

Vulkanizmus a jeho následky

I.

Úvod

David Buriánek

2) Produkty sopečných explozí - pyroklastické horniny a vulkanoklastické sedimenty

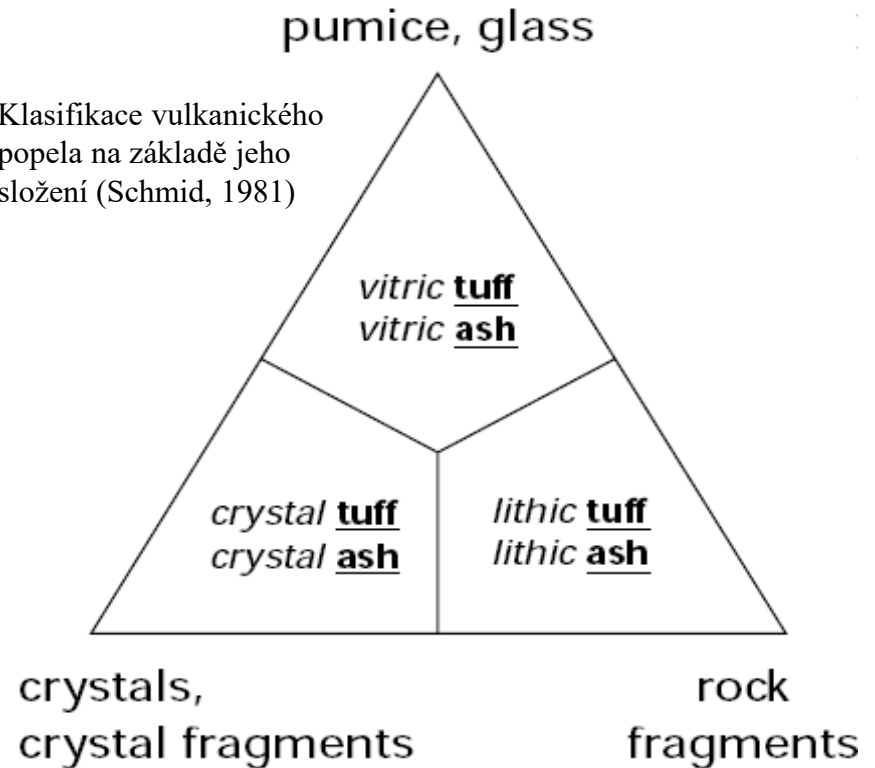
- **Pyroklastické horniny** = vulkanický materiál vyvrhovaný ze sopečného jícnu v podobě fragmentů různé velikosti: popel, lapili, struska (tj. bazaltová pemza) bomby, balvany
- jednoduchá klasifikační schémata jsou založená na složení materiálu nebo na velikosti
- termín **tefra** obecně užívaný pro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

Materiál:

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



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

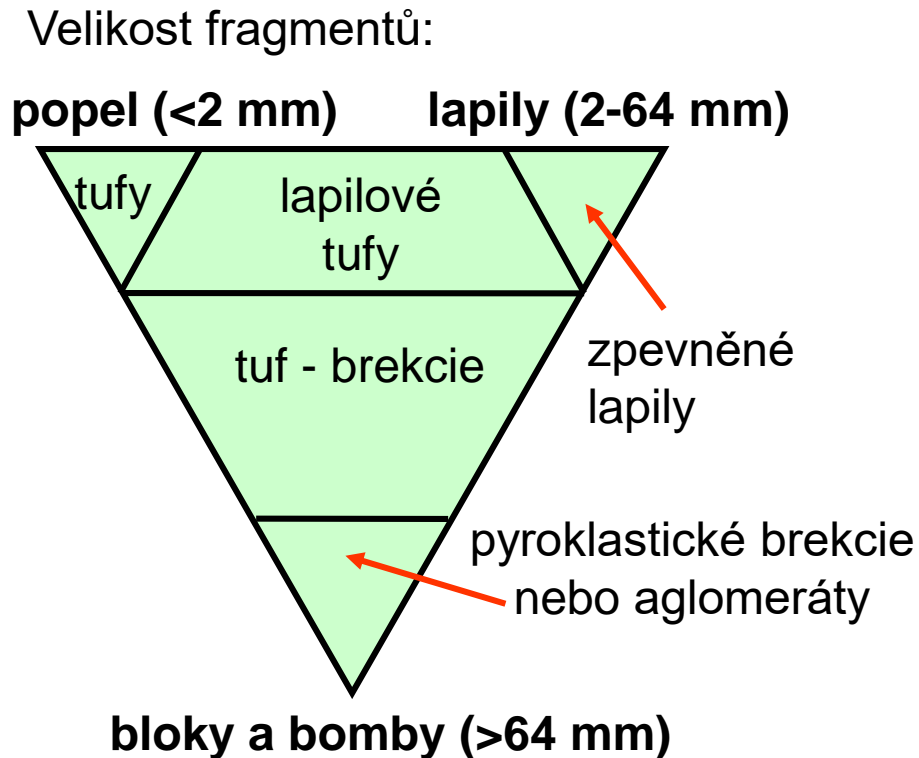




Poloha popelového tufu – poloha leží mezi dvěma proudy laharů (Nikaragua, Santa Lucia)

- pyroklastický materiál (tefra) mohou tvořit úlomky pevných hornin
- hlavně ale 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

