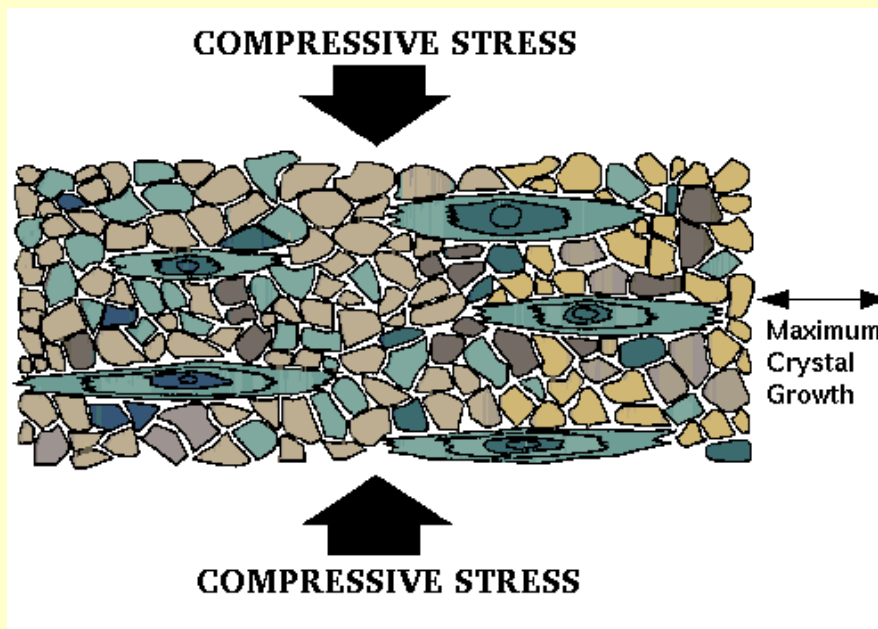


Petrologie G3021

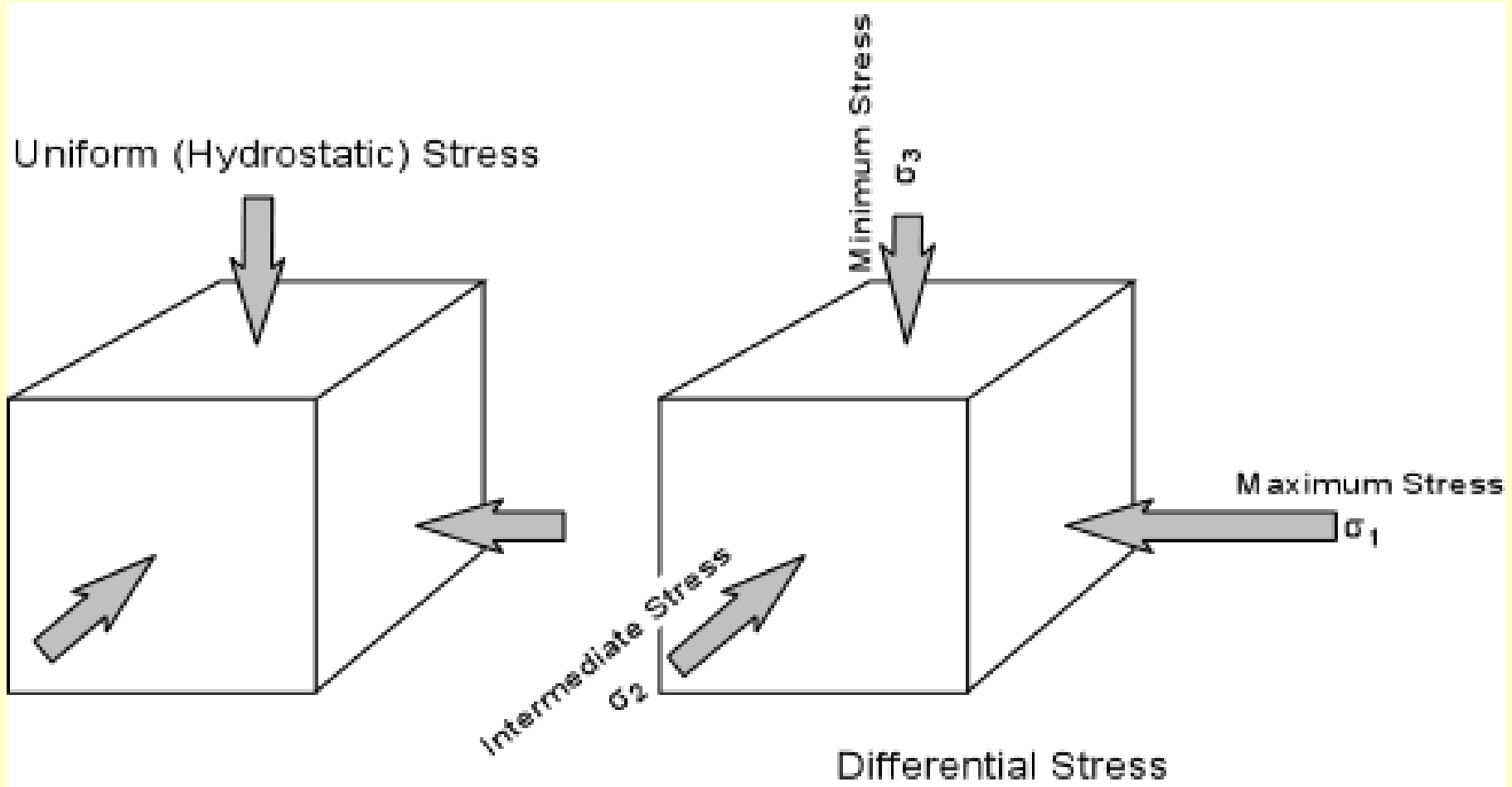
3. Úvod do metamorfních procesů



Stavební znaky hornin typické pro jednotlivé typy metamorfóz

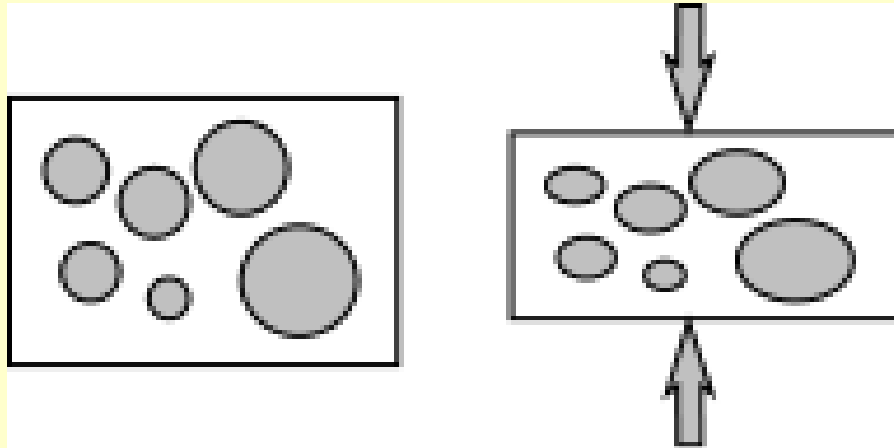
1) Dynamická metamorfóza

Stavby svázané s působením orientovaného tlaku

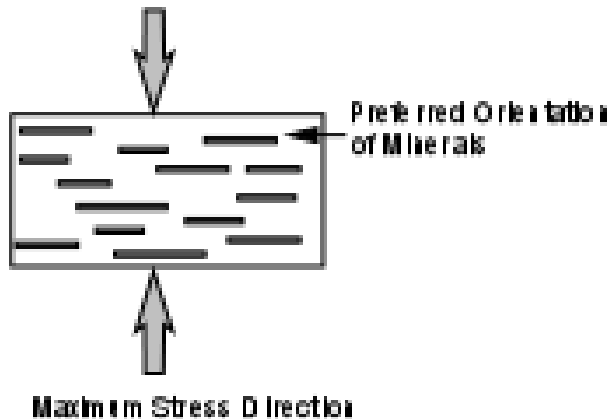
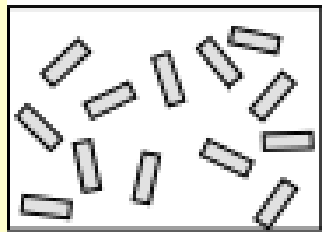


- VŠESMĚRNÝ A ORIENTO VANÝ TLAK

Orientovaný tlak



Random Orientation
of Minerals



- Obr. Deformovaný konglomerát

1. Tlakové postižení se projevuje na minerálech v tomto pořadí:

- karbonáty (dvojčatění karbonátů),
- křemen (undulosní zhášení křemene, anomální dvojosost),
- slídy (ohnutí slídových lupínek, vznik dvojčatění ve slídách),
- živce (undulosní zhášení živců, ohnutí lamel, vznik nepravidelného, anomálního lamelování, dislokované lamely).



Tlakové dvojčatění: V důsledku tlaku dojde k potočení částí mřížky původně jednoduchého krystalu a vzniku dvojčete.



Undulosní zhášení křemene

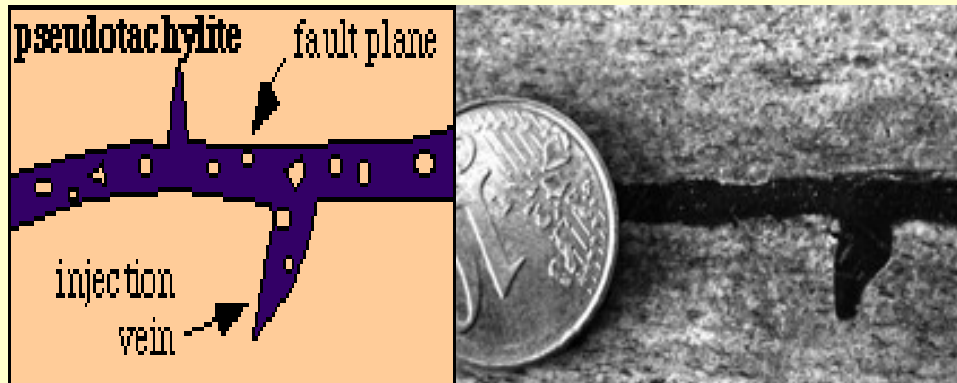
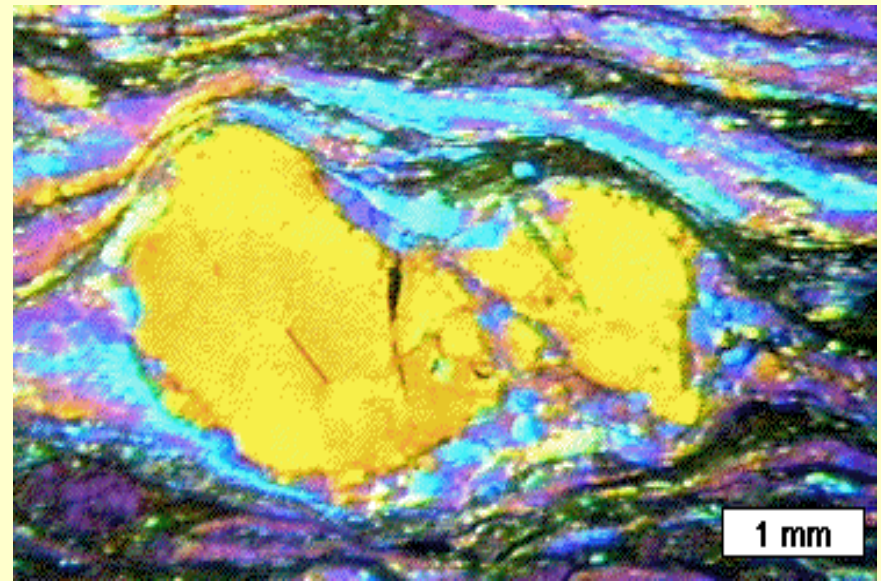
2. **Porušení tvaru** původních zrn, porušení původních struktur a textur, deformace valounů, mandlí, fosilií atd.



Deformované valouny v metakonglomerátu (Mongolsko)

3. Drcení minerálních zrn:

- pukliny probíhají několika zrn,
- vznik systémů paralelních trhlinek,
- granulace zrn (rozpad původně větších zrn na větší počet zrněk drobných),
- vznik kataklastické, porfyroklastické až mylonitické struktury,
- vznik sekundárně proudovité textury,
- rozvlečením slídových minerálů do paralelních pruhů,
- v extrémních případech až vznik pseudotachylitů (velmi jemná drť + sklo)

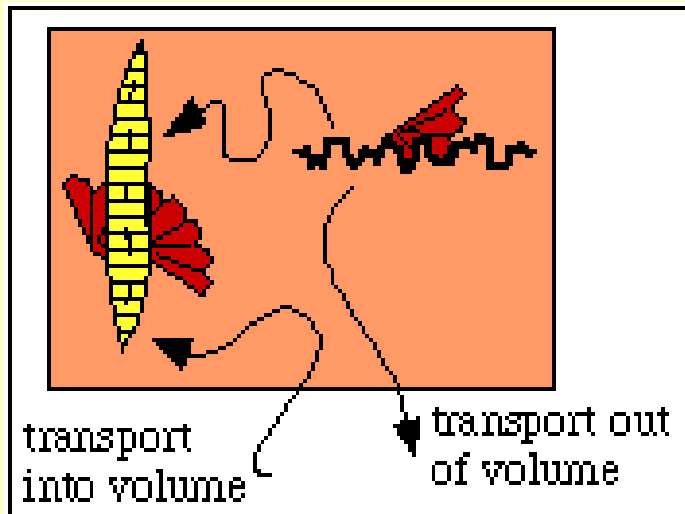
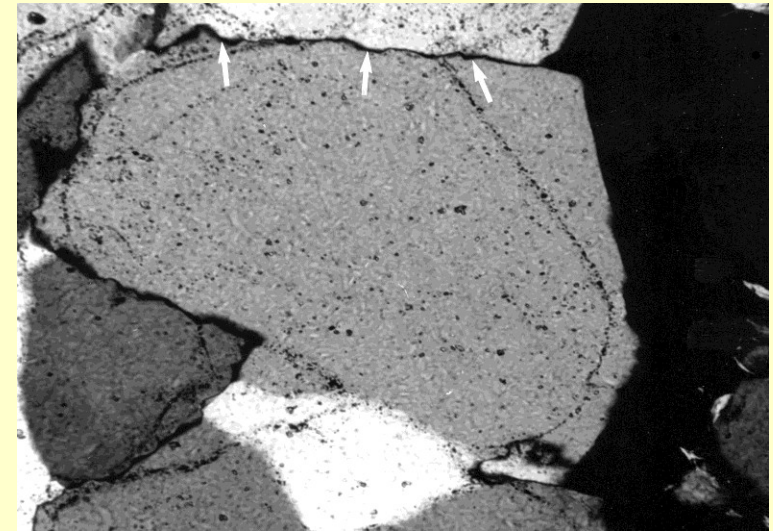
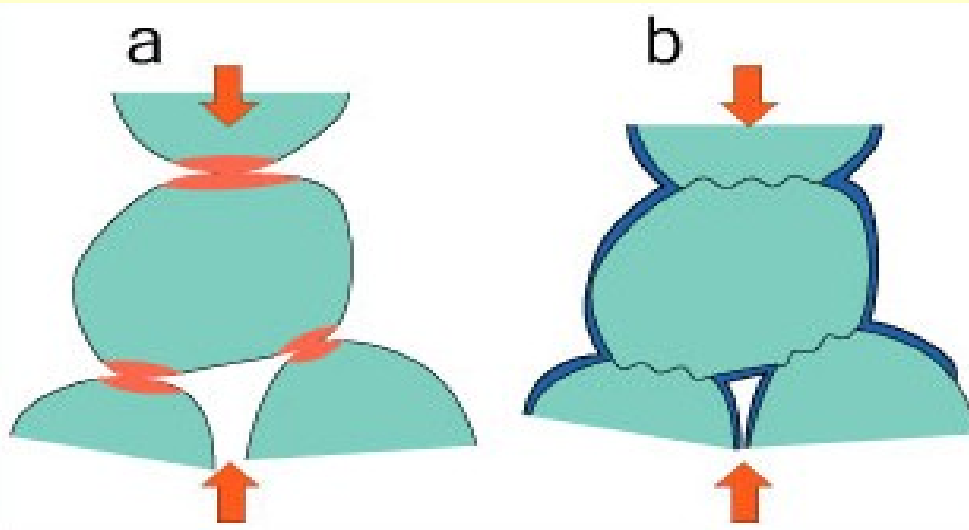




