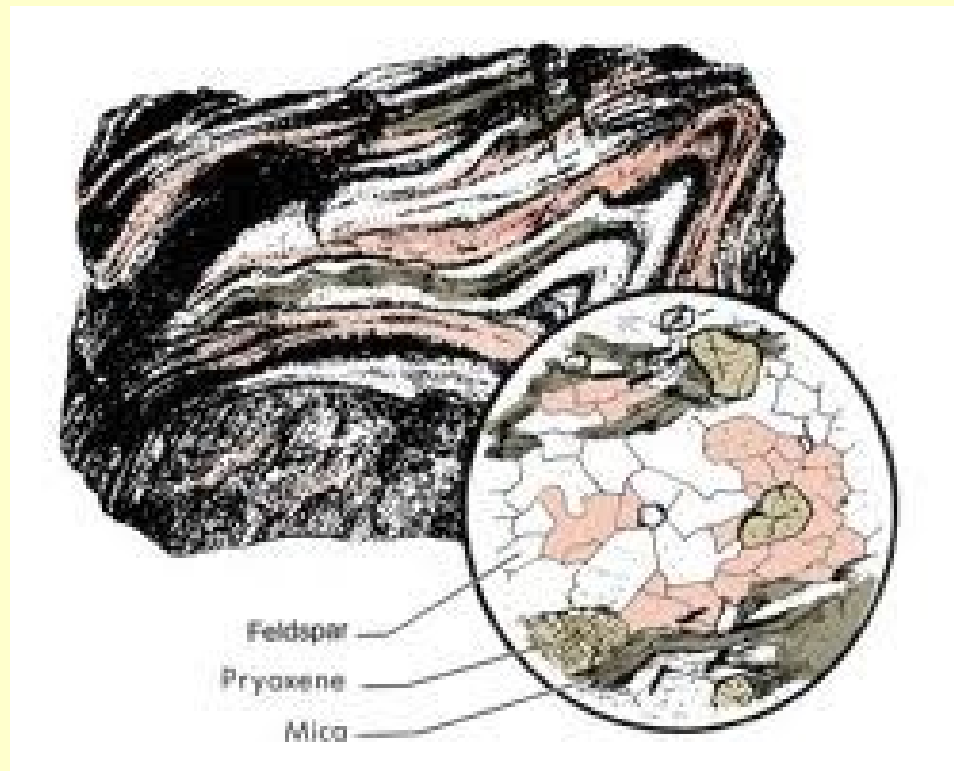
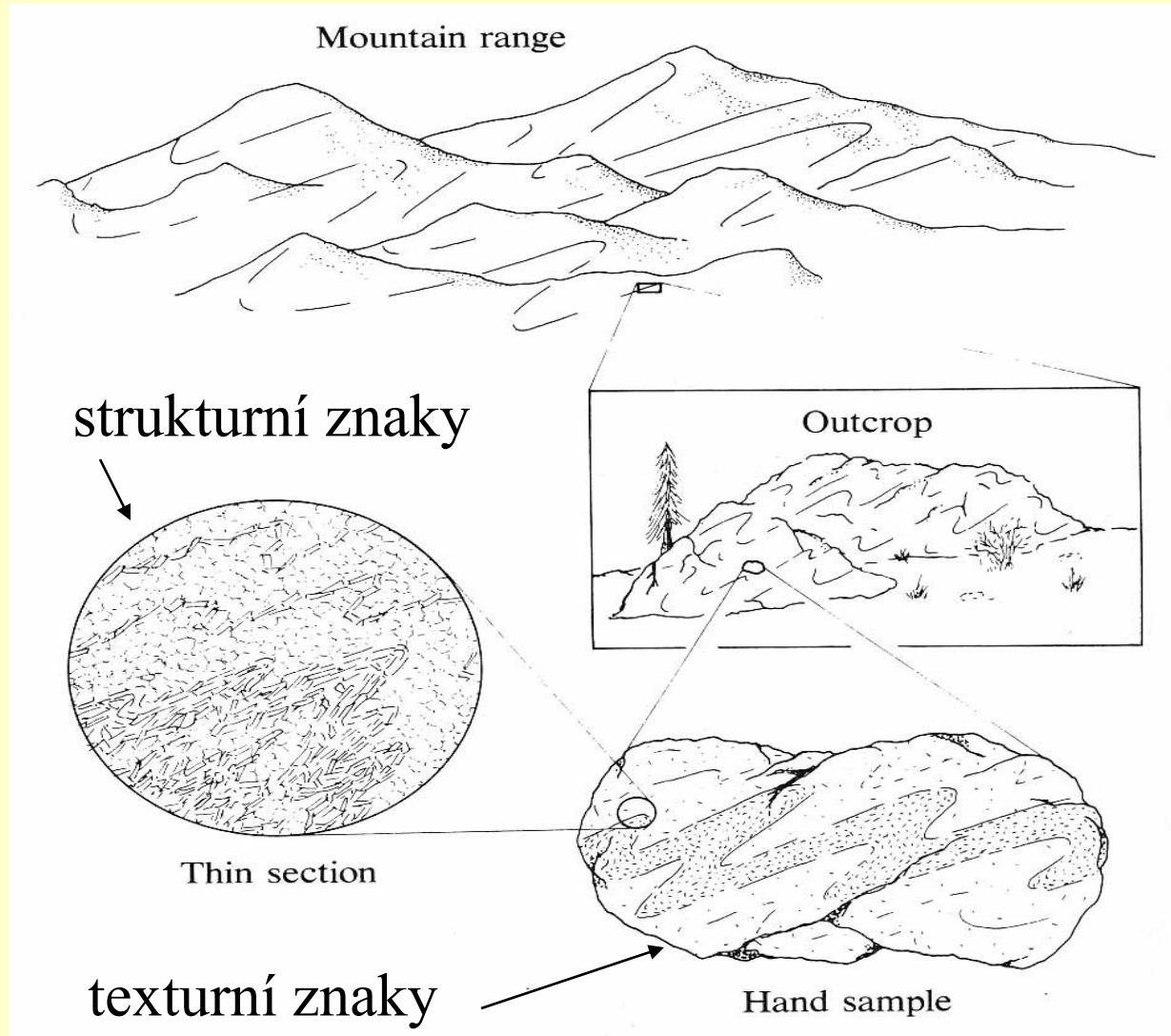


Petrologie G3021

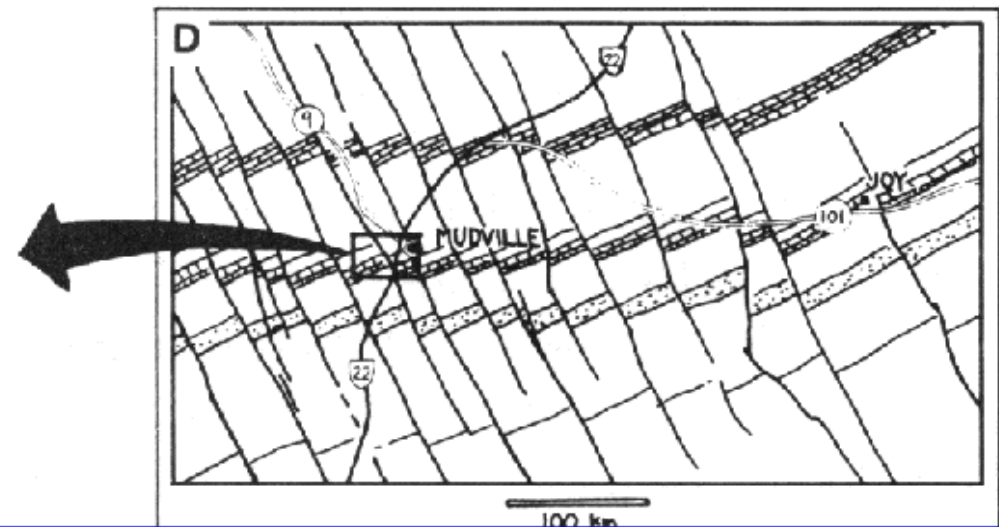
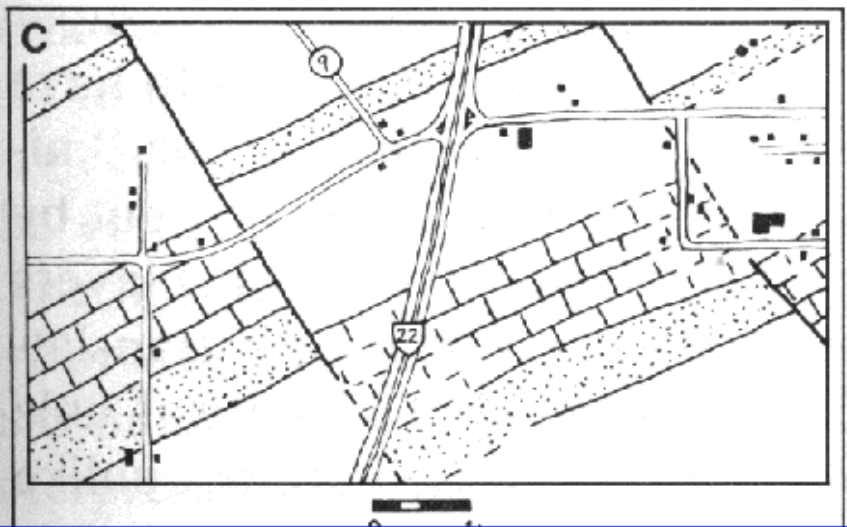
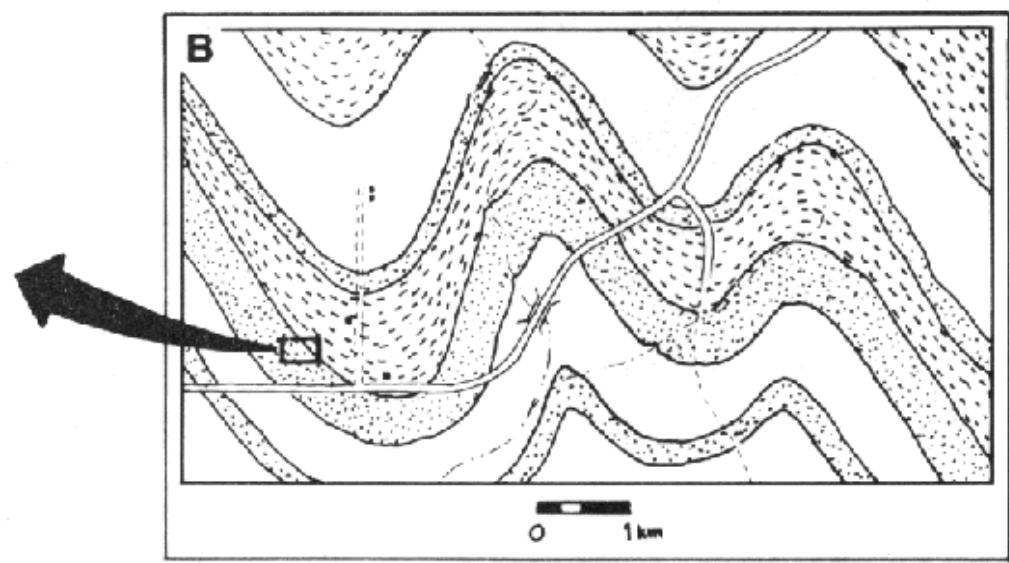
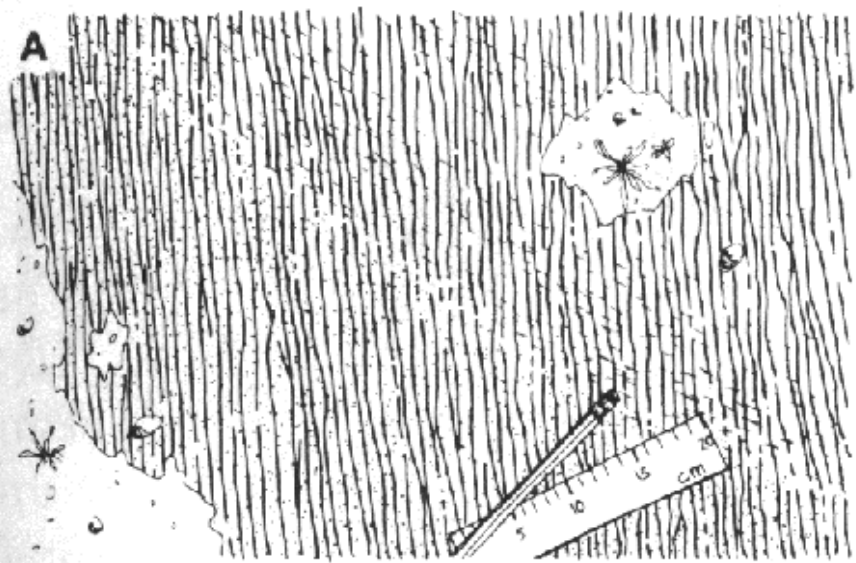
4. Stavby metamorfovaných hornin



- **Textura** = obvykle možno pozorovat pouhým okem (makroskopická stavba)
- **Struktura** = tvar, velikost a vztahy minerálů; stavební znaky viditelné pouze pod mikroskopem



Dnes někteří autoři nerozlišují textury a struktury ale zahrnují tyto stavební prvky pod jeden společný název **STAVBA**.

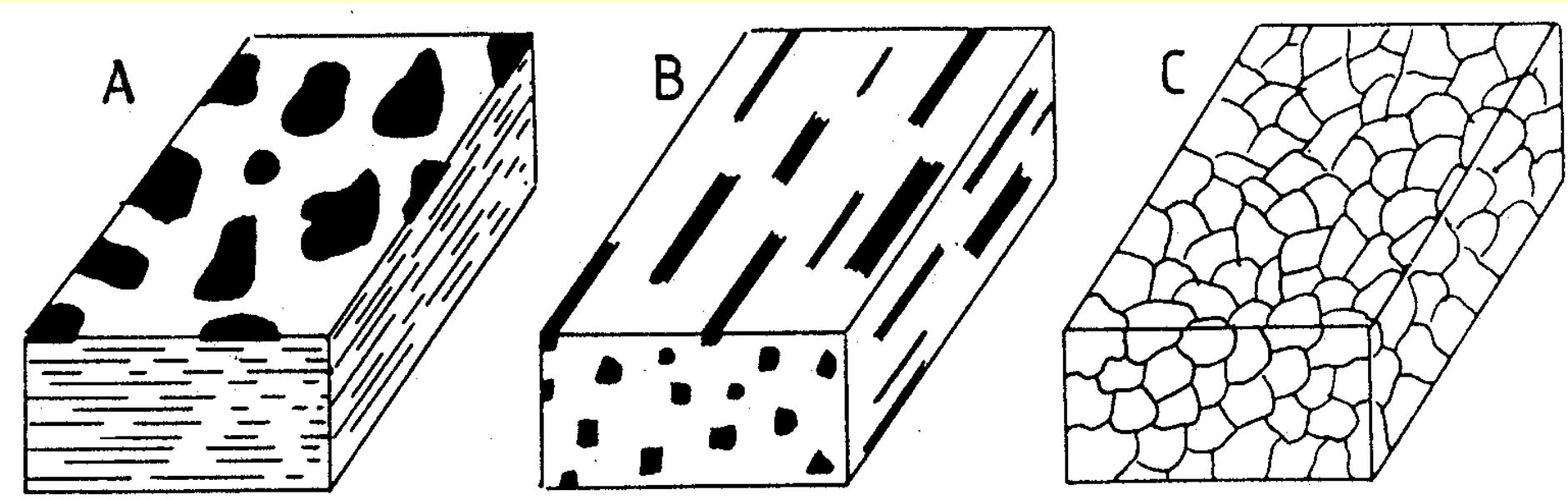


Různé struktury jsou patrné v odlišném měřítku (A kliváž+mineralogie, B litologie, atd.)

➤ **Hlavním dělítkem je makroskopicky patrná isotropie nebo anisotropie horniny:**

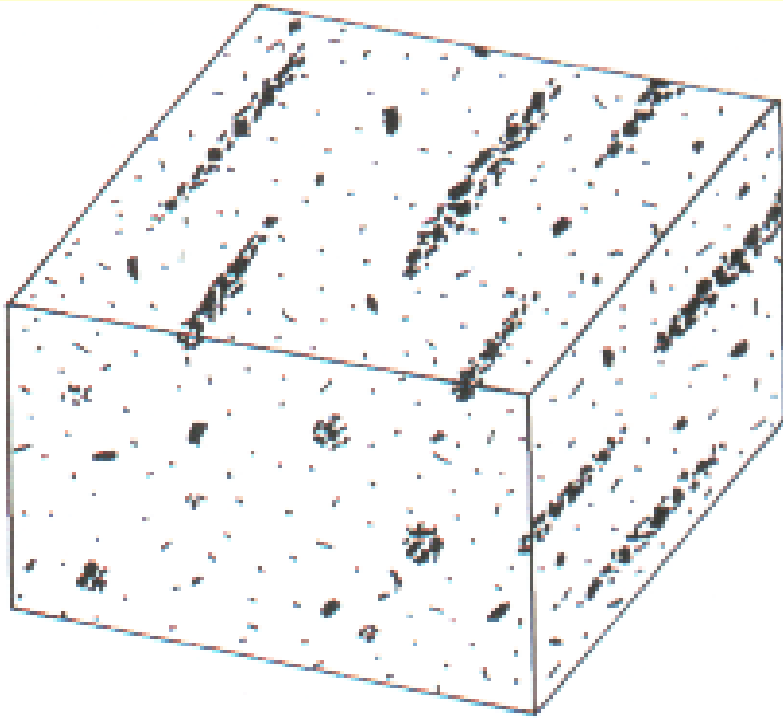
- **všesměrná** (masivní) — v horninách bez lineace a foliace (karbonáty, serpentinity, eklogity).
- **lineárně paralelní** — v horninách s lineací a bez foliace (stébelnatá rula, některé amfibolity)
- **plošně paralelní** — v horninách s foliací a bez lineace
- **lineárně - plošně paralelní** — je vyvinuta lineace i foliace

Podle výraznosti paralelní textury je možno rozlišovat paralelní texturu velmi výraznou, málo výraznou a nevýraznou.



A - plošně paralelní (foliace), B - lineárně paralelní (lineace), C - všesměrná

D



Stébelnatá

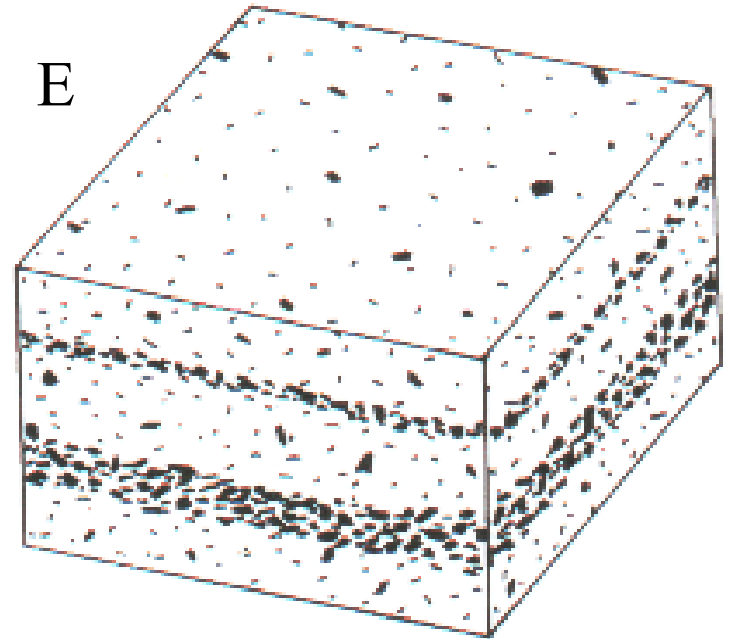
- hornina se skládá z rovnoběžných,
- tence válcovitých útvarů

Páskovaná

střídání poloh lišících se barvou, zrnitostí apod.

- jemně páskovaná (pásy v mm)
- hrubě páskovaná (pásy v cm)
- lavicovitě páskovaná (pásy v dm)

E

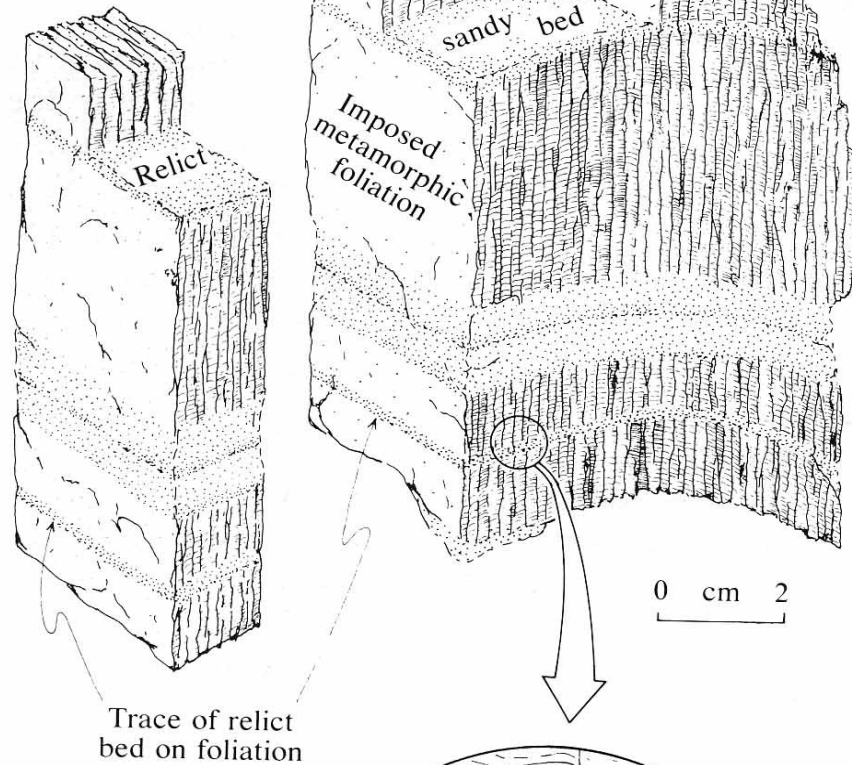


Layering

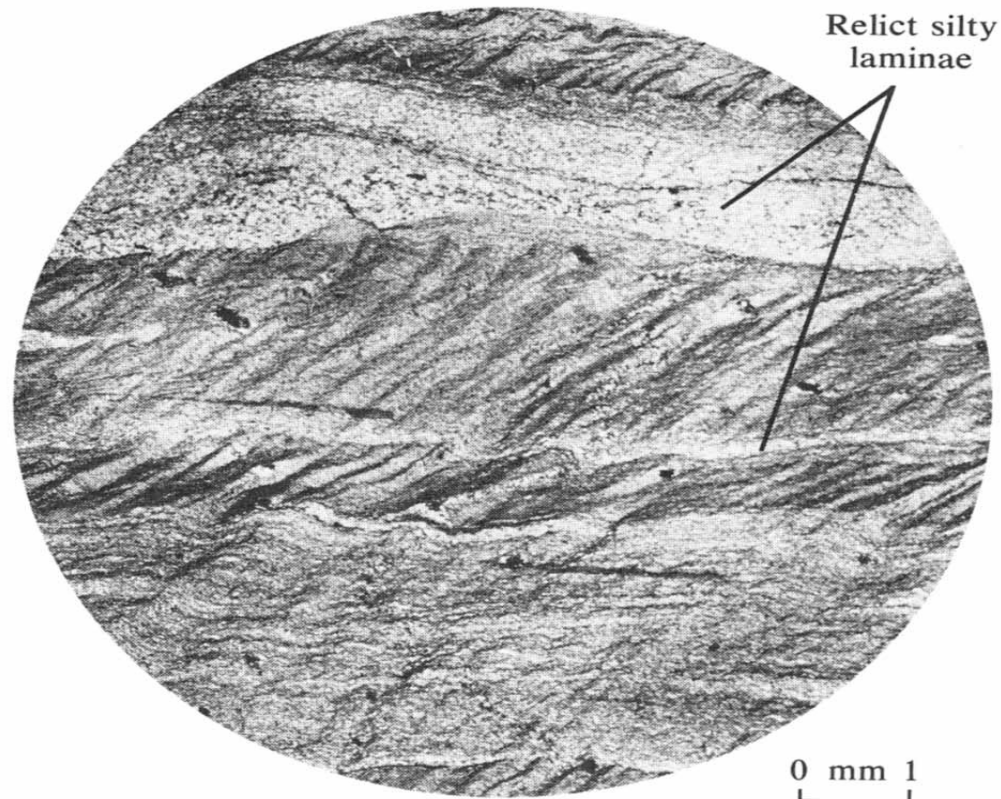
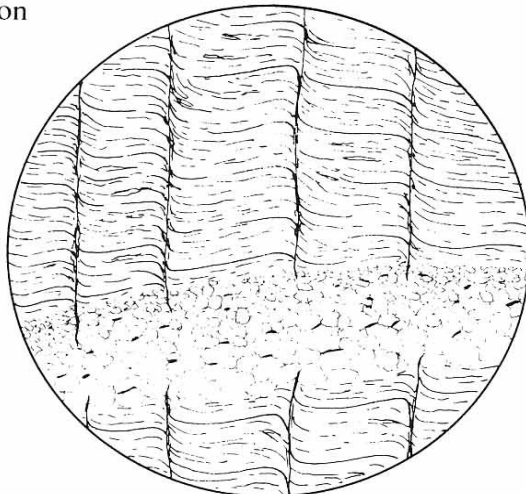
D - stébelnatá, E - páskovaná

Kliváž

- hustá soustava paralelních nebo subparalelních trhlin,
- pronikají celým tělesem
- jde o druhotně vzniklé plochy skutečného nebo častěji jen potenciálního rozpadu hornin (např. po zvětrání)
- jejich vznik není doprovázen celkovou rekrystalizací horniny



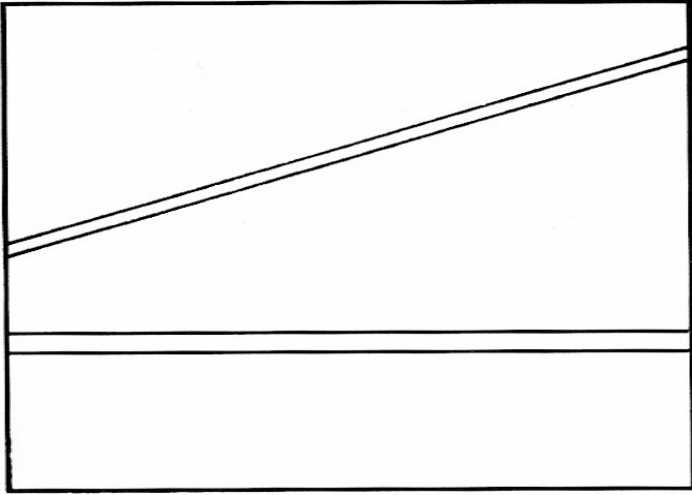
Trace of relict bed on foliation



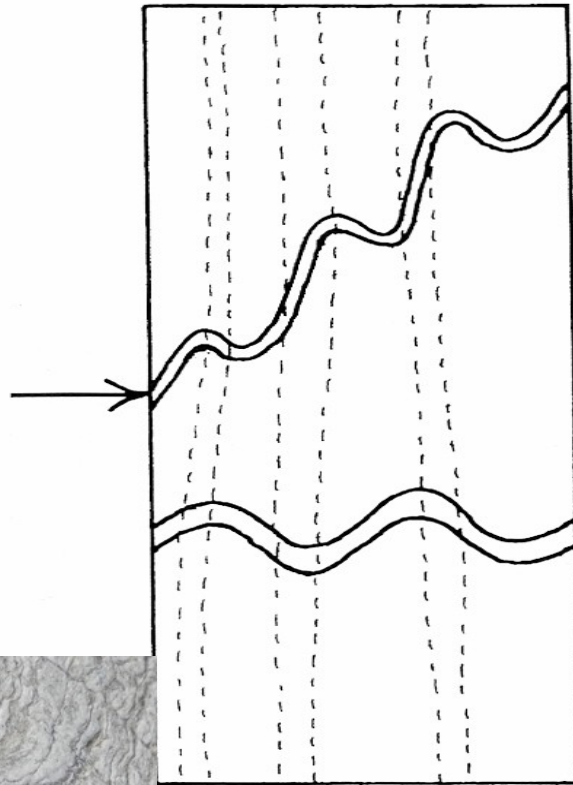
Vztah kliváže a původního zvrstvení horniny (Best (1982). *Igneous and Metamorphic Petrology*. W. H. Freeman. San Francisco).



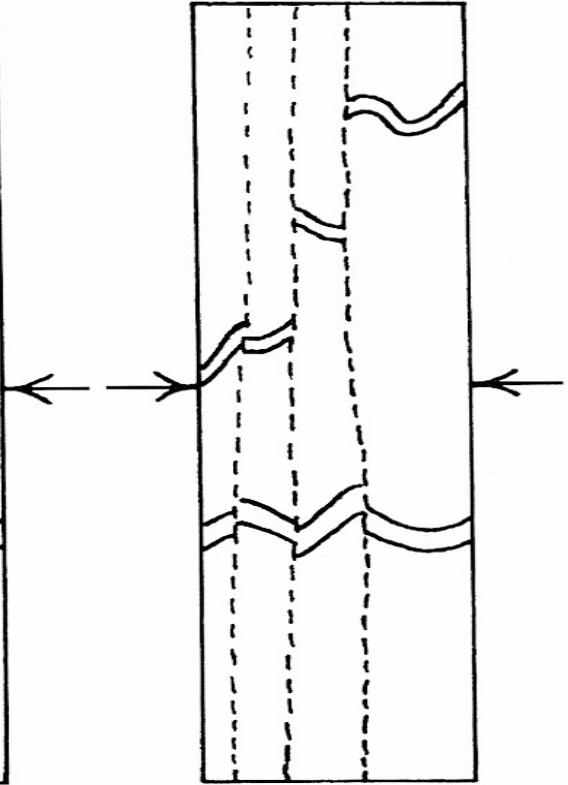
Tlakové rozpouštění



Undeformed



Flattened

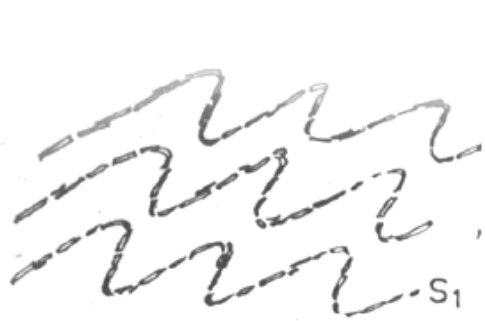


36% volume loss after pressure solution



Krenulační kliváž:

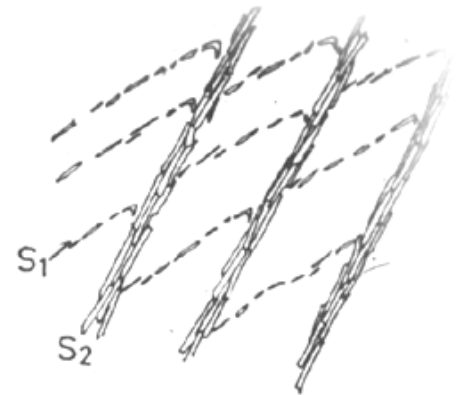
vzniká v jemně zvrásněných (krenulovaných) horninách redistribucí fylosilikátů do ramen drobných vrásek a světlých minerálů do zámků těchto vrásek



(a)



(b)

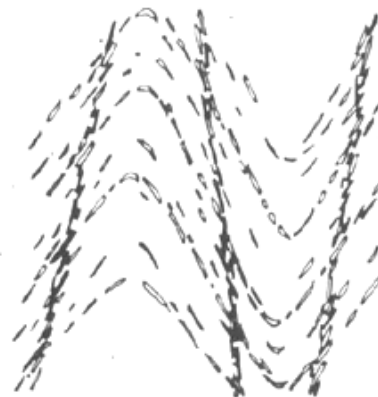


(c)

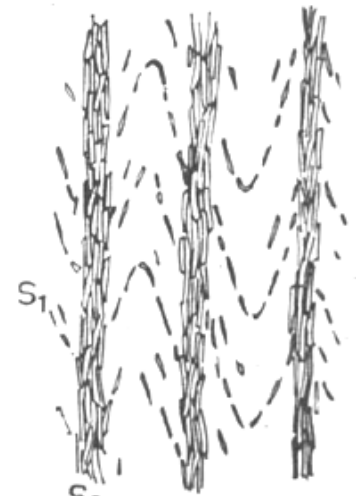
Vznik krenulační kliváže a → c (asymetrická), d → f (symetrická)
(Spry (1969) *Metamorphic Textures*. Pergamon. Oxford).