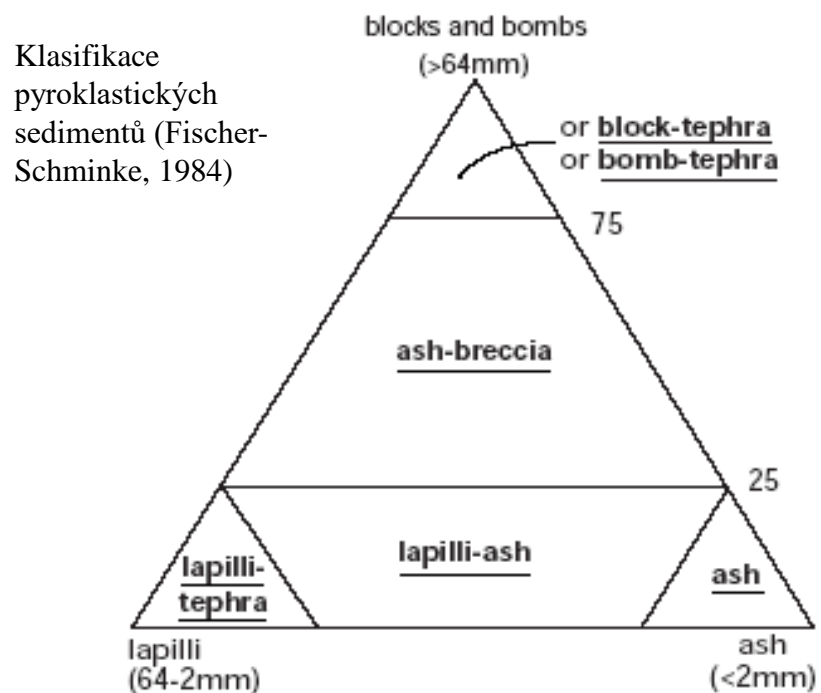
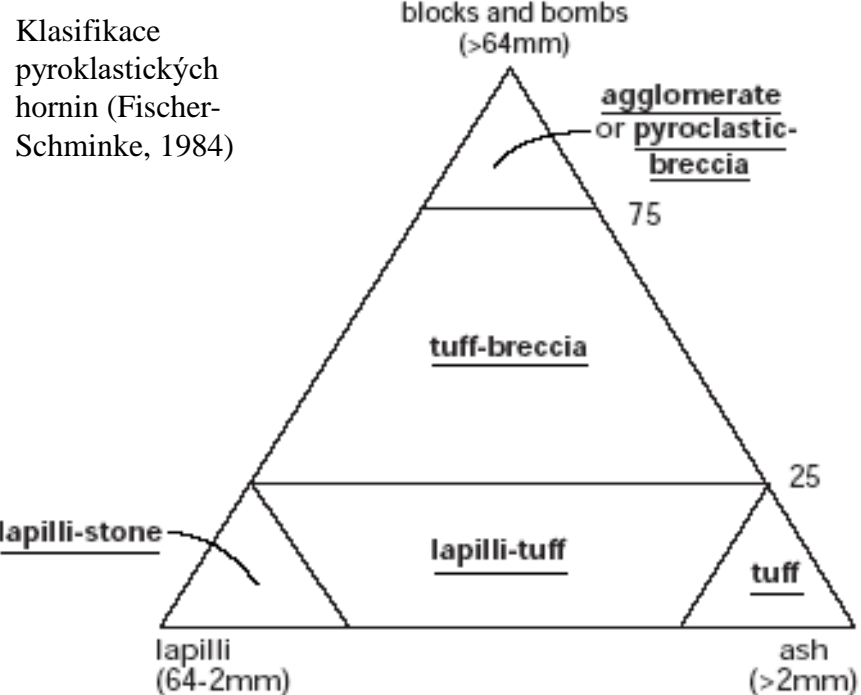
Klasifikace pyroklastických hornin (Fischer-Schminke, 1984)



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

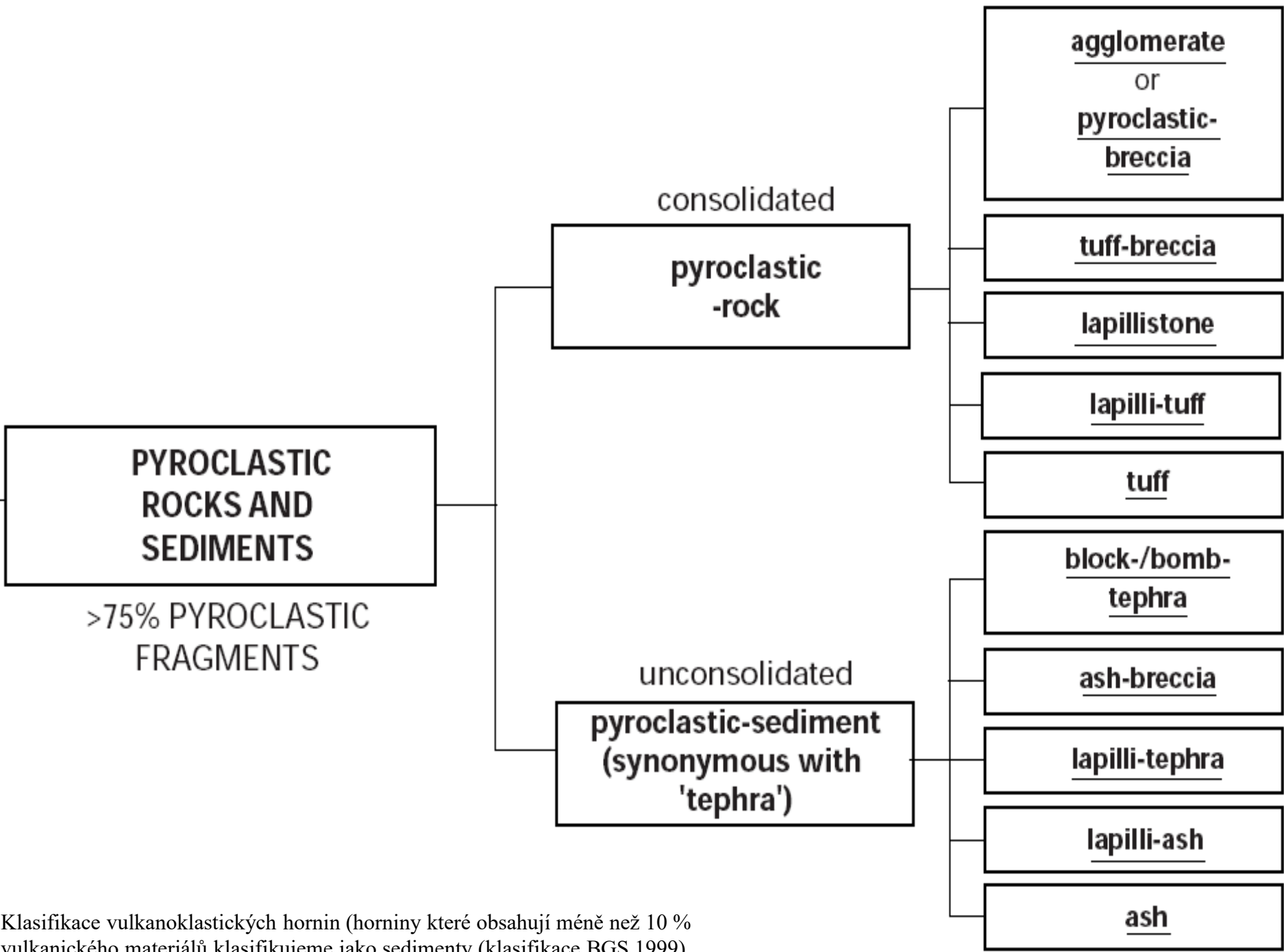
- zpevněná hornina tvořená tefrou je tuf.
- podle složení se rozeznává:
 - lithický tuf (složený z horninových částic)
 - krystalový tuf (složený z krystalů)
 - vitrický neboli sklovitý tuf (sopečné sklo)
- podle velikosti částic se někdy rozeznává:
 - psamitický (pískový),
 - pelitický (popelový),
 - lapillový tuf apod.
- 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)



