

# Metamorfizní petrologie I

## 4bII. Přehled metamorfovaných hornin

# III. Regionálně metamorfované horniny bohaté hořčíkem a vápníkem



metamorfovaný vápenec (Tišnov)

# Ultramafické horniny

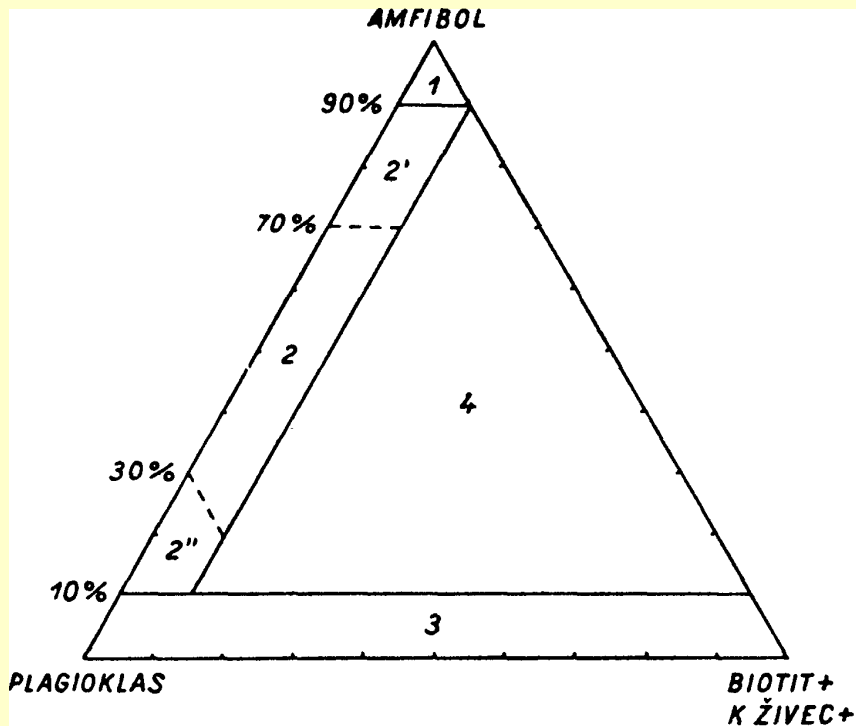


Diagram řady amfibolit-rula: 1 - amfibolická skalina (břidlice), 2 - amfibolit, 2' - melanokratní, 2'' - leukokratní, 3 - rula, 4 - amfibolická rula

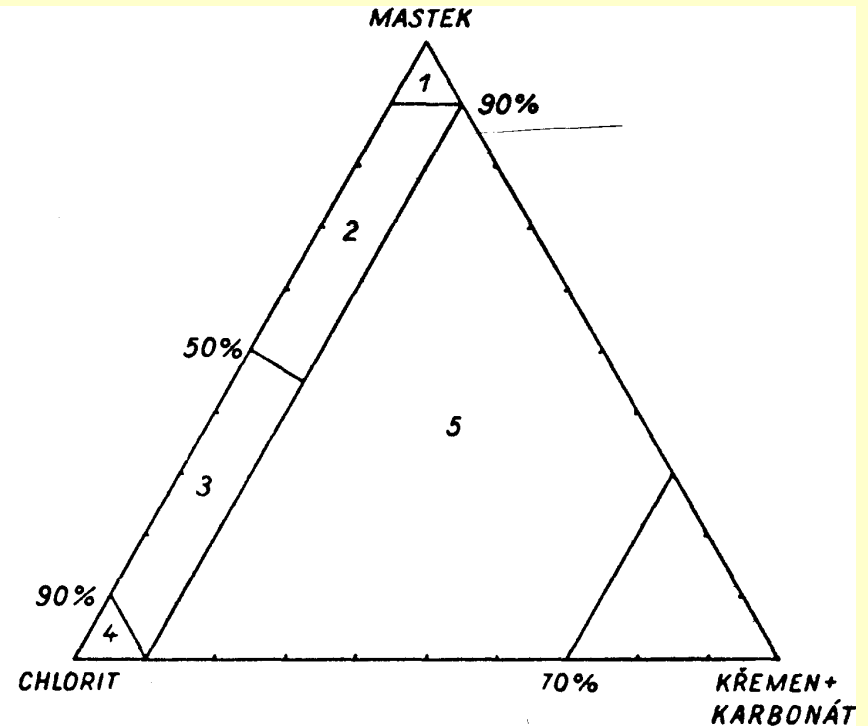
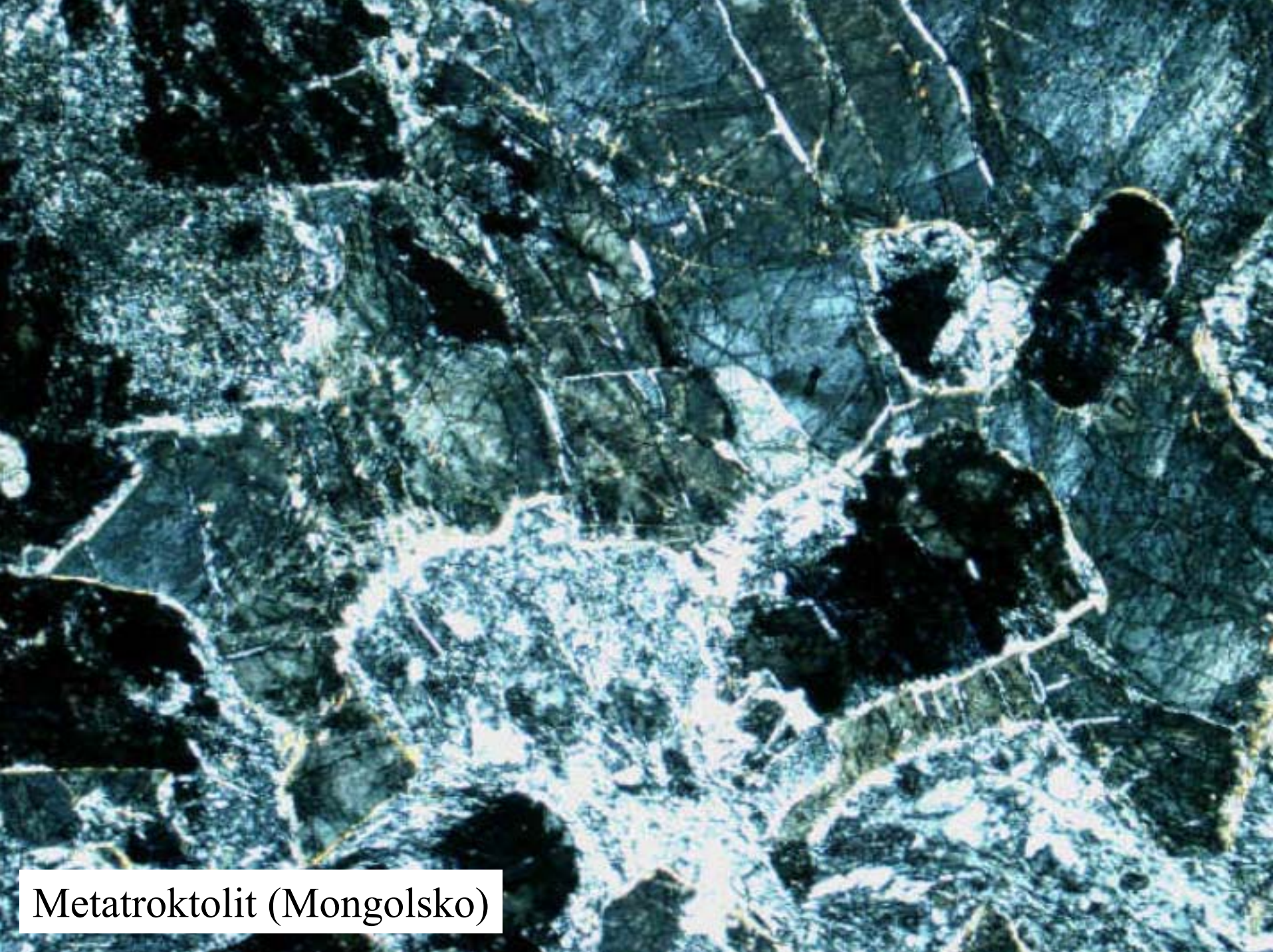


Diagram řady mastková břidlice: 1 - mastková břidlice. 2 - chloriticko-mastková břidlice, 3 - mastek-chloritická břidlice, 4 - chloritická břidlice. 5 - krupník.

- **podstatné jméno**
  - metaperidotit
  - metatroktolit
- **definice**
  - hornina si zachovala relikty původních staveb protolitu (je možné rozeznat původní tvary min. zrn.
  - minerální asociace je částečně nahrazena metamorfními minerály typickými pro nejnižší stupně metamorfózy např. chryzotil nebo chlorit



metatroktolit  
(Albanite)

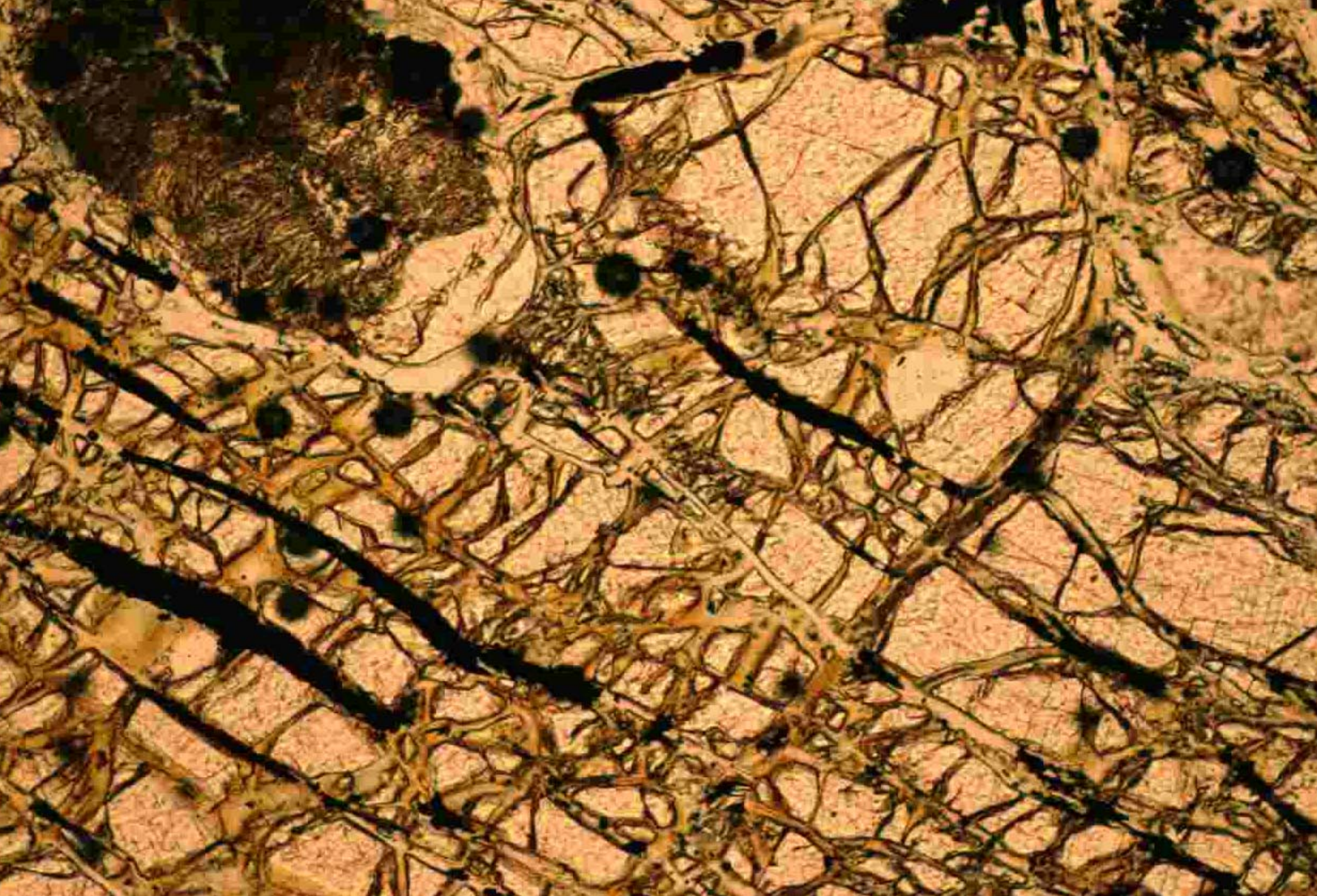


Metatroktolit (Mongolsko)

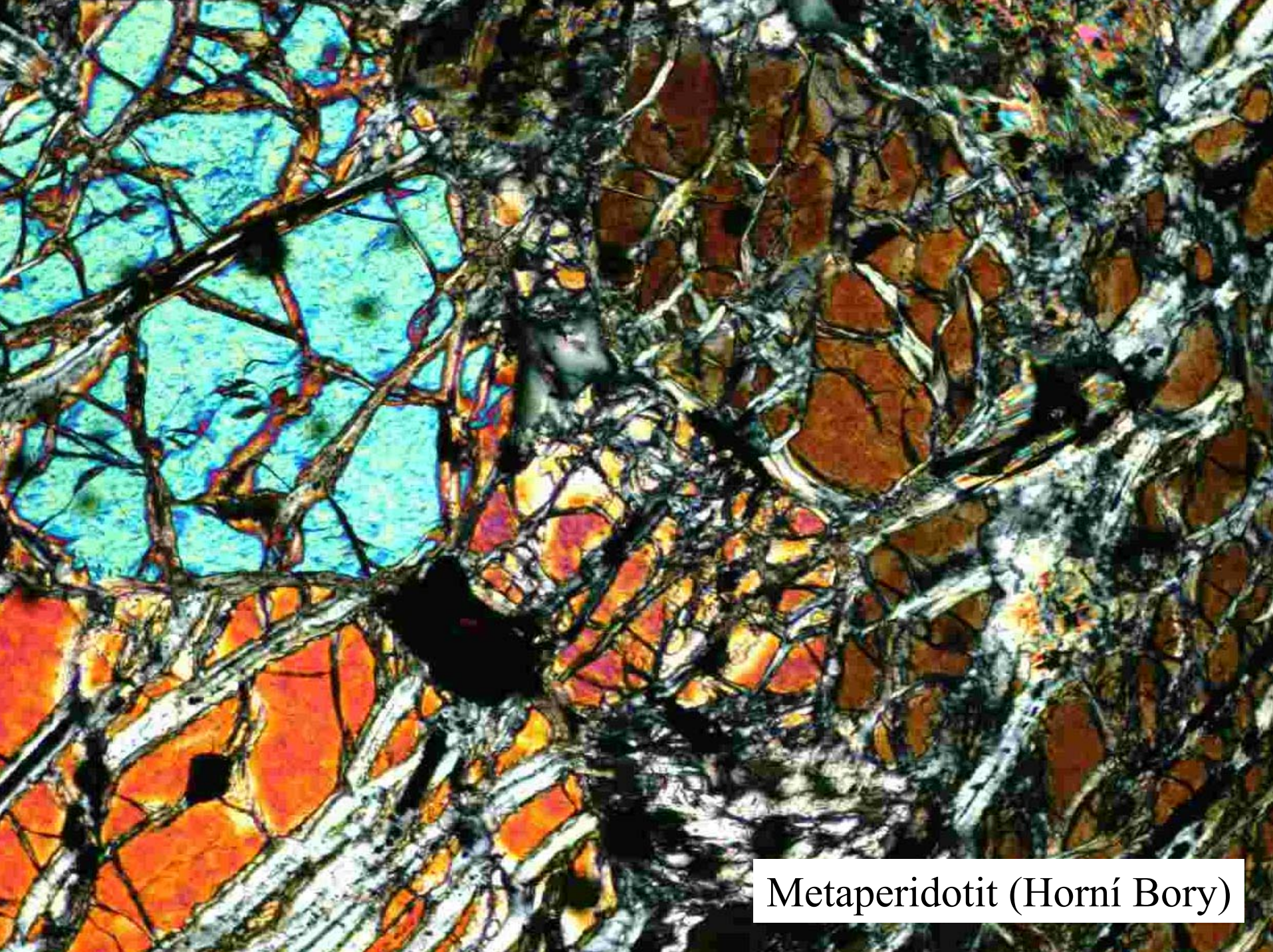


Metaperidotit (Albanie)





Metaperidotit (Horní Bory)

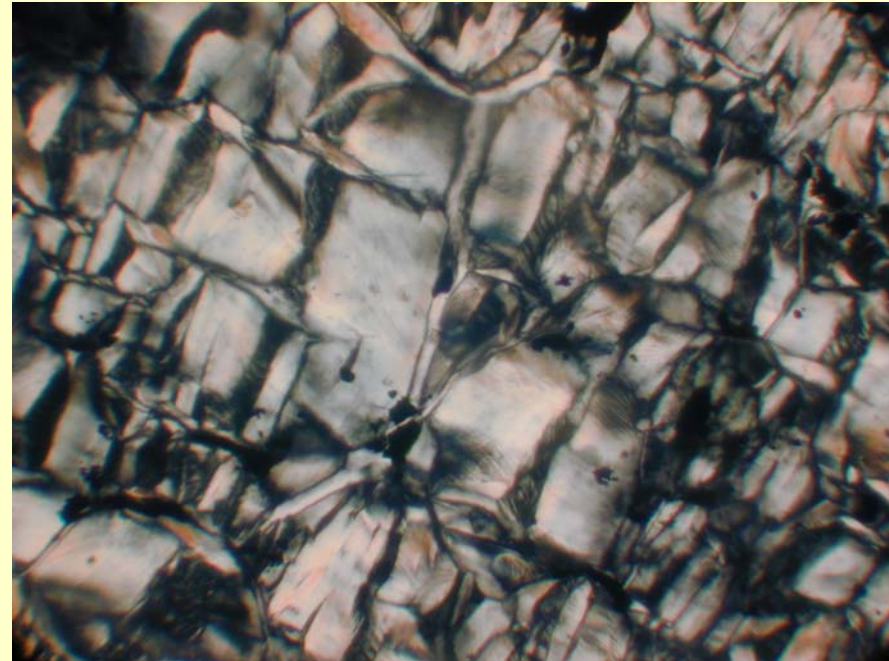
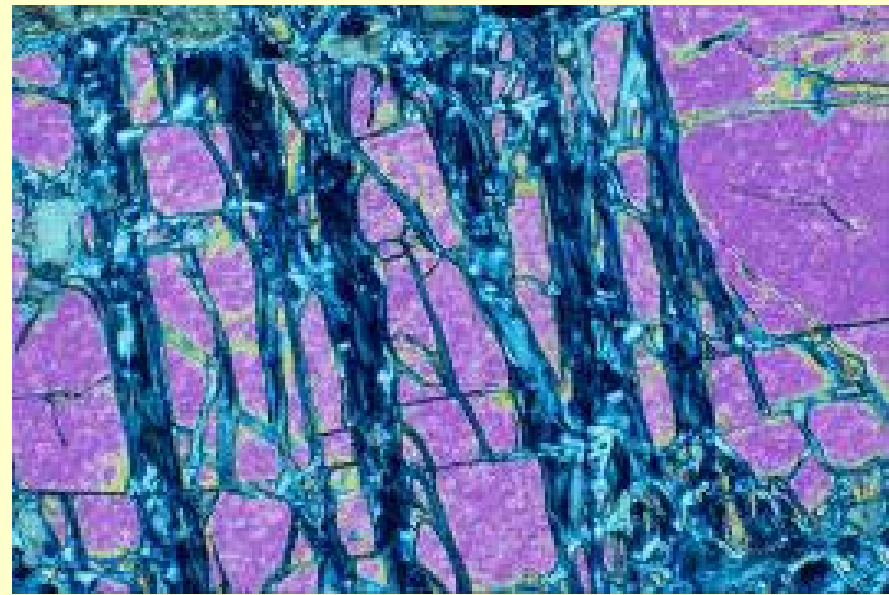


Metaperidotit (Horní Bory)

