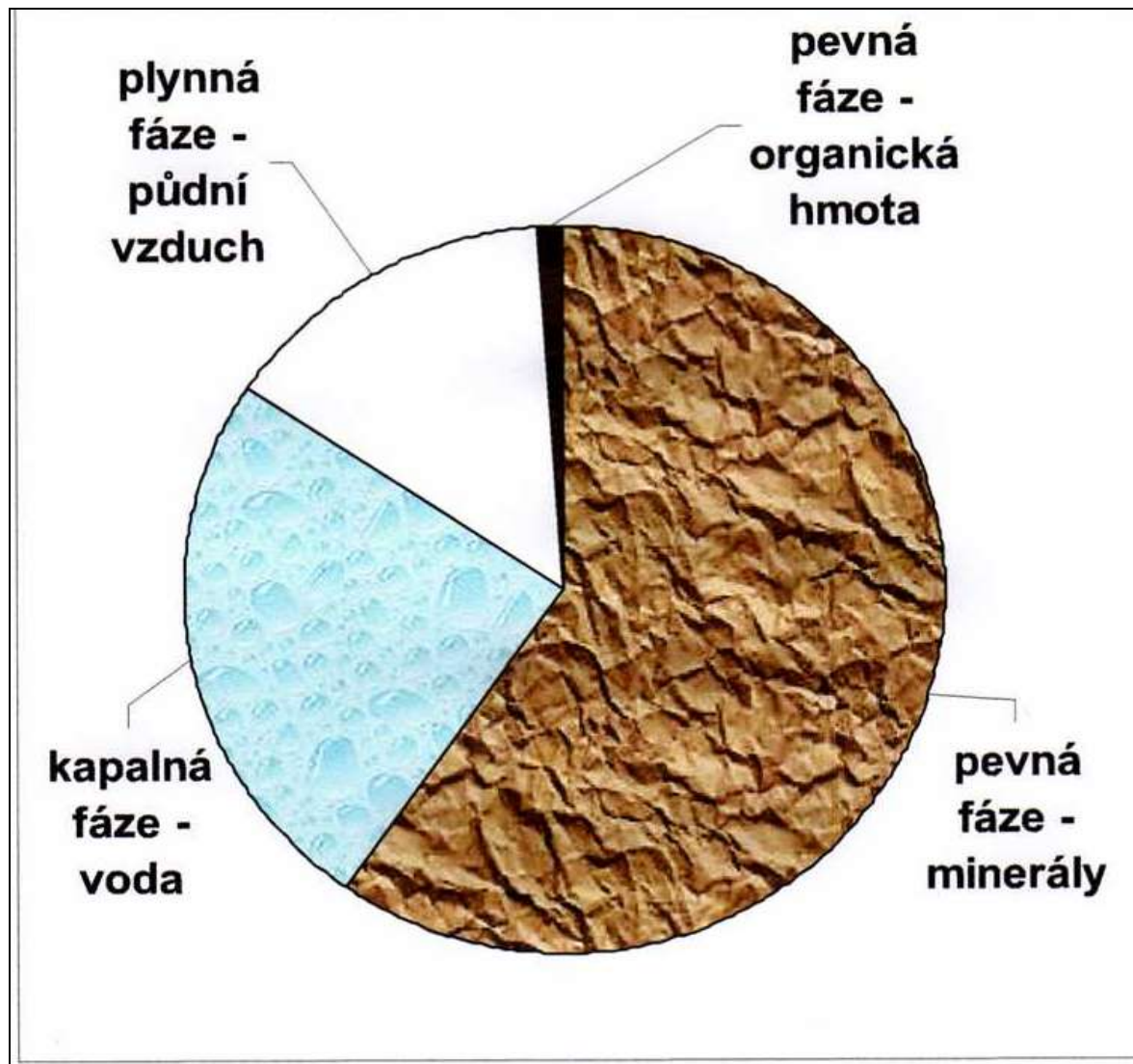


MINERÁLNÍ PODÍL PŮD



Šanda M. a Dostál T. (2010)

http://storm.fsv.cvut.cz/on_line/zipr/Prez_puda.pdf

8/11/2020

1

Chemické složení půdy:

- **Složení zemské kůry**
- **Zvětrávání hornin a minerálů**
- **Perkolace vody**
- **Půdní biota**
- **Člověk**

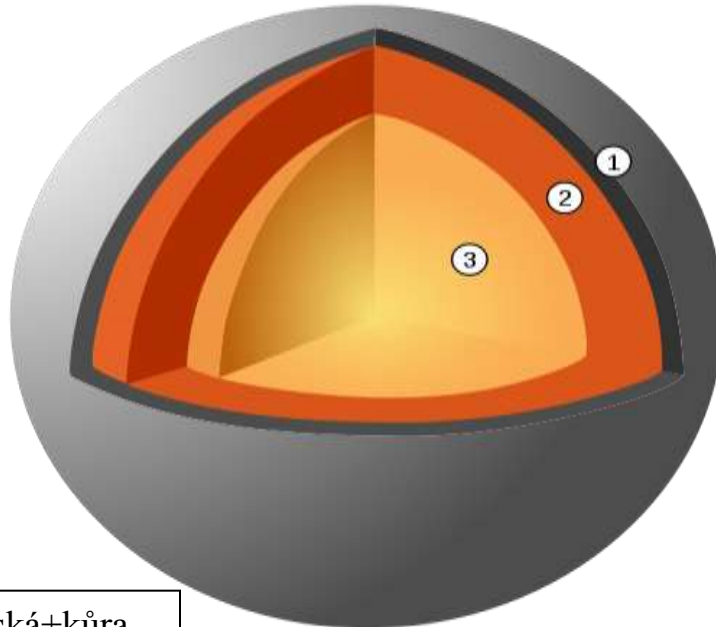


Zemská kůra (ZK)

→ **vrstva žulová** (= granitová = Sial)

→ **vrstva bazaltová** (čedičová = Sima, cca 70 km)

Názvy granitová a čedičová vrstva neznamenaají petrografické složení, pouze nejvíce odpovídají známým fyzikálním vlastnostem hornin skládajících tyto vrstvy !!!



