

# Vznik a klasifikace hornin

**Martin Hanáček**  
**Ústav geologických věd MU**



# 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**)



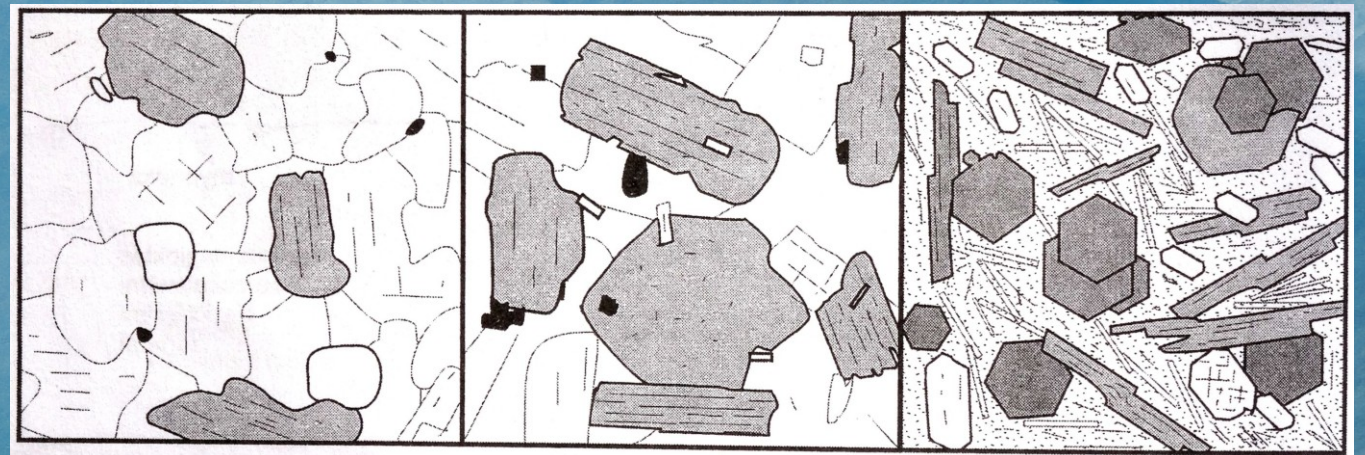
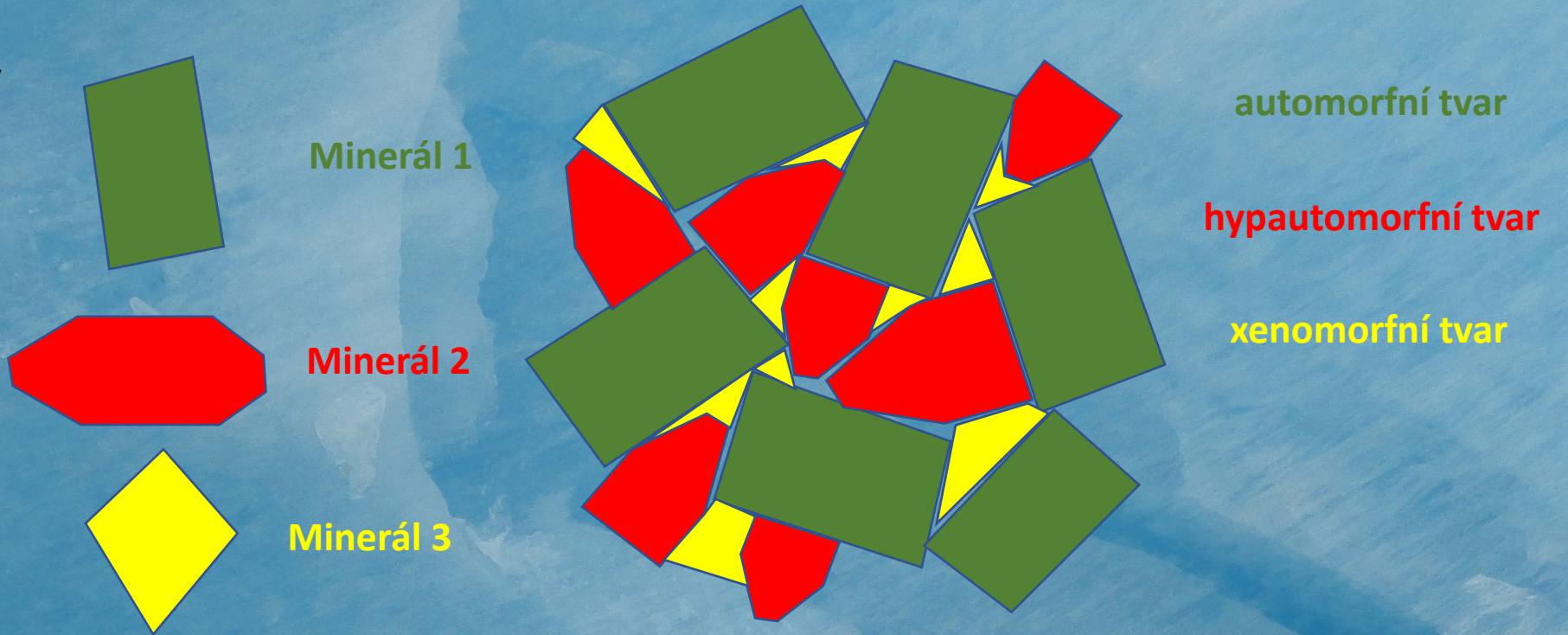
# Vyvřelé horniny (magmatity)