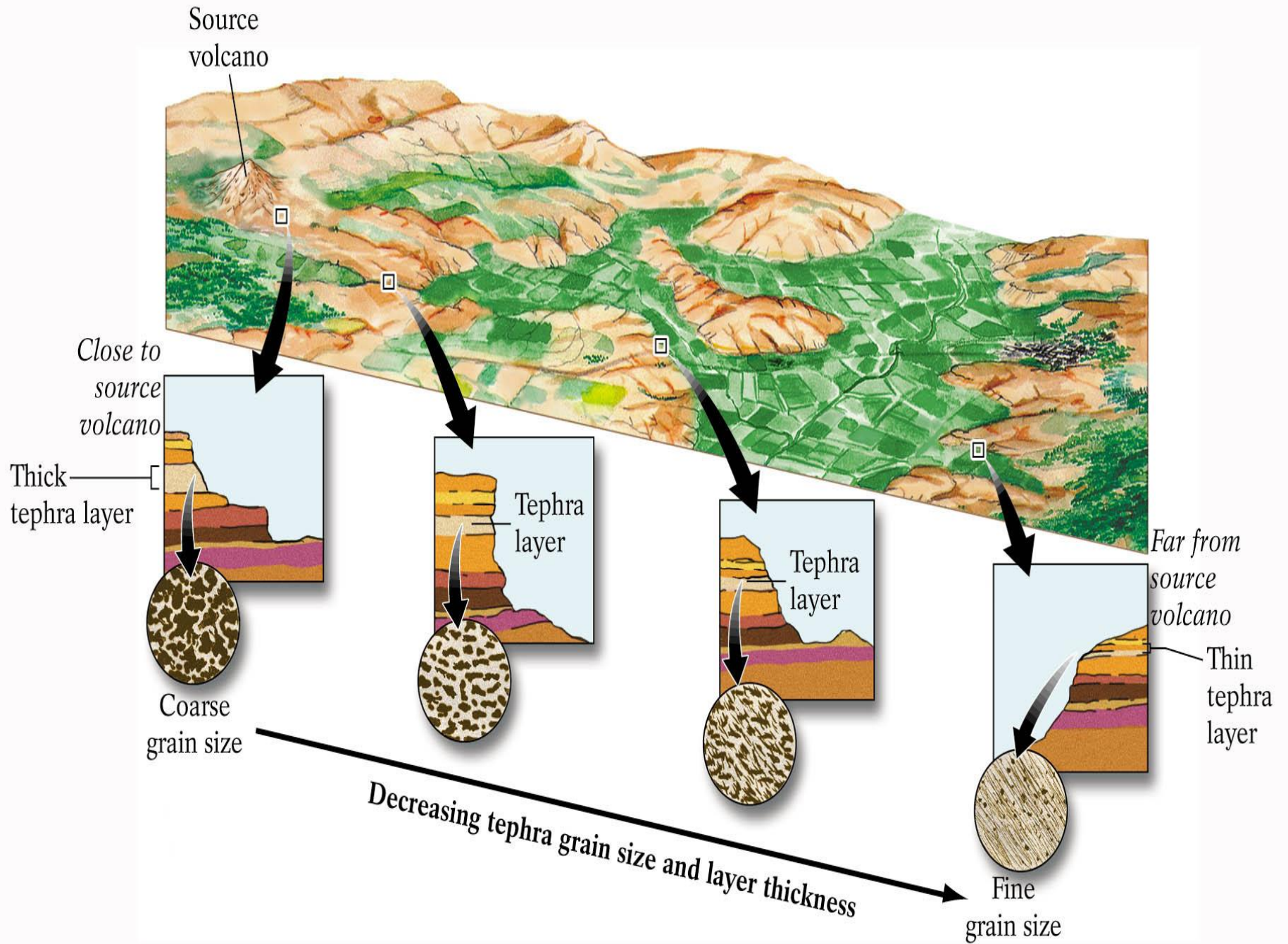
- aglomerátový tuf = smíšená hornina, obsahující variabilní velikost částic (jak nejhrubší, tak nejjemnější částice)
- tufogenní značí tufového původu: hornina obsahuje úlomky pyroklastik nebo tufů a případně produkty přeměn těchto hornin.



