



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

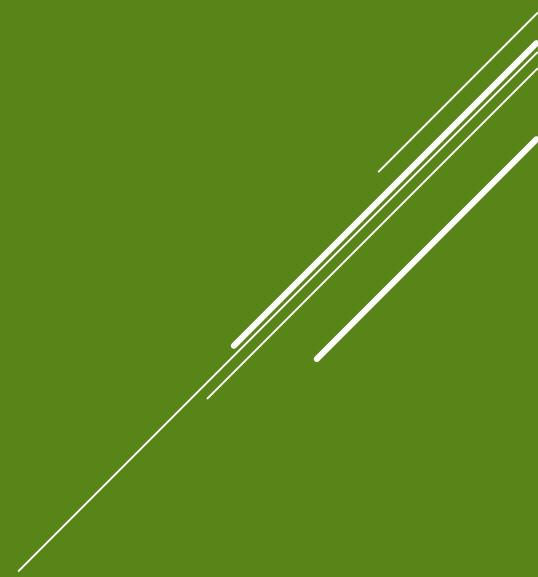


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# Rozšíření prvků v zemské kůře

Tento učební materiál vznikl v rámci projektu Rozvoj doktorského studia chemie  
č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/16\_018/0002593

1) Které 3 prvky mají největší zastoupení v zemské kůře?

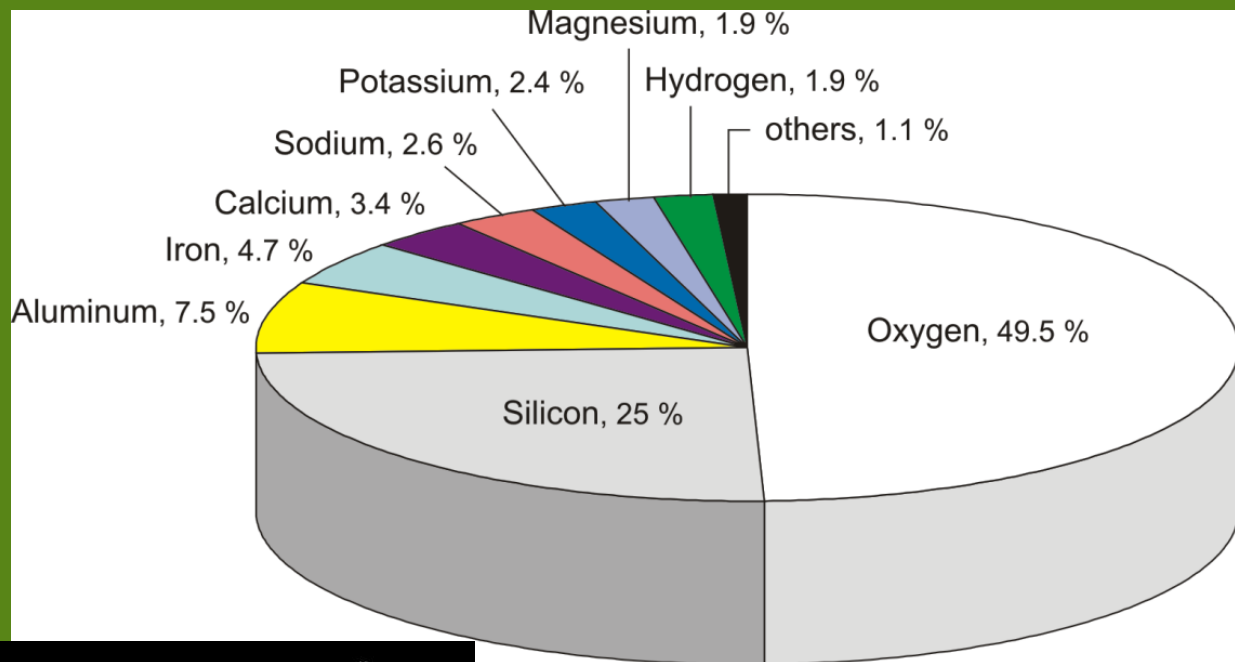


# Rozšíření prvků v zemské kůře

cca 115 prvků ►  
 cca 90 v přírodě ►  
 hlavní a stopové prvky

Hlavní Si, O, Al, Fe

Ca, Na, K, Mg



Periodic Table of the Elements

1 1IA 11A H Hydrogen 1.0079	2 IIA 2A He Helium 4.00260	13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	18 VIIIA 8A										
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.01218	5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.0074	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.998403	10 Ne Neon 20.1797										
11 Na Sodium 22.98976928	12 Mg Magnesium 24.304	13 Al Aluminum 26.9815386	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973762	16 S Sulfur 32.065	17 Cl Chlorine 35.4527	18 Ar Argon 39.948										
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.95591	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.847	27 Co Cobalt 58.9332	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.921595	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.80
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.9062	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.9055	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.29
55 Cs Cesium 132.90545	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanide Series	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.9479	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.9665	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98037	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [209]	86 Rn Radon 222.01758
87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226]	89-103 Actinide Series	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [263]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [265]	109 Mt Meitnerium [266]	110 Ds Darmstadtium [271]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [285]	113 Uut Ununtrium [288]	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium [294]	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium [294]	118 Uuo Ununoctium [294]
57 La Lanthanum 138.90547	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.90768	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.9127	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.9654	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.90734	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93401	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967			
89 Ac Actinium 227.03712	90 Th Thorium 232.03772	91 Pa Protactinium 231.03688	92 U Uranium 238.02891	93 Np Neptunium 237.04817	94 Pu Plutonium 244.06422	95 Am Americium 243.06115	96 Cm Curium 247.07545	97 Bk Berkelium 247.07545	98 Cf Californium 251.07958	99 Es Einsteinium [252]	100 Fm Fermium [257]	101 Md Mendelevium [258]	102 No Nobelium [259]	103 Lr Lawrencium [260]			
Alkali Metals	Alkaline Earths	Transition Metals	Basic Metals	Semi-Metals	Nonmetals	Halogens	Noble Gases	Lanthanides	Actinides								

