

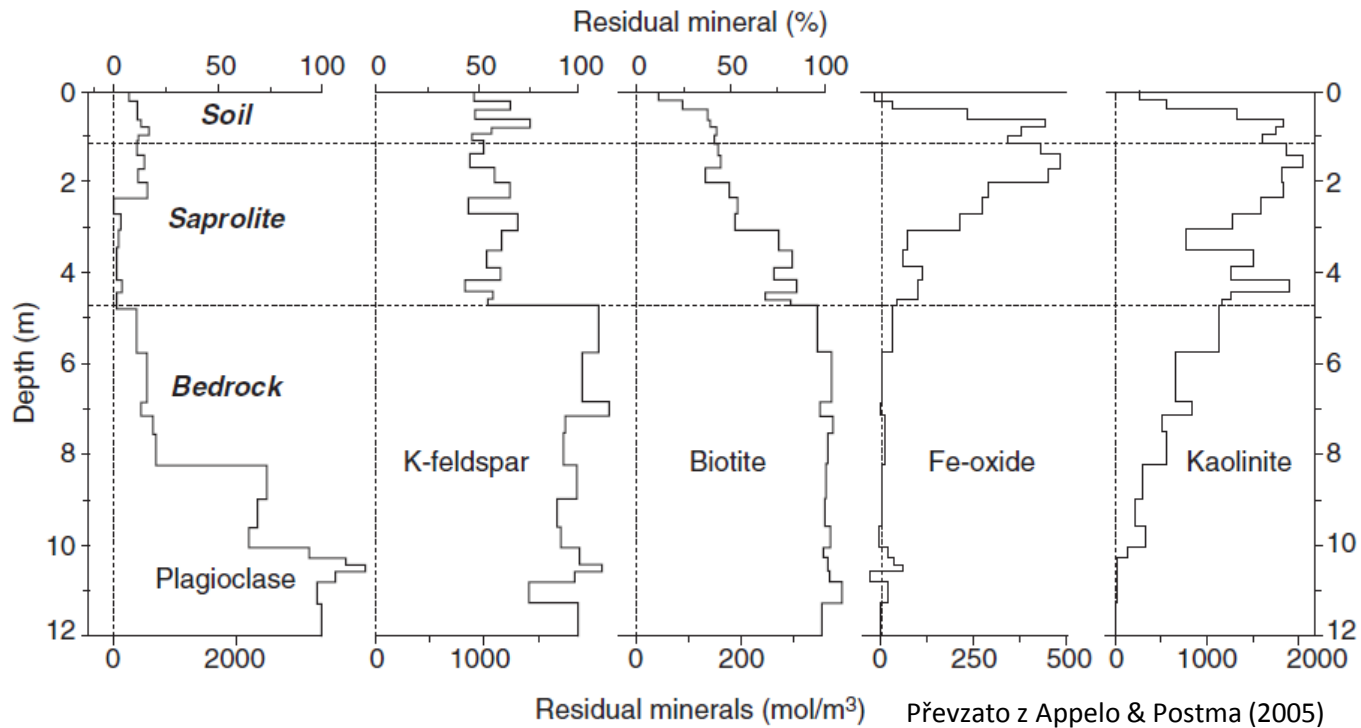
Geochemie exogenních procesů

5. Zvětrávání

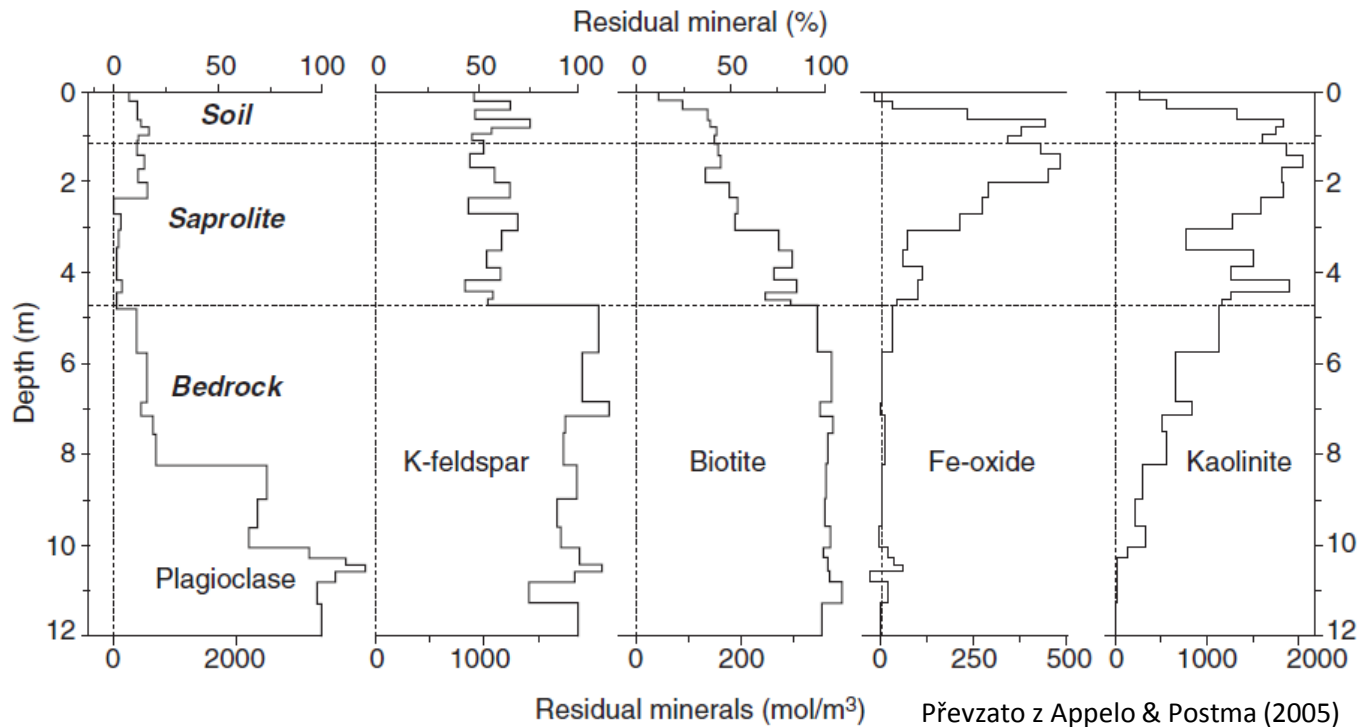
Osnova tématu

- Co je to zvětrávání
- Goldichovo schéma
- Fyzikální zvětrávání
- Chemické zvětrávání
 - Oxidace
 - Hydrolýza
 - Hydratace
 - Rozpouštění
- Biologické zvětrávání
- Kongruentní a inkongruentní zvětrávání
- Chování jednotlivých prvků
- Stabilita produktů zvětrávání
 - Stabilitní diagramy

