

# **Vulkanizmus a jeho následky**

**I.**

**Úvod**

**David Buriánek**

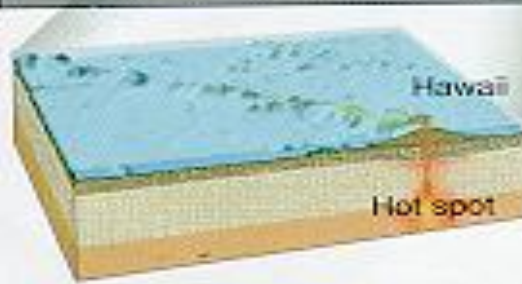
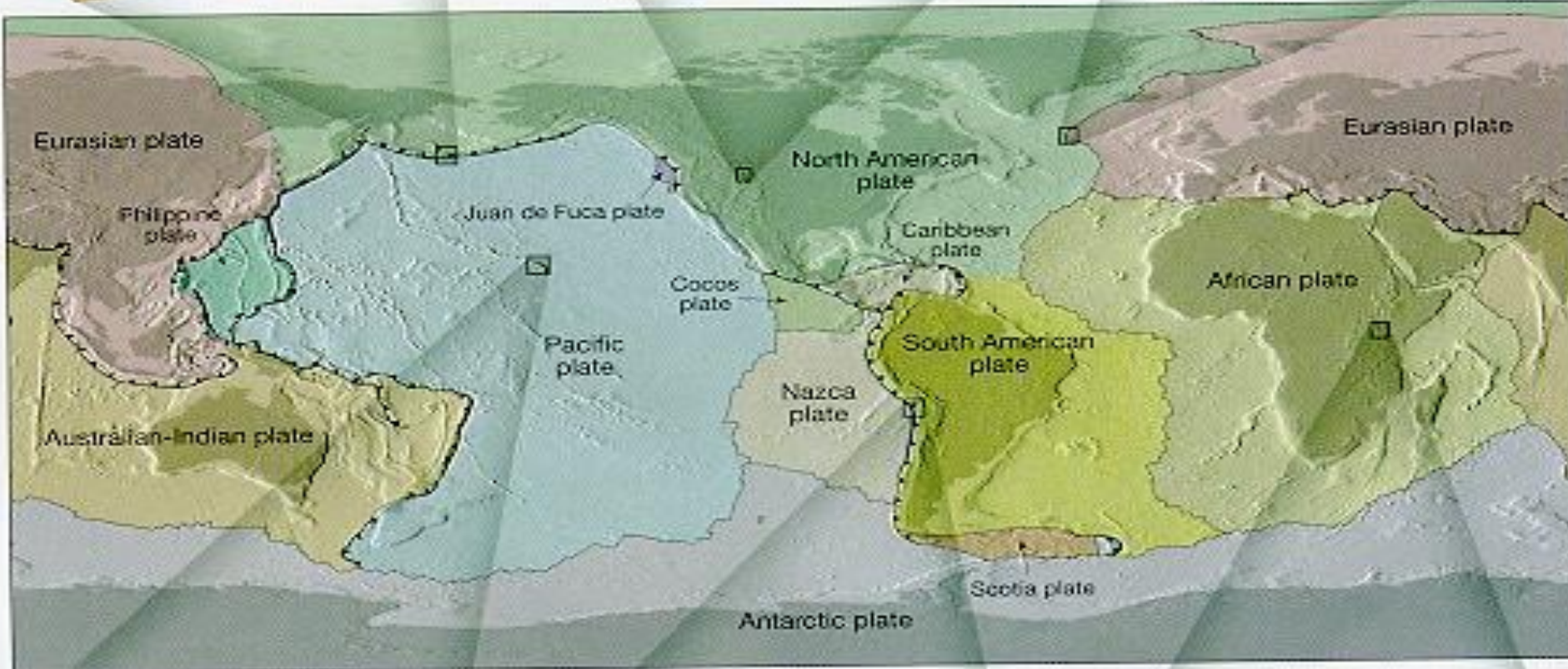
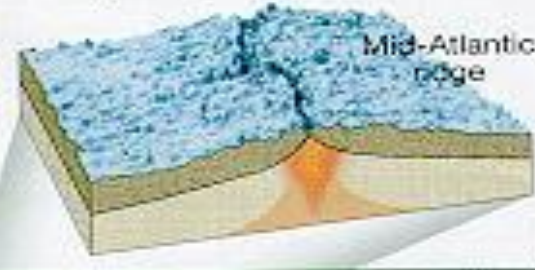
Subduction zone volcanism



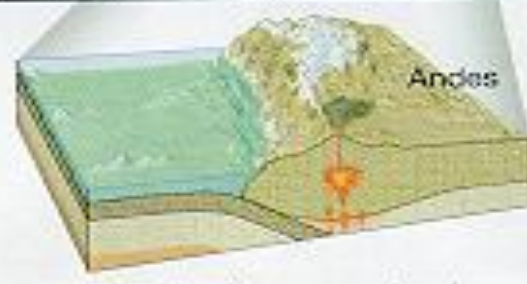
Intraplate volcanism (continental)



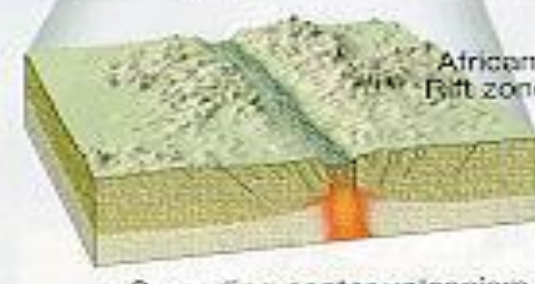
Spreading center volcanism



Intraplate volcanism (oceanic)



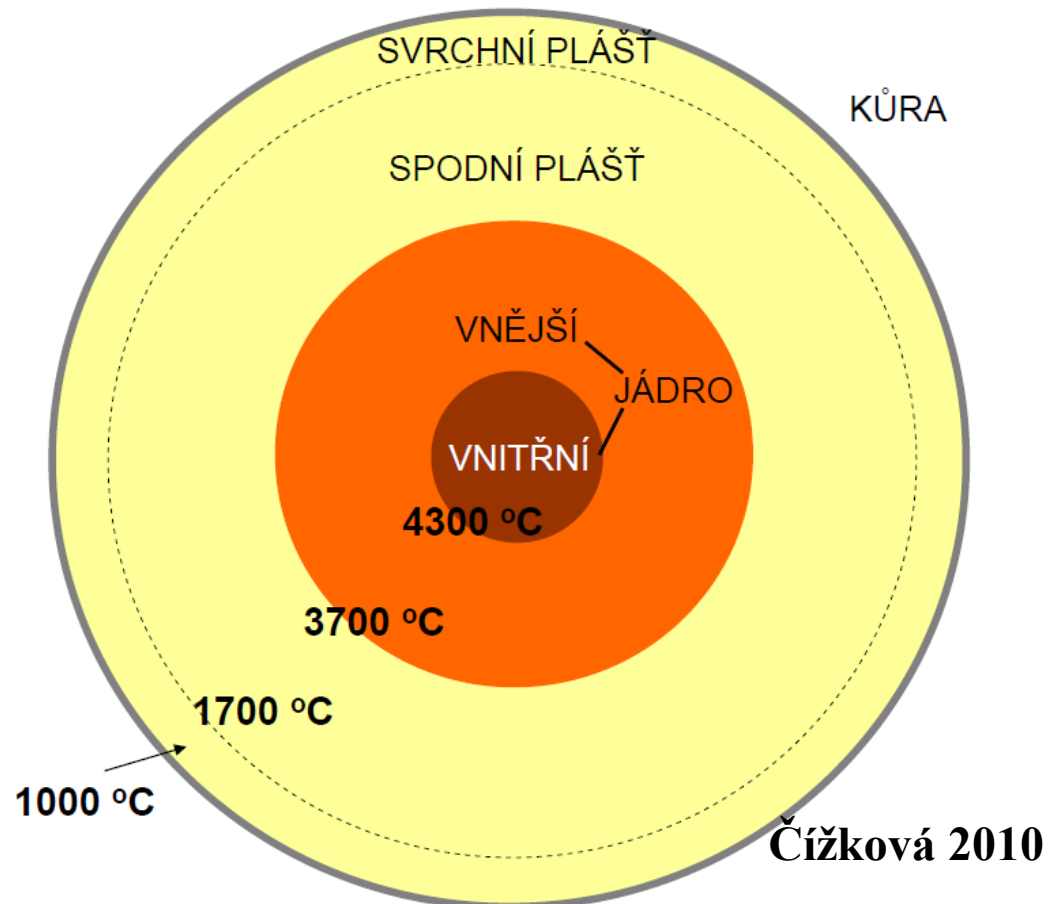
Subduction zone volcanism

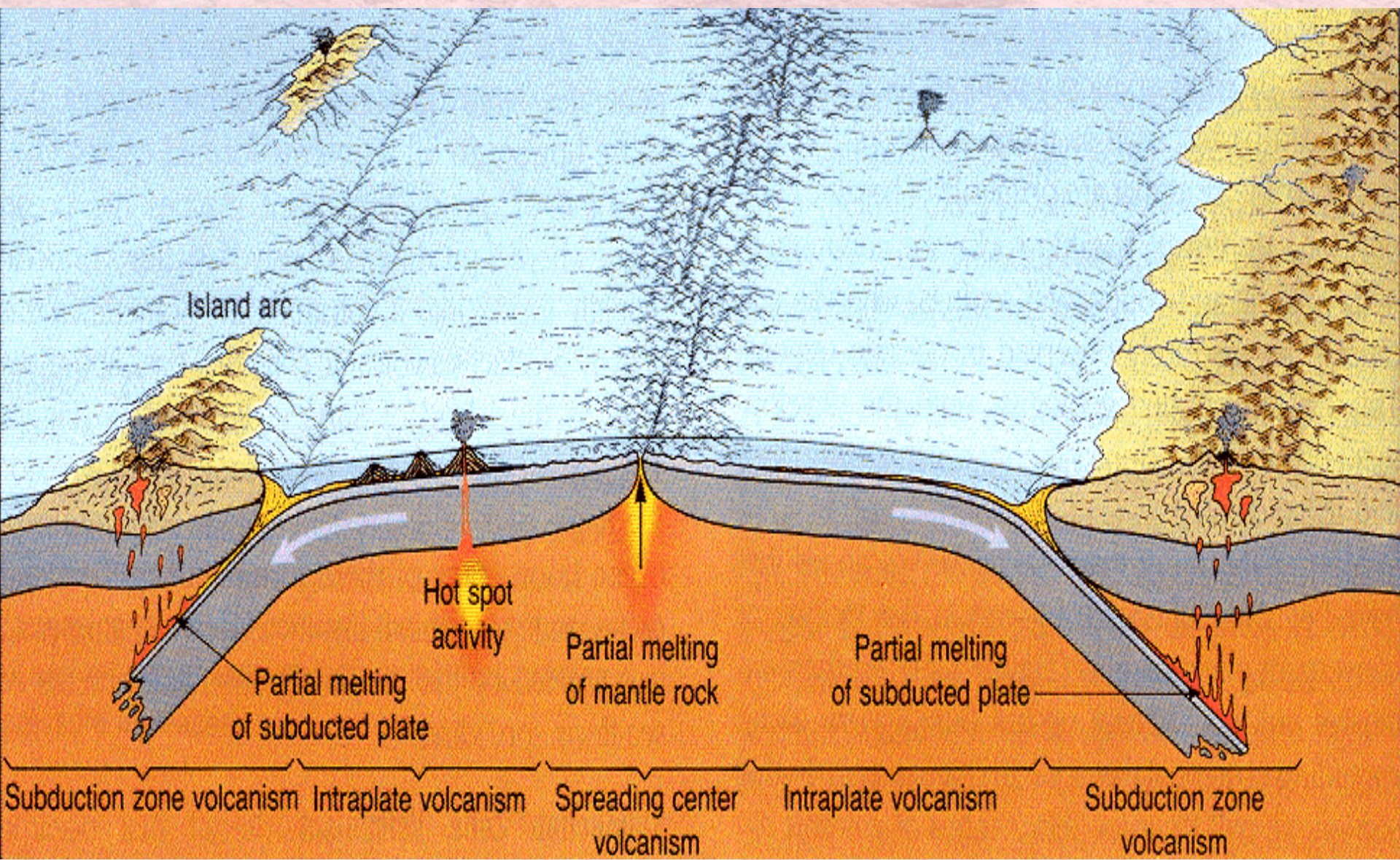


Spreading center volcanism

- Kůra je oproti plášti
- obohacena nekompatibilními (mobilními) prvky např. Si, Al, Na, K, Rb, U, Th, REE, Ba, Sr, Zr, Nb, Ta
- ochuzena o kompatibilní prvky např. Mg, Fe, Cr, Ni, Co

## ŘEZ ZEMSKÝM NITREM: **TEPLOTA**





# I. Okraje litosferických desek

## 1) divergntní

### A) Středoocéánský hřbet nebo zoblouková pánev

MORB = Mid Ocean Ridge Basalt

neexplozivní výlevy v pásu přes 70 000 km dlouhém

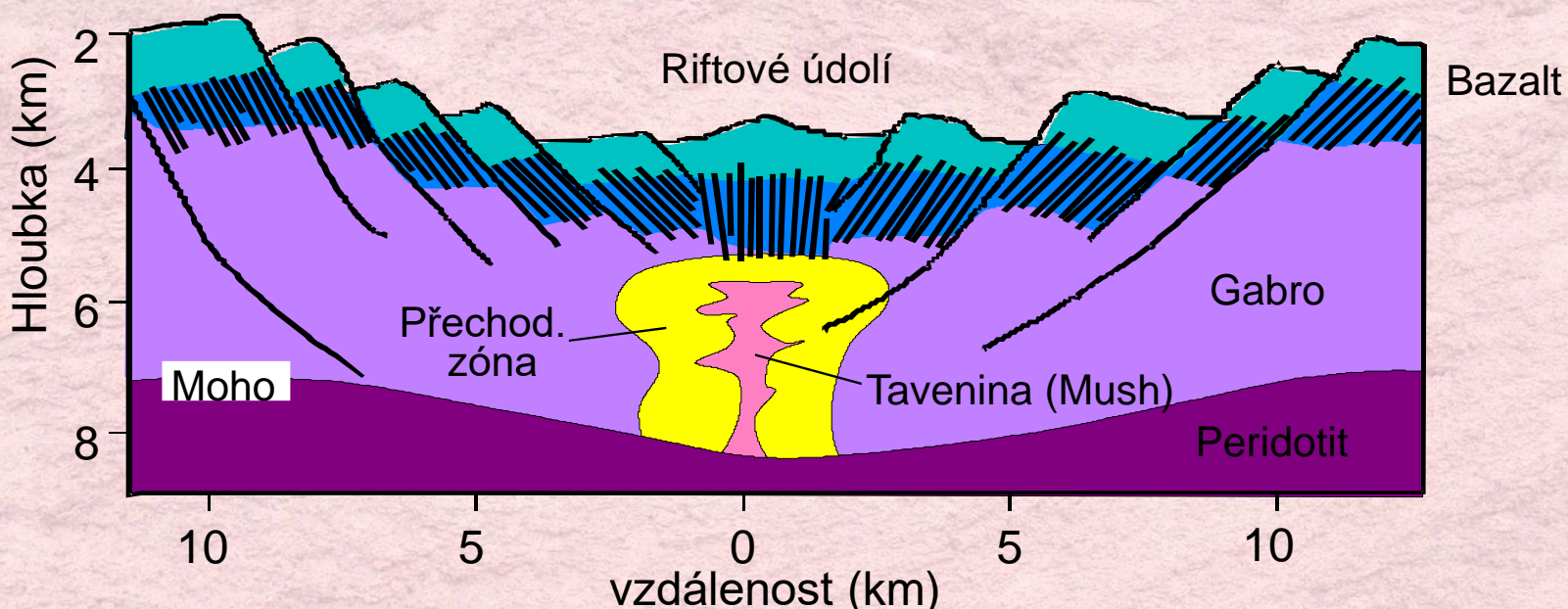
dominují TH bazalty

zdroj pláště

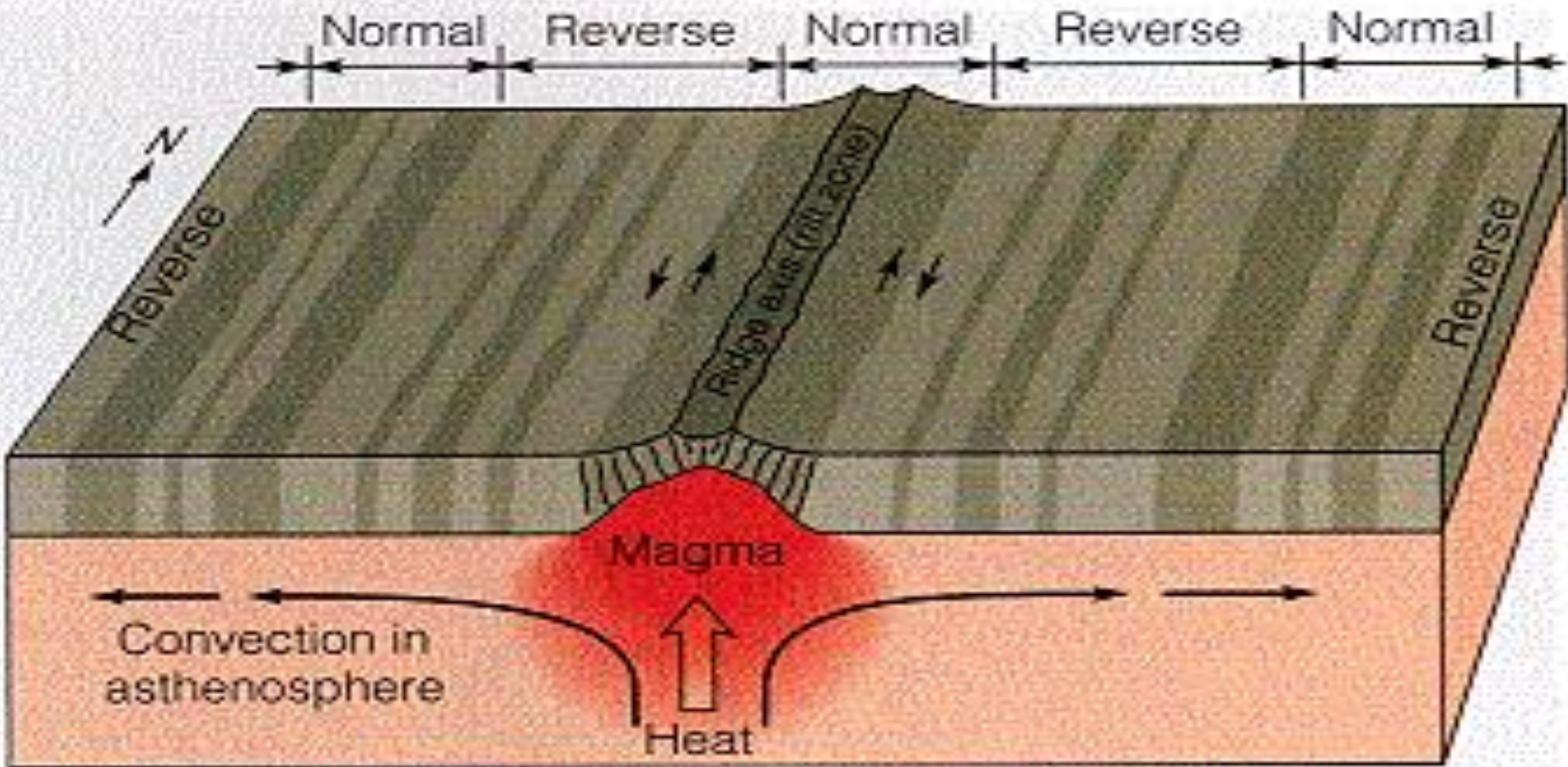
Hydrotermální cirkulace v oceánské kůře = mořská voda je zahřívána až na 400 °C

alterace bazaltů a uvolňování některých prvků (Si, Ca, Mn, Zn, Fe, Cu atd.) =

„black and white smokers“

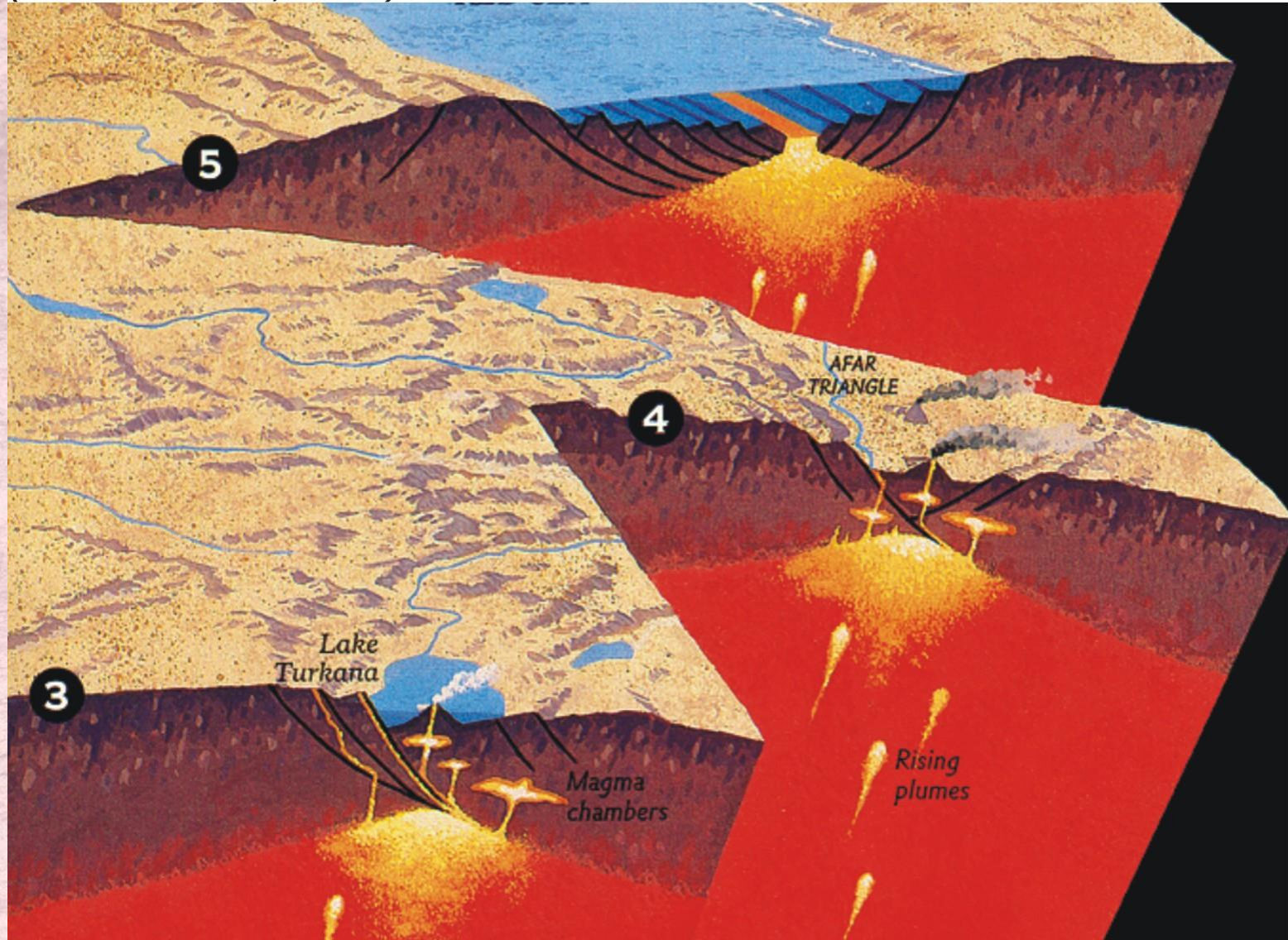


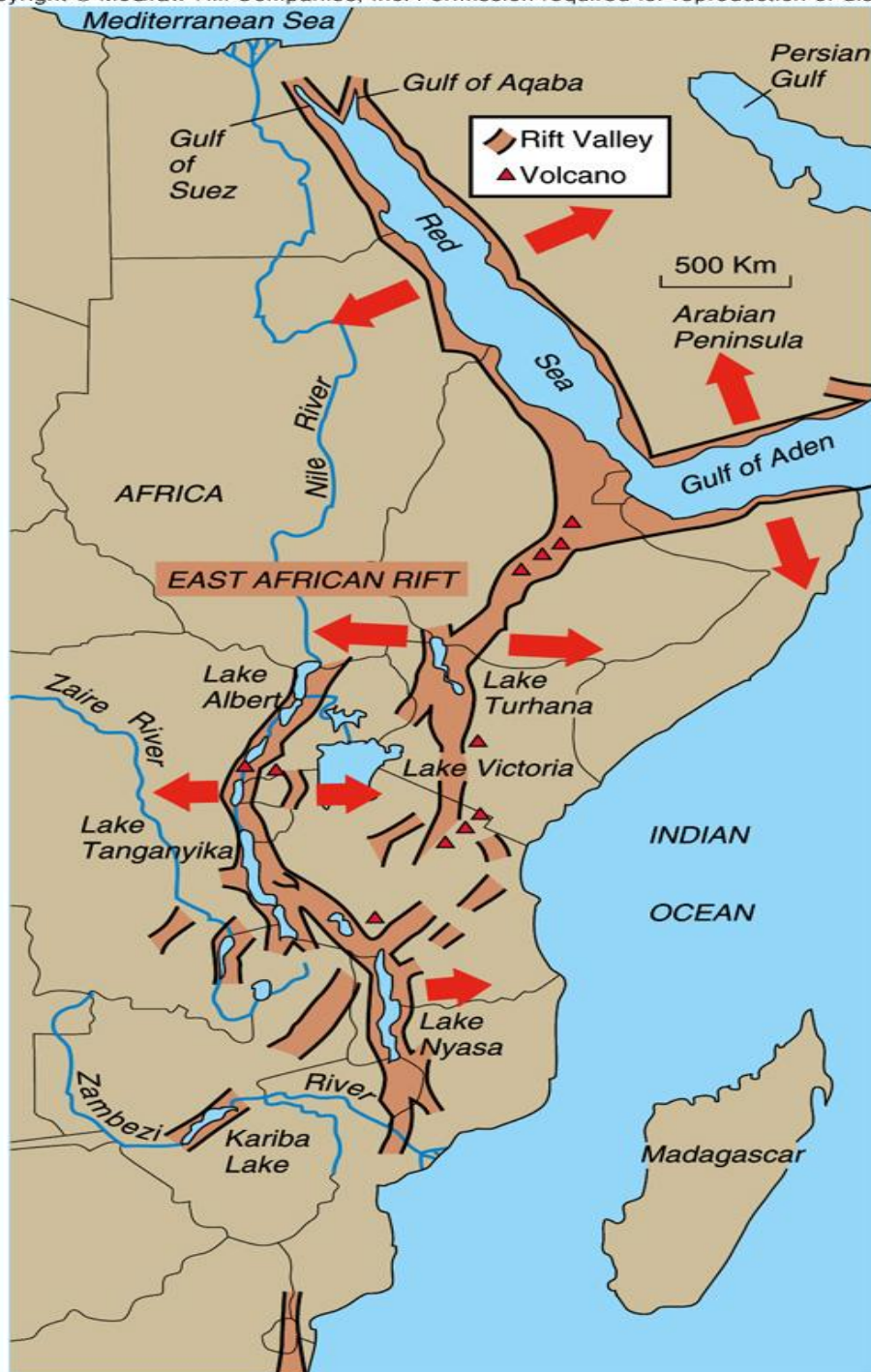
- rozšiřování středooceánského hřbetu 2 cm/rok (Atlantik) – 18 cm/ rok (Pacifik)
- recentní oceánická kůra stará max. 120 mil. let



## B) Intrakontinentální rift

(Press & Siever, 1998)





- ALK
- bazalty, bazanity atd.
- zdroj plášť + tavení kont. kůry

Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

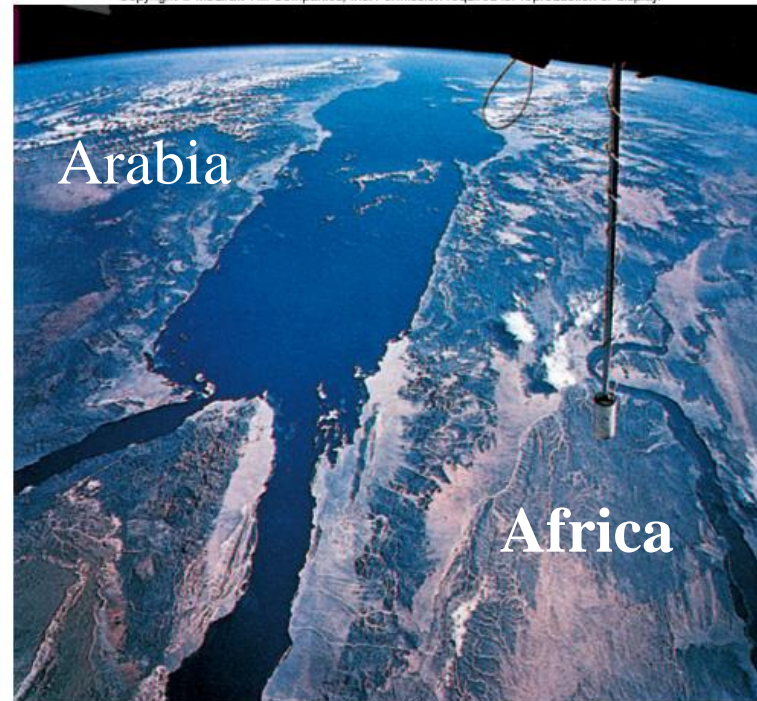


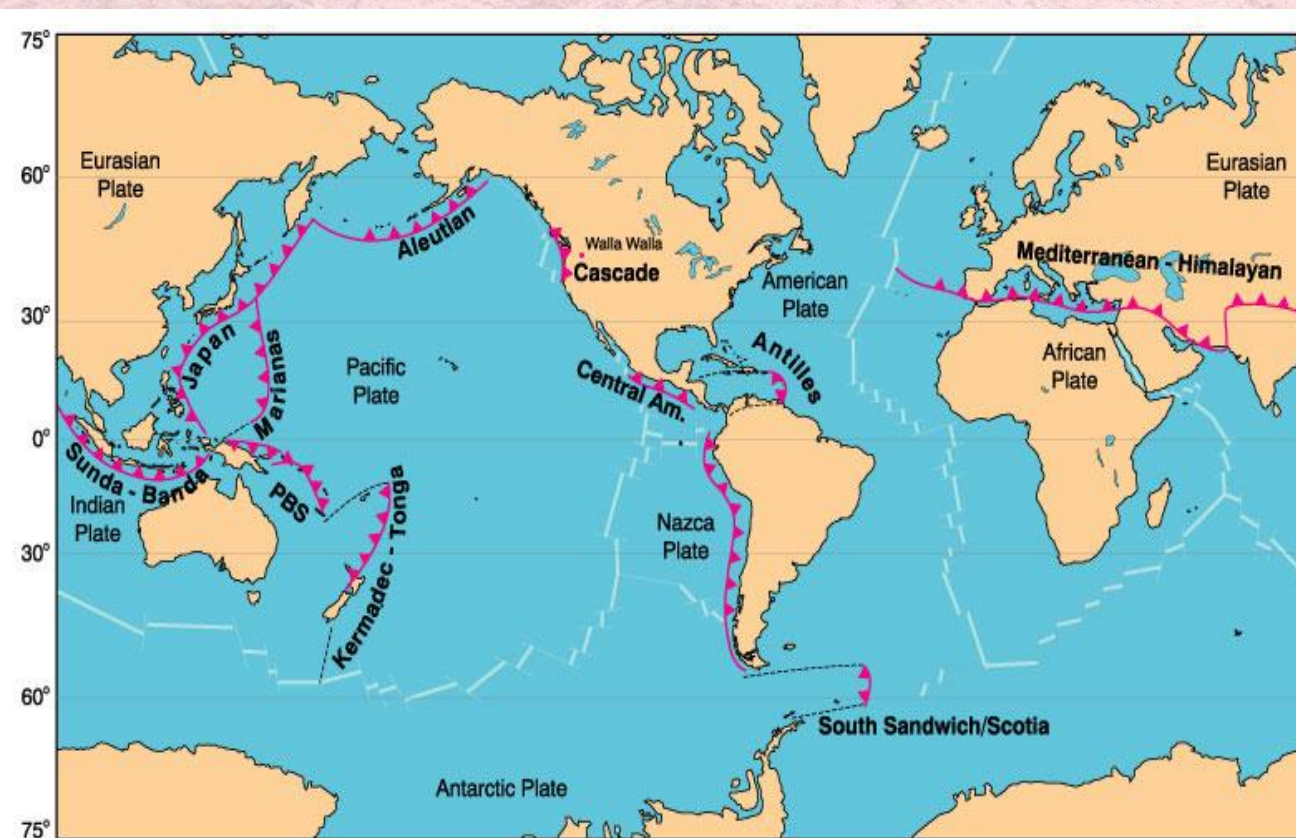
Photo by NASA







- **I. Okraje litosferických desek**
- **2) konvergentní**
- A) subdukce oceánská-oceánská deska, oceánská-kontinentální deska
- TH, CA-ALK, ALK
- diferenciované bazalty, andezity, ryolity
- tavení subdukované oceánské desky a nadložní (kontinentální nebo oceánská deska)

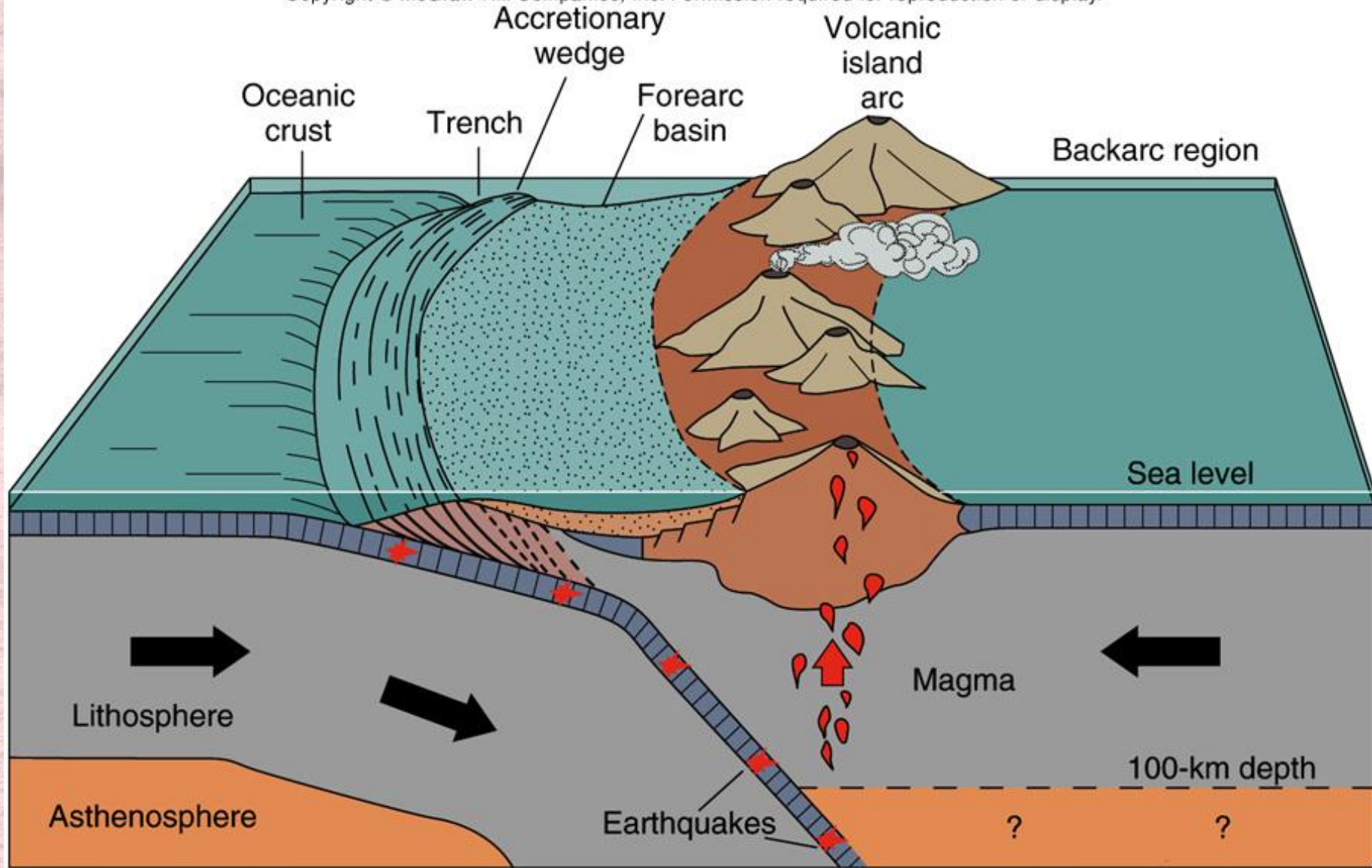


- B) orogenní pásmo
- tavení kontinentální kůry
- kyselá magmata
- hlavně drobné plutony granitů

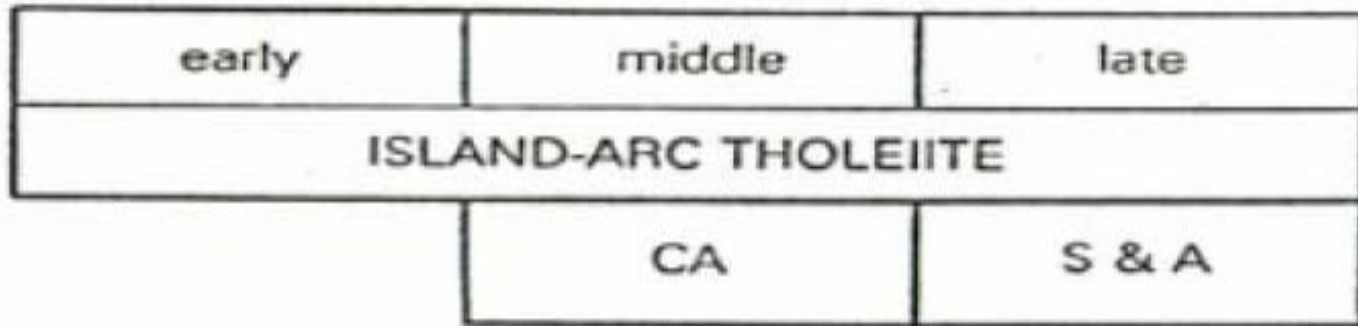
Wilson (1989) Igneous Petrogenesis, Allen Unwin/Kluwer.

