

---

# PŘEDNÁŠKY O PŮDĚ

Zdeněk Máčka

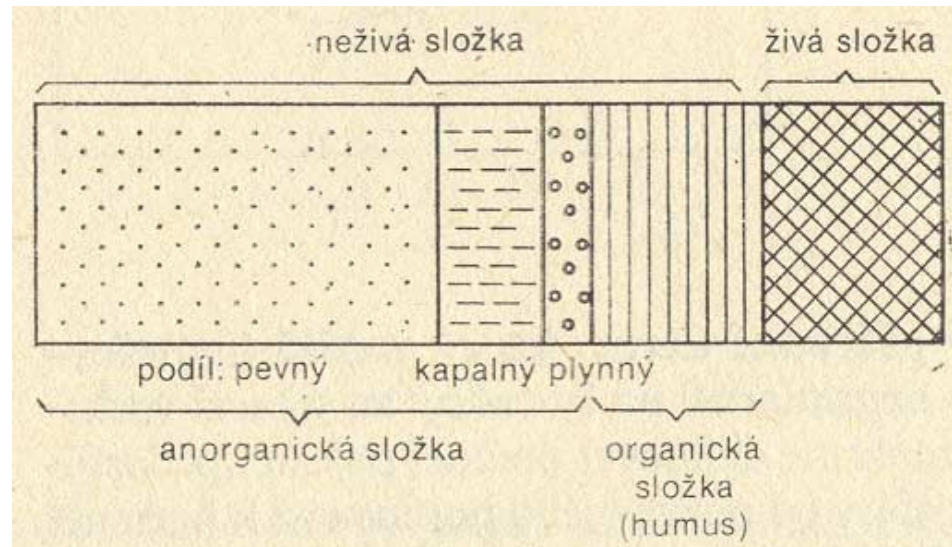
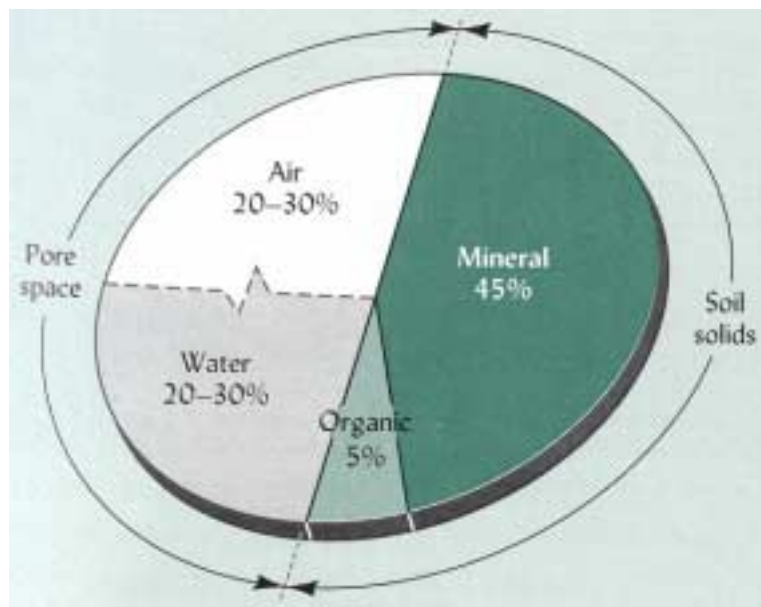
---

Lekce 2

Stavební složky půdy

# 1. Zastoupení půdních složek

- Půda = disperzní systém pevné, kapalné a plynné fáze.



## 2. Minerální podíl půdy

- Minerální podíl půdy – tvoří se *zvětráváním*.
- Příroda: 92 chemických prvků, cca 3000 minerálů, desítky druhů hornin.
- Chemizmus zemské kůry (váhová %)

O	Si	Al	Fe	Ca	Na	K	Mg	ostatní
46,6	27,7	8,1	5,0	3,7	2,8	2,6	2,1	1,4

# Prvky nezbytné pro růst rostlin

MAKROELEMENTY		MIKROELEMENTY
Zastoupené v relativně velkém množství (>0,1% v sušině)		Zastoupené v relativně malém množství (<0,1% v sušině)
Zdroj: převážně vzduch	Zdroj: převážně minerální podíl půdy	Zdroj: minerální podíl půdy
Uhlík (CO <sub>2</sub> ) Vodík (H <sub>2</sub> O) Kyslík (O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O)	Dusík (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) Fosfor (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Draslík (K <sup>+</sup> ) Vápník (Ca <sup>2+</sup> ) Hořčík (Mg <sup>2+</sup> ) Síra (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Železo (Fe <sup>2+</sup> ) Mangan (Mn <sup>2+</sup> ) Bór (HBO <sub>3</sub> ) Zinek (Zn <sup>2+</sup> ) Měď (Cu <sup>2+</sup> ) Chlór (Cl) Kobalt (Co <sup>2+</sup> ) Molybden (MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Nikl (Ni <sup>2+</sup> )

---

Jak si zapamatovat oněch 18 prvků?

**C.B. HOPKINS CaFe, Co.**

**Closed Monday Morning and Night**

**See You Zoon, the Mg.**

---

# Zastoupení horninových typů na zemském povrchu

- Plocha souše = 149 mil. km<sup>2</sup>; 75% - sedimenty, 25% - vyvřeliny a metamorfity.
- 5 skupin hornin = 90% povrchu souše.