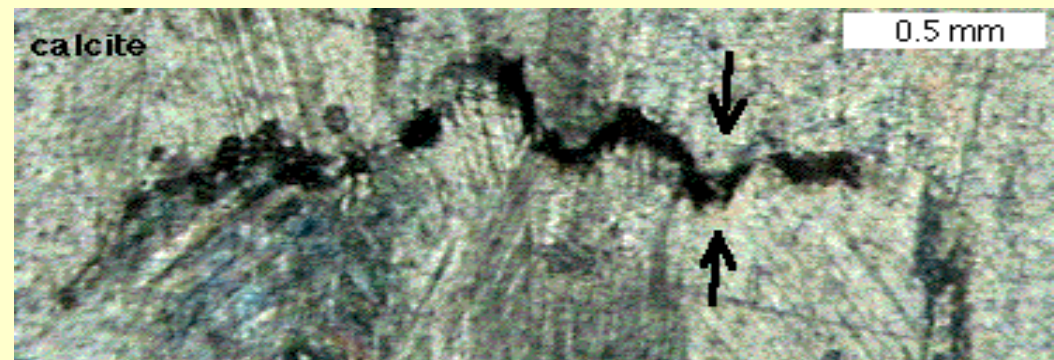
pseudotachylit v granitu (Pirin)

4) Tlakové rozpouštění:

1. na kontaktu mezi zrny dochází k **tlakovému rozpouštění** a rozpuštěný materiál se ukládá v místech nižšího tlaku
2. tento proces je možné pozorovat již v podmínkách diagenéze na klastech křemene



- **Styolity:** vznikají v důsledku tlakového rozpouštění horniny. Část horniny je odnesena v roztoku a na místě zůstává jen nerozpustný zbytek.





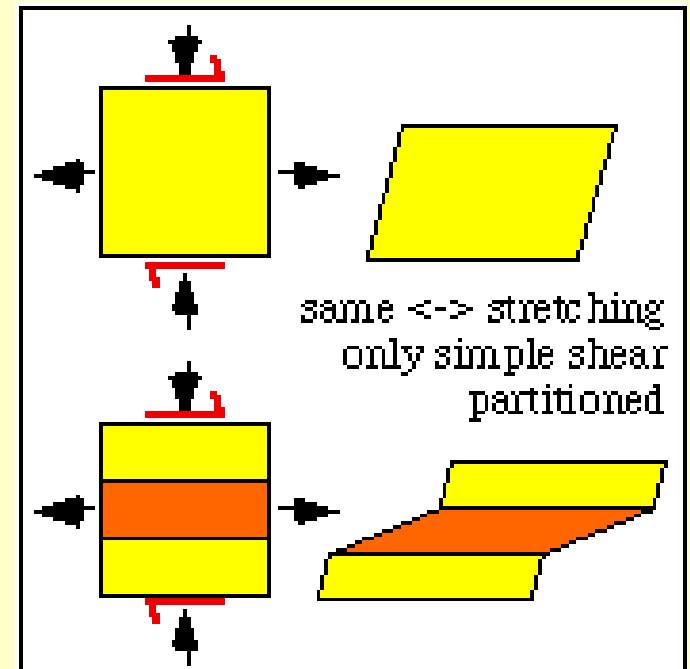
Vtisky na klastech slepence – perm Mongolsko

