

Půda jako zdroj

Od 50. let dramaticky roste zemědělská produkce (1950–90 trojnásobek) – produkce 29 milionů tun ročně .

„Zelená revoluce“

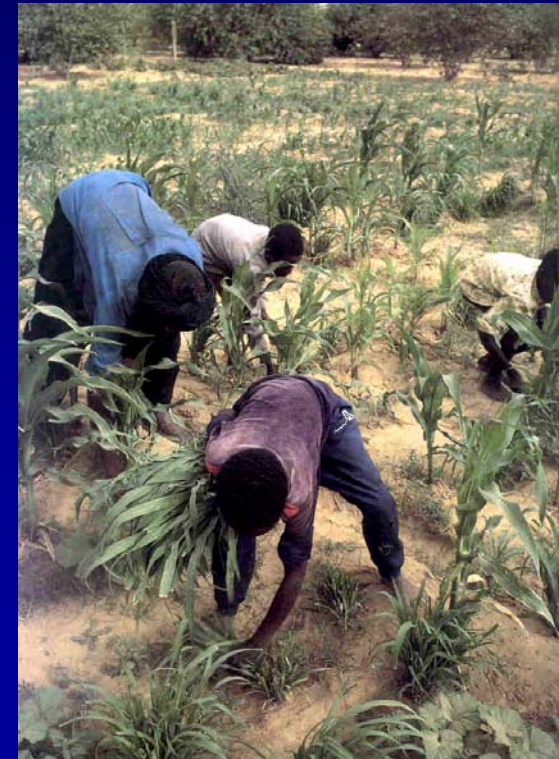
- zvětšení rozlohy obdělávané půdy
- zavlažování
- vysoce produktivní a rezistentní typy
- chemická hnojiva, herbicidy, pesticidy

Provázeno

- kontaminace
- degradace
- člověkem vyvolaná eroze: 4,3 miliardy tun ročně Indie, 1 miliarda tun ročně USA
- není to obnovitelný zdroj v lidské časové škále
- 10 cm půdy – 100 až 10 000 let

Současnost

- půda: kritický zdroj
- je třeba živit 90 milionů lidí navíc každý rok



Tuaregové, okraj Sahary, Niger

Zvětrávání



Zvětrávání bazaltové lávy na Hawaii.

Mechanické zvětrávání

- Mrazové štípání
- Růst krystalů
- Působení tepla
- Kořeny rostlin



Pulpit, Lysefjord, severní Norsko.

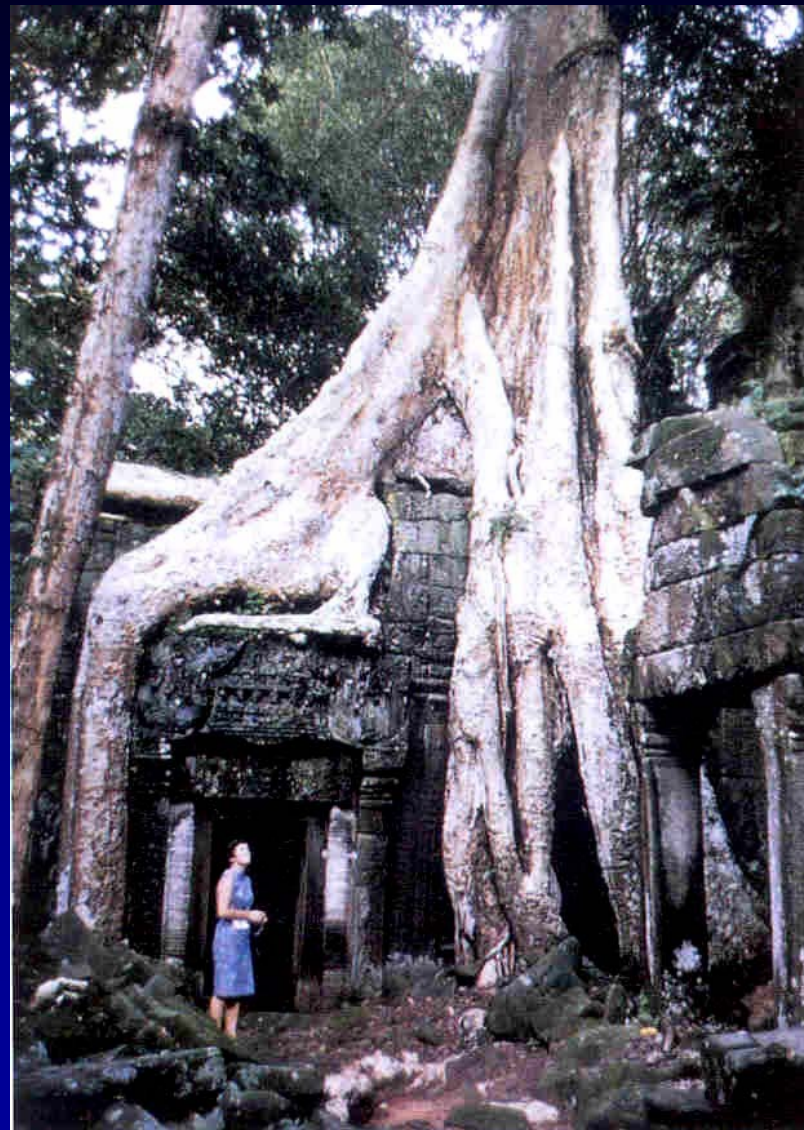


Mount Whitney, Sierra Nevada.

Zvětrávání



Yellowstone National Park.



Ta Prohm u Angkoru, Kambodža.

Chemické zvětrávání

Voda, kyslík, oxid uhličitý

- Hydrolýza
- Hydratace
- Oxidace
- Vyluhování

Oxidovaná
půda na
Hawaii.



prosté rozpouštění (určeno součinem rozpustnosti)

rozpouštění karbonátů: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$

oxidace: $\text{Fe}_2\text{SiO}_4 + 1/2 \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_4\text{SiO}_4$

hydrolýza: $\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Mg}^{2+} + 4\text{OH}^- + \text{H}_4\text{SiO}_4$

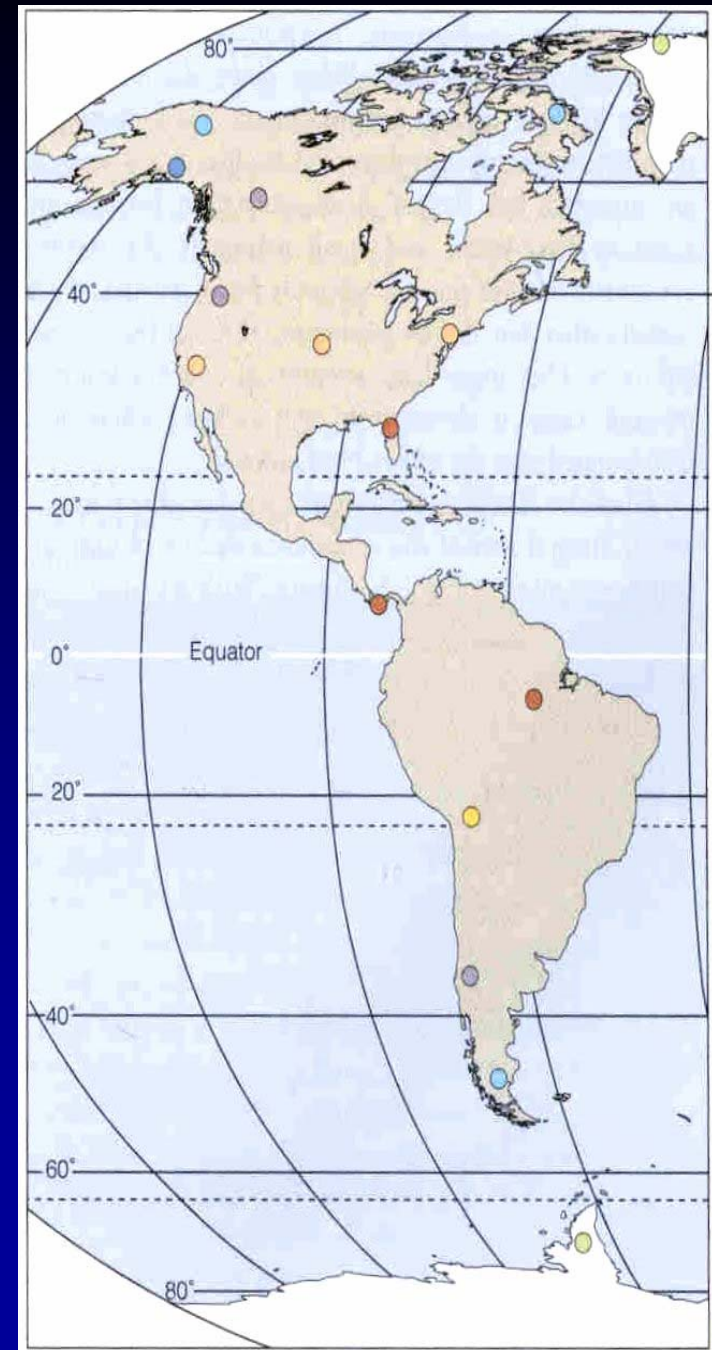
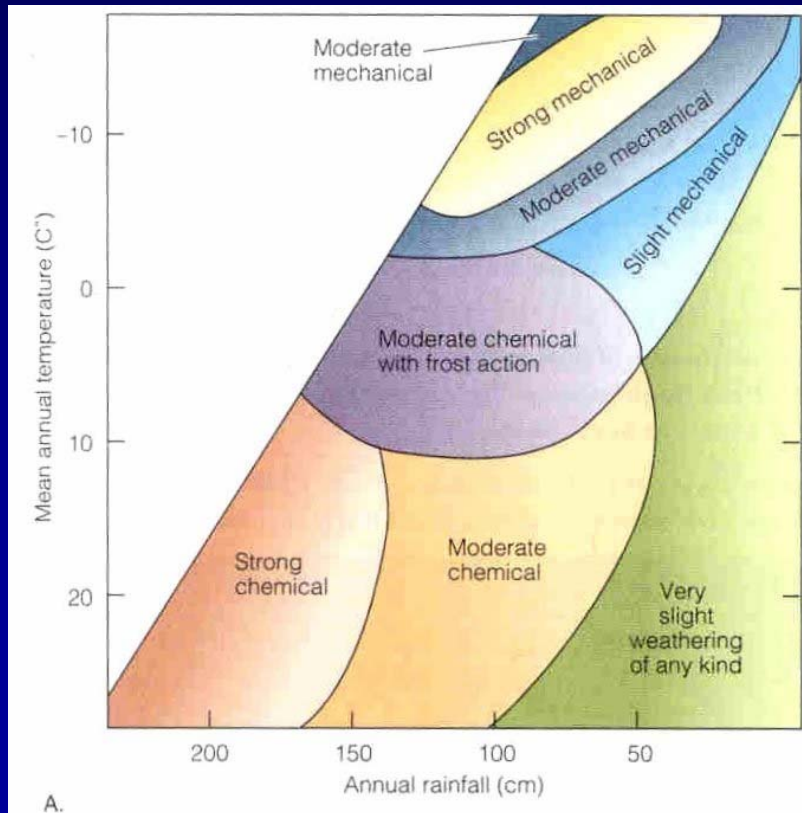
$2 \text{NaAlSi}_3\text{O}_8 + 11 \text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + \text{H}_4\text{SiO}_4$