BŘIDLICE	52%
PÍSKOVCE	15%
ŽULY a GRANODIORITY	15%
VÁPENCE a DOLOMITY	7%
BAZALTY	3%
ostatní	8%

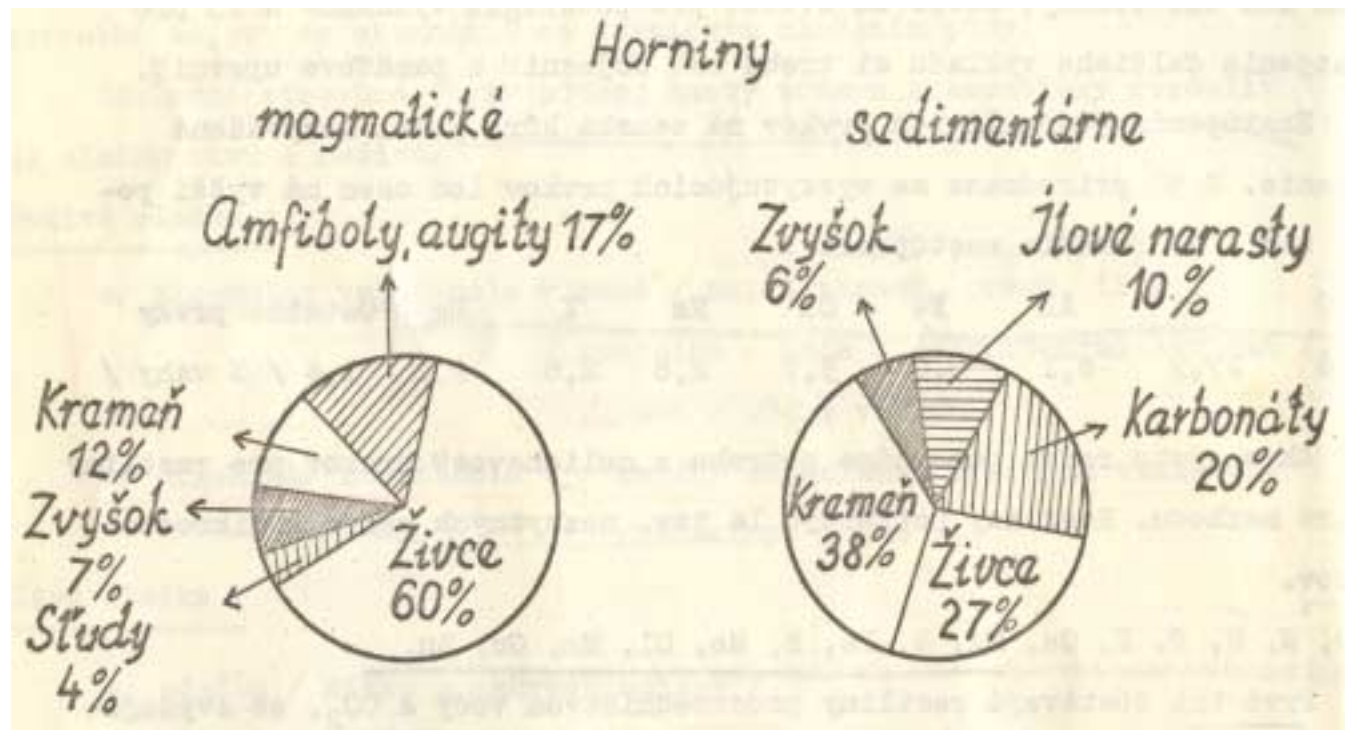
# Zastoupení minerálů v horninách zemského povrchu

- Minerály v horninách vystavených zvětrávání na zemském povrchu.

ŽIVCE	30%
KŘEMEN	28%
JÍLOVÉ MINERÁLY a SLÍDY	18%
KALCIT a DOLOMIT	9%
MINERÁLY s OXIDY Fe	4%
PYROXENY, AMFIBOLY	1%
Ostatní	10%

# Zastoupení minerálů v horninách - pokračování

- Zastoupení nerostů v horninách (váhová %).





# Minerální síla různých matečných hornin

- 15 prvků přijímáno z půdy → pouze 4 prvky v zemské kůře obsah > 1% (K, Ca, Mg, Fe).

Minerálně velmi bohaté půdy	melafyry, čediče a jejich tufy, diabasy, gabra, slíny, slínité vápence
Minerálně bohaté půdy	spraše, andezity a jejich tufy a konglomeráty, říční náplavy, amfibolity, vápnité pískovce, písčité slíny, vápence, dolomity
Minerálně středně silné půdy	žuly, ruly, granodiority, glaukonitické pískovce, jílovité břidlice, fylity, porfyry, arkózy, sprašové hlíny
Minerálně slabé půdy	svory, ryolity, pískovce, váté písky
Minerálně chudé půdy	Křemence, buližníky, křemité šterky, křemenné váté písky

---

# Zvětrávání

- Způsoby rozpadu hornin:
  - fyzikální (mechanické) zvětrávání
  - biogeochemické zvětrávání

---

## 2.1 Fyzikální zvětrávání

- Exfoliace
  - Působení teplotních změn
  - Růst krystalů solí
  - Abraze vodou, ledem a větrem
  - Působení rostlin a živočichů
-

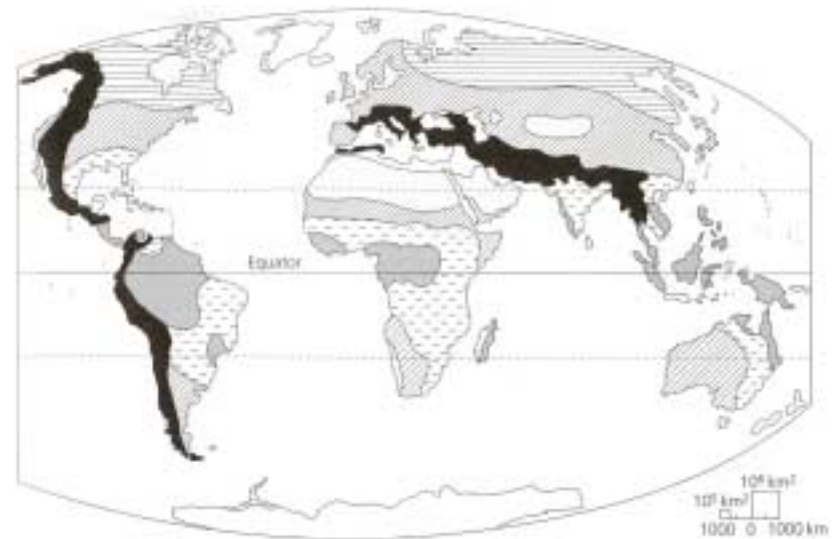
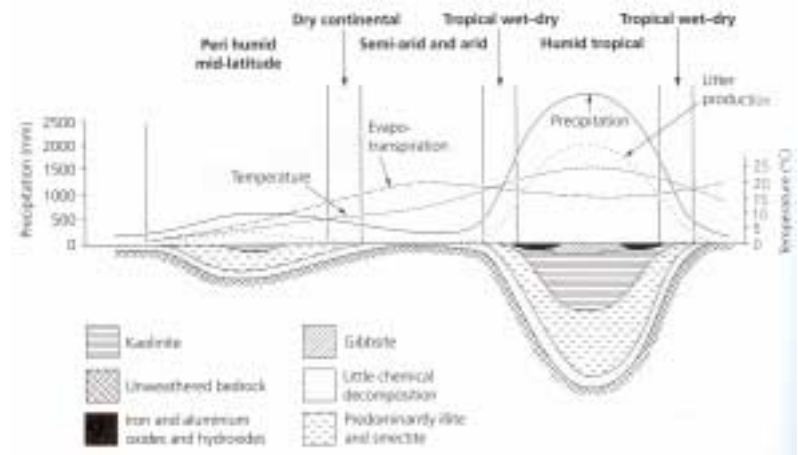
---