# Ostrovní oblouky (Island Arcs)

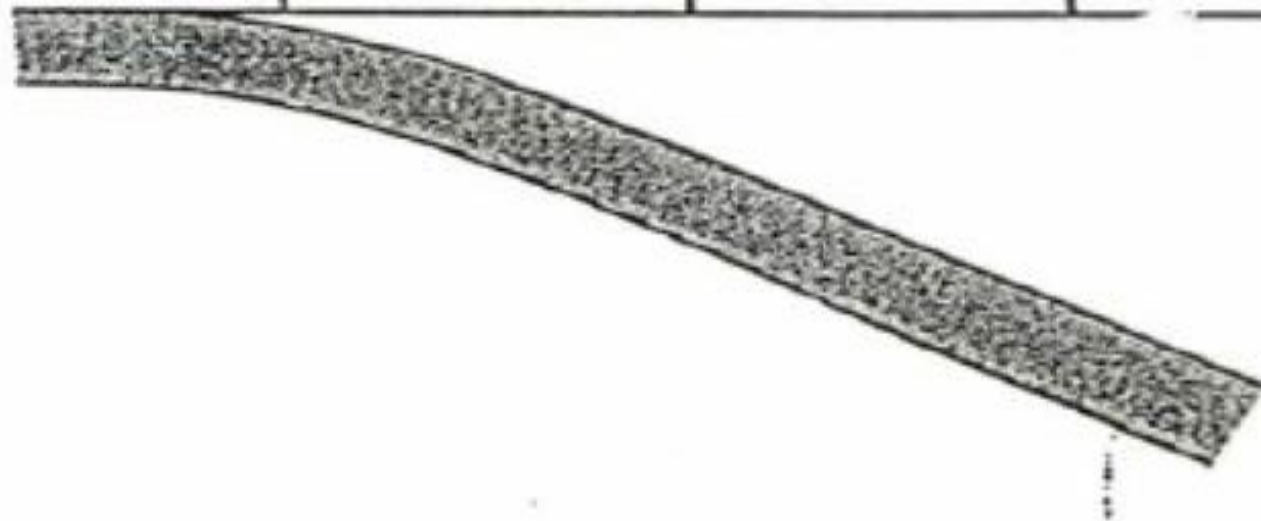
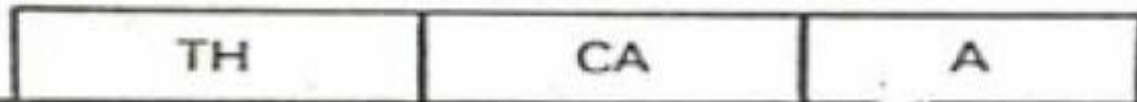
Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

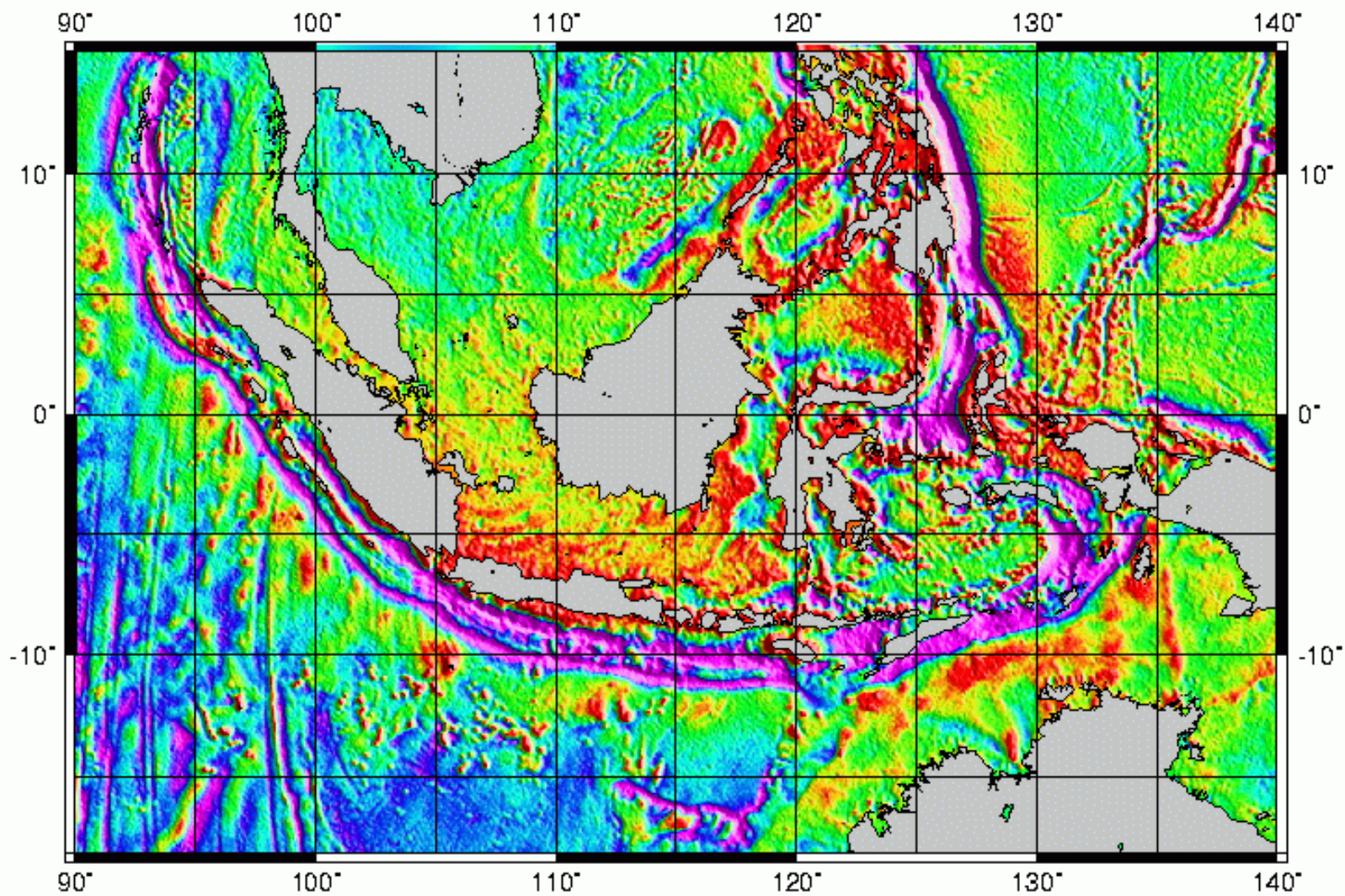


Time →



Distance from trench →

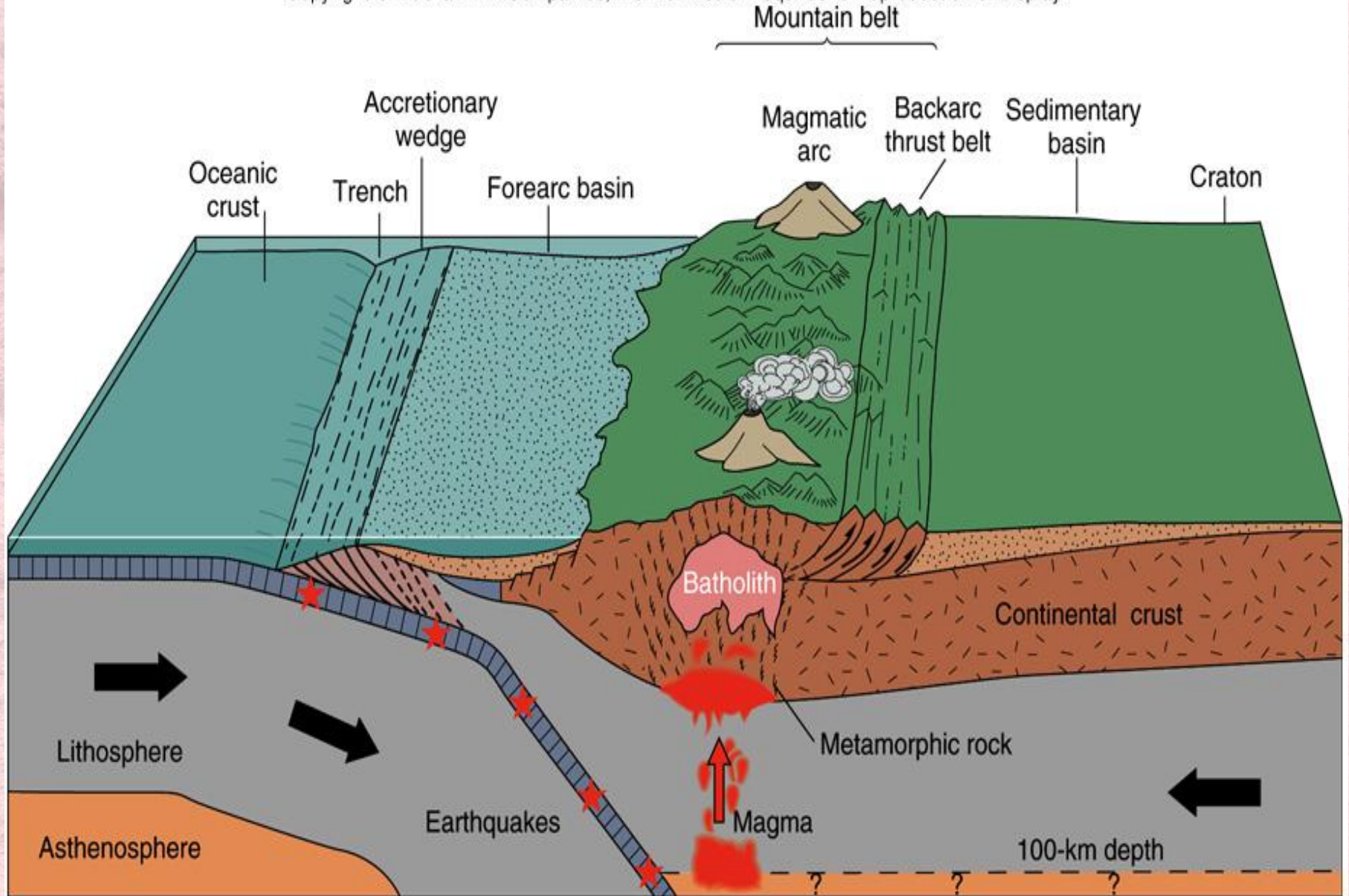


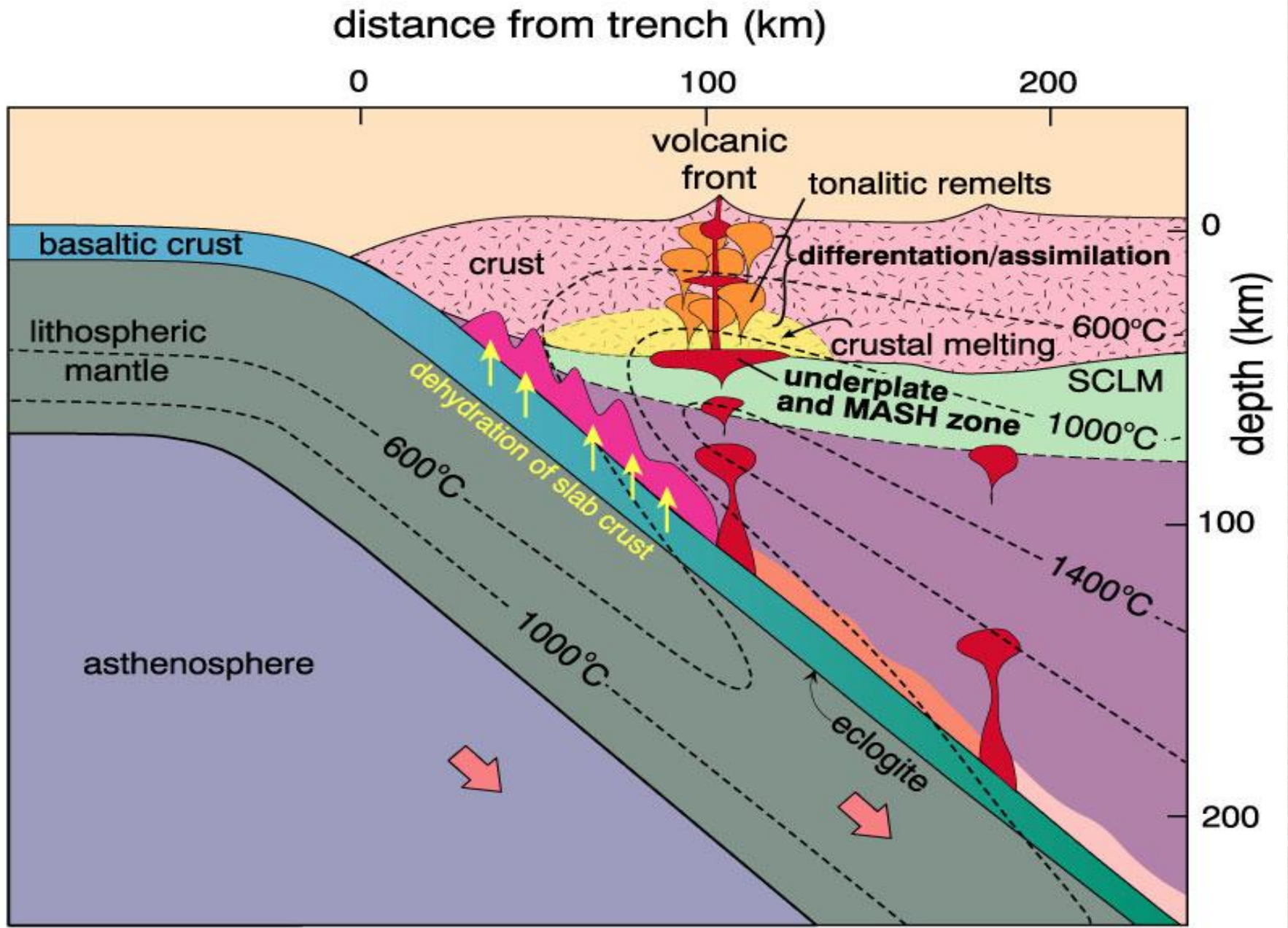


**Indonésie**

# Aktivní kontinentální okraj (Active Continental Margins)

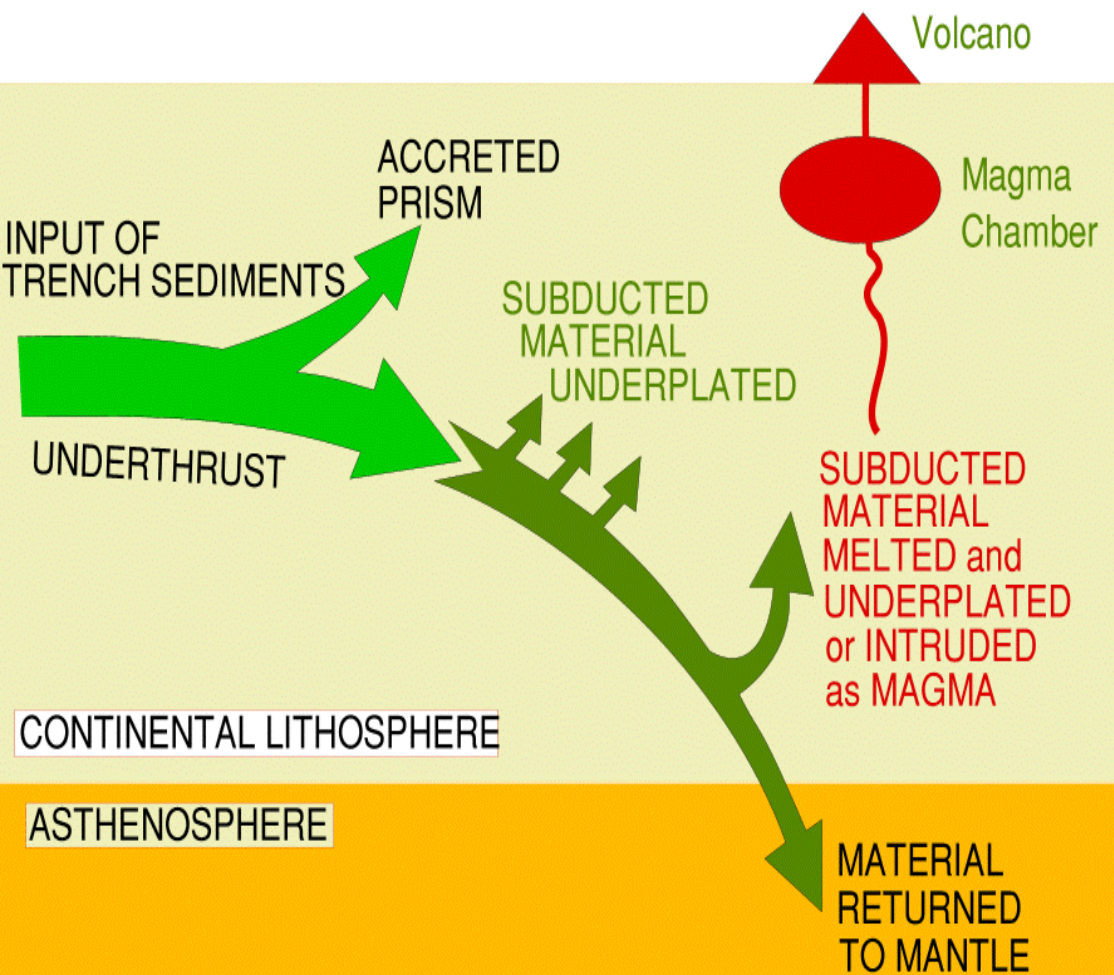
Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.







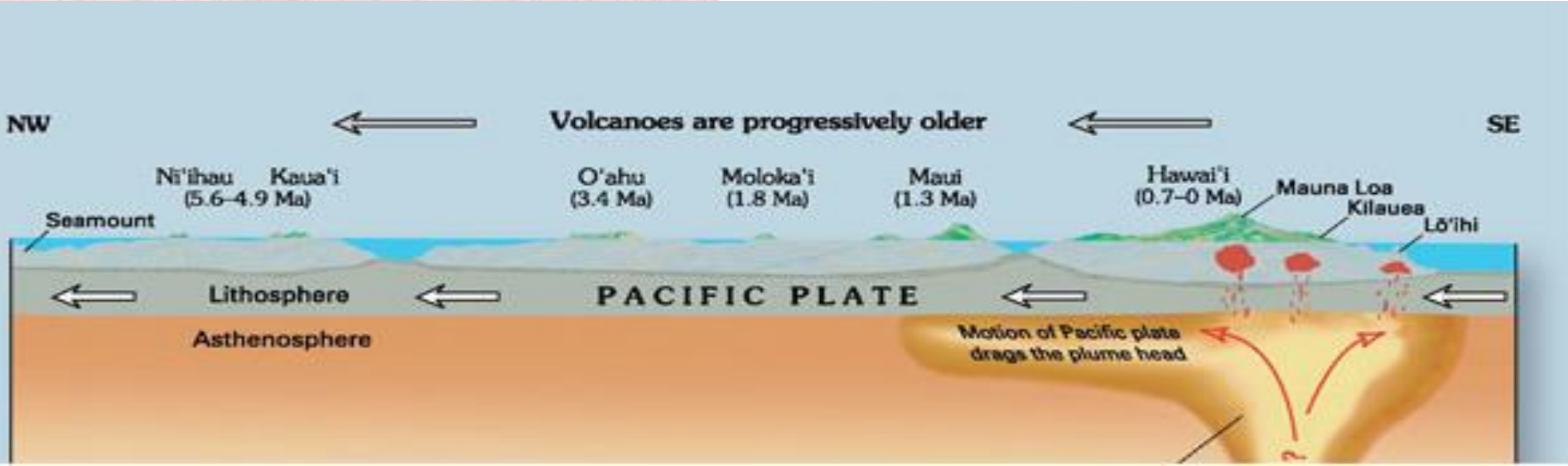
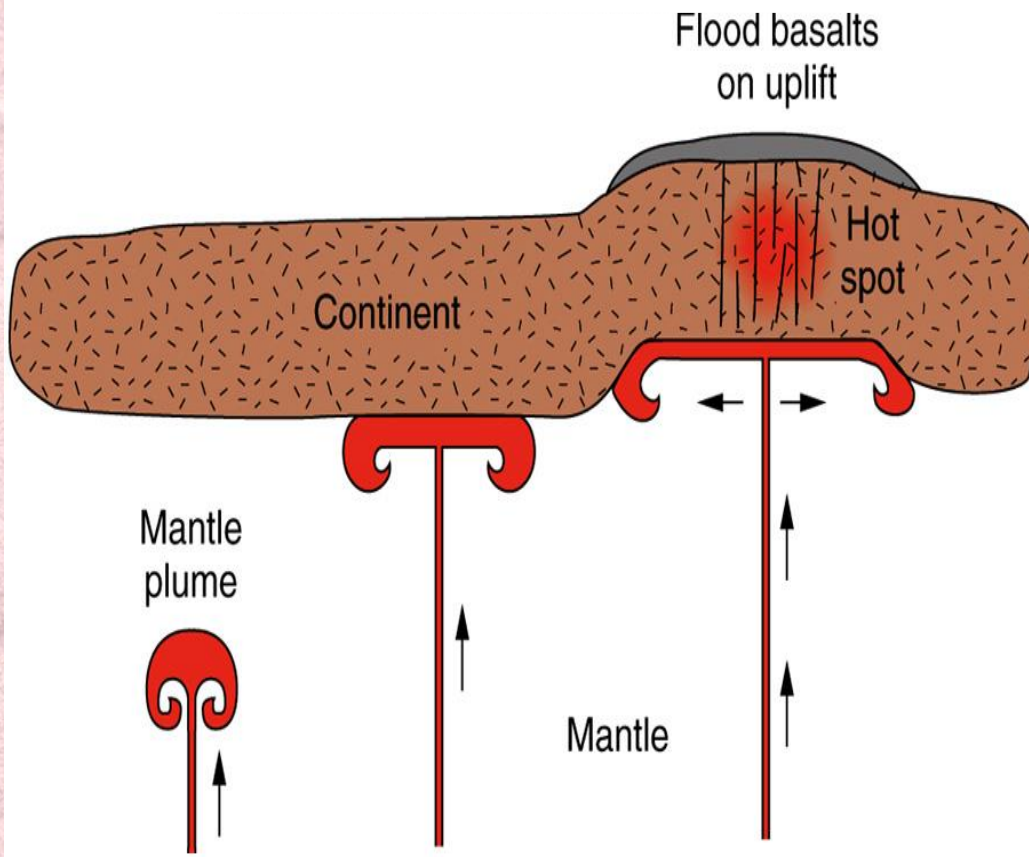
- dehydratace subdukované desky
- metasomatóza pláště
- tavení spodní kontinentální kůry
- časté procesy frakční krystalizace, mixing a mingling magmat případně asimilace
- vznik magmat andezitového a dacitového složení



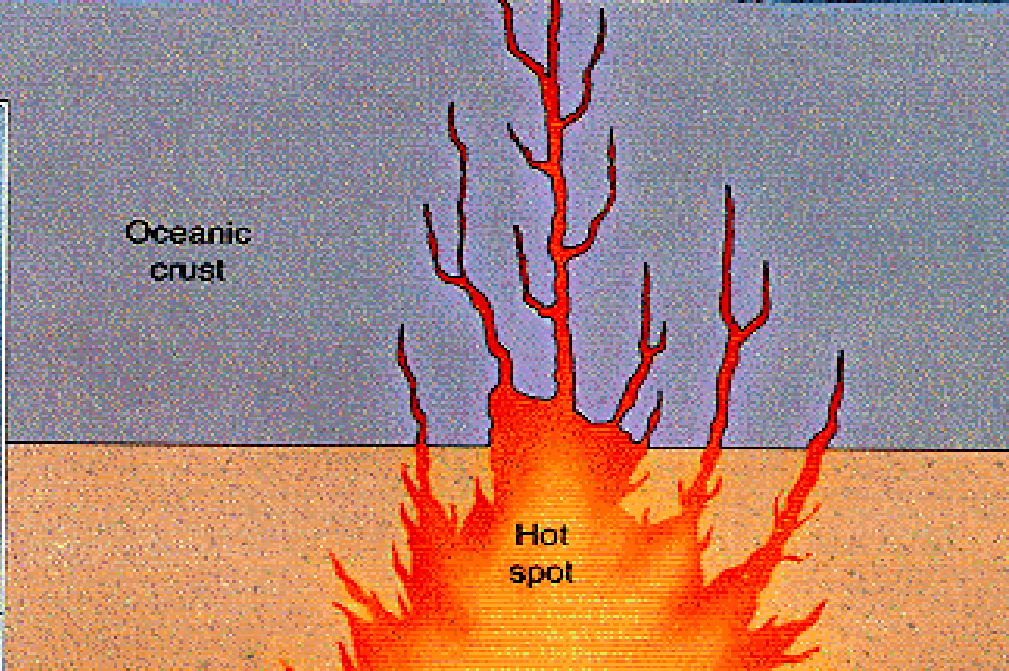
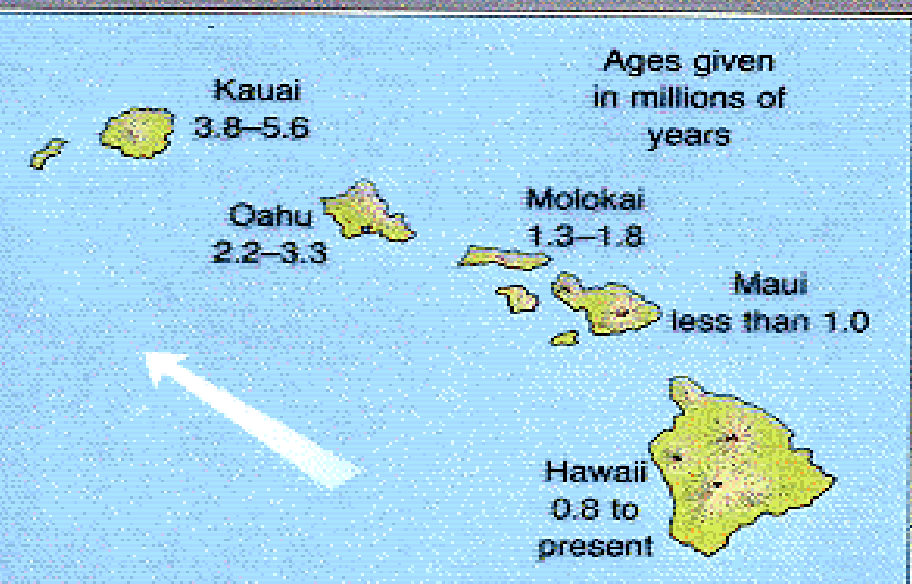
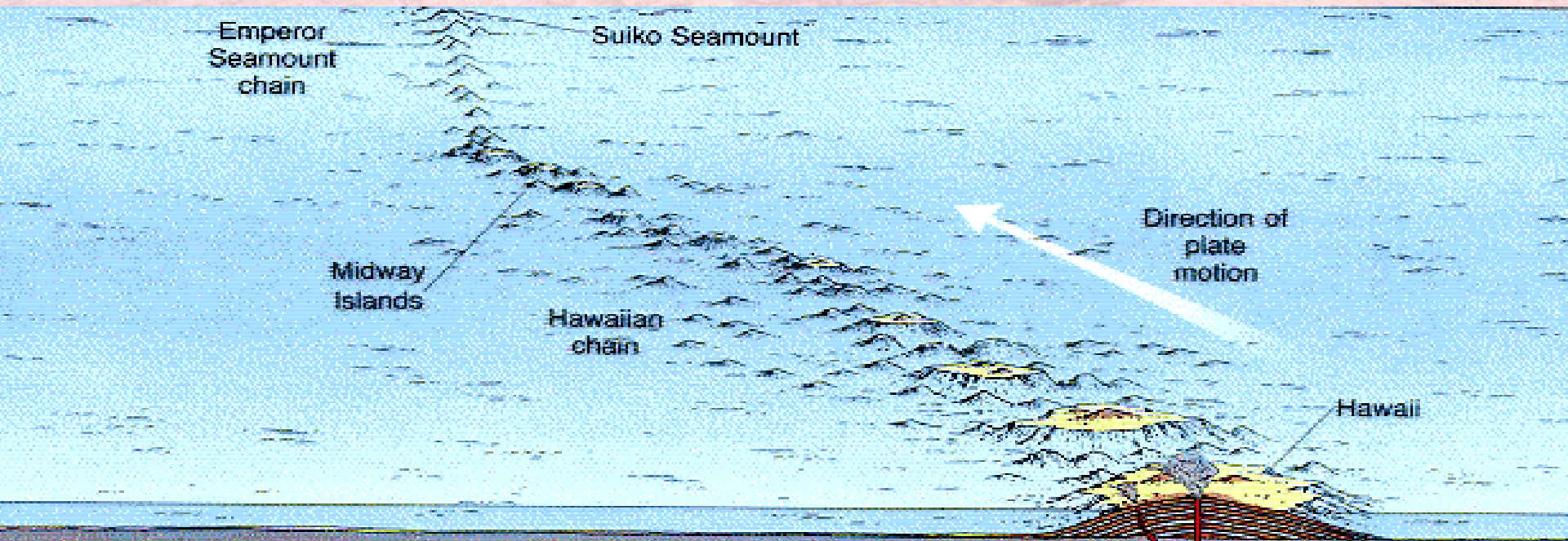
- silné ochuzení o HFSE v důsledku metasomatózy zdrojového pláště
- oproti IA horninám:
  - 1) zcela chybí tholeitické členy
  - 2) výrazně vyšší obsah  $K_2O$  a dalších LILE (Rb, Ba, U, Th)
  - 3) nižší obsahy kompatibilních prvků (Ni, Co, Cr)

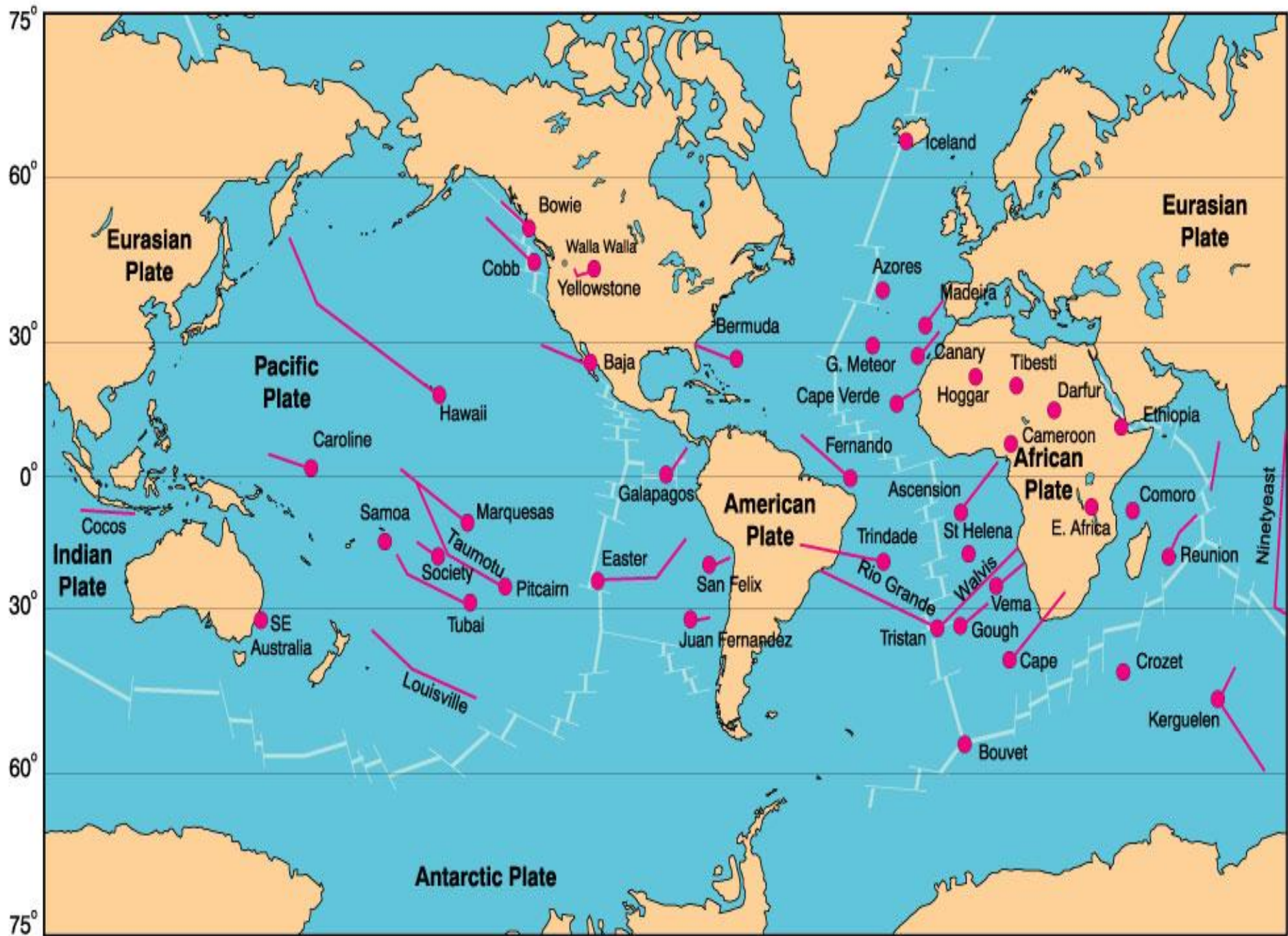
## • II. Uvnitř litosferických desek

- 1) oceánská (oceánské ostrovy)
- TH, ALK
- alk. bazalty (dif.)
  
- 2) kontinentální (platóbazalty)
- TH, ALK
- bazalty (dif.)
  