1=kůra, 2=plášť, 3= jádro

Zemská kůra (ZK)

Složení žulové vrstvy (SiAl):

69 % SiO_2

14 % Al_2O_3

4 % $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$

5 % Ostatní

Zemská kůra (ZK)

Složení čedičové vrstvy (SiMa):

48 % SiO_2

15 % Al_2O_3

11 % CaO

11 % $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$

9 % MgO

6 % Ostatní

Zemská kůra (ZK)

Český masív → mocnost ZK cca 35 km

Pevninská kůra → velmi pestrá směs hornin a nerostů

Během vývoje Země se do ZK z pláště přesunuly specificky lehčí složky → *Si, K, Al, Ca, Na*, plyny a voda.

V zemské kůře → všechny chemické prvky !!!

Zvětrávání

Různé PS, různé klima, různé prostředí →
tvorba různých rozpadových struktur



Zvětrávání

Zvětrávání → CH, F, B faktory →
na obnažené horniny

*Vliv klimatu na zvětrávání
posuzujeme → dle rozpadu
křemičitanů*

Zvětrávání dle rozpadu AlSi

- **Sialitické** ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 > 2$)
- **Sialiticko-alitické** ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 2$)
- **Alitické** ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 < 2$)
- **Sialiticko-karbonátové**

(uvolnění Ca^{2+} , minimální mobilita SiO_2)

Zvětrávání dle rozpadu AlSi

➤ Sialiticko-feritické (oxisialitické)

(uvolnění Fe, nízká migrace SiO_2)

➤ Fersialitické

(zvýšená mobilita SiO_2 , tvorba jílových minerálů)

➤ Feralitické

(extrémní mobilita SiO_2 , residuální akumulace Fe, Al)

Typy zvětrávání

1. Mechanické (fyzikální)

(teplota, vítr, voda)

2. Chemické

(rozpouštění, hydratace, oxidace, redukce, karbonizace)

3. Biologické

(hydrolýza)

4. Kombinace předchozích



www.pedologie.cz

1. Mechanické (fyzikální) zvětrávání

Faktory → klima, insolace, teplota, vítr, voda, mráz →
mechanický rozpad bez změn v chemickém složení

Příčina → změny v intenzitě insolace, tepelné a objemové
změny v povrchové vrstvě hornin