(d)



(e)

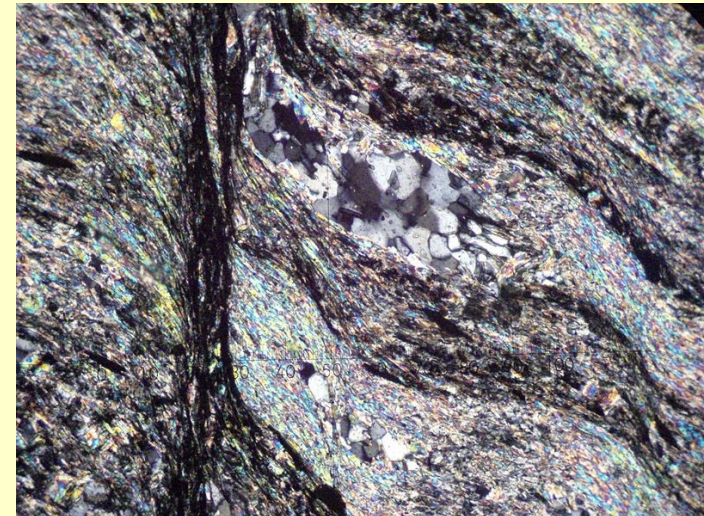
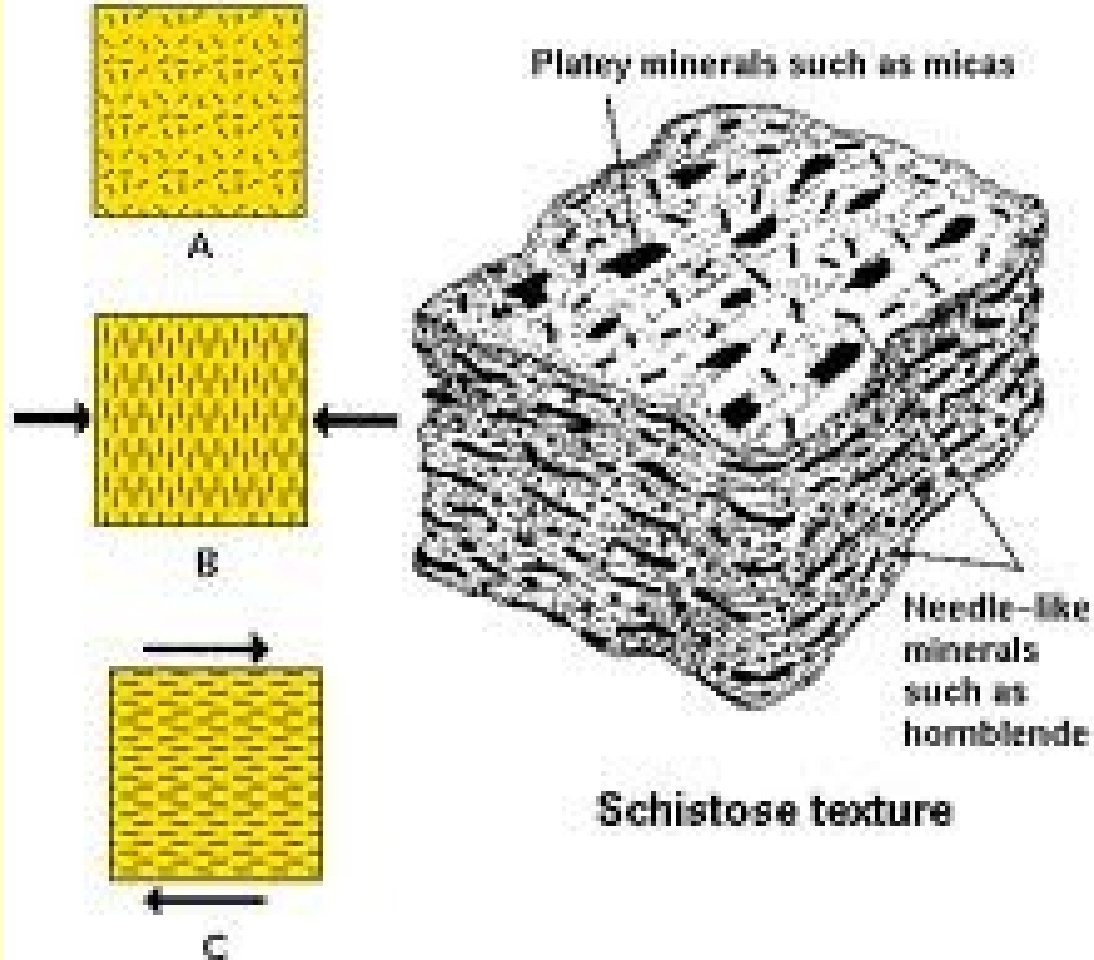


(f)

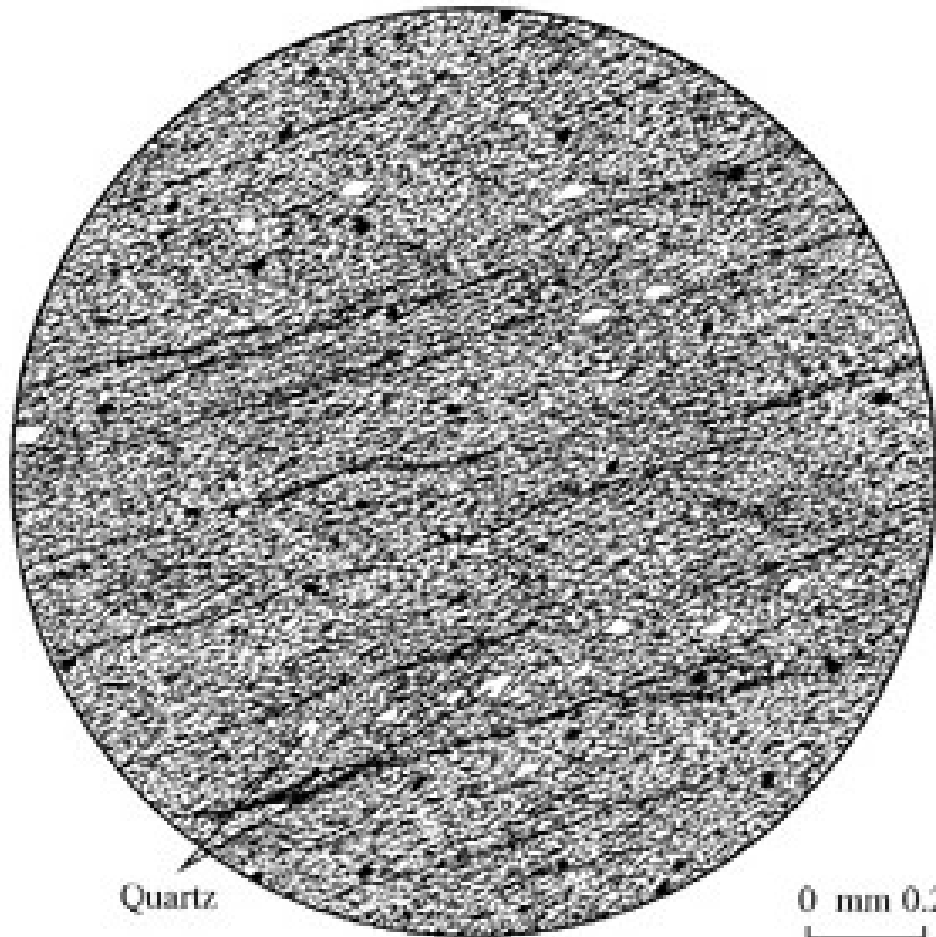
Foliace

plošně paralelní uspořádání destičkovitých minerálů (převážně fylosilikátů) v důsledku působení orientovaného tlaku

Orientation of platy minerals

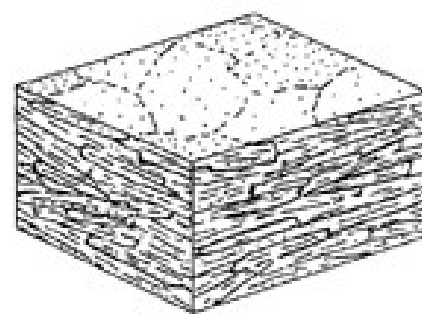




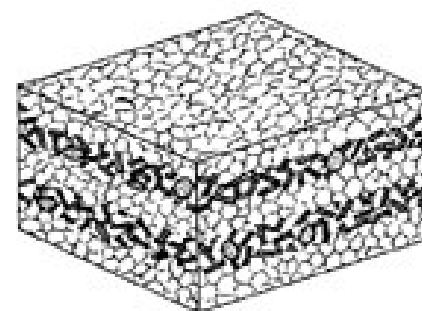
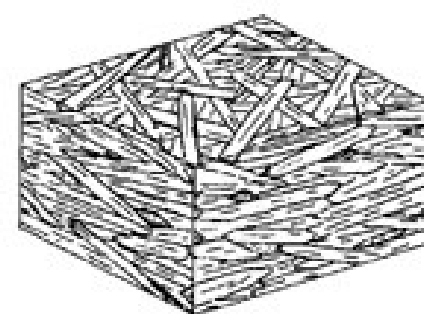


Quartz

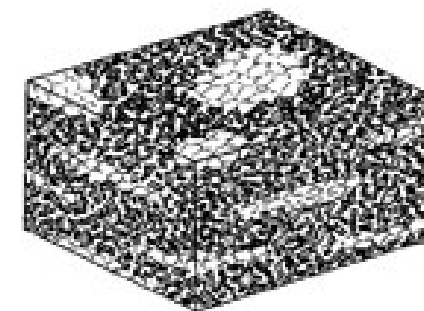
0 mm 0.2



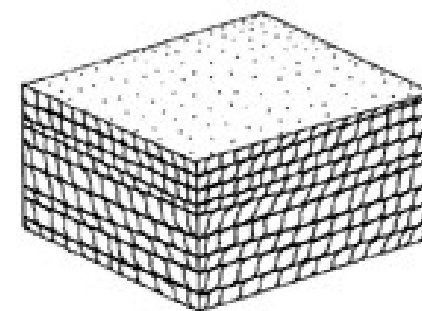
Planar preferred orientation of inequant grains



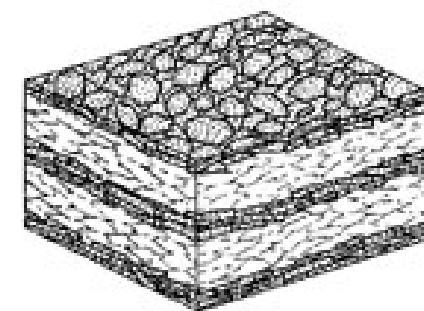
Compositional layering



Discoidal segregations



Planar fabric domains



Combined compositional layering and preferred grain orientation

Kliváž v kontaktním rohovci

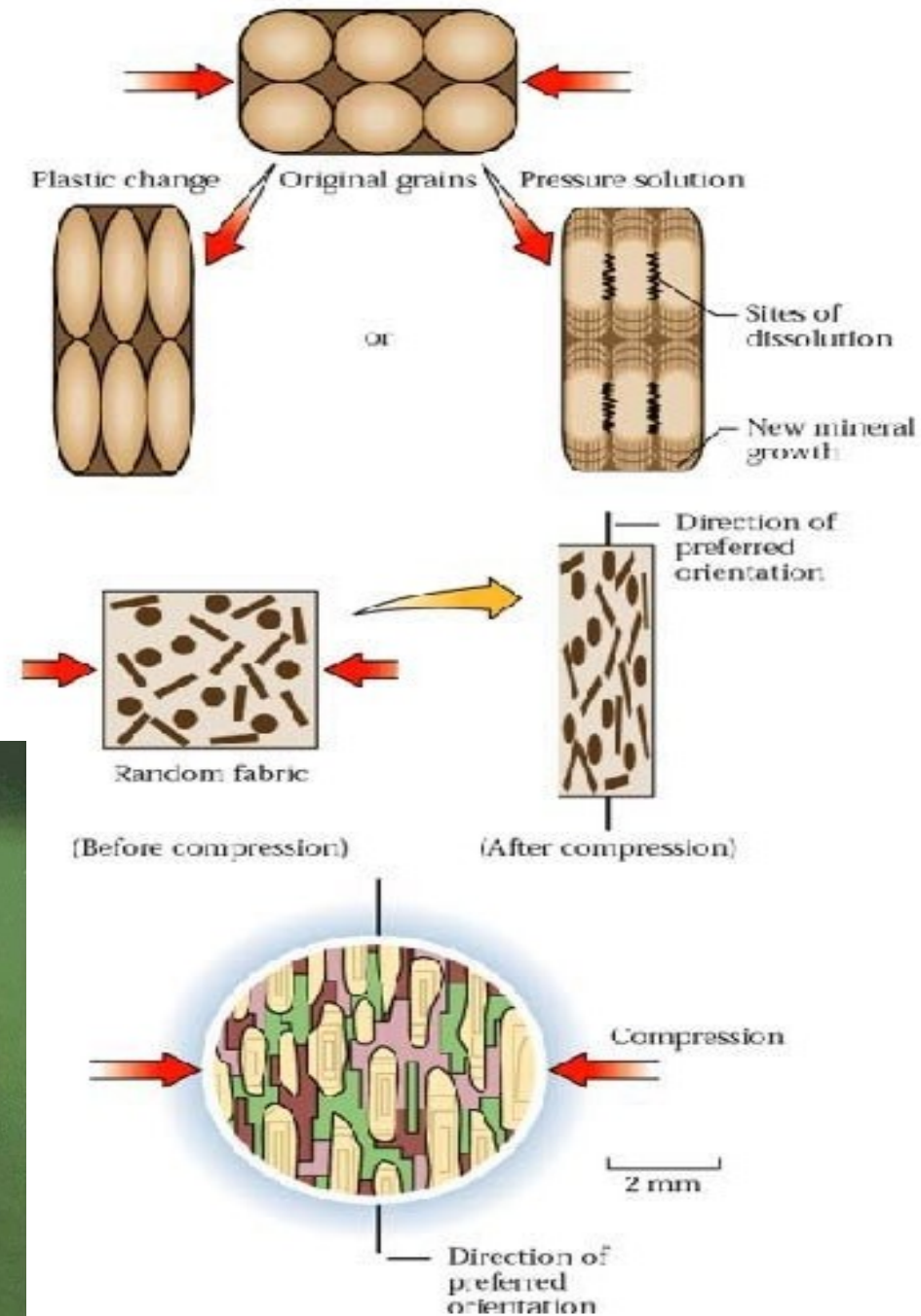
Různé typy plošně paralelních staveb



Foliace ve fylitech (Mongolsko)

Vznik metamorfní foliace

- 1) mechanická rotace tabulkovitých a protažených zrn
- 2) tlakové rozpouštění, plastická deformace
- 3) orientovaný růst vnučený napěťovým polem



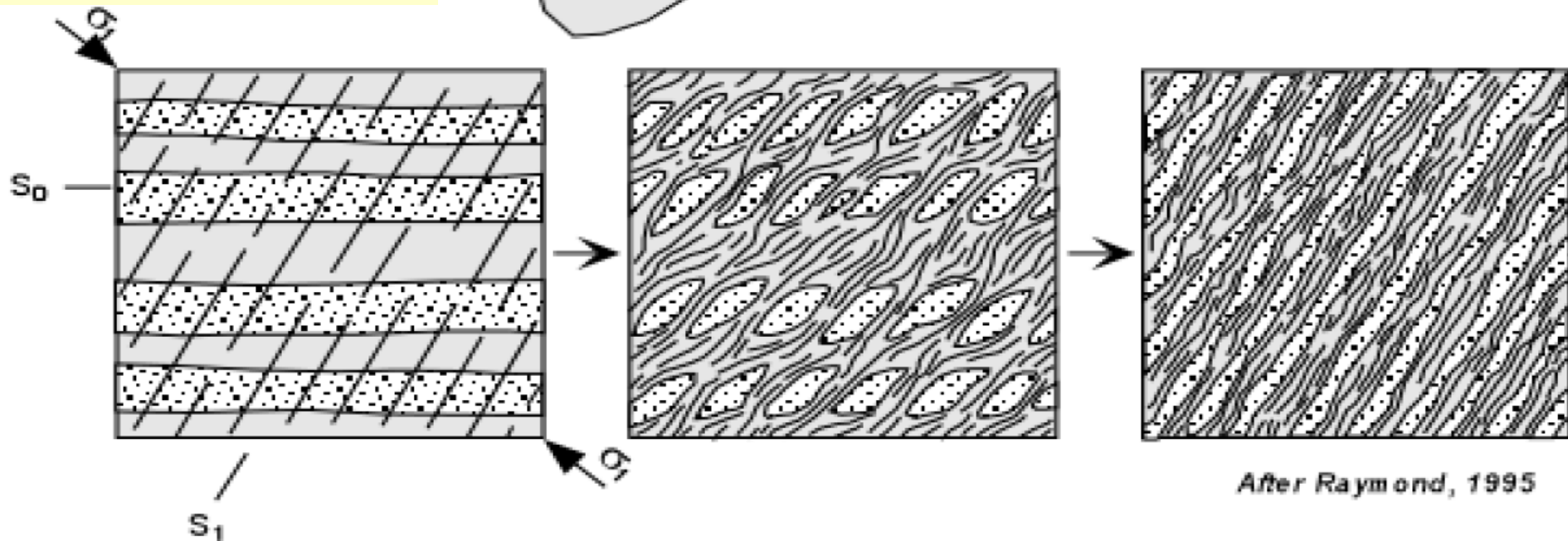
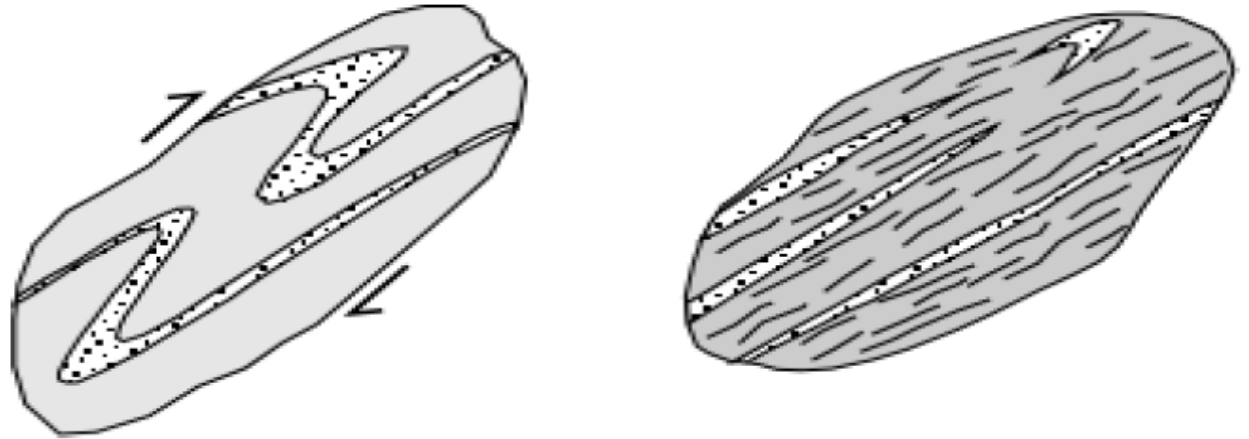
Dvojslídny svor



Jak vzniká nová metamorfní foliace (I)

- 1) původní zvrstvení (páskování, žilky) je ovlivněno směrným tlakem
- 2) v důsledku směrného tlaku vzniknou čočky
- 3) protažením a rekrystalizací čoček vzniká nové páskování (foliace)

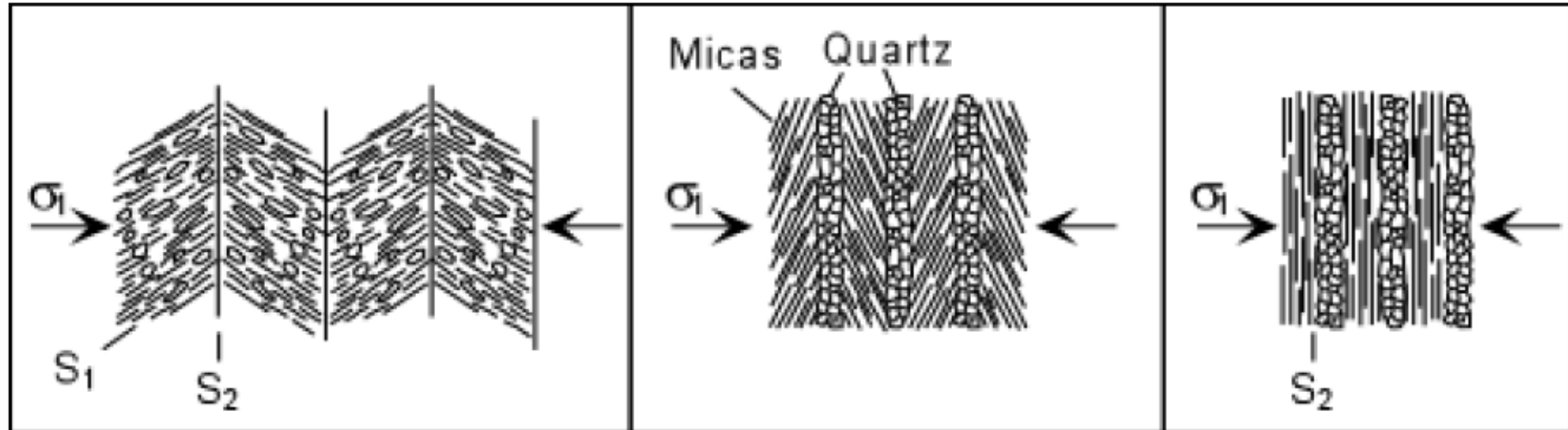
v důsledku stříhu při vrásnění může vznikat série čoček nebo poloh (často není možné určit genezi)





Jak vzniká nová metamorfní foliace (II)

- 1) V důsledku směrného tlaku vzniknou pásy zalomení „kink-bands“
- 2) Nová foliace vzniká podél osních rovin těchto pásů zalomení
- 3) V důsledku tlakového rozpouštění křemene vzniká nové páskování (foliace)





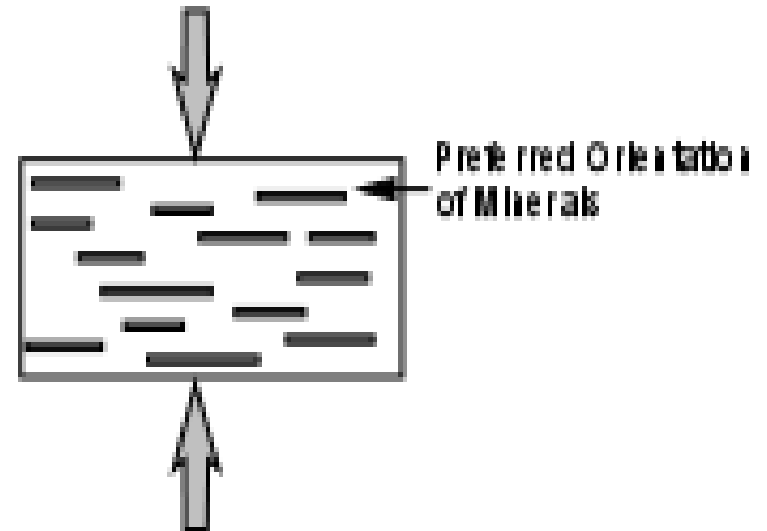
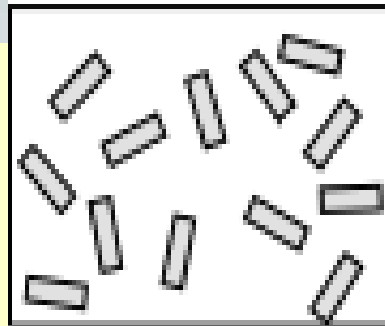
Lineace

- paralelní uspořádání protáhlých stavebních prvků
- např. přednostní uspořádání sloupcovitých minerálů (např. amfibolů)



Stébelnatá rula:
lineárně paralelní textura

Random Orientation
of Minerals



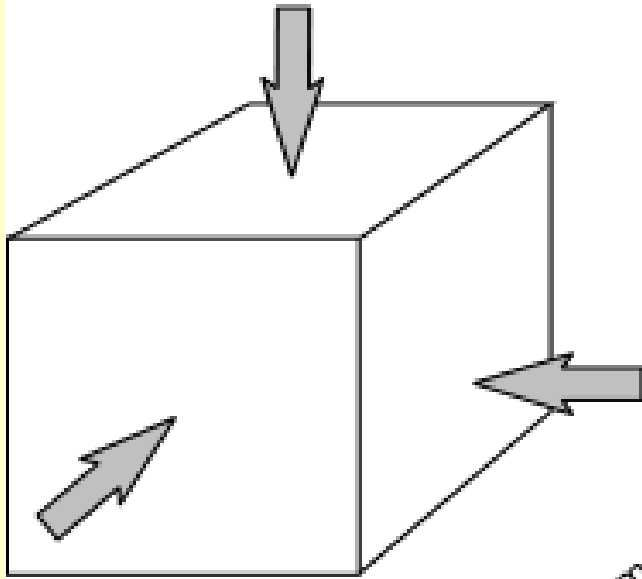
Maximum Stress Direction

- **Všesměrná stavba**



Eklogit
všesměrná textura

Uniform (Hydrostatic) Stress



Minimum Stress σ_3

Differential Stress

Intermediate Stress σ_2

Maximum Stress σ_1



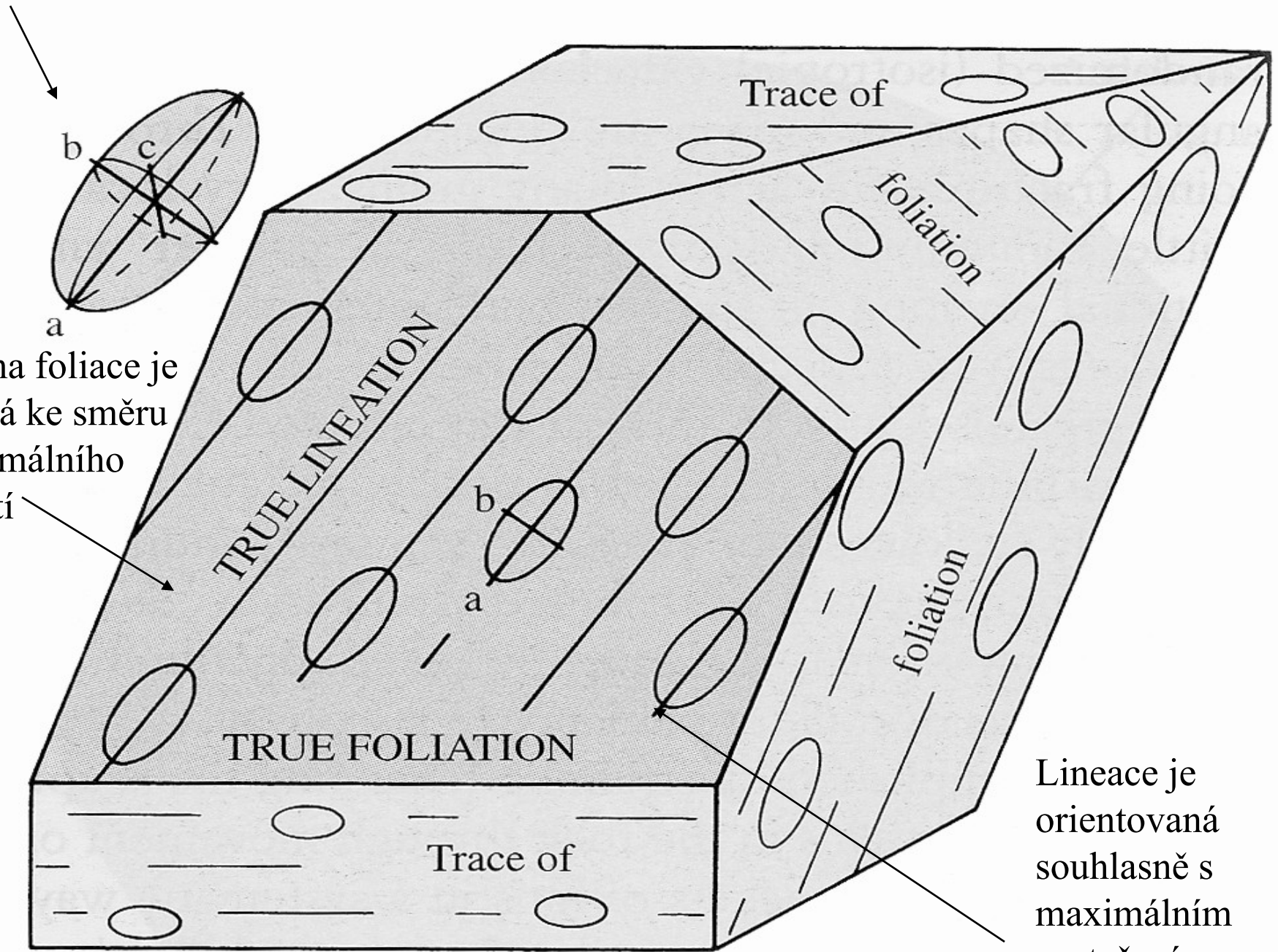
• $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3 \rightarrow$ foliace a není přítomna lineace

• $\sigma_1 = \sigma_2 > \sigma_3 \rightarrow$ lineace a není přítomna foliace

• $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 \rightarrow$ foliace a lineace



Výsledný napěťový elipsoid



Plocha foliace je kolmá ke směru maximálního napětí

Lineace je orientovaná souhlasně s maximálním protažením

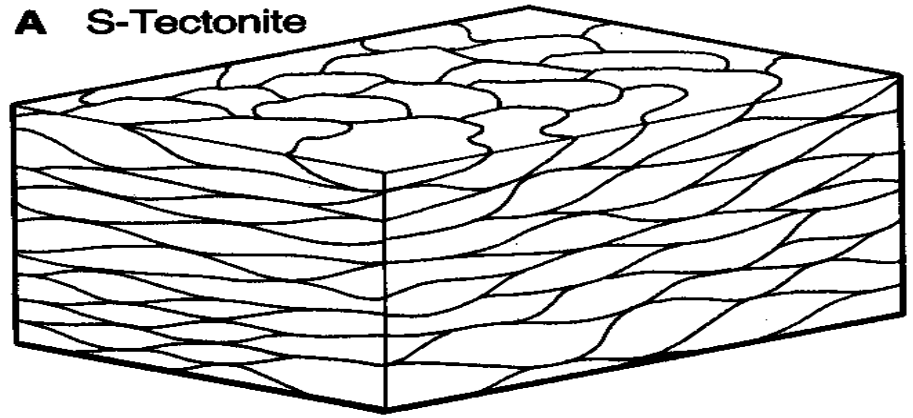
Tektonit je horniny, jejichž stavba vznikla deformací

S – tektonity, dominuje foliace

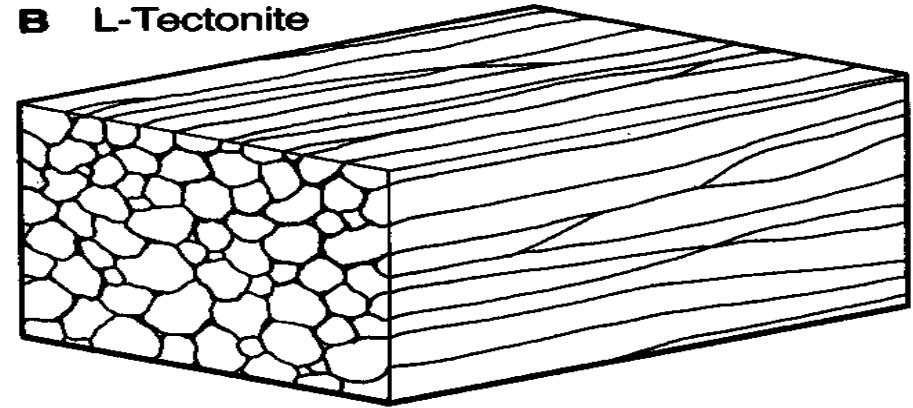
L – tektonity, dominuje lineace

LS – tektonity, je vyvinuta foliace i lineace

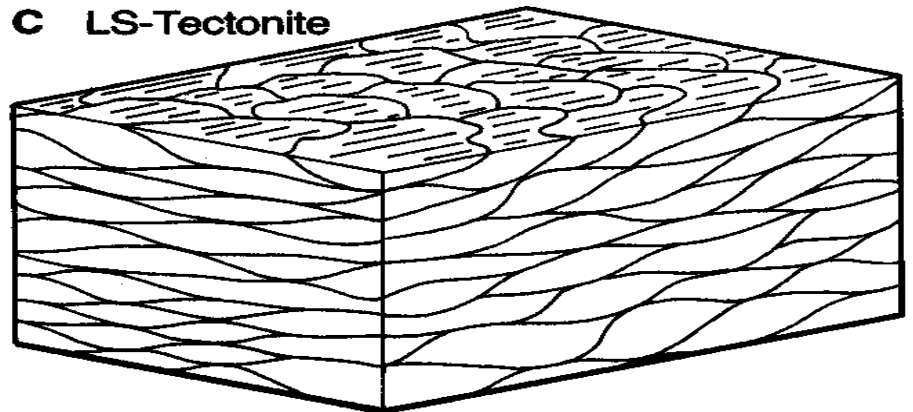
A S-Tectonite



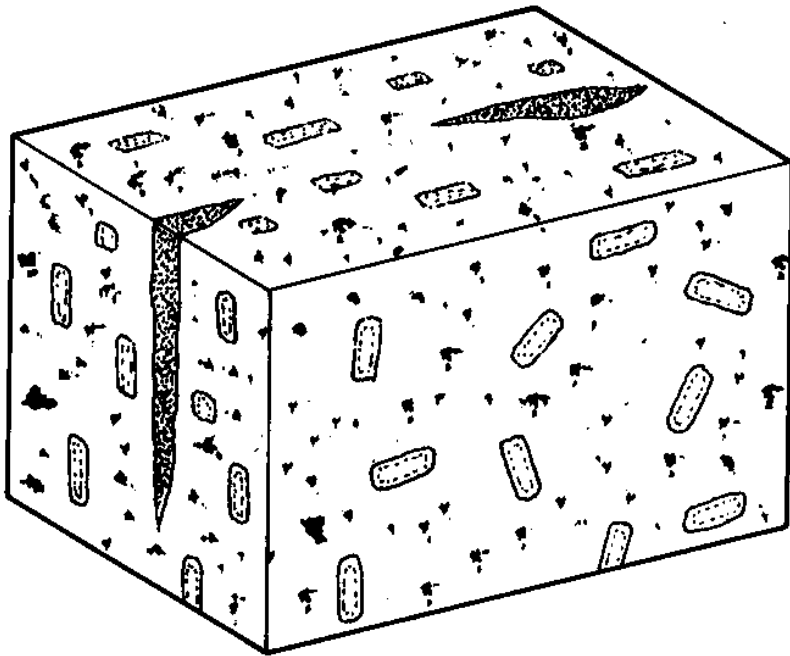
B L-Tectonite



C LS-Tectonite

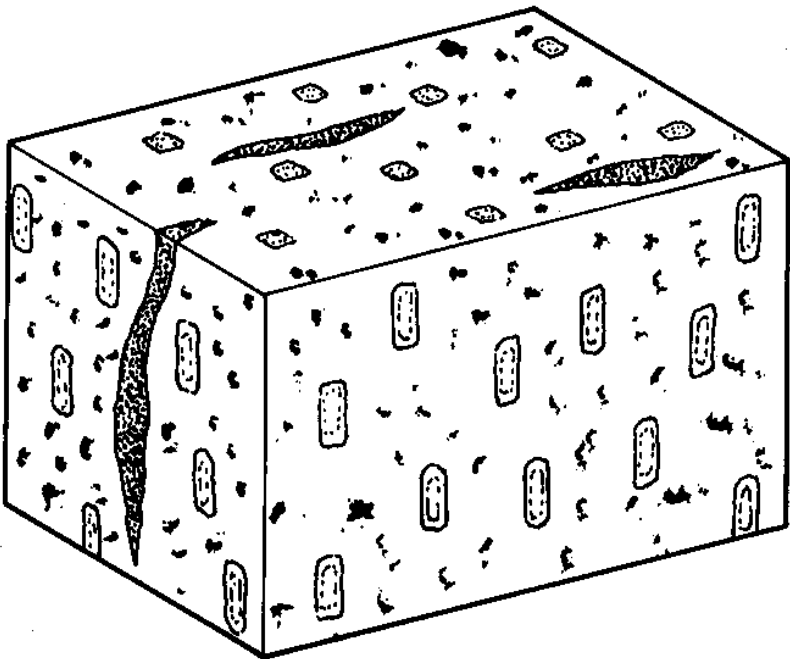


A



foliace je definována živci +
enklávami, lineace neexistuje

B



lineace je definována živci,
foliace enklávami



- Stébelnatá rula - lineárně paralelní textura



- Fylit - plošně paralelní textura



- Eklogit - všesměrná textura



Bt rula (Ždár)

Speciální texturní znaky

- 1) Skvrnitá
- 2) Okatá
- 3) Plodová
- 4) Plástevnatá

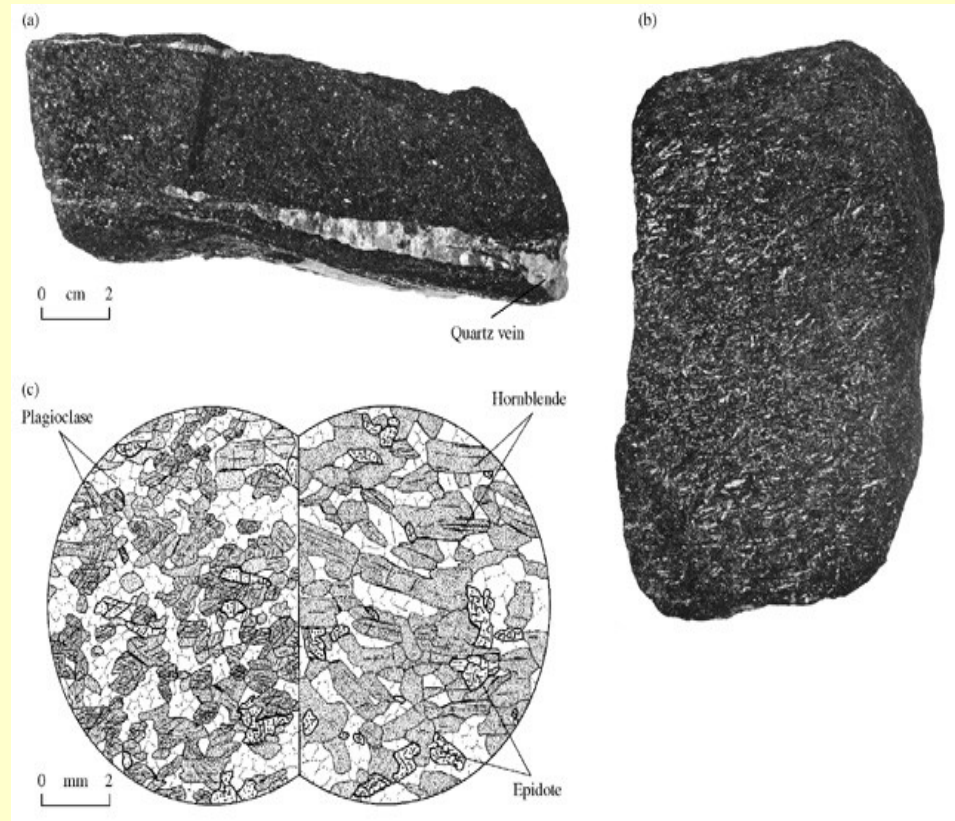


- **plástevnatá**
 - tabulkovitě odlučné polohy potaženy slídami
- **stébelnatá**
 - hornina se skládá z rovnoběžných, tence válcovitých útvarů
- **dynamofluidální** — (v mylonitech)
 - připomíná fluidální texturu vyvřelin, ale vznikla tektonickým pohybem
- **okatá**
 - vzájemně se nedotýkající okrouhlé nebo mírně protáhlé útvary (oka),
 - oko je složeno z jednoho nebo více zrn, uložené v jemnozrnnější hmotě
- **čočkovitá**
 - čočkovité útvary nahloučené jeden na druhém
- **brekciovitá**
 - ostrohranné úlomky
- **skvrnitá**
 - barevná nestejnorodost podmíněná shluky minerálů, grafitického nebo rudního pigmentu apod.
- **pórovitá (kavernosní)**
 - v metamorfovaných horninách většinou jen druhotně selektivním vyvětráváním
 - vzácně se vytváří i při metasomatóze, např. při dolomitizaci krystalických vápenců

STRUKTURY METAMORFOVANÝCH HORNIN

Základní termíny:

- **krystaloblast**
minerál vzniklý během metamorfózy (bez ohledu na velikost, tvar a stupeň idiomorfie)
- **Holoblast:** krystaloblast, který se během metamorfózy vytvořil jako úplně nová součást, nikoli dorůstáním zárodka z výchozí horniny
- **Idioblast:** krystaloblast omezený vlastními krystalografickými plochami
- **Xenoblast:** krystaloblast bez vlastního krystalografického omezení



Krystaloblastické struktury dělíme podle toho, zda se předmetamorfní struktura uchovala (aspoň zčásti), nebo neuchovala:

I) reliktní struktury

- blastoporfyrická, blastopsamitická, blastogranitická, blastoaleuritická, blastoofitická, blastopelitická, blastopsefitická atd.