$3\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 + \text{H}_2\text{CO}_3 + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Na}^+ + 3\text{H}_4\text{SiO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HCO}_3^-$

$3\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 + \text{Mg}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}_{0,5}\text{Al}_{1,5}\text{Mg}_{0,5}\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 + 2\text{Na}^+ + \text{H}_4\text{SiO}_4$

Faktory, které ovlivňují zvětrávání

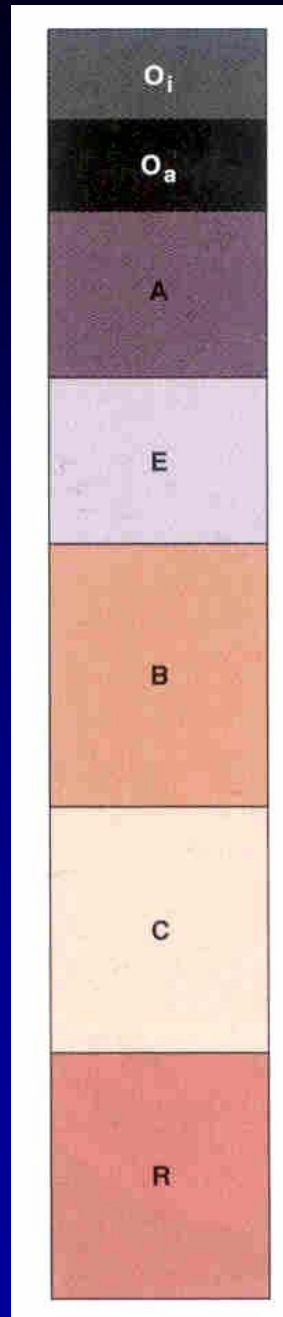
- Typ a struktura horniny
- Sklon svahů
- Klima
- Hrabavá zvířata, hmyz, červi
- Charles Darwin – červi – 2,5 kg/m²
- Čas



Půdy

Půdní profil

Půdní horizonty



O_i – listy a organický odpad, většinou nerozložený

O_a – organický odpad, částečně rozložený

A – tmavě zbarvený horizont směsi minerálů a organických látek, vysoká biologická aktivita

E – světle zbarvený horizont, ztráta jílových minerálů, organických látek, oxidů

B – maximální akumulace jílových minerálů, oxidů a organických látek

(K – v aridních oblastech, více než 50 % kalcitu, kaliche, hardpan)

C – zvětralý zdrojový materiál, někdy chybí

R – zdrojová hornina

Někdy horizonty úplně chybí

Někdy zvláštní – laterity (latere – cihla)



Laterit, Indie.

New Mexico, semiaridní klima.

Eroze větrem a vodou

- Dopad dešťových kapek
- Povrchový splach
- Eolická eroze (Aeolus – řecký bůh větru)



Eroze, Shawnee, Oklahoma.

Písečné duny, Danakii, Egypt.



Ztráta půdy: Globální problém

- 25 miliard tun/rok
- na každý kg snědené potravy – 6 kg ztráty půdy
- úbytek 7 % půdy každých deset let

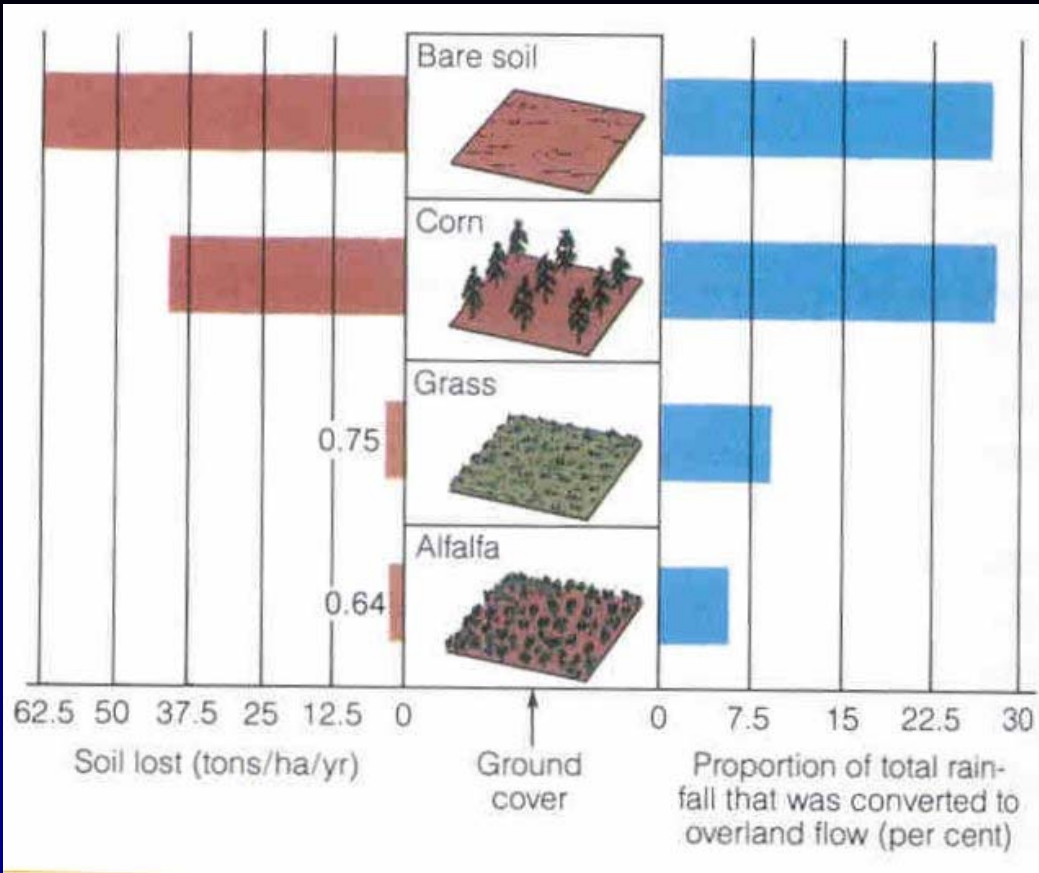
- T-hodnota – tolerovatelná roční ztráta
- Produkce sedimentů („výtěžek“ sedimentů)

Ztráta půdy a využití krajiny

- Odstranění vegetace
- Špatné hospodaření
- Kontaminace



Rodonia, Brazílie.



Pěstování podzemnice, Oklahoma.