# Biogeochemické zvětrávání

- Hydratace
  - Hydrolýza
  - Rozpouštění
  - Působení kyselin
  - Oxidačně-redukční pochody
  - Tvorba rozpustných solí
  - Komplexní zvětrávací pochody
-

# Faktory podmiňující zvětrávání

- Zvětrávání → zvětralinový plášť (regolith)
- Mocnost regolithu:
  - střední Evropa – dm, max. několik m
  - tropy – běžně 20 m, max. 100 m
- Faktory ovlivňující charakter zvětrávání a mocnost regolithu:
  - organická aktivita v půdách
  - podnebí
  - nasycení půdního roztoku
  - minerální složení hornin
  - reliéf
  - čas
- Dvě skupiny zvětrávání:
  - sialické ( $\text{Si} - \text{Al}$ ;  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 2$ )
  - alitické ( $\text{Al}$ ;  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 2$ )



# Produkty biogeochemického zvětrávání

- Produkty chemického zvětrávání
  - Hydroxidy s obsahem bází (báze: Na, K, Ca, Mg)
  - Hydroxidy železa a hliníku ( $\text{Fe}/\text{OH}/_3$ ,  $\text{Al}/\text{OH}/_3$ )
  - Soli: karbonáty, sulfáty, chloridy, nitráty, ...
  - Kyselina křemičitá ( $\text{SiO}_2$ )
    - soli – např.  $\text{NaSiO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SiO}_3$
    - gel –  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- Biogeochemické zvětrávání = rozklad + následná syntéza.

# Sekundární minerály běžné v půdách

Minerální skupina	Zástupci běžní v půdě	Složení
OXIDY a HYDROXIDY (sesquioxidy)		
Oxidy Si	Krystalický křemen, amorfni křemen, opál	SiO <sub>2</sub>
Hydroxidy Al	Gibbsit (bílý, zelenavý, hnědavý)	Al(OH) <sub>3</sub>
Oxidy a hydroxidy Fe	Hematit (krvavě červený) Maghemit (červenohnědý) Goethit (žlutohnědý) Lepidokrokit (červený, červenohnědý)	α-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> γ-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> α-FeOOH γ-FeOOH
Oxidy Ti a Mn	Anatas	TiO <sub>2</sub>
JÍLOVÉ MINERÁLY (vrstevnaté silikáty)		

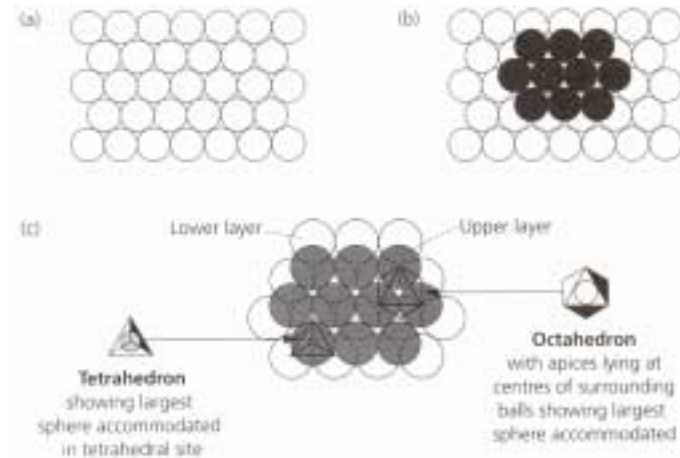
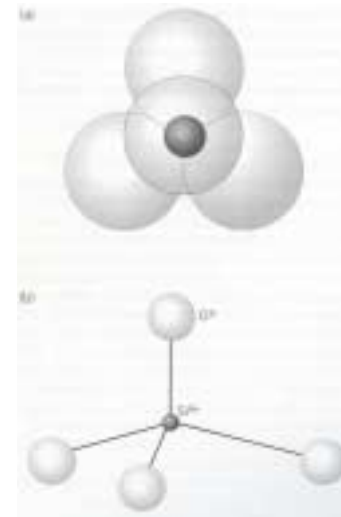
# Jílové minerály

- Různá pojetí jílu:
  - mineralogický jíl = jílové minerály
  - fyzikální jíl = částice < 0,002 mm
- Minerální složení fyzikálního jílu v půdách:
  - 70 – 80% jílové minerály, 10- 15% oxidy a hydroxidy Fe, Al, Si, 7 – 10% primární minerály (živce, křemen, ...), 3 – 5% organické látky.
- Jílové minerály = hydratované, vrstevnaté silikáty; převážně krystalické.



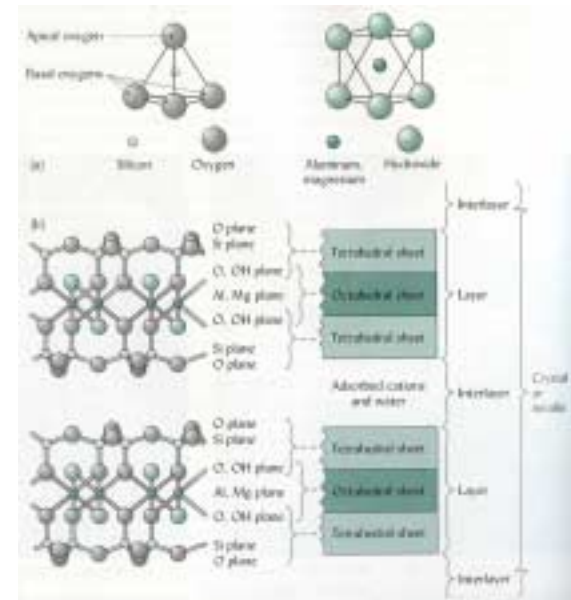
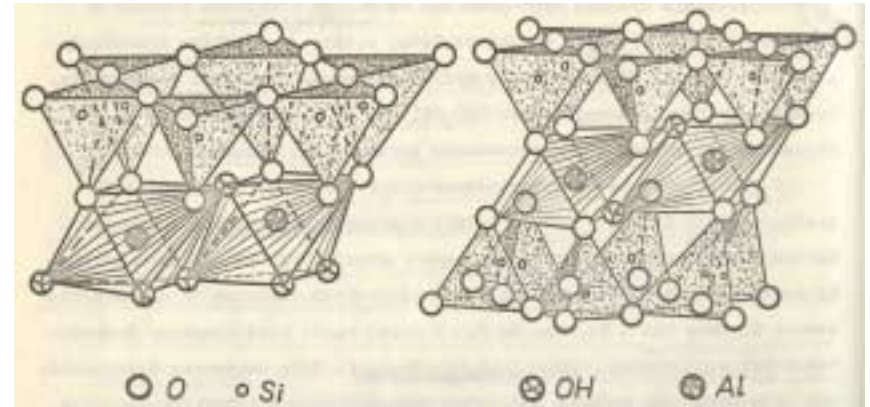
# Vnitřní stavba jílových minerálů