Převzato Eshaness volcanics



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)



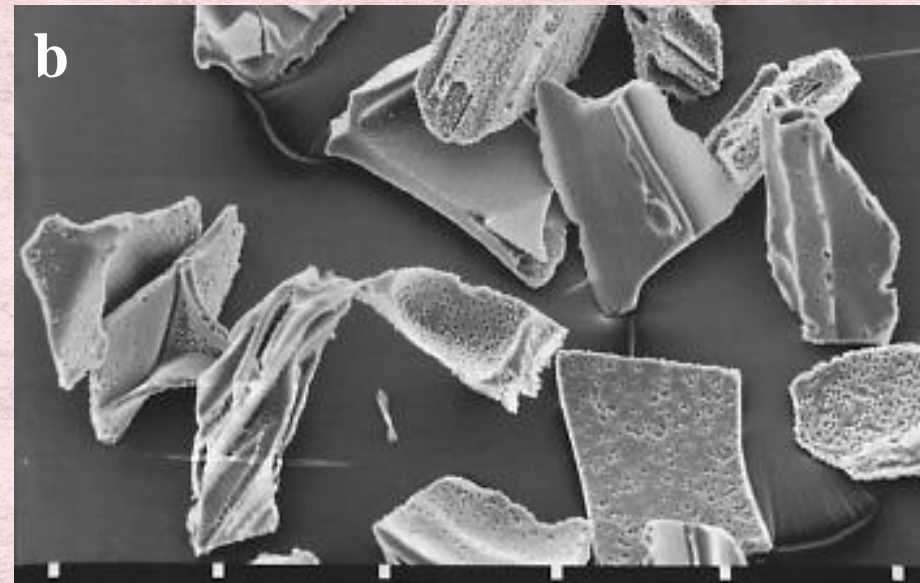
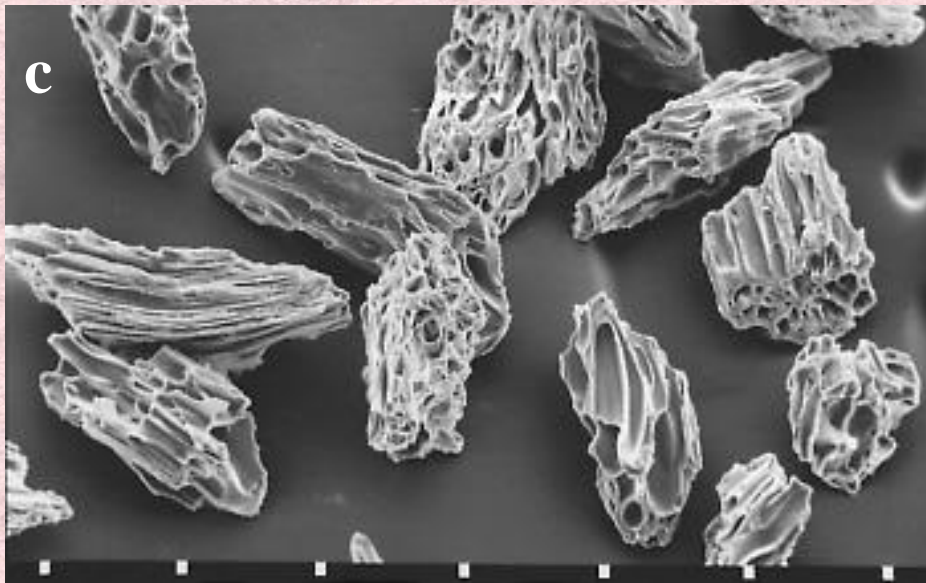
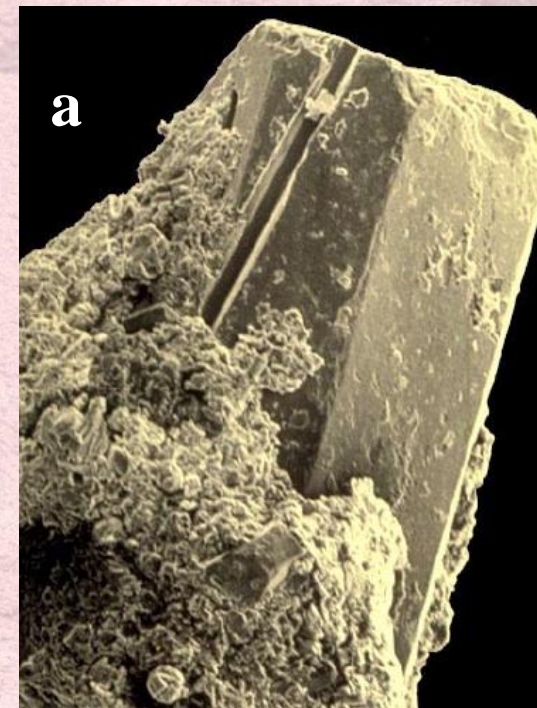
Cerro Negro (Nikaragua)



- **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 ale 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



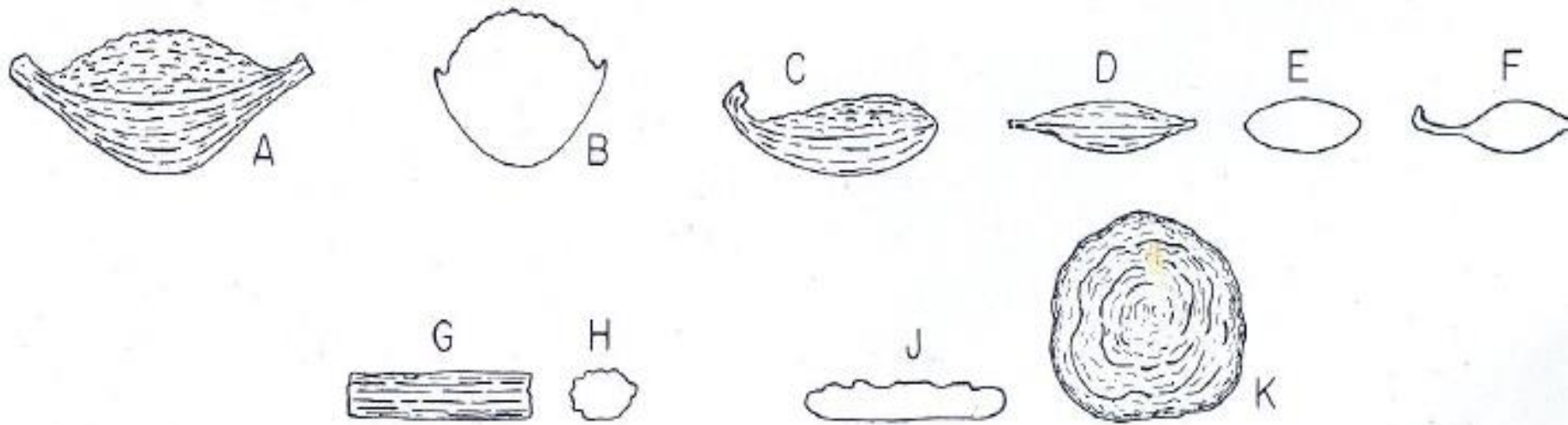
These basaltic lava bombs were erupted by Mauna Kea Volcano, Hawai'i. **Photograph by J.P. Lockwood on July 10, 1982**



