



# Hydropedologie



**Martin Šanda**

[martin.sanda@fsv.cvut.cz](mailto:martin.sanda@fsv.cvut.cz)

**Kat. hydromeliorací a krajinného inženýrství**

**konzultační hodiny, B673  
dle dohody, email**

# Podmínky pro udělení zápočtu

100% aktivní účast na laboratorních cvičeních

(Šanda, B671)

6 bloků po 4 hodinách – **jmenný rozpis dle odkazu na xlsx**

1. čára zrnitosti, měrná hmotnost půd
  2. hydraulické charakteristiky, 3. půdní chemie
  4. vlhkostní čidla, 5. příklady, 6. prezentace
- hodnocení laboratoří = až 20 bodů u zkoušky

## Požadavky ke zkoušce

znalost látky v rozsahu přednášek: k dispozici na webserveru

K143: <http://storm.fsv.cvut.cz/> Přednášky on-line

doporučená literatura: Kutílek, M., Kuráž, V., Císlarová, M.  
Hydropedologie 10, skriptum ČVUT 2004

Zkouška pouze písemná 2 hodiny – bodové hodnocení 80 bodů+(0-20b z laboratoří)

# Požadavky ke zkoušce

znalost látky v rozsahu přednášek: k dispozici na webserveru K143:

<http://storm.fsv.cvut.cz/> Přednášky on-line HYPE

Klasifikační stupeň	A	B	C	D	E	F
Bodové hodnocení	100-90	89-80	79-70	69-60	59-50	< 50
Číselná klasifikace	1,0	1,5	2	2,5	3	4

laboratoře max. 20 bodů

zkouška max. 80 bodů – 4 části => lab+zk = max. 100 bodů

1. důležité otázky: 2 x pedologie, 3 x hydropedologie (tj. 5 x 6b=30b)
2. 2 x příklad (1.Darcyho experiment, 2.vodní retence x bilance vody v půdním profilu x infiltrace x tenzometry v půdním p. *příklad č. 2 viz látka jen na přednáškách*) = 12b
3. 2 x poznávání půdních typů, 2 x 4b = 8b
4. 10 x doplňující otázky, 10 x 3b = 30b

**Nutná znalost alespoň 50% z každého bloku 1.-3. samostatně, jinak F i v případě sumárního počtu bodů nad 50**

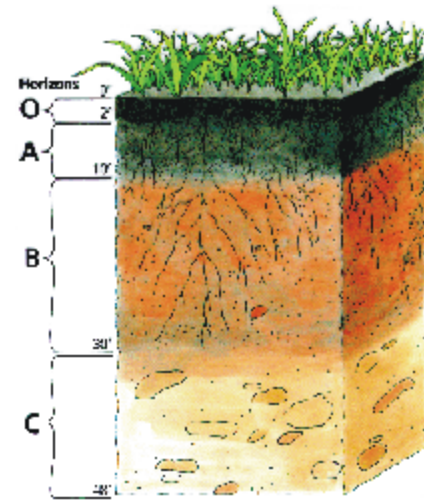
**blok 4. jako doplněk do 50b jinak F**

# Přehled přednášek 2022/2023

1. Úvod, mezioborové souvislosti, historie, základní pojmy
2. Pedogeneze, faktory formující vznik půd, půdní procesy
3. Jílové minerály, chemické složení půd - C, N,P,K, výměnná kapacita, pH, Chemické procesy v půdě - znečištění půd
4. Textura - zrnitostní rozbor, struktura - agregace
5. Fyzikální vlastnosti půd - vlhkost, teplotní režimy, voda, vzduch
6. Voda v půdě, kapilarita, retenční čára
7. Voda v půdě - měření vlhkosti půd, vzdušná vlhkost
8. Hydraulické charakteristiky, hydraulická vodivost, měření
9. Hydrodynamika - nasycené, nenasycené proudění
10. Elementární procesy: infiltrace, výpar, transpirace rostlin, hydrolimity
11. Půdní horizonty, půdní typy, taxonomie česká a mezinárodní
12. Půdní horizonty, půdní typy, taxonomie česká a mezinárodní
13. Opakování nejdůležitější látky z Hydropedologie

# Hydropedologie

## *Přednáška 1*



## Úvod

Historie pedologie, základní pojmy, funkce půdy, složení půdy

# Hydropedologie

## Spojitosť s předměty

- ❖ Hydraulika podzemní vody
- ❖ Erozní procesy v povodí
- ❖ Odvodnění a závlahy
- ❖ Tvorba a ochrana krajiny
- ❖ Geografické informační systémy
- ❖ Transport látek v půdě
- ❖ Rizikové látky v půdě
- ❖ Inženýrská hydropedologie
- ❖ Odpadové hospodářství
- ❖ Mechanika zemin, zakládání staveb

# Historie pedologie

Historicky spojena se zemědělstvím,  
zmínky v náboženských textech

## Mezopotámie, Egypt

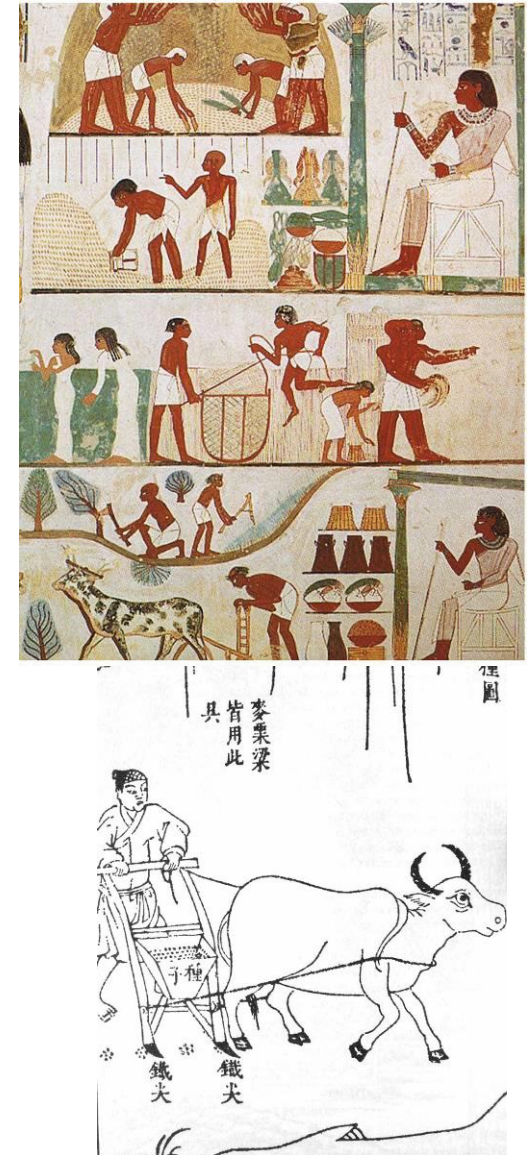
pěstování plodin v Egyptě záviselo na cyklu řeky Nil.