- Základní stavební jednotky jílových minerálů:
  - Tetraedry (čtyřstěny –  $\text{SiO}_4$ )
  - Oktaedry (osmistěny –  $\text{Al}_2/\text{OH}/_6$ ,  $\text{Mg}_3/\text{OH}/_6$ )

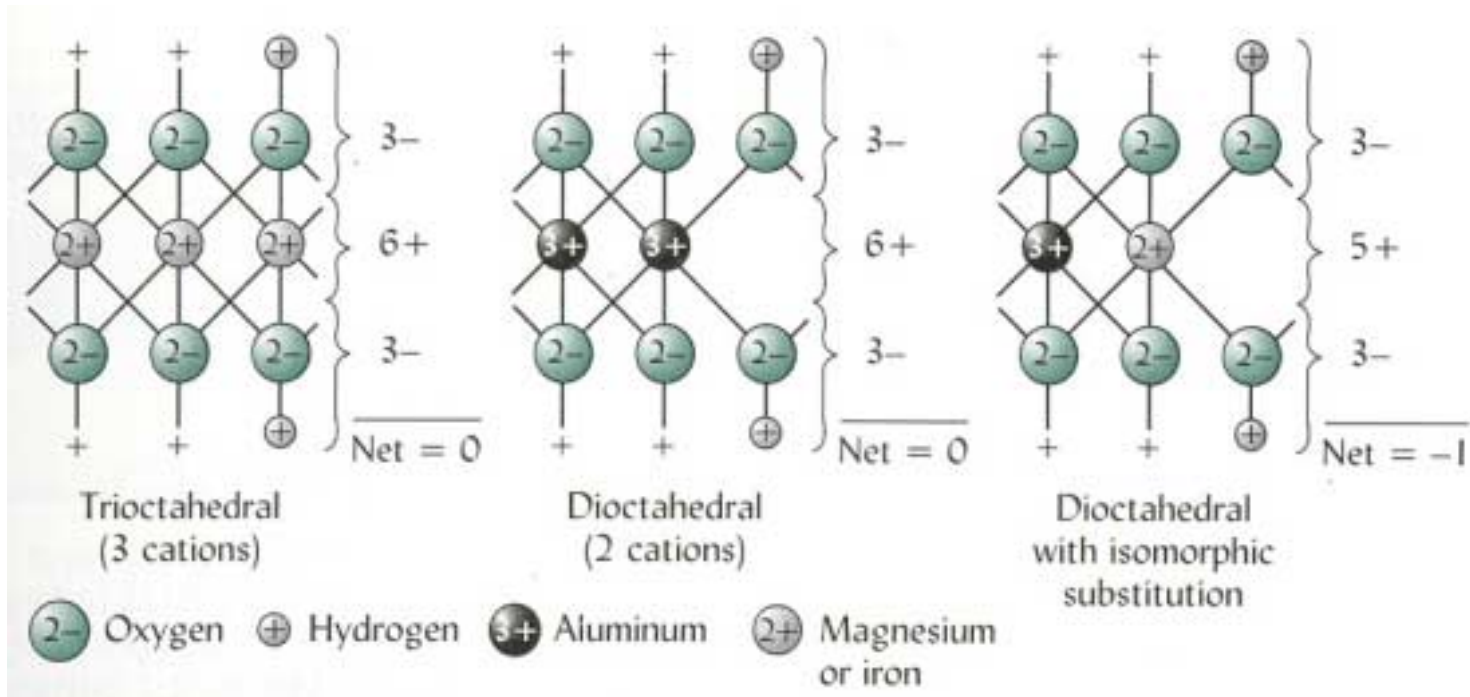


# Vnitřní stavba jílových minerálů - pokračování

- 2 VRSTVY (1:1) – 1x vrstva tetraedrů, 1x vrstva oktaedrů
- 3 VRSTVY (2:1) – 2x vrstva tetraedrů, 1x vrstva oktaedrů
- 4 VRSTVY (2:1:1) – 2x vrstva tetraedrů, 1x vrstva oktaedrů, 1x brucitová vrstva: např. chlorit
- ŘETĚZOVÁ MŘÍŽKA: např. palygorskit, sepiolit



