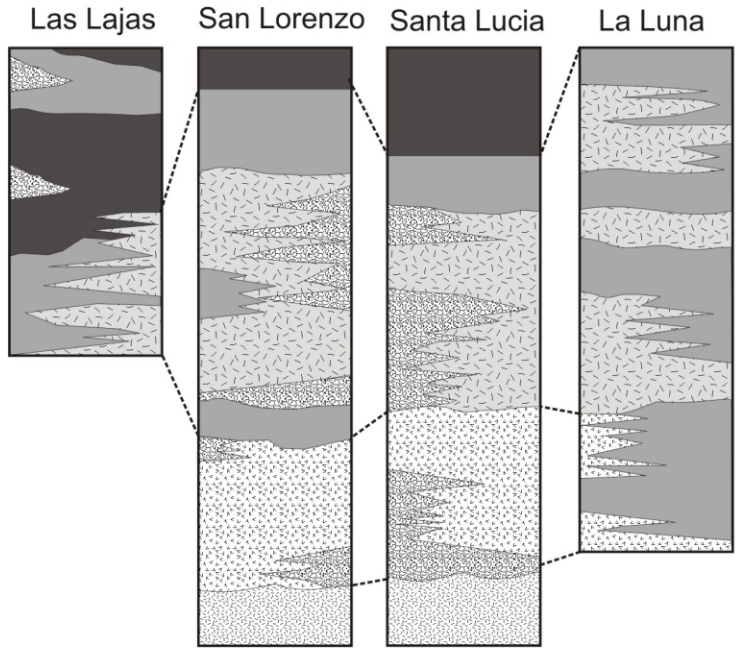


Vulkanizmus a jeho následky

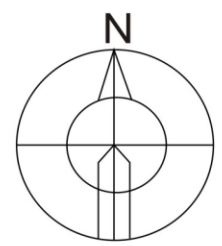
I.

Úvod

David Buriánek



- Town
- Caldera
- Fault
- Unit I
- Unit II
- Unit III
- Unit IV
- Unit V
- Unit VI



0 5km



A. Magma

směs roztavené horniny, krystalů a plynů

- *Řecké slovo = plastický, tvarovatelný*
- Magma má nižší hustotu než okolní horniny a proto stoupá k povrchu.
- Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, H, a O tvoří 99,9% hmotnostních procent většiny magmat.
- **Magma může krystalovat odlišnou rychlostí což ovlivňuje strukturu a texturu horniny.**
- **Výlevné (vulkanické):** krystalizují na povrchu - rychle (*volcanic or extrusive*).
- **Hlubinné (plutonické):** krystalizují pod povrchem - pomalu (*intrusive or plutonic*).

1. Neexplozivní

- Láva se vylévá na povrch v podobě rozsáhlých lávových proudů nebo kup.
- Charakteristický je nízký obsah plynů a nízká viskozita magmatu (bazické až andezitové).
- Láva se vylévá na povrch jako lávové proudy a plyny se uvolňují ohnivými fontánami.
- Pod vodou vznikají polštářové lávy (Pillow lavas).

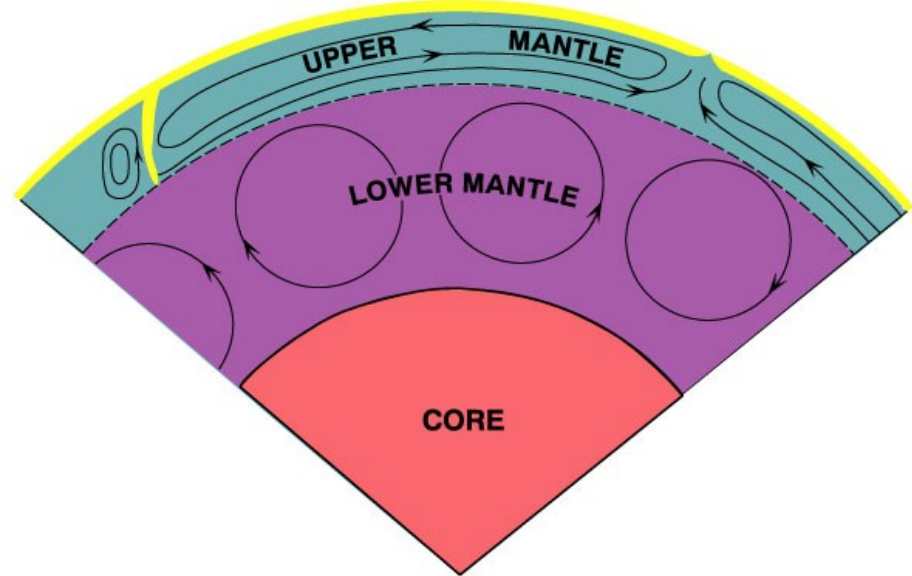
2. Explozivní

- Jsou magmata s vysokým obsahem plynů a vysokou viskozitou (andezitové až ryolitové magma).
- Bubliny plynů jsou drženy vysokou viskozitou magmatu pouze při vyšším tlaku při povrchu expandují – exploze a vznik pyroklastik.
- Nad sopkou vznikne erupční pyroklastický sloupec, který stoupá až do výšky 45 km (*eruption column*).

Vznik magmatu

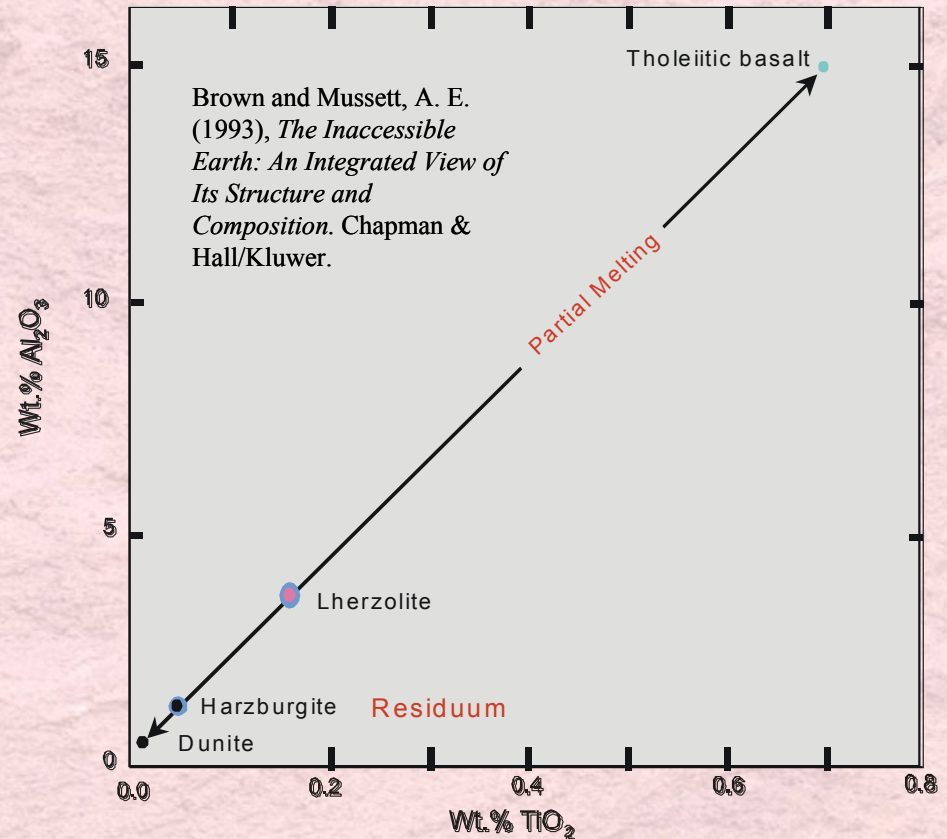
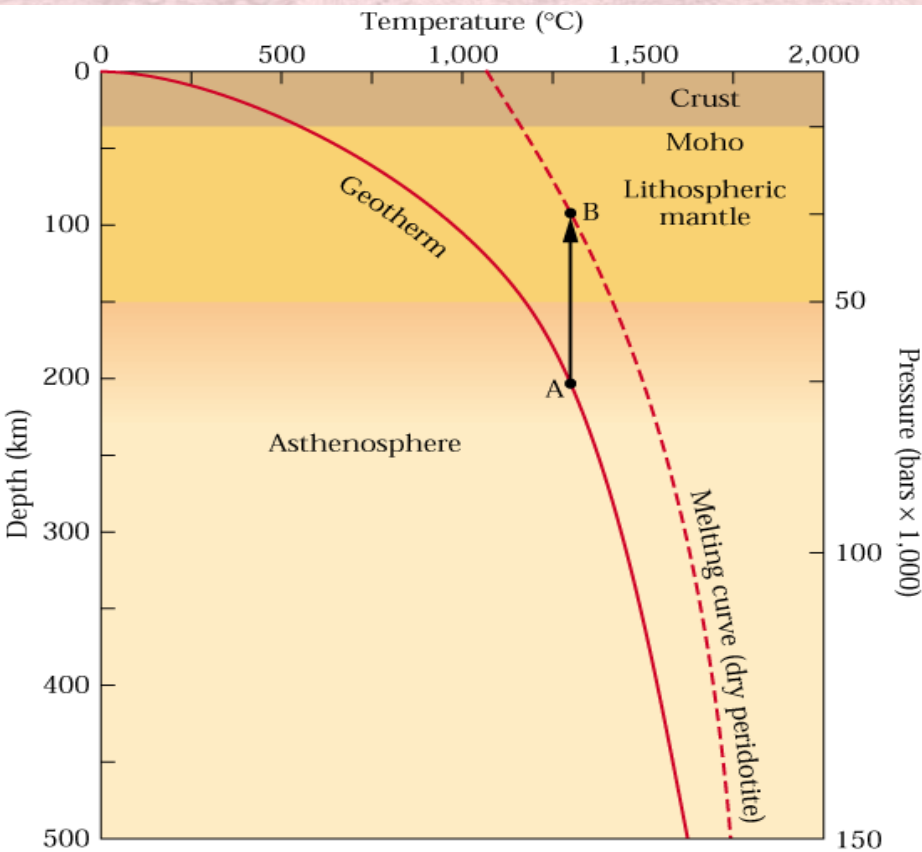
- kolem 95% všech vulkanitů nachází na deskových rozhraních (Wyllie, 1971)
- proto souvisí vznik většiny vulkanických hornin s deskovou tektonikou
- vulkány které vznikají uvnitř oceánské nebo kontinentální desky mají zdroj v plášti (Christiansen, 1987)





Vznik magmatu

- bazalty vznikají parciálním tavením pláště
- ryolity tavením kontinentální kůry nebo diferenciací bazaltové taveniny

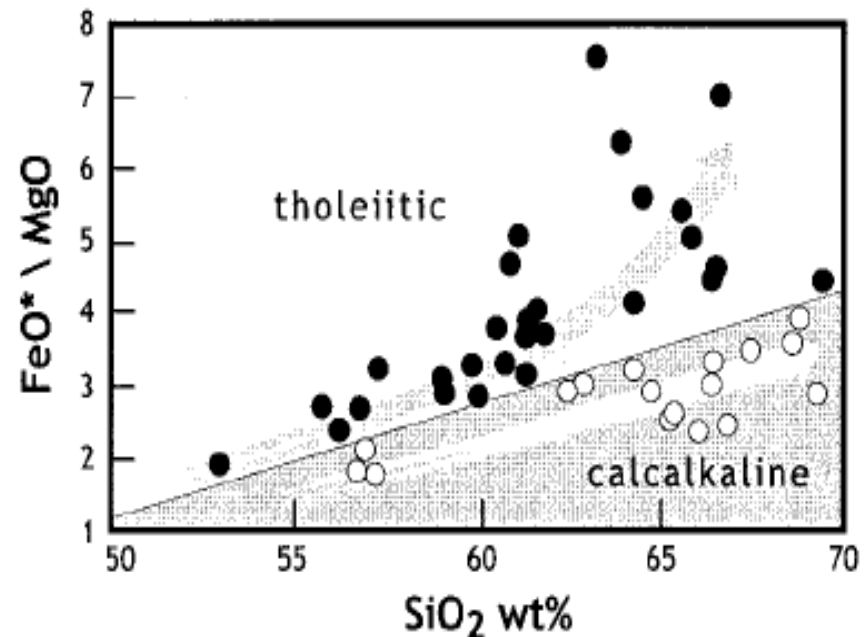
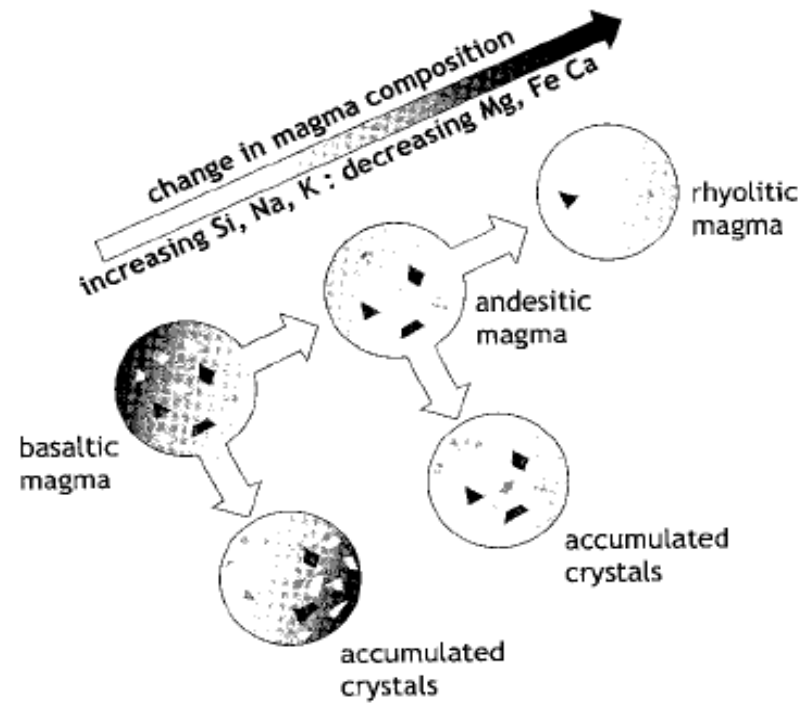


- V různých typech geotektonického prostředí je magma generováno odlišnými procesy a v různých hloubkových úrovních:

1. pro magmata derivovaná z pláště se zdroj nachází v hloubkách nad 50 km
2. u kontinentální riftů magma z pláště generuje tavení kůry
3. magma vázané na vulkanické oblouky je generováno ve střední hloubce (několik desítek km)
4. jako důsledek ztluštění kůry může vznikat magma v orogenních oblastech

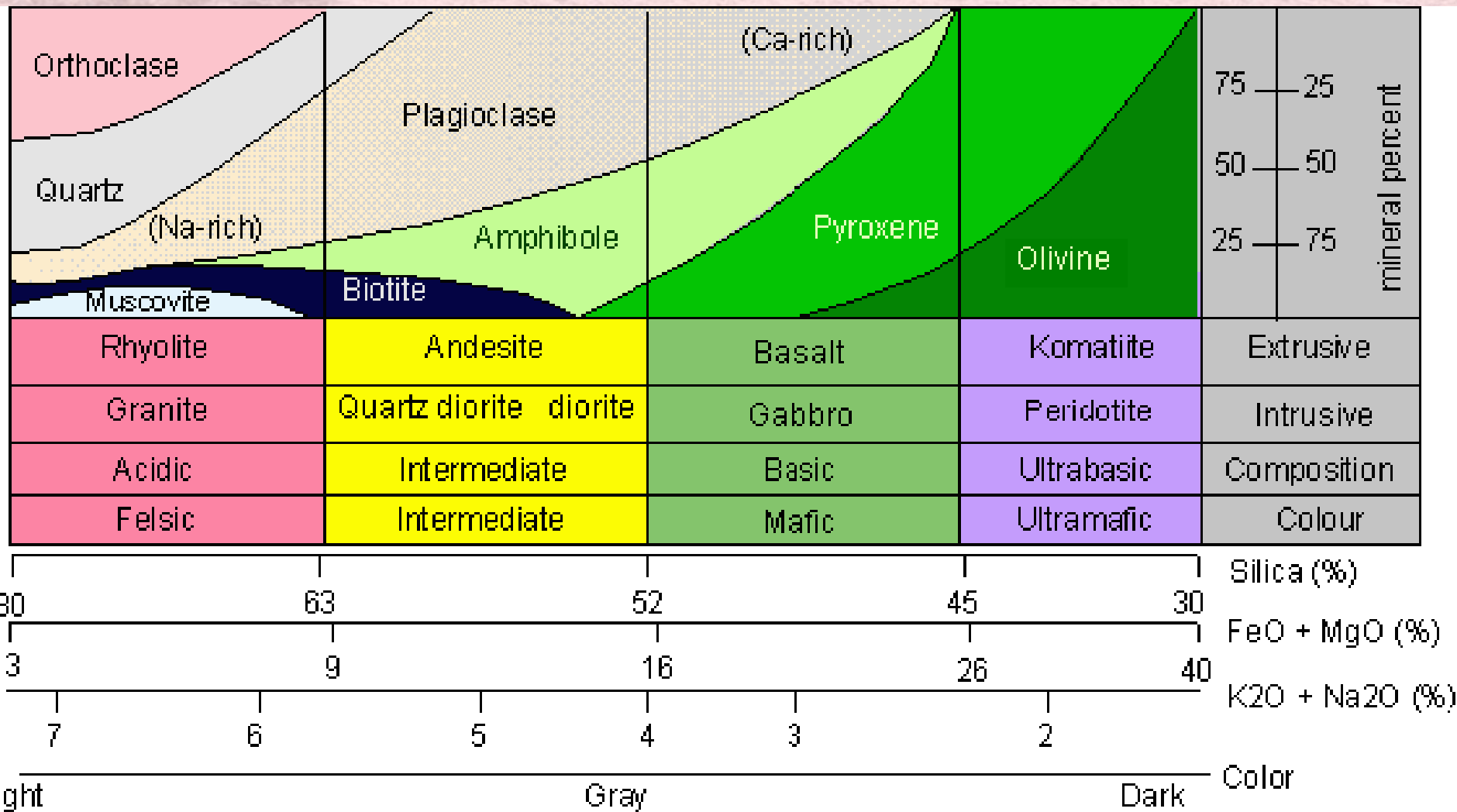
- Na složení výsledného magmatu se také podíly další procesy jako je diferenceiace nebo asimilace.

- Probíhají v magmatickém krbu a při výstupu taveniny k povrchu.



• **Typy magmat**

1. **Bazaltové** (1000-1200°C) - SiO₂ 45-55 wt%, vysoké obsahy Fe, Mg, Ca, nízké K, Na
2. **Andezitové** (800-1000°C) - SiO₂ 55-65 wt%, střední obsahy Fe, Mg, Ca, Na, K
3. **Ryolitové** (650-800°C) - SiO₂ 65-75%, nízké obsahy Fe, Mg, Ca, vysoké obsahy K, Na

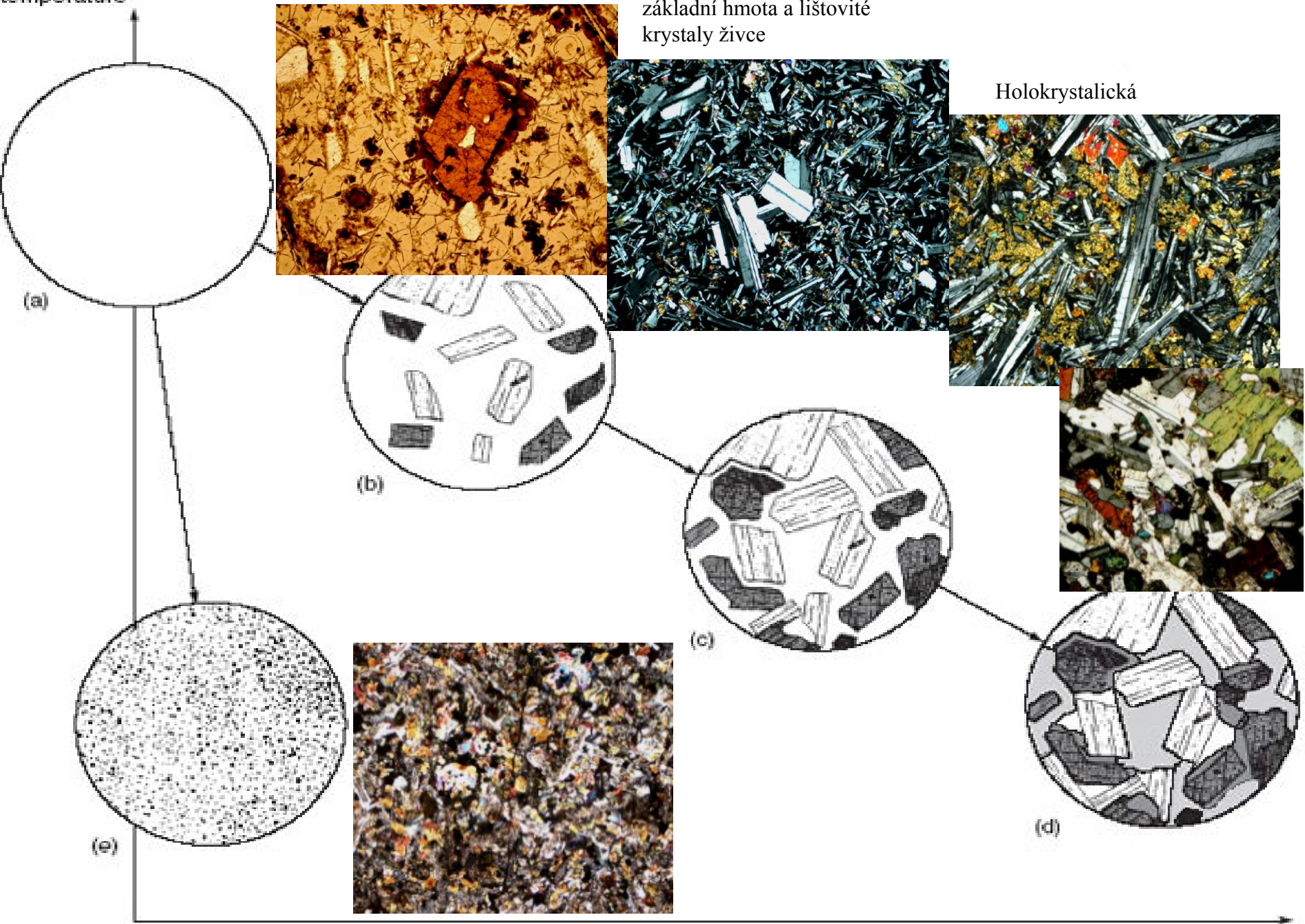


temperature ↑

Sklovitá – sklo a jen ojedinělé vyrostlice

Hemikrystalická - sklovitá základní hmota a lištovité krystaly živce

Holokrystalická



(a)

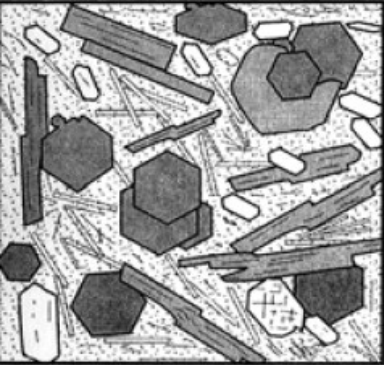
(b)

(c)

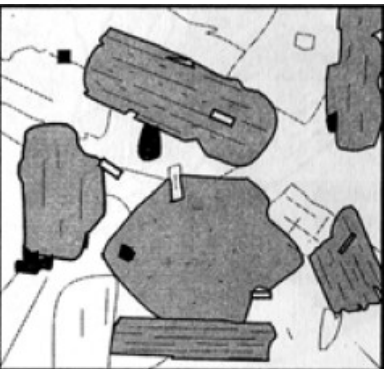
(d)

(e)