Horniny → složeny z různých minerálů, různá teplotně
tlakovou mez hornin

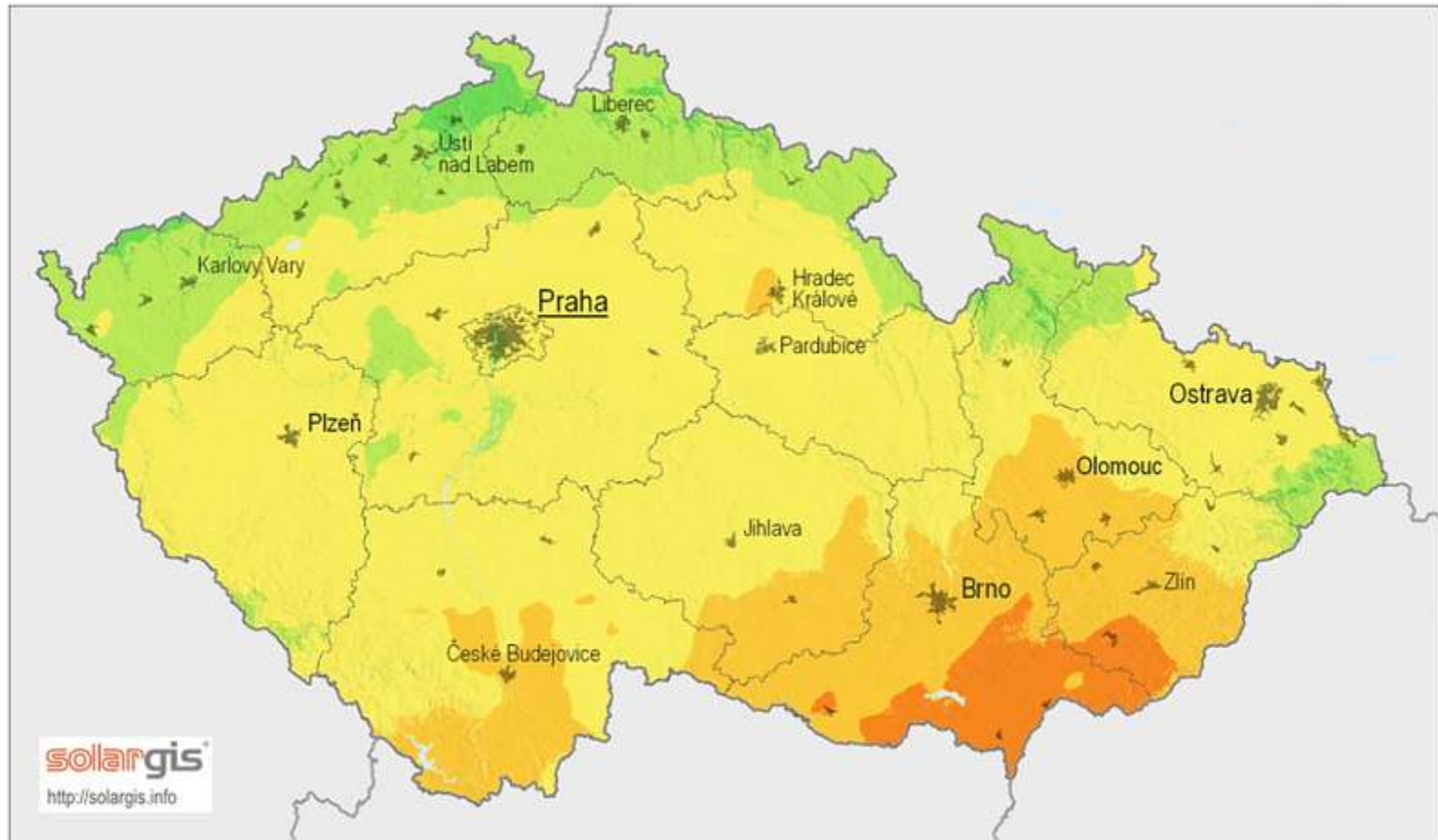


Obr. Rozpad žuly - foto: E. Silversmith (wikipedia.org)

Solární záření v České Republice

Globální horizontální záření

Česká republika



Průměrný roční úhrn (4/2004 - 3/2010)



0 25 50 km

© 2011 GeoModel Solar s.r.o.

(wiki.org.cz)

8/11/2020

13

Zvětrávání

Mechanické (fyzikální) zvětrávání → příčina rozpadu hornin

Chemické a fyzikální zvětrávání spolu úzce souvisí (např. praskliny vzniklé mechanickým zvětráváním urychlují chemické zvětrávání).



Obr. Vodní a větrná eroze (wiki.org)

Zvětrávání

2. Chemické zvětrávání

(rozpouštění, hydratace, výměna iontů, oxidace, redukce, karbonizace, teplota, vlhkost)

**Rozklad horninových minerálů → tvorba
minerálů nových !!!**

Zvětrávání

Chemické zvětrávání

Podzemní, mořská voda → živce, slídy → kaolinit



Obr. Krytalizace solí v Yehliu, Taiwan (wiki.org)

Chemické zvětrávání



Chemická sedimentace → limonit v puklinách

(probíhá vysrážení oxidů a hydroxidů *Fe* z roztoků vznikajících při zvětrávání)

Chemické zvětrávání



Rozpouštění a srážení karbonátových hornin

(vápence a krystalické vápence) v krasových oblastech \rightarrow krasová výzdoba podzemních dutin (krápníky) tvořená kalcitem.

Chemické zvětrávání

Biochemické sedimenty → činnost organismů

Rozpustnost CaCO_3 → teplota, tlak, pH, Eh, salinita, CO_2

Při fotosyntéze rostliny z vody odnímají CO_2 . Pokud je voda dostatečně nasycena rozpuštěným hydrogen uhličitanem vápenatým, může být odnímání CO_2 provázeno srážením CaCO_3 dle rovnice:



3. Biologické zvětrávání

(hydrolýza, enzymatická aktivita)

- biochemický rozklad (lišejníky)
- kořenový systém rostlin
- člověk



Antropogenní vliv
(wiki.org)

4. Kombinace předchozích typů zvětrávání

Země → kombinace všech typů zvětrávání (vzájemně se doplňují)

Určité oblasti → různé kombinace zvětrávání, nejedná se o působení jediného faktoru



Produkty zvětrávání:

1. ORGANICKÉ LÁTKY

2. ANORGANICKÉ LÁTKY

Produkty zvětrávání:

1. Primární látky (*in situ*)

2. Sekundární látky

(aluvium, eluvium, deluvium, koluvium, eolické sedimenty, till)

Produkty zvětrávání

Variabilita poměru OL a AL → vertikální stratifikace půdy → variabilita půdních typů



Produkty zvětrávání

1. Vyskytuje se daný prvek v půdě?
2. Jaká je jeho koncentrace?
3. V jaké chemické formě je daný prvek?



Nejrozšířenější elementy našich půd:

O, Si, Al, Fe, C, Ca, K, Na, Mg, Ti



Průměrné složení půdy

(Jandák a kol., 2007)

O = 49 %; **Si** = 33 %; **Al** = 6.7 %;

Fe = 3.2 %; **Ca** = 2 %; **Na** = 1.1 %;

Mg = 0.8 %; **K** = 1.8 %; **Ti** = 0.5 %;

Mn = 0.08 %; **S** = 0.04 %; **C** = 1.4 % ;

P = 0.08 %; **N** = 0.2 %; **Cu** = 0.002 %

Vstupy z atmosféry:

N = 43 kg/ha/rok

P = 5 kg/ha/rok

Ca = 25 kg/ha/rok

Mg = 4 kg/ha/rok

Výskyt a význam bioprvků

(<http://web2.mendelu.cz/>, Mengel a Kirkby, 1978, Richter, 1999)