# Izomorfní záměna v micelle jílového minerálu



---

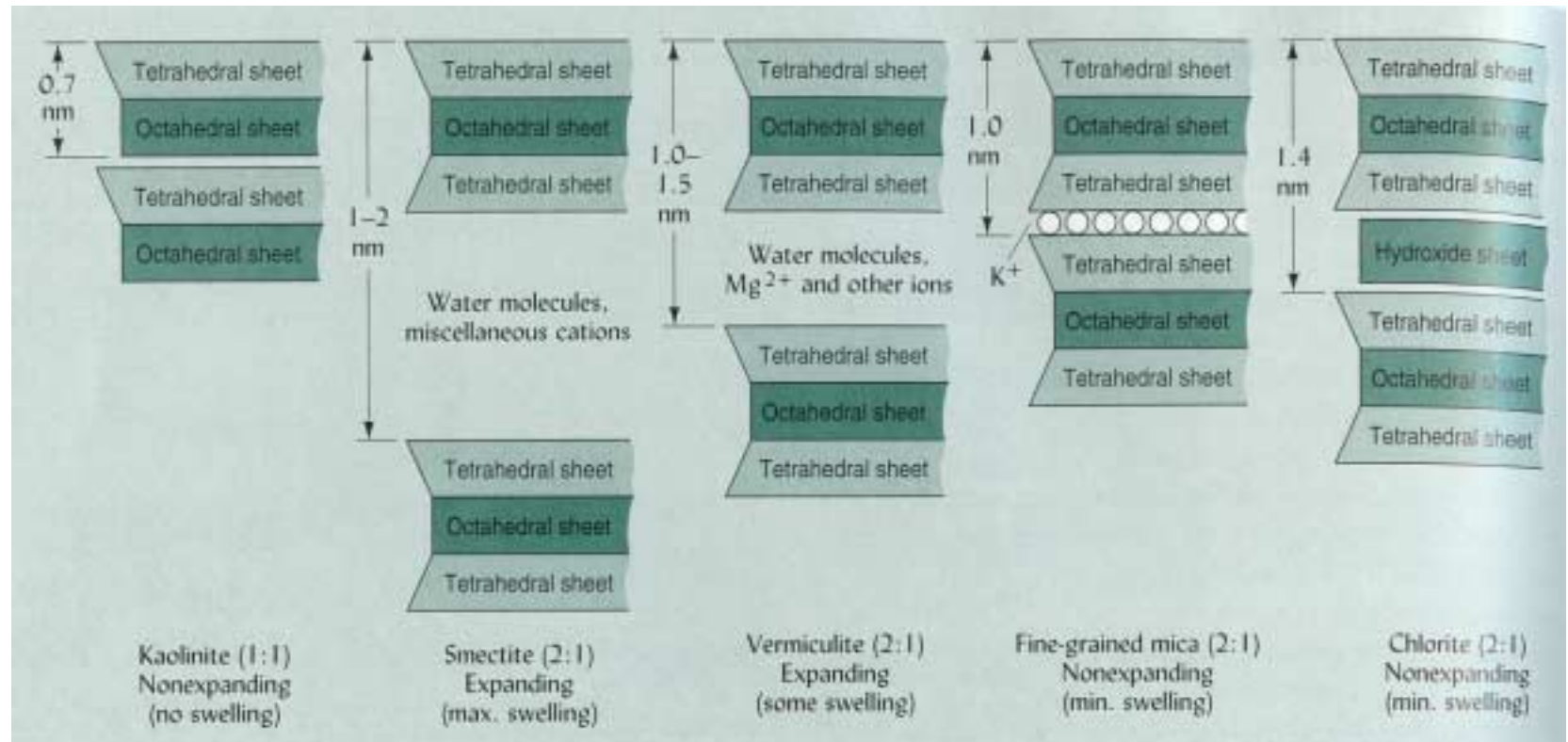
# Přehled významných skupin jílových minerálů

- Krystalické jílové minerály
    - Dvojvrstevnaté (1:1)
    - Trojvrstevnaté bobtnavé (2:1)
    - Trojvrstevnaté nebobtnavé (2:1)
  - Amorfní jílové minerály
  - Smíšené skupiny
-

# Krystalické jílové minerály

- Dvojrstevnaté jílové minerály (1:1)
  - Kaolinitová skupina
    - kaolinit ( $\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}/\text{OH}/_8$ )
    - halloyzit ( $\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}/\text{OH}/_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )
- Trojrstevnaté bobtnavé jílové minerály (2:1)
  - Smektitová skupina
    - montmorillonit
    - beidelit
    - nontronit
    - saponit
  - Vermikulitová skupina
- Trojrstevnaté nebobtnavé jílové minerály (2:1)
  - Illitová skupina (slídy)
    - illit
    - glaukonit
  - Chlority

# Krystalické jílové minerály - pokračování



---

# Amorfní jílové minerály

- Skupina allofanu
  - allofan
  - hisingerit

## Smíšené struktury

- Slídy – vermikulit
  - Slídy – montmorillonit
  - Slídy – chlorit
-

# Pedologické významné vlastnosti jílových minerálů

- Sorpce, výměna iontů
- Vododržnost
- Bobtnání a smršťování

Povrchová plocha jílových minerálů  
(m<sup>2</sup>/g)

Montmorillonit	600 – 800
Kaolinit	30
Illit	50 – 100
Bobtnavé smíšené struktury	cca 300

Objemové změny bobtnavých  
jílových minerálů (%)

Ca – montmorillonitové jíly	45 - 145
Na – montmorillonitové jíly (smektity)	1400 - 1600
Illitové jíly	15 - 120

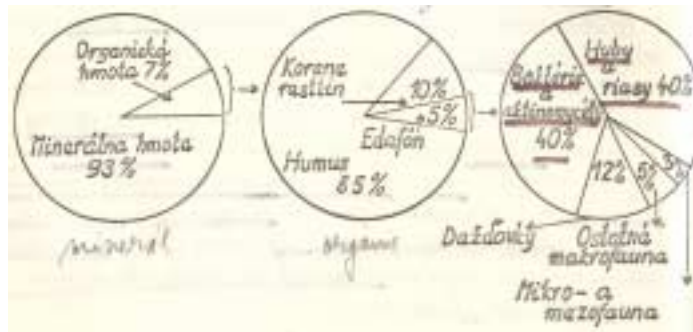


# Tvorba jílových minerálů v půdách

- Přestavba krystalové mřížky vrstevnatých silikátů
  - Syntéza z iontů a koloidů vzniklých rozkladem silikátů
  - Zdědění jílových minerálů z matečné horniny
  - Přeměna jednoho jílového minerálu ve druhý
- 
- Půdní jíl obvykle obsahuje asociaci 2 – 6 jílových minerálů.

# 3. Organický podíl půdy

- Organický podíl půdy zahrnuje:
  - živé organizmy – půdní flóra a fauna (EDAFON) + kořenový systém vegetace (RHIZOSFÉRA)
  - neživou organickou hmotu (HUMUS)



- Třídění edafonu podle velikosti:
  - Mikroedafon: < 0,1 mm (mikroflóra a mikrofauna)
  - Mezoedafon: 0,1 mm – 1 cm (pouze fauna)
  - Makroedafon: > 1 cm (pouze fauna)

# Ekologické faktory půdní bioty

- Póry
- Teplota
- Vlhkost
- Složení půdního vzduchu (obsah  $O_2$  a  $CO_2$ )
- Světlo
- Chemické prostředí (obsah živin, reakce, obsah solí)
- Vegetační kryt