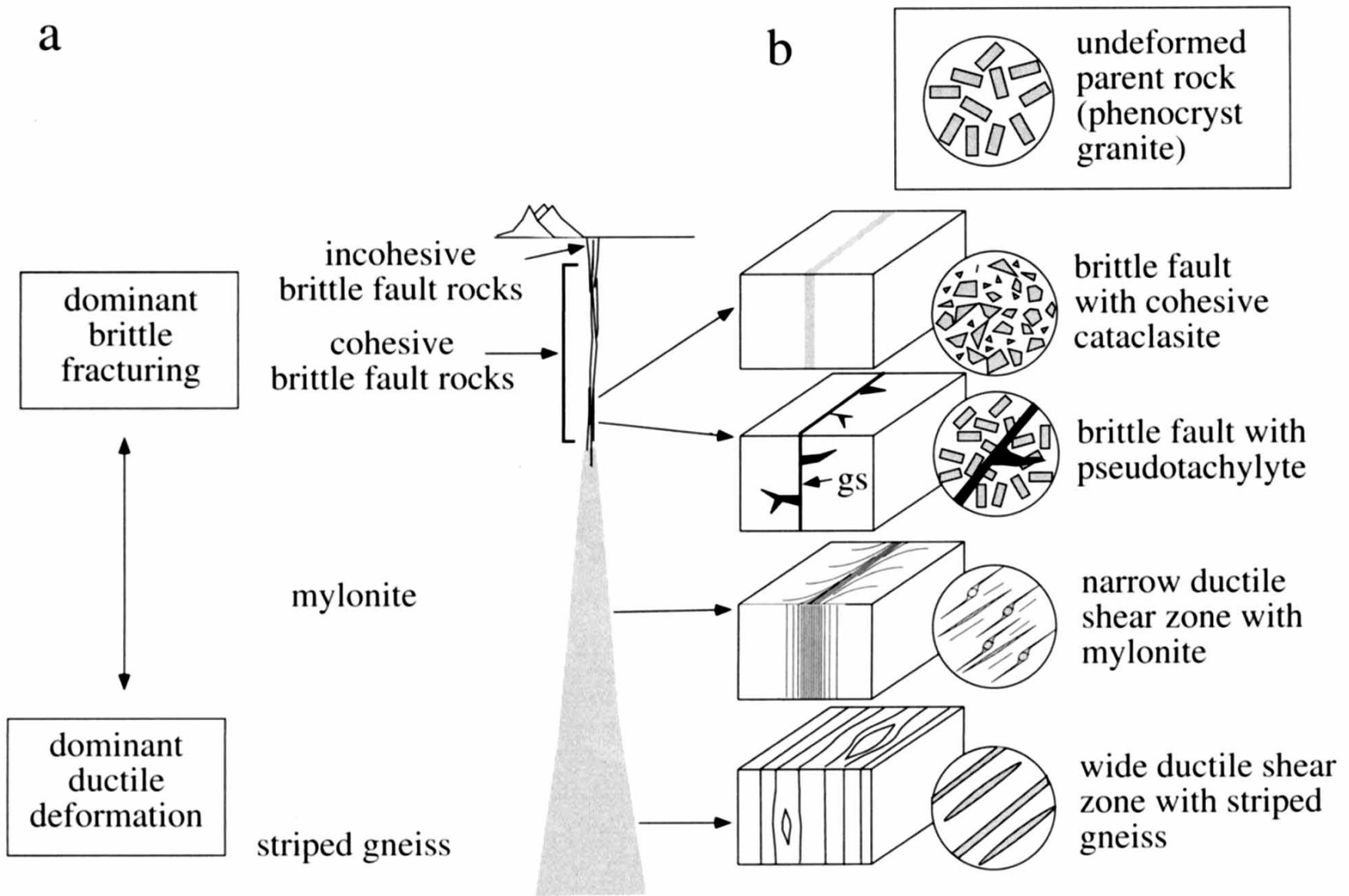
Mylonitizace



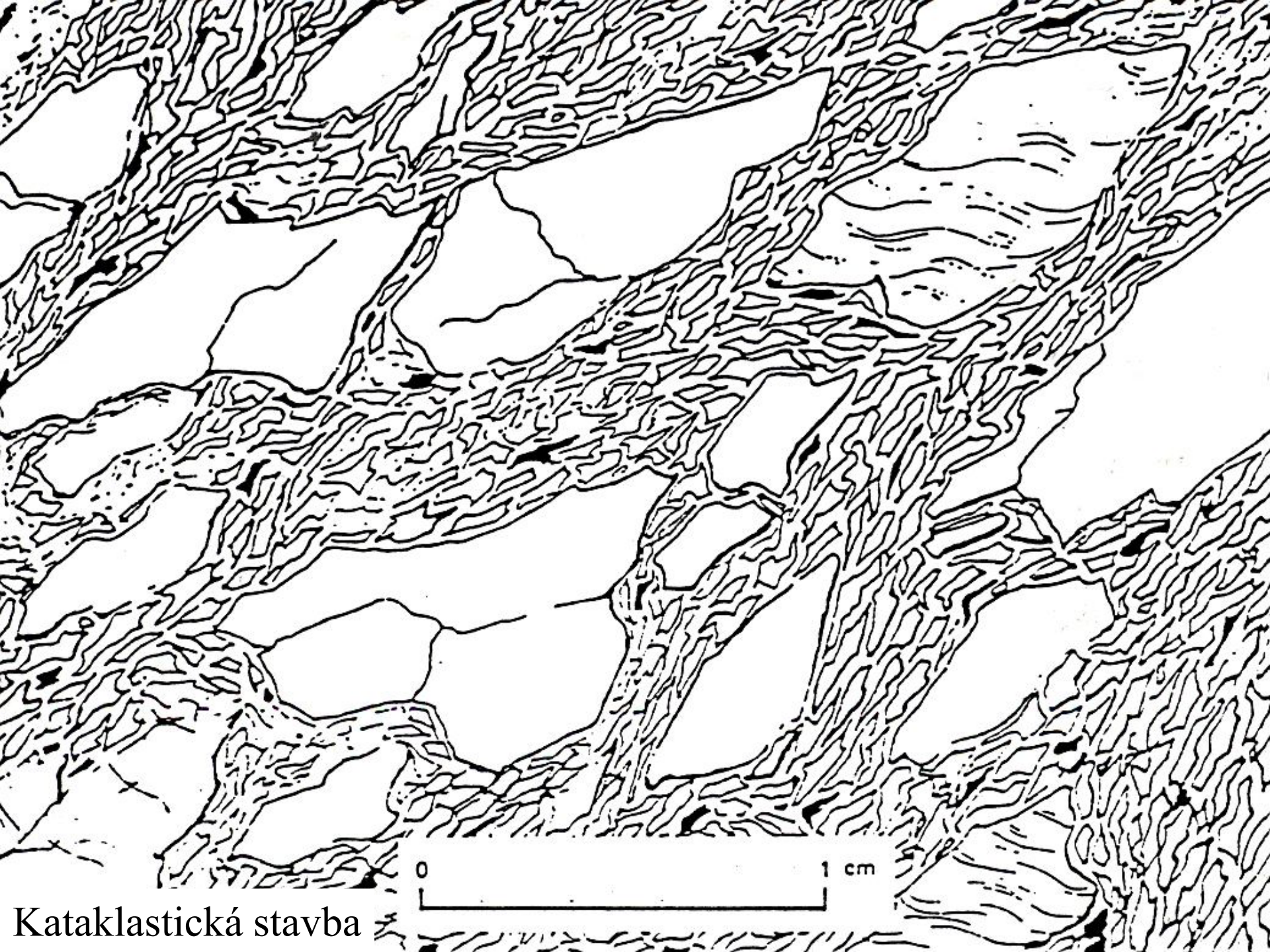
- Strižná zóna v rule

- mylonitová zóna

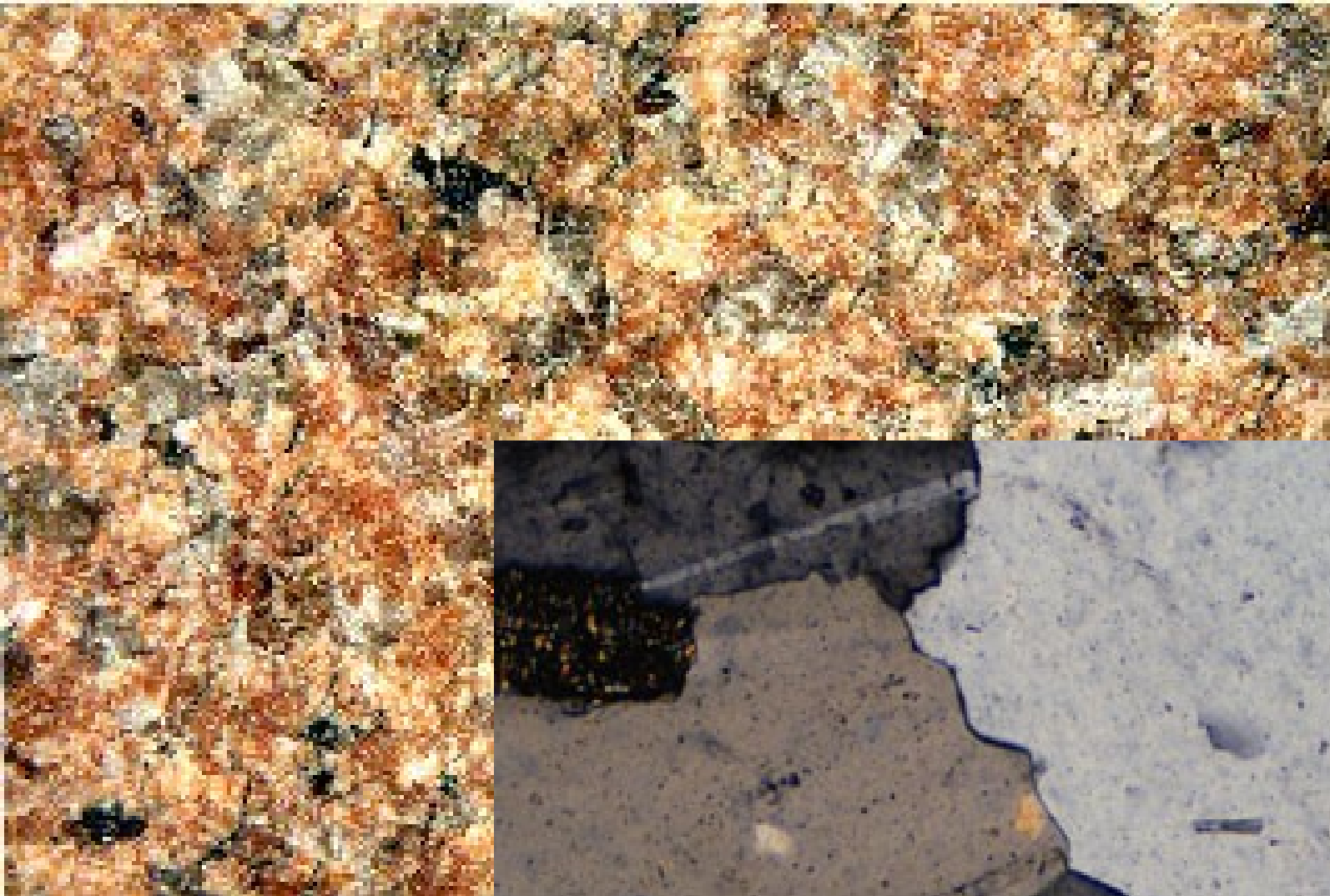




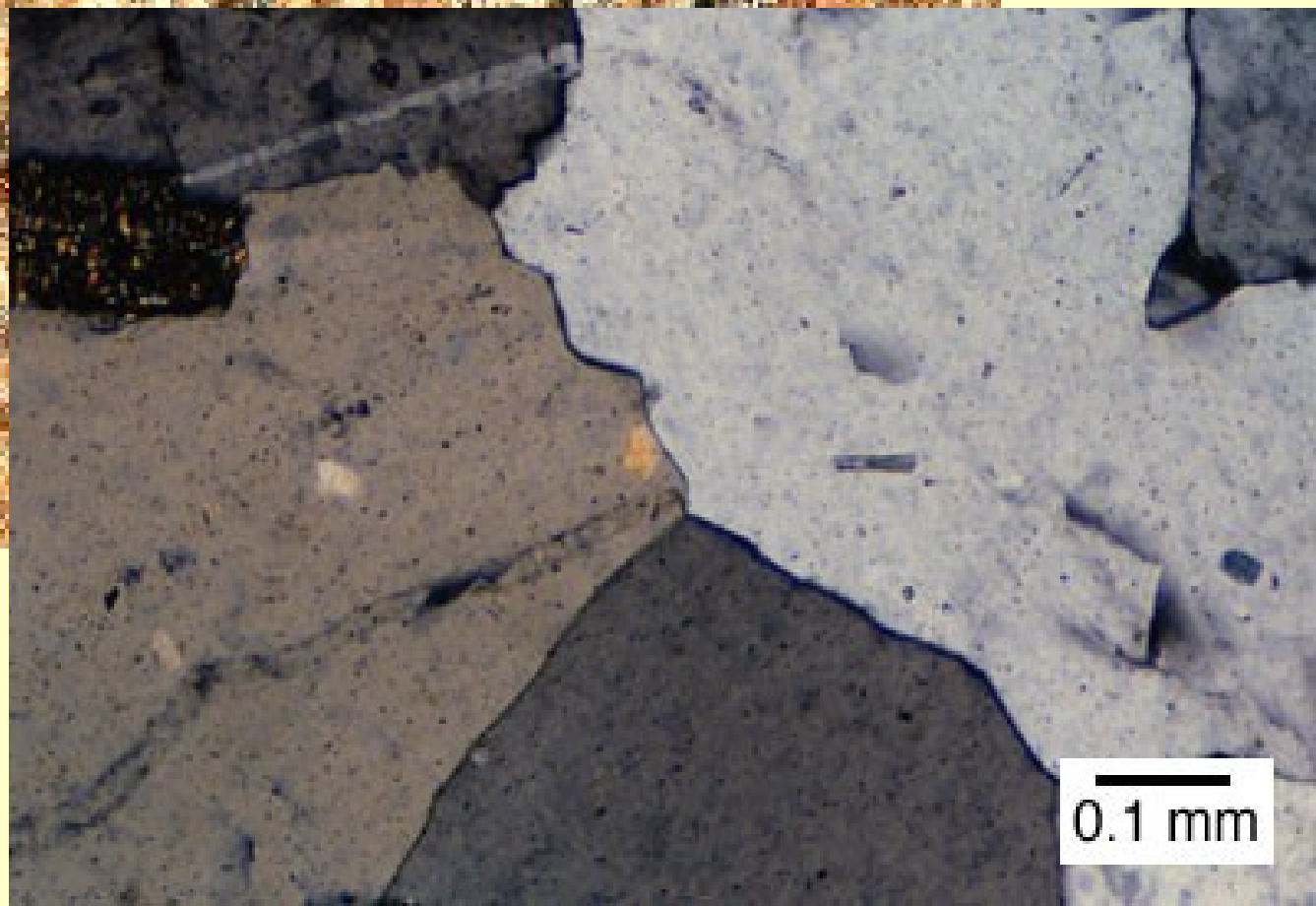
- Vývoj struktur na střižné zóně s hloubkou od křehké deformace po páskovanou rulu



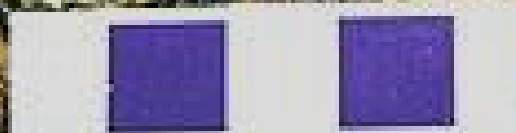
Kataklastická stavba



- minerál nepostižený deformací zháší na celé ploše zrna současně

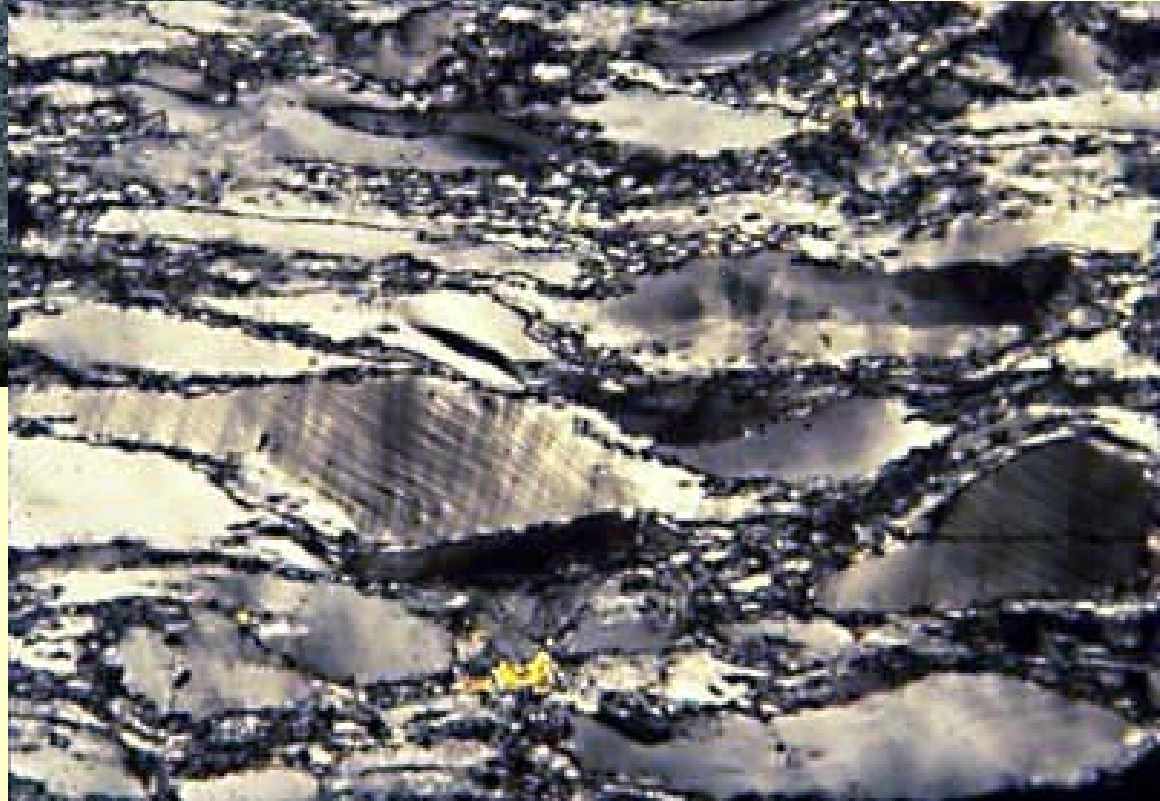


0.1 mm

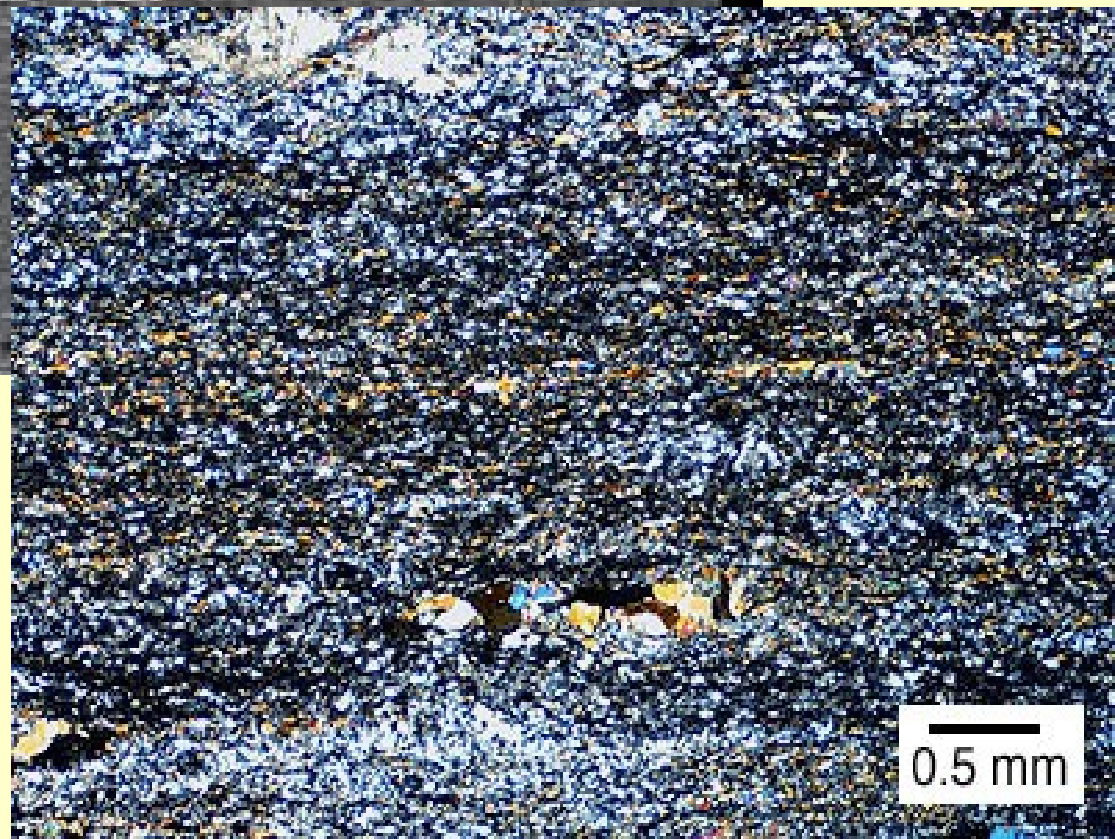


0.25 mm

- deformace se projevuje:
 - undulárním ztášením
- při pokračování deformace:
 - zrna se rozdělí na subzrna



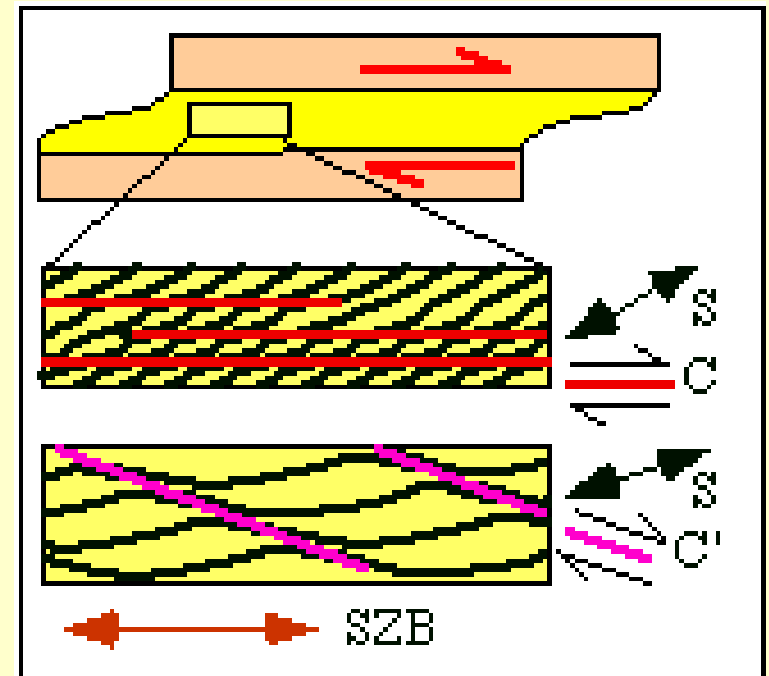
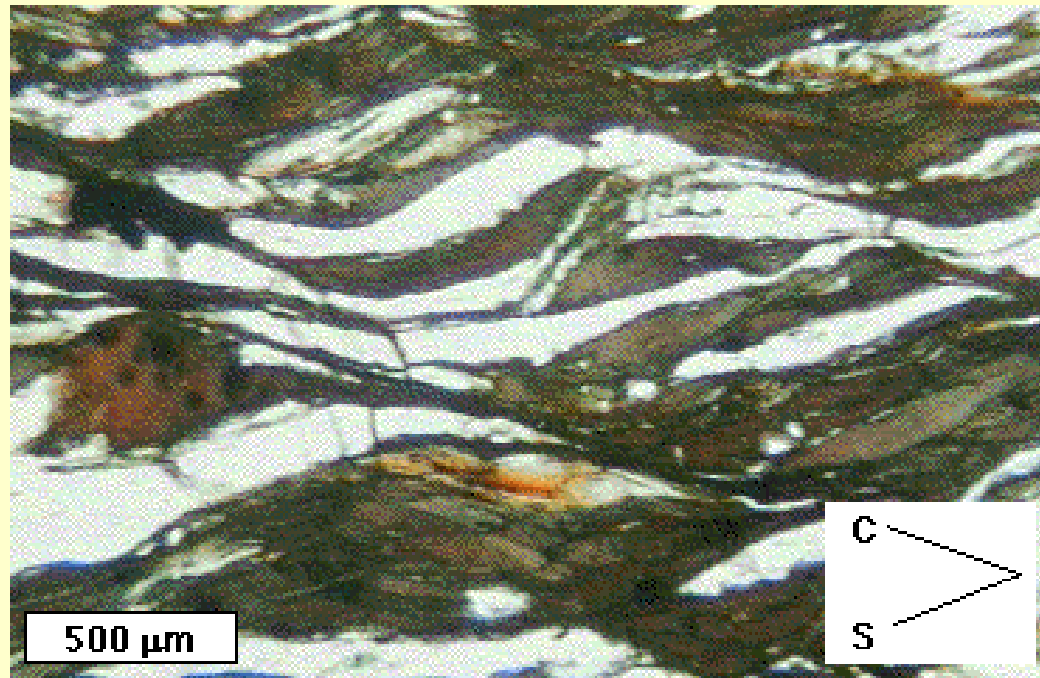
- nejdříve se drtí okraje zrn
- vzniká z jemnější matrix, která obklopuje větší porfyroklasty



- při pokračující deformaci
 - zrna dále drcena
 - vzniká velké množství drobných zrn
 - občas se vyskytnou porfyroklasty