- 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

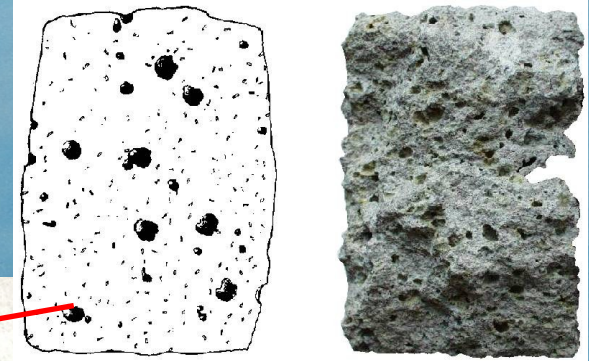
hypautomorfní stavba

dominantně automorfní

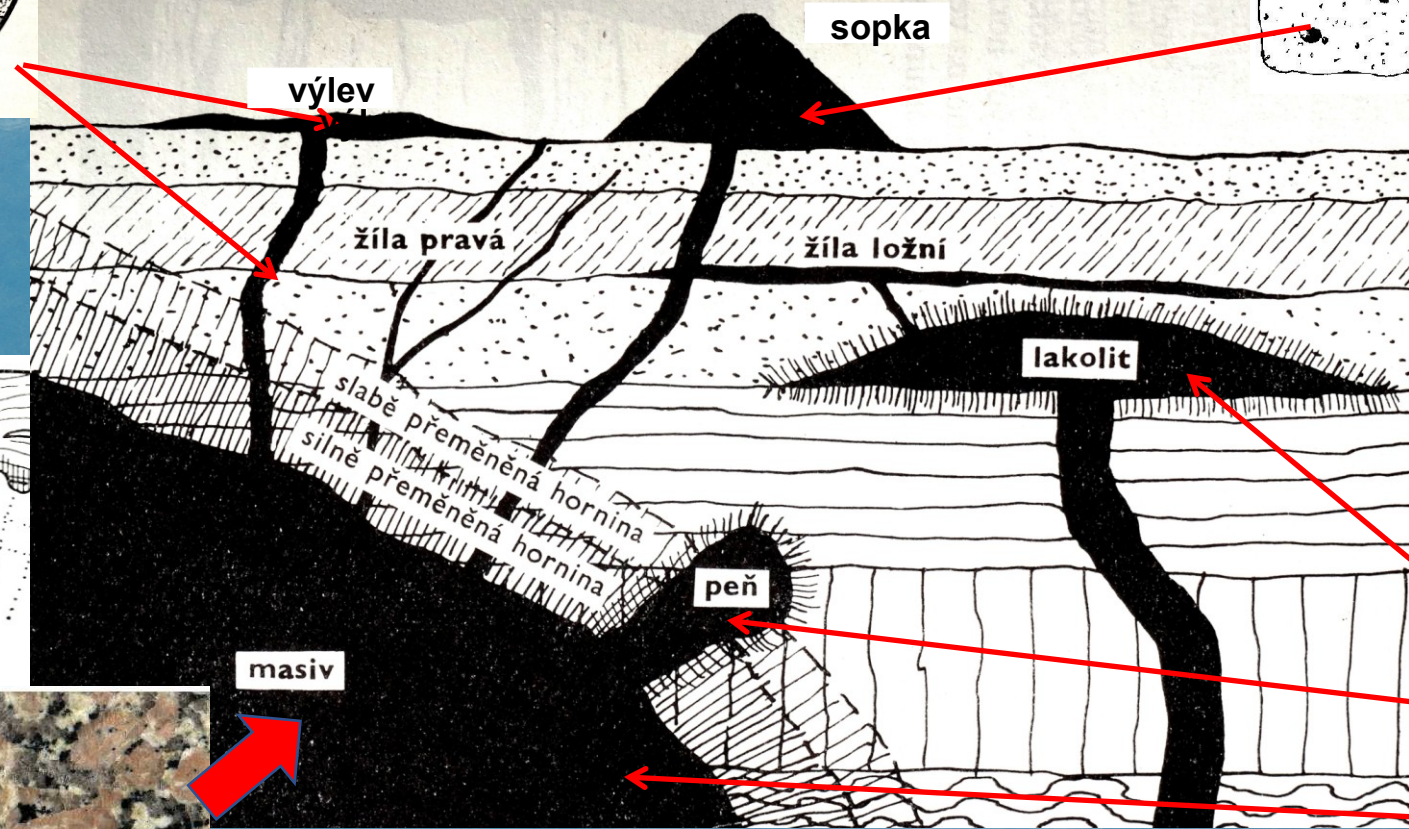


# Klasifikace vyvřelin podle pozice v zemském tělese a tvaru těles magmatu/lávy/výsledné horniny

**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.



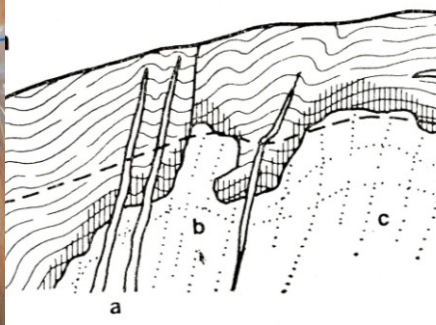
porfyrická stavba plutonitu



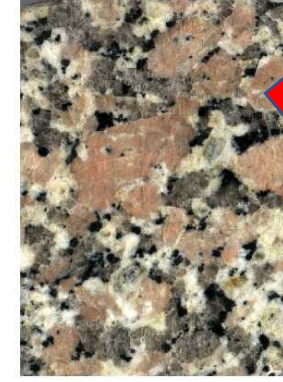
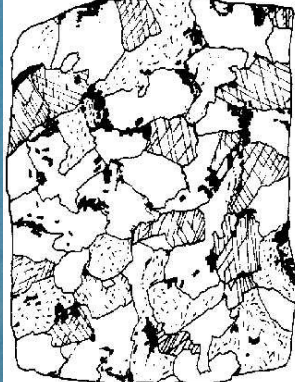
**Plutonické vyvřeliny**  
 Pomalé tuhnutí magmatu a krystalizace.  
 Větší podobně nebo stejně velká zrna, hypautomorfie.  
 Centra masivů – **stejně zrnitá stavba** (stejně velké krystaly)  
 Okraje masivů, pně, lakolity – **porfyrická stavba** (automorfni vyrostlice+ hypautomorfne vykrytalovaná základní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



**Žilné a výlevné vyvřeliny**  
**Porfyrická stavba** – jasně automorfni 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 SiO<sub>2</sub> pod 44 %

Bazické vyvřeliny - obsah SiO<sub>2</sub> 44-52 %

Intermediální vyvřeliny - obsah SiO<sub>2</sub> 52-65 %

Kyselé vyvřeliny - obsah SiO<sub>2</sub> min. 65 %

Intermediální vyvřeliny

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

Výlevný ekvivalent: **andezit**.



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.



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**.



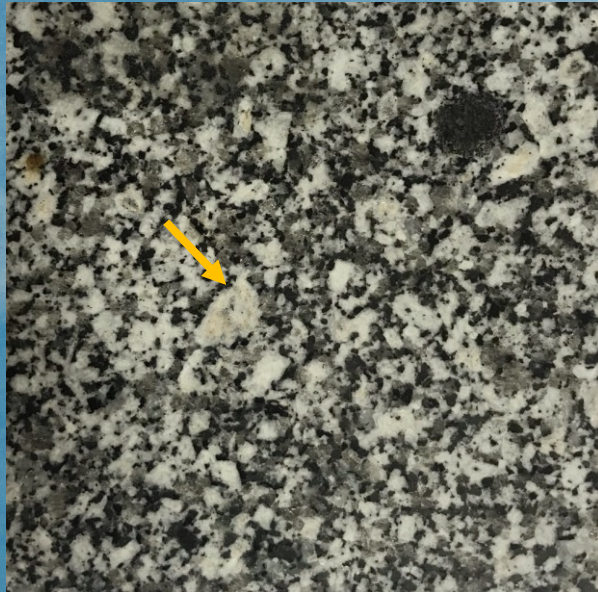
## Plutonické magmatity – výuková sbírka



### 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.

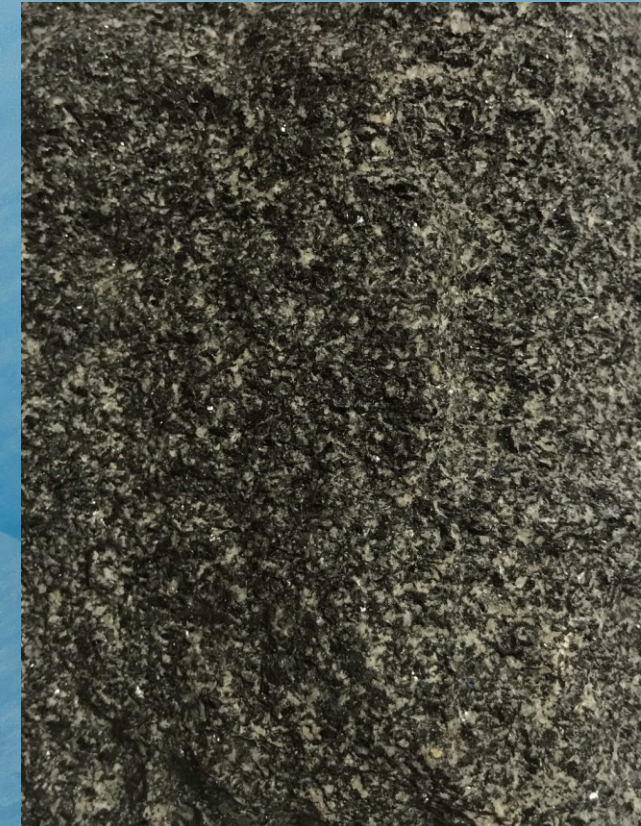
Granit



### 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



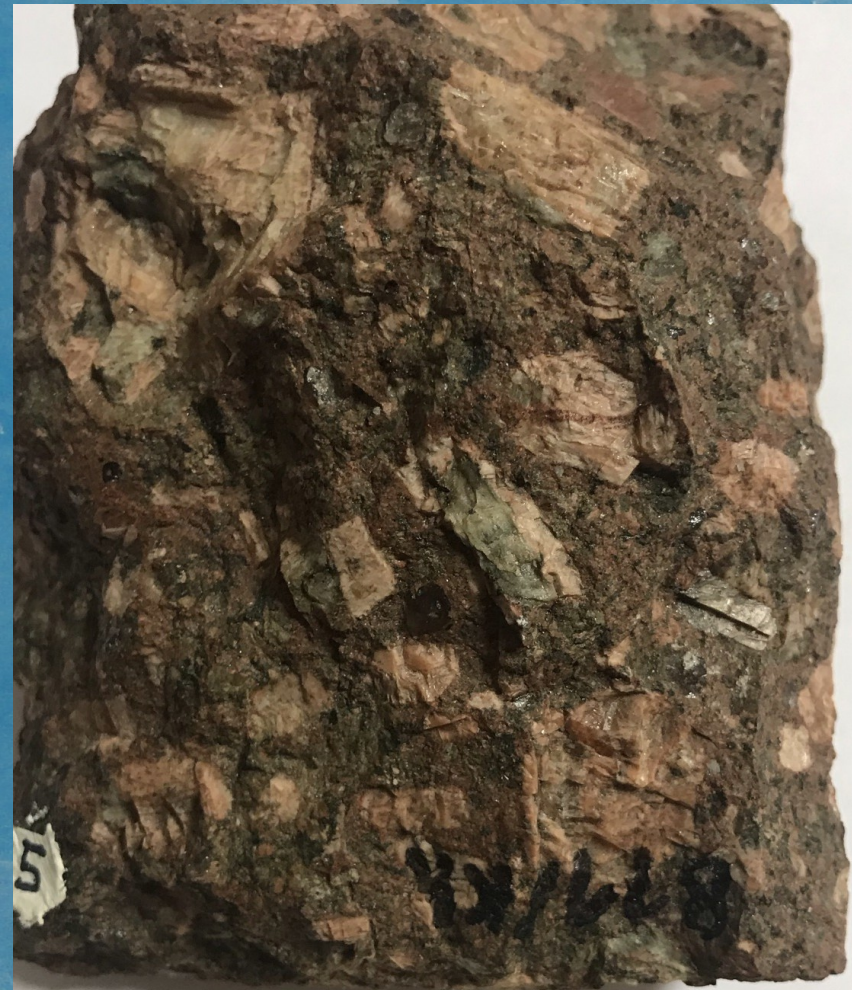
### Stejnoměrně zrnitá stavba

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.