---

# Funkční skupiny edafonu

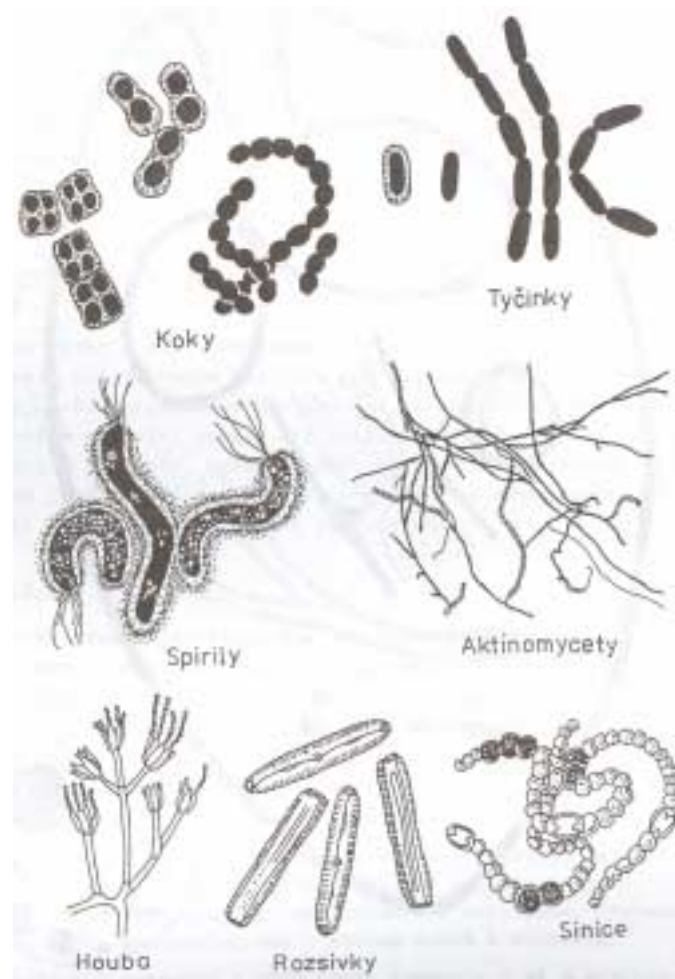
- Funkční skupiny půdních organizmů:
    - producenti
    - konzumenti
    - rozkladači (dekompozitoři)
-

---

# Rostlinné organizmy - fytoedafon

- Baktérie
  - Aktinomycety
  - Houby
  - Sinice, řasy
  - Lišejníky
-

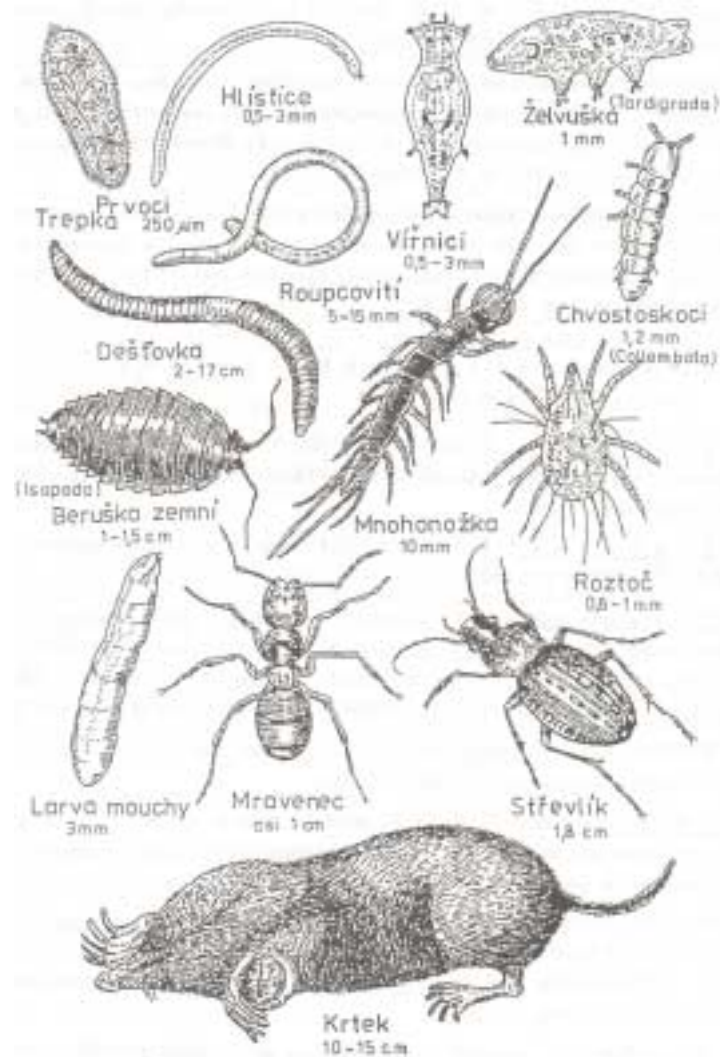
# Formy nejdůležitějších půdních mikroorganismů



# Živočišné organizmy - zooedafon

- Mikrofauna (< 0,1 mm)
  - Prvoci (Protozoa)
    - Bičíkovci (Flagellata)
    - Kořenonožci (Rhizopoda)
    - Nálevníci (Ciliata)
- Mezofauna (0,1 mm – 1 cm)
  - Členovci (Arthropoda)
    - Roztoči (Acari)
    - Chvostoskoci (Collembola)
  - Hlístice („hádátka“; Nematoda)
- Makrofauna (> 1 cm)
  - Žížaly (Lumbricidae)
  - Roupice (Enchytraeidae)
  - Členovci (Arthropoda)
  - Plži (Gastropoda)

# Někteří zástupci půdní fauny





# Členění půdních mikroorganismů podle účasti v koloběhu prvků

- Mikroorganizmy koloběhu dusíku
  - nitrogenní
  - amonizační a hnilobné
  - nitrifikační
  - denitrifikační
- Mikroorganizmy koloběhu uhlíku
- Mikroorganizmy koloběhu minerálních sloučenin

# Neživá organická složka půdy (humus)

- Procesy přeměny organických látek v půdě
  - mineralizace
  - humifikace – vznik *humusu*
  - rašelinění