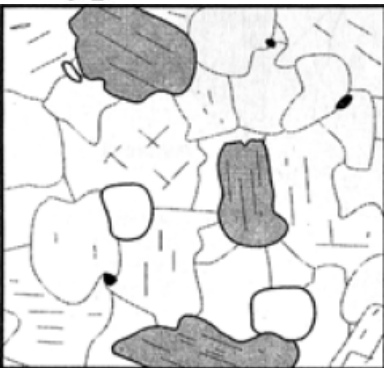
time →



panautomorfně

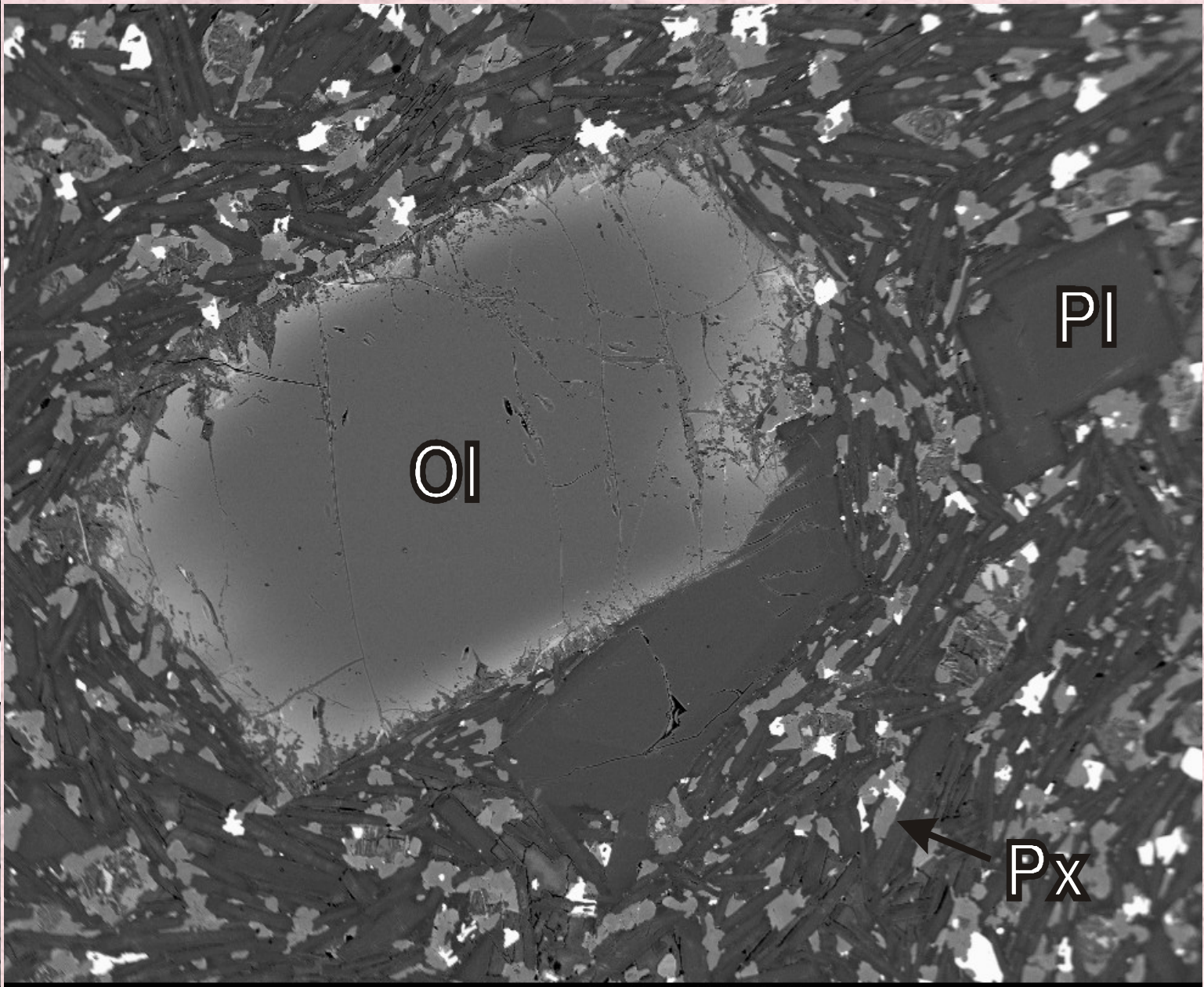


hypautomorfně



panxenomorfně

zrnitá



Pl

Ol

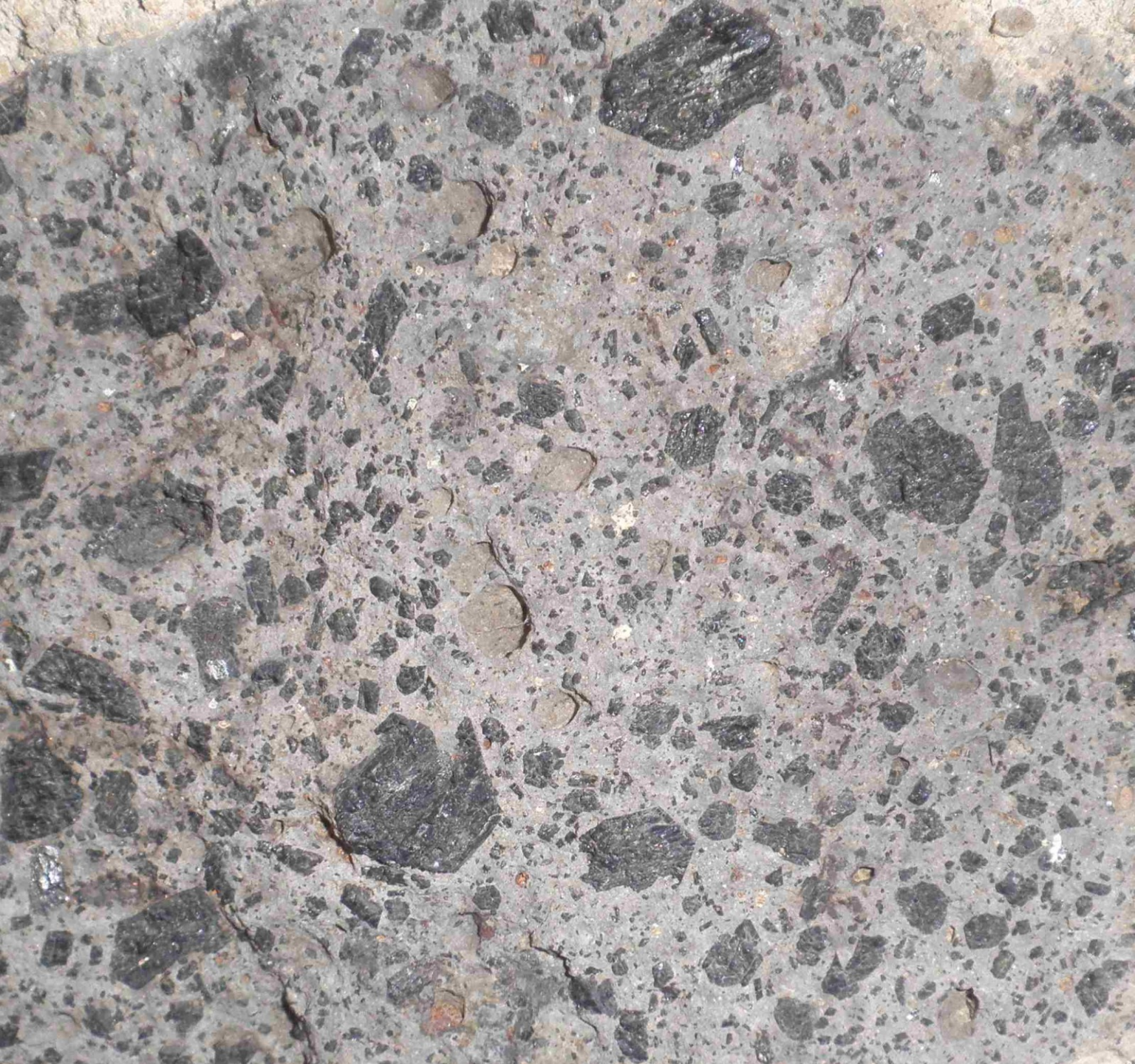
Px

1000. μm BSE 15. kV

Porfyrický olivinický bazalt - "svrchní andezity" vulkanické struktury Santa Lucia (D0136), BSE snímek.



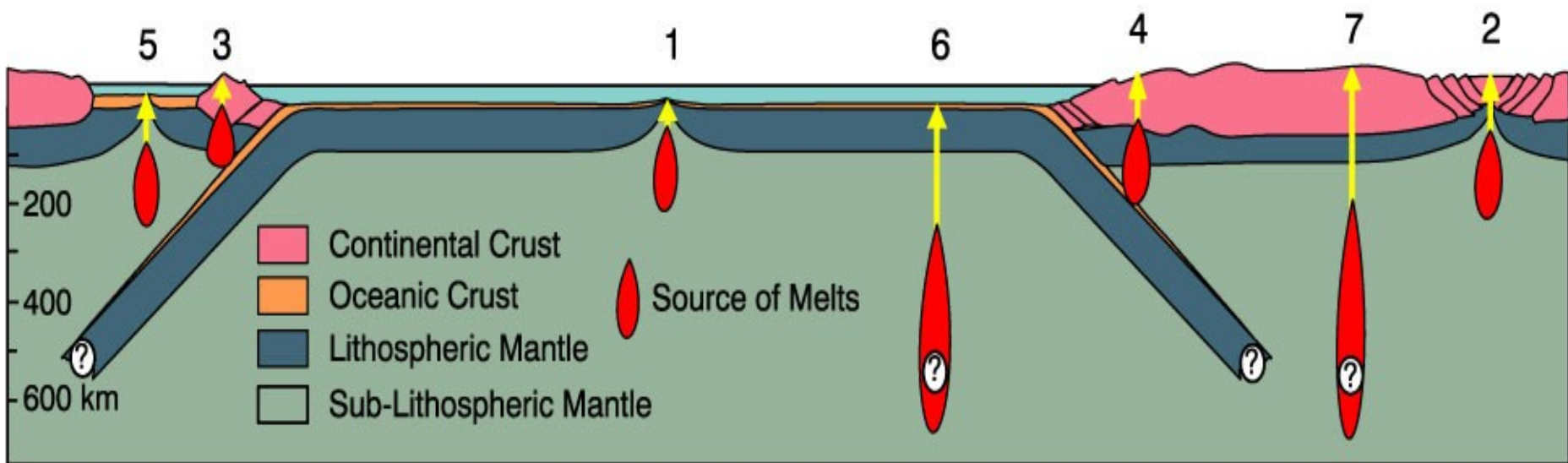
Porfyrický andezity - Kostarika



Porfyrický andezit –
Doupovské hory

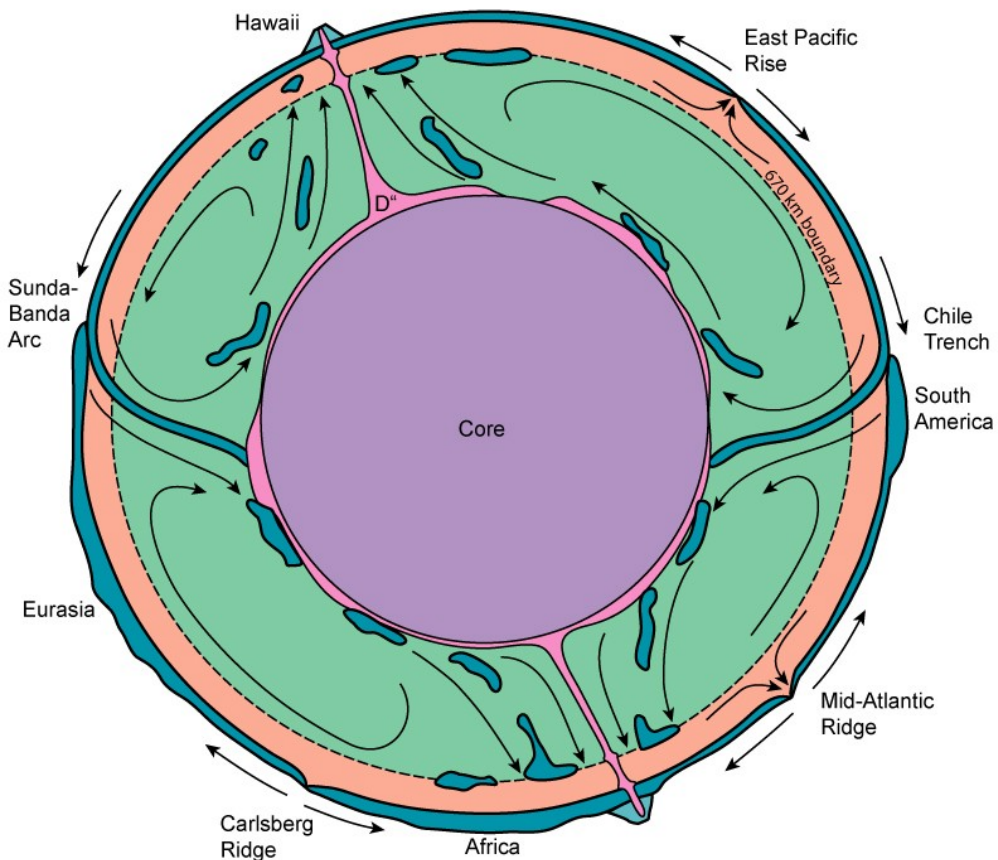
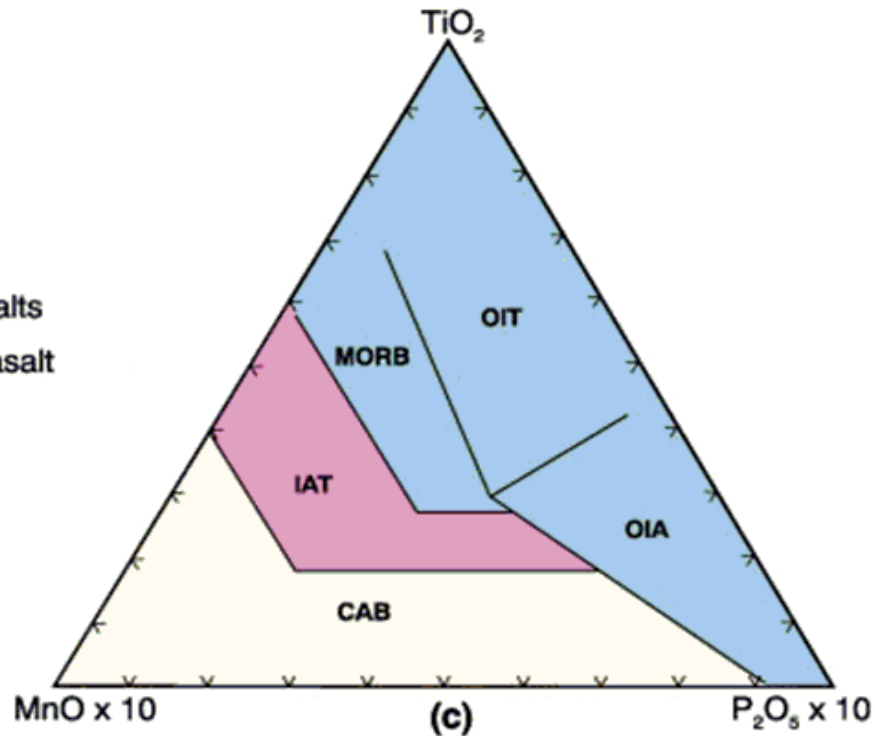
Geotektonická pozice magmatu

1. Středoocéánský rift (Mid-ocean Ridges)
2. Intrakontinentální rift (Intracontinental Rifts)
3. Ostrovní oblouk (Island Arcs)
4. Aktivní kontinentální okraj (Active Continental Margins)
5. Zaobloukový bazén (Back-arc Basins)
6. Vulkanické ostrovy (Ocean Island Basalts)
7. Různé intrakontinentální vulkanity (Miscellaneous Intra-Continental Activity = kimberlites, carbonatites, anorthosites)

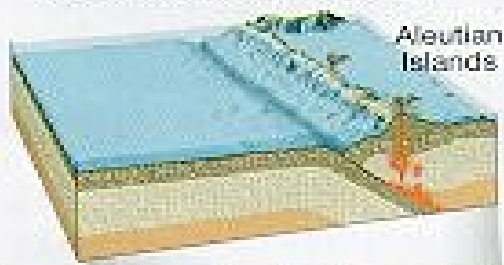


Explanation

WBP within-plate basalts
 IAT island-arc tholeiites
 CAB calc-alkaline basalts
 MORB mid-ocean ridge basalts
 OIT ocean island tholeiite
 OIA ocean island alkaline basalt



Subduction zone volcanism



Aleutian Islands

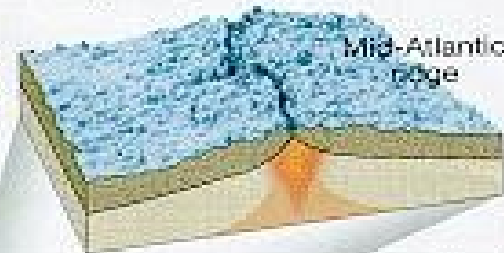
Intraplate volcanism (continental)



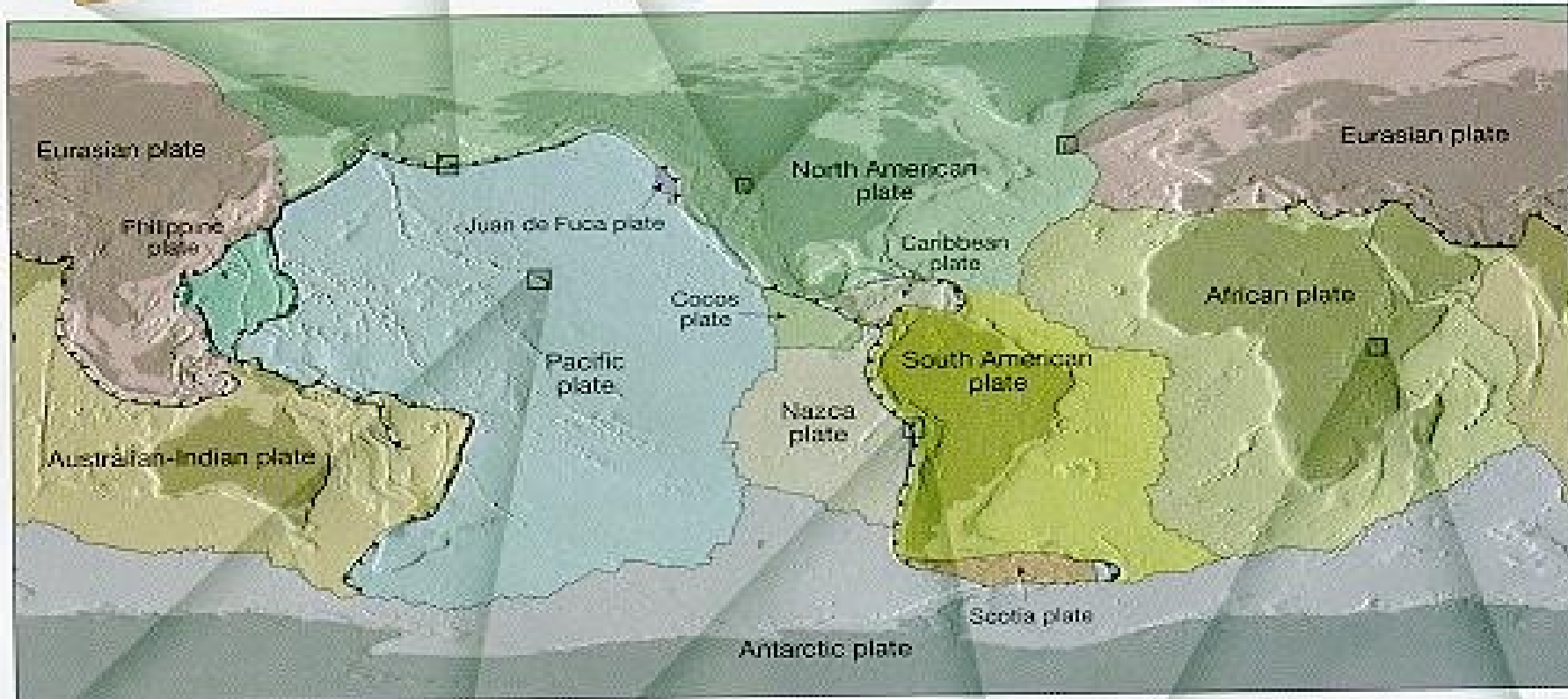
Yellowstone N.P.

Hot spot

Spreading center volcanism



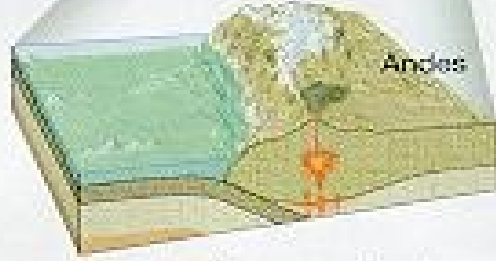
Mid-Atlantic ridge



Hawaii

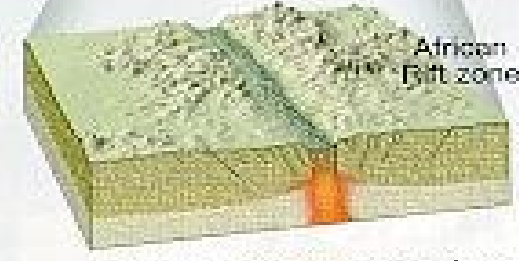
Hot spot

Intraplate volcanism (oceanic)



Andes

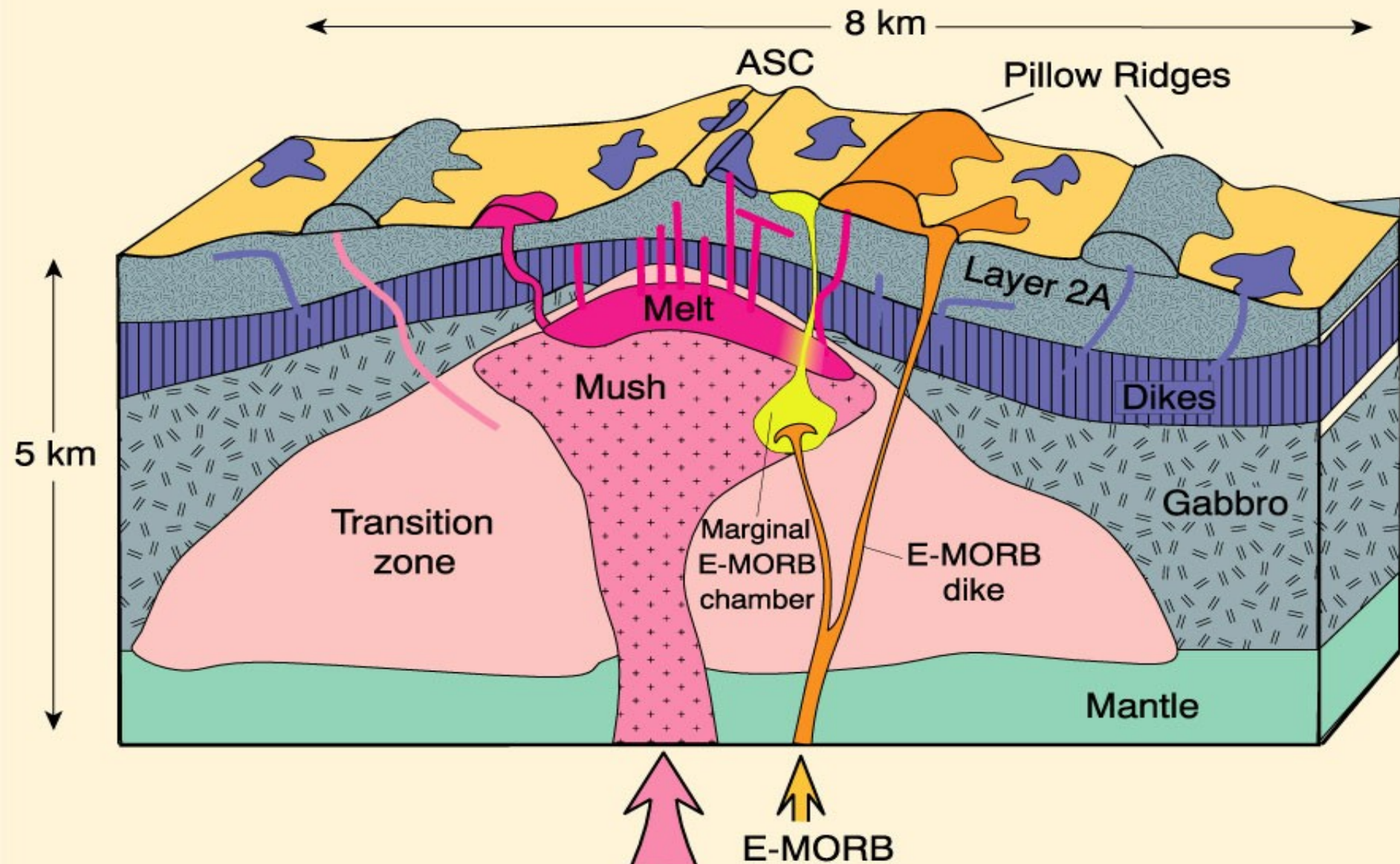
Subduction zone volcanism



African Rift zone

Spreading center volcanism

Středoocéánské rifty (bazalty typu MORB)

