

## Úvod do petrografie, základní textury a struktury hornin

**Petrografie** – obor geologie zabývající se popisem a systematickou klasifikací hornin, zejména pomocí mikroskopického studia

### **Stavba hornin**

Pod pojem **stavba**, která představuje u hornin součet vzájemných vztahů všech stavebních prvků (agregátů krystalů, minerálů v těchto agregátech, skupin iontů i jednotlivých iontů, vytvářejících mřížky) se dá zahrnout vše, co se označuje v horninách jako textura a struktura. Nejedná se tedy o zvláště přesné termíny, neboť nelze přesně odlišit jejich náplň. Na počátku našeho století se však dvojitě nomenklatury - **textura** (stavba) a **struktura** (sloh) začalo užívat a proto budou textury a struktury hornin tímto způsobem také probrány (Chamra et al., 2005).

**Textura:** prostorové uspořádání minerálů v hornině a vyplnění prostoru horninovým materiálem; důležité pro makroskopické rozlišení hornin

- *Dle orientace a rozložení součástek (1)*
- *Dle vyplnění prostoru horninovým materiálem (2)*

**Struktura:** soubor charakteristických znaků hornin, které závisí na tvaru, velikosti a vývoji minerálů



### **Vyvřelé horniny**

- krystalické nebo sklovité horniny vzniklé ochlazením chladnutím, tuhnutím a krystalizací silikátové taveniny - magmatu

**Magma** - tavenina (roztok) vznikající v kůře nebo svrchním plášti Země, jejímž utuhnutím vzniká magmatická hornina. Magma se skládá především z roztavených silikátů s rozpuštěnou vodou a plyny. Uvnitř magmatu, zejména při jeho pomalé krystalizaci, se uplatňuje tzv. magmatická diferenciaci, což je pochod vedoucí k rozštěpení původně jednotného magmatu na dvě nebo více složek (magmat, horninových druhů) (Petránek, 1993).

Vyvřelé neboli magmatické horniny mohou vzniknout ochlazením magmatu na zemském povrchu nebo pod zemským povrchem. V prvním případě se jedná o horniny vulkanické a v druhém případě pak o horniny hlubinné či případně žilné.

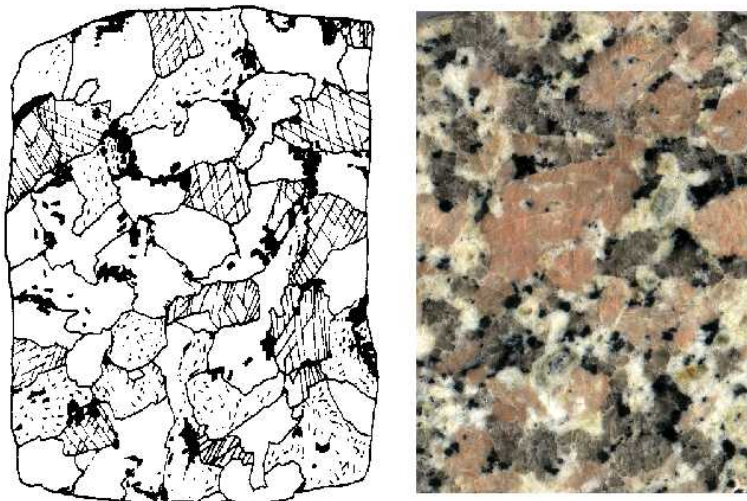


Obr. 1: Postup krystalizace minerálů alkalicko-vápenatých magmat (převzato z <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl>).

### **Textury vyvřelých hornin**

1) dle orientace a rozložení součástek

*Všesměrně nepravidelná textura* (Obr. 2) - nejtypičtější textura (zvl. u plutonitů), hmota horniny z různých směrů stejná, anizometrické krystaly minerálů jsou orientovány všemi směry, dobrá izotropie mechanických vlastností (výhodné);



Obr. 2: Všesměrně nepravidelná struktura (žula) (převzato z Chamra et al., 2005).