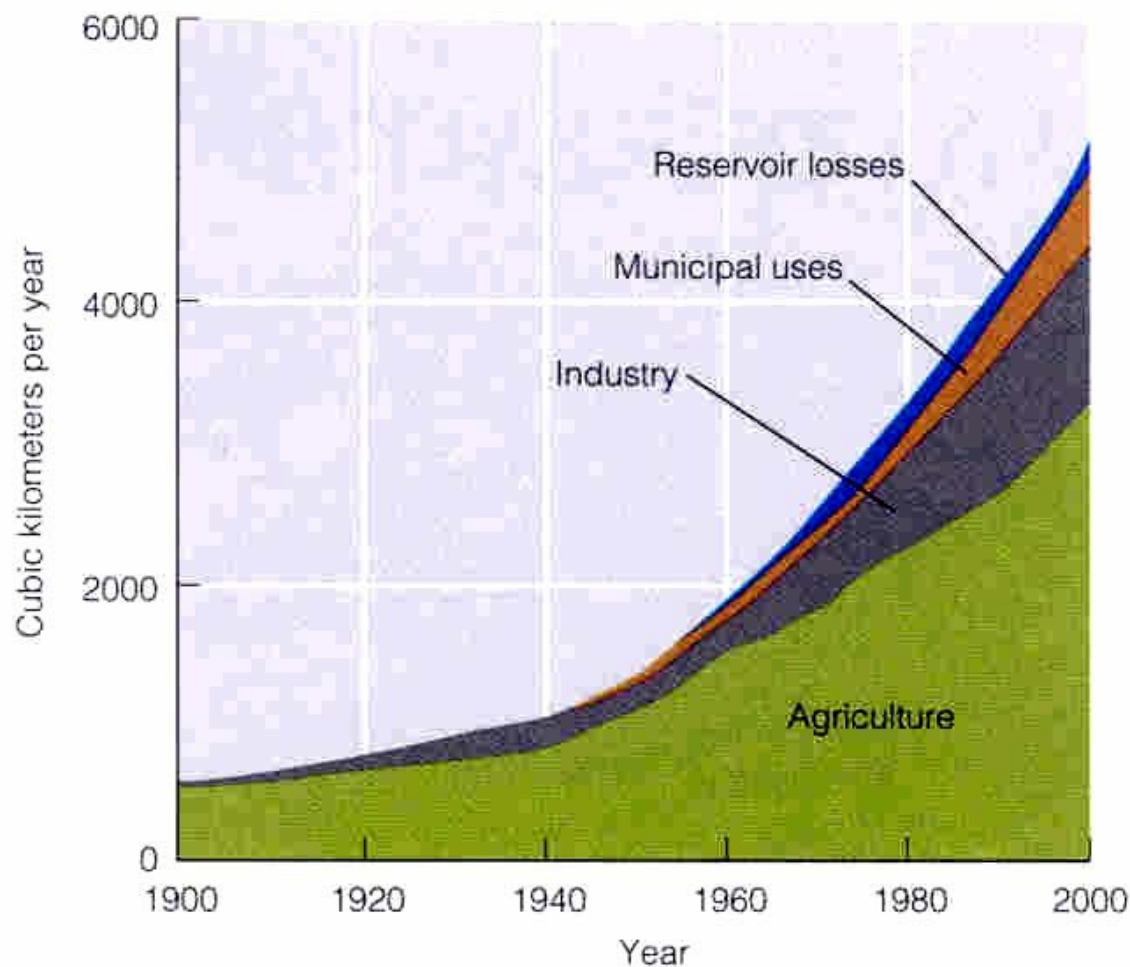


Lanzhou, Čína.

Zdroje vody

Voda je kritickým zdrojem pro udržení života

Odhadovaná spotřeba
vody v letech 1990–2000



Voda

Dva hlavní faktory

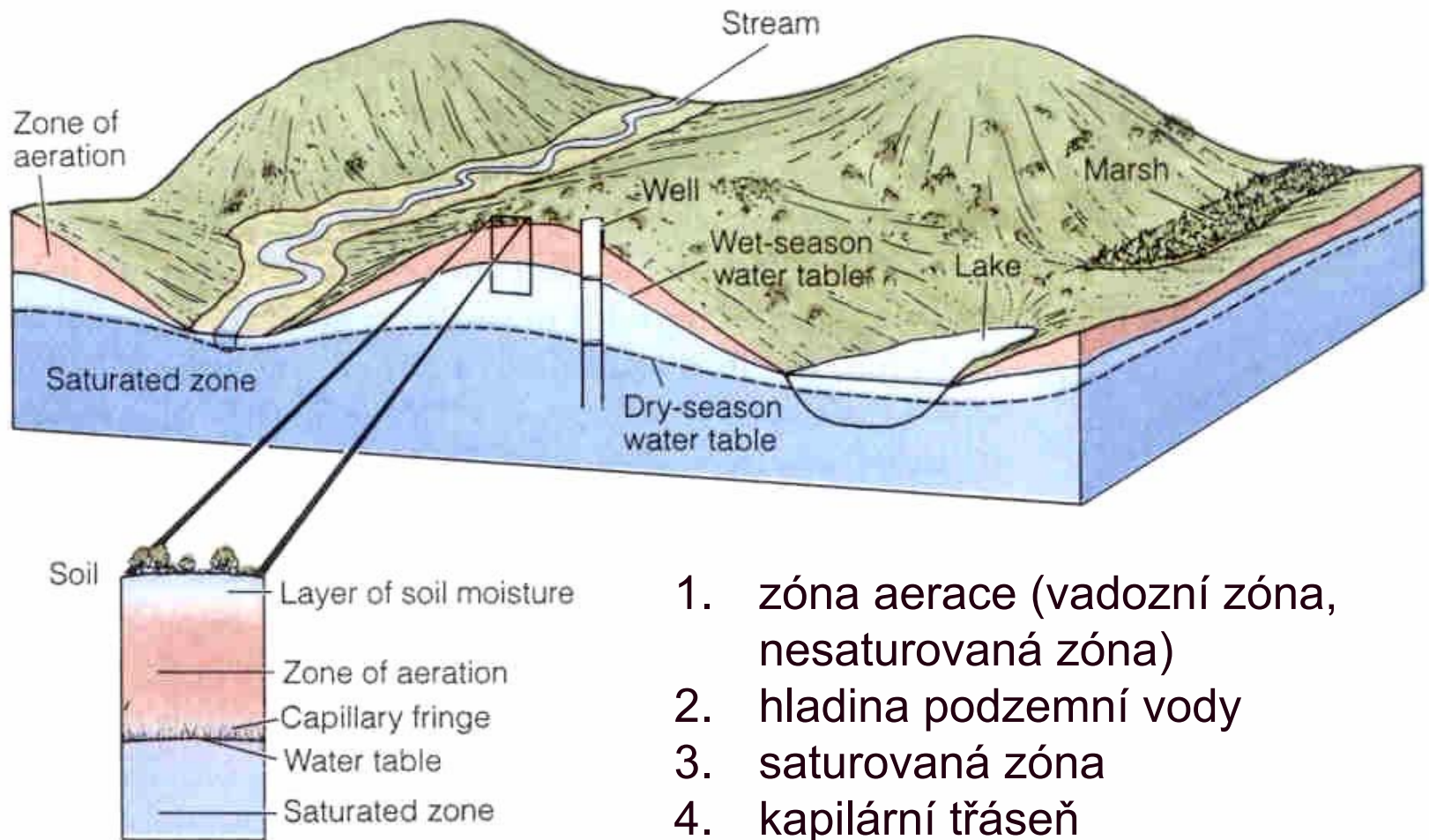
kvalita

množství

Podzemní voda

- méně než 1 % z celkového množství vody
- 40× více než ve sladkovodních jezerech
- více než 98 % nezmrzlé vody v hydrologickém cyklu jako podzemní voda
- většinou v oblasti do 750 m
- objem ekvivalentní vrstvě 55 m vody na kontinentech

Voda



Typický systém podzemní vody.

Pohyb podzemní vody

Většina podzemní vody je v pohybu.