## Primární minerály

Křemen



Živce



Biotit



Albit



Muskovit



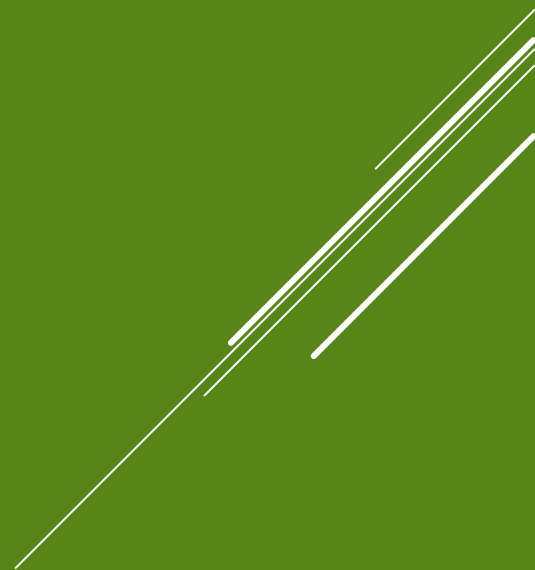
chemické  
zvětrávání

## Sekundární minerály

## Fylosilikáty

dominují Al, Si, O

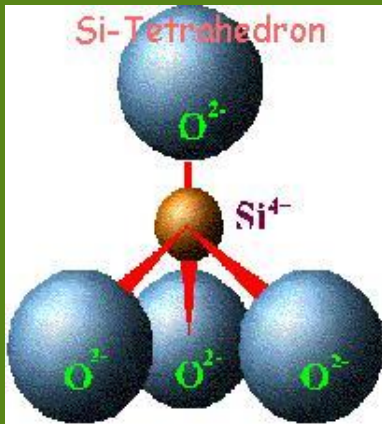
2) Jsou všechny jílové minerály dobrý sorbent?



# Fylosilikáty Jílové minerály

- důležitá součást zvětralin, půd a sedimentů
- sorpční schopnosti, výměna kationtů – měřítkem sorpce je CEC
- expandují
- zastoupení reprezentuje stupeň chemického zvětrávání a složení matečné horniny
- poměr  $\text{SiO}_2$ :  $\text{Al}_2\text{O}_3$  odráží míru odnosu kyseliny křemičité z prostředí
- velikost pod 1 mikron

