

Dr. Raucsik Béla: Kőzettan lecke sorozat
9. lecke

A metamorf kőzetek petrográfiája I.: alapfogalmak, szerkezet alapján elnevezett kőzettípusok

Az olvasólecke célja: a metamorf kőzetek petrográfiai alapfogalmainak tisztázása, a szerkezet alapján elnevezett metamorf kőzetek petrográfiájának áttekintése, makroszkópos jellegeik megismerése. Átlagos olvasási idő: 50 perc.

Kőzettani barangolásunk vége felé közeledve térjünk most rá a metamorf kőzetek megismerésére! Az eddigi olvasóleckékhez hasonlóan a gyakorlati, mindenekelőtt makroszkópos petrográfiai jellemzőket járjuk körül, így nem célunk az elméleti ismeretanyag részletezése. Arra csak olyan mértékig térünk ki, ami feltétlenül fontos a gyakorlati ismeretek megértése szempontjából.

A metamorfózis a szilárd fázisú átkristályosodással jellemzett geológiai folyamatokat jelenti. Jellemzésében a két legfontosabb fizikai változó a hőmérséklet (T) és a nyomás (P), ugyanakkor gyakran a kémiai aktív fluidumok koncentrációját vagy aktivitását (C vagy X), sőt az átalakulás időtartamát (t) is figyelembe kell venni.

TIPP: Könnyen érthető, angol nyelvű videóleckék érhetők el a metamorfózisról és a metamorf kőzetekről az alábbi linkeken:

<https://www.youtube.com/watch?v=HUydPhIaQQU>

<https://www.youtube.com/watch?v=FhP5X3KEfjE>

<https://courses.lumenlearning.com/cuny-lehman-geo/chapter/reading-characteristics-of-metamorphic-rocks/>

A metamorf kőzetek elnevezésének alapelvei

A metamorf kőzeteket a kézipéldány méretben megfigyelhető tulajdonságaik alapján nevezzük el.

Ezzel összefüggésben a névadásnak négyféle forrása lehet:

1. az **ásványos összetétel**,
2. makroszkóposan látható **szerkezet**,
3. a **kémiai összetétel** (a metamorfózist elszenvedő eredeti kőzet, a **protolit** jellege),
4. jól definiált **speciális nevek**.

A kézipéldányok jellemzésénél az első két szempontot követjük; a 3., (vagy akár a 4.) szempont (megfigyelhető jelleg híján) nem mindig érvényesülhet.

A metamorf kőzetek csoportosításánál gyakran használt alapelv az ún. **metamorf fok** használata, amely a metamorfózis hőmérsékletén (részben nyomásán) alapul. Az egyes csoportok határait laboratóriumi adatok alapján vonták meg és az egyes metamorf fokok határait bizonyos ásványok (vagy inkább ásványegyüttesek) első (progresszív) megjelenése alapján definiálták. Ezek a következők: **nagyon kisfokú** (kb. megfelel az anchizónás metamorfózisnak), **kisfokú** ($\approx$ epizónás), **közepesfokú** ($\approx$ mezozónás), **nagyfokú** ($\approx$ katazónás) metamorf kőzetek csoportja.

A metamorf kőzetek neve egy alapnévből és előtagokból áll. Az előtag használata azonban nem előírás, a metamorfit neve állhat csak az alapnévből is.

Az alapnév lehet ásványos összetétel alapján adott (pl. serpentinít) vagy a kőzet szerkezetének leírásából származó név (pl. fillit). A kőzet további jellegzetességeit az alapnév elé illesztett előtagokkal fejezzük ki. Ez utalhat a jellegzetes szerkezeti bélyegekre, vagy pontosítja az ásványos összetételt (pl. klorit-tartalmú epidot amfibolit, sávós gránát-kyanit gneisz).