Egyptané rozlišovali tři období Akhet (záplavy),  
Peret (setba), and Shemu (sklizeň)

záplavy trvaly od června do září – výsledkem bylo  
usazení prachových částic na březích podél řeky  
obsahující vysoký podíl minerálů – vhodných pro  
pěstování plodin

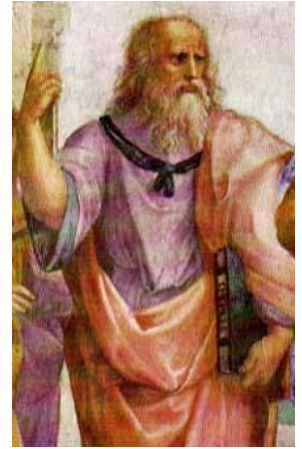
## Čína

2. st. př.n.l. předchůdce secího stroje – dvoudílný  
sazeč



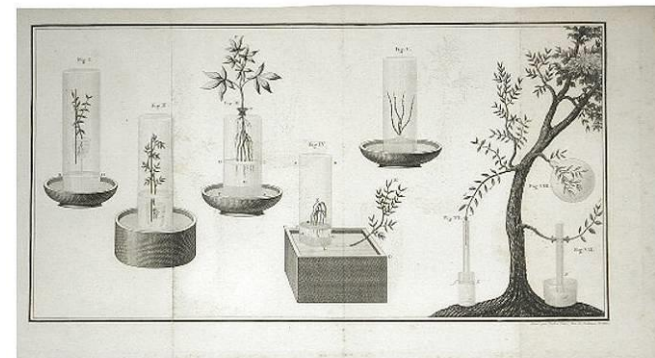
# Historie pedologie

- Staří řekové – o erozi u Atén
- Římané – zemědělská literatura



## moderní:

- Jethro Tull (1701) – experimentátor v zemědělství, zlepšovatel zemědělských praktik plení a hnojení, vynálezce secího stroje
- Theodore de Saussure (1804) – experimenty ke stanovení výměny  $\text{CO}_2$  a  $\text{O}_2$  rostlinami



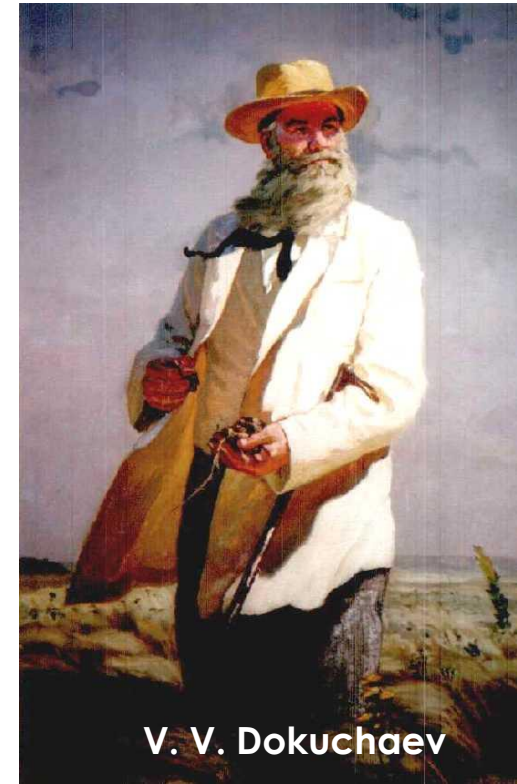


# Historie pedologie

- Justus von Liebig (1803-1873) – první koncepce půdy, bilanční teorie, zjistil, že rostliny spotřebovávají N, CO<sub>2</sub> a prvky získané z minerálů
- N. S. Shaler (1891) – monografie o původu a základních vlastnostech půd – geologický přístup
- Dokučájev (1883) – nová koncepce půdy, černozemě, půda se skládá z vrstev
- Hilgard (1914), Muller (1887) průzkum a popis podzolů
- Marbut (1930) – klasifikace půd, variabilita
- Hans Jenny (1941) – definoval faktory půdotvorby v dnešní podobě