T



$\text{Si}^{4+}$

$\text{O}^{2-}$

O

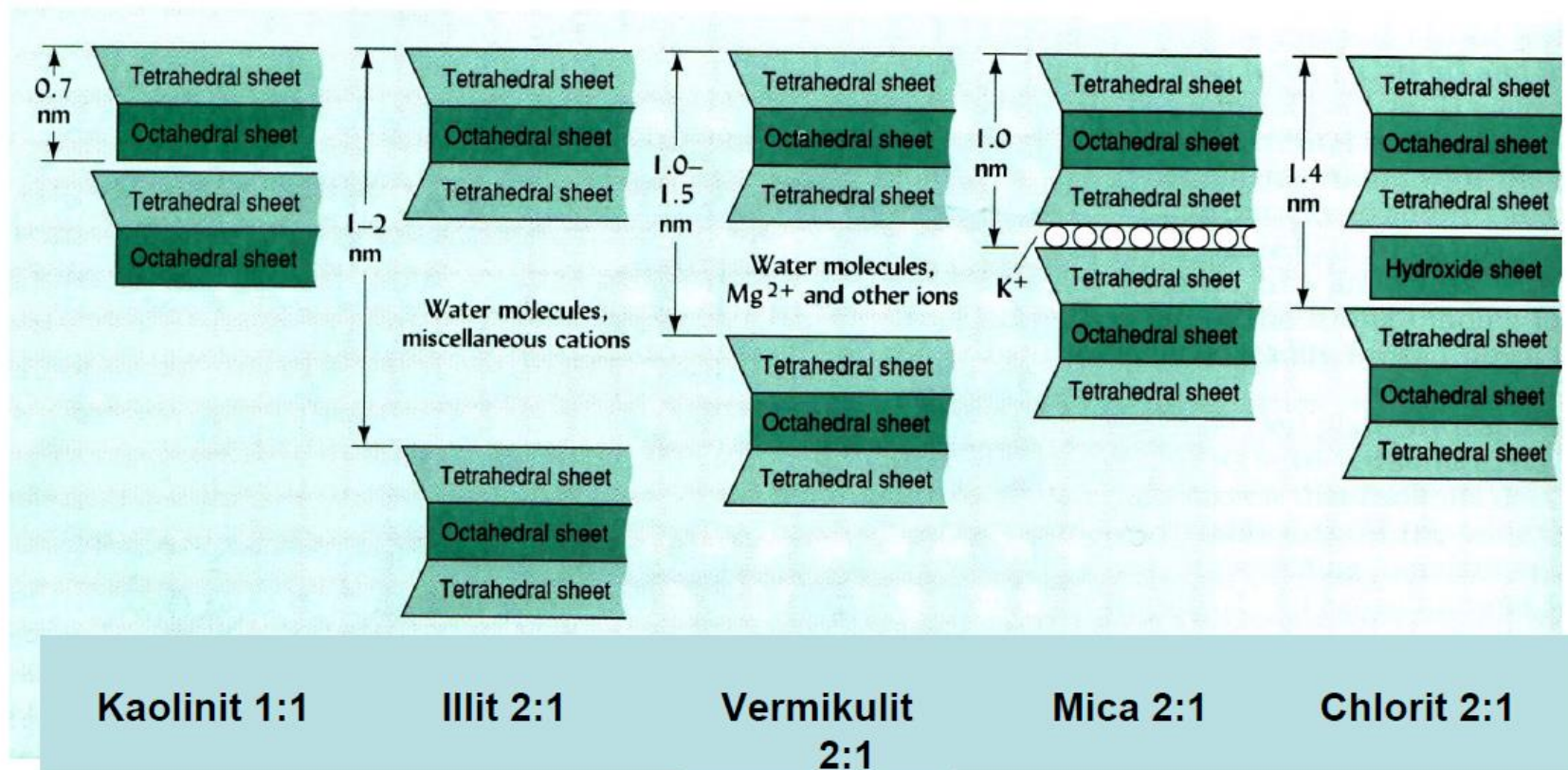
$\text{Al}^{3+}$

$\text{OH}^-$



# Jílové minerály

- tetraedry:  $\text{Si}^{4+}$  ---  $\text{Al}^{3+}$   
oktaedry  $\text{Al}^{3+}$  ---  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Ti}^{4+}$
- vzniká negativní náboj na mřížce



# Jílové minerály v půdě

## KLASIFIKACE JÍLOVÝCH MINERÁLŮ

### NEKRYSTALICKÉ

– sk. alofanu

### KRYSTALICKÉ

- typ 1:1
  - sk. Kaolinitu
- typ 2:1
  - sk. Illitu (neexpandující mřížka, illit, vermikulit)
  - sk. Montmorilonitu (expandující mřížka, montmorilonit, nontronit, beidelit)
- Typ 2: 2- sk. Chloritu



# Vlastnosti jílových minerálů

## BOBTNAVOST

- montmorilonity – silně bobtnavé
- Illit, vermikulit – částečně bobtnavé
- kaolinit – nebobtnavý

## VYSOKÝ SPECIFICKÝ POVRCH

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| - sk. kaolinitu       | 10- 18 m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup>   |
| - sk. Illitu          | 50- 90 m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup>   |
| - sk. montmorillonitu | 250- 500 m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> |

## SORPČNÍ KAPACITA

- |                  |                     |
|------------------|---------------------|
| - kaolinit       | 3- 12 mmol/100 g    |
| - Illit          | 20- 40 mmol/100 g   |
| - chlorit        | 30- 50 mmol/100 g   |
| - montmorillonit | 70- 110 mmol/100 g  |
| - vermikulit     | 120- 150 mmol/100 g |

# Vliv prostředí na typ vznikajícího jílového minerálu

Živec

ZÁSADITÉ  
PROSTŘEDÍ

(Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>)



montmorillonit

SLABĚ KYSELÉ  
PROSTŘEDÍ

(K<sup>+</sup>)



illit

KYSELÉ  
PROSTŘEDÍ

(H<sup>+</sup>)

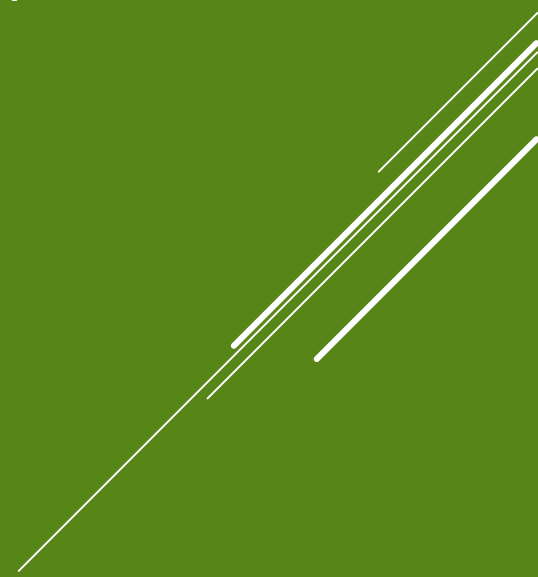


kaolinit

4) Který z uvedených parametrů oblasti je klíčový pro posouzení míry erodovatelnosti

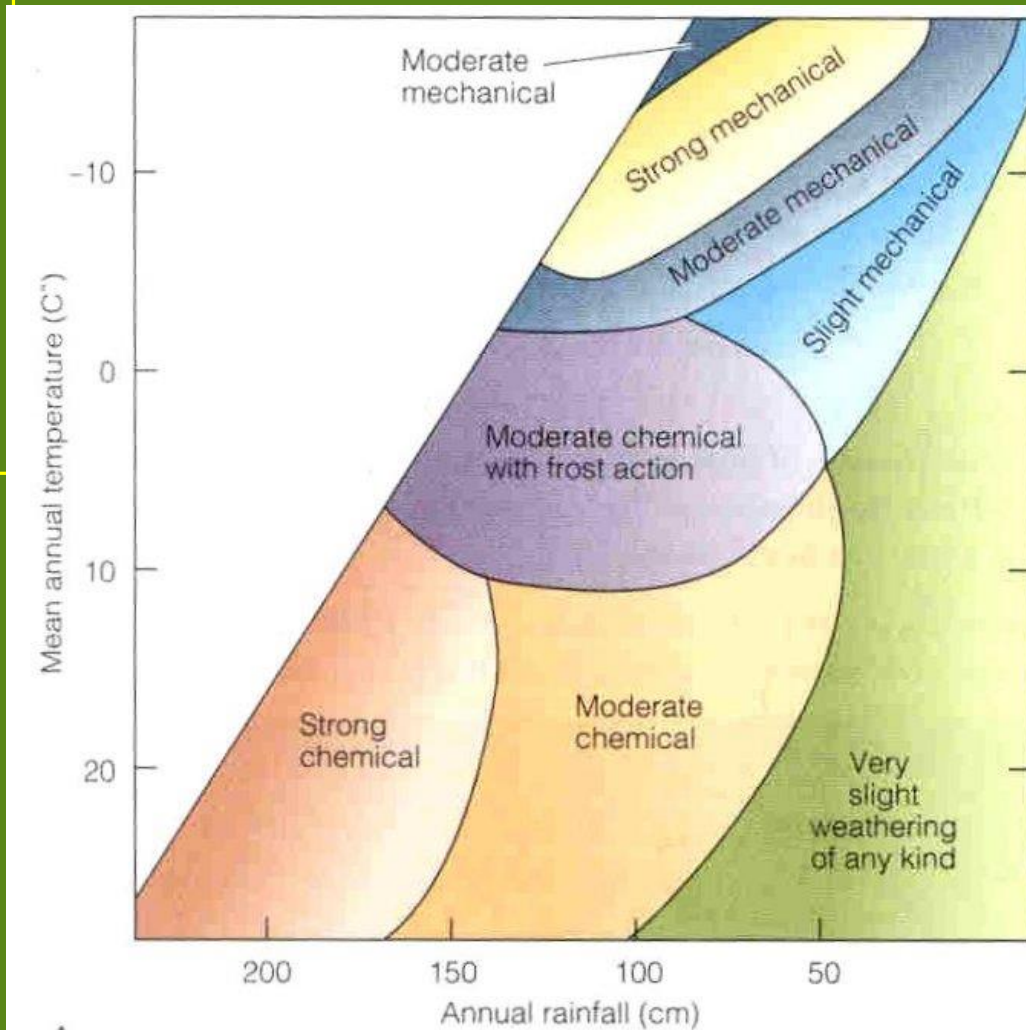
- sklon terénu
- typ pokryvu
- geologické podloží
- klima (srážky, teplota)
- využití krajiny