Azoknál a metamorf kőzeteknél, amelyekben a protolit ásványos összetételi és/vagy szöveti jellegzetességei egyértelműen felismerhetők, a kőzet neve elé **meta-**előtagot teszünk (pl. metahomokkő, metavulkanit, metaandezit, metagranitoid). Ha meg tudjuk állapítani, hogy a metamorfit magmás (orto-), vagy üledékes (para-) protolitról származik, akkor az **orto-** illetve **para-** előtagot akkor illesztjük a metamorf kőzet neve elé (pl. ortogneisz, paragneisz).

A következőkben térjünk ki részletesebben a metamorfitok elnevezésének lehetőségeire és vegyünk néhány konkrét példát!

A metamorf kőzetek elnevezése a modális (ásványos) összetétel alapján

Azokat az ásványokat, amelyek mennyisége a metamorfitban >5 V/V%, **főelegrészek**nek nevezzük. Adott kőzetben előforduló főelegrészek ásványneveit a kőzetnév elé helyezzük úgy, hogy a nagyobb mennyiségű kerüljön közvetlenül a kőzetnév elé. Pl.: andaluzit-szillimanit gneisz, biotit-muszkovit pala, epidot amfibolit.

Azokat az ásványokat, amelyek mennyisége a metamorfitban <5 V/V%, **kismennyiségű elegyrészek**nek nevezzük. Úgy jelöljük, hogy az adott ásvány(ok) neve után a "-tartalmú" szót, vagy az „-os” toldalékot tesszük (pl.: rutil-gránát-tartalmú epidot amfibolit; itt a sorrend kifejezi, hogy a rutil

menyisége kisebb, mint a gránáté és az epidot főlegyrész). Amennyiben egy metamorfit **>75 V/V%-át egy ásvány alkotja**, akkor a kőzetet ezen egyetlen ásványtípus alapján kell elnevezni úgy, hogy az ásvány neve után az “-it” képzőt tesszük. Ha a kőzet irányított szerkezetű, akkor azt a kőzetnévben is kifejezzük.

A metamorf kőzetek elnevezése a makroszkóposan látható szerkezet alapján - alapfogalmak

Szerkezet (struktúra): Egy kőzettömeg részeinek elrendeződése, tekintet nélkül azok méretére. A fogalom tartalmazza az egyes részek közötti kölcsönös kapcsolatot, a részek alakját és belső jellegzetességeit.

Szövet (fabric): A kőzettömeg részeinek kitüntetett iránya, annak fajtája és foka. A kifejezés elsősorban ásványszemcsék vagy szemcsecsoportok kristálytani és/vagy alaki irányítottságának leírására használandó.

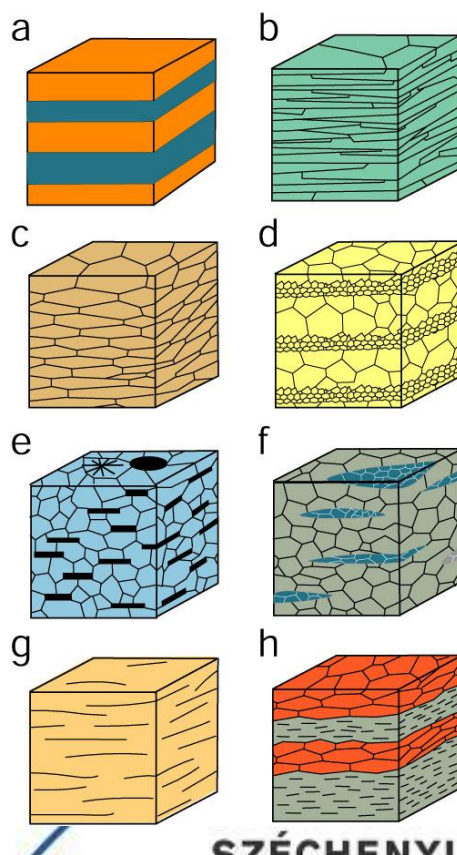
Sáv (band): Közel párhuzamosan elhelyezkedő, táblás-oszlopos kőzetrészek sorozata. Kerüljük a „réteg” fogalmat a metamorf kőzetek leírásánál, mert az az üledékes kőzetek esetében használandó fogalom!

