis méretű)
- **Kristályok;** Olyan kristályok illetve kristálytöredékek, amelyek már a felszínre kerüléskor is kristályok voltak, vagyis a mélyben alakultak ki.
- **Litikus (kőzet) részek;** Nem hólyagos-hólyagüreges, hanem tömött szövetű kőzet fragmentumok. Típusai:
 - *Rokon kőzetrészek (komagmás törmelékek):* ezek a kitörés során feltört magmából származnak, a vulkáni felépítmény mélyebb részeiből származó magmás törmelékek.
 - *Idegen kőzetrészek (xenolit):* két típusuk van:
 - JÁRULÉKOS (AKCESSZÓRIKUS) alkotórészek: ezek közönséges, gyakori elegyrészek, rendszeresen megjelennek a vulkanoklaszt

képződményekben (pl. a kürtő faláról felszakított darabok, vagy a vulkáni felépítmény alatt elhelyezkedő, idősebb kőzetsorozatból származó kőzetdarabok, de ide tartoznak a felső köpenyből származó xenolitok is).

- VÉLETLENSZERŰ (AKCIDENTÁLIS) alkotórészek: előfordulásuk esetleges, ritka, a vulkáni központ környezetéből származnak, a kitörés során a felszínről felkapott kőzettörmelékek tartoznak ide.

A piroklasztitok méret alapján történő felosztása:

Alegalább 75% vulkáni anyagot tartalmazó piroklasztitok további osztályozását a bennük előforduló törmelékek mérete, illetve a kőzet kötöttsége alapján osztályozzuk (1. táblázat).

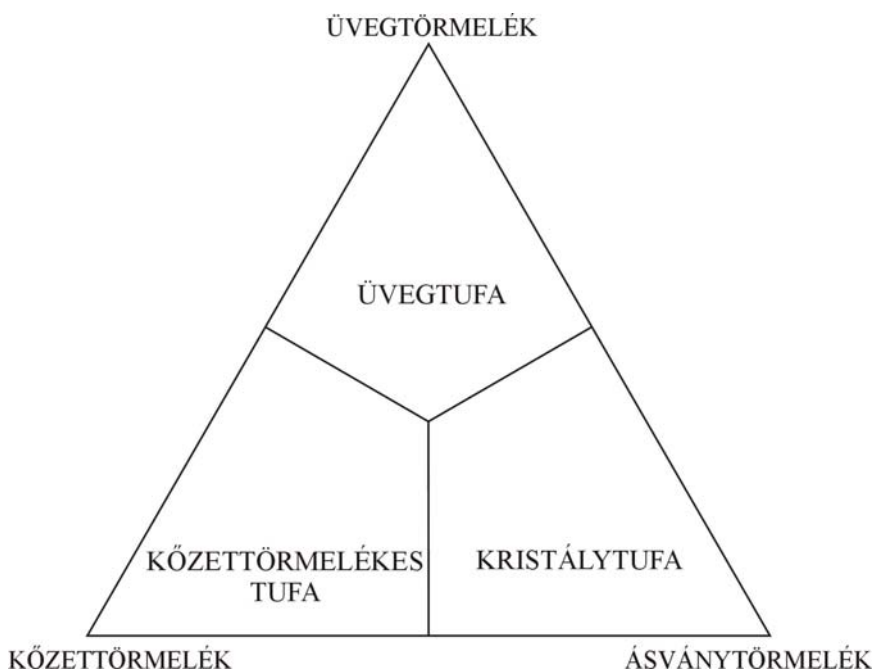
1. táblázat: A piroklasztitok osztályozása

szemcseméret	laza (friss) anyag neve	diagenizálódott kőzet neve
> 64 mm	blokk (szögletes)	piroklasztos breccsa
	bomba (kerekített)	piroklasztos agglomerátum
2 - 64 mm	lapilli	lapillikő (lapillit)
0,0625 – 2 mm	durva hamu	durvaszemcsés tufa
< 0,0625 mm	finom hamu	finomszemcsés tufa

Itt két korábban szélesebb értelemben vett fogalmat külön is érdemes definiálni, mert az új felosztás némileg módosítja ezek jelentését, a korábnál szűkebb jelentéssel:

- **Tufa:** Olyan kőzetté vált vulkáni törmelék és kőzet, amelynek szemcsemérete maximum 2 mm. (Amennyiben legalább 10 %-nyi lapillit is tartalmaz a kőzet, akkor a neve: *lapillitufa*.)
- **Agglomerátum:** Olyan lekerekített szemcsékből álló vulkáni kőzet, amelyben a szemcsék mérete a 64 mm-t meghaladja.

A 2 mm szemcsenagyság alatti finomszemcsés piroklasztitokat, vagyis a tufákat az uralkodó mennyiségben előforduló összetevő (kristálytörmelék, kőzettörmelék, üvegtörmelék) alapján tovább osztályozhatjuk (1. ábra):



1. ábra: A tufák felosztása a fő alkotóik alapján

A vulkanoklasztitok **kémiai összetétele** illetve **bázicitása** alapján savanyú (pl. riolittufa, dácittufa), neutrális (pl. andezittufa) és bázisos (pl. bazalttufa) kőzeteket is megkülönböztethetünk.

Egyéb alapfogalmak:

Tefra: Nem konszolidált, laza piroklastos üledék.

Tufit: 25-75%-ban vulkanogén törmelékekből álló, egyéb üledékes anyaggal kevert kőzet

Tufás kőzetek: 10-25%-ban vulkanogén törmelékből álló üledékes kőzetek (pl. tufás homokkő).

Akkreciós lapilli: Gömbölyded-kerekded alakú, koncentrikus felépítésű, összetapadt hamu szemcsékből álló vulkáni törmelék

A piroklastitok keletkezése:

- A kitörés **jellege** alapján megkülönböztethetünk:

- **Robbanásos magmás kitörés:** A magmában oldott könnyenillók kiválnak (buborékosodás), és túlnyomásuk okozza a robbanásos kitörést. A buborékosodás kiváltó oka nyomás csökkenés és/vagy térfogatcsökkenés lehet, amit a felemelkedő magmában lefolyó fizikai-kémiai folyamatok változása, vagy két magma találkozása és keveredése válthat ki.

- **Freatomagmás kitörés:** A robbanásos kitörést ez esetben is víz okozza, de itt külső, nem a magmában oldott vízgőzről van szó (hanem pl. le- vagy beszivárgó talajvíz, tengervíz, tó vize, hidrotermás oldat stb.). Ennek egyik altípusa a

- **Freatikus kitörés:** amikor tisztán gőz (víz) kitörés van csak a kürtőből, a szilárd törmelékanyag mennyisége csak nagyon kevés vagy nincs is; ilyenek pl. a maar-ok.

- A kitörés **folyamata** (lefolyása) alapján történő osztályozás (vagyis milyen módon jut a felszínre a piroklastit):

- **Piroklast szórás** (pyroclastic fall): A kirobbanás következtében a levegőbe röptetett anyag a gravitációs erő hatására hullik le a felszínre (nagy energiájú kirobbanás). A piroklast szórások anyaga viszonylag jól osztályozott. A kiszórt anyag minőségétől függően lehet:

- *Salakszórás*

- *Horzsakőszórás*

- *Hamuszórás*

- **Piroklastt ár** (pyroclastic flow): A vulkáni felépítmény összeroskadásának következtében egy nagy hőmérsékletű (600-700°C) törmelék ár (amely gázt és gőzt is tartalmazhat) nagy sebességgel rohan le a meredek oldalon. A szállítás és lerakódás során az egyszerre lerakódott anyag felső részén a horzsakövek, alsó részén a litikus törmelékek dúsulnak (ebben az esetben viszonylag kis mennyiségű a litikus elegyrészek mennyisége az összes anyaghoz képest). Másik képződési módja, amikor a kitüremkedő lávadóm összeesik és anyaga izzó állapotban lezúdul a lejtőn (*izzó felhő* [nuée ardente]). Mivel ilyen esetben a litikus törmelékek mennyisége jelentős az összes anyaghoz képest, az egyszerre lerakódott anyagban a litikus törmelékek szemcsemérete inverz gradációt mutat, vagyis felfelé durvul a szemcsenagyság. A piroklastt árak nagyon gyengén osztályozottak. A piroklastt áraknak az anyagi összetétel alapján három fő csoportja van:

- **Ignimbrit** (pumice and ash flow): tisztán horzsakőből és/vagy hamuból áll (szűkebb értelemben ignimbritnek a csak horzsakőből álló összletet nevezik). Óriási tömegűek, több ezer km³ anyagból állnak.