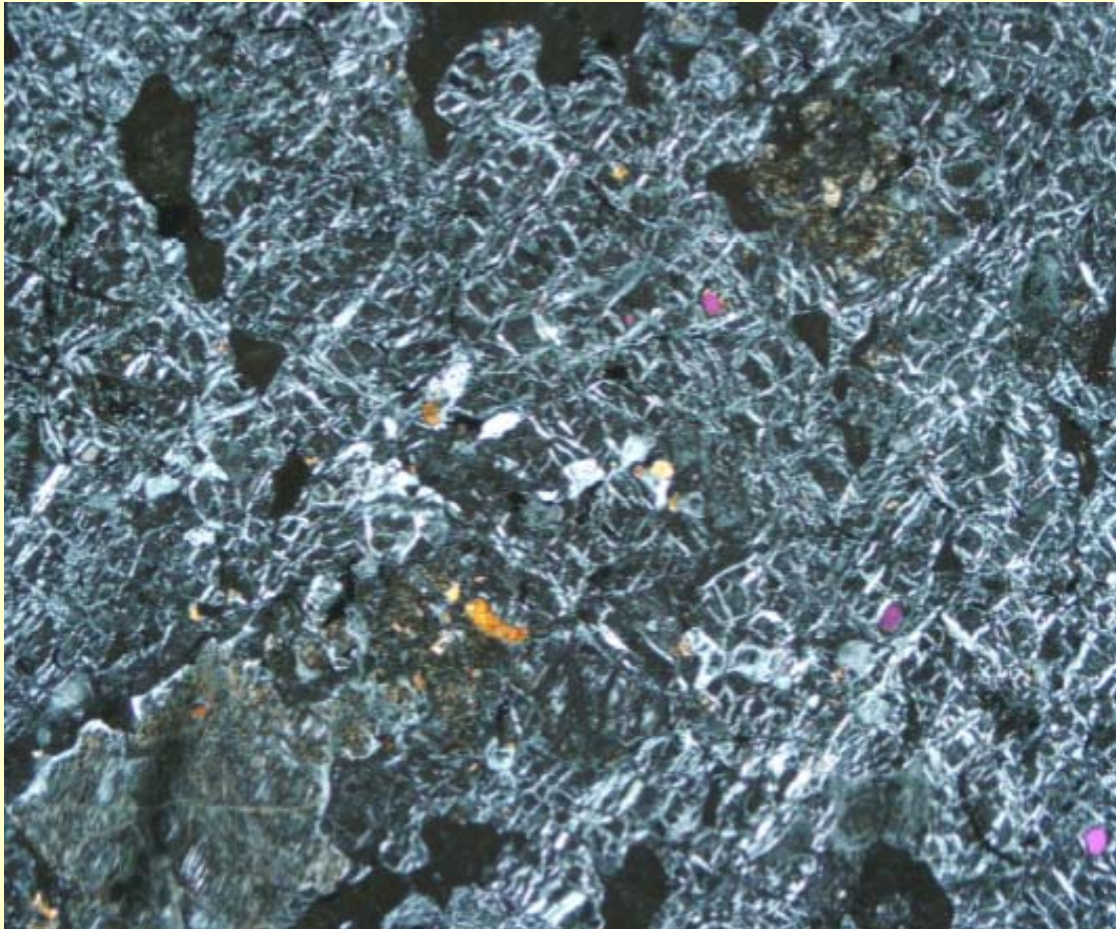


## Serpentinit (hadec)

- barva: zelenočerná nebo téměř černá
- makroskopicky celistvá
- většinou všesměrná
- četné žilky (chrizotil)



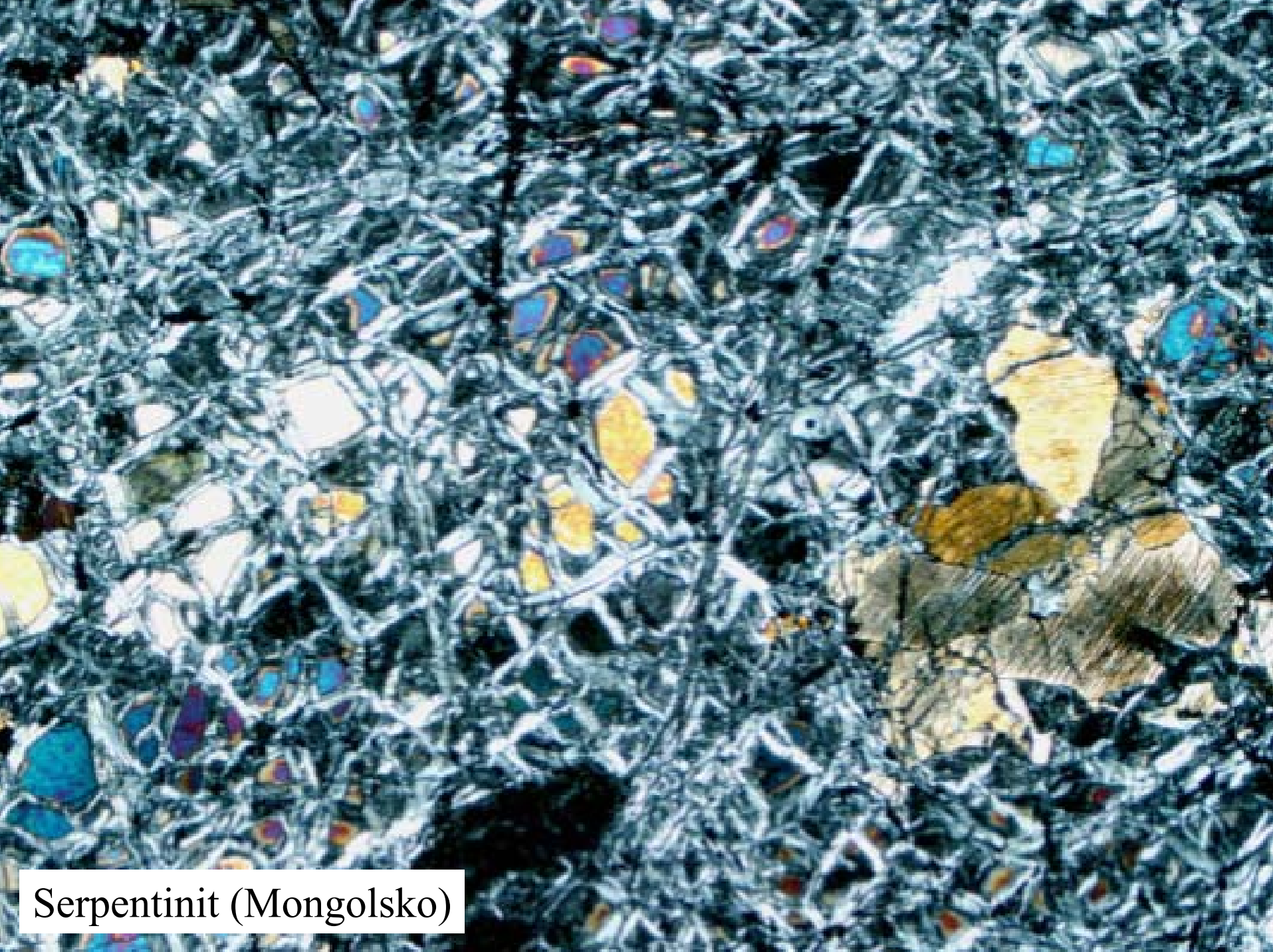
- **podstatné jméno**
  - serpentinit
- **přídavné jméno**
  - granátický
  - pyroxenický
  - tremolitický
- **přívlastek**
  - s granátem
  - s pyroxenem
  - s tremolitem
  - s brucitem
  - s magnésitem
- **definice**
  - šedo-zelená až zeleno-černá
  - jemnozrnná masivní hornina
  - převážně má mřížovitou nebo smyčkovitou stavbou
  - velmi často obsahuje relikty minerální asociace protolitu (granát, pyroxen, olivín)
  - zbytek horniny je tvořen hlavně minerály serpentínové skupiny (lizardit a antigorit), méně pak chlority, karbonáty a spinelidy



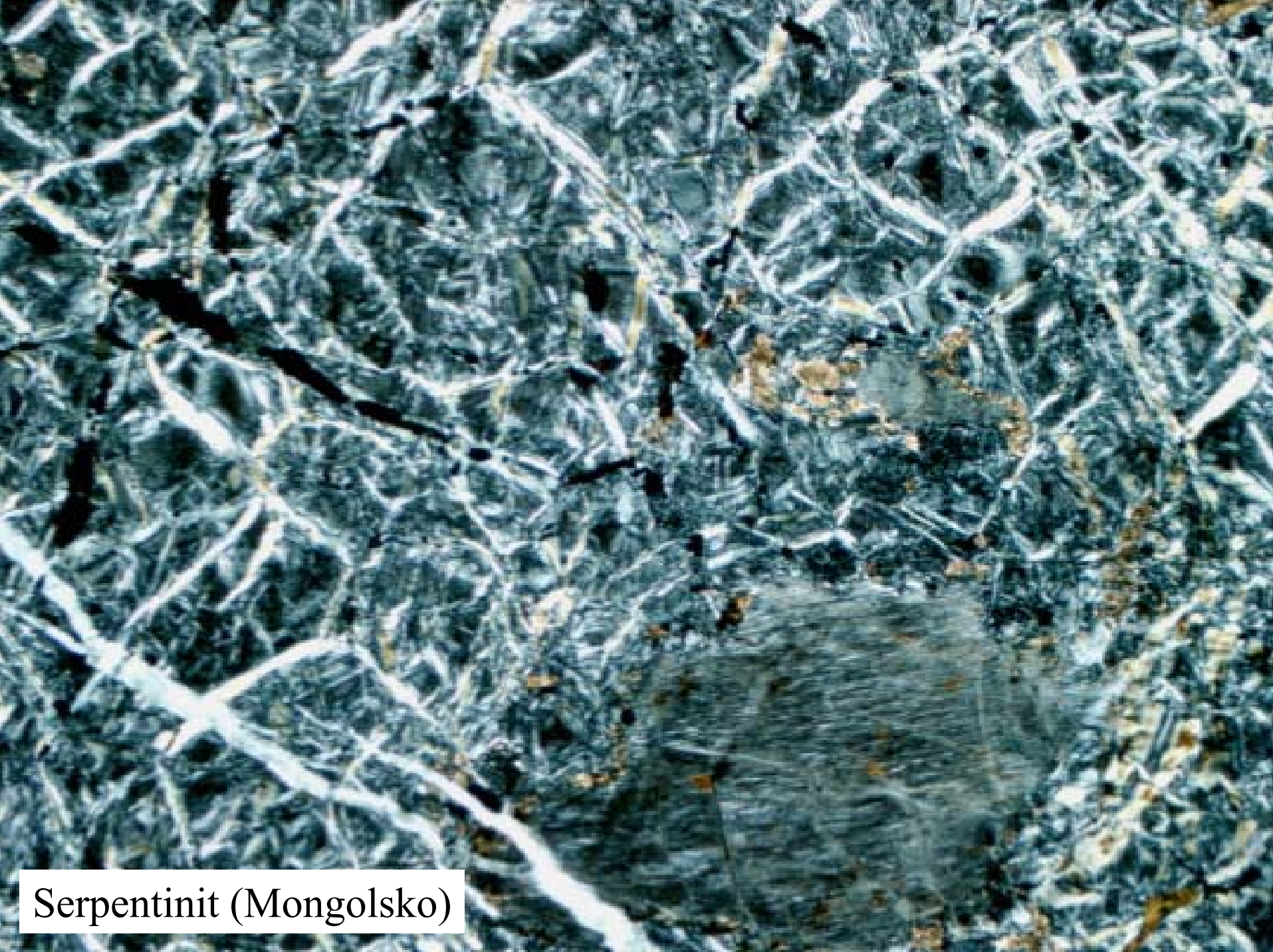
Serpentinit (Mongolsko)



Serpentinit (brněnsky m.)



Serpentinit (Mongolsko)



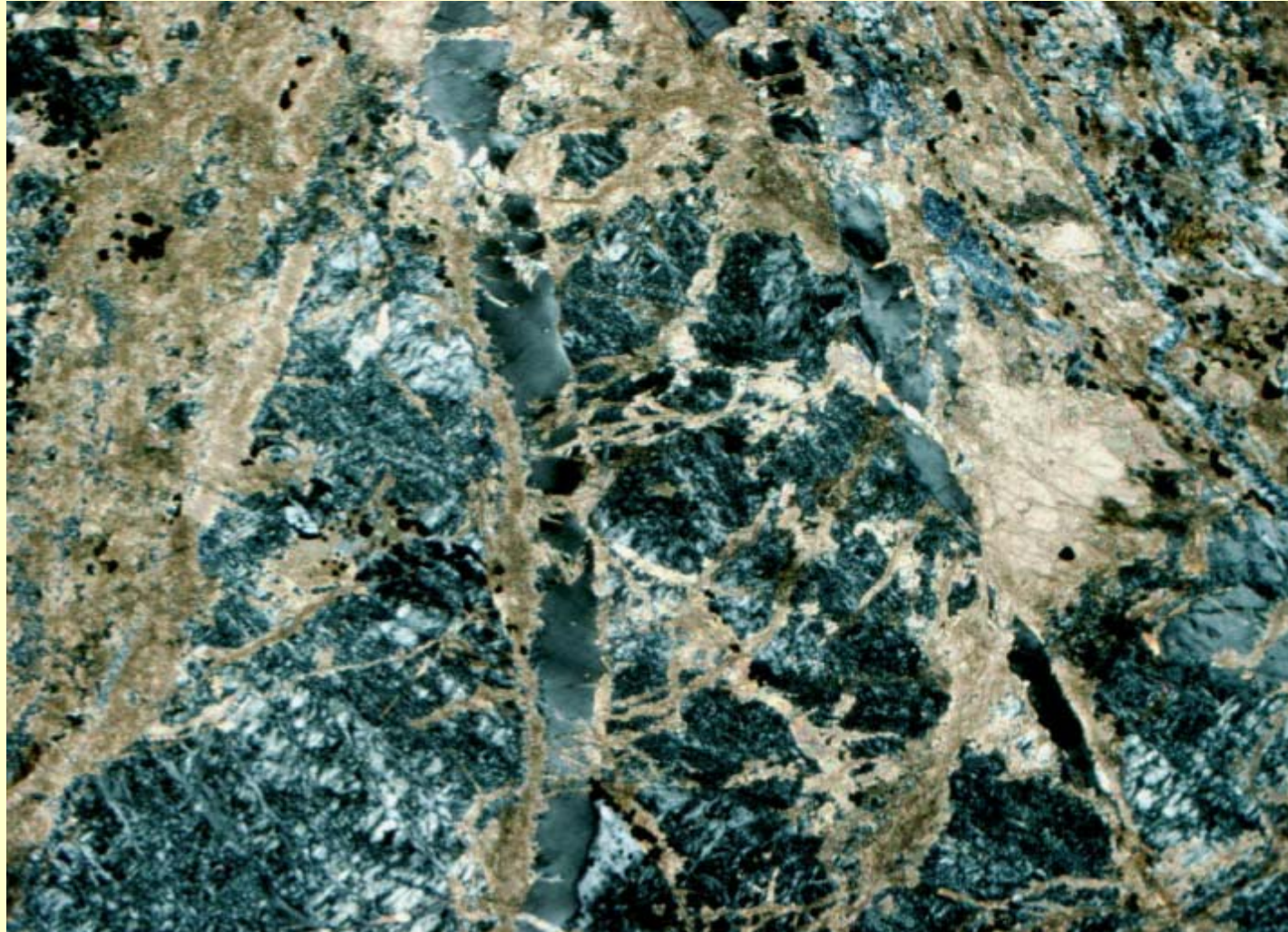
Serpentinit (Mongolsko)

- **podstatné jméno**

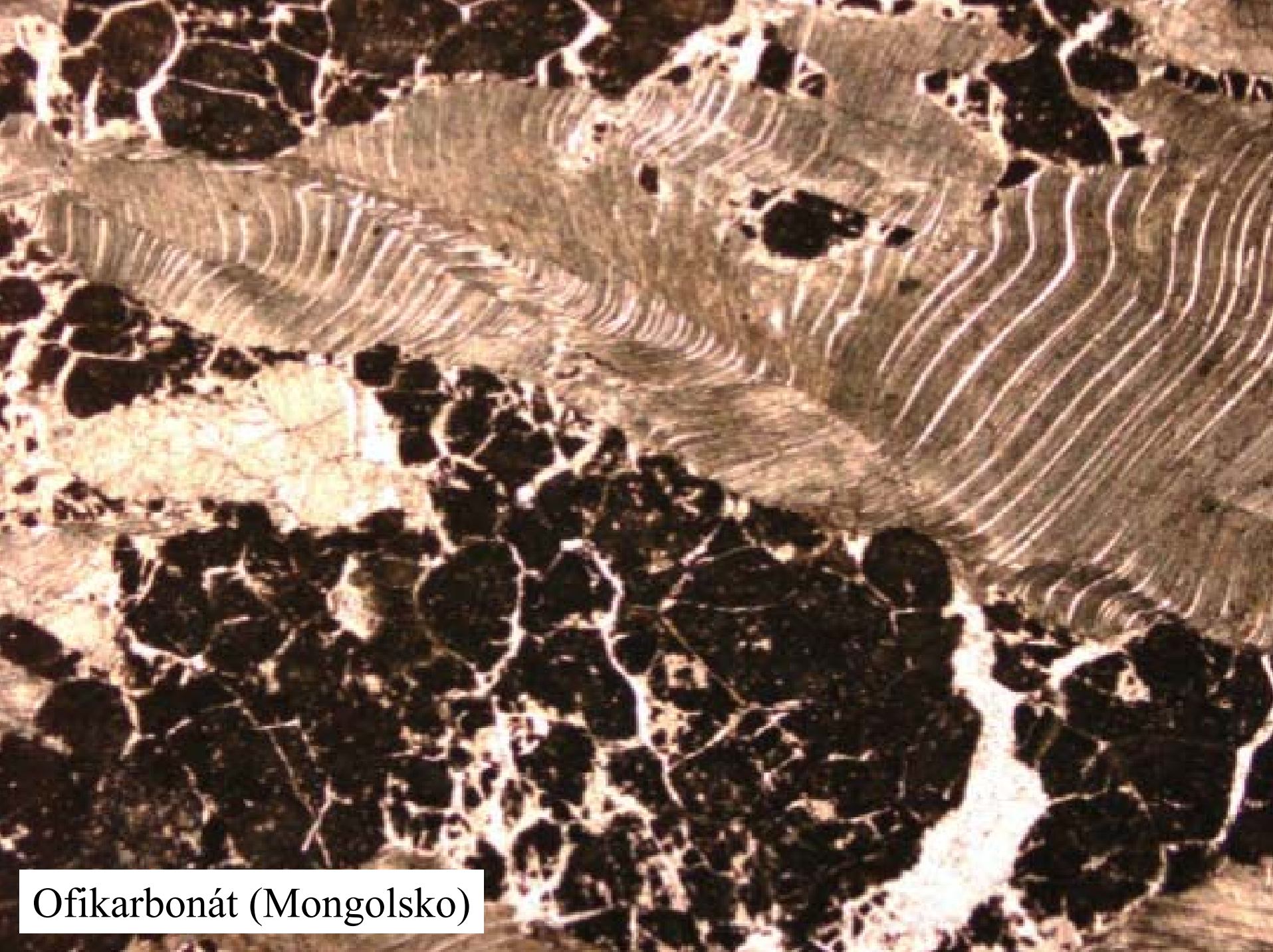
- ofikarbonát

- **definice**

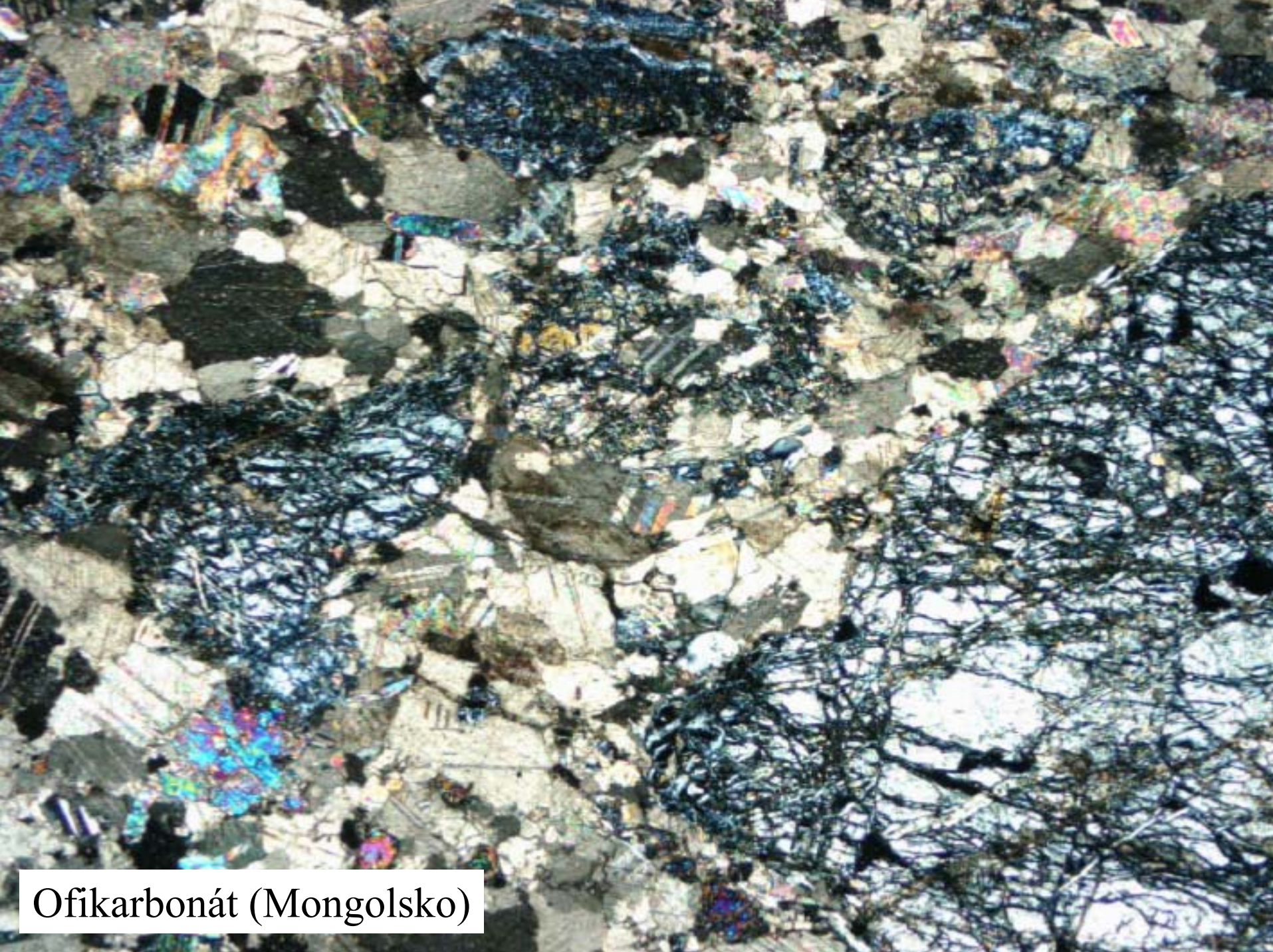
- Směs karbonátů (kalcit magnezit) a serpentinizovaných ultrabazických hornin.
- Karbonáty často vyplňují prostor v brekcii ultrabazických hornin nebo tvoří žilníky prorážející serpentinit.