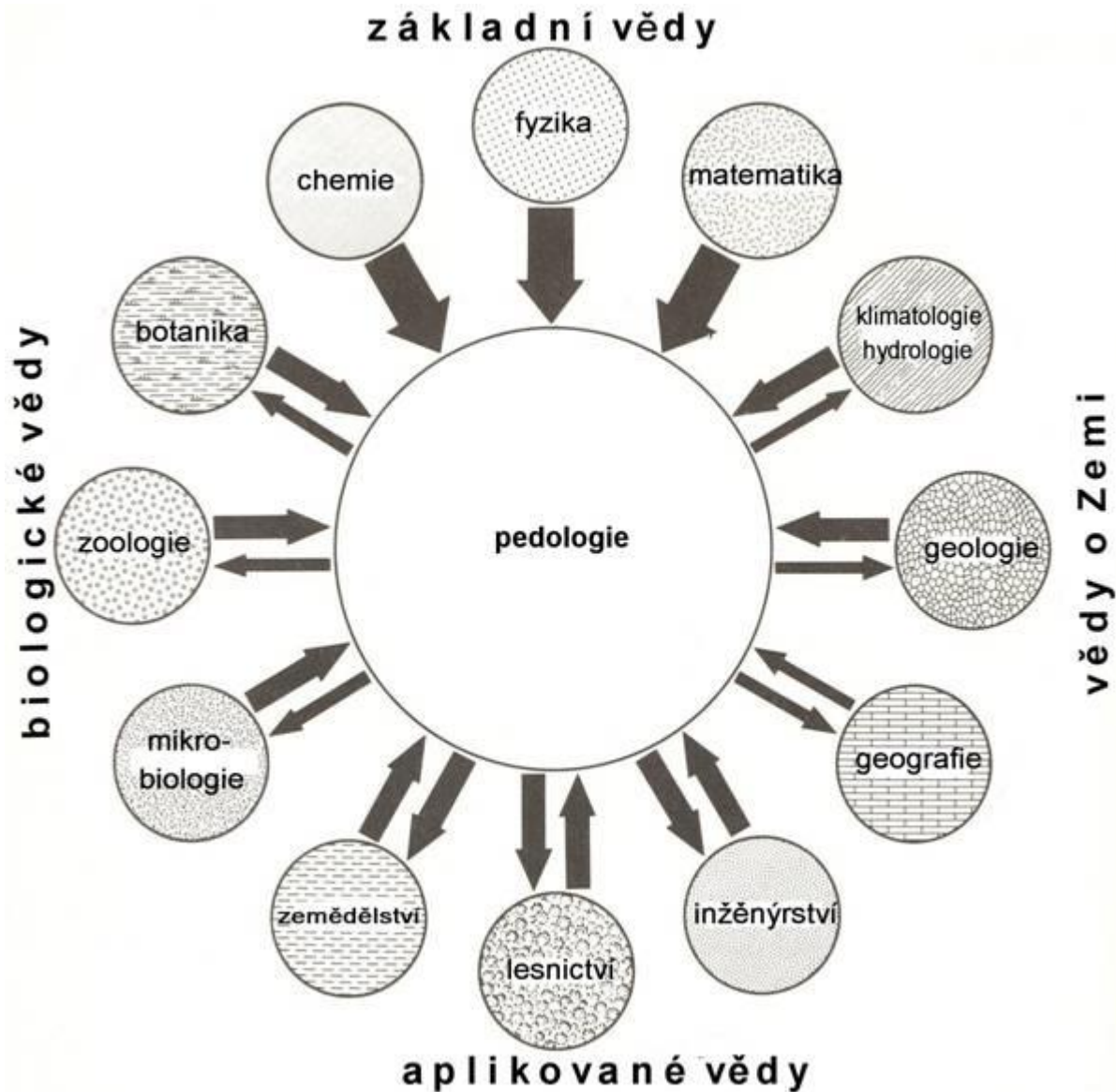


Zdroj: Brock WH Justus von Liebig  
The Chemical Gatekeeper



V. V. Dokuchaev

# Pedologie a další obory



# Pedologie – Soil Science

slovník podoborů

**klasická pedologie**

(půdotvorba,  
klasifikace)

**pedology**

**půdní fyzika** (voda v  
půdě, transport látek)

**soil physics** (vadose  
zone hydrology)

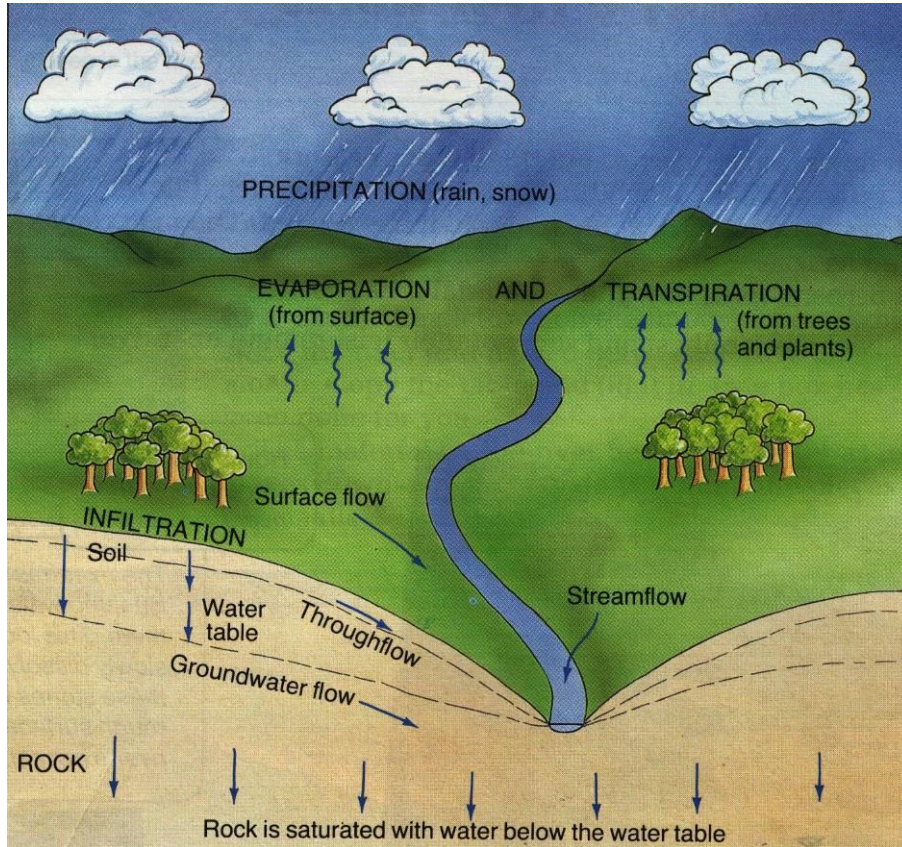
půdní chemie

soil chemistry

půdní biochemie

soil biochemistry

# Význam půdy v hydrologickém cyklu



zdroj: <http://atschool.eduweb.co.uk/nelthorp/room8/intra/geograph/tests/watercyclec.htm>

