

Vznik a klasifikace hornin

Martin Hanáček

Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita

Minerál a hornina – definice a vlastnosti

- MINERÁL = anorganická homogenní přírodnina, převážně pevného někdy kapalného skupenství, která je součástí zemské kůry a jejíž složení lze vyjádřit chemickým vzorcem.
- HORNINA = látkově a stavebně nehomogenní přírodnina složená z minerálů, směs minerálů; monominerální horniny (např. vápenec).
- Způsoby tvorby hornin zemské kůry a dělení hornin do základních skupin:
 - utuhnutím a vykrystalizováním taveniny (**vyvřeliny/magmatity**)
 - ukládáním produktů eroze nebo vysrážených látek (**sedimenty**)
 - metamorfóza sedimentárních a vyvřelých hornin (**metamorfity**)

Vyvřelé horniny (magmatity)

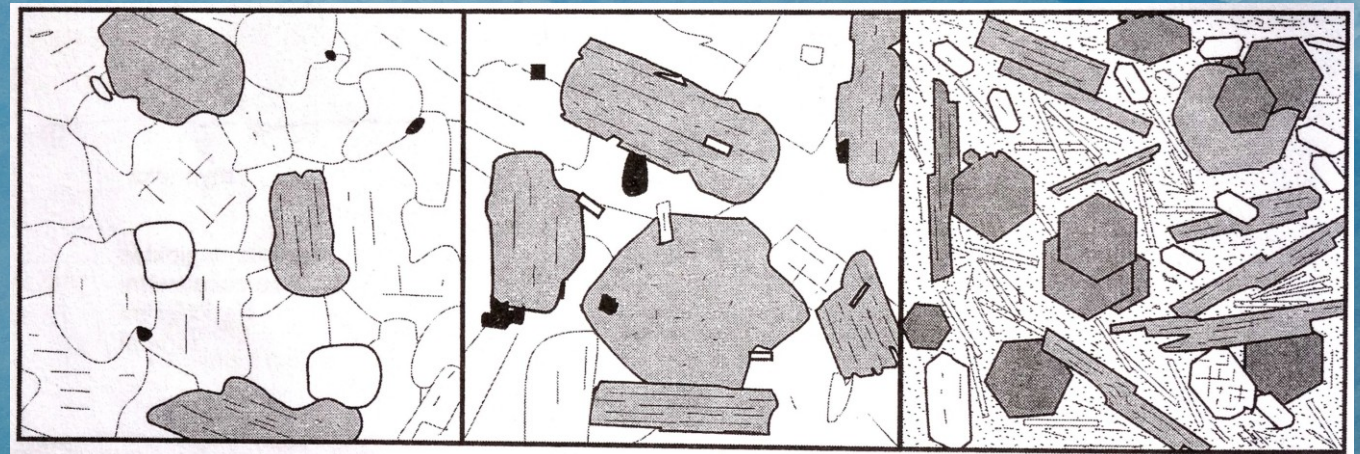
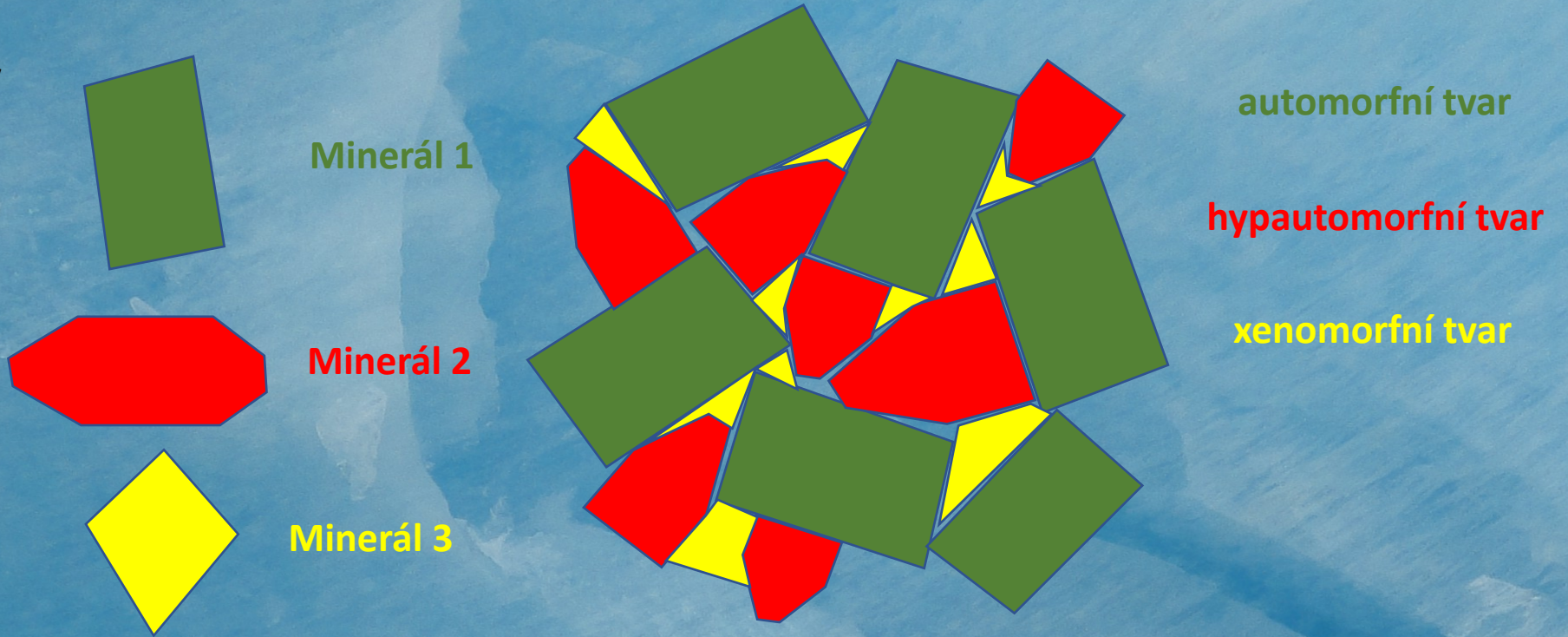
- GENEZE – utuhnutí roztaveného minerálního materiálu v kůře nebo na povrchu Země.
- SLOŽENÍ – většinou silikátové minerály.
- SILIKÁTY = sloučeniny Si a O s dalšími kovovými prvky (Al, Fe, Ca, Na, K, Mg).

Krystalizace minerálů z taveniny

Řídící faktory:

chemické složení taveniny,
teplota a tlak – různá pozice,
tvar a velikost magmatických
těles v zemské kůře.

Postupná krystalizace minerálů.