*Proudovitá (fluidální) textura* (Obr. 3) – typická pro výlevné horniny, zjevná přednostní orientace v důsledku tečení lávy, minerály mikroskopických rozměrů;

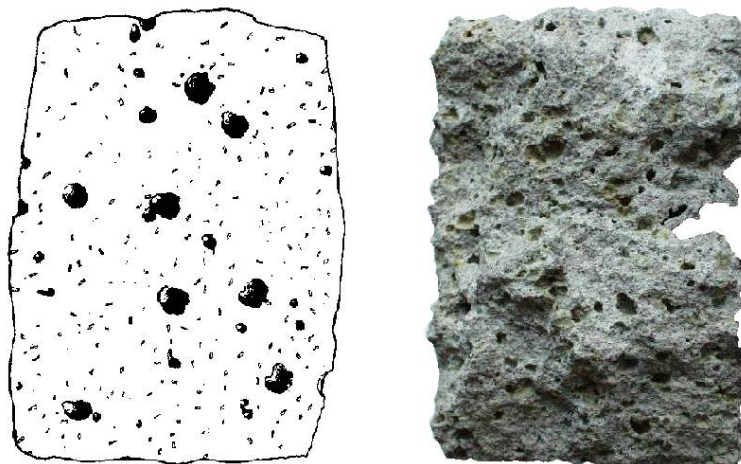


Obr. 3: Proudovitá textura (ryolit).

*Kulovitá textura* – u některých granitoidů, kulovité útvary s koncentrickou stavbou, mezery stejnoměrná matrix.

2) dle způsobu vyplnění prostoru hmotou horniny

*Kompaktní (masivní) textura* – souvislé vyplnění prostoru X *pórovitá textura* (Obr. 4) – typická pro výlevné horniny, vzniká při uvolňování těkavých složek zpravidla oválné póry, někdy nepříznivá vlastnost, typická pro mladší vulkanické horniny;



Obr. 4: Pórovitá textura (převzato z Chamra et al., 2005).

*Mandlovcovitá textura* (Obr. 5) – po zaplnění pórů a dutin druhotnými minerály, hl. starší výlevné horniny (bazika).



Obr. 5: Mandlovcovitá textura (melafyrový mandlovec).

### **Sedimentární horniny**

V procesu vzniku sedimentárních hornin lze rozlišit 4 základní etapy - *zvětrávání, transport, sedimentaci a diagenezi*.

**Zvětrávání** - změny, které probíhají v horninách na zemském povrchu při normálních teplotách a tlacích působením atmosféry, vody, ledu, kolísající teploty a činností organismů. Výsledkem uvedených procesů jsou zvětrávací produkty, které se již v daném prostředí jeví jako stabilní (<http://petrologie.1sin.cz/index.php>). Rozlišujeme zvětrávání fyzikální (mechanické, např. tlaky vyvolené růstem krystalů ledu) a chemické (např. v důsledku kyselých atmosférických depozic), přičemž velice často dochází ke kombinaci obou těchto typů

**Transport** zvětralého materiálu se nemusí uskutečnit vždy. Zůstává-li materiál uvolněný zvětráváním na místě svého vzniku, označujeme jej jako eluvium.