- 3) další intrakontinentální vulkanity
- kimberlity, karbonatity, anortozity

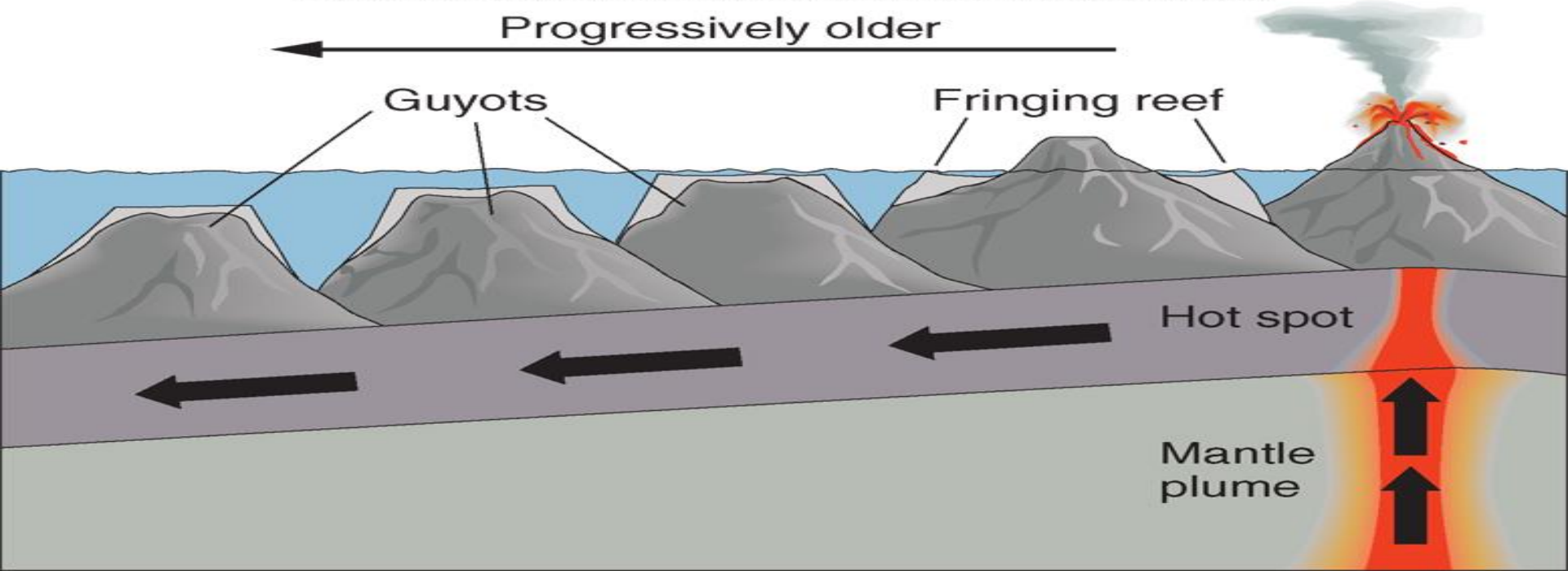


# Vulkanické ostrovy (Ocean Island Basalts = OIB)

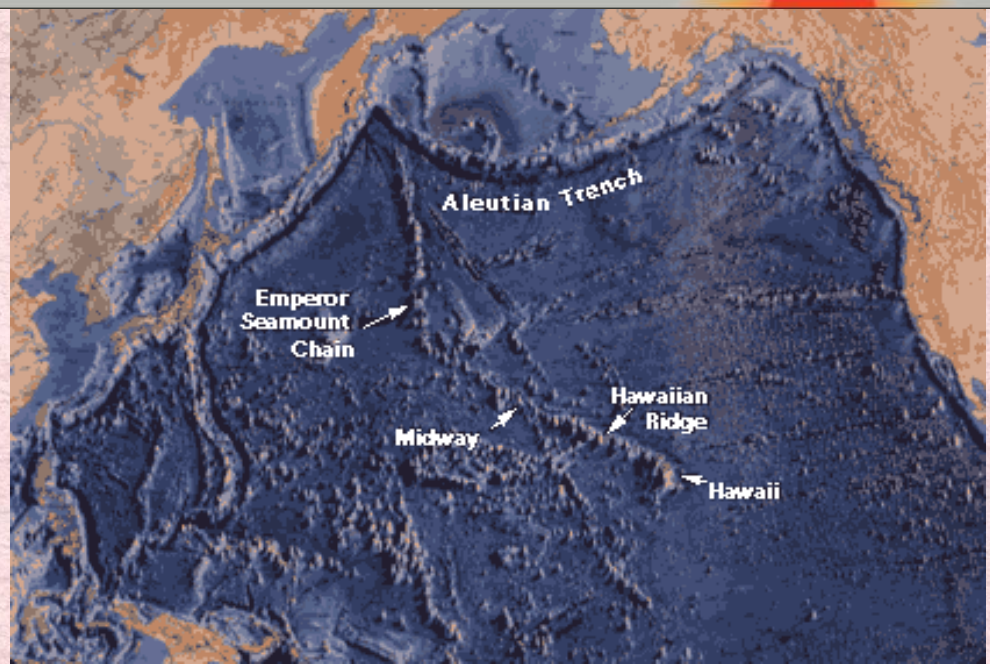
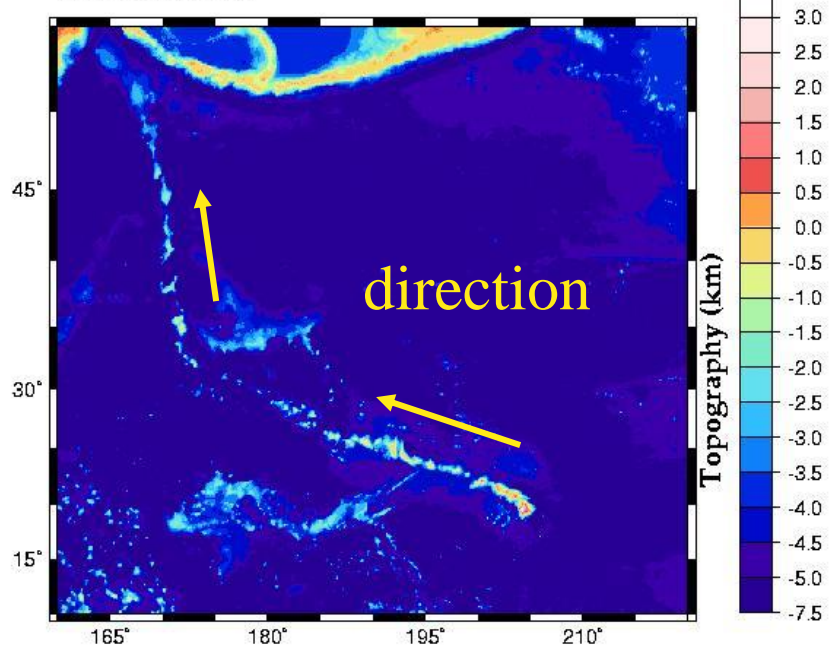


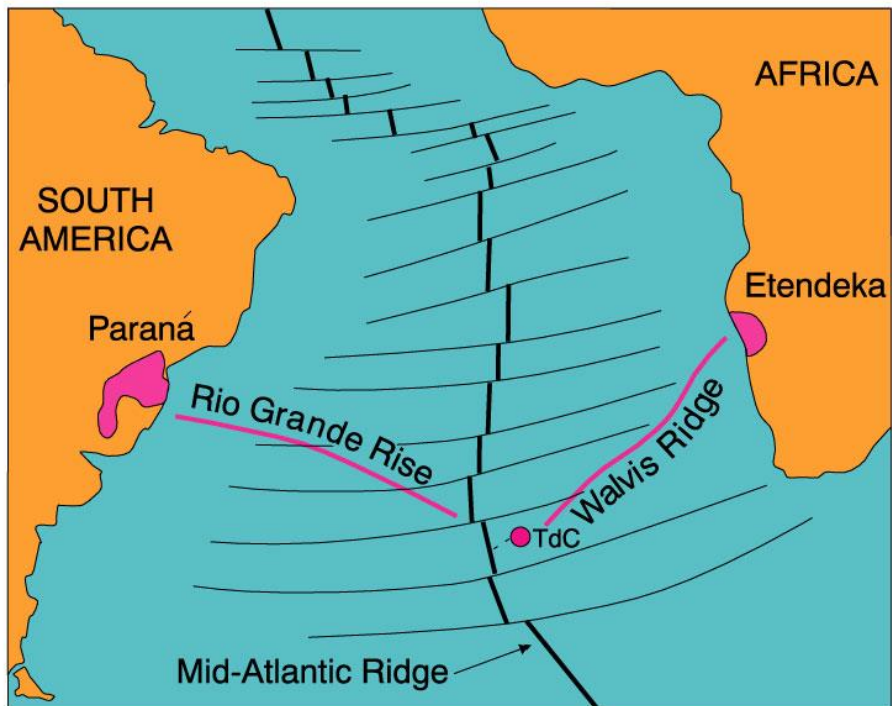


Crough (1983) Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 11, 165-193.



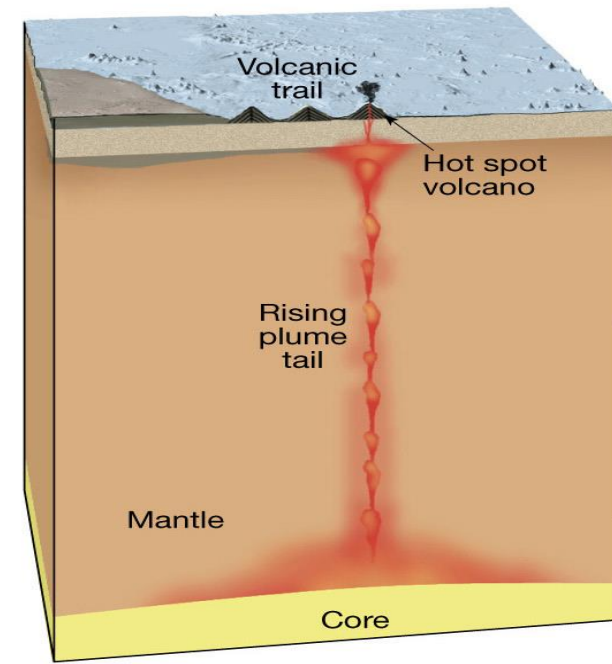
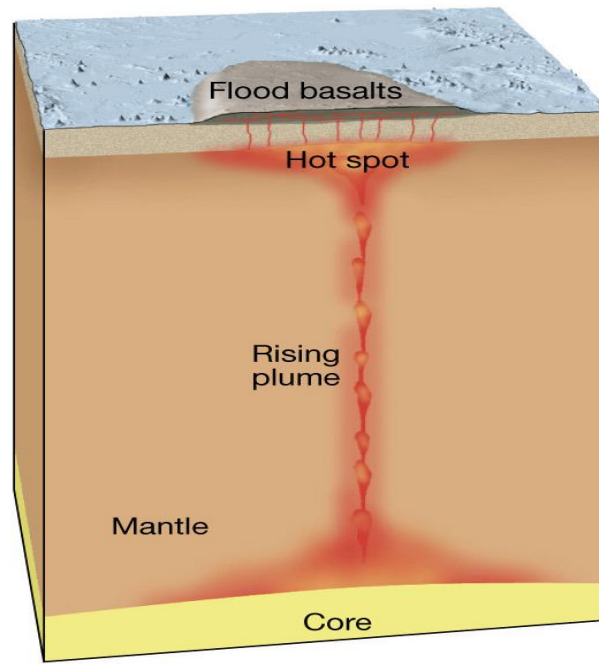
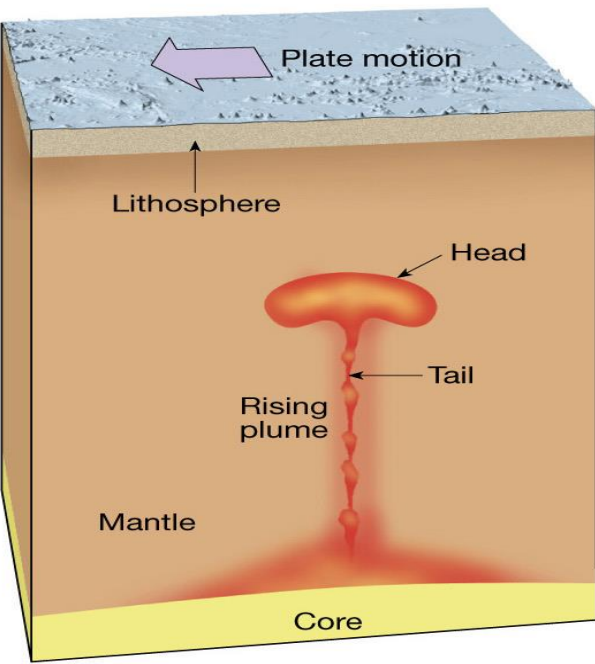
ETOPO-5 data





- Plató bazalty (Continental flood basalts = CFB) vznikají nad plášťovým chocholem
- Velké objemy magmatu:
- Křídové plató bazalty Paraná více než 1000 000 km<sup>2</sup>
- Křídové až eocenní plató bazalty Decan více než 1000 000 km<sup>3</sup>

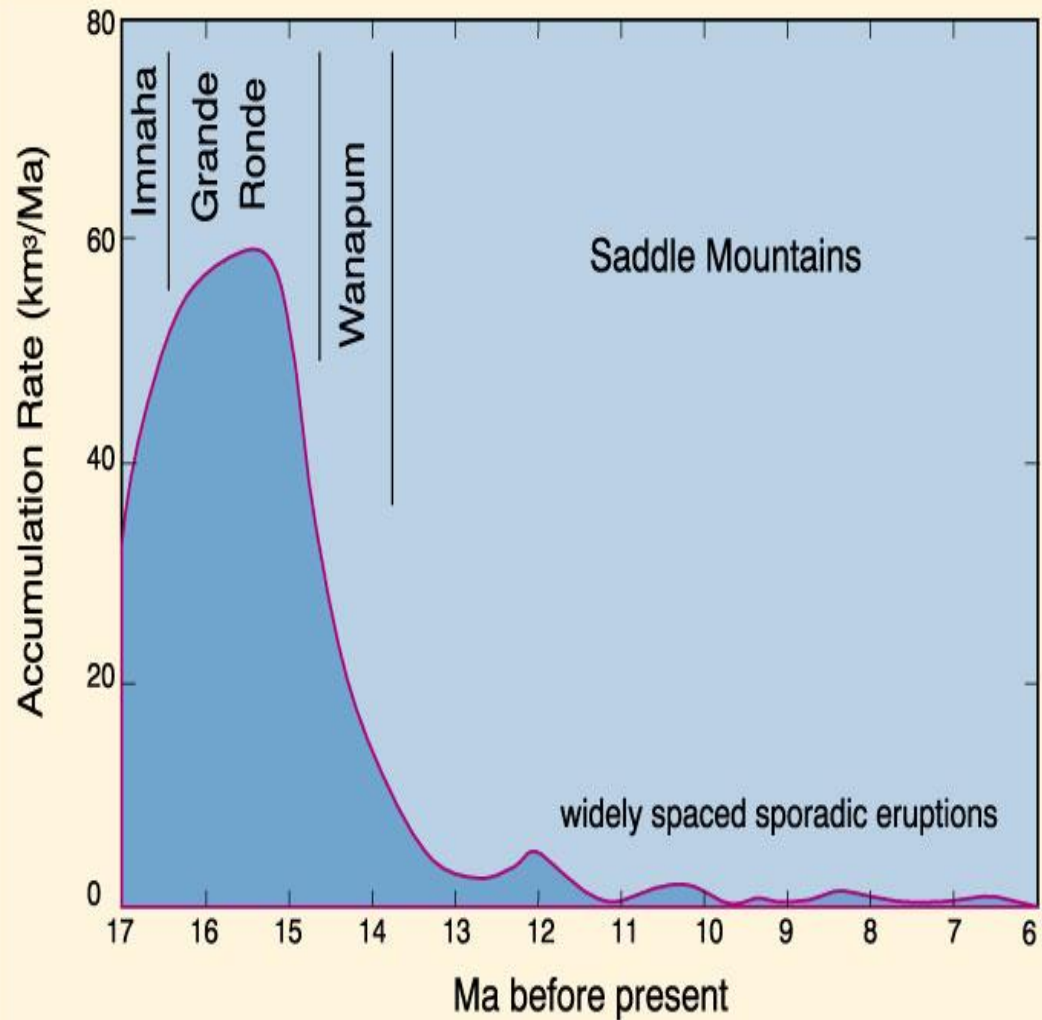
Plató bazalty Etendeka a Paraná province (Tristan hot spot), Wilson (1989), Igneous Petrogenesis. Kluwer.



A.

B.

C.



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

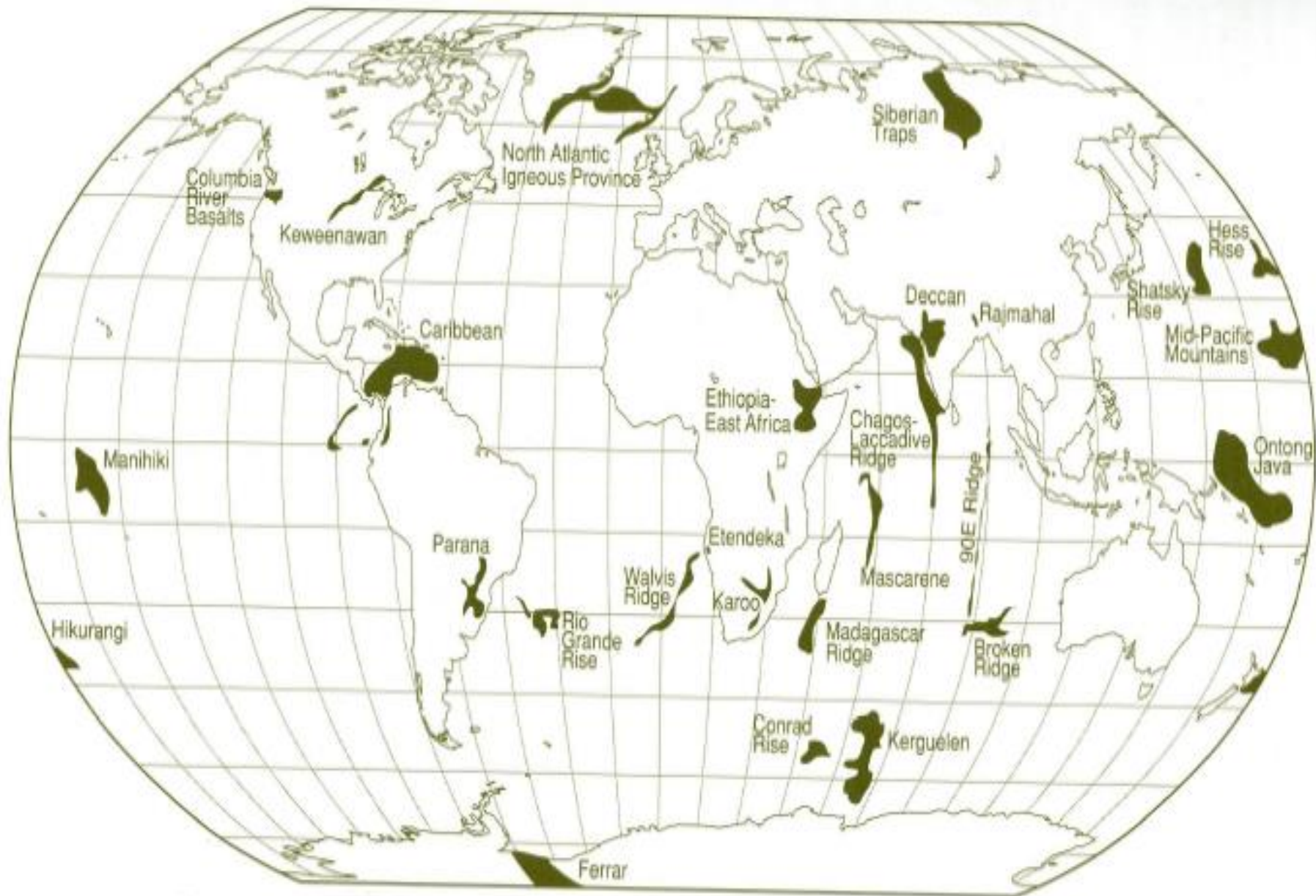


Figure 3.1. Distribution of large igneous provinces formed in the last 250 Myr. After Coffin and Eldholm (1994).



# Jak analyzovat horniny

## 1) Odběr vzorků:

3-5 kg

homogenní materiál (žíly, enklávy atd.)

nealterovaná hornina

vznikne pole do nějž spadají analýzy s určitou pravděpodobností

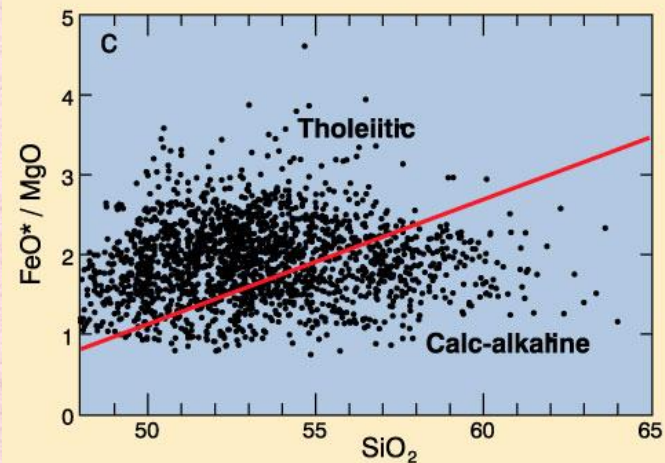
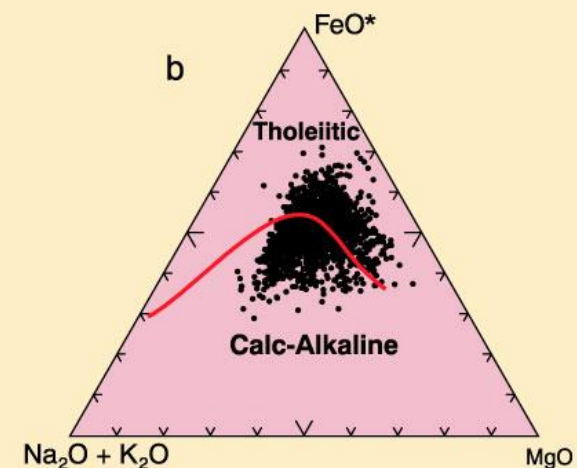
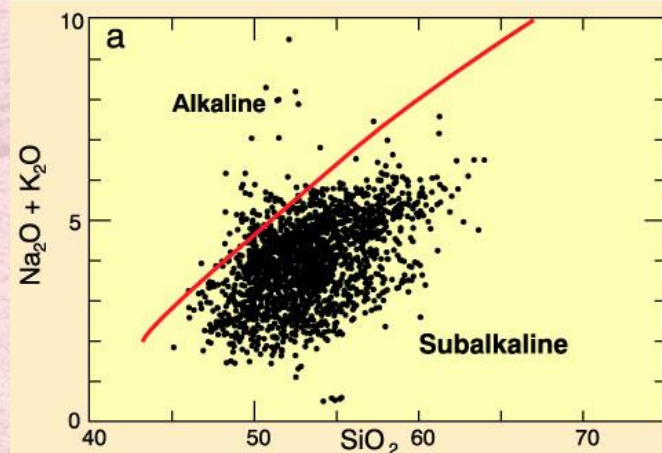
## 2) Klasifikace:

modální vs. chemická analýza (diagram TAS, CIPW klasifikace)

Chemické členění:

tholeiitické 12-16 wt.%  $\text{Al}_2\text{O}_3$

vápenatoalkalické 16-20 wt.%  $\text{Al}_2\text{O}_3$



# Způsoby klasifikace hornin

## 1) numerická klasifikace:

statisticky se zhodnotí četnost výskytu hodnot vznikne pole do něj spadají analýzy s určitou pravděpod.

## 2) diskriminační analýza:

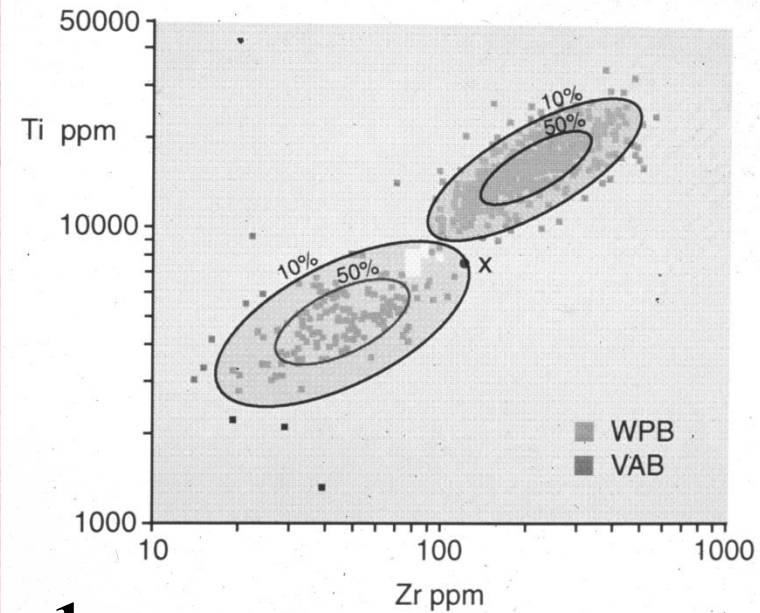
pomocí statistiky se hledají parametry, které nejlépe oddělují jednotlivé skupiny hornin

## 3) empirické diagramy:

podle znalostí vztahů mezi chem a genezí

## 4) expertní systémy:

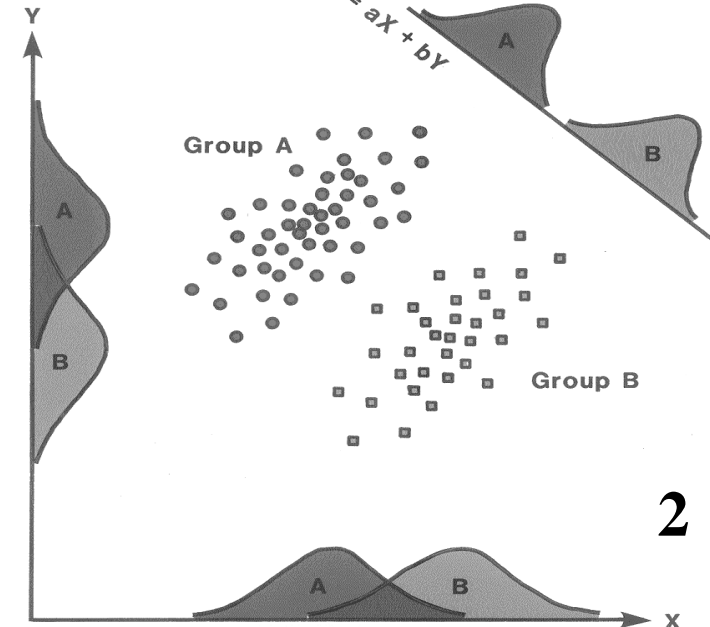
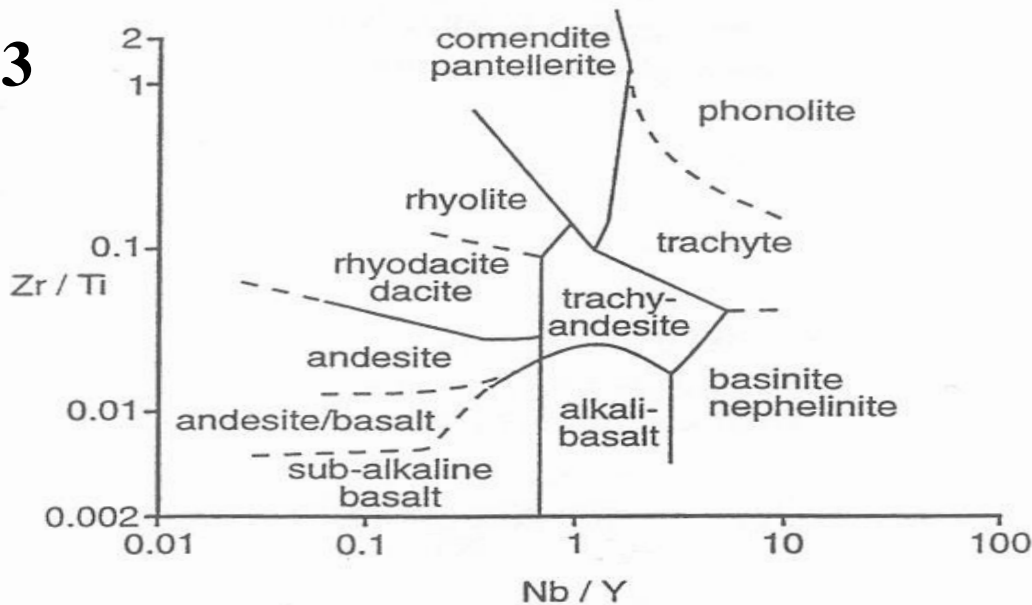
shrnují více kritérií (statistika + pozorování v terénu atd.)



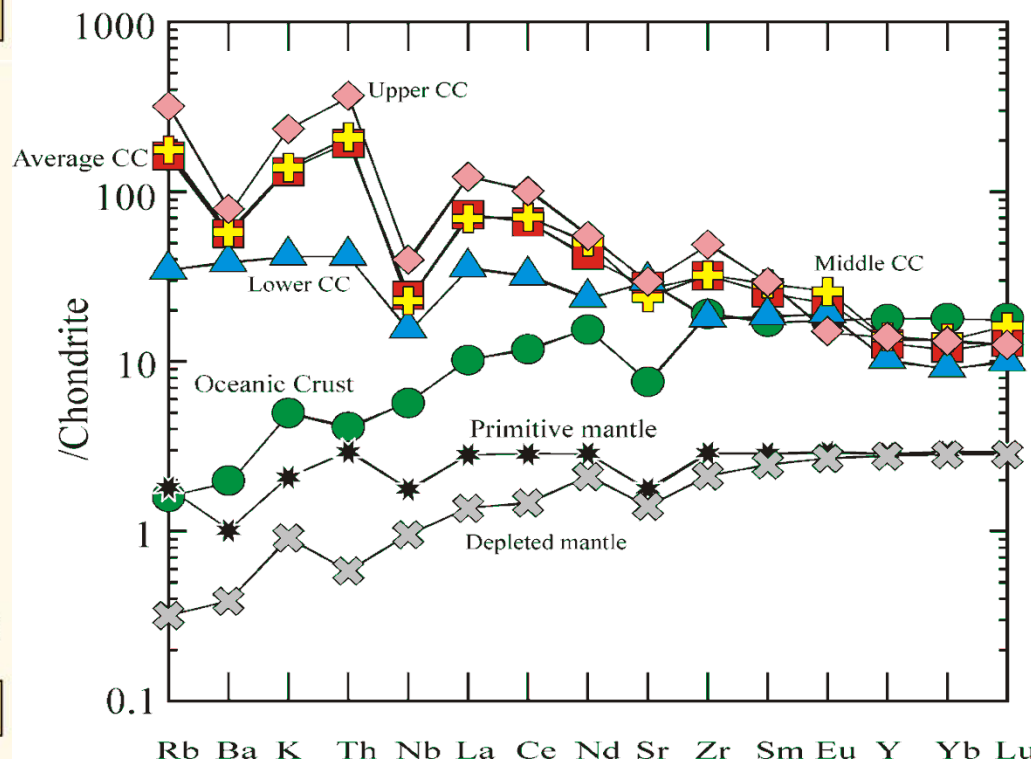
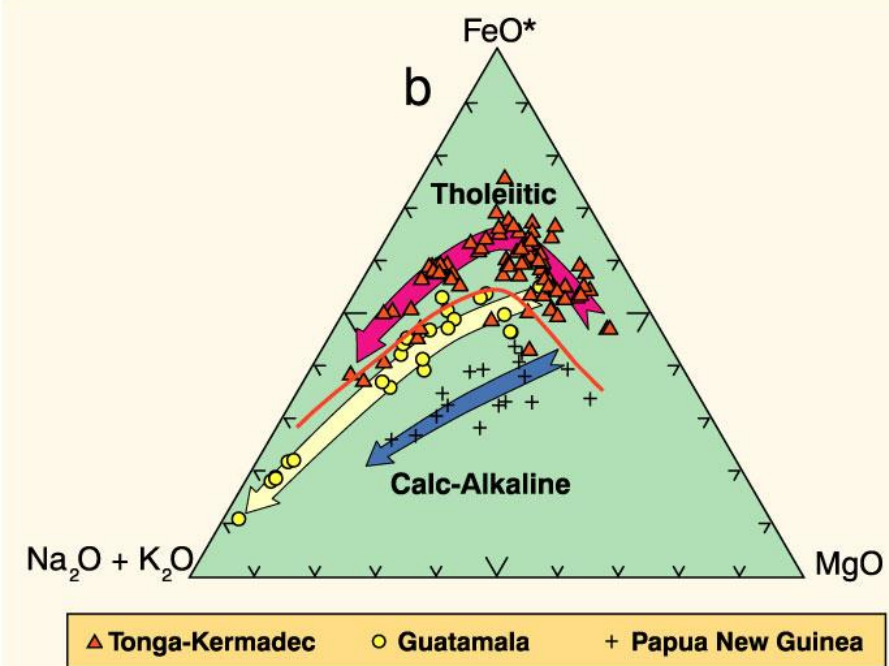
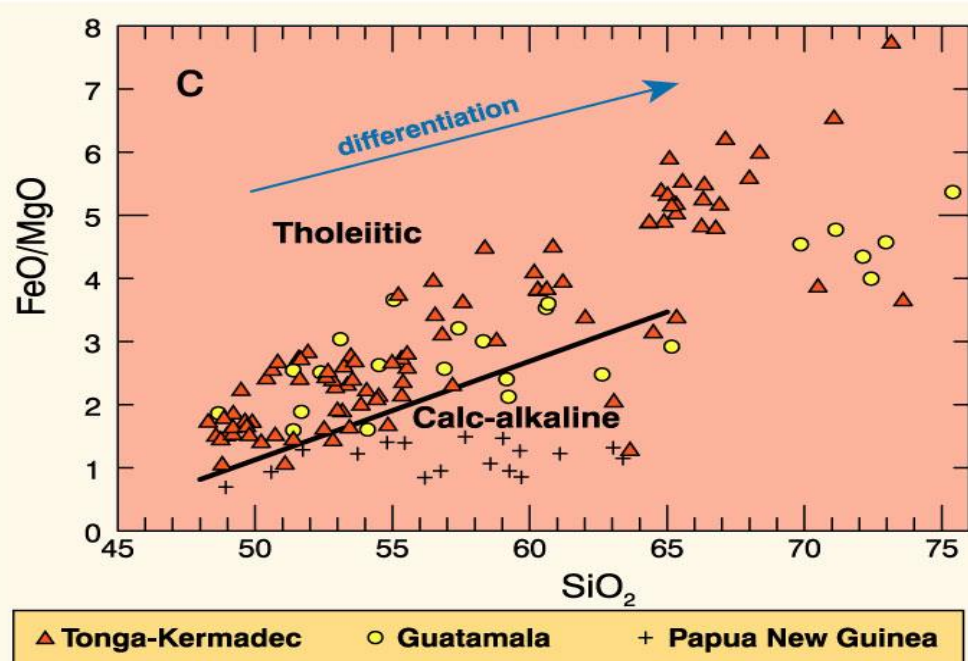
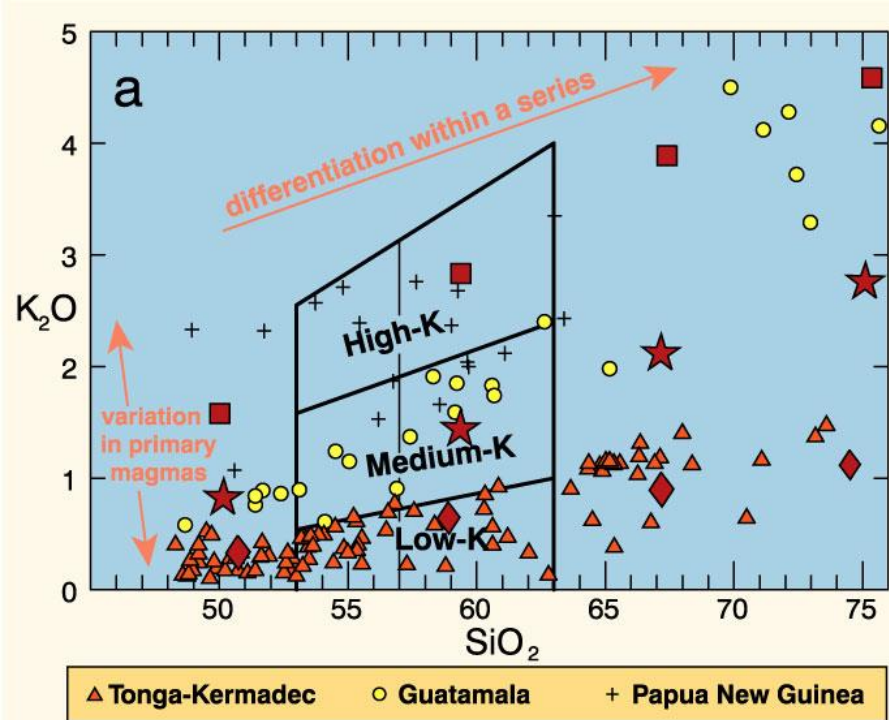
1