jen xenomorfní

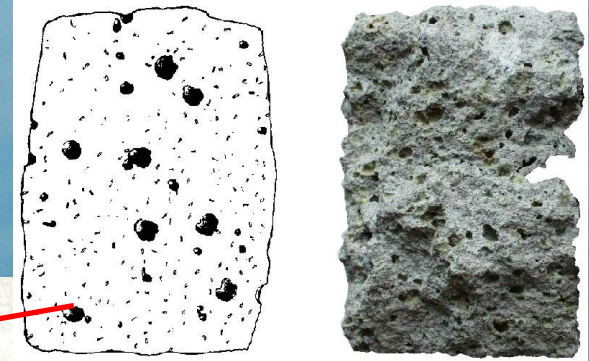
auto-, hyp.-
a xenomorfní

dominantně automorfní

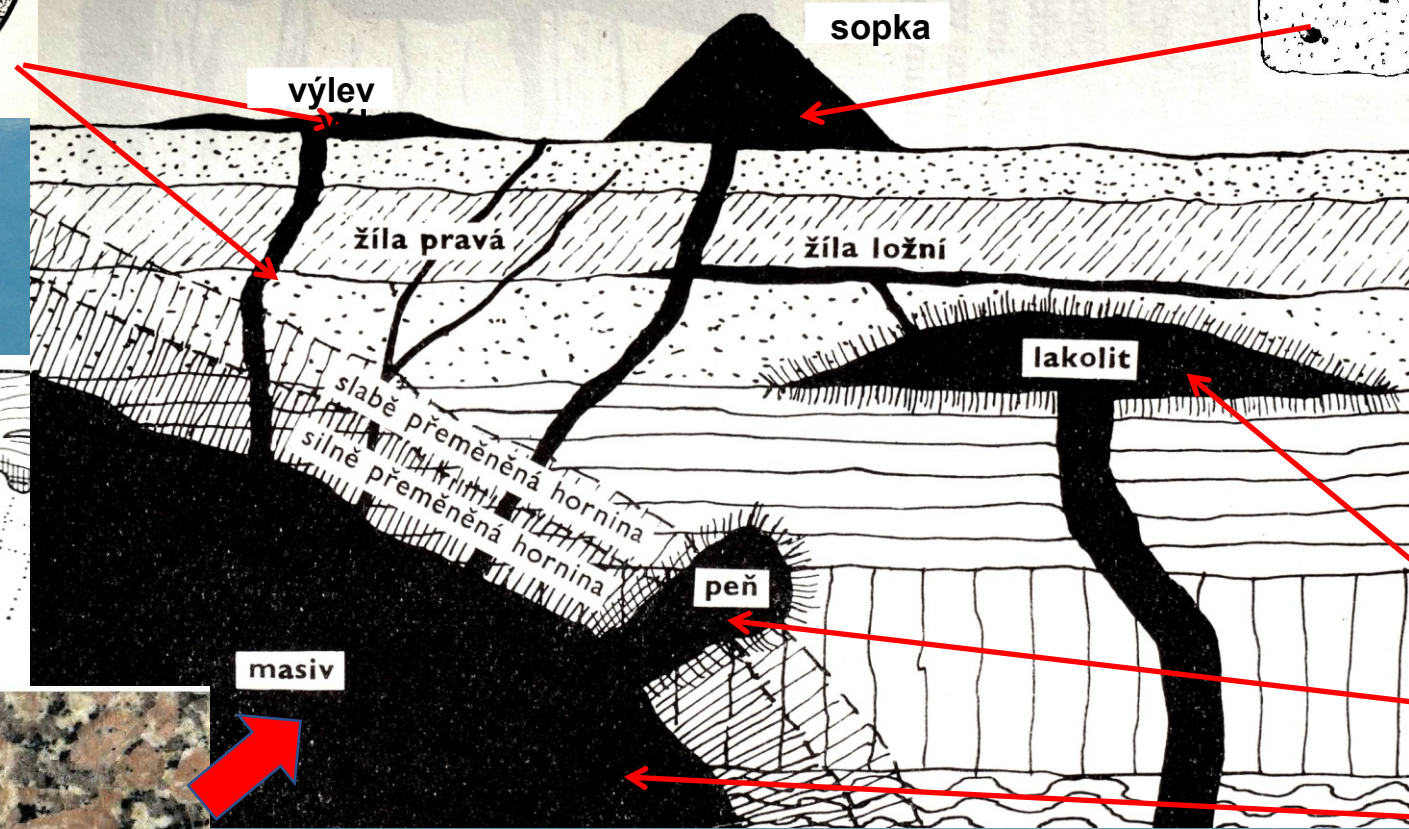
hypautomorfní stavba

Klasifikace vyvřelin podle pozice v zemském tělese a tvaru těles magmatu/lávy/výsledné horniny

Plutonické (hlubinné) vyvřeliny - velká tělesa - batolit, pluton, (masiv) a malá tělesa - lakolit
Žilné vyvřeliny – pravé a ložní žíly
Výlevné vyvřeliny – lávové výlevy, sopky



Výlevné vyvřeliny
 Porfyrická, pórovitá stavba,
Vulkanické sklo – rychlé uhnutí a náhlá krystalizace.



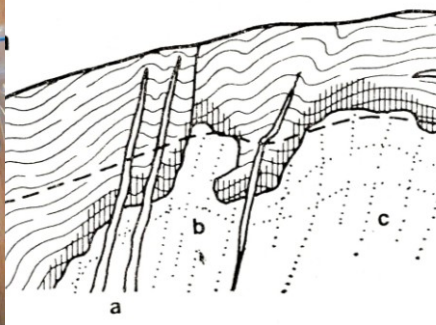
porfyrická stavba plutonitu



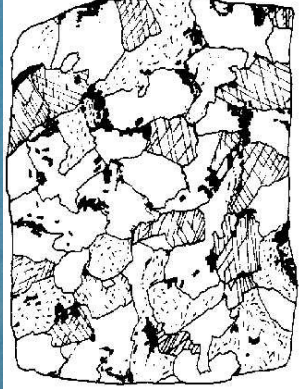
Plutonické vyvřeliny
 Pomalé tuhnutí magmatu a krystalizace.
 Větší podobně nebo stejně velká zrna, hypautomorfie.
 Centra masivů – **stejně zrnitá stavba** (stejně velké krystaly)
 Okraje masivů, pně, lakolity – **porfyrická stavba** (automorfní vyrostlice+ hypautomorfně vykrystalovaná základní hmota) – různá krystalizace.



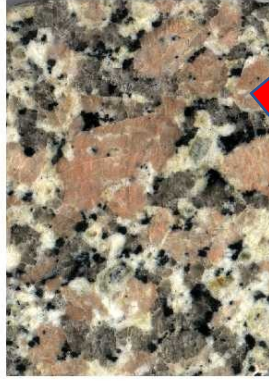
Žilné a výlevné vyvřeliny
Porfyrická stavba – jasně automorfní vyrostlice a jemnější základní hmota vícefázová krystalizace.



Zbytková tavenina, žíly v masivech – Pegmatity (jen velké krystaly)



stejně zrnitá stavba plutonitu



Klasifikace vyvřelin podle chemismu

Ultrabazické vyvřeliny - obsah SiO₂ pod 44 %

Bazické vyvřeliny - obsah SiO₂ 44-52 %

Intermediální vyvřeliny - obsah SiO₂ 52-65 %

Kyselé vyvřeliny - obsah SiO₂ min. 65 %

Intermediální vyvřeliny

Plutonit: **diorit** (intermediální plagioklas, křemen, biotit, amfibol)

Výlevný ekvivalent: **andezit**.



Bazické vyvřeliny

Plutonit: **gabro** (bazický plagioklas, pyroxen, amfibol, olivín)

Výlevný ekvivalent: **bazalt**.



Kyselé vyvřeliny

Plutonit: **granit** (křemen, draselný živec, kyselý plagioklas, biotit, muskovit)

Výlevný ekvivalent: **ryolit**.

Živce se rozdělují na vápenaté a sodné. Obě složky mohou být zastoupeny v různých poměrech – izomorfní řada kyselých až vápenatých živců. Intermediální živce mají +-podobné zastoupení obou složek.

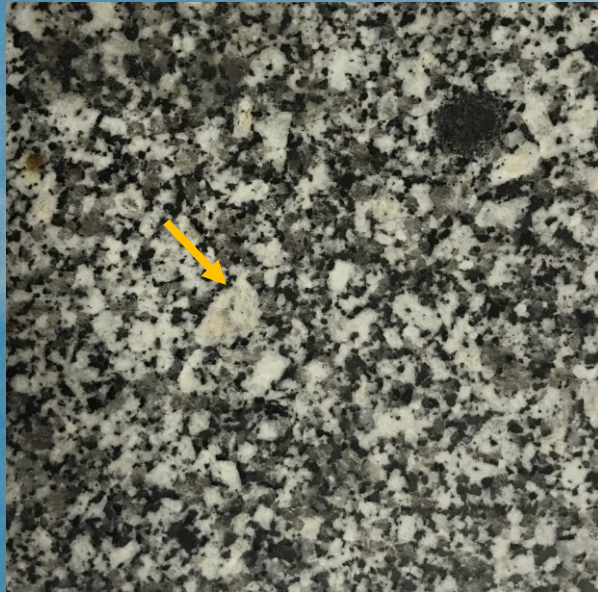
Plutonické magmatity – výuková sbírka



Stejnoměrně zrnitá stavba

Všechny krystaly (šedý křemen, bílé živce a černé slídy) mají zhruba stejnou velikost. V hornině není přítomna žádná základní hmota, tzn., že magma tuhlo pozvolna a veškeré roztavené látky rovnoměrně vykrytalizovaly.

Granit



Porfyrická stavba

Vidíme několik větších jedinců bílé barvy (živce, žlutá šipka), které obklopuje rovnoměrněji, ale drobněji vykrytalizovaná základní hmota.

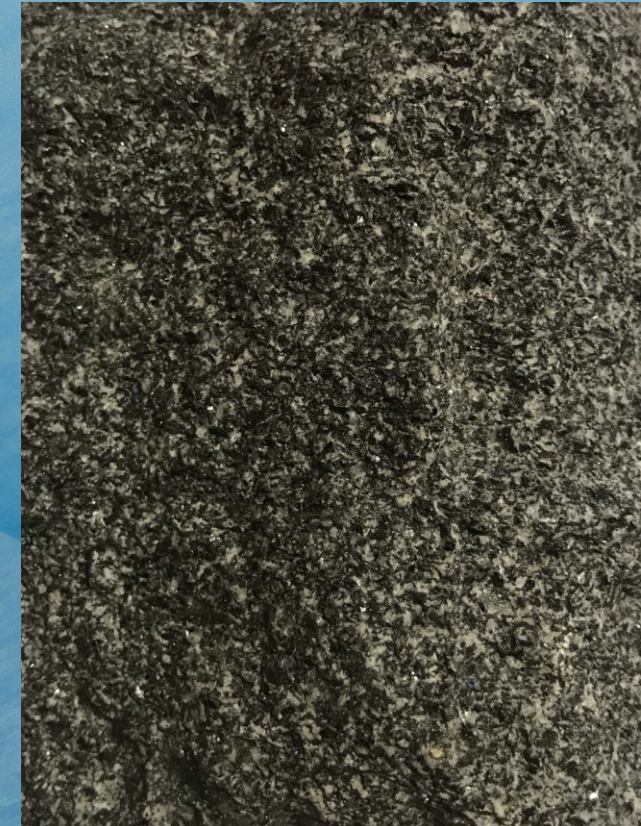
Granit



Porfyrická stavba

Oproti příkladu vlevo je výrazněji vyvinuta, protože pozorujeme větší velikostní rozdíl mezi vyrostlicemi živců (velké červené krystaly) i vyrostlicemi křemene (středně velké šedé krystaly) a mnohem drobnozrnnější základní hmotou, která vyrostlice obklopuje.