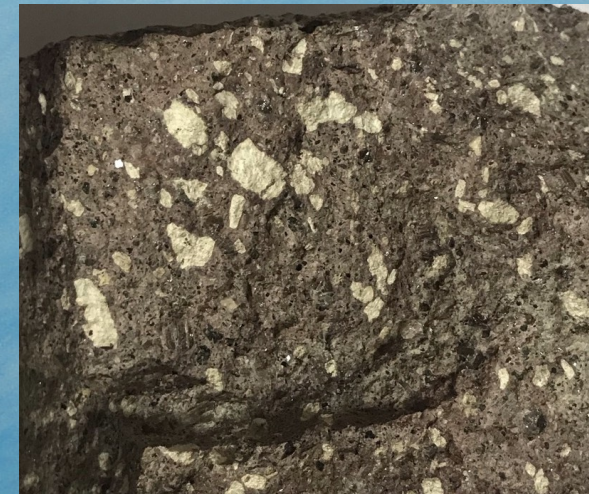


# Žilné a výlevné (vulkanické) magmatity - výuková sbírka

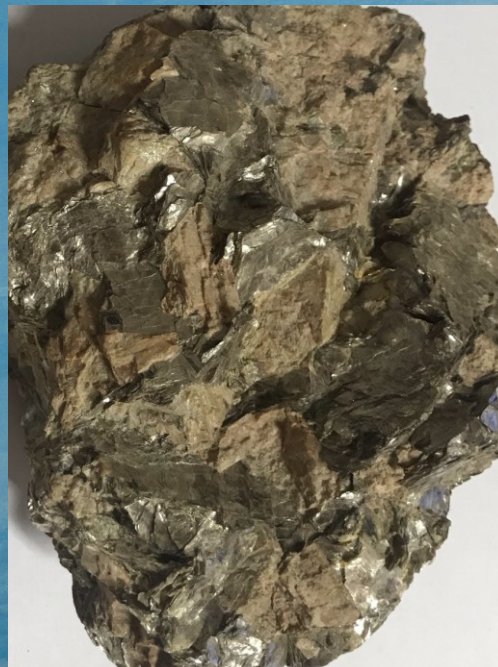


## Porfyrická stavba

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 jednodité 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 odplynila. Po uniklých plynech zůstaly póry.



# Sedimentární horniny

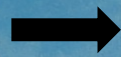
Způsoby vzniku sedimentárních hornin:

- 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)

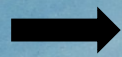


## Zvětrávání

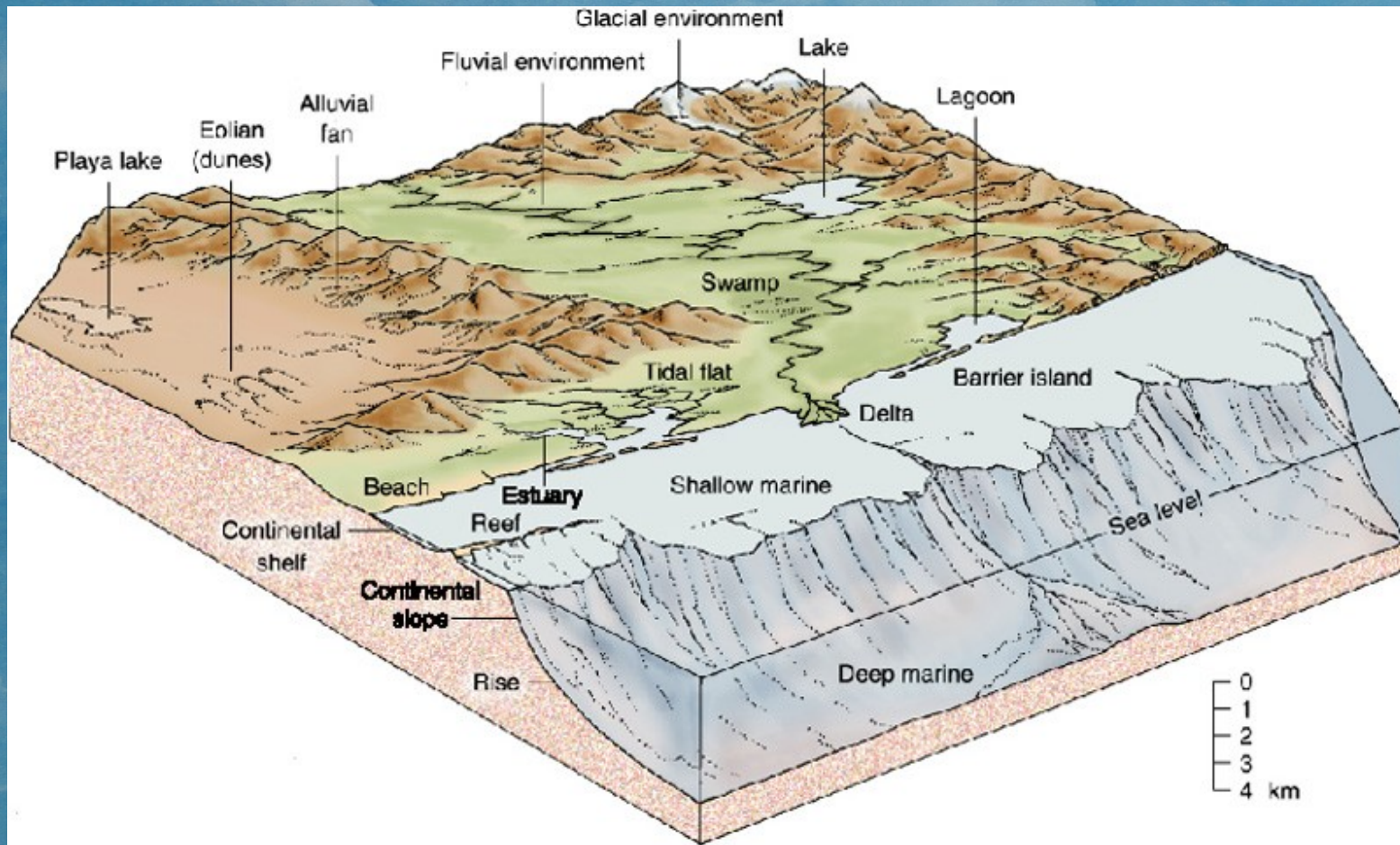
- fyzikální
- chemické
- biogenní



Eroze (transport)



Sedimentace



## Sedimentační prostředí

### *Terestrická*

ledovcové, aluviální, fluviální, limnické, eolické

### *Přechodná*

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

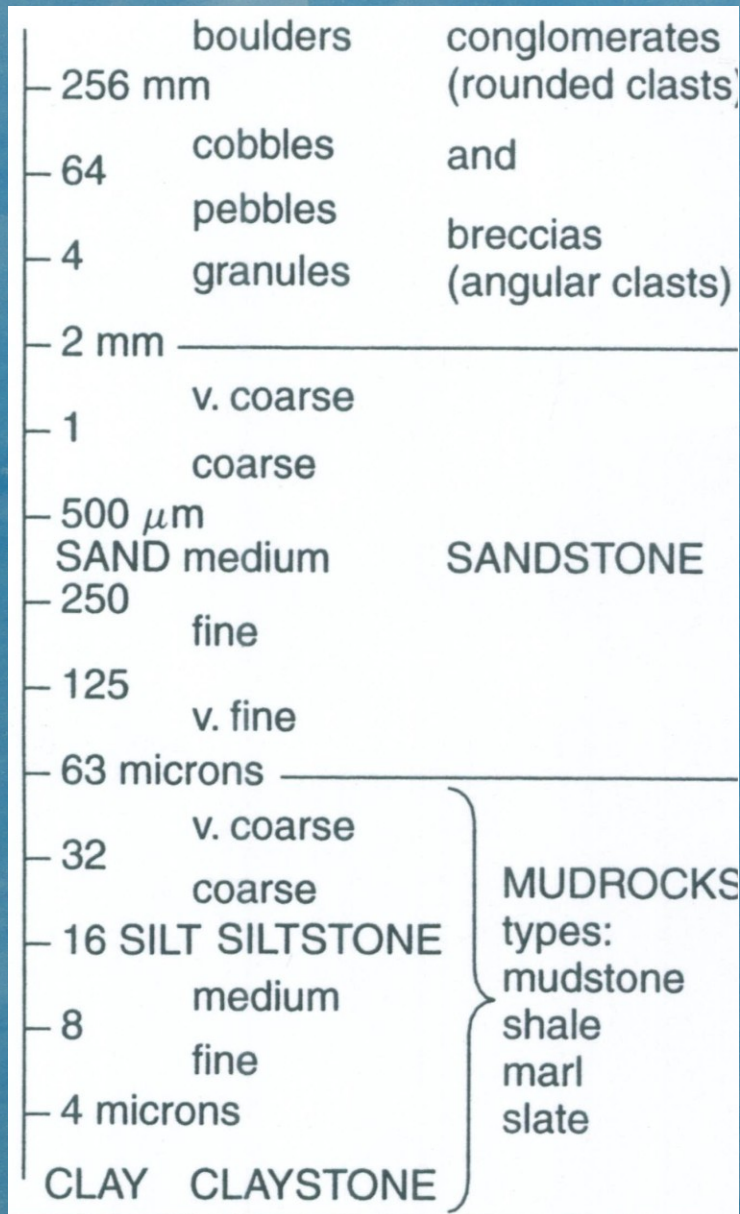
### *Mořská*

Mělkomořské (šelfové)