Pohyb závisí na:

porozitě (procentické zastoupení pórů)

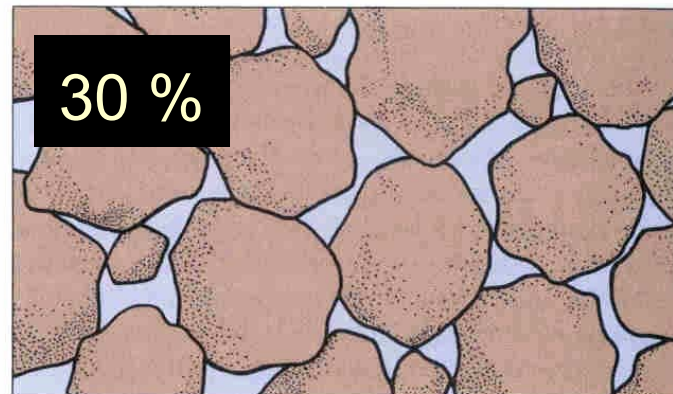
permeabilitě (měřítko snadnosti pohybu vody)



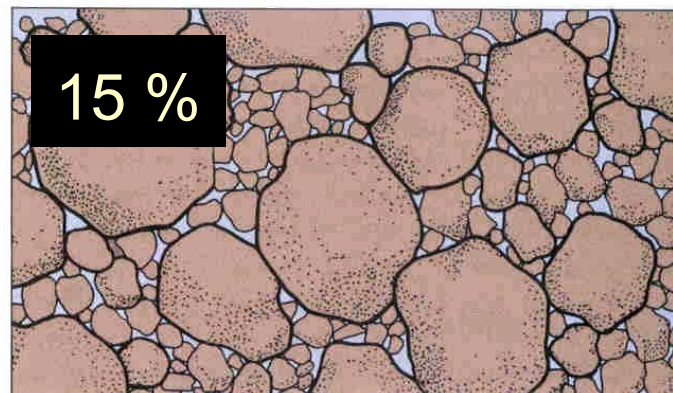
In very small spaces water is held by molecular attraction.



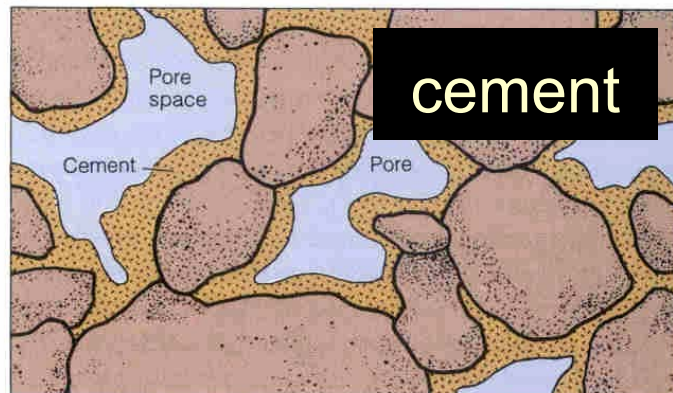
Water can move through larger spaces, although some is held.



A.



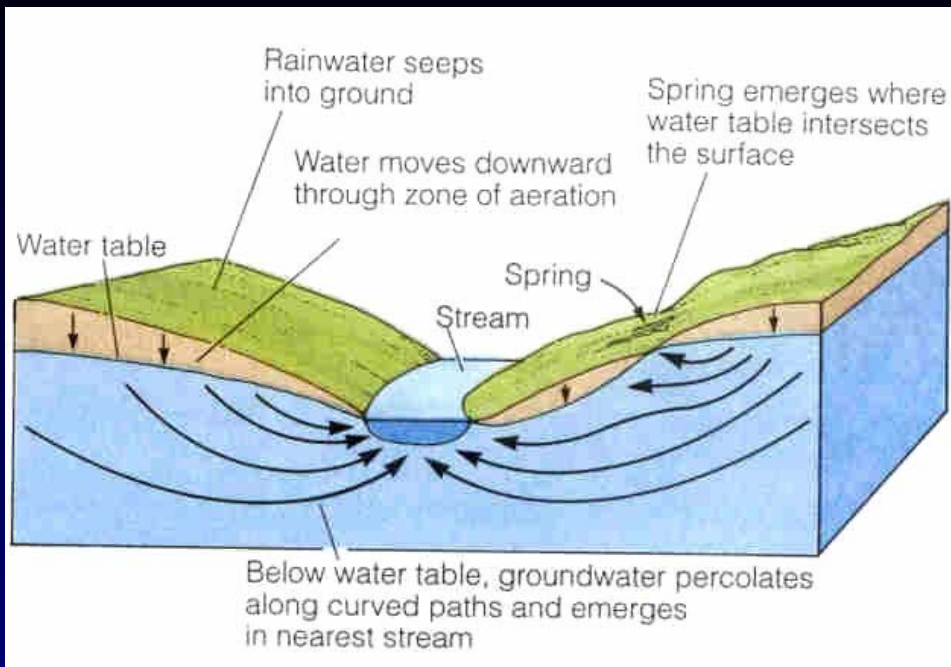
B.



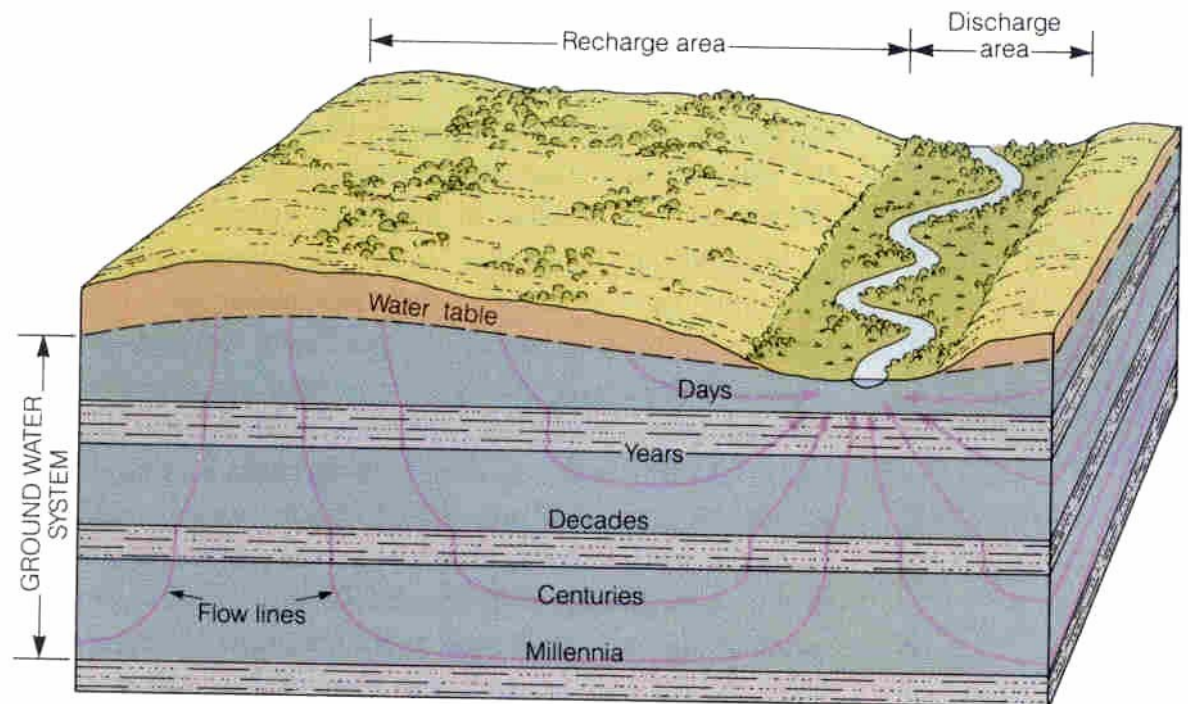
C.

0 0.5mm

Při stejné porozitě různá permeabilita.



Pohyb v zóně aerace
(půdní vlhkost)
Pohyb v saturevané
zóně (perkolace)