Půdní profil nad granodioritem

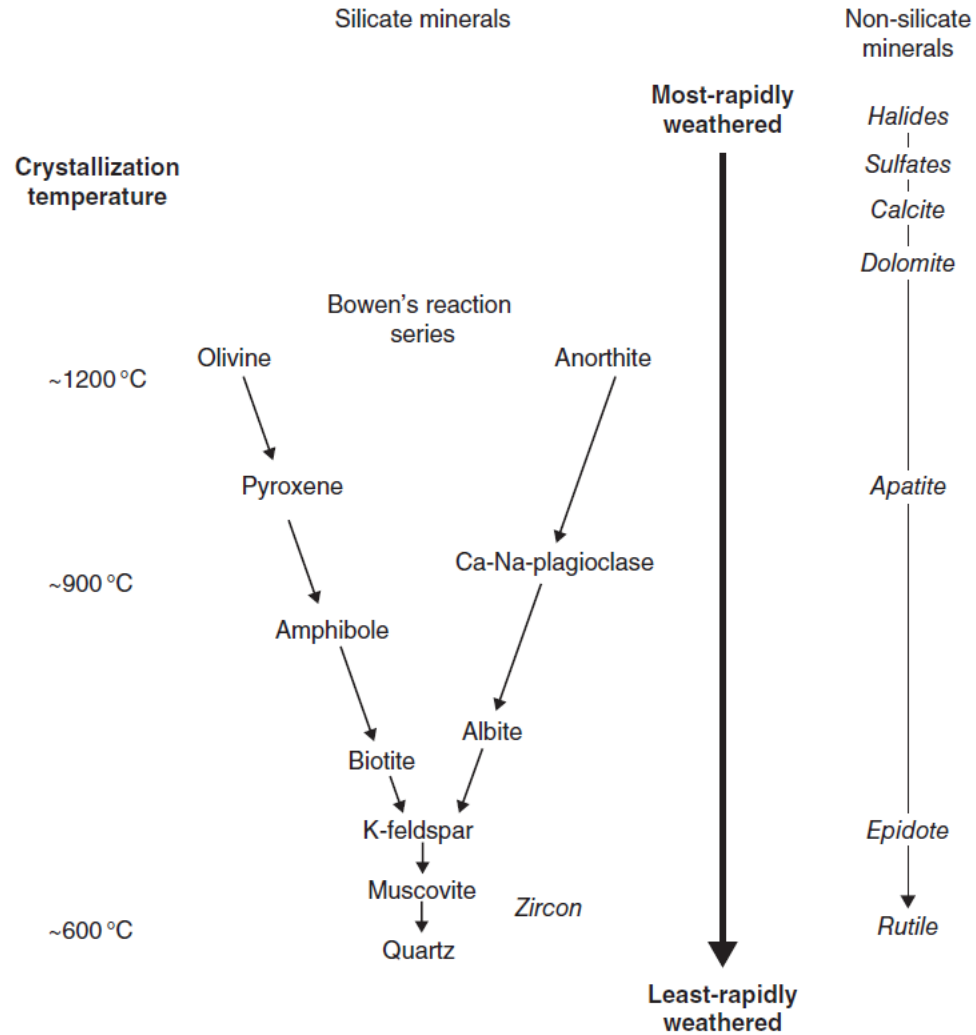


Půdní profil nad granodioritem



*Které minerály jsou nejméně stabilní (tj. rozpustí se jako první)?
Co se během zvětrávání stane s prvky přítomnými v primárních minerálech?*

Goldichovo schéma



Fyzikální zvětrávání

- Mrazové zvětrávání
- Kořeny rostlin
- Hrabání zvířat
- Abraze, dopady částic, obrušování
- Tepelné namáhání
- Etc.