Granit

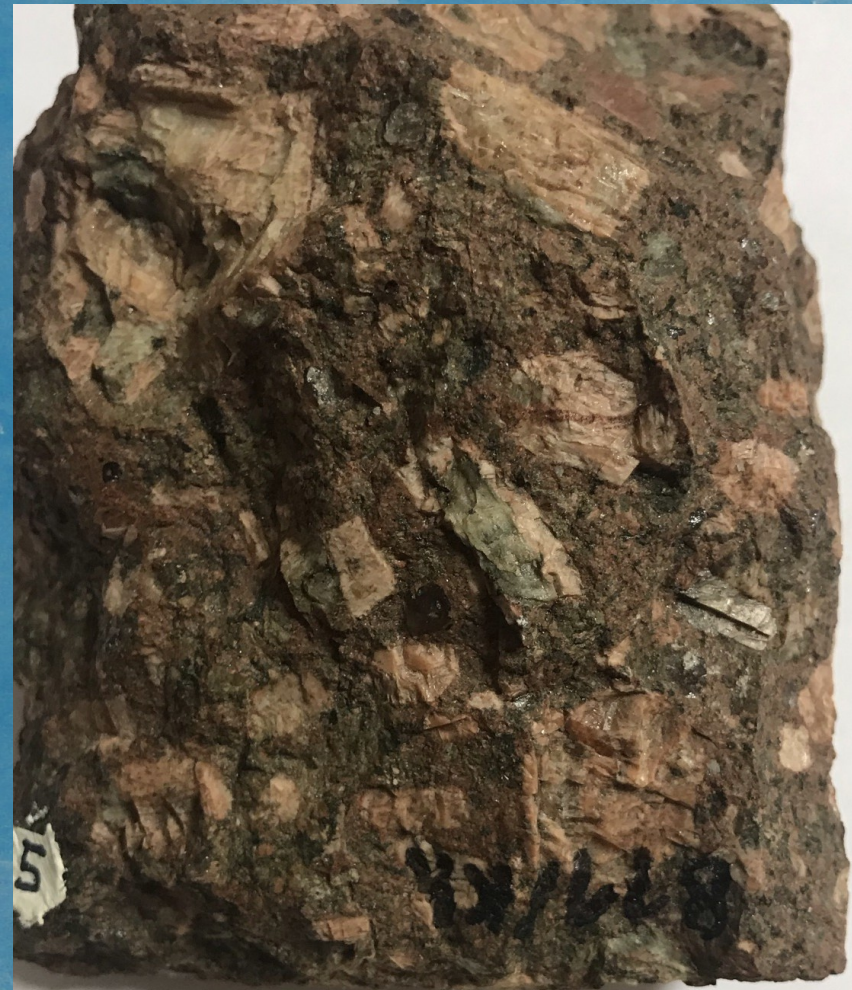


Stejnoměrně zrnitá stavba

Všechny krystaly (šedý živec, černozelelé pyroxeny) mají zhruba stejnou velikost. V hornině není přítomna žádná základní hmota, tzn., že magma tuhlo pozvolna a veškeré roztavené látky rovnoměrně vykrytalizovaly.

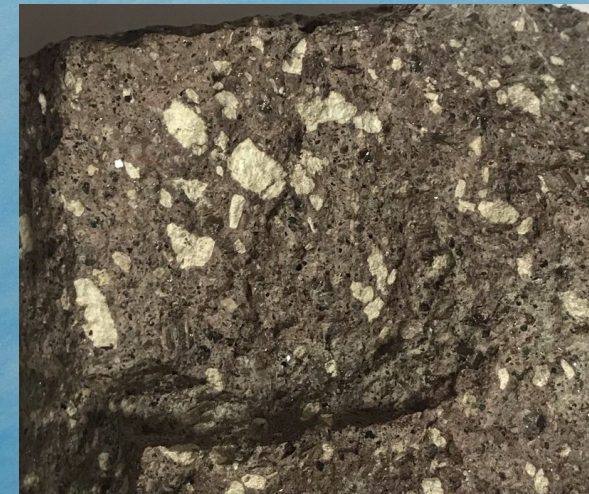
Gabro.

Žilné a výlevné (vulkanické) magmatity - výuková sbírka

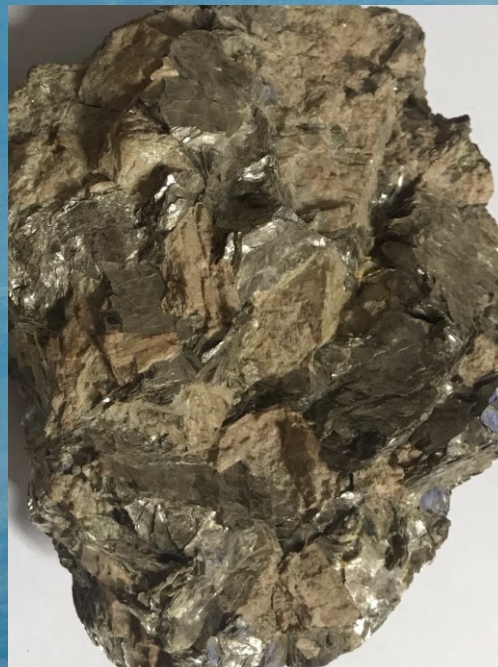


Porfyrická stavba

Velké živcové vyrostlice obklopuje velmi jemnozrná základní hmota. Základní hmota tedy utuhla později a rychleji, než vyrostlice, ale stále měla dostatek času a podmínky vhodné pro vykrystalizování. Tato stavba vznikala hlavně v lakolitech a žílách.



Porfyrická stavba Tři příklady porfyrické stavby vulkanitů – výlevných vyvřelin, vzniklých výstupem magmatu (vlastně už lávy) až na povrch. Tavenina obsahovala ještě pod povrchem utvořené vyrostlice. Roztavená hmota pak ve styku se vzduchem či vodou utuhla natolik rychle, že nestihla vykrystalizovat a získala podobu jedolitě hmoty. Ryolity.



Po utužení většiny kyselého magmatu v plutonech zbydou jen zbytkové roztoky, které pak vykrystalizují do podoby velkozrnných žilných vyvřelin, tzv. pegmatitů. Pegmatit se skládá hlavně ze stejných minerálů jako mateřské granitoidní magma, tj. živců, slíd a křemene.



Pórovitá stavba (čedič)

Po výstupu na povrch se tavenina rychle odplynula. Po uniklých plynech zůstaly póry.

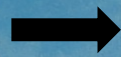
Sedimentární horniny

Způsoby vzniku sedimentárních hornin:

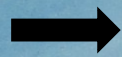
- destrukce jiných hornin (úlomkovité [klastické] sedimenty)
 - zvětrávání → eroze → transport → uložení (sedimentace)
 - zdroje minerálního materiálu: vyvřelé, metamorfované, sedimentární horniny, organická hmota
- chemické nebo biogenní vysrážení z roztoků (chemické sedimenty)
- činnost organismů (organogenní sedimenty)

Zvětrávání

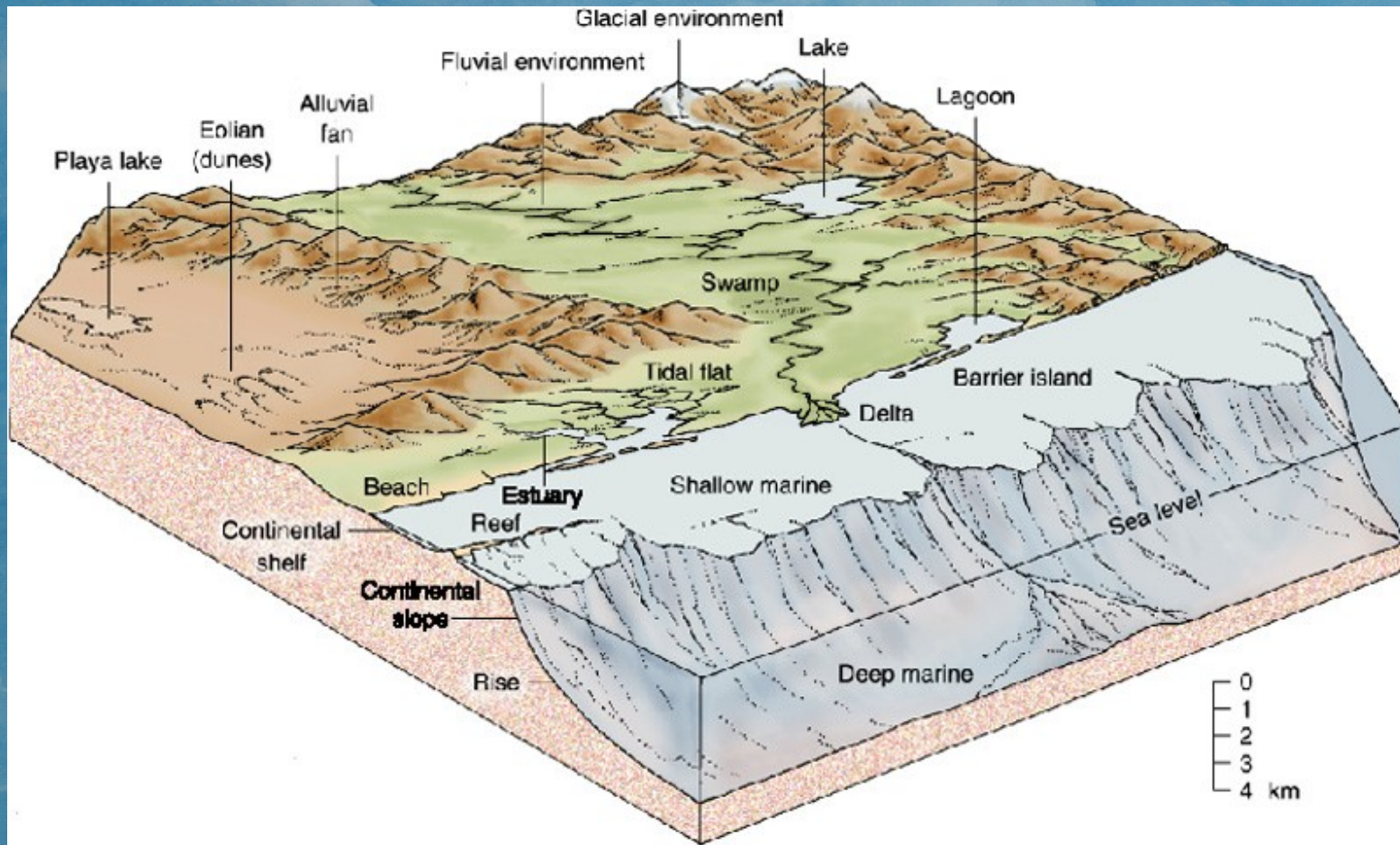
- fyzikální
- chemické
- biogenní



Eroze (transport)