DISCRIMINANT ANALYSIS

3



2

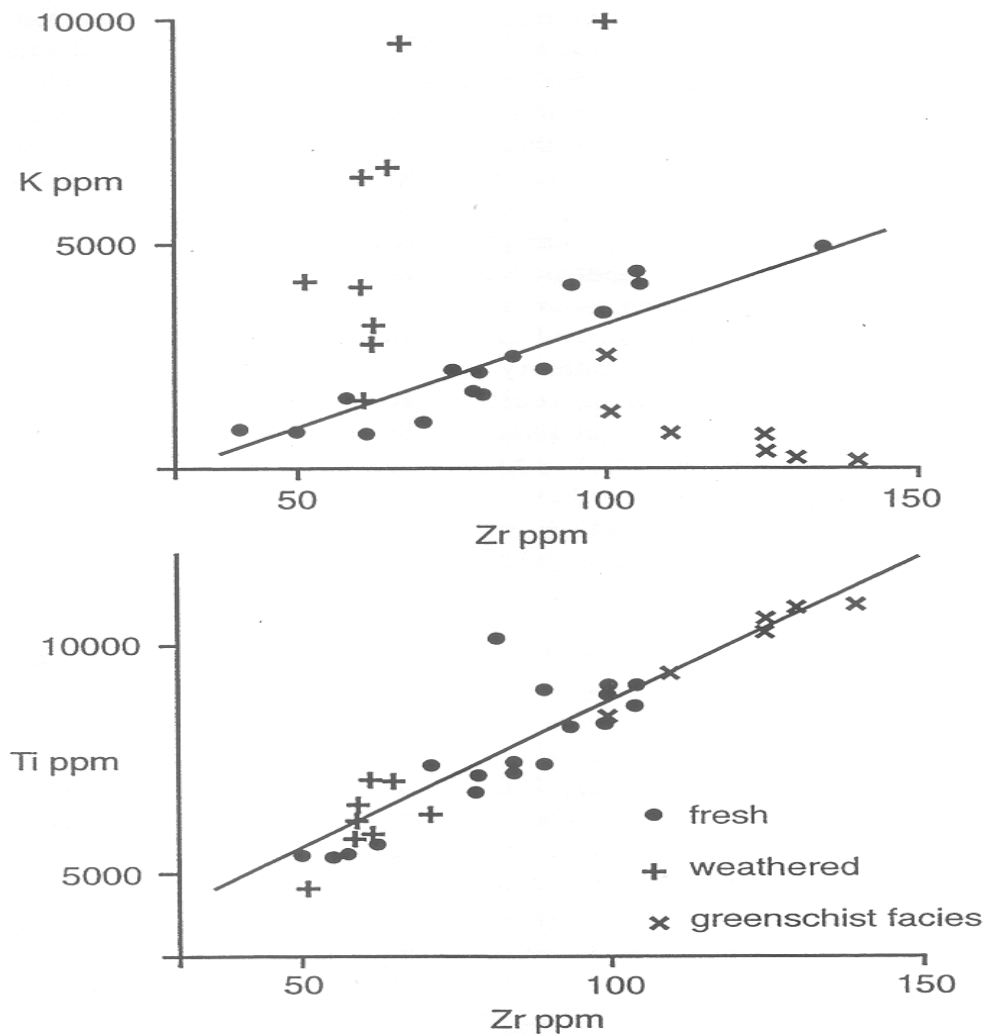


# Problém alterace

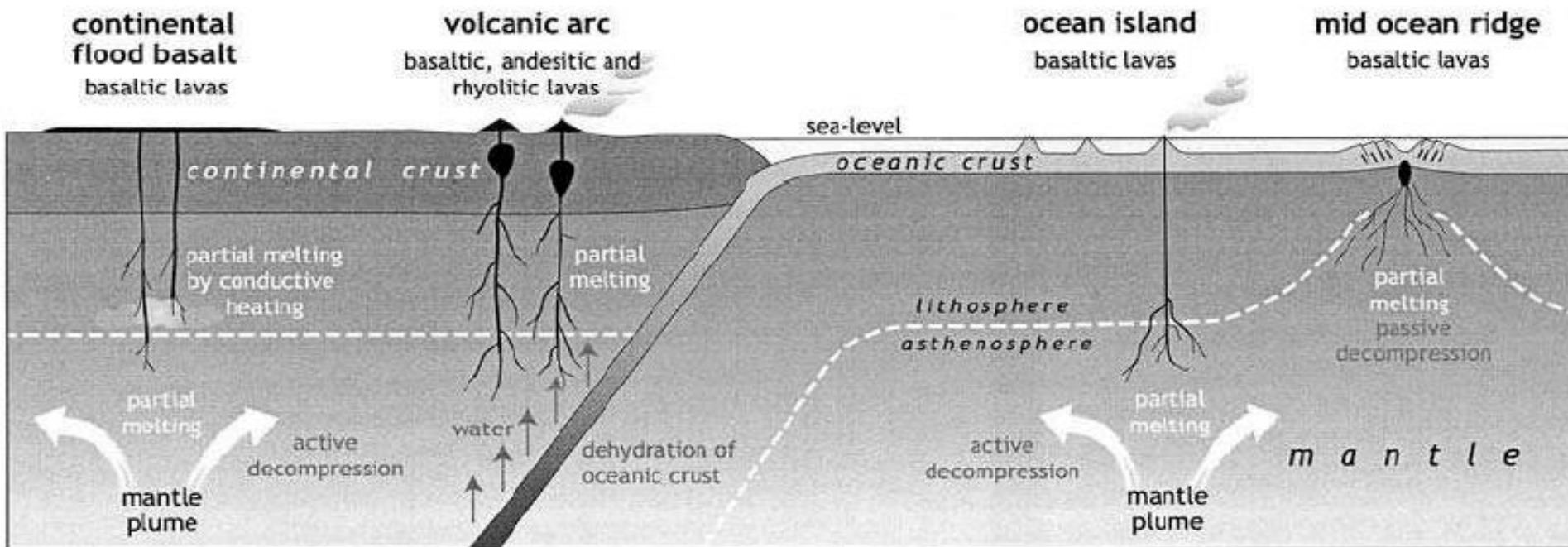
- obsahy řady důležitých prvků mohou být modifikovány
- mobilní vs. nemobilní prvky (například Ti a Zr nemobilní, K mobilní)
- nemobilní prvky mohou být mobilní za extrémních podmínek: např. F, Cl, B fluida, podmínky blízké tavení a tavení.

	FRESH	ALTERED
SiO <sub>2</sub>	49.2	49.4
TiO <sub>2</sub>	2.0	1.9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.7	15.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.5	2.2
FeO	7.5	7.4
MnO	0.2	0.2
MgO	7.0	8.4
CaO	10.6	6.7
Na <sub>2</sub> O	3.1	4.5
K <sub>2</sub> O	0.3	0.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.1	0.2
H <sub>2</sub> O	1.3	4.0
TOTAL	100.4	100.1

*Greenschist facies alteration  
(Cann, 1969)*

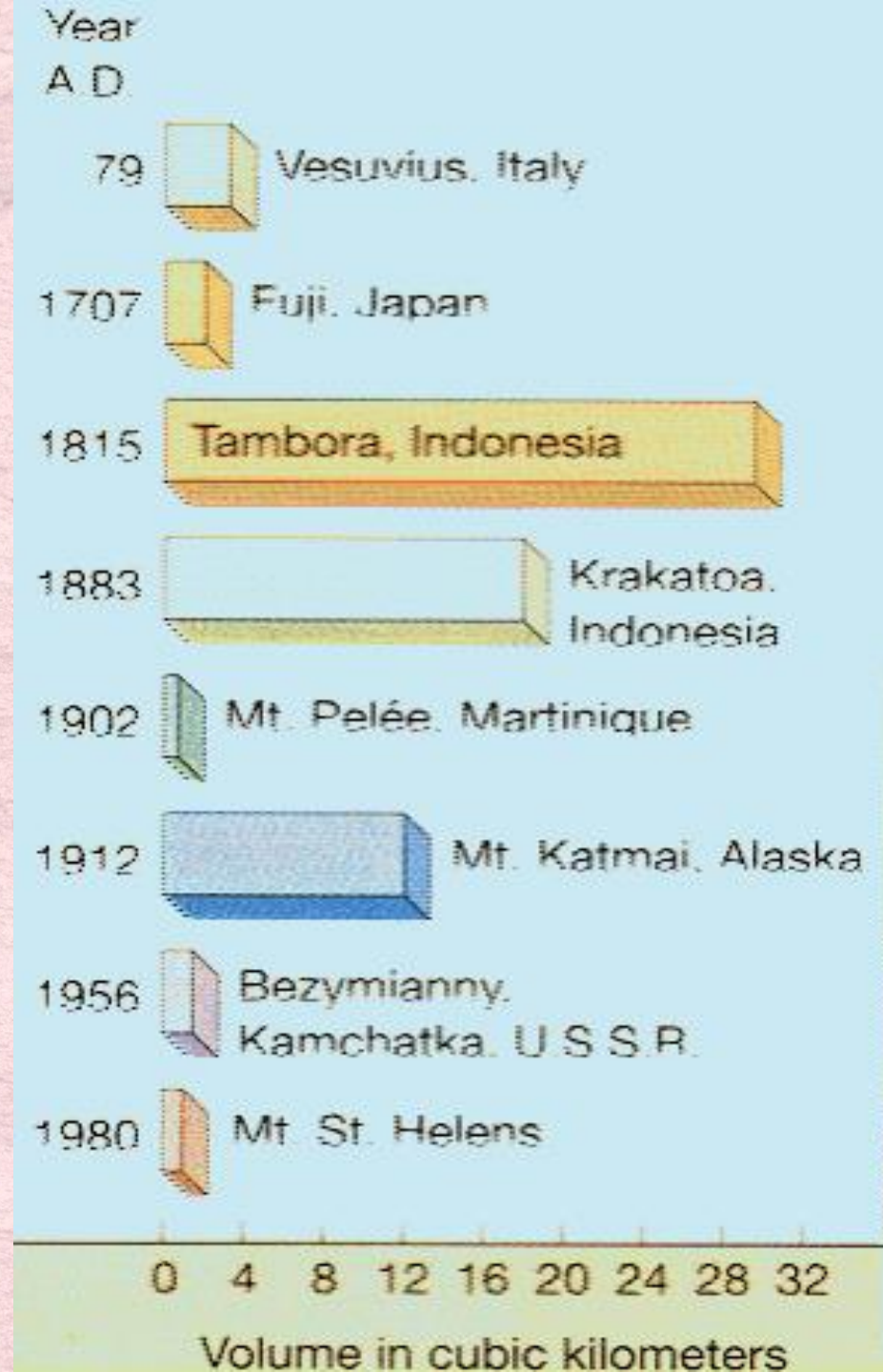


- Nečastěji je magma generováno v několika geotektonických prostředích:
  - 1) ostrovní oblouky (Island Arcs): souvisí se subdukcí a vznikají v kompresním režimu, intermediální až bazické horniny, magmatický krb ve střední hloubce
  - 2) kontinentální oblouky (Continental Arcs): souvisí se subdukcí a 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 celách (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)



- vulkány se vyskytují hlavně na hranicích litosférických desek
- v prostředí vulkanických oblouků vzniká zhruba 26 %
- v prostředí středooceánských hřbetů (riftů) vzniká zhruba 63 % objemu magmatu produkovaného na zemském povrchu (Schmincke, 1982)
- uvnitř litosférických desek jsou zastoupeny vulkány horkých skvrn a na riftových strukturách
- během posledních 10 000 let bylo na zemském povrchu aktivních zhruba 1400 vulkánů

Velké erupce v nedávné minulosti



# 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).

### WHOLE ROCK CHEMICAL COMPOSITION

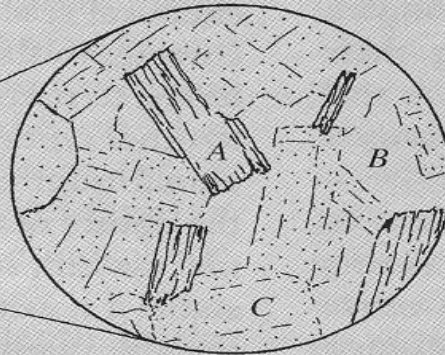
Concentrations of  
chemical elements  
or oxides in the  
entire rock



	Wt. %
SiO <sub>2</sub>	65.71
TiO <sub>2</sub>	0.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.92
FeO	4.30
MgO	0.68
CaO	0.36
Na <sub>2</sub> O	3.25
K <sub>2</sub> O	7.87
H <sub>2</sub> O	0.41
<b>Total</b>	<b>100.17</b>

### MINERALOGICAL COMPOSITION OF ROCK

Types of minerals present  
and their individual  
chemical compositions



A	B	C
Wt. %		
37.17	99.82	64.50
3.14	0.05	0.00
14.60	0.06	20.25
3.75	0.03	0.47
26.85	0.01	0.00
4.23	0.00	0.00
0.17	0.00	0.48
0.15	0.00	4.72
8.25	0.01	9.60
1.35	0.02	0.28
<b>99.66</b>	<b>100.00</b>	<b>100.30</b>

### MODAL COMPOSITION OF ROCK

Proportions of the different  
types of minerals  
constituting the rock

	Vol. %
A	13.7
B	15.9
C	70.4
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

	Wt. %
A	16.0
B	15.8
C	68.2
<b>Total</b>	<b>100.0</b>



# 1) Produkty ztuhnutí lávy – výlevné horniny

## IUGS Classification of Volcanic Rocks

*Latity = trachyandezity a trachybazalty*

### MODAL MINERALS

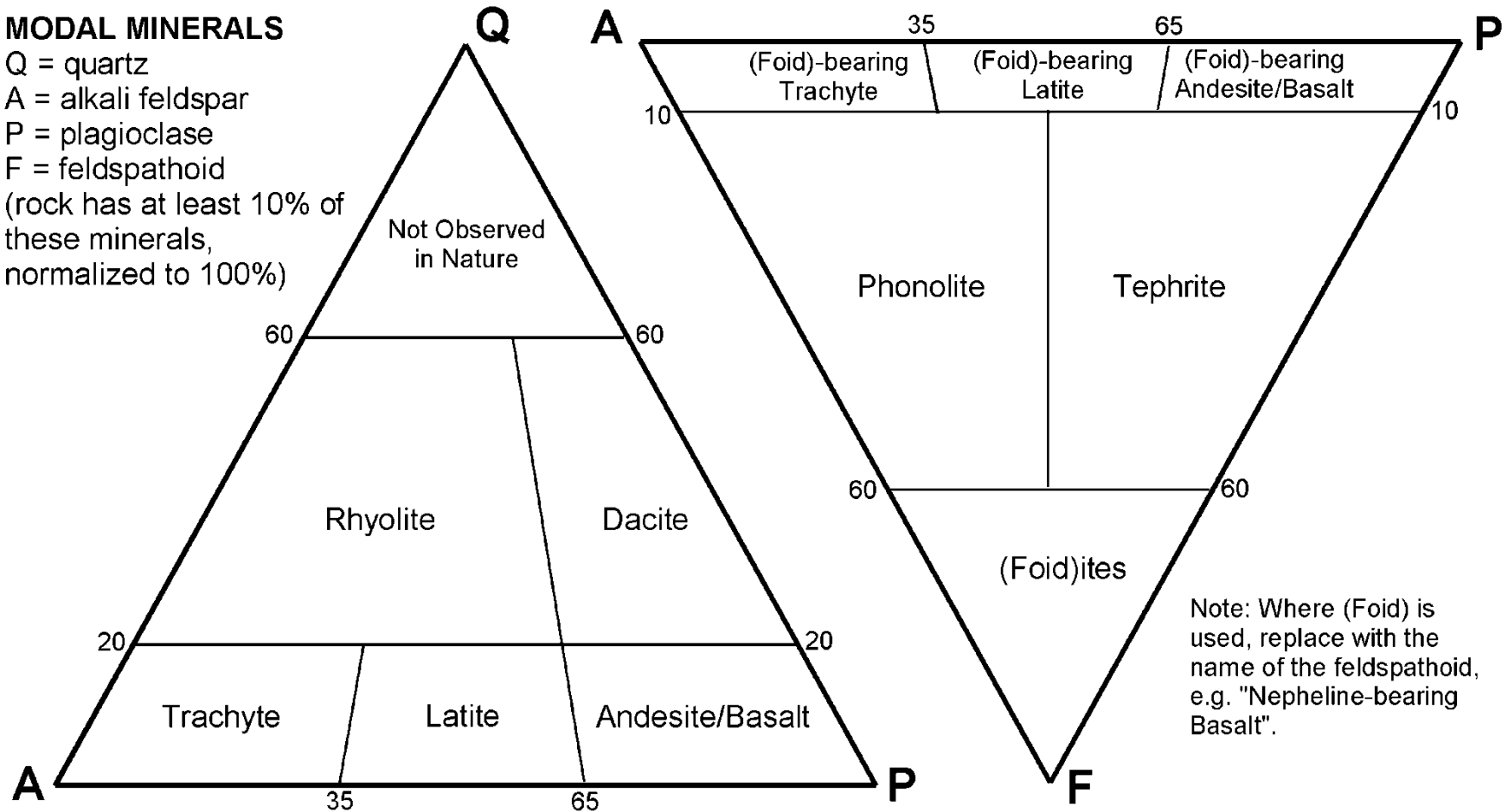
Q = quartz

A = alkali feldspar

P = plagioclase

F = feldspathoid

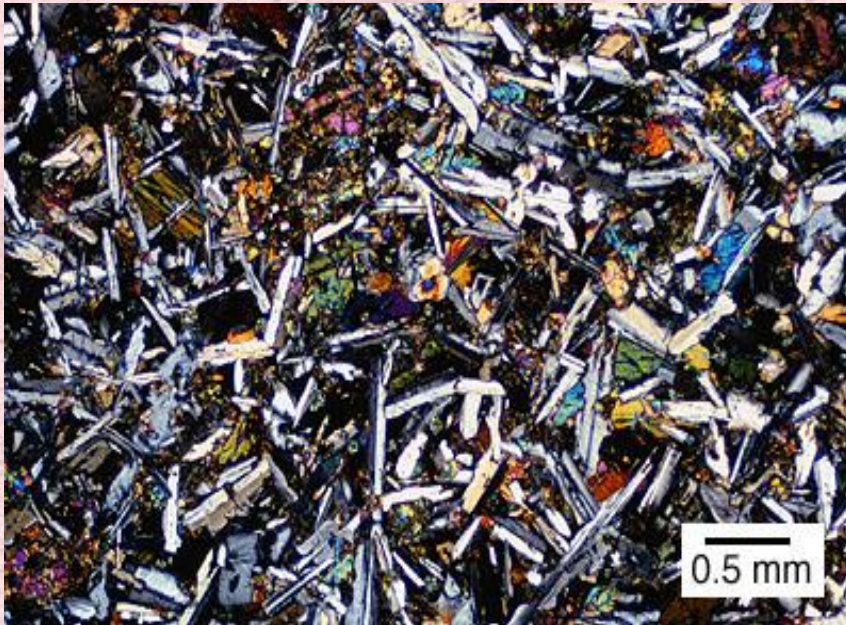
(rock has at least 10% of these minerals, normalized to 100%)



- 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 pyroxen a amfibol
- **tefrit:** plagioklas  $An > 50$ , foidy, pyroxen
- **bazanit:** plagioklas  $An > 50$ , foidy, pyroxen, olivín



Horniny bez křemene

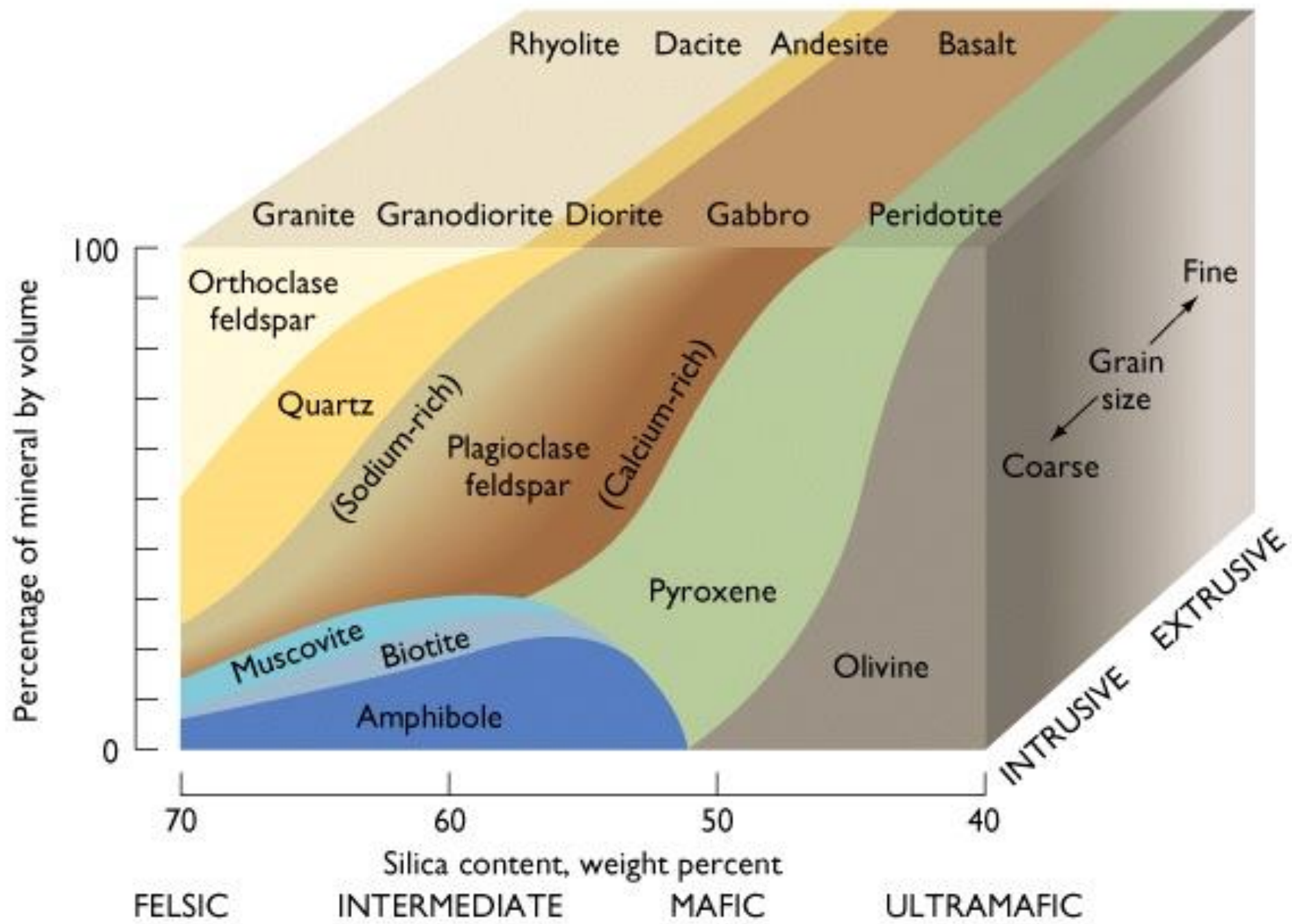


Horniny s křemenem

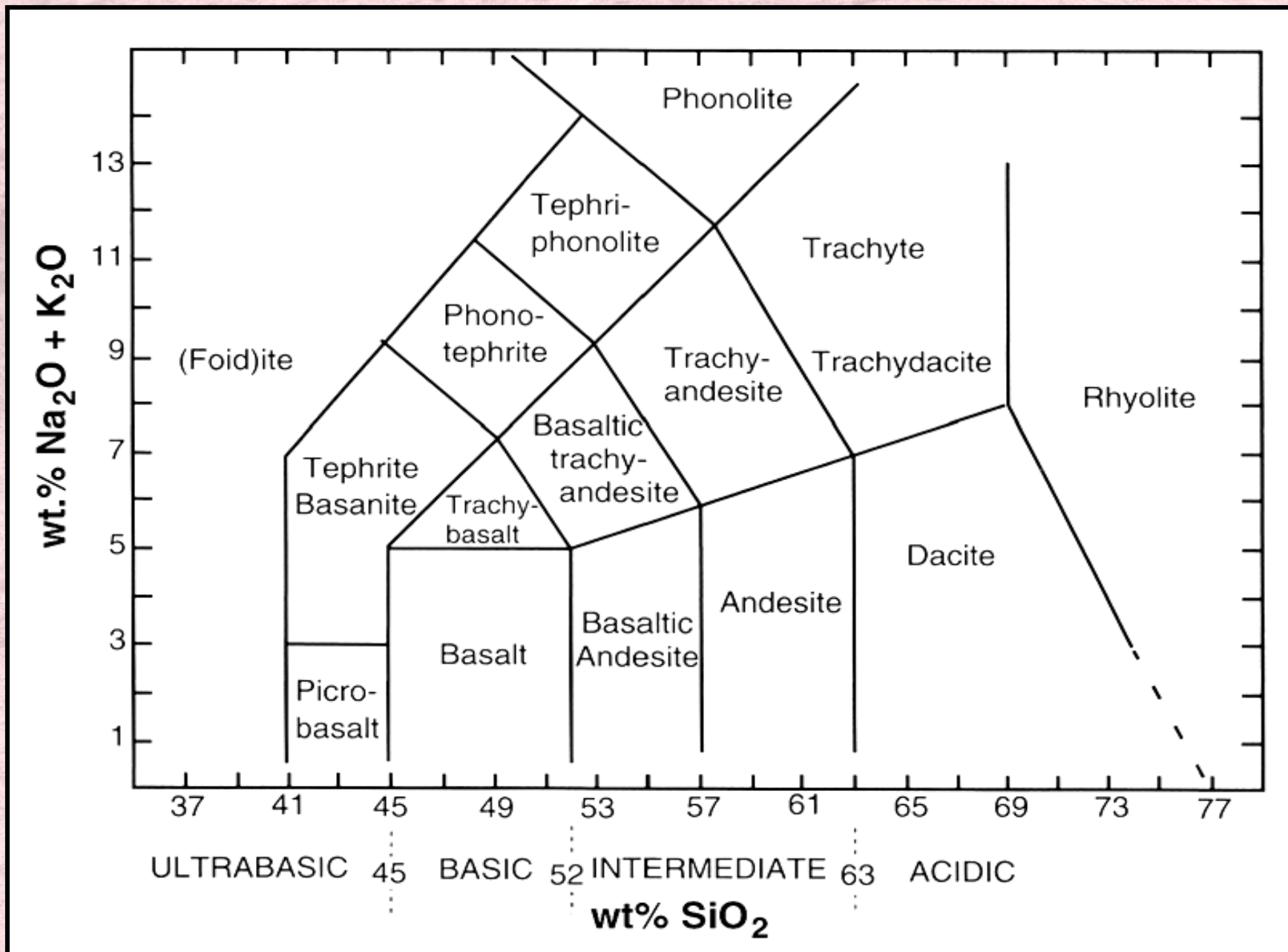
- **alkalické ryolity:** alkalické živce + křemen, dále biotit, alkalické pyroxeny a amfiboly
- **ryolity:** draselné živce > plagioklasy + křemen, biotit, muskovit, turmalín, granát, amfibol
- **dacity:** draselné živce < plagioklasy, křemen, biotit, amfibol, muskovit

	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)

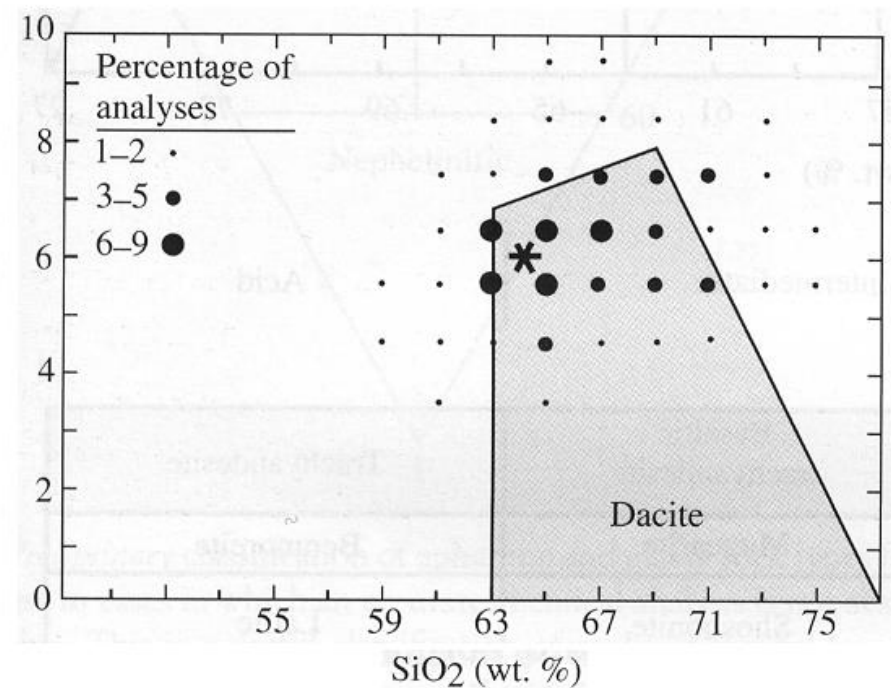
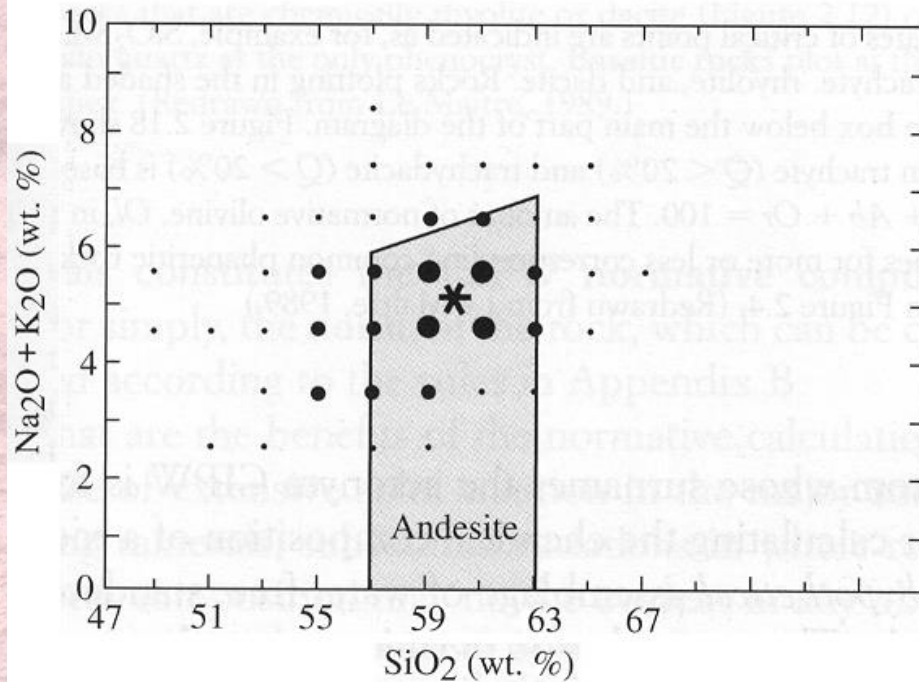


TAS diagram (total alkalis vs. silica) LeBas et al., 1986.