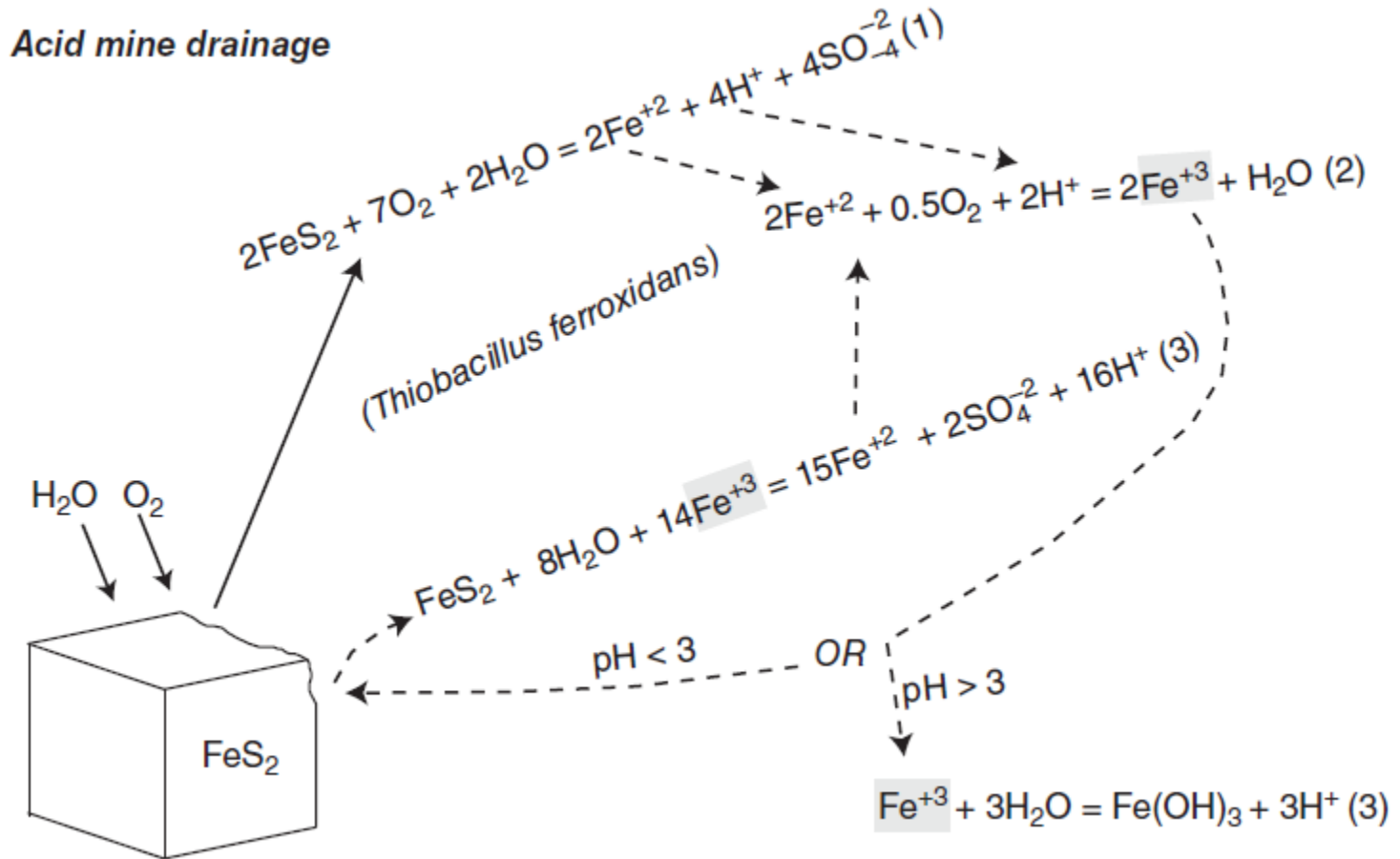
Chemické zvětrávání

- Přítomnost vody
- Nestabilní minerály se mění na sekundární minerály
- Vazba na půdy
- Velký význam kyselého prostředí
 - CO₂
 - SO₂

Typy chemického zvětrávání

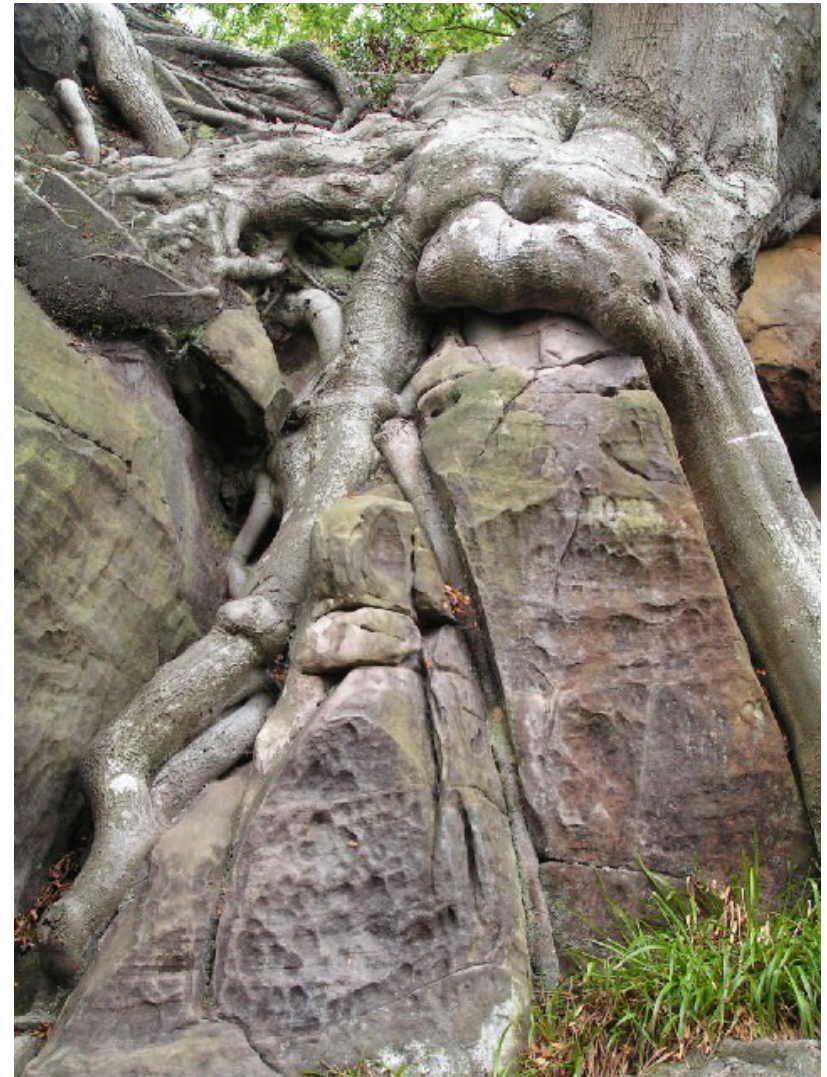
- A. Oxidace
- B. Hydrolýza
- C. Hydratace
- D. Rozpouštění