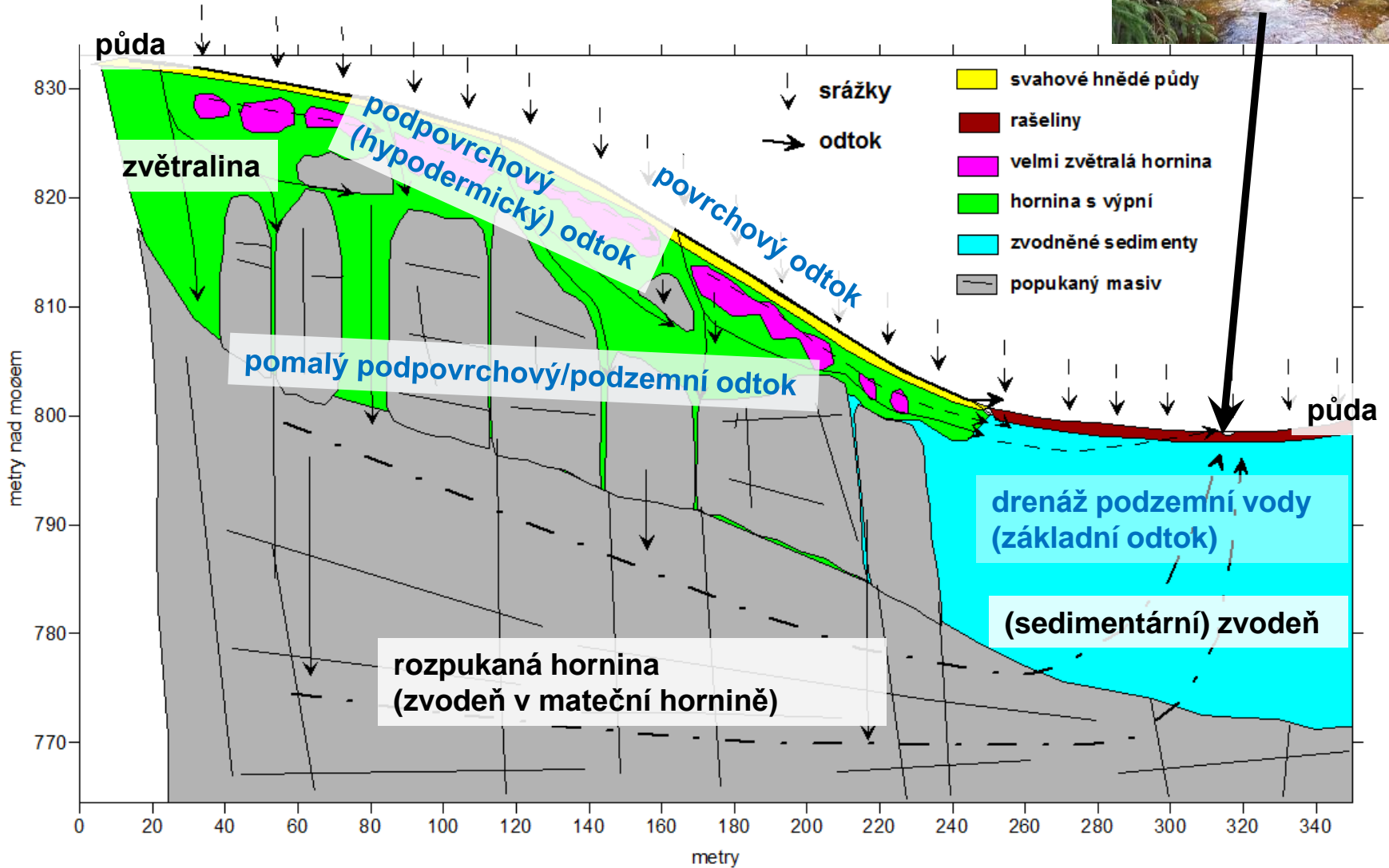
## EN-CZ slovník velmi základních pojmů:

soil	půda
rock	hornina
precipitation	srážky
evaporation (from surface)	výpar (z povrchu)
transpiration (from trees and plants) – transpiration – dýchání (stromů a rostlin)	
water table	hladina vody
surface flow	povrchový odtok
stream flow	odtok v toku
through flow	odtok v půdním prostředí

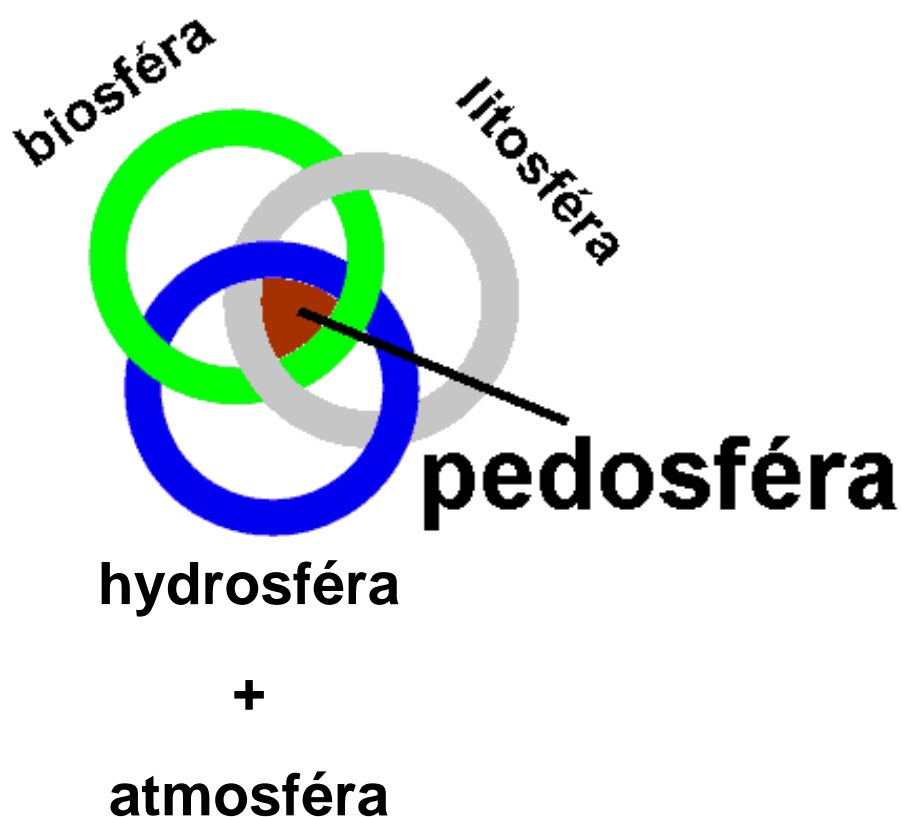
hornina, půda je pod hladinou vody plně nasycena vodou, **nad hladinou vody je nasycení částečné a objem vody je proměnlivý v čase** (limitně plně nasycení) to je nenasyčená zóna (vadose zone)