- *Salakár* (scoria flow): salak a fő juvenilis termék (salakláva- vagy kitörési felhő összeomlása során képződik). A legkisebb tömegűek, az anyagmennyiség kevesebb mint 1 km^3 .
 - *Blokk- és hamuár* (block and ash flow): Lávablokkokból és a blokkok széteséséből származó hamuból áll (lávadóm összeomlása során képződik). Szintén kis tömegű anyagból állnak ($<1 \text{ km}^3$), de a salakárak anyagmennyiségénél több az anyag mennyisége.
 - *Piroklaszt torlóár* (pyroclastic surge): A piroklaszt árnál sokkal hígabb anyagú, sokkal kisebb hőmérsékletű, egyes szakaszokban turbulensen áramló ár. Megjelenése egyrészt kapcsolódhat piroklaszt árhoz, azoknak az oldalsó, laterális kinyúló szegélyéhez (alapi torlóár = base surge), vagy a piroklaszt árak tetejéhez (hamufelhő torlóár = ash cloud surge), de előfordulhatnak önmagukban lejátszódó folyamatként is, ez utóbbiak elsősorban bazaltvulkánok esetében fordulnak elő. Jellemzőjük, hogy bizonyos szakaszokon kereszttrétegzettek (de nem mindenhol).
- A kitörés **típusa** szerint sokféle felosztás létezik, egyes ismert híres vulkánokhoz, vagy a történelemből ismert nagy kitörésekhez, mint viszonyítási alaphoz rokonítják a kitöréseket (pl. Hawaii-típusú, Stromboli-típusú, Volcano-típusú, Pliniusi-típusú, stb.).
- **Hawaii típusú kitörés:** Kis energiájú kitörés, kőzetanyaga viszonylag kis területen ($<0.05 \text{ km}^2$) szóródik szét, a magma fragmentációja is kismértékű. Általában lávaszökőkutak jellemzik.
 - **Stromboli-típusú kitörés:** A néhány másodpercig tartó robbanásos kitörések periodikusan, általában 20-30 percenként ismétlődve követik egymást. A vulkáni törmelékek általában 10-100 méterre repülnek el a kitörés helyétől, így viszonylag kis területen ($0.05\text{-}5 \text{ km}^2$) szóródnak szét.
 - **Pliniusi kitörés:** A hevesen lezajló robbanásos vulkáni tevékenység során erősen fragmentálódott, jelentős mennyiségű törmelékanyag képződik, amely nagy területet ($>500 \text{ km}^2$) borít be. A kitörési felhő magassága elérheti a 30-40 km-t is. Leghíresebb példája a Vezúv Kr. u. 79-ben történt kitörése.
 - **Volcano-típusú kitörés:** A hevesen lezajló átmeneti jellegű magmás-freatomagmás robbanásos vulkáni tevékenység során erősen fragmentálódott, de csak kis mennyiségű elsősorban finomszemcsés hamut produkál, ami azonban nagy ($100\text{-}1000 \text{ km}^2$) területet borít be. A kitörési felhő általában 10-20 km magasságba jut fel.

Autoklasztitok:

Képződésük: Egy lávafolyás, lávaár vagy a feltörő magma részekre-részecskékre darabolódik. A feltöredezés a kitöréshez kapcsolódik, a láva mozgása vagy hirtelen leűlése okozza.

Típusai:

- **Dermedve töredezés** (quench fragmentation vagy chill fragmentation): A vulkán nagy vízoszlop alatt tör ki, így nincs elég energiája arra, hogy kirobbanjon. A kijutó anyag felszíne feltöredezik, és ez a feltöredezés mindig mélyebbre hatol.
- **Felbreccsásodás** (autobrecciation) vagy **folyva töredezés** (flow fragmentation): A lávaár mozgása során, annak felszínén történő aprózódás, töredezés, "bőrösödés".

Epiklasztitok:

Képződésük: A kitörés után, külső, eróziós hatásokra, a vulkáni törmelékmozgások során közettörmelékek keletkeznek. Elkülönítésük az elsődleges folyamatok során létrejött képződményektől nagyon nehéz! A rétegsorban mindig jelen vannak és jelentős mennyiségűek.

Típusai:

- **vulkáni lavinák** (nagy tömegűek)
- **lahar:** friss, forró vulkáni lávát megmozgató iszaparak. Osztályozatlan, általában egykori völgyeket tölt ki.

Sziliciklasztos (törmelékes üledékes) kőzetek

Osztályozásuk szemcseméret alapján, a durvatörmelékes kőzeteknél koptatottság szerint is történik.

Négy fő csoport (2. táblázat):

- 1, Durvatörmelékes kőzetek (pszefit vagy rudit) **d > 2 mm**
- 2, Homokok-homokkövek (pszammit vagy arenit) **d = 0,06-2 mm**
- 3, Finomtörmelékes kőzetek (az agyagos kőzetekkel együtt pelit vagy lutit) **d = 0,004-0,06 mm**
- 4, Agyagos kőzetek: (a finomtörmelékes kőzetekkel együtt pelit vagy lutit) **d < 0,004 mm**

2. táblázat: A törmelékes üledékes kőzetek szemcseméret alapján történő, legelterjedtebben használt összefoglaló nevezéktana:

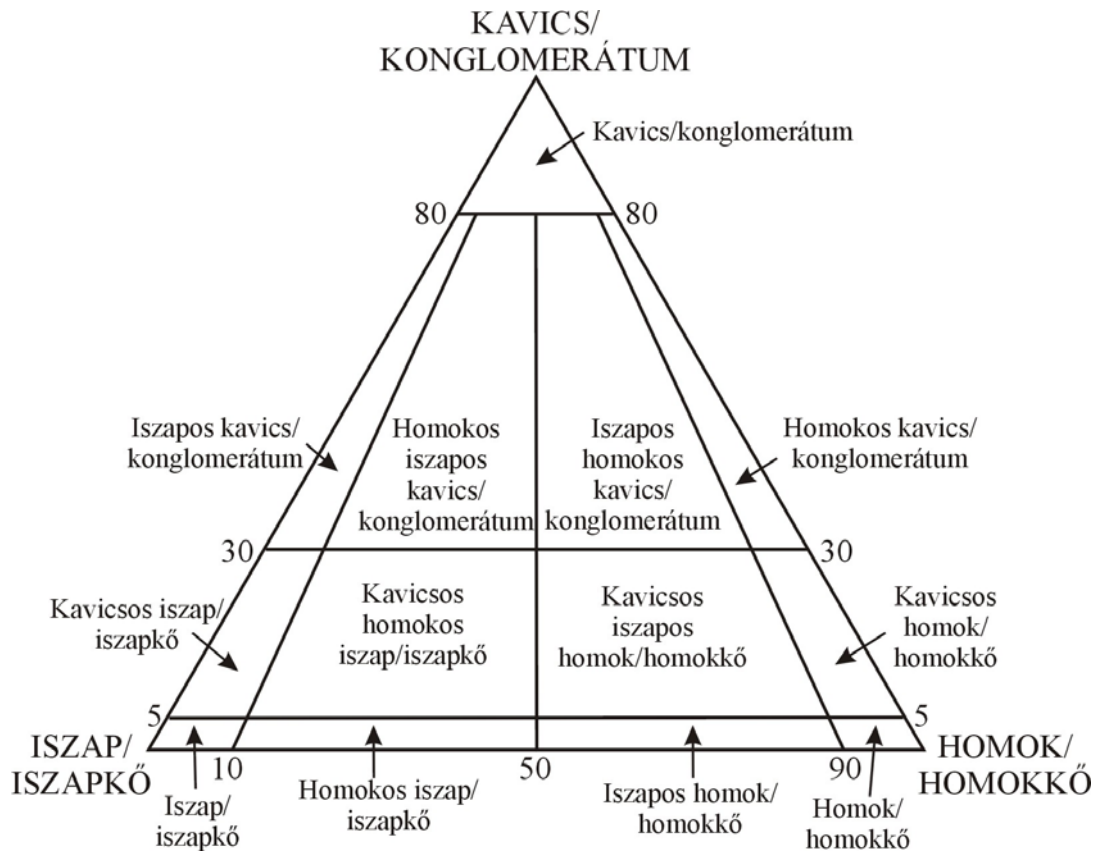
(megjegyzés: az alábbi osztályozáson kívül számtalan – elsősorban régebben használt – szemcseméret alapján történő felosztás létezik, ezért régebbi irodalmakban az egyes szűkebb szemcseméret szerinti elnevezések más mérettartományt is jelenthetnek)

Szemcseméret (mm)	laza törmelék neve (angol név)	kötött kőzetnevek	
>256	kőzettömb (boulders)	durvatörmelékes kőzetek: (rudaceous rocks) konglomerátum breccsa	
64-256	durva kavics (cobbles)		
4-64	kavics (pebbles)		
2-4	finom kavics (granules)		
1-2	durvaszemcsés homok (very coarse sand)	homokkő (sandstone)	
0,5-1	nagyszemcsés homok (coarse sand)		
0,25-0,5	középszemcsés homok (medium sand)		
0,125-0,25	aprószemcsés homok (fine sand)		
0,063-0,125	finomszemcsés homok (very fine sand)		
0,031-0,063	durva aleurit (coarse silt)	aleurolit (siltstone)	"iszapkő" (argillite, mudstone, mudrock, shale)
0,016-0,031	középszemcsés aleurit (medium silt)		
0,008-0,016	finom aleurit (fine silt)		
0,004-0,008	nagyon finom aleurit (very fine silt)		
<0,004	agyag (clay)	agyagkő (claystone)	