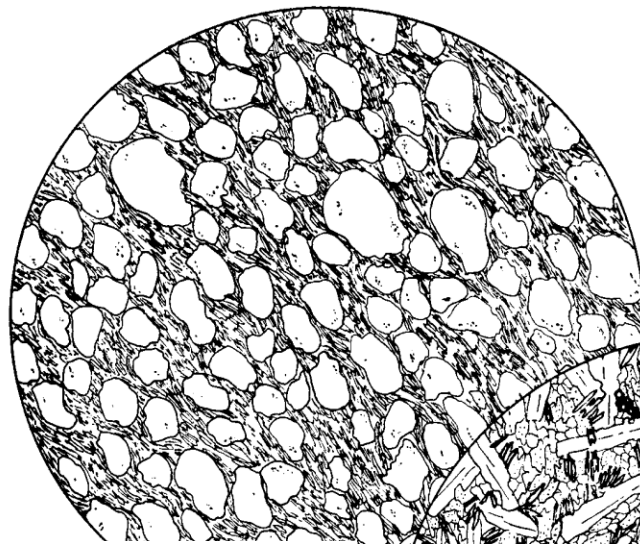
Reliktní struktura - metakonglomerát obsahující deformované valouny.

II) rekrytalizační

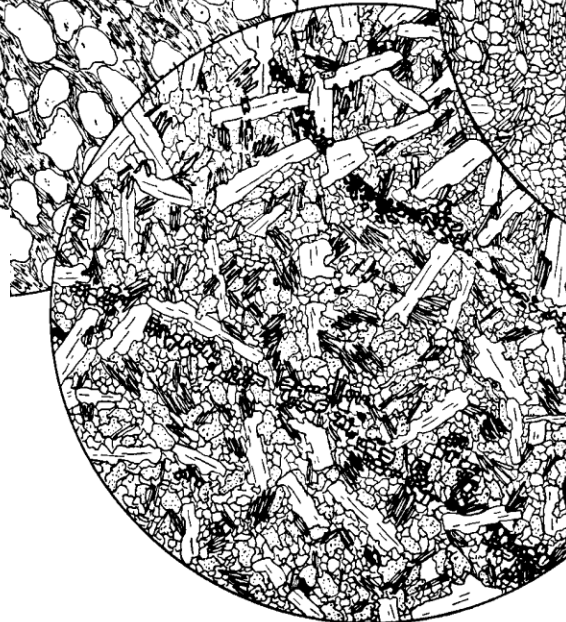
- granoblastická, nematoblastická, lepidoblastická atd.

I) Reliktní struktury

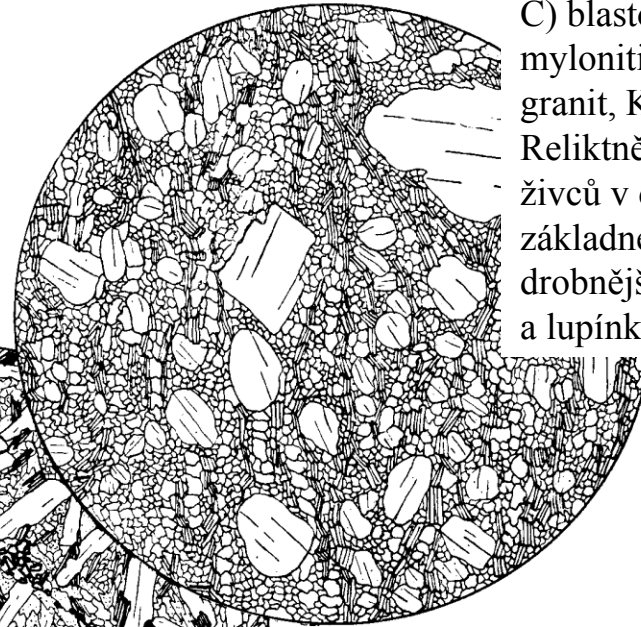
- vyskytují se v horninách v nichž metamorfóza zcela neseřela původní strukturní nebo minerální uspořádání horniny
- horninu pojmenujeme stejným názvem jako její nemetamorfovaný ekvivalent pouze užitíme předponu meta- (např. metagabro, metakonglomerát)
- struktury mají předponu blasto- (blastopsamitická).



A) blastopsamitická struktura: Kontaktně metamorfovaný algonkický pískovec, Koupě u Hudčic. Reliktní klastická zrna křemene uložená v jemnozrné rekrystalované základní tkáni, která se skládá z jemných šupinek biotitu a zrněk křemene.



B) blastoofitická struktura: Zelená břidlice, Kralupy nad Vltavou. Reliktně zachovaný tvar a uspořádání lišt původně bazických, nyní kyselých plagioklasů v rekrystalované základní tkáni složené z drobného albitu, chloritu, křemene a titanitu, vytvářejícího proužky.

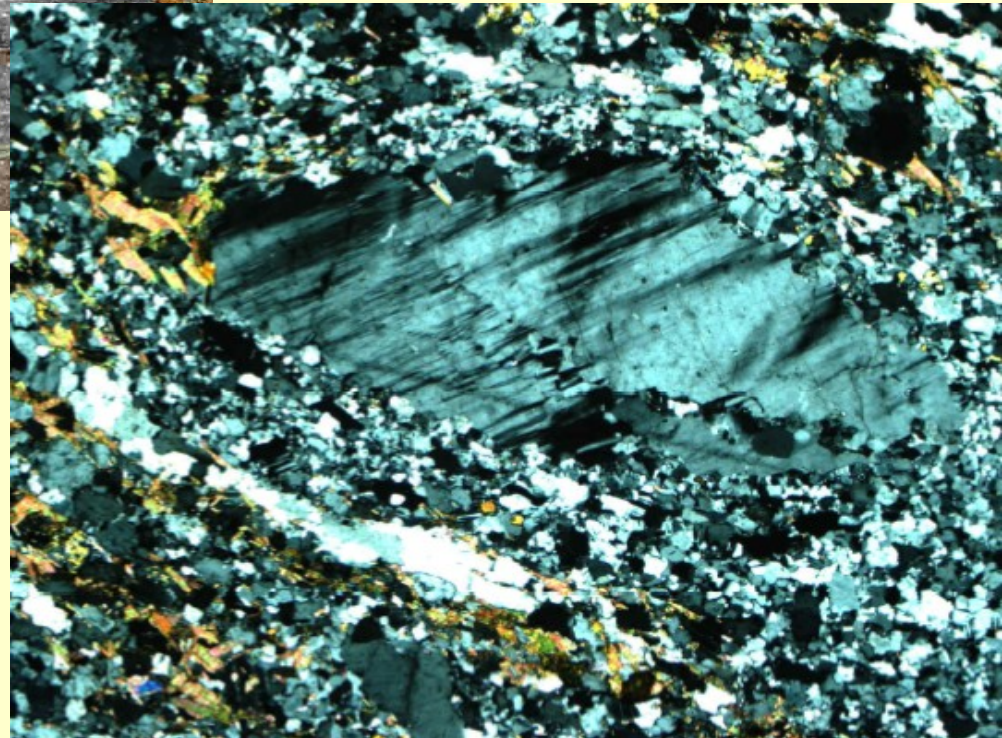


C) blastoporfyrická struktura: mylonitizovaný muskovitický granit, Krhovice u Znojma. Reliktně zachované vyrostlice živců v drcené a rekrystalované základné tkáni složené z drobnějších zrn živců, křemene a lupínků muskovitu.



- **Porfyroklast:** relikty původních vyrostlic v deformované hornině

Porfyroklast draselného živce v ortorule (Mongolsko)



Porfyroklast draselného živce v mylonitu (Mongolsko)

II) Rekrytalizační struktury

- Rekrytalizační struktury rozlišujeme podle několika hledisek:

1. Podle tvaru minerálních součástek:

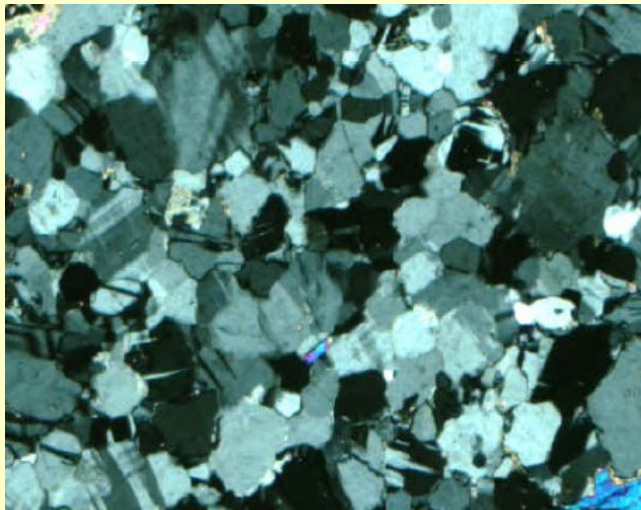
a) **Granoblastická** - součástky mají tvar zrn, tj. nejsou omezeny rovnoběžnými plochami

- *isometricky granoblastická* - zrna mají tvar blížící se kouli
- *anisometricky granoblastická* - zrna jsou protáhlá (asi jako zrna pšenice) pro přechodné případy se ponechá jen základní termín - struktura granoblastická

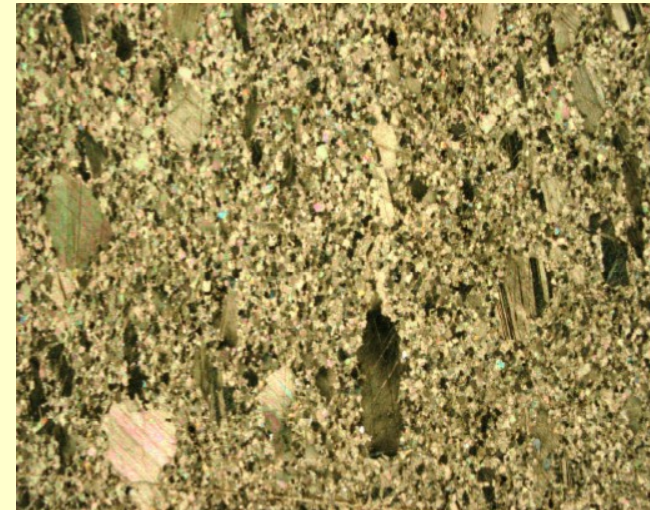
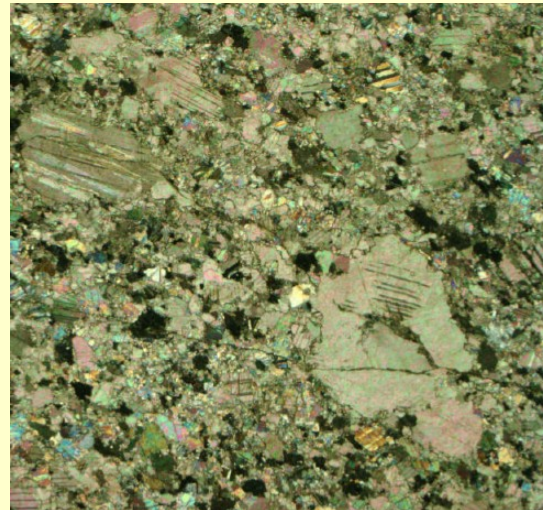
➤ *odrůdy granoblastické struktury podle omezení zrn:*

1) *dlažbovitá* - omezení zrn rovné

2) *suturovitá* - okraje zrn jsou výrazně členité, vykrajované



isometricky granoblastická

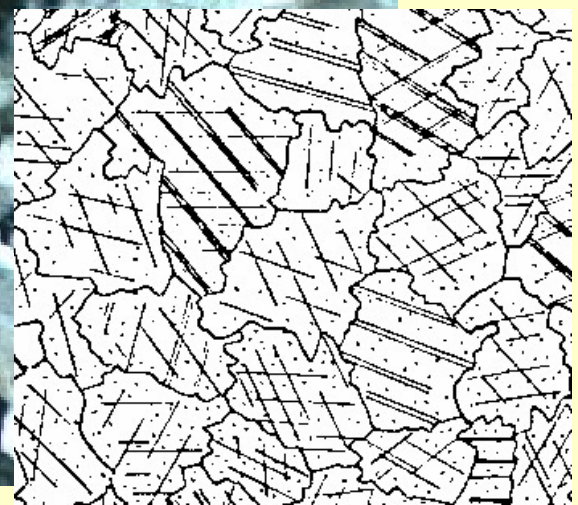
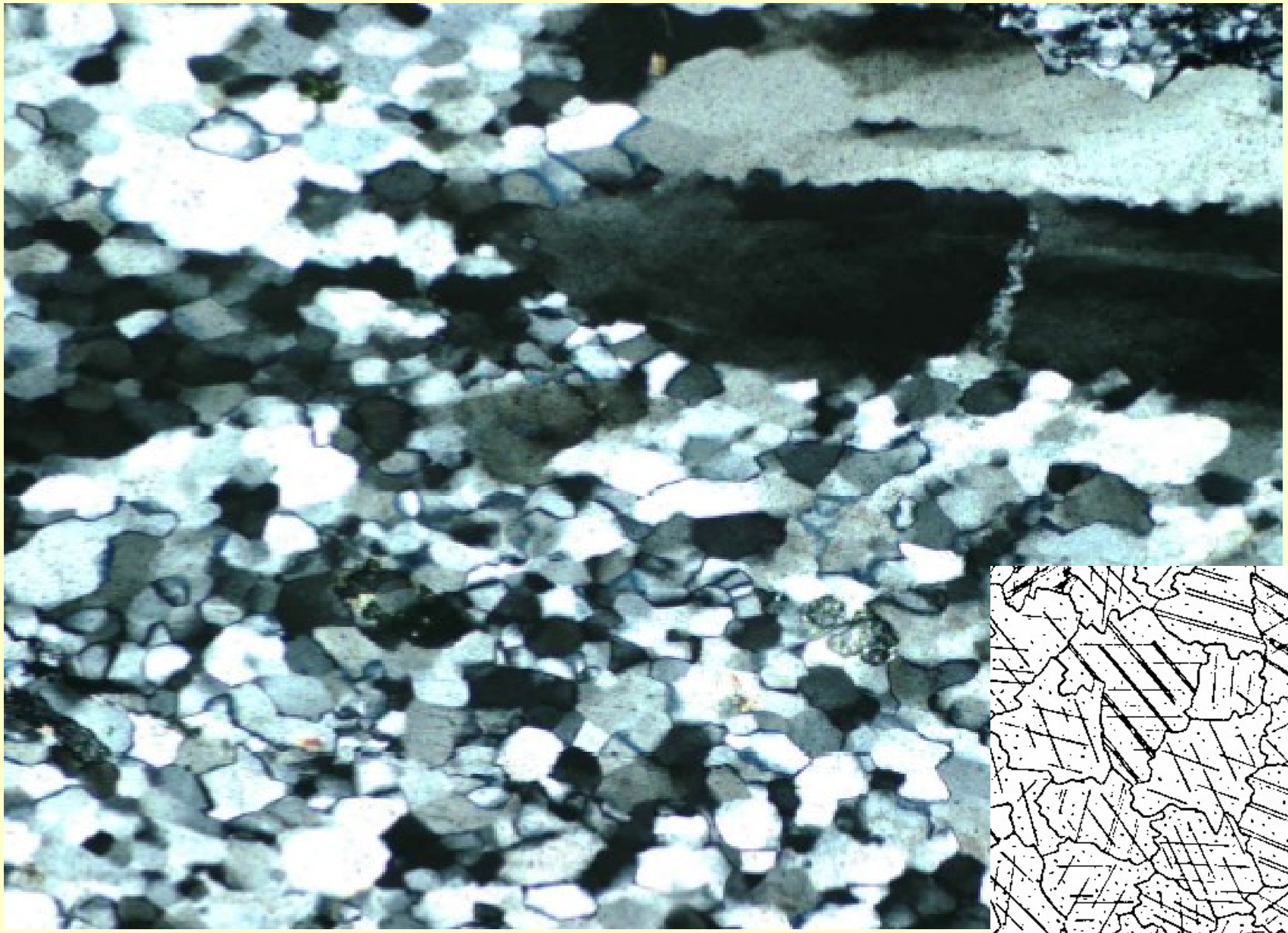


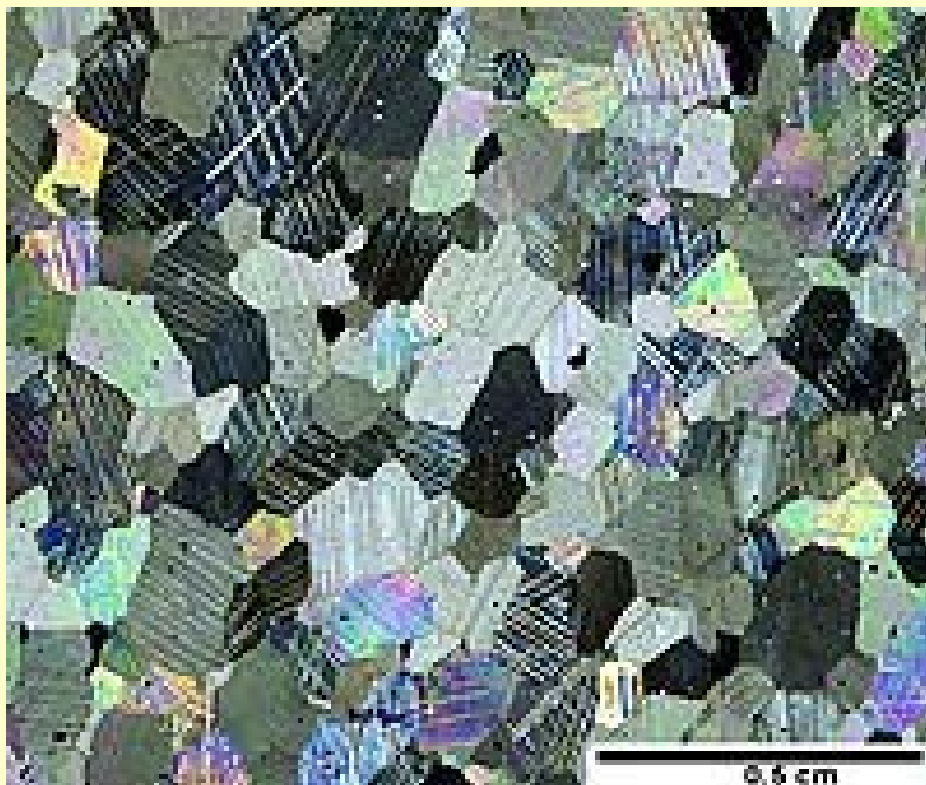
anisometricky granoblastická

a) Granoblastická struktura

- tvořena minerály s izometrickými zrny

kvarcit tvořený hlavně křemenem

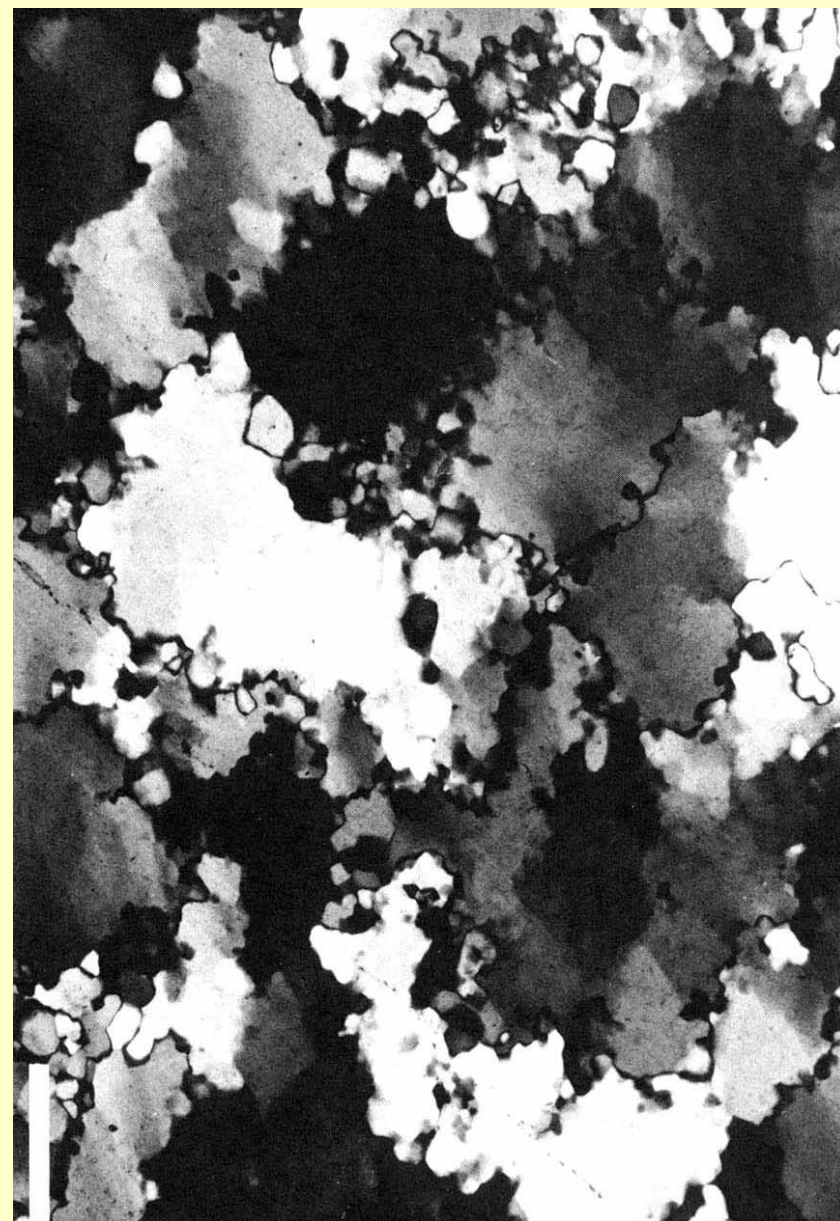




dlažbovitá struktura: mramor

Krajními případy suturovité struktury jsou:

- 1) struktura zubovitá (okraje zrn jsou ostrohraně členité)
- 2) laločnatá (okraje zrn jsou oble členité)

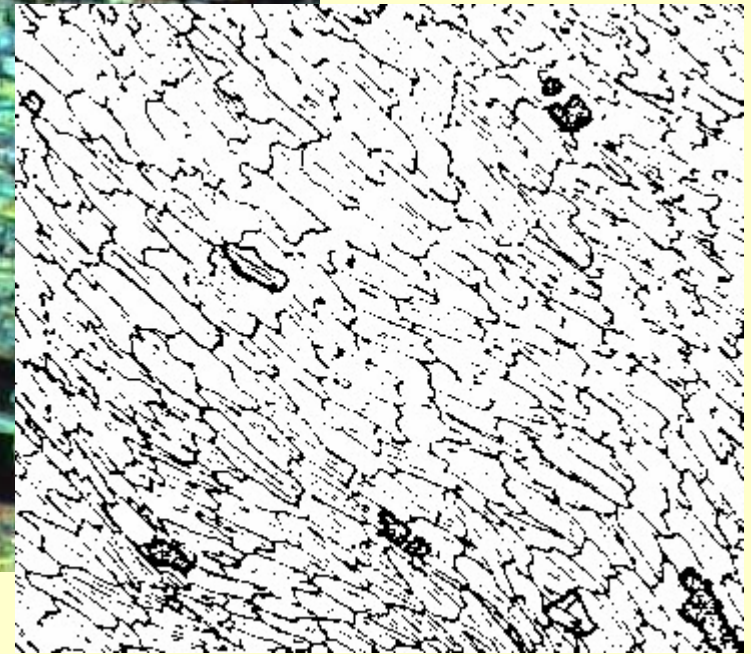
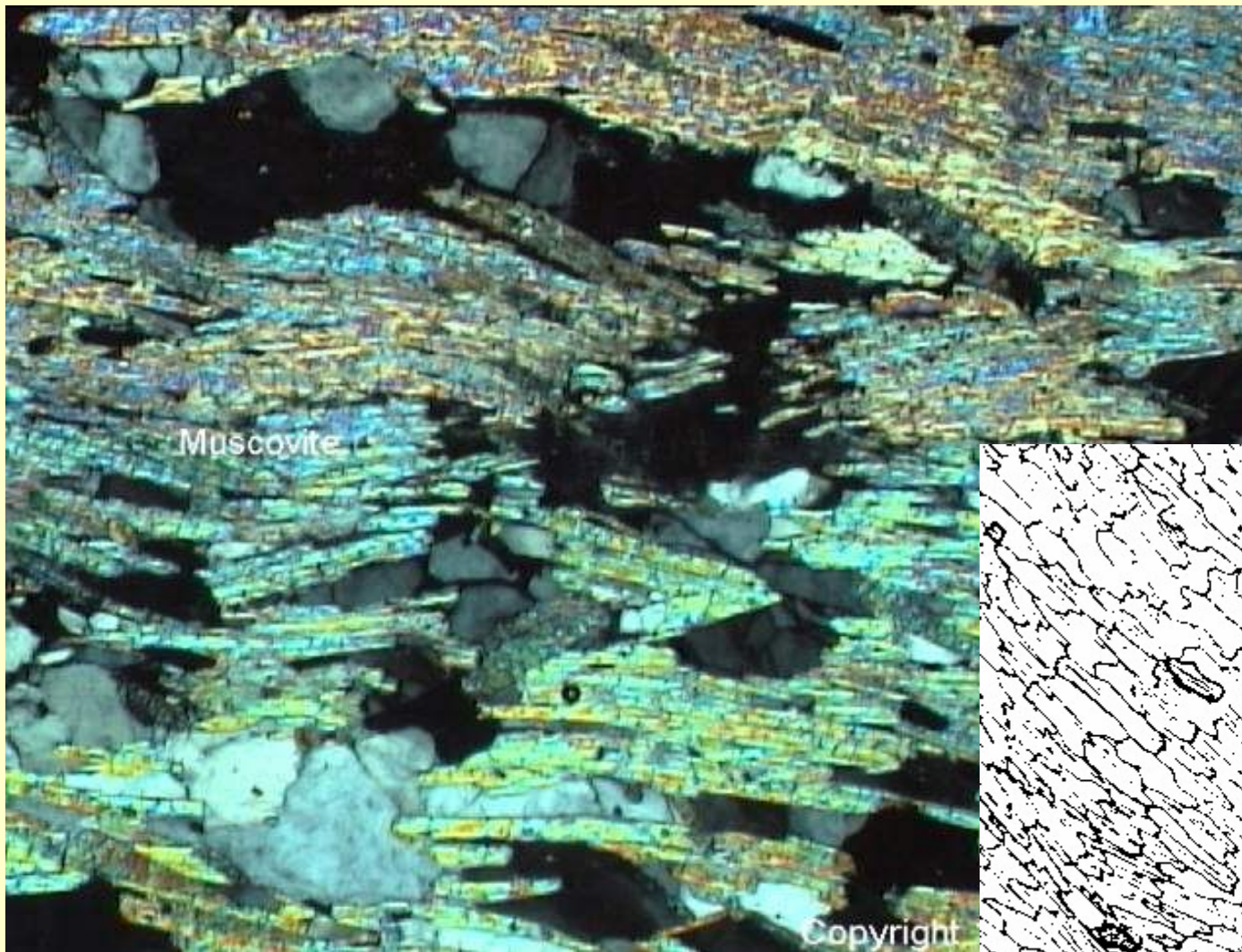


suturovitá struktura: kvarcit



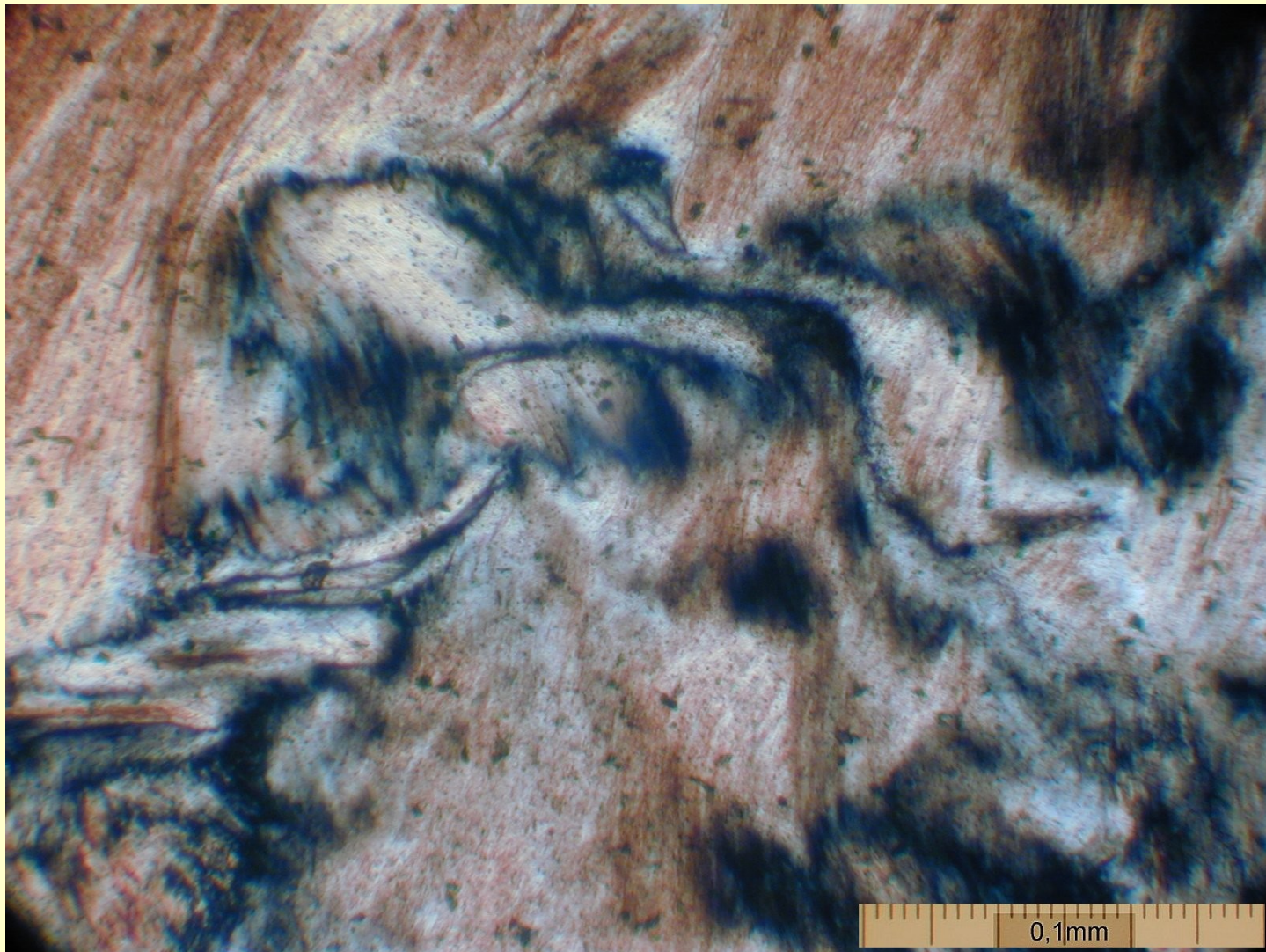
b) Nematoblastická struktura

- charakterizována převahou sloupcovitých nerostů
- *na obrázku je tremolitová břidlice s mastkem (lepidonematoblastická struktura)*



c) Lepidoblastická struktura

- převaha lupenitých součástek většinou fylosilikátů (např. slídy, chlority).
- *na obrázku je sericitická břidlice (muskovit + křemen) s granolepidoblastickou strukturou*

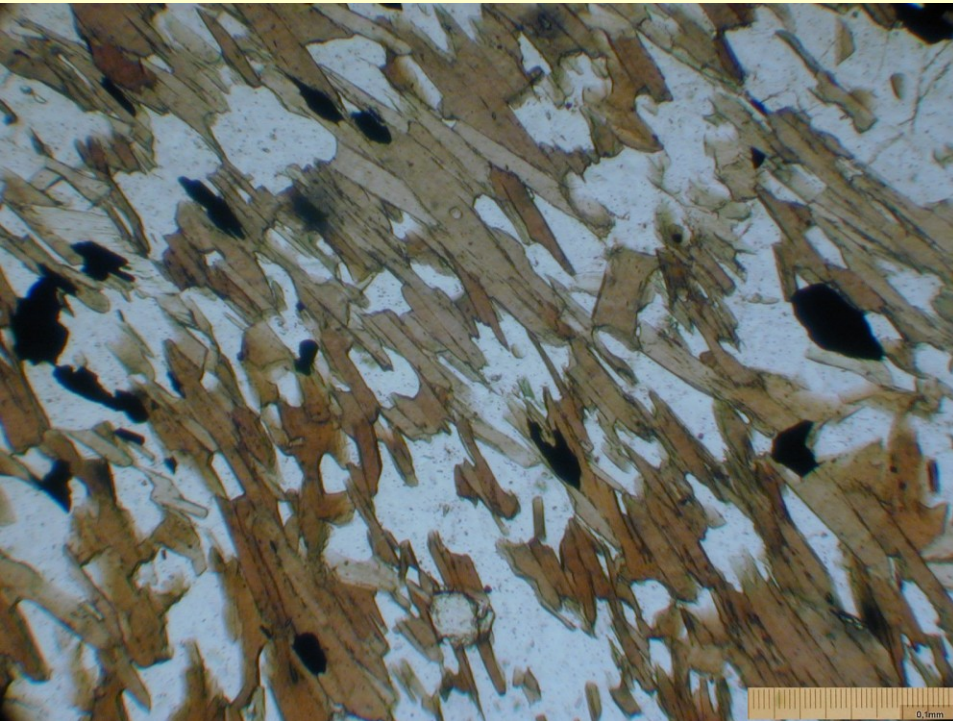


d) Fibroblastická struktura

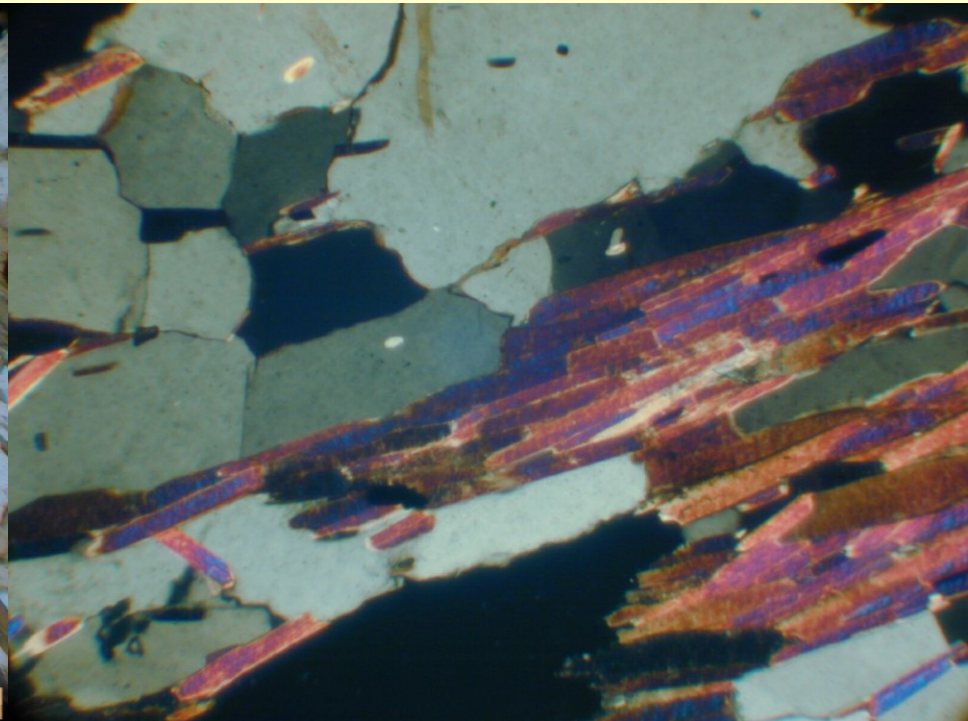
- odrůda struktury nematoblastické (sillimanit)

- velmi často jde o kombinaci dvou struktur
- první část názvu obsahuje méně podstatný znak

Granolepidoblastická



Lepidogranoblastická



přechodné struktury

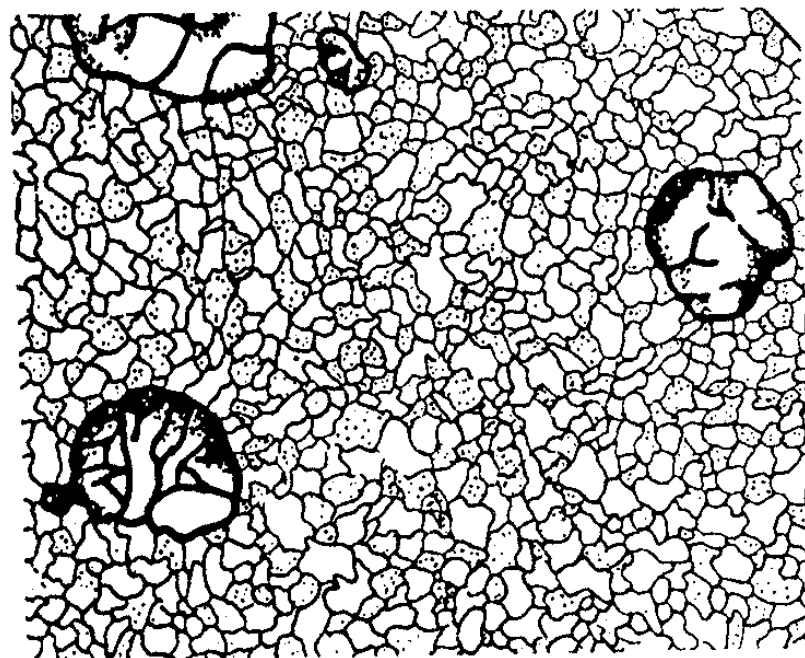
- lepidogranoblastická - zrnitých součástek více než lupenitých
- granolepidoblastická - lupenitých součástek více než zrnitých,
- nedoporučuje se skládat název víc jak ze dvou předpon, třetí nejméně významnou strukturní složku vynechat, pokud není zvlášť potřeba ji vyjádřit

2) Podle relativní velikosti minerálu vyskytujících se v hornině

- **a) homeoblastická:** přibližně stejně velké součástky
- **b) heteroblastická:** různě velké součástky, netvoří se však porfyroblasty
- **c) porfyroblastická** v hornině se vytvářejí relativně velká minerální zrna - porfyroblasty vzhledem k velikosti minerálních zrn základní hmoty



A



B

Textura heteroblastická (lepidogranoblastická) - A a porfyroblastická s granoblastickou základní hmotou - B.