Kyselá důlní vody



Biologické zvětrávání

- Fyzikální
 - Narušování hornin
 - Mísení
- Chemické
 - Uvolňování organických kyselin
 - Kationtová výměna
 - Chelace
 - Vlhkost půdy



Rychlost zvětrávání

Table 9.1 Weathering rates of common rock-forming minerals assuming hypothetical 1-mm sphere of each mineral in a dilute solution of pH = 5. Data compiled from Chou et al. (1989), Lasaga et al. (1994), Drever (1997), Brantley (2005), Buss et al. (2008) and numerous sources cited therein. Variation in rates between time (yr) versus dissolution rate and log dissolution rate reflects different approaches to measuring rates. See Brantley (2005) for details. The composition of hornblende is $(K,Na)_{0-1}(Ca,Na,Fe,Mg)_2(Mg,Fe,Al)_5(Si,Al)_8O_{22}(OH)_2$.

Mineral	Composition	Time (yr)	Dissol. rate (mol/m ² /s)	Log dissol. rate (mol/m ² /s)
Quartz	SiO ₂	34 × 10 ⁶	4.1 × 10 ⁻¹⁴	-13.4
Kaolinite	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	6 × 10 ⁶	1 × 10 ⁻¹³	-13
K-feldspar	KAlSi ₃ O ₈	740 × 10 ³	5.0 × 10 ⁻¹³	-12.4
Muscovite	KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂	720 × 10 ³	3.2 × 10 ⁻¹⁴	-12.5
Phlogopite	KMg ₃ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂	670 × 10 ³	3.2 × 10 ⁻¹⁴	-12.5
Albite	NaAlSi ₃ O ₈	500 × 10 ³	6.3 × 10 ⁻¹³	-12.2
Hornblende	see caption	500 × 10 ³	6.3 × 10 ⁻¹³	-12.2
Diopside	CaMgSi ₂ O ₆	140 × 10 ³	3.6 × 10 ⁻¹²	-11.4
Anorthite	CaAl ₂ Si ₂ O ₈	80 × 10 ³	4.0 × 10 ⁻¹²	-11.4
Enstatite	MgSiO ₃	16 × 10 ³	3.2 × 10 ⁻¹¹	-10.5
Tremolite	Ca ₂ Mg ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	10 × 10 ³	1.1 × 10 ⁻¹¹	-11
Forsterite	Mg ₂ SiO ₄	2 × 10 ³	3.6 × 10 ⁻¹⁰	-9.4
Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂	1.6	3 × 10 ⁻⁷	-6.5
Calcite	CaCO ₃	0.1	1 × 10 ⁻⁶	-6

Kongruentní a inkongruentní zvětrávání

- Česky také nekongruentní
- Konečný proces je dán mnoha faktory (půdotvorné vlivy)

Table 9.2 Geochemical changes in a soil sequence where 10 ka and 125 ka terrace soils are derived from parent material (PM) comprised of river sediments dominated by basaltic and andesitic volcanic detritus intermixed with soil minerals derived from erosion further upstream. Data are obtained from B horizons of soils along the central Pacific coast of Costa Rica (Fisher and Ryan, 2006; Ryan and Huertas, 2009). All values for PM, 10 ka and 125 ka (except for Zr [ppm]) are presented as wt.% element or mineral. The two columns on the right are explained in the text. The mass-transfer coefficient does not apply to minerals.

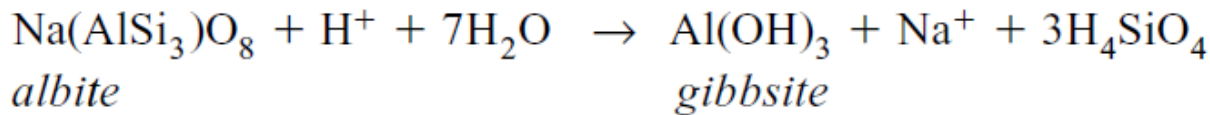
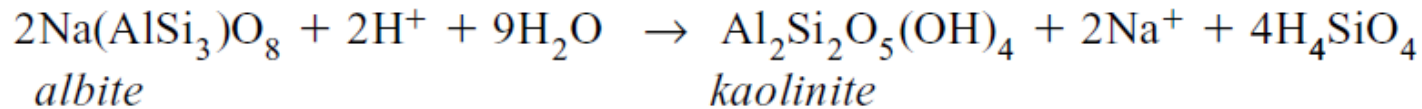
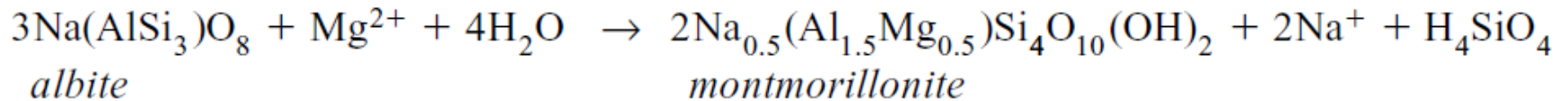
	PM	10 ka	125 ka	^c
Si	26.5	25.3	23.2	
Ti	0.88	1.37	1.77	
Al	5.24	5.99	6.75	
Fe	4.26	6.42	7.20	
Mg	2.35	0.97	0.32	
Ca	2.37	0.18	0.09	
Na	0.52	0.12	0.05	
K	0.47	0.18	0.17	
Zr	129	164	219	
Quartz	13.1	11.5	18.8	
Plagioclase	12.8	2.8	< 0.5	
Augite	4.1	< 0.5	< 0.5	
Smectite	42.2	40.6	< 2	
Kaolin	15.9	27.6	57.8	
Goethite	6.2	6.9	3.2	
Hematite	< 0.5	< 0.5	7.8	

Převzato z Ryan (2014)

Půdy na říční terase vznikají zvětráváním vulkanického detritu.