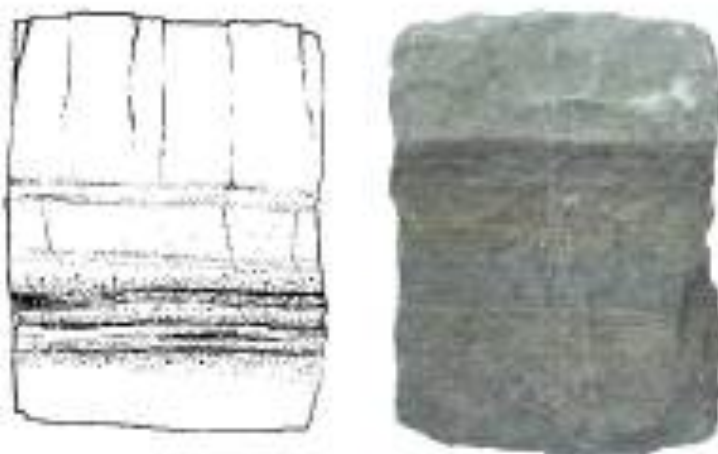
**Sedimentace** zahrnuje ukládání materiálu. Sedimentace je složitý pochod, který je výsledkem jednoho nebo více procesů mechanické, biochemické i organické povahy. Vlastní průběh sedimentace bývá ovlivňován řadou faktorů. K sedimentaci dochází na nejrůznějších místech zemského povrchu: na souši, v jezerech a zejména pak v mořích a oceánech, které jsou z hlediska rozsahu a objemu ukládaného materiálu nejvýznamnější. Sedimentace ve vodním prostředí se uskutečňuje mechanicky, chemicky a biologicky (<http://petrologie.1sin.cz/index.php>).

**Diagenese** je proces představující zpevňování materiálu, který je přinášeny do sedimentačních prostor, ale i toho, který v prostoru vzniká. K tomuto procesu dochází působením fyzikálních a chemických procesů. Uvedeným pojmem se označují všechny změny, které probíhají v sedimentu od jeho uložení do počátku metamorfózy. Výsledkem diagenetických změn je vznik pevné horniny. Diagenese je

bezprostředně ovlivněna primárním složením sedimentu, charakterem sedimentačního prostředí, složením a aktivitou pórových vod, teplotou a tlakem (<http://petrologie.1sin.cz/index.php>).

### **Textura sedimentárních hornin**

- základní znak – *vrstevnatost* = plošně paralelní textura se souběžným uspořádáním částic, neboli vrstevnatá textura (Obr. 6), která je výsledkem procesů doprovázejících vznik sedimentárních hornin (tj. usazování do vrstev)  
→ anizotropie vlastností



Obr. 6: Vrstevnatá textura (převzato z Chamra et al., 2005).

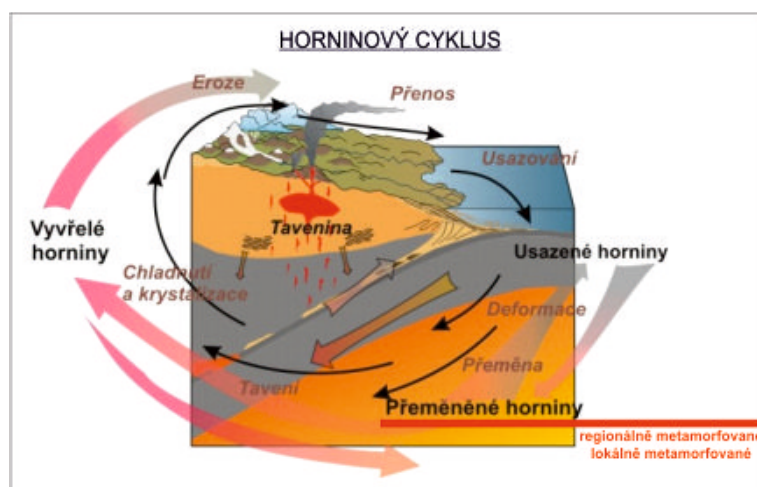
### **Metamorfované horniny**

Metamorfované horniny vznikají přeměnou (metamorfózou) starších hornin magmatických, sedimentárních nebo již dříve metamorfovaných. Metamorfóza je proces, kterým se horniny v zemské kůře pod úrovní zóny zvětrávání přizpůsobují svojí stavbou a minerálním složením odlišným fyzikálně chemickým podmínkám, do nichž se dostávají během geologických procesů (Obr. 7). V průběhu metamorfózy nedochází v převážné většině případů k tavení hornin. Hlavními změnami, ke kterým při metamorfóze dochází jsou: krystalizace nových minerálů, změny chemizmu a texturní změny (<http://petrologie.1sin.cz/index.php>).