Sedimentace



Sedimentační prostředí

Terestrická

ledovcové, aluviální, fluviální, limnické, eolické

Přechodná

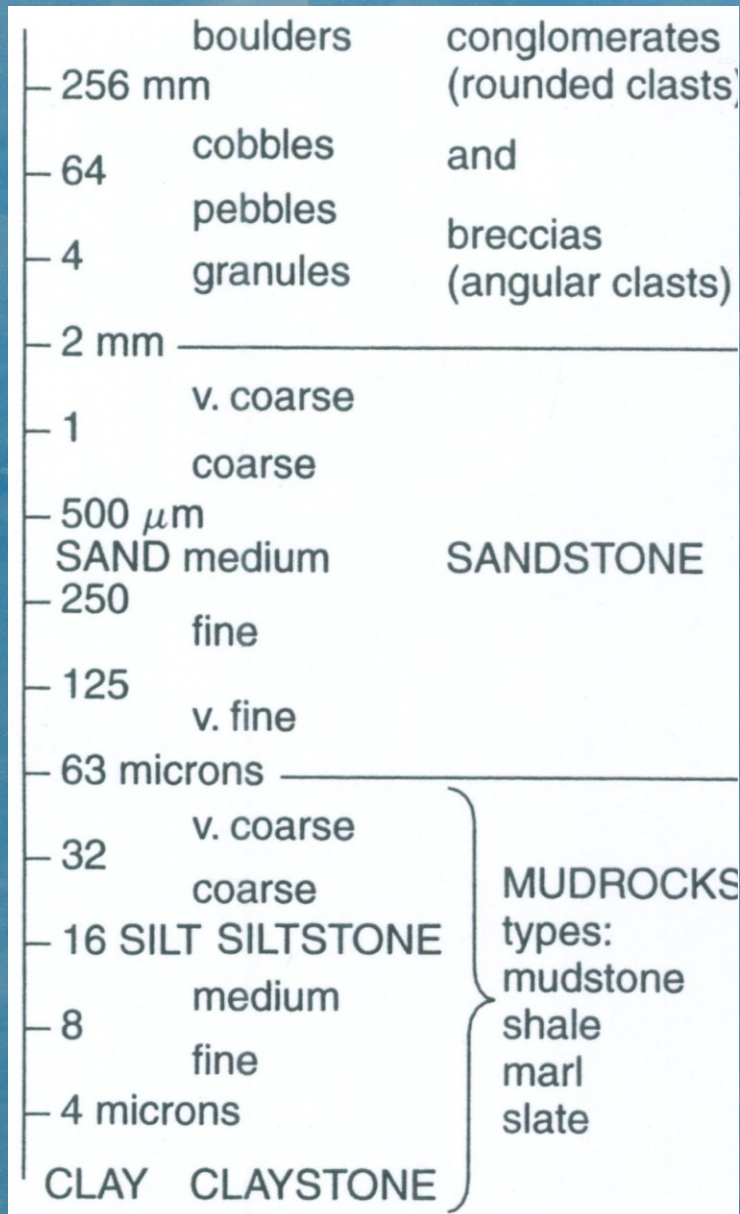
deltové, pobřežní (tidální, plážové, bar. ost.)

Mořská

Mělkomořské (šelfové)

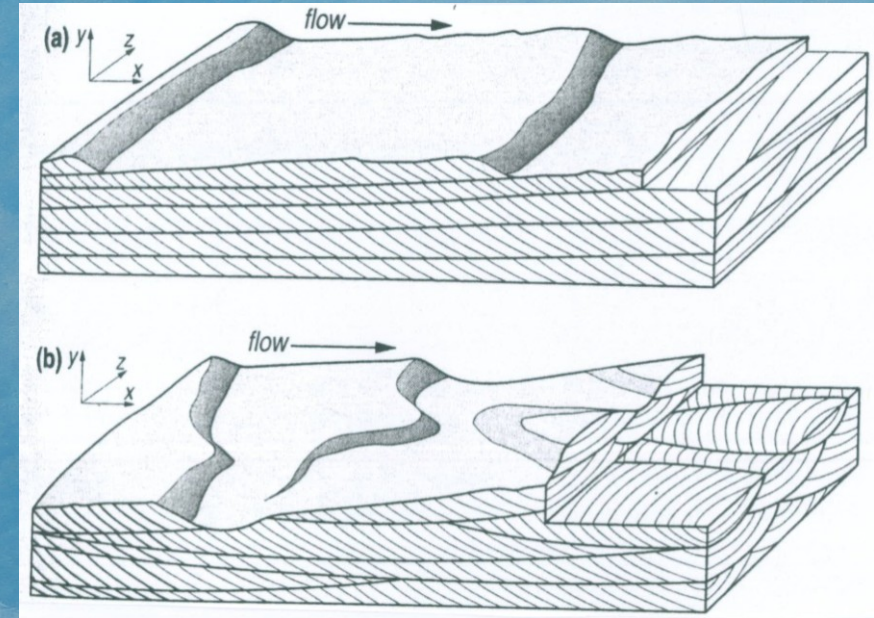
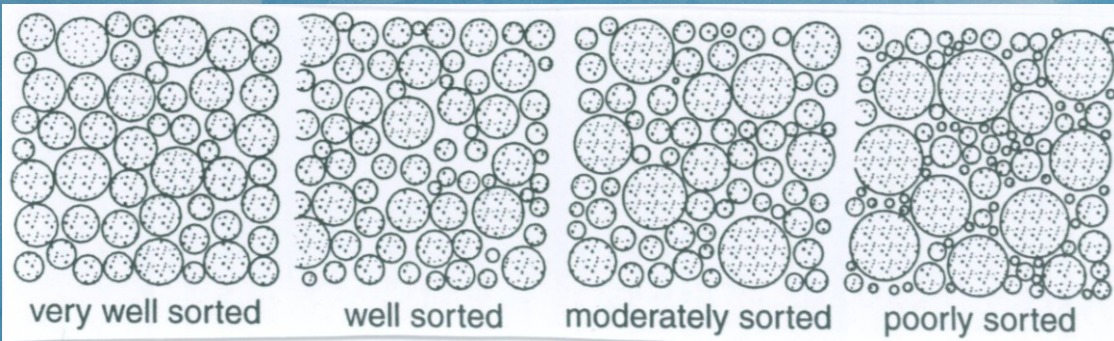
Kontinentálního svahu

Hlubkomořské



PSEFITY	PSAMITY	ALEURITY	PELITY
štěrky	písky	silty / (prachy	jíly
brekcie	pískovce	spraše	jílovce
slepence	křemence	prachovce	jílovité břidlice
	arkózy		
	droby		

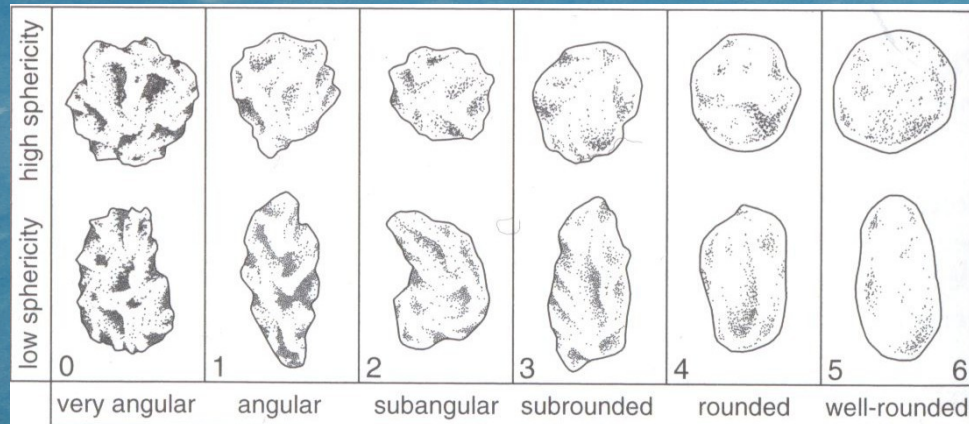
Vytrídění



Zvrstvení



Zaoblení klastů



Psefity



Nevytříděné

- ostro- až poloostrohranné klasty různé velikosti, včetně balvanů.
- mezihmota (písek, silt, jíł)

Krátký nedynamický transport, podhorské a ledovcové prostředí nebo podmořské skluzy.

Průměrně vytříděné

- polozaoblené klasty podobné velikosti
- mezihmota (písek, jemnější složky odneseny)

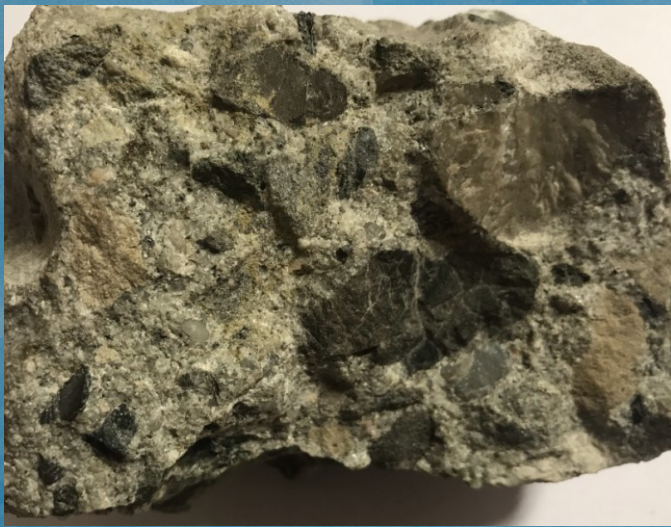
Delší dynamický transport, říční prostředí