Kontinentálního svahu

Hlubkomořské

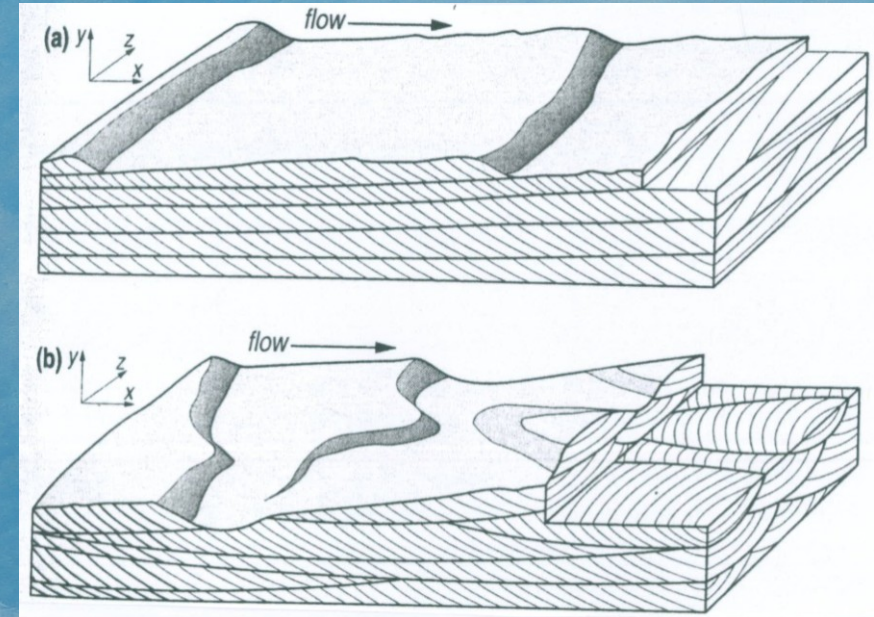
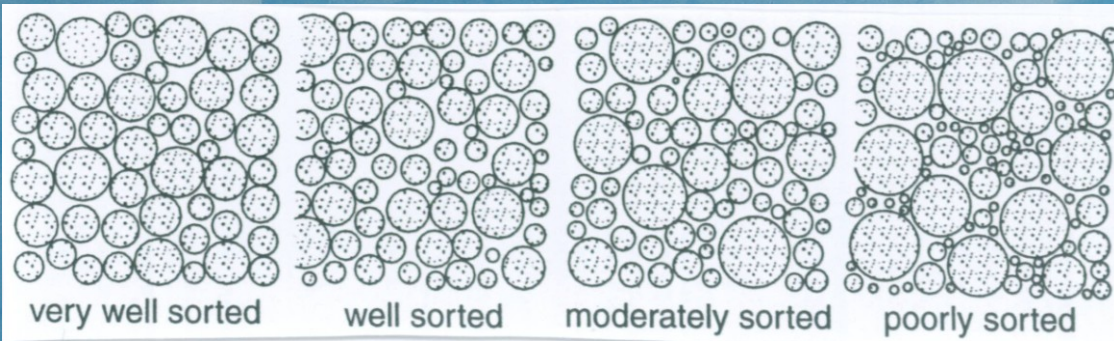




PSEFITY	PSAMITY	ALEURITY	PELITY
štěrky	písky	silty / (prachy	jíly
brekcie	pískovce	spraše	jílovce
slepence	křemence	prachovce	jílovité břidlice
	arkózy		
	droby		



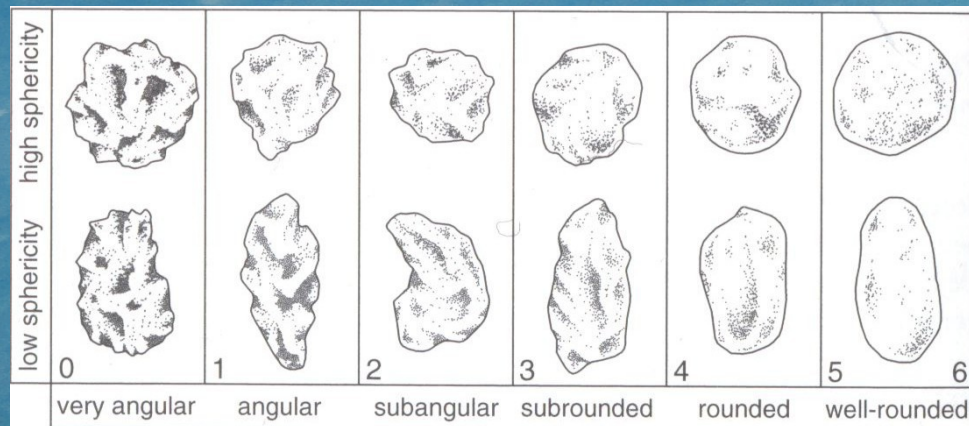
## Vytrídění



## 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

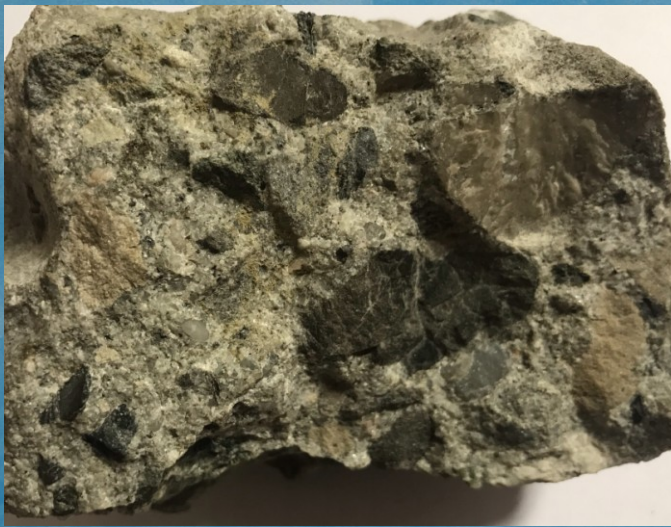
- polozaoblené klasty podobné velikosti
  - mezihmota (písek, jemnější složky odneseny)
- Delší dynamický transport, říční prostředí

## Dobře vytříděné

- zaoblené klasty podobné velikosti
  - mezihmota někdy přítomna
- Velmi dynamický transport, pobřežní prostředí