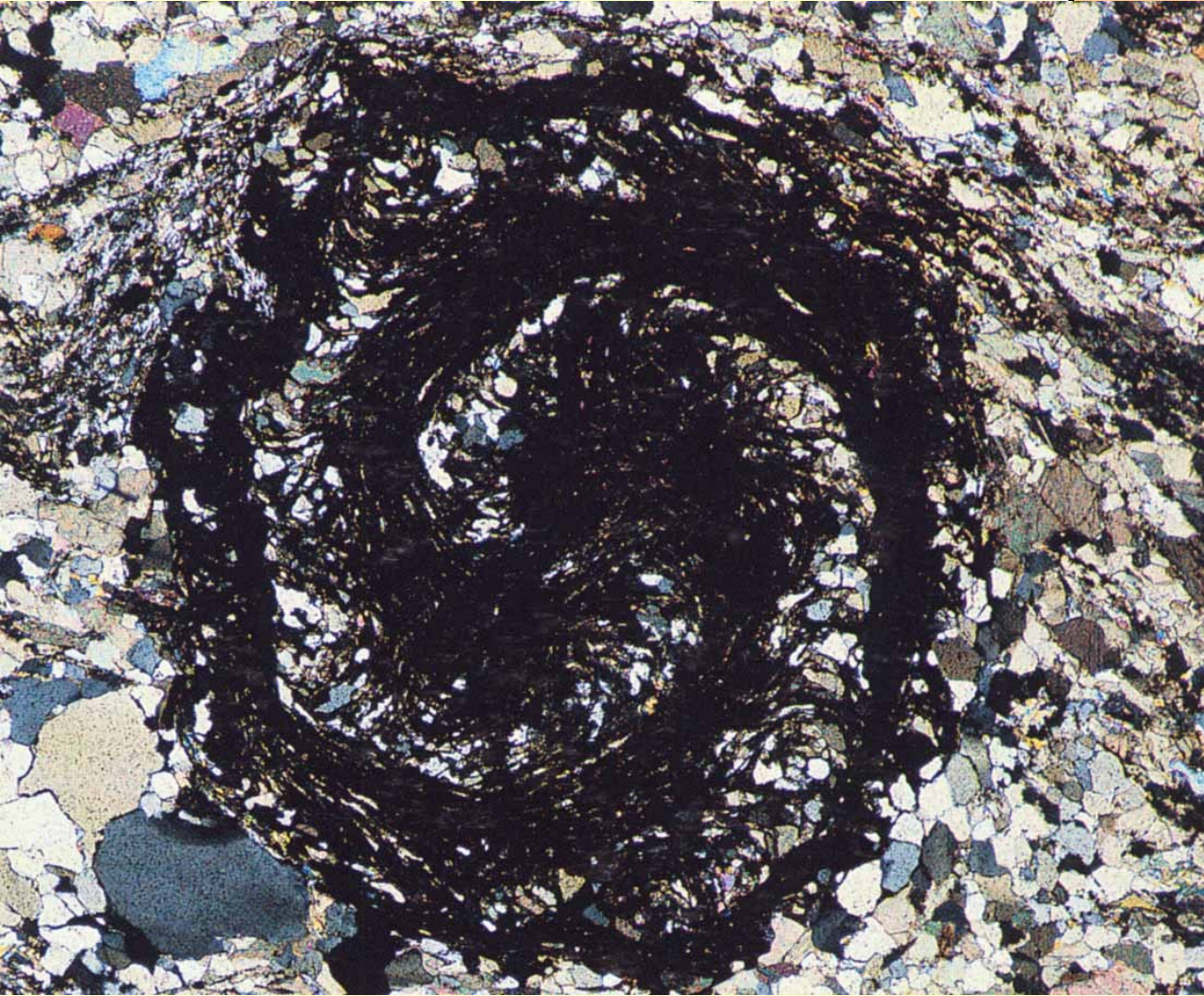
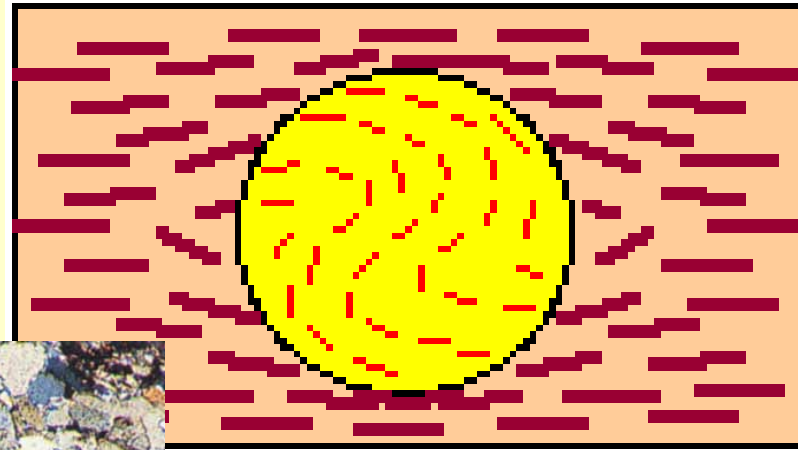
0.5 mm

Indikátory směru pohybu na střižných zónách

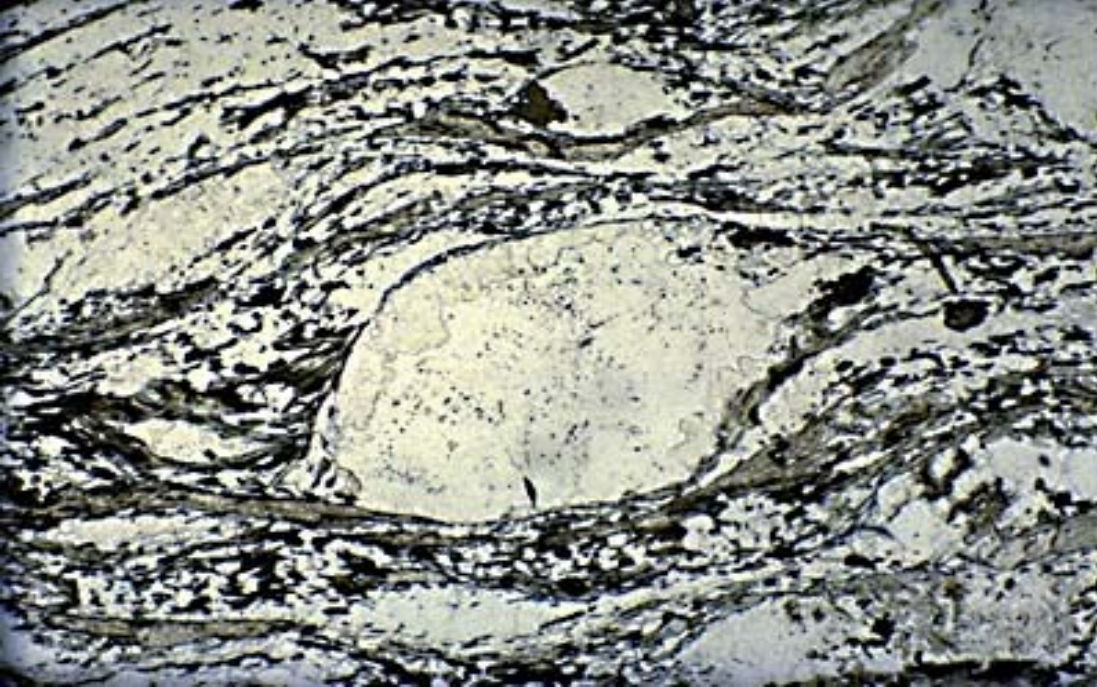


- **SC-stavby:** vznikají kombinací ploch foliace a střižných ploch

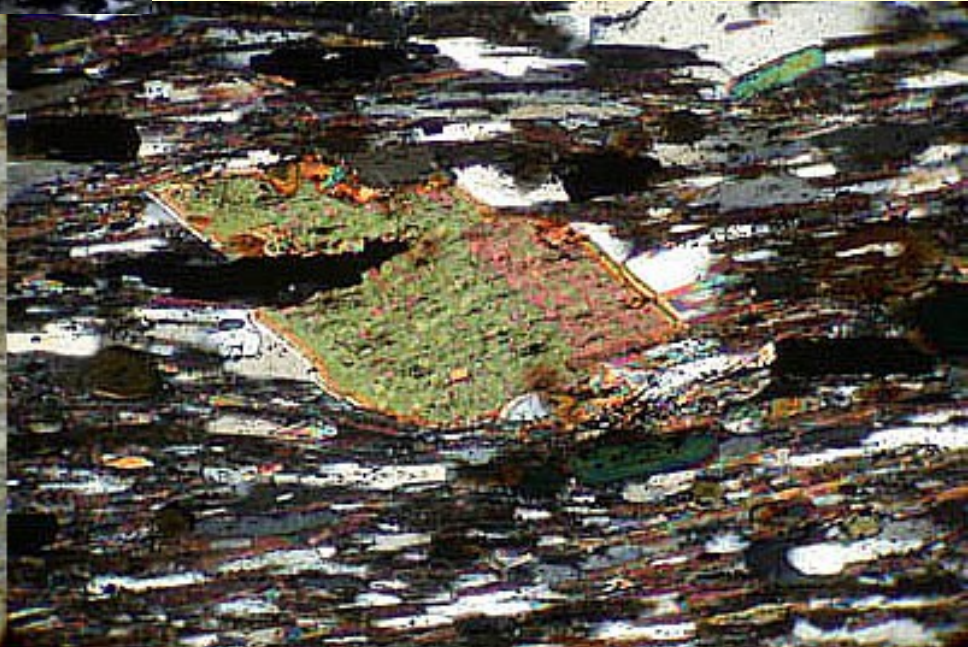
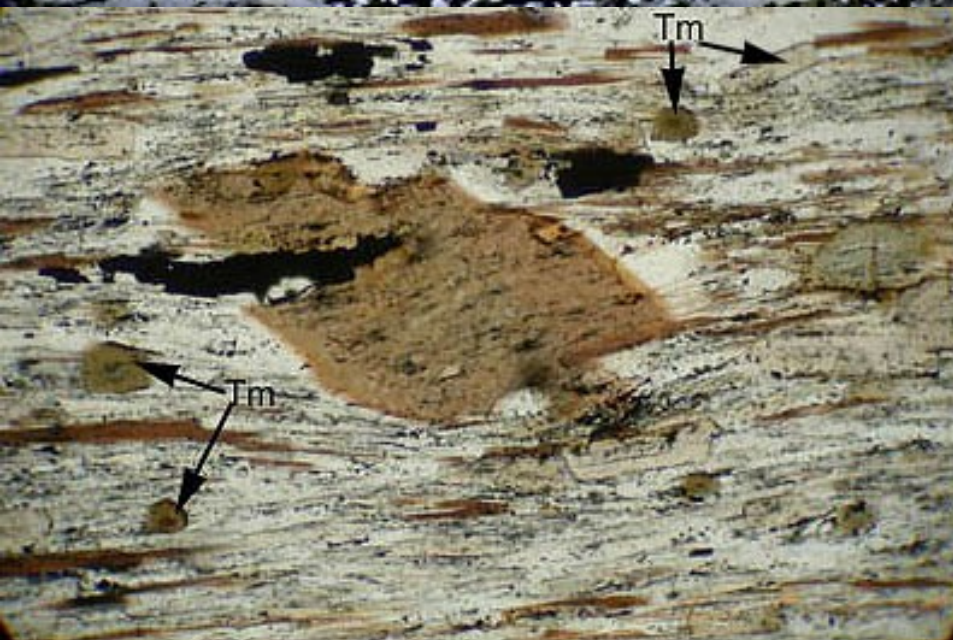
- Rotované porfyroblasty



•Asymetrické tlakové stíny



Asymetrické tlakové stíny: kolem porfyroklastu živce v mylonitizovaném granitu.



Mica fish: Sheared porphyroblasts of biotite in a quartz mica schist. Note the presence of tourmaline crystals (Tm), and the pressure fringes of quartz around the biotite porphyroblast.



- **Budiny**



- **Budina** dolomitu ve vápenci ukazuje kontrastní chování mezi duktilně deformovaným vápencem a dolomitem.



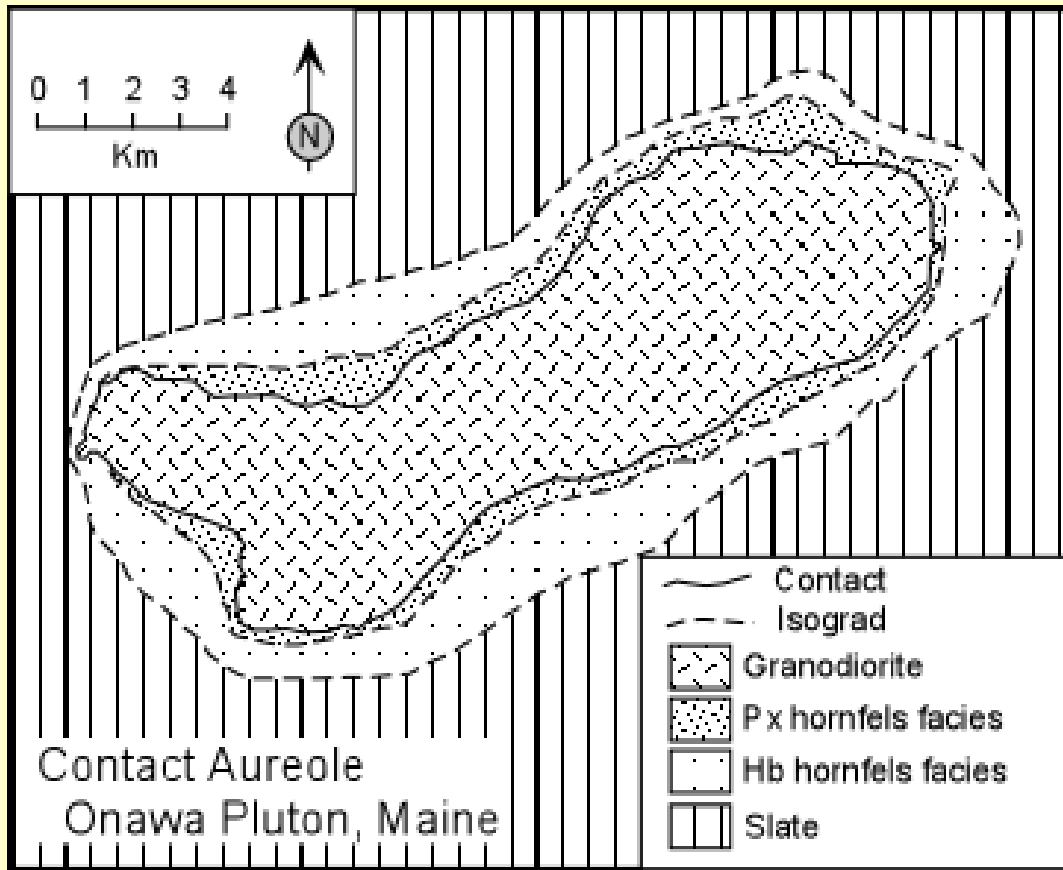
- **Budiny granodioritu na střižné zóně.**