Dobře vytříděné

- zaoblené klasty podobné velikosti
- mezihmota někdy přítomna

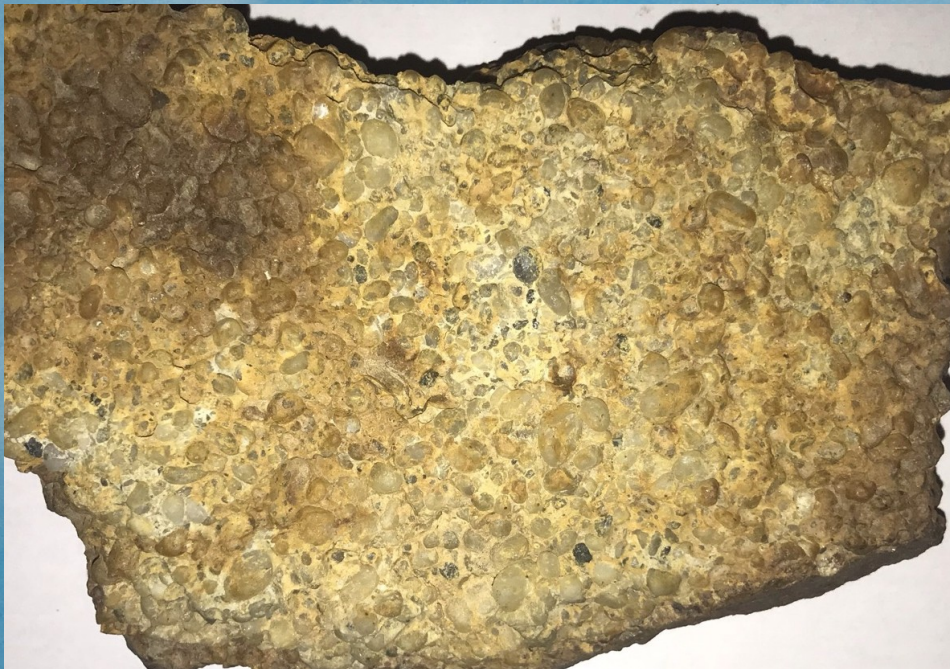
Velmi dynamický transport, pobřežní prostředí

Psefity (slepenec, brekcie) – výuková sbírka



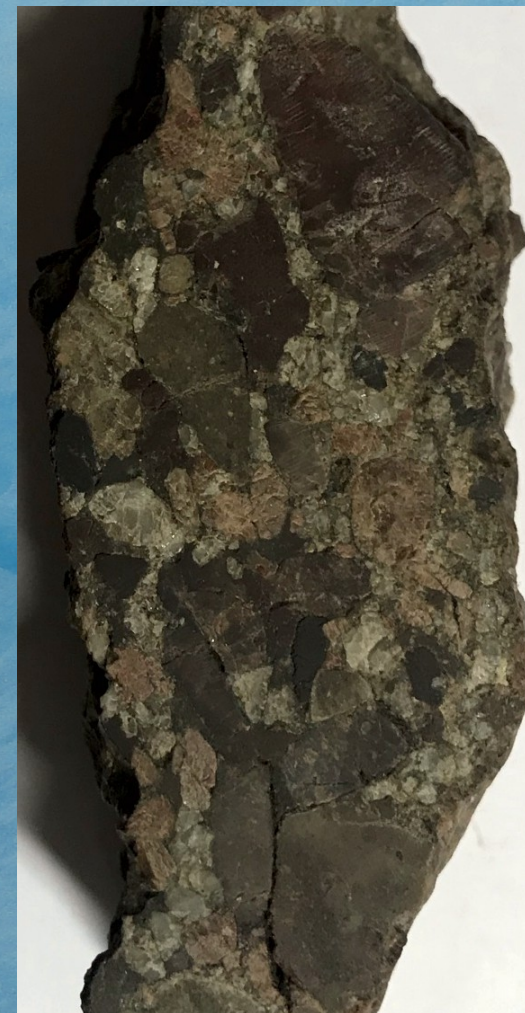
Nevytříděný slepenec

Poloostrohranné klasty různých velikostí, převaha písčité mezihmoty. Slepenec podmořského skluzu.



Dobře vytříděný slepenec

Zaoblené, podobně velké klasty stejného, odolného minerálu (křemene), minimum nebo absence mezihmoty. Plážový slepenec.



Průměrně vytříděný slepenec

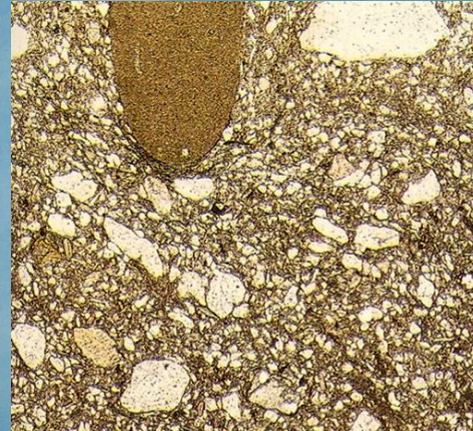
Polozaoblené klasty různých velikostí, nemnoho písčité mezihmoty mezi klasty. Fluviální slepenec.



Nevytříděný slepenec (brekcie)

Ostrohranné klasty, převaha mezihmoty..

Psamity



Droba

Písková zrna různé velikosti, větší klasty.

Zrna neodolných hornin

Siltová mezihmota

Krátký transport – nedostatečné vytrídění,
bez destrukce neodolných zrn.

Např. mořské sedimenty podél pohoří.

Arkóza

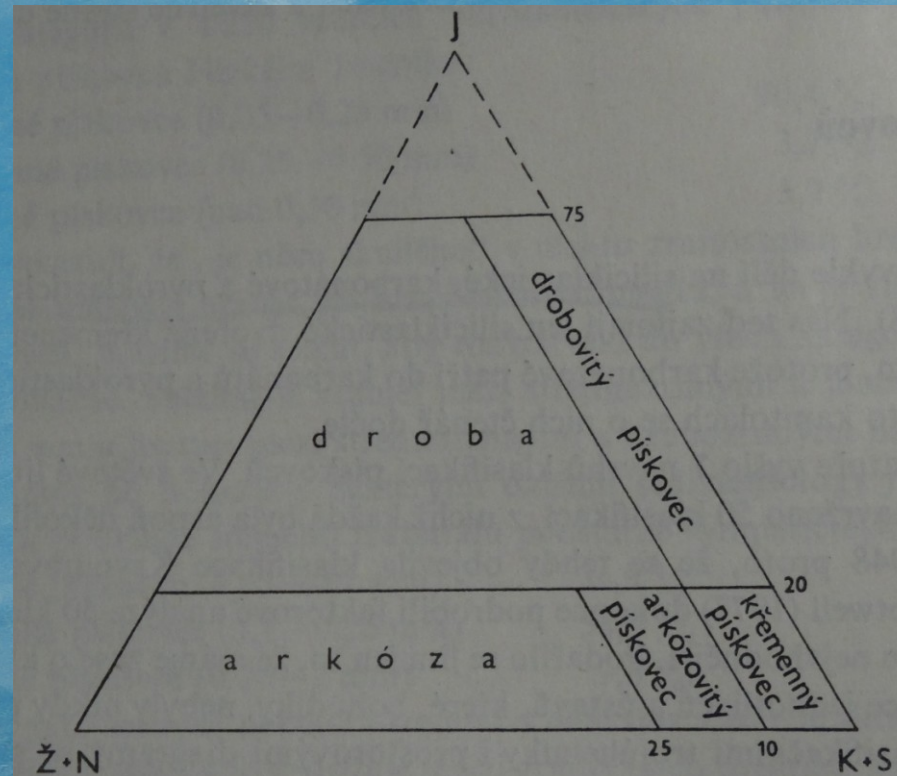
Písková zrna stejné velikosti.

Zrna křemene a neodolných minerálů
(hlavně štěpného živce)

Méně siltové mezihmoty..

Průměrný transport .

Např. podhorské řeky.



Křemenný pískovec

Písková zrna stejné velikosti.

Zrna křemene a odolných hornin.

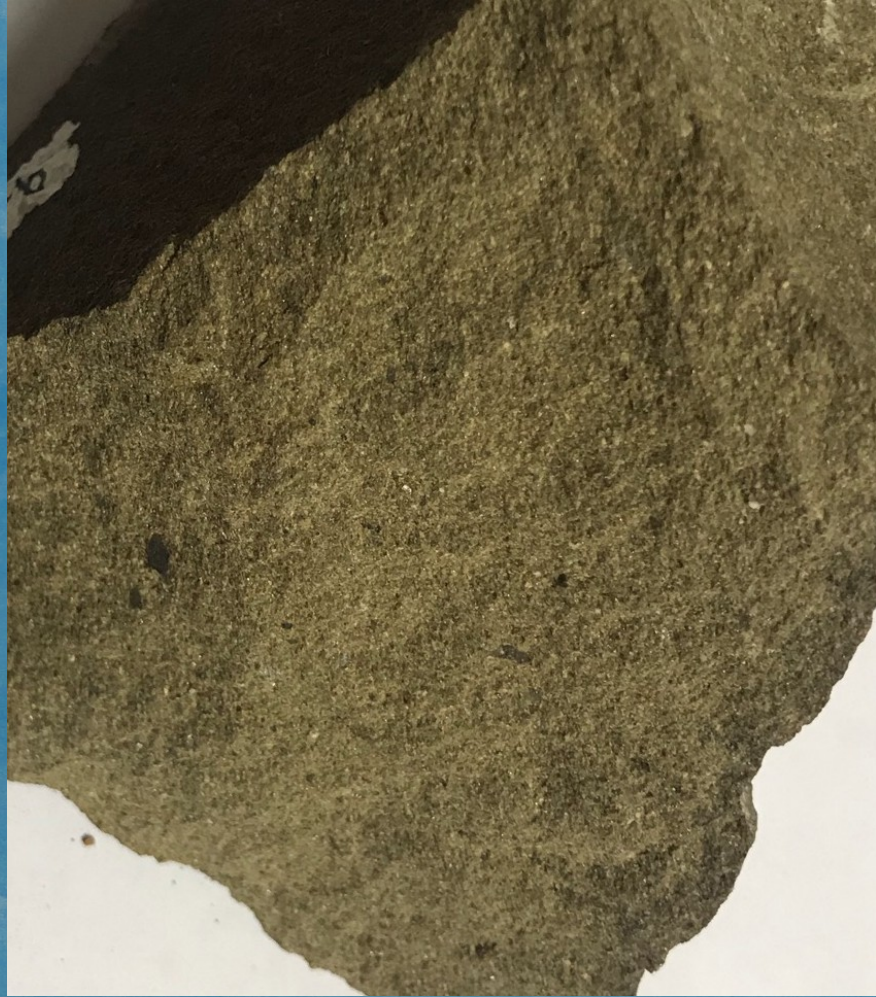
Minimum nebo absence mezihmoty.