Ofikarbonát  
(Mongolsko)

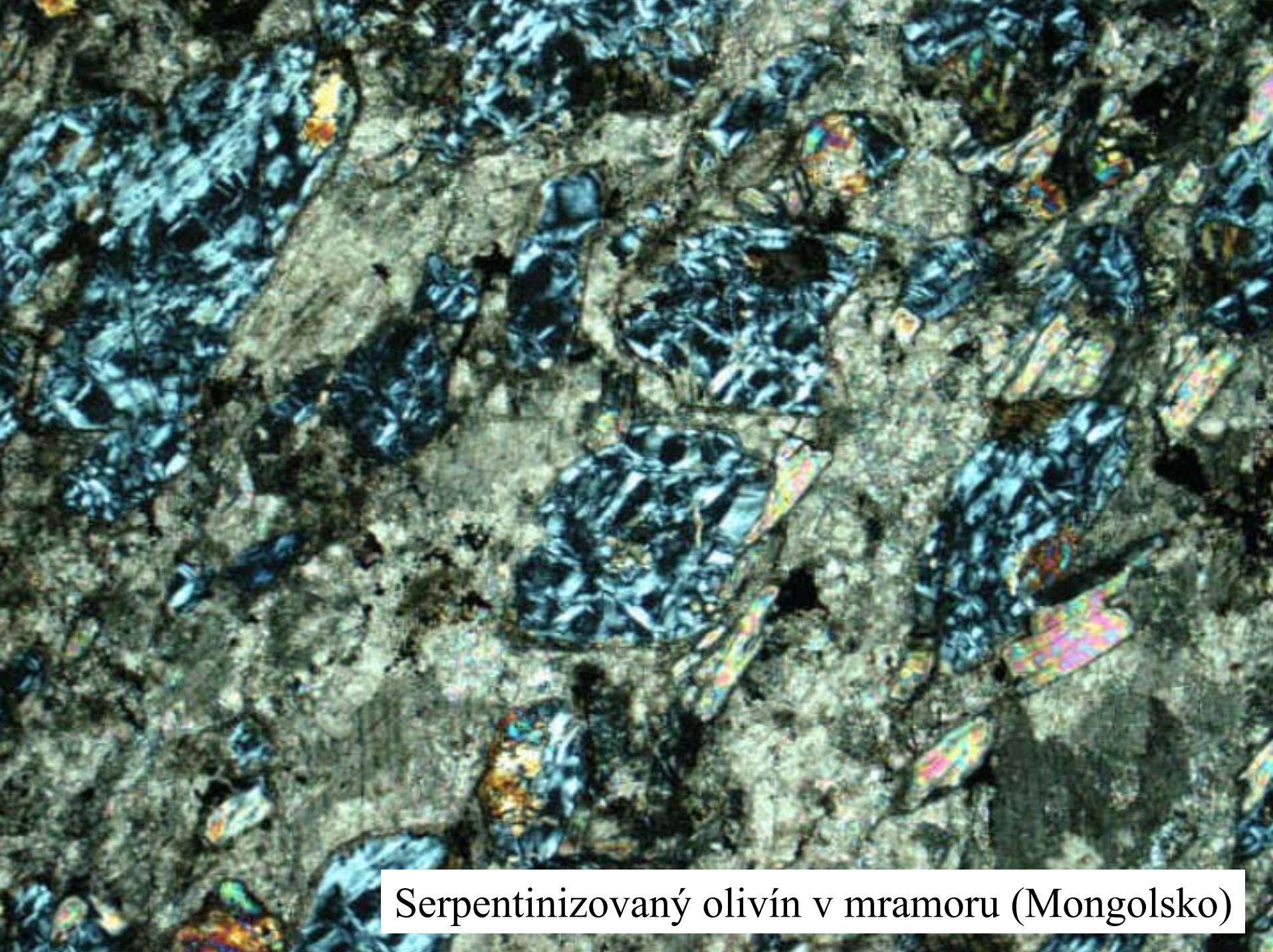


Ofikarbonát (Mongolsko)



Ofikarbonát (Mongolsko)





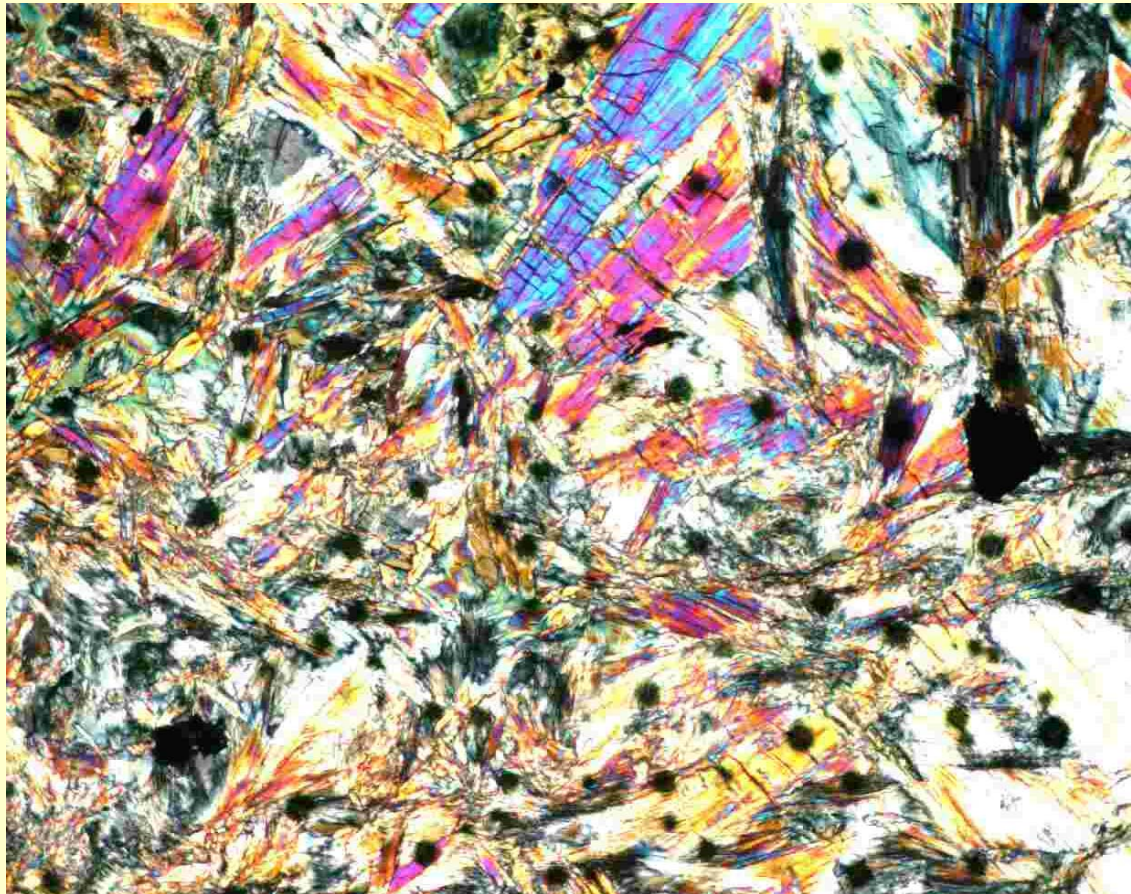
Serpentinizovaný olivín v mramoru (Mongolsko)

## Ultramafické břidlice

- barva: světle až tmavě zelená.
- struktura: lepidoblastická, nematolepidoblastická
- někdy se používá název krupníky: mastek, chlority, tremolit, karbonáty (magnezit)



- **podstatné jméno**
  - břidlice
- **přídavné jméno**
  - mastková
  - chlorit-mastková
  - chloritická
  - chlorit-tremolitická
  - tremolitická
  - tremolit-mastková
- **přívlastek**
  - s tremolitem
  - s brucitem
  - s magnesitem
  - s kalcitem
  - s dolomitem
  - s magnetitem
- **definice**
  - světle šedé až nazelenalé
  - středně zrnité horniny s foliací
  - mají lepidoblastickou až nematolepidoblastickou stavbou
  - někdy s porfyroblasty tremolitu
  - zastoupení chloritu, mastku, tremolitu a karbonátů (kalcit, dolomit, magnezit) se mění



Tremolitická břidlice (Horní Bory)



Tremolit-mastková skalina (brněnsky m.)

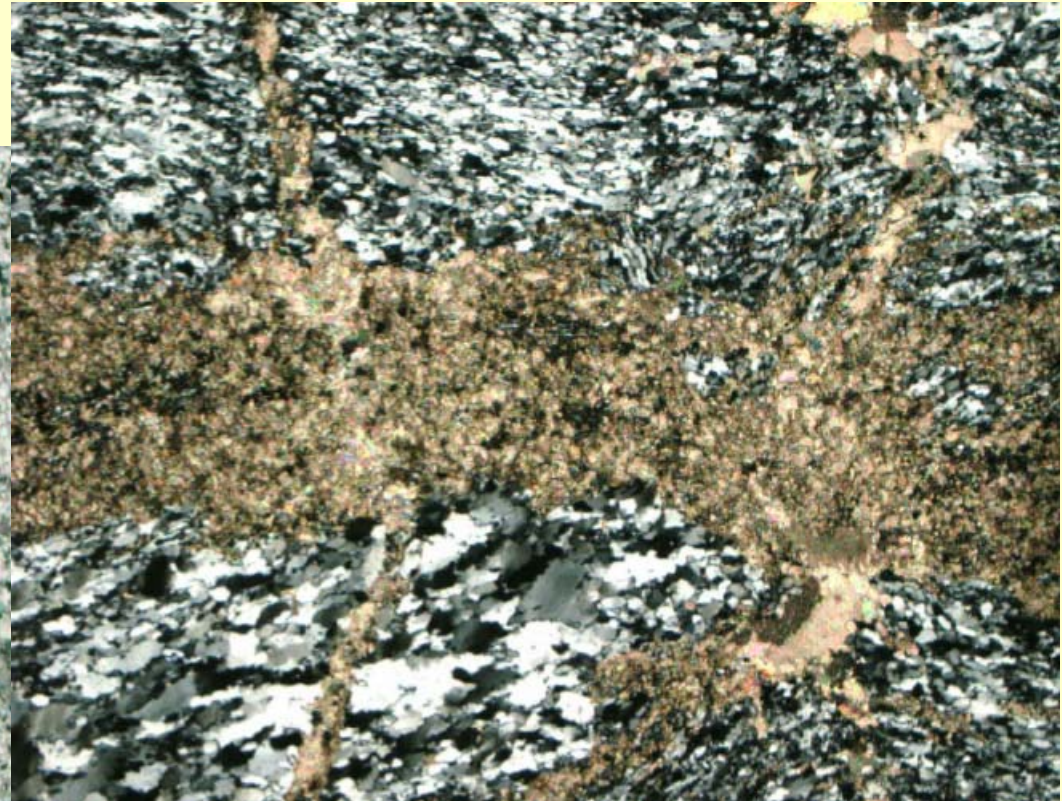
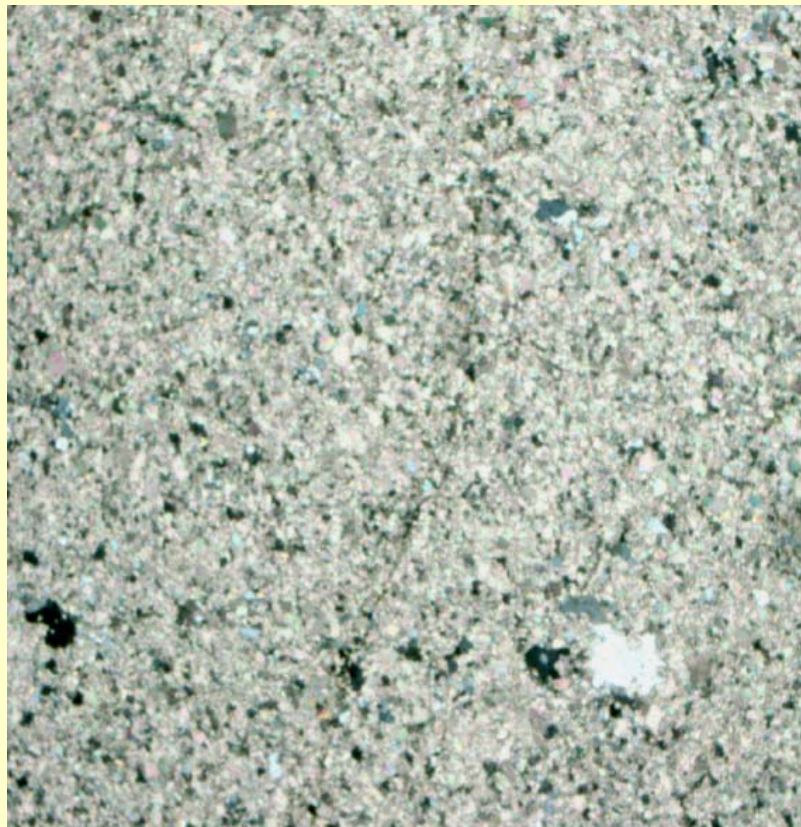


Tremolit-mastková skalina (brněnsky m.)

0.5 mm

- **podstatné jméno**
  - břidlice
- **přídavné jméno**
  - kalcitická
  - dolomitická
  - kalcit-muskovitická
- **přívlastek**
  - s mastkem
  - s tremolitem
  - s chloritem
  - s křemenem
  - s grafitem
- **definice**
  - drobně zrnitá hornina
  - lepidogranoblastická stavba,
  - obsahují karbonáty jako hlavní minerál (avšak méně než 50 mod. %).

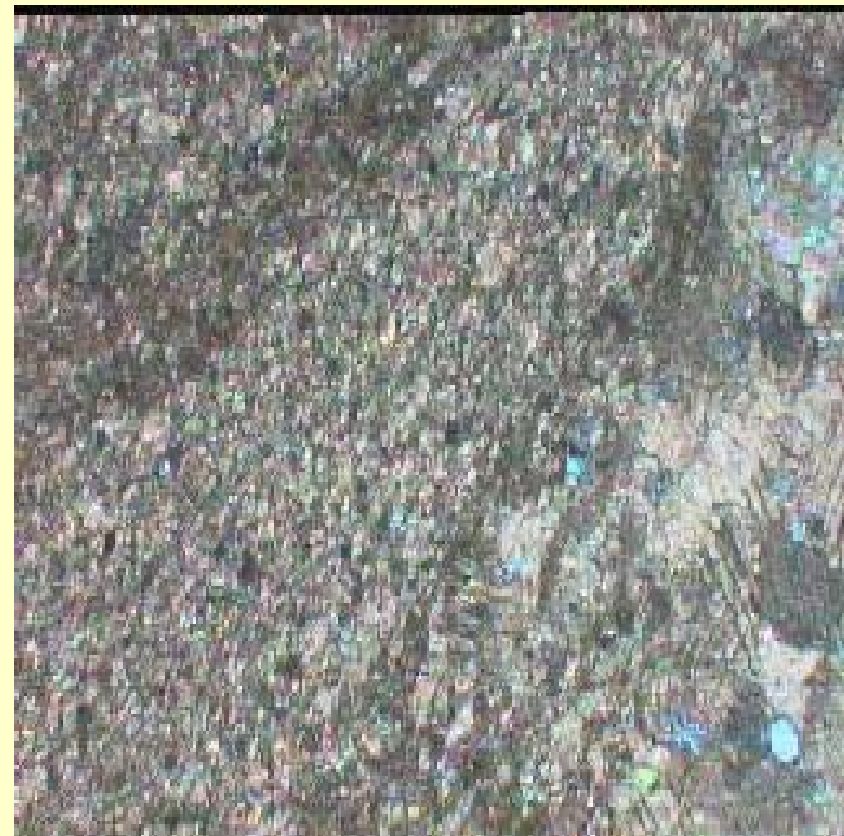
Kalcitická břidlice s křemenem (Mongolsko)



Kalcitická břidlice s křemenem (Mongolsko)

# Mramor

- *mramor* vznikly metamorfózou sedimentárních vápenců a dolomitů.
- granoblastické, u hruběji zrnitých typů jsou zřetelně vidět lesklé štěpné plochy kalcitu
- barva čistých mramorů je bílá a barevná pestrost mramoru je závisí na obsahu příměsí
- hlavními minerály jsou kalcit a dolomit
- podružně další minerály: flogopit, diopsid, forsterit, grafit, tremolit, křemen, živce, minerály serpentínové skupiny (ofikalcit— mramor se serpentínovými hnízdy).