Hlavními činiteli při metamorfóze jsou teplota, tlak (všesměrný - hydrostatický a orientovaný - stress), čas, mechanické vlastnosti výchozích hornin a chemická aktivita plynů, par a roztoků. Při metamorfních procesech se všechny uvedené faktory nemusí vždy nutně uplatňovat a nemusí také působit vždy se stejnou intenzitou (<http://petrologie.1sin.cz/index.php>).

Textura usměrněná (břidličnatá, plošně paralelní, vrstevnatá) způsobuje, že vlastnosti hornin jsou v různých směrech různé. Tak např. pevnost břidličnaté horniny je větší ve směru kolmém k břidličnatosti než ve směru rovnoběžném s břidličnatostí. Rovněž na další technické vlastnosti má usměrnění vliv; odolnost vůči

větrání, tvrdost, houževnatost a nepropustnost jsou větší ve směru kolmém na usměrnění, naproti tomu nasákavost a stlačitelnost jsou větší ve směru usměrnění (Chamra et al., 2005).



Obr. 7: Horninový cyklus (převzato z <http://petrologie.1sin.cz/index.php>).

### Textura metamorfovaných hornin

Výsledkem metamorfních procesů je nejtypičtější textura těchto hornin – zřetelně plošně paralelní (Obr. 8). Je podmíněna přítomností destičkovitých, šupinkatých a sloupkovitých minerálů uspořádaných do rovin, které jsou mezi sebou přibližně rovnoběžné. Tato textura se běžně označuje jako *břidličnatost* (popisně) nebo *foliace* (geneticky). Břidličnatost (foliace) metamorfovaných hornin je různě výrazná. Velice výraznou foliaci mají např. fylity, výraznou svory, málo výraznou amfibolity a nevýraznou některé mramory a kvarcity. Kontaktní rohovce však velice často nemají břidličnatost vůbec patrnou (Chamra et al., 2005).



Obr. 8: Paralelní textura (pararula) (převzato z Chamra et al., 2005).

Termín *lineace* používáme u těch hornin, které mají ve směru proudění magmatu uspořádané např. živce (některé žuly) nebo mají (např. některé metamorfity)

přednostně uspořádaný jehlicovité krystaly (amfiboly v mnohých amfibolitech). Takovým případem jsou stébelnaté ruly (Obr. 9).



Obr. 9: Lineace - stébelnatá ortorula (Doubravčany).

### Horninové struktury

#### Vyvřelé horniny

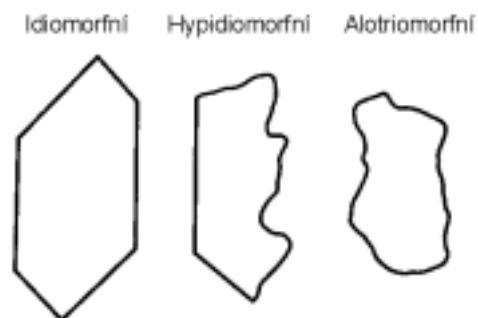
Podle vývoje součástí ve vyvřelině můžeme rozeznávat následující struktury (Chamra et al., 2005) (Obr. 10):

- *celokrystalickou* - holokrystalickou; v hornině pozorujeme větší i menší krystaly, které jsou makroskopicky dobře pozorovatelné. Tuto strukturu mají hlubinné a některé žilné vyvřeliny;
- *polokrystalickou* - hypokrystalickou; vedle drobných malých minerálů (vyrostlic) je hornina tvořena jemnou až sklovitou základní hmotou. Tuto strukturou se vyznačují hlavně výlevné vyvřeliny;
- *sklovitou* - hyalinní; láva utuhla tak rychle (sklovitě), že makroskopicky nevidíme žádné minerály. Je typická pro vulkanická skla. Sklovité horniny jsou křehké, nesnadno opracovatelné a odolné na zvětrávání.