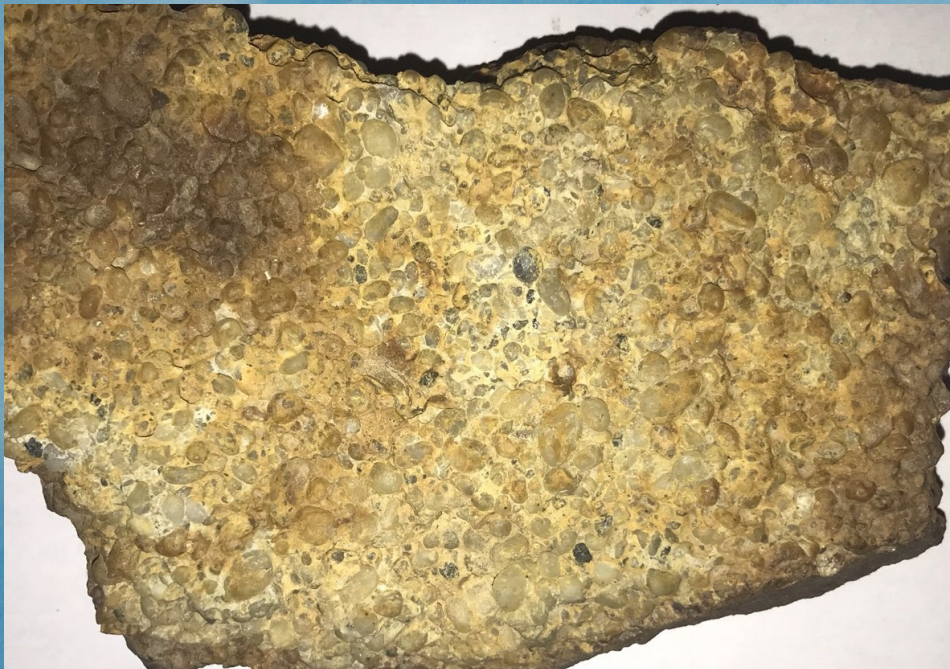


## Psefity (slepenec, brekcie) – výuková sbírka



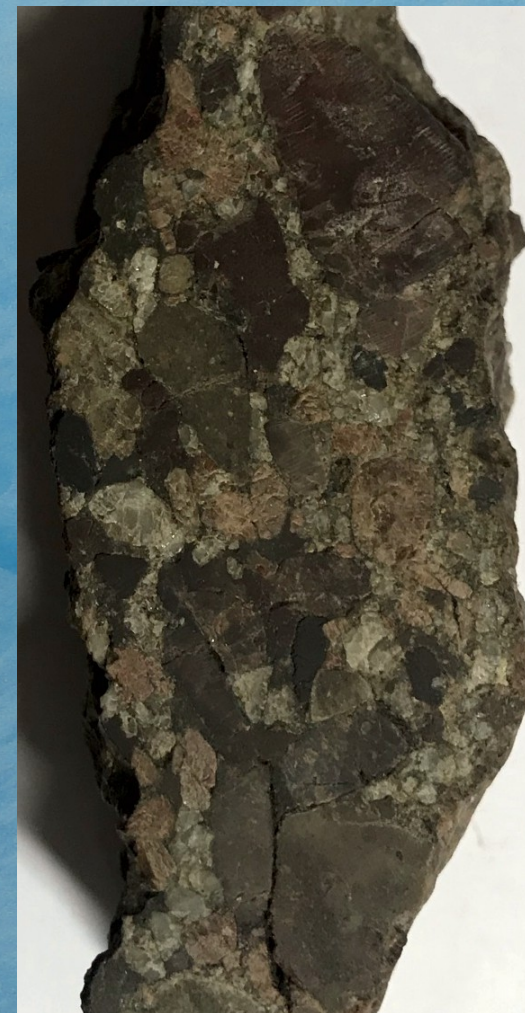
### **Nevytříděný slepenec**

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



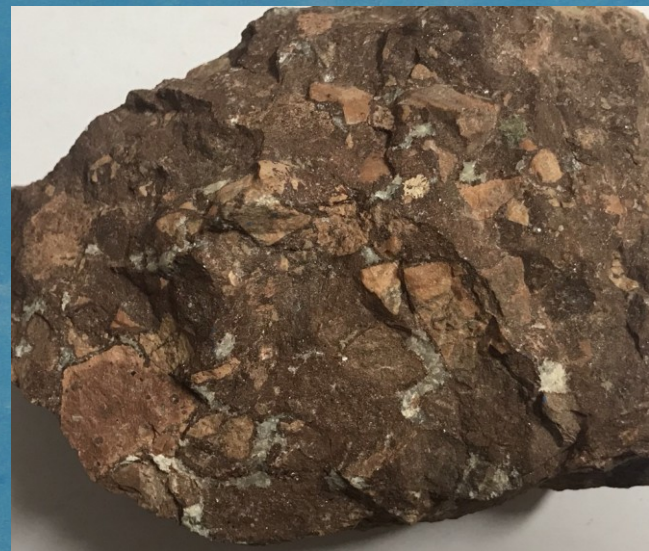
### **Dobře vytříděný slepenec**

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.

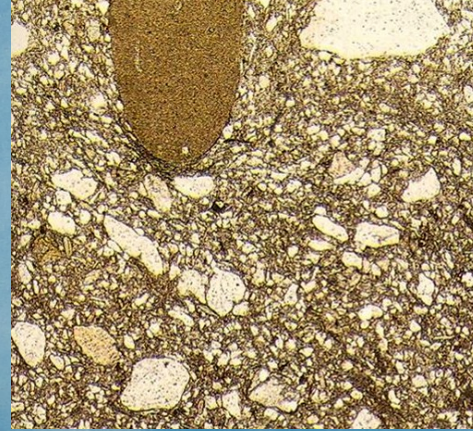


### **Nevytříděný slepenec (brekcie)**

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

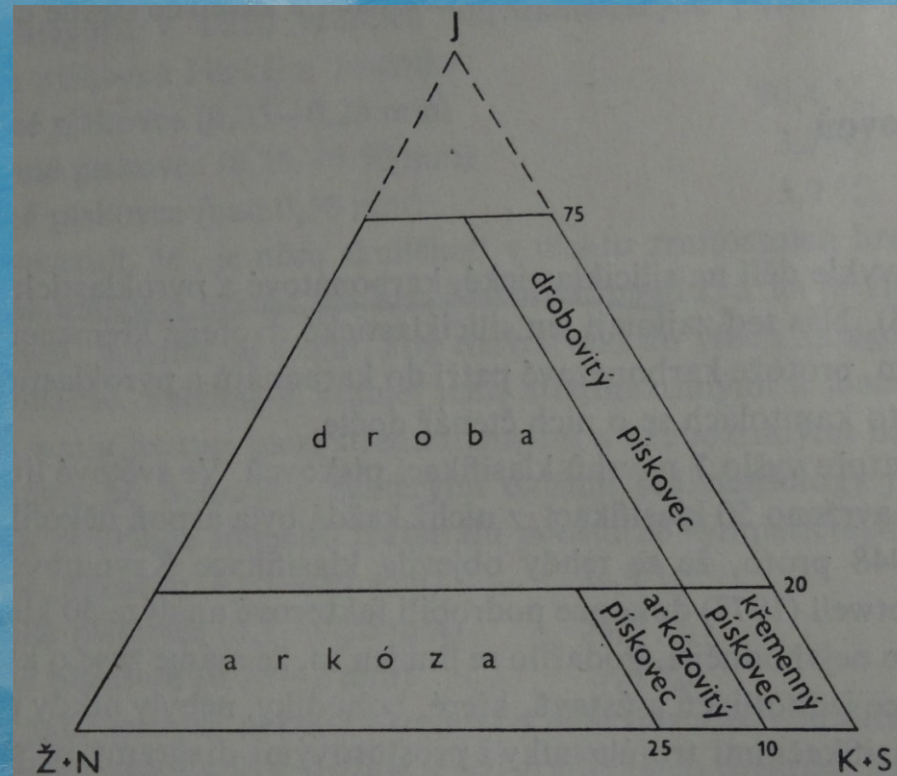
Písková zrna stejné velikosti.

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.

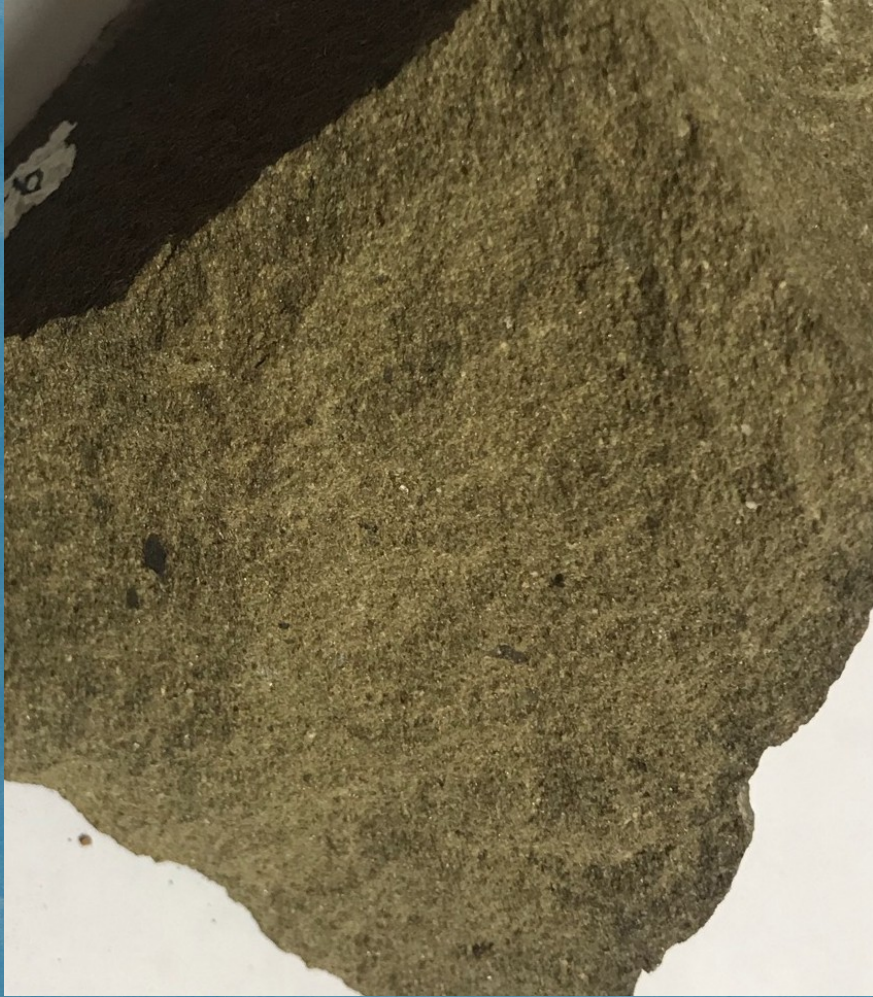
Intenzivní, dynamický transport.

Např. mořské pláže.