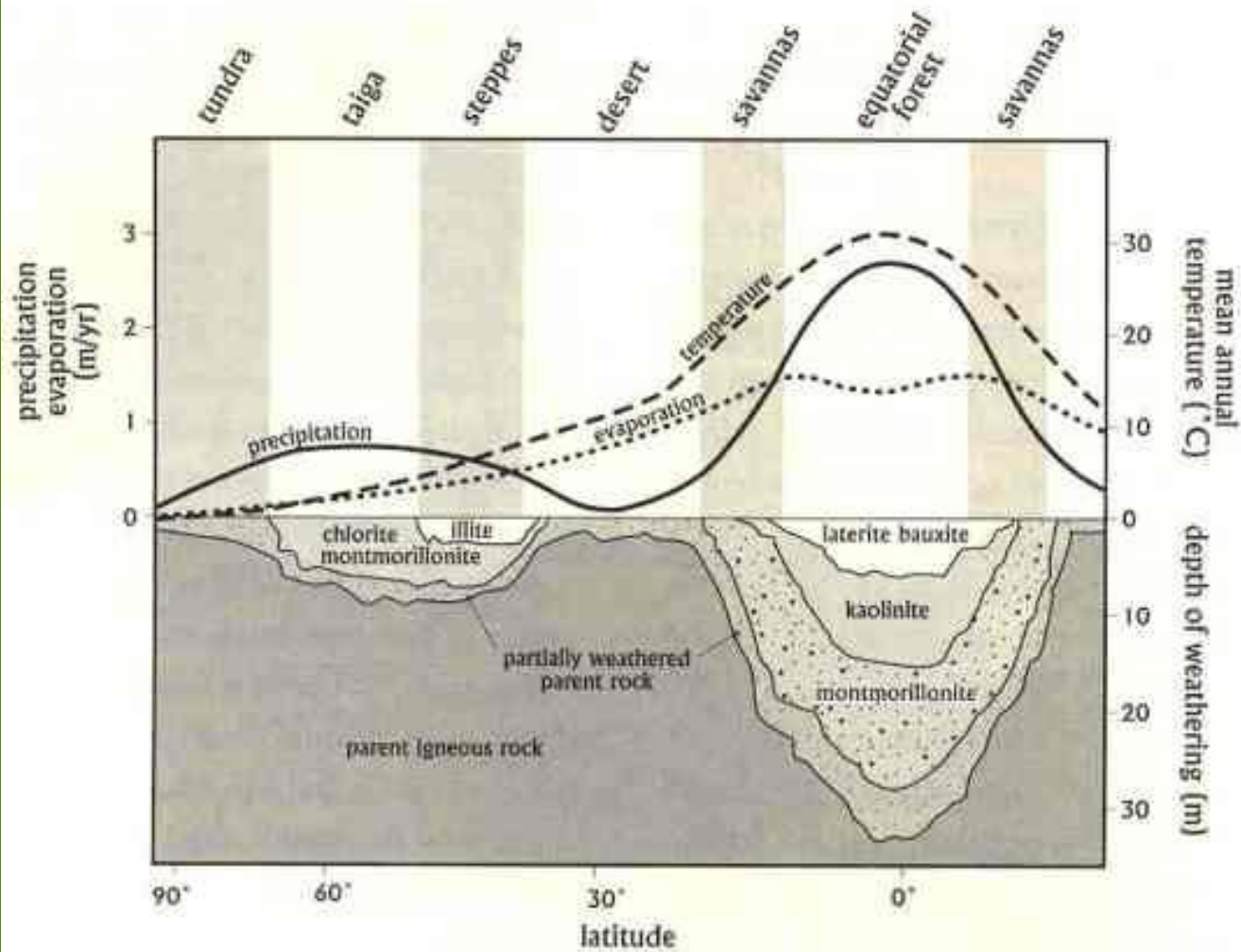
5) Jakým způsobem se hodnotí nečíselné informace o lokalitě?