Foliáció: Bármilyen, ismétlődően előforduló, az egész kőzettestet átható, sík szerkezeti jelleg.

Az alábbiak definiálhatják:

- Centiméteres vagy kisebb méretű szabályos összetételi sávosság;
- A nem izometrikus ásványszemcsék kitüntetett síkokba való rendeződése;
- A deformált szemcsék alakja;
- A szemcse-, vagy kristályméret változása;
- A nem izometrikus ásványszemcsék kitüntetett síkokba való rendeződése homogén mátrixban;
- Lencsés (vagy nyúlt) szemcsehalmazok kitüntetett síkokba való rendeződése;
- Törések kitüntetett síkokba rendeződése;
- Előbbiektől bármelyikének kombinációi.

Palásság: A foliáció egyik típusa, amelyet olyan deformáció és/vagy átkristályosodás hoz létre, amely a nem izometrikus szemcsék egy



Passchier & Trouw (1996) alapján.

meghatározott irányba történő elrendeződését eredményezi. A foliációs síkok távolsága mm nagyságrendű.

Klivázs: A foliáció egyik típusa, amely párhuzamos vagy közel párhuzamos, sűrűn elhelyezkedő, szabad szemmel nem látható méretű, finomszemcsés anyagból álló felületek sorozatából áll, amelyet deformáció hozott létre, és amely mentén a kőzettest rendszerint előszeretettel elválik. **Krenulációs klivázs:** A korábban kialakult foliáció mikrogyűrődésével (krenulációjával) kialakult kliváztípus.

Gneiszes szerkezet: Kézipéldány méretben előforduló foliáció típus, amelyet deformáció és átkristályosodás hoz létre, és az alábbiak definiálhatják:

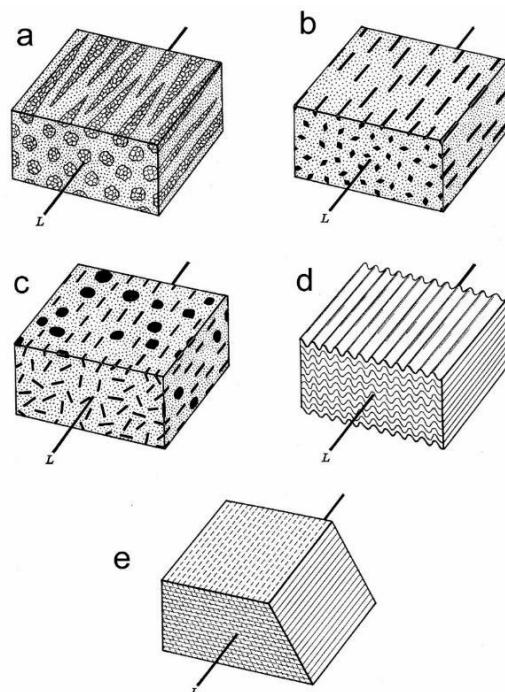
- Szabálytalan- vagy gyengén meghatározható sávosság;
- Az ásványszemcsék szem alakú és/vagy lencsés aggregátumai (szemes szerkezet, flázeres szerkezet);
- A vagy csak kis mennyiségben jelenlevő, vagy csak gyenge irányítottságot mutató, nem izometrikus ásványszemcsék csak gyengén kifejlődött foliációt határoznak meg. A foliációs síkok távolsága többnyire cm nagyságrendű.

Lineáció (vonalasság): Bármilyen, ismétlődően előforduló, az egész kőzettestet átható, lineáris (vonalas) szerkezeti jelleg.

Az alábbiak definiálhatják:

- Nyúlt ásványaggregátumok sorba rendeződése;
- Nyúlt ásványszemcsék hossz tengelyének sorba rendeződése (= ásvány lineáció);
- Lemezes, táblás ásványszemcsék átmetszetének tengelyirányai;
- Párhuzamos redőtengelyek (főleg krenuláció esetén);
- Két foliáció átmetszete (metszési lineáció).