1. Vyjádřete změnu obsahu prvků a minerálů v %.
2. Na základě změny obsahu prvků je seřadte podle mobility.

Co určuje procesy zvětrávání?



Co určí, zda se bude albit měnit na montmorillonit, kaolinit nebo gibbsit?

Co určuje procesy zvětrávání?

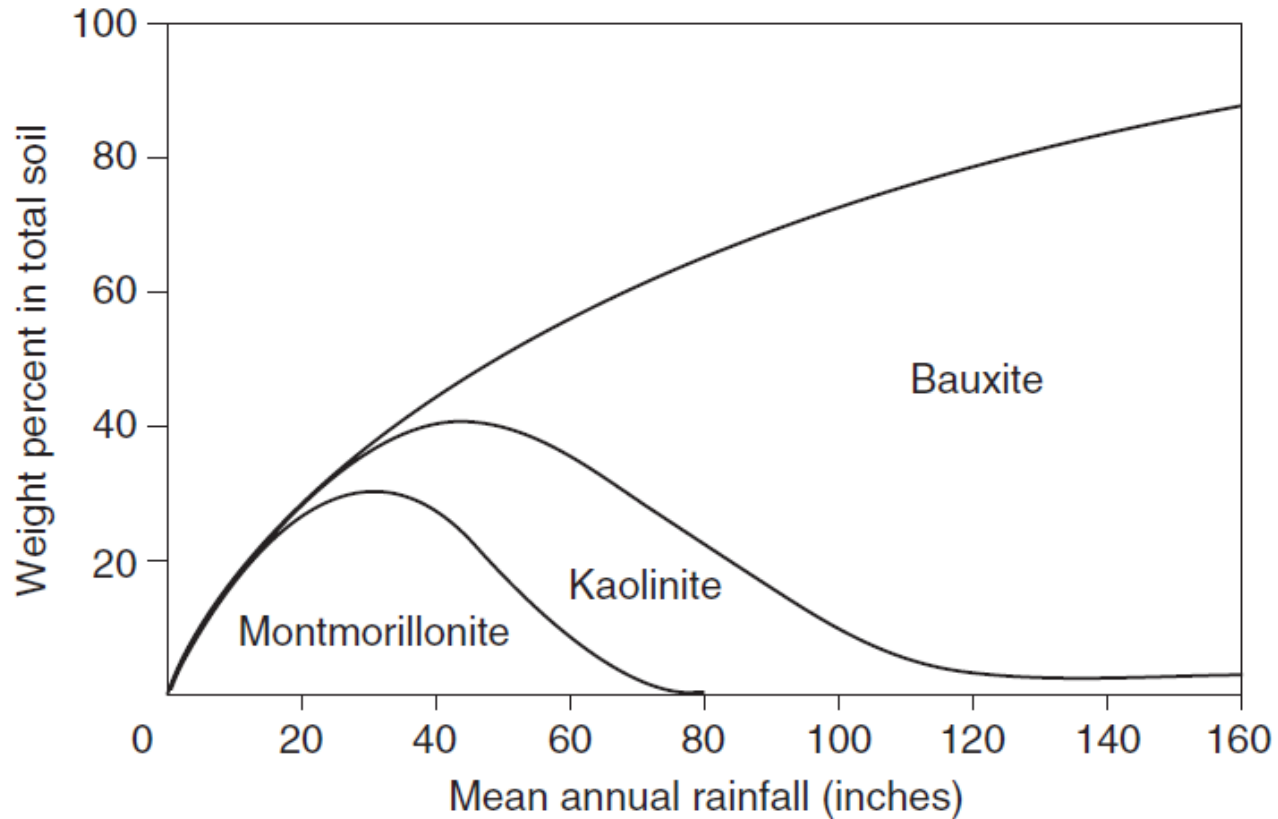


Figure 8.4. Weathering products on volcanic rocks on the island of Hawaii as a function of mean annual rainfall. Bauxite corresponds to Al-hydroxides and the contents of different minerals are plotted cumulatively as weight percent of the total soil (Berner, 1971).

Půdotvorné vlivy

- Klima
 - Srážky a teplota – rozpad, transport až **vyluhování**
- Živé organismy
 - Bakterie získávající energii rozkladem minerálů, kořeny rostlin, rozklad org. hmoty...
- Reliéf
 - Odvodnění, sedimentace
- Matečná hornina
- Čas
- Antropogenní vlivy