Pyroklastické uloženiny (Uhlířský vrch u Bruntálu)

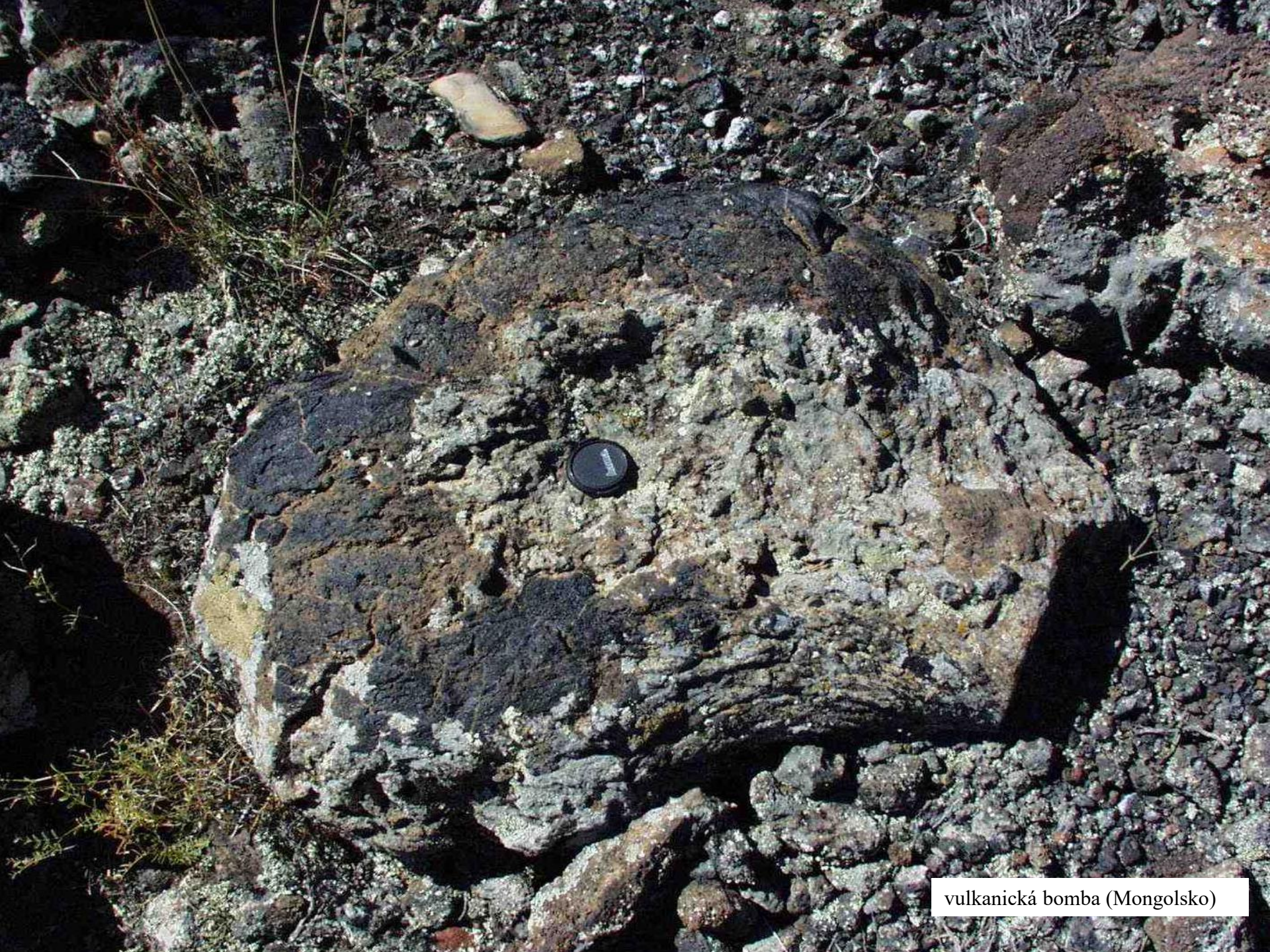


bazaltová vulkanická bomba neogenní vulkanizmus (Boaco, Nikaragua)



tvary vulkanických bomb je ovlivněn: viskozitou, transportem atmosférou a způsobem dopadu





vulkanická bomba (Mongolsko)