- Do TAS diagramu chemické analýzy přepočteny na 100% bez H<sub>2</sub>O a CO<sub>2</sub>
- Horniny které mají více než 2 % H<sub>2</sub>O+ a 0,5 % CO<sub>2</sub> jsou považovány za alterované

šedá plocha koresponduje s klasifikací IUGS ( hvězda je průměrná analýza)  
body označují distribuci analýz 2864 andezitů a 727 dacitů



# Horniny saturované a nesaturované SiO<sub>2</sub>



olivín

ortopyroxen

2:1

1:1

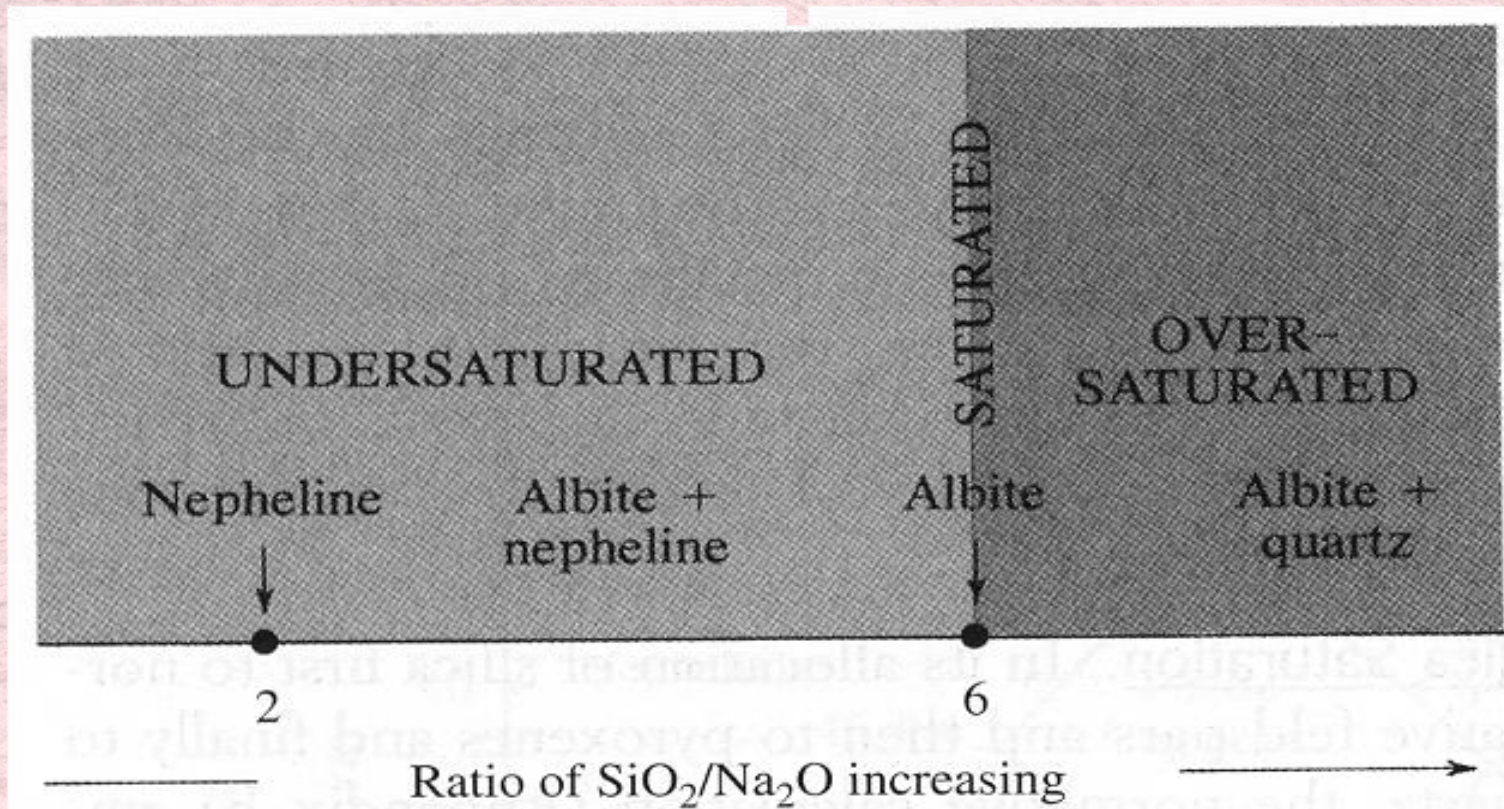


nefelín

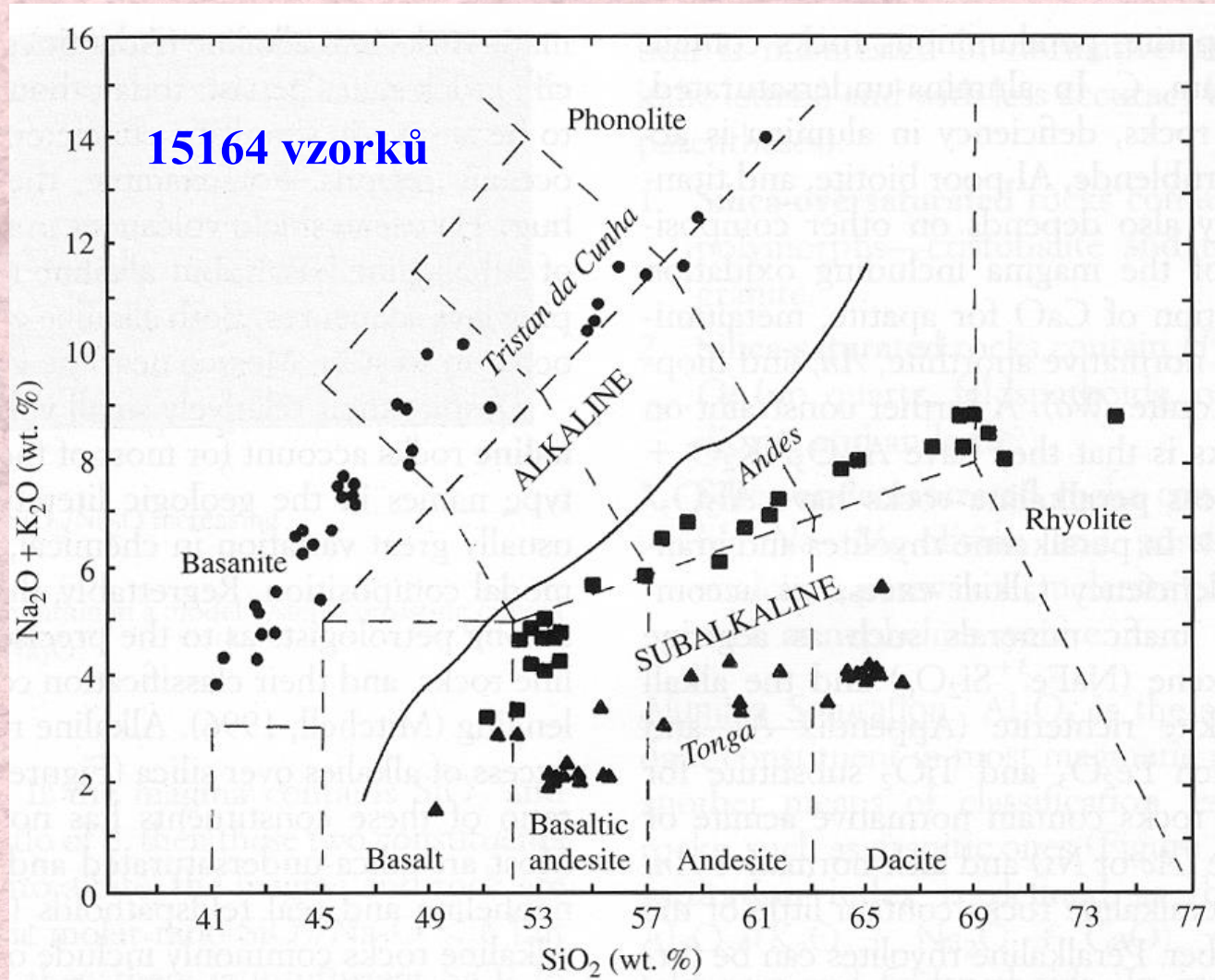
albit

2:1

6:1



# Alkalické a Subalkalické horninové suity

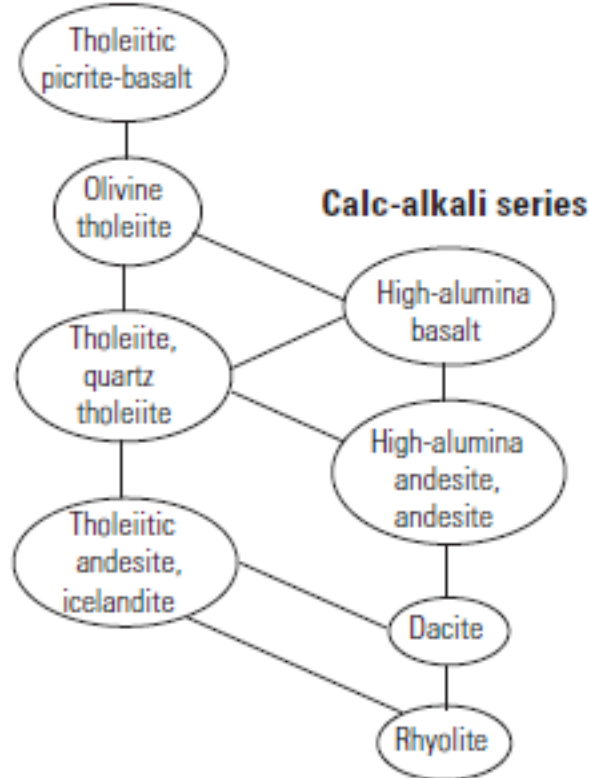


hranice odděluje Ne-normativní horniny



## Subalkaline rocks

### Tholeiitic basalt rocks

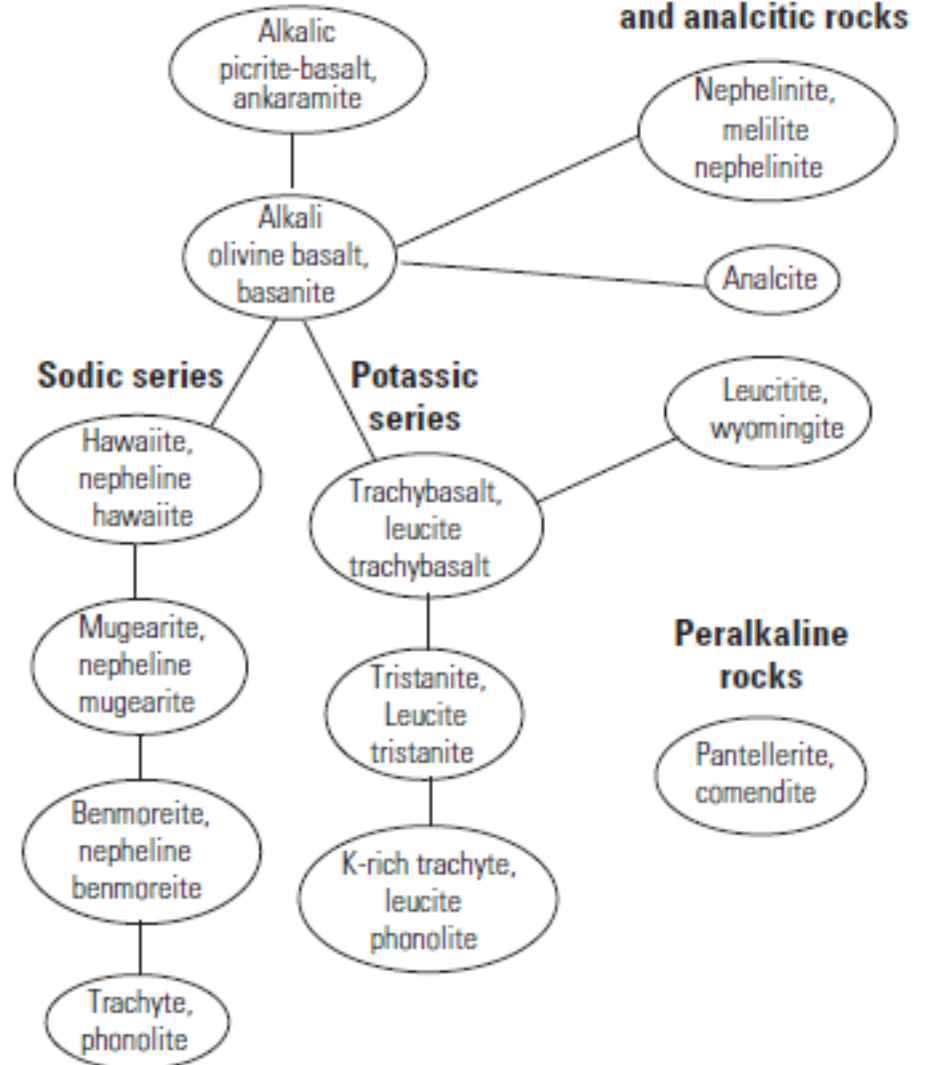


### Calc-alkali series

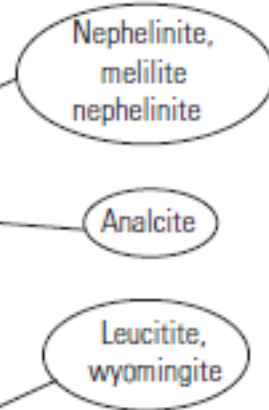
Irvine and Baragar (1971)

## Alkaline rocks

### Alkali olivine basalt series

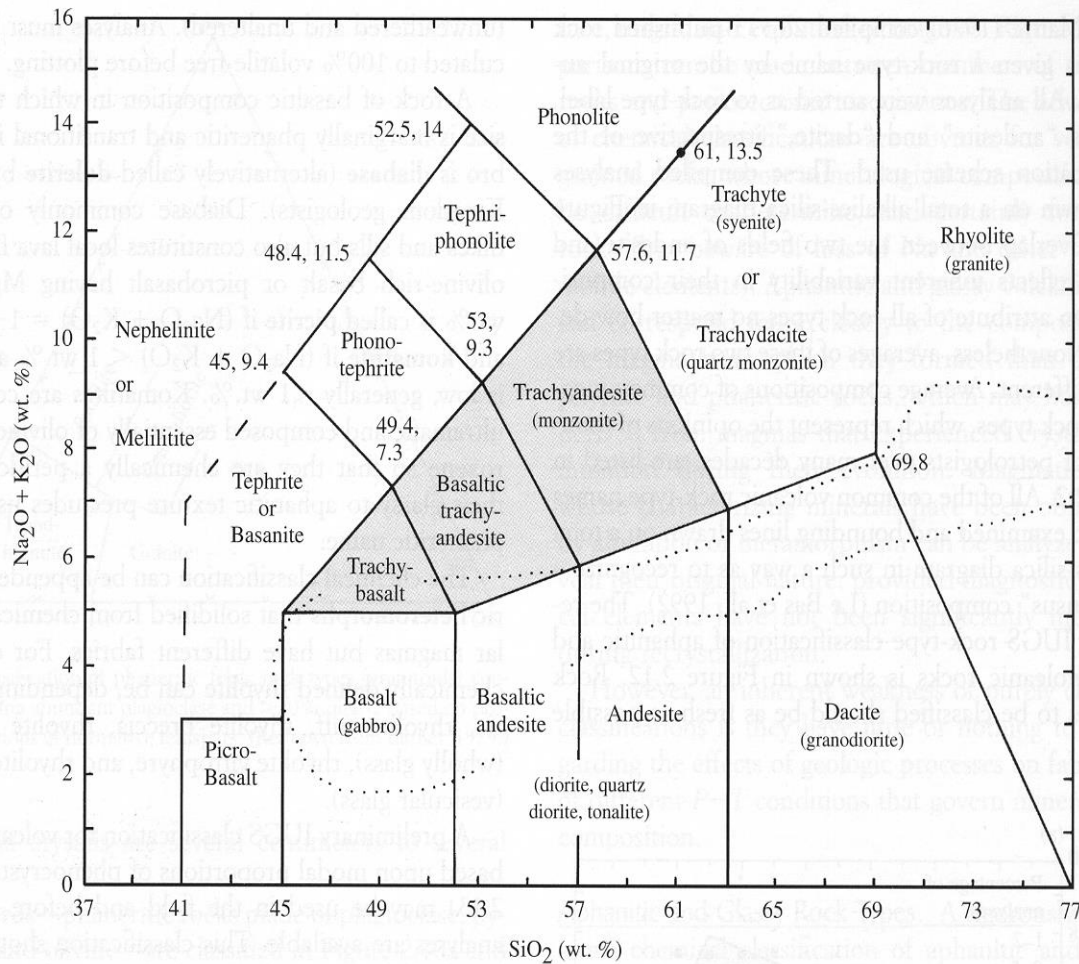


### Nephelinic, leucitic, and analcitic rocks



### Peralkaline rocks





Ultrabasic

Basic

Intermediate

Acid

rozdíl mezi trachytem ( $Q < 20\%$ ) a trachydacitem ( $Q > 20\%$ ) závisí na obsahu normativního qtz po přepočtu  $Q+An+Ab+Or=100\%$

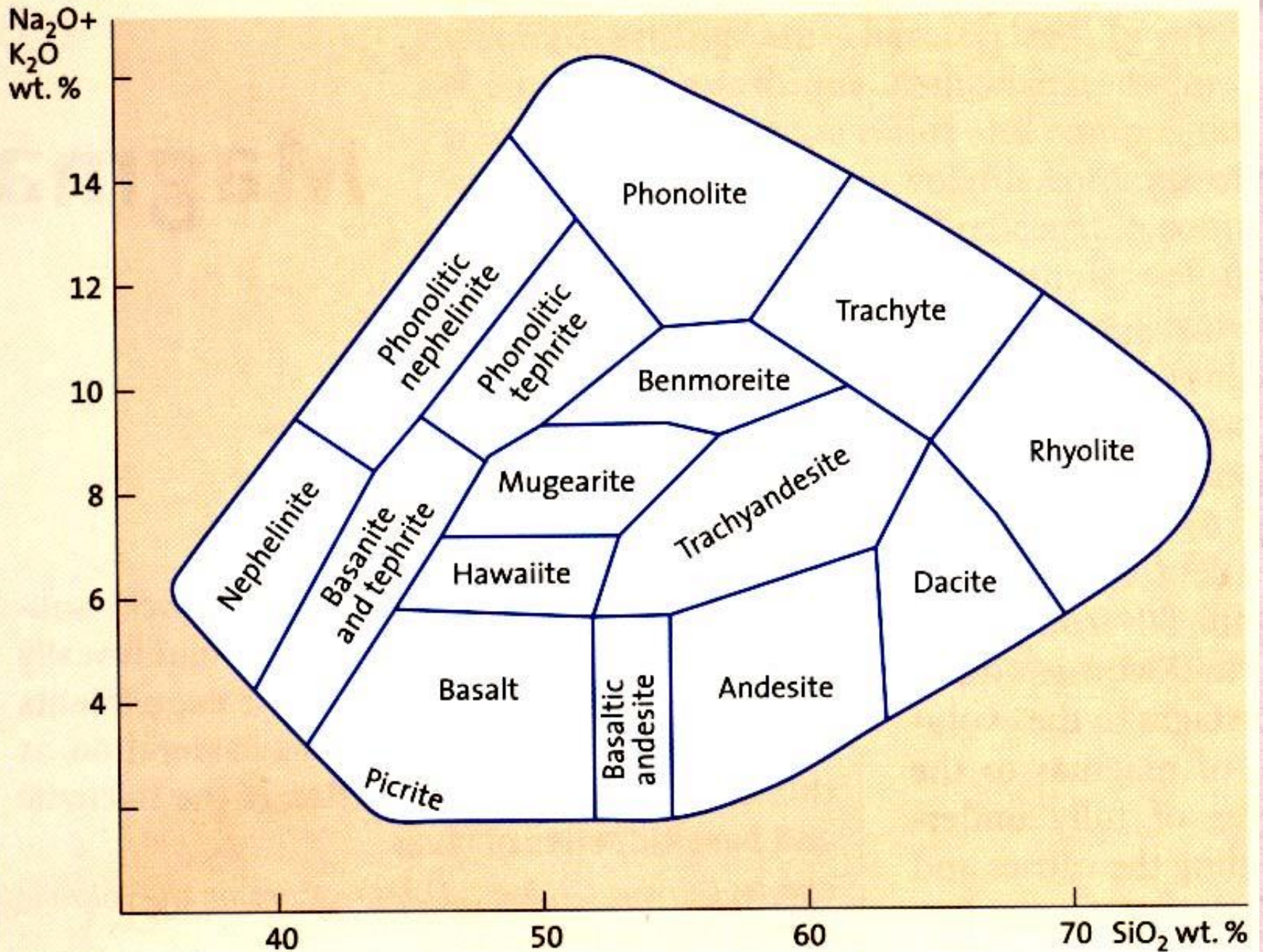
obsah normativního olivínu rozděluje tefrit ( $<10\%$ ) od basanitu ( $>10\%$ )

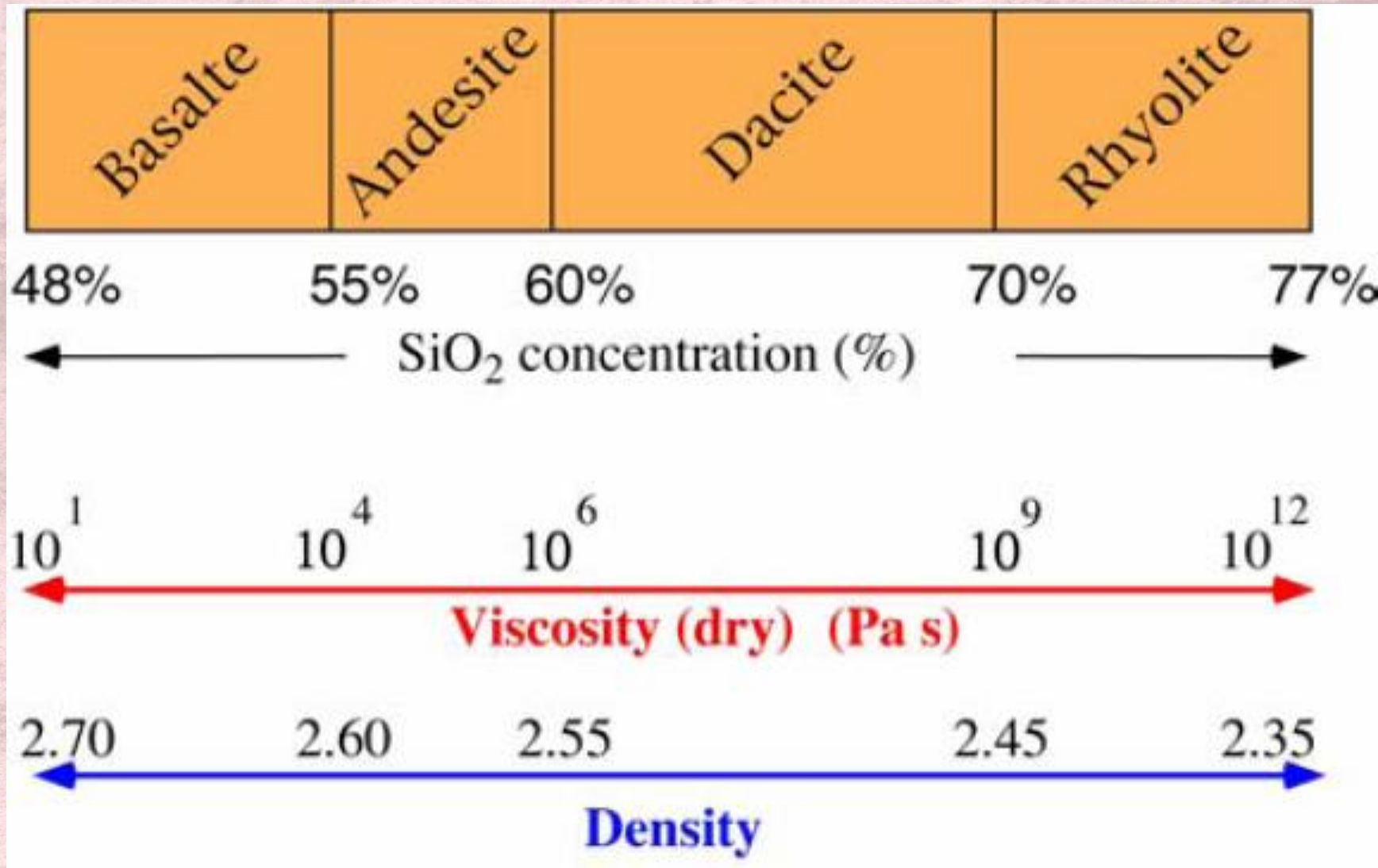
peralkalické ryolity se dělí:

- 1) komendity (comendites):  
 $Al_2O_3 > 1,33 * FeO + 4,4$  (wt. %)
- 2) pantelerity (pantellerites):  
 $Al_2O_3 < 1,33 * FeO + 4,4$  (wt. %)

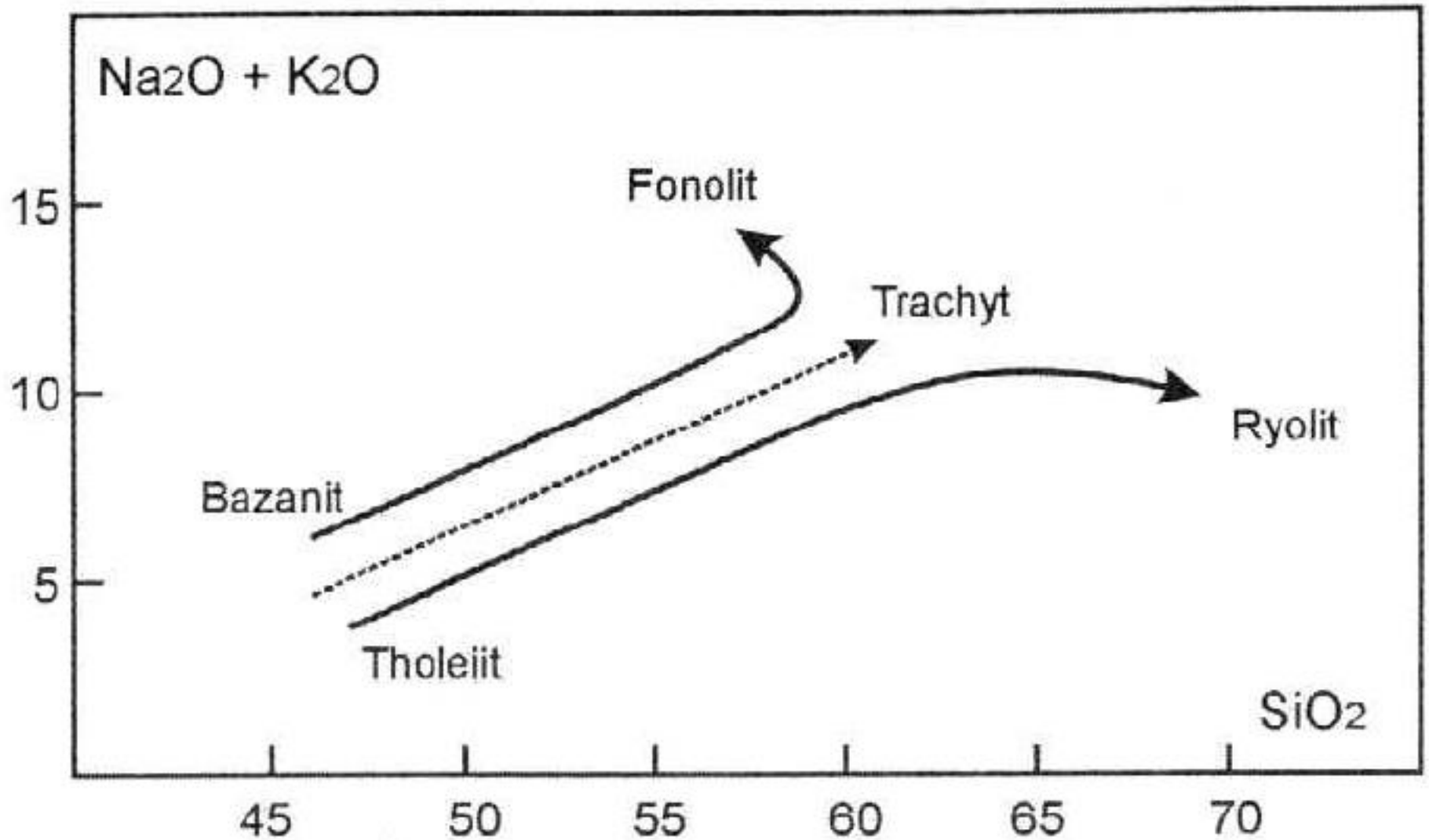
oblast ohraničená tečkovaně vyznačuje pozice 53 % hornin v globální geochemické databázi

Further subdivisions of shaded fields	Trachybasalt	Basaltic trachyandesite	Trachyandesite
$Na_2O - 2.0 \geq K_2O$	Hawaiite	Mugearite	Benmoreite
$Na_2O - 2.0 \leq K_2O$	Potassic trachybasalt	Shoshonite	Latite





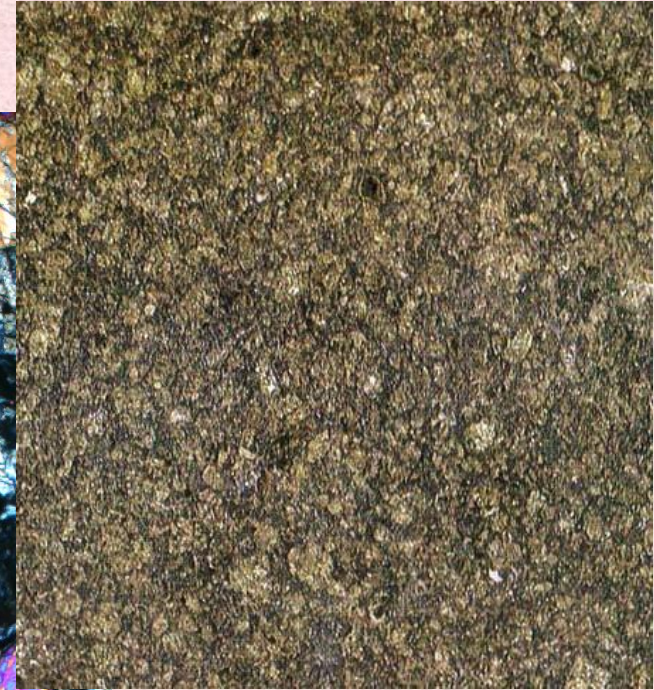
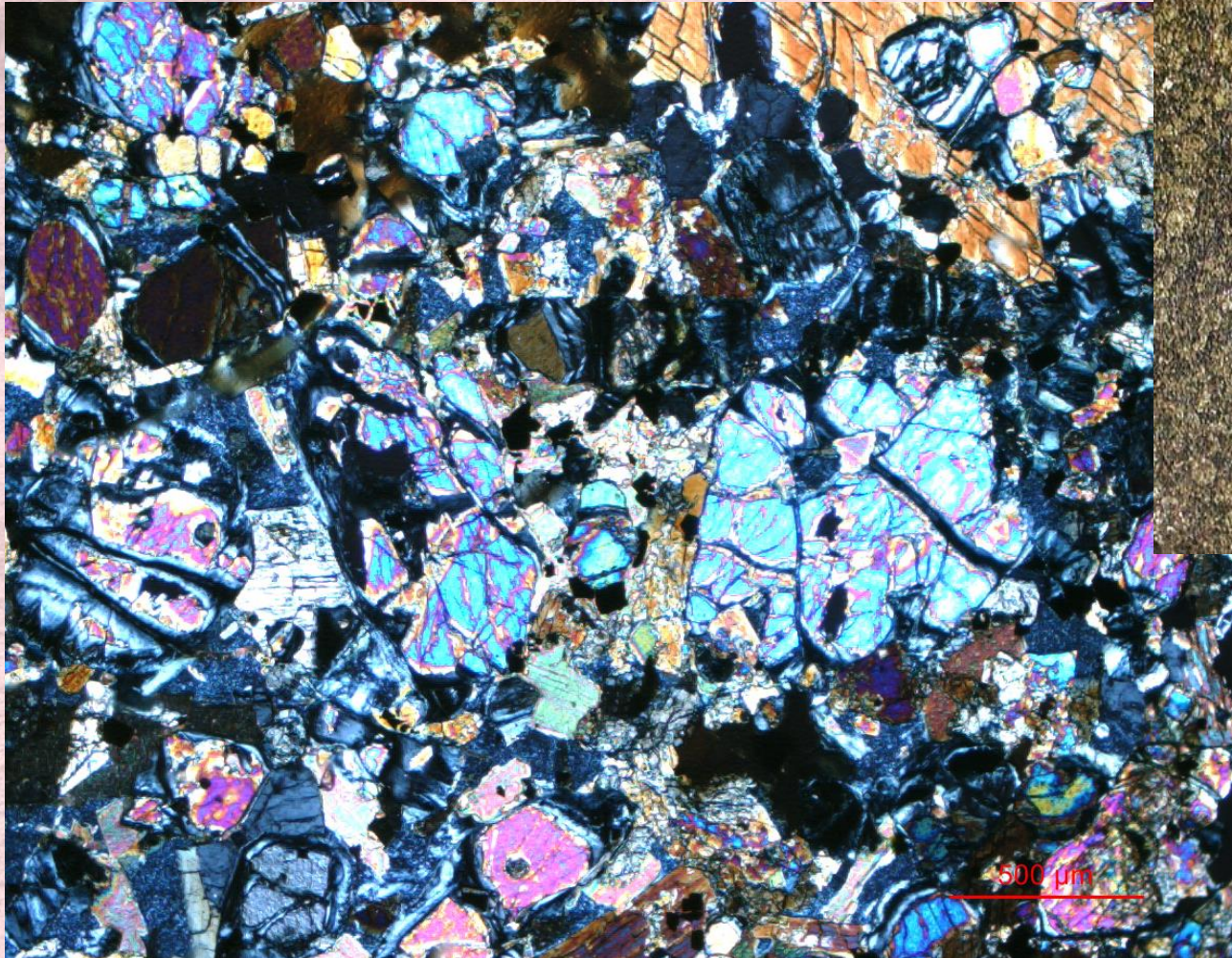
- Chování magmatu je výrazně ovlivněno viskozitou.
- Viskozita je závislá na obsahu SiO<sub>2</sub>, fluid (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>), na rychlosti krystalizace a obsahu krystalů.



- Typické diferenciační trendy vulkanických sérií (podle Hall 1996 upravil Holub 2002)

## • **Pikrit**

- ultrabazický magmatit obsahující nejméně 90 % feromagneziových minerálů, mezi nimiž převládá olivín a více než 12 hm % MgO a  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  1-3 wt.% v horninové analýze
- vyrostlice: olivín
- základní hmota: olivín, pyroxeny, ilmenit, magnetit



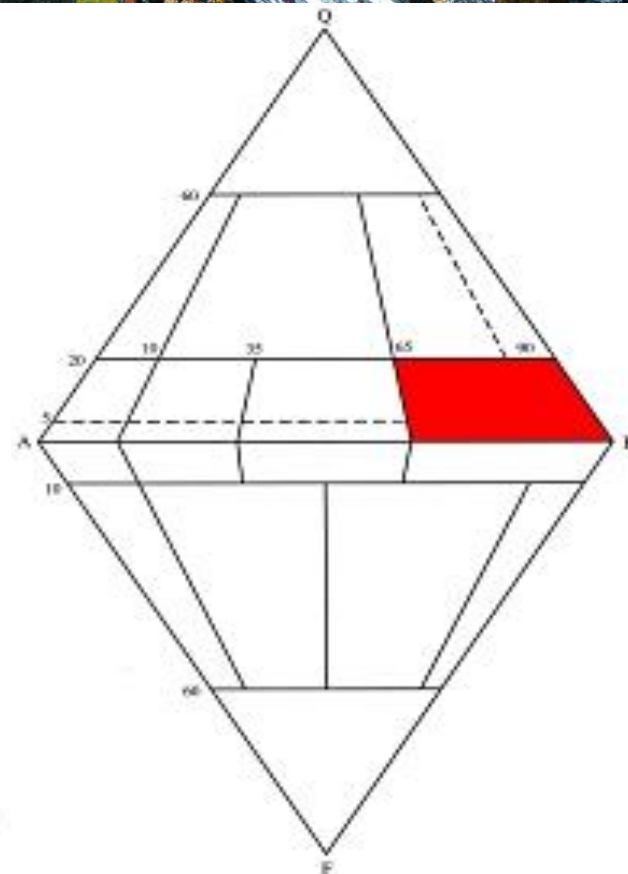
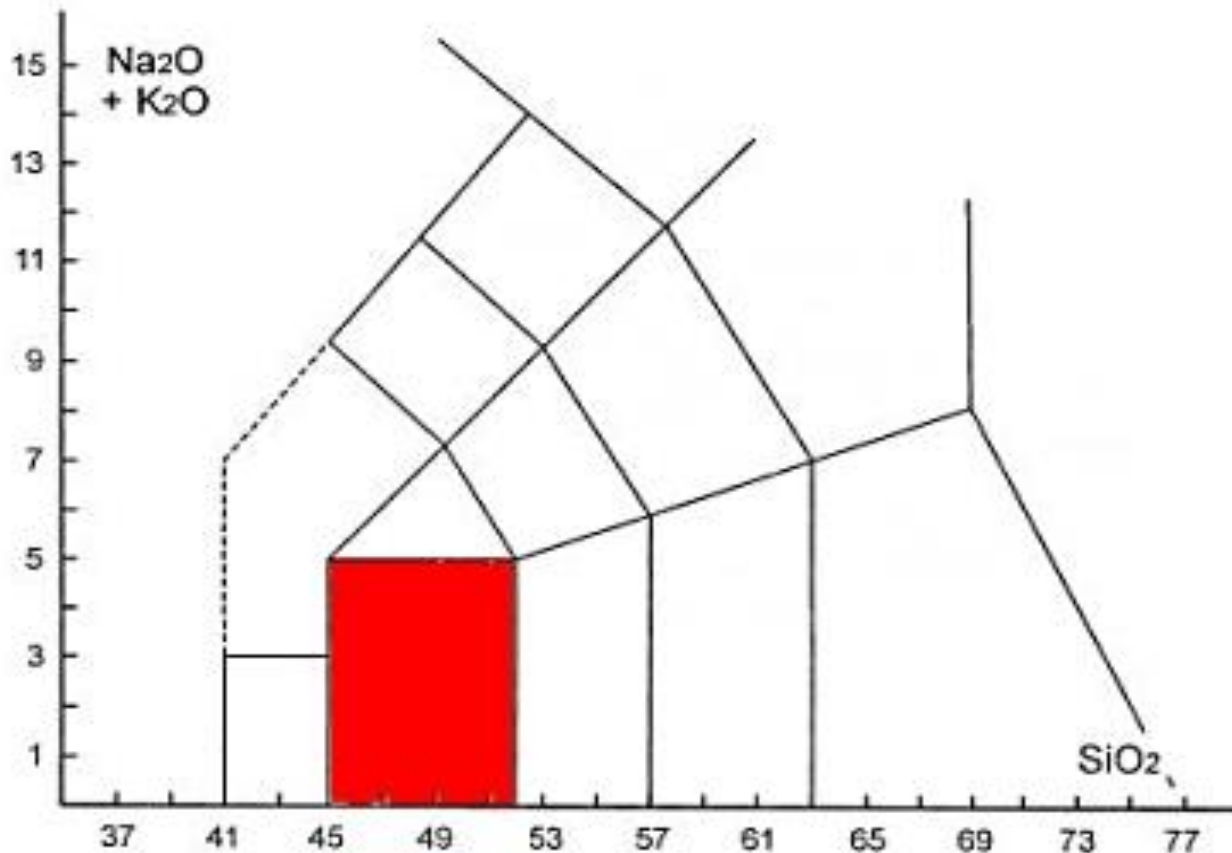
**Pikrit, Brušperk**  
**(Ol + Px + Amp + Bt)**