Továbbá megnyúlt elegyrészek sorba rendeződése (pl. erősen deformált kavicsok metakonglomerátumban), vagy vetőkarcok rovátkái.



Turner & Weiss (1963) alapján.

A makroszkóposan látható szerkezet alapján elnevezett metamorfitek

Agyagpala (zsindelypala; slate): Nagyon kis metamorf fokú, erősen palás (palássági klivázs) szerkezetű, nagyon finomszemcsés kőzet. Az egyes szemcsék még lupéval sem különböztethetők meg egymástól.



Agyagpala jól fejlett palássági klivázs szerkezettel.

Fillit (phyllite): Finom (-közepes) szemcseméretű, kis metamorf fokon képződött kőzet, amely a párhuzamosan elrendeződött filloszilikátok következtében a teljes kőzeten átható tökéletes palásságot mutat. A foliációs felület általában selymesen csillogó fényű, az egyes szemcsék szabad szemmel nem, de lupéval megkülönböztethetők. Leggyakoribb ásványai: szericit, albit, klorit, kvarc.



Szericit-kvarcfillit (balra) és klorit szericitfillit (jobbra) tipikus megjelenése.

Kristályos pala (schist): Olyan metamorf kőzet, amely kézipéldányméretben, áthatóan jól kifejtett palásságot mutat a sok, nem izometrikus ásványszemcse irányított elrendeződése következtében. A kristályos pala elnevezést általában a közepes-durvaszemcsés változatokra

alkalmazzuk, tehát az egyes szemcsék szabad szemmel megkülönböztethetők egymástól.

Csillámpala: Olyan kristályos pala, amelyben a csillámok mennyisége >50%. Ezenkívül lehet benne kvarc, földpát, gránát, kianit, staurolit, stb.



Gránátos klorit-muszkovit pala (balra) és staurolit-muszkovit pala (jobbra) tipikus megjelenése.

Gneisz: Gneiszes szerkezetű metamorf kőzet. A gneisz elnevezést csaknem mindig olyan kőzetekre alkalmazzuk, amelyekben sok földpát ($\pm$ kvarc) van, ritkán azonban előfordul, hogy a gneiszes szerkezetű kőzet más főlegyrészekből áll és a földpát $\pm$ kvarc csak alárendelt mennyiségű (pl. gránát-cordierit gneisz).



Lineációs gneisz (balra), sávós gneisz (jobbra felül) és muszkovit gneisz (jobbra alul) tipikus megjelenése.

Szirt (granofels): Olyan kvarc-földpát-gazdag metamorf kőzet, amely nem palás és nem gneiszes szerkezetű, nincs benne ásvány lineáció, vagyis semmilyen irányítottság nem figyelhető meg benne.

A tektonikus metamorfitek jelentős része szintén szerkezet alapján definiált metamorf kőzet. Túlnyomó többségük definitív jellegei azonban kizárólag mikroszkópi vizsgálattal állapíthatók meg, kézipéldány léptékben nem, ezért csak érintőlegesen kerülnek említésre. Osztályozásukat az alábbi táblázat mutatja be:

Mátrix	Irányítatlan szövet	Irányított szövet
Laza	Vetőbreccsa (törmelék >30%)	
	Vetőagyag (törmelék <30%)	
Kötött	Dörzsbreccsa	durvaszemcsés (>5 mm)
		finomszemcsés (0,1–5 mm)
		mikroszemcsés (<0,1 mm)
Kötött, a finomszemcsés anyag 10–50%	Protokataklázit	Protomilonit
Kötött, a finomszemcsés anyag 50–90%	Kataklázit	Milonit
Kötött, a finomszemcsés anyag >90%	Ultrakataklázit	Ultramilonit
Kötött, nagyméretű kristályokkal, vagy közöttörmelékekkel		Szemes milonit
100% kőzetüveg	Pseudotachylit	Hialomilonit
Filloszilikát		Fillonit