Intenzivní, dynamický transport.

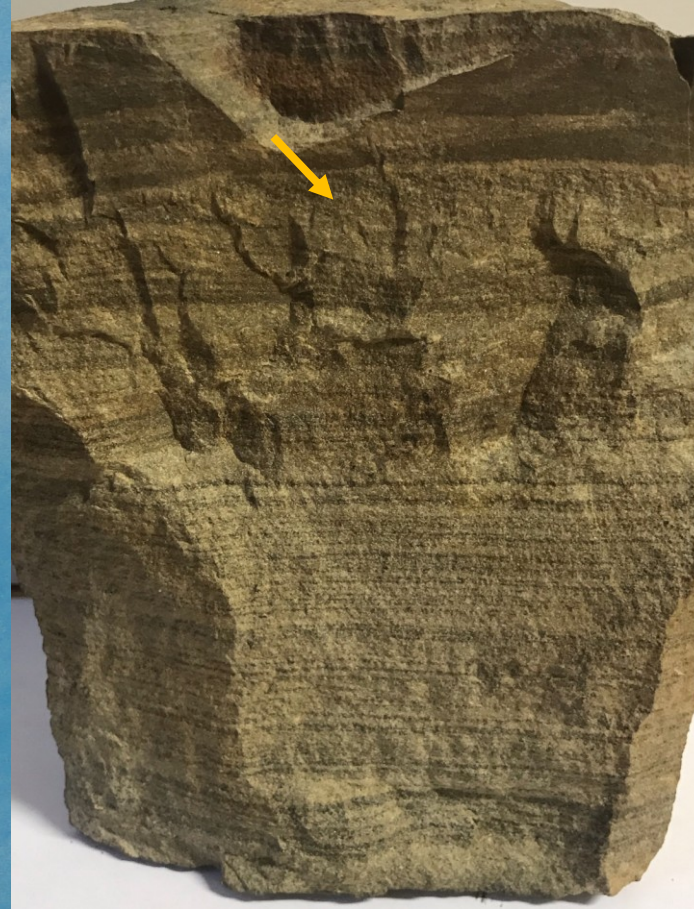
Např. mořské pláže.



Psamity (pískovce) – výuková sbírka



Nevytříděný pískovec (droba)
Různě velká zrna, mezihmota



Pískovce se zřetelným šikmým zvrstvením (žluté šipky) a horizontálním zvrstvením. Sedimenty uložené intenzivním prouděním, které pohybovalo pískem po dně řečiště nebo i podmořského kanálu.

Přehled chemických a organogenních sedimentů

SILICITY	ALLITY	KARBONÁTY	EVAPORITY	KAUSTOBIOLITY
gejzirit	laterit	travertin	kamenná sůl	rašelina
limnokvarcit	bauxit	sintr	sádrovec	hnědé, černé uhlí
diatomit		vápenec	anhydrit	antracit
spongolit		křída		zemní plyn
radiolarit		dolomit		ropa
buližník		slín, slínovec		zemní vosk
rohovec		opuka		asfalt

Silicit

Vysrážený oxid křemičitý – konkrece v horninách.

Původ: chemický, organický.



Vápenec

Organogenní sediment složený z uhličitanu vápenatého.

Vznik nejčastěji z vápenatých schránek organismů.



Vápenec ze schránek hlavonožců, paleozoikum

Metamorfované horniny

Hornina se přizpůsobuje novým fyzikálně-chemickým podmínkám v zemské kůře.

Rozdíl oproti zvětrávání: **vyšší tlak a teplota**

Rozdíl proti magmatizmu: **metamorfóza probíhá za pevného stavu horniny**

Změna tvaru minerálů a vznik nových minerálů, změna stavby horniny

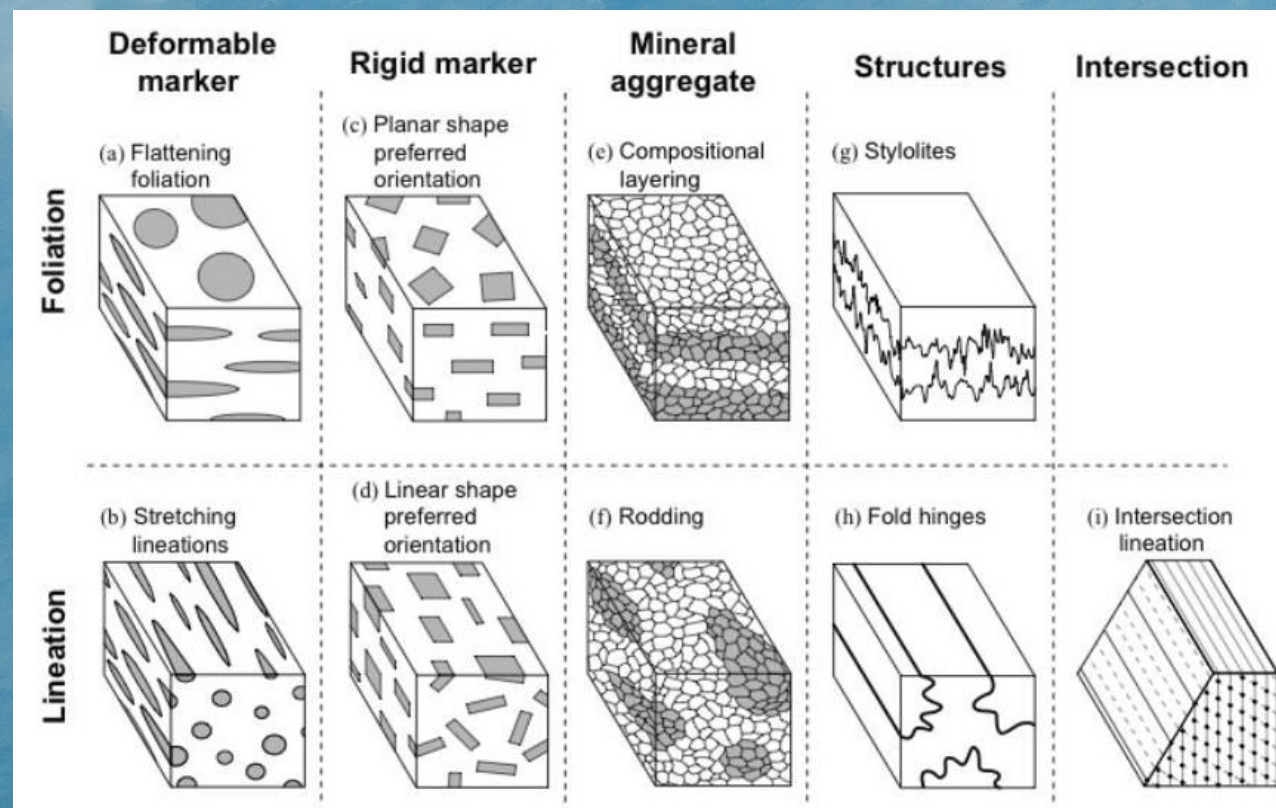
Hlavní činitelé metamorfózy

Všesměrný (litostatický tlak)

Orientovaný tlak (stress)