Křehká deformace

- A) pukliny – diskontinuity bez přemístění hornin
- B) střížné pukliny
- C) zlomy - diskontinuity s výrazným přemístěním hornin (násuny, poklesy, horizontální posuny)

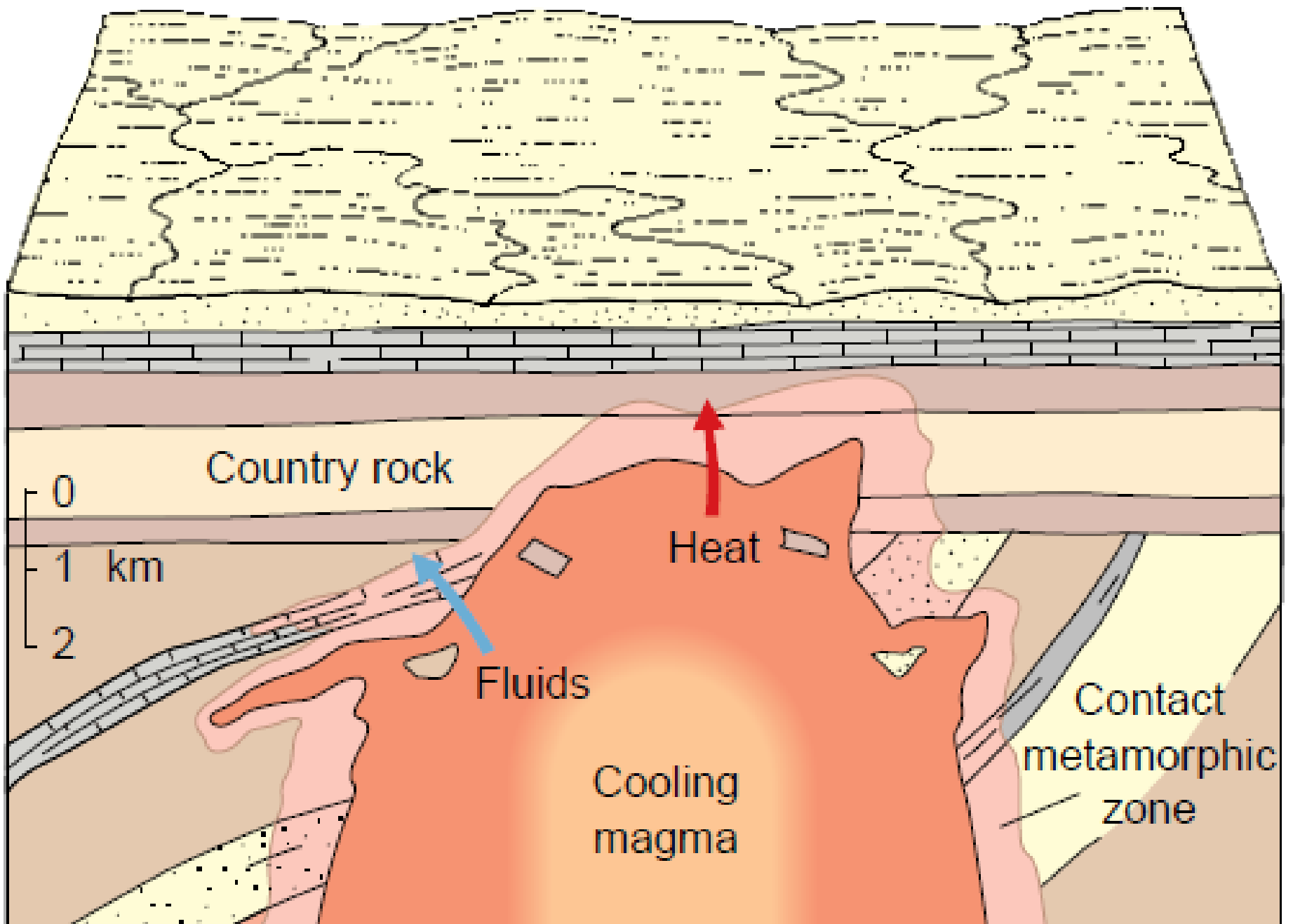


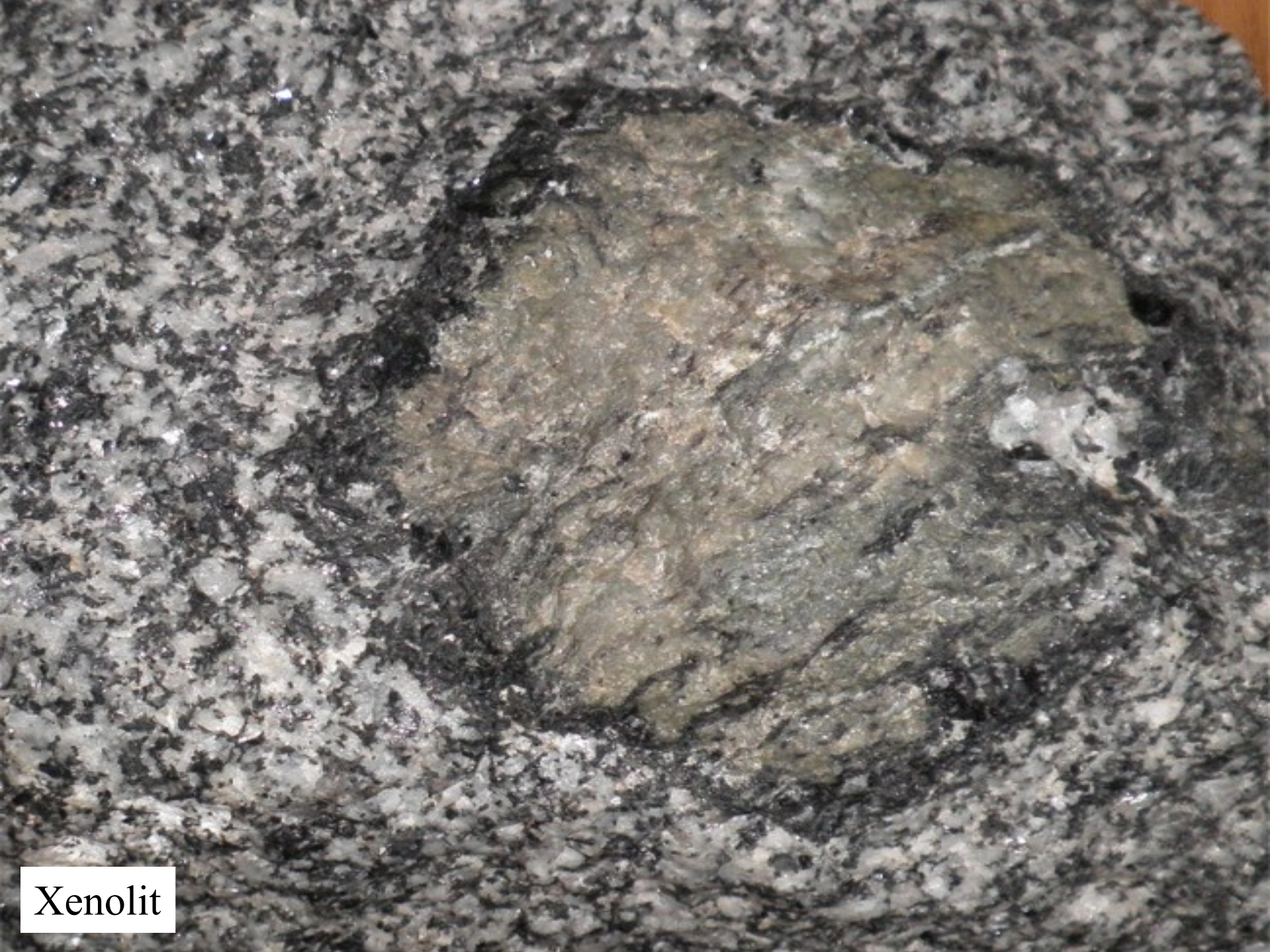
2) Kontaktní metamorfóza (termální met.)



After Philbrick (1936) & Moore, 1960)

- je způsobena teplem magmatu
- na povrchu nebo těsně pod ním
- v okolí magmatických těles
- malý rozsah
- probíhá za velmi nízkých tlaků
- nízký vliv směrného tlaku
- rekrystalizace převážně statická
- časté granoblastické struktury
- časté reliktní struktury



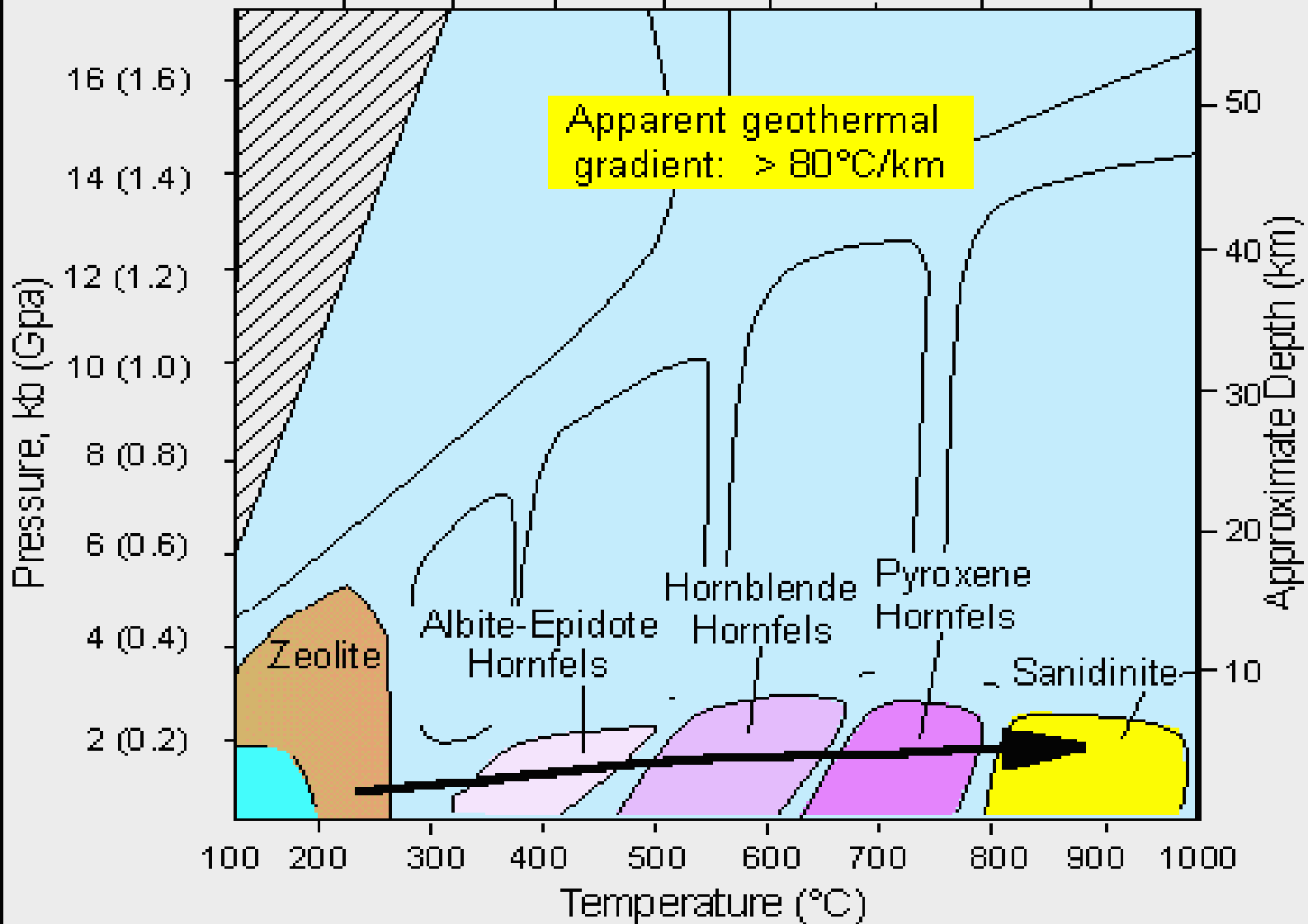


Xenolit

KRITÉRIA PRO ROZPOZNÁNÍ KONTAKTNÍ METAMORFÓZY

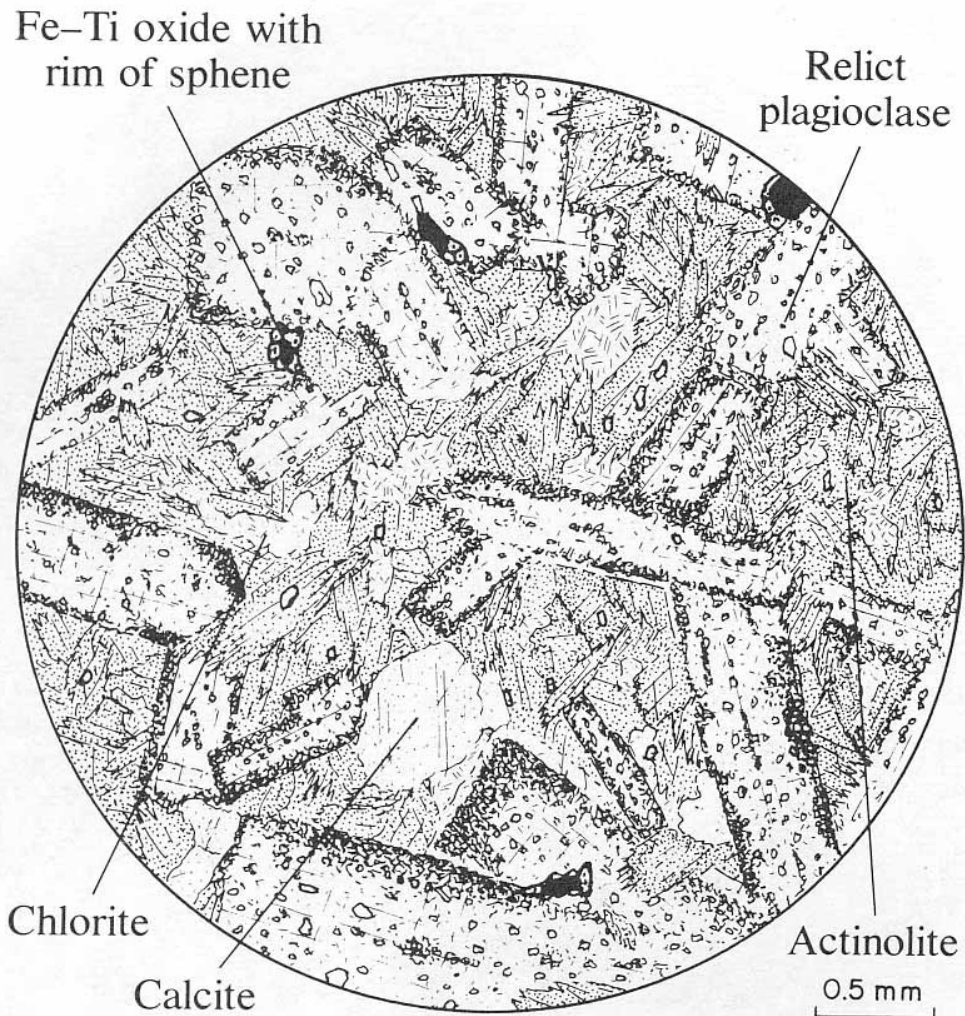
- 1. přítomnost typicky kontaktně metamorfných minerálů:
- metapelitey = cordierit, andalusit (chiastolit), korund, hypersten, sillimanit
- karbonáty = wollastonit, granát, diopsid, vesuvian, skapolit
- 2. vznik masivních textur, potlačení původní foliace (vrstevnatosti)
- 3. částečné natavení horniny
- 4. oxidace a s ní spojené barevné změny
- 5. vznik skvrnité, plodové, snopkové apod. textury
- 6. zhrubnutí zrna
- 7. terénní vztahy — závislost výskytu na blízkosti vyvřelého tělesa a přibývání intensity změn směrem k vyvřelině, injekce magmatu