Oblast doplňování
a odvodňování –
časový režim

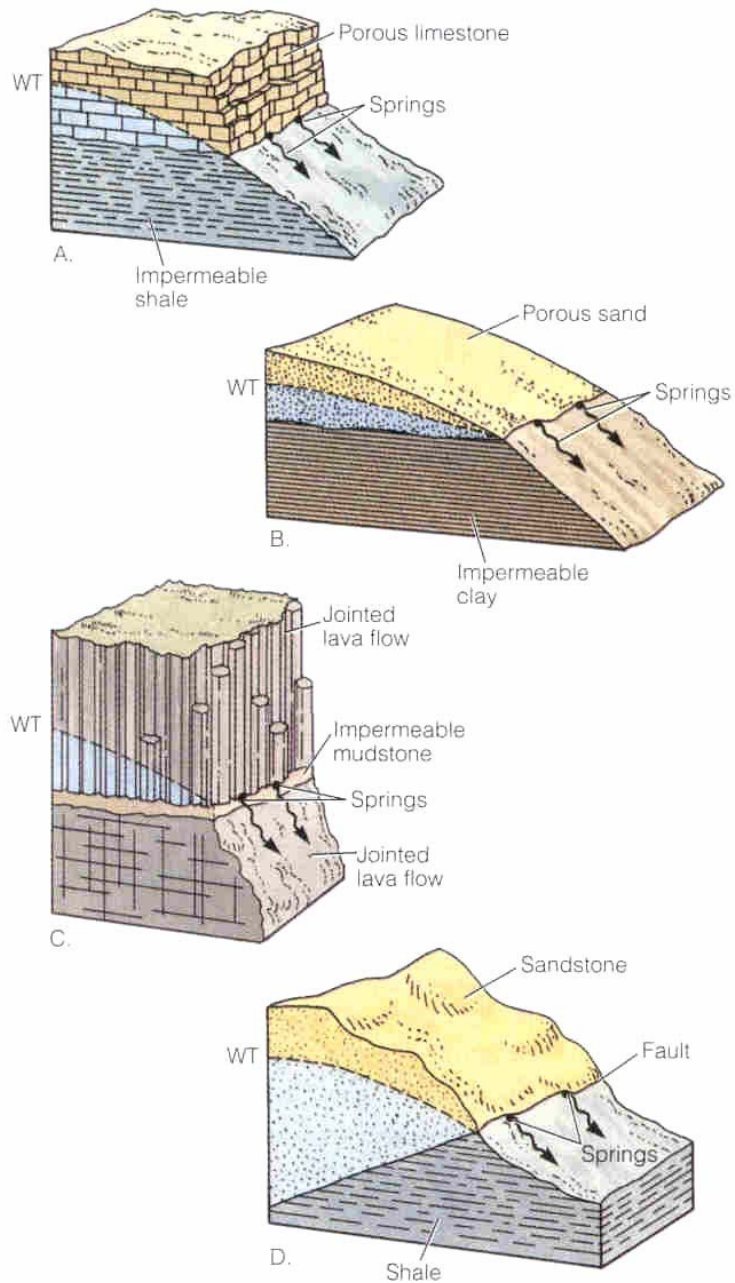
Zdroje podzemní vody

Prameny

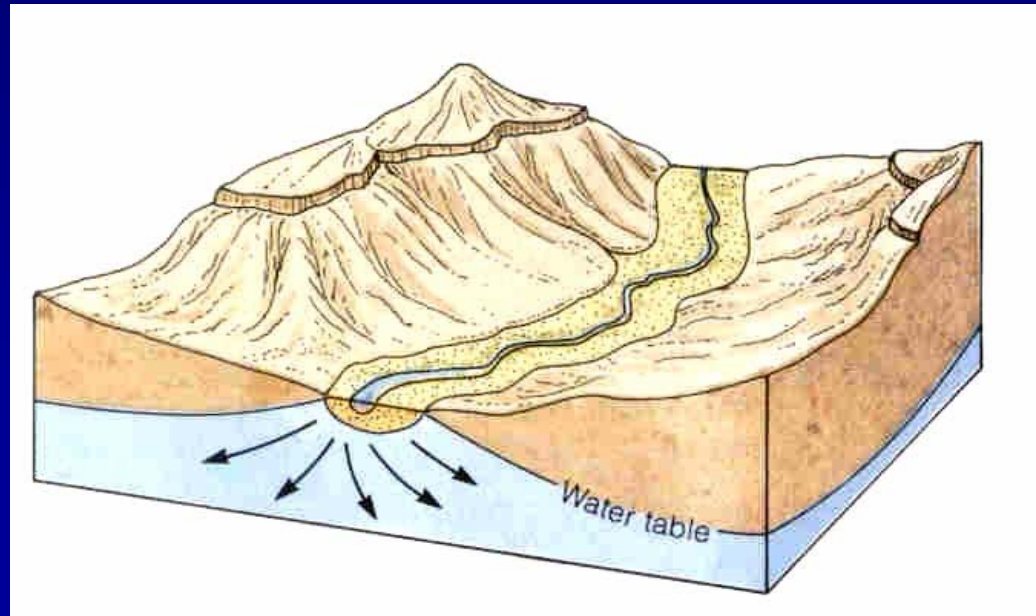
Studny

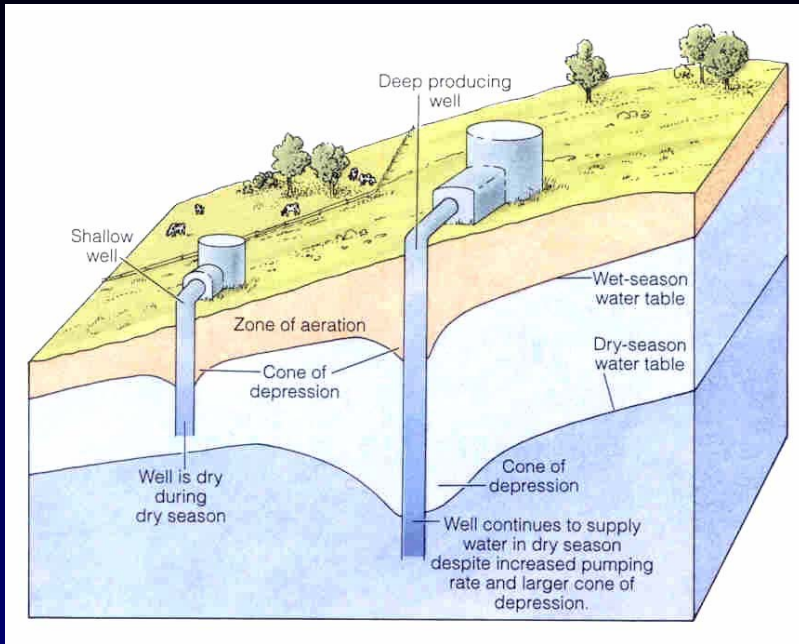
Zvodeň

Artézské systémy



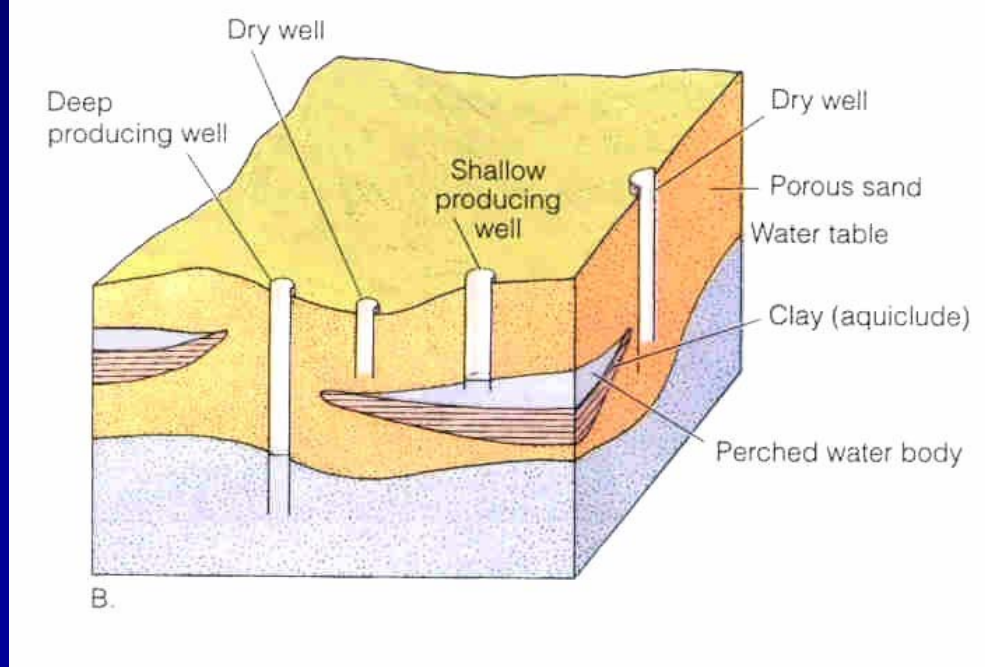
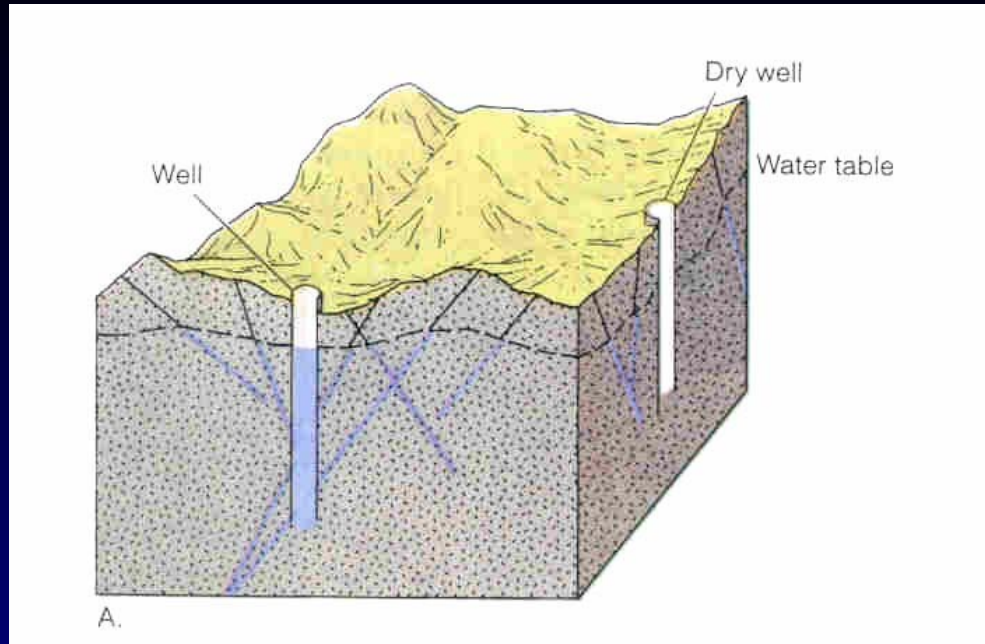
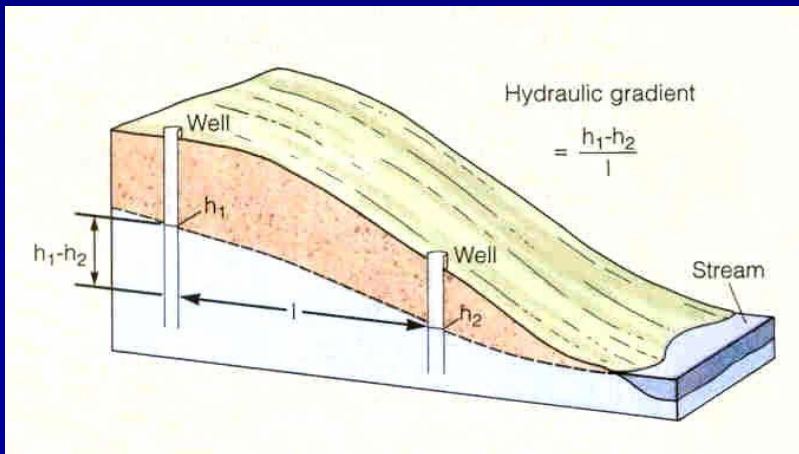
Aridní oblasti