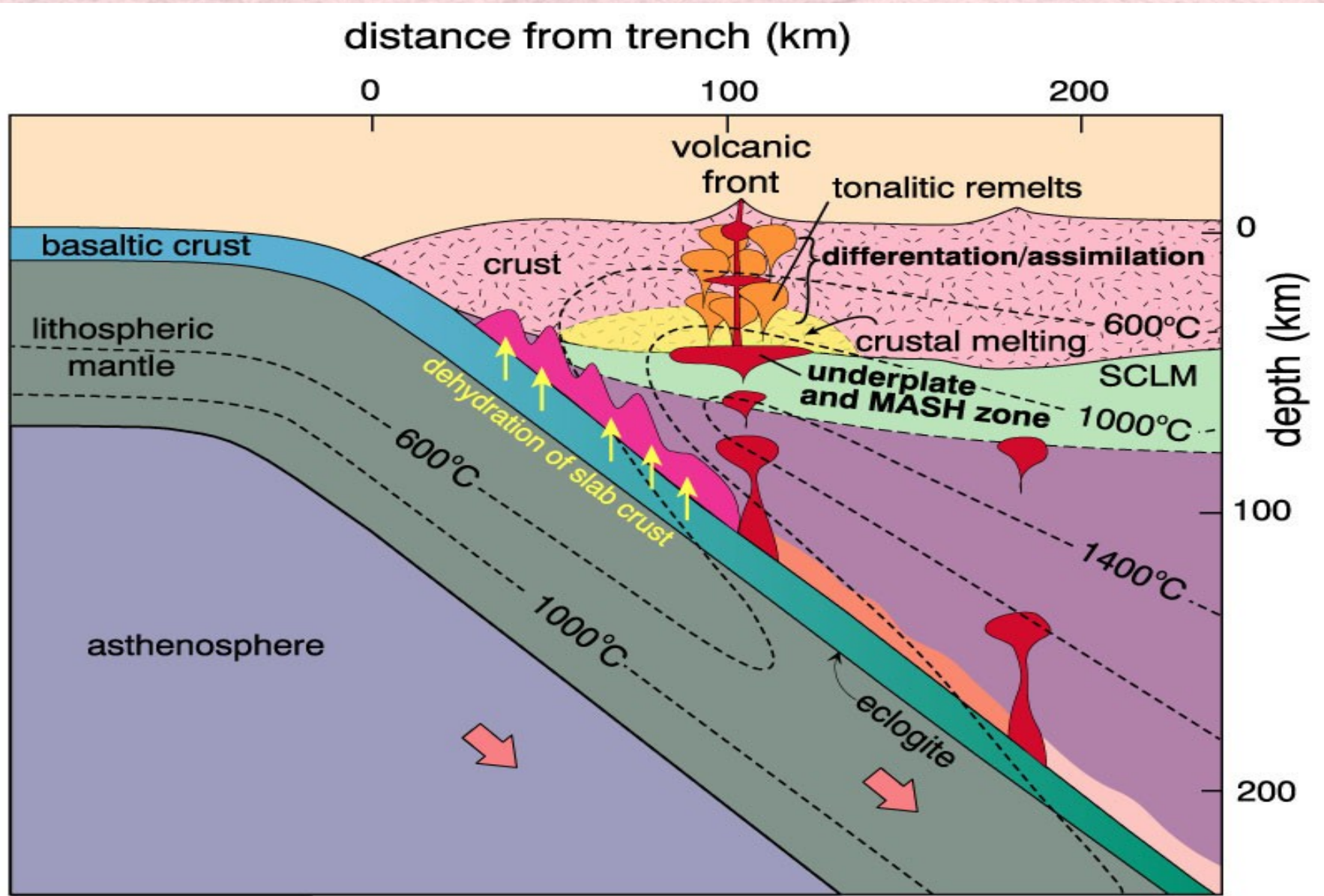


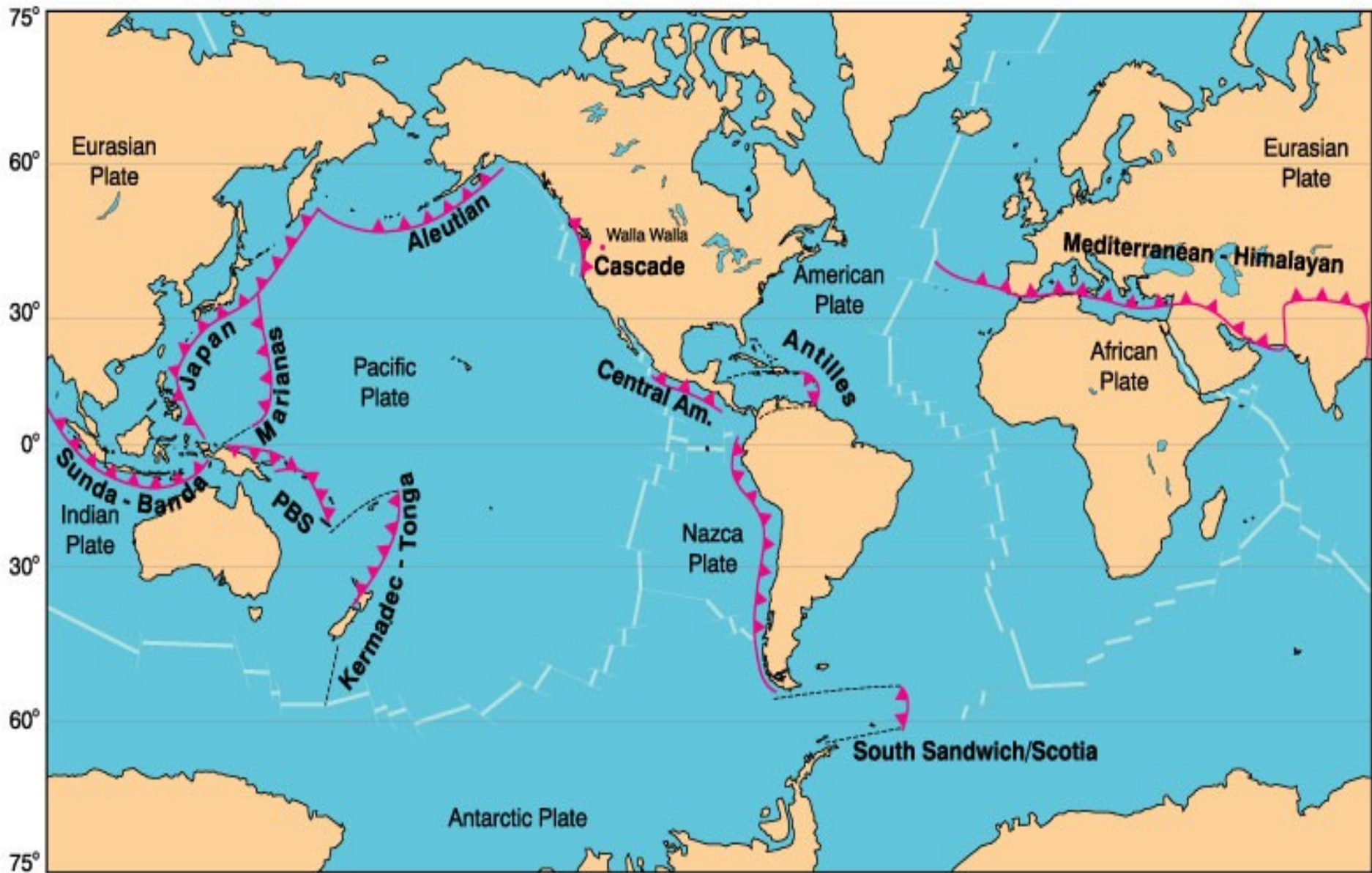
N-MORB

E-MORB

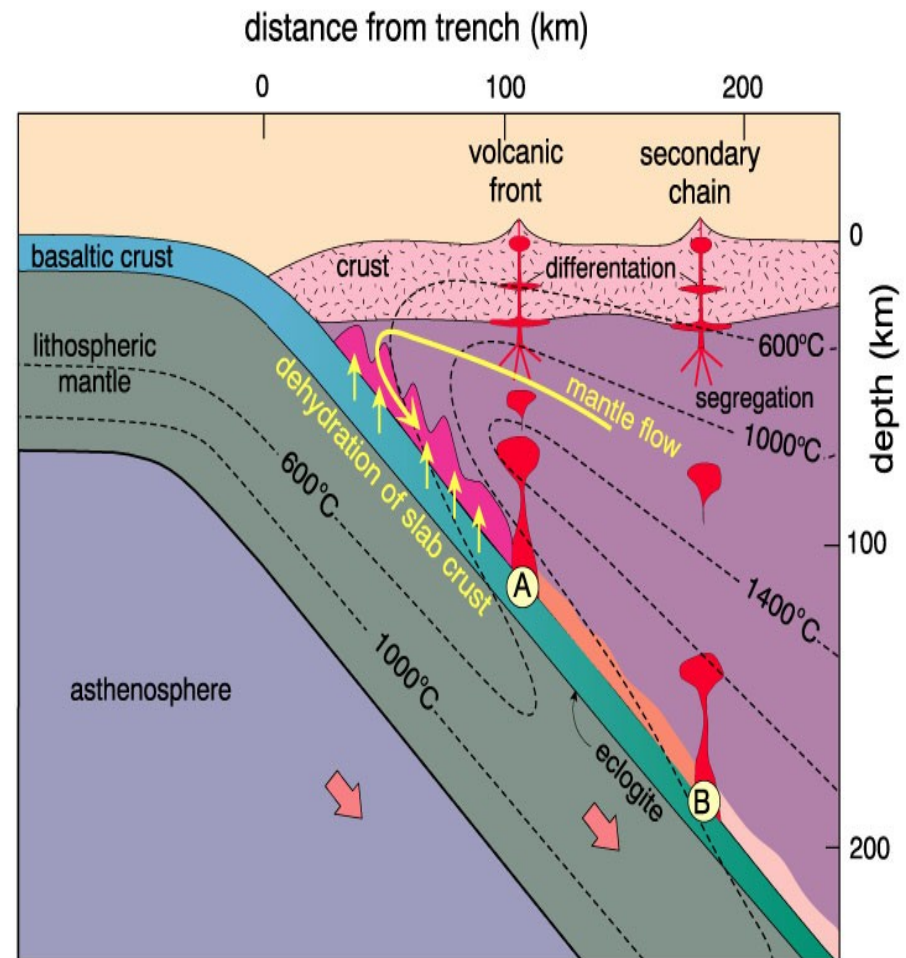
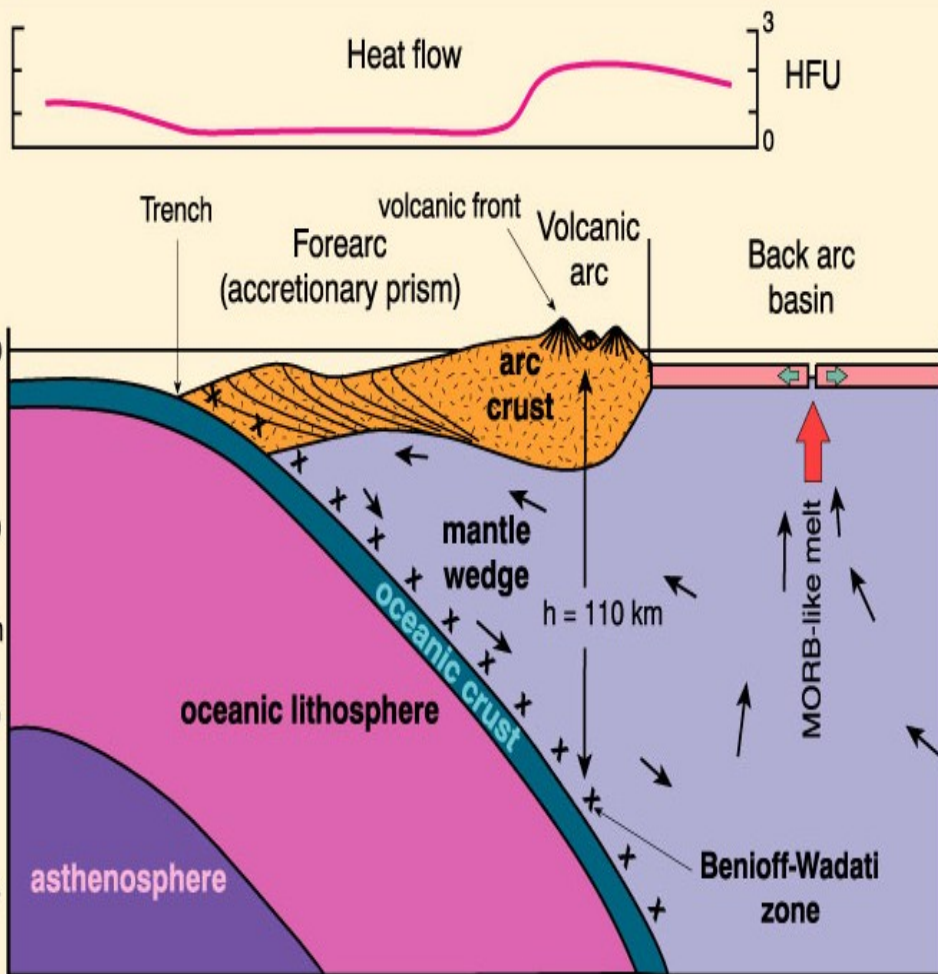
Perfit et al. (1994) *Geology*, 22, 375-379.

Aktivní kontinentální okraj (Active Continental Margins)

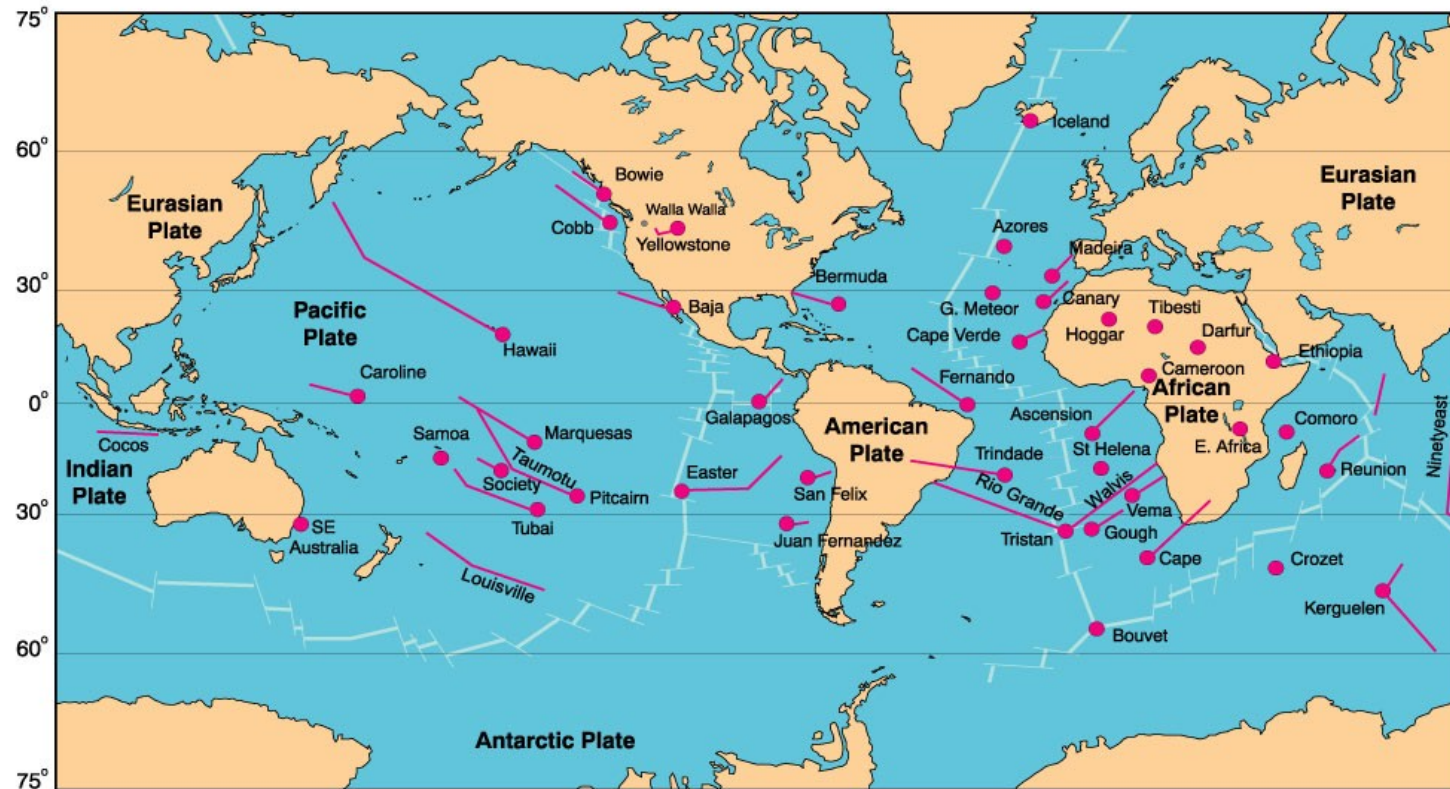
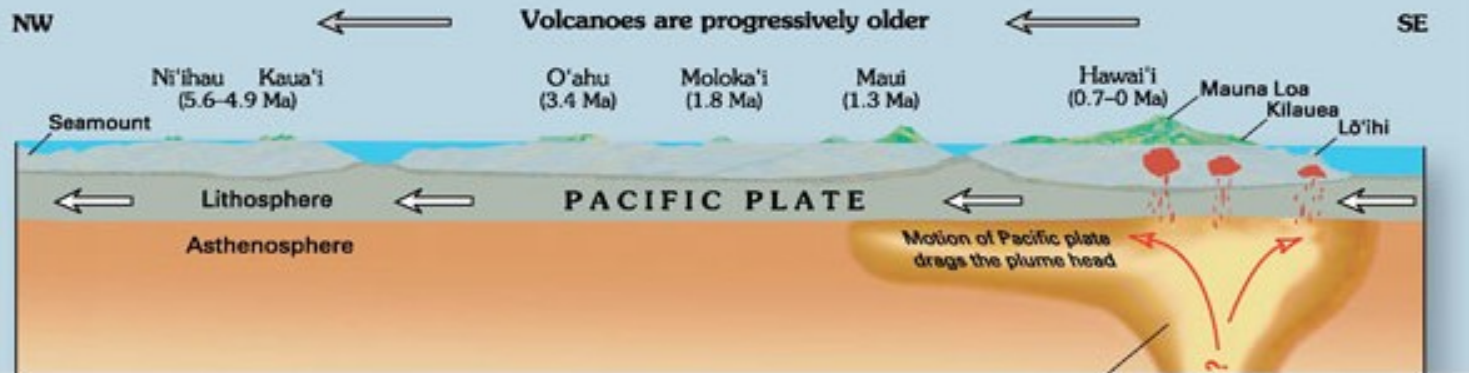




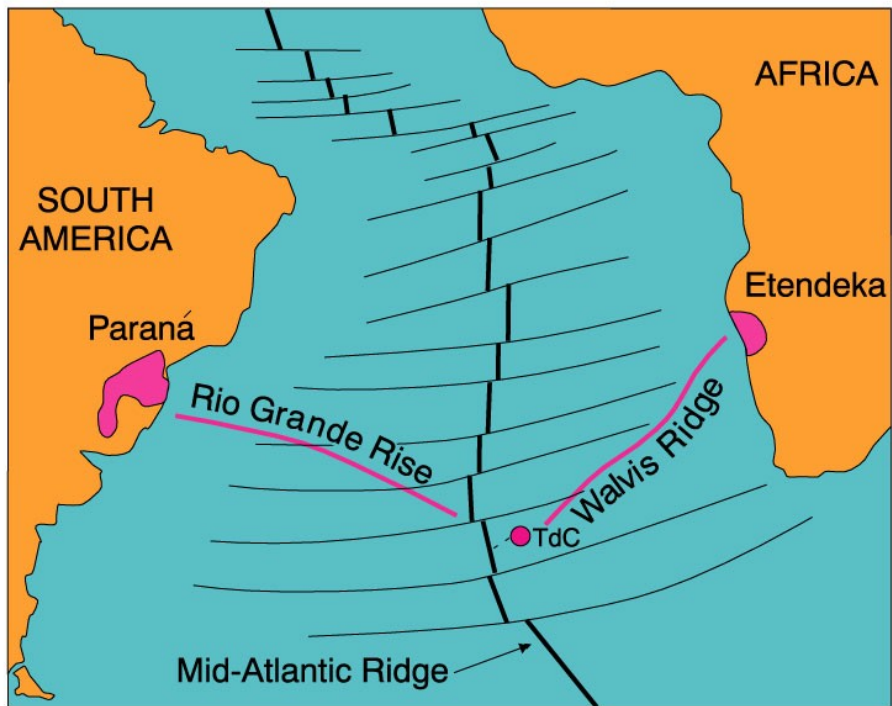
Ostrovní oblouky (Island Arcs)



Vulkanické ostrovy (Ocean Island Basalts = OIB)

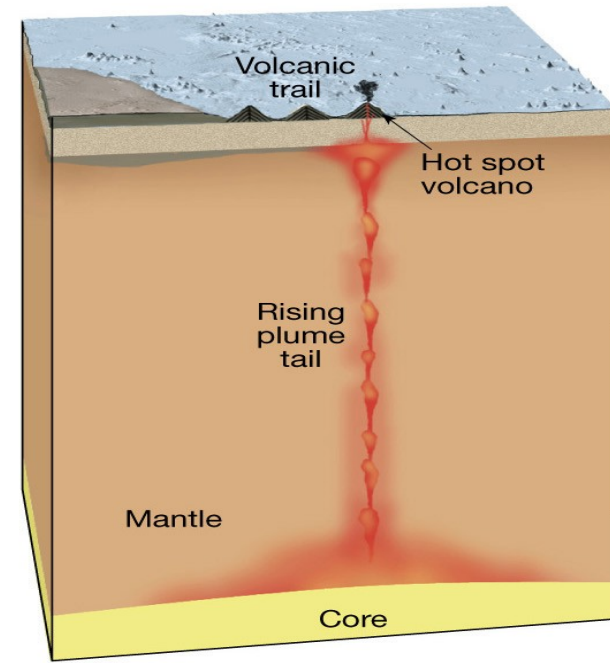
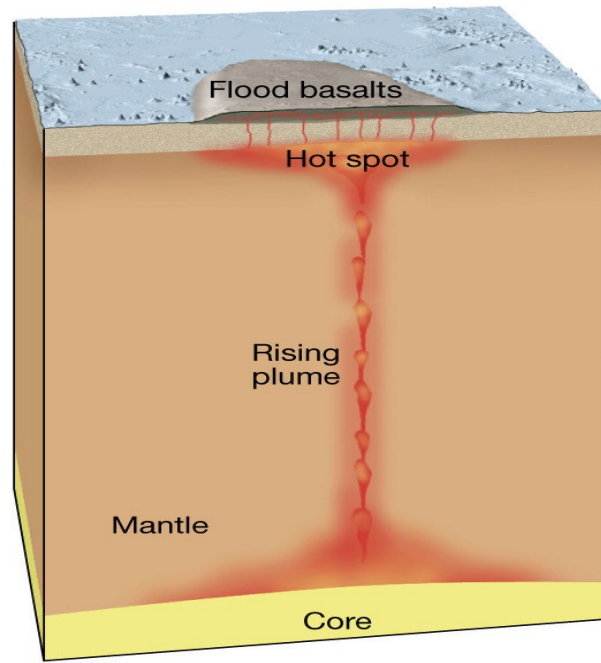
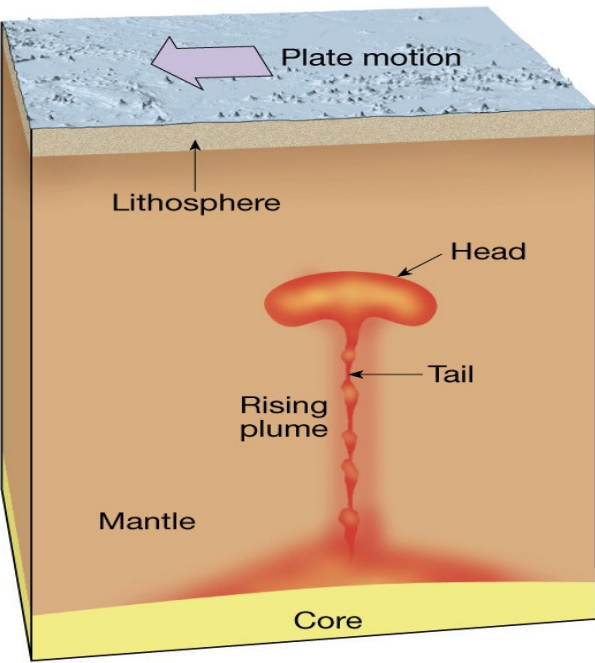


Crough (1983)
Ann. Rev.
Earth Planet.
Sci., 11, 165-
193.