Obr. 10: Struktury vyvřelých hornin dle vývoje součástí – zleva celokrystalická, polokrystalická a sklovitá (převzato z Chamra et al., 2005).

Strukturu vyvřelých hornin můžeme posuzovat podle tvaru horninotvorných minerálů, které se vyznačují různými tvary. Jsou-li krystaly dokonale vyvinuty (hrany, rohy, krystalové plochy), označují se jako *idiomorfní* (pravidelné). Jsou-li vyvinuty jen částečně pravidelně, mluvíme o *hypidiomorfních* minerálech. Konečně můžeme pozorovat i minerály zcela nepravidelné – *alotriomorfní* (Obr. 11).



Obr. 11: Krystalové tvary (převzato z Chamra et al., 2005).

Tvar jednotlivých nerostů v hornině je závislý na tom, zda minerální součást krystalovala buď v počátcích tuhnutí magmatu nebo v jeho pozdějších fázích. Závisí tedy od posloupnosti krystalizace.

- *granitická struktura* (žulová, Obr. 12) nejprve krystalovaly tmavé součásti, které jsou omezeny idiomorfně, po nich žilce (hypidiomorfní) a nakonec křemen (alotriomorfní omezení);
- *gabrová struktura* - žilce omezeny idiomorfně nebo hypidiomorfně a tmavé součásti jsou alotriomorfní;
- *aplitická struktura* (Obr. 13) - všechny součásti jsou v hornině omezeny zcela nepravidelně (alotriomorfně)



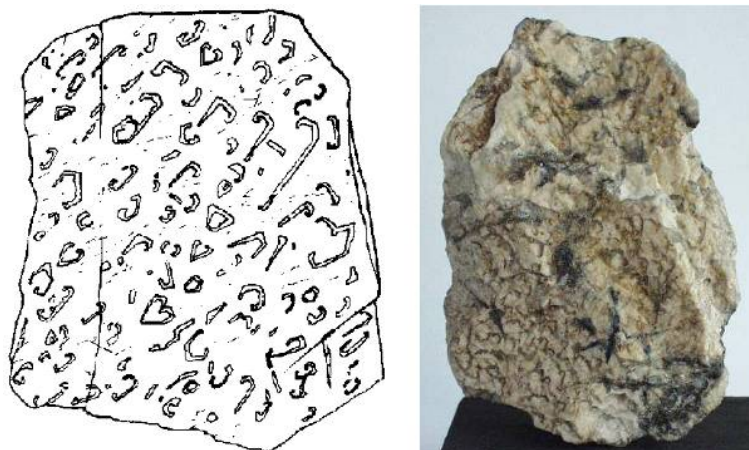


Obr. 12: Granitická struktura (žula).



Obr. 13: Aplitická struktura (aplit) (převzato z Chamra et al., 2005).

Z dalších struktur vyvřelých hornin je třeba uvést strukturu *písmenkovou* (Obr. 14), kdy u některých pegmatitů-písmenkových žul se prorůstají křemeny ve tvaru klínového písma s mikroklinem (draselným živcem).



Obr. 14: Písmenková struktura (pegmatit) (převzato z Chamra et al., 2005).