Základní termíny:

- **porfyroblast**

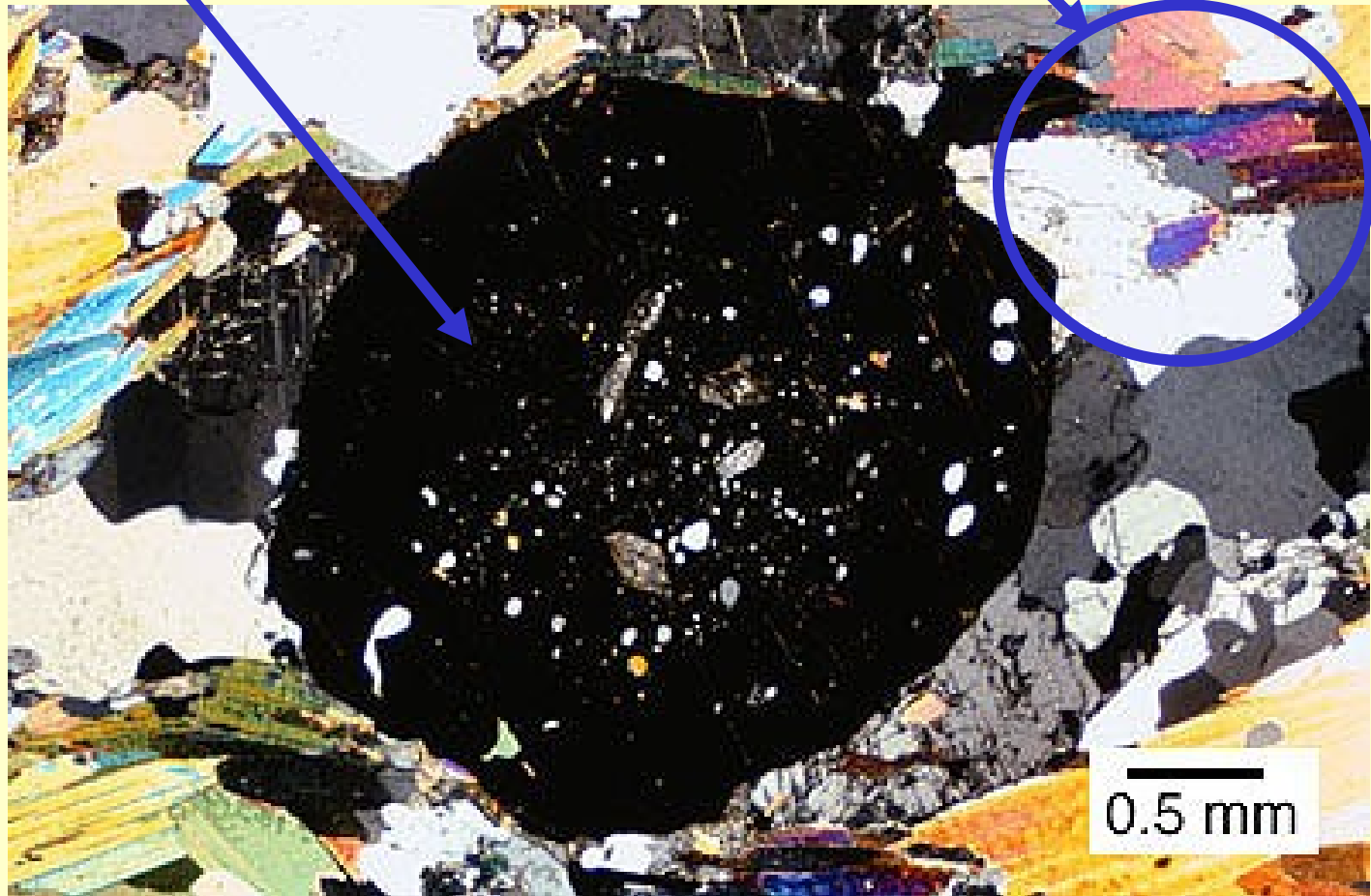
- krystaloblast, převyšující svou velikostí značně krystaloblasty ostatní
- porfyroblast je ekvivalent porfyrické vyrostlice ve vyvřelých horninách
- rostou při metamorfóze
- minerály s velkou krystalizační silou

- **základní tkáň**

- souhrn menších krystaloblastů
- vyplňuje prostor mezi porfyroblasty popř. glomeroblasty nebo kumuloblasty,
- ekvivalent základní hmoty vyvřelin
- základní tkáň se obvykle charakterizuje zvlášť (např.: struktura porfyroblastická s lepidogranoblastickou strukturou základní tkáně)

základní tkáň

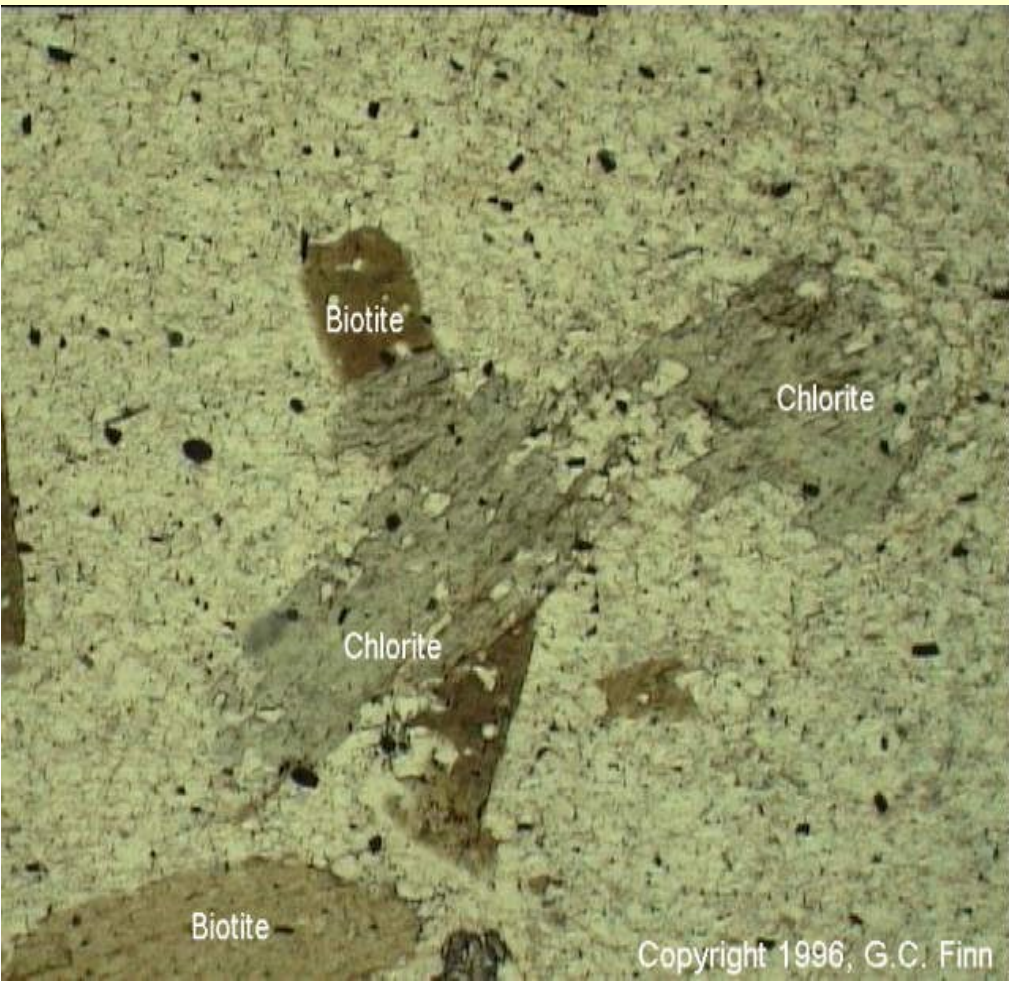
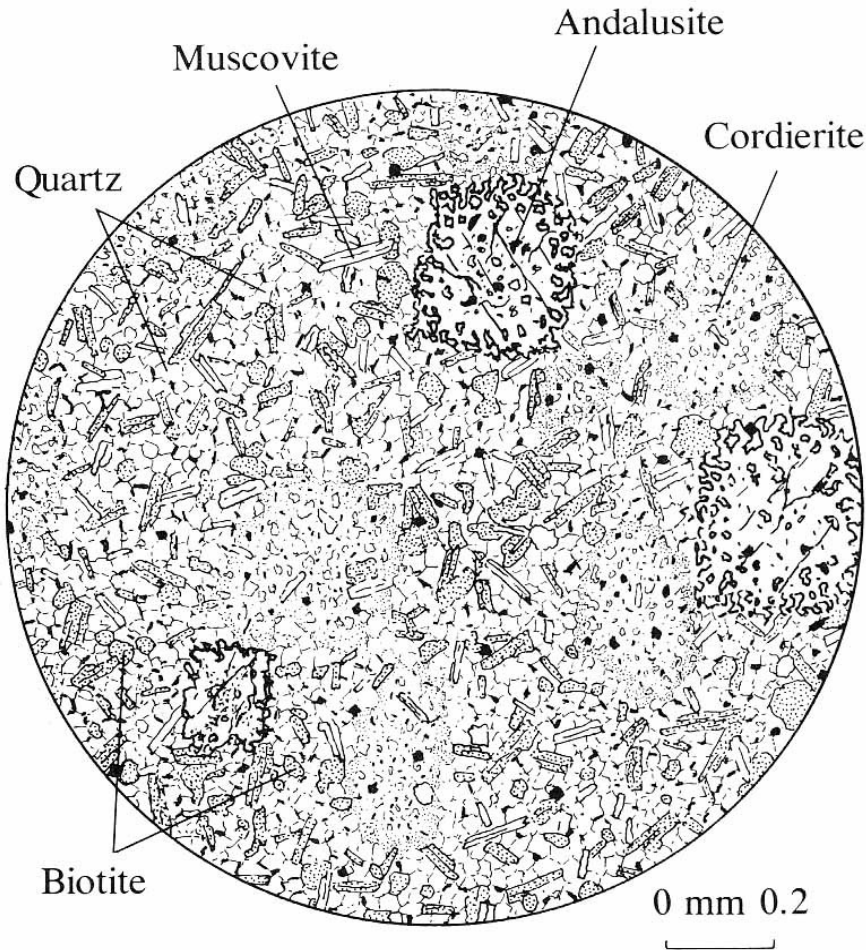
porfyroblast





porfyroblasty granátu, Mongolsko

- porfyrogranoblastická — porfyroblasty ve tvaru zrn
- porfyrolepidoblastická — porfyroblasty ve tvaru lupínků
- porfyronematoblastická — porfyroblasty ve tvaru sloupců



- **Typy porfyroblastů**

- **glomeroblast**

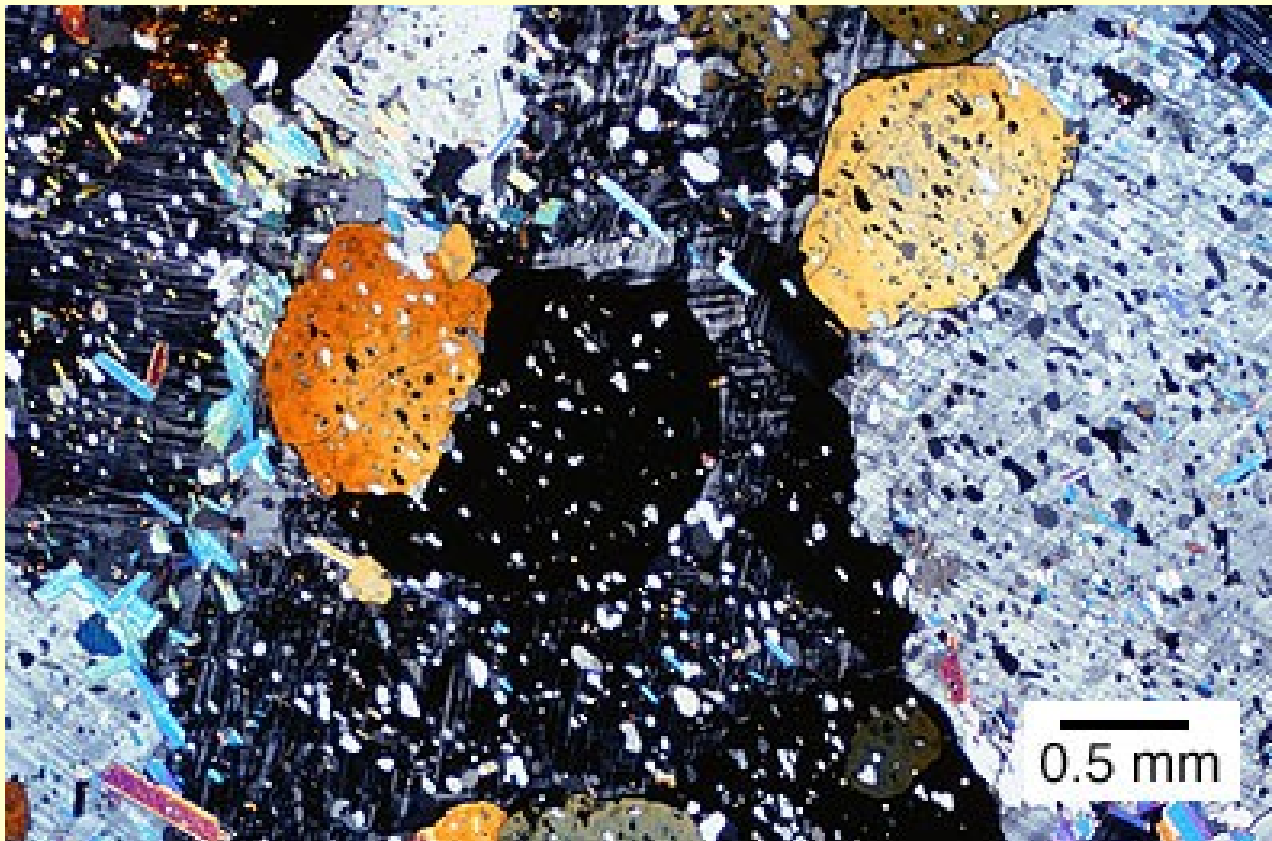
- shluk několika krystaloblastů téhož minerálu

- **komuloblast**

- shluk krystaloblastů různých minerálů, tvořící v hornině samostatné útvary

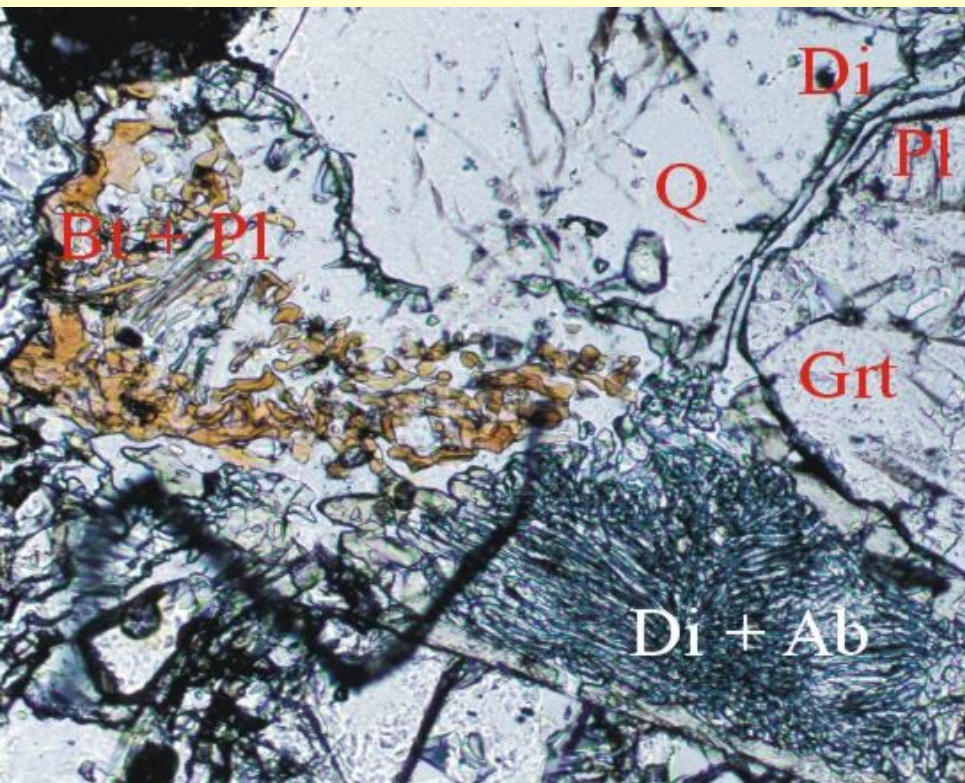
- **poikiloblast**

- zrna metamorfního minerálu, které v sobě uzavírá drobná zrna jiného minerálu

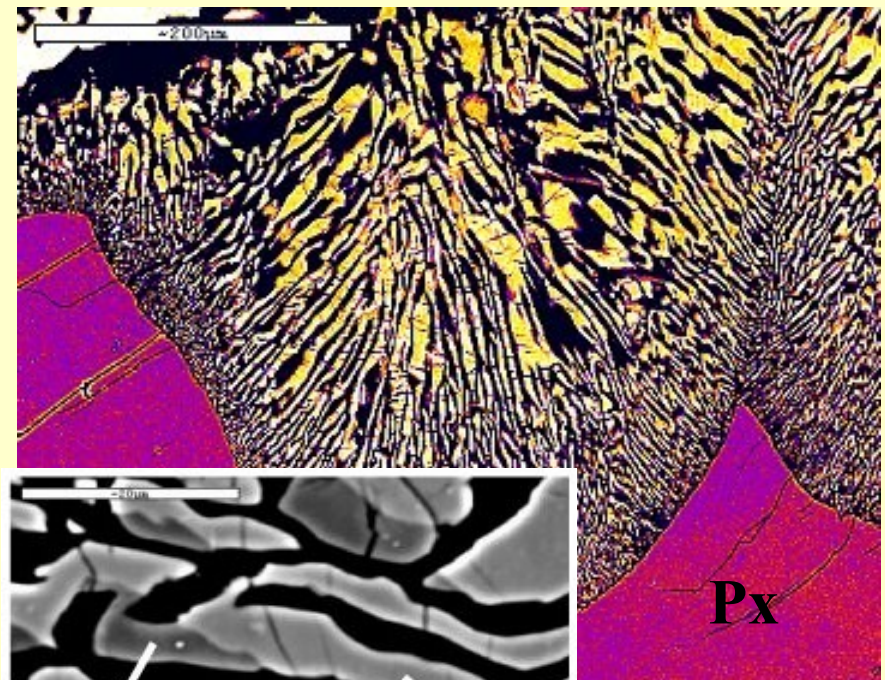


3) Podle vzájemného sepětí součástí

- poikiloblastická — větší krystaloblasty uzavírají mnoho krystaloblastů drobných
- glomeroblastická — shluky složené z několika individuí téhož minerálu
- kumuloblastická — shluky složené z několika individuí různých minerálů
- diablastická (symplektitická)—součástky se detailně prorůstají
- kokardová — větší krystaloblasty obklopeny obrubou krystaloblastů drobnějších korosní



Retrográdně rekrystalizovaný eklogit: diablastická (symplektitická) struktura Di+Ab

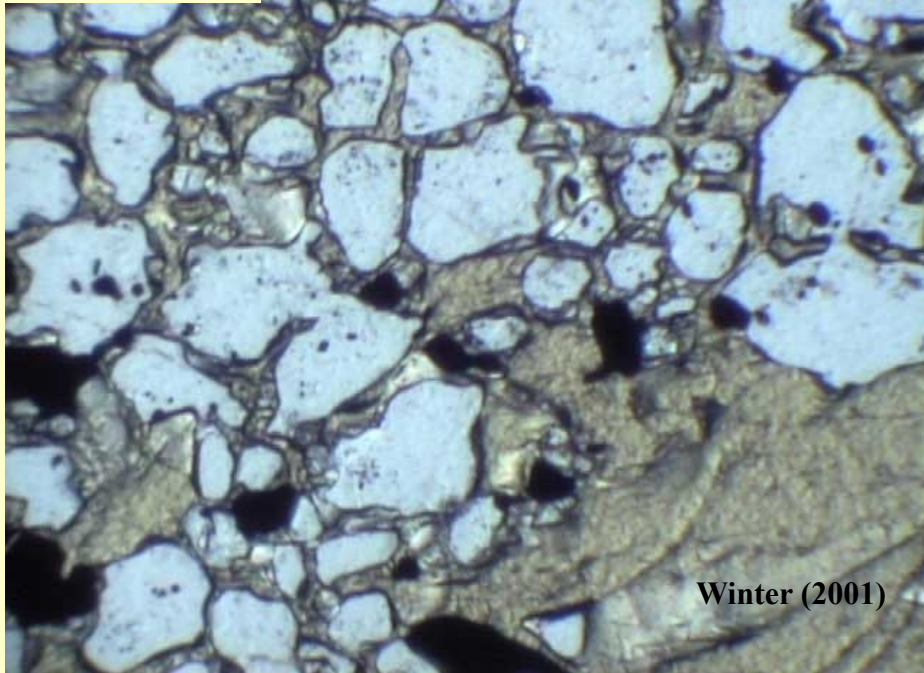


Symplektit kolem omfacitu v eklogitu

cedníkovitá (odrůda poikiloblastické s.)

- větší krystaloblasty uzavírají velké množství isometrických krystaloblastů
- někdy mohou objemově převažovat uzavíraná zrna nad uzavírajícím minerálem a vzniká tak skeletovitá struktura

St+Qtz



Grt+Qtz



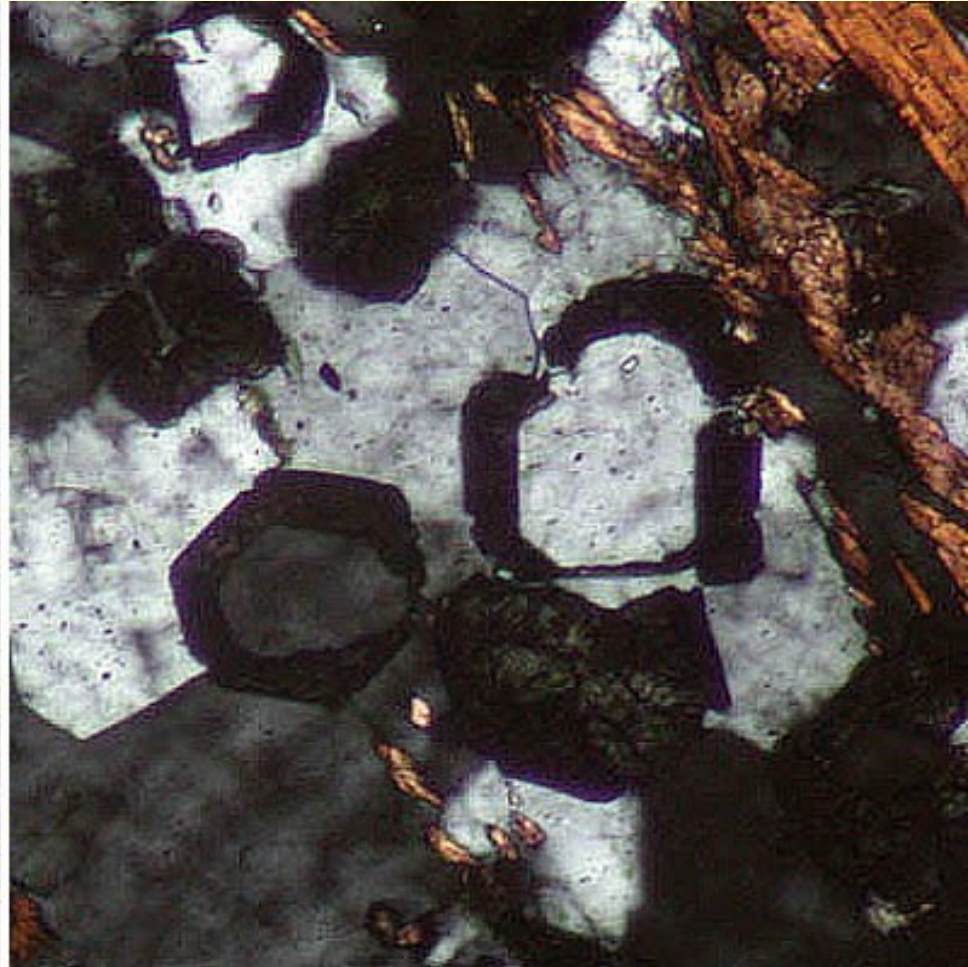
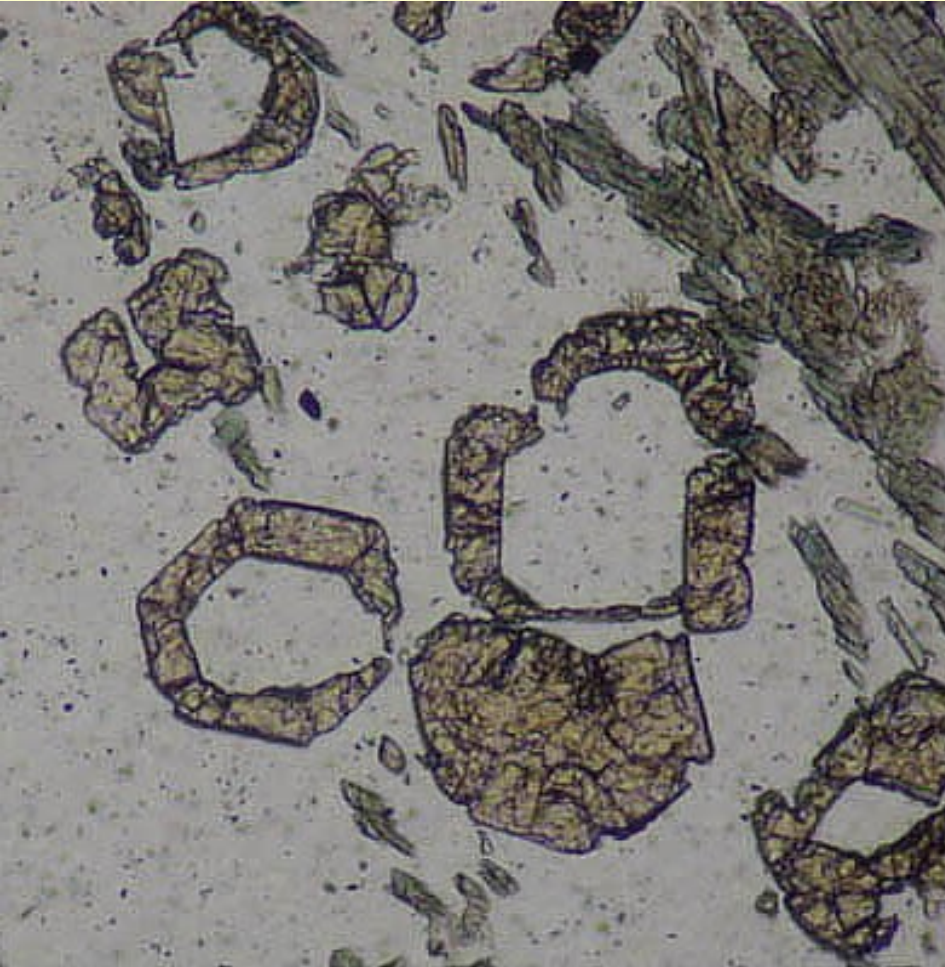
helicitická

- zrna obsahují uzavřeniny seřazené do rovnoběžných (rovných i zprohýbaných) pruhů

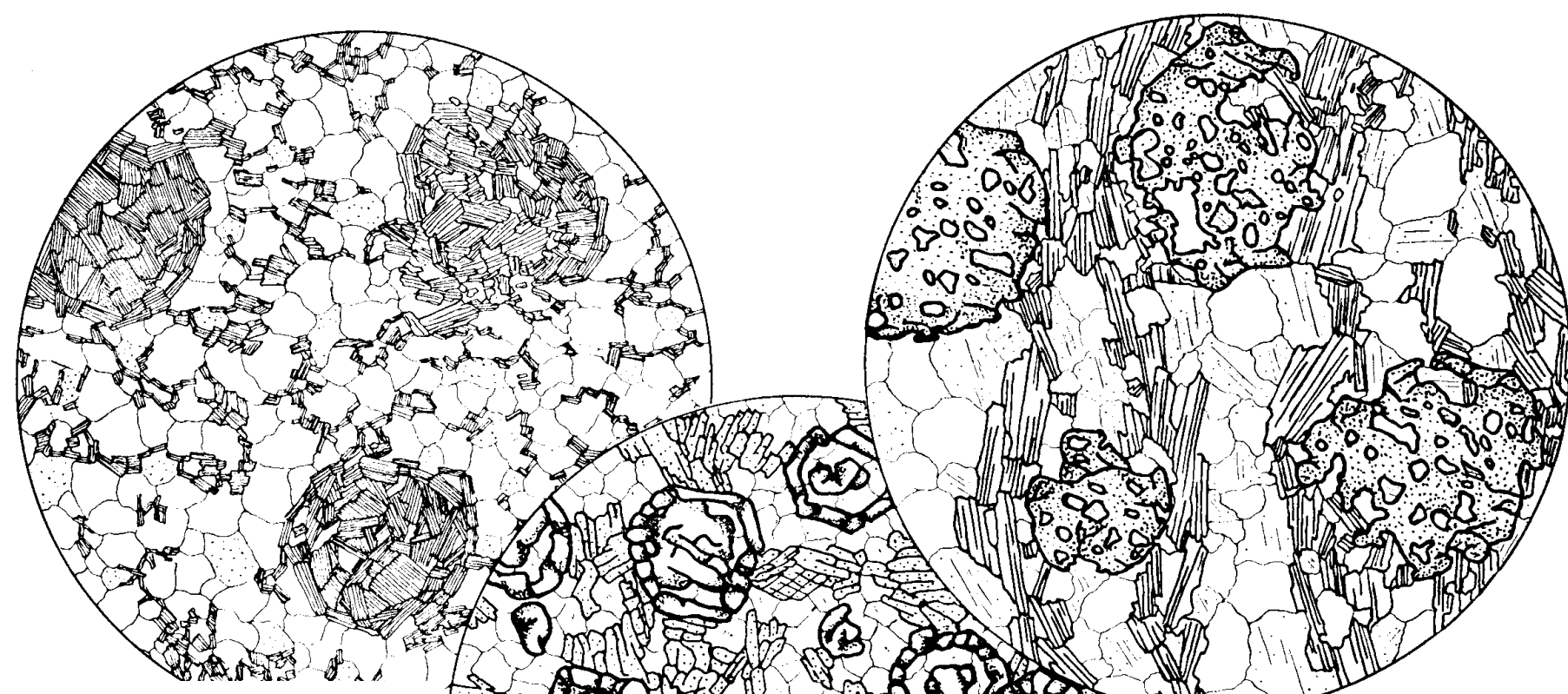
Speciální struktury

kelyfitická

- zrna granátu jsou na okrajích druhotně přeměněna na obrubu vláknitých minerálů - serpentinity
- atolová
- vnitřek okrouhlých zrn je vyplněn jinými minerály



Atoll garnets (spessartine - rich; annular shape) coexisting with riebeckite (blue green mineral in upper right hand corner of image) and quartz. Protolith: chert.