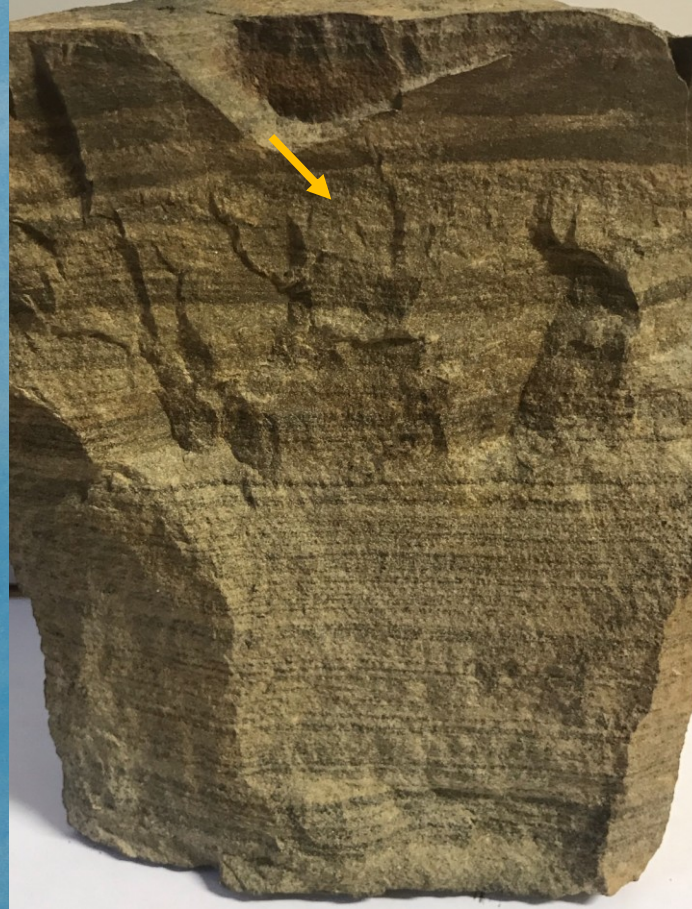




## Psamity (pískovce) – výuková sbírka



**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 uhlíkatu 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

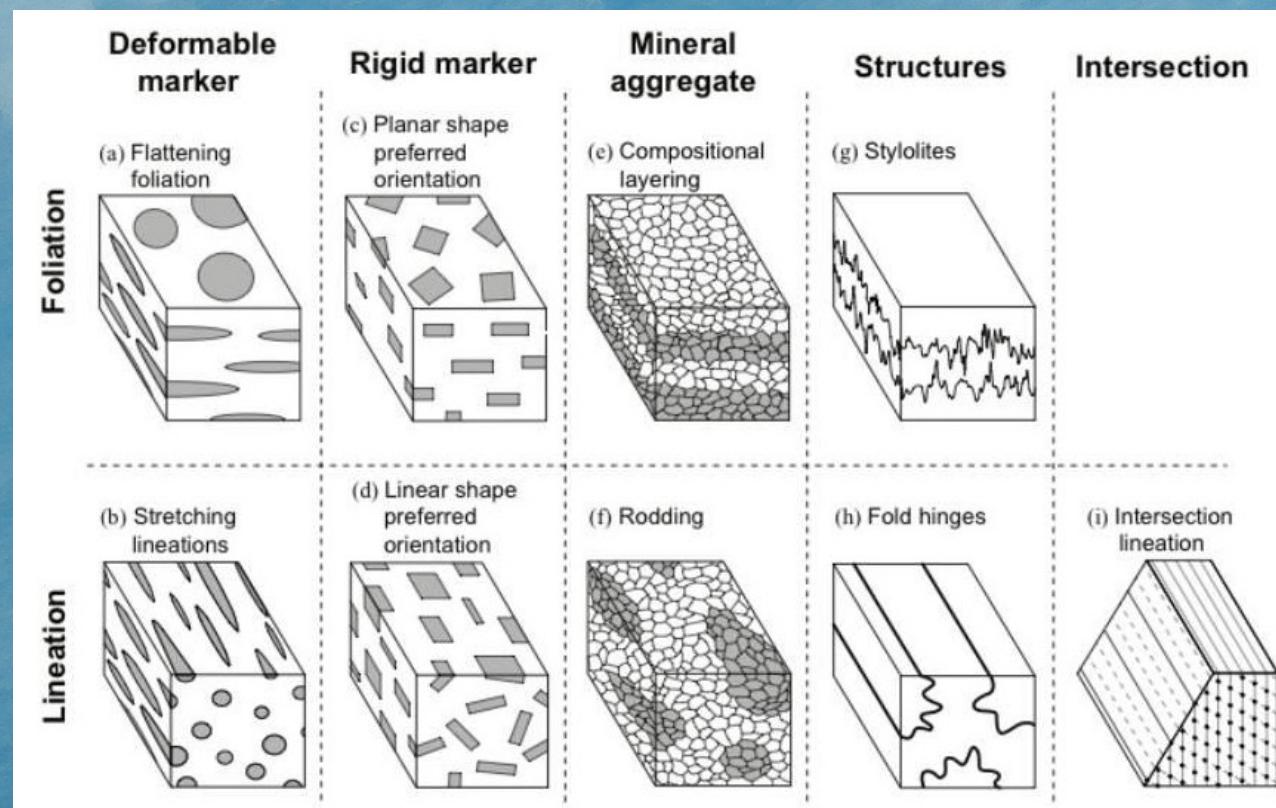
Hlavní činitelé metamorfózy