- celosvětová zásoba sladké vody v půdním a horninovém prostředí je cca 10x více než objem vody v řekách a jezerech,
- vyrovnávání extrémů na odtoku vody, snižování erozního účinku vody
- zásobárna vody pro rostliny

# Cesty proudění vody



# Půda – rozhraní mezi systémy

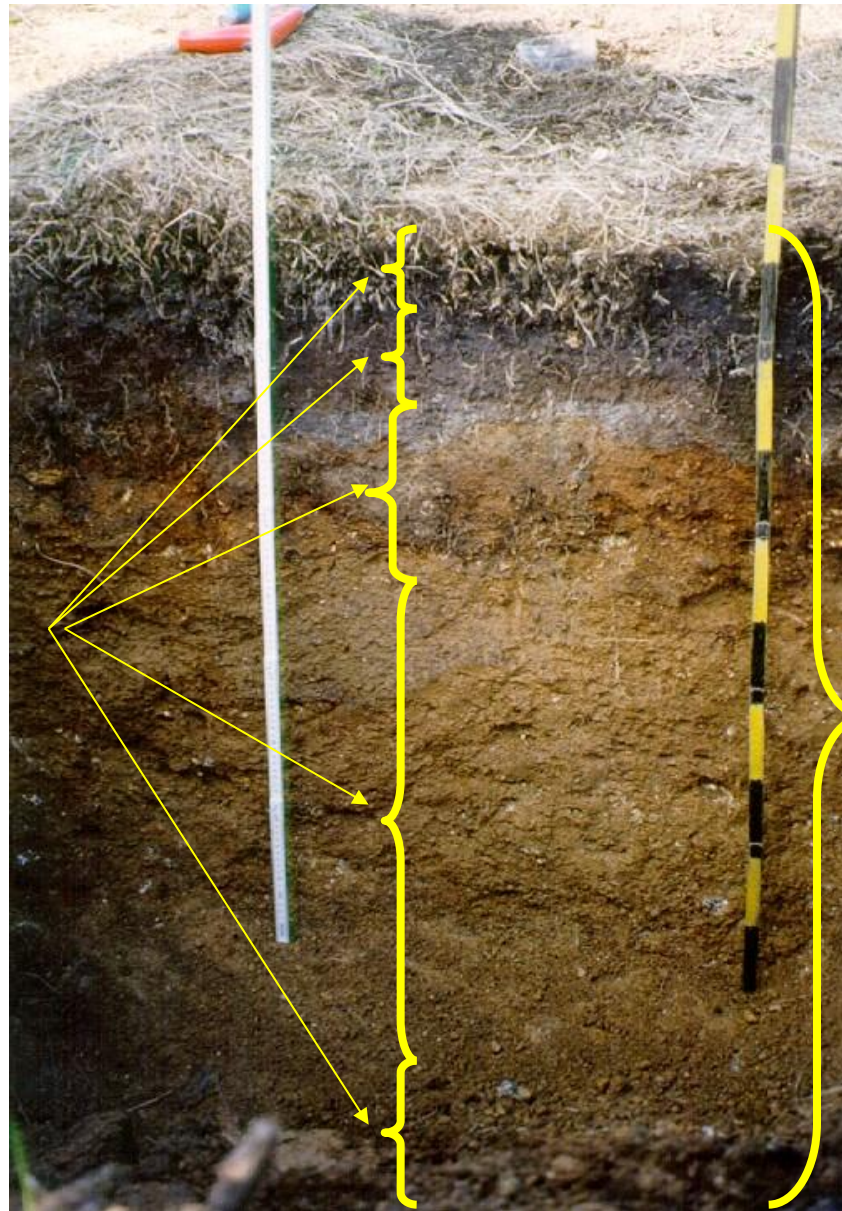


přírodní útvar vzniklý **na rozhraní litosféry s atmosférou** součinností půdotvorných faktorů.

půda je **spojujícím prvkem** mezi anorganickou hmotou a živými organismy na Zemi

je **biologicky oživená** a členěná na horizonty

# Půdní profil, půdní horizonty

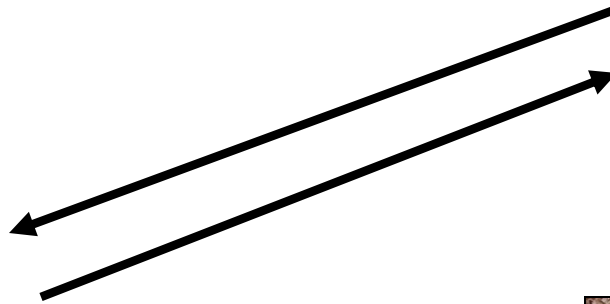
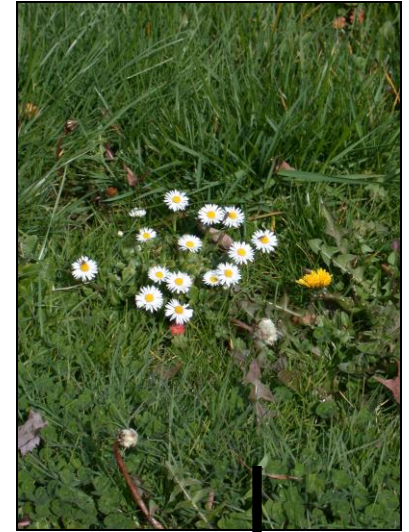