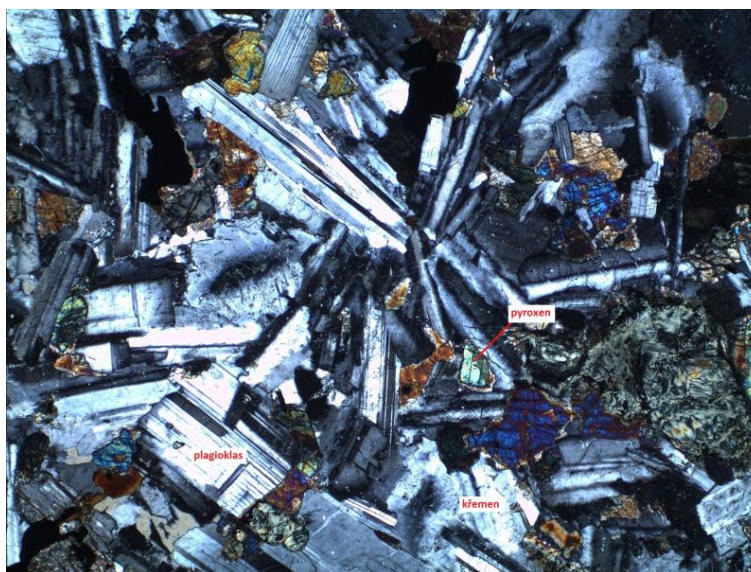
Velmi často můžeme pozorovat ve vyvřelinách minerály, které označujeme jako vyrostlice. Krystalovaly v době, kdy ostatní hmota magmatu (lávy) byla dosud v tuhotekutém stavu. Vyrostlice mohou obsahovat vyvřeliny hlubinné, žilné i výlevné. Podle toho můžeme rozeznávat následující struktury (Obr. 15) (Chamra et al., 2005):

- *porfyrovitou* - ve zřetelně zrnité základní hmotě nacházíme poměrně velké vyrostlice, hlavně živců. Tuto strukturu mají vyvřeliny hlubinné;
- *porfyrickou (žilnou)* - v základní jemnozrné hmotě, která je makroskopicky až celistvá (hlavně kolem vyrostlic), jsou vyvinuty větší vyrostlice živců. Tuto strukturu mají žilné neodštěpené vyvřeliny;
- *porfyrickou (výlevnou)* - v jemnozrné, celistvé, někdy až sklovité základní hmotě jsou vyvinuty drobné vyrostlice, které může tvořit např. křemen, amfibol, pyroxen, biotit. Tuto strukturu mají vyvřeliny výlevné.



Obr. 15: Struktury dle přítomnosti vyrostlic – zleva porfyrovitá (hlubinné h., žula), porfyrická (žilné h., žulový porfyr) a porfyrická (výlevné h., křemenný porfyr) (převzato z Chamra et al., 2005).

Makroskopicky se většinou nedají pozorovat struktury typické např. pro diabasy. Jedná se o strukturu *ofitickou* (Obr. 16). Plagioklas tvoří bělavé, pravidelně omezené lišty, zbylé prostory mezi nimi vyplňuje pak augit.



Obr. 16: Ofitická struktura diabasu „pod mikroskopem“ (polarizační mikroskop, zkřížené nikoly).

Jestliže je mezi lištami plagioklasů kromě augitu přítomno také sopečné sklo, mluvíme o struktuře *intersertální*, např. melafyry.

U struktury *trachytické* (makroskopicky se u trachytů nedá zjistit) se základní hmota skládá z drobných lišt a jehlic živců, které jsou uspořádány kolem větších (opět mikroskopických) živcových jedinců.

### Sedimentární horniny

U sedimentárních hornin *klastických* je struktura horniny dána hlavně velikostí zrn a jejich tvarem. V této souvislosti se dají rozeznat následující struktury (Obr. 17):

- *psefitickou*, kam řadíme i strukturu *brekciovitou*;
- *psamitickou*,
- *pelitickou*.