**Všesměrný (litostatický tlak)**

**Orientovaný tlak (stress)**

**Teplota**

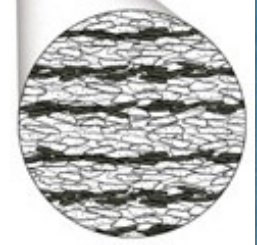
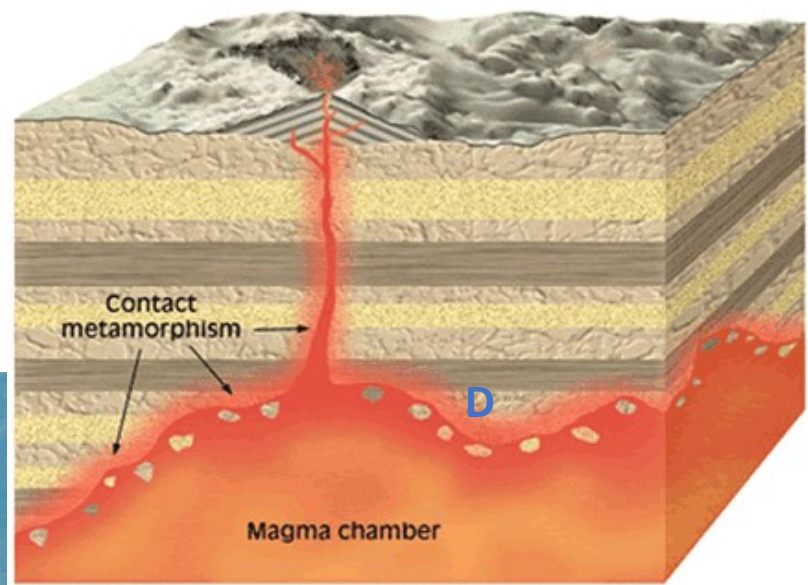
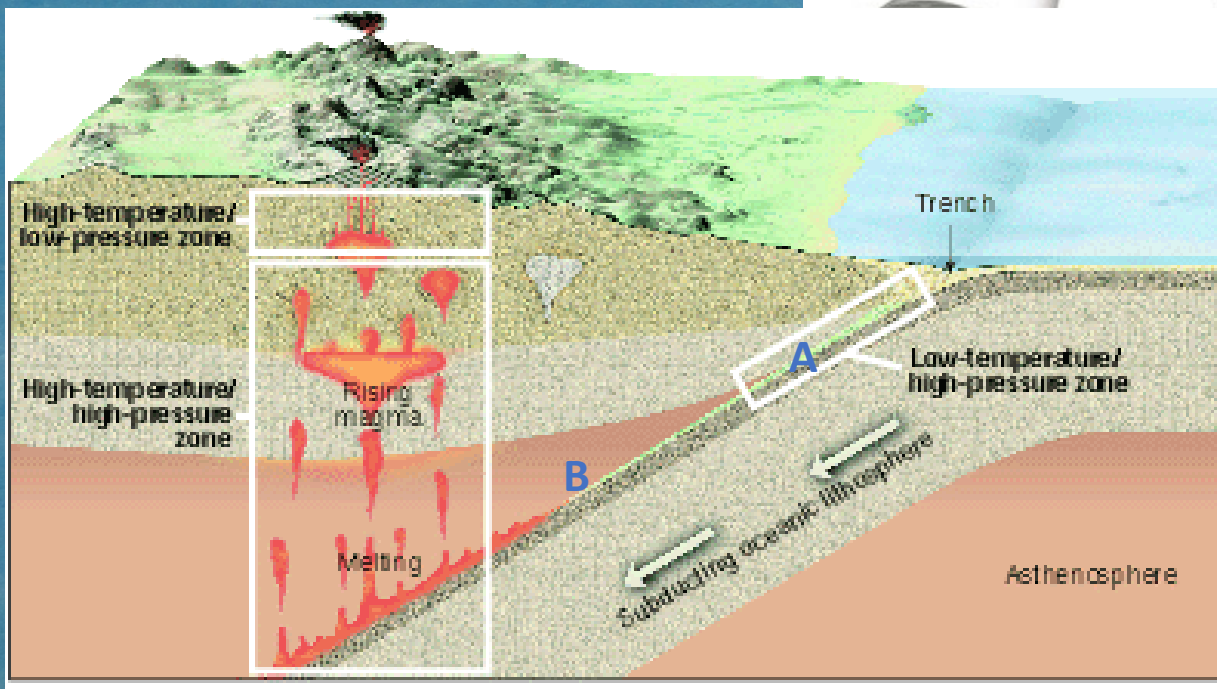
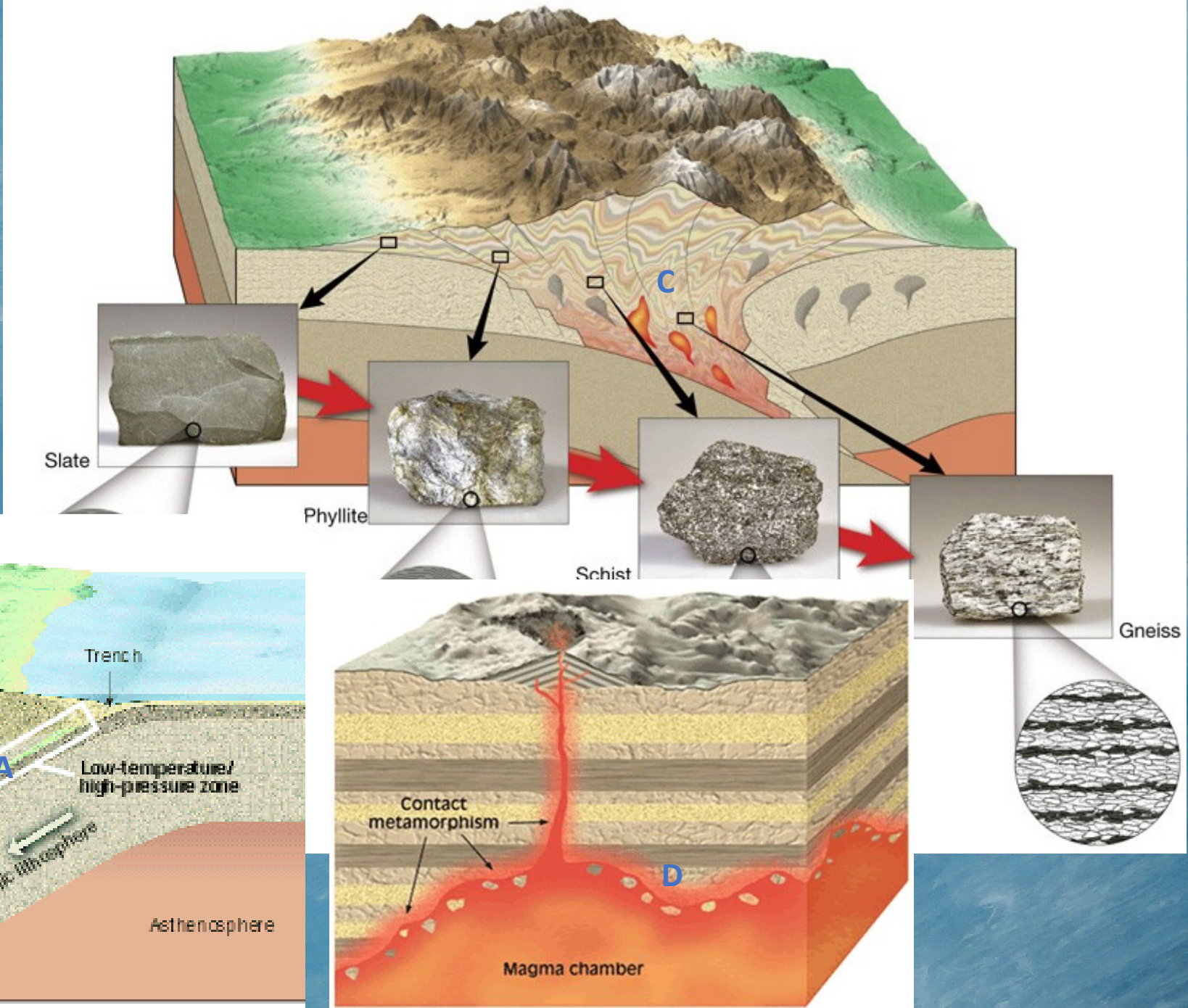
**Fluida**



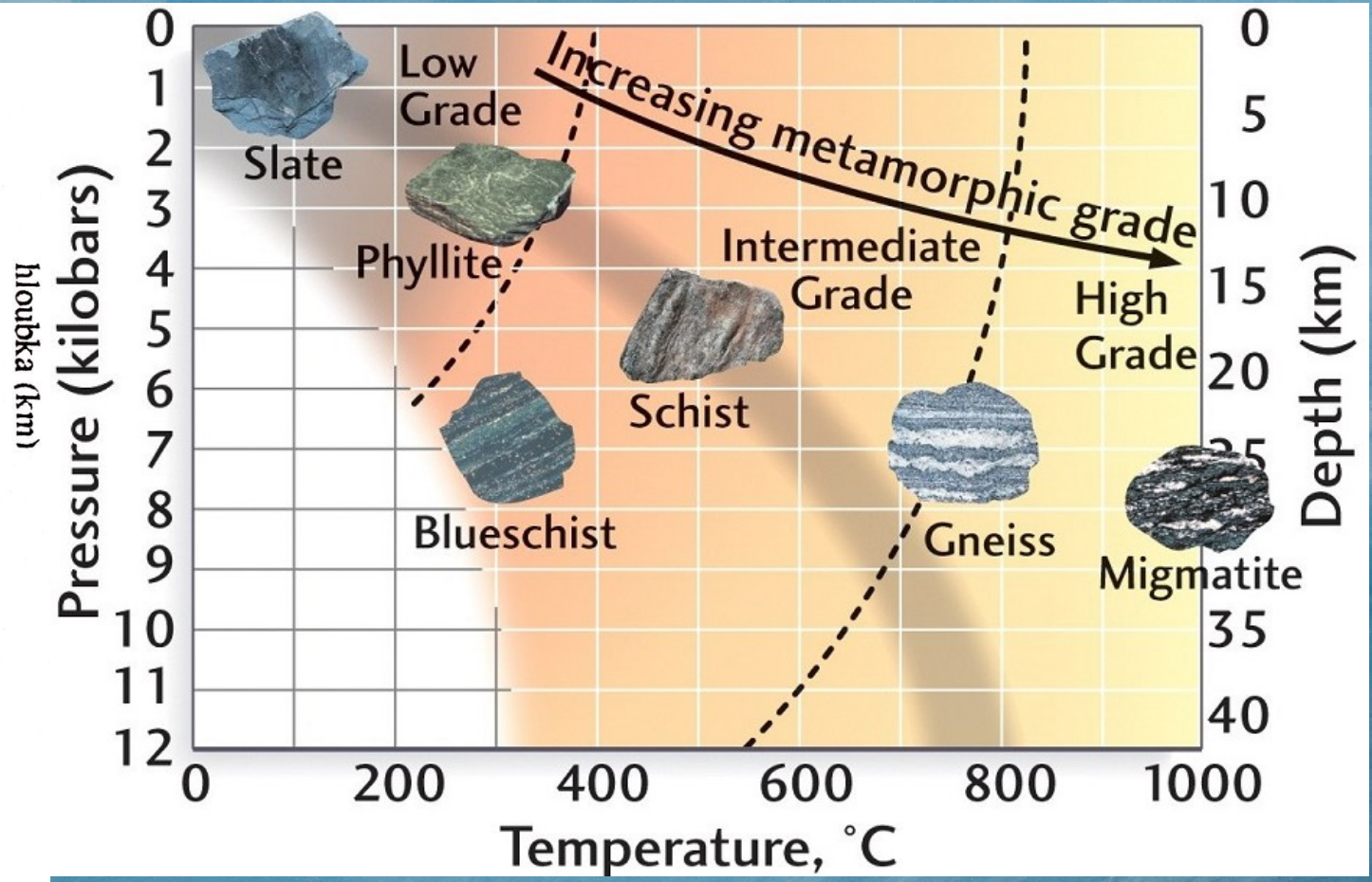
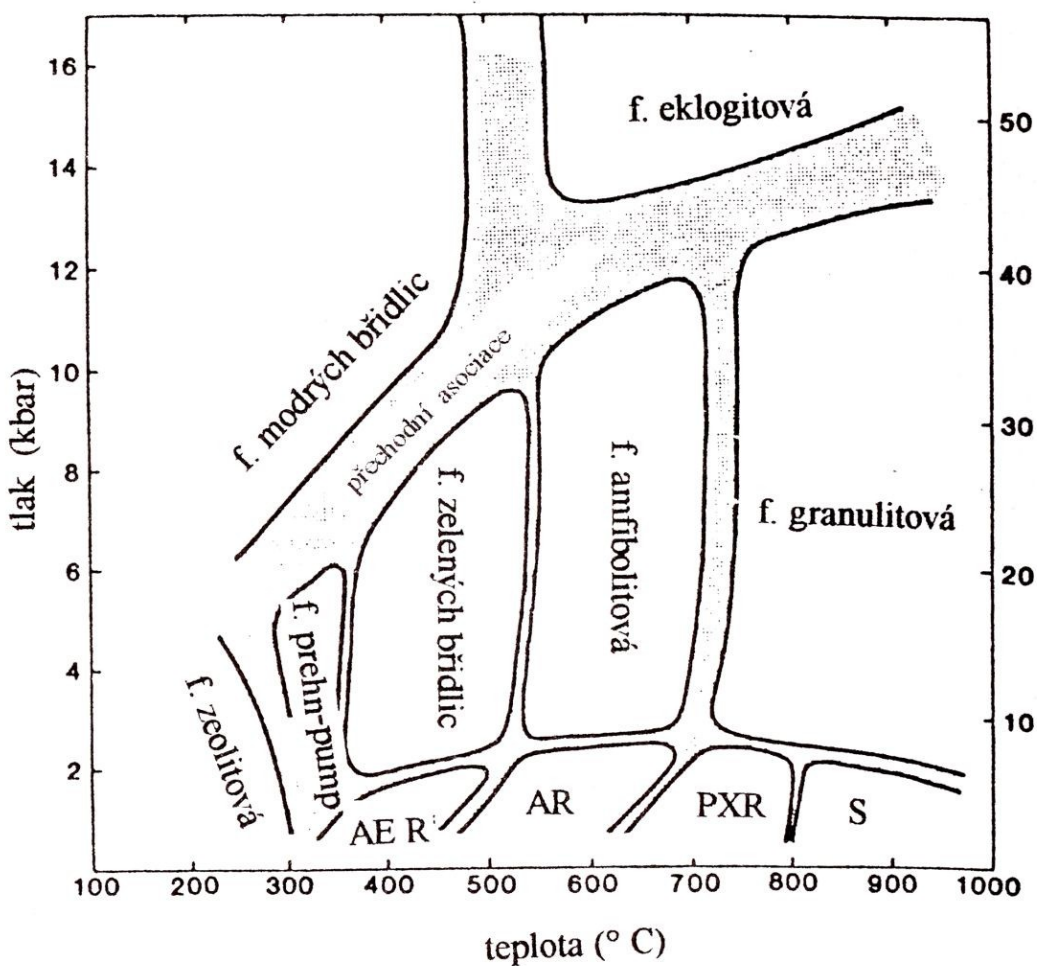