Facies Series: Low Pressure, High Temperature
CONTACT METAMORPHISM



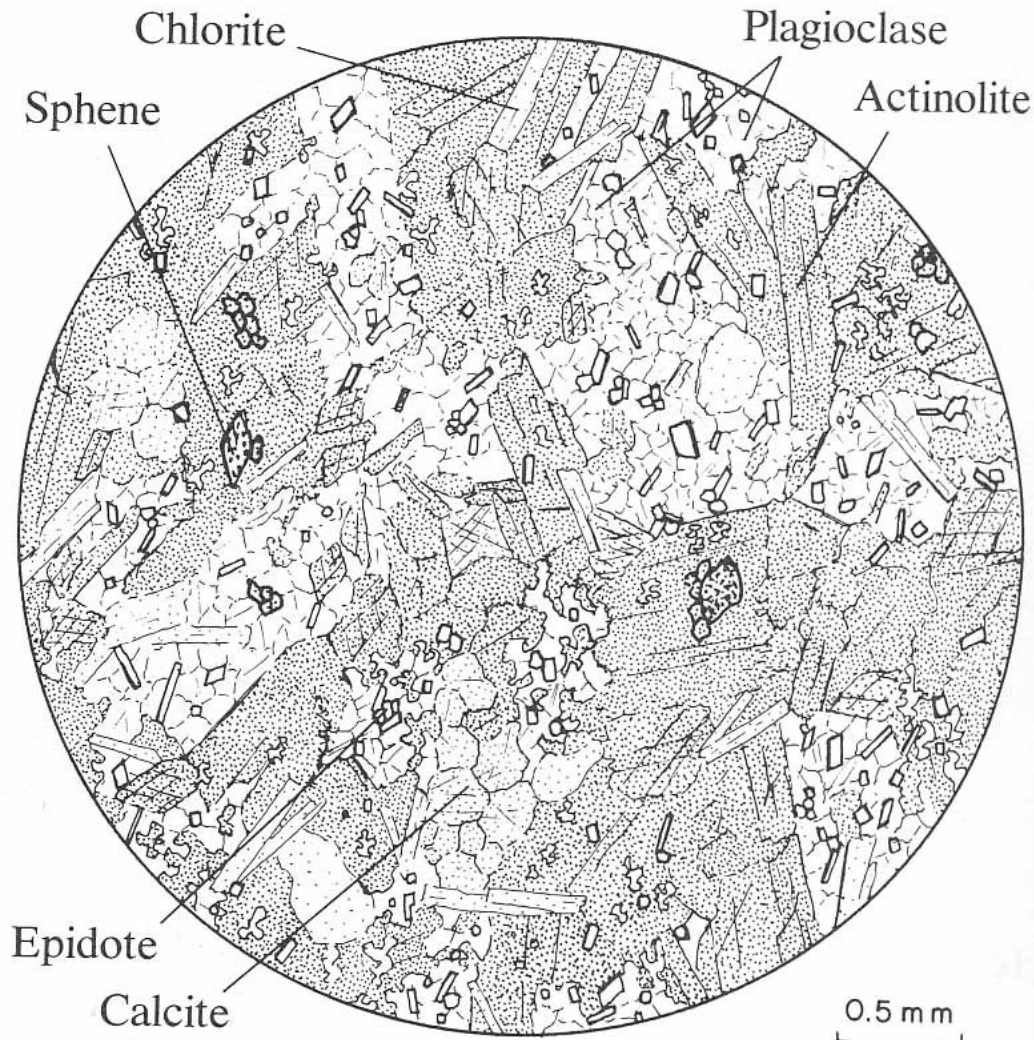
After Yardley (1989)

Zeolitová facie-reliktní struktura



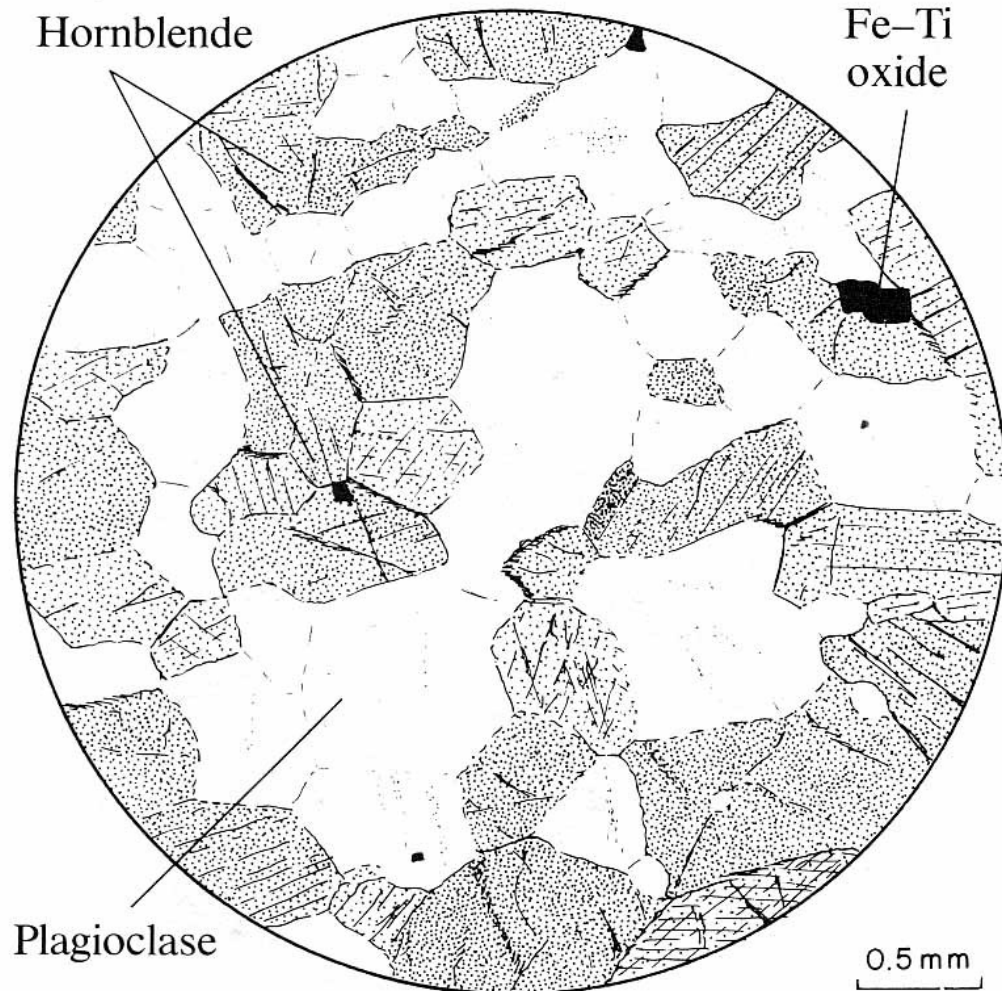
- kontaktně metamorfovaný **dolerit** (hrubozrnný bazalt):
- změnila se minerální asociace
- zůstaly zachovány relikty původní ofitické struktury

Albit-epidotické rohovec

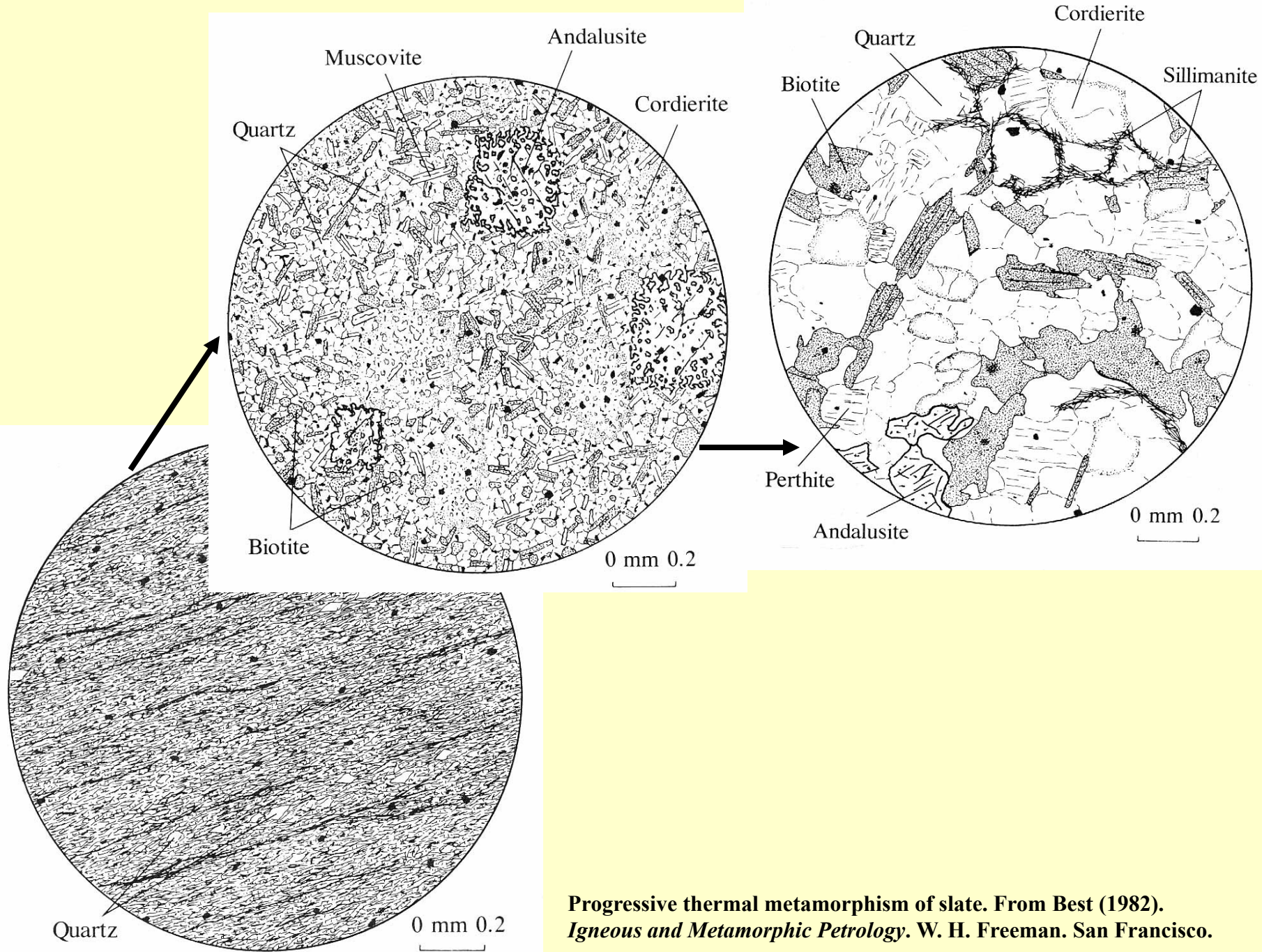


- původní minerály rekrystalují
- mění se:
 - chemické složení minerálů
 - vznikají nové minerální fáze
 - mění se stavba horniny

Amfibolické rohovce



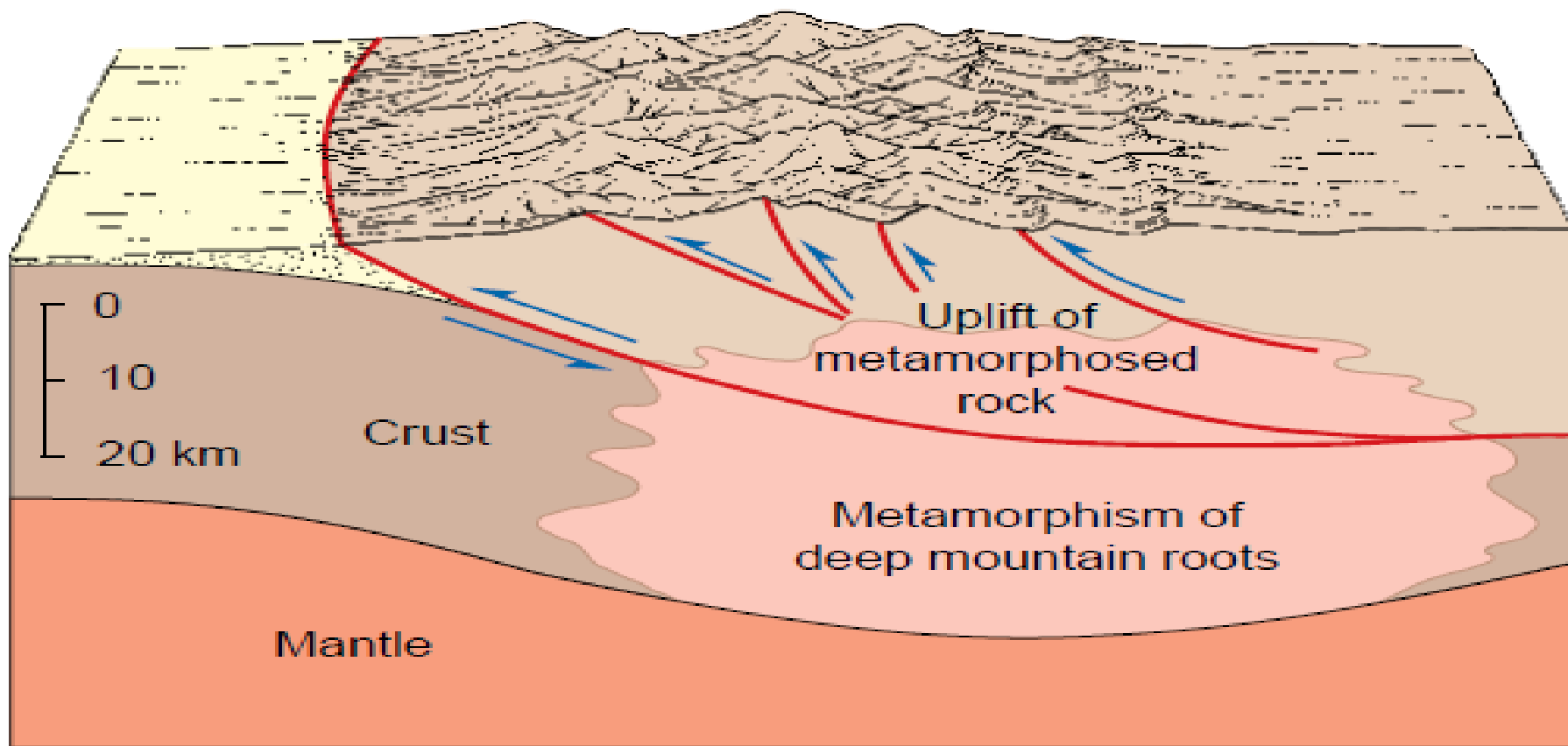
- nové minerální fáze
- struktura typická pro kontaktní rohovce (polygonální)