Element	Speciace	Koncentrace (ppm)	Význam
N	> 95% OL, NH_4^+ , NO_3^-	0,3 – 3	AK, proteiny, NK, lipidy, hormony, dělení buněk, chloroplastů, syntéza uhlovodíků
P	OL, PO_4^{3-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, H_2PO_4^-	0,1 – 1	Fosfoproteiny= lecitin, NK, ADP, ATP, syntéza uhlovod., transport energie
S	sádra, pyrit, SO_4^{2-} sulfáty, H_2S , síra	0,1 – 1	Sulfo- AK (cystein), ko-faktor enzymů, toxicita >> obsahu
K	> 95% silikáty, K^+	2 – 30	Velmi mobilní v roztoku, aktivátor enzymů, osmotický tlak
Ca	CaCO_3 , HCO_3^- , Ca^{2+} , PSK, roztoku	2 – 15	aktivátor enzymů, rigidita buněčných stěn, neutralizuje kyseliny, zrání plodů
Mg	Dolomit, v PSK a roztoku	1 – 10	aktivátor enzymů, složka chlorofylu,

Výskyt a význam bioprvků

(<http://web2.mendelu.cz/>, Mengel a Kirkby, 1978, Richter, 1999)

Element	Speciace	Koncentrace (ppm)	Význam
Fe	Fe ²⁺ , OL =cheláty, OM komplexy, goethit, hematit, hydroxidy, v PSK a v roztoku	0 – 40 000	OR procesy, aktivátor enzymů, regulátor nitrátové redukce, fixace dusíku, chelatizace
Mn	Minerály, OL =cheláty, OM komplexy, v PSK a roztoku	200 – 4000	Aktivátor enzymů, fotosyntéza, toxicita > koncentrace
Cu	Chalkopyrit, OL =cheláty, OM komplexy, v PSK a roztoku	5 – 100	OR procesy, složka enzymů, syntéza ligninu, stimulace růstu, toxicita > koncentrace
Zn	silikáty, Zn ²⁺	10 – 300	složka enzymů, syntéza hormonů, chlorofylu, stimuluje růst
Mo	HMoO ₄ ²⁻ , MoO ₄ ⁻ , v minerálech, PSK a roztoku	0,5 – 5	Složka nitrát reductázy, metabolismus dusíku
B	Silikáty (turmalin)	5 – 100	aktivátor enzymů, složka chlorofylu, zdraví rostlin, kořenů i plodů
Al	Al ³⁺ , Al(OH) ₄ ⁻ , Al(OH) ₂ ⁺ , acidita, silikáty,	50 – 200	<< koncentrace zvyšuje úrodu, toxicita >> koncentraci

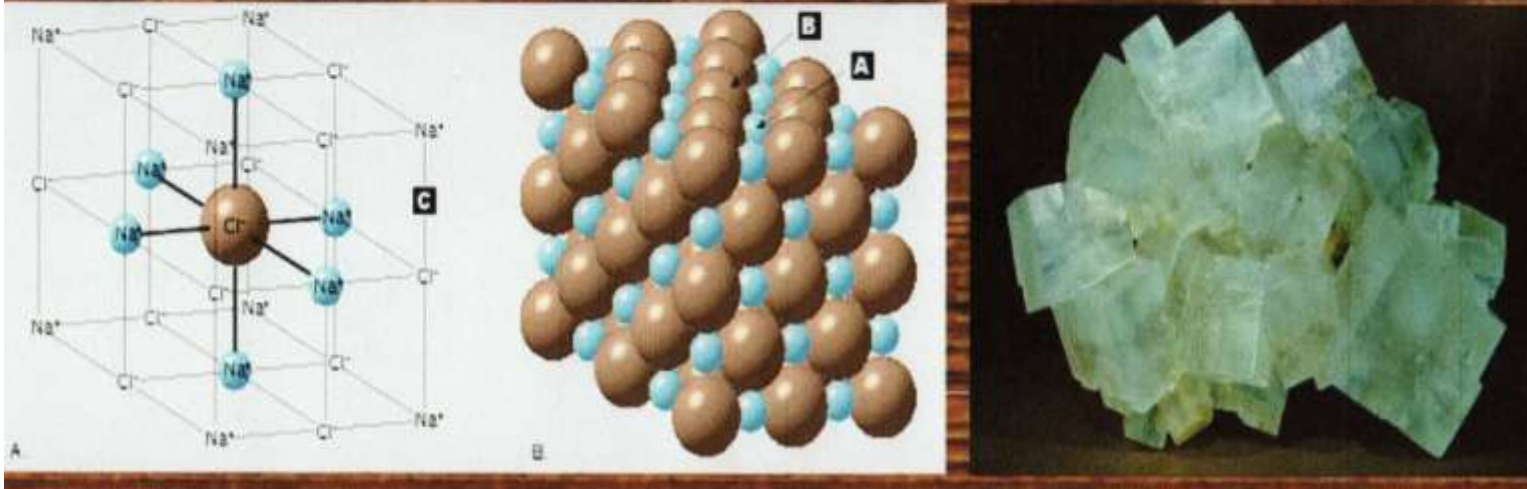
Minerály

- ❖ Anorganická přírodnina, složená z prvků
- ❖ Složení lze vyjádřit chemickým vzorcem
- ❖ Geometricky definovaná struktura
- ❖ Známe 4000 minerálů
- ❖ 200 horninotvorných (HTM)

Minerály

Halit → NaCl

krystalový tvar - odráží vnitřní uspořádání atomů v krystalové mřížce (základní jednotkou je **krystalová buňka**)



Minerály

- ❖ Magmatogenní (olivín, pyroxén, živce, slídy)
- ❖ Hydrotermální (galenit, sfalerit)
- ❖ Sekundární (JM, bauxit)
- ❖ Minerály vázané na vznik reziduí a sedimentární procesy (soli, fosfáty, sádrovec)
- ❖ Metamorfované (granát, andalusit)