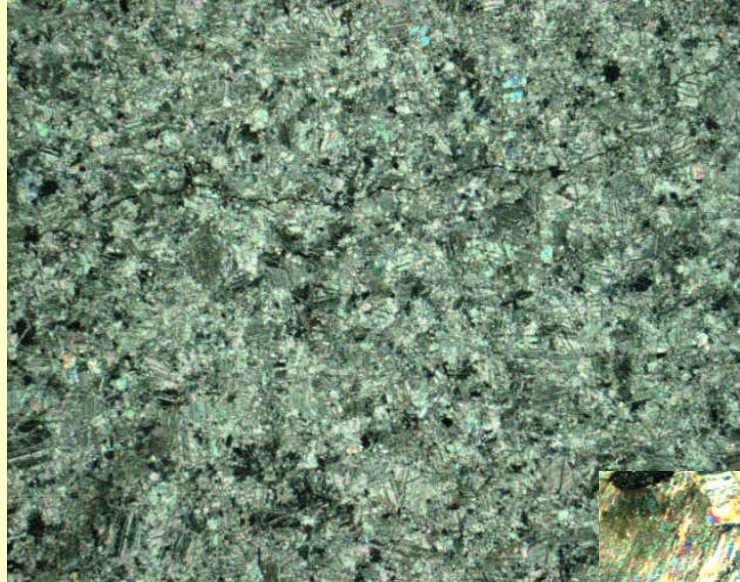




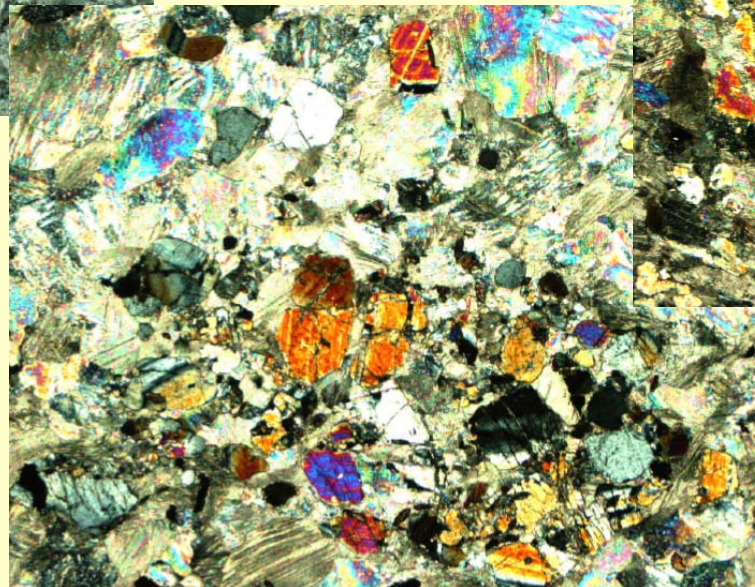
Slabě metamorfovaný vápenec (Mongolsko)



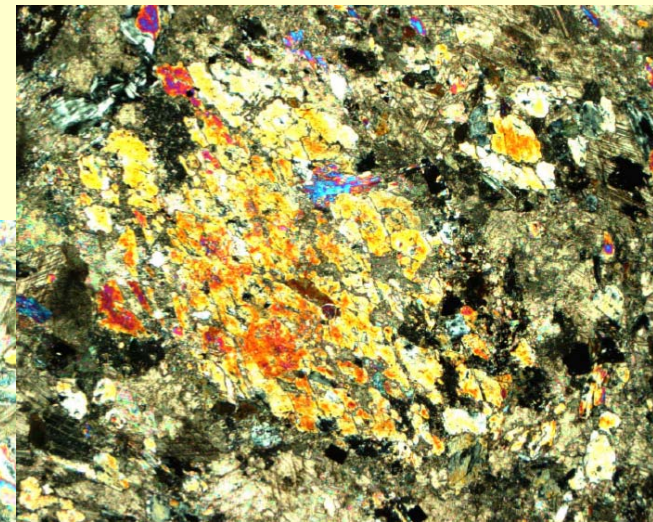
- **podstatné jméno**
  - mramor
- **přídavné jméno**
  - kalcitický
  - dolomit-kalcitický
  - kalcit-dolomitický
  - dolomitický
- **přívlastek**
  - s mastkem
  - s tremolitem
  - s diopsidem
  - s klinozoisitem
  - s chloritem
  - s forsteritem
  - s grafitem
  - s wolastonitem
  - s křemenem
  - s flogopitem
  - s chondroditem
- **definice**
  - středně až hrubě zrnitá hornina s granoblastickou stavbou,
  - obsahuje  $\geq 50$  mod. % karbonátů (kalcit, dolomit, aragonit).
  - čistý mramor obsahuje více než 95 mod.% pod touto hranicí je erlanový mramor



Kalcitický mramor (Mongolsko)



Kalcitický mramor s diopsidem (Mongolsko)



Kalcitický mramor s tremolitem (Mongolsko)



Mramor s tremolitem a flogopitem

Mramor s tremolitem s diopsidem a forsteritem



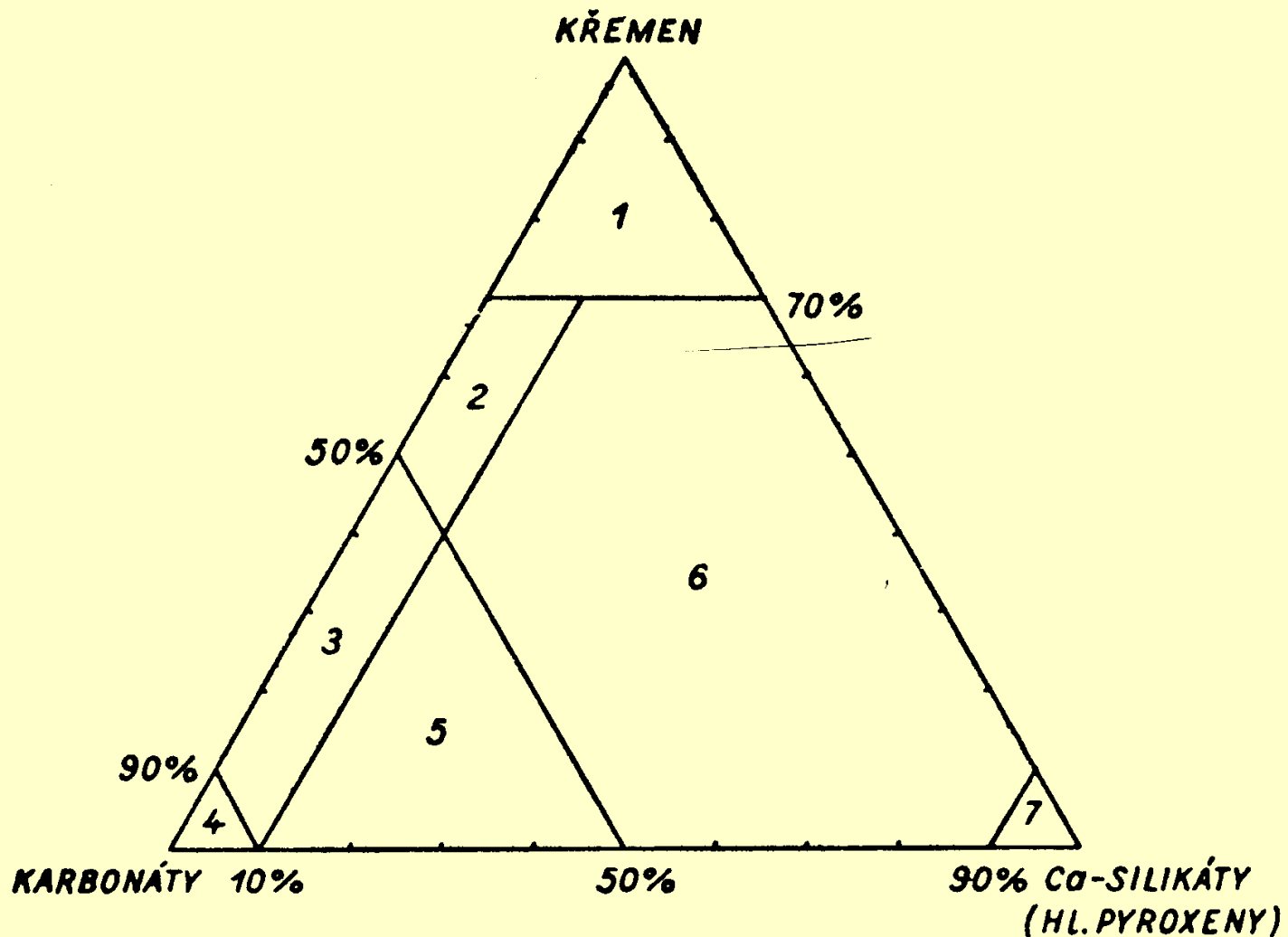
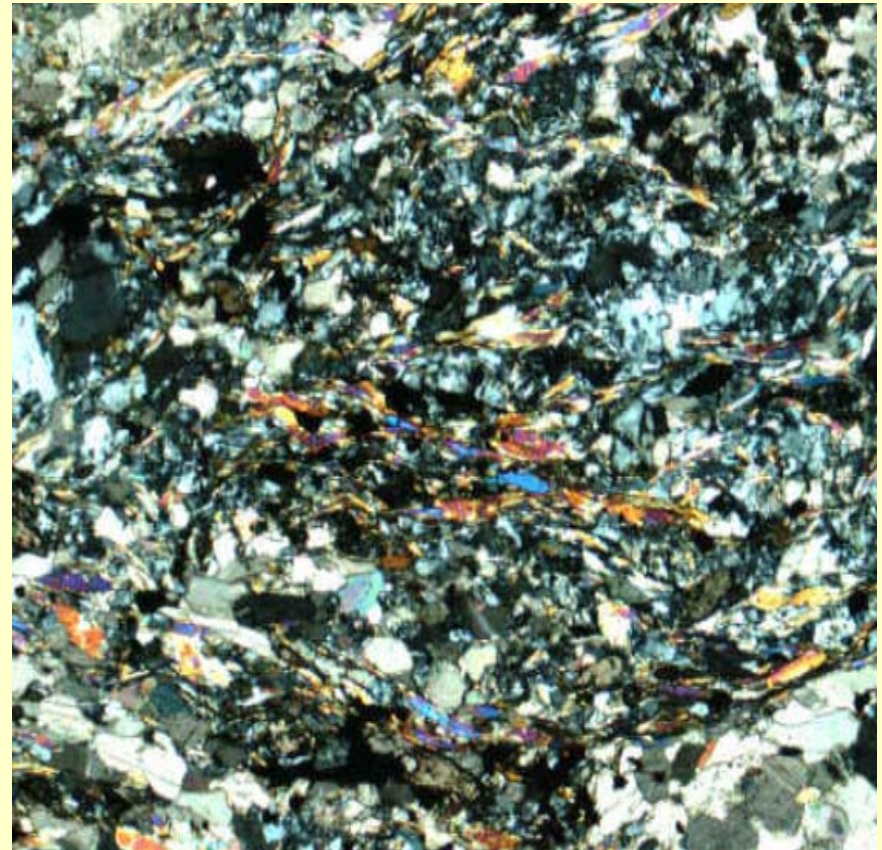


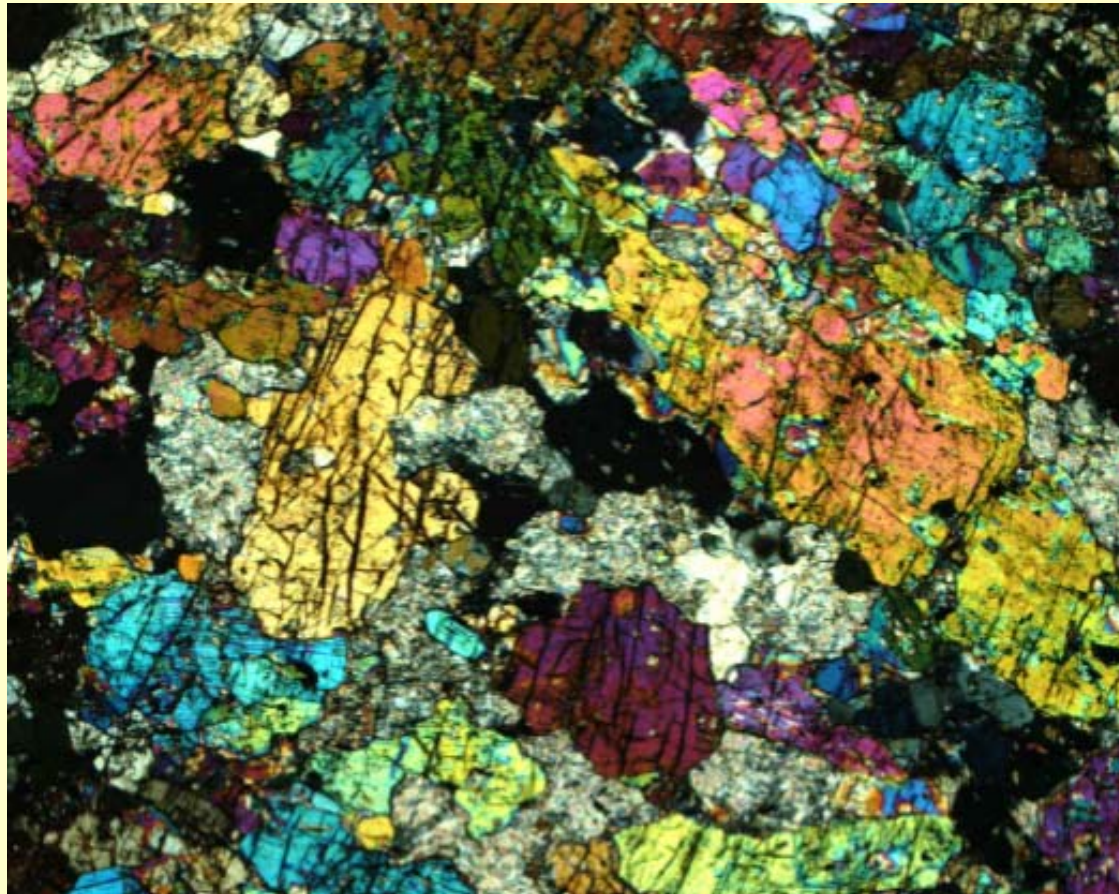
Diagram řady kvarcit— mramor— erlán. 1 — kvarcit, 2 — karbonatický kvarcit, 3 - křemenný mramor, 4 - mramor, 5 - erlánový mramor, 6 - erlán, 7 - pyroxenická skalina (břidlice).

## Erlan (vápenatosilikátová hornina)

- šedozelená až hnědošedá,
- celistvá nebo jemně zrnitá hornina s všesměrnou až slabě plošně paralelní texturou
- granoblastická
- hlavními minerály jsou diopsid (druh pyroxenu), živce a křemen.
- vzniká metamorfózou sedimentárních vápenců, které obsahovaly křemitou nebo jílovitou příměs
- regionálně či kontaktně metamorfovaná hornina



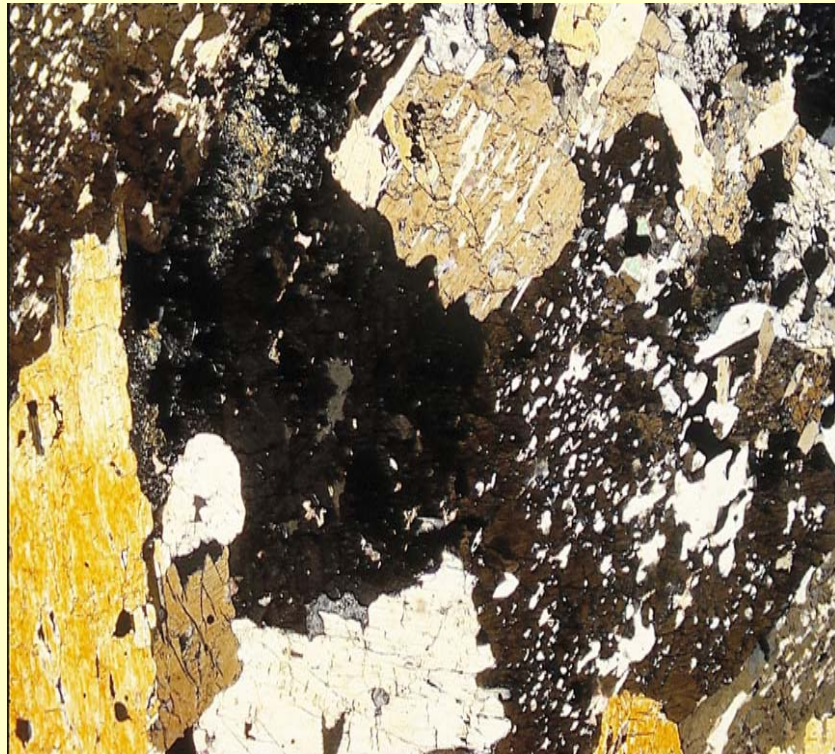
- **podstatné jméno**
  - erlan
- **přídavné jméno**
  - diopsidický
  - klinozoisitický
  - granátický
- **přívlastek**
  - s draselným živcem
  - s klinozoisitem
  - s epidotem
  - se skapolitem
  - s magnetitem
- **definice**
  - většinou zelenavá, masivní nebo páskovaná hornina
  - středně zrnitá s granoblastickou stavbou
  - tvořená hlavně klinopyroxenem (diopsid) plagioklasem a křemenem
  - jako vedlejší minerály mohou být přítomny: draselný živec, granát, karbonáty nebo minerály epidotové skupiny (karbonáty nesmí přesáhnout 50 mod.%).



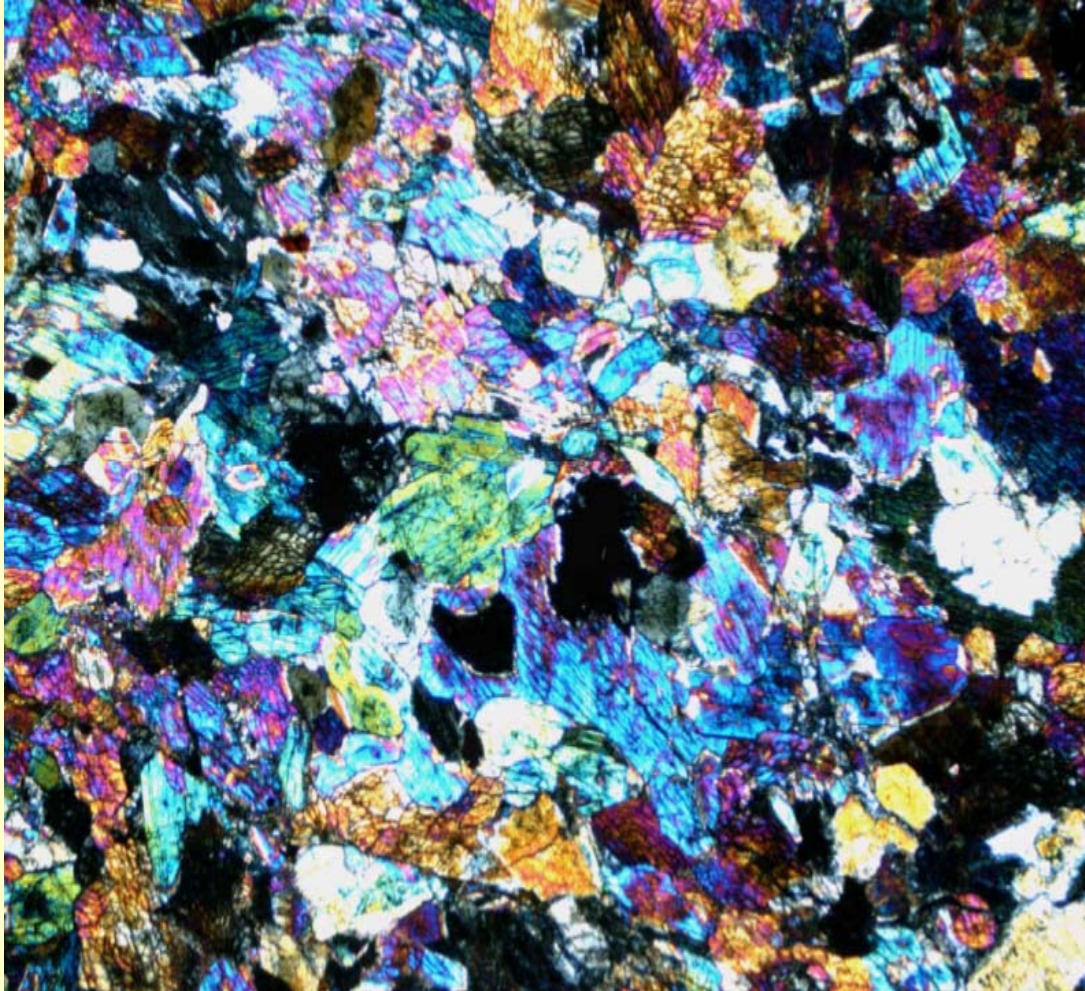
Erlan – Cpx+Pl (Mongolsko)

# Skarn

- typická je granoblastická struktura a proměnlivá zrnitost
- silikátová hornina obsahující Ca-Fe-Mg-Mn
- vzniká při metamorfóze (kontaktní, regionální) na rozhraní silikátové a karbonátové horniny
- minerální složení: diopsid, grosular, zoisit, wolastonit (hedenbergit, andradit, magnetit) amfibol, sulfidy
- ve starších pracech se setkáváme s pojmem taktit (karbonátová hornina, změněná magmatickým látkovým přínosem) → často obsahuje wollastonit, vesuvian a granát



- **podstatné jméno**
  - skarn
- **přídavné jméno**
  - epidotický
  - magnetitový
  - pyroxenický
  - granát-pyroxenický
- **přívlastek**
  - s granátem
  - s epidotem
  - s magnetitem
- **definice**
  - obvykle tmavě zbarvená
  - masivní páskovaná hornina
  - má granoblastickou stavbou
  - složená z granátu (andradit-grossular), klinopyroxenu (diopsid-hedenbergit), amfibolu, epidotu a magnetitu
  - plagioklas chybí nebo je přítomen v podružném množství
  - zastoupení minerálů v jednotlivých částech tělesa se může výrazně měnit



Skarn – Cpx+Amp+Grt (Mongolsko)



- **podstatné jméno**
  - rodingit
- **přívlastek**
  - s vesuvianem
  - s epidotem
  - se skapolitem
- **definice**
  - středně až hrubě zrnitá hornina tvořená klinopyroxenem a grossularem (resp. hydrogrossular)
  - vznikla metasomaticky ze serpentinizovaných peridotitů společně s nimiž vystupuje

- **definice alterovaných hornin**
  - Horniny vznikly výraznou hydrotermální alterací někdy se označují podle převažujícího minerálu (albitit, alunitit) nebo mají speciální názvy
  - listvenit = metasomaticky přeměněná ultrabazická hornina obsahující karbonáty + křemen + světlé slídy + parofylit;
  - fenit = alkalický metasomatit složený z alk. živců, alk. amfibolů, alk. pyroxenů, nefelínu, kalcitu a biotitu,
  - greisen = křemen + světlé slídy někdy topaz, turmalín atd.;
  - beresit = křemen, sericit, karbonát (ankerit) a pyrit;
  - propylit = metasomaticky přeměněná vulkanická hornina albit + kalcit + chlorit,
  - gumbeit = křemen + ortoklas + karbonát, argilit = jílové minerály někdy s karbonáty a sulfidy).