Teplota

Fluida



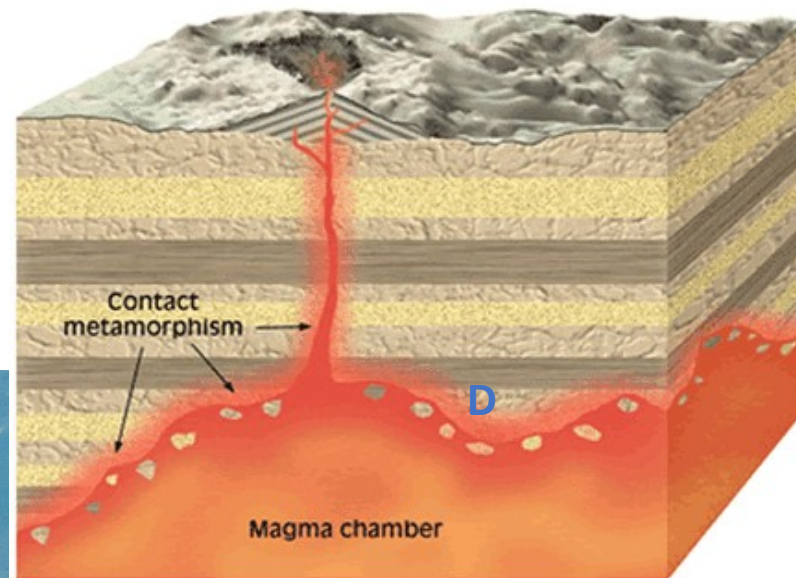
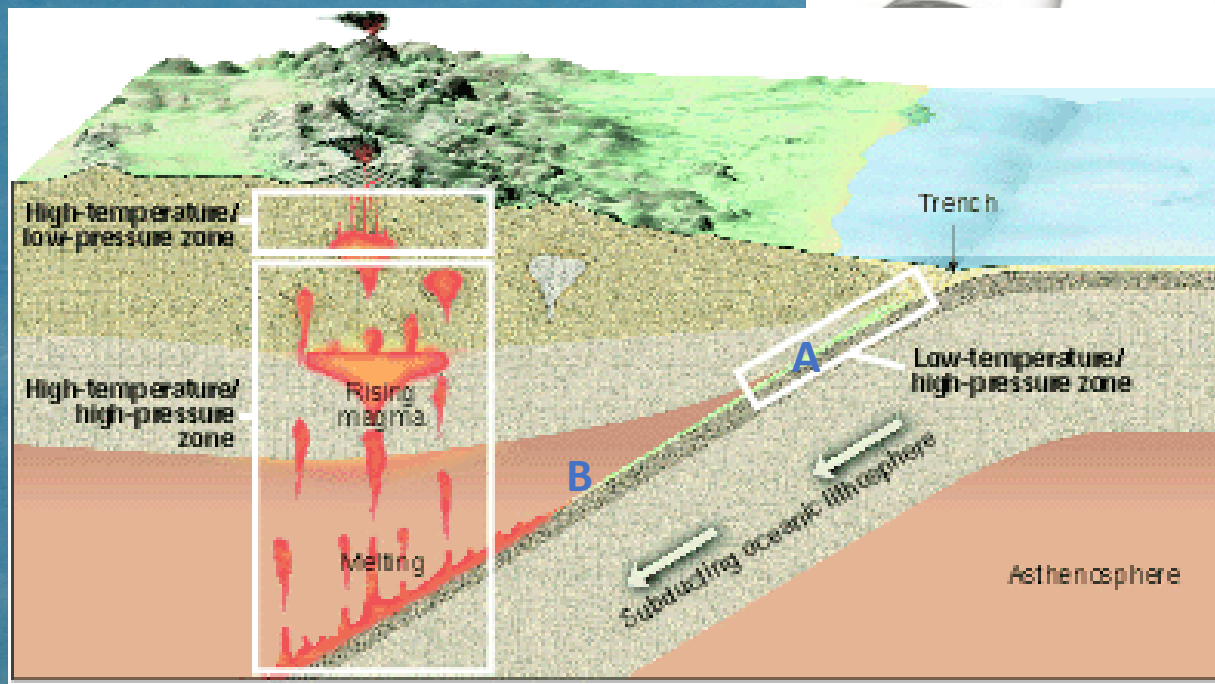
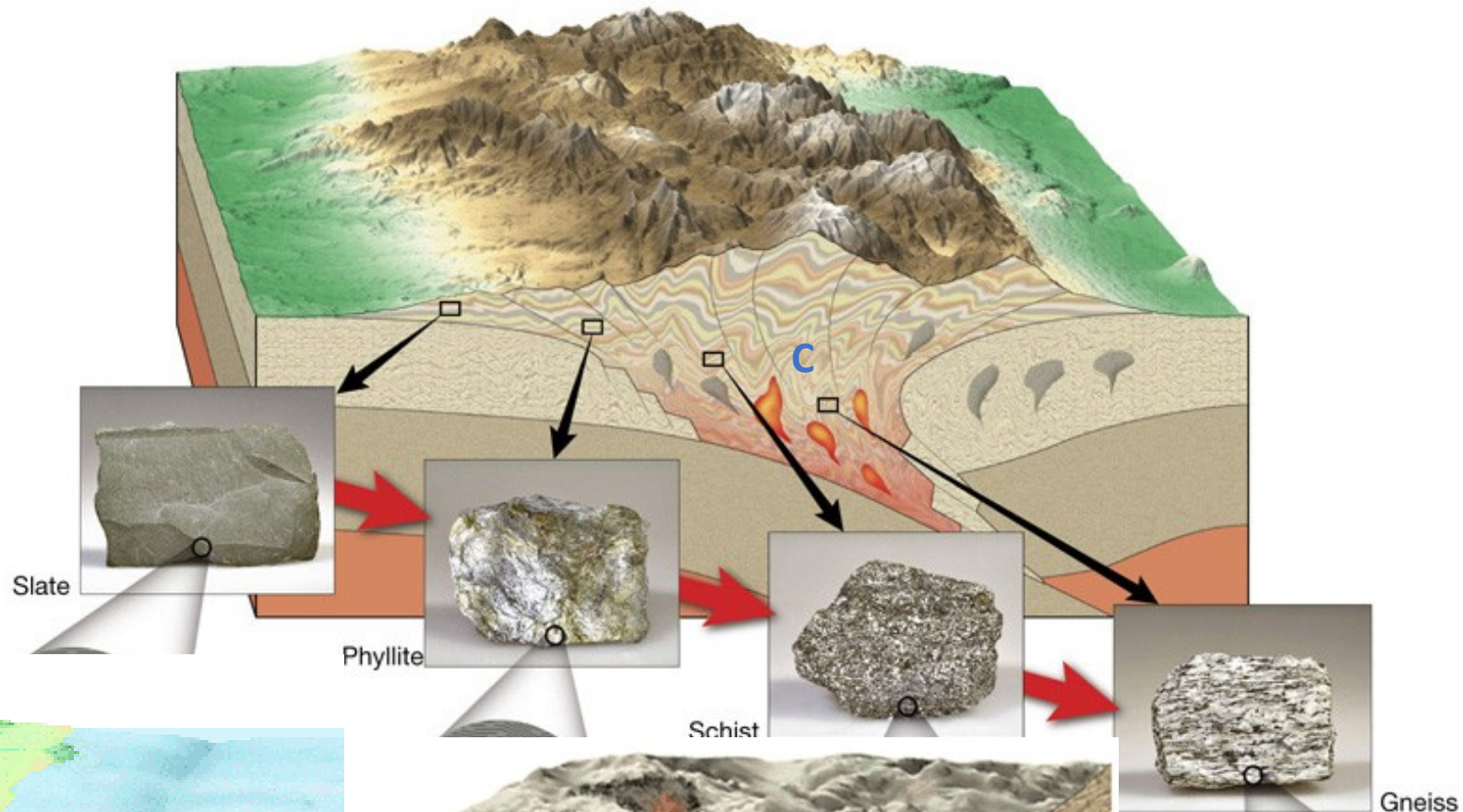
Typy metamorfózy

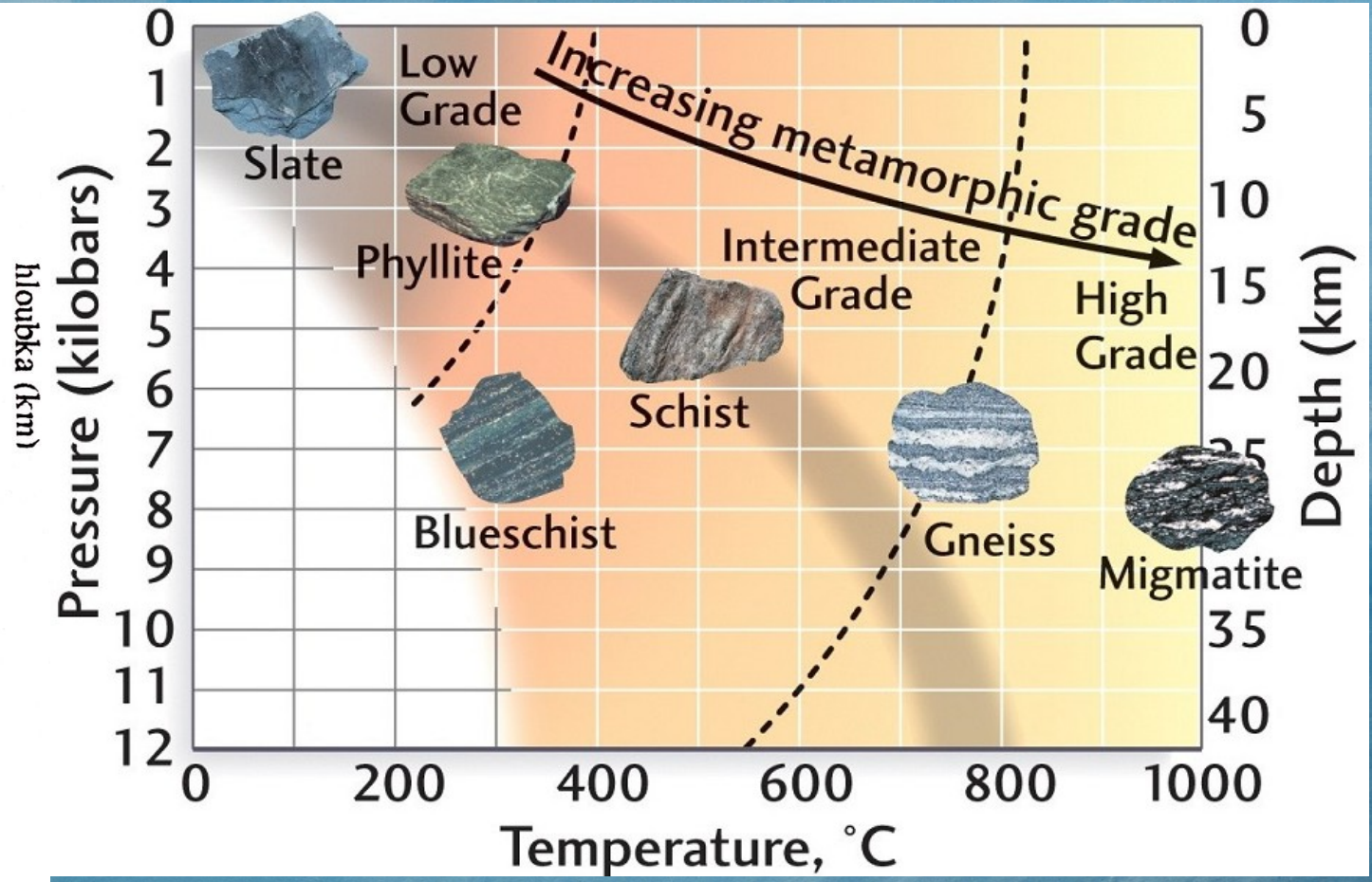
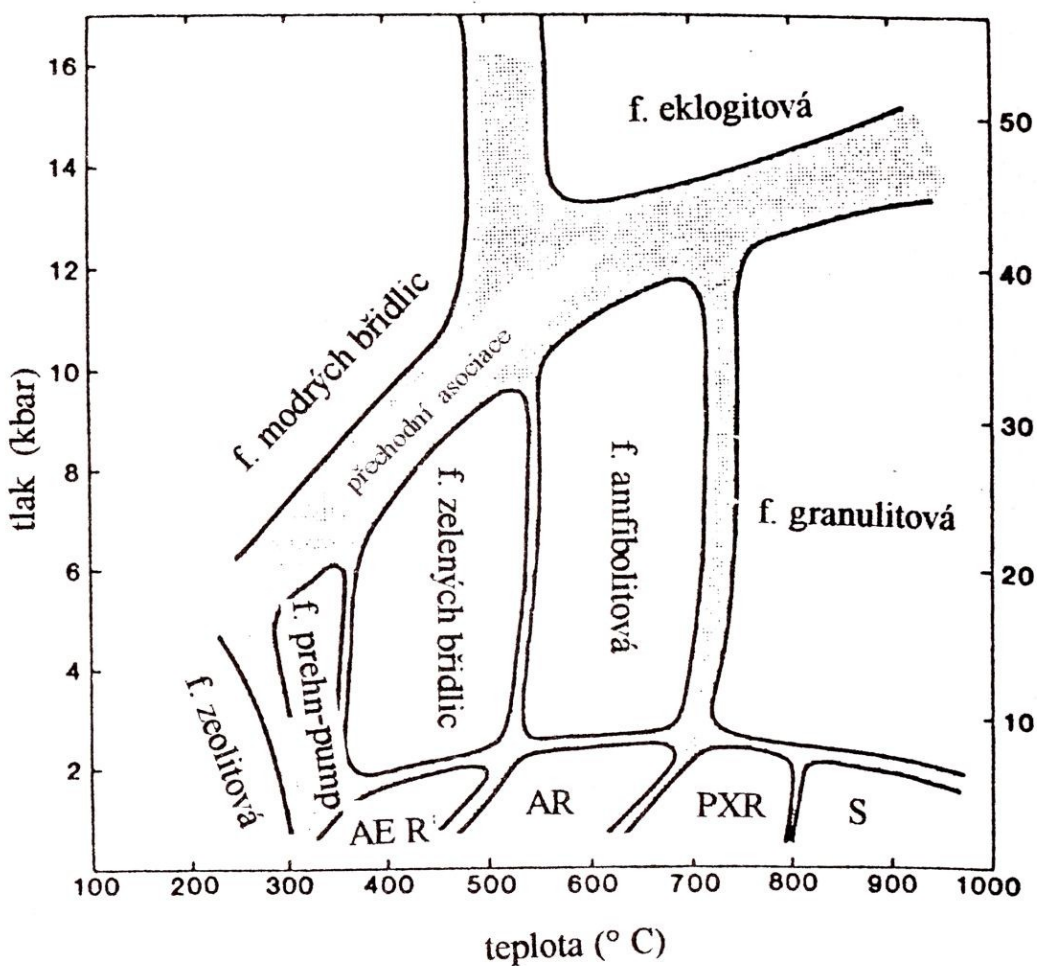
Vysokotlaká a nízkoteplotní m. (A)