Klasifikace minerálů:

- Podle chem. složení → prvky, oxidy, hydroxidy, halovce, silikáty, sulfidy, karbonáty, sulfáty...
- Podle vzniku → primární a sekundární
- Podle tvaru → automorfní, hypautomorfní, xenomorfní

MINERÁLY DLE CHEM. SLOŽENÍ

Třída	Složky:
KARBONÁTY	Karbonáty, nitráty, boráty
ELEMENTY	Kovy a nekovy
HALIDY	Fluoridy, chloridy
OXIDY	Oxidy a hydroxidy
FOSFÁTY	Fosfáty, arsenáty, vanadičnany, antimony
SILIKÁTY	Silikáty
SULFÁTY	Sulfáty, sulfity, chromáty, molybdenáty, selenáty, selenity, teluráty, telurity, wolframáty
SULFIDY	Sulfidy, selenidy, teluridy, arsenidy, antimonidy, vizmutidy, sulfitové soli
MINERALOIDY	Amorfní minerály
ORGANICKÉ LÁTKY	Minerály jako složka OL

MINERÁLY DLE MÍSTA VZNIKU

Primární minerály → minerály vznikající souběžně se vznikem horniny (*in situ*).

Dle optických vlastností:

- ❖ hlavní HTM → jejich obsah převažuje
- ❖ vedlejší HTM → obsah mezi 5 – 20%
- ❖ akcesorické HTM → obsah < 5%

Hlavní horninotvorné minerály

1. **Křemen** SiO_2

tridymit, cristobalit, opál

2. **Živce**

ortoklas, mikroklin, sanidin, albit, oligoklas, andezin, labradorit, anortit

3. **Slídy**

muskovit, biotit, lepidolit, cinvaldit

4. **Amfiboly**

tremolit, actinolit x antofylit

5. **Pyroxeny**

diopsid, ferrosilit

Hlavní horninotvorné minerály



Živec



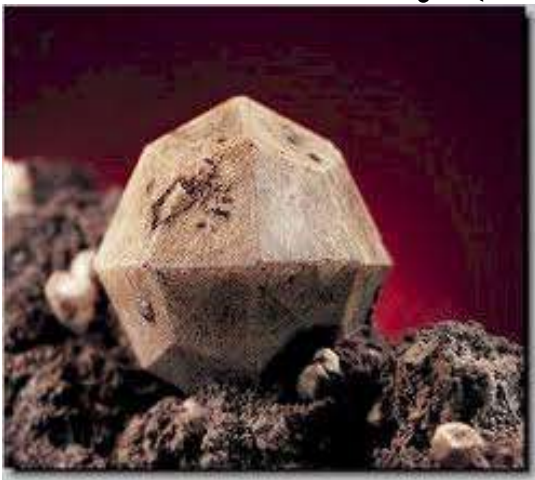
Křemen



Slída

Půdotvorné křemičitany (Brady, 1990)

1. Nesosilikáty (olivin, pyrop)
2. Sorosilikáty (beryl, turmalin)
3. Inosilikáty (pyroxen, diopsid)
4. Fylosilikáty (mastek, muskovit, biotit)
5. Tektosilikáty (ortoklas, mikroklin, albit, zeolit, nefelin)



<http://web.natur.cz>

8/11/2020

39

Leucit

Vedlejší horninotvorné minerály

- aragonit
- sádrovec
- anhydrit
- baryt
- halit
- mastek
- skupina $AlSiO$
- cordierit
- vesuvian
- magnezit
- epidot



MINERÁLY DLE MÍSTA VZNIKU

Sekundární minerály → přeměna hornin

Hlavní procesy přeměn:

- ***zvětrávání***
- ***hydrotermální přeměny***

Vrstevnaté JM = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty)

- Zvětrávání primárních AS → procesy syntézy primárních AS
- JM → vysoce disperzní s velkou povrchovou energií (< 0,002 mm)
- Význam pro půdní chemismus a živinný režim

Vrstevnaté JM = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty)

➤ **Si – tetraedry**

➤ **Al – oktaedry**

➤ **Doprovodné minerály (křemen)**

Vrstevnaté minerály = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty)