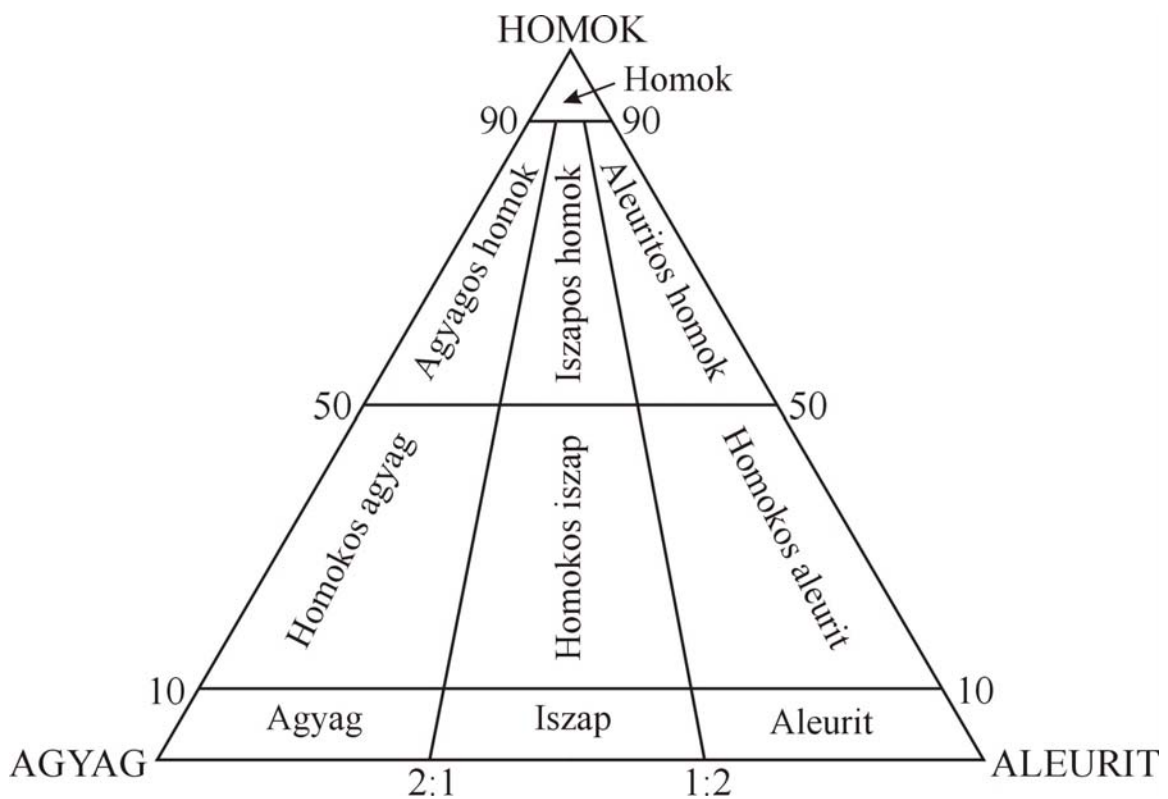
(Megjegyzés: a kötött kőzetnevek elé a szemcsék méretének megfelelő szemcsenagyságba eső "előtagot" tesszük pl. finomszemcsés homokkő)

A törmelékes kőzetek **elnevezése** az uralkodó szemcseméretük alapján történik (pl. az uralkodóan 1-2 mm-es szemcsékből álló kötött kőzetet durvaszemcsés homokkőnek nevezzük). Amennyiben egy másik szemcseméret kategóriából is jelentős mennyiségű törmeléket tartalmaz a kőzet, akkor azt jelzőként a kőzetnév elé tesszük (pl. kavicsos durvahomokkő, agyagos konglomerátum stb.)

A pontos elnevezéshez az alábbi háromszögdiagramok adnak eligazítást (2, 3. ábra).



2. *ábra*: Kavics, homok és iszap (aleurit+agyag) tartalmú keveréküledékek és –közetek elnevezése (Tucker, 2001 alapján)

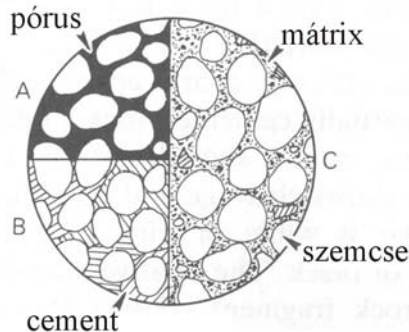


3. *ábra*: Agyag, aleurit és homok tartalmú keveréküledékek és -közetek elnevezése. Közetnevek: homok-homokkő; aleurit-aleurolit; iszap-iszapkő; agyag-agyagkő; (Blatt, 1982 alapján)

A törmelékes kőzetek összetevői:

A törmelékes kőzeteket összetevőit alapjaiban négy csoportra oszthatjuk (4. ábra):

- 1, Szemcsék
- 2, Mátrix
- 3, Kötőanyag (cement)
- 4, Pórusok



4. ábra: Az üledékes kőzetek fő alkotórészei. Érett kőzet cementáció előtt (A) és cementáció után (B). Éretlen kőzet (C). (Lindholm, 1987 után)

Az összetevők közül a szemcsék és a finomszemcsés mátrix a lerakódás során ülepednek le, és kerülnek az üledék anyagába. A cement a diagenézis során képződik, gyakran a mátrix (és esetenként egyes szemcsék) anyagának fizikai-kémiai-ásványtani folyamatokon keresztül történő átalakulásával, de gyakran a fluidmozgással másrétegekből vagy más összetételből származó anyagból is kicsapódhat. A pórusok légnemű vagy folyékony anyaggal kitöltött hézagok.

Megjegyzés: Szabad szemmel a mátrix és leggyakrabban a cement sem figyelhető meg részleteiben a kis szemcsemérete miatt, hanem homogénnek tűnik. Egyes durvaszemcsés törmelékes üledékes kőzeteknél azonban a gyakran homok szemcseméretű mátrix egyedi szemcséi szabad szemmel, illetve kézi nagyítóval elkülöníthetőek egymástól.

Koptatottság:

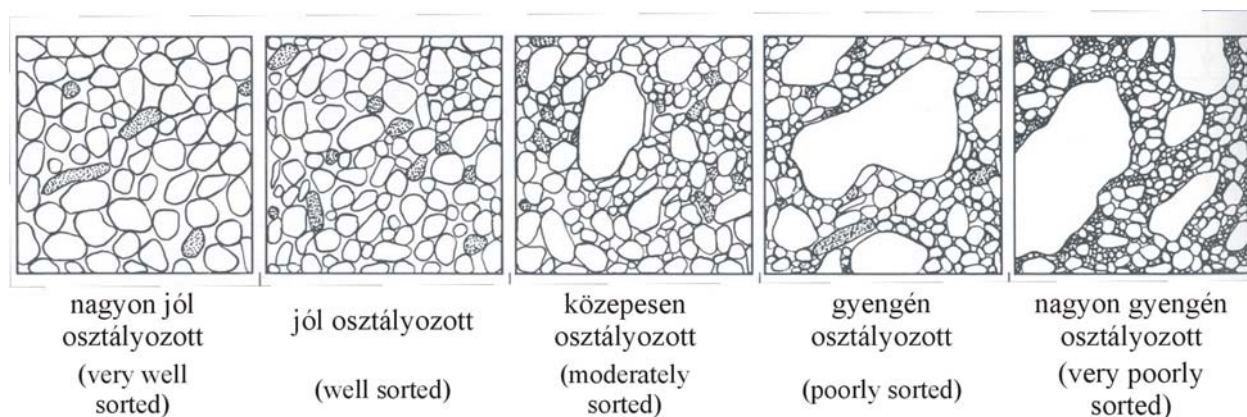
A törmelékszemcsék koptatottsága alapján az alábbi beosztást használjuk (5. ábra):

nagy sfericitás						
kis sfericitás						
	nagyon szögletes (very angular)	szögletes (angular)	kissé szögletes (subangular)	gyengén koptatott (subrounded)	koptatott (rounded)	jól koptatott (well rounded)

5. ábra: A koptatottsági kategóriák a nagy sfericitás (gömbölyített) és kis sfericitás (nyúlt, lapos) törmelékszemcsék esetén) (Kategóriák Pettijohn, 1973 alapján)

Osztályozottság

A szemcsék méretének eloszlása alapján az alábbi kategóriák különíthetők el (6. ábra):



6. ábra: A törmelékes üledékes kőzetek osztályozottsági kategóriái (Blatt, 1982 után)

1. Durvatörmelékes kőzetek

Osztályozás

a. Szemcseméret, koptatottság és kötöttség alapján:

A kötött durvaszemcsés kőzetek közül a **konglomerátum** koptatott-kerekített szemcsékből (elsősorban kőzettörmelékekből), a **breccsa** szögletes, koptatatlan kőzettörmelékekből áll.