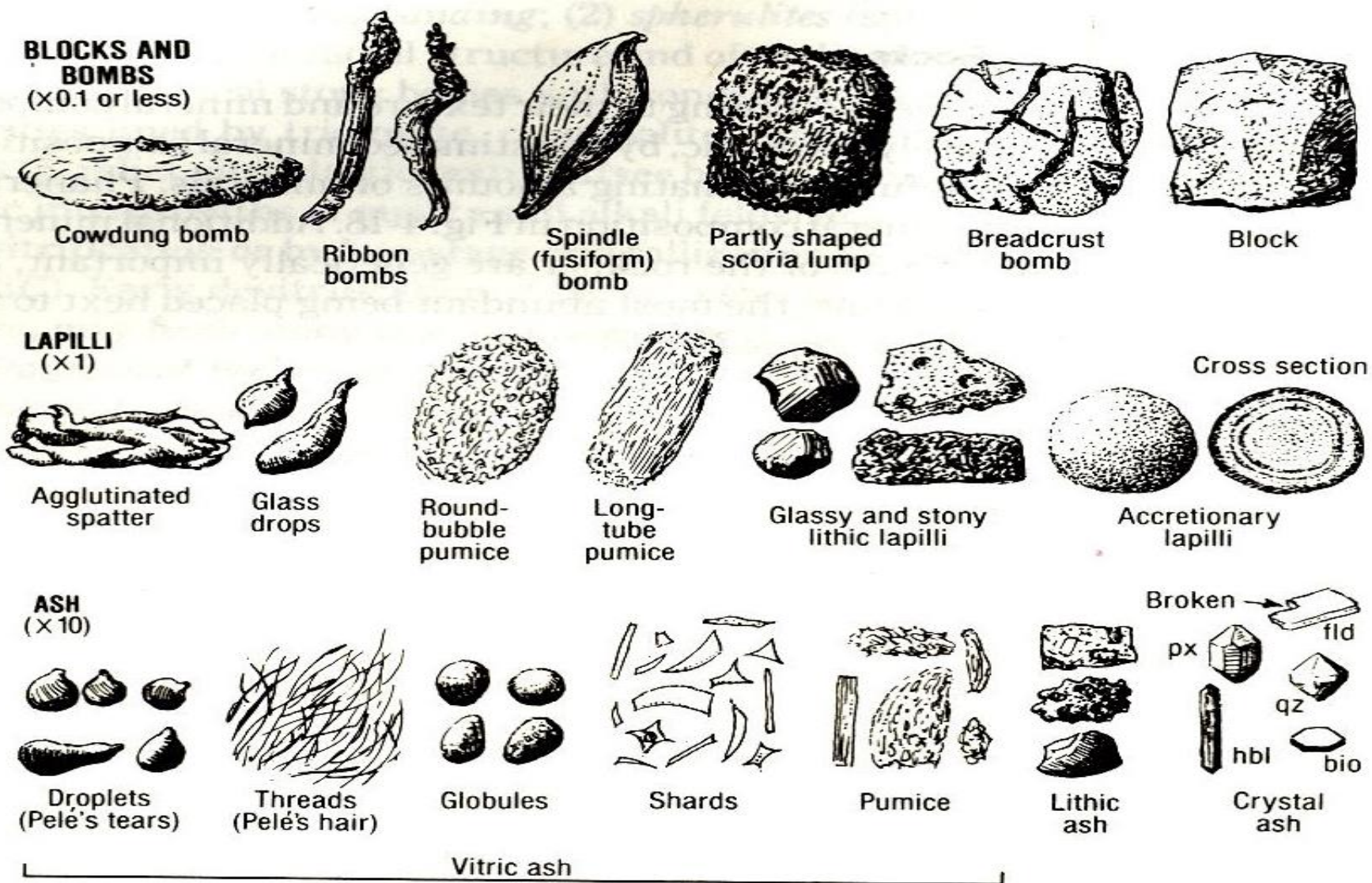


Fig. 4-17. Kinds of tephra (pyroclasts). In each row, viscosity increases from left to right. The cracked surface of breadcrust bombs is due to expansion of their interiors. Pumice and most shards result from vesiculation and disintegration of melt, and accretionary lapilli form by adhesion of fine ash in wet eruption clouds (Moore and Peck, 1962). The block and other lithic fragments are solid rocks derived from vent walls or beneath the volcano; some may be xenoliths brought up from great depths. Crystal ash may be of euhedra, as shown, but is more commonly of mineral fragments.



Různé typy vulkanických bomb: např. vřetenovitá, litický fragment (Uhlířský vrch u Bruntálu)



Písčité lapily obklopují vulkanickou bombu (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



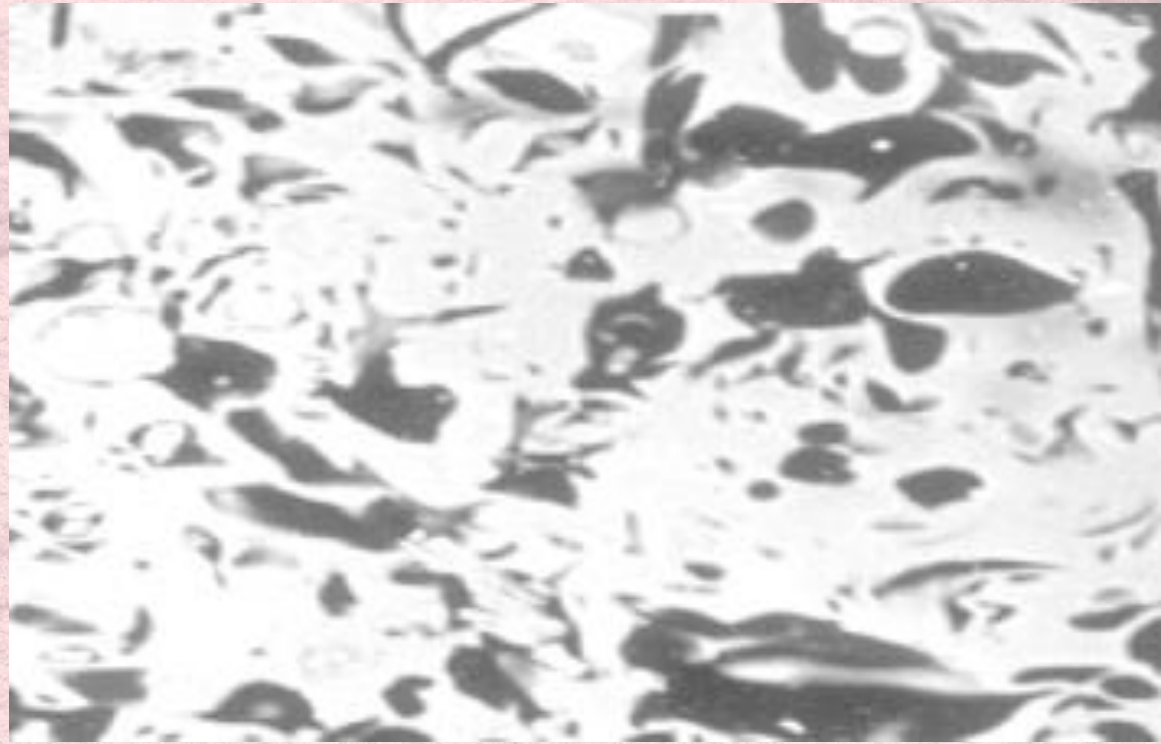
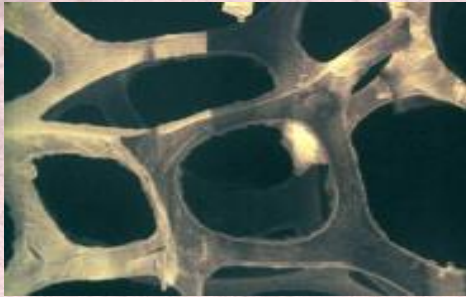
Dacitová vulkanická bomba s chlebovou kůrkou (Vulkánou)



Vulkanická bomba s litickými fragmenty (Uhlířský vrch u Bruntálu)

- **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).