# Faktory zpomalující půdotvorbu

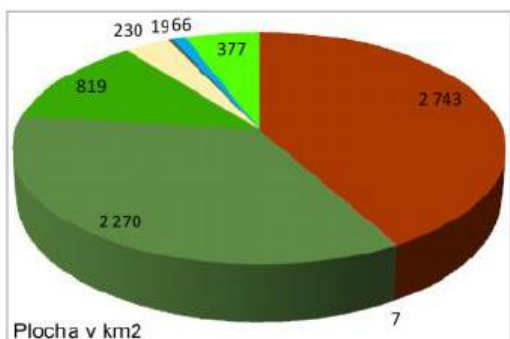
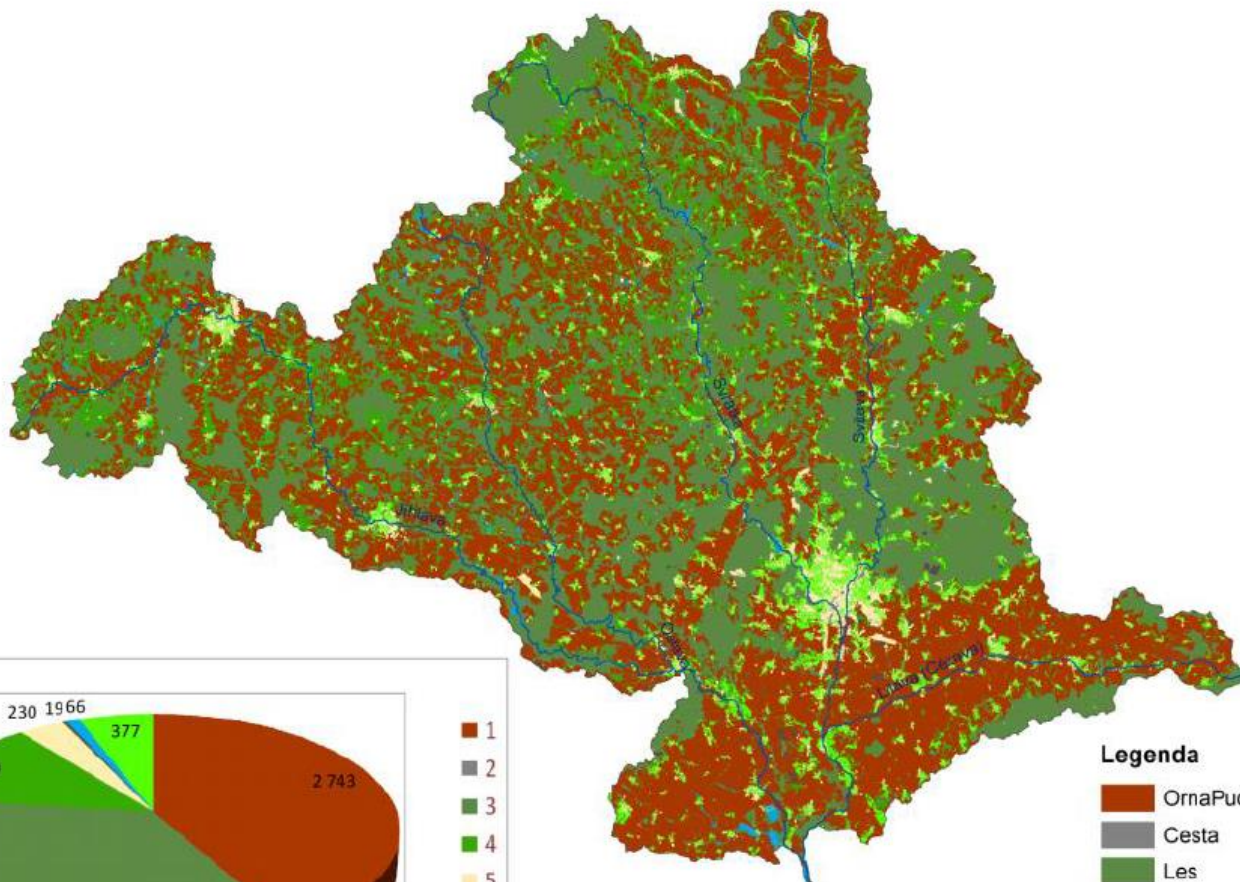
- *Nízký úhrn srážek a nízká vlhkost*
- *Nízké teploty*
- *Matečný substrát*
- *Vysoká hladina podzemní vody*
- *Strmé svahy*
- *Přítomnost toxických látek*





5.7 Weathering of silicate rocks in different environments is affected primarily by precipitation, evaporation, and temperature. Based on Hay (1998).

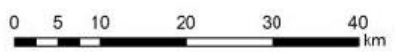
# VYUŽITÍ ÚZEMÍ



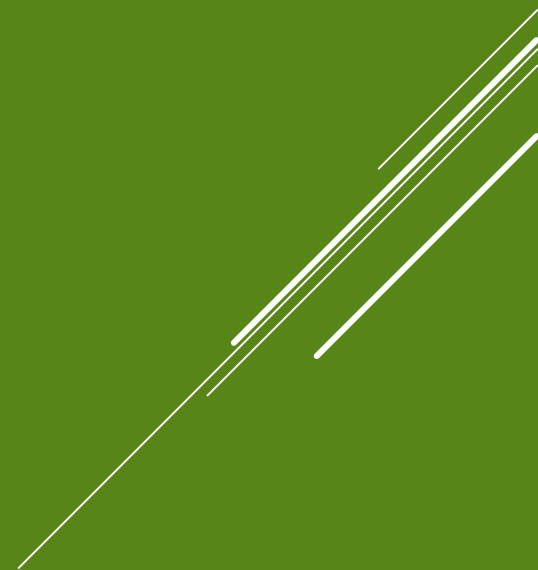
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

## Legenda

- OrnaPuda
- Cesta
- Les
- Louka
- Osidleni
- Prumysl
- VodniPlocha
- Zahrada



3) Jaký parametr prostředí především zvyšuje mobilitu prvků?