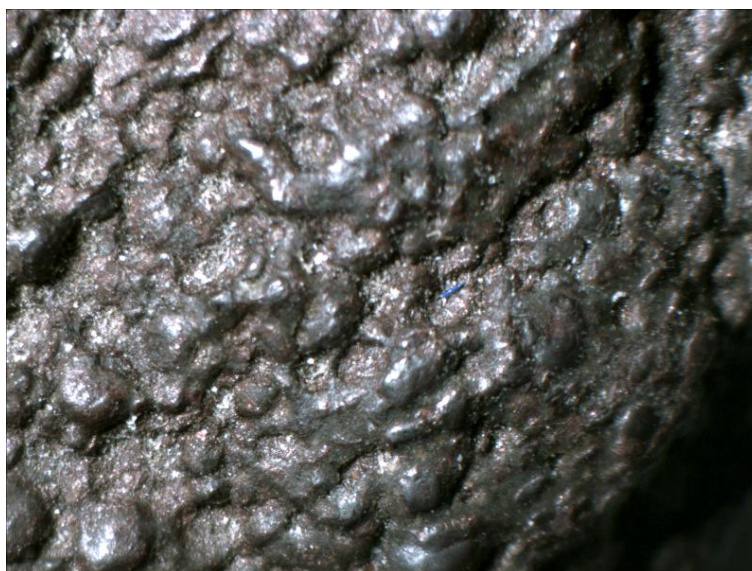
Tab. 1: Struktury klastických sedimentárních hornin dle velikosti zrn.

Velikost zrn v mm	Název	Označení zrnitosti
Menší než 0,002	jíl	Jílová (pelitická)
0,002 – 0,063	prach	Prachová (aleuritická)
0,063 – 0,25	Písek jemný	Jemně psamitická
0,25 – 1,0	Písek střední	Středně psamitická
1,0 – 2,0	Písek hrubý	Hrubě psamitická
2,0 – 8,9	Štěrk drobný	Drobně psefitická
8,9 – 32,0	Štěrk střední	Středně psefitická
32,0 – 128,0	Štěrk hrubý	Hrubě psefitická
128,0 – 256,0	kameny	kamenitá
Větší než 256,0	balvany	balvanitá



Obr. 17: Struktury klastických sedimentů dle velikosti zrn – zleva psefitická, psamitická a politická (převzato z Chamra et al., 2005).

U sedimentárních železných rud (ferolitů) se setkáváme se strukturou *oolitickou* (seménkovou, jirkovou, Obr. 18).



Obr. 18: Oolitická struktura (binokulární mikroskop).

Jíly, jílovce a slínovce mají strukturu *pelitomorfni*.

Vápence se vyznačují strukturou *organogenní* (Obr. 19). Jsou-li ve vápencích patrné úlomky fosilií, mluvíme o struktuře *organodetrické* (Obr. 20). Nedá-li se určit původ úlomků zkamenělin, označí se struktura jako *detrická*. Jsou-li vápence složeny z velmi jemných částic, mají strukturu *kalovou* (Obr. 21).



Obr. 19: Organogenní struktura vápence.



Obr. 20: Organodetritická struktura vápence.



Obr. 21: Kalová struktura vápence.