A) Glomeroblastická struktura s lepidogranoblastickou strukturou základní tkáně. V hornině jsou nápadné okrouhlé shluky (glomeroblasty) biotitu (patrně pseudomorfovy po granátových porfyroblastech), uložené v základní tkáni, která se skládá větším dílem ze zrn křemene a živců, z menší části z lupínků biotitu.



B) Porfyroblastická struktura, atolová, s granonematoblastickou strukturou základní tkáně. Vnitřky porfyroblastů granátu jsou místy vyplněny jinými minerály (hlavně křemen), které v porfyroblastu vytvářejí jakousi „lagunu“; v základní tkáni je sloupcovitého amfibolu o něco více než zrn křemene a plagioklasu.

C) Porfyroblastická struktura, cedníkovitá, s lepidogranoblastickou strukturou základní tkáně. Porfyroblasty granátu obsahují drobná zrnka křemene a živce, v základní tkáni převažují zrnité minerály (křemen a živce) nad lupenitými (biotit).

• **4) Podle stupně idiomorfie součástek**

- idioblastická - všechny krystaloblasty nebo jejich značná většina má vlastní krystalografické omezení
- hypidioblastická - část má vlastní omezení, část ne
- xenoblastická - všechny krystaloblasty bez vlastního omezení

• **5) Podle absolutní velikosti minerálu vyskytujících se v hornině**

- makro ... (např. makrogranoblastická) — součástky jsou pouhým okem zřetelně viditelné. Předpony makro... se však užívá jen výjimečně, když je makroskopickou velikost součástek třeba zvláště zdůraznit; nepoužije-li se předpony, pokládáme tuto velikost za samozřejmou
- mikro... (např. mikroepidoblastická) — rozměry součástek jsou pod hranicí rozlišovací schopnosti lidského oka, přibližně pod 0,1 mm
- krypto... (např. kryptoblastická) — součástky mají velikost na hranici rozlišovacích možností polarizačního mikroskopu (pod tisícinami mm).
- **tyto pojmy se používají vzácně většinou se hornina charakterizuje označením zrnitosti.**

• **Průměrná velikost zrna v mm**

Označení zrnitosti

• > 33

velkozrnná

• $33 - 10$

velmi hrubozrnná

• $10 - 3,3$

hrubozrnná

• $3,3 - 1$

středně zrnitá

• $1 - 0,33$

drobnozrnná

• $0,33 - 0,1$

jemnozrnná

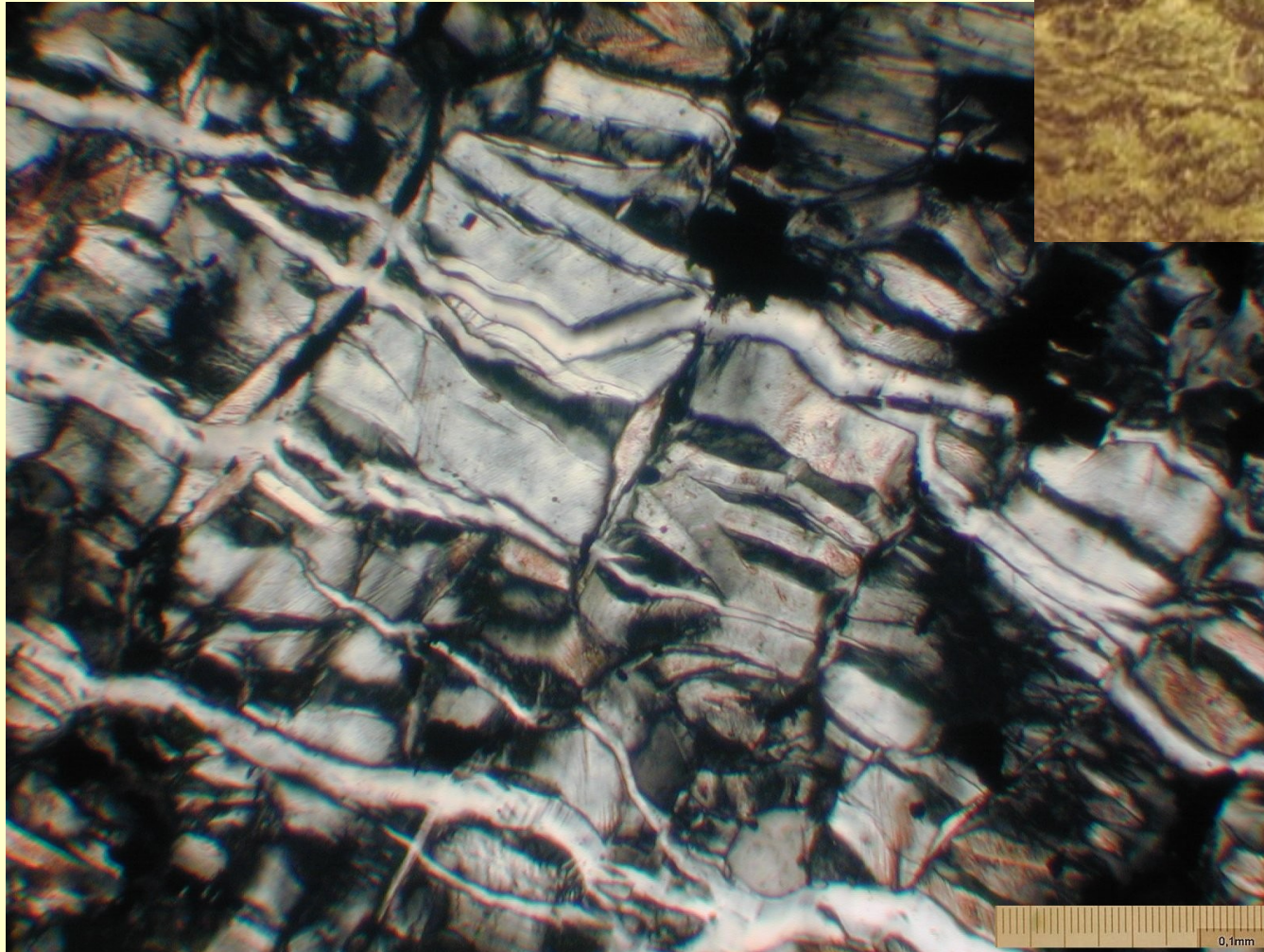
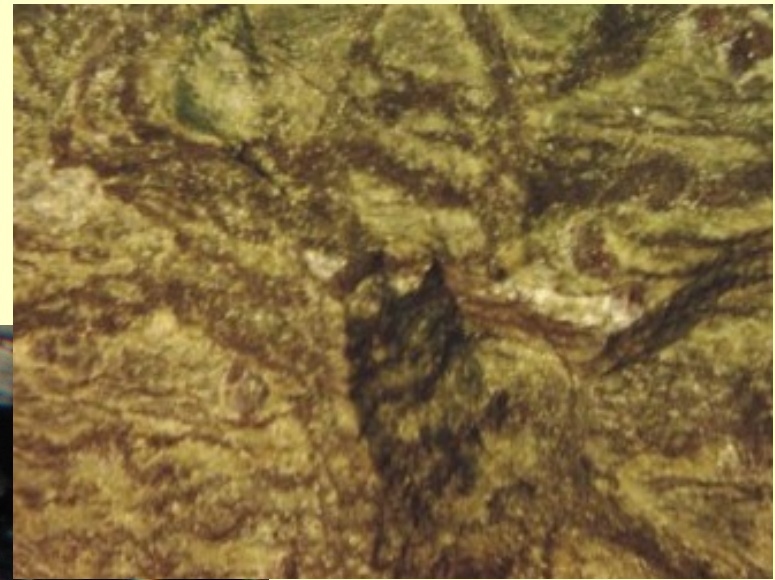
• $0,1 - 0,01$

velmi jemnozrnná

• $0,01 - 0,001$

celistvá

Struktury typické pro serpentinizované peridotity

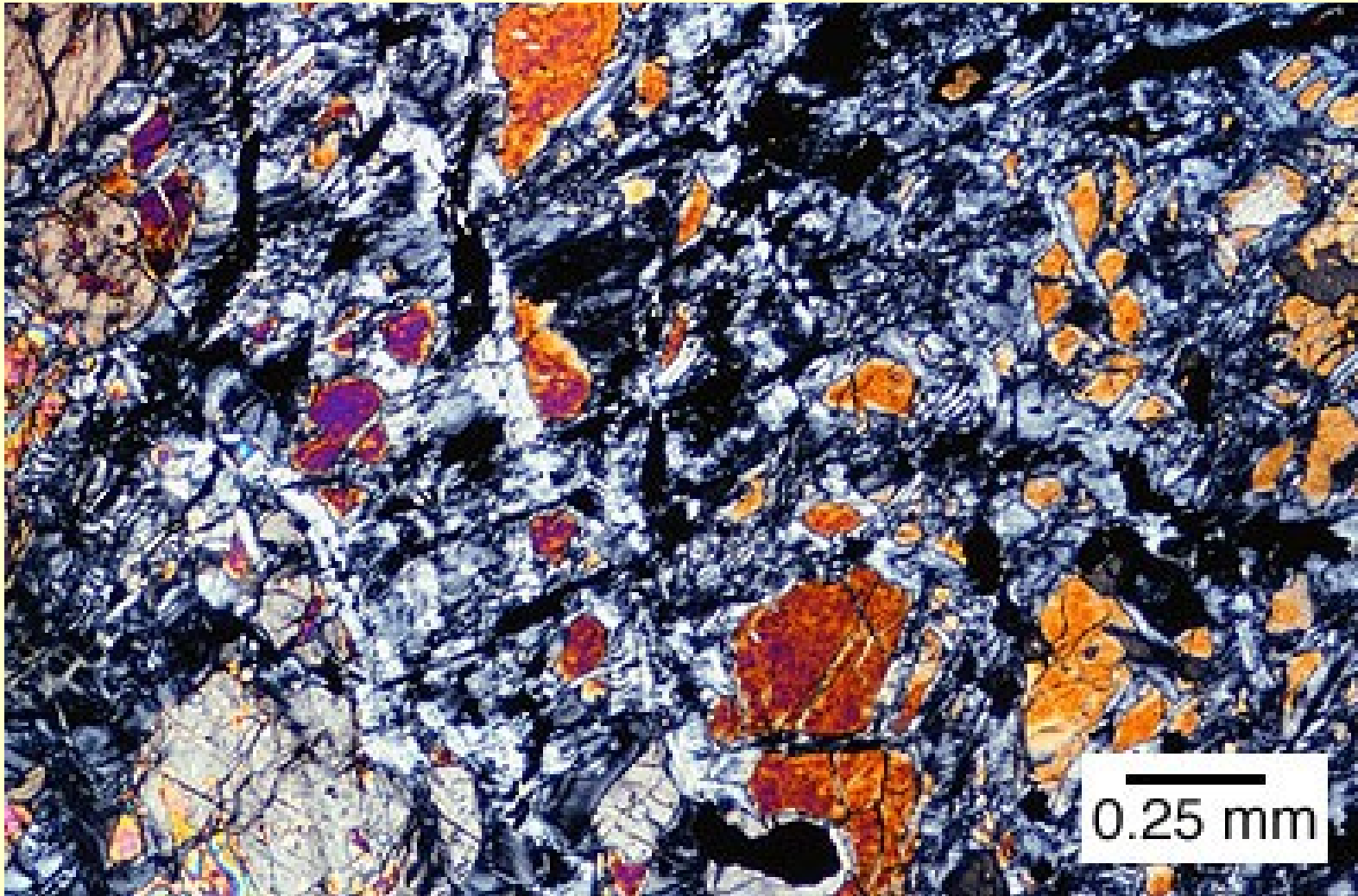


Mřížovitá struktura

- síťovité uspořádání minerálů serpentínové skupiny,
- polygony mezi touto sítí vyplňují také minerály serpentínové skupiny

Smyčková struktura

- ostrůvkovité relikty olivínu rozděleny nepravidelně probíhajícími pruhy



- Minerály serpentínové skupiny obklopují zrna reliktů zrn olivínu.*

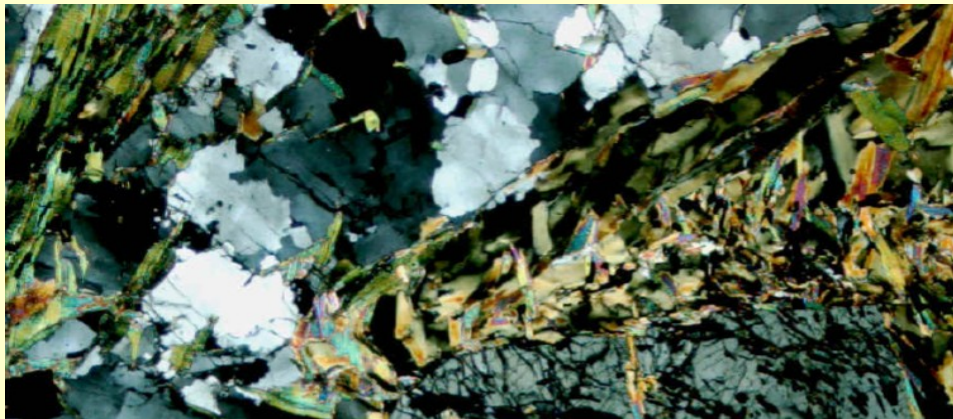
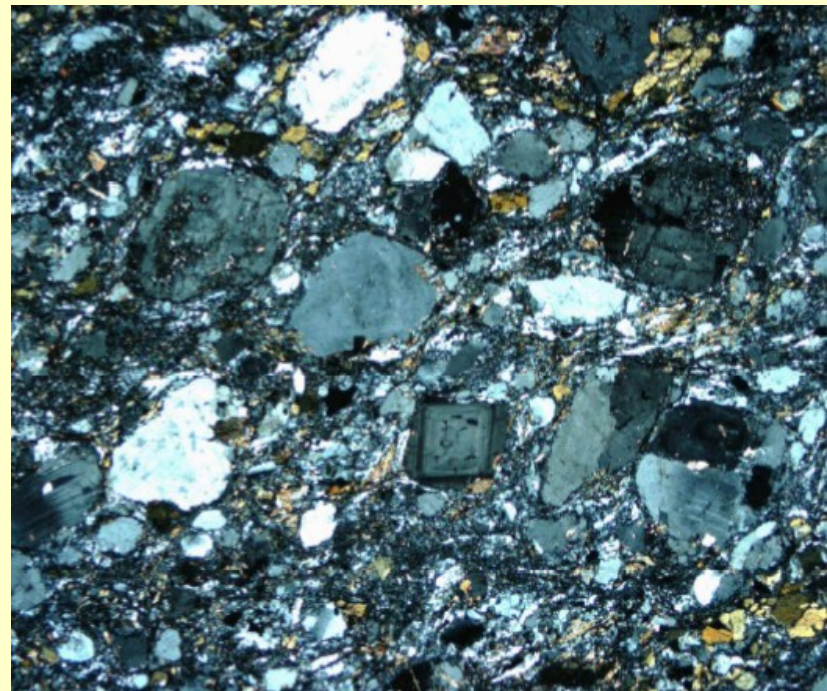
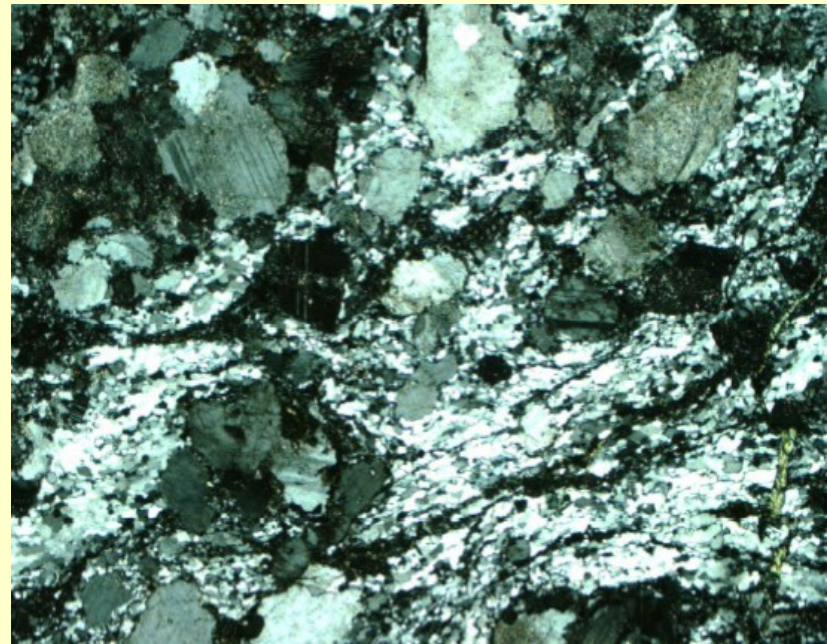
Deformační struktury:

Podle charakteru deformace:

- tektonoplastická — plastická deformace (stlačení, ohnutí) součástek bez rozpadu na drobnější zrna
- tektonoklastická — součástky drceny
- tektonoblastická — deformace s rekrystalizací

Podle intenzity deformace:

- kataklastická — zrna ohnuta, rozpraskána, částečně drcena, ale neztrácejí svůj tvar a velikost
- maltovitá — okraje zrn rozbitý v drť
- porfyroklastická — v drti se zachovávají jen jednotlivá větší zrna, připomínající vyrostlice
- mylonitická — drť bez reliktnů větších zrn

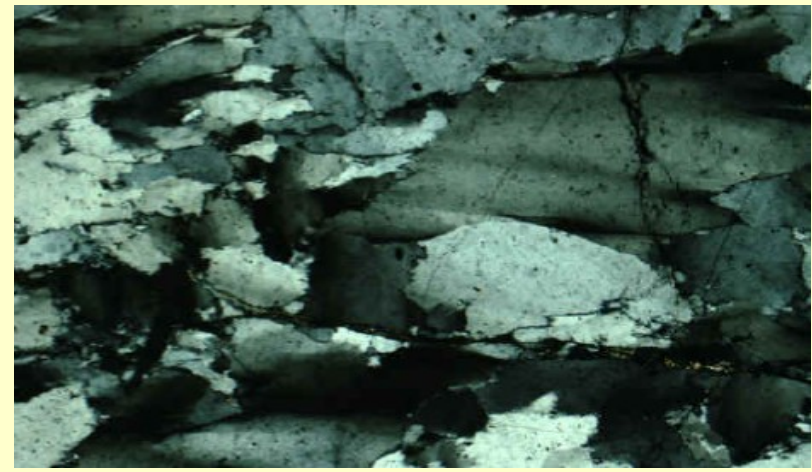
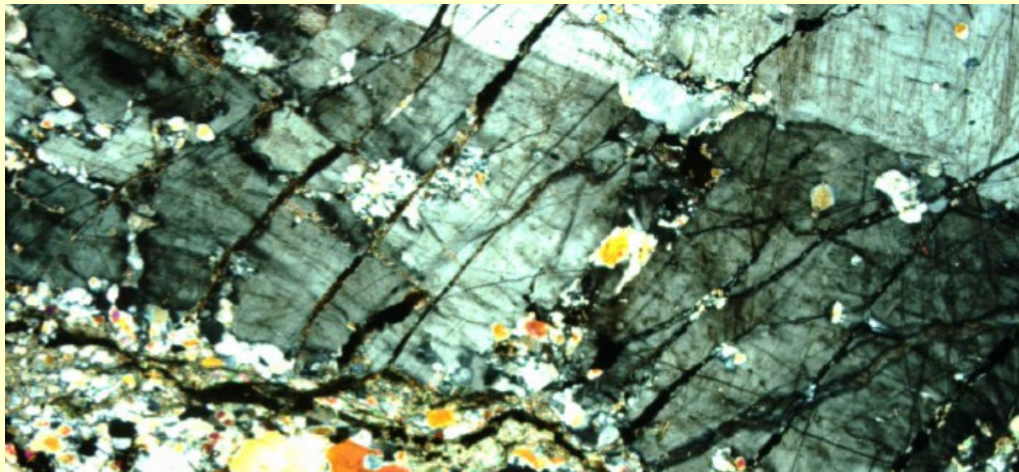


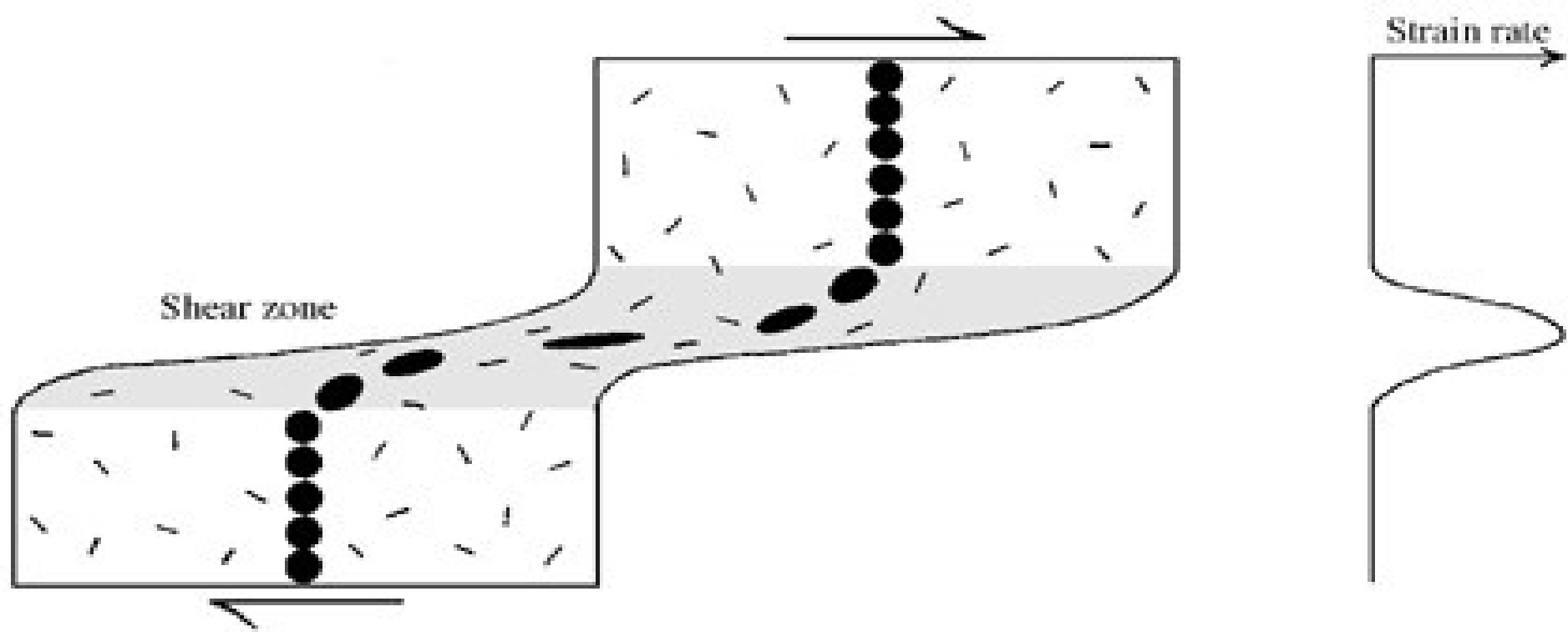
Deformace a metamorfóza

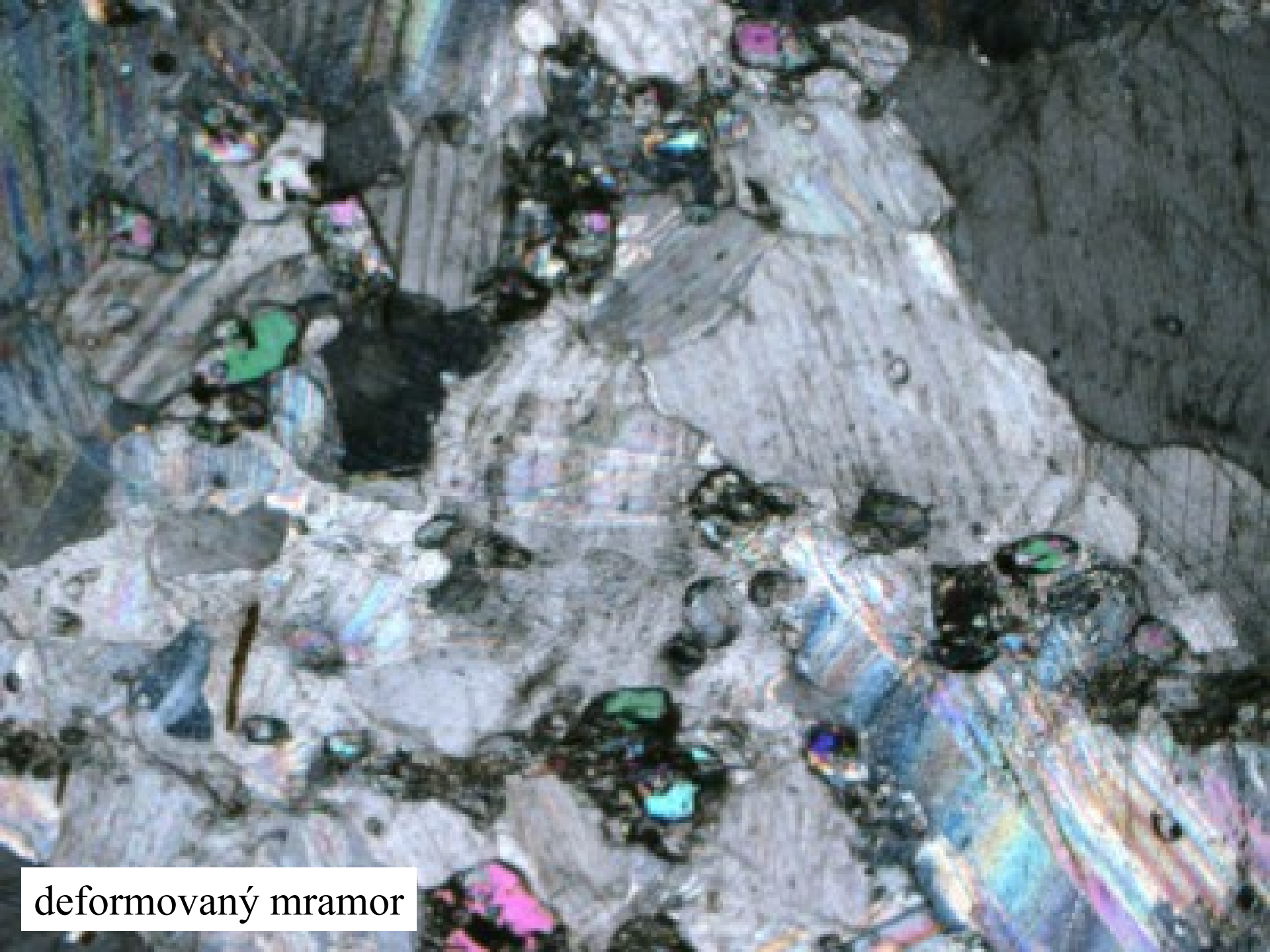
- během deformace a současné metamorfózy se mění velikost a tvar minerálních zrn.
- to je řízeno: 1) rychlostí deformace
2) velikostí diferenciálního tokového napětí
3) teplotou a všesměrným tlakem

a) Kataklastické mikrostruktury

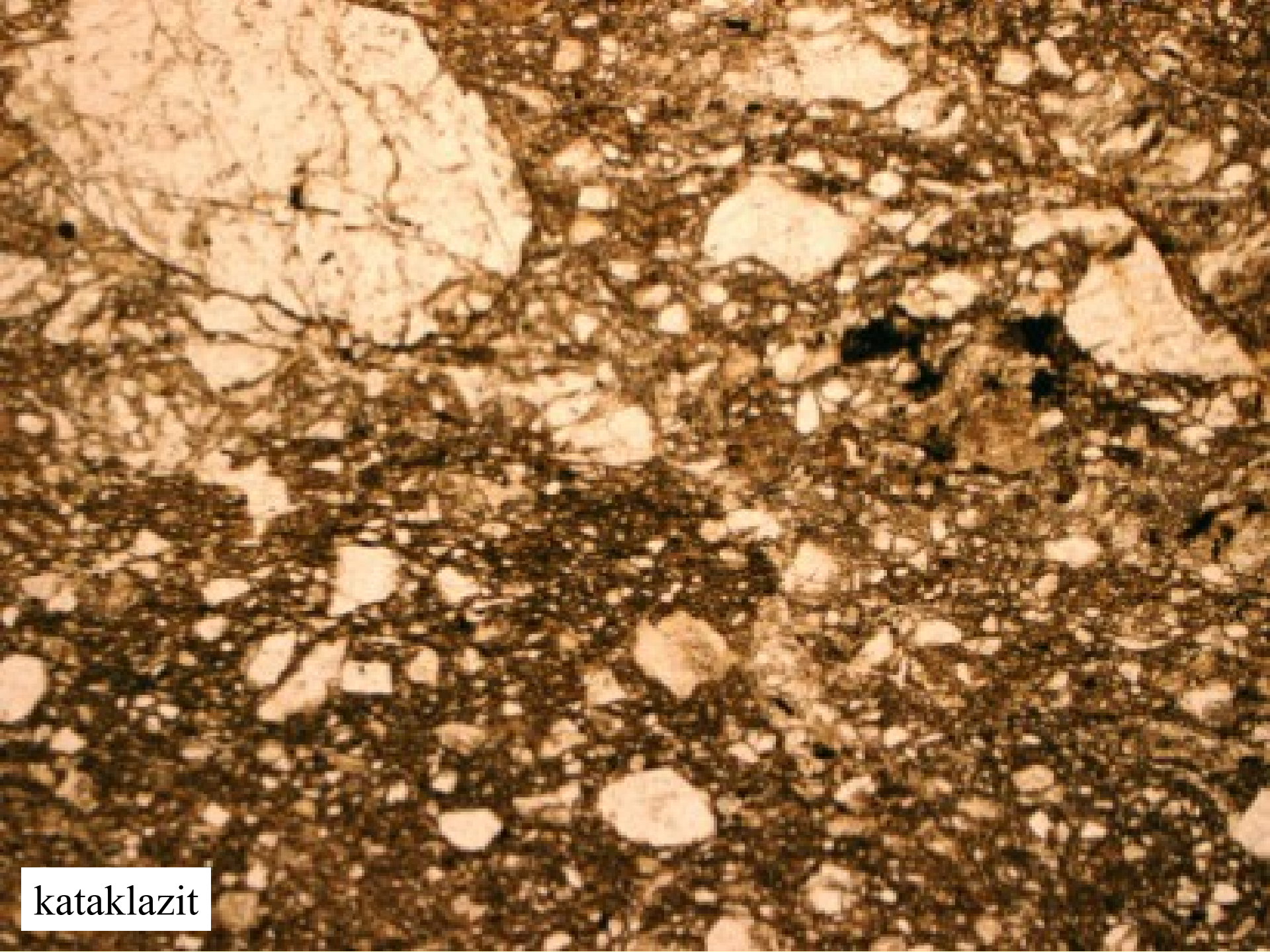
- *Nízké teploty a vysoká rychlost deformace*
- jemné základní hmota a klasty ze zbylých nejodolnějších zrn → **kataklazity**
- rozlamovaná zrna vykazují silné undulózní zhášení, způsobené ohybem krystalové mřížky
- ohyb mřížky vede často ke vzniku tzv. pásů zalomení (kink bands) u vrstevných silikátů,
- vznikají deformační lamely (plagioklasy, karbonáty) → mají vzhled velmi jemných linií uzavírajících čočkovitě nedeformované plochy