- Plató bazalty (Continental flood basalts = CFB) vznikají nad plášťovým chocholem
- Velké objemy magmatu:
- Křídové plató bazalty Paraná více než 1000000 km²
- Křídové až eocenní plató bazalty Decan více než 1000000 km³

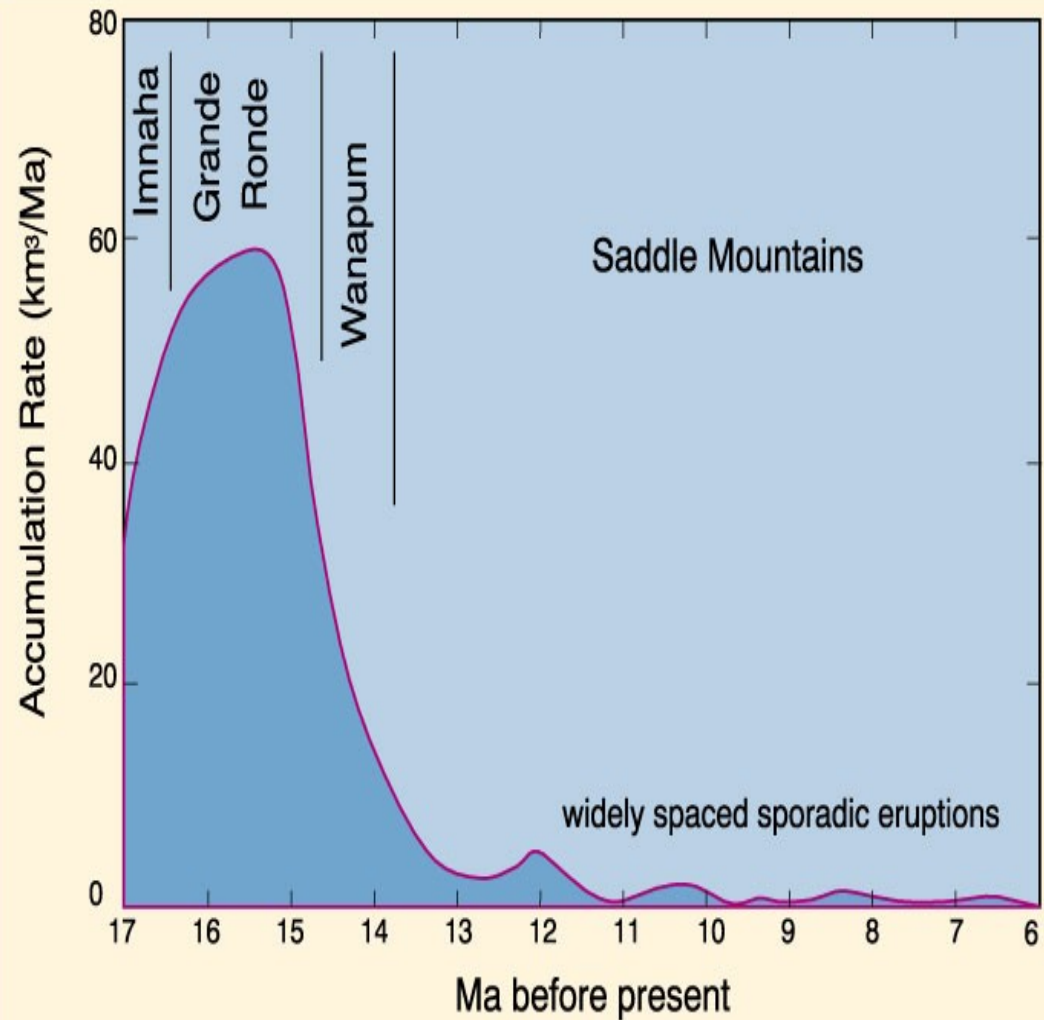
Plató bazalty Etendeka a Paraná province (Tristan hot spot), Wilson (1989), Igneous Petrogenesis. Kluwer.



A.

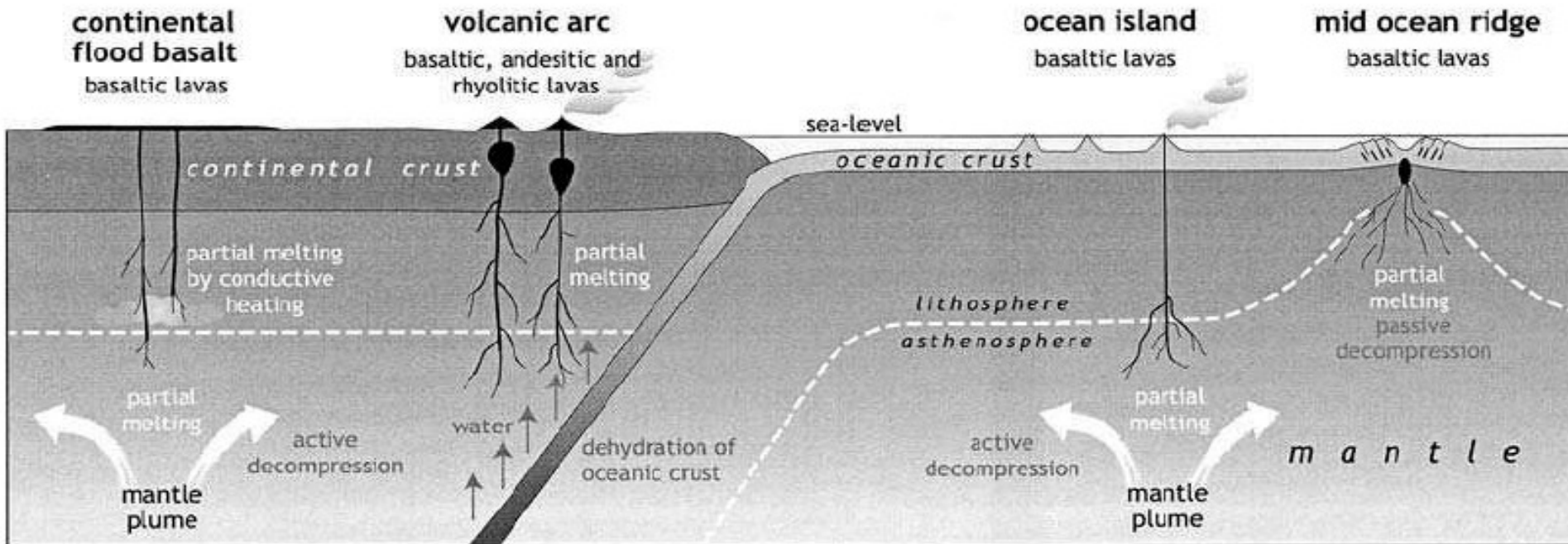
B.

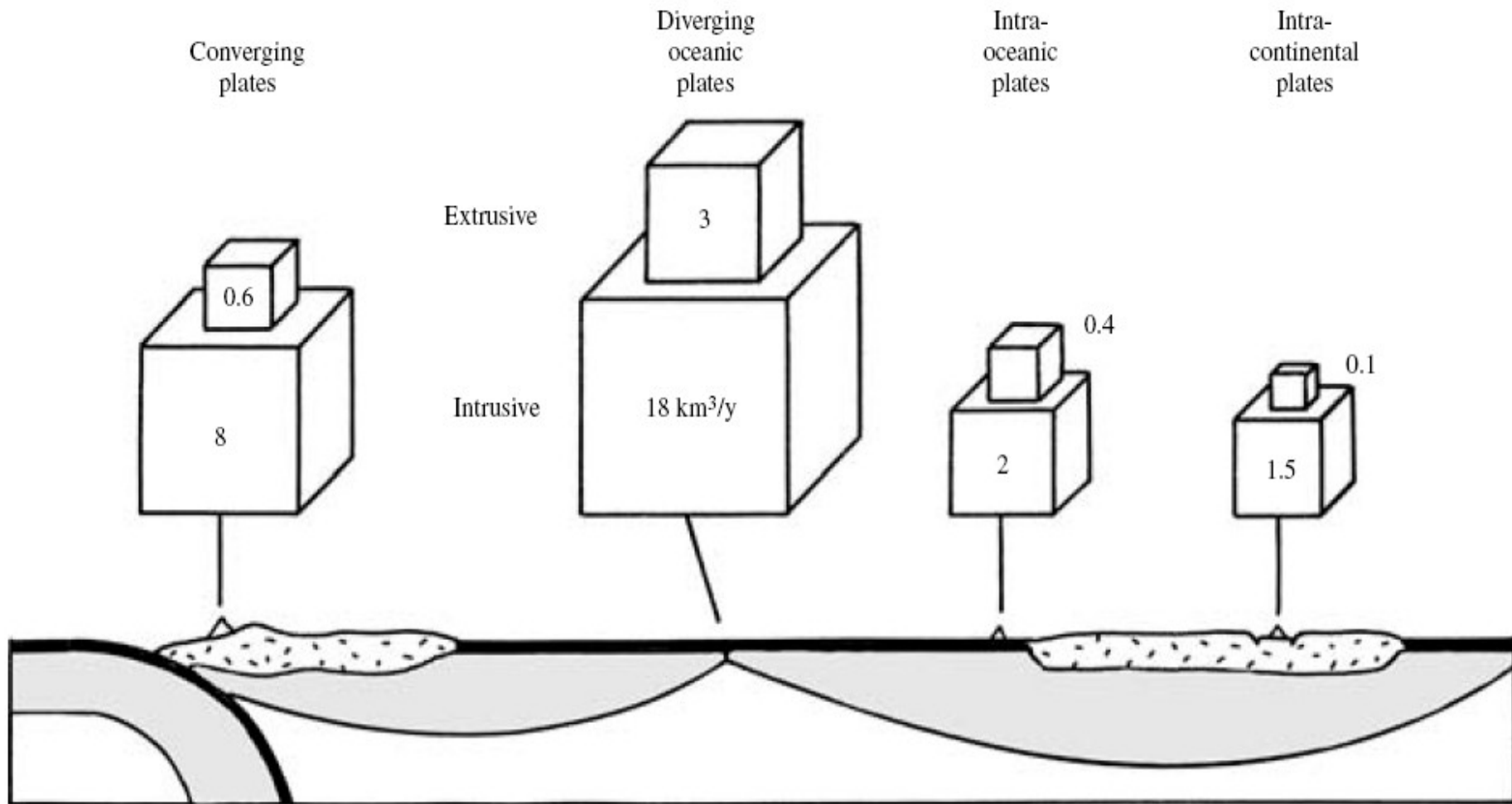
C.



Hooper (1988a) The Columbia River Basalt. In J. D. Macdougall (ed.), *Continental Flood Basalts*. Kluwer. 1-34.

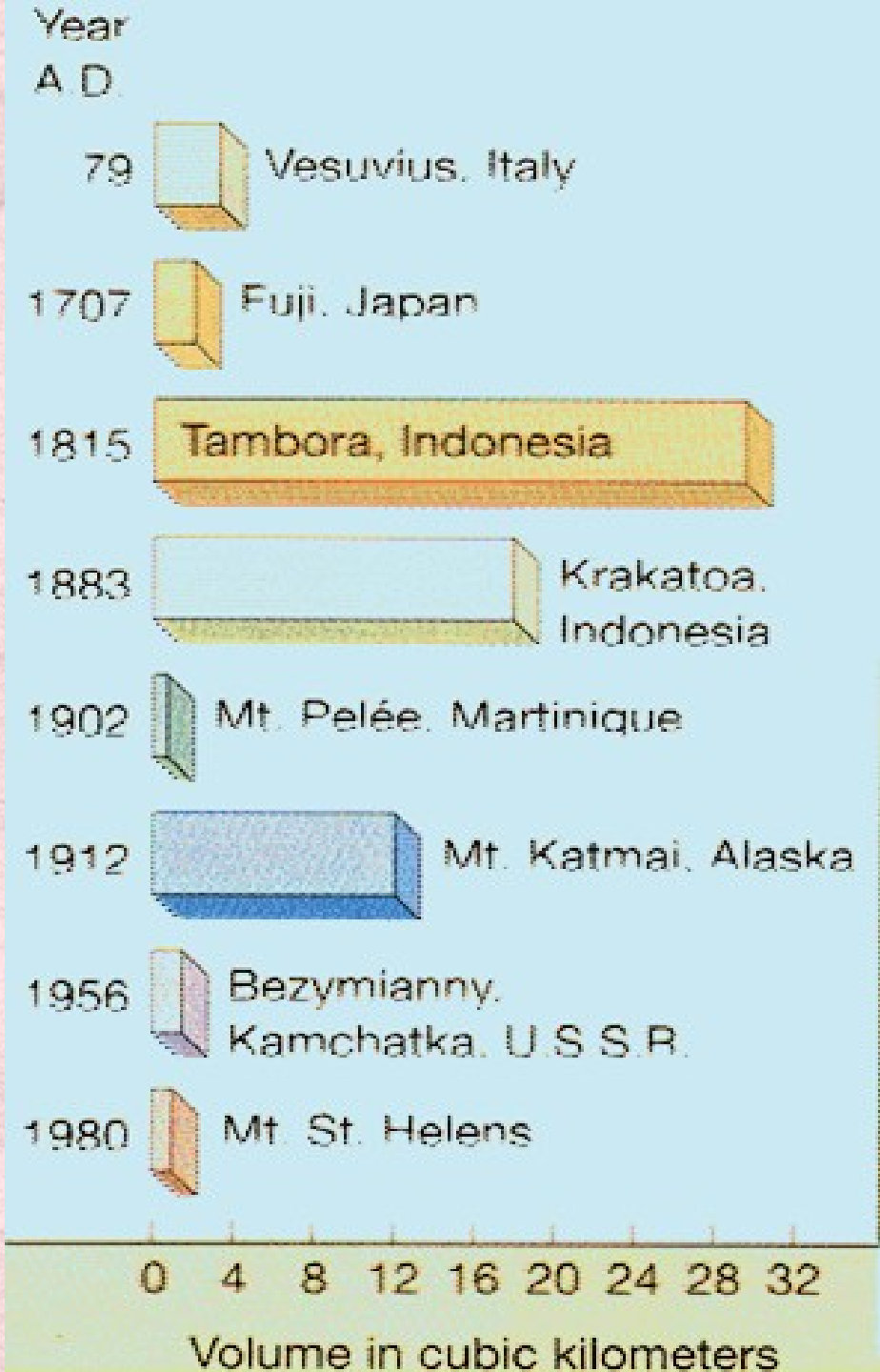
- Nečastěji je magma generováno v několika geotektonických prostředích:
 - 1) ostrovní oblouky (Island Arcs): souvisí se subdukcí a vznikají v kompresním režimu, intermediální až bazické horniny, magmatický krb ve střední hloubce
 - 2) kontinentální oblouky (Continental Arcs): souvisí se subdukcí a vznikají v kompresním režimu, intermediální až kyselé horniny, magmatický krb ve střední hloubce
 - 3) středooceánské rifty: vzniká v extenzním režimu a produkuje hlavně bazické vulkanity
 - 4) plášťový chochol (mantle plume) souvisí s konvekčním pohybem v plášťových celcích (Clague and Dalrymple, 1987)
 - 5) kontinentální rifting (continental rifting): ztenčování litosféry (lithospheric thinning) je spojeno s extenzní tektonikou (Riecker, 1979 a Christiansen and McKee, 1978)





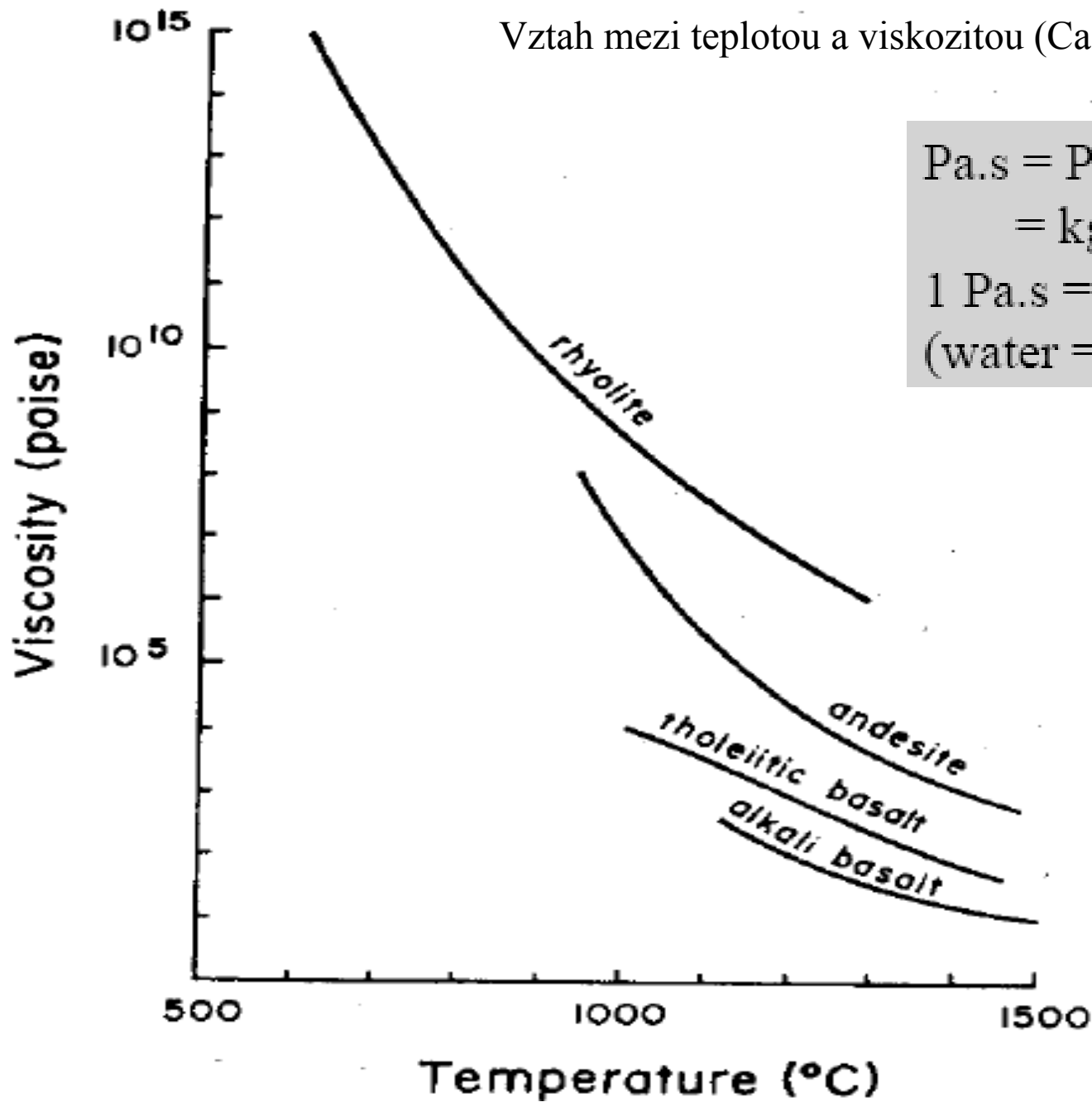
Odhad množství magmatu generovaného v různých geotektonických prostředích (odhad je v kubických kilometrech za rok, Schmincke H-U, Vulkanismus)

- Vulkány se vyskytují na hranicích litosférických desek, především na konvergentních deskových rozhraních.
- Uvnitř litosférických desek jsou zastoupeny vulkány horkých skvrn a na riftových strukturách.
- V prostředí středooceánských hřbetů (riftů) vzniká zhruba 63 % objemu magmatu produkovaného na zemském povrchu (Schmincke, 1982)
- V prostředí vulkanických oblouků vzniká zhruba 26 %.
- Během posledních 10 000 let bylo na zemském povrchu aktivních zhruba 1400 vulkánů.



Velké erupce v nedávné minulosti

Vztah mezi teplotou a viskozitou (Cas a Wright, 1987)



Pa.s = Pascal Seconds
= kg/m/sec
1 Pa.s = 10 poise
(water = 10^{-3} Pa.s)

B. Klasifikace produktů vulkanické aktivity

- Vulkanismus zahrnuje řadu procesů při nichž magma pronikne až na zemský povrch:
 - explozivní = výbuch
 - efuzivní = výlev
 - 1) produkty ztuhnutí lávy – výlevné horniny
 - 2) produkty sopečných explozí - pyroklastické horniny a vulkanoklastické sedimenty
 - 3) produkty postvulkanické činnosti - alterace
-
- Průběh erupce, tvar, rozměry a stavba sopky závisí na složení lávy:
 - felsické magma – obsahuje hodně rozpuštěných plynů → explozivní erupce, vyvrhování velkého množství pyroklastik
 - mafické magma → klidné erupce
 - Přítomnost nebo nepřítomnost pyroklastik ovlivňuje tvar výsledných vulkanických těles (např. stratovulkán a štítový vulkán).

1) Produkty ztuhnutí lávy – výlevné horniny

IUGS Classification of Volcanic Rocks

MODAL MINERALS

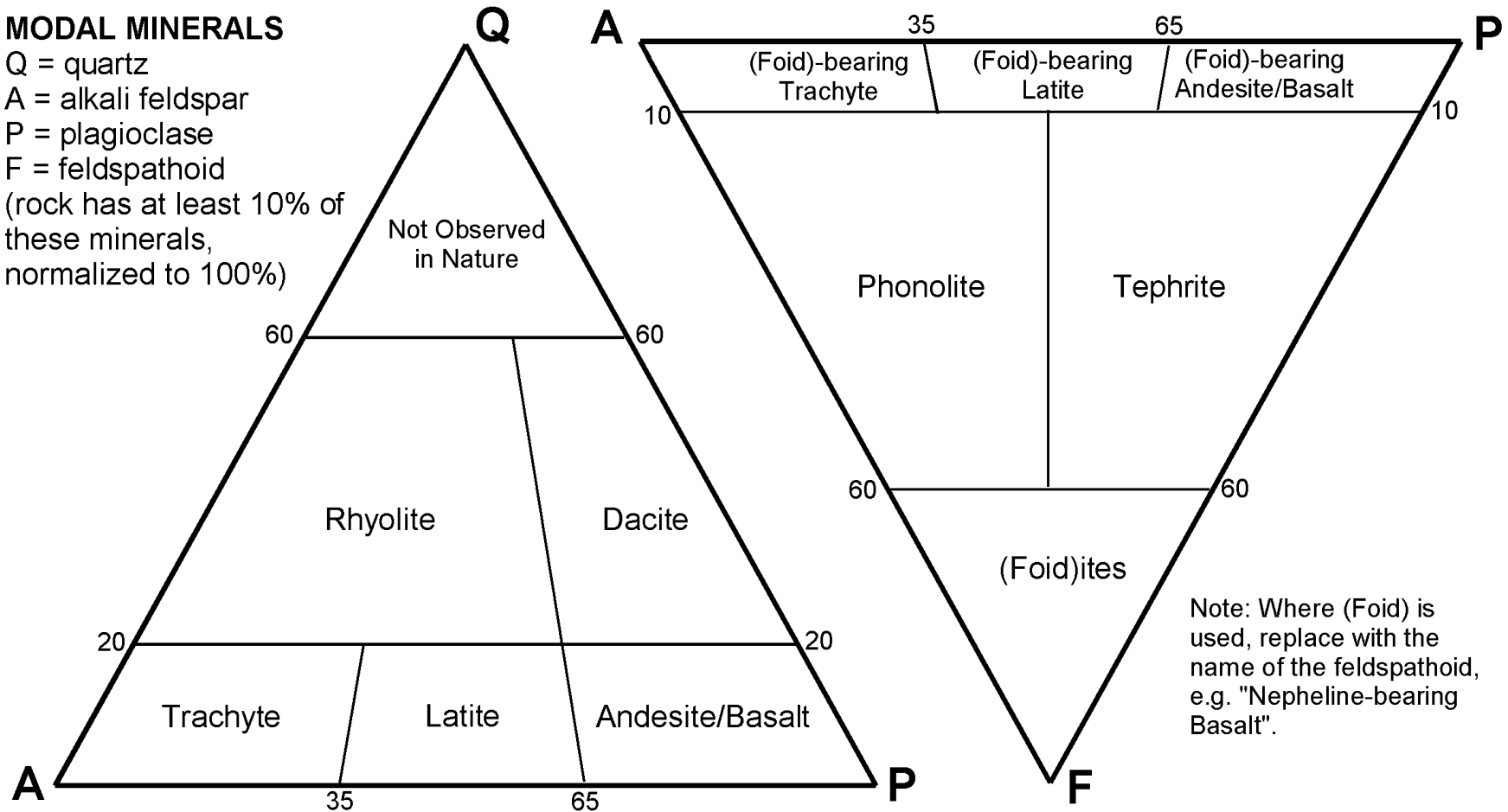
Q = quartz

A = alkali feldspar

P = plagioclase

F = feldspathoid

(rock has at least 10% of these minerals, normalized to 100%)

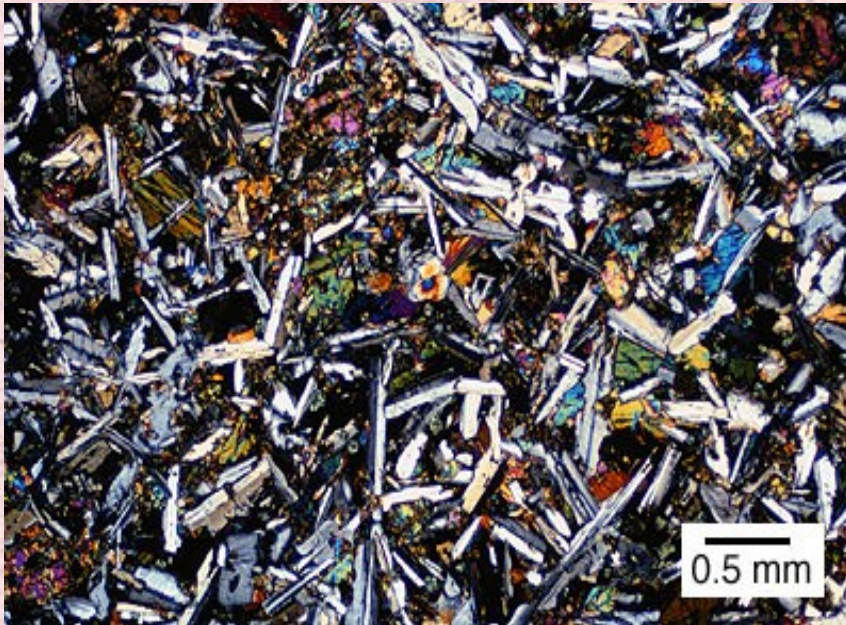


Note: Where (Foid) is used, replace with the name of the feldspathoid, e.g. "Nepheline-bearing Basalt".