**Půdní horizonty**  
vrstvy v nichž se  
půdní vlastnosti  
odlišují od  
sousedících  
vrstev

**Půdní profil** –  
vertikální  
úsek  
obsahující  
všechny  
jeho  
horizonty

Atmosféra

Vegetace



Půda

Hornina



# Atmosféra



↓  
CO<sub>2</sub>  
H<sub>2</sub>O

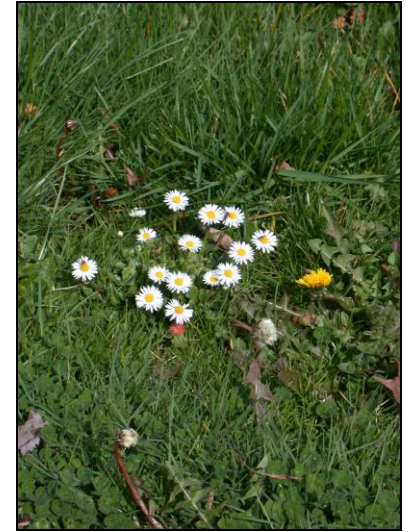
Vítr  
Teplota  
Srážky  
Světlo

Půda



# Atmosféra

# Vegetace



Kořeny, listy  
Vázání uhlíku  
Živiny  
Organický uhlík.

Živiny  
Voda  
pH



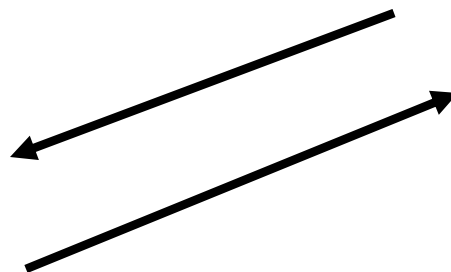
# Půda



# Atmosféra



# Vegetace



póry

rozvolňování

Zvětrávání  
Uvolňování živin  
Úrodnost  
Textura  
Barva



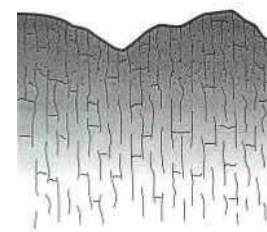
# Půda



# Hornina

# Funkce půdy

- **ekosystém** sám o sobě, trojrozměrný životní prostor
- **nedělitelná část** většího ekosystému ovlivňující jak zemní tak vodní procesy
- Naprosto kriticky **nezbytná část života na Zemi**
- **biologický filtr** – přeměňování a zneškodňování látek
- součást krajiny
- základna/součást staveb



# Půda je:

*obecná definice:* trojrozměrné  
kontinuum v prostoru a v čase  
formující svrchní část zemské  
kůry

*Ale také:* substrát pro rostliny,  
přírodní fenomén;

*Případně: půda je čímkoliv, za co jí  
považuje určitý kompetentní orgán*

# Elementární složení půd

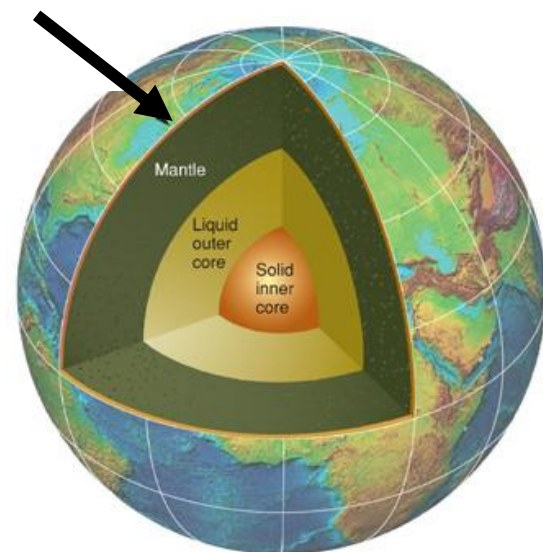
Prvek %	O 49,0	Si 33,0	Al 6,7	Fe 3,2	Ca 2,0	Na 1,1	Mg 0,8
Prvek %	K 1,8	Ti 0,5	P 0,08	Mn 0,08	S 0,04	C 1,4	N 0,2