#### IV. Speciální typy regionálně metamorfovaných hornin

<i>podstatné jméno</i>	<i>přídavné jméno</i>	<i>přívlastek</i>	<i>definice</i>
<b>metaferolit</b>	hematitický magnetitický	s granátem s amfibolem	Horniny s vysokým podílem magnetitu nebo hematitu a většinou také s křemenem. Někdy jsou páskované (rudní pásy se střídají s pásy s křemenem ± silikáty).
<b>diasporit</b>		s hematitem s chloritoidem s muskovitem s andalusitem	Hornina tvořená hlavně diasporem. Často obsahuje reliktní stavby po původních lateritech (pisolity).
<b>smirek</b>		s magnetitem s margaritem s chloritoidem s diasporem s pyritem s magnetitem	Hornina je tvořena hlavně korundem a popřípadě diasporem.
<b>glaukofanit epidotit nefritit jadeitit</b>			Hornina je tvořena převážně jedním minerálem ? 75 mod. %.

# V. Kataklastické horniny

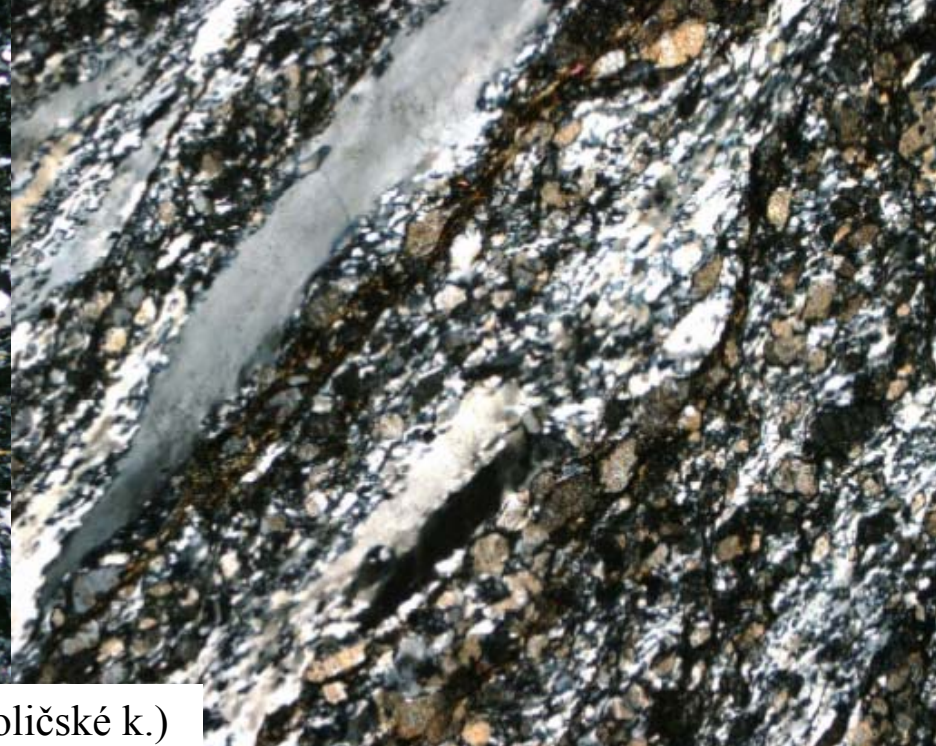
<i>podstatné jméno</i>	<i>přídavné jméno</i>	<i>definice</i>
<b>brekcie</b>	kataklastická	Středně až hrubě zrnitý kataklazit obsahující nejméně 30 mod.% viditelných fragmentů.
<b>mylonit</b>		Jemně zrnitá až celistvá hornina s výraznou foliací a mylonitickou stavbou. Někdy obsahuje větší porfyroklasty. Minerální složení závisí hlavně na charakteru protolitu a stupni rekrystalizace (protomylonit = méně než 50 mod.% horniny je postiženo rekrystalizací, mesomylonit = 50-90 mod.% horniny je postiženo rekrystalizací, ultramylonit = více než 90 mod.% je postiženo rekrystalizací, blastomylonit = přítomny větší porfyroklasty).
<b>kataklazit dislokační jíł</b>	zpevněný nezpevněný	Drobně zrnitá hornina bez výrazné foliace s deformační stavbou (kataklastická nebo maltovitá). Minerální složení závisí hlavně na charakteru protolitu (protokataklazit, mesokataklazit, ultrakataklazit).
<b>fylonit</b>		Jemnozrnná ultrametamorfovaná hornina složená hlavně z fylosilikátů a křemene vázaná na tektonické poruchy:
<b>pseudotachylit</b>		Afanitická hornina obsahující v základní hmotě sklo, minerální složení závisí hlavně na charakteru protolitu, je vázaná na tektonické poruchy



Mylonit (brněnský masív)

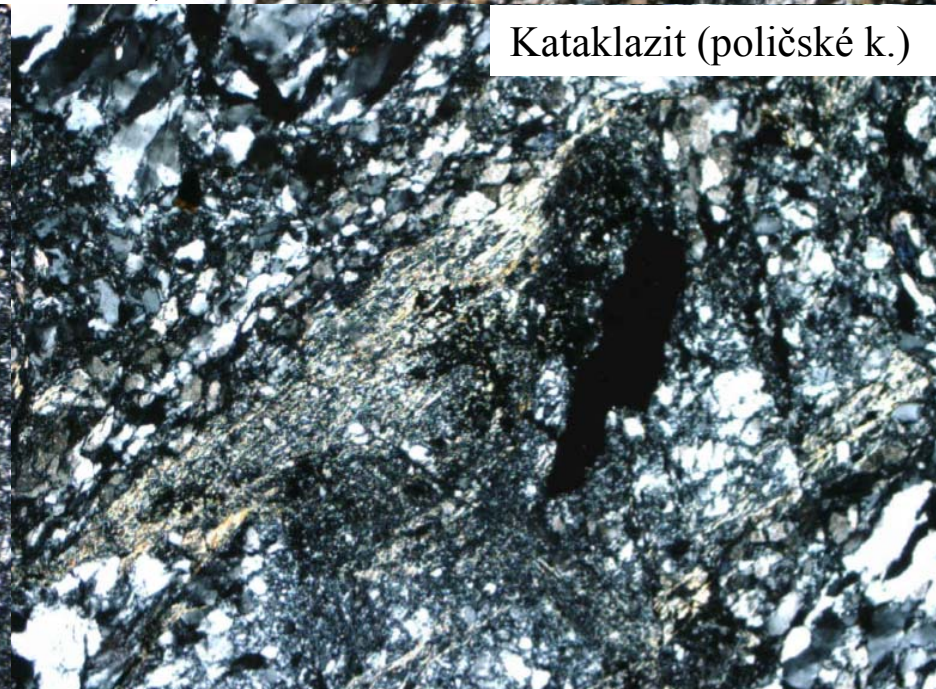
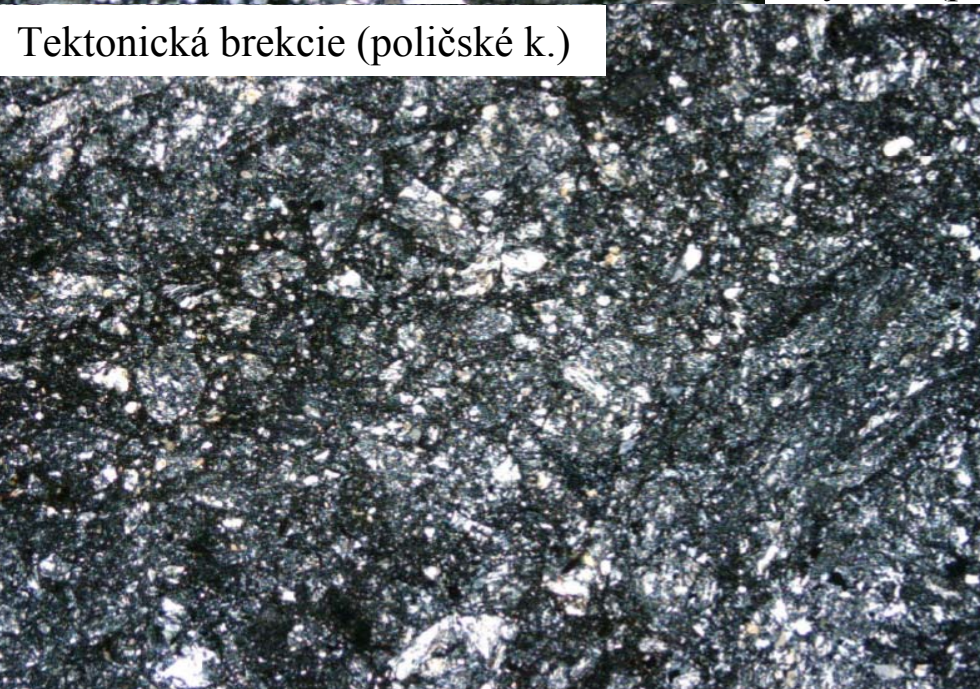


Mylonit (poličské k.)



Kataklazit (poličské k.)

Tektonická brekcie (poličské k.)





Tektonický jíł (brněnský masív)

# Přehled kontaktně metamorfovaných hornin

## Kontaktní břidlice (skvrnité, plodové, chiasolitické)

- vznikají ve vnějších částech kontaktního dvora
- většinou šedé barvy a výrazně břidličnaté textury
- minerální složení: biotit, muskovit, živce a křemen
- na plochách foliace shluky grafitového pigmentu (skvrnitá břidlice) nebo porfyroblasty metamorfních minerálů (andalusit - chiasolitická, cordierit nebo agregáty biotitu - plodová).



## Kontaktní rohovec

- šedý až tmavě šedý, někdy hnědošedý
- textura: je obvykle celistvá, všesměrně až plošně paralelní (páskovaná)
- vzniká ve vnitřní části kontaktního dvora (při intenzivnější metamorfóze než břidlice)
- minerální složení: biotit, živce ( $Pl \pm Kfs$ ), křemen, andalusit a cordierit.

## VI. Kontaktně metamorfované horniny

<i>podstatné jméno</i>	<i>přídavné jméno</i>	<i>přívlastek</i>	<i>definice</i>
<b>kontaktní břidlice</b>	skvrnitá plodová	s andalusitem s cordieritem	Obvykle tmavě šedé jemně zrnité až celistvé horniny s dobře vyvinutou foliací, nejčastěji porfyroblastické s granolepidoblastickou základní tkání. Minerální složení závisí na intenzitě metamorfózy převažuje křemen plagioklas, sericit ± biotit ± chlorit ± grafit ± cordierit ± andalusit ± staurolit.
<b>kontaktní rohovec</b>	albit-epidotický amfibolický pyroxenický cordieritický sanidinický andalusitický granátický vápenato-silikátový	s granátem s cordieritem s andalusitem s ortoklasem s hyperstenem	Většinou masivní tmavá hornina s granoblastickou stavbou někdy s porfyroblasty. Petrografické složení závisí na složení protolitu a intenzitě metamorfózy. Pro vápenato-silikátové rohovce a kontaktní skarny (někdy se zrudněním) se dříve používal termín taktit (nedoporučeno).
<b>kontaktní skarn</b>	granátický wollastonitický vesuvianový	s wolastonitem s granátem s křemenem	Většinou středně až hrubě zrnitá horniny s granoblastickou nebo nematogranoblastickou stavbou velmi často obsahuje zóny které jsou téměř monominerální (wollastonit). Typické minerály jsou diopsid, vápníkem bohatý granát, vesuvián, wollastonit, epidot, plagioklas a křemen.





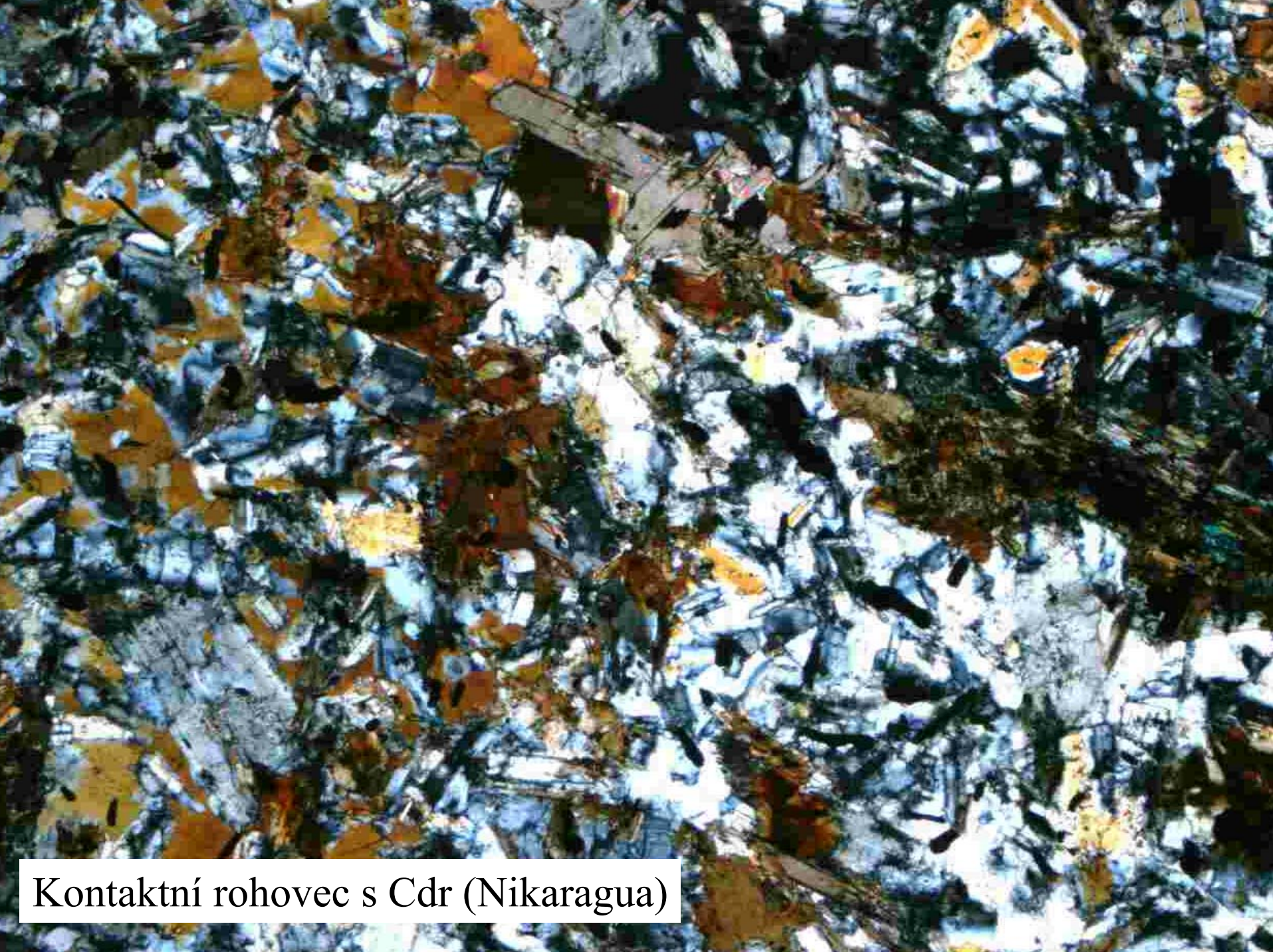
Kontaktní břidlice s Cdr (Nikaragua)



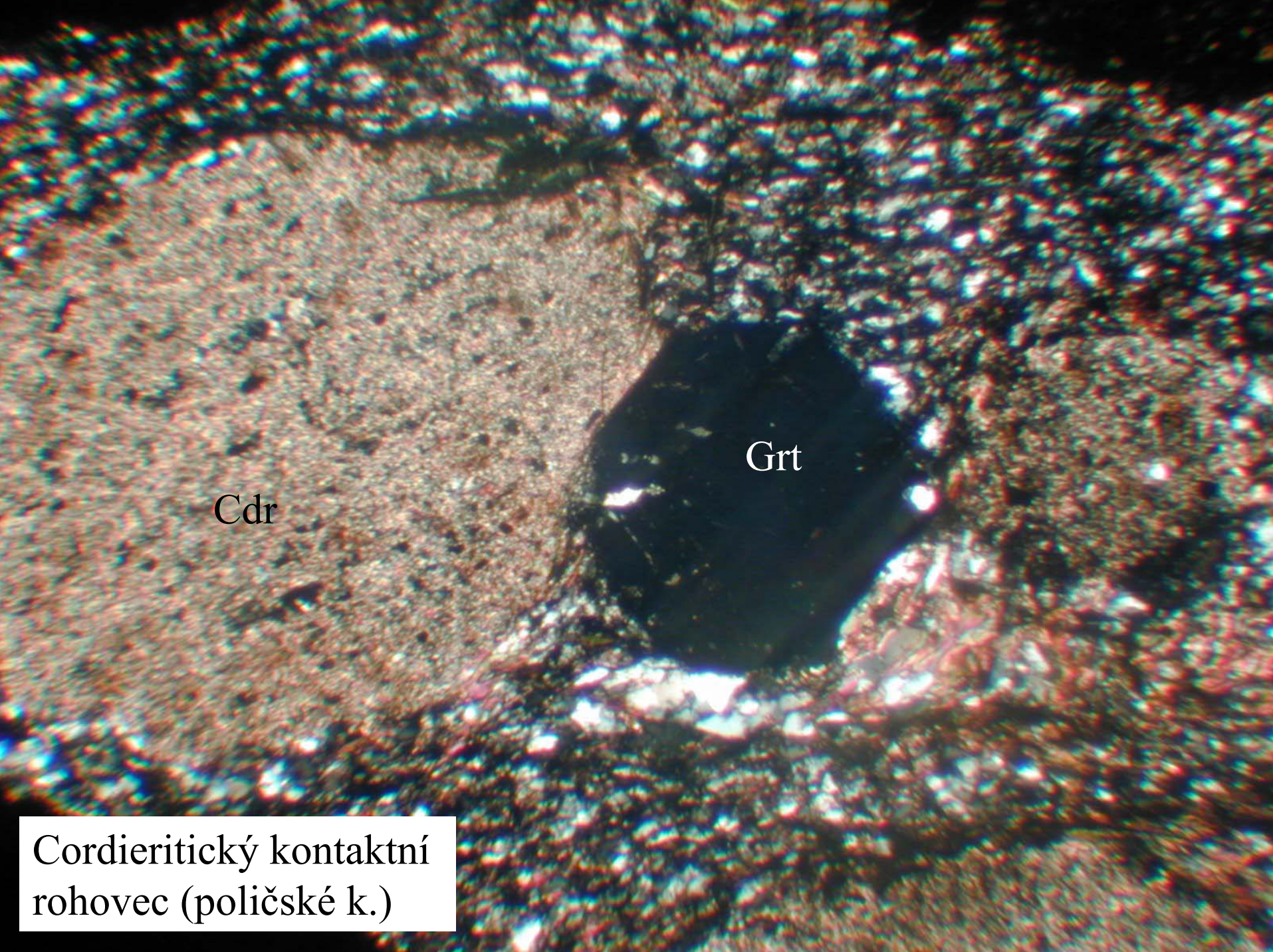
Kontaktní břidlice s And (Nikaragua)