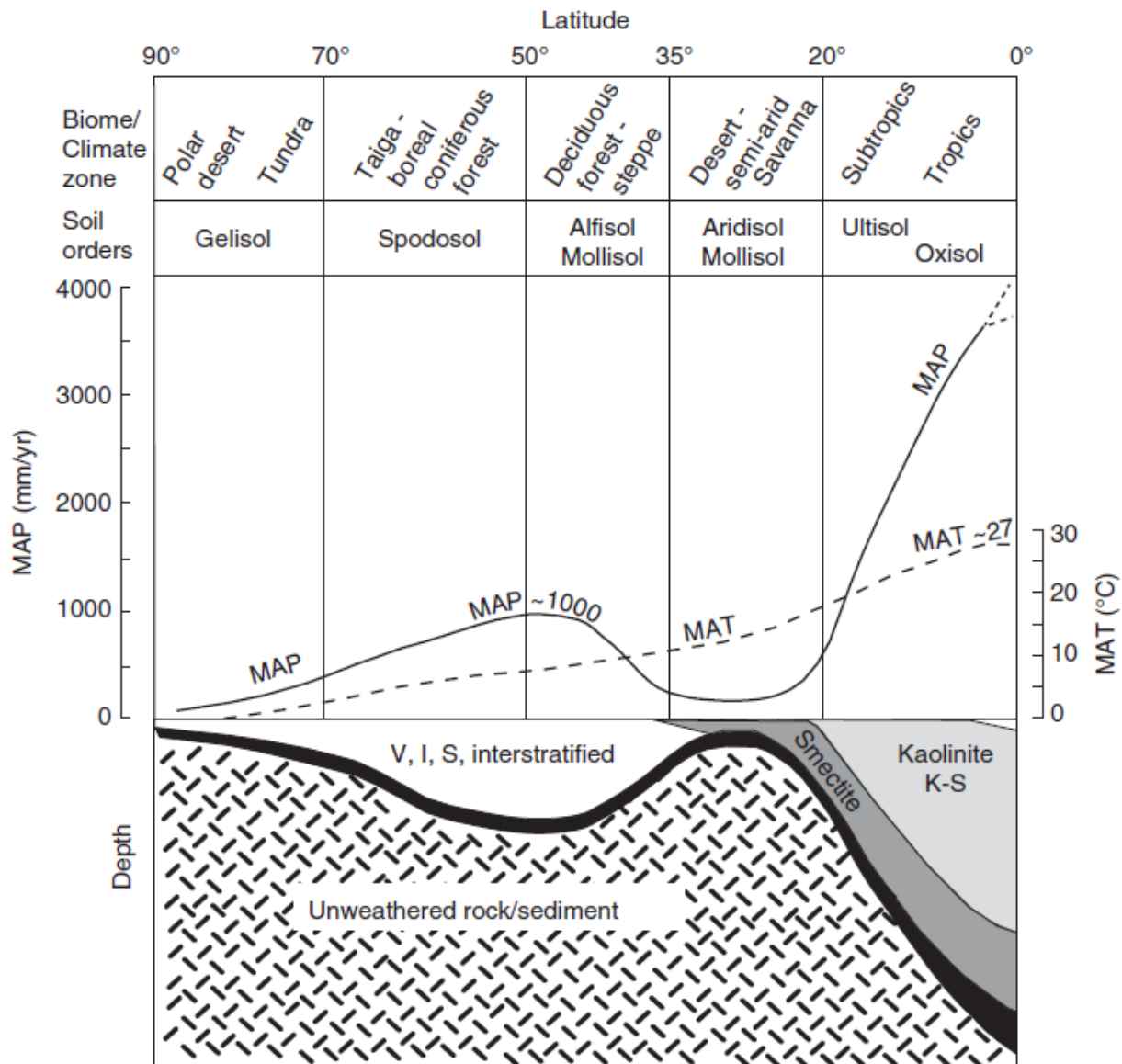


Fig. 9.7 Schematic sketch of soil minerals and relative depths of typical soils across a latitudinal transect, from pole to equator. Soil depth in the tropics may be tens of meters, whereas in other regions is typically < 2 m. Common soil orders for each latitudinal zone are provided. MAP = mean annual precipitation, MAT = mean annual temperature, V = vermiculite, I = illite, S = smectite, K-S = interstratified kaolin-smectite. (Modified from Strakhov 1967 and Birkeland 1999.)

Převzato z Ryan (2014)