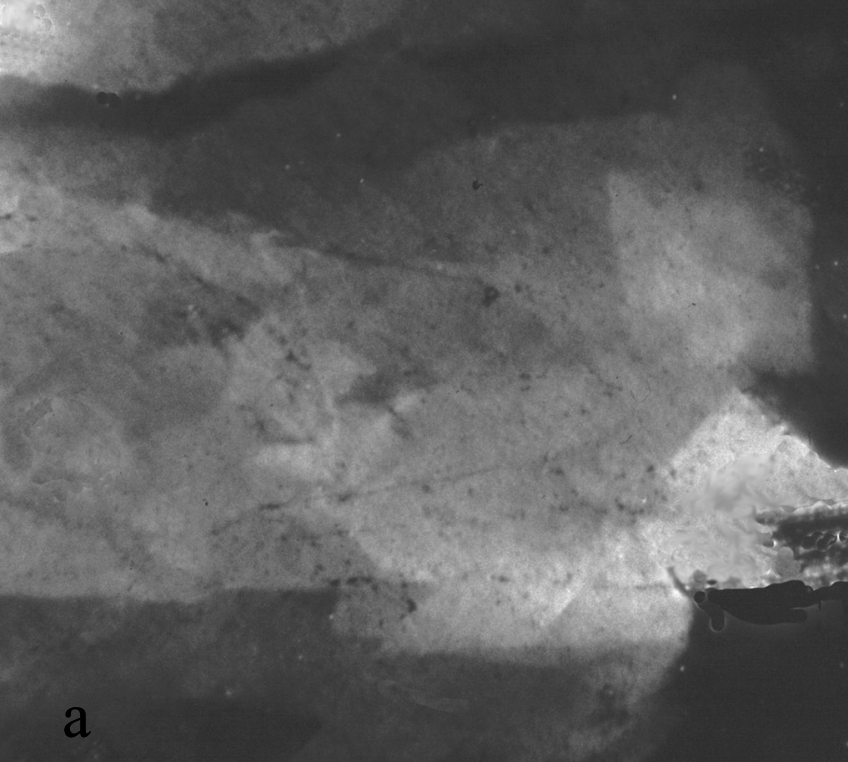




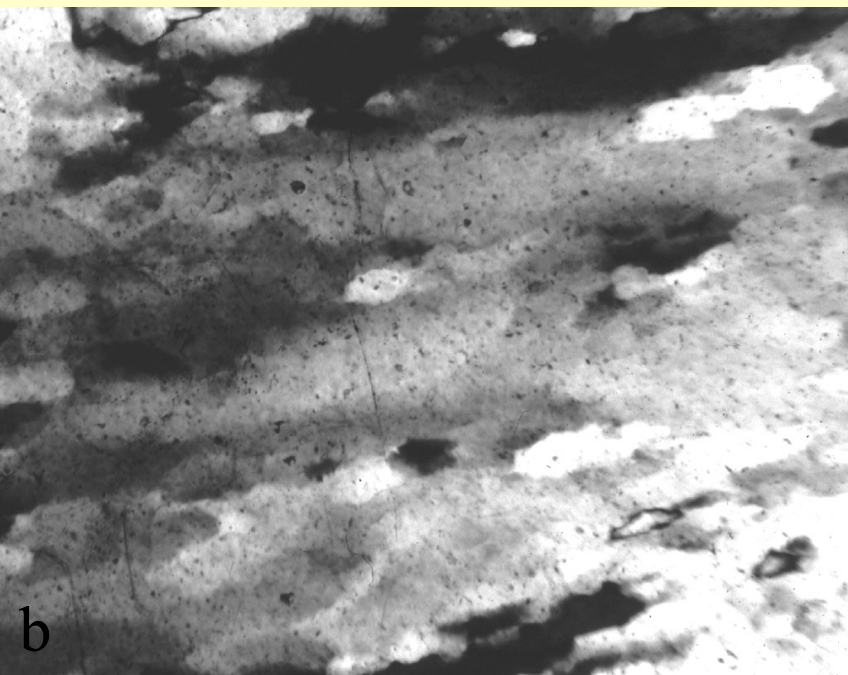
deformovaný mramor



kataklazit

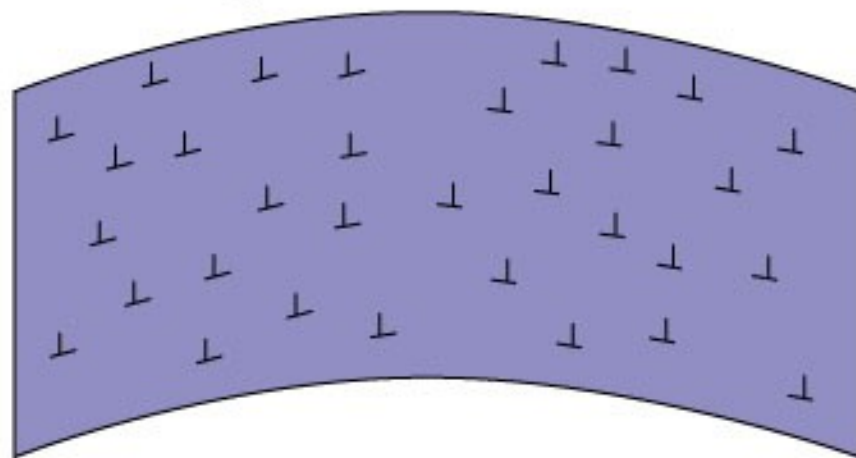


a

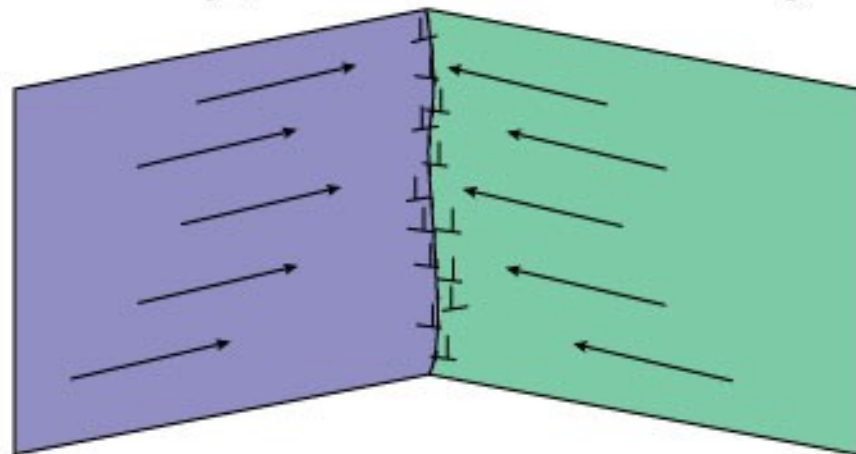


b

a. strained grain with undulose extinction



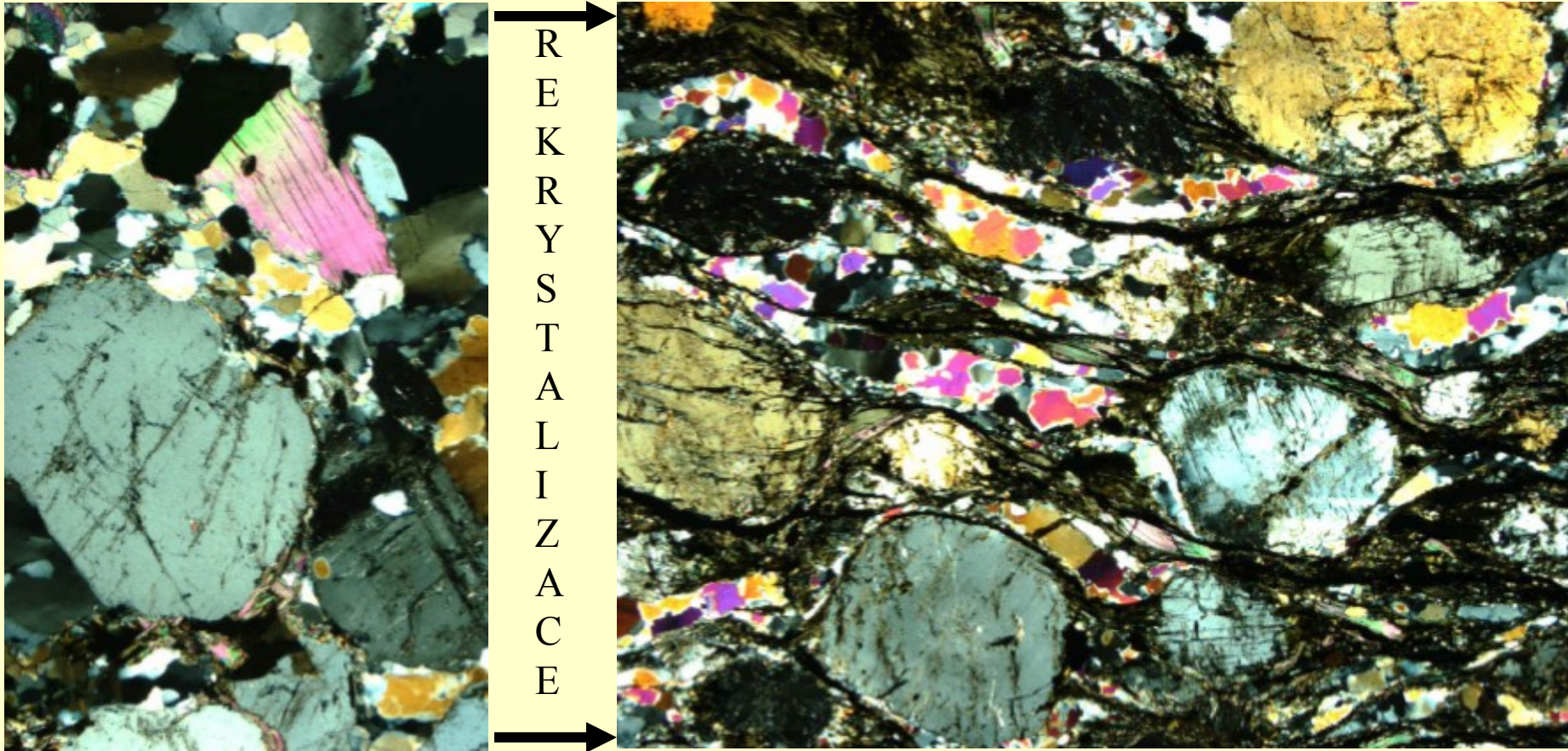
b. recovery produces two strain-free subgrains



Undulósni zhášení (a) zrna křemene (undulose extinction) a rozpad zrna na řadu protažených subzrn (b). (Winter (2001) An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall.)

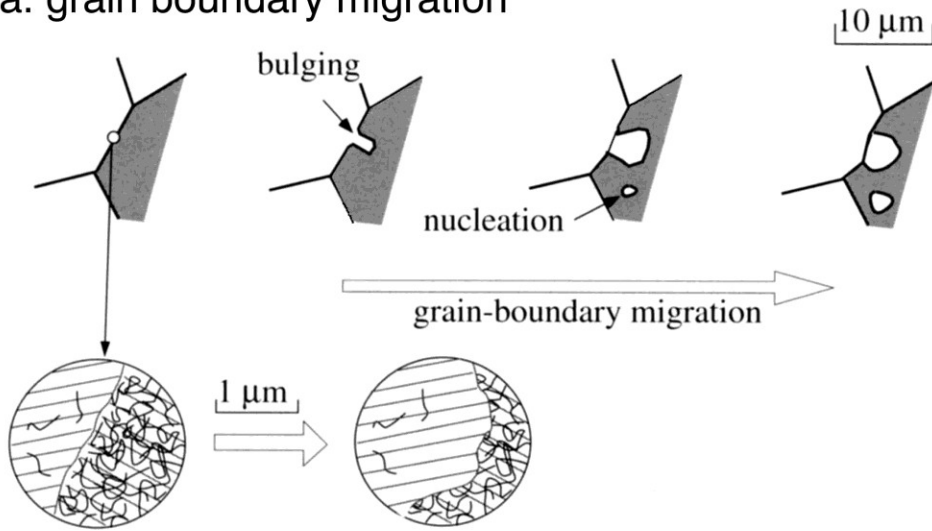
b) Struktury typické pro dynamickou rekrystalizaci (střední teploty a rychlosti def.)

- při zvýšení teploty a/nebo snížení rychlosti deformace se zrno zmenšuje a vznikají subzrna
- subzrna mají podobnou velikost, okrouhlé tvary
- nevykazují žádnou nebo malou interní deformaci
- zbylé klasty (porfyroklasty) naproti tomu vykazují silné undulozní zhášení
- při úplné rekrystalizaci může vzniknout polykrystalinní agregát tvořený stejně velkými okrouhlými zrny podobného zhášení

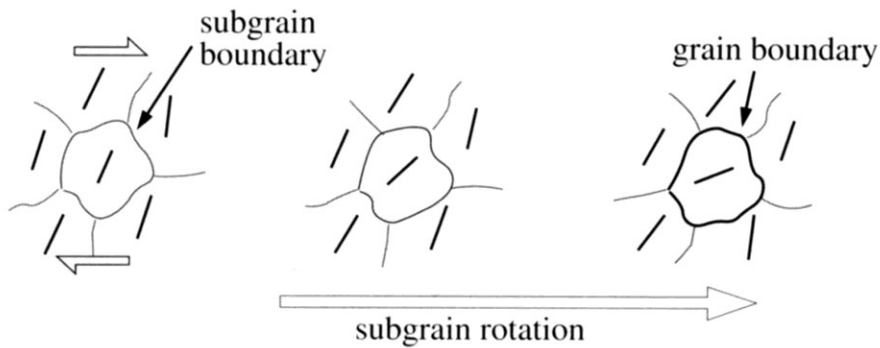


Rekrytalizace a rotace zrn

a. grain boundary migration

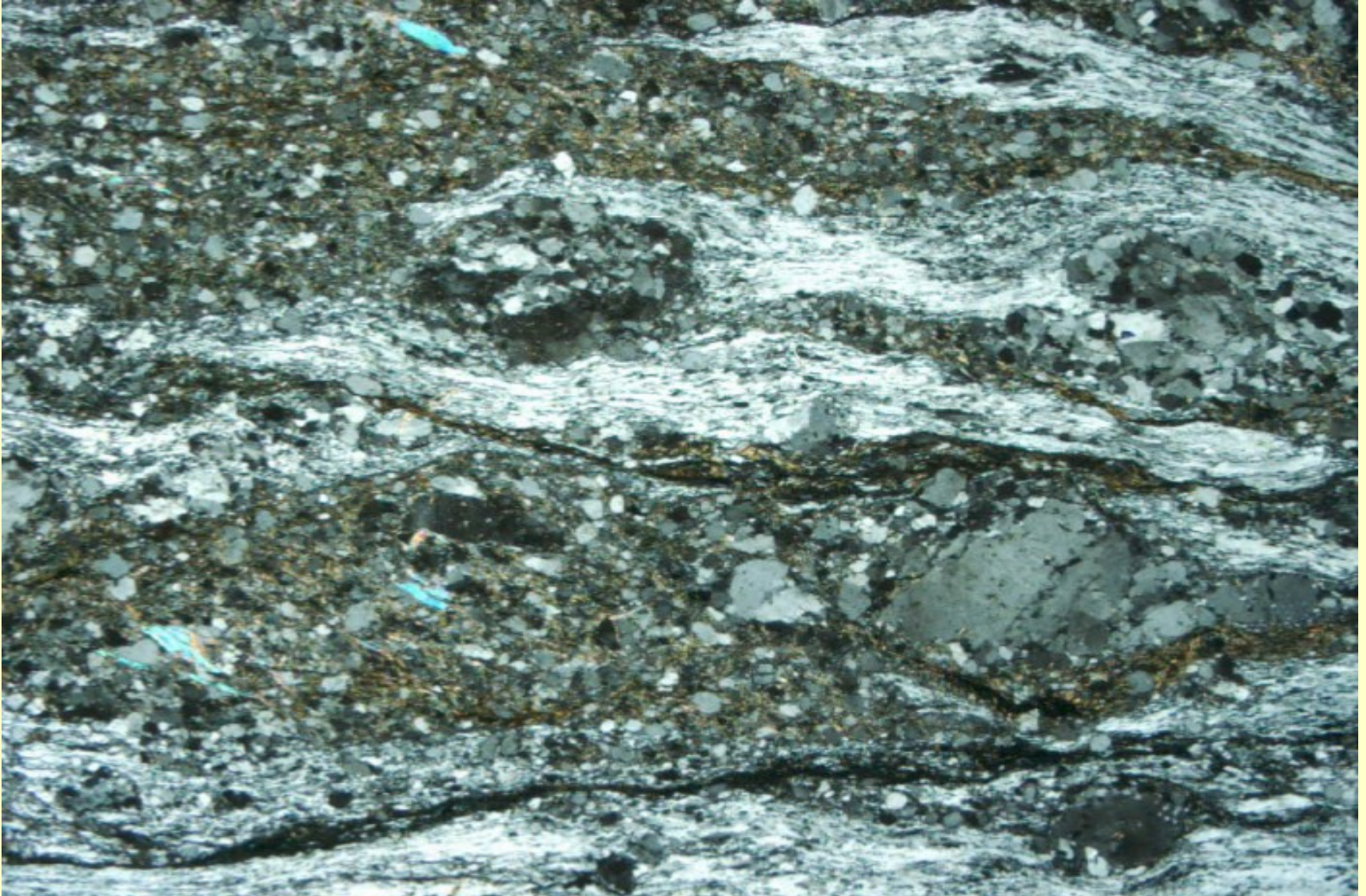


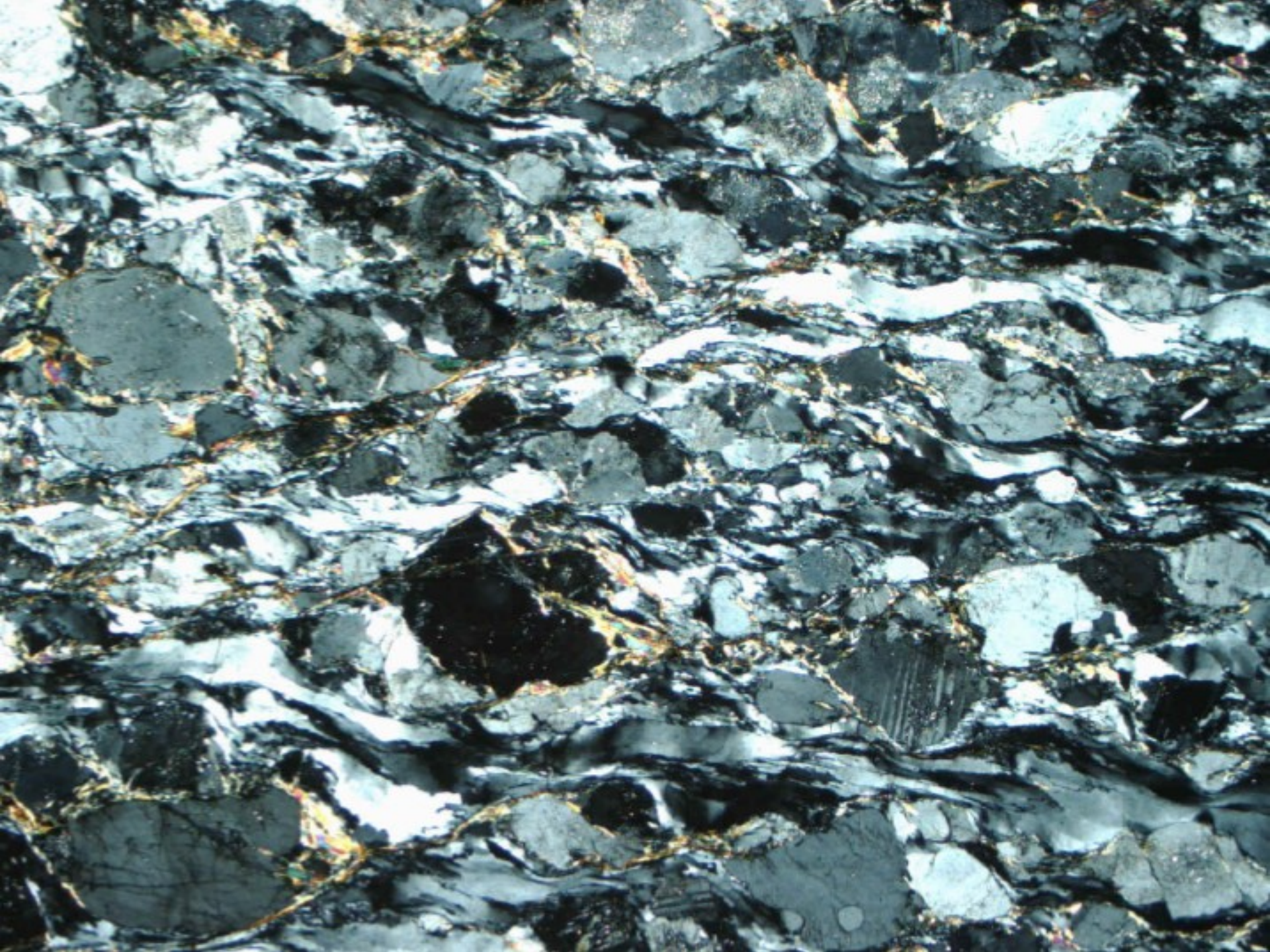
b. sub-grain rotation

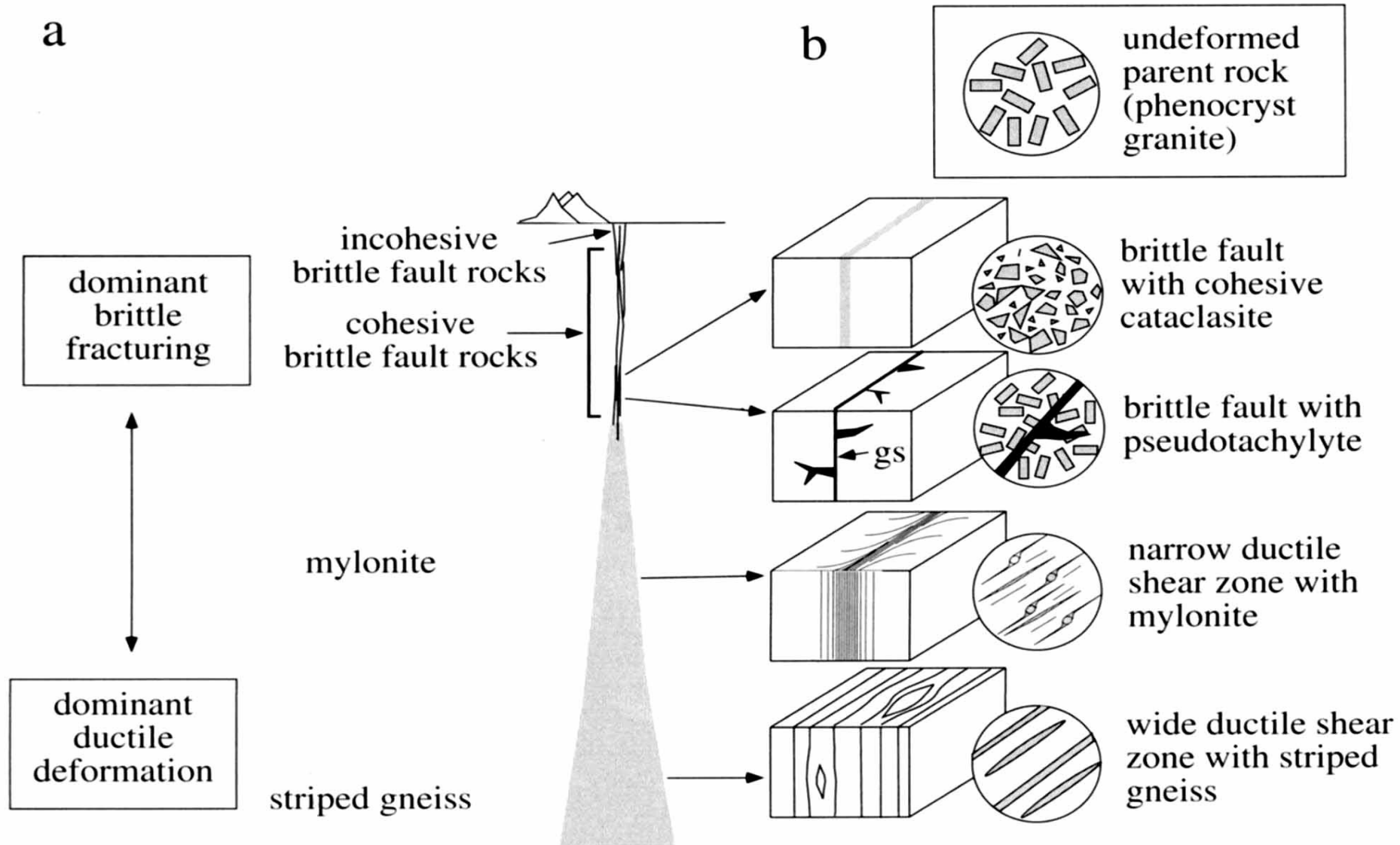


- v mylonitech nedochází jen k rozpadu větších zrn na menší a jejich rotaci
- mnohdy také rostou nová zrna často s jinou orientací než měla zrna v protolitu

- *Nárůst teploty při vysoké rychlosti deformace vede k plastické deformaci*
- křemen se mění na silně protáhlá zrna
- minerály nerozlamují ale plasticky deformují



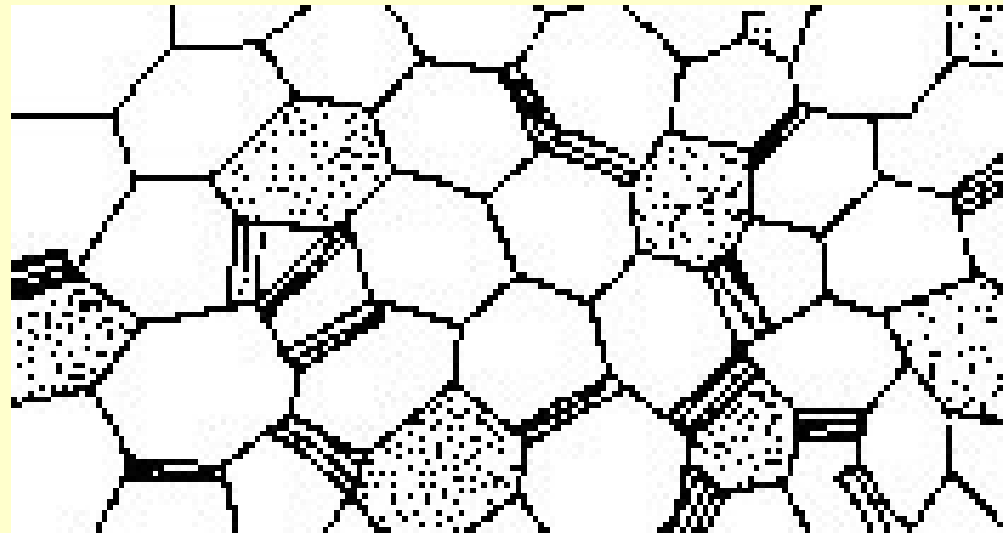
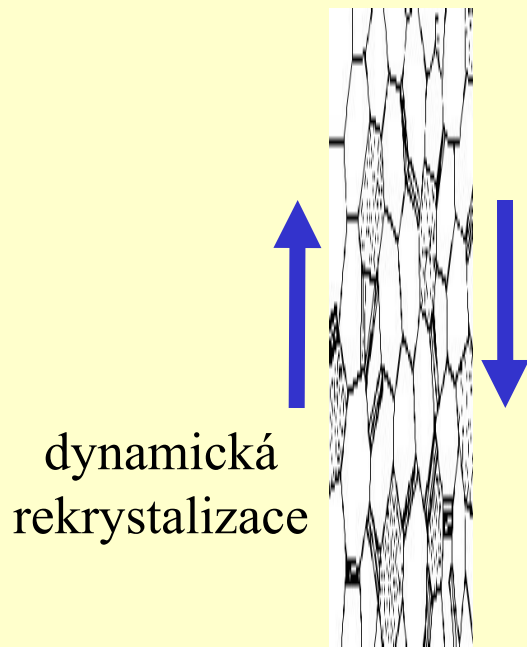




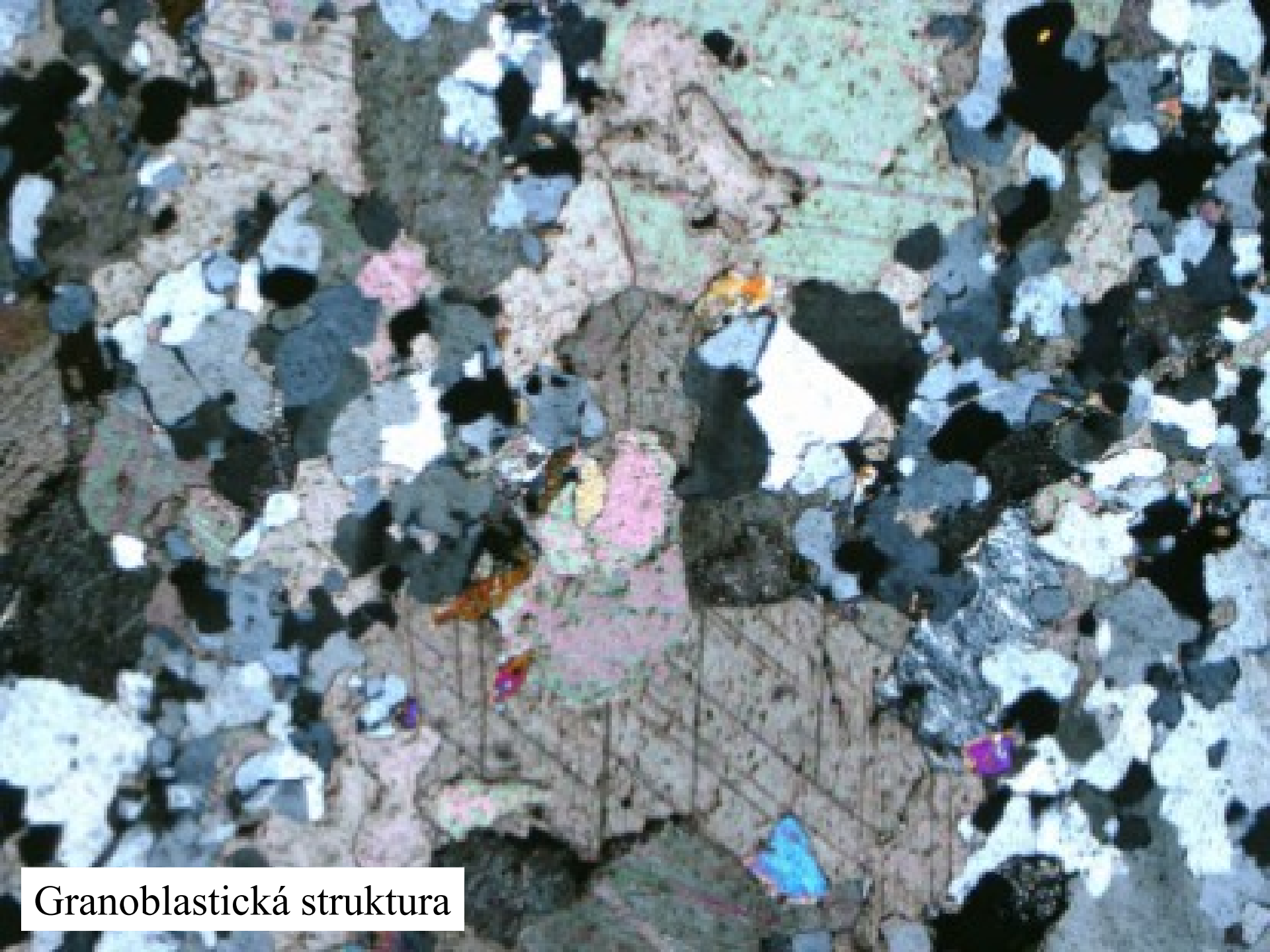
- Vývoj struktur na střížné zóně začíná kataklazitem a končí páskovanou rulou. Podle charakteru deformace po sobě následují struktury:
- tektonoklastická – minerály jsou křehce porušeny nebo drceny
- tektonoplastická – je patrná plastická deformace minerálů
- tektonoblastická – deformace minerálů je provázena rekrytalizací

c) Statická rekrytalizace

- po ukončení deformace mají krystaly větší množství dislokací
- typická jsou nepravidelné hranice s vysokou povrchovou energií
- za vyšších teplot a vyšší aktivity fluid dojde k zotavení = statická rekrytalizace
- statická rekrytalizace se projevuje:
 - 1) redukcí mřížkových defektů bez zhrubnutí zrna - primární rekrytalizace
 - 2) zhrubnutím zrna - sekundární rekrytalizace
- statická krystalizace může vytvořit polygonální granoblastickou strukturu
- je typická pro kontaktní metamorfózu



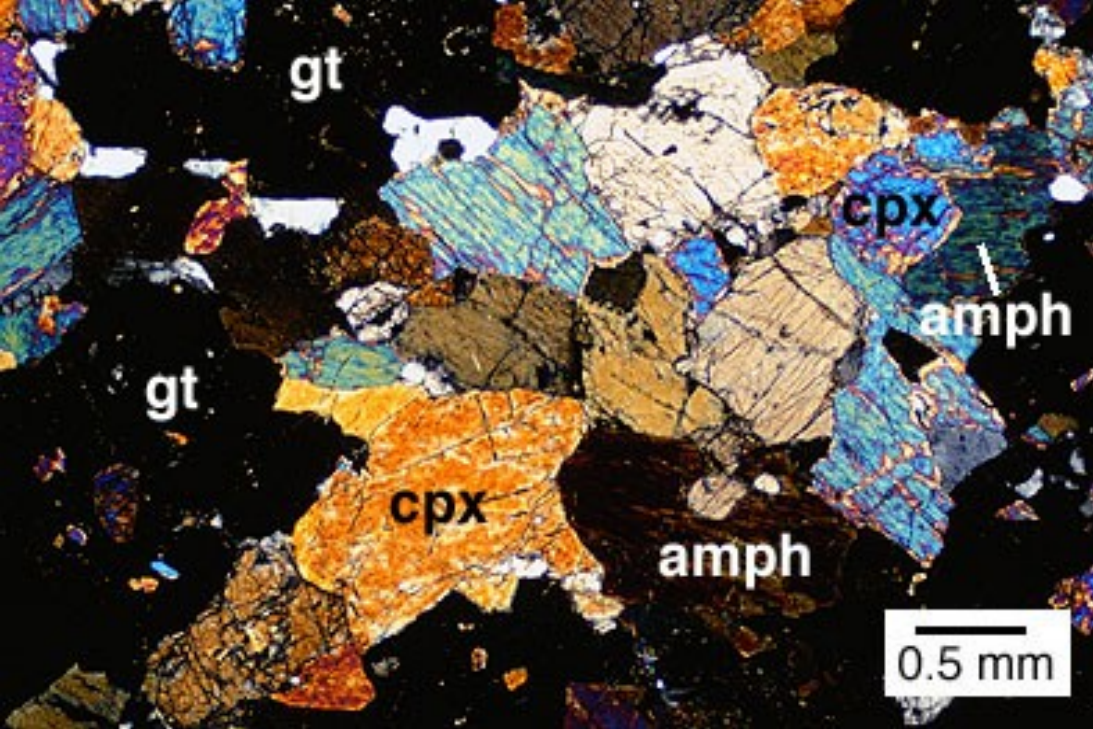
statická krystalizace



Granoblastická struktura

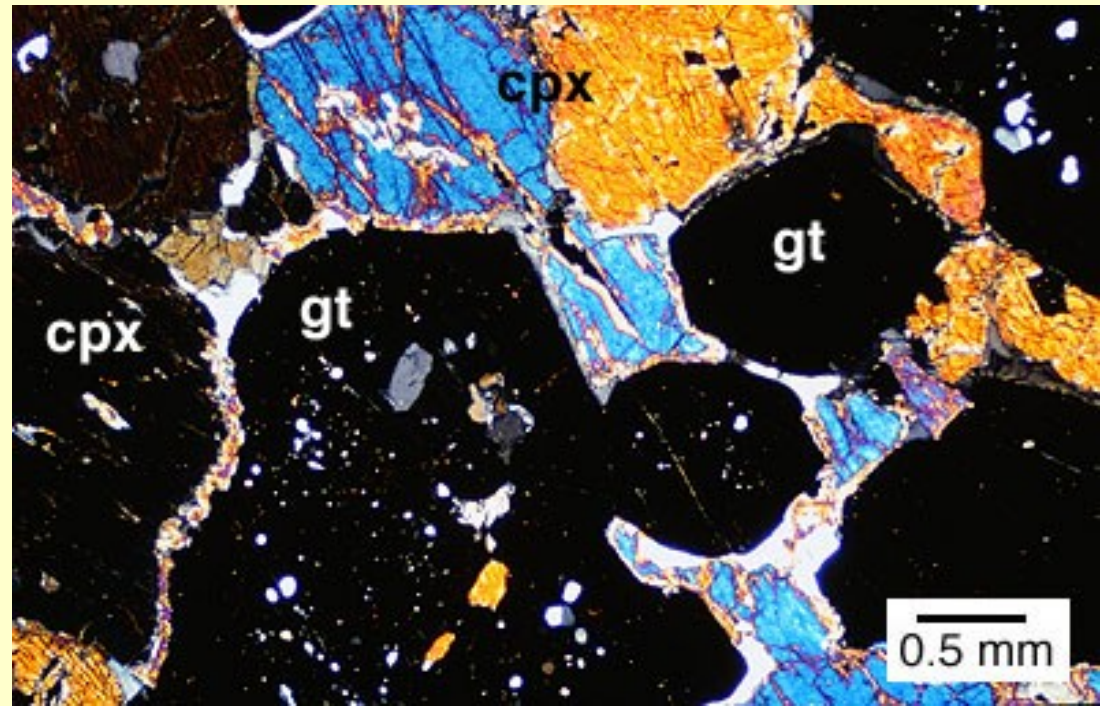
Retrográdní přeměny

- reliktní stavby
- původní minerální asociace se stane v podmínkách nižší tlaku a teploty nestabilní
- je nahrazována minerální asociací za daných podmínek stabilnější



Retrográdně metamorfovaný eklogit:

- 1) *původní klinopyroxen je nahrazován amfibolem (eklogit retrográdně přeměněný: cpx + gt + sp + amph).*
- 2) *spodní obrázek ukazuje eklogit bez retrográdních přeměn (minerální asociace eklogitu je: cpx + gt + sp)*



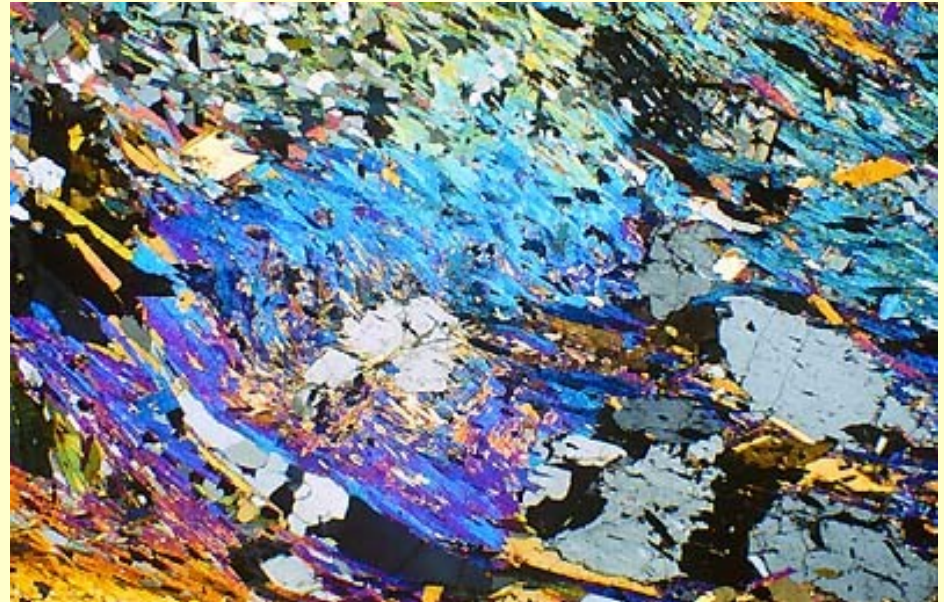
STRUKRURY INDIKUJÍCÍ NESTABILITU MINERÁLU

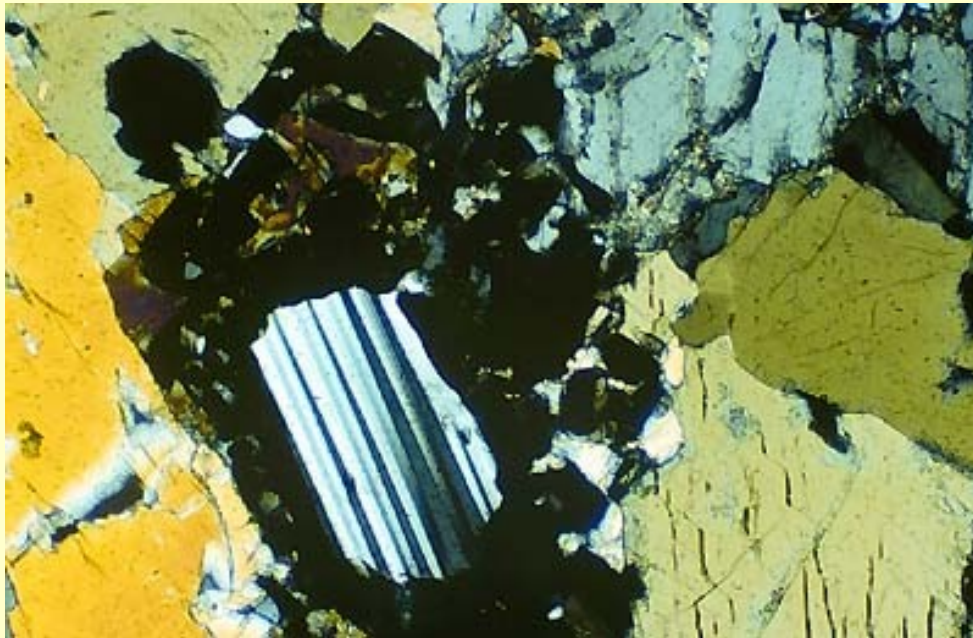
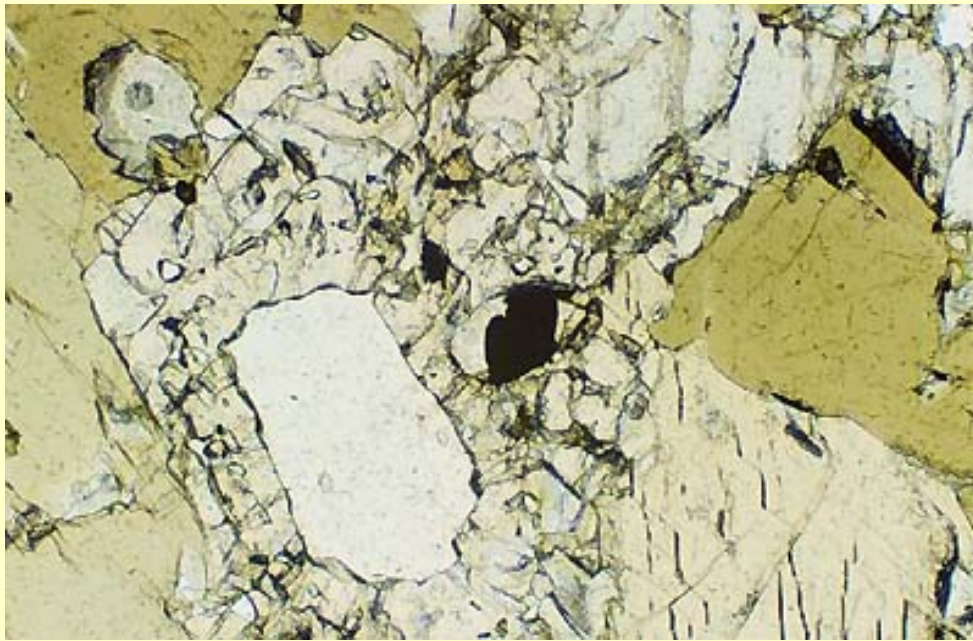


Obr. 1 Pseudomorfóza muskovitu po kyanitu. Kyanit je v centru pseudomorfózy zachován (v rovnoběžných a zkřížených nikolech).