(URE a BERROW, 1982)\_

- Hydroxidy, jíly

- Oxidy, hydroxidy, organické látky

- Křemen, silikáty, jílové minerály

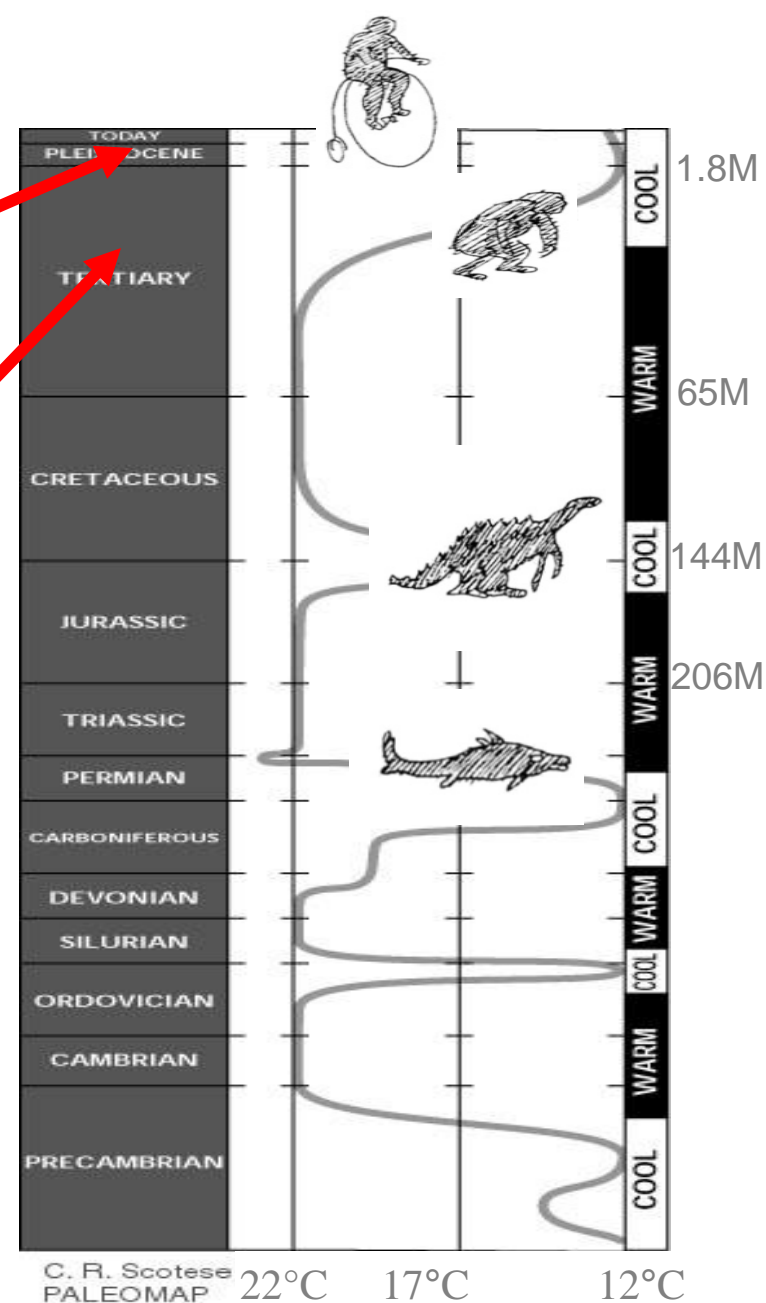


# Stáří půd

**v ČR pouze  
čtvrtohory  
(max 1.8 mil  
let)**

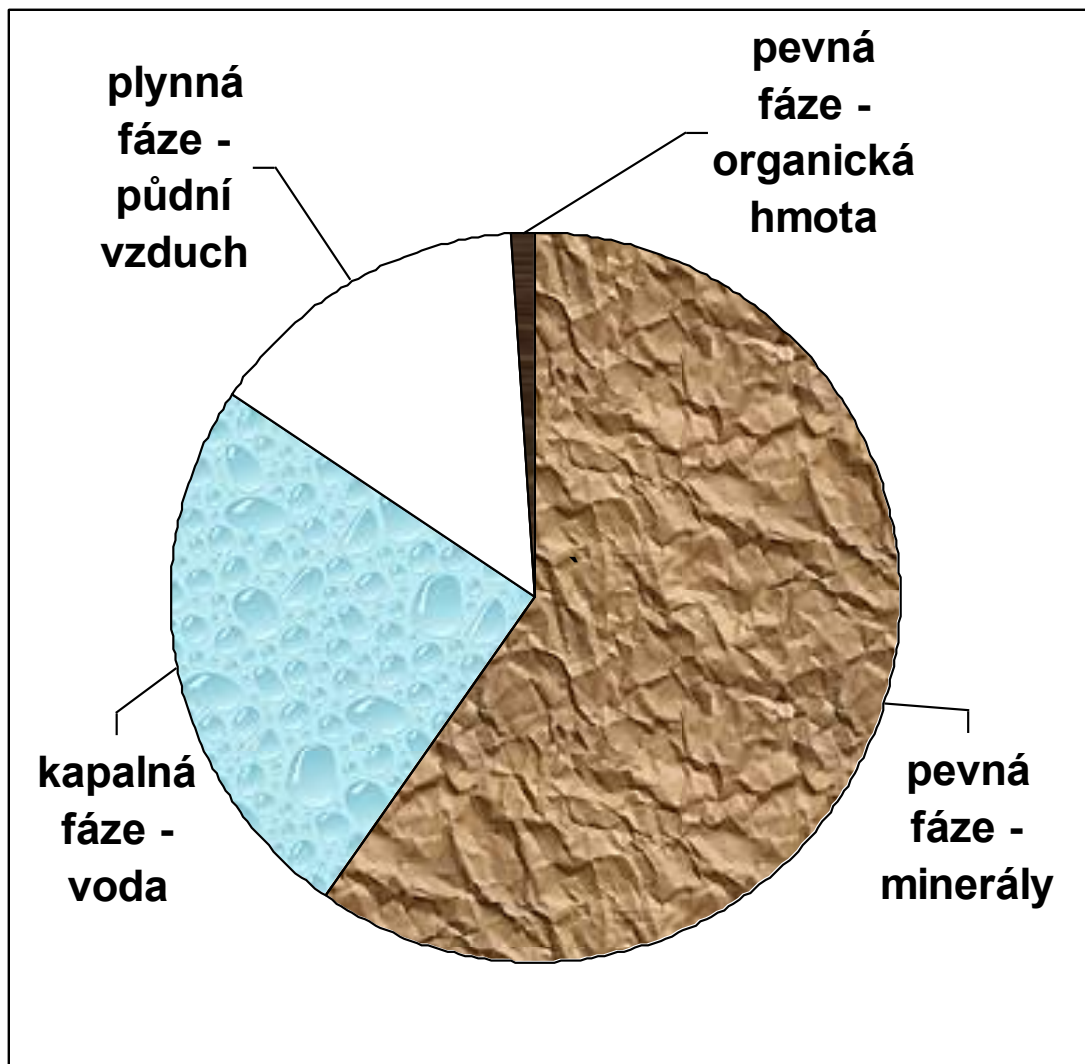


**ve světě i  
mladší  
třetihory (5-  
1.8 mil)**



Průměrná roční teplota

# Složení půdy





# Minerály

- Tvoří až 50% objemu půdy
- Liší se chemickým složením
- Obsahují částice různých velikosti
- Mají původ v matečné hornině

# Organická hmota

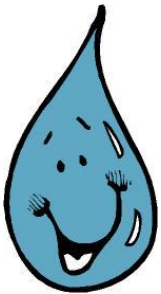
- Malá část co do podílu hmotnosti, ale obrovský vliv na vlastnosti půdy
- Vytváří se částečně z rozpadlých rostlin a živočichů + s organickými prvky je syntetizována půdními mikroby
- Je dočasným prvkem v půdě

## ***Funkce organické hmoty***

- Stabilizuje strukturu půdy
- Zvyšuje objem vody který je půda schopna vázat ve formě dostupné pro rostliny
- Je hlavním zdrojem živin pro rostliny
- Je hlavním zdrojem potravy a energie pro půdní organismy

# Půdní voda

- Nezbytná pro růst rostlin
- Základní médium pro transport látek
- Nezbytná při čištění půdního prostředí
- V půdě se vyskytuje jako:
  - chemicky vázaná a hygroskopická (obalující zrna),
  - kapilární (kapilárními silami v pórech)
  - gravitační (dočasná, odtéká po odeznění vodního zdroje – déšť, tání sněhu, záplava)