### **Metamorfované horniny**

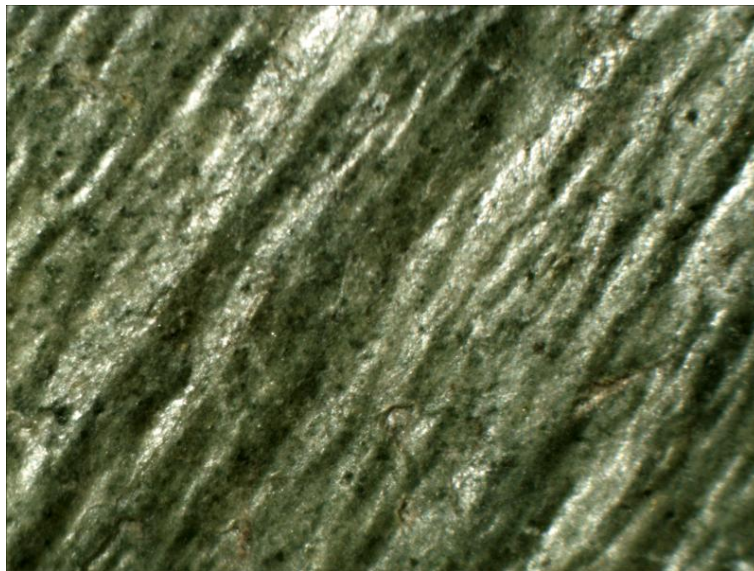
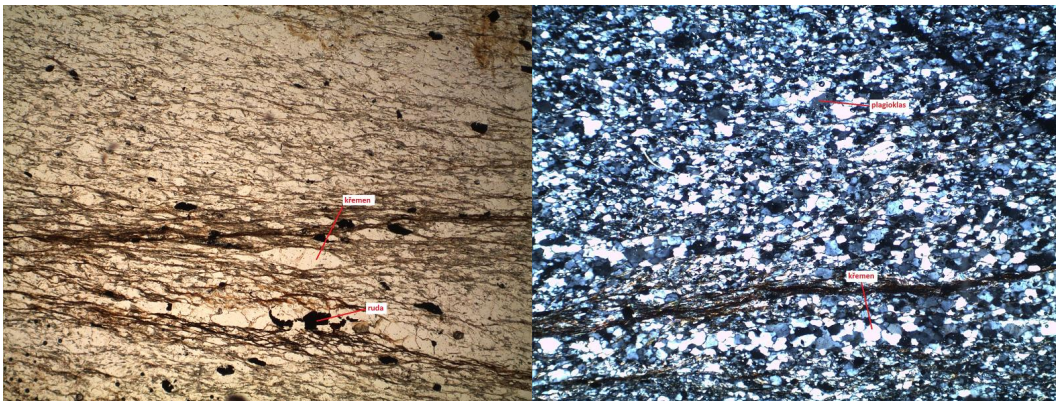
Metamorfované horniny prodělaly během své geneze metamorfní krystalizaci neboli krystaloblastézu. Podle toho rozeznáváme následující struktury (Chamra et al., 2005):

- *granoblastickou – zrnitou* (Obr. 22) - minerální součásti tvoří přibližně stejnoměrná zrna (ruly, granulity, mramory, kvarcity). Tato struktura je nejpříznivější pro technické použití metamorfitů;



Obr. 22: Granoblastická struktura (granulit).

- *lepidoblastickou - lupenitou* - ve smyslu usměrnění kryjí plochy břidličnatosti hlavně šupinkaté minerály (fylit, svor, pararula, chloritická a mastková břidlice);



Obr. 23: Lepidoblastická struktura (fylit) – vlevo nahoře usměrnění minerálů v polarizovaném světle (5x zvětšení), vpravo nahoře usměrnění minerálů při zkřížených nikolech polarizačního mikroskopu (5x zvětšení), dole snímek z binokulárního mikroskopu.

- *nematoblastickou - vláknitou* - podmíněna přítomností jehlicovitých minerálů, např. amfibolů, vyznačují se jí třeba amfibolity;
- *porfyroblastickou – okatou* (Obr. 24) - některé minerály vynikají svou velikostí nad ostatními a připomínají vyrostlice vyvřelin (tzv. porfyroblasty), např. okaté ruly;
- *rohovcovou - dlažební* - mikroskopicky viditelná větší zrna např. křemene, živce, cordieritu apod., vznikají z původní pelitomorfnní hmoty a jsou uspořádána na způsob dlažby, u kontaktních rohovců a erlánů, podmiňuje velkou pevnost i houževnatost.



Obr. 24: Okatá struktura (ortorula).

#### **Seznam použitých informačních zdrojů**

<http://petrologie.1sin.cz/index.php>

Chamra Sv., Schröfel J., Tylš V. (2005): Základy petrografie a regionální geologie ČR. Vydavatelství ČVUT, 181 str.

Petránek J. (1993): Malá encyklopedie geologie. Nakl. Jih, 248 str.

[www.tulane.edu/~sanelson/eens212/intro&textures.htm](http://www.tulane.edu/~sanelson/eens212/intro&textures.htm)