# Typy metamorfózy

- 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



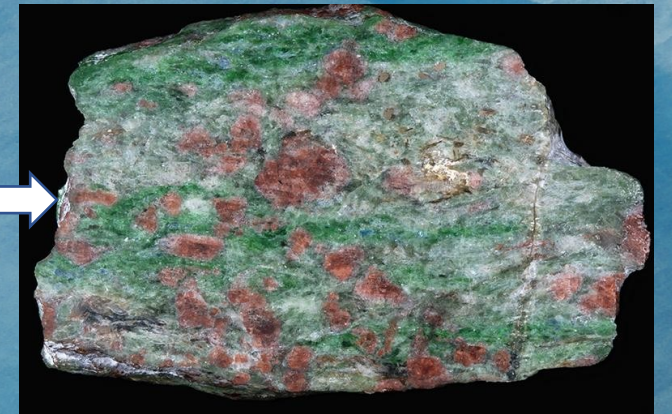
bazalt



zelená břidlice



amfibolit



eklogit

*Intenzita metamorfózy*



# Metamorfované horniny



pískovec



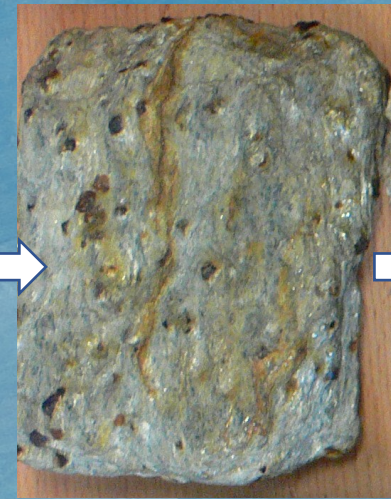
kvarcit



jílovec,  
siltovec



fýlit



svor



pararula

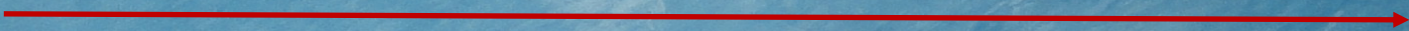


vápenec



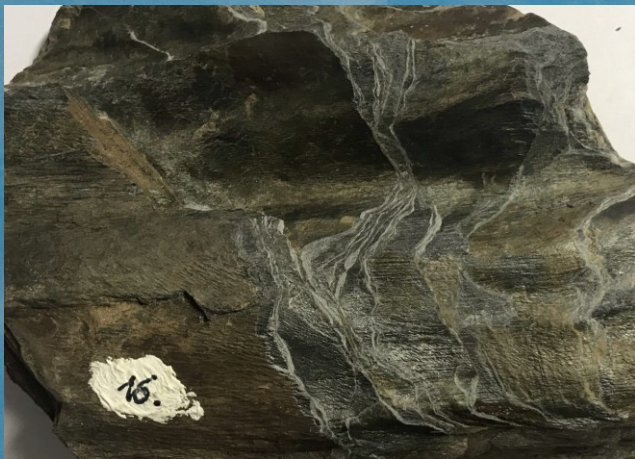
mramor

*Intenzita metamorfózy*

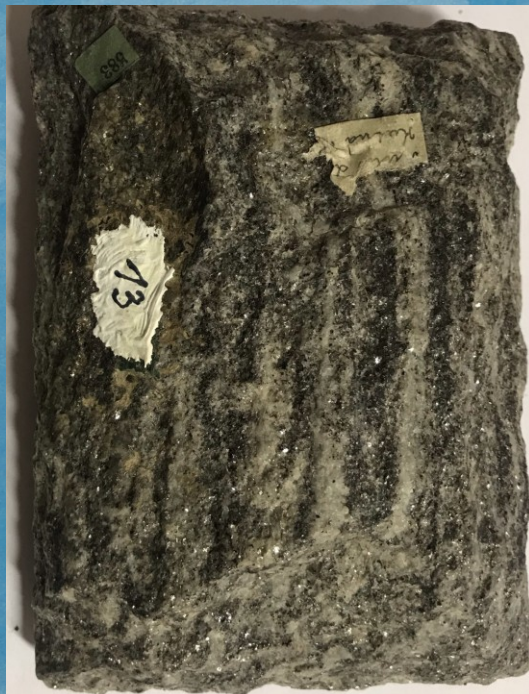




## Metamorfity – výuková sbírka



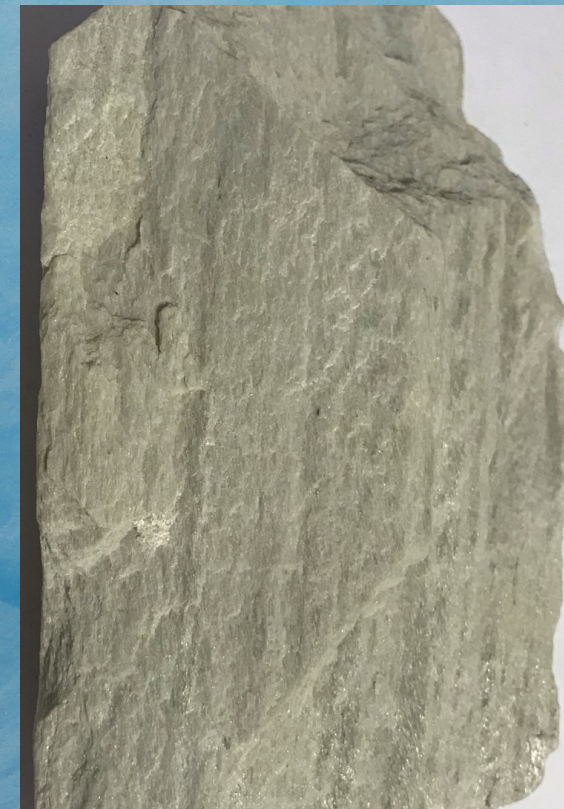
**Foliace.** Metamorfózou vytvořená zbrídlíčnatělost, tzn. minerály jsou uspořádány do plátů, připomínajících vrstvy. Fylit.



**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.



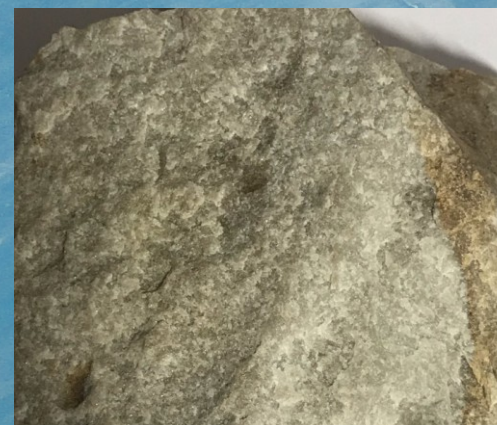
Kromě změn v původních minerálech hornin způsobuje metamorfóza i růst nových minerálů. Metamorfní růst minerálů se nazývá blastéza. Svor s novotvořenými granáty.



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.