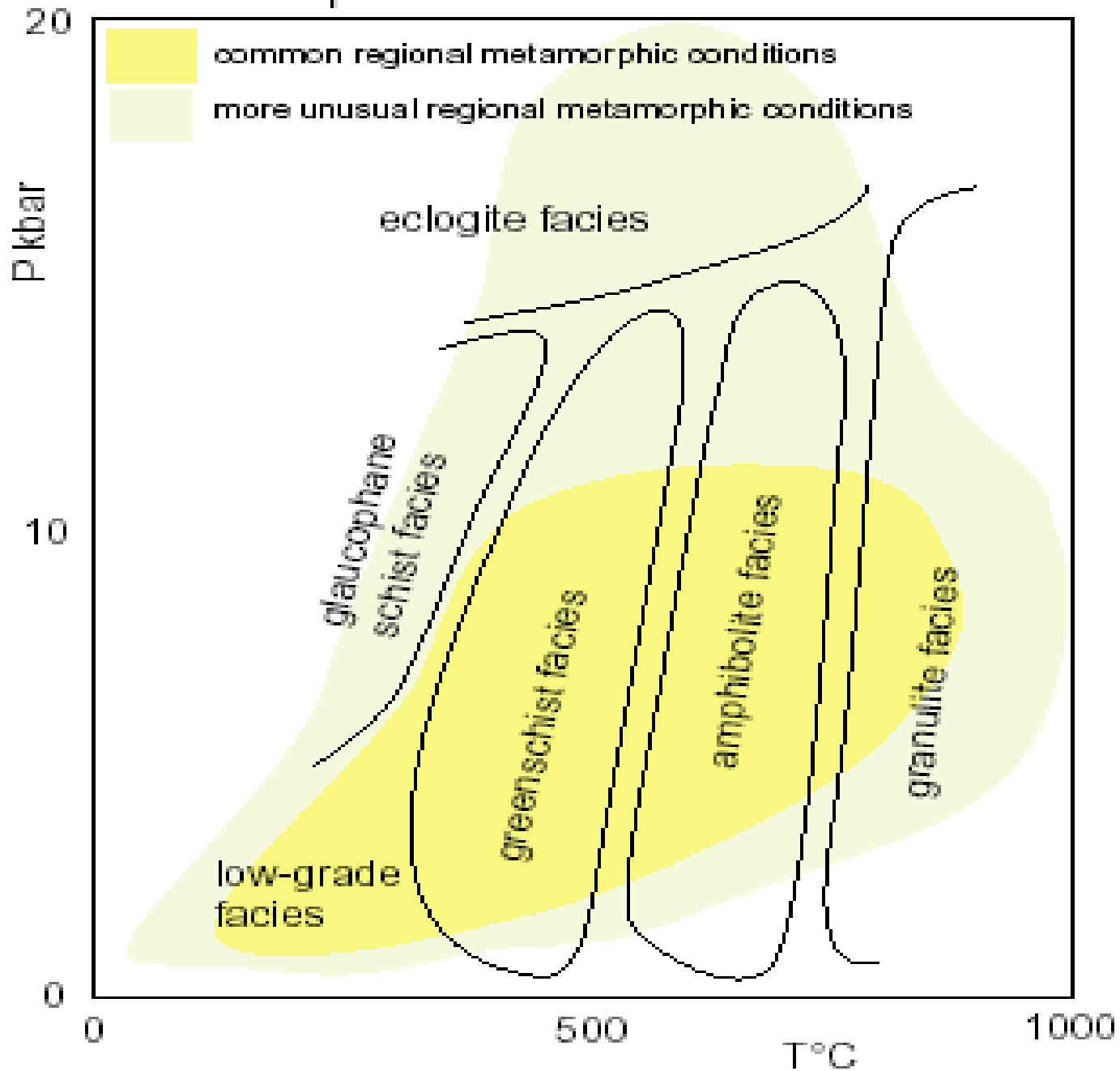
**Progressive thermal metamorphism of slate. From Best (1982).
Igneous and Metamorphic Petrology. W. H. Freeman. San Francisco.**

3) Stavby hornin typické pro regionální metamorfózu

- dynamicko-termální metamorfóza
- vázaná na orogenezi
- je často výsledkem několika deformačních a metamorfních událostí
- délka trvání regionální metamorfózy se počítá na desítky miliónů let
- kontaktní metamorfóza 10000 let

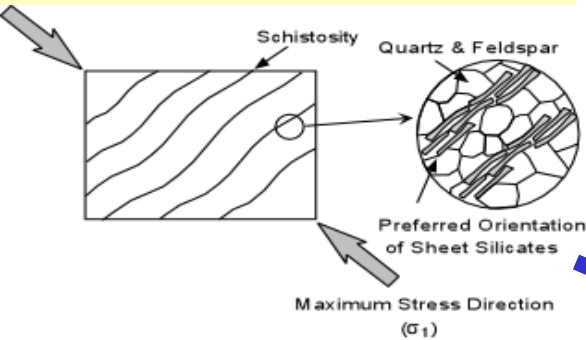


metamorphic facies

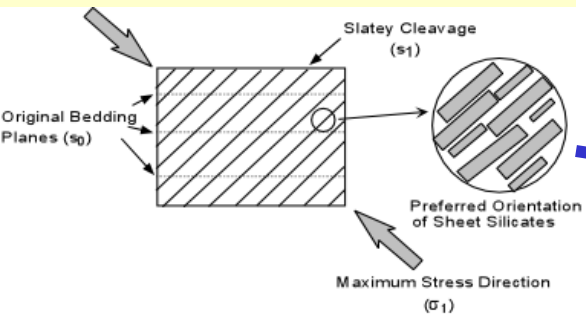


- Stavební změny v metapelitech s nárůstem metamorfózy

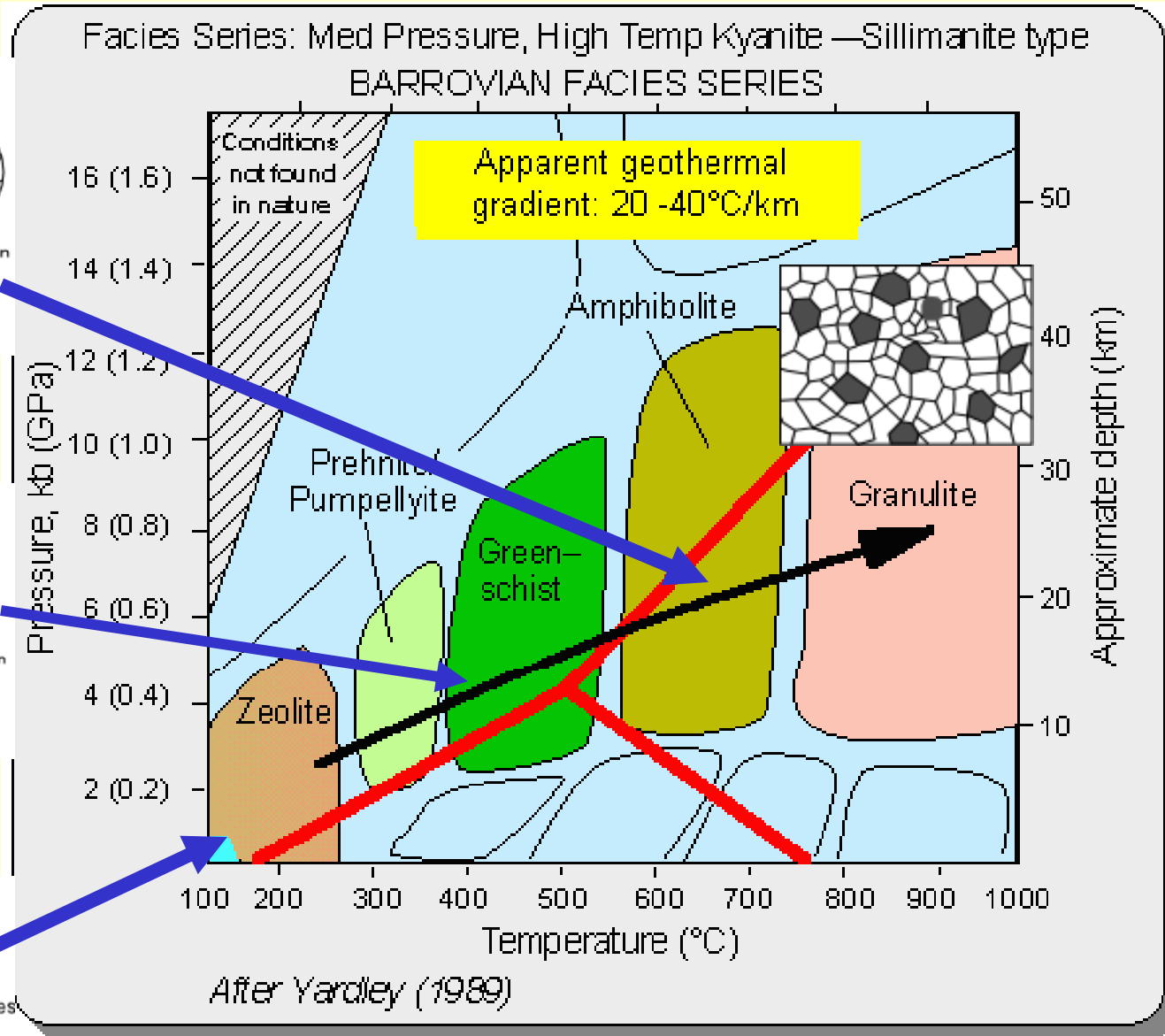
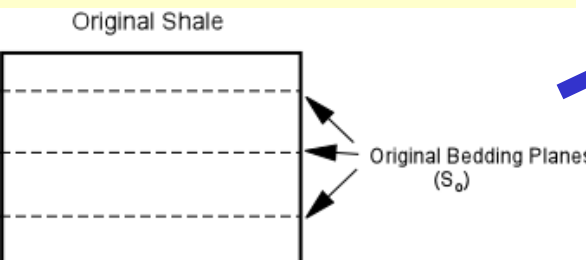
Rula