- vulkanické horniny se klasifikují na základě chemického složení (obsah hlavních oxidů) nebo podle mineralogie (hlavně minerální složení vyrostlic)

Hlavní výlevné horniny

- **bazalty:** plagioklas $An > 50$, dále klinopyroxeny někdy orthopyroxeny, olivín může být přítomen i křemen nebo olivín či foidy
- **andezit:** plagioklas $An < 50$, amfibol, klinopyroxeny někdy orthopyroxeny, biotit
- **trachyt:** draselné živce > plagioklasy, klinopyroxeny někdy biotit
- **fonolit:** alkalické živce + nefelín alkalický piroxen a amfibol
- **tefrit:** plagioklas $An > 50$, foidy, pyroxen
- **bazanit:** plagioklas $An > 50$, foidy, pyroxen, olivín



Horniny bez křemene



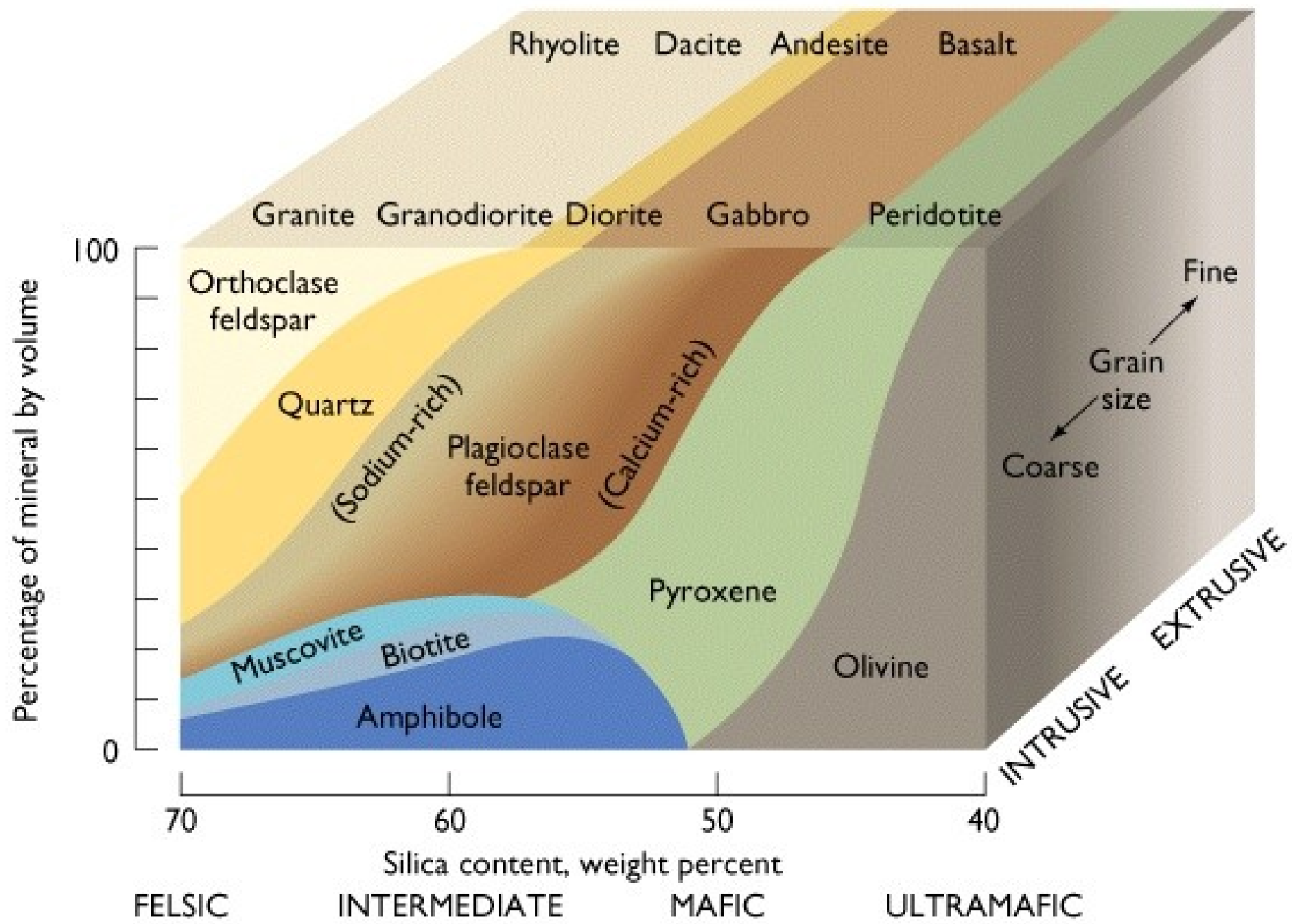
Horniny s křemenem

Hlavní výlevné horniny

- **alkalické ryolity:** alkalické živce + křemen, dále biotit, alkalické pyroxeny a amfiboly
- **ryolity:** draselné živce > plagioklasy + křemen, biotit, muskovit, turmalín, granát, amfibol
- **dacity:** draselné živce < plagioklasy, křemen, biotit, amfibol, muskovit

	Basalt	Basaltic andesite	Andesite	Dacite	Rhyolite
Plagioclase	**	***	***	***	**
Olivine	**	**	*	—	—
Pyroxene	**	**	**	*	—
Hornblende	*	*	**	**	*
Biotite	—	—	*	**	**
Alkali feldspar	—	—	*	**	***
Quartz	—	—	—	**	***
Fe-Ti oxide	**	**	*	—	—

*** often present ** frequently present * rarely present — absent (or rare)



Percentage of mineral by volume

100

0

70

60

50

40

FELSIC

INTERMEDIATE

MAFIC

ULTRAMAFIC

Orthoclase feldspar

Quartz

(Sodium-rich)

Plagioclase feldspar

(Calcium-rich)

Pyroxene

Olivine

Muscovite

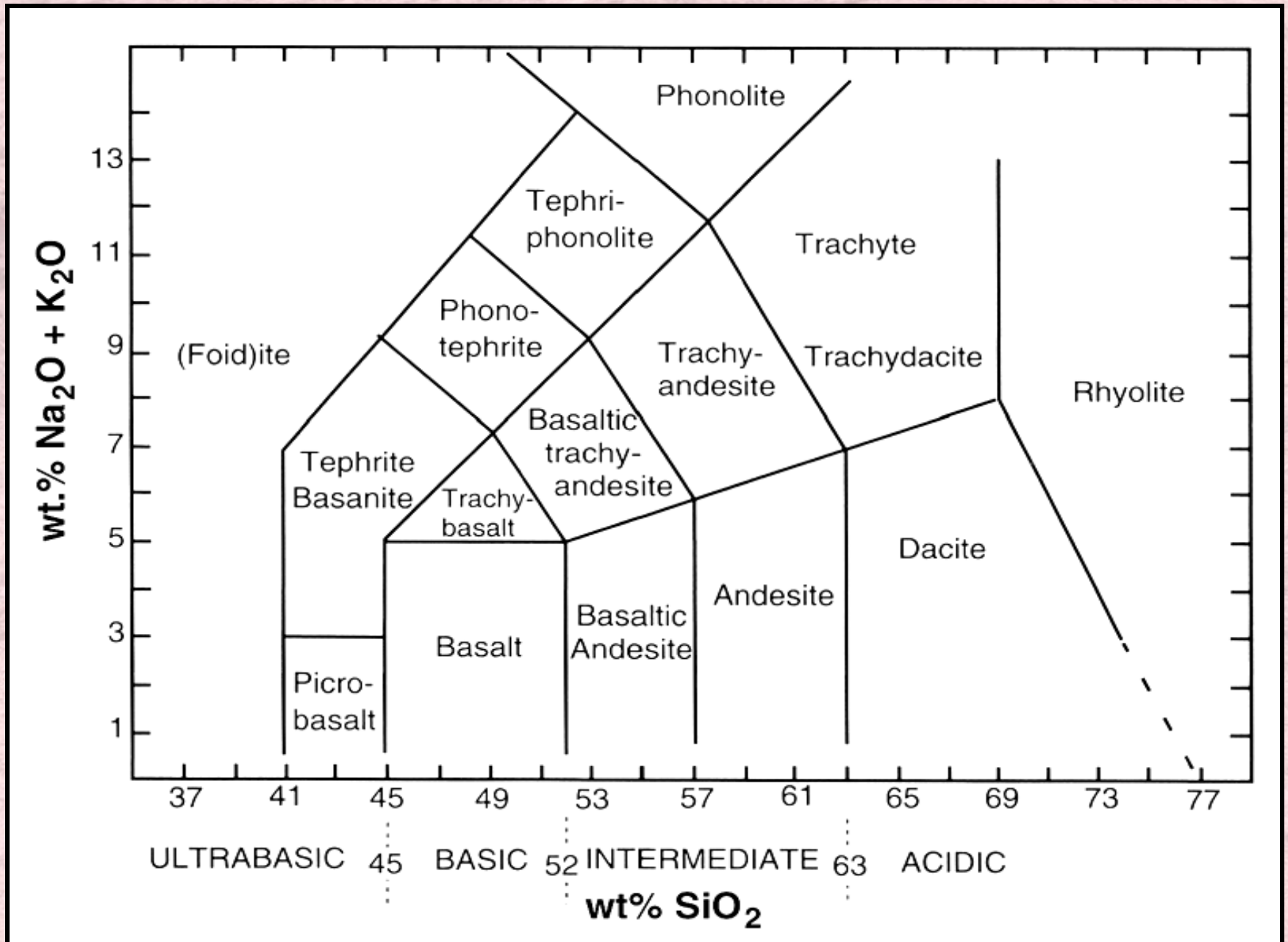
Biotite

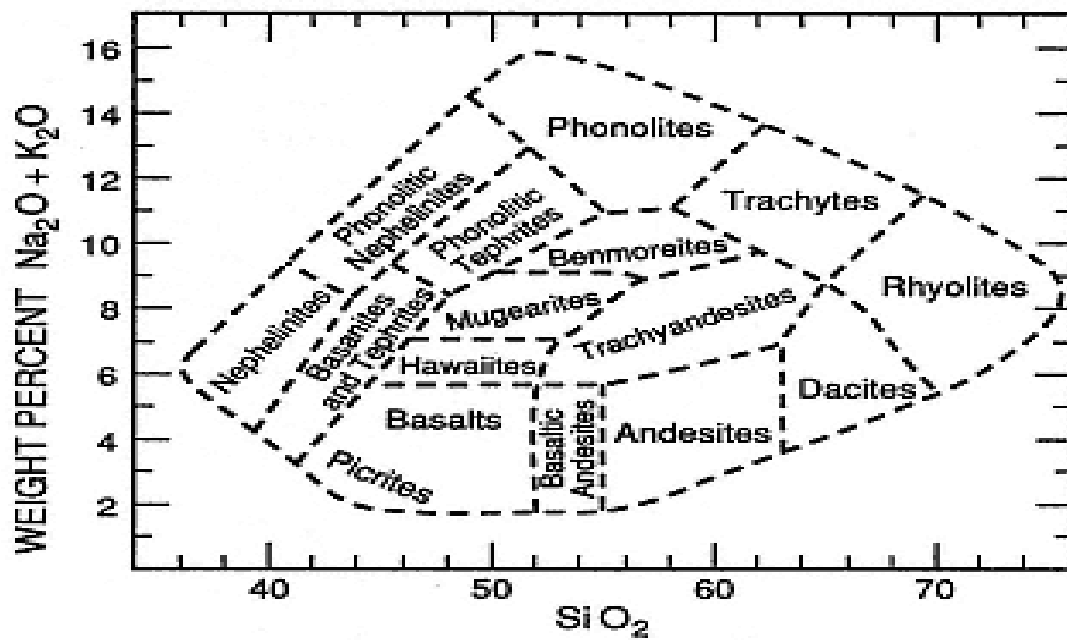
Amphibole

Fine
Grain size
Coarse

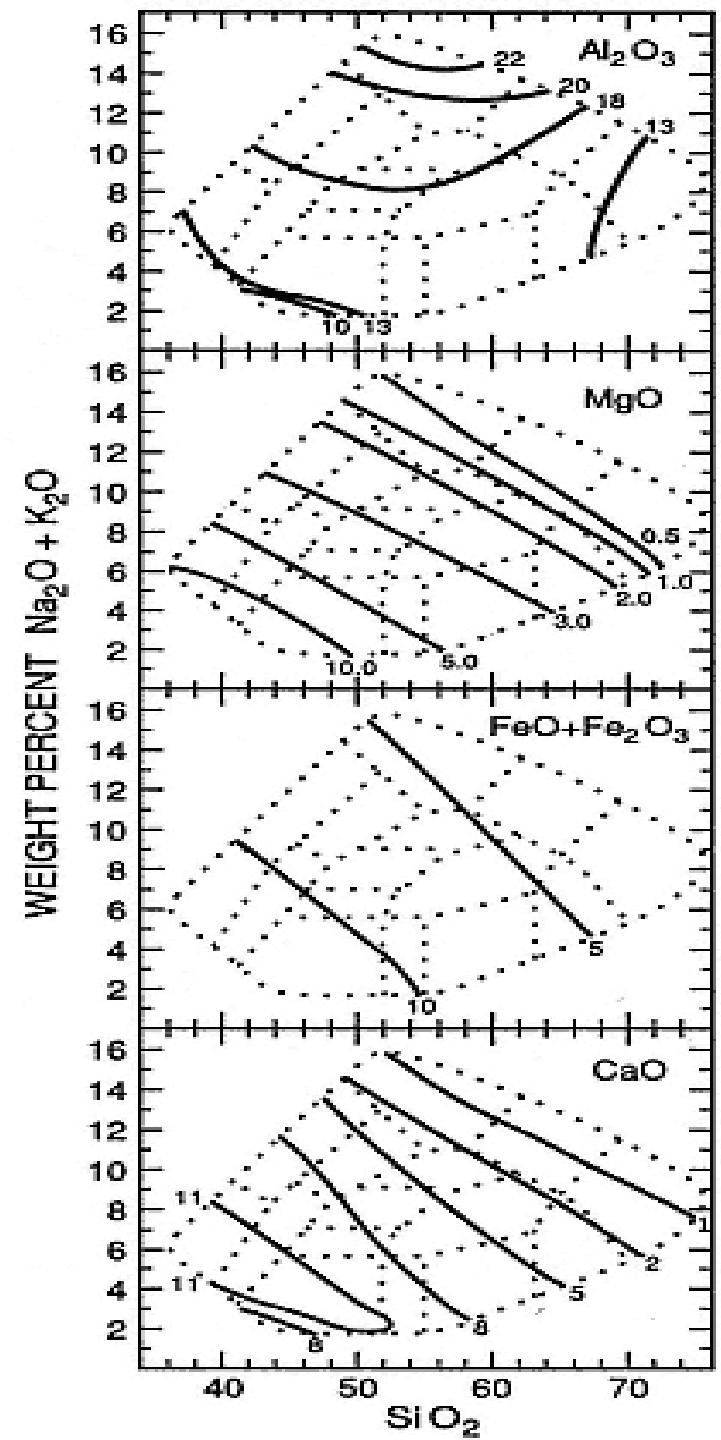
INTRUSIVE EXTRUSIVE

TAS diagram (total alkalis vs. silica) LeBas et al., 1986.





- Podle chemického složení můžeme vydělit několik základních trendů které indikují odlišný původ a vývoj magmatu (Carmichael et al., 1974):
- toleitický (tholeiitic)
- přechodný (transitional)
- alkalicko draselný (alkalic, potassic)
- vápenato-alkalický (calcalkalic)



Classification of Basalts

Tholeiitic Basalt (TH)

SiO₂ oversaturated (or sat.)
 Quartz (or Olivine) Normative
 low alkalis (Na₂O + K₂O)
 low Al₂O₃

High-alumina Olivine Tholeiite (HAOT)

SiO₂ saturated
 Quartz or Olivine Norm.
 intermediate alkalis
 high Al₂O₃

Alkali Olivine Basalt (AOB)

SiO₂ undersaturated
 Olivine Normative
 high alkalis
 variable Al₂O₃

←----- (transitional mineralogy) -----→

Phenocrysts

Plagioclase:
 anorthite - bytownite
 augite, OPX, (OL)

Plagioclase:
 bytownite
 OL (with picotite incl.)
 augite, OPX

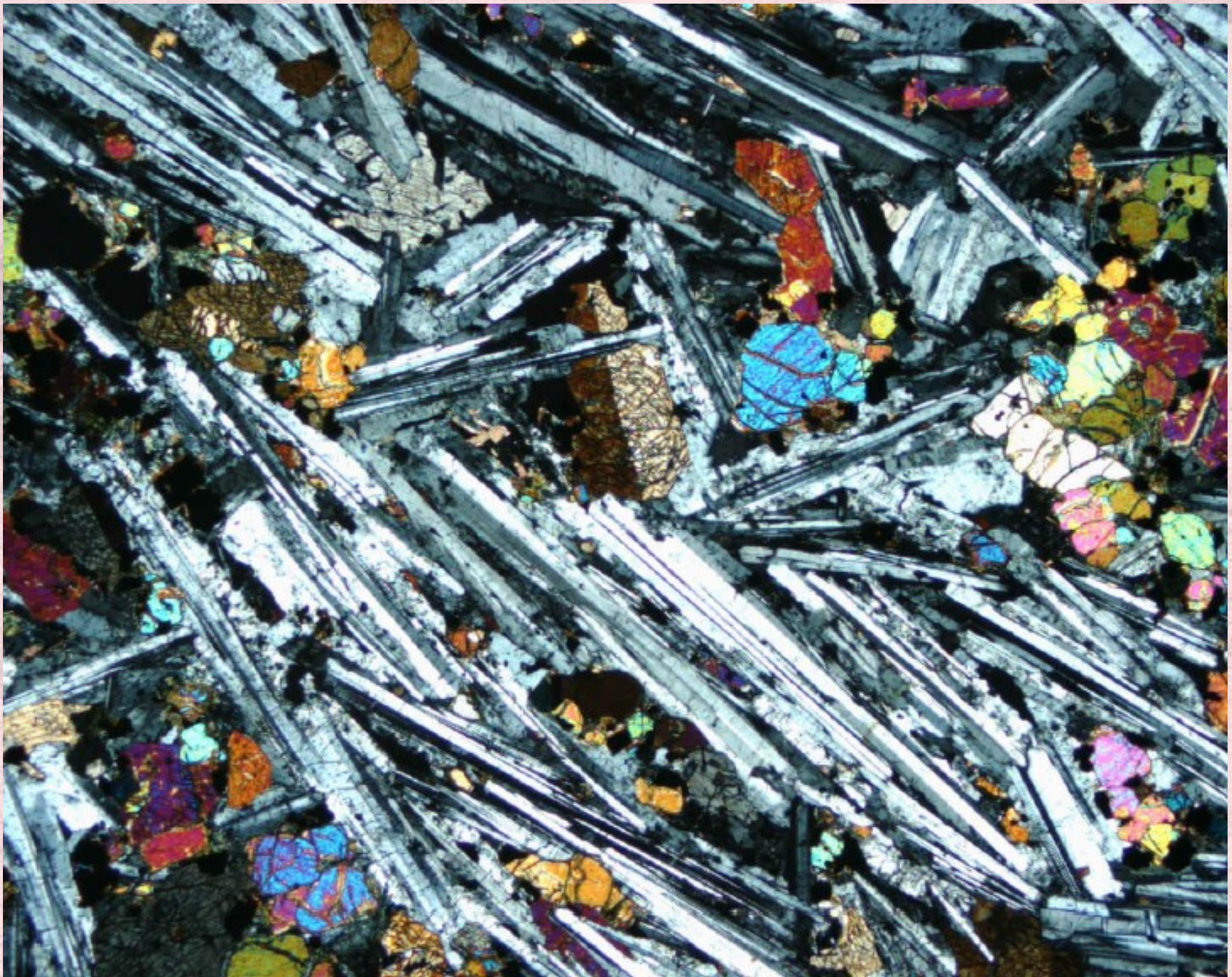
Plagioclase:
 labradorite - andesine
 OL (with picotite)
 augite, titanaugite

Groundmass

Plagioclase:
 bytownite - labradorite
 augite, pigeonite
 rare OL (with rxn rims)
 silica minerals

labradorite
 augite (rarely pig.)
 OL (w or w/o rxn rims)
 silica minerals and/or
 alkali feldspar