A durvatörmelékes kőzetek szemcseméret alapján történő, jelenleg legáltalánosabban elfogadott további osztályozását a 2. táblázat mutatja. A táblázatban történt felosztáson kívül számos más felosztás is létezik, ezek közül Magyarországon Bárdossy (1961) felosztását használták a közelmúltig (3. táblázat).

3. táblázat: A durvatörmelékes kőzetek osztályozása a Magyarországon korábban használt beosztás alapján (Bárdossy, 1961 alapján)

Szemcsealak	Laza	Kötött	Szemcsenagyság
szögletes	Kőzettömb	-	> 20 cm
koptatott	Görgeteg	-	
szögletes	Durva kőzettörmelék	Durva breccsa	20-2 cm
koptatott	Durva kavics	Durva konglomerátum	
szögletes	Apró kőzettörmelék	Finom breccsa	2-0,5 cm
koptatott	Apró kavics	Finom konglomerátum	
szögletes	Kőzetdara	Finom breccsa	0,5-0,2 cm
koptatott	Darakavics	Finom konglomerátum	

b. A szemcsék anyagi megoszlása alapján

monomikt: ha a szemcsék több mint 90 %-a azonos anyagú

oligomikt: ha a szemcsék 50-90 %-a azonos anyagú

polimikt: ha egyik elegyrész mennyisége sem éri el az 50 %-ot

c. Szövet alapján:

ortokonglomerátum: a mátrix mennyisége <15 %-nál

- bimodális szemcseeloszlású

- a szemcsék többé-kevésbé érintkeznek egymással (szemcsevázú konglomerátum)

Lerakódás: nagy turbulens áramlású vizekben (folyók) vagy hullámveréses övben. Gyakran rétegzett.

pl: ortokvarcit, arkózás konglomerátum

parakonglomerátum: a mátrix mennyisége >15 %-nál

- rosszul osztályozott, polimodális szemcseeloszlás

- a szemcsék csak ritkán érintkeznek egymással (mátrixvázú konglomerátum)

Lerakódás: nagy szuszpenzió tartalmú turbiditekből, vízalatti suvadásokból, valamint jég által történő szállítás során lerakódott anyagból. Általában rétegzetlen.

pl: kavicsos iszap, kavicsos agyag, tillit

d. Származási hely alapján:

Intraformációs konglomerátum: a kavicszemcsék az üledékgyűjtőn belülről származnak, az ugyanazon lerakódási folyamathoz tartozó, már korábban lerakódott és többé-kevésbé megszilárdult közet medencén belüli áthalmazódása során.

Extraformációs (vagy exotikus) konglomerátum: a kavicszemcsék az üledékgyűjtő medencén kívüli területről származnak.

2. Homokok-homokkövek

A *homokkő* uralkodóan ásványszemcsékből, azon belül is elsősorban kvarcból áll, emellett gyakori elegyrész lehet a csillám (elsősorban színtelen csillám, muszkovit), földpát (vagy pszeudomorfózája), illetve egyéb, általában kis mennyiségben elsőforduló elegyrészek (akcessóriák), amelyek elsősorban nagy sűrűségű, ún. nehézásványok (pl. rutil cirkon, turmalin, piroxén, amfibol, gránátok, spinellek, kianit, andaluzit, stb.), vagy más ásványok, amelyek közül a glaukonitot érdemes kiemelni. A kötőanyagok közül leggyakoribb a meszes (kalcit), kovás, agyagos, hematitos-limonitos kötőanyag.

Képződés, illetve származás szerint elkülönítünk

- *allotigén* (a lepusztulási területről származó, behordott)
- *autigén* (az üledékképződés alatt és főleg a diagenézis során képződő, pl. pirit, glaukonit, barit, gipsz) és
- *epigén* (a közettéválás után képződött, pl. csillámok, színtelen turmalin, barit, gipsz, limonit stb.) elegyrészeket.

Szövet alapján a homokköveknek alapvetően két típusát különítjük el:

- *ortohomokkő:* szemcsevázú, a mátrix <15%
- *wacke:* mátrixvázú, a mátrix >15%

Osztályozás

a, Szemcseméret és kötöttség alapján:

A homokok/homokkövek szemcseméret alapján történő további osztályozását a 2. táblázat mutatja. A táblázatban történt felosztáson kívül számos más felosztás is létezik, ezek közül Magyarországon Bárdossy (1961) felosztását használták a közelmúltig (4. táblázat).

4. táblázat: A homokok/homokkövek osztályozása a Magyarországon korábban használt beosztás alapján (Bárdossy, 1961 alapján)

Laza	Kötött	Szemcsenagyság
Durvaszemcsés homok	Durvaszemcsés homokkő	2-0,5 mm
Középszemcsés homok	Középszemcsés homokkő	0,5-0,2 mm
Aprószemcsés homok	Aprószemcsés homokkő	0,2-0,1 mm
Finomszemcsés homok	Finomszemcsés homokkő	0,1-0,06 mm

b, A szemcsék anyagi megoszlása alapján

monomikt: ha a szemcsék több mint 90 %-a azonos anyagú

oligomikt: ha a szemcsék 75-90 %-a azonos anyagú

polimikt: ha egyik elegyrész mennyisége sem éri el a 75 %-ot

c, Anyagi összetétel alapján

A homokköveket a bennük található alkotórészek alapján számos szerző osztályozta. A legelterjedtebb felosztások Folk (1974) és Pettijohn (1975) munkái alapján történtek (7, 8. ábrák)

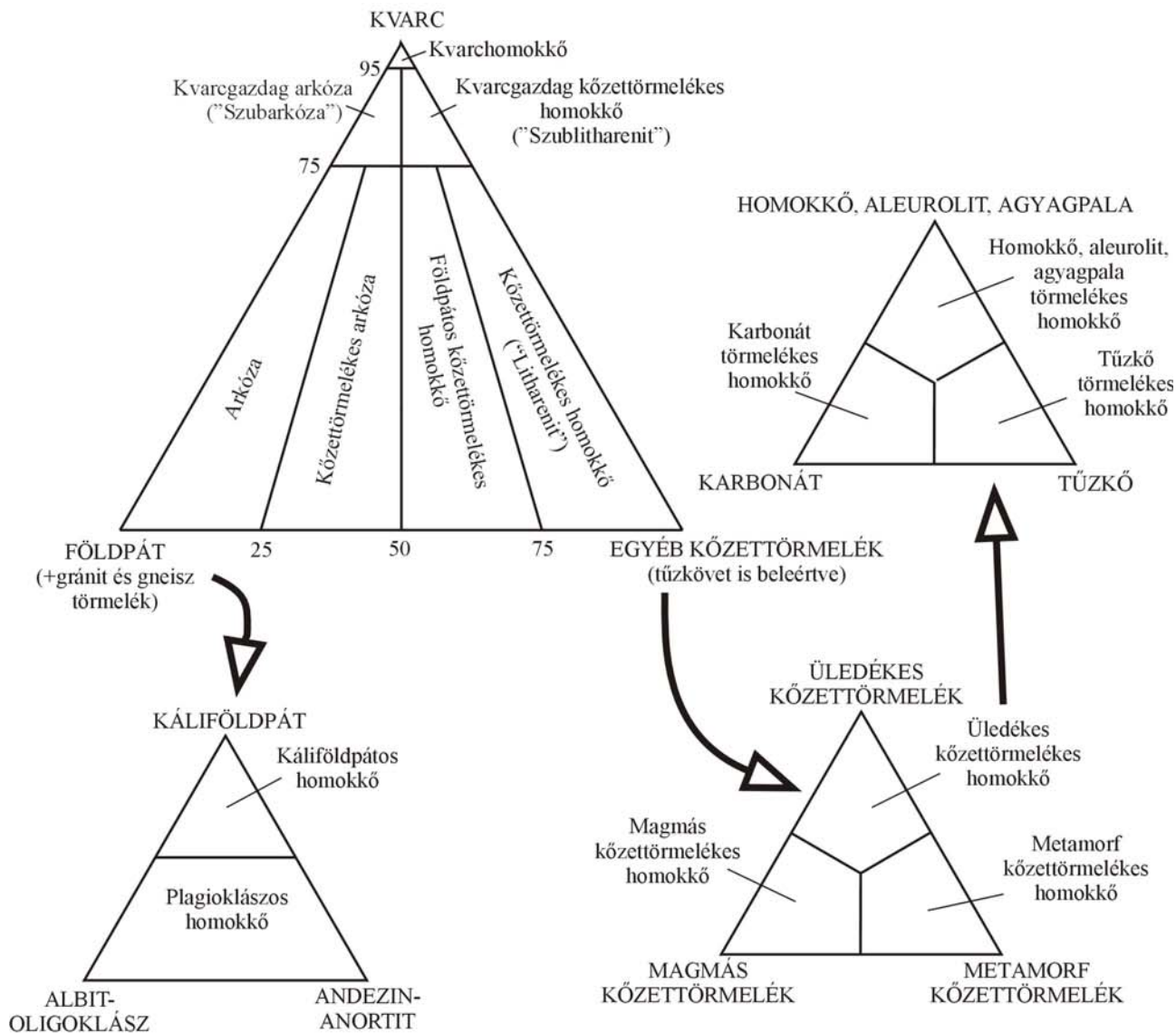
Három közettípust külön kiemelünk:

Arkóza: Földpátdús, szemcsevázú homokkő, a földpát mennyisége meghaladja a 25%-ot

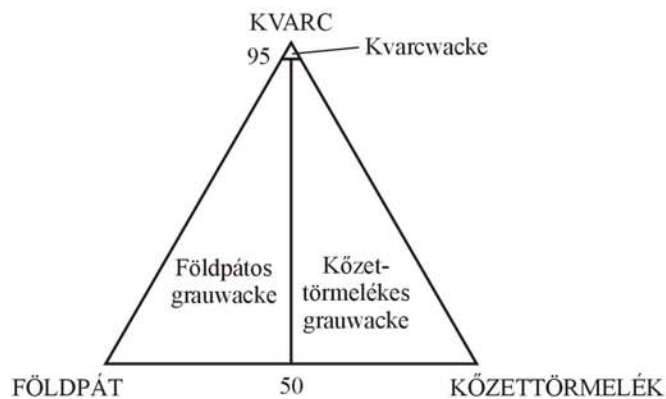
Grauwacke: mátrixvázú homokkő

Glaukonitos homokkő: Zöld színű glaukonit (kálium-vas agyagásvány) aggregátumokat gyakran nagy mennyiségben tartalmazó homokkő változat. Sekélytengerben (max 400 méter), általában viszonylag meleg vízben (15-20°C) képződik.

“ORTOHOMOKKÖVEK” (finomszemcsés mátrix <15%)

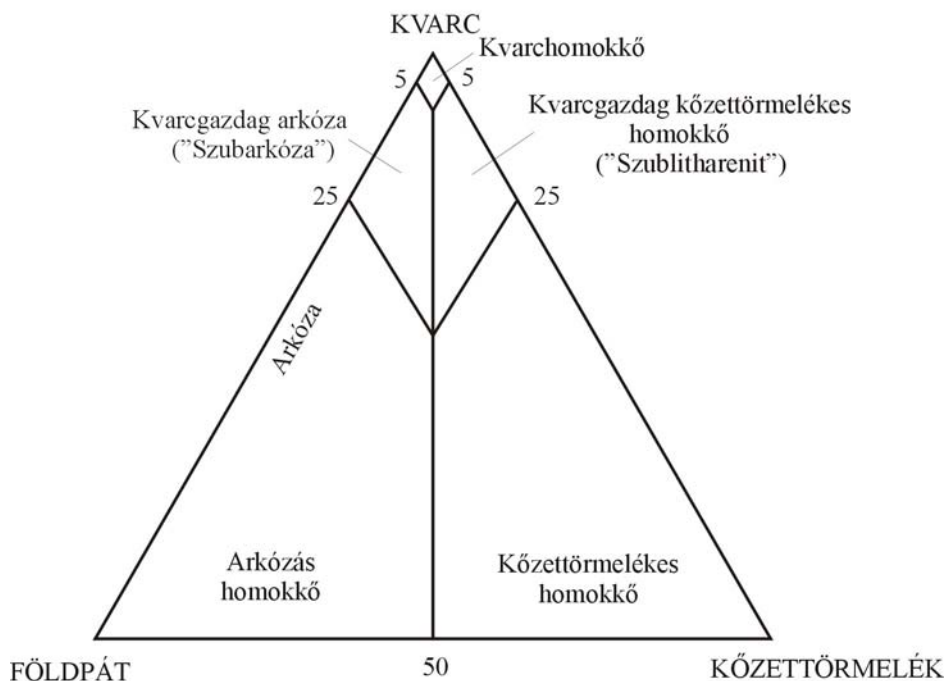


“WACKE”-k (finomszemcsés mátrix >15%)



7. ábra: A homokkövek anyagi összetétel szerinti felosztása Folk (1974) alapján

“HOMOKKÖVEK” (finomszemcsés mátrix <15%)



“WACKE”-k (finomszemcsés mátrix 15-75%)



8. *ábra*: A homokkövek anyagi összetétel szerinti felosztása Pettijohn (1975) alapján

A homokkövek "érettsége" (9a és 9b ábra):

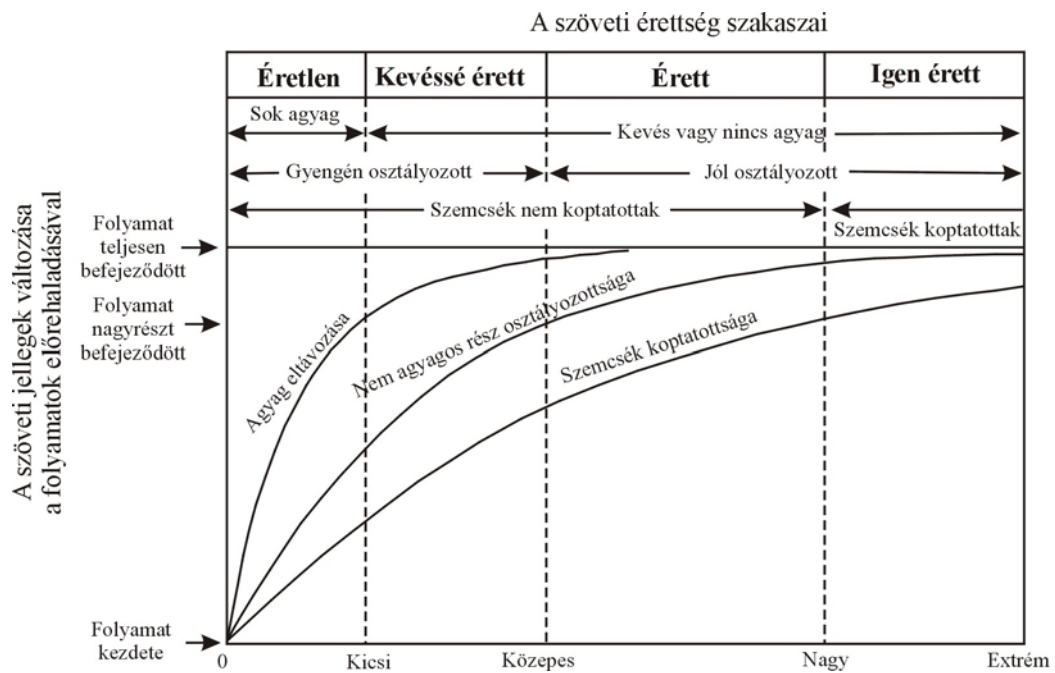
Éretlen: Agyagtartalom több mint 5 %; gyengén osztályozott, a szemcsék gyengén koptatottak.

Kevéssé érett: Agyagtartalom kevesebb mint 5 %; gyengén osztályozott, a szemcsék gyengén koptatottak.

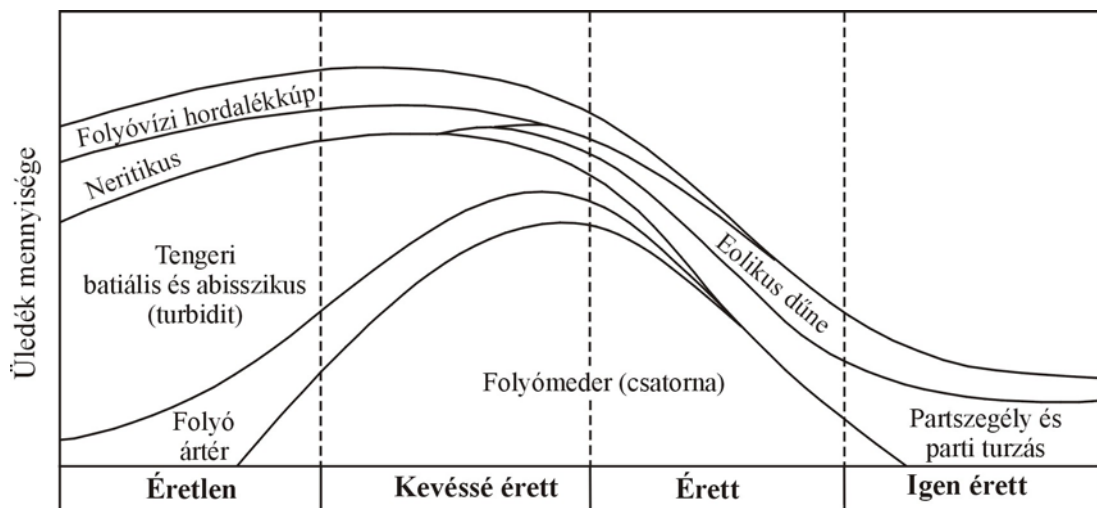
Érett: Nagyon kevés- vagy egyáltalán nincs agyag; jól osztályozott, a szemcsék gyengén koptatottak.