Kontaktní rohovec s And (Nikaragua)



Kontakní rohovec s Cdr (Nikaragua)



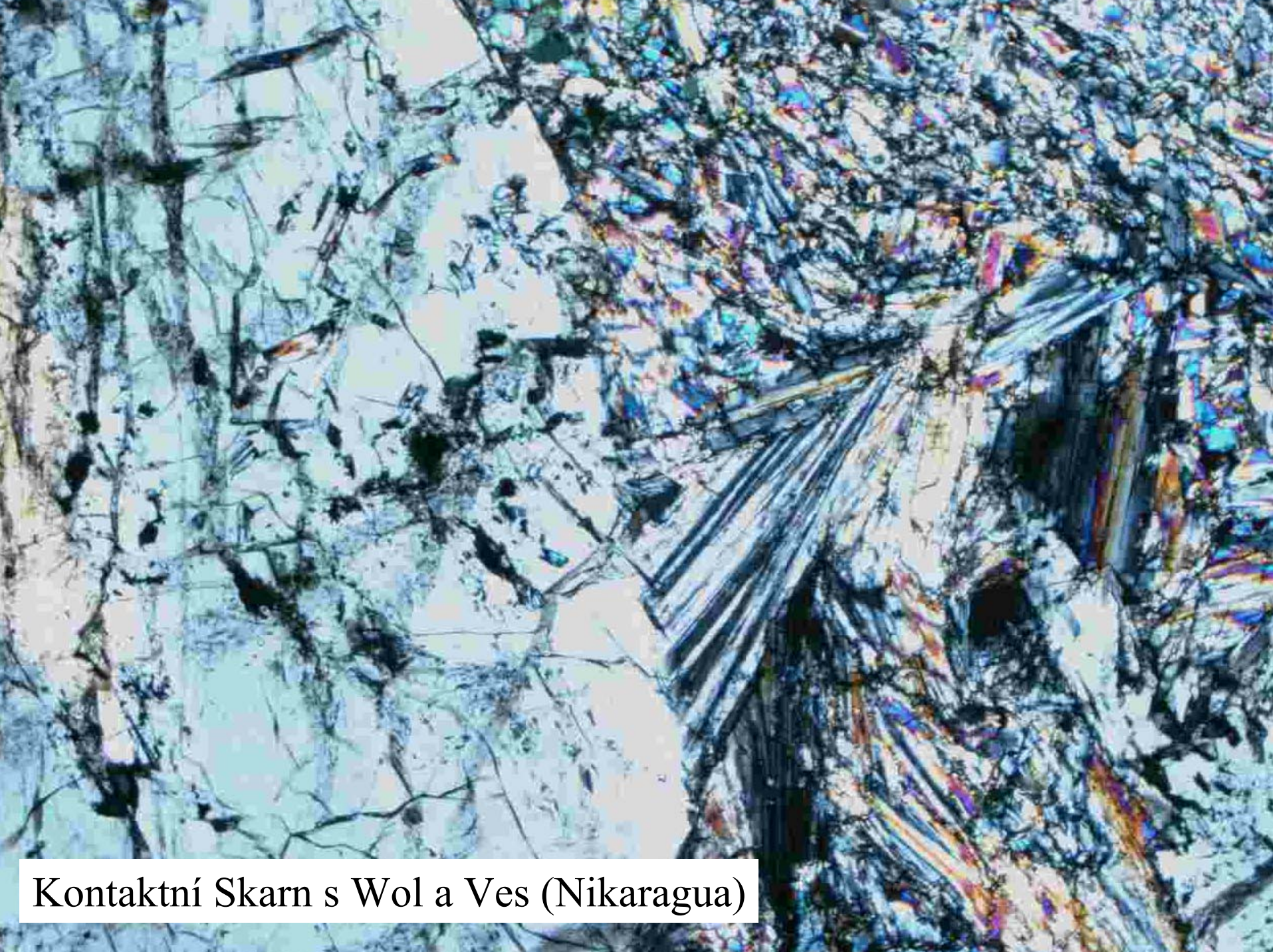
Cdr

Grt

Cordieritický kontaktní  
rohovec (poličské k.)



Kontaktní Skarn s Wol (Nikaragua)



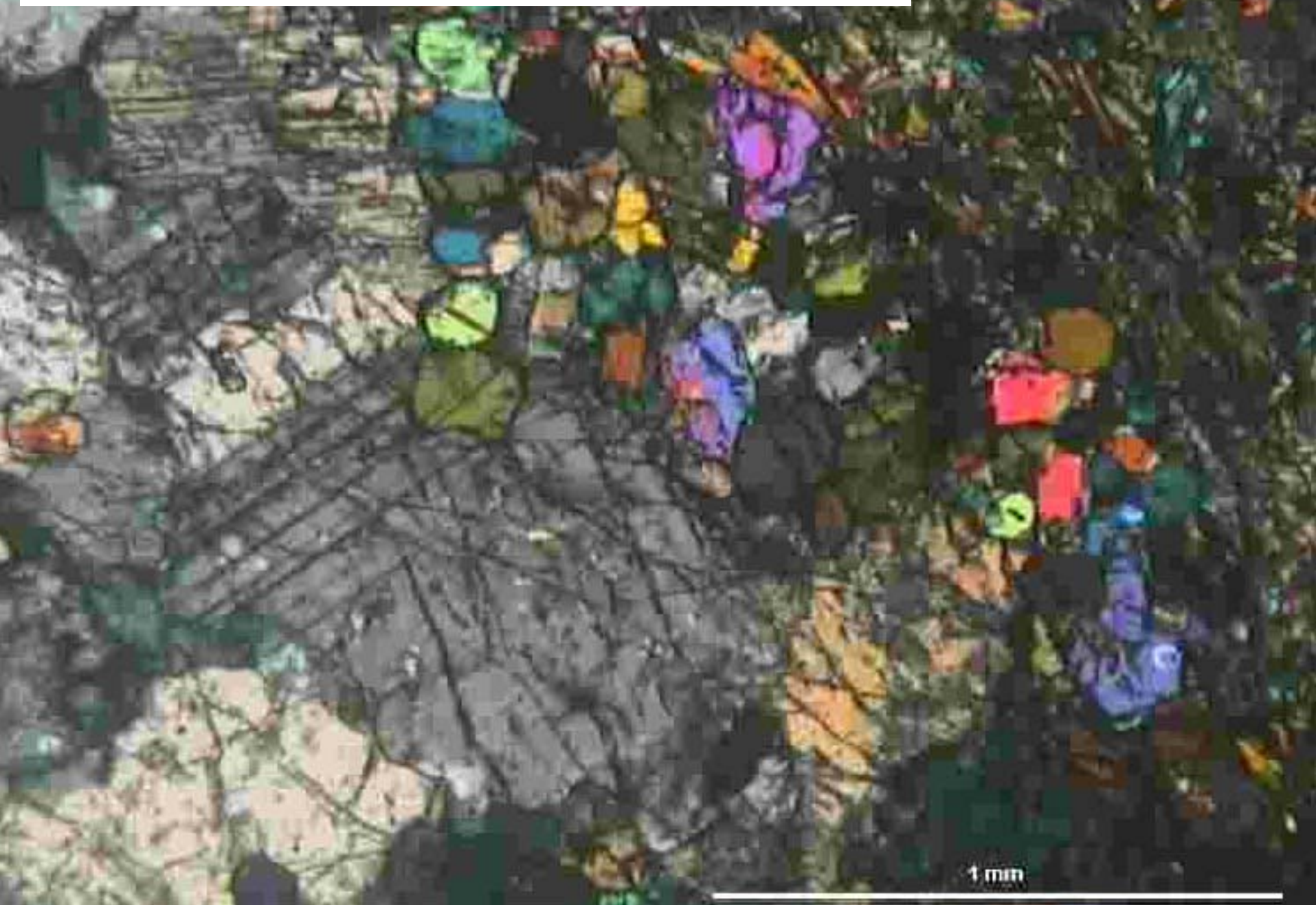
Kontaktní Skarn s Wol a Ves (Nikaragua)

## VI. Kontaktně metamorfované horniny

<i>podstatné jméno</i>	<i>přídavné jméno</i>	<i>přívlastek</i>	<i>definice</i>
<b>mramor kvarcit konglomerát psamit serpentinit bazalt ryolit kvarcit atd.</b>	kontaktně metamorfovaný		Hornina si zachovala reliktů původních staveb protolitu ale její stavba nebo minerální složení jsou již ovlivněny kontaktní metamorfózou (např. kontaktně metamorfovaný mramor s brucitem).
<b>adinolit</b>			Adinolit je produkt Na metasomatózy na kontaktu s bazickými horninami. Je to masivní, pestře zbarvená hornina složená hlavně z albitu a malého množství křemene ± muskovit ± sericit ± chlorit ± aktinolit ± epidot ± Ti minerály.
<b>porcelanit</b>	sklovitý	se sklem	Velmi jemně zrnitý bucht lasturnatého lomu připomínající porcelán, často pestře zbarvený. Skládá se velmi drobně krystalických fází hlavně křemeně, cristobalitu, tridymitu, mullitu, anortitu případně cordieritu a kolísavého množství skla (5-95 %). Vznikl slinutím jílu při kontaktní, zejména však kaustické metamorfóze.
<b>bucht</b>			Částečně nebo téměř zcela vitrifikovaná (sklovitá) hornina vzniklá v podmínkách intenzivní kontaktní metamorfózy (pyrometamorfózy). Obsahuje různé krystalické fáze, nejčastěji tridymit, cristobalit, cordierit, anortit, olivín, pyroxeny, spinelidy ,aj..



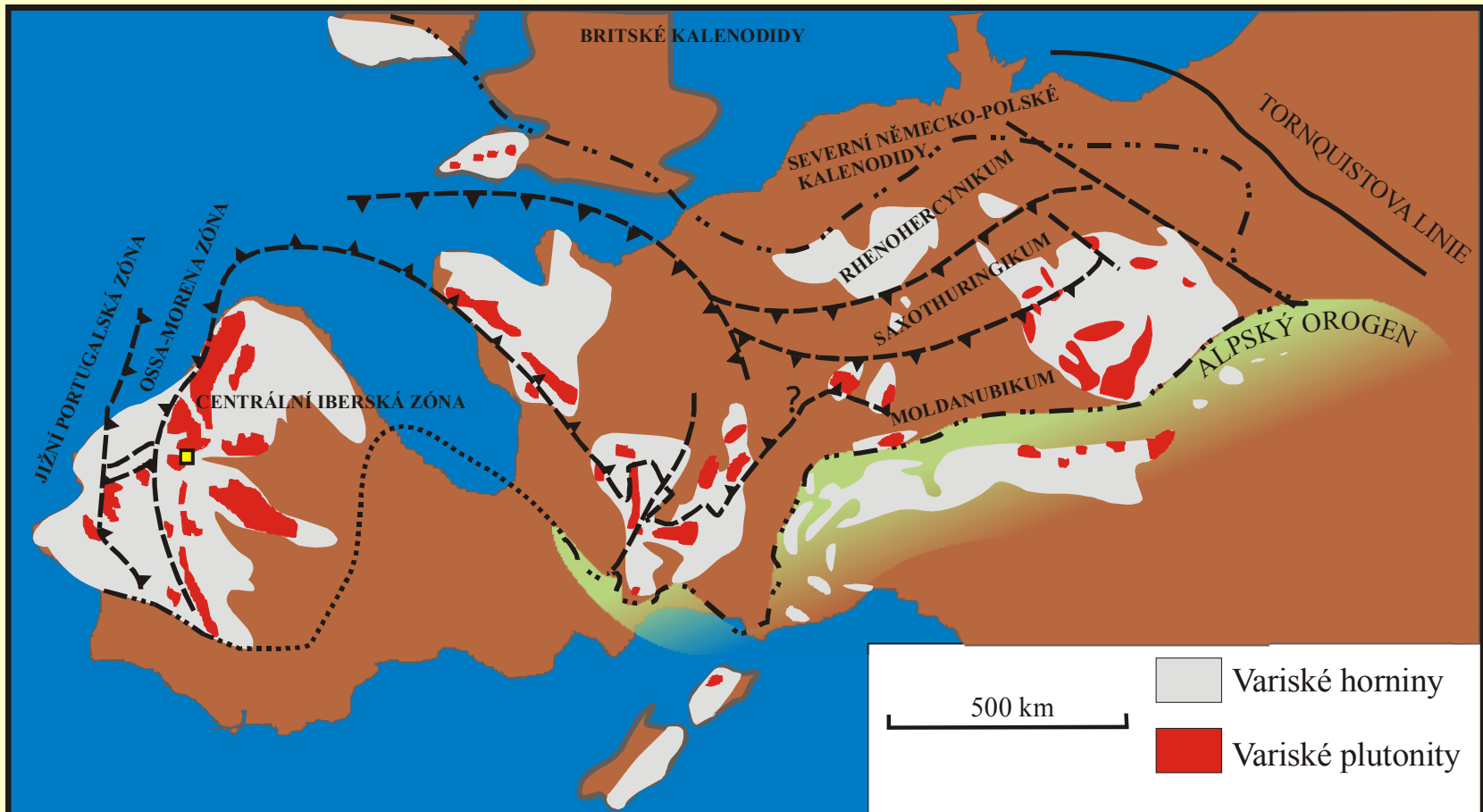
Kontaktně metamorfované gabro – (poličské k.)



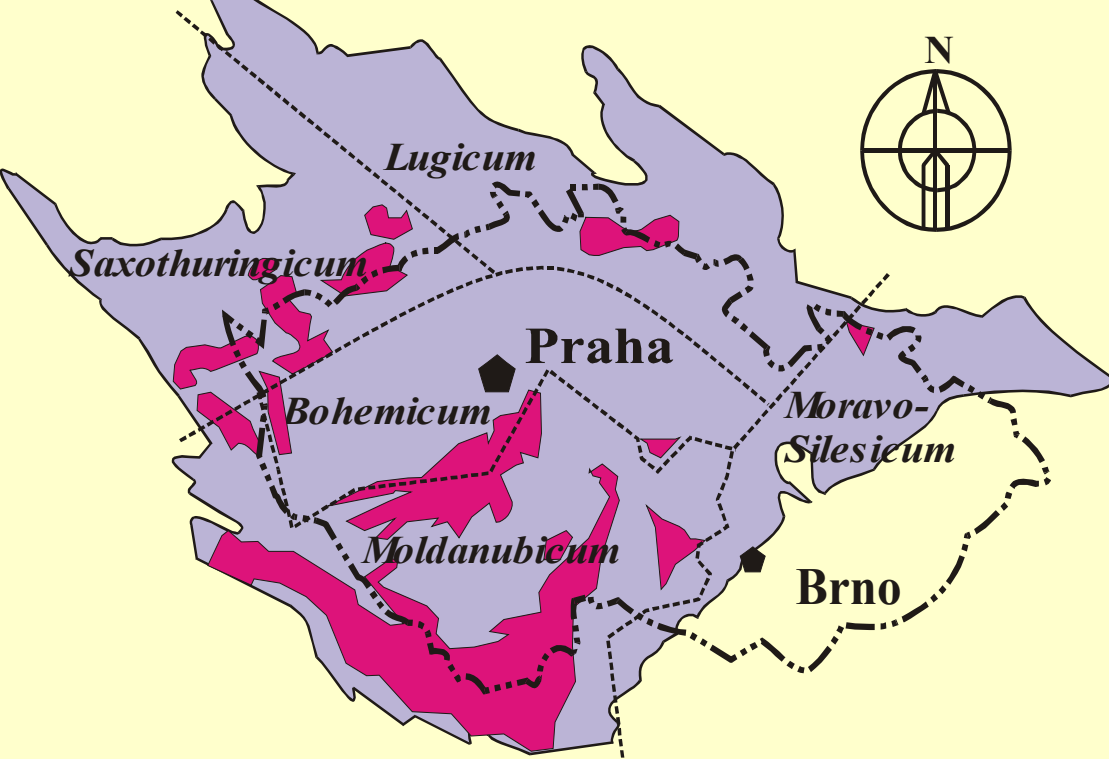
# Metamorfované hornin v Českém masivu

# Metamorfované hornin v Českém masivu

- Český masiv reprezentuje nejvýchodnější část evropského hercynského orogenního pásu
- je složen z rady terranů s rozdílným předkolizním a kolizním vývojem
- terrany byly stmeleny během kolize Gondwany a Laurusie (Baltika)
- orogén vzniká v průběhu devonu až spodního karbonu



## Českého masivu je produktem variské kolize (před 390 až 320 miliony let)



- během kambria a ordoviku došlo odtržení saxothuringika a brunovistulika od Gondwany a vzniku saxothuringického oceánu
- během středního devonu začala subdukce saxothuringické oceánské desky pod bohemicum a moldanubicum
- ve svrchním devonu vznikl nad subdukční zónou vulkanický oblouk (Středočeský pluton 360 až 350 Ma)
- Kolem 340 Ma dochází k maximálnímu ztluštění celého orogénu

- ❖ vystupuje zde většina základních jednotek na něž se evropské variské orogenní pásmo dělí:
  - saxothuringikum obsahuje široké spektrum metamorfovaných hornin včetně HP metamorfovaných hornin
  - moldanubicum komplex vysoce metamorfovaných hornin
  - brunovistulikum MP/MT metamorfované horniny
  - bohemicum je složeno převážně ze sedimentárních hornin které prodělaly maximálně MP/MT metamorfózu

# GEOTEKTONICKÝ MODEL VZNIKU ČESKÉHO MASÍVU

SZ

JV

-100 0 100 200 300 400 500 600 700

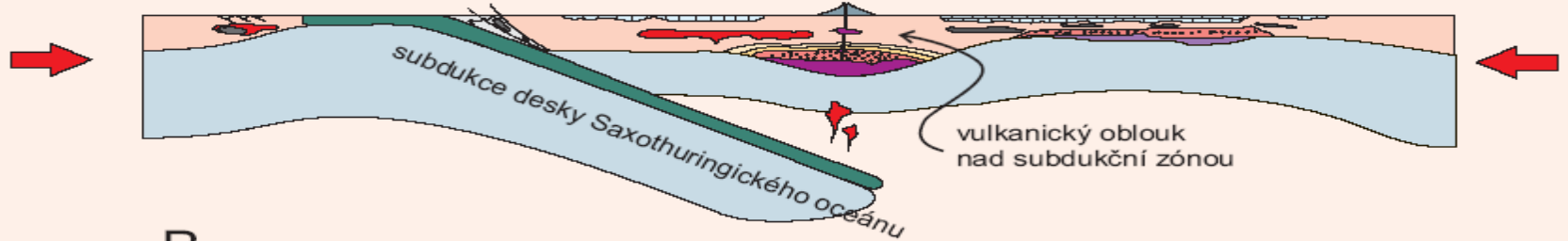
A

SAXOTHURINGIKUM

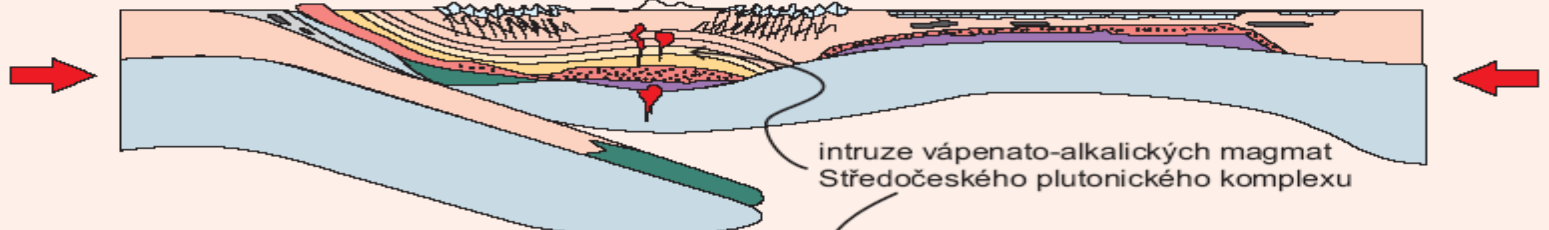
TEPELSKO-BARRANDIENSKÁ  
JEDNOTKA

MOLDANUBIKUM

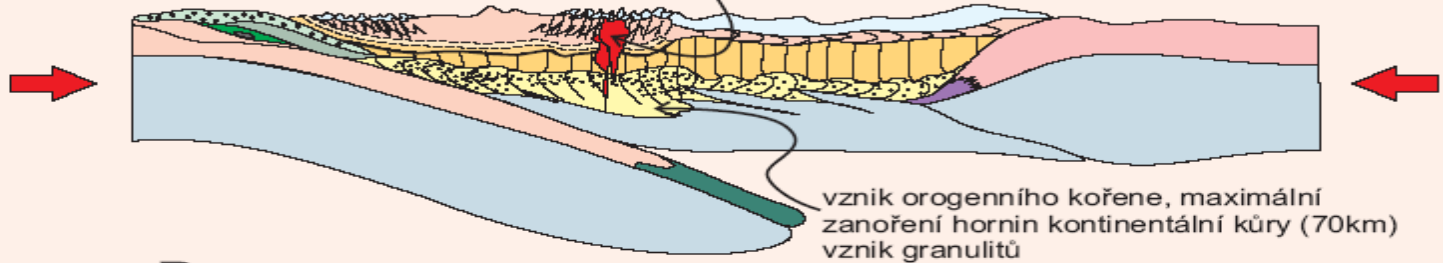
BRUNOVISTULIKUM



B



C



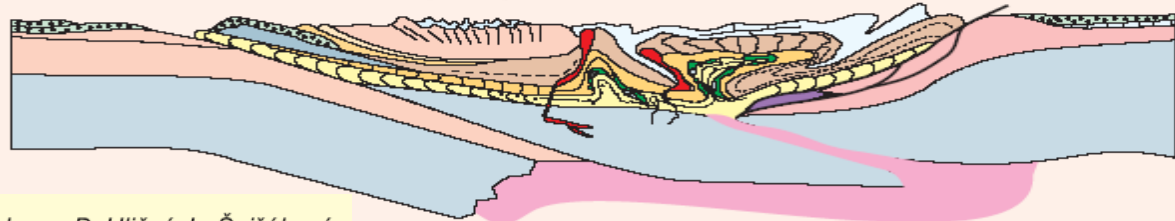
D.