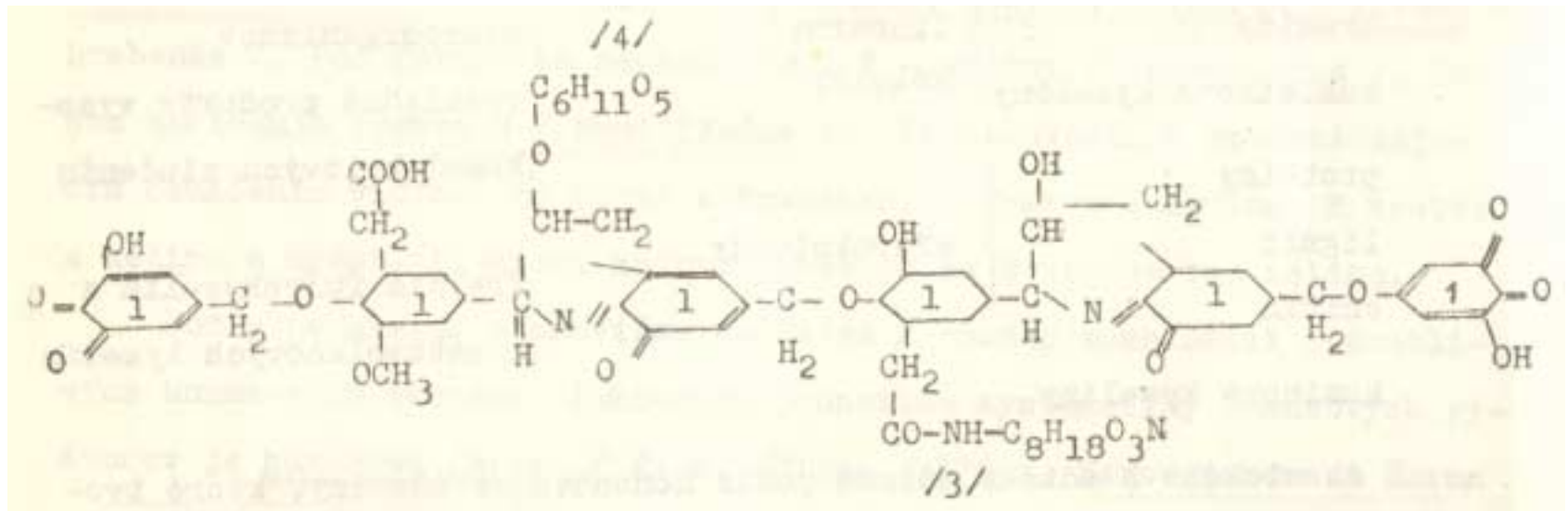
# Názvosloví humusu

- Celkový humus:
  - Povrchový humus
  - Vlastní (půdní) humus
- Povrchový humus:
  - Opad (förrna, litter), L-vrstva
  - Drť (fermentační vrstva), F-vrstva
  - Měl (humifikační vrstva), H-vrstva
- Prst' (mydát) = měl promíchaný s minerálními částicemi.

# Třídění humusu podle látkového složení

- **Nespecifické sloučeniny**
  - Např.: uhlovodíky, sacharidy, mastné kyseliny, alkoholy, aldehydy, étery, živice, bílkoviny, aminokyseliny
- **Specifické sloučeniny (huminové látky)**
  - Fulvové kyseliny (fulvokyseliny; + soli: fulváty)
  - Huminové kyseliny (+ soli: humáty)
  - Huminy

# Příklad stavby molekuly huminové kyseliny



---

# Význam humusu pro půdu

- Význam pro půdní fyziku
  - Chemicko-biologický význam
  - Fyziologický význam
-

---

## 4. Půdní voda

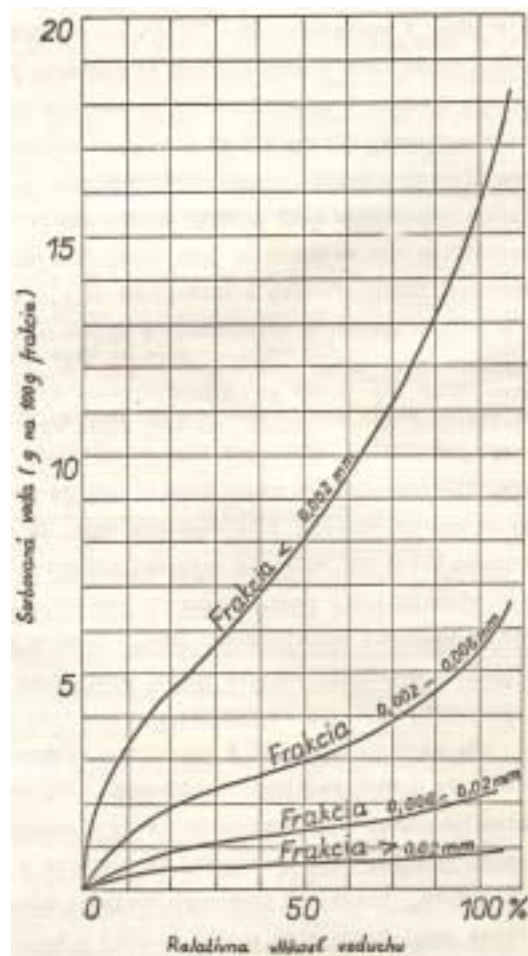
- Síly působící na vodu v půdě:
    - Sorpční síly – hygroskopická, obalová voda
    - Kohezní síly – kapilární voda
    - Gravitace – gravitační voda
-