Igen érett: Agyag nincs; jól osztályozott, a szemcsék jól koptatottak.

a)



b)



9. ábra: A homokkövek érettségének szakaszai (a) és az egyes érettségi szakaszokhoz tartozó legjellemzőbb képződési környezetek (b) (Folk után)

3. Finomtörmelékes kőzetek

Osztályozás

a. Szemcseméret és kötöttség alapján:

A finomtörmelékes kőzetek szemcseméret alapján történő további osztályozását a 2. táblázat mutatja. A táblázatban történt felosztáson kívül számos más felosztás is létezik, ezek közül Magyarországon Bárdossy (1961) felosztását használták a közelmúltig (5. táblázat).

5. táblázat: A finomtörmelékű kőzetek osztályozása a Magyarországon korábban használt beosztás alapján (Bárdossy, 1961 alapján)

Laza	Kötött	Szemcsenagyság
Durva kőzetliszt/aleurit	Aleurolit	0,06-0,02 mm
Finom kőzetliszt/aleurit		0,02-0,005 mm

Lösz: 0.02-0.06 mm szemcsenagyságú, uralkodóan légi úton szállított, hullóporból szárazföldön lerakódott, jól osztályozott finomtörmelékű kőzet. Erősen porózus, rétegzetlen. A szemcséket vékony CaCO₃ hártya burkolja be. Az **infúziós lösz** eredetileg nedves területen lehullott lösz, amely sokszor kismértékű helyi áthalmazódást is szenvedett.

Löszbaba: Löszben meszes kötőanyaggal cementált keményebb, általában gömbölyded-ovális vagy szabálytalan alakú, gyakran elágazó konkréciók.

Agyagkőzetek

A felépítő elegyrészek szemcsemérete uralkodóan 0,004 mm-nél kisebb, további osztályozásuk az ásványos összetételük alapján történik.

1, Sziállitok

Uralkodóan agyagásványokból állnak, ezen belül az előforduló agyagásványok szerint csoportosítunk.

- Pl. kaolinites agyag/agyagkő
- montmorillonitos agyag/agyagkő
- bentonit – montmorillonitból álló kőzet
- kaolinpettyes bentonit
- stb.

Amennyiben a kőzet szerkezete irányítottságot, gyenge palásságot mutat, a kőzeteket **agyagpala** (shale) elnevezéssel illetjük.

Az uralkodó agyagásványok mellett kis mennyiségben földpátot és kavrcot, amellet akcesszóriaként mészsanyagot és szerves anyagot is tartalmazhatnak.

2, Allitok

Uralkodóan Al-oxihidroxidokból, Al-hidroxidokból (gibbsit, diaszpor, böhmit) álló kőzetek, vagyis a **bauxitok**.

A sziállitok és allitok között átmeneti kőzetek is vannak, melyeket az allittartalom, vagyis az Al₂O₃/SiO₂ arány alapján osztályozunk (6. táblázat).

6. táblázat: A sziállitok és allitok közötti átmeneti agyagtípusok

	Al ₂ O ₃ /SiO ₂	allit tartalom
Bauxitos agyag	0,86 – 1,14	0-25 %
Agyagos bauxit	1,14 – 3,4	25-75 %
Bauxit	3,4 felett	>75 %

Karbonátos kőzetek

Tágabb értelemben a több mint 50 % - üledékgyűjtőn belüli eredetű - karbonátot tartalmazó kőzeteket soroljuk ide, a "tiszta" karbonátos kőzetek azonban legalább 90%-ban karbonátásványokból állnak. Amennyiben a nemkarbonátos szemcsék mennyisége 10-50 %, akkor azt a kőzetnévben jelezni kell: pl. homokos mészkő, agyagos mészkő, stb. A karbonátkőzetek ásványai elsősorban a kalcit (általában több kevesebb Mg-tartalommal) és a dolomit, esetenként az aragonit, ez utóbbi azonban üledékes feltételek között metastabil ásvány és viszonylag gyorsan kalcitá alakul (ezt a folyamatot tágabb értelemben *neomorfizmus*nak hívjuk, vagyis amikor egy ásvány in situ egy vele azonos összetételű másik ásvánnyá alakul). Mind a kalcit, mind a dolomit kevés vasat is tartalmazhat (nagyobb vastartalom esetén ankerit, illetve sziderit képződik). A karbonátos kőzetek legjelentősebb képződési tere a tengerekben van, de képződhetnek tavakban, folyóvizekben, sőt a szárazföldön is.

A mészkövek elegyrészei, osztályozása

Az elegyrészeket Folk két csoportra osztotta:

a, **Ortokémiai elegyrészek:** az üledékgyűjtőben keletkeztek, szállításnak nem voltak kitéve, tehát helyben beágyazódott áthalmozatlan kőzetelemek.

Fajtái:

Mikrit: mikrokristályos kalcitiszap, szemcsemérete kisebb, mint 4 μm . Eredete főleg biogén, de esetenként szervesetlen úton is képződhet.

Pátit: pátos kalcit kötőanyag, szemcsemérete nagyobb, mint 15 μm . Kémiaiag kicsapódott vagy a mikrit átkristályosodásával képződik.

Mikropátit: szemcsemérete 4-15 μm , a mikrit kezdődő átkristályosodásával, vagy kémiai kicsapódás révén képződik.

b, **Allokémiai elegyrészek:** Az üledékgyűjtőben képződtek, de a kicsapódás után szállítottak, vagyis áthalmozott elegyrészek.

Fajtái:

Intraklasztok: Az alig konszolidálódott karbonátiszap felszakadozása és - medencén belüli - rövidebb-hosszabb szállítása majd újra leülepedése révén keletkeznek. Többé-kevésbé koptatottak, méretük a néhány milliméterestől a több tízcentiméteresig változhat. Tartalmazhat egyéb allokémiái- és ortokémiai elegyrészeket is. Nagy energiájú környezetet jelez (erősebb áramlás vagy tektonikai mozgás, stb.).

Peloidok (rögök): Gömbszerű, tojásdad vagy kissé megnyúlt, vagy szabálytalan alakú, de kerekített szemcsék. Anyaguk általában homogén mikrit. Méretük 0,1-2,0 mm, általában 0,1-0,6 mm. Eredetük nem határozható meg egyértelműen, egy részük valószínűleg mikritesedett koproilit, más részük lehet mikritesedett ooid, felismerhetetlen kerekded ősmaradvány-töredék vagy apró, jól koptatott intraklaszt is, esetleg átdolgozott karbonátiszap.

Pelletek: Gömbölyded vagy tojásdad alakú, mikro- vagy kriptokristályos kalcitaggregátumok. Méretük 0,02-2,0 mm. Eredetük szerint koproilitok.

Aggregátumok: Gömbölyded megjelenésű, eredetileg két vagy több különálló részből mikrittel cementálódott szemcsék.

Fossziliák (bioklasztok): Élő szervezetek mészvázai, illetve azok töredékei.

Kérgezett szemcsék:

Ooidok: Kerekded vagy ellipszoid alakú képződmények, amelyek, belső magból és azt - legalább is a külső részén szabályosan - koncentrikus laminákból álló, egy vagy több burok veszi körül. Gyakran radiális szerkezetük is lehet. Méretük 2,0 mm-nél kisebb. Szinonímanévként az oolit is használható.

Pizoidok: Az ooidokhoz teljesen hasonló képződmények, de méretük nagyobb, mint 2,0 mm. Szinonímanévként a pizolit is használható.

Onkoidok: Egy vagy több magból, és azt legtöbbször koncentrikusan körülvevő, általában biogén eredetű kéregszorozatból álló képződmények, de a laminák kevésbé szabályos megjelenésűek, mint az ooidok és pizoidok esetében és nem is mindig koncentrikusak. Gyakran szabálytalan alakúak, magjuk nem mindig egyértelműen elkülöníthető, és méretük általában nagyobb mint 2,0 mm. A 2,0 mm-nél kisebb átmérőjűeket mikroonkoidoknak nevezzük. Szinonímanévként az onkolit is használható.

A kérgezett szemcsék nagy energiájú környezetet, általában erős áramlási vagy hullámveréses övet jeleznek.

Az orto- és allokéimiai elegyrészekon kívül a mészkövekben előfordulhatnak különböző **ásvány-ritkábban kőzettörmelékek (litoklasztok, terrigén elegyrészek)** (leggyakrabban kvarc, földpátok, opakásványok stb.), valamint olyan törmelékes eredetű elegyrészek (ásvány- és kőzettörmelékek), amelyek nem az üledékgyűjtőn belülről, hanem azon kívülről (pl. a szárazföldről) származnak. Ez utóbbiakat összefoglaló néven **extraklasztoknak** nevezzük.

Az allokéimiai elegyrészek és az esetlegesen előforduló litoklasztok, extraklasztok alkotják a kőzet vázát, az ortokéimiai elegyrészek pedig legtöbbször kötőanyagként szerepelnek. Ha nincs sem allokéimiai elegyrész, sem litoklaszt-extraklaszt, akkor az ortokéimiai elegyrészek is alkothatnak kőzetet.