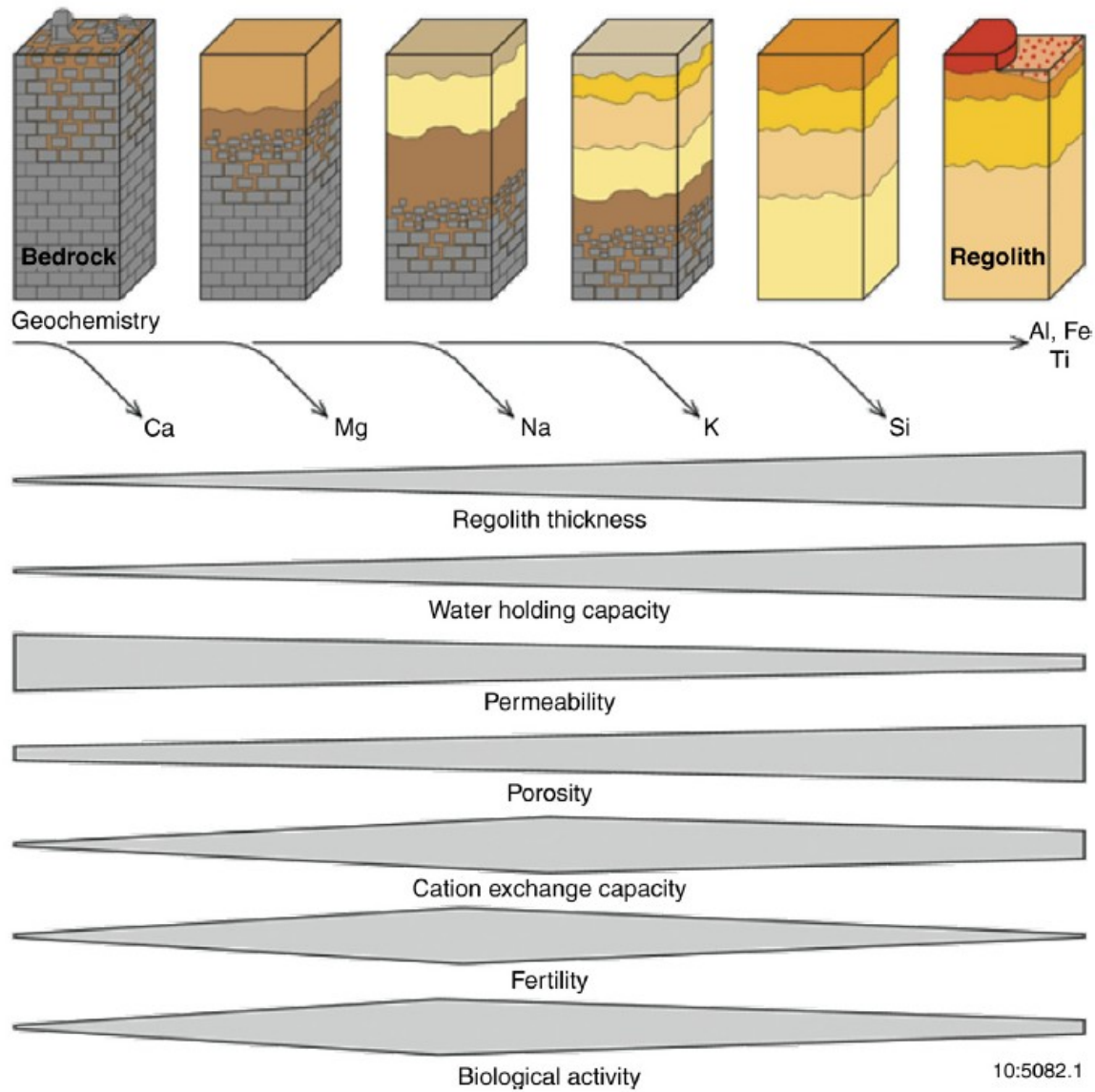
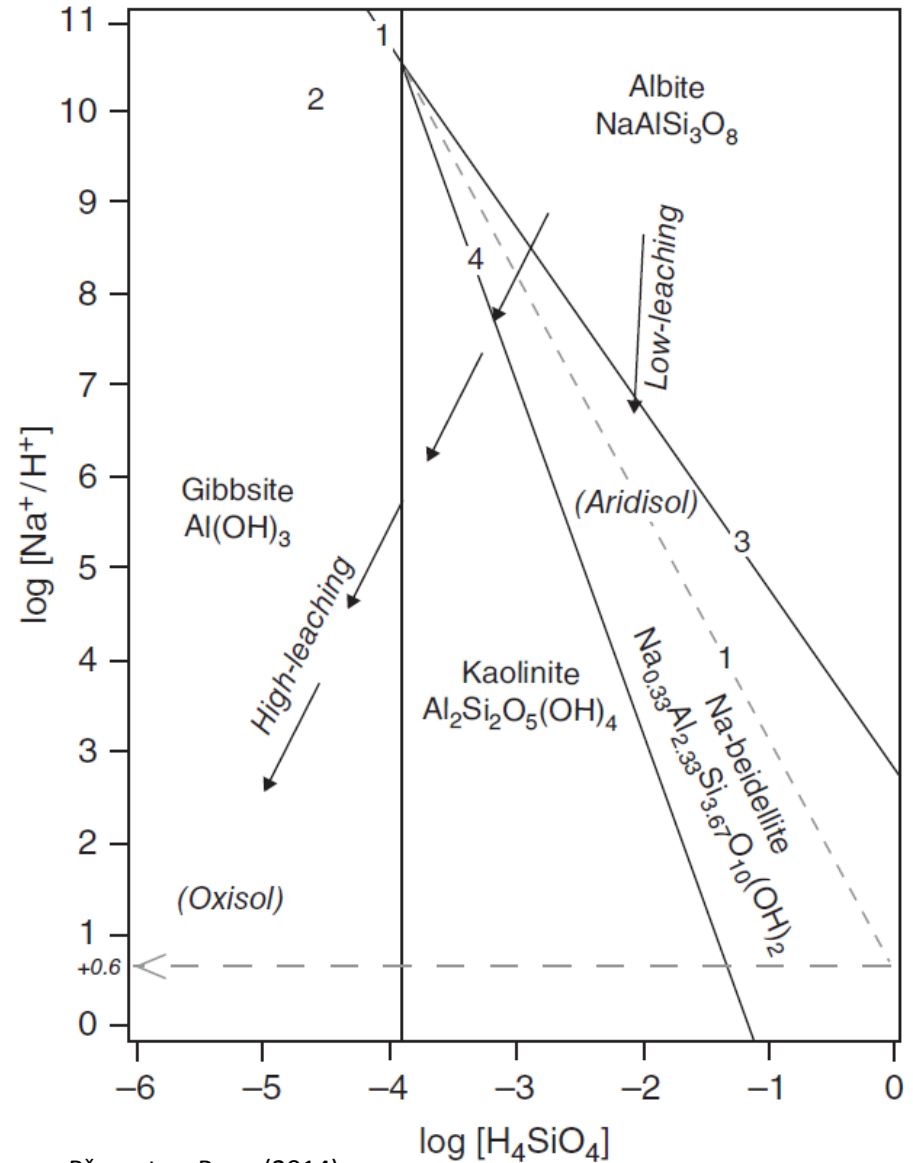


FIGURE 4.6 Evolution of an idealized regolith profile. (From Wilford (2011b), weathering intensity map of the Australian continent. AusGeo News 101, March 2011.)