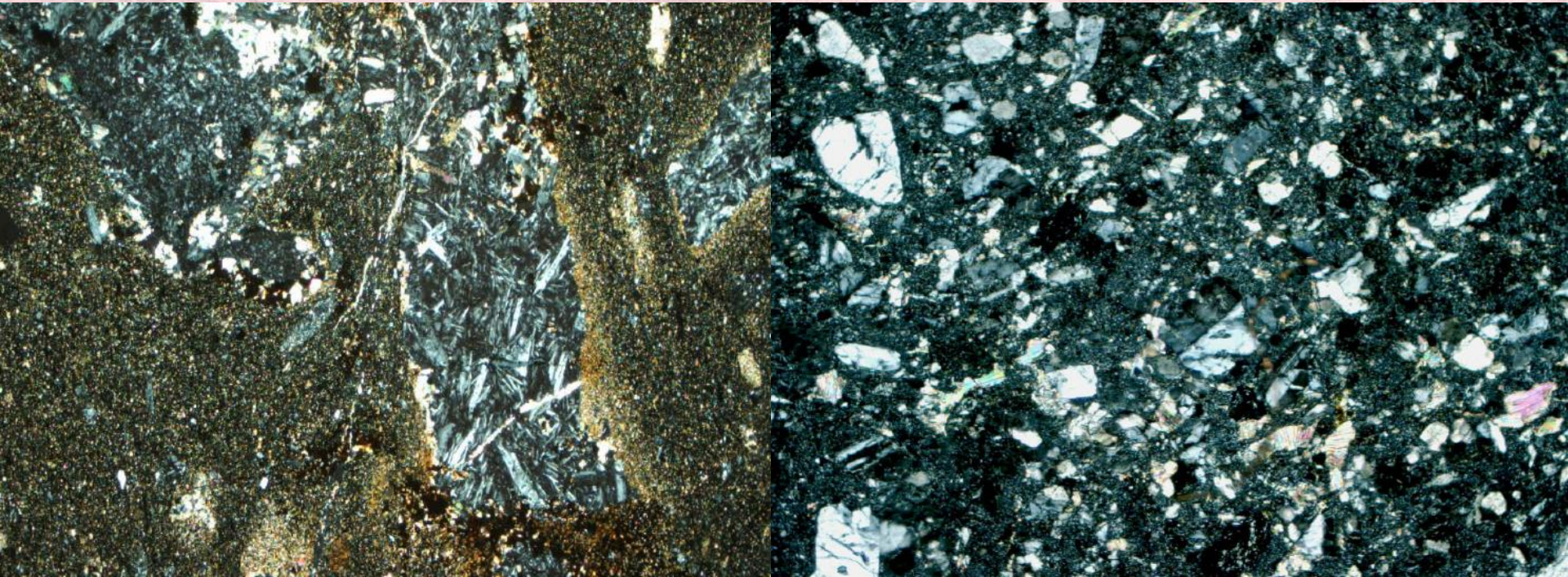
Fragment size in mm	Dominant pyroclastic fragment	Pyroclastic sediments	Pyroclastic rocks
64	bomb, block	<u>bomb-tephra</u> <u>block-tephra</u>	<u>agglomerate</u> <u>pyroclastic-breccia</u>
	lapillus	<u>lapilli-tephra</u>	<u>lapillistone</u>
2	coarse ash grain	<i>coarse</i> <u>ash</u>	<i>coarse</i> 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

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

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

Vulkanoklastické sedimenty

- 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)