Vysokotlaká a vysokoteplotní m. (B)

Střednětlaká a středněteplotní m.
(regionální m.) (C)

Vysokoteplotní a nízkotlaká m.
(kontaktní m.) (D)





Metamorfované horniny



granit



ortorula



bazalt



zelená břidlice



amfibolit



eklogit

Intenzita metamorfózy

Metamorfované horniny



pískovec



kvarcit



jílovec,
siltovec



fylit



svor



pararula

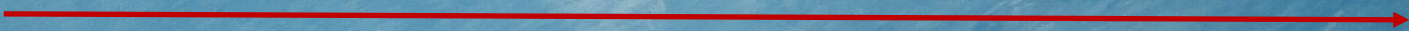


vápenec

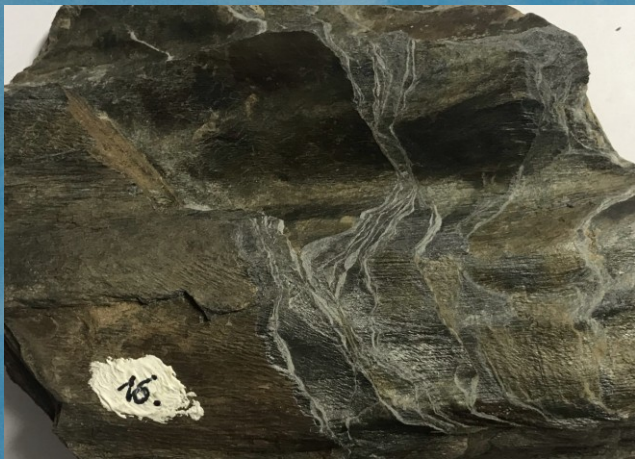


mramor

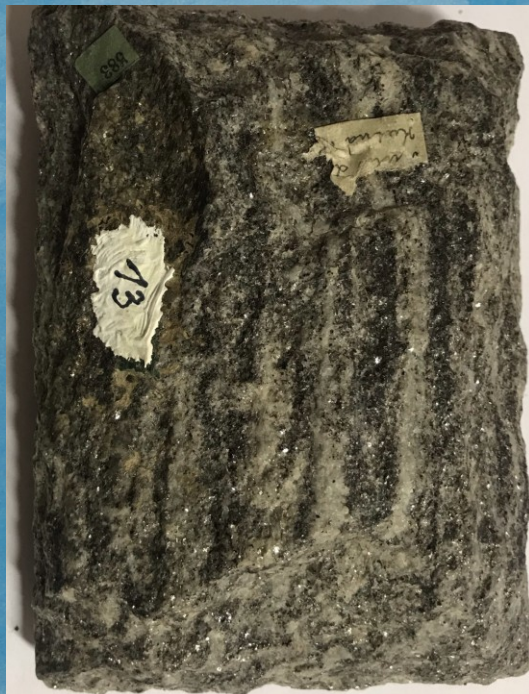
Intenzita metamorfózy



Metamorfity – výuková sbírka



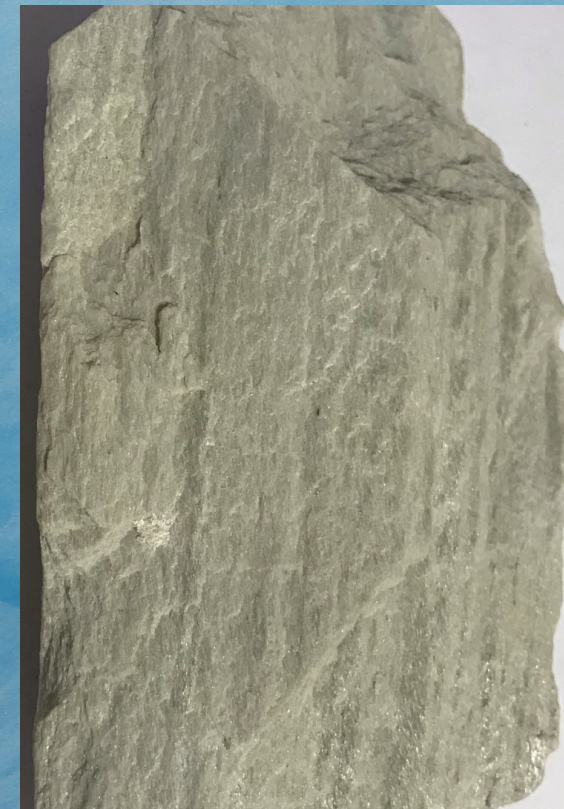
Foliace. Metamorfózou vytvořená zbrídlíčnatělost, tzn. minerály jsou uspořádány do plátů, připomínajících vrstvy. Fylit.



Přechod mezi foliací a lineací
Ortorula . Složení ortoruly je shodné se složením původní horniny (nejčastěji granitu nebo jemu příbuzného magmatitu) – křemen, živce, slídy. Pouze uspořádání minerálů v hornině se změnilo metamorfózou. Vznikla lineace, foliace nebo přechodný stav mezi oběma stavbami.



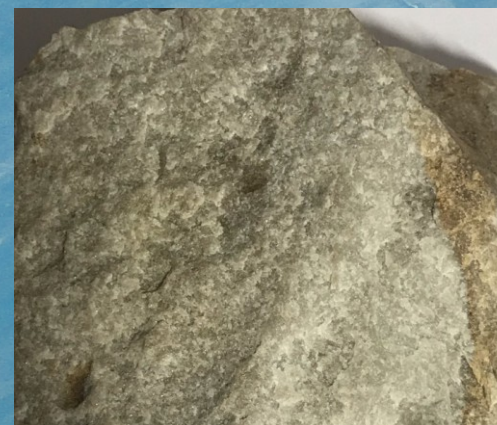
Kromě změn v původních minerálech hornin způsobuje metamorfóza i růst nových minerálů. Metamorfní růst minerálů se nazývá blastéza. Svor s novotvořenými granáty.



Kvarcít se slabě zřetelnou foliací



Lineace. Metamorfózou vytvořené uspořádání minerálů do „provazců“, jako svazek tužek“
Ortorula .



Některé metamorfity vzhledem připomínají původní horniny. Na snímku je kvarcít, hornina vzniklá přeměnou křemenem bohatého pískovce. I kvarcít je složen z křemenných zrn, jejichž tvar a vzájemné spojení bylo ovšem změněno metamorfózou. Tyto jevy ale často spatříme až mikroskopicky.