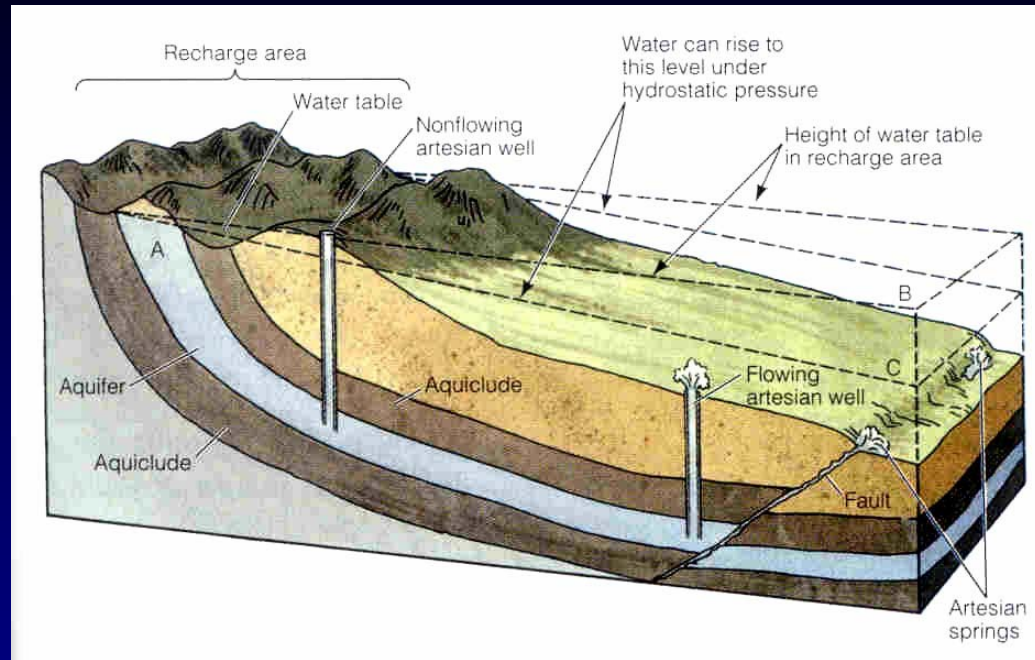


Sezónní vlivy

Rychlost proudění



Artézské systémy



Vlivy nadměrného čerpání
Snížení hladiny podzemní vody
Kompakce a poklesy

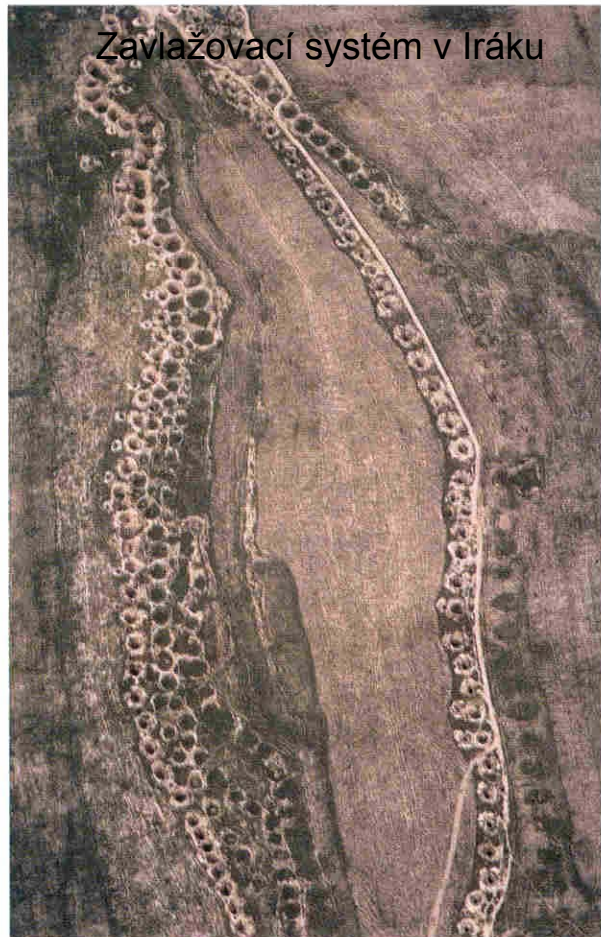
Soupeření o povrchovou vodu
Přenos mezi bazény

Dopady

Amu Darja, Syr Darja (hranice mezi Kazachstánem a Uzbekistánem)

Před třiceti lety bylo Aralské jezero čtvrtým největším jezerem světa (68 000 km², 16 m hlobka, 45 000 tun ryb ročně).

Zavlažování: rybářské vesnice jsou 50 km od břehů, 40 000 km², 9 m hloubka



Kvalita vody

Termín „dobrá“ voda závisí na zamýšleném použití
Různé země – různé standardy

Některé látky v nepatrných množstvích

1 g

2,4 D (domácí herbicid) – 10 milionů litrů vody

PCB – miliardu litrů vody

Složení

výsledek interakce s horninami

Chloridy, sulfáty, karbonáty, Mg, Ca, Na, K, Fe

V některých oblastech As, Hg, U atd.