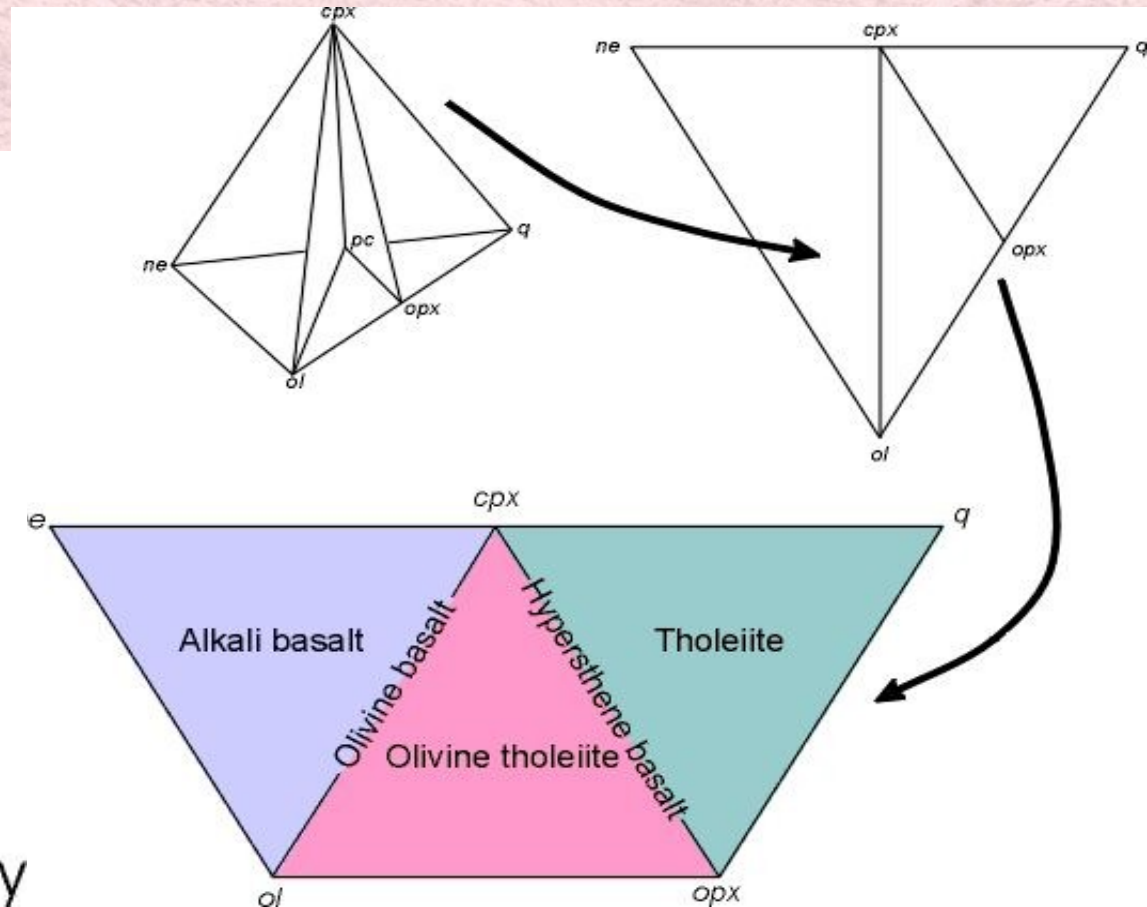
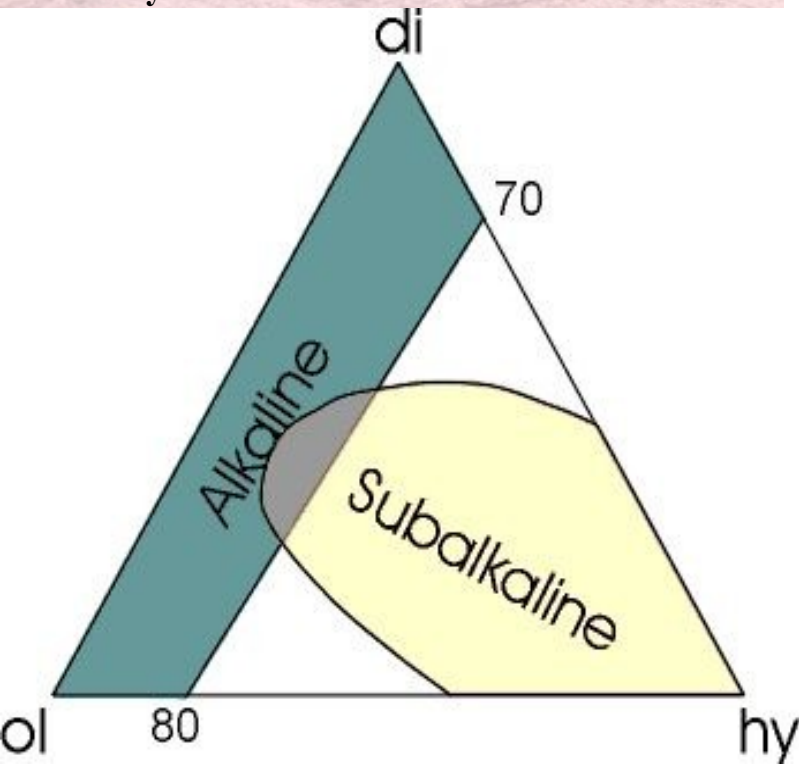
andesine
 augite, titanaugite
 OL (w/o rxn rims)
 alkali feldspar

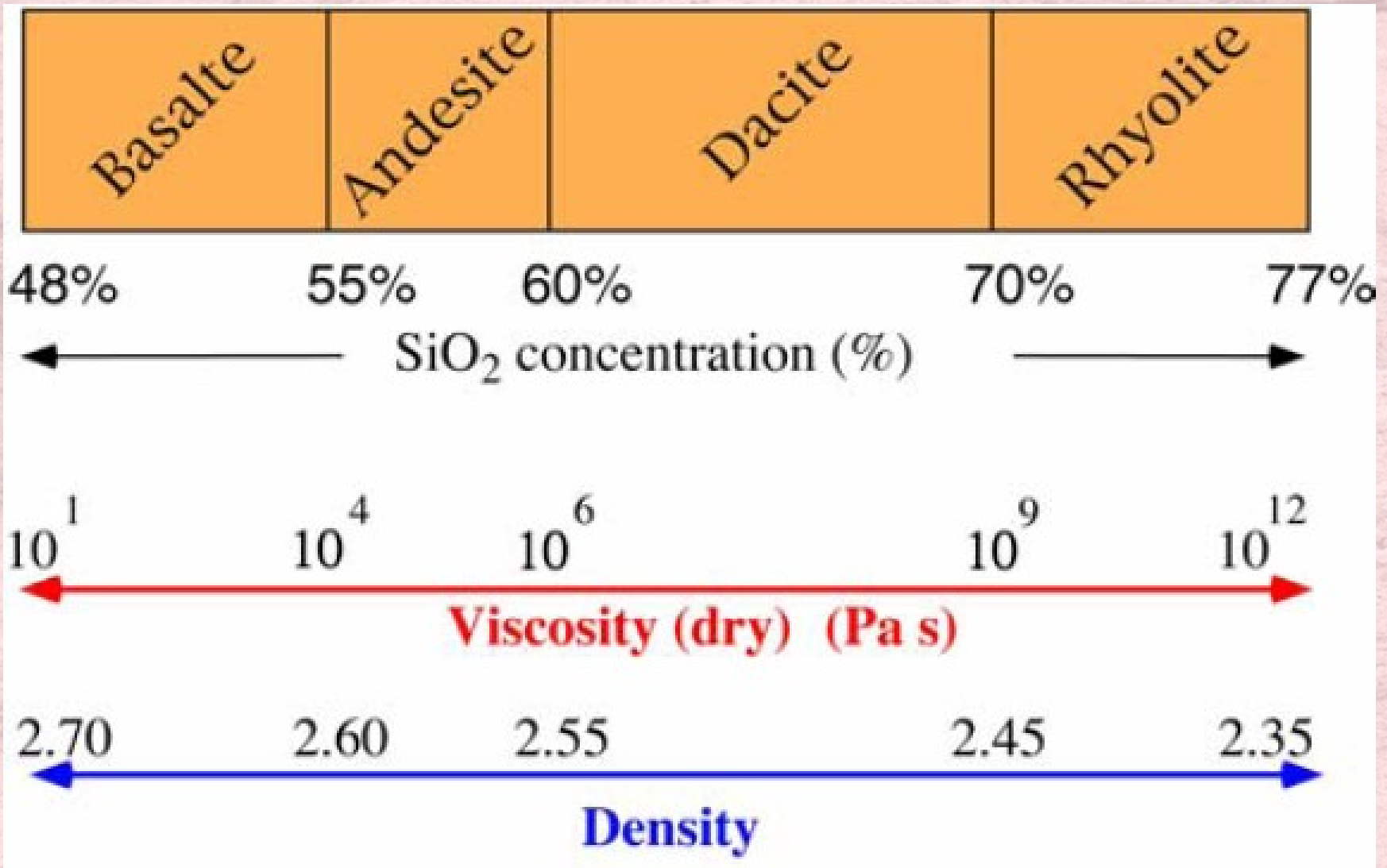


- Na základě normativních minerálů je možné klasifikovat tyto bazalty pomocí *tetraedru ne-q-cpx-ol*.
- Je možné vydělit několik typů bazaltů :1) q normativní - tholeiite, 2) en normativní - hypersthenický basalt, 3) en+fo - olivinický tholeit, 4) fo - olivinický basalt, 5) ne - alkali basalt.
- Modalní klasifikace se nemusí vždy shodovat s normativní ale:
- **Alkalické bazalty** – vyrostlice olivínu a nemají opx,
- **Tholeitický basalt** - opx vyrostlice a neobsahují olivín
- **Olivinický tholeit** - olivinové vyrostlice obklopené opx

Subalkalický - q normativní basalt - **tholeit**

Alkalický - ne normativní basalt - **alkalický olivinový basalt**



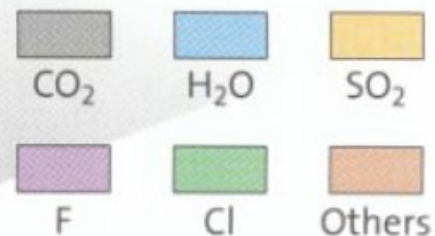
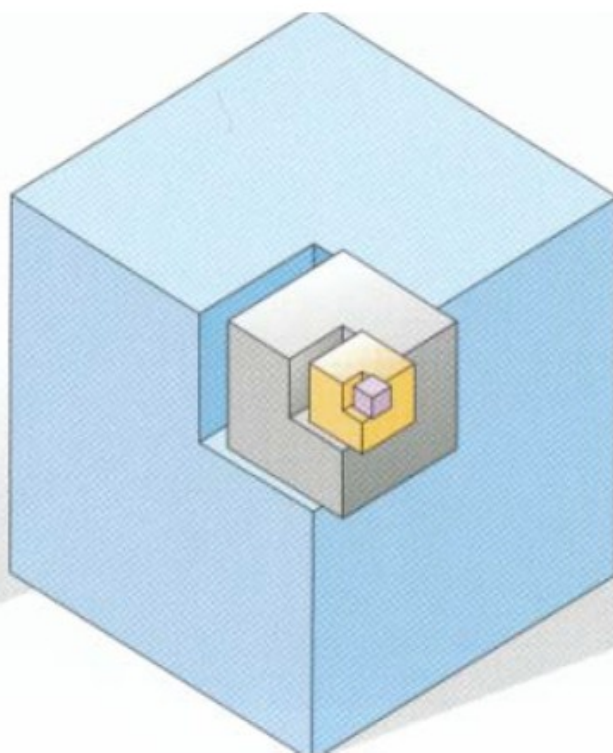
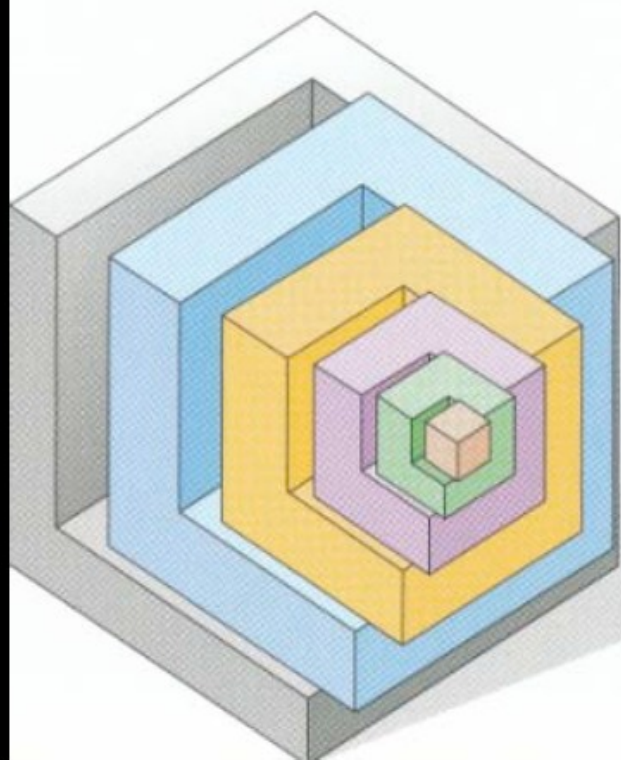


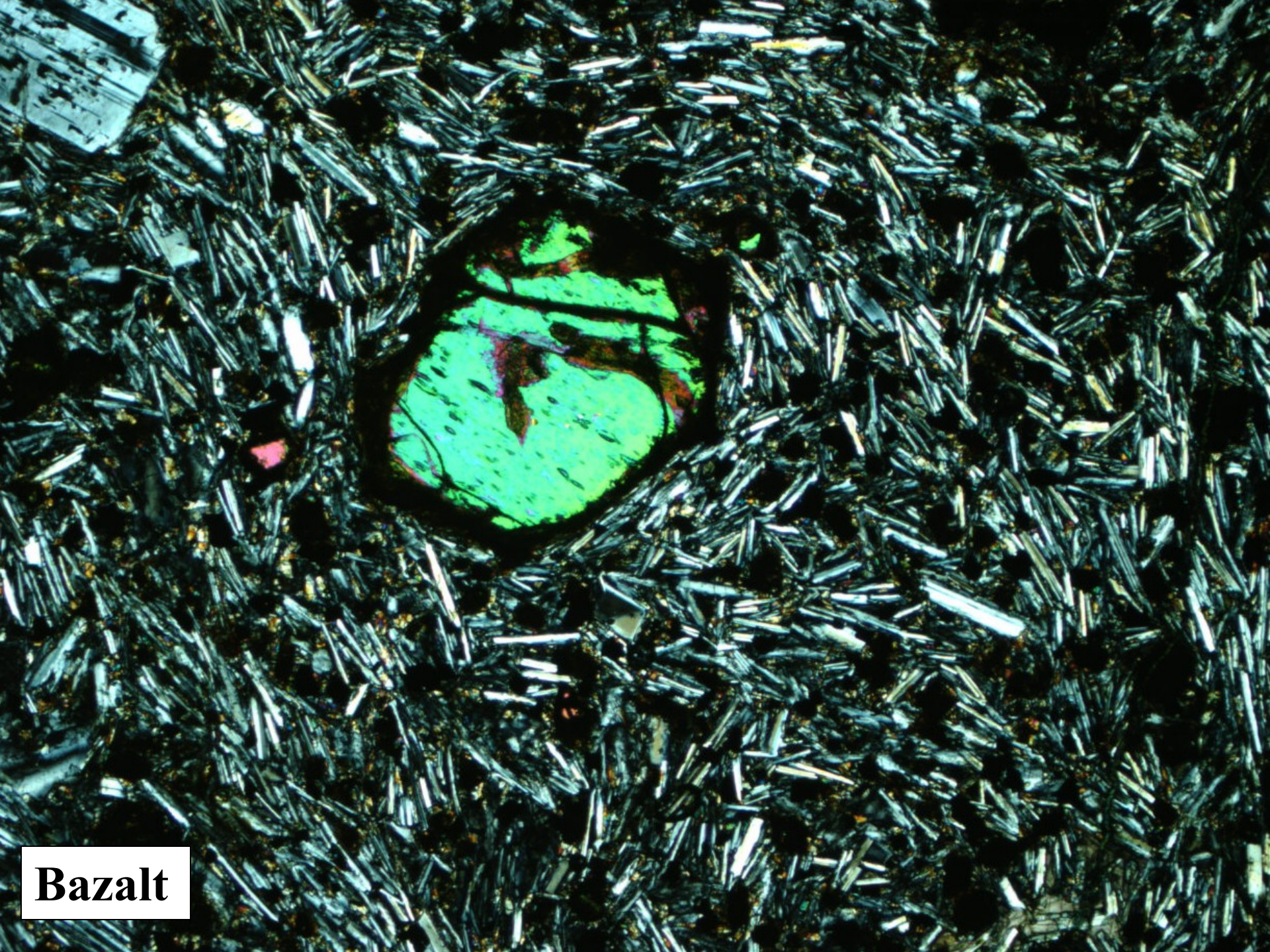
- Chování magmatu je výrazně ovlivněno viskozitou.
- Viskozita je závislá na obsahu SiO₂, fluid (H₂O, CO₂), na rychlosti krystalizace a obsahu krystalů.

Význam fluidní fáze

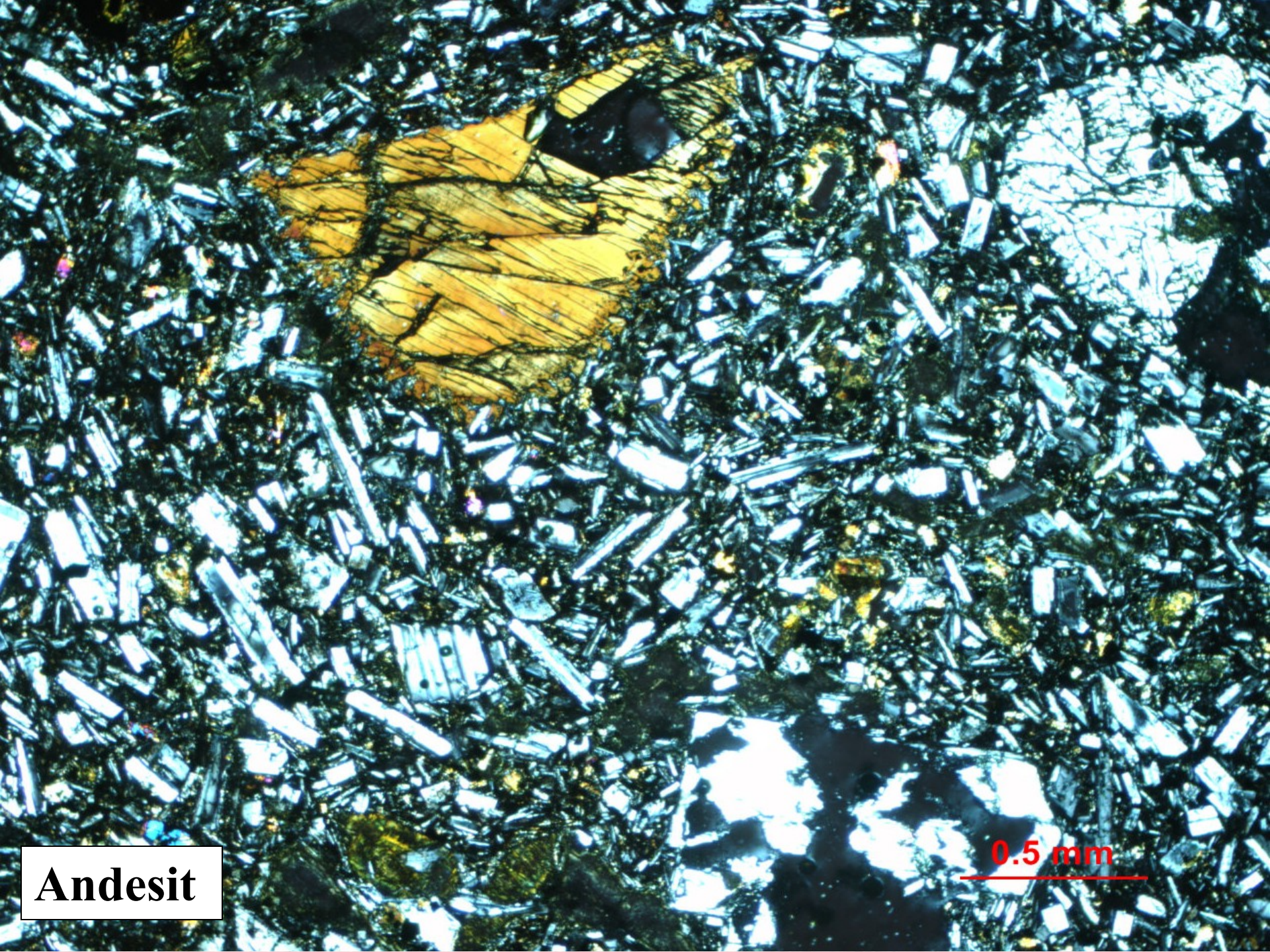
- snižuje viskozitu magmatu
- ovlivňuje typ erupce
- studium složení fluid umožňuje předpovědět kdy k erupci dojde

▼ Fig. 4.18. Volatile composition of basaltic (*left*) and rhyolitic (*right*) magmas



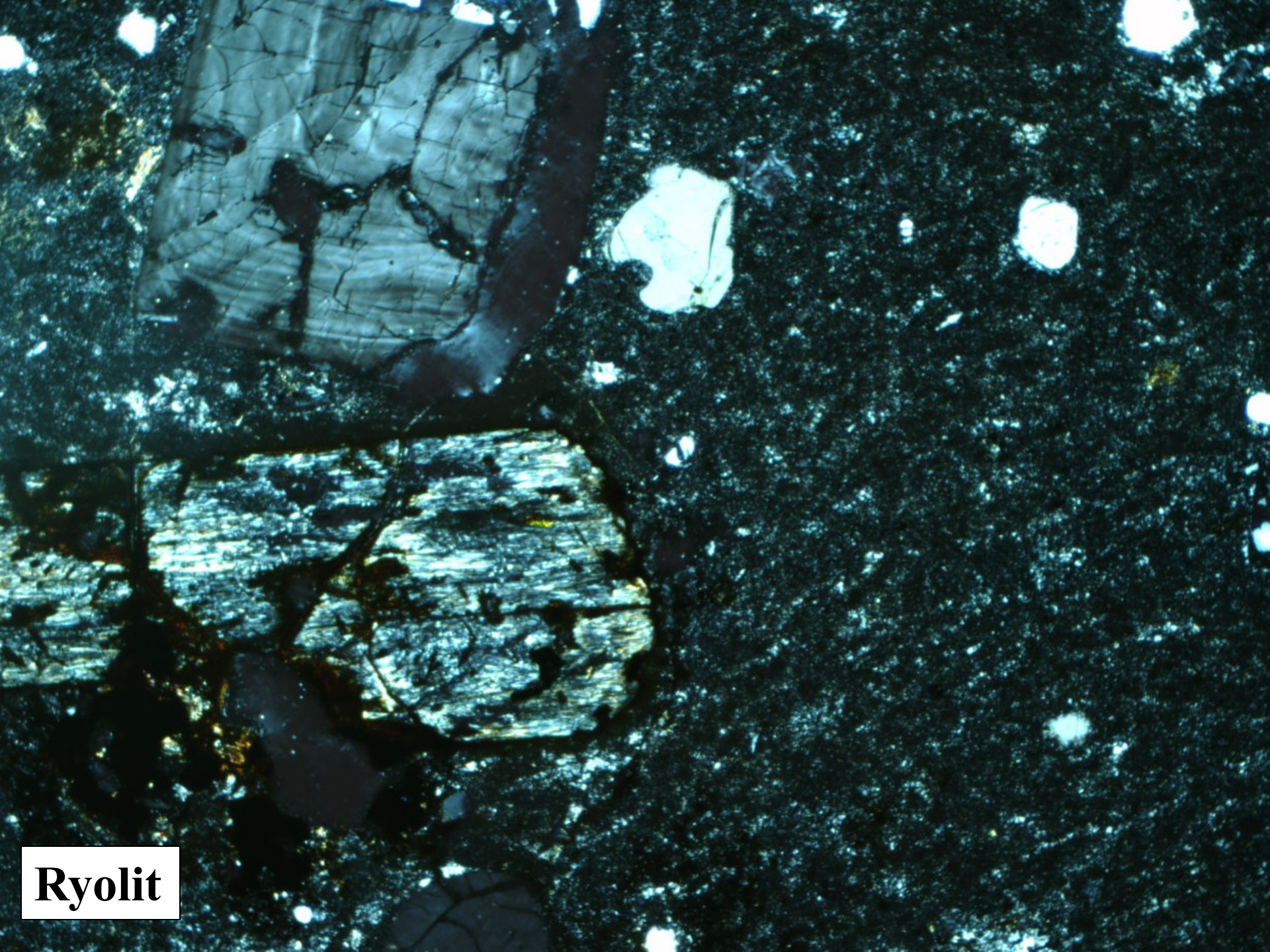


Bazalt



Andesit

0.5 mm



Ryolit



Žíla andezitů obsahuje enklávu metasedimentů (D00012, Mongolsko)

2) Produkty sopečných explozí - pyroklastické horniny a vulkanoklastické sedimenty

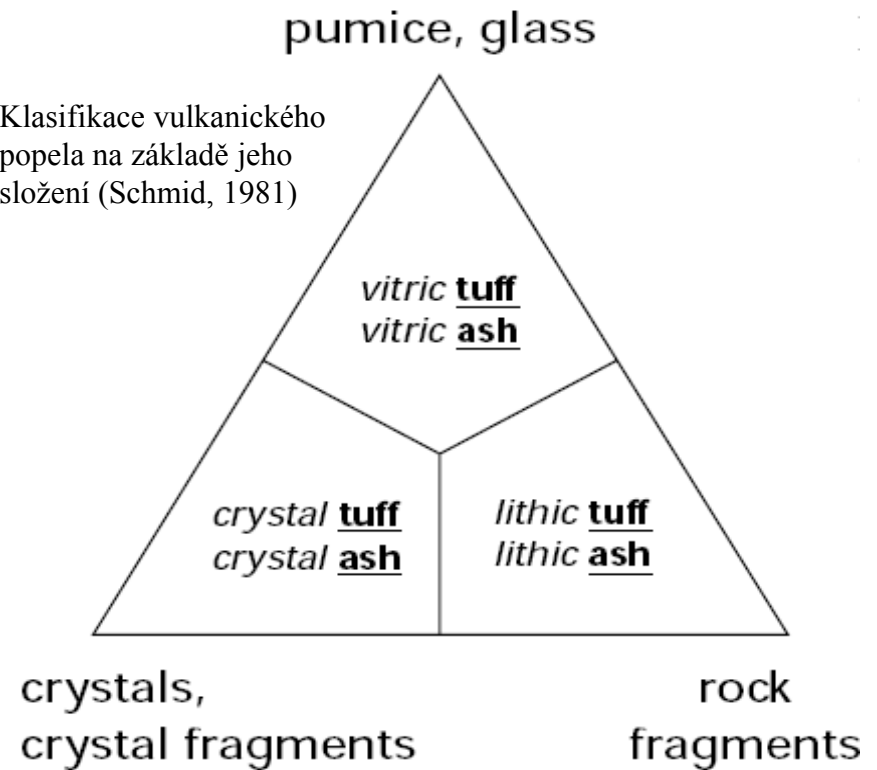
- **Pyroklastické horniny** = vulkanický materiál vyvrhovaný ze sopečného jícnu v podobě fragmentů různé velikosti: popel, lapili, struska (tj. bazaltová pemza) bomby, balvany.
- Jednoduchá klasifikační schémata jsou založená na složení materiálu nebo na velikosti.
- Termín tefra je v poslední době obecně užívaný pro všechny nezpevněné pyroklastické horniny.