# Půdní vzduch

- Prostorově a časově velmi variabilní
- Má vysokou vlhkost ( $R_h \approx 100\%$ )
- Vysoký obsah  $\text{CO}_2$
- Nízký obsah  $\text{O}_2$





# Oživení půd:

- **fytoedafon** – bakterie, aktinomycety, plísně, sinice, řasy – vliv na mineralizaci a humifikaci, biochemické procesy, např. denitrifikace
- **zooedafon** – oživení nižšími a vyššími živočichy – zkypřování, hnojení půd
- antropogenní vlivy – vliv člověka

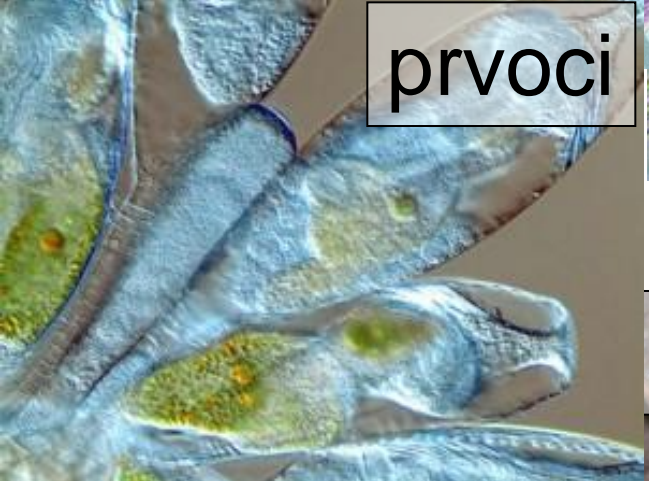
# fyto- a zoo-edafon - příklady



baktérie



plísně



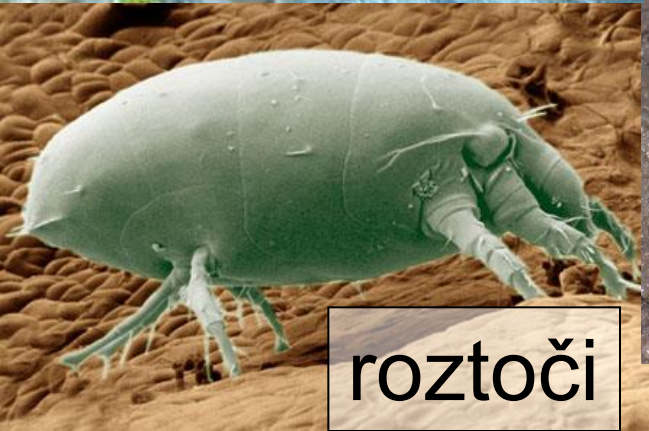
prvoci



aktinomyceety



červi



roztoči



obratlovci

# Vegetace

byliny přírodní, kulturní plodiny:

pole, louky, pastviny, lesy



stromy – lesy, deštné pralesy





# Vlivy člověka na půdu



- **intenzivní zemědělství:**

- ✓ hnojení
- ✓ pesticidy
- ✓ škodlivé látky

- **skládování**
- **urbanizace**



- **rozšiřování pouští**

- **eroze**

- ✓ mýcení lesů
- ✓ extenzivní zemědělství

# Možnosti uplatnění znalostí z kurzu pedologie

**znalost základní klasifikace půd:** všechny oblasti ochrany a tvorby krajiny, revitalizace

**chápaní fyzikálních vlastností:** modelování odtoku z povodí, modelování erozních procesů

**chápaní hydraulických charakteristik půd a základů půdní chemie:** nezbytné pro další studium proudění vody v půdě a transportu škodlivých látek v půdě a k modelování těchto jevů

# Možnosti uplatnění znalostí z kurzu pedologie

*ekodukty*



# Literatura

Kutílek, M., Kuráž, V., Císlerová, M. Hydropedologie, skriptum ČVUT 1994  
Císlerová, M. Inženýrská hydropedologie, skriptum ČVUT 2001

**Tyto přednášky na webu:** <http://storm.fsv.cvut.cz/>

- sekce Pro studenty – On-line přednášky a cvičení – HYPE - Hydropedologie

**Další zdroje:**

Klasifikace půd: <http://klasifikace.pedologie.cz>

Fitzpatrick, Soils: Their formation, classification and distribution

Sulzman E.W. : CSS 305 Principles of Soil Science:

[http://cropandsoil.oregonstate.edu/classes/css305/lecture\\_sched.html](http://cropandsoil.oregonstate.edu/classes/css305/lecture_sched.html)

Půdní fyzika (v anglickém jazyce):

K. Roth: Lecture notes

[http://www.iup.uni-](http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/forschung/groups/ts/students/lecture_notes/soil_physics/lecture_notes05/lecture_notes05.html)

[heidelberg.de/institut/forschung/groups/ts/students/lecture\\_notes/soil\\_physics/lecture\\_notes05/lecture\\_notes05.html](http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/forschung/groups/ts/students/lecture_notes/soil_physics/lecture_notes05/lecture_notes05.html)

*Přednášky kurzu Hydropedologie vznikly v autorském kolektivu: Ing. Martin Šanda, PhD a Ing. Michal Sněhota, PhD Kat. hydromeliorací a krajinného inženýrství, F. stavební ČVUT*

# Literatura

## Tyto přednášky na webu:

<http://storm.fsv.cvut.cz/>

- sekce Pro studenty – On-line přednášky a cvičení – HYPE -  
Hydropedologie

## Další zdroje:

Klasifikace půd:

<http://klasifikace.pedologie.cz>

Půdní fyzika (v anglickém jazyce):

K. Roth: Lecture notes

<http://www.iup.uni->

[heidelberg.de/institut/forschung/groups/ts/students/lecture\\_notes/soil\\_physics/lecture\\_notes05/lecture\\_notes05.html](http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/forschung/groups/ts/students/lecture_notes/soil_physics/lecture_notes05/lecture_notes05.html)