Mészkőtípusok

Folk-rendszer

A Folk-féle rendszerben a kőzettípusokat összetett névvel illetjük. A kőzetnév előtagja az előforduló jellemző allokéimiai elegyrész rövidített elnevezése (ha az allokéimiai elegyrészek össz mennyisége meghaladja a 10 %-ot):

intraklaszt -----	intra-
kérgezett szemcsék -----	oo-
peloidok, pelletek -----	pel-
fossziliák -----	bio-

Az egyes előtagok használata: Amennyiben az intraklaszt mennyisége több, mint 25 %, akkor az előtag intra- lesz. Ha az intraklaszt mennyisége 25 % alatti, a kérgezett szemcsék mennyisége pedig 25 % fölötti, akkor az előtag oo- lesz. Amennyiben sem az intraklaszt sem a kérgezett szemcsék mennyisége nem éri el a 25 %-ot, akkor a fossziliák ill. pelletek alapján nevezzük el a kőzetet, mégpedig úgy, hogy ha a fossziliák mennyisége több mint háromszorosa a pelletek mennyiségének, akkor bio- lesz az előtag, ha a pellet mennyisége haladja meg a fossziliák mennyiségének háromszorosát akkor pel- előtagot használunk, és ha az arány a kettő között van, akkor biopel- előtagot kell alkalmaznunk.

A kőzetnév utótagja az allokéimiai elegyrészek között előforduló elsődleges (tehát nem átkristályosodott) ortokéimiai elegyrész neve. Amennyiben mikrit és pátit is előfordul, akkor utótagként a nagyobb mennyiségben előforduló elegyrészt kell megadni.

Abban az esetben amikor az allokéimiai elegyrészek mennyisége a 10 %-ot nem éri el, **mikrokristályos mészkő** elnevezést kell használni, de használható erre a **mikrit** mint kőzetnév is. A bioturbációs hatásra képződött üregeket gyakran pátit tölti ki. Az ilyen kőzet neve: **diszmikrit**. Önálló kőzettípus a helybenmaradt fossziliákból képződött kőzet, a zátonymészkő, melynek Folk-neve: **biolitit**.

A mészkövek osztályozásánál az allokéimiai elegyrészek méretét is figyelembe vehetjük. Amennyiben az elegyrészek mérete

> 1.0 mm:	kalcirudit
1.0-0.0625 mm:	kalkarenit
< 0.0625 mm:	kalcilutit

név adandó (pl. biopátrudit, intrapátarenit, stb.).

Ha a kőzet nem mészkő, hanem **dolomit**, akkor a Folk-név elé **dolo-** előtagot illesztünk.

Dunham rendszer:

A Dunham rendszer elsősorban a szemcsekapcsolatokat, valamint a szemcsék és a beágyazó anyag (mátrix valamint a kötőanyag) kapcsolatát veszi figyelembe, a szemcsék méretére és fajtájára nincs tekintettel.

A mészkövek osztályozást lásd külön a 7. és 8. táblázatban, illetve a mészkőtípusokat a 10. ábra mutatja be..

Megjegyzés: A karbonátos kőzetek pontos megnevezéséhez a Folk- és a Dunham nevet is meg kell adni!

Általános elnevezések (elsősorban makroszkópos kőzethatározás esetén)

Biogén mészkő: Ősmeradványok vázait tartalmazó mészkő.

Oolitós mészkő: Kérgezett szemcsékből álló mészkő.

Intraklasztos mészkő: Intraklasztokat tartalmazó mészkő

Szárazföldi eredetű karbonátkőzetek:

Cseppkő: Barlangokban képződik. A mészkövön átszivárgó mészanyagban dús vizekből amikor azok a levegőre kerülnek, a széndioxid eltávozik, és kristályos CaCO_3 válik ki. Ennek során vagy a barlang mennyezetéről lefelé növekvő, függő cseppkő (szalagtit), vagy a lecsöpögő mészdús vízből az aljzatra növekvő álló cseppkő (sztalagmit) képződik. Általában koncentrikus szerkezetűek, a mennyezetről lenövőek nyúlt kúpalakúak, az aljzatra növekvők rövidebbek és vastosabbak.

Édesvízi mészkő: Nagy mésztartalmú tavakban képződő, vastagpados, tömött szövetű mészkő. Ősmeradványként elsősorban édesvízi csigavázakat tartalmaz. Gyakran található benne a leülepedéskor bekérgezett növényi száruk elhalása után megmaradt üregek. Extraklasztként a szárazföldről származó kvarc és agyagásványok fordulhatnak elő.

Mésztufa (travertínó): Recens képződésű, porózus, nem rétegzett megjelenésű. A patakok-források vizében oldott kalcium-karbonát a nyomás csökkenésének hatására kicsapódik. A kiváló mészanyag növényi száruk, mohákat, kőzettörmelékeket stb. von be.

Egyéb mészkőzetek:

Írókréta: Hófehér, laza szövetű, gyengén diagenizálódott, nagyon tiszta mészkő. Anyaga mikroszkópos méretű foraminifera (Globigerina) vázainak tömegéből áll. A kréta időszakra jellemző. Pelágikus, de nem mélytengeri eredetű.

Dolomit: Uralkodóan dolomitból álló karbonátos kőzet. Képződése tengeri környezetben a tengervízben feldúsuló Mg a félig vagy már teljesen konszolidált mésziszap-mészkő Ca-tartalma egy részének metasomatikus lecserélésével történik. A dolomitosodás a diagenézis bármely szakaszában végbemehet közvetlenül a leülepedést követő szakasztól a mélybetemetődési szakaszig bezárólag. Szárazföldi környezetben egyes bepárlódó sós tavakban lúgos környezetben elsődlegesen is kiválhat. A Mg-t gyakran Mn illetve részben Fe helyettesítheti (ez utóbbit ankeritnek nevezzük). A kalcitól eltérően nagyon gyakran rombusz alakú kristályok formájában fordul elő.

A dolomit és a kalcit egymáshoz viszonyított mennyisége alapján az alábbi kőzetneveket kell alkalmazni:








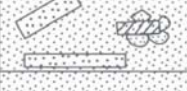


0 - 10 %	dolomittartalom	mészkő
10 - 50 %	dolomittartalom	dolomitos mészkő
50 - 90 %	dolomittartalom	meszes dolomit
90 - 100 %	dolomittartalom	dolomit

Az allokémiai elegyrészek mennyiségi arányai		>10% allokémiai elegyrész		<10% allokémiai elegyrész			
		pátit > mikrit	mikrit > pátit	1-10% allokémiai elegyrész	<1% allokémiai elegyrész		
>25% intraklaszt		INTRAPÁTIT	INTRAMIKRIT	Leggyakoribb allokémiai elegyrészek	intraklasztok INTRAKLASZT TARTALMÚ MIKRIT	MIKRIT illetve ha pátit foltok vannak jelen, akkor DISZMIKRIT	
>25% ooid		OOPÁTIT	OOMIKRIT		ooidok OIOD TARTALMÚ MIKRIT		
<25% intraklaszt	A bioklasztok:peloidok aránya	>3:1	BIOPÁTIT		BIOMIKRIT		bioklasztok FOSSZÍLIA TARTALMÚ MIKRIT
		3:1 és 1:3 között	BIOPELPÁTIT		BIOPELMIKRIT		peloidok PELOID TARTALMÚ MIKRIT
	<1:3	PELPÁTIT	PELMIKRIT				
						Zavartalan zátony és bioherma kőzetek	
						BIOLITIT	

7. táblázat: A mészkövek osztályozása Folk (1959, 1962) alapján. *Megjegyzés:* a kőzetnevek NAGYBETŰKKEL jelezve.

Az eredeti alkotóelemek nem szervesen tartoznak egymáshoz a lerakódás során				Az alkotóelemek szervesen egymáshoz tartoznak a lerakódás során
karbonátiszapot (mikritet) tartalmaz			karbonátiszapot nem tartalmaz	BOUNDSTONE
iszapvázú		szemcsevázú		
<10% allokémiai elegyrész	>10% allokémiai elegyrész			
MUDSTONE	WACKESTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	

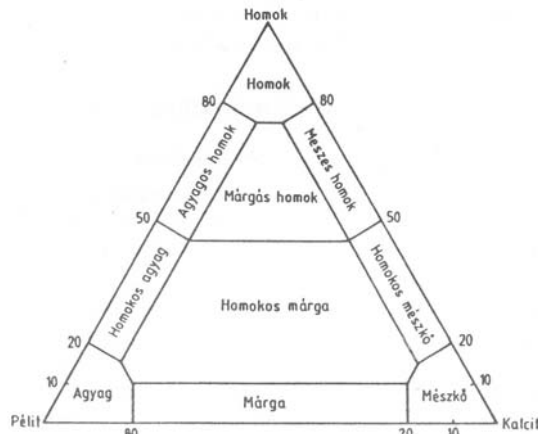
8. táblázat: A mészkövek osztályozása Dunham (1962) alapján. *Megjegyzés:* a kőzetnevek NAGYBETŰKKEL jelezve

A mészkövek fő elegyrészei	Mészkő típusok			
	Pátitos cementtel		mikrites mátrixszal	
Bioklasztok (vázelemek)	Biopátit		Biomikrit	
Kérgezett szemcsék (oid, onkoid, pizoid)	Oopátit		Oomikrit	
Peloidok	Pelpátit		Pelmikrit	
Intraklasztok	Intrapátit		Intramikrit	
Helyben képződött mészkövek	Biolitit		Üreges mészkő - diszmikrit	

10. ábra: A mészkövek típusai elegyrészeik alapján

Homok, agyag és mésanyagot tartalmazó **keverékközetek**

Osztályozásuk az alábbi háromszögdiagram alapján történik (11. ábra):



11. ábra: Homokot, agyagot és mésanyagot tartalmazó kőzetek nevezéktana (Aubouin (1975 alapján, in: Pápay 1994)

Márga

A közel azonos mennyiségű agyagot és meszet tartalmazó kőzeteket márgának hívjuk. Ezek alapján átmeneti helyet foglalnak el az agyagkőzetek és a karbonátos kőzetek között. A mésanyag általában 35-65% közötti. A márgák általában finomszemcsések, gyakran tartalmaznak ősmaradványokat. Képződése az agyagrészecskéknek és a CaCO_3 vízből való kiválásának és leülepedésének egyidejűsége során, vagy rövid szakaszokban (pl. évszakos) történő váltakozása és keveredése (pl. bioturbáció miatt) során történhet.