1) Pseudomorfóza

- minerál je za daných podmínek nestabilní
- přemění se na minerál nebo několik minerálů
- nové fáze jsou za daných podmínek stabilní
- zachovávají vnější tvar původního minerálu

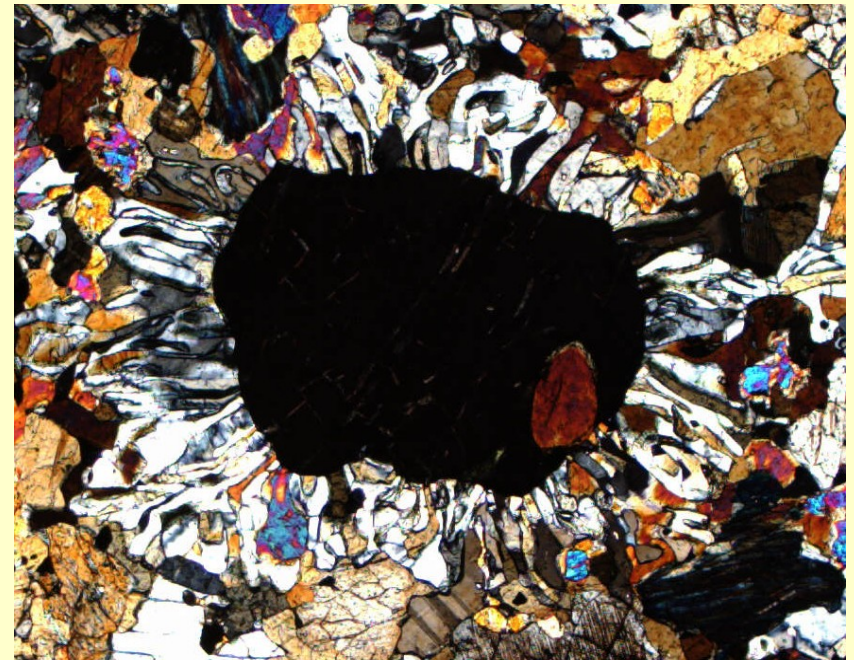




Koróna vznikla mezi plagioklasem a amfiboly obklopujícími plagioklasové zrna. Rovnoběžné a zkřížené nikoly.

2) Reakční koróny

- vznikají kolem nestabilních minerálů
- bývají většinou složeny nejméně ze dvou komplikovaně prorostlých minerálních fází
- koróna uchránila tento minerál před úplnou přeměnou



Koróna kolem granátu. Zkřížené nikoly.

Vztah metamorfózy a deformace



- 1) **Post-tektonická** stavba:
- nová minerální asociace vznikla až po deformaci
- nové minerály přerůstají deformační stavby jako je foliace nebo vrásy

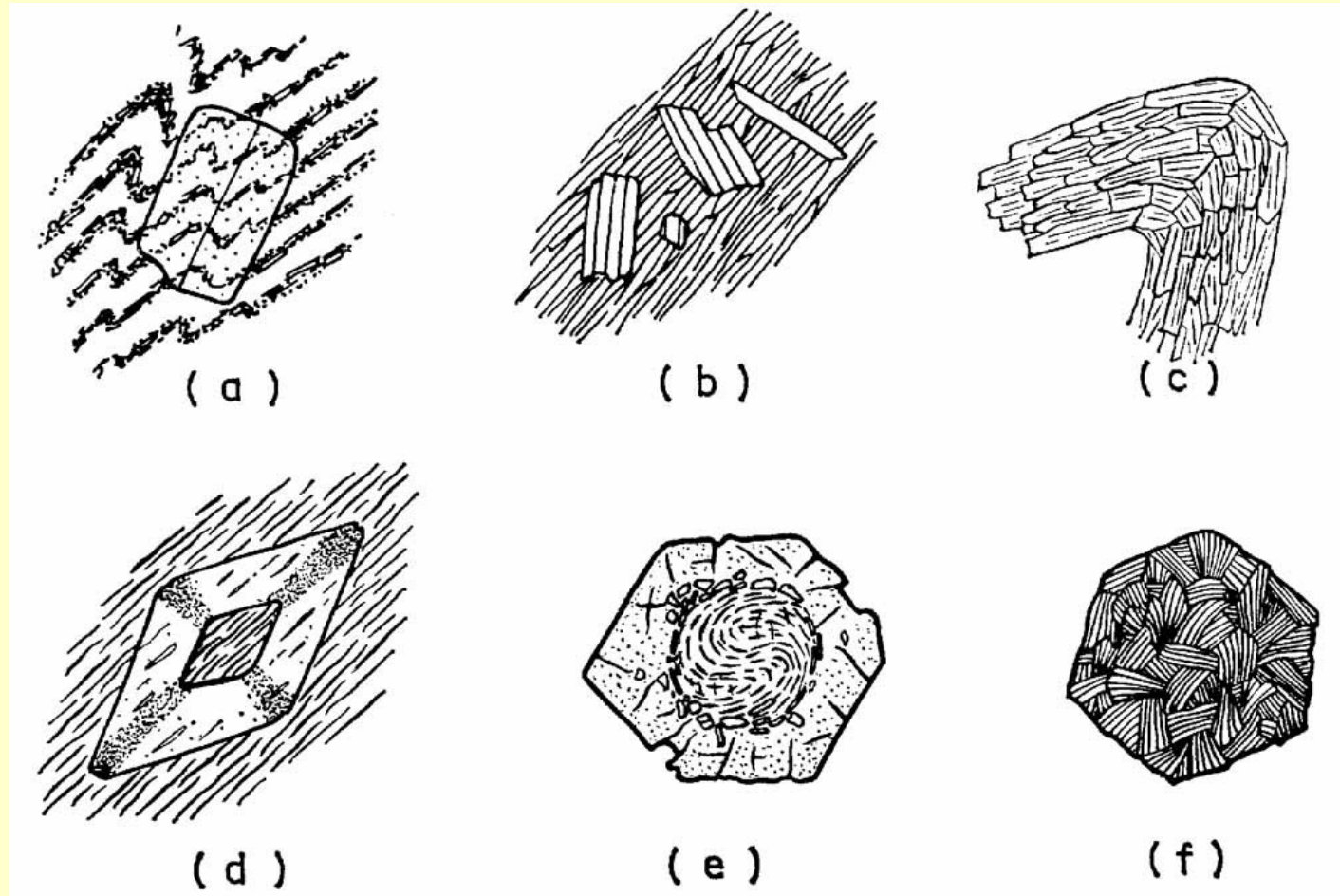


- 2) **Syn-tektonická** stavba:
- minerály nové minerální asociace rostou během deformace
- např. rotovaný granát vznik foliace



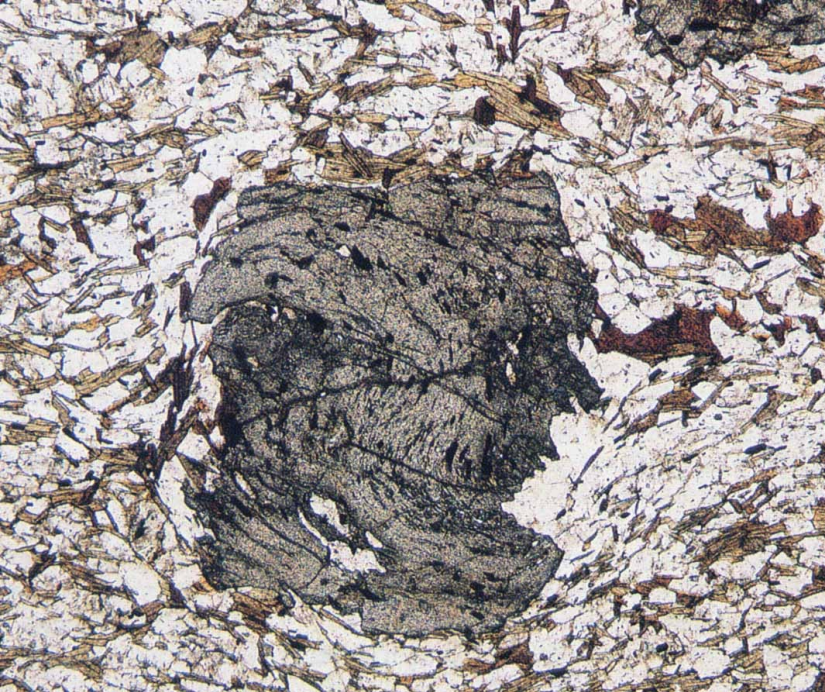
- 3) **Pre-tektonická** stavba:
- minerály byly po svém vzniku postiženy deformací
- vznikají tlakové stíny a undulózní zhášení

Post-tektonické struktury

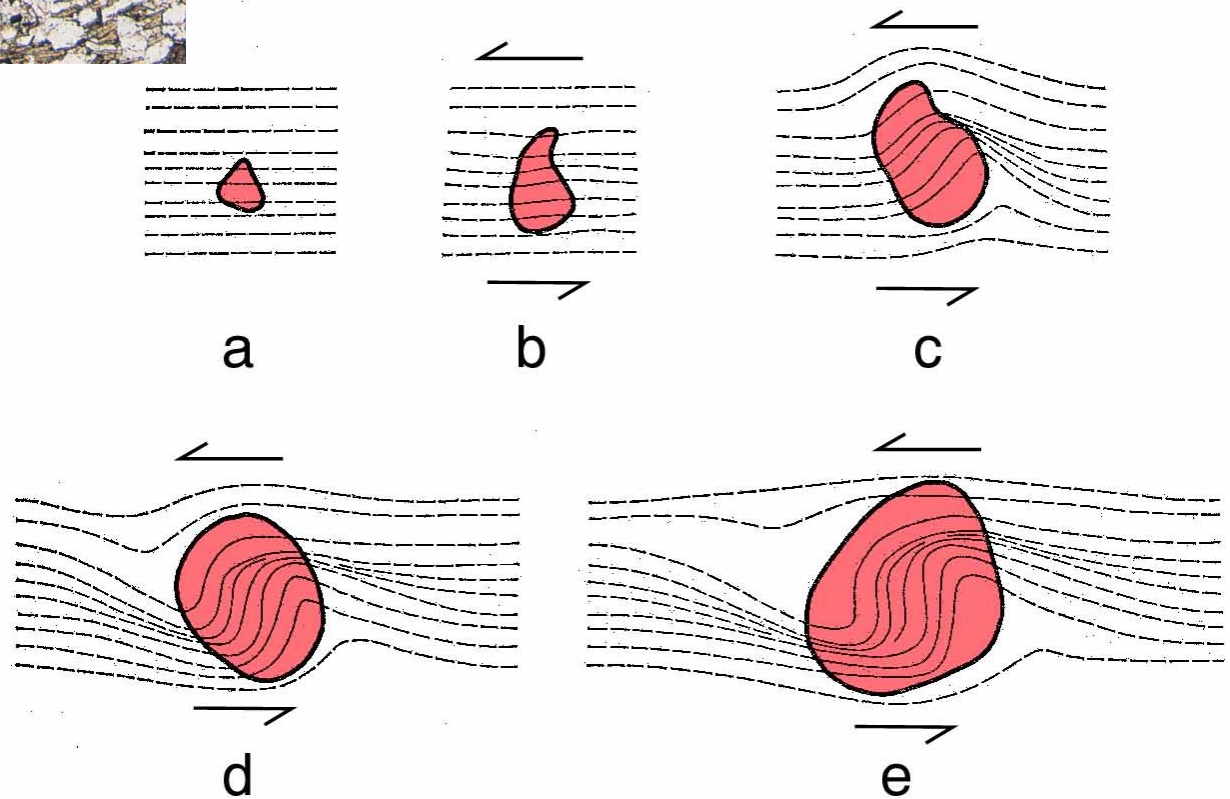


- **a.** Krystal přerůstající starší foliaci **b.** Náhodně orientované krystaly **c.** Polygonální vrásky **d.** Chiasmolity **e.** Pozdní lem kolem granátu neobsahující inkluze **f.** Náhodně orientované agregáty v pseudomorfóze

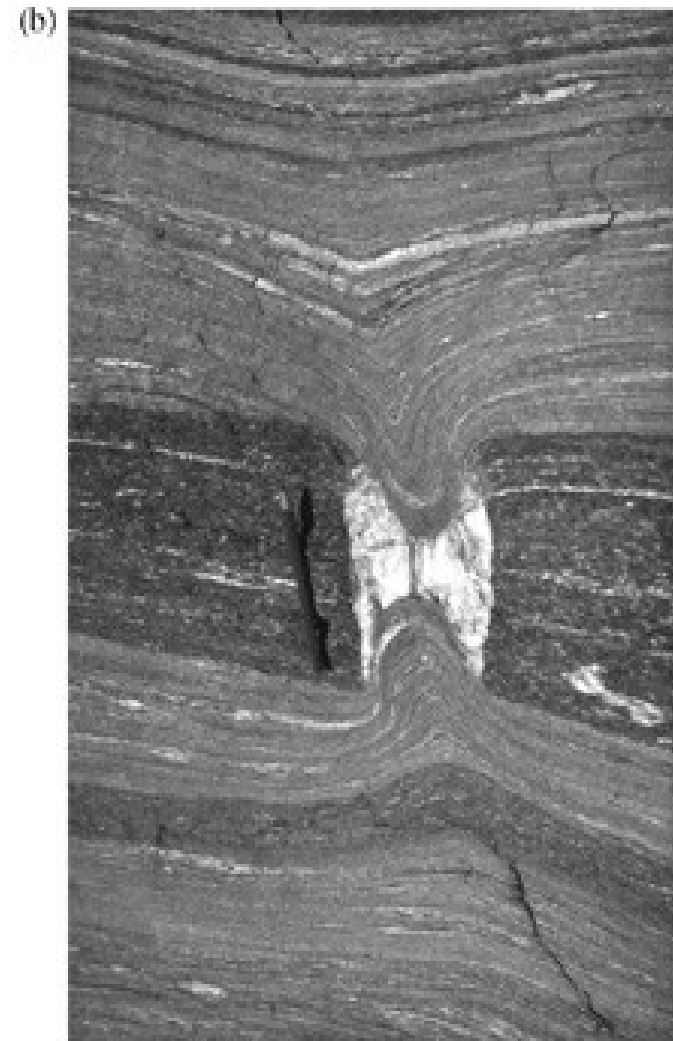
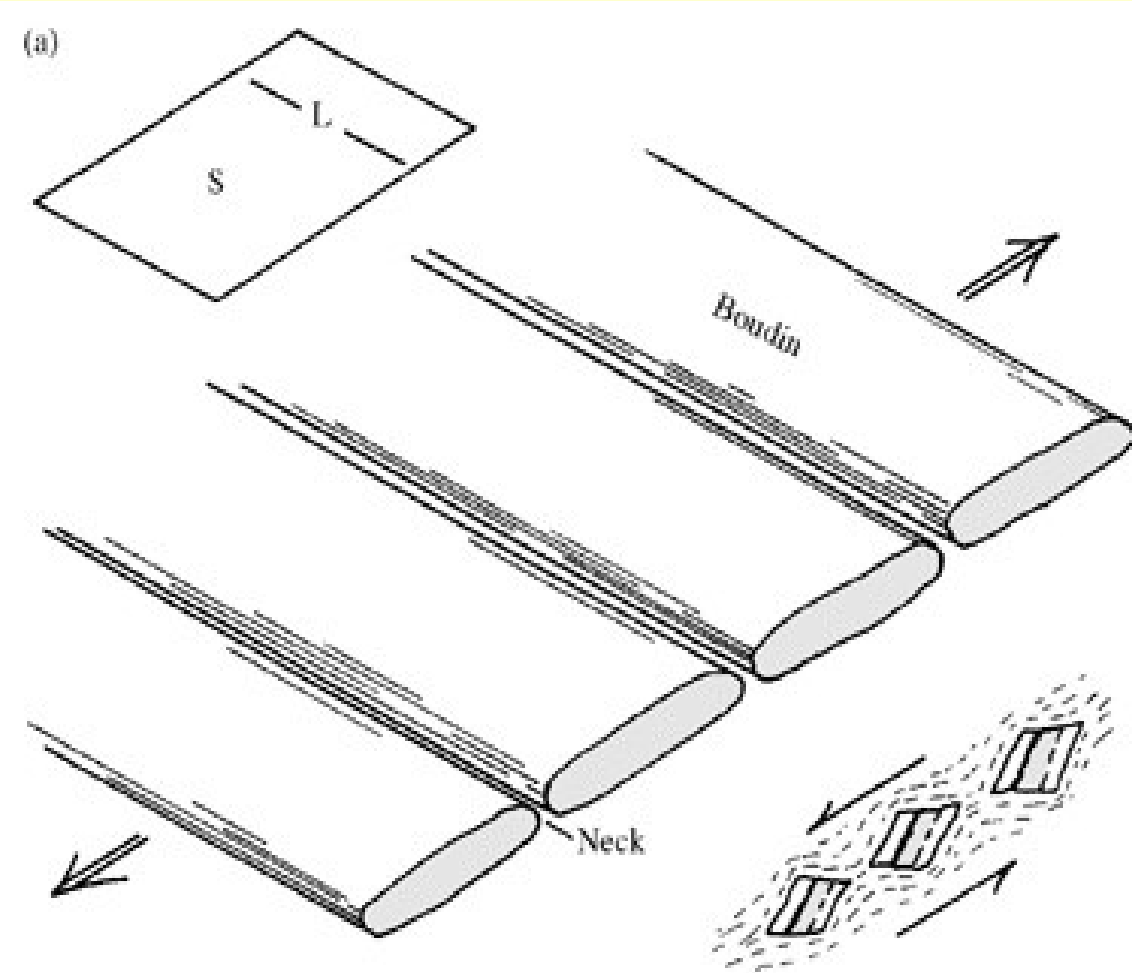
Syn-tektonické struktury

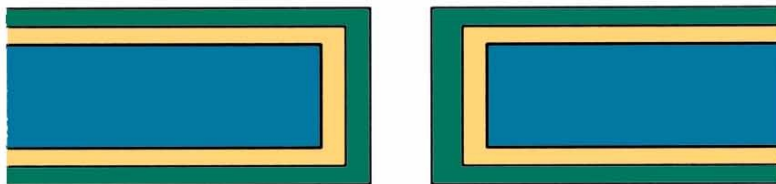
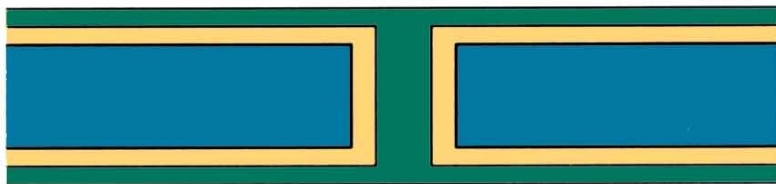
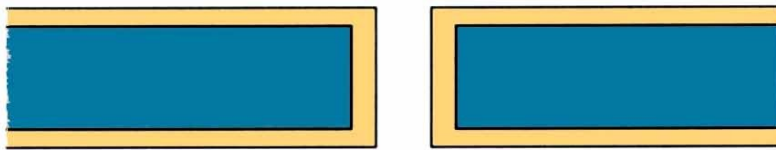
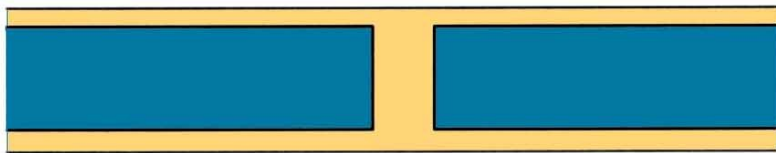
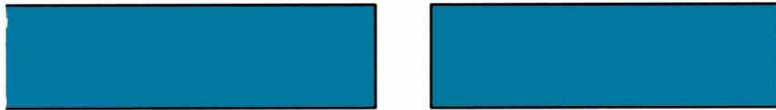


- Vznik rotovaného porfyroblastu

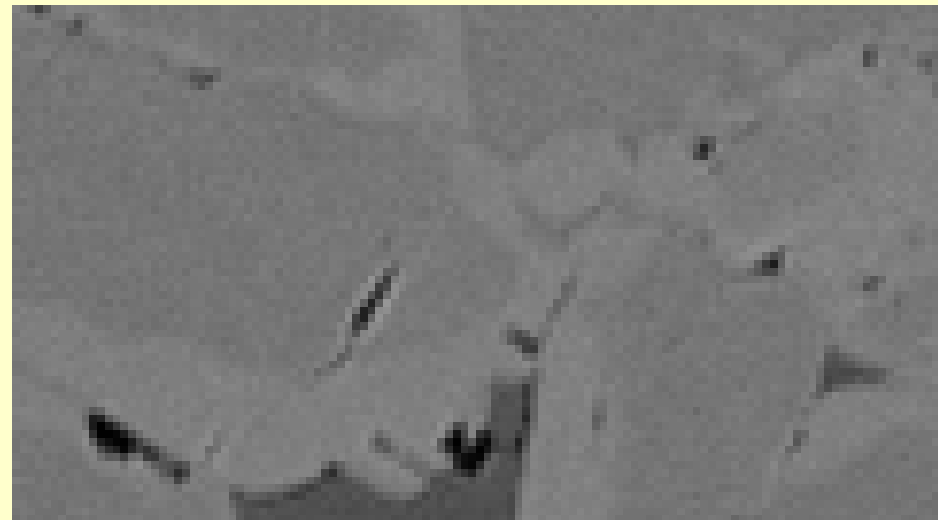


- **Budináž**
- segmentované polohy nebo žíly
- obklopené plastičtějším horninovým prostředím





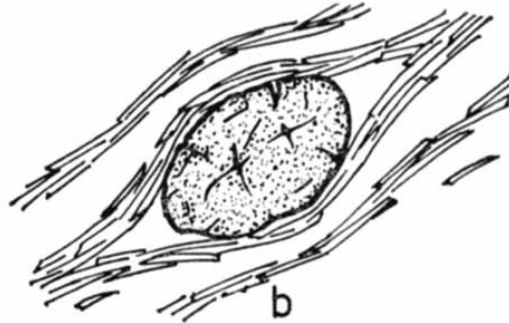
- **Syn-kryštaliní mikrobudináž**
- struktura vzniká neustálým protahováním krystalu
- současně s tím krystal dorůstá



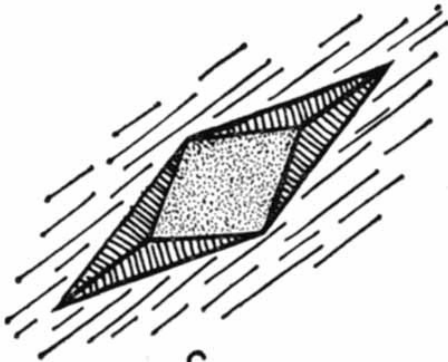
Pre-tektonické struktury



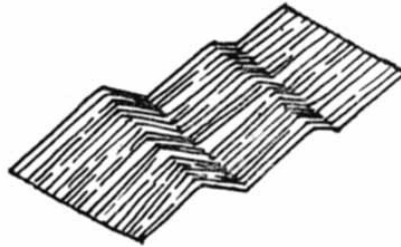
a



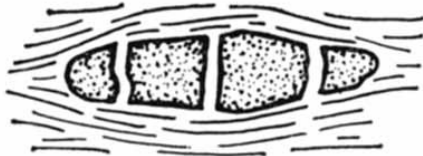
b



c



d

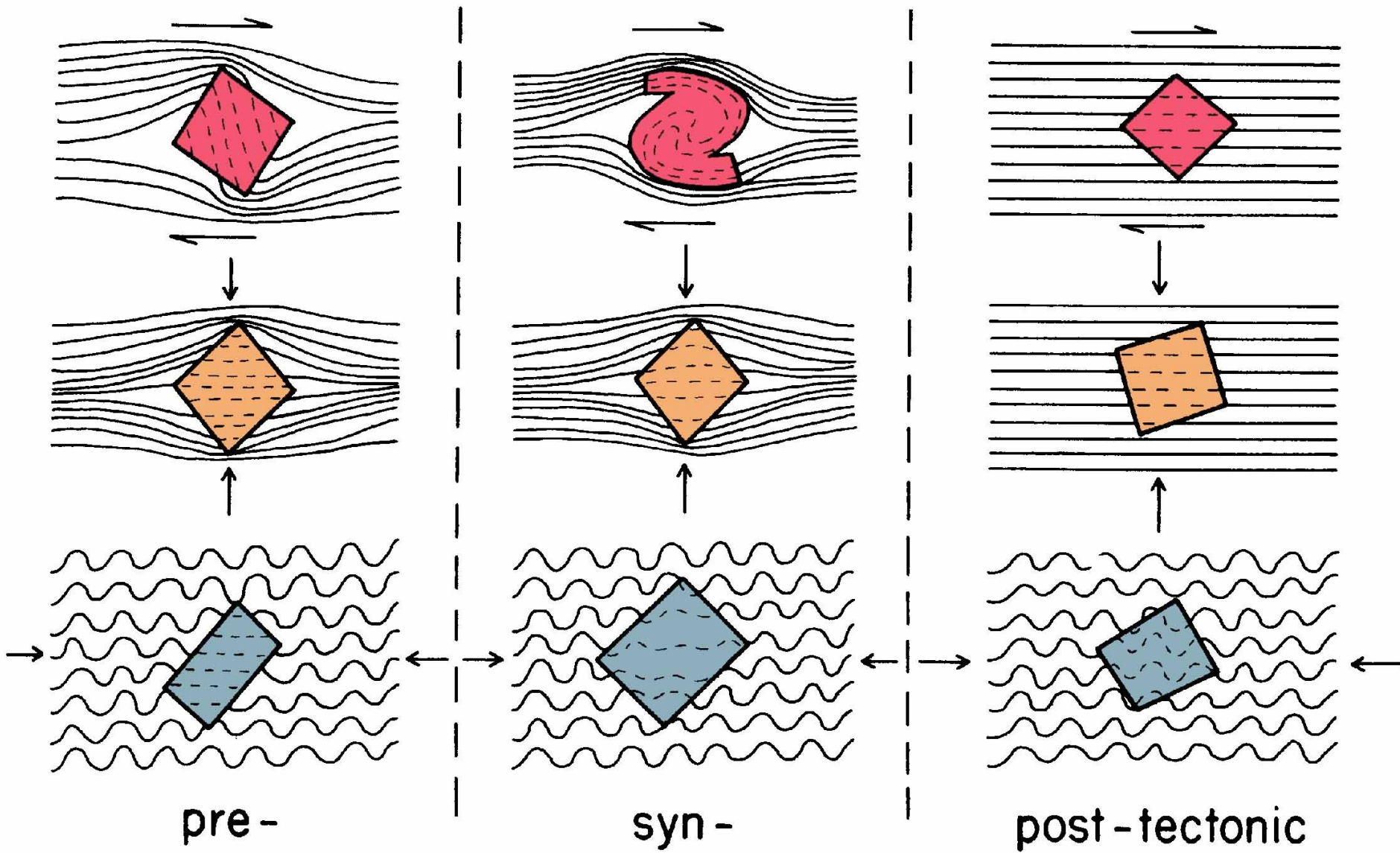


e



f

- a) Ohnutý krystal s undulosním zhášením
- b) Foliace obalená kolem porfyroblastu.
- c) Tlakové stíny
- d) Lomené vrstvy nebo plochy (Kink bands)
- e) Mikroboudiny
- f) Deformační dvojčatění