Si – tetraedr

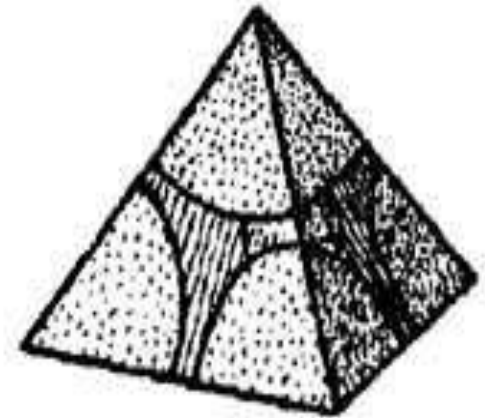
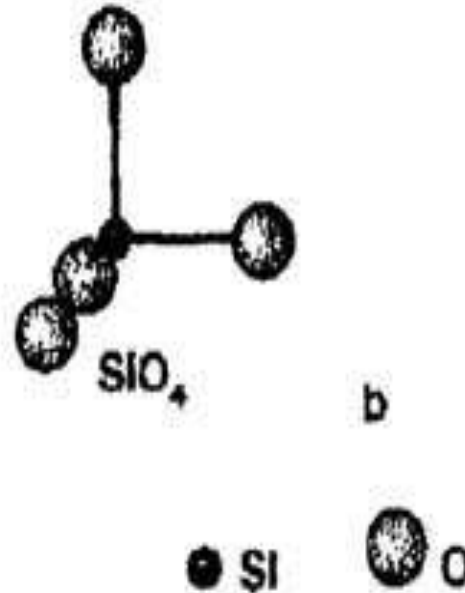
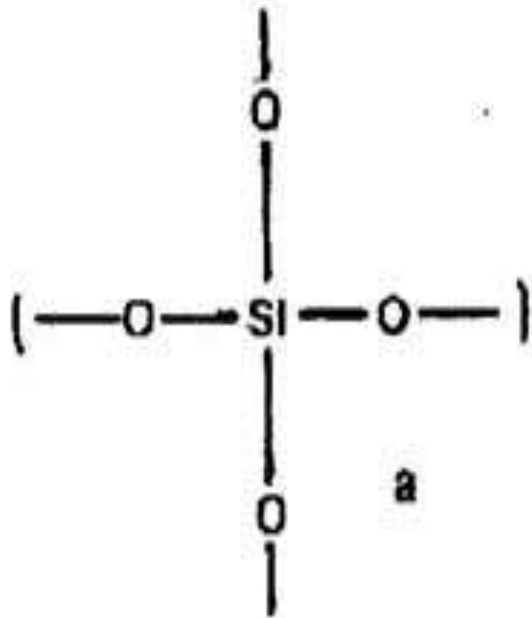


Schéma stavby tetraedru
(a – kyselina ortokřemičitá, b – tetraedr)

Vrstevnaté minerály = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty)

Al – oktaedr

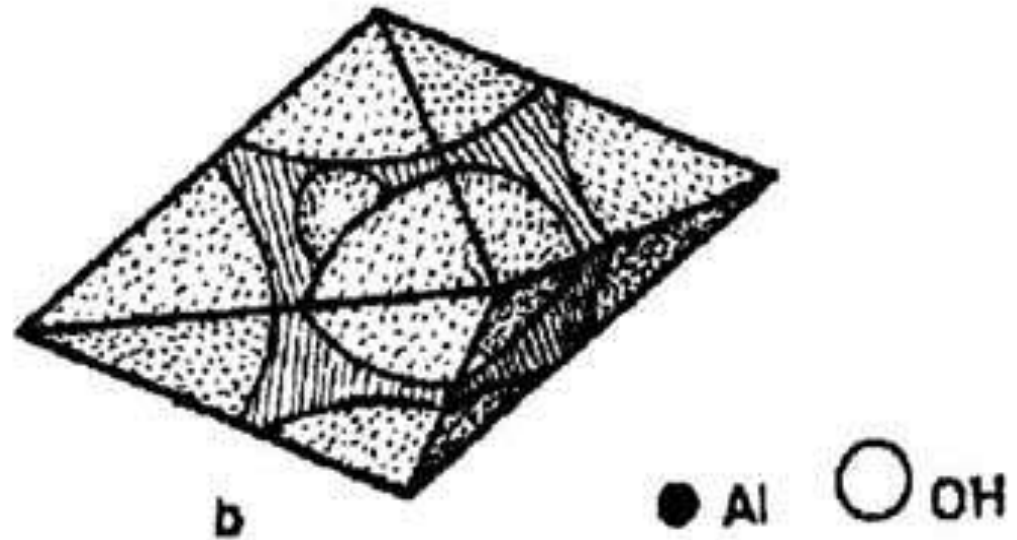
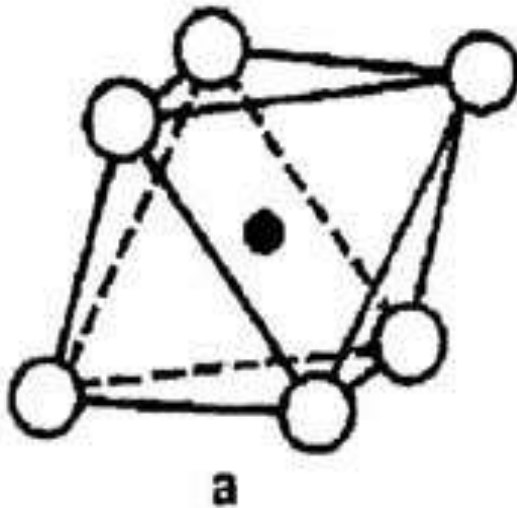


Schéma uspořádání hlinitohydroxylových oktaedrů
(a – vazba Al s OH ionty, b – hlinitohydroxylový oktaedr)