A márga mésanyagának dolomittartalma általában 5%-nál kisebb, amennyiben ezt az értéket meghaladja, a kőzetnévben ezt a 9. táblázatban közölt módon kell jelezni:

9. táblázat: dolomitos mésanyagot tartalmazó márgatípusok nevezéktana.

Dolomittartalom (%)	kőzetnév
5-20	dolomitos márga
20-50	mérsékelten dolomitos márga
50-95	erősen dolomitos márga
>95	dolomitmárga

Vegy- és biogén kőzetek

Üledékes vasérc (Fe tartalom 10 % feletti, de elérheti akár a 30 %-ot is)

- a, Oxidos vasérc (ásványok: hematit, limonit, lepidokrokit, goethit, magnetit)
Sávós vasérc (Prekambriumi): Hatalmas kiterjedésű (több ezer négyzetkilométer) és néhány száz méter vastagságú finoman sávozott kőzet, amelyben a sávozottságot a Fe-oxidok, -hidroxidok és a hematitos tűzkő váltakozása okozza, megőrizve az eredeti üledékes szerkezetet. Esetleg gyengén metamorf (maximálisan zöldpala fáciesű) lehet.
Mocsárc (gyepvasérc): Képződése mocsarakban, lápokban történik. A limonit növényi szárazakat von be vasbaktériumok közvetítésével. Vörösbarna, laza, porózus megjelenésű.
Babérc: Gömbölyű, limonitos rögökből áll. Fe-karbonátot tartalmazó mészkő oldódásakor a vas kioldódik, majd vas-hidroxidként kicsapódik és a mészkő töbreiben agyaggal együtt felhalmozódik
Oolitos vasérc (minette): Körkörös, ritmusos szerkezetű kerekded oolitokból áll. Általában kvarcból, ritkábban más ásványszemcséből álló magra goethitből, hematitből, magnetitből, Fe-kloritokból illetve ezek között kovából álló sávok csapódnak ki. Sekélytengeri eredetű.
- b, Karbonátos vasérc (ásványok: sziderit, ankerit)
Fehérvasérc: Lisztfinom eloszlású szideritből áll. Erősen redukzív környezetben alakul ki mocsarakban, szellőzetlen tengeri medencékben, a víz CO₂-tartalma csökkenésének hatására.
Szénvaskő: Ha az üledékgyűjtő közegben növényi törmelékek is vannak. A szervesanyagtól fekete színű, gumós megjelenésű szideritből álló karbonátos vasérc.
- c, Szilikátos vasérc
Keletkezésük tenger alatti vulkáni működés vasexhalációs folyamataihoz köthető.
- d, Szulfidos vasérc (ásványok: pirit, markazit)
Ha az üledékképződési környezetben H₂S van, mely anaerob baktériumok tevékenysége során képződik, amorf vagy kriptokristályos pirit és markazit keletkezik az üledékben. Szellőzetlen tengeri medencékre jellemző.
Más elemek szulfidjai is felhalmozódhatnak, ha az adott elemről megfelelő mennyiség fordul elő. Pl.: Cu, Pb, Zn, Co, Ag, Ni, Mo, V.

Kovakőzetek

Fő ásványaik: kalcedon, opál, mikrokristályos kvarc, amorf SiO₂.

- a, Diatomaföld (diatomapala): Diatomák (kovaalgák) vázainak tömegéből áll. Fehér, vékonylemezes vagy laza, porszerű. Nagy porozitása következtében nagyon kicsi a térfogatsúlya. Sekély tengeri vagy tavi képződésű, de a sarkok közelében a mélytengerekben is előfordul.
- b, Radiolarit: Radioláriák (egysejtűek) vázainak tömegéből áll, melyet kalcedon vagy kriptokristályos SiO₂ köt össze. Tömött szövetű. Mélytengeri kifejlődésű a trópusoktól a szubpoláris régióig fordul elő.
- c, Spongiolit: Opálból, kalcedonból álló tömött szövetű kovakőzet, melyben kovaszivacsstűk találhatóak. Hidegebb vízi eredetű.
- d, Tűzkő, szarukő: Gumós, vesés megjelenésű, túlnyomórészt kalcedonból és kripto- vagy mikrokristályos kvarcból áll. Karbonátos kőzetekkel kapcsolatosan, azokkal együtt keletkezik. A lúgos közegben feloldódott kovavázak anyaga savas közegben kicsapódik.
- e, Limnokvarcit: Kovában dús édesvizekben közettörmelékek között, növénymaradványok körül stb. kavasav csapódik ki. Elsősorban opál és/vagy kalcedon anyagú.
- f, Hidrokvartcit (gejzirit): Utóvolkáni működés eredményeképpen, kovás hévforrások, gejzírek vizéből csapódik ki. (Nem igazán üledékes kőzet)

Üledékes Mn-ércek (Mn tartalom >8 %)

- a, Karbonátos Mn-ércek (fő ásvány: rodokrozit): Finomsávós megjelenésű, az egyes sávok rodokrozitból illetve a közte levő glaukonitból-szeladonitból állnak. Mélyebb tengeri övekben alakul ki.
- b, Oxidós Mn-ércek (fő ásványok: piroluzit, pszilomelán, manganit): Képződése vagy elsődlegesen, oxigénnel ellátott tengeri medencékben (partközeli területen), vagy másodlagosan karbonátos Mn-érctelepek oxidatív mállásával.

Üledékes foszfát kőzetek ($P_2O_5 >10\%$)

- a, Foszforit: Kriptokristályos apatit- (kollofán) gumók (pelletek, ooidok) válnak ki és halmozódnak fel tengeri környezetben. A foszfor elpusztult élő szervezetek P-tartalmából származik.
- b, Csontbreccsa (bone-bed): Barlangi állatok csontmaradványaiból és ürülékéből a P-tartalom kilúgozódhat és az üledékben felhalmozódhat.
- c, Guanotelepek: Madárürülék P-tartalmából származik, mely a szirtmészke anyagát metasomatikusan átjárja, maximálisan mintegy 10 m vastagságban. Típusos foszforásványa a whitlockit $[Ca_3(PO)_4]_2$. A kezdeti 4%-os P_2O_5 tartalom a folyamat végén akár a 40%-ot is elérheti

Sókőzetek (evaporitok)

Bepárlás útján keletkeznek elsősorban lefűződő lagúnákban, illetve szárazföldön sivatagi-félsivatagi területek tavaiban

- anhidrit
- gipsz
- kősó
- fedősók (elsősorban kálisók és magnéziumsók)

kiválási sorrendben. Az anion leggyakrabban klorid vagy szulfát.

Az anhidrit és a gipsz gyakran karbonátásványokkal együtt fordul elő. Az oldódási-kicspódási viszonyok váltakozásával az egyes ásványok gyakran egymásba fogazódóan fordulnak elő, illetve egymásba alakulnak. Gyakori a gipsz és a kalcit anhidritesedése, de nedvesebb körülmények között az anhidrit gipszesedése játszódik le.

Szerves eredetű kőzetek

- a, Szénkőzetek: Növényi elegyrészek maradványainak felhalmozódásából, átalakulásából képződnek, uralkodóan szénből állnak.
Tőzeg: Szabad szemmel még szembetűnő a növényi szerkezet.
Lignit: Elszenesedés kezdete, a fás szerkezet még jól felismerhető.
Barnakőszén: A növényi szerkezet már nem, vagy csak nagyon gyengén ismerhető fel. Sötétbarna-fekete színű, karca barna.
Feketekőszén: A növényi szerkezet már nem, vagy csak esetlegesen, nagyon gyengén ismerhető fel. Fekete színű, karca is fekete.
Antracit: Kemény, fémfényű, tömött megjelenésű.
- b, Szénhidrogének:
Kőolaj
Földgáz
Szénhidrogénnel, illetve származékokkal átitatott kőzetek, pl. természetes aszfalt