Znečištění povrchových vod

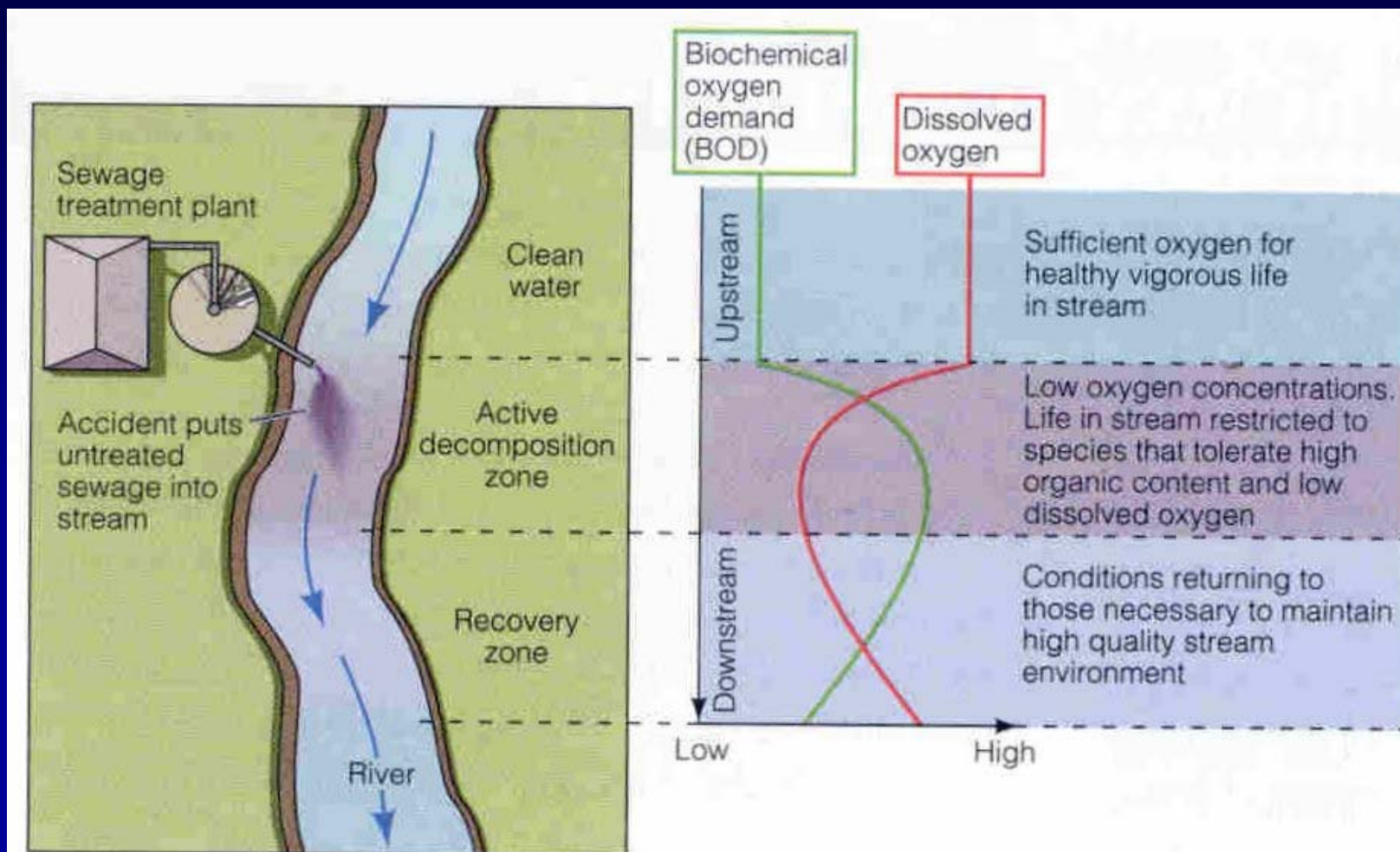
Organické látky

BChSK - biochemická spotřeba kyslíku (BOD)

Eutrofizace – živiny (fosfor, dusíkaté látky) – plankton, řasy

Infekční látky

Mikroorganismy – *Escherichia coli*



Toxické znečištění

Je známo kolem 10 milionů chemických látek
100 000 se využívá komerčně

Toxicita

schopnost látky vyvolávat nepříznivé účinky na živé organismy

akutní toxicita – účinky v průběhu 96 hodin

chronická toxicita

fenylrtuť – neškodná; bakterie – methyrtuť – toxická

Toxické látky

Chlorované organické látky

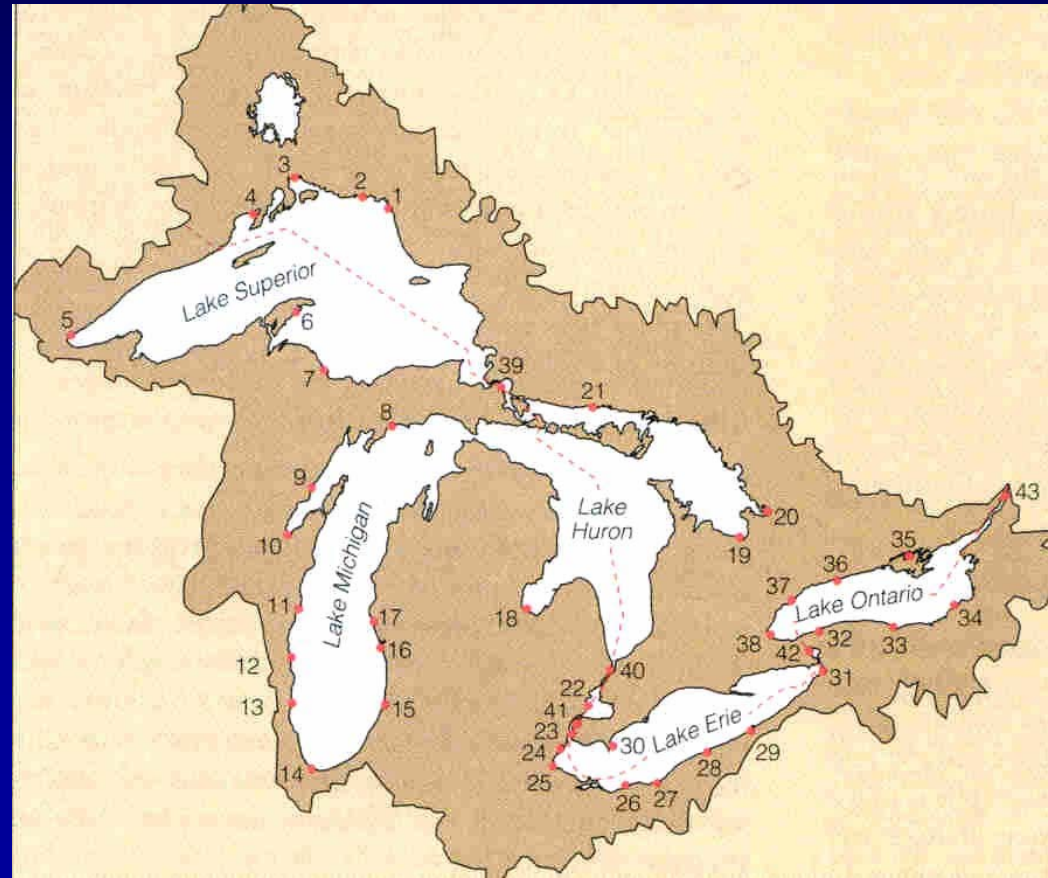
Pesticidy - DDT, dioxiny, furany

Težké kovy

Cd, Pb, Sn, Pu, Hg – většinou působí na nervový systém, játra, ledviny

Uhlovodíky

Benzen – průmysl, neúplné spalování benzínu



Kyselá a alkalická odpady

Kyselá důlní vody (AMD)

Kyselá dešť (ARD)

Čpavek, louh

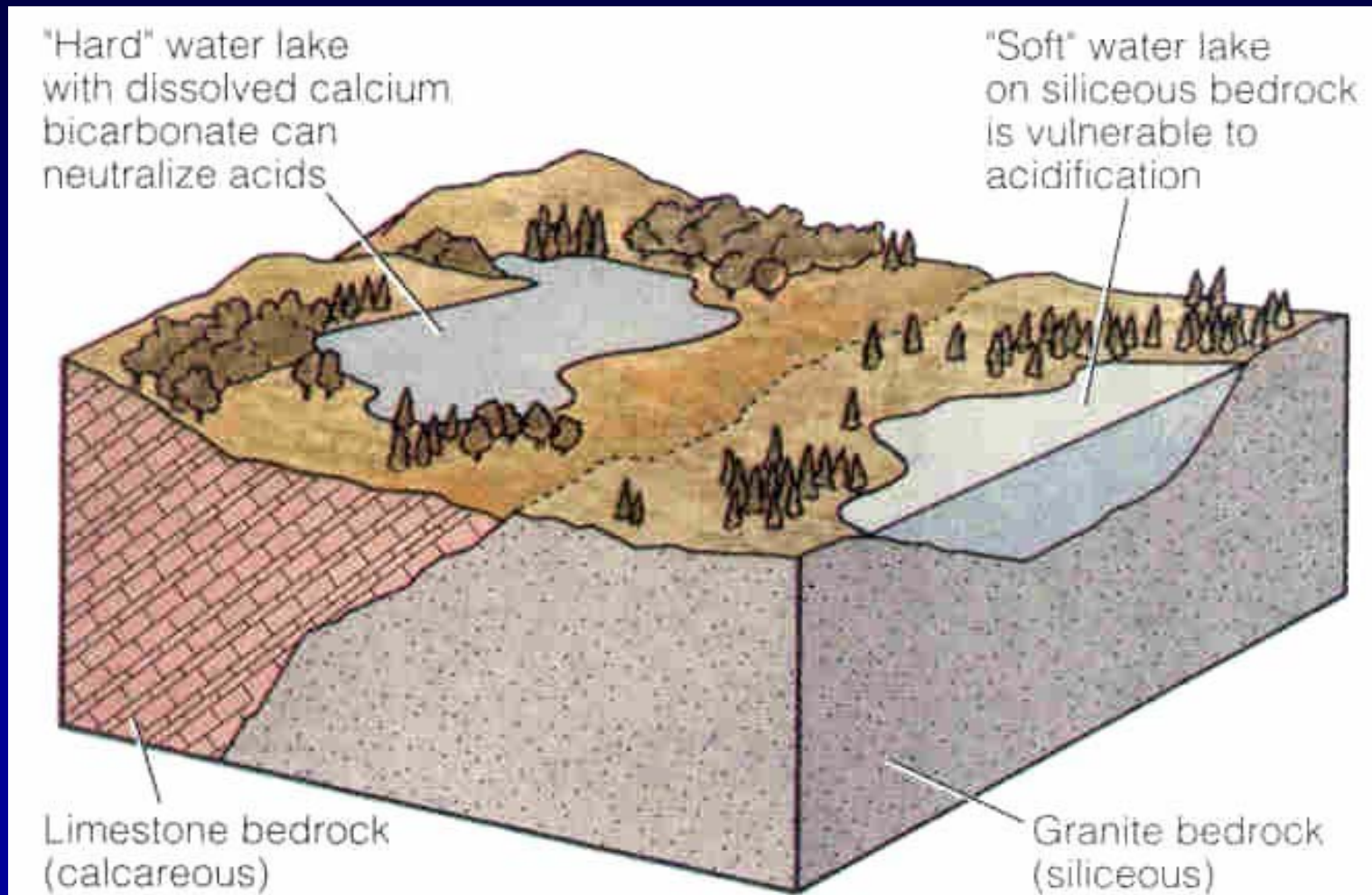
Termické znečištění

Suspendované látky

Jíly

Papírenské odpady

Odpady z cukrovarů



Znečištění podzemních vod

Potenciálně nebezpečné

Rozpustné ve vodě

Resistentní vůči biodegradaci

Užívané ve velkých množstvích

Toxické nebo škodlivé člověku

Dioxiny – vysoce toxické v malých dávkách, málo rozpustné ve vodě = problém s kontaminací sedimentů, malý problém pro podzemní vody