# Faktory ovlivňující mobilitu prvků

## 1. Sorpce

*organická hmota, jílové minerály*

## 2. Hodnota pH prostředí

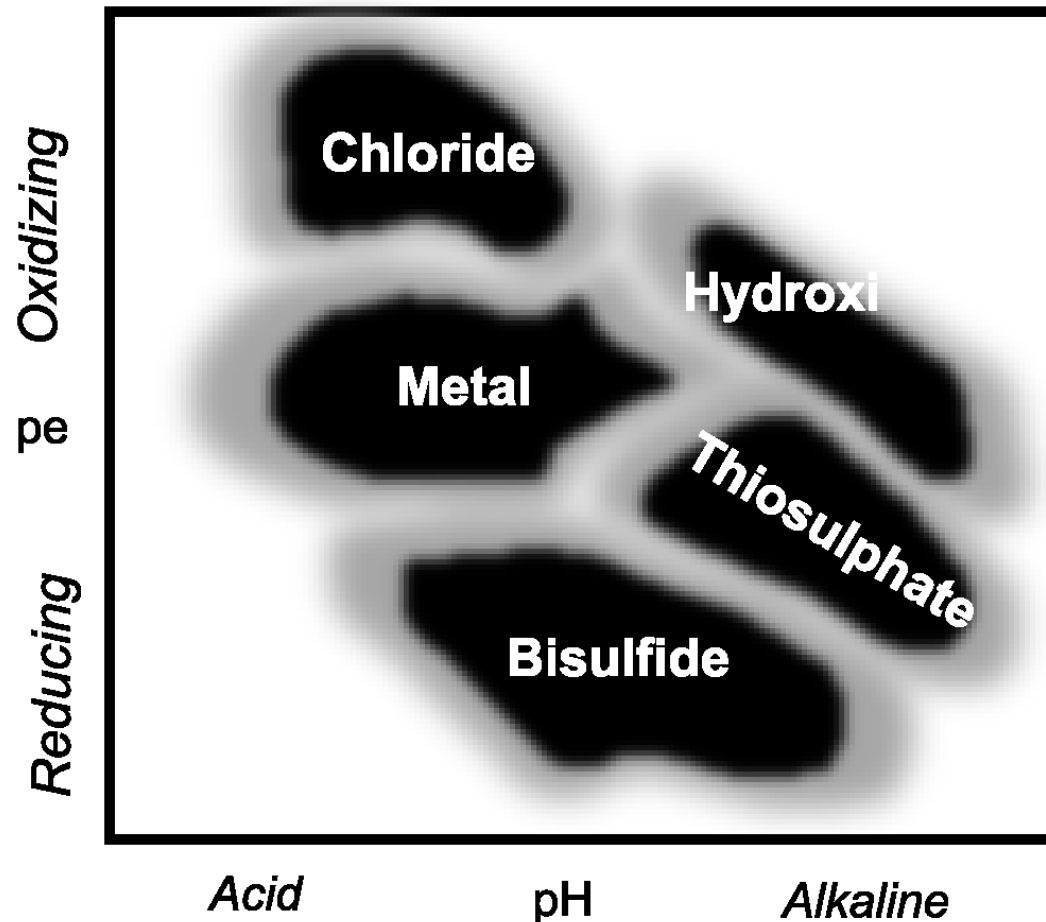
## 3. Eh potenciál prostředí

nízké pe (vysoká aktivita elektronů),  
tendence roztoku darovat elektron,  
**redukční** prostředí

vysoké pe (nízká aktivita elektronů),  
tendence roztoku přijmout elektron,  
roztok je **oxidační** prostředí.