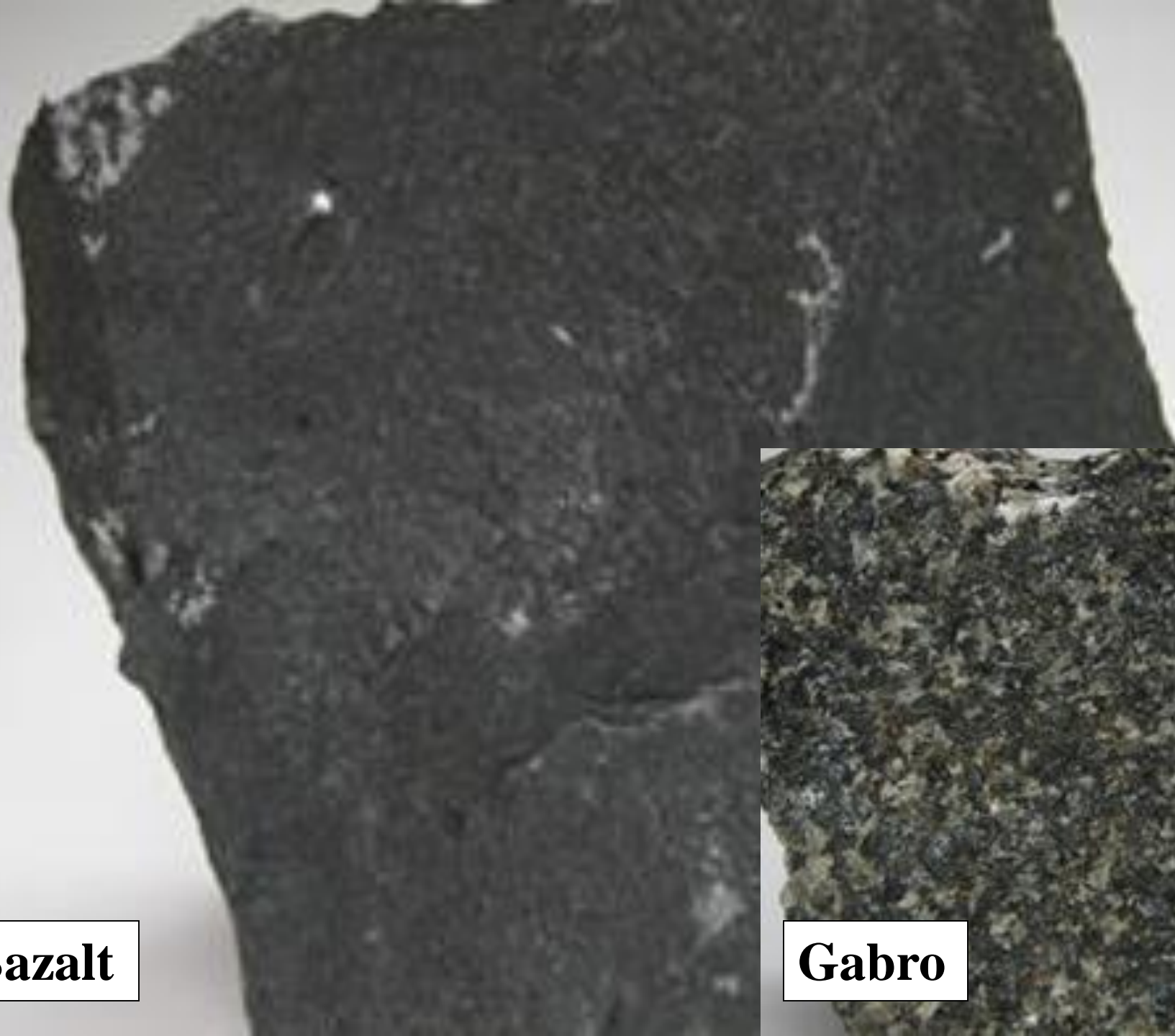
**Komatiit (Kanada)**

## ■ *Bazalt*

- $\text{SiO}_2 \leq 52$  hmot. %,  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \leq 5$  hmot. %
- horniny bez křemene nebo s křemenem do 5 %
- převažují plagioklasy (nad 90 % živců), bazicita je vyšší než  $\text{An}_{50}$
- plagioklasy, olivín, pyroxeny (opx, cpx), amfibol, biotit a sklo



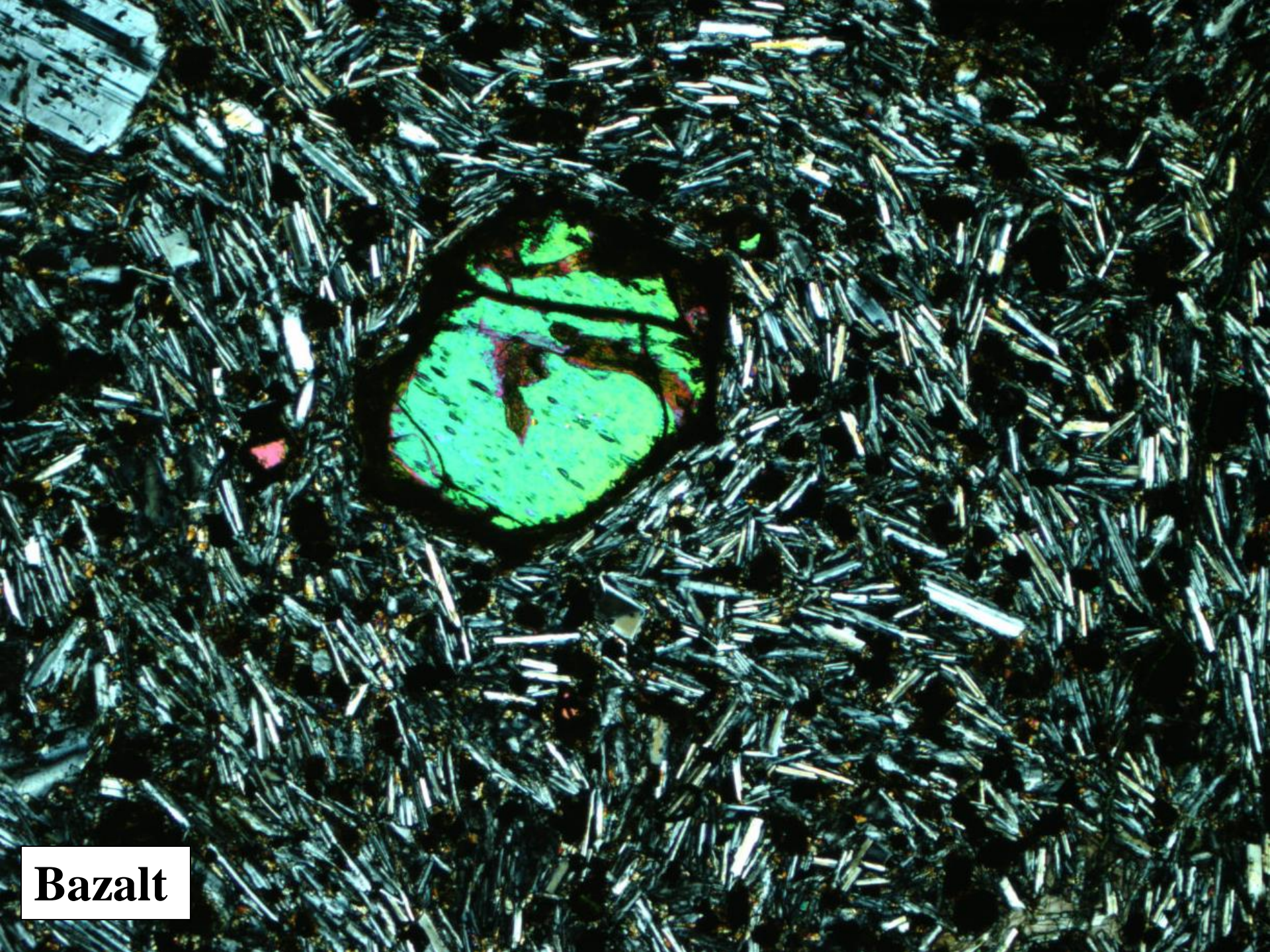




**Bazalt**



**Gabro**



**Bazalt**

- Na základě normativních minerálů je možné klasifikovat tyto bazalty pomocí *tetraedru ne-q-cpx-ol*.

- Je možné vydělit několik typů bazaltů :

- 1) q normativní - tholeiit,
- 2) en normativní - hypersthenický basalt,
- 3) en+fo - olivinický tholeit,
- 4) fo - olivinický basalt,
- 5) ne - alkali basalt.

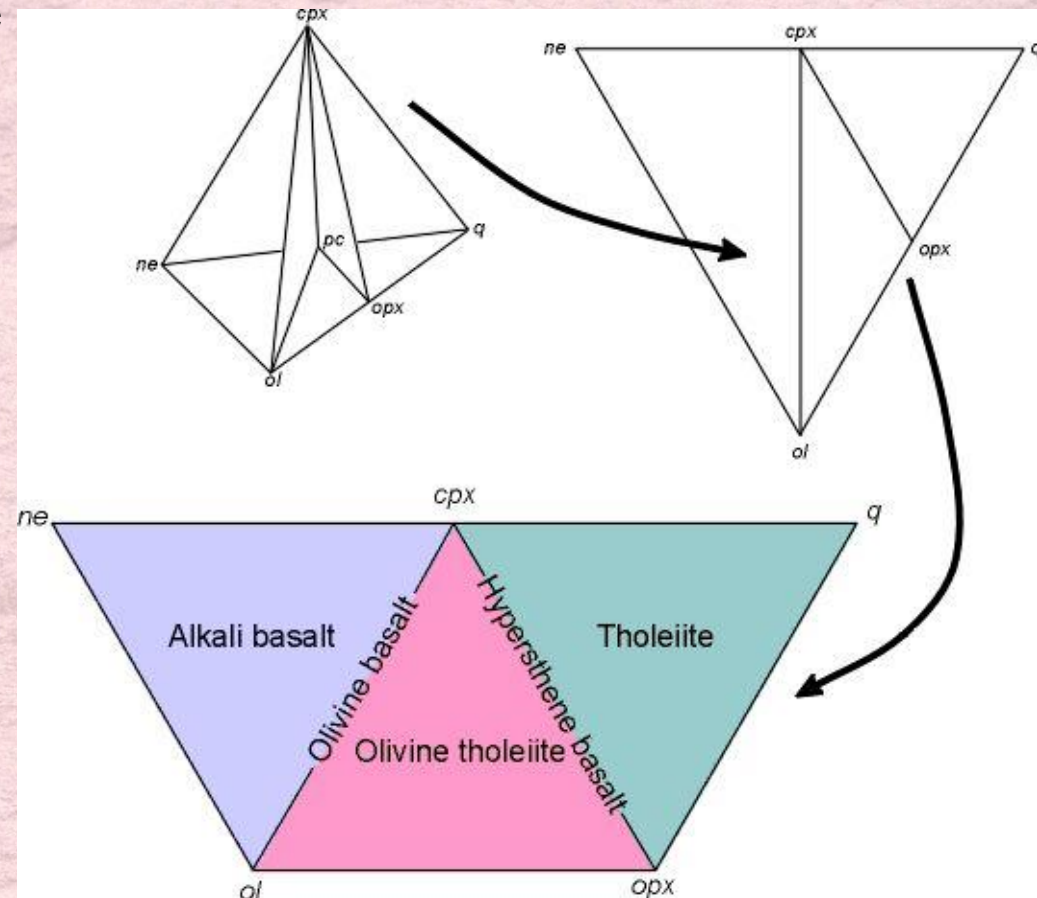
- Modalní klasifikace se nemusí vždy shodovat s normativní ale:

- **Alkalické bazalty**

- vyrostlice: olivín, klinopyroxen, (někdy amfibol)
- základní hmota: klinopyroxen, plagioklas, (olivín), magnetit, apatit, Cr-spinelidy

- **Tholeitický bazalt**

- vyrostlice: klinopyroxen (diopsid nebo augit), pigeonit, neobsahuje olivín (nebo ol obklopený opx),
- základní hmota: plagioklas, pyroxeny, ilmenit, magnetit
- olivínový tholeiit vs. křemenný tholeiit



- **Vápenatoalkalické bazalty**

- vyrostlice: ortopyroxen

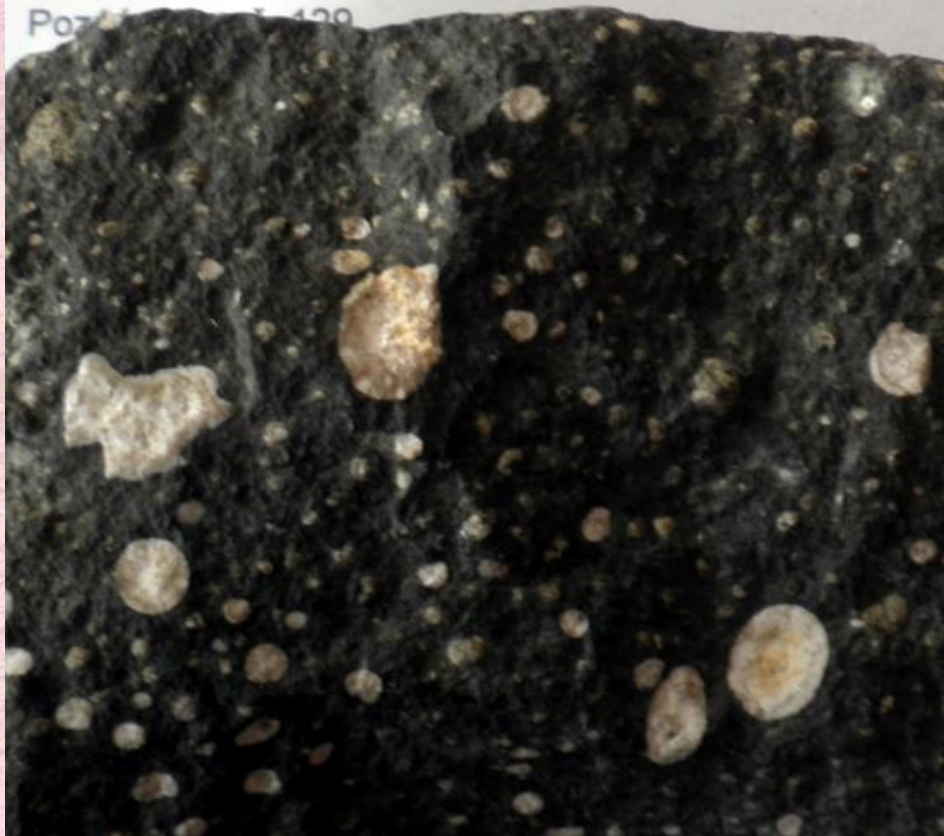
- základní hmota: plagioklas, pyroxeny, ilmenit, magnetit

Hornina: **bazalt s mandlovcovou texturou**

Minerály:

Lokalita: ostrov Mull, Skotsko

Poznámka: č. 129



Hornina: **olivinický bazalt s pórovitou texturou**

Minerály: olivín

Lokalita: Vrkoč u Ústí n. Labem

Poznámka: č. 128





Hornina: **melafyr s mandlovcovou  
texturou**

Minerály:

Lokalita: Cidlina-Doubravice, S od Jičína

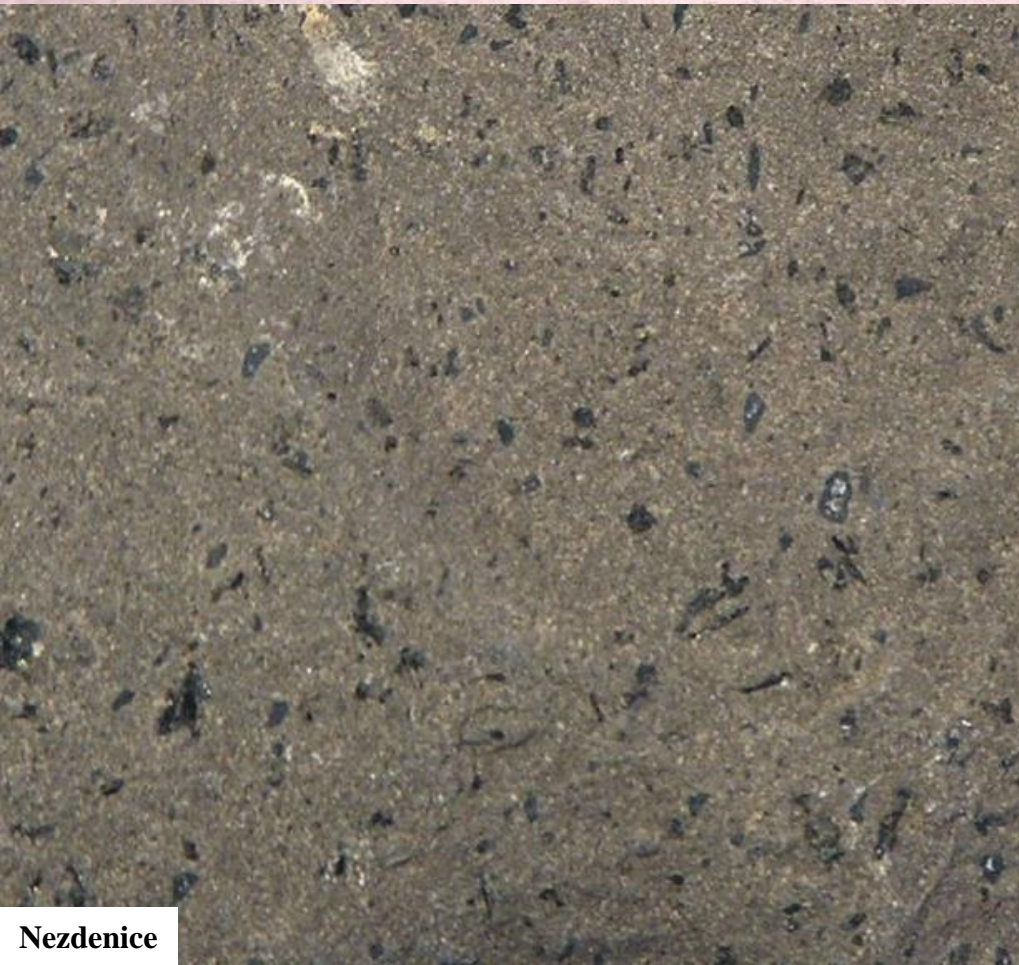
Poznámka: ... ba



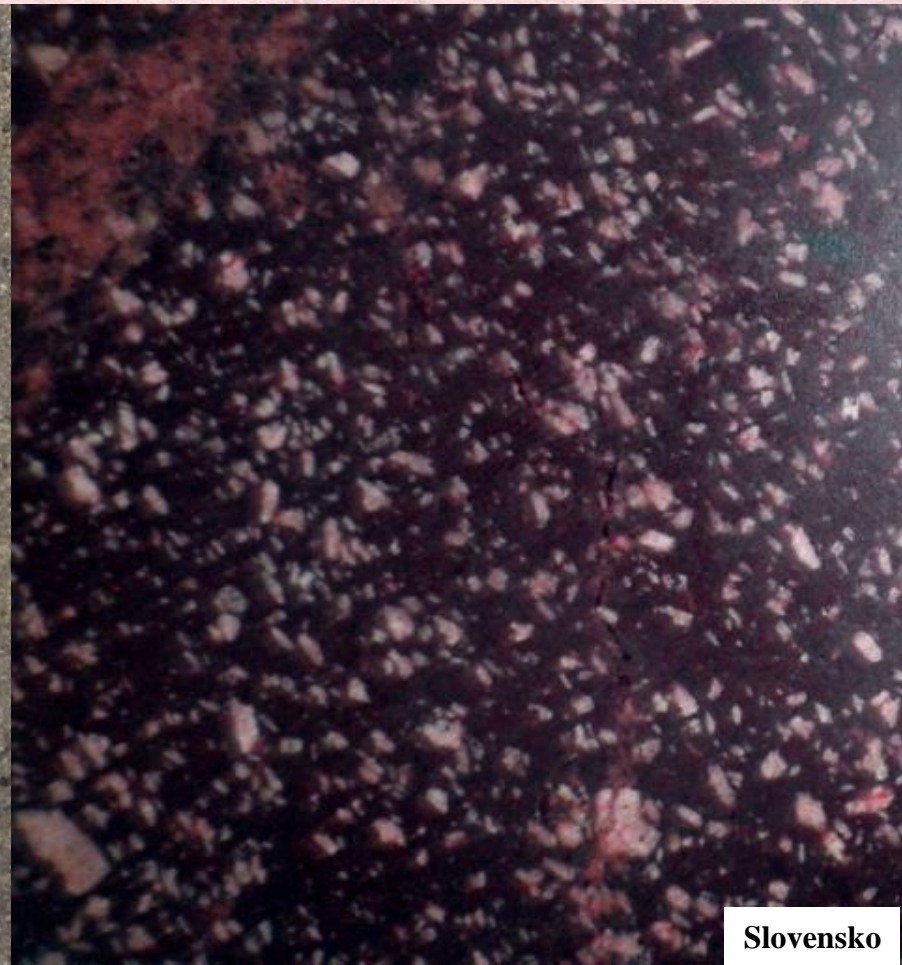
**VARIOLITICKÝ ALBITIZOVANÝ BAZALT  
(SPILIT)**

Kamenec u Rokycan

- *Andezit*
- SiO<sub>2</sub> 56 až 63 % (maximálně do 20 % Qtz)
- živce: více jak 65 % tvoří plagioklas s průměrnou bazicitou pod An<sub>50</sub>
- vyrostlice: plagioklas, pyroxeny, amfibol, biotit
- základní hmota: plagioklasy, někdy amfibol, biotit, pyroxeny (opx, cpx) a sklo



Nezdenice

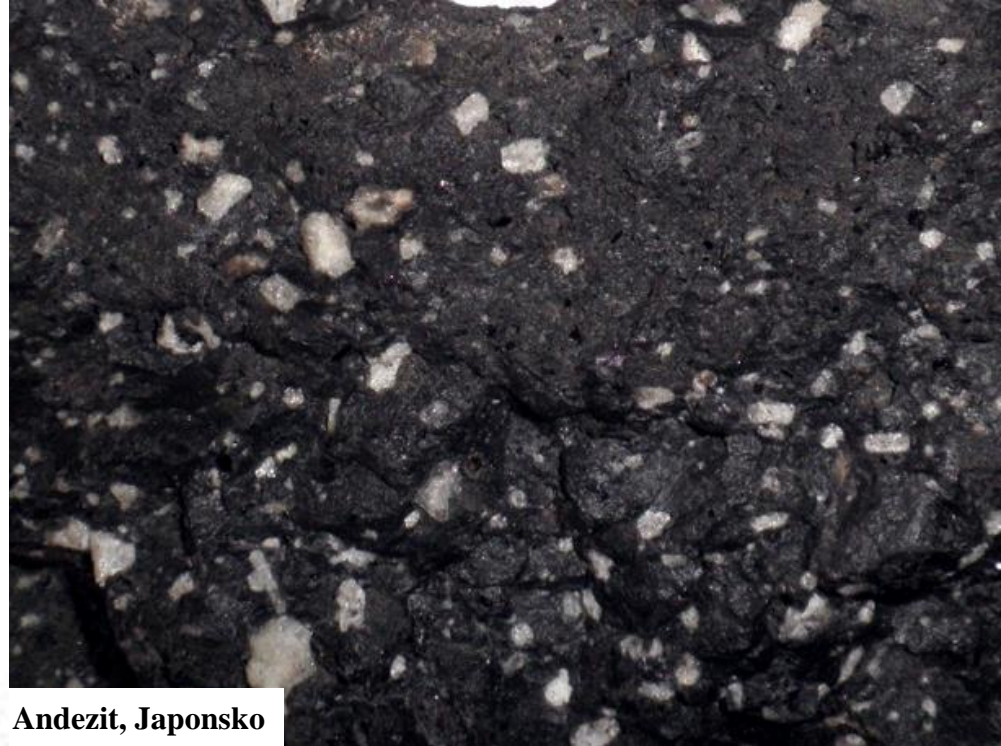
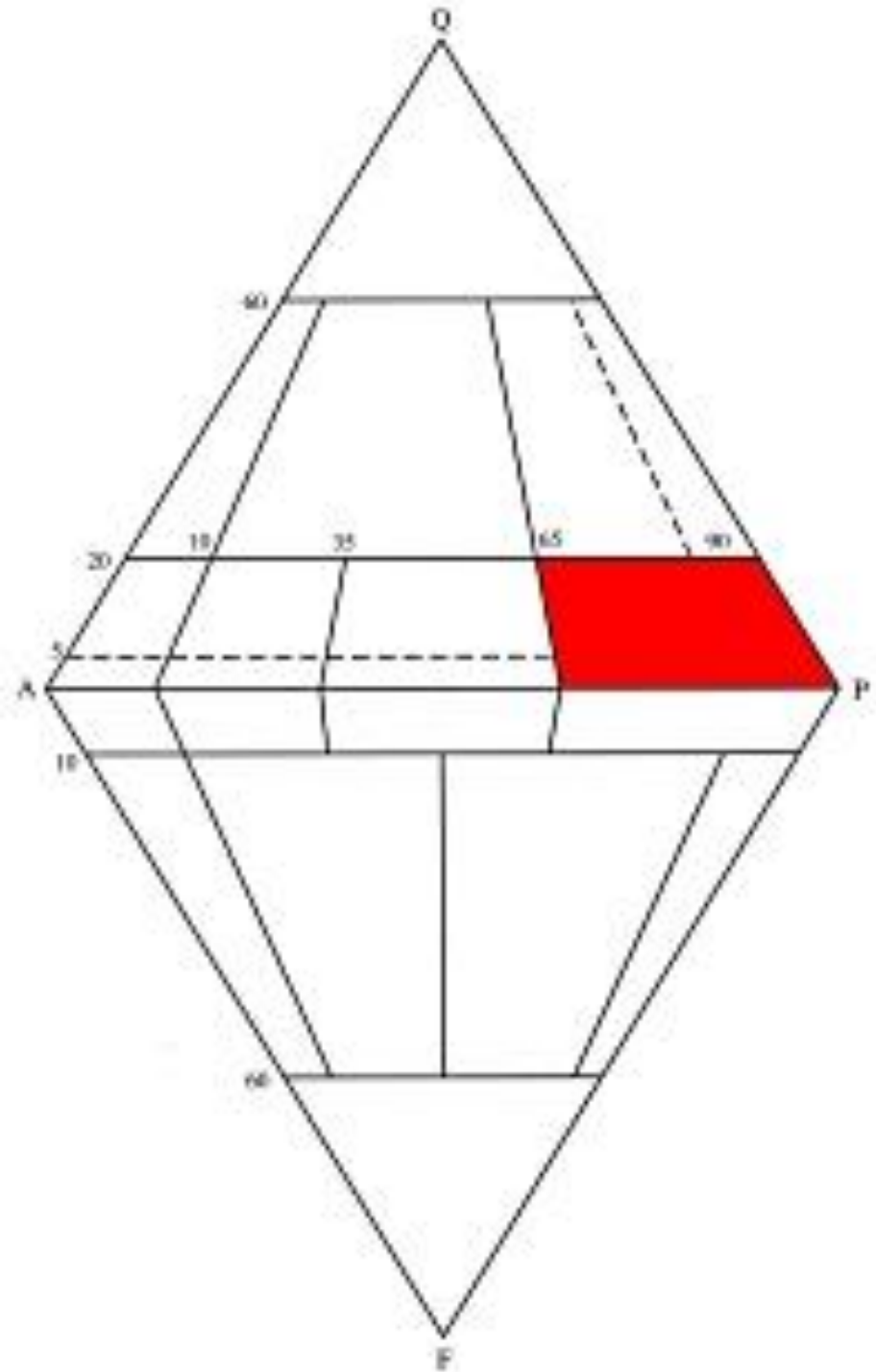


Slovensko

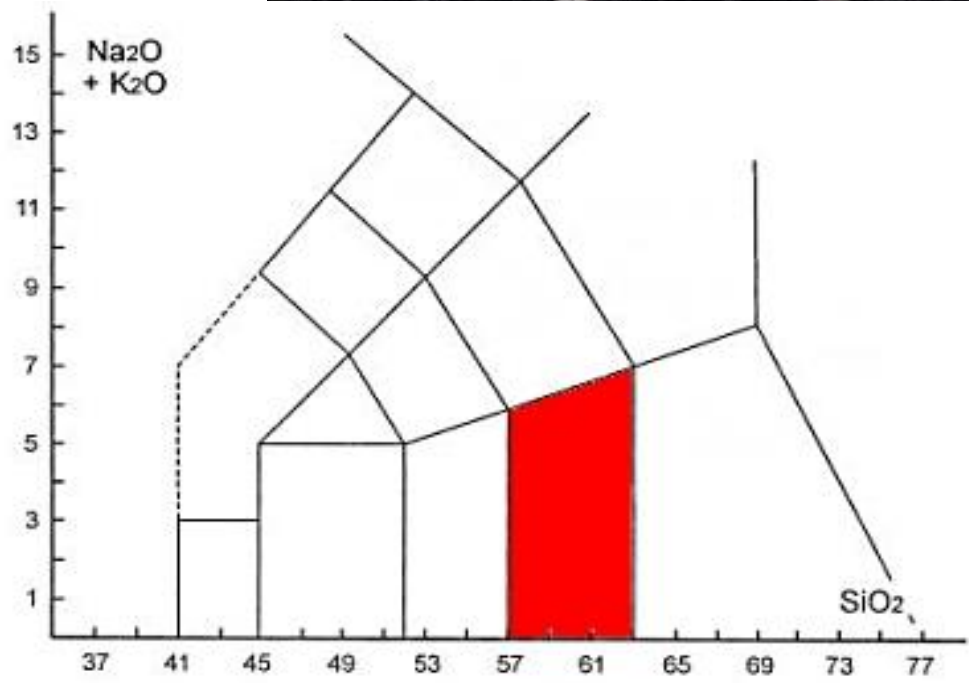


**Andezit**

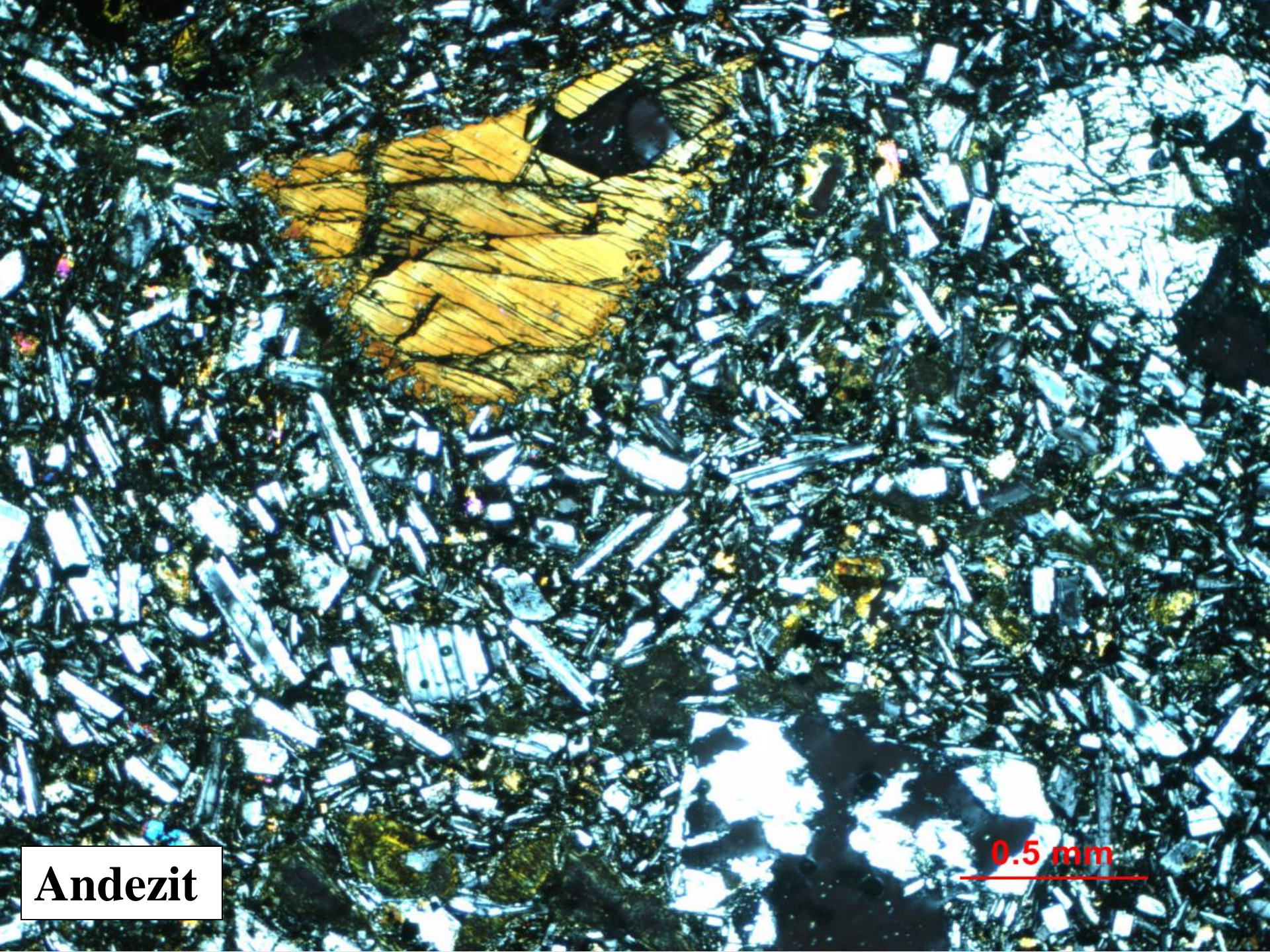
**Diorit**



Andezit, Japonsko

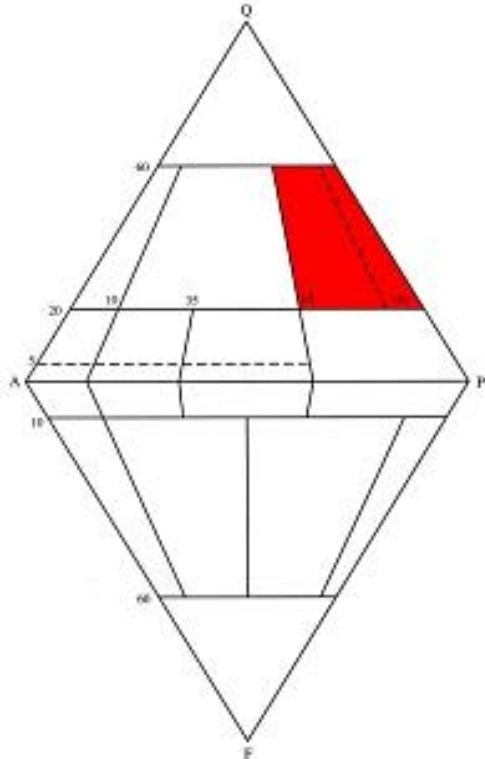






**Andezit**

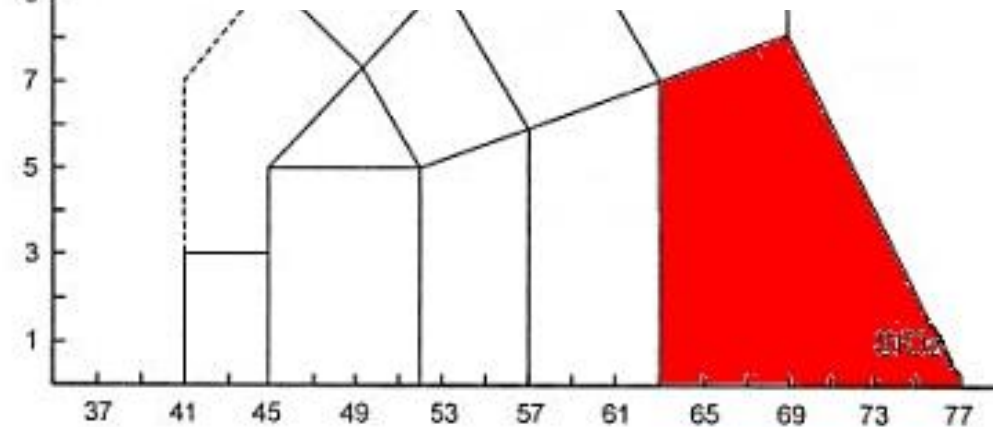
**0.5 mm**



Na<sub>2</sub>O  
+ K<sub>2</sub>O

## *Dacit*

- křemen přes 20 % světlých součástek
- živce: převládá plagioklas 65–100%
- vyrostlice většinou plagioklasy někdy biotit a amfibol