# Hydrologické konstanty půdní vody

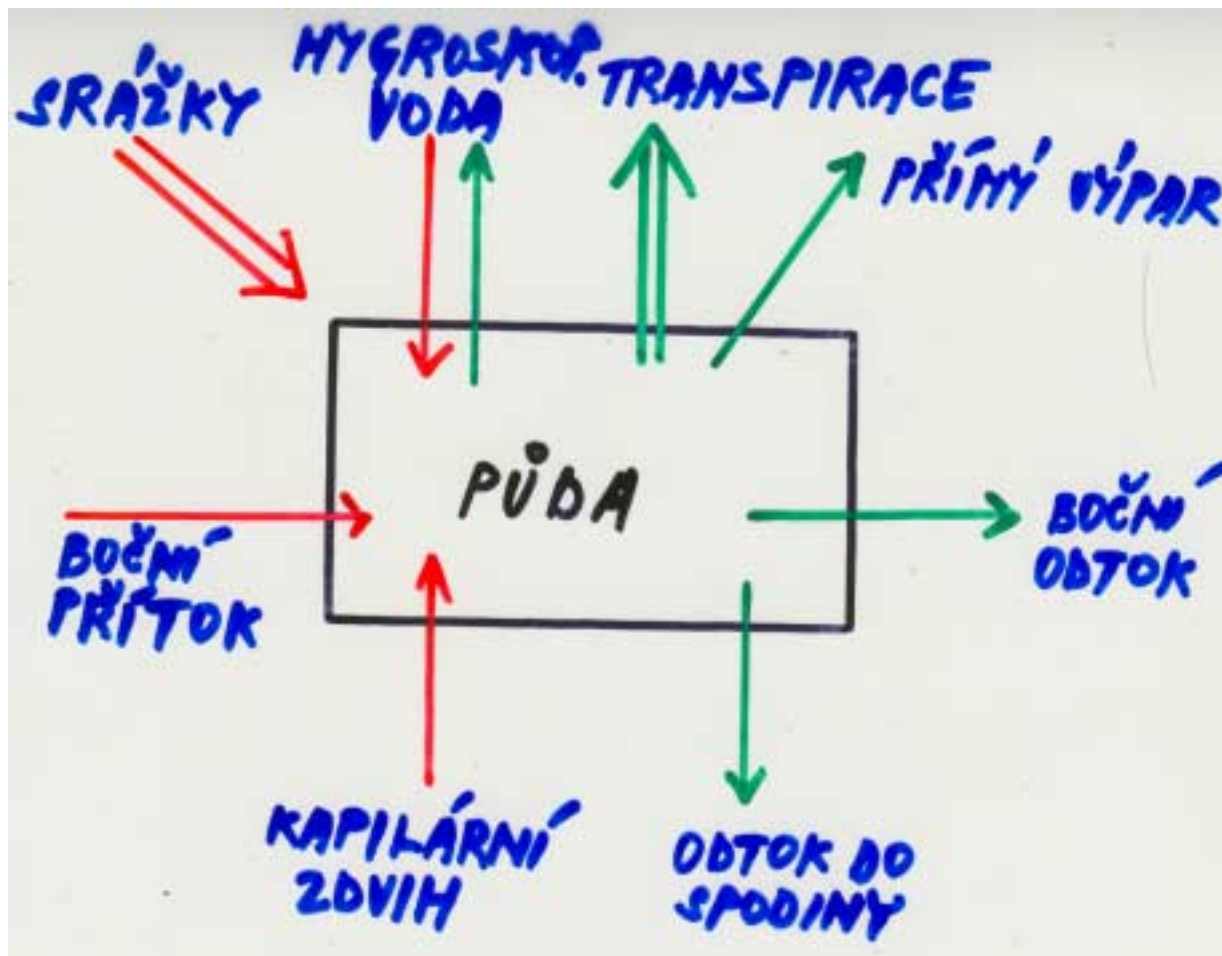
- Plná vodní kapacita
- Kapilární kapacita
- Maximální hygroskopičnost
  
- Kapilární voda – výpočet výšky kapilárního zdvihu
- $H = 15/r$ 
  - H ... výška kapilárního zdvihu
  - 15 ... kapilární vodní konstanta (závislá na teplotě)
  - r ... poloměr kapiláry



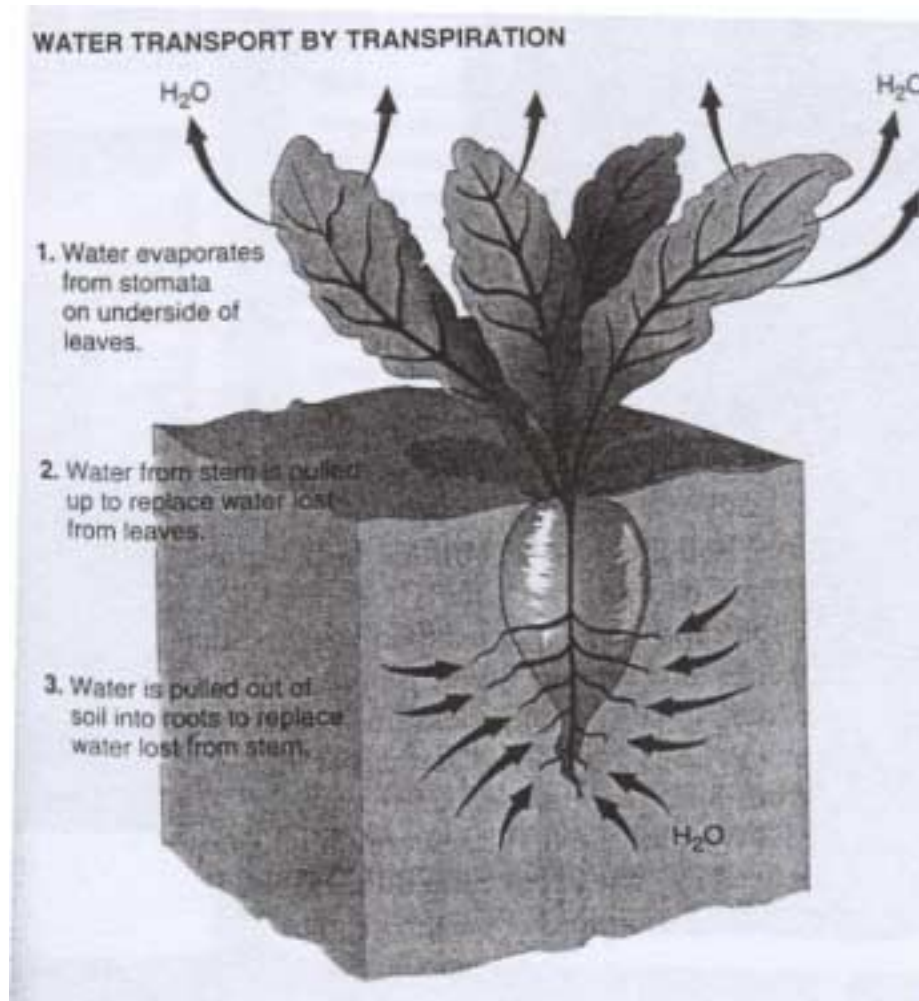
# Vztah mezi hygroskopickou vodou – texturou – vlhkostí vzduchu



# Zdroje a ztráty půdní vody



# Ztráta půdní vody transpirací



# 5. Půdní vzduch

- Složení půdní atmosféry:
  - Kyslík
    - obsah: 18 – 20%
    - obsah 10% = počátek redukčních pochodů, obsah 5% = ustává růst kořenů
    - Spotřeba O<sub>2</sub> v půdě:
      - chemické a biochemické reakce
      - oxidace minerálních a organických sloučenin
      - dýchání kořenů
      - aerobní organizmy
  - Oxid uhličitý
    - Obsah: 0,3%
  - Dusík
  - Vodní pára
    - 100% vlhkost vzduchu