Stabilitní diagramy

Table 9.3 Thermodynamic data used in development of the mineral stability diagram in Fig. 9.9. Data are from Dean (1979) and Robie et al. (1979). Given uncertainty in Gibbs free energy values, precision is shown to only 1 decimal place. See Appendix III for a more-extensive table of thermodynamic data.

Compound or species	Name	G°_f (kJ/mol)
$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	Albite (low albite)	-3712
$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Kaolinite	-3778
$\text{Na}_{0.33}\text{Al}_2(\text{Si}_{3.67}\text{Al}_{0.33})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Na-beidellite	-5354
$\text{Al}(\text{OH})_3$	Gibbsite	-1144
H^+	Hydrogen ion	0
$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	Water	-237.2
$\text{Na}^+_{(aq)}$	Sodium ion	-261.7
H_4SiO_4	Dissolved silica	-1316



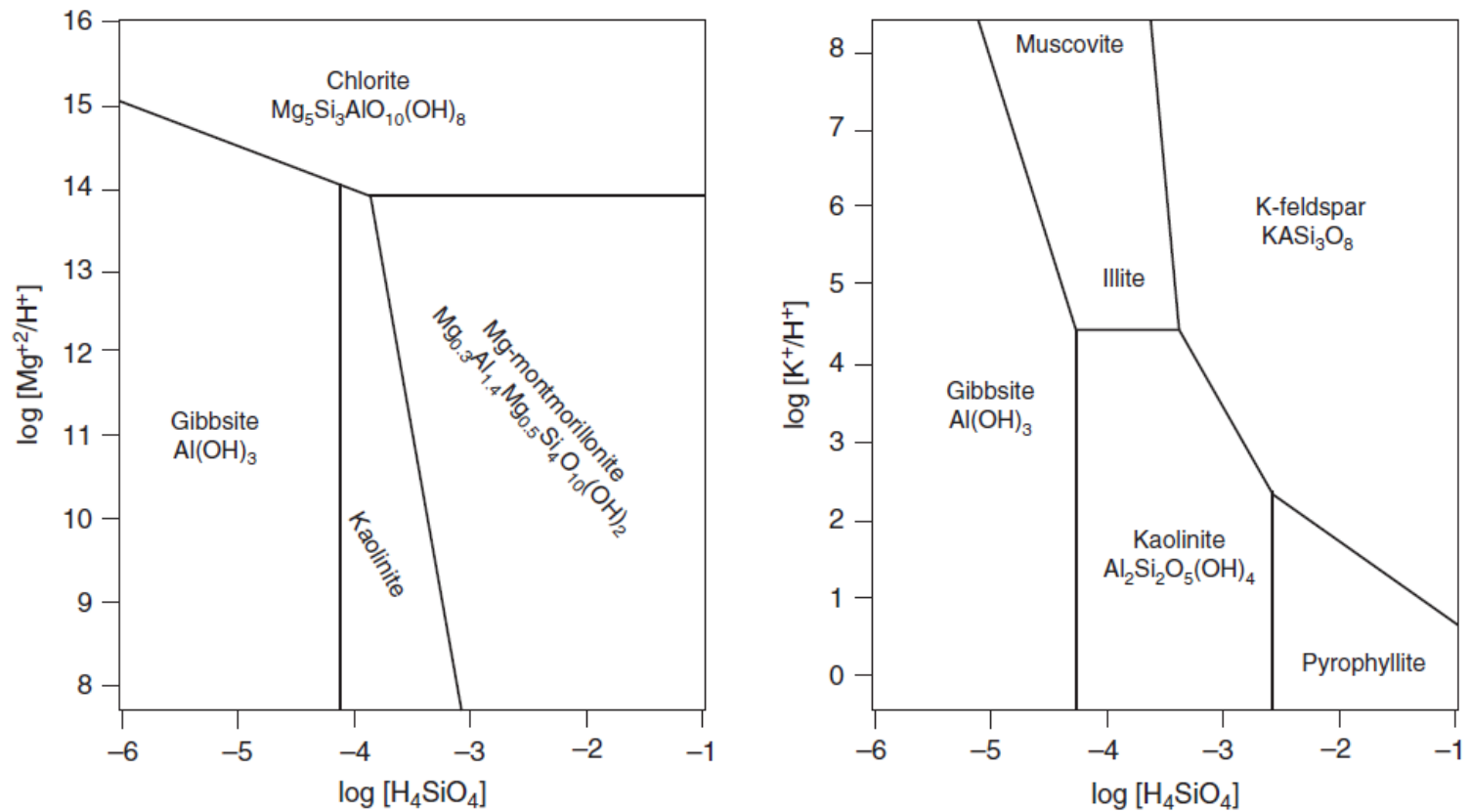


Fig. 9.9 Mineral stability diagram for systems Al–Mg–Si–O–H (left, modified from Lee et al., 2003) and K–Al–Si–O–H, 25 °C, 1 atm.

Zadání projektu

- Shrnout v několika bodech to nejdůležitější o daném tématu
- Jednoduše popsat, co by si měl člověk z hodiny odnést
- Aby to mohlo sloužit jako studijní materiál pro ostatní
- Stačí ukázat na hodině a odevzdat do ISu
- Kdo tu není, dostane téma přiřazeno

Zdroje

- Obrázky pochází z následujících knih:
 - Ryan, P. (2014). Environmental and low temperature geochemistry. John Wiley and Sons. 402p. ISBN 978-1-4051-8612-4 (pbk.)
 - Appelo, C. A. J., & Postma, D. (2005). Geochemistry, groundwater and pollution : (2nd ed.). Leiden: A. A. Balkema publishers.
 - Giardino, John; Houser, Christ (2015). Principles and Dynamics of the Critical Zone. Elsevier. pp. 1–4. ISBN 9780444633699.