# Prvky v životním prostředí

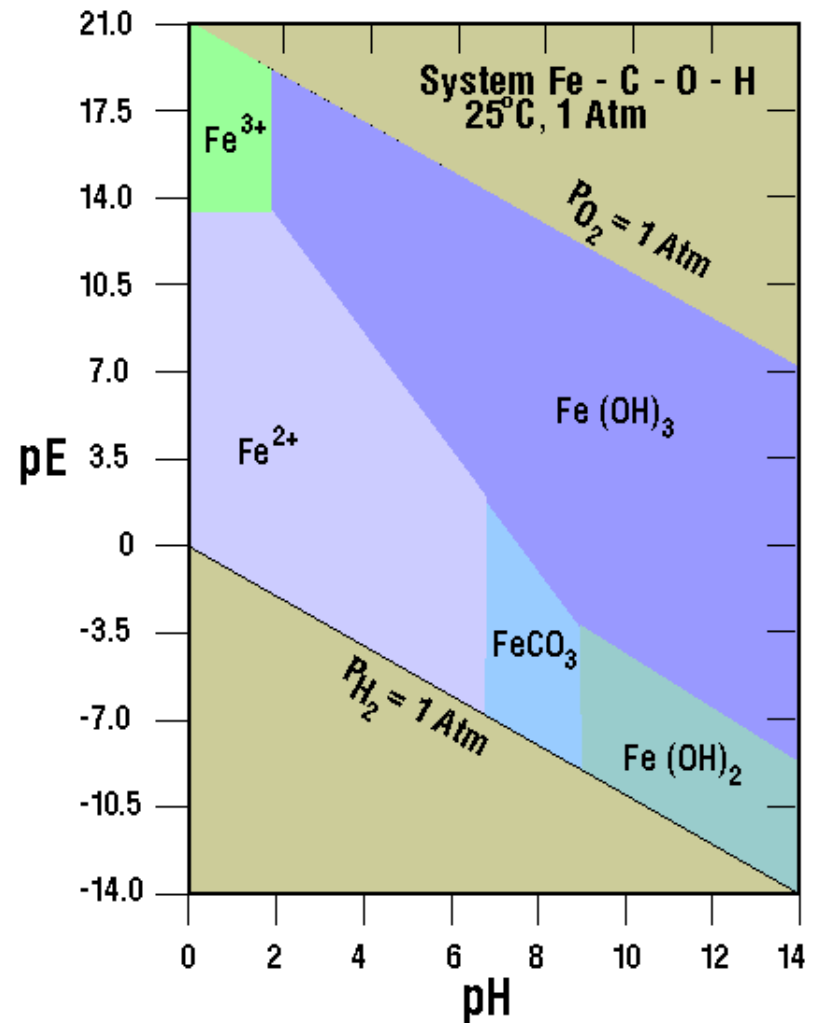
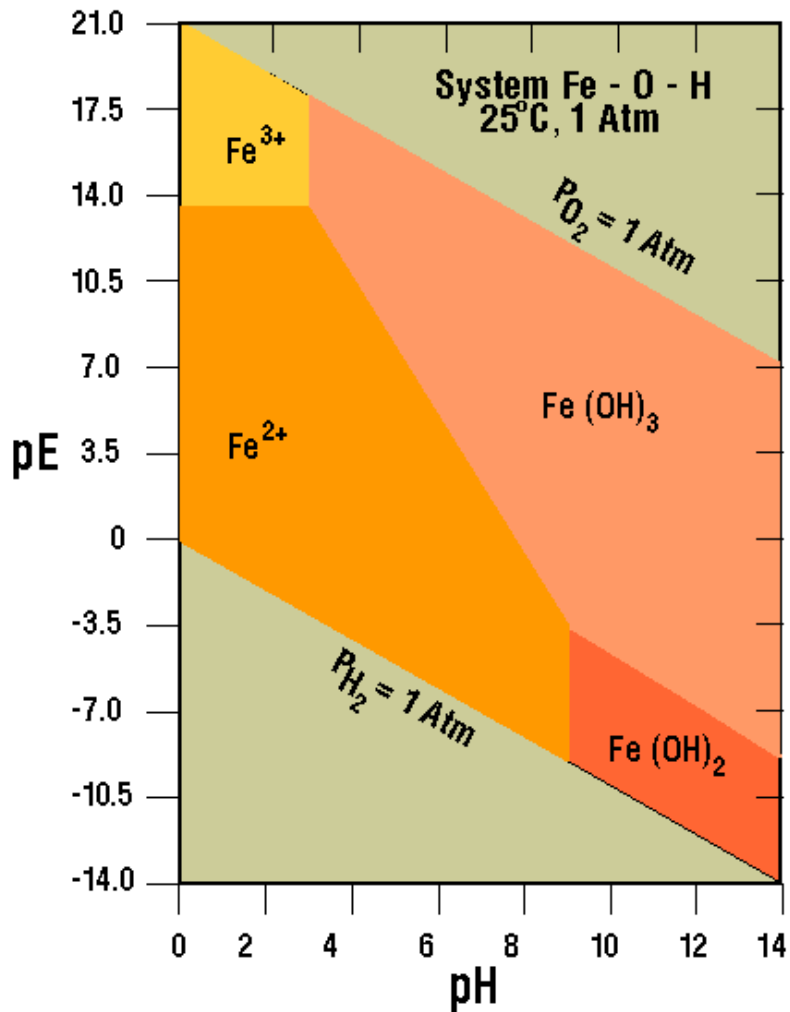
celkový obsah vs. biodostupný