SAXOTHURINGIKUM

TEPELSKO-BARRANDIENSKÁ  
JEDNOTKA

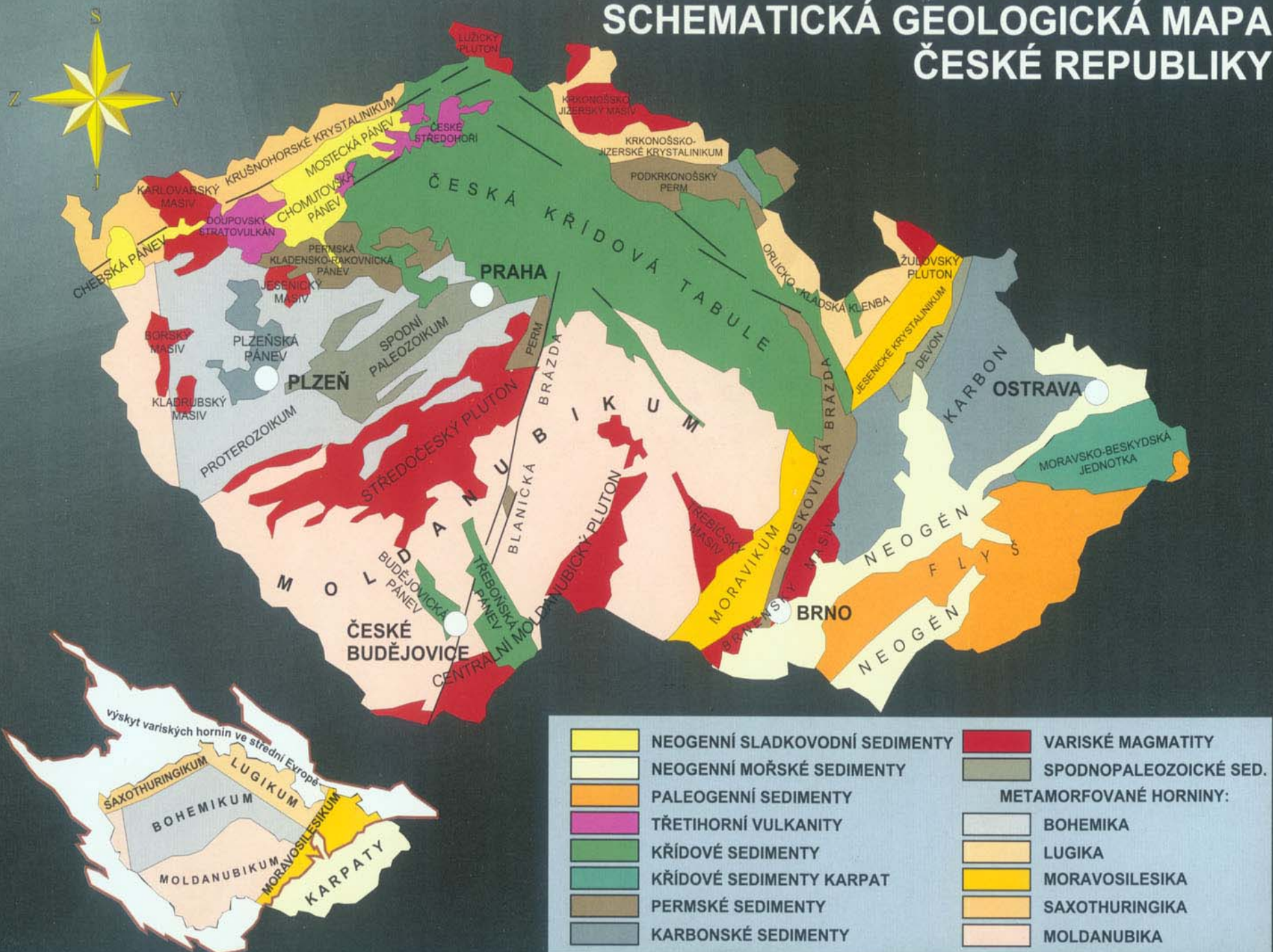
MOLDANUBIKUM
















BRUNOVISTULIKUM



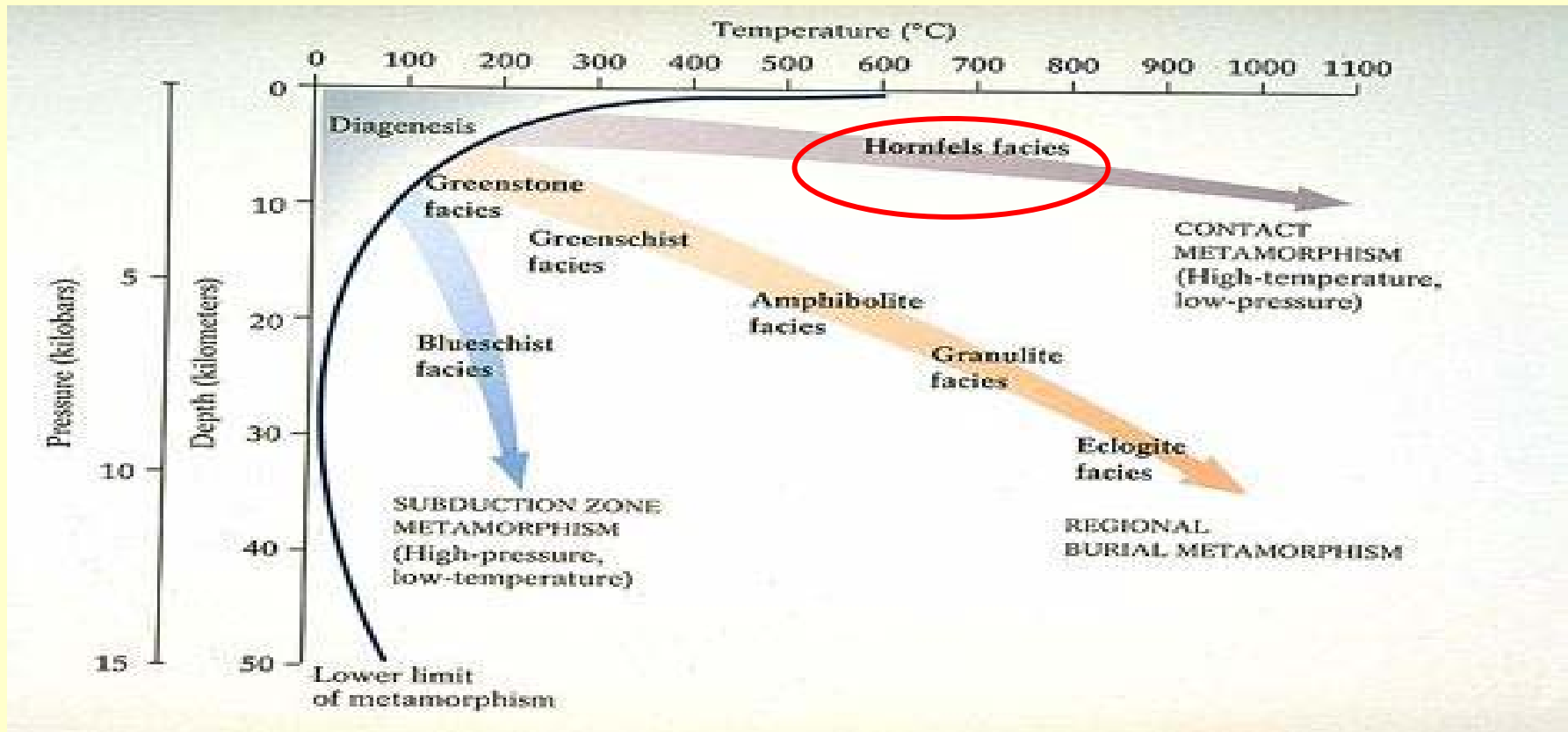
- magmata
- kontinentální kůra
- oceánská kůra
- litosferická část zemského pláště
- astenosferická část zemského pláště

# SCHEMATICKÁ GEOLOGICKÁ MAPA ČESKÉ REPUBLIKY

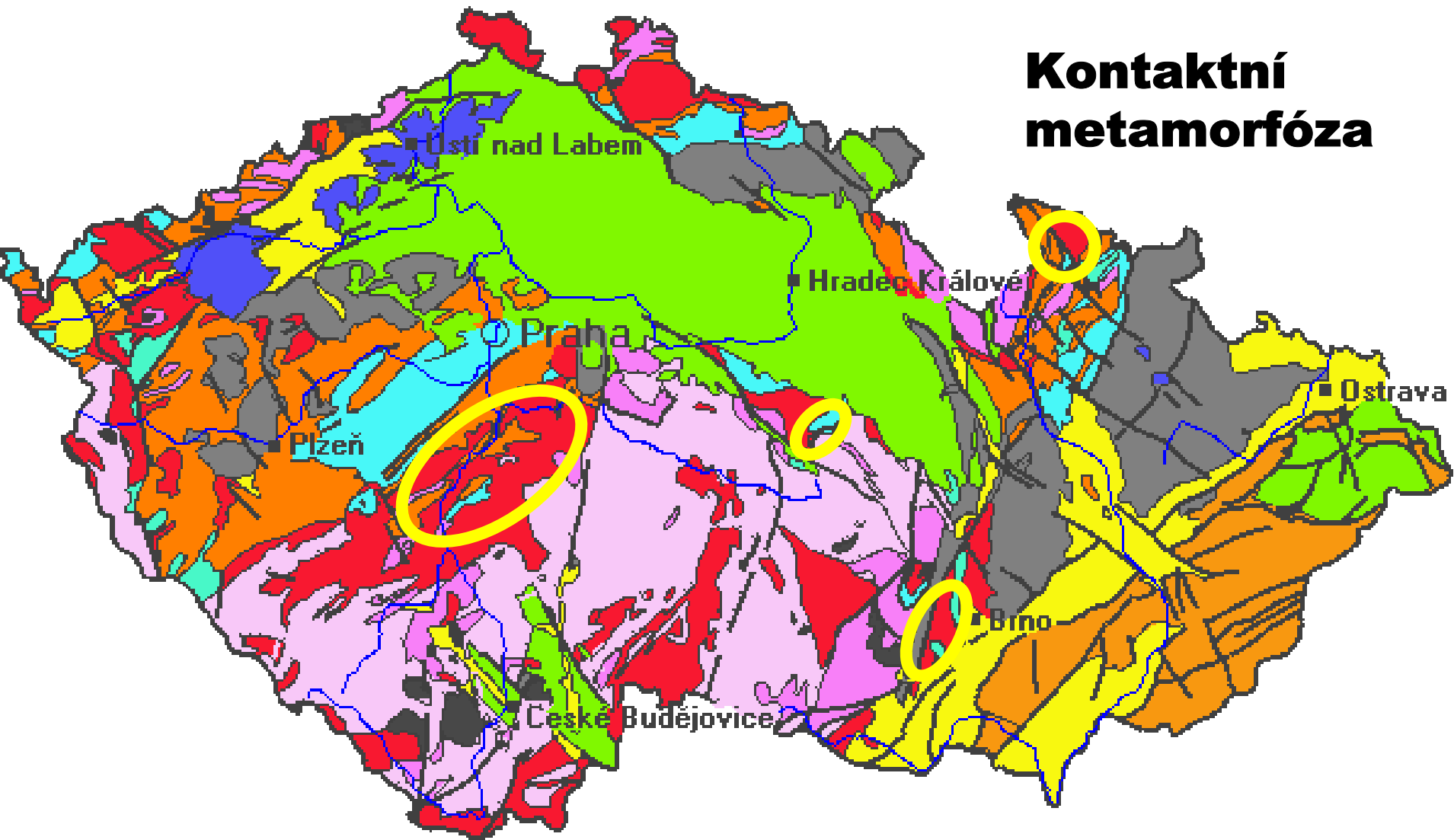


	NEOGENNÍ SLADKOVODNÍ SEDIMENTY		VARISKÉ MAGMATITY
	NEOGENNÍ MOŘSKÉ SEDIMENTY		SPODNOPALEOZOICKÉ SED. METAMORFOVANÉ HORNINY:
	PALEOGENNÍ SEDIMENTY		BOHEMIKA
	TŘETIHORNÍ VULKANITY		LUGIKA
	KŘÍDOVÉ SEDIMENTY		MORAVOSILESIKA
	KŘÍDOVÉ SEDIMENTY KARPAT		SAXOTHURINGIKA
	PERMSKÉ SEDIMENTY		MOLDANUBIKA
	KARBONSKÉ SEDIMENTY		

- **Kontaktní metamorfóza (Metamorfóza LP/HT)**
- Zřetelná kolem většiny plutonů v ČM (např. středočeský pluton, žulovský masiv, brněnský masiv)
- postiženy hlavně metapelity a vápenato-silikátové horniny:
  - 1) Plodové břidlice (porfyroblasty: Cdr, And): Říčany, okolí Hlinska.
  - 2) Kontaktní rohovce: středočeský pluton.
  - 3) Kontaktní skarny (taktity): grossular, diopsid + křemen, wollastonit, vesuvián, epidot, karbonáty: žulovský masiv, středočeský pluton, brněnský masiv