Fylit

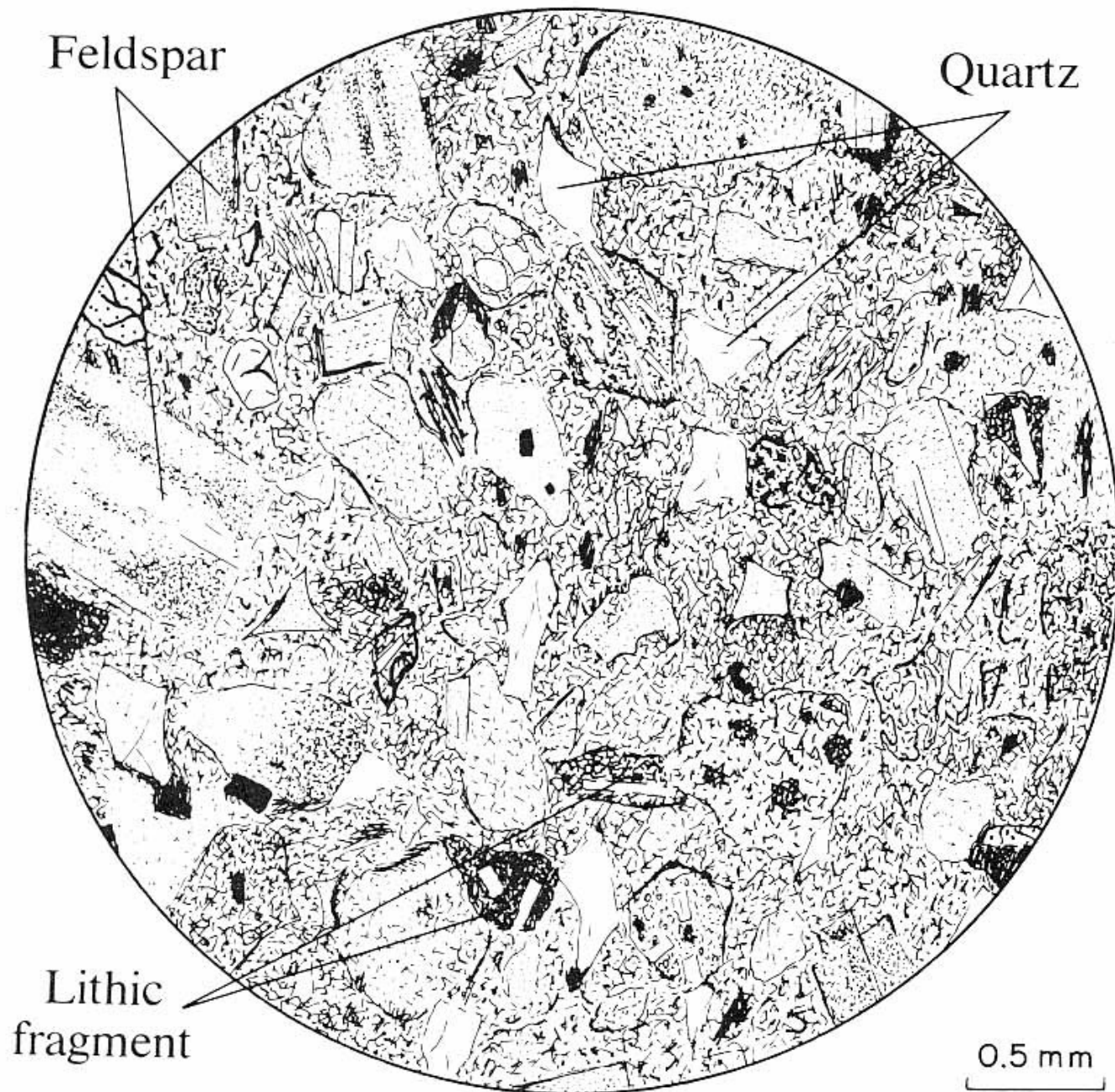


Břidlice



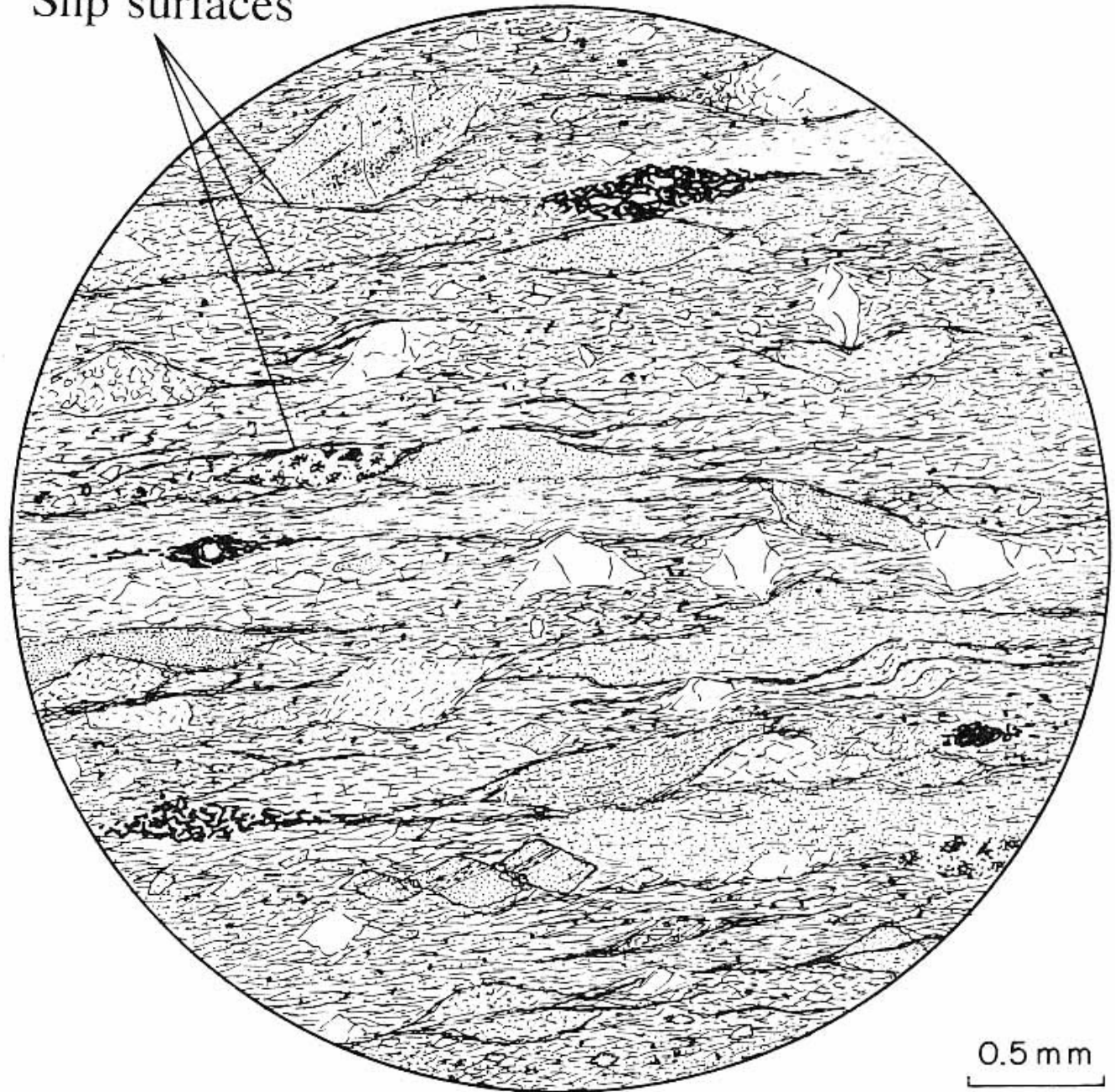


Droba = původní hornina složená z úlomků minerálů a hornin



Progresivní syntektonická metamorfóza droby (Best (1982). *Igneous and Metamorphic Petrology*. W. H. Freeman. San Francisco).

Slip surfaces



0.5 mm

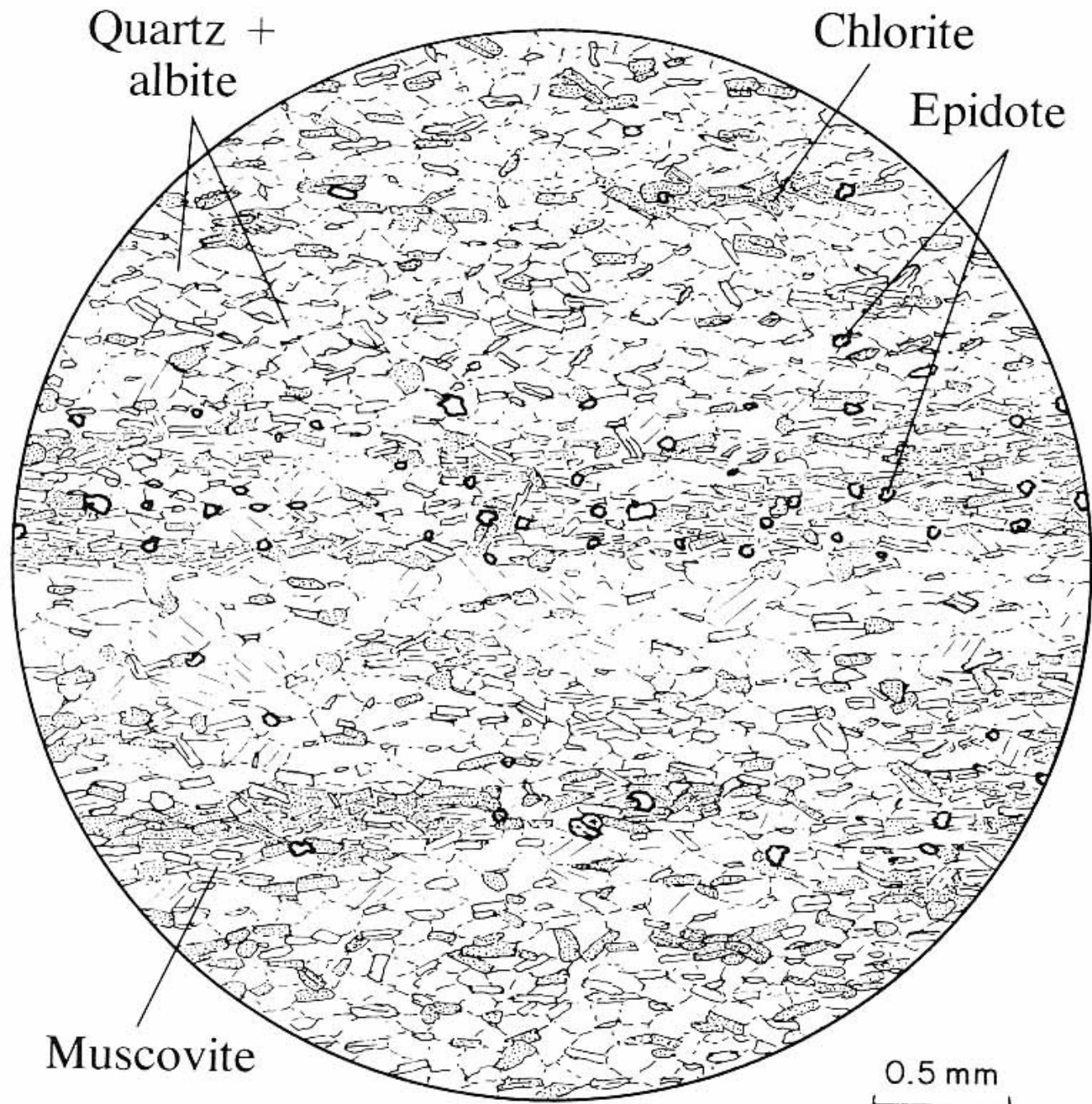
Zeolitová facie

- 1) jílové minerály
rekrytalují
- 2) klasty jsou
deformovány
- 3) vzniká kliváž

Progresivní syntecktonická
metamorfóza droby (Best (1982).
*Igneous and Metamorphic
Petrology*. W. H. Freeman. San
Francisco).

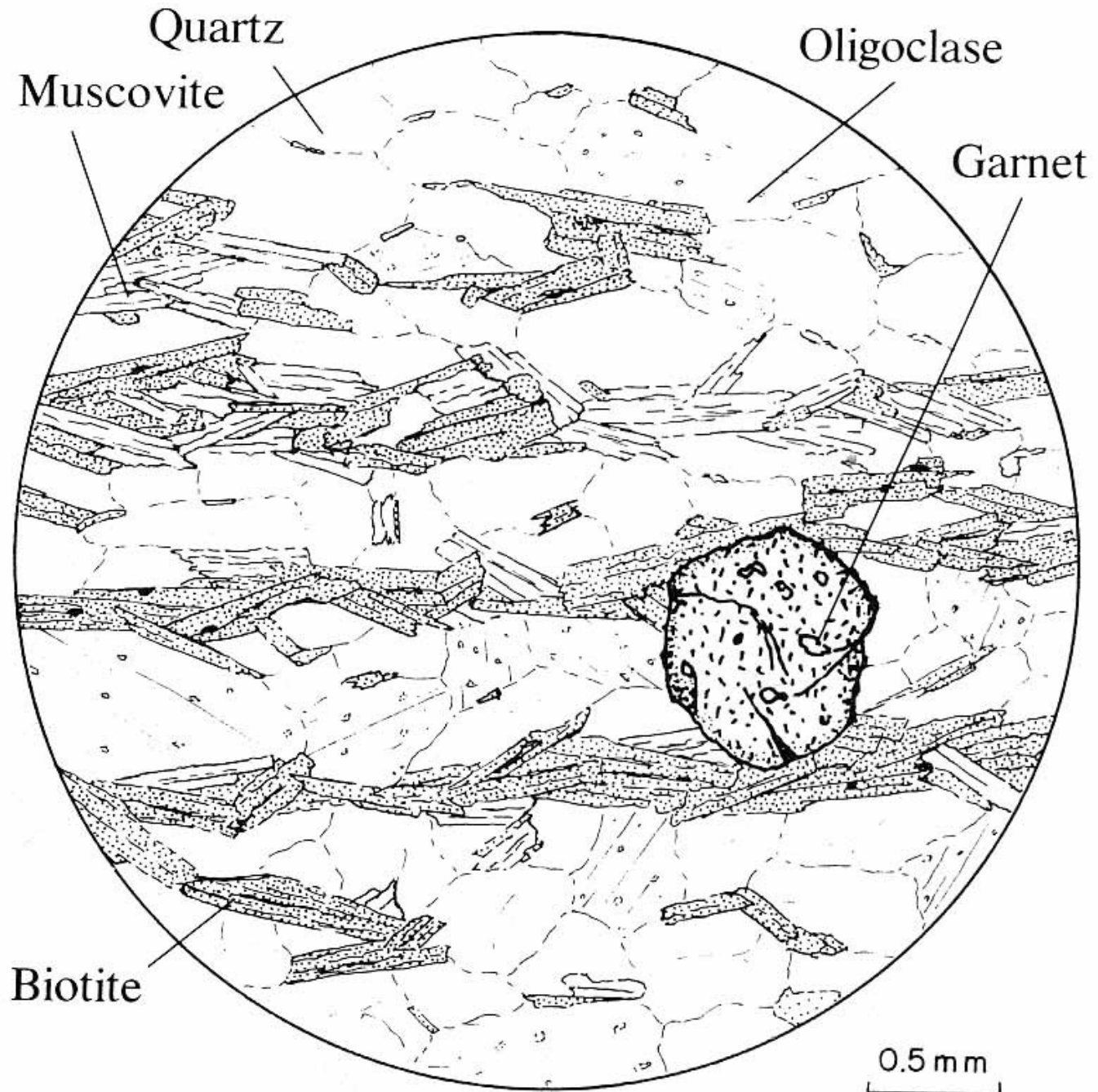
Facie zelených břidlic

- 1) rekrystalizace
- 2) vznik nových minerálů



Progresivní syntektonická metamorfóza droby (Best (1982). *Igneous and Metamorphic Petrology*. W. H. Freeman. San Francisco).

Amfibolitová facie
1) rekrystalizace
2) vznik nových
minerálů

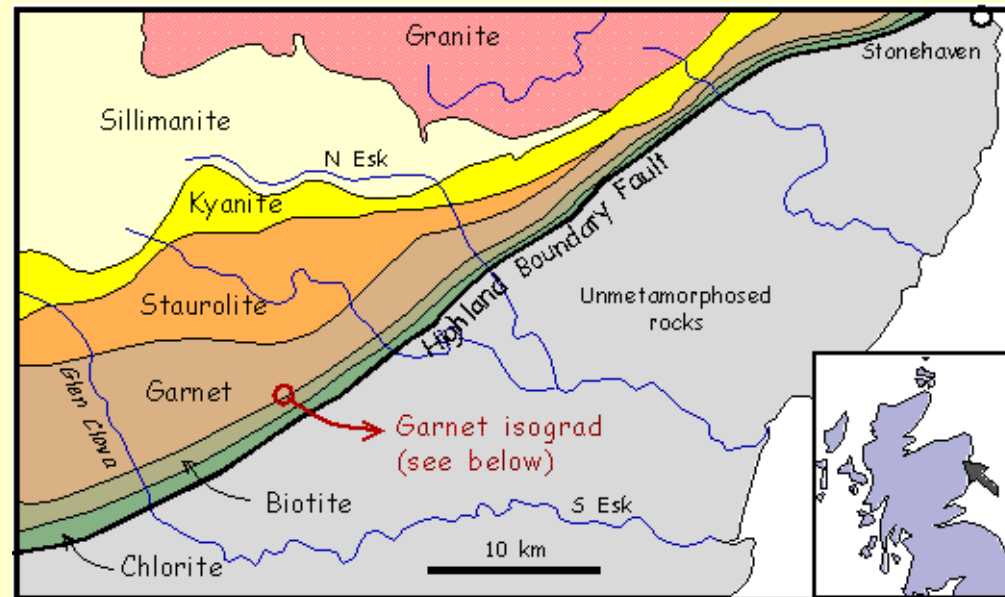
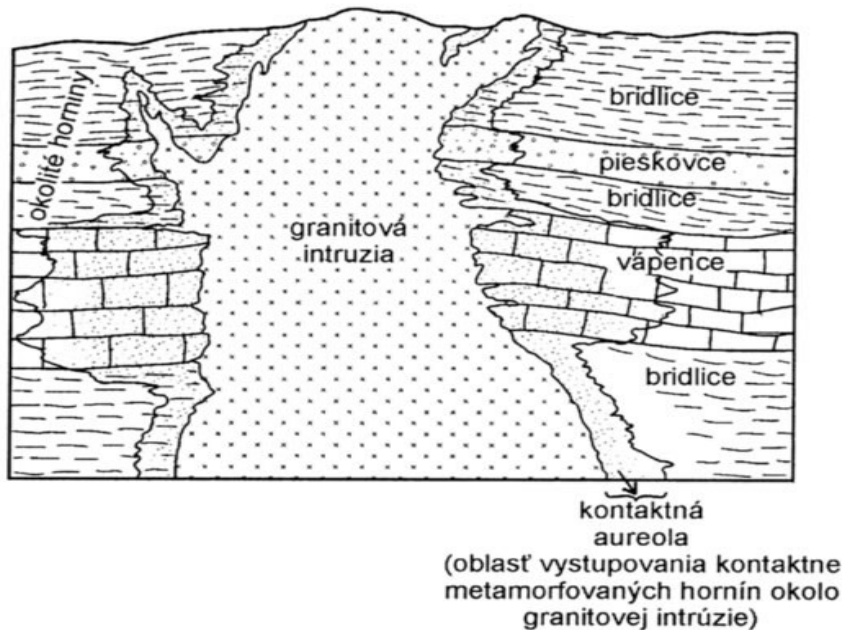


Progresivní syntektonická
metamorfóza droby (Best (1982).
*Igneous and Metamorphic
Petrology*. W. H. Freeman. San
Francisco).

Základní termíny

používané pro popis hornin v terénu

- metamorfní stupeň (grade) – intenzita metamorfózy (T) – vysoký, nízký
- metamorfní zóna – oblast výskytu indexového minerálu
- metamorfní izograda – hranice metamorfní zóny
- metamorfní facie – charakteristická minerální asociace (rozmezí P a T, chemické rovnováhy)
- metamorfní P-T dráha – vývoj hornin v poli P-T



Literatura

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