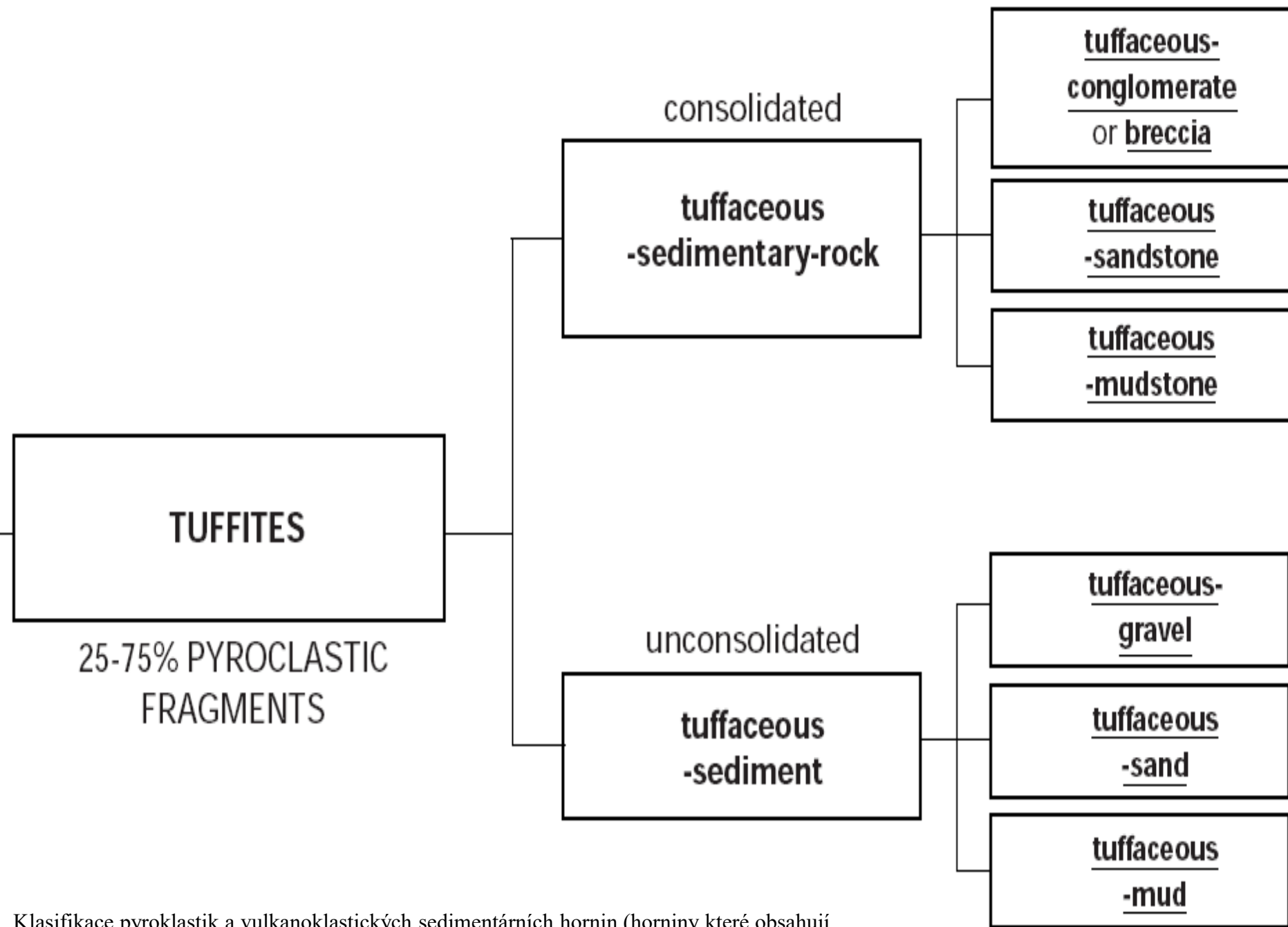
Tufitický pískovec – Fsp, Bt, Qtz (Mongolsko H0588)



Vulkanoklastický sediment (Mongolsko D0900)



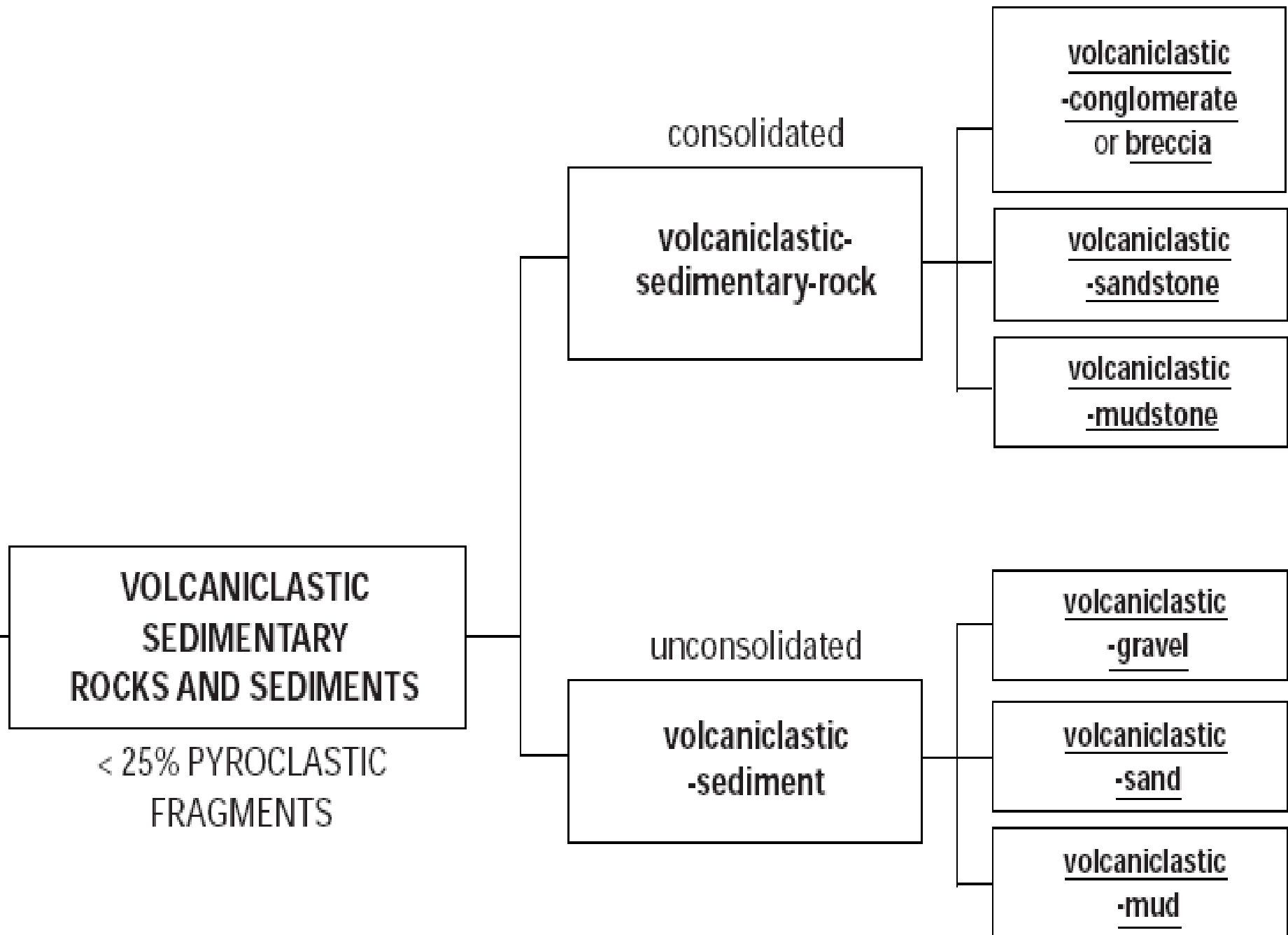
Vulkanoklastický sediment (Mongolsko D0671)



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/>