# Kontaktní metamorfóza

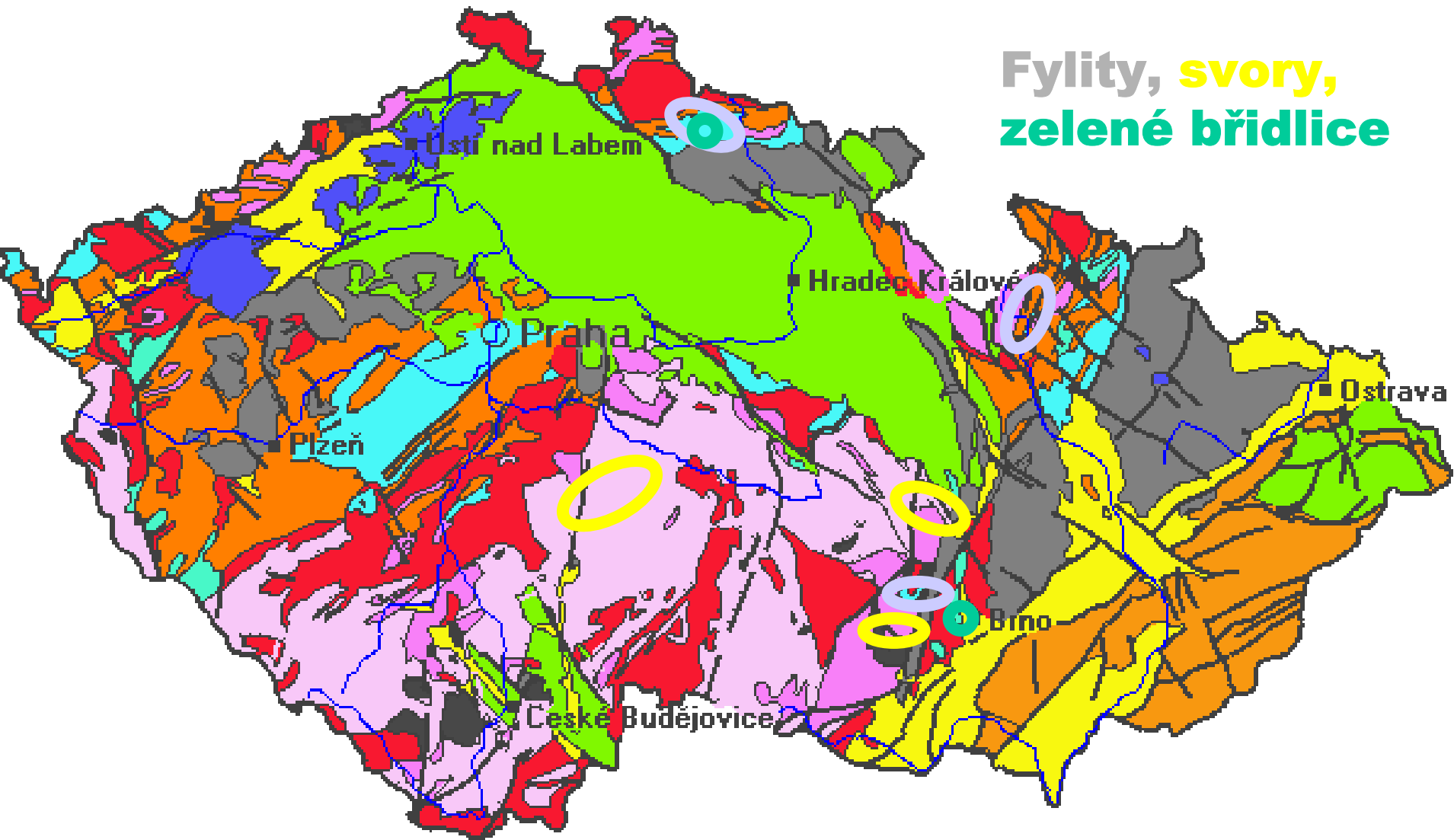




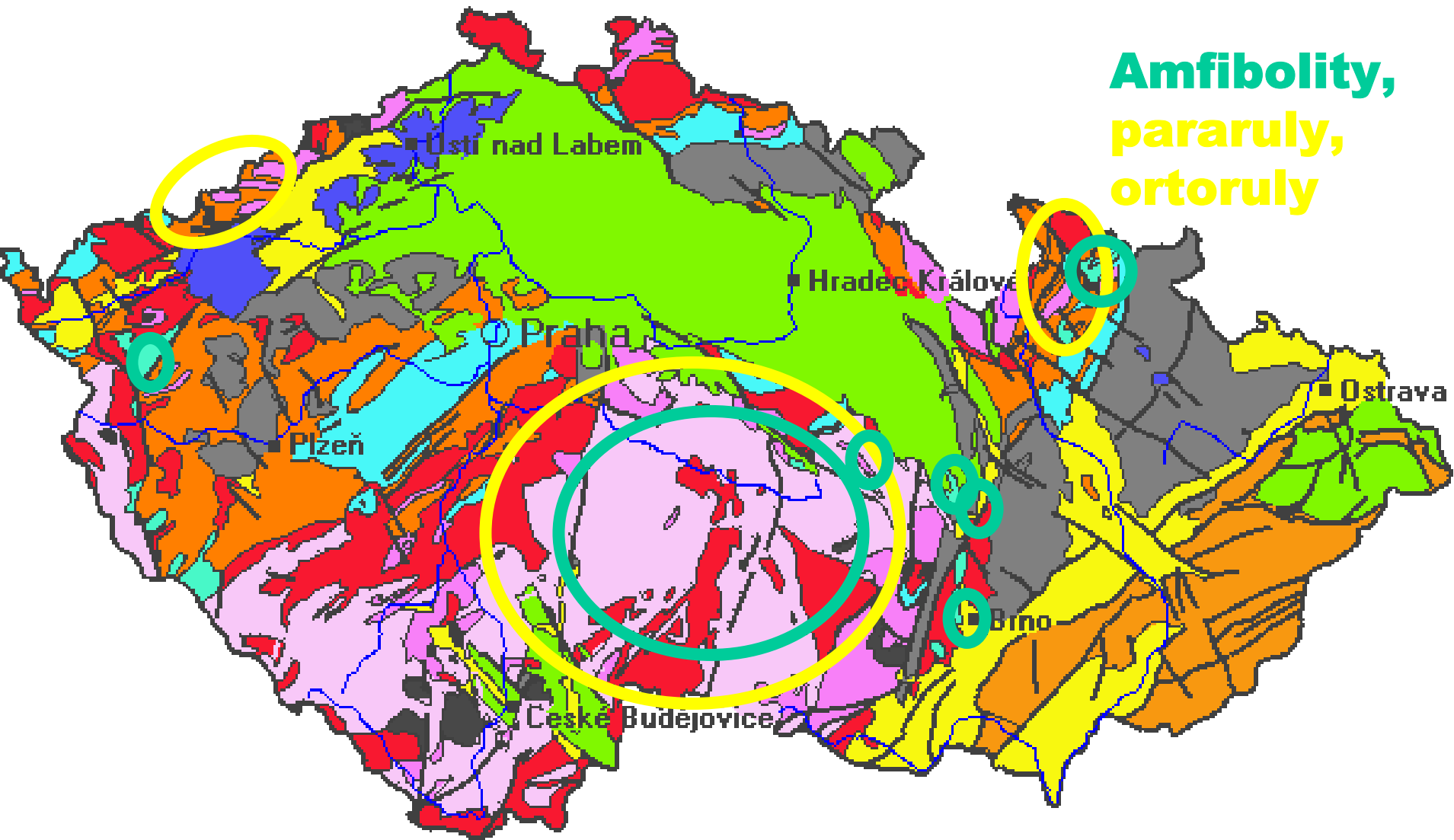
# Metamorfóza LP/LT a MP/MT

- moldanubikum, saxothuringikum, kutnohorsko svratecké krystalinikum, silezikum
- Svory: moravikum (olešnická skupina), svratecké krystalinikum (Nedvědice, Kovářová), moldanubikum (Chýnov)
- Fylity: železnobrodské krystalinikum, moravikum (skupina Bílého potoka), silezikum (Vrbno).
- Zelené břidlice: brněnský masiv (Želešice), železnobrodské krystalinikum (Semily), silezikum (Zlaté Hory), moravikum
- Amfibolity: Český Krumlov, Chýnov – moldanubikum; Olešnice – moravikum; letovické krystalinikům; sobotínský a jesenický masiv – silesikum
- Pararuly: silezikum, moldanubikum, poličské krystalinikum (Sillimanit-biotitické: Milevsko, biotitické ruly: Sádek u Poličky)
- Ortoruly: moldanubikum (Bechyně, Choustník), saxothuringikum
- Migmatity: Tábor, Vlašim – moldanubikum; Kaňk – kutnohorsko-svratecké krystalinikum
- Serpentinity: kutnohorské krystalinikum (Bečváry), moldanubikum (Mohelno, Křemže, Dolní Bory, Klet'), brněnský masiv (Modřice), letovické krystalinikum
- Mramory: moldanubikum (Sušicko, Českokrumlovsko Moravské Budějovice), moravikum (Olešnice), silezikum (Vápená, Supíkovice), Svratecké krystalinikum (Nedvědice)
- Skarny: svratecké krystalinikum (Líšná), moldanubikum (Budeč, Vlastějovice u Ledče nad Sázavou)

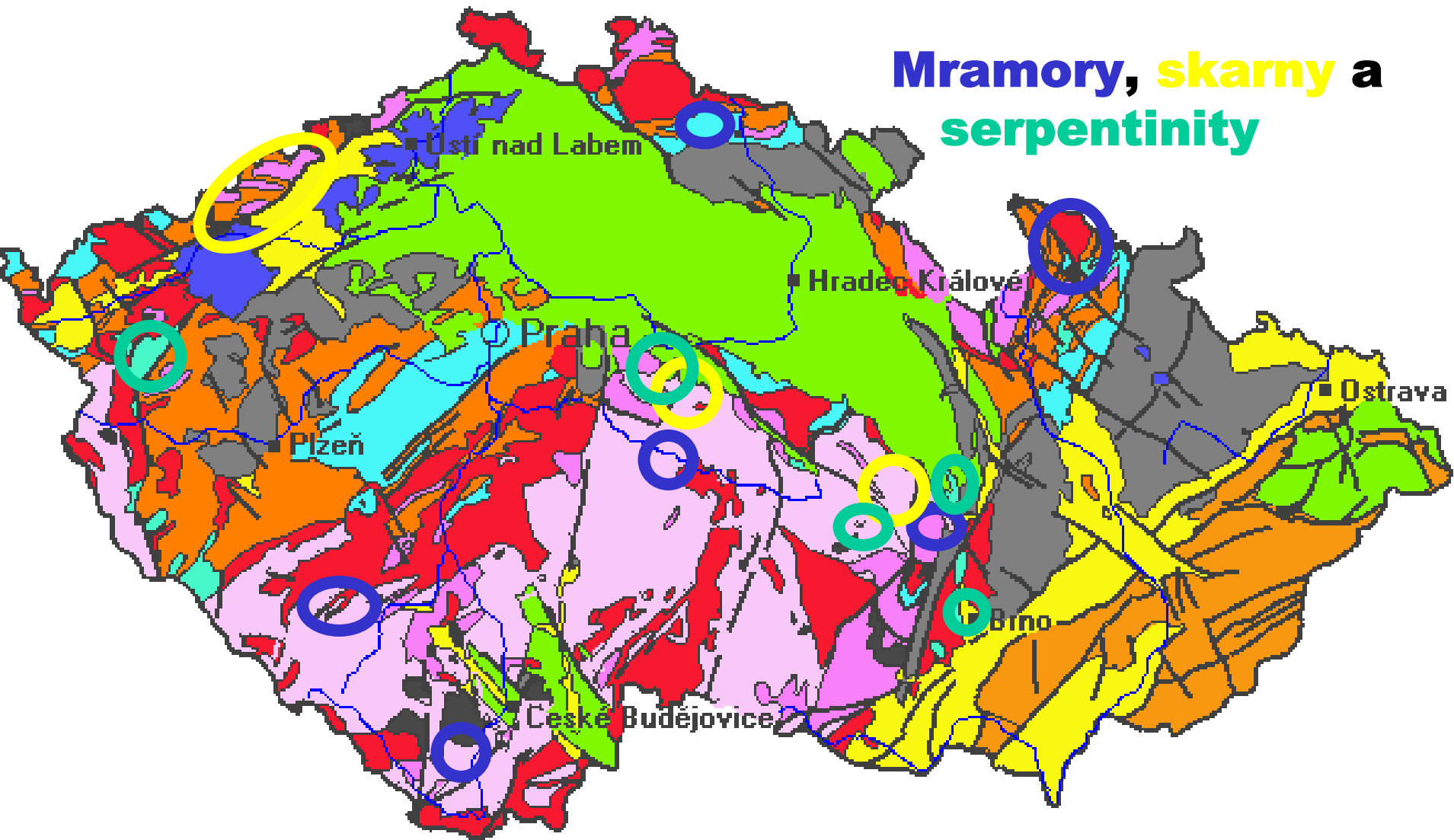
# Fylity, svory, zelené břidlice

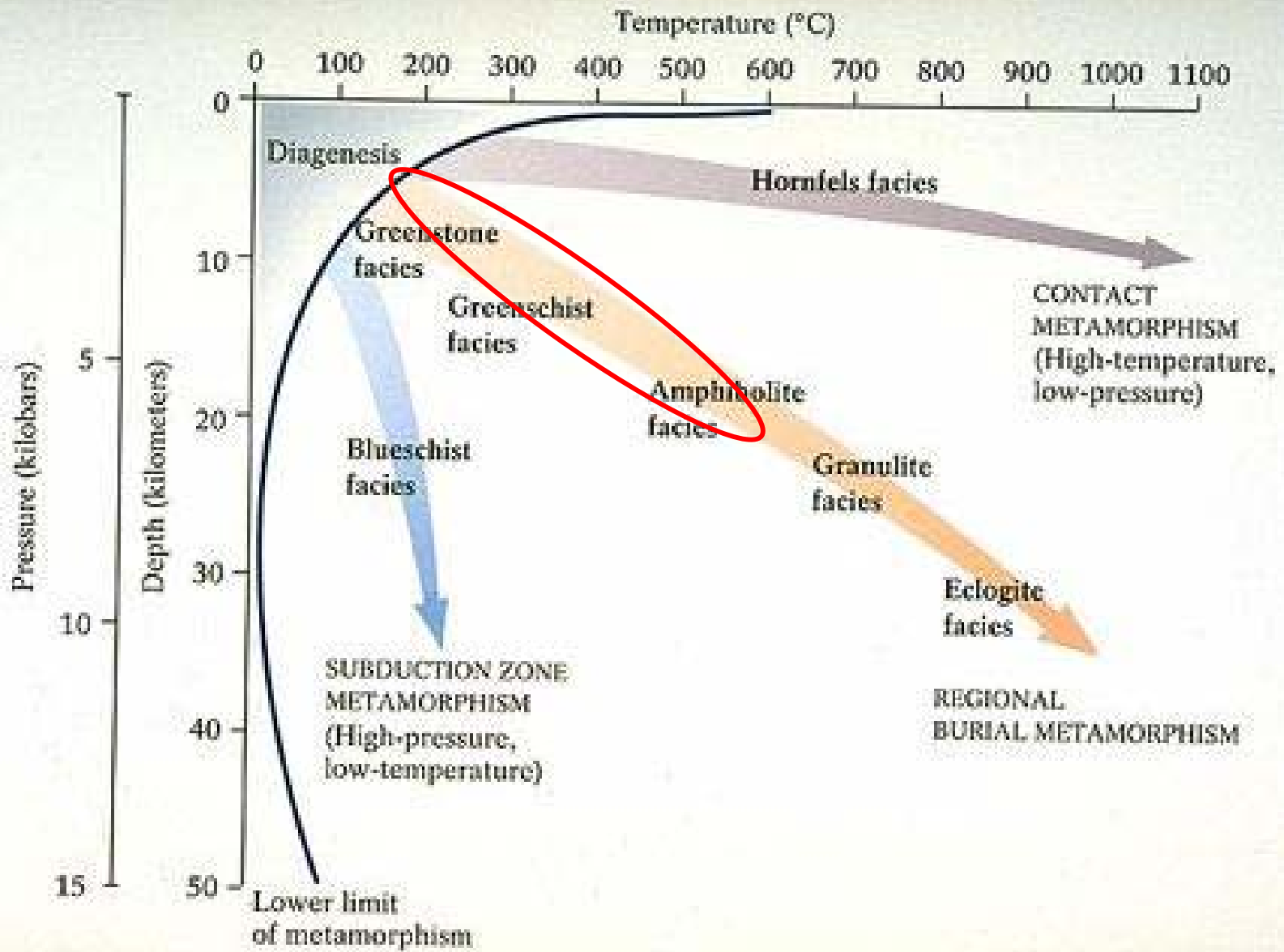


# Amfibolity, pararuly, ortoruly



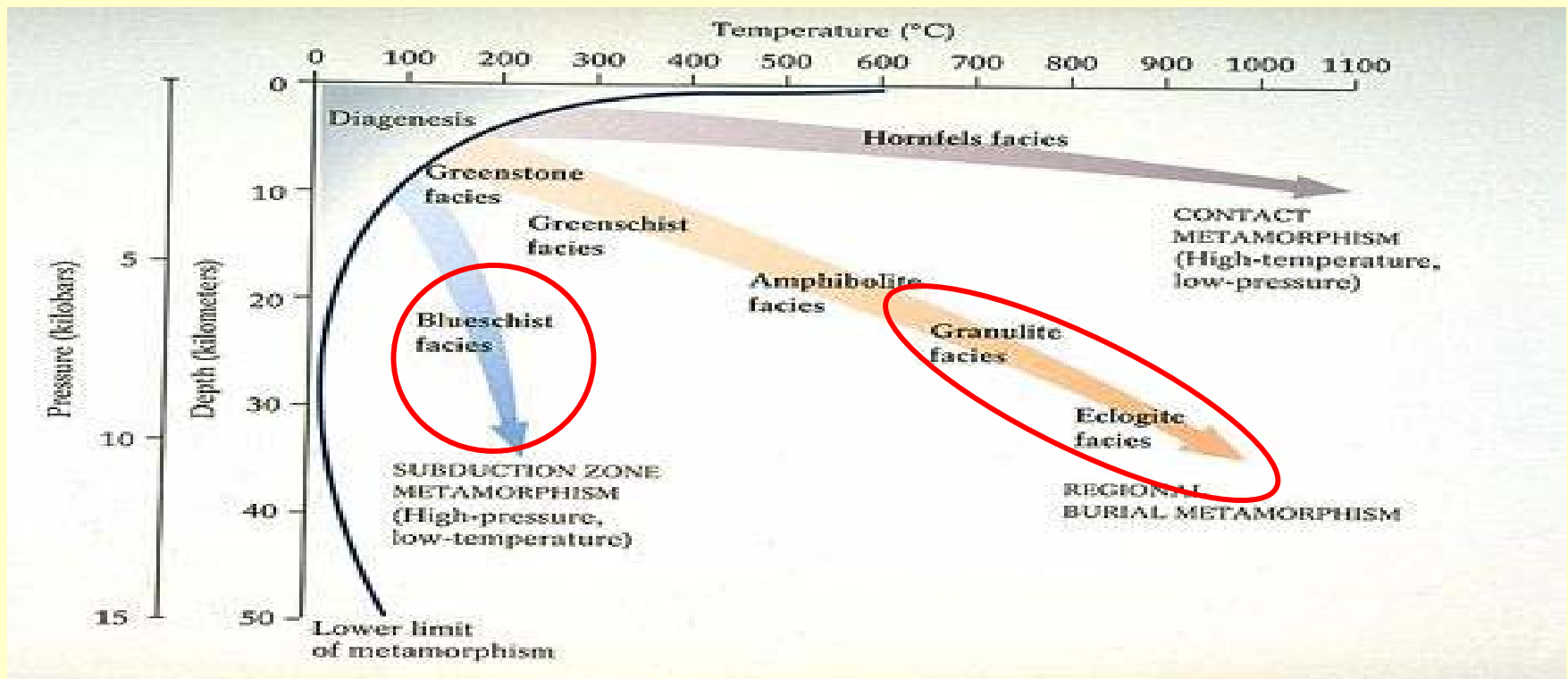
# Mramory, skarny a serpentinity



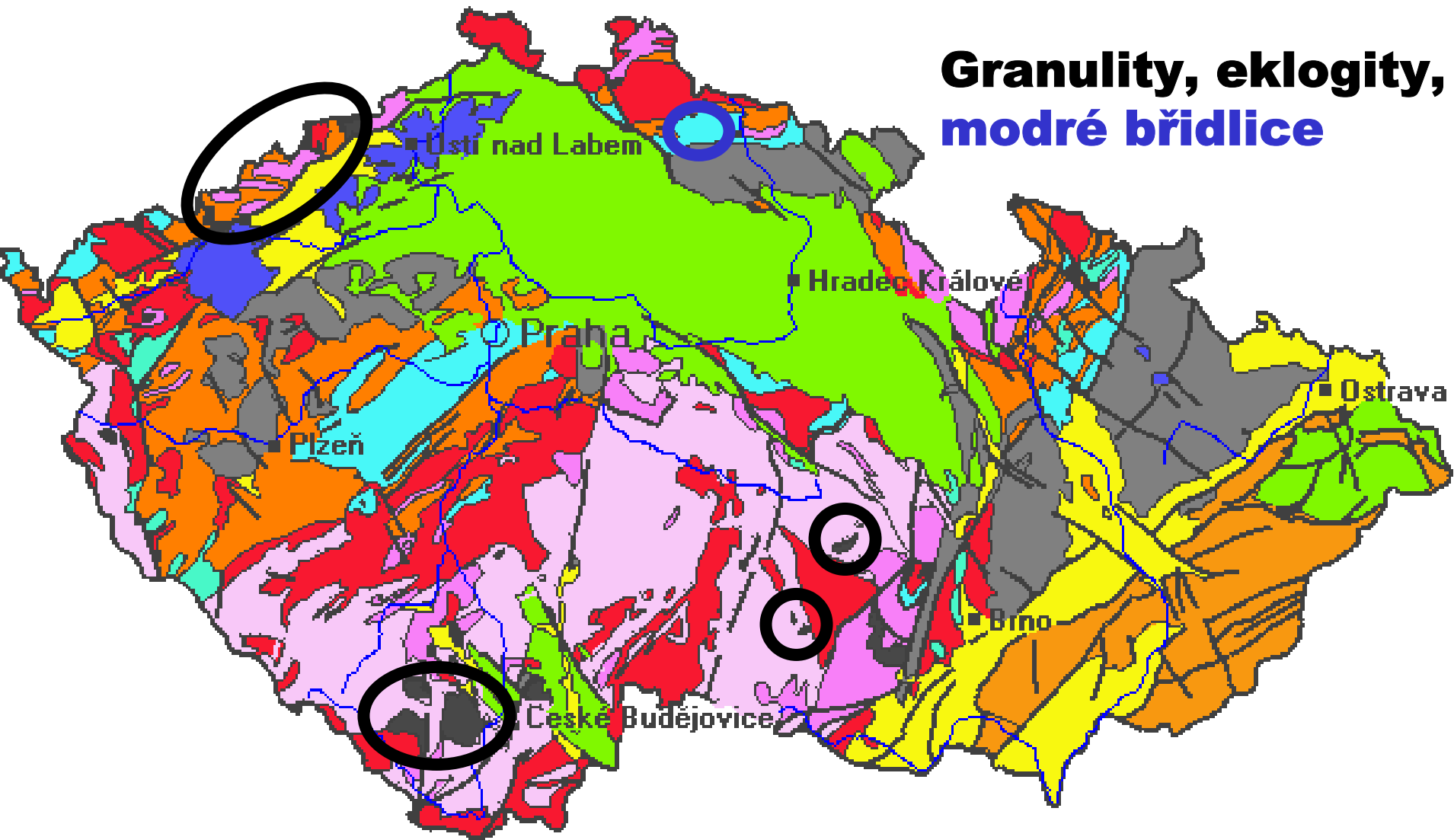


# Metamorfóza HP/LT a HP/HT

- Modré břidlice: Krkonoše - železnobrodské krystalinikum, vystupují společně se zelenými břidlicemi a chloriticko-sericitickými fylity
- Granulity: saxothuringikum (údolí Ohře), moldanubikum (Blanský les, tělesa: prachatické, náměšťské, borské)
- Eklogity: saxothuringikum, kutnohorské krystalinikum, moldanubikum (Rouchovany, Bechyně)



# Granulity, eklogity, modré břidlice



# 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