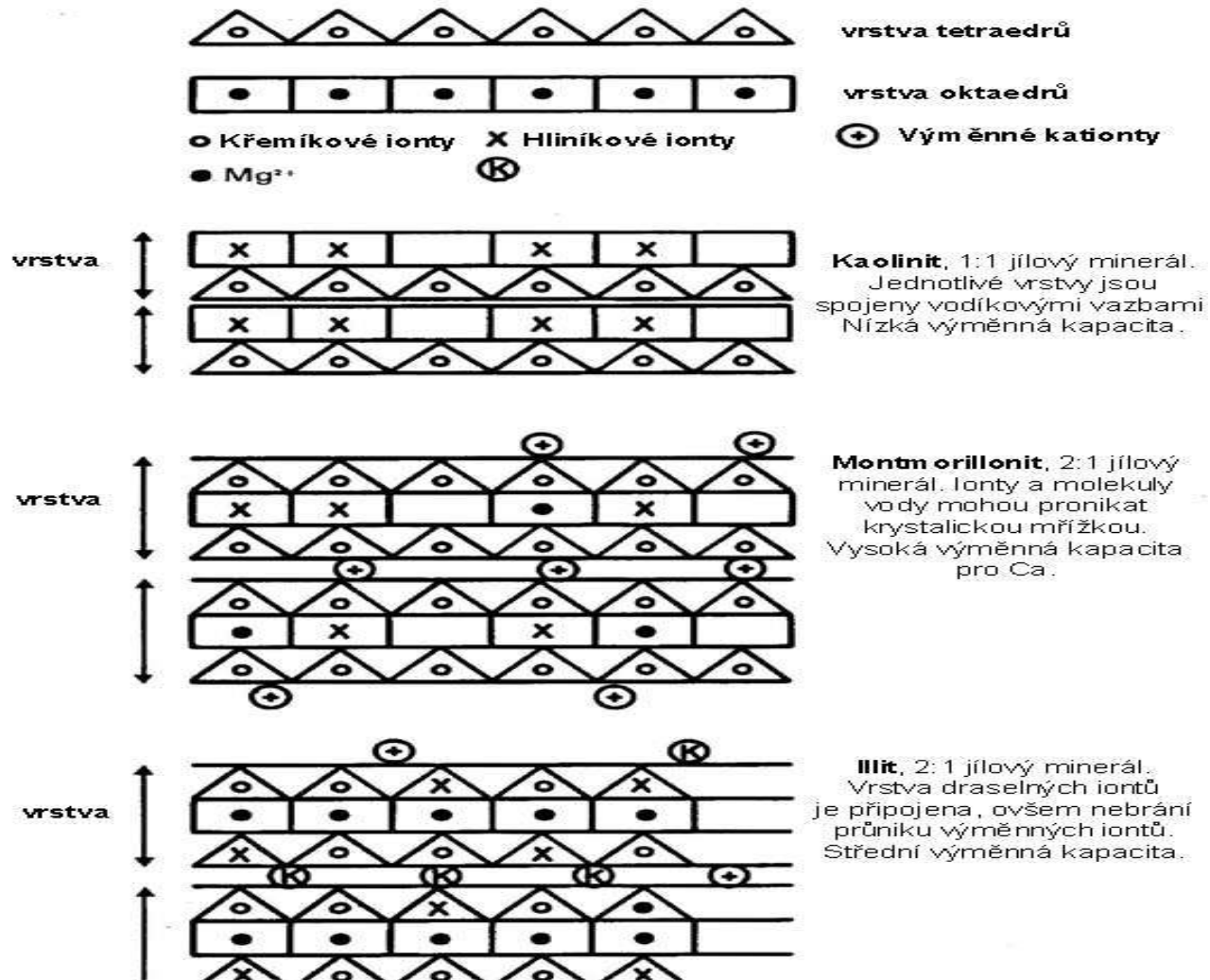


Vrstevnaté minerály = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty)

Podle uspořádání krystalové mřížky a stupně disperzity částic dělíme JM do skupin:

- 1. Amorfní [allofan]*
- 2. Kaolinová [kaolinit]*
- 3. Montmorillonitová [montmorillonit, smektit]*
- 4. Illitická [illit, slídy, vermikulit]*
- 5. Chloritická [chlorit]*

Vrstevnaté minerály = fylosilikáty (sekundární aluminosilikáty)



Vrstevnaté JM = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty):

Krystalová mřížka JM → tetraedrů a oktaedrů

Elektroneutrální struktura → vyrovnaný počet kladných i záporných nábojů

Lamely → vrstvy krystalové mřížky JM

(dvě nebo tři vrstvy tetraedrů a oktaedrů)

Vrstevnaté minerály = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty)

Do skupiny montmorillonitů → smektit, beidellit, saponit

Lamely krystalové mřížky jsou složeny ze dvou vrstev tetraedrů a z vrstvy oktaedru.

*Montmorillonity jsou nejvíce obsaženy
v ČERNOZEMÍCH !!!*

Vrstevnaté minerály = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty)

Montmorillonity se vyznačují:

- vysoká disperzita částic
- velký vnější i vnitřní povrch
(měrný povrch činí 500-600 m².g⁻¹).
- pronikání vody i prvků mezi jednotlivé lamely

**Důsledek → vysoká sorpční kapacita
80-120mmol/100 g, vysoká plasticita, vaznost
a hydrofilnost !!!**

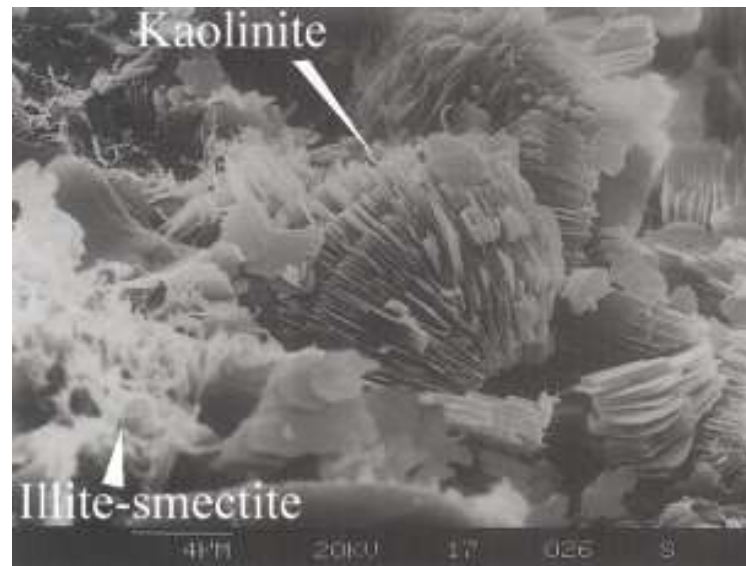
Kationtová výměnná kapacita:

<i>Kaolin :</i>	<i>3 – 5 cmol/kg</i>
<i>Illit :</i>	<i>10 – 40 cmol/kg</i>
<i>Montmorillonit :</i>	<i>80 – 100 cmol/kg</i>
<i>Vermikulit:</i>	<i>100 – 150 cmol/kg</i>

Vrstevnaté minerály = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty)

Kaolin → reziduální (primární), nebo přeplavená (sekundární) bílá nebo světle zbarvená hornina

Kaolin → obsahuje jílové minerály sk. kaolinitu, křemen, slídy, živce a další příměsy dle povahy mateřské horniny



Vrstevnaté minerály = fylosilikáty (sekundární alumosilikáty)

Kaolin → zvětráním nebo hydrotermálními pochody z různých hornin bohatých živcem, nejčastěji granitoidů, arkóz, rul aj.

Ložiska jsou soustředěna do oblastí výskytu živcových hornin, ve kterých proběhla kaolinizace. Titaničitý kaolin vznikl z auto-metamorfovaných žul s vysokým obsahem Ti-minerálů.

Světové ložiskové zásoby → cca 12 000 mil.t

Kaolin → keramický průmysl, výroba porcelánu, ostatní keramiky, plnidlo do papíru, gumy, plastů a barev, při výrobě žáruvzdorných materiálů, v kosmetickém, farmaceutickém a potravinářském průmyslu

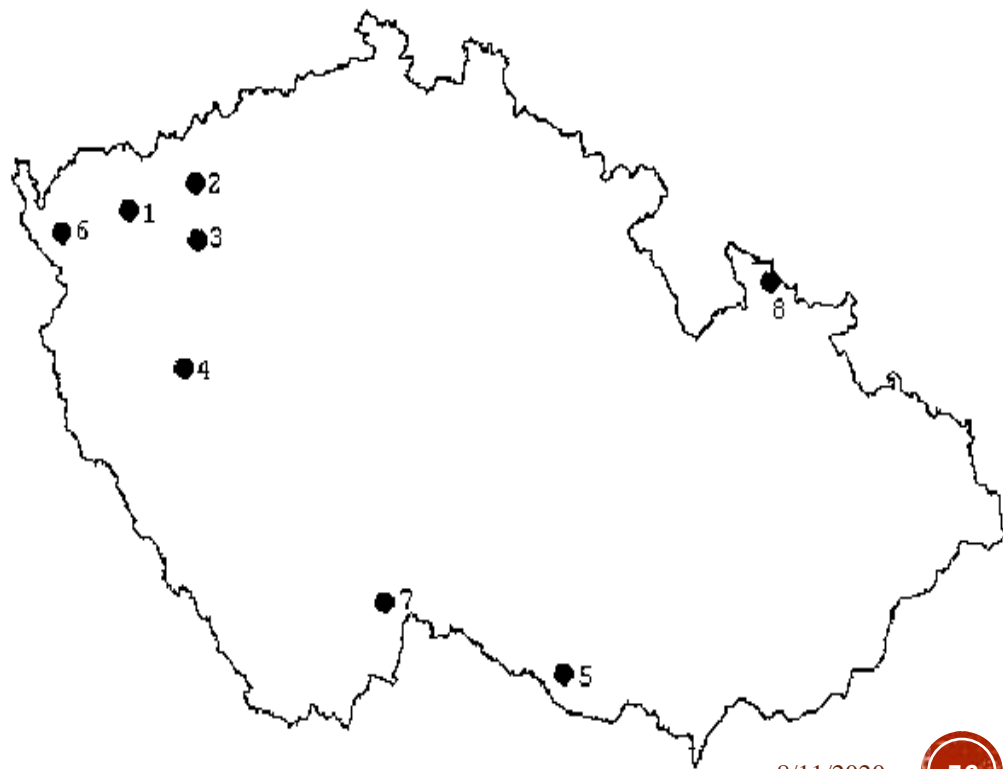
Kaolin → výchozí surovina pro výrobu umělého zeolitu

Kaoliny v ČR dle kvality a použitelnosti:

- Kaolin pro výrobu porcelánu a keramiky
- Kaolin pro keramický průmysl
- Kaolin pro papírenský průmysl
- Kaolin titaničitý
- Kaolin živcový

Naleziště kaolinů v ČR:

1. Karlovarsko
2. Znojensko
3. Kadaňsko
4. Chebská pánev
5. Podbořansko
6. Třeboňská pánev
7. Plzeňsko
8. Vidnava



Literatura:

- 1. M. E. Sumner (2000) : Handbook of soil science**
- 2. P. Douchafour (1970): Precis de pedologie**
- 3. M. I. Harpstead et al. (2001): Soil Science simplified**
- 4. J. Jandák a kol. (2009): Půdoznalství**
- 5. A.Prax., E. Pokorný (1996): Klasifikace a ochrana půdy**
- 6. S. Sotáková (1982): Pôdoznalectvo**
- 7. A.Zaujec a kol. (2009): Pedologie a základy geologie**

<http://ekologie.upol.cz>

<http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/geologie>

<http://geology.cz>

<http://geofond.cz>

<http://home.czu.cz>

<http://petrol.sci.muni.cz>

<http://mineralogie.sci.muni.cz>

<http://cs.wiki.org>

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Insolace>