***Dacit* Alk fsp + Pl + Qtz + sklo**

## *Ryolit*

- vysokým obsahem  $\text{SiO}_2$  (> 70 %)
- křemen přes 20 % světlých součástek

Hornina: **ryolit (křemenný porfyr)**

Minerály: vyrostlice křemene

Lokalita: Kozákov u Semil

Poznámka:



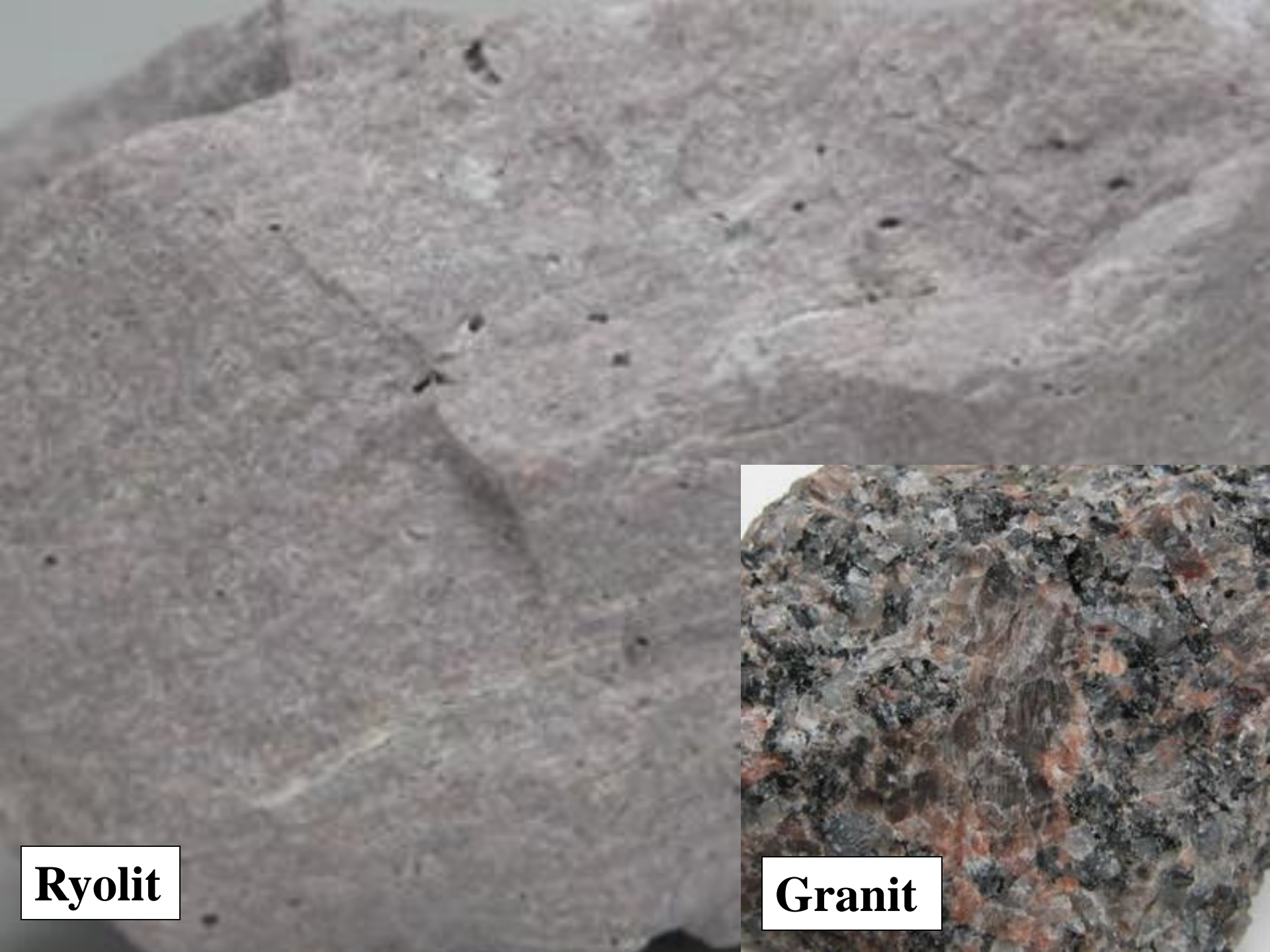
Hornina: **sklovitý ryolit**

Minerály:

Lokalita: Szabova skala u Lehotky, Štiavnické pohorí

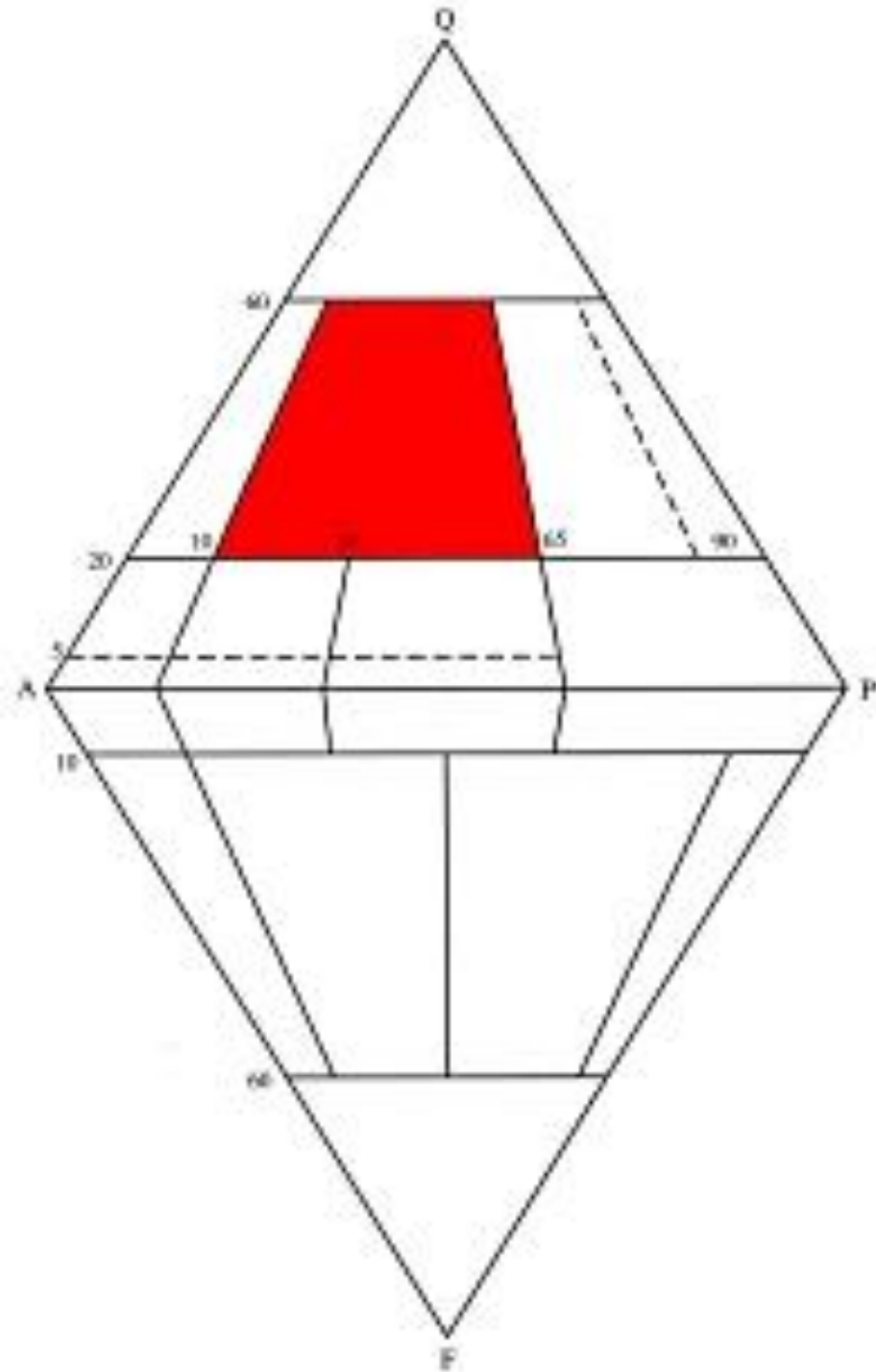
Poznámka: r. 1987



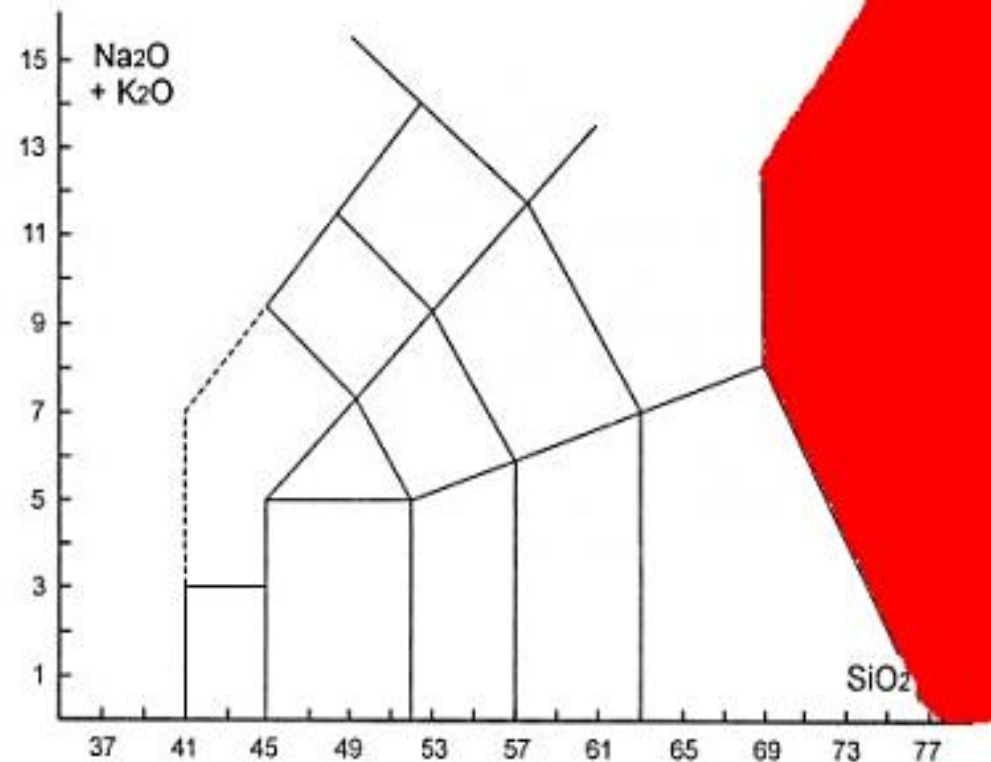


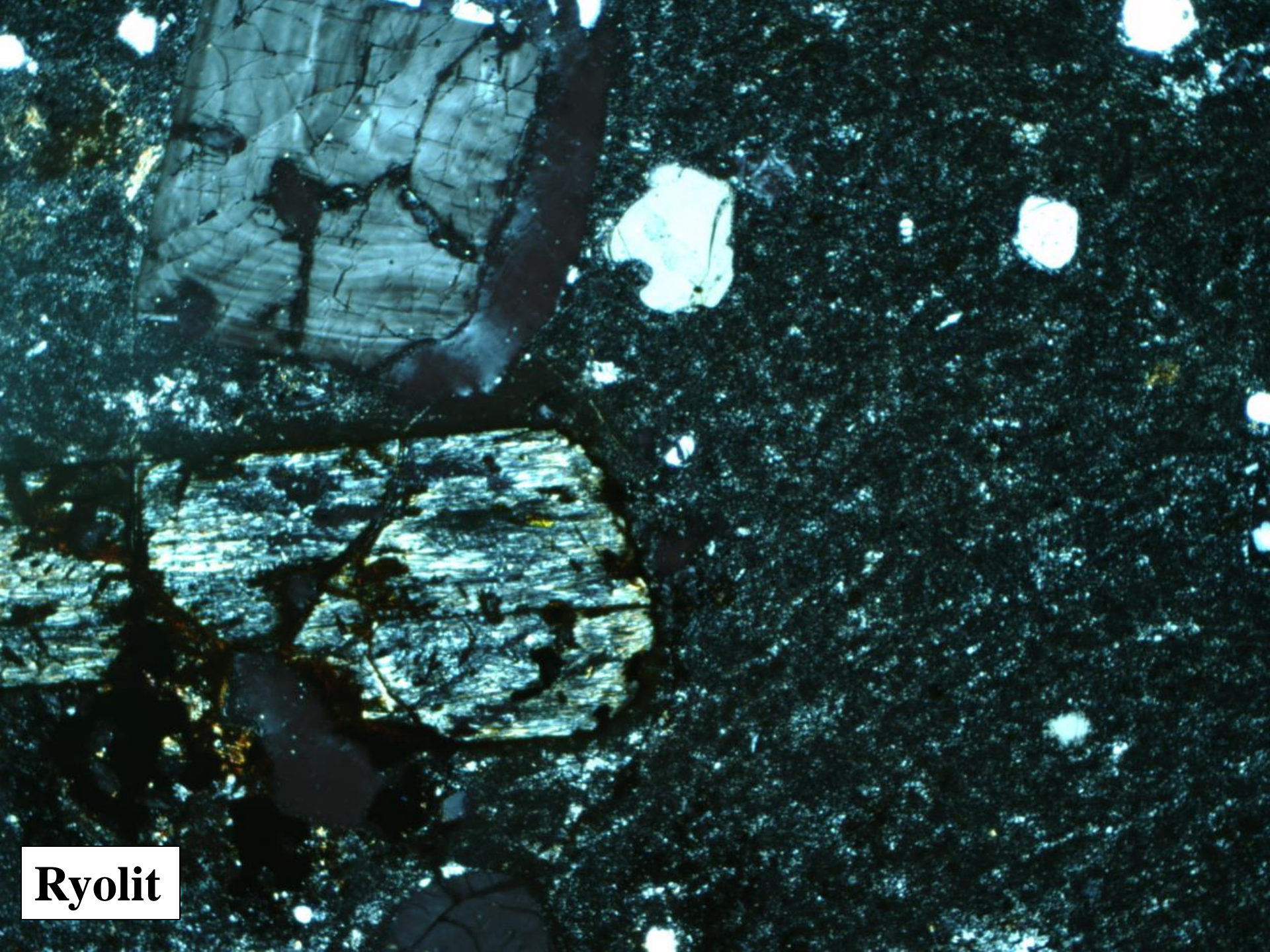
**Ryolit**

**Granit**



- živce: alkalické živce 35–90 %, plagioklasy 10–65 %,
- alkalický ryolit nad 90 % alkalických živců
- vyrostlice: křemen, alkalické živce (sanidin, albit), plagioklasy a vzácně Bt, Px
- základní hmota: křemen, alkalické živce, plagioklasy, někdy biotit, pyroxeny, amfibol a sklo





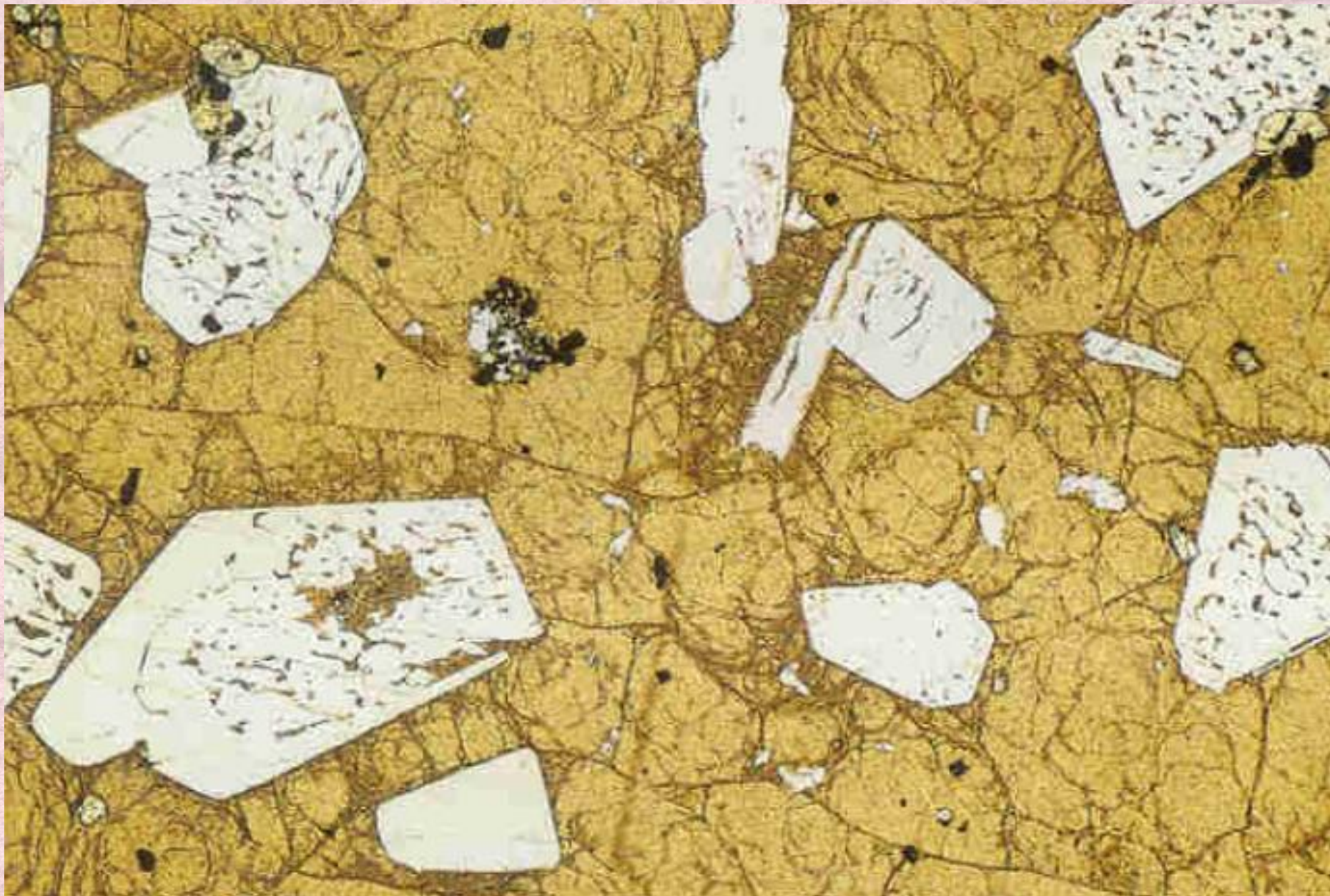
**Ryolit**

Lokalita: Rokosovo, Zakarpatsko

Poznámka: ž

**Ryolit**





***Ryolit* Alk fsp + Pl + Qtz + sklo**





**Pemza**

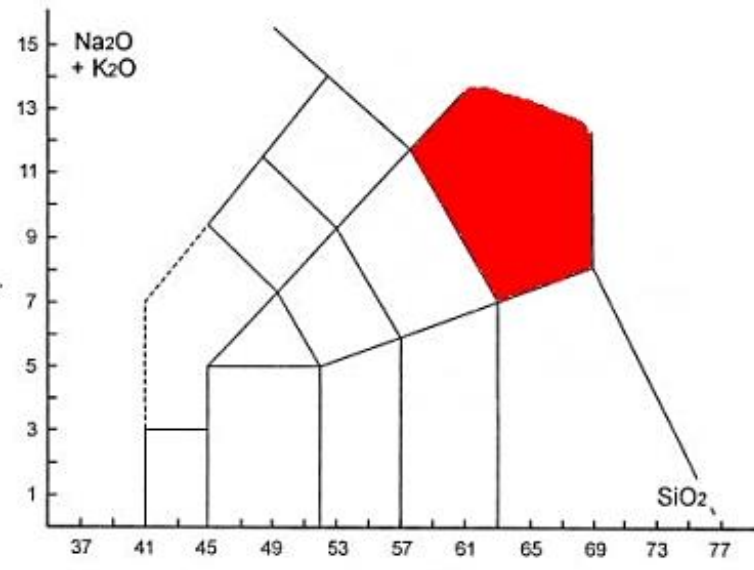
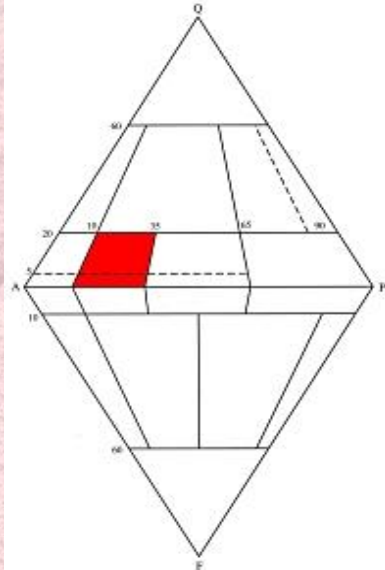


**Obsidián**

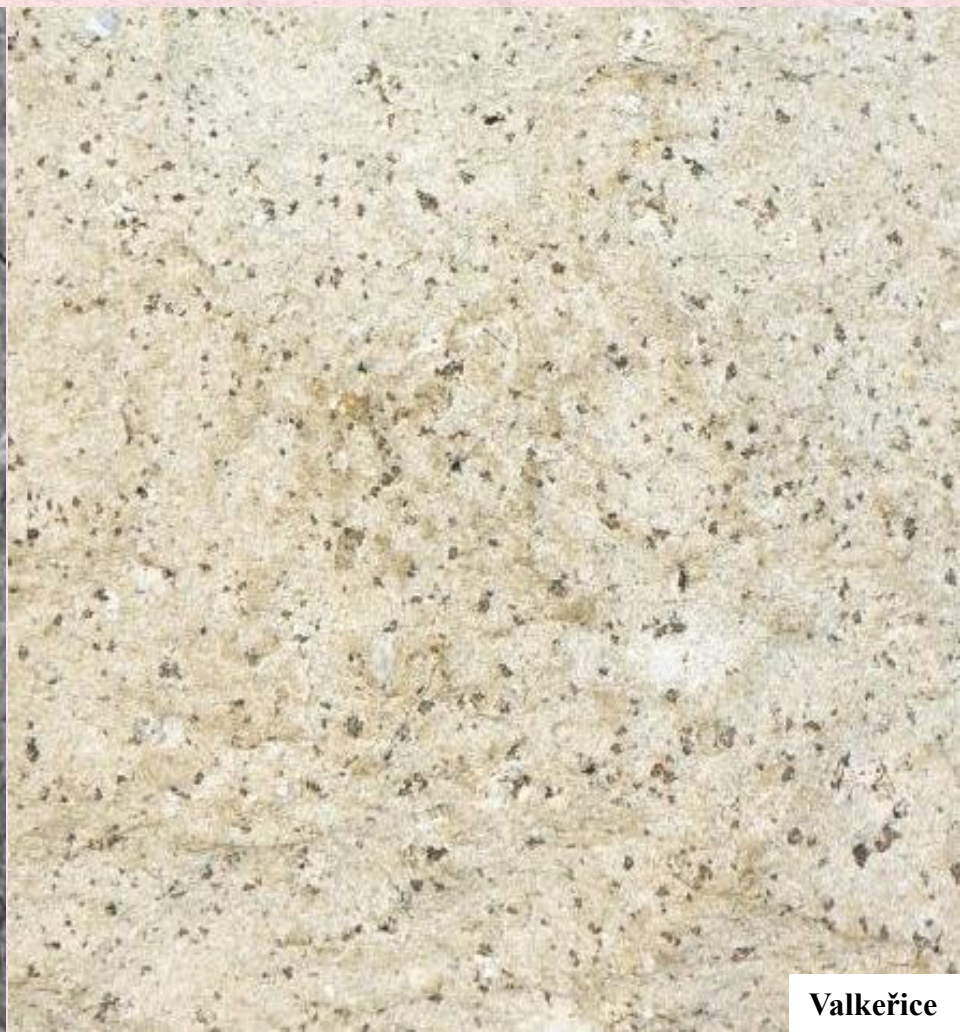


## Trachyt

- živce: alkalické živce 65–90 %
- vyrostlice tvoří převážně alkalické živce vzácně biotit, amfibol, pyroxen
- do 5 % Qtz



- *Trachyandezity a trachybazalty*
- vyrostlice: draselné živce, plagioklasy, pyroxeny, amfibol, biotit
- základní hmota: převládají draselné živce nad plagioklasy, někdy amfibol, biotit, pyroxeny, akcesoricky mohou být přítomny foidy (nefelín, sodalit, leucit) nebo křemen, sklo
- amfiboly jsou často lemované magnetitem a pyroxeny



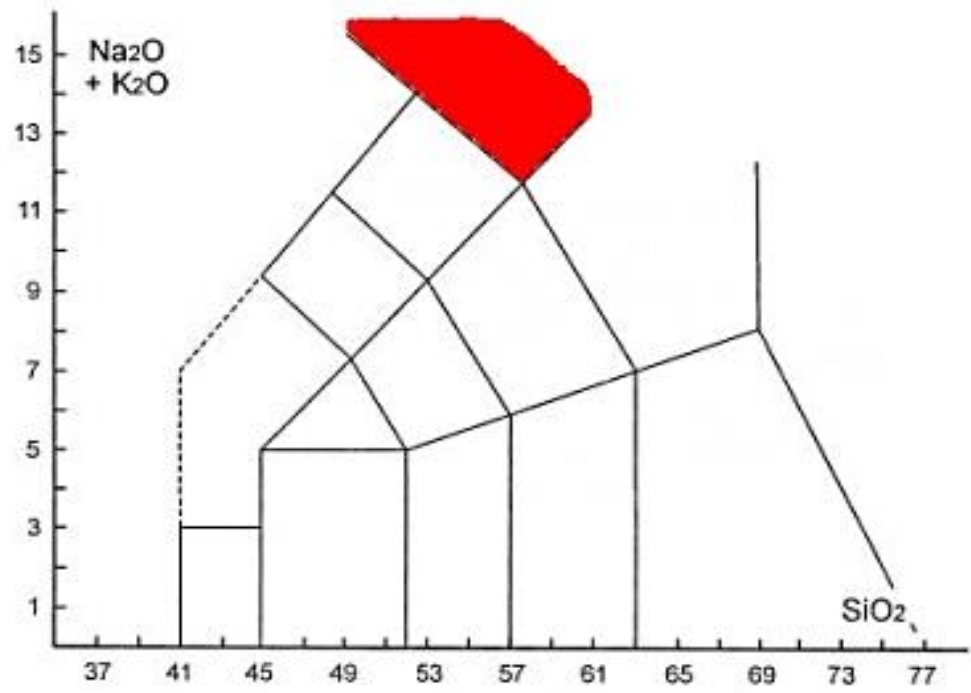
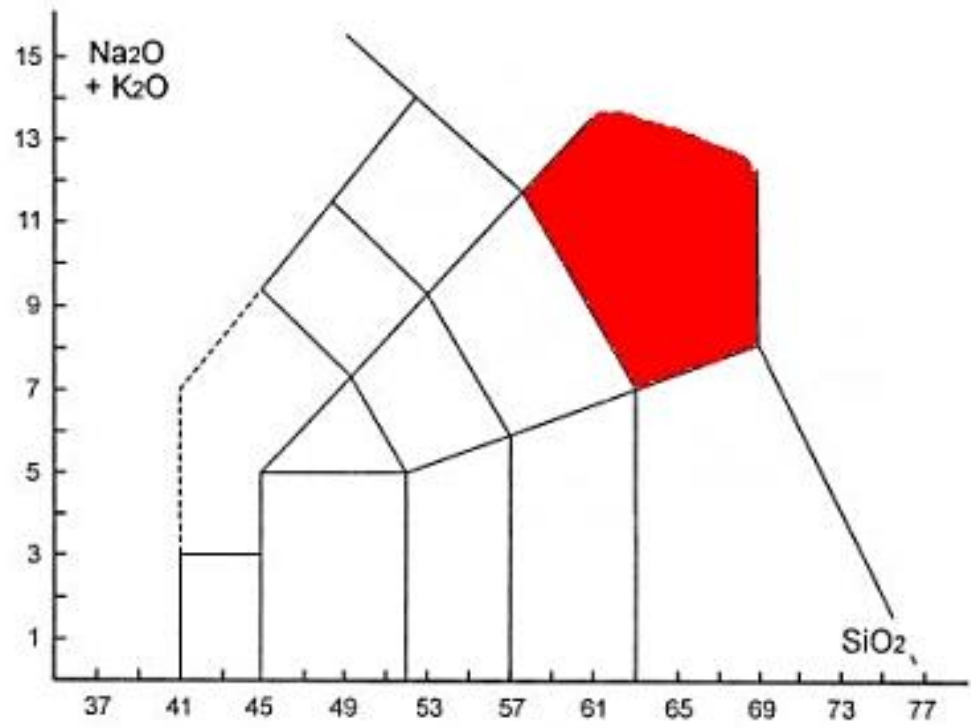
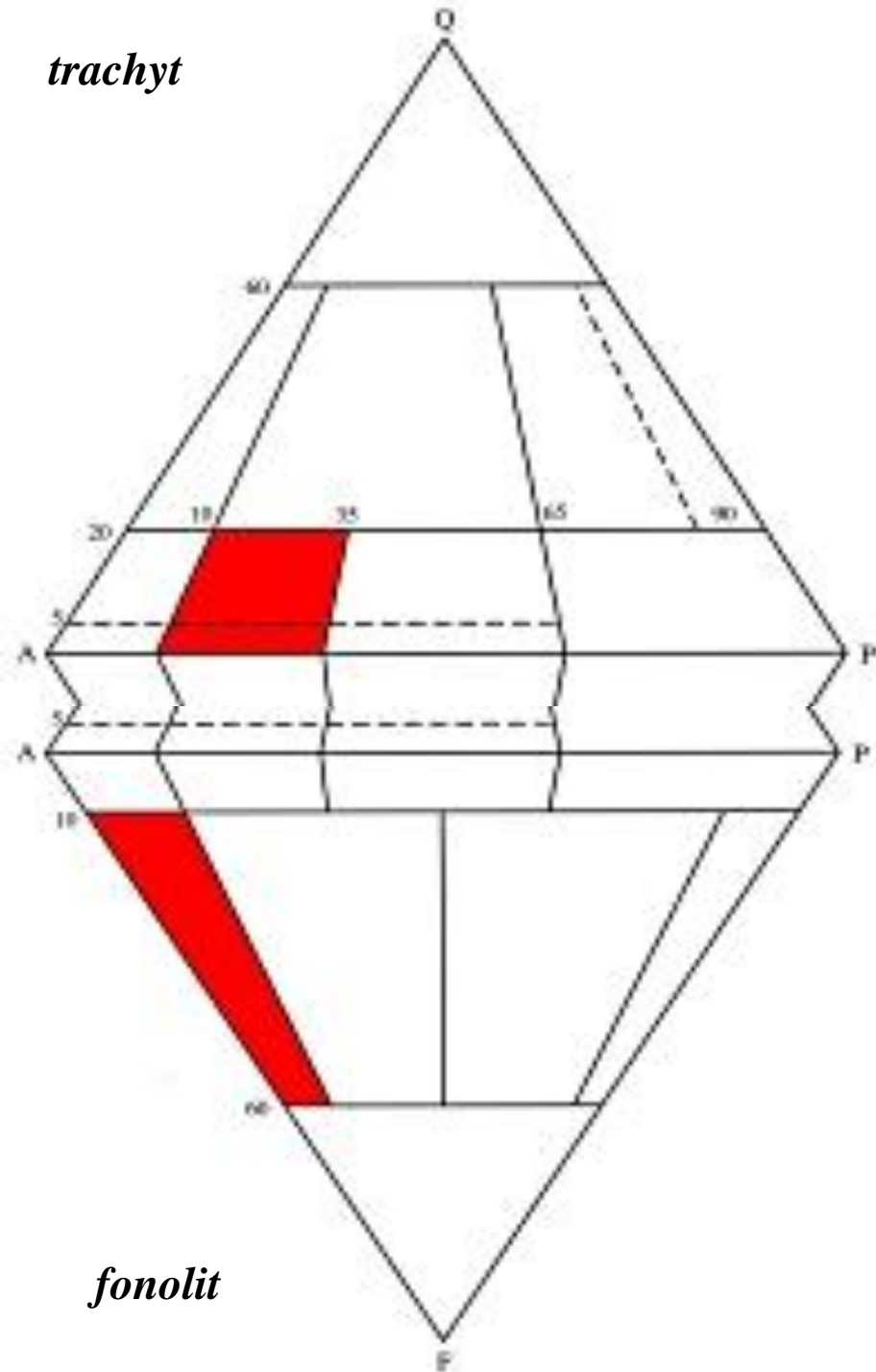
Suletice

Valkeřice

- ***Fonolit (foidový trachyt)***
- přes 90 % alkalických živců (sanidin, anortoklas) a 10–60 % foidů
- vyrostlice: draselné živce, plagioklasy, pyroxeny, amfibol, biotit
- základní hmota: převládají draselné živce nad plagioklasy, foidy (nefelín, sodalit, leucit), někdy amfibol, biotit, pyroxeny a sklo



*trachyt*



*fonolit*



**Studánka (fonolit)**

- **Alkalické bazaltoidy**

- Chemické složení: silně Ne-normativní, vysoké obsahy MgO

- **Tefrit**

- živce: 90 % plagioklas nad An<sub>50</sub>

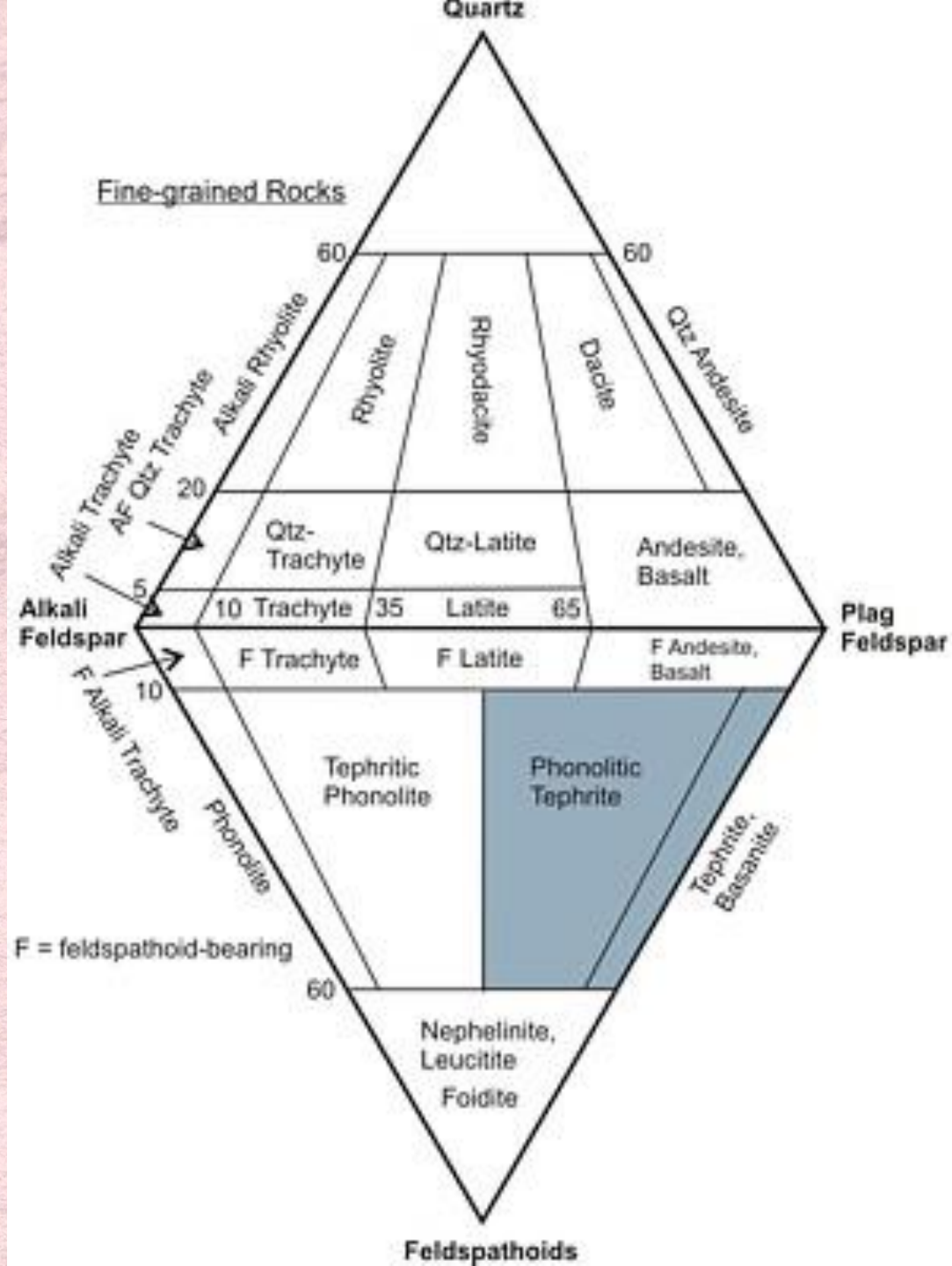
- foidy 10–60 %

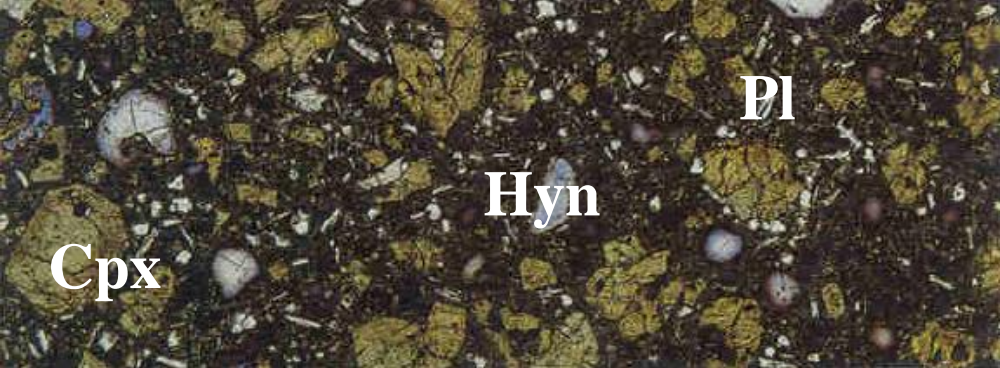
- podle převažujícího foidu jsou nefelinové, leucitové a sodalitové