# Předvídání podmínek vzniku minerálů

Neudávají rychlost, s jakou se budou jednotlivé formy měnit

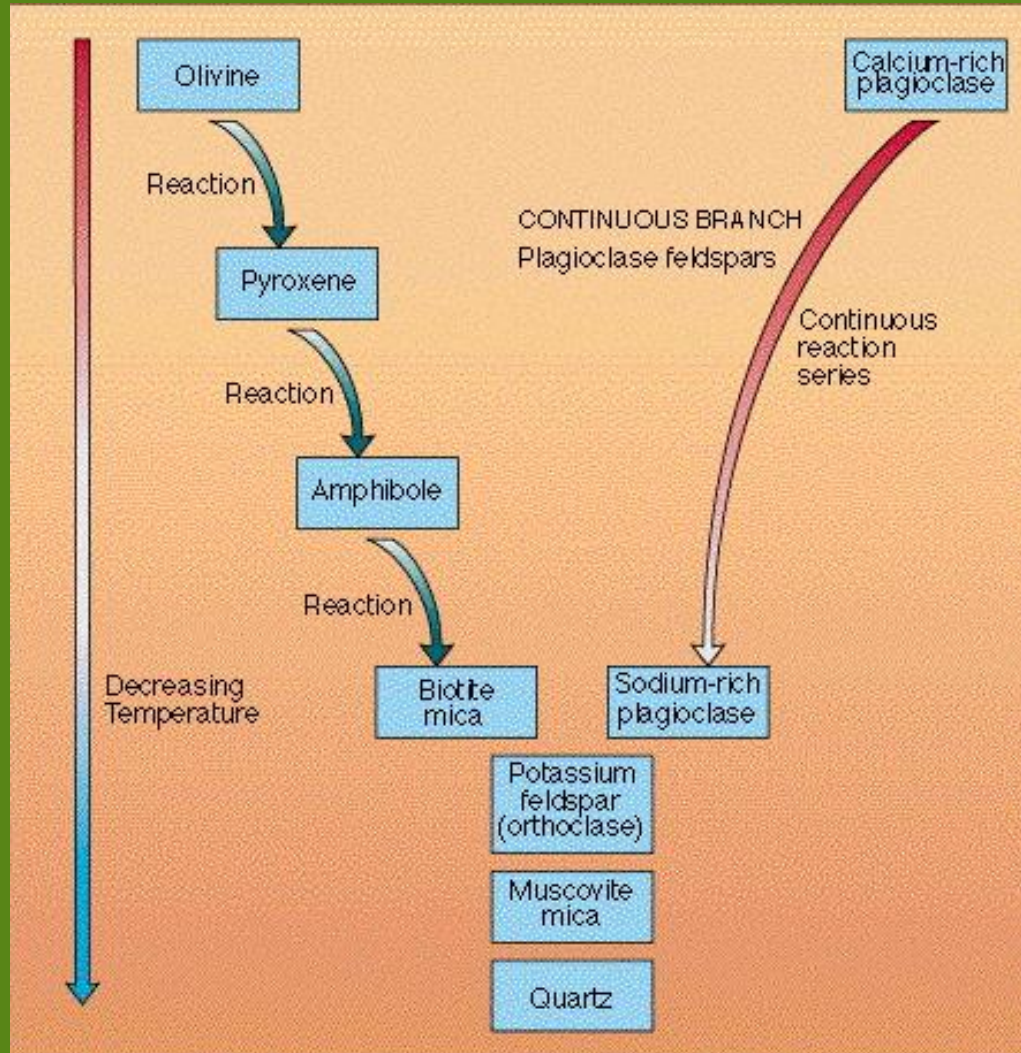


# Odolnost vůči zvětrávání

First to Crystallize

## Bowen's Reaction Series

Last to Crystallize

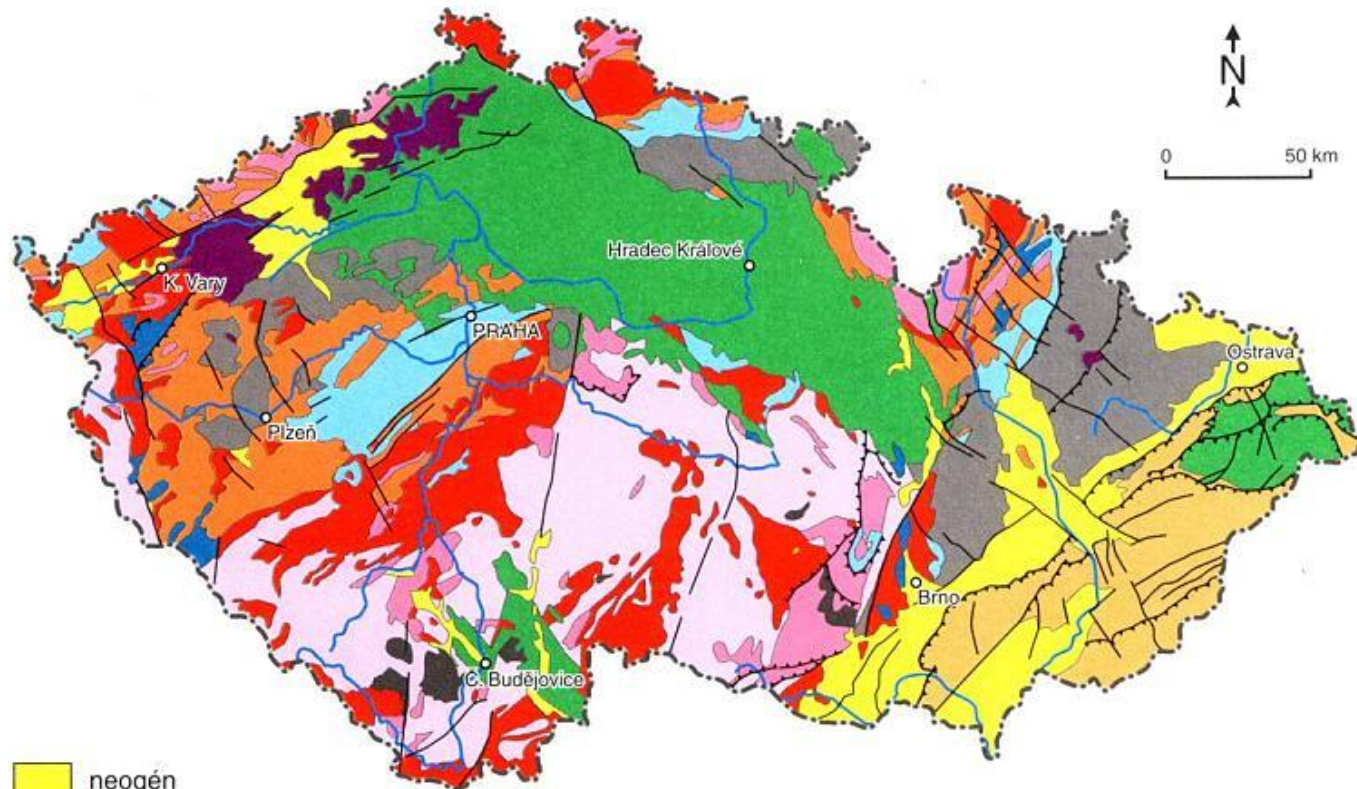


Fast Weathering

## Goldrich Stability Series

Slow Weathering

Silně zjednodušená geologická mapa České republiky  
(podle podkladů Českého geologického ústavu v Praze)



6) Které horniny jsou nejvíce odolné a které nejméně vůči zvětrávání? A kde je najdeme v rámci ČR

## Geologie České republiky

křídové sedimenty – 23,8%

sedimenty Západních Karpat – 19,9%

metamorfované horniny (ruly, svory, amfibolity) – 17,0%

hlubinné vyvřeliny žulového typu – 10,0%

spodno karbonské sedimenty – 7,1%

proterozoické sedimenty – 6,7%

staropaleozoické slepence a pískovce – 4,9%

permokarbonské sedimenty - 4,1%