SW

SW

NE

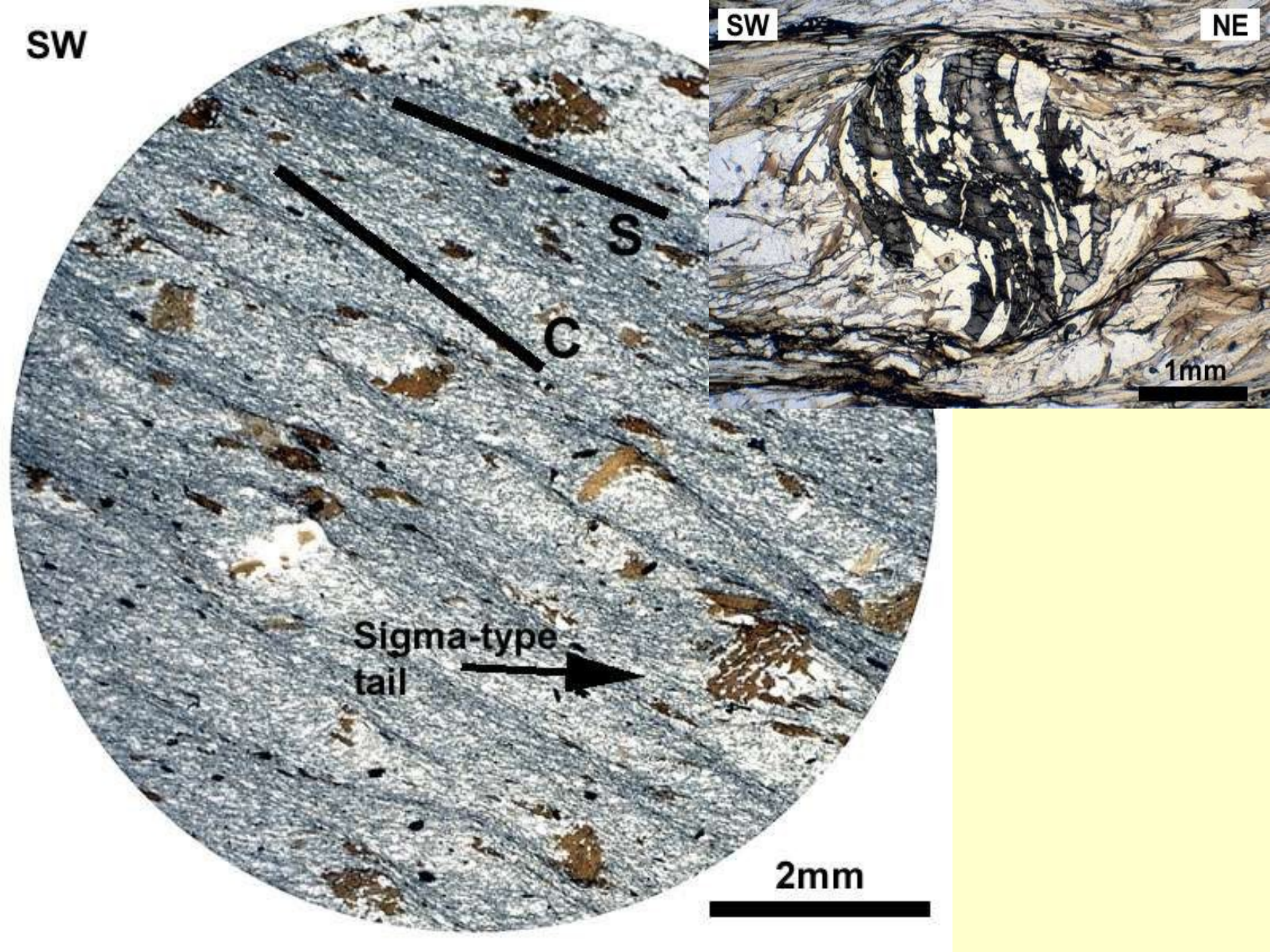
S

C

Sigma-type
tail

1mm

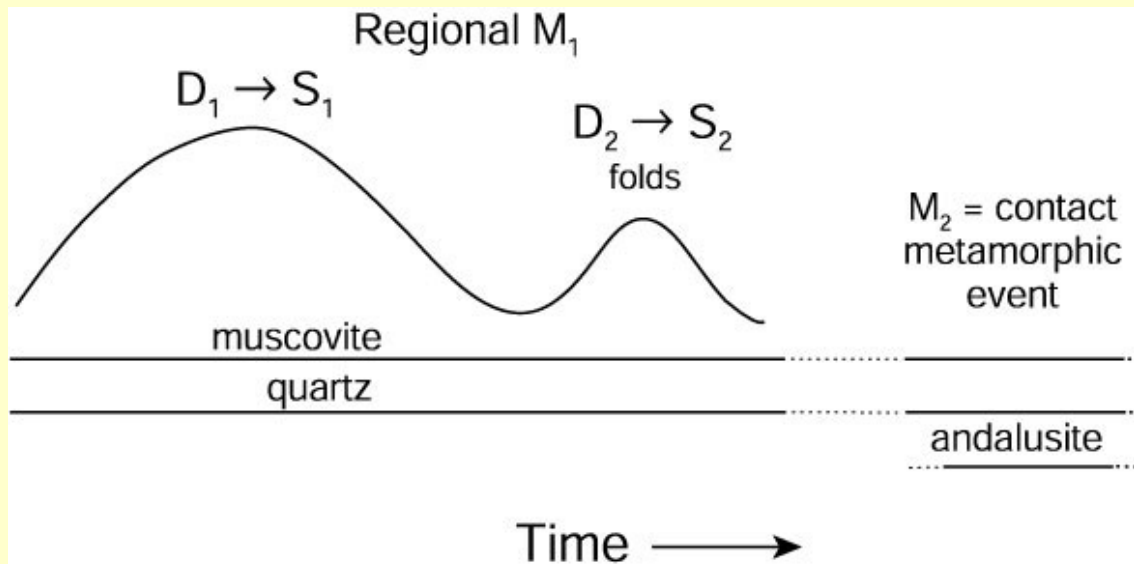
2mm



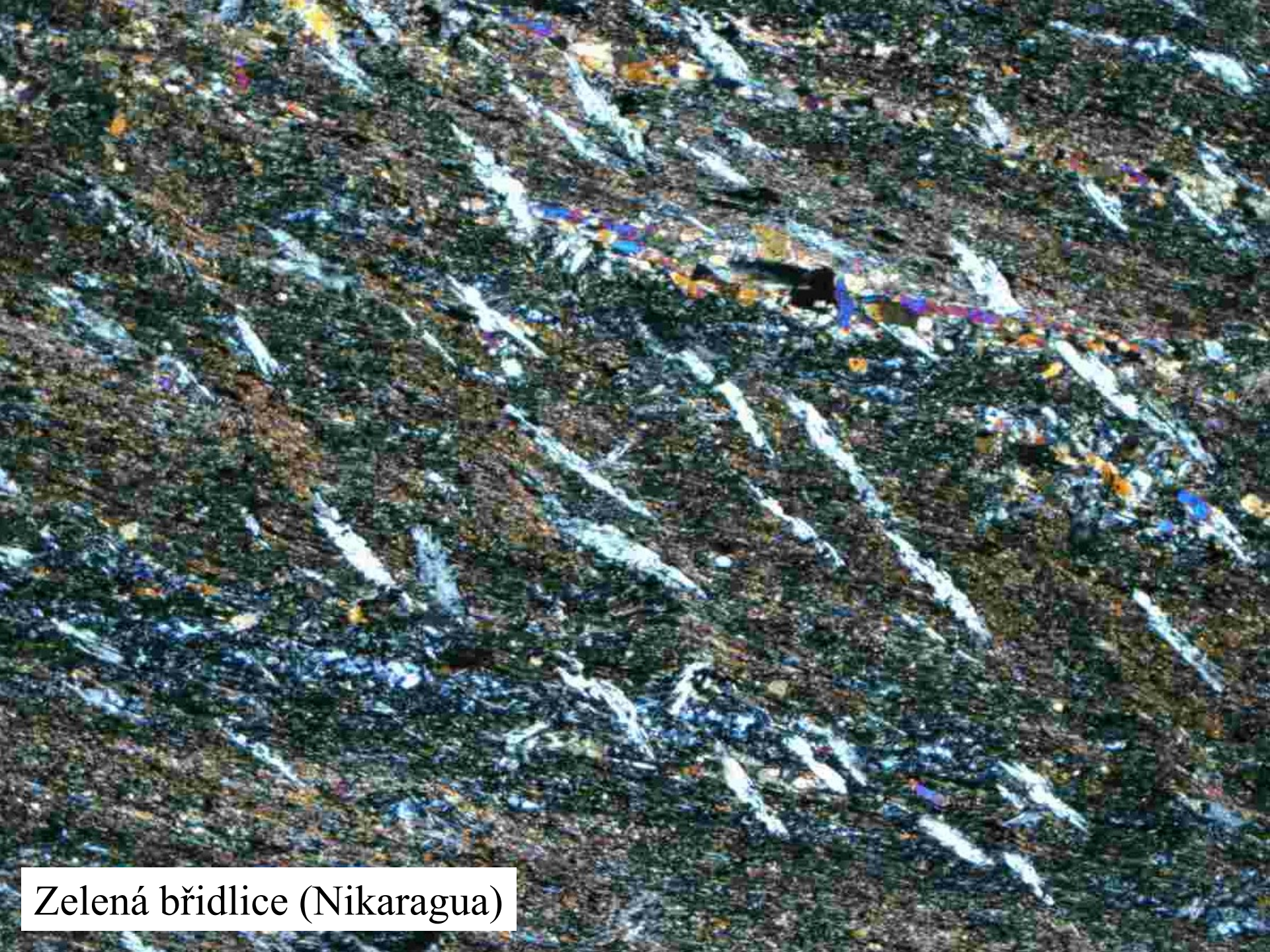
Deformační analýza metamorfovaných hornin

- Deformační událost: D_1 D_2 D_3 ...
- Metamorfní událost: M_1 M_2 M_3 ...
- Foliace: S_0 S_1 S_2 S_3 ...
- Lineace: L_0 L_1 L_2 L_3 ...

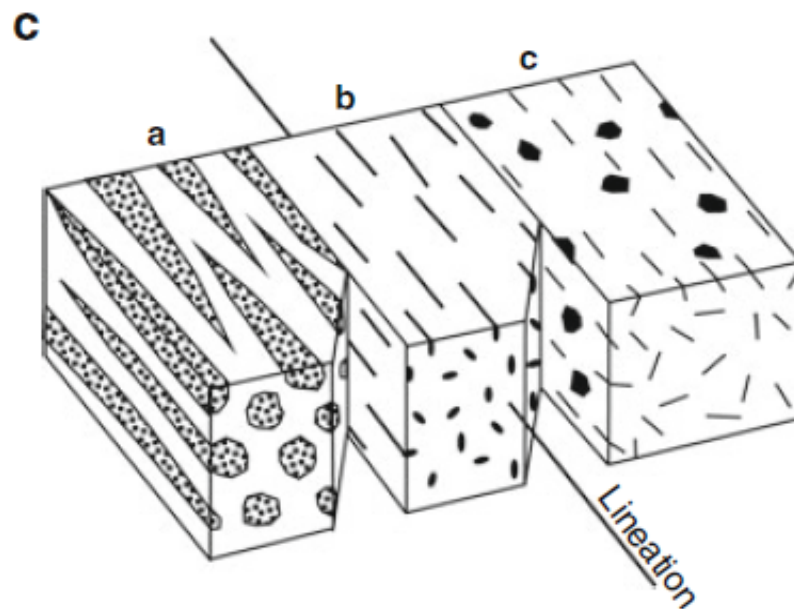
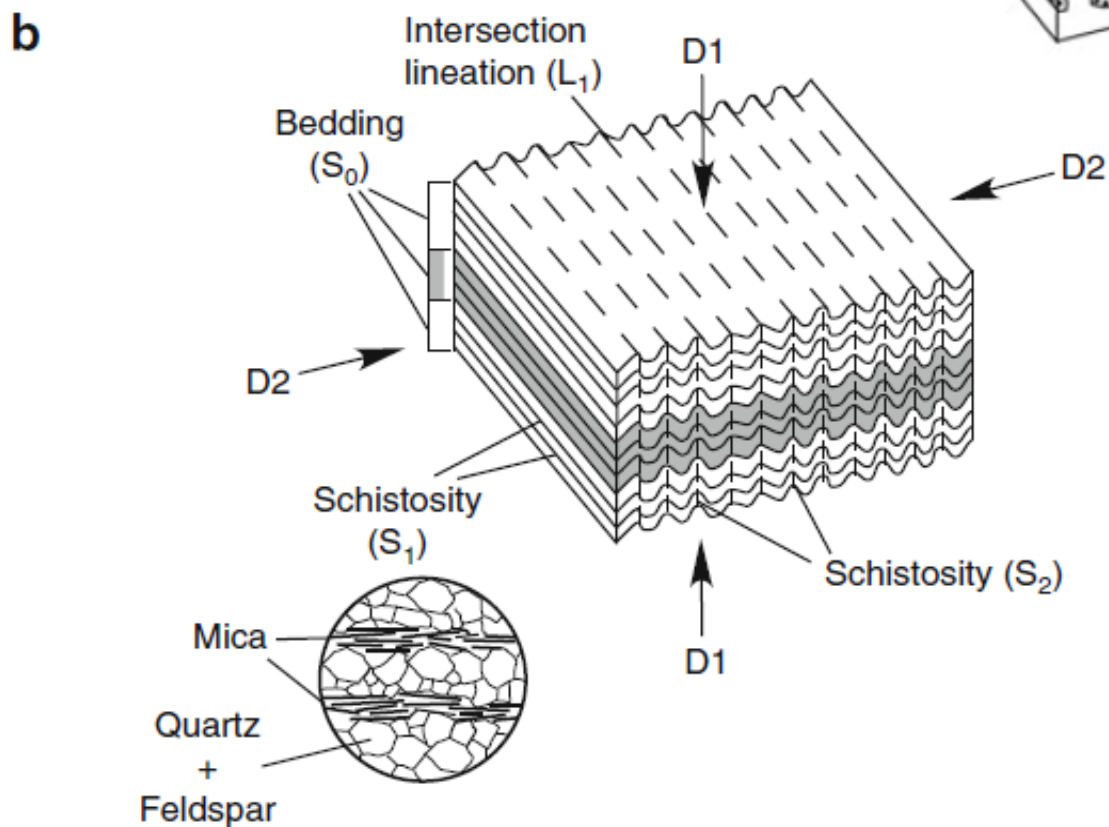
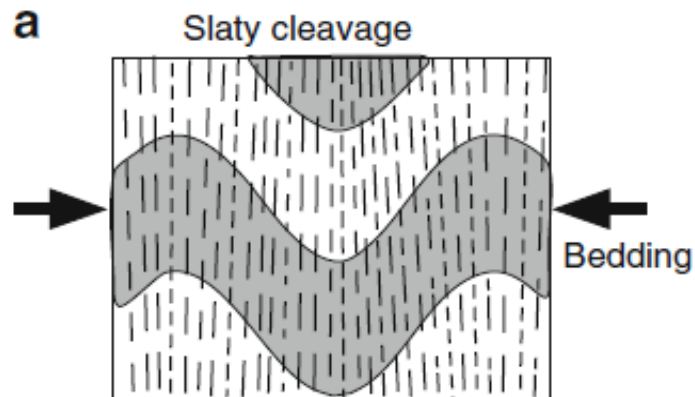
Struktura hypotetického svoru s porfyroblasty andalusitu. Bard (1986) *Microtextures of Igneous and Metamorphic Rocks*. Reidel. Dordrecht.



Grafická analýza vztahu mezi deformací (D), a metamorfózou (M). Winter (2001) *An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall.



Zelená břidlice (Nikaragua)



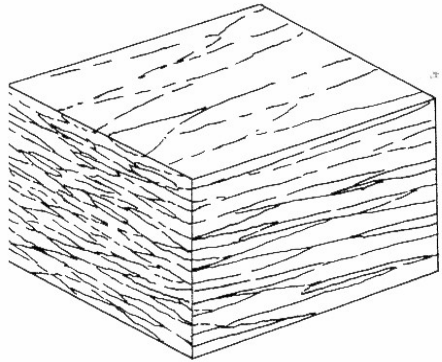
Interpretace stavebních znaků:

(a) Sedimentární vrstevnatost a mladší kliváž

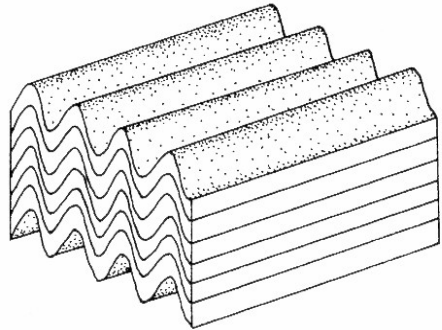
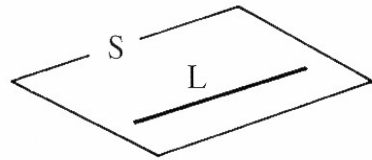
(b) Metamorfovaná hornina (pasky Ms a Fsp+Qtz) s foliacemi S_1 a S_2 vázanými na deform události D_1 a D_2 . S_1 paralelní s původní vrstevnatostí sedimentu (S_0), díky S_2 vzniká intersekční lineace.

(c) Příklady met. lineací (L): aregáty zrn, protažení amfibolů, orientace lupínků slíd

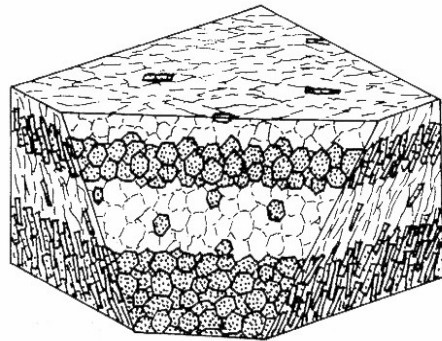
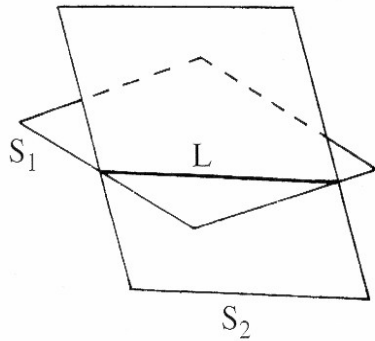




Preferred orientation of bladelike grains



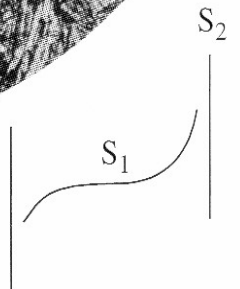
Folded foliation; hinge lines define a lineation

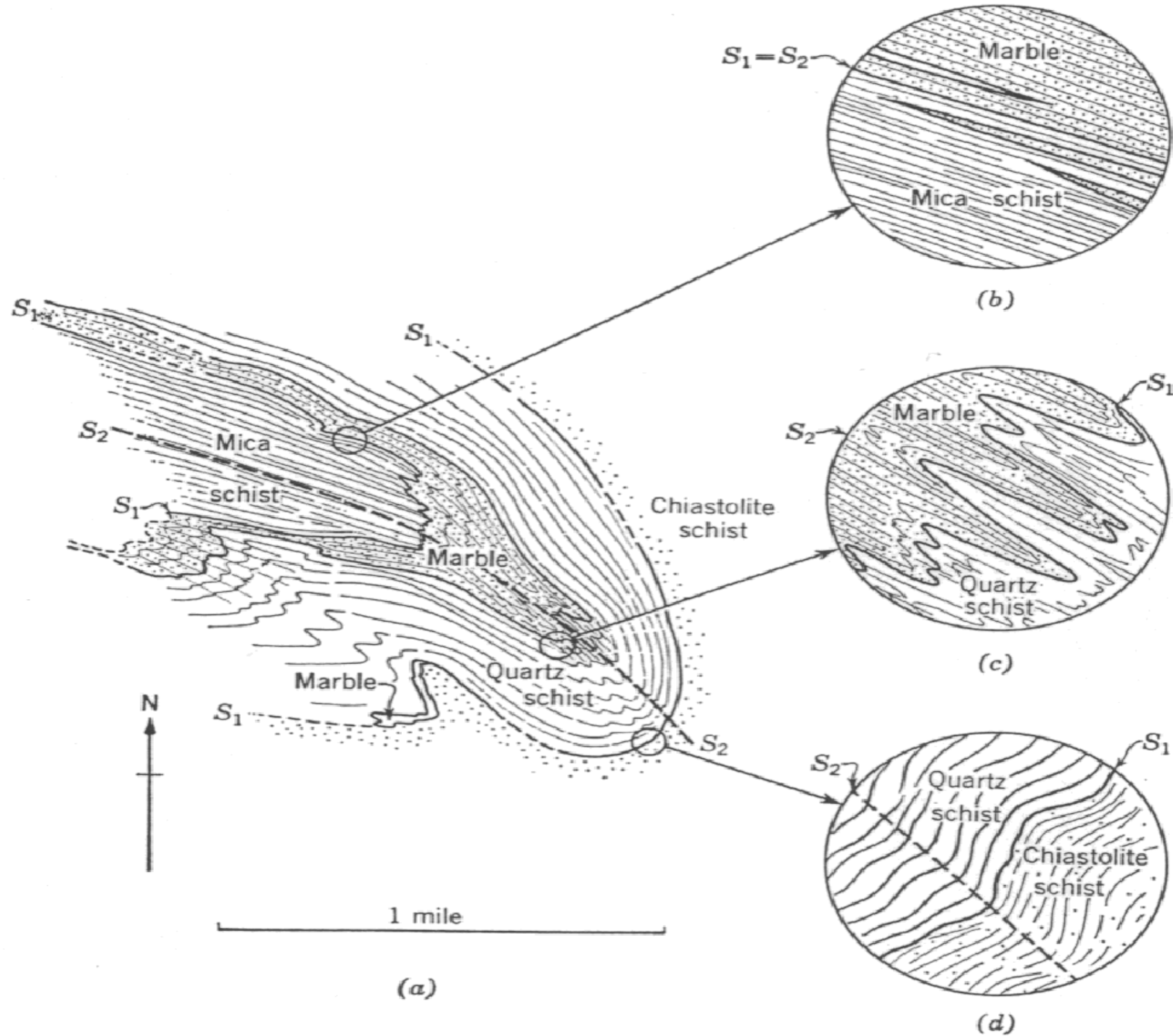


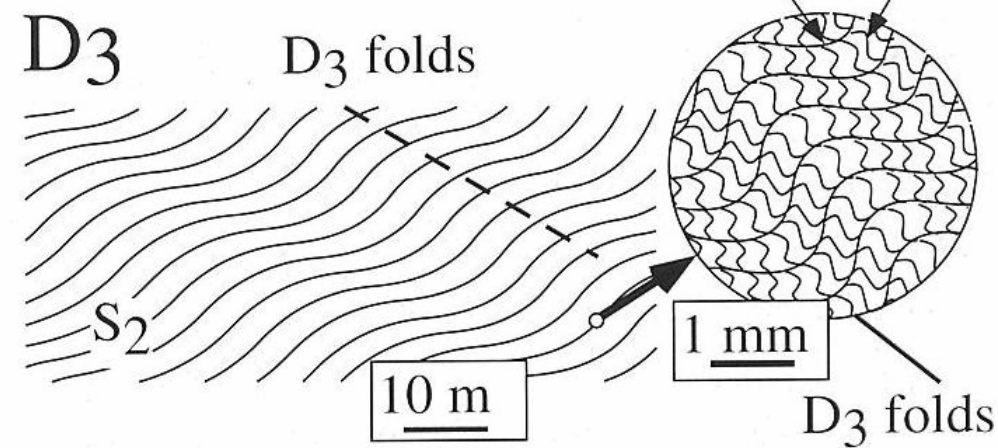
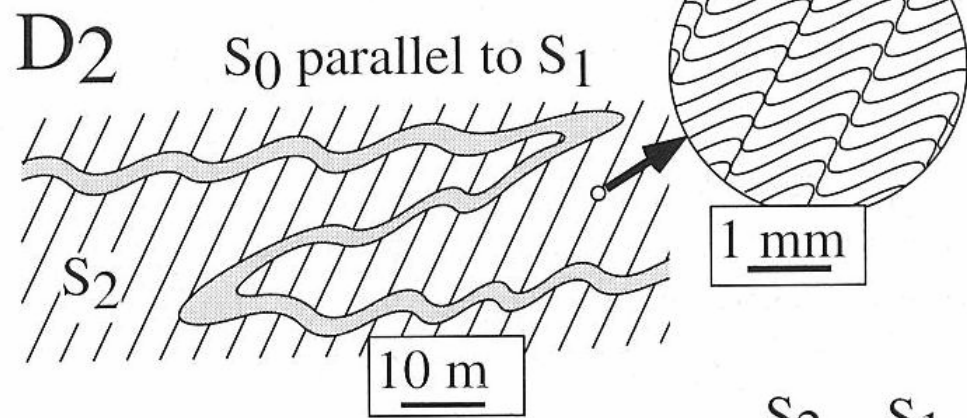
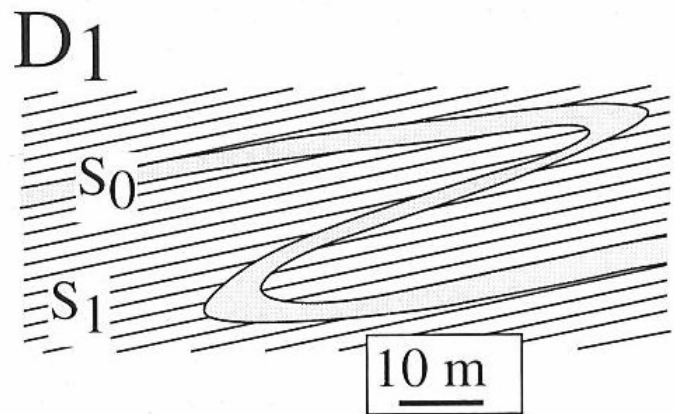
Oblique foliations with a lineation at their intersection



0 mm 0.5

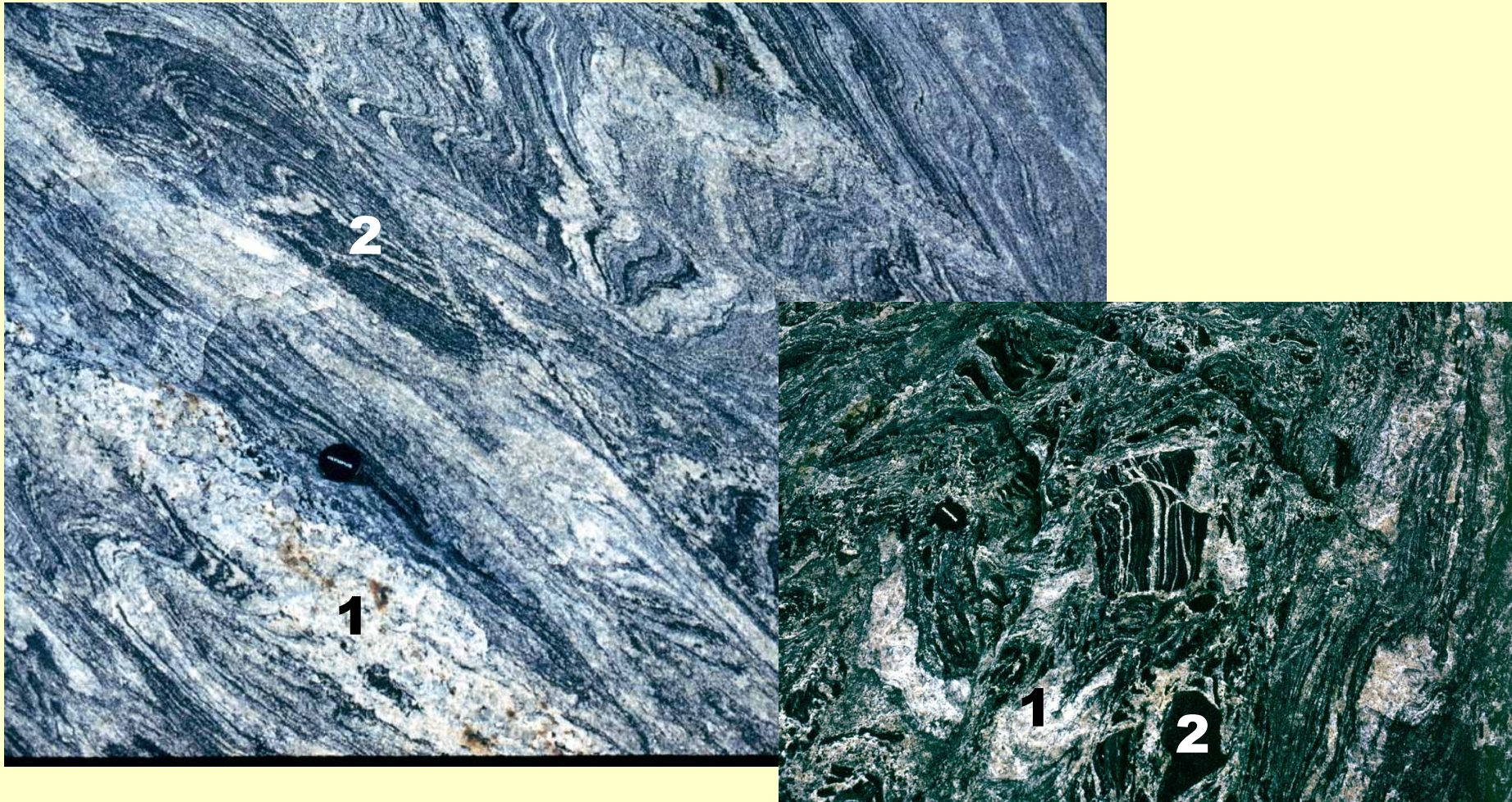






Migmatity

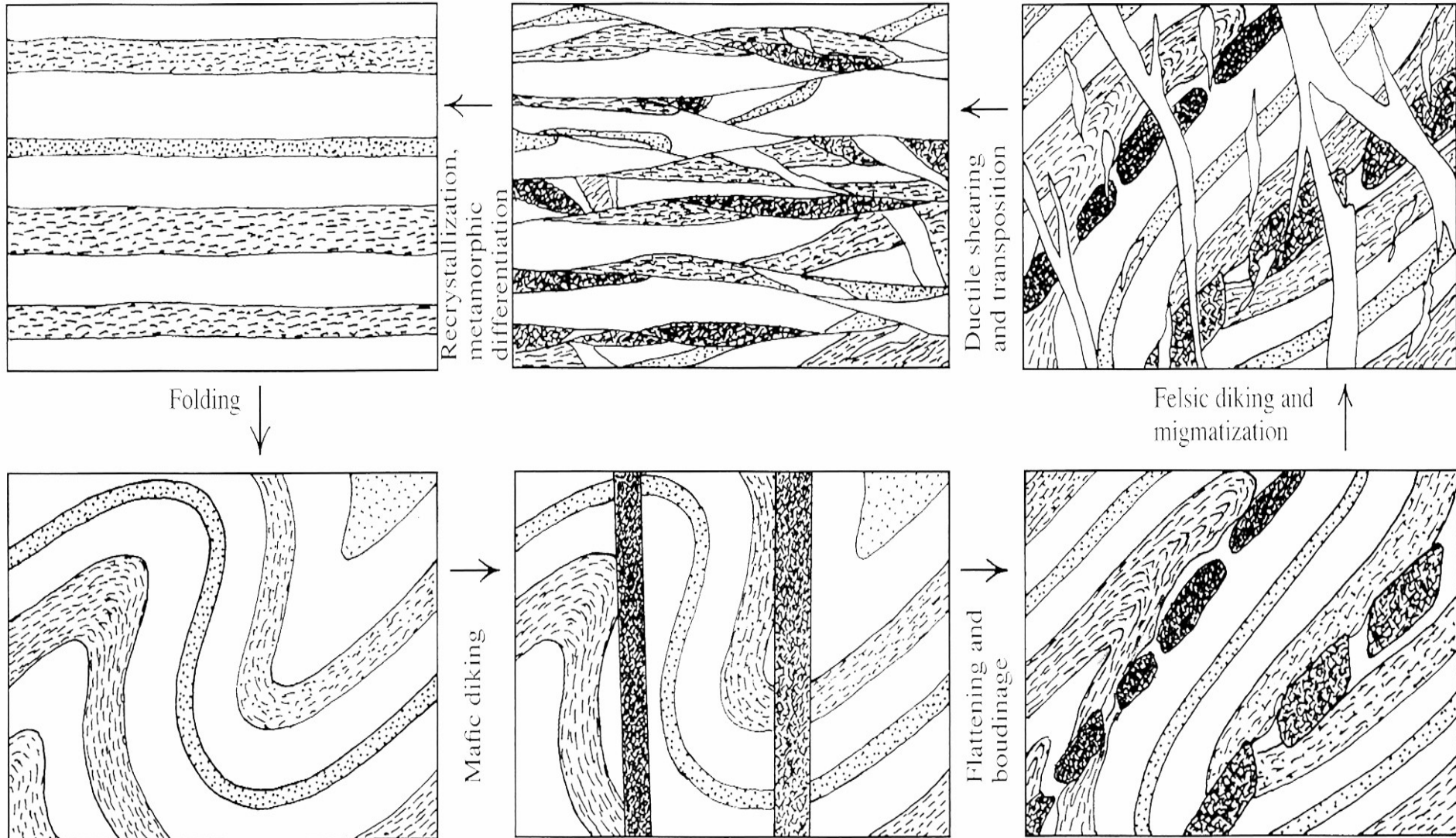
- migmatitizace postihuje hlavně pelity a bazické horniny
- 1) leukosom: tavenina (pelity: Qtz + Pl + Kfs ± slídy)
- 2) melanosom (restit): hornina ochuzená o taveninu (pelity: Grt + Bt + Sil + Pl + Qtz ± Cdr)





Migmatit (Mongolsko)

Polymetamorfní vývoj vulkanosedimentárního metamorfovaného komplexu





Ledeč nad Sázavou



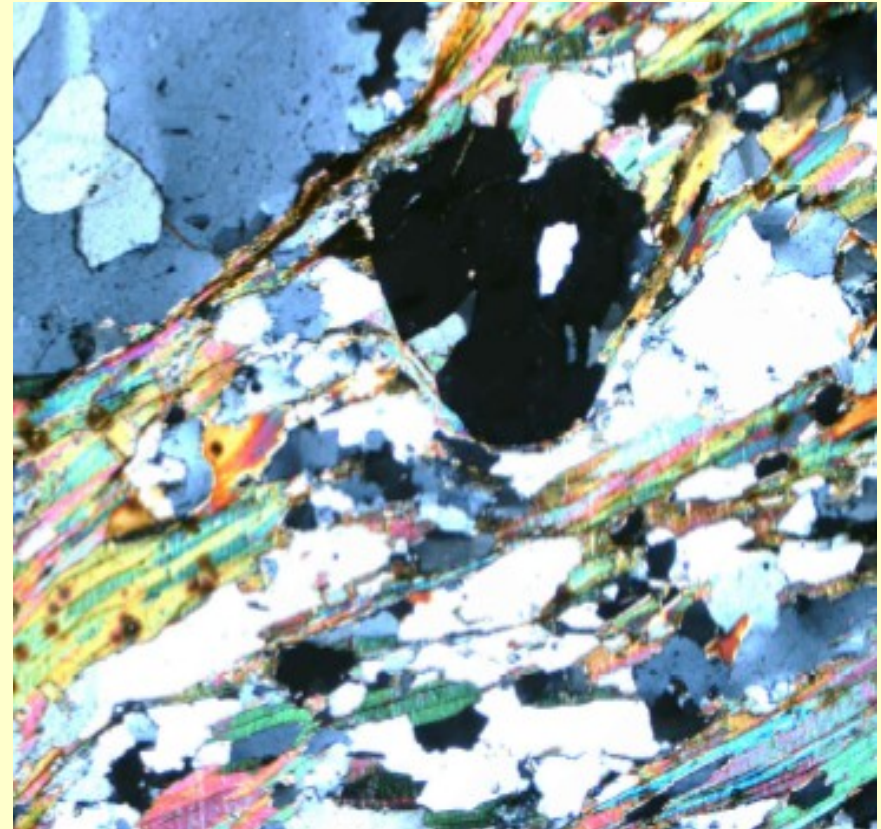
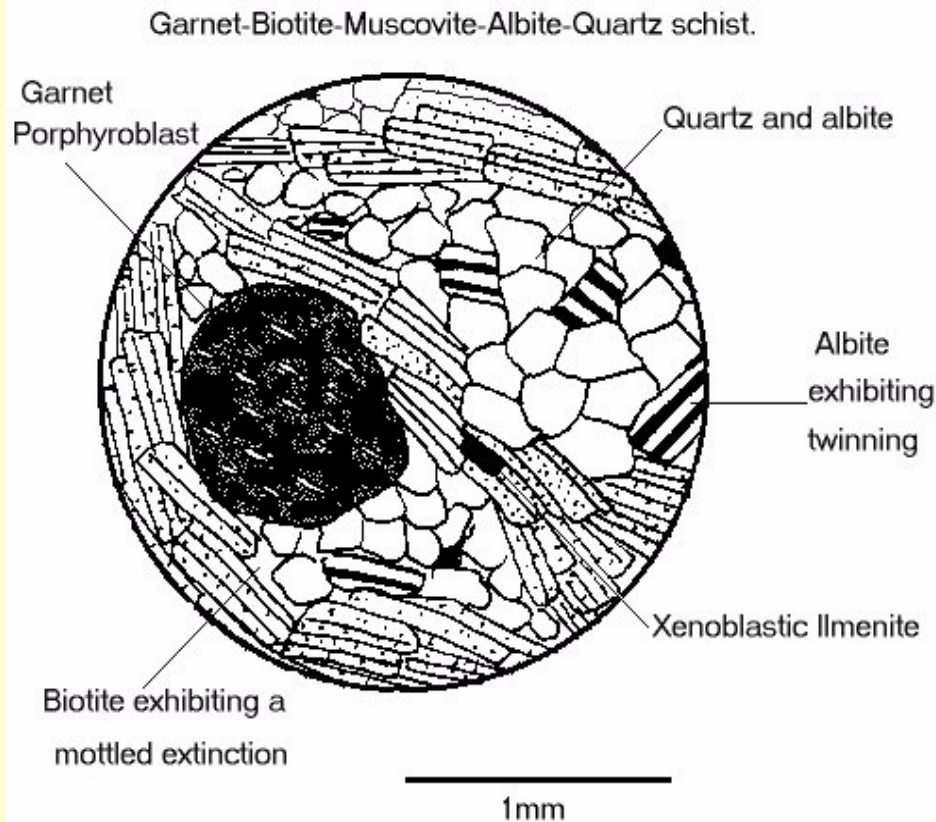
Mírošov



Dolní Bory

Jak charakterizovat stavbu horniny ?

- název struktury se volí podle toho hlediska, které je pro danou horninu nejvýznamnější,
- nikoli podle všech možných hledisek
- pokud je to vhodné, je možné sestavovat název podle dvou i více hledisek — např.: struktura xenoblasticky granoblastická, atolová nematogranoblastická
- složených názvů užíváme jen pokud jsou jazykově únosné
- v mnohých případech je vhodné vyjádřit názvem jen hlavní strukturní rys horniny a podrobnosti uvést v popisu



Literatura

- Dudek, A. - Fediuk F. - Palivcová M. (1962): Petrografické tabulky
- Hejtman, B. (1962): Petrografie metamorfovaných hornin
- Konopásek, J. – Štípská P. – Klápová H. – Schulmann K. (1998): Metamorfnní petrologie
- Naprostá většina obrazového materiálu pochází z celé řady internetových stránek věnujících se metamorfnní petrologii