- vyrostlice: klinopyroxen

- základní hmota: klinopyroxen (augit, aegirin, diopsid), plagioklas, foidy (nefelín, někdy hauyn, leucit), magnetit

- s přibýváním olivínu přechází do bazanitu





Hornina: **nefelinický tefrit**

Minerály: dutiny vyplněné foidy a natrolitem

Lokalita: Zinzenstein Z od Vernířova

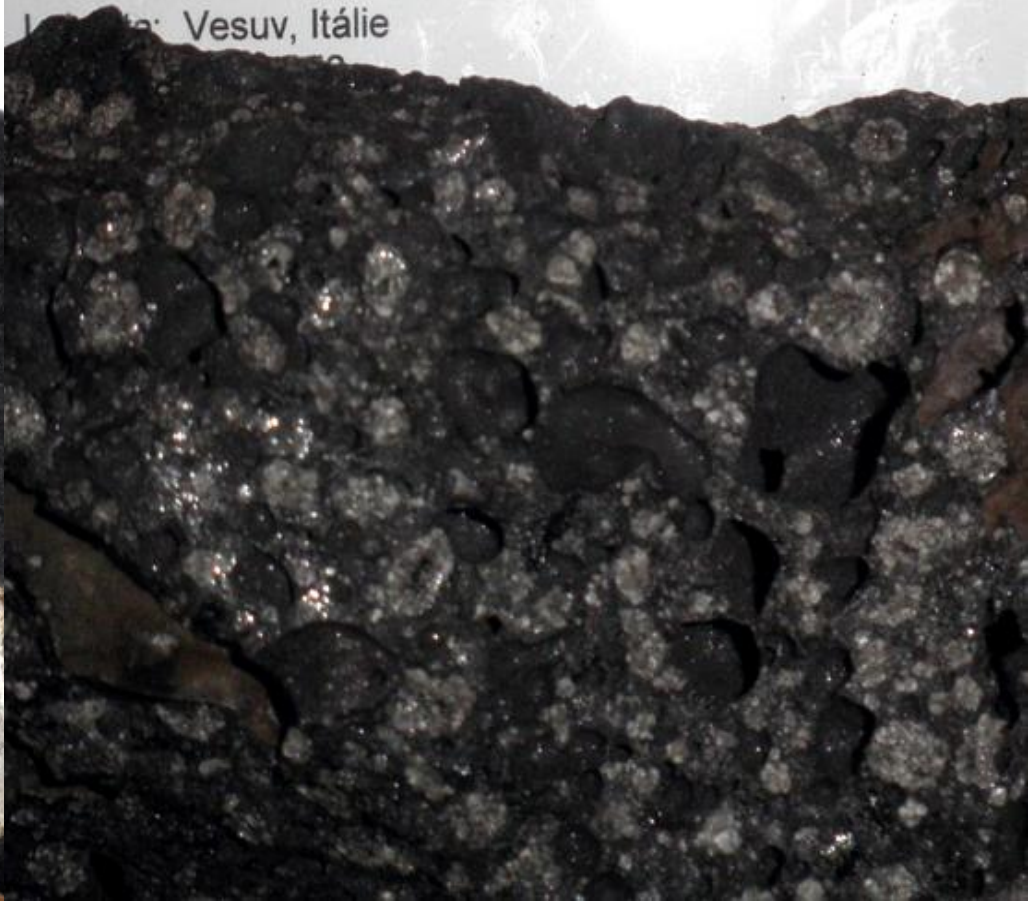
Průřez: 105



Hornina: **leucitický tefrit (láva)**

Minerály:

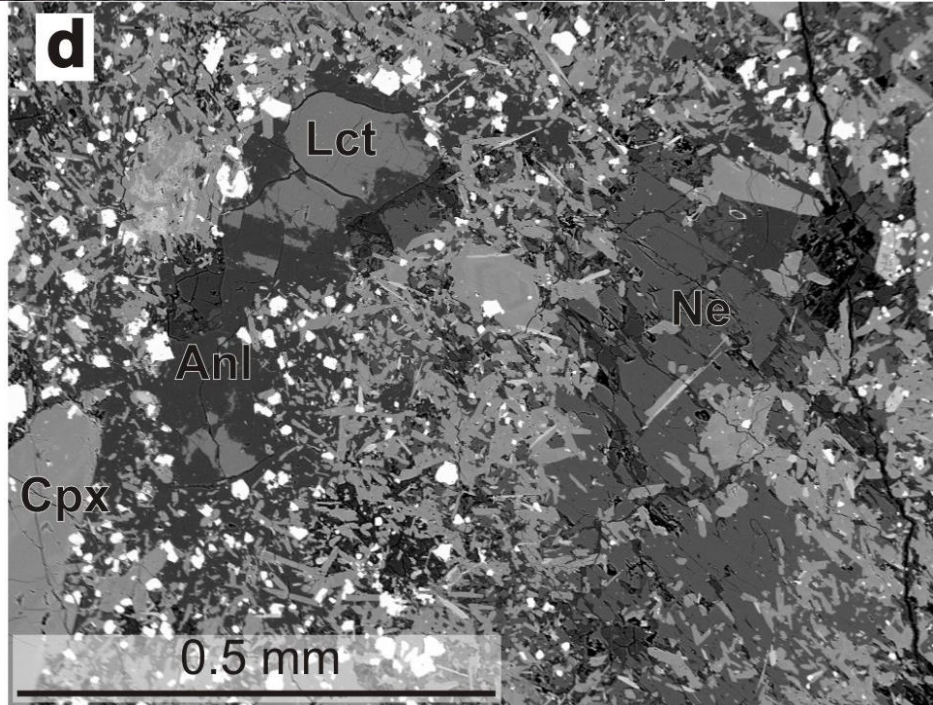
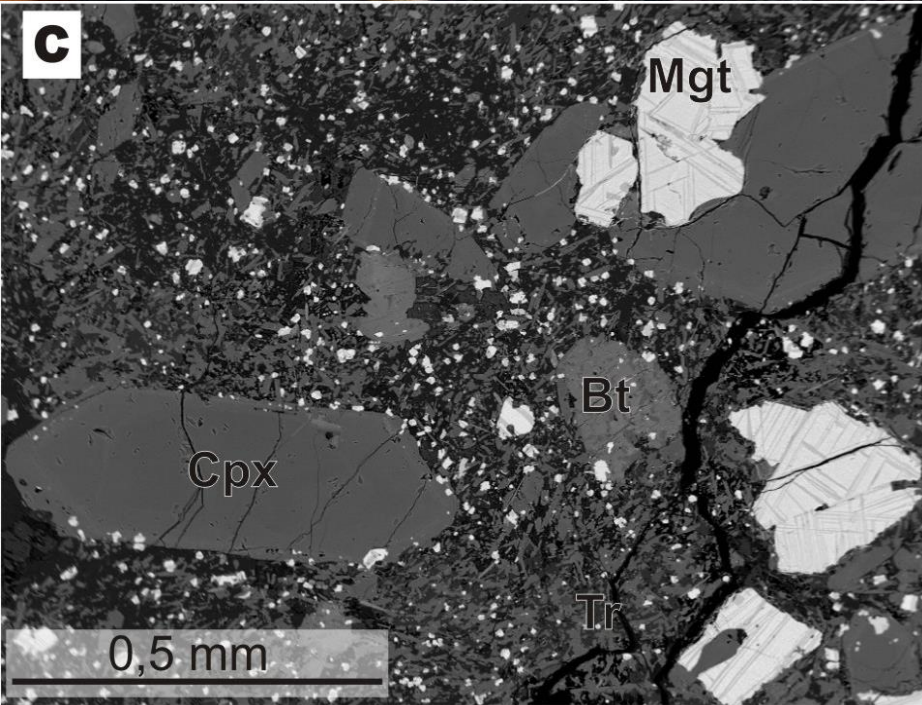
Lokalita: Vesuv, Itálie







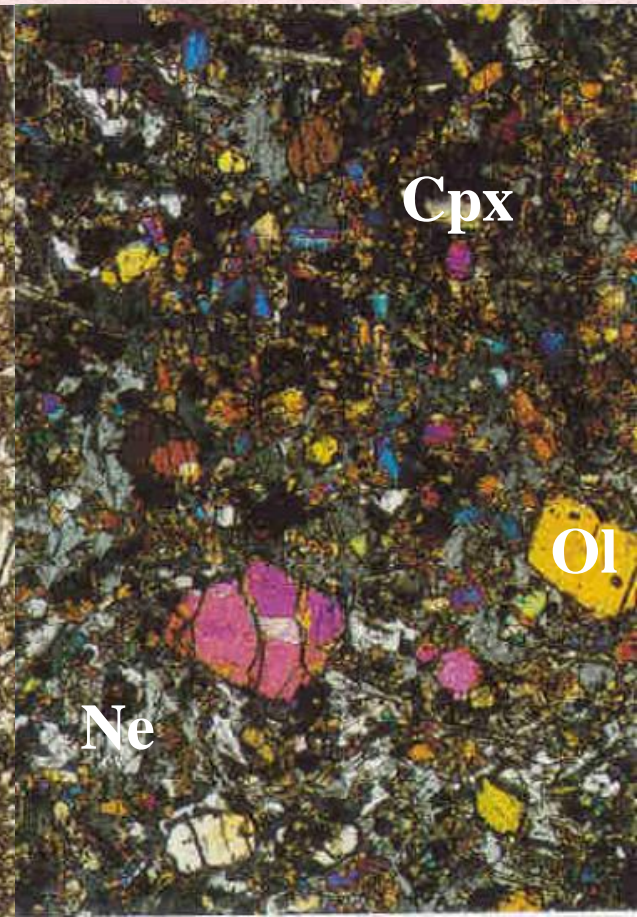
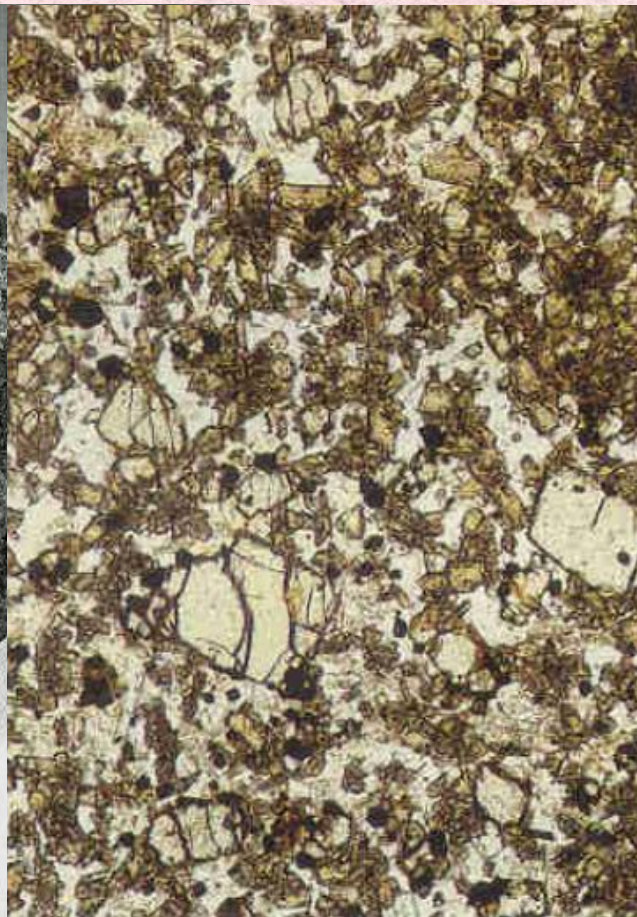
**Ne tefrit**

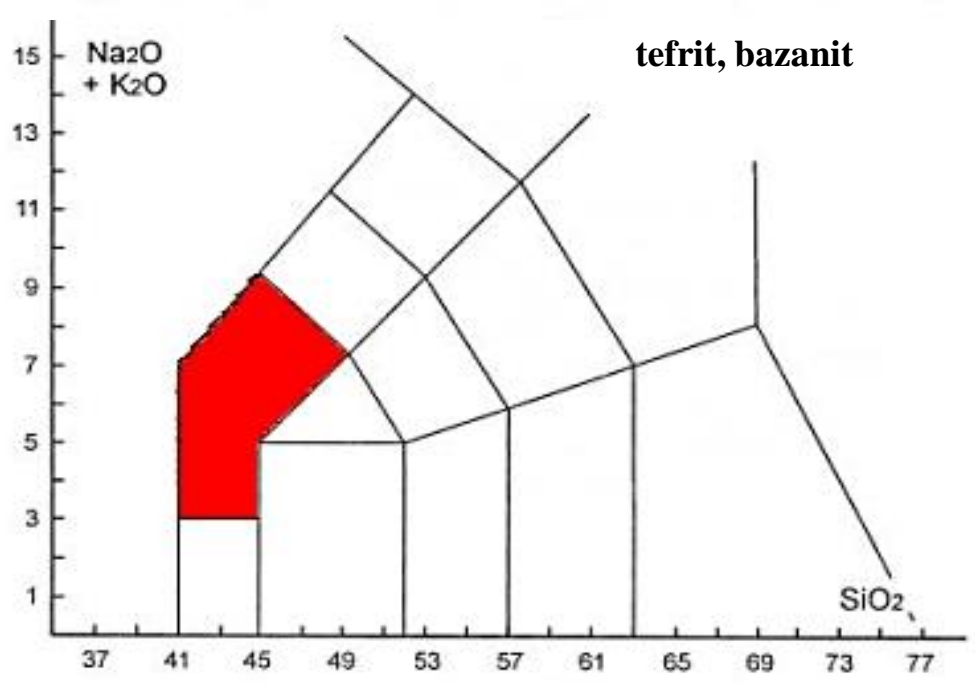
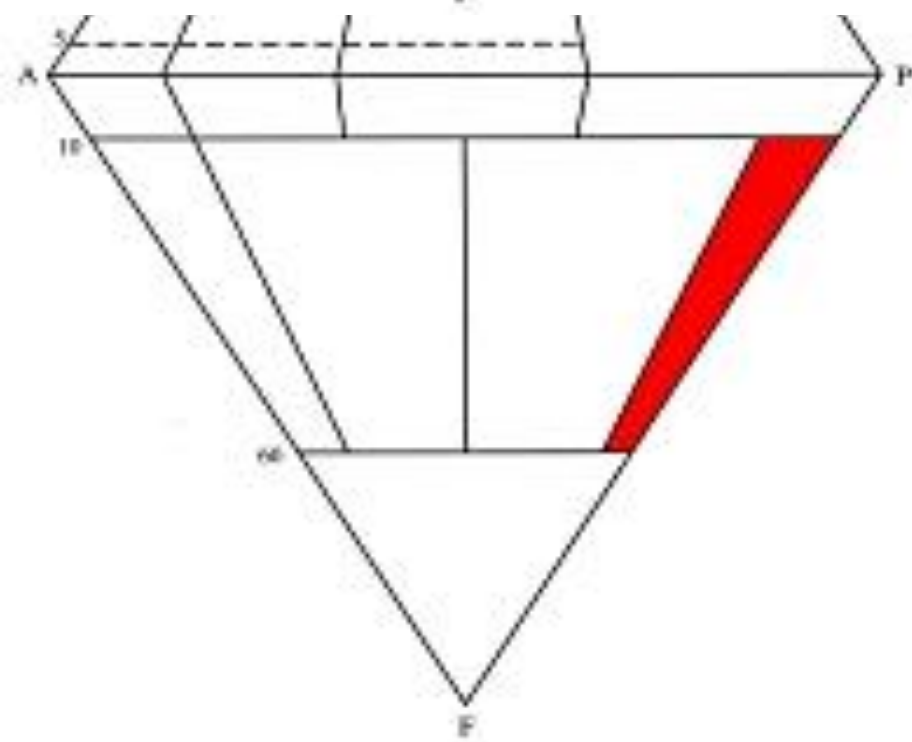
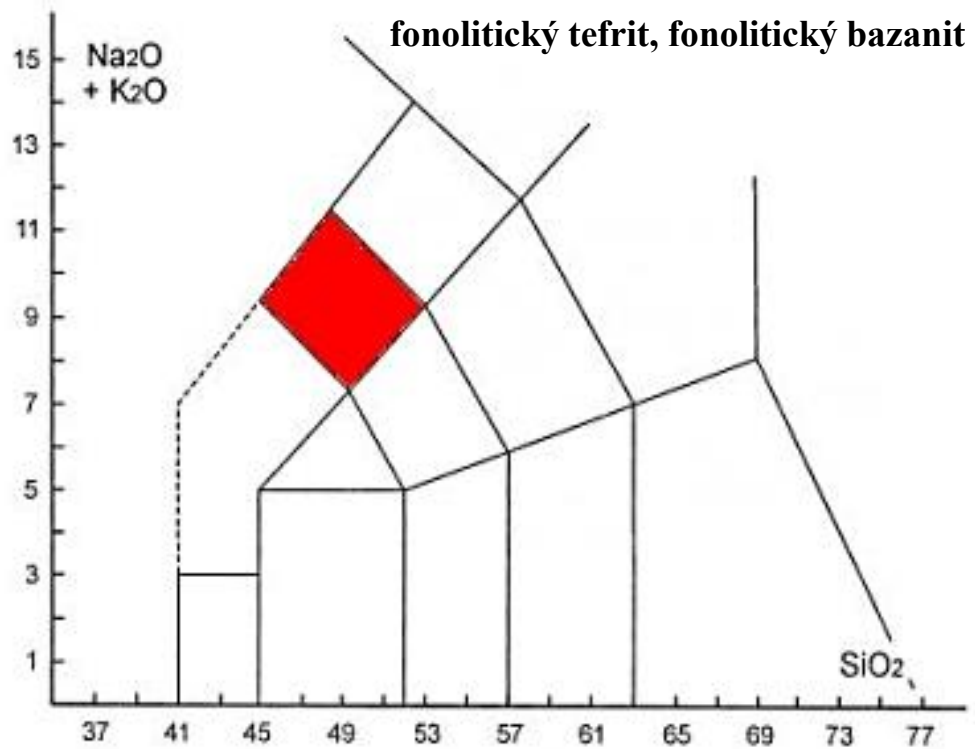
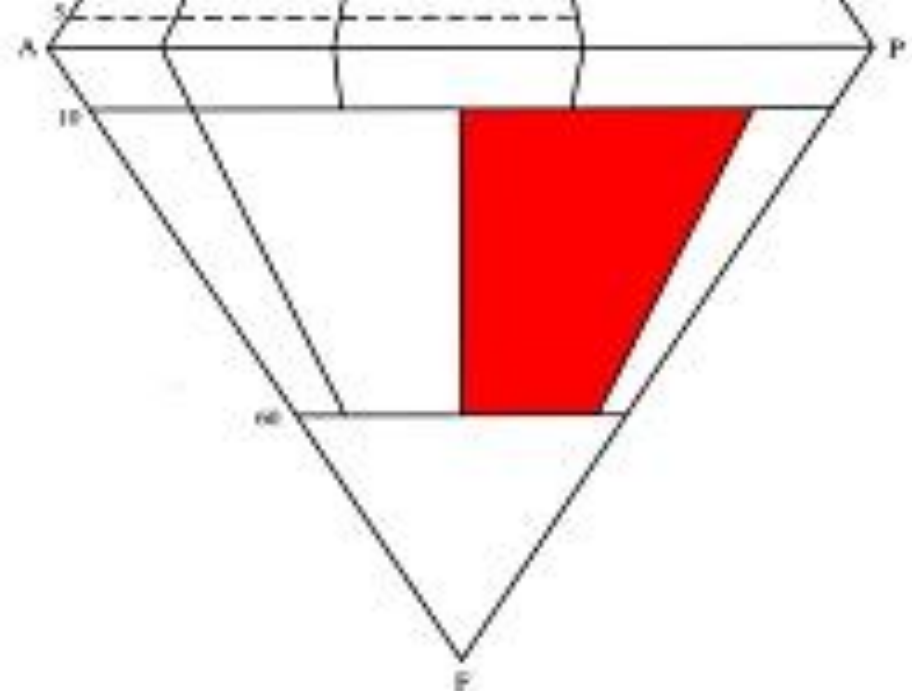


(c, d) fragment tefritu z lahuru (DP 128) Velký Hlavákov; (c) Vyroستlice klinopyroxenu , biotitu a magnetitu v základní hmotě tefritu (d) Poikilitické vyroستlice nefelinu a leucitu (částečně nahrazen analcimem) v základní hmotě tefritu.

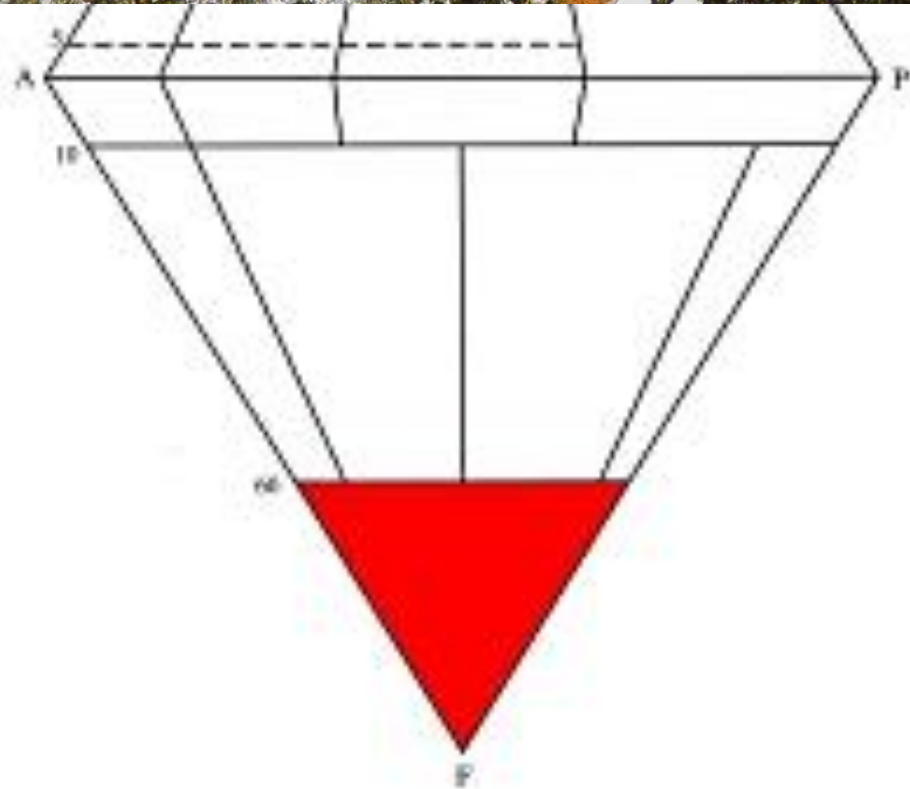
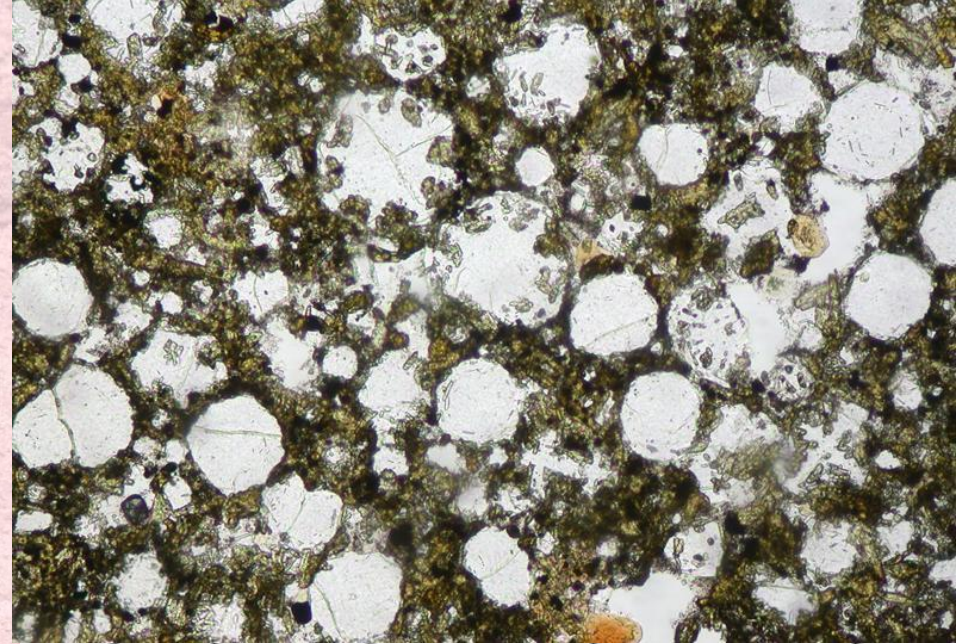
- ***Bazanit***

- vyrostlice: olivín + klinopyroxen (někdy amfibol, flogopit)
- základní hmota: klinopyroxen, plagioklas, foidy (nefelín někdy hauyn, leucit), magnetit, nebo sklo
- olivín v množství nad 10 %





- *Foidity*
- tvořeny z více než 60 % feldspatoidy
- Např. leucitem nebo nefelinem



Hornina: **leucitit až leucitický tefrit**

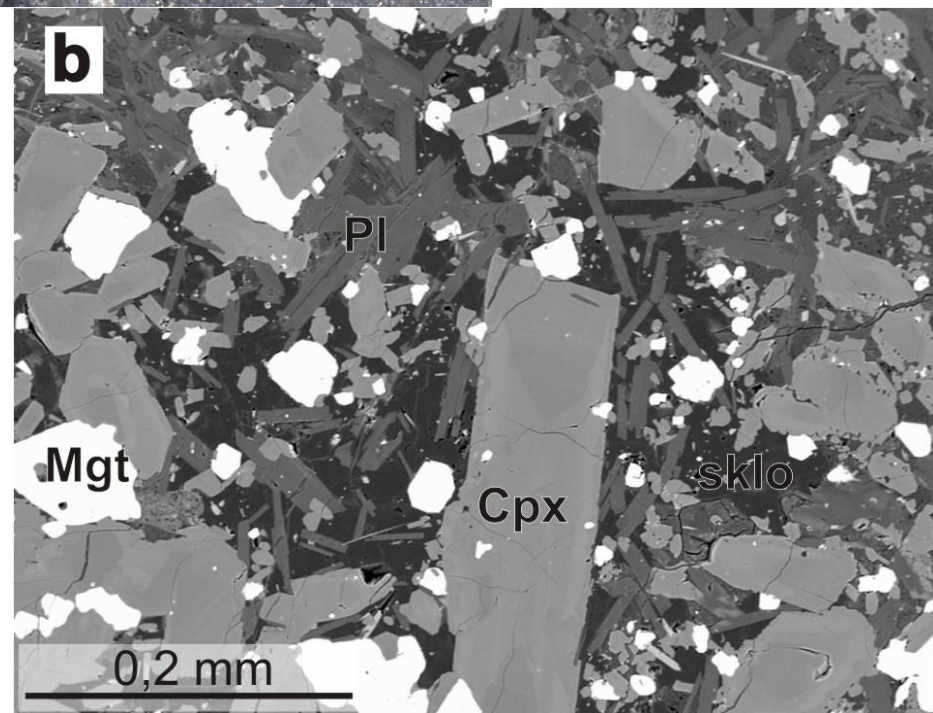
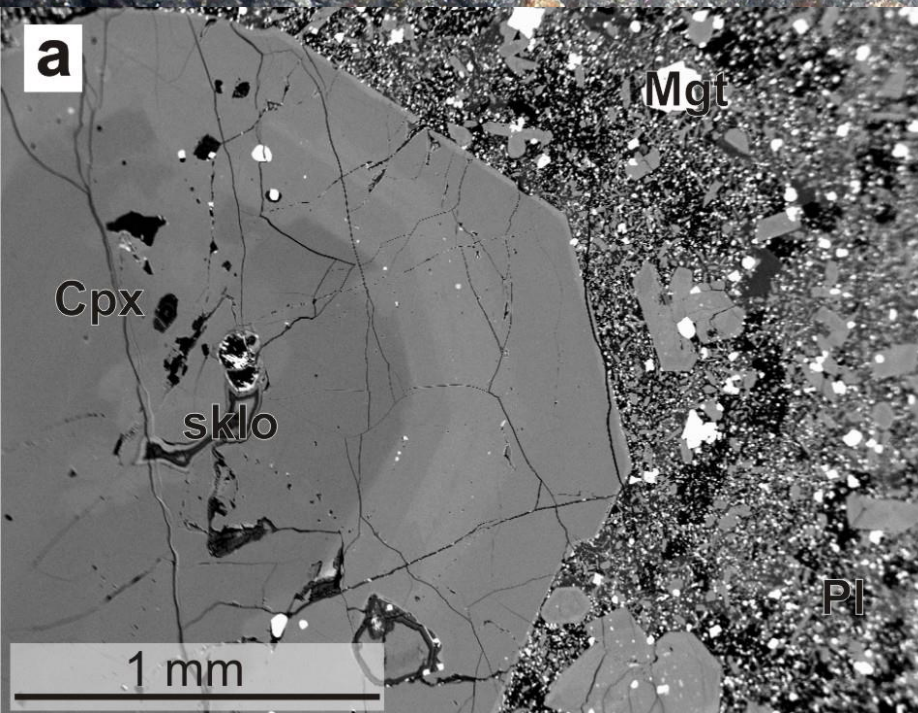
Minerály: leucit

Lokalita: Vesuv

Poznámka:



## Leucitit - Itálie



(a) vyrostlice klinopyroxenu uzavírají drobné inkluze skla a magnetitu (analcimit, DP 236, Na Kalvárii); (b) Základní hmota teffritu tvořená klinopyroxeny, automorfními lištami plagioklasu a vulkanickým sklem; (DP 242, Kružínský vrch).

- *Nefelinit*
- vyrostlice: klinopyroxen (někdy olivín, amfibol, flogopit)
- základní hmota: klinopyroxen, olivín, foidy (nefelín, někdy hauyn, leucit), magnetit, někdy melilit
- *Limburgit*
- vyrostlice: olivín, augit;
- základní hmota: sklo (bazanit se sklovitou základní hmotou)

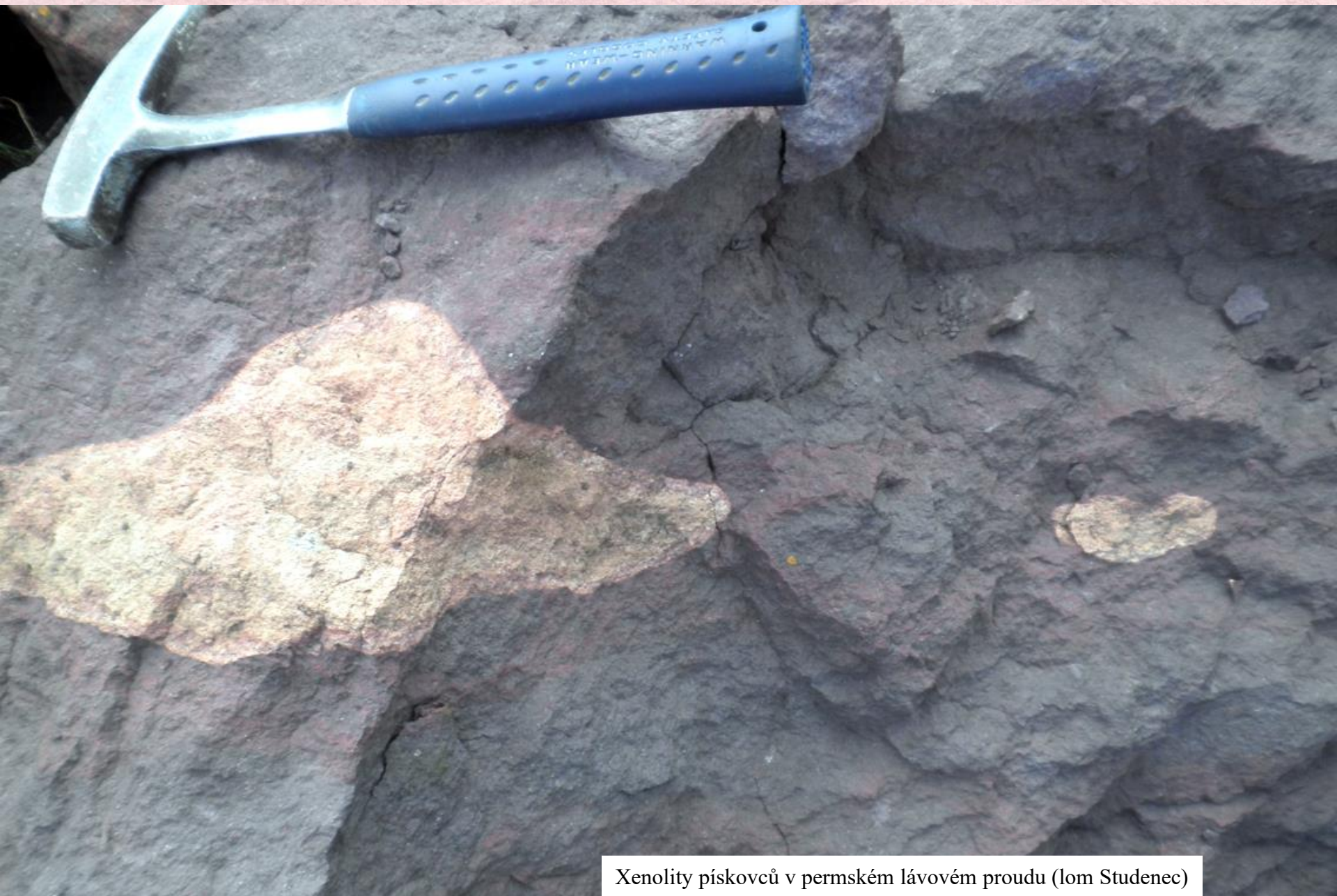


**Limburgit**

**Deutschland/Baden-  
Württemberg/Kaiserstuhl/Sasbach/Limberg**

**Copyright: Goethe-Universität Frankfurt am  
Main; Beitrag: Stefan**

# Xenolity



Xenolity pískovců v permském lávovém proudu (lom Studenec)





Žíla andezitů obsahuje xenolit metasedimentů (D00012, Mongolsko)



Xenolity fylitů v bazaltu

## 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://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/)
- <http://volcanoes.usgs.gov/>
- <http://en.wikipedia.org/>
- <http://volcano.und.nodak.edu>
- <http://www.sopky.cz/>
- <http://atlas.horniny.sci.muni.cz/magmaticke>