Materiál:

Klasifikace a nomenklatura tufů na základě jejich složení (Schmid, 1981)



Klasifikace vulkanického popela na základě jeho složení (Schmid, 1981)

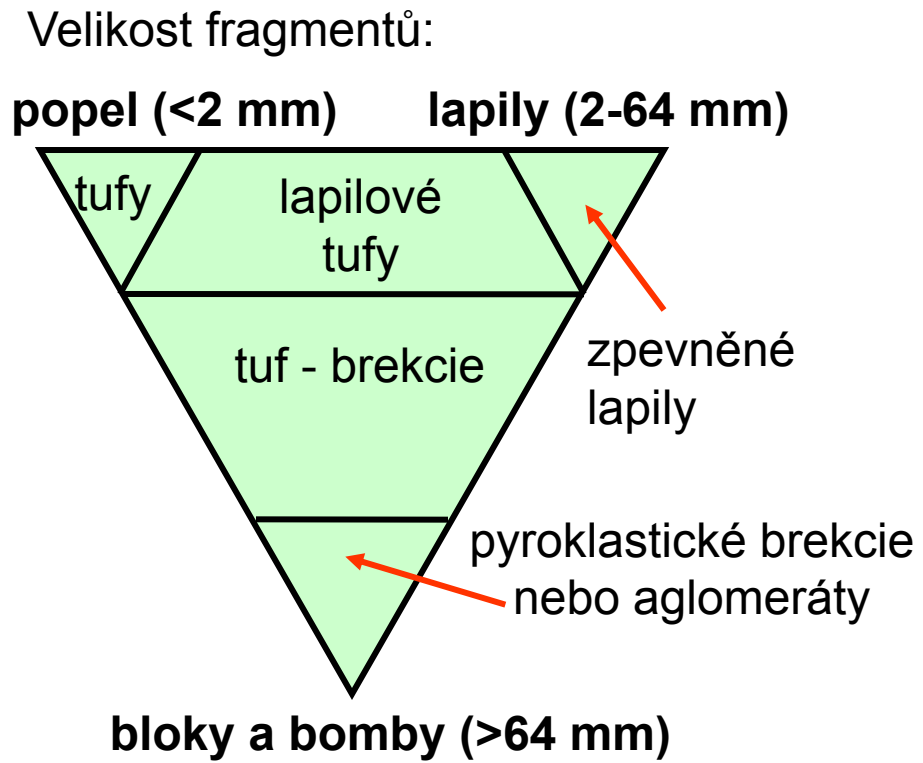




Poloha popelového tufu – poloha leží mezi dvěma proudy laharů (Nikaragua, Santa Lucia)

- Pyroklastický materiál (tefra) mohou tvořit úlomky pevných hornin, ale většinou jde o dosud neutuhlé magma které chladne až během letu atmosférou a/nebo po dopadu
- Často jde o směs několika komponent které se liší velikostí fragmentů:
 1. sopečné (vulkanické) bomby
 2. pemza kyselá pórovitá hornina
 3. lapilli (sopečná struska, škvára), bývají většinou pórovité, struskovitého vzhledu, o velikosti udávané např. 2 až 64 mm, tj. menší než bomby,
 4. vulkanický písek (v používané klasifikaci je řazen k vulkanickému popelu 2 - 0,04 mm)
 5. popel, skládající se z pyroklastických částic menších než 0,04 mm

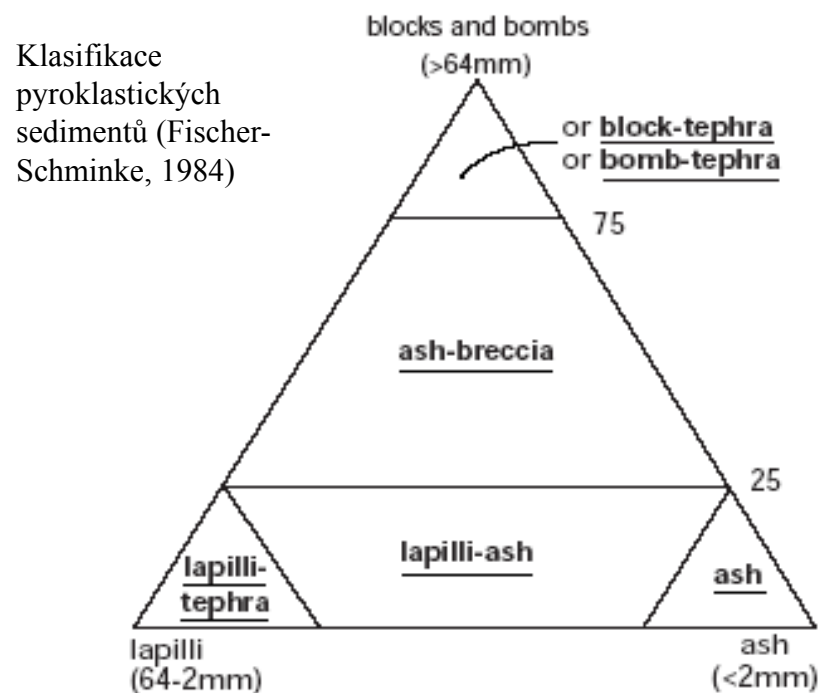
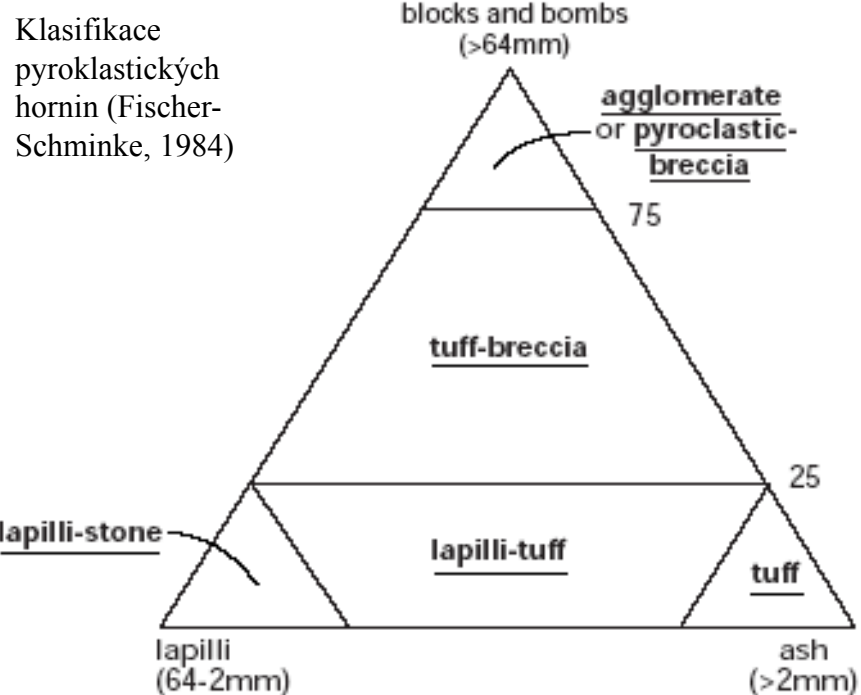
Klasifikace pyroklastických hornin (Fischer-Schminke, 1984)

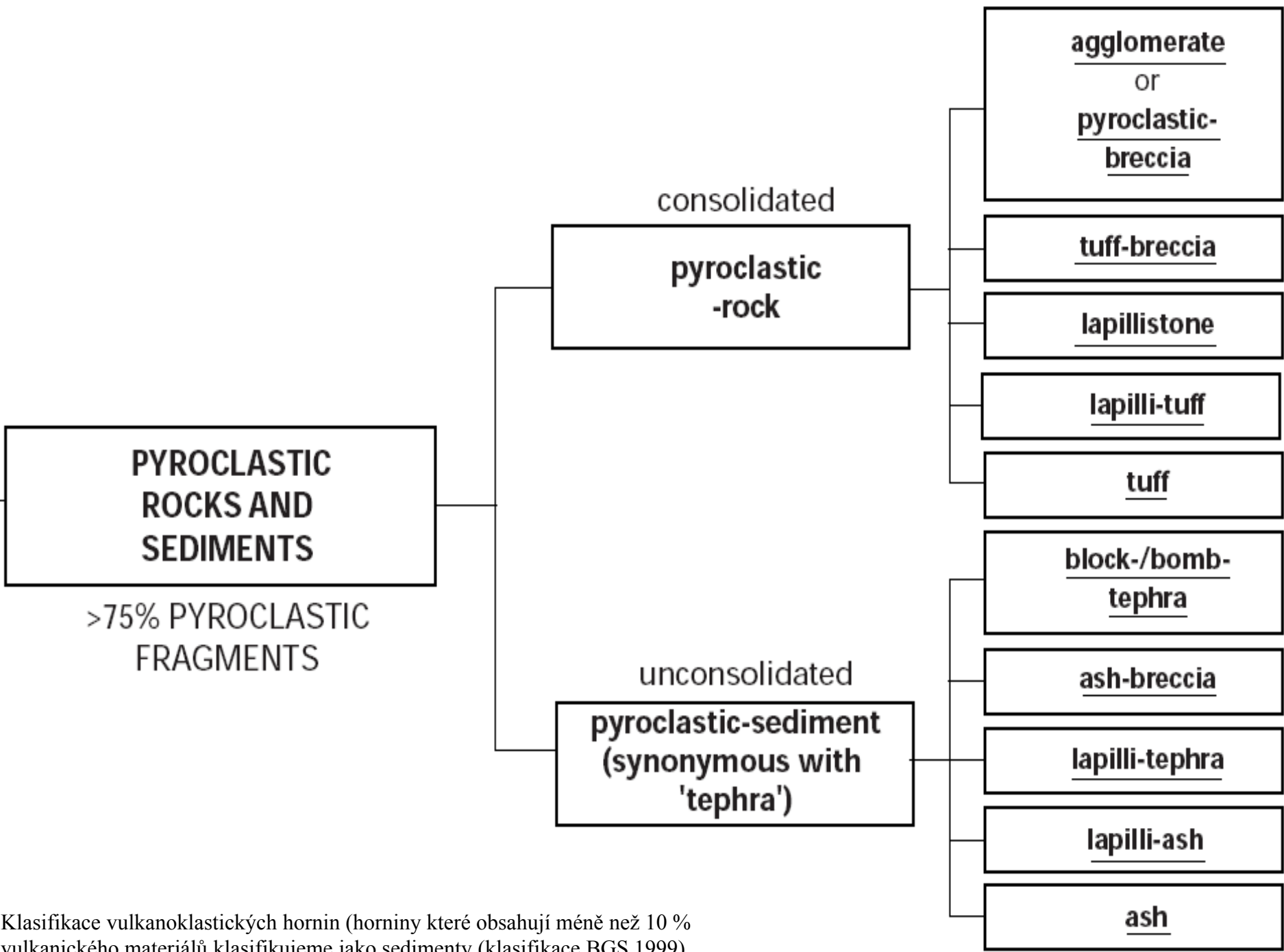


Klasifikace pyroklastických hornin (Hejtman, 1977)

vulkanické bloky a balvany	nad 250 mm
vulkanické kameny a bomby	250 - 63 mm
lapilli	63 - 2 mm
vulkanický písek	2 - 0,063 mm
vulkanický popel	0,063 - 0,004 mm
velmi jemný vulkanický popel	pod 0,004 mm

- Zpevněná hornina tvořená tefrou je tuf.
- Podle složení se rozeznává:
 - lithický tuf (složený z horninových částic)
 - krystalový tuf (složený z krystalů)
 - vitrický neboli sklovitý tuf (složený ze sopečného skla).
- Podle velikosti částic se někdy rozeznává: psamitický (pískový), pelitický (popelový), lapillový tuf apod.
- Termín sopečný aglomerátový tuf se používá pro smíšené horniny, obsahující jak nejhrubší, tak nejjemnější částice.
- Tufy bývají nevrstevnaté i laminované, gradačně zvrstvené a také různých struktur:
 - litoklastické: mezi klasty převládají horninové úlomky
 - vitroklastické (hyaloklastické): mezi klasty převládají sklovité úlomky
 - krystaloklastické mezi klasty převládají úlomky krystalů (živce).
- Tufogenní značí tufového původu: hornina obsahuje úlomky pyroklastik nebo tufů a případně produkty přeměn těchto hornin.





Klasifikace vulkanoklastických hornin (horniny které obsahují méně než 10 % vulkanického materiálu klasifikujeme jako sedimenty (klasifikace BGS 1999)



Tuf – Kostarika (lom Tajo La Pista)



Tuf – Kostarika (lom Tajo La Pista)

Typy klastů v pyroklastických horninách

1) pyroklasty

- Fragmentované v důsledku vulkanické erupce.
- Magmatické pyroklasty mají nepravidelné tvary s četnými bublinami drobné úlomky jsou střípkovité. Běžný je podíl skla v základní hmotě pyroklastů.
- Xenolitické pyroklasty jsou ostrohranné úlomky které nevznikly tuhnutím lávy během erupce.

2) autoklasty

- Fragmentované v důsledku pohybu částečně ztuhlé lávy.
- Autoklasty jsou ostrohranné, mohou být často pórovité ale ne v mikroměřítku.

3) hyaloklasty

- Fragmentované v důsledku šokového zchlazení lávy na kontaktu s vodou.
- Hyaloklasty jsou ostrohranné a obsahují vysoký podíl skla.

4) epiklasty

- Fragmentované v důsledku zvětrávání a eroze láv a zpevněných pyroklastik.
- Klasty bývají v důsledku transportu zaoblené.
- Epiklastika jsou většinou polymiktní (tvořená fragmenty různých vulkanických hornin).



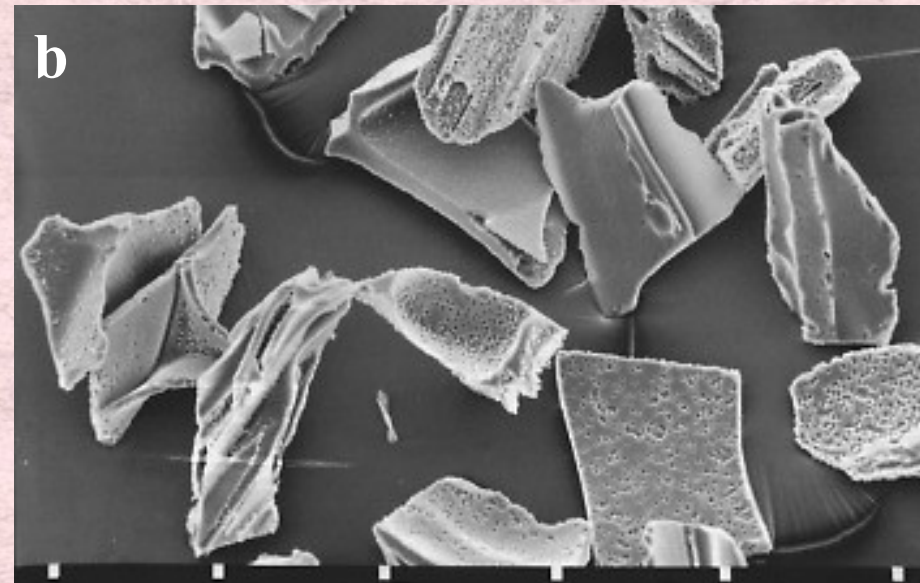
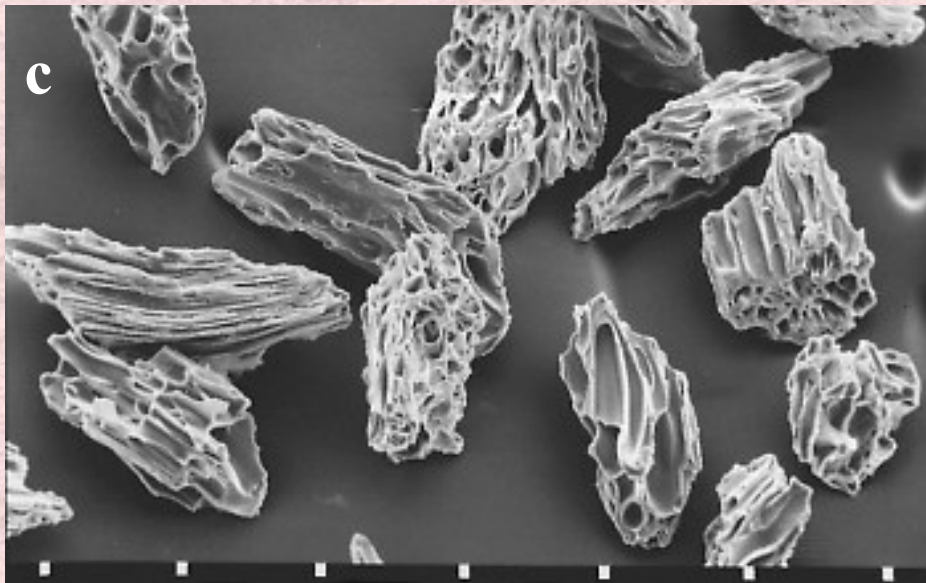
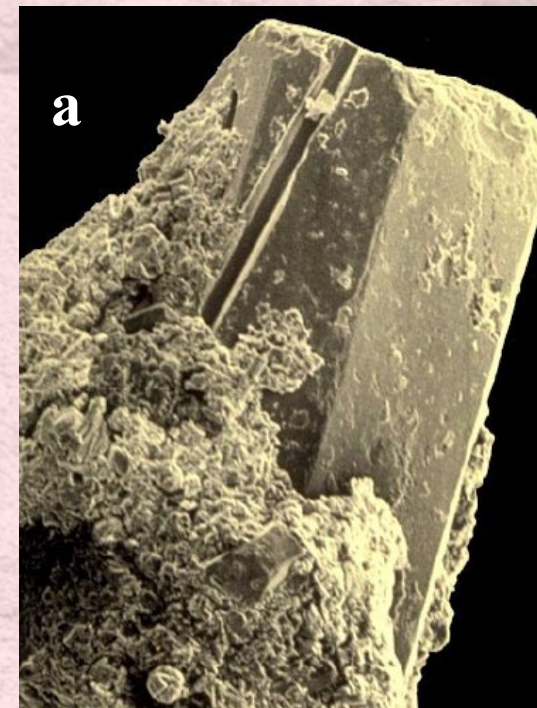
Cerro Negro (Nikaragua)



- **Struska (*Scoria*)**
- vesikulární (napěněná) skelná lávová hornina bazaltového nebo andesitického složení
- je vyvrhovaná ze sopečného jícnu během explozivní erupce
- napěnění je výsledkem úniku plynů z magmatu během erupce (má vyšší hustotu než voda)
- barva je šedá až černá a výrazně závisí na obsahu železa
- někdy bývá na povrchu oxidovaná (červená barva)

Vulkanický popel (Volcanic ash)

- jde o úlomky skla krystalů nebo pemzy o velikosti < 2 mm
- (a) automorfní krystaly jsou často obklopené sklem a rozlámané
- (b) úlomky skla tvořily původně obal bublin někdy jde o trojné body mezi několika bublinami
- bubliny vznikly při erupci při expanzi plynu v magmatu
- na některých úlomcích je parné rozpouštění kyselou podzemní vodou
- (c) drobné pemzové úlomky s oválnými dutinami po plynech expandujících v magmatu během erupce



Vulkanické lapily (Volcanic lapilli)

- jde o úlomky skelných hornin nebo pemzy o velikosti 2-64 mm
- bubliny vznikly při erupci při expanzi plynu v magmatu
- tvar u větší lapil může ovlivnit transport atmosférou velmi často však jde o ostrohranné úlomky



Písčité lapily obklopují vulkanickou bombu (Mongolsko)

Lapily (Etna,)

Vulkanické bomby (Bomb)

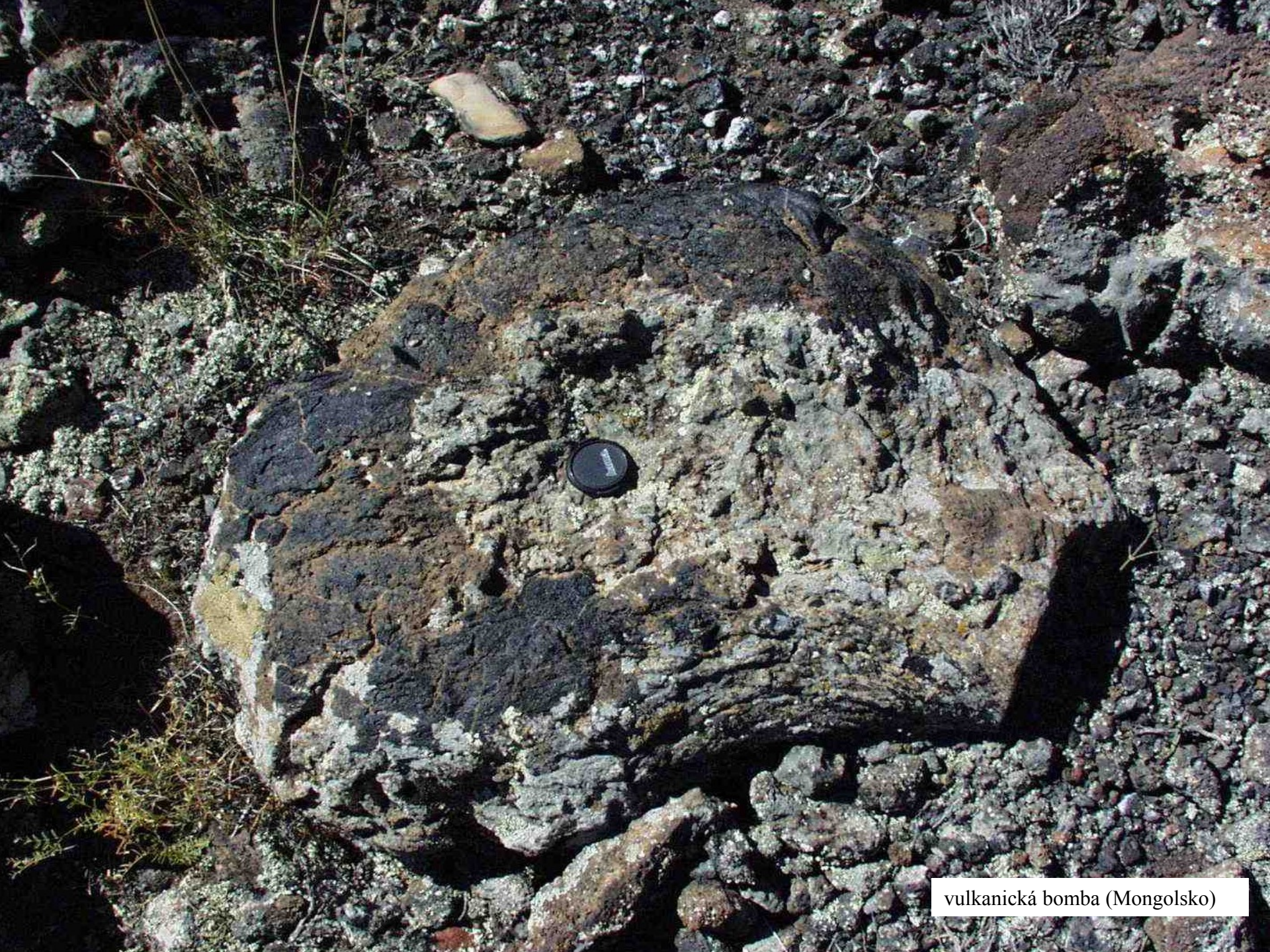
- vulkanické bomby jsou fragmenty lávy vyvržené v plastickém stavu z vulkánu
- Jsou v průměru větší než 64 mm
- Často mají aerodynamický tvar vzniklý během letu



These basaltic lava bombs were erupted by Mauna Kea Volcano, Hawai'i. **Photograph by J.P. Lockwood on July 10, 1982**



Písčité lapily obklopují vulkanickou bombu (Mongolsko)



vulkanická bomba (Mongolsko)



Vulkanická bomba s chlebovou kůrkou (Breadcrust bomb)

- praskliny na povrchu se podobají těm na chlebovému bochníku
- tyto trhliny vznikají při prudkém schlazení
- povrch je studený a křehký
- střed ještě horký a expanduje v důsledku zvětšení bublin plynů

This dacite breadcrust bomb (about 15 cm in diameter) was erupted from the lava dome at Mount St. Helens, Washington. **Photograph by D.W. Wieprecht in March 1997**

Slzy Pelé (Pele's tears)

- kousky roztavené lávy z fontán tuhnou rychle
- vznikají tak malé sklovité kapky



Hundreds of strands of Pele's hair intertwined on the surface of a pahoehoe flow at Kilauea Volcano, Hawai'i. The glass strands were erupted from Mauna Ulu, a shield that formed on the east rift of Kilauea between 1969 and 1974.