Milonit: Nyírási zónák mentén, plasztikus deformációval kialakult, teljes kőzetten átható foliációval jellemezhető, finom szemcseméretű kőzet, amelyben mechanikai hatásra szemcseméret-csökkenés alakul ki. Gyakran ásvány- és megnyúlási lineáció is kialakul. A nagyobb méretű porfiroklaszt és közettörmelék szemcsék általában lekerekítettek és gyakran a finomszemcsés mátrix öleli körbe őket.

Szemes milonit (blasztomilonit, augen milonit): Olyan milonitváltozat, amelyben nagyméretű, nyomásárnyék szerkezetet mutató, lencseszerű megjelenésű kristályokat vagy közettörmelékeket (ezek mennyisége általában <50%) sávós szerkezetű, finomszemcsés mátrix burkol be.



Ortogneisz milonit (balra) és amfibolit milonit gránát és albit porfiroklastokkal (jobbra).

https://en.wikipedia.org/wiki/Mylonite#/media/File:Garnet_porphyroblast.JPG

Kataklázit: Olyan kőzet, amely kataklázison ment keresztül. Nem, vagy csak nagyon gyengén kifejlett palásságot mutat. Általában szögletes ásvány- és/vagy kőzettöredékekből áll, amelyeket finomszemcsés mátrix vesz körül. A mátrix és a nagyméretű töredékek anyaga azonos.

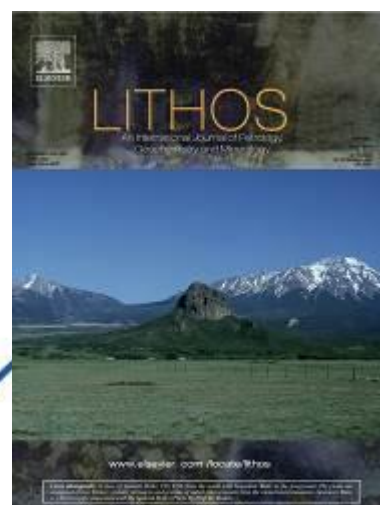
TIPP: Nagyon hasznos áttekintés, valamint kép- és fogalomgyűjtemény található a következő honlapon:

<http://www.alexstrekeisen.it/english/index.php>

TIPP: Haakon Fossen professzor angol nyelvű előadása a nyírózónákról és a tektonikus metamorfózisról hozzáférhető az alábbi linken:

<https://www.youtube.com/watch?v=G4YjhYhCXbc>

A metamorf kőzettan különböző területeivel foglalkozó tudományos folyóiratok



Hasznos olvasnivalók a témában:

Passchier, C.W., Trouw, R.A.J. (1996): Microtectonics. Springer Verlag, Berlin.

Pápay, L. (2006): Kristálytan, ásvány-, kőzettan. JATEPress, Szeged.

Szakáll, S. (2011): Ásvány- és kőzettan alapjai. E-tananyag, Miskolci Egyetem.
https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFAT6101/adatok.html

Turner, F.J., Weiss, L.E. (1963): Structural analysis of metamorphic tectonites. McGraw-Hill, New York.

Önellenőrző kérdések (a metamorf kőzetek petrográfiai alapfogalmai, szerkezet alapján elnevezett metamorfitek):

1. Mit értünk a metamorfózis fogalma alatt?
2. Milyen fő szempontokat veszünk figyelembe egy metamorf kőzet jellemzésénél?
3. Mit jelent a metamorf fok fogalma?
4. Mi a különbség a foliáció és a palásság fogalma között?
5. Definiálja az alábbi, metamorf szerkezeti fogalmakat:
foliáció, klivázs, gneiszes szerkezet!
6. Jellemezze az alábbi metamorf kőzettípusokat:
agyagpala, csillámpala, gneisz, milonit!