Photograph by D.W. Peterson on 27 March 1984



Assorted shapes of Pele's tears collected a few kilometers downwind from Mauna Ulu from along the Hilina Pali Road on Kilauea Volcano, Hawai'i. U.S. dime for scale in lower right. **Photograph by J.D. Griggs in November 1984**

- někdy vznikají podobným způsobem vlasy (Pele's hair)
- mají v průměru méně než 0,5 mm a jsou až 2 m dlouhé



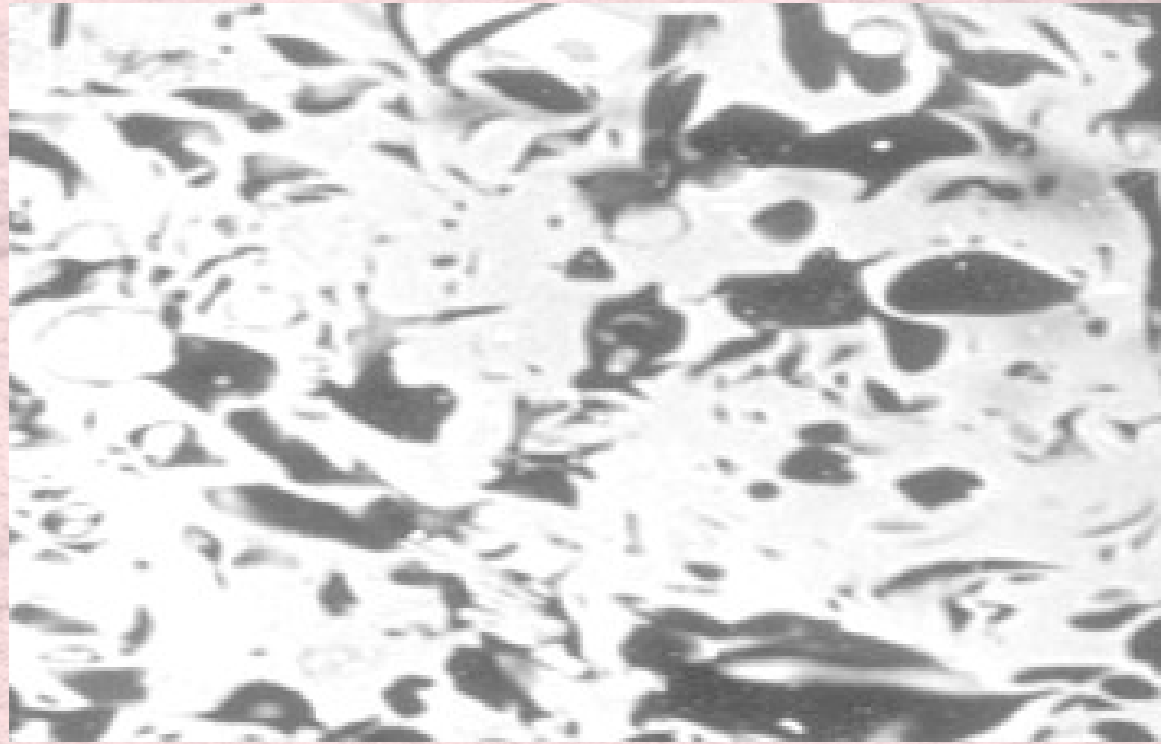
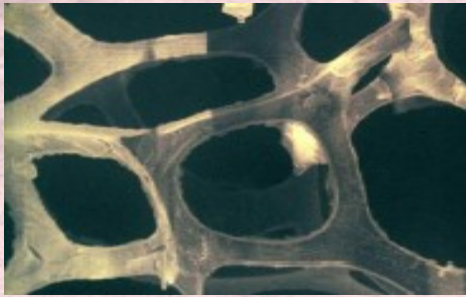
Dacitová vulkanická bomba s chlebovou kůrkou (Vulkánou)



bazaltová vulkanická bomba neogenní vulkanizmus (Boaco, Nikaragua)

- **Pemza (*Pumice*)**

- vysoce pórovitá kyselá nebo intermediální láva
- tvořena hlavně vulk. sklem
- vznikla při explozi vulkánu
- plave na vodě a má sférické nebo oválné póry



- **Retikulit (*Reticulite*)**

- je to vlastně bazaltová pemza, bubliny vytváří strukturu podobnou včelímu plástu
- vznikl napěněním lávy v lávových fontánách
- láva z velké části zchladla jako sklo
- narozdíl od pemzy neplave na vodě protože bubliny jsou propojené (95-99% pórů)



Reticulite erupted from Kilauea Volcano, Hawai'i. Photograph by J.D. Griggs

Klasifikace pyroklastických hornin s cizorodou příměsí

- Klasifikace vulkanoklastických je založena na (Fisher a Schmincke, 1984):
 1. zrnitosti
 2. způsobu fragmentace a typů fragmentů
 3. příměsí nevulkanických komponent
- Pokud není možné přesně určit genezi tak použijeme obecný termín vulkanoklastika (Fisher, 1961).



Tephra erupted by Mount St. Helens on 18 May 1980 ranging in size from ash (left 2 piles) to lapilli (right 2 piles) **D. Wieprecht**.

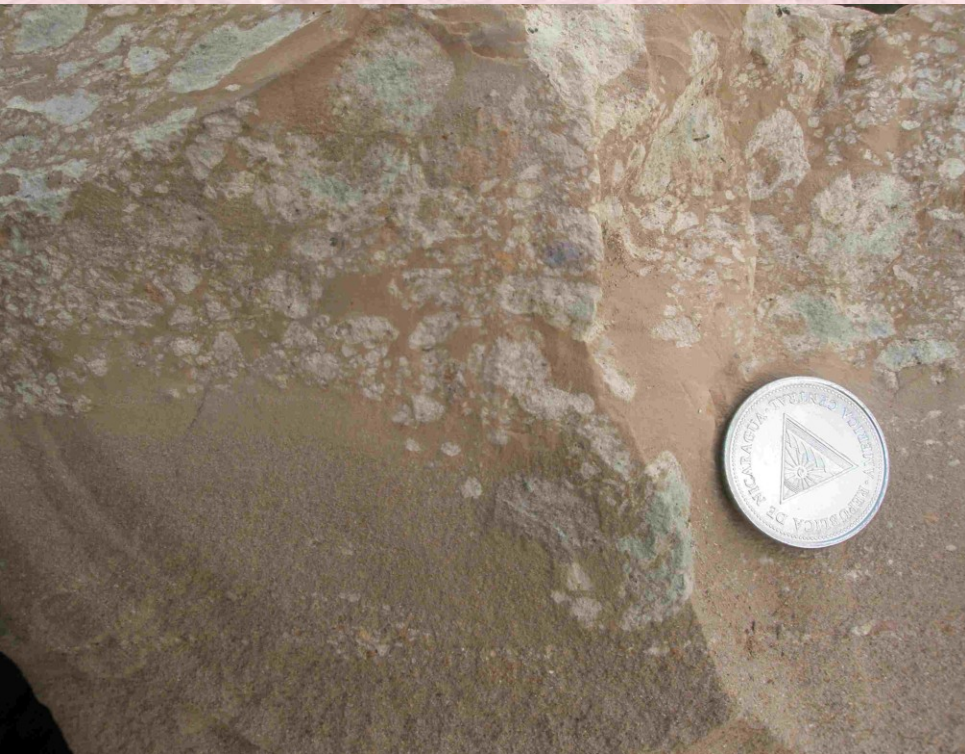
- Pyroklastika vznikají během vulkanické exploze a mohou být monomiktní i polymiktní (v případě freatomagmatické erupce).
- Autoklastika vznikají rozlámáním lávového proudu a jsou monomiktní přičemž petrografie klastů odpovídá lávě ze které jsou odvozená.



Jemnozrná pyroklastika (popel), erupce před 2120±120 (Nikaragua, Acahualinca)

Epiklastické sedimenty

- horniny jejichž součástí jsou úlomky vzniklé zvětráváním a erozí
- většina materiálu je produktem staršího vulkanizmu
- přítomná zrna zaoblená až polozaoblená
- sklo není přítomno je totiž obvykle rozloženo
- matrix je nejčastěji jíl nebo karbonát
- terigení materiál je nečastěji tvořen zrny křemenného prachu



Písčité epiklastické sedimenty s klasty pemzy, Boaco (D118)

Písčité epiklastické sedimenty, Boaco (D184)



Epiklastický sediment - konglomerát tvořený zaoblenými až ostrohrannými úlomky ignimbritů (Permské vulkanity, Mongolsko)

Figure 5 Classification and nomenclature of pyroclastic fragments and well-sorted pyroclastic sediments and rocks (after Schmid, 1981).

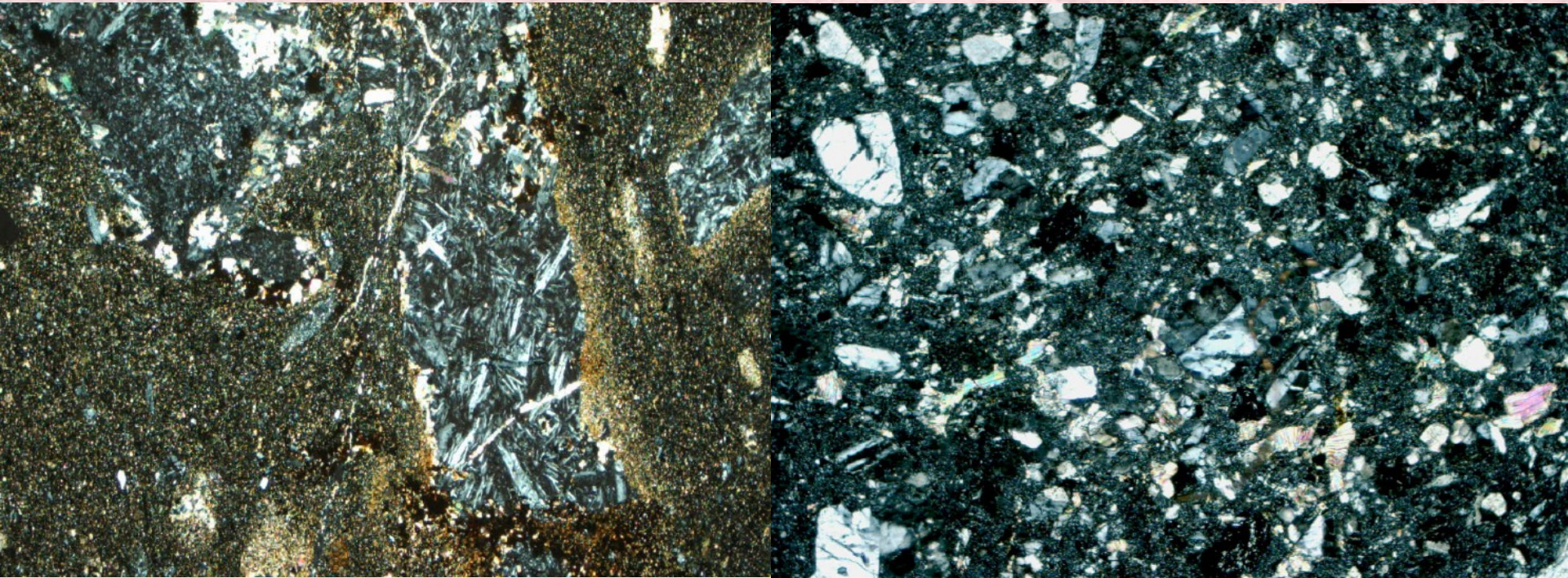
Fragment size in mm	Dominant pyroclastic fragment	Pyroclastic sediments	Pyroclastic rocks
64	bomb, block	<u>bomb-tephra</u> <u>block-tephra</u>	<u>agglomerate</u> <u>pyroclastic-breccia</u>
	lapillus	<u>lapilli-tephra</u>	<u>lapillistone</u>
2	coarse ash grain	<i>coarse</i> <u>ash</u>	<i>coarse</i> <u>tuff</u>
0.032	fine ash grain	<i>fine</i> <u>ash</u>	<i>fine</i> <u>tuff</u>

Figure 6 Classification of volcanoclastic rocks containing more than 10% volcanic debris (based on Schmid, 1981).

Average fragment size in mm	Pyroclastic rocks	Tuffites	Volcanoclastic sedimentary rocks
64	<u>agglomerate</u> <u>pyroclastic-breccia</u>	<u>tuffaceous-conglomerate</u>	<u>volcanoclastic-conglomerate</u>
	<u>lapillistone</u>		
2	<i>coarse</i> <u>tuff</u>	<u>tuffaceous-sandstone</u>	<u>volcanoclastic-sandstone</u>
0.032	<i>fine</i> <u>tuff</u>	<u>tuffaceous-mudstone</u>	<u>volcanoclastic-mudstone</u>
Amount of pyroclastic material	100%–75%	75%–25%	25%–0%

Vulkanoklastické sedimenty a tufity

- nezpevněná pyroklastika bývají často přemístována a míšena se sedimentárním materiálem
- jemnější sopečný popel může být větrem unášen desítky i stovky kilometrů
- činí-li jeho podíl 25-75 (10 až 50) %, hornina se nazývá tufit (tufity vznikají zvláště při podmořských explozích)
- často se v názvu navíc zdůrazňuje zrnitost horniny
- sediment s vulkanickou příměsí používáme pokud převládá sedimentární materiál (například pískovec s vulkanickou příměsí = méně než 25% vulkanického materiálů)



Tufitický prachovec místy s většími vulk. klasty – Fsp, Bt, Qtz
(Mongolsko O0341)

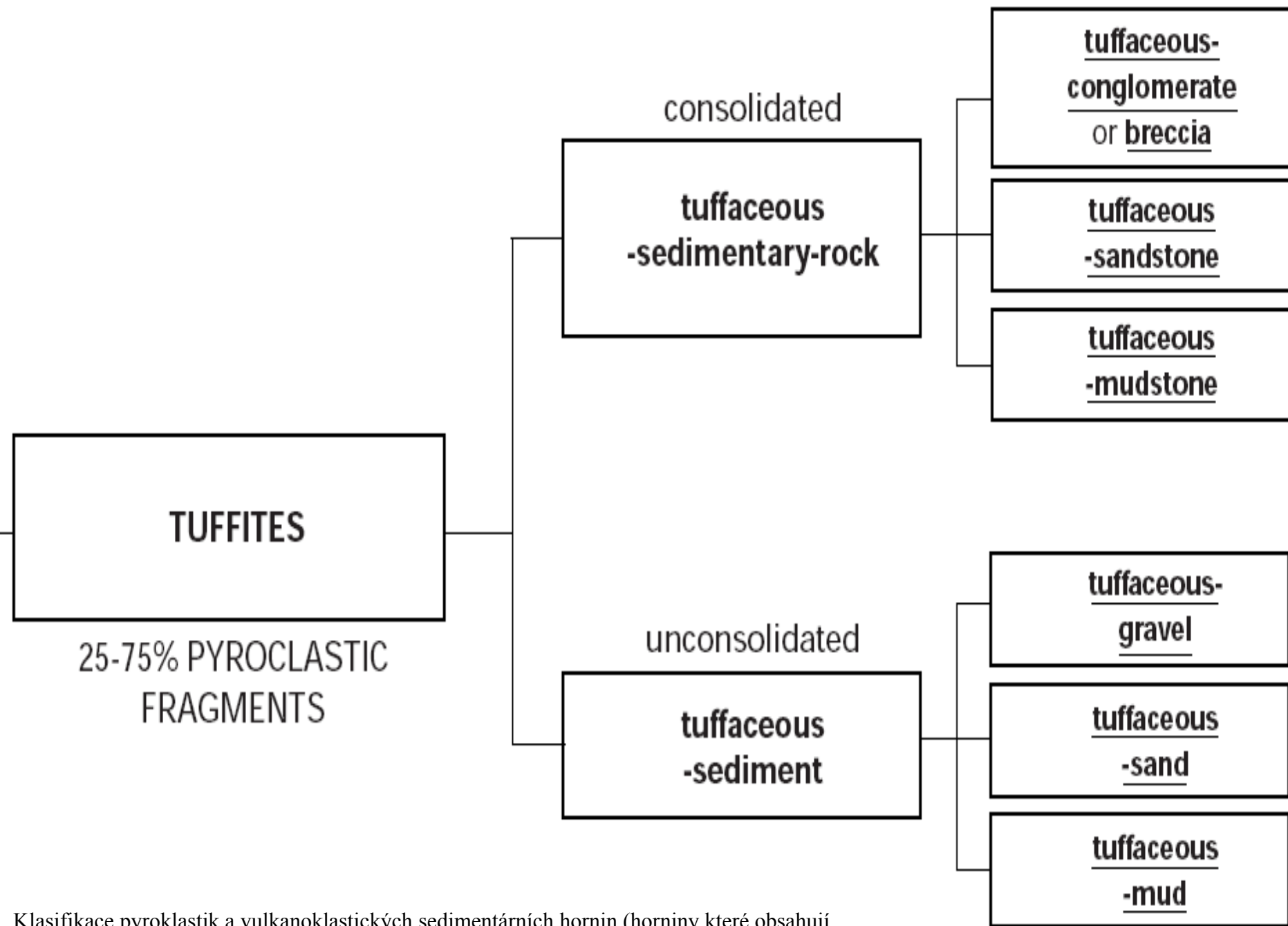
Tufitický pískovec – Fsp, Bt, Qtz (Mongolsko H0588)



Vulkanoklastický sediment (Mongolsko D0900)



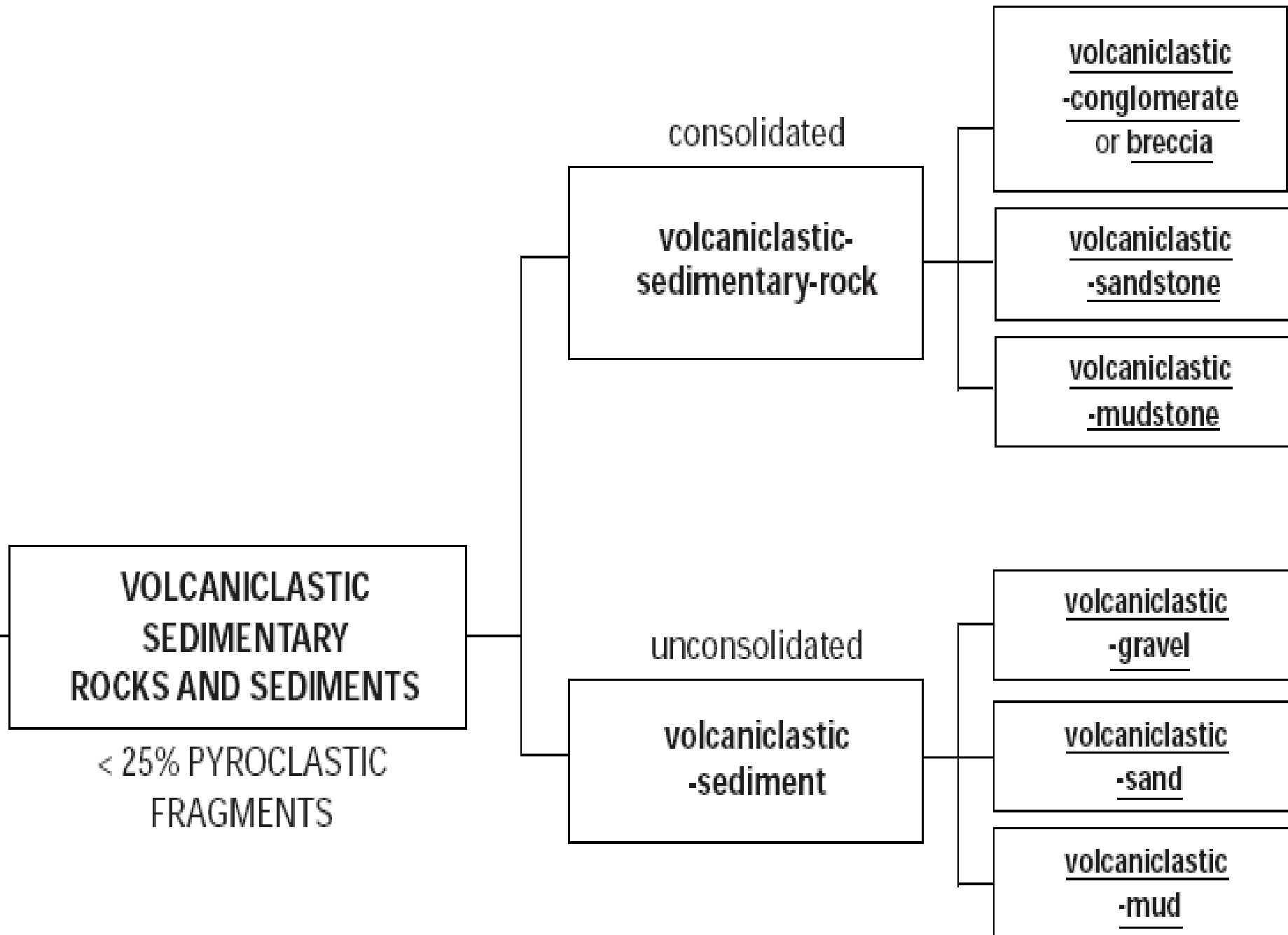
Vulkanoklastický sediment (Mongolsko D0671)



Klasifikace pyroklastik a vulkanoklastických sedimentárních hornin (horniny které obsahují méně než 10 % vulkanického materiálu klasifikujeme jako sedimenty (klasifikace BGS 1999))



Tufitický konglomerát – Kostarika (lom Tajo La Pista)



Klasifikace pyroklastik a vulkanoklastických sedimentárních hornin (horniny které obsahují méně než 10 % vulkanického materiálu klasifikujeme jako sedimenty (klasifikace BGS 1999)



Vulkanoklastický sedimenty – poloha leží mezi dvěma proudy laharů (Nikaragua, Santa Lucia)

Použitá literatura

- řada prezentací volně dostupná na internetu
- Strahler, A. (1999): *Introducing Physical Geography*. Wiley, New York
- Karásek, J. (2001): *Základy obecné geomorfologie*. Přírodovědecká fakulta MU, Brno, 216 s.
- Demek, J. (1987): *Obecná geomorfologie*. Academia, Praha, 476 s.
- <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie>
- http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/
- <http://volcanoes.usgs.gov/>
- <http://en.wikipedia.org/>
- <http://volcano.und.nodak.edu>
- <http://www.sopky.cz/>