Běžná kontaminace dusičnany (hnojiva, odpady, skládky)

20 z 25 nejzastoupenějších kontaminantů = těkavé organické látky

benzen, toluen, ethylen, xylen (BTEX – benzin)

DCE, TCE, PCE

Znečištění domácím a komunálním odpadem

V pískách se rychle vyčistí – mechanická filtrace bakterií, oxidace bakteriemi, kontakt s organismy, které se živí bakteriemi

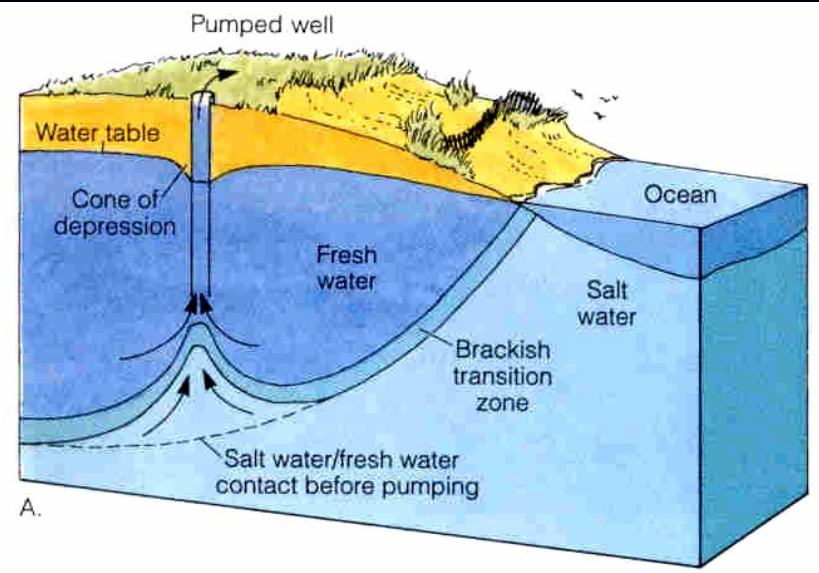
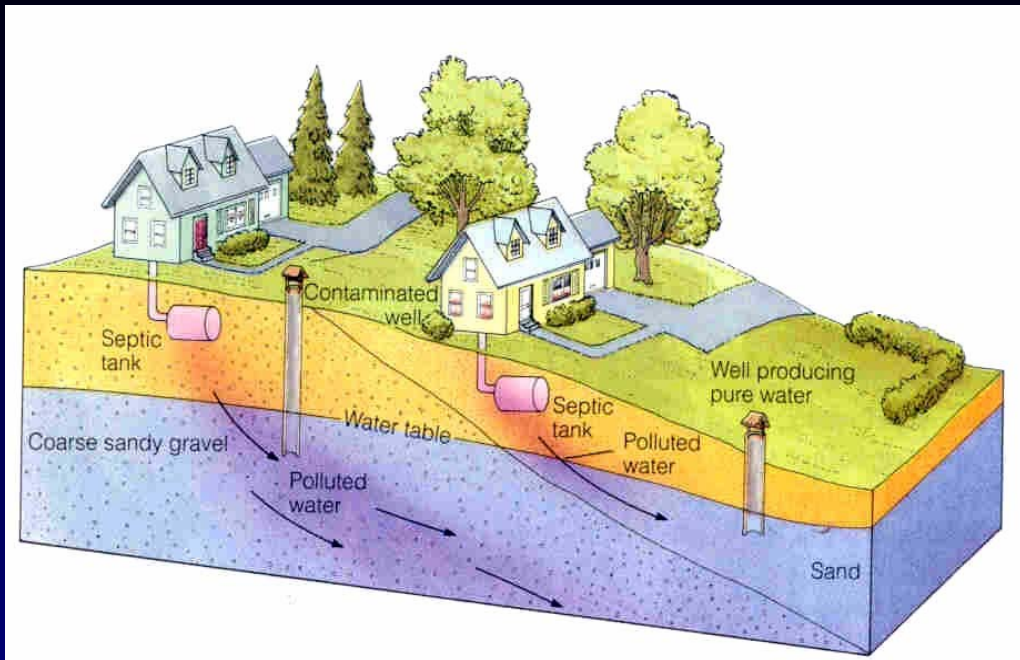
Prosakující podzemní nádrže

(„LUST“ – leaking underground storage tanks)

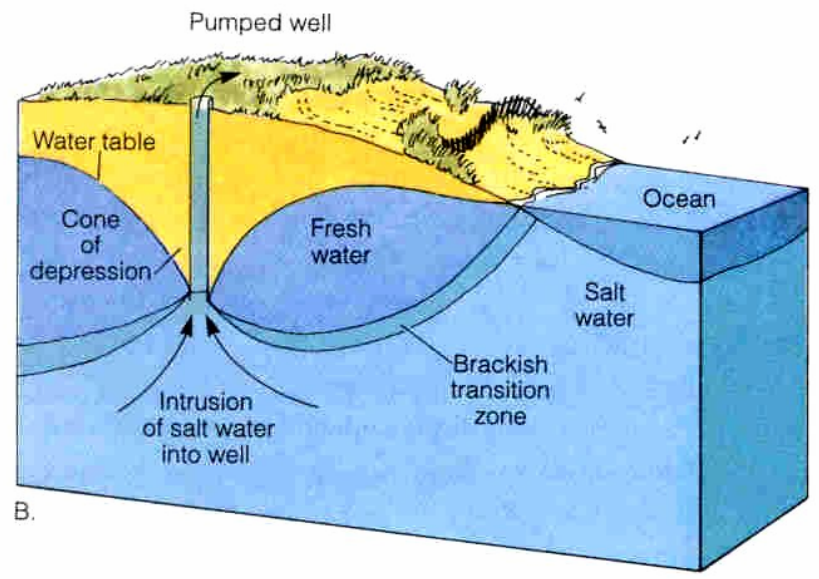
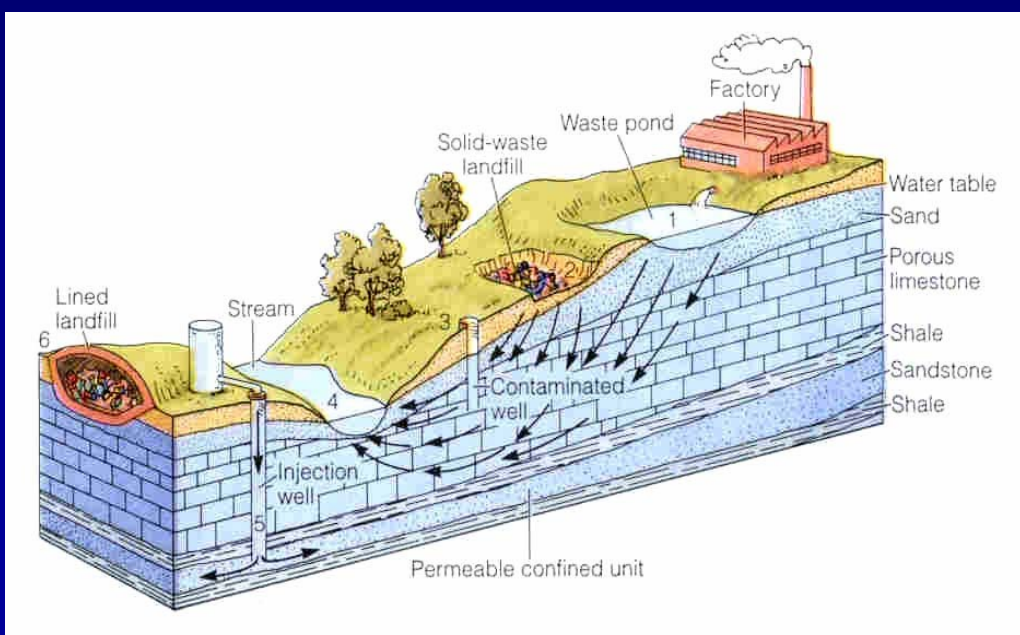
Nejméně 25 % nádrží v USA a Kanadě prosakuje

Zemědělské chemikálie

Kontaminace slanou vodou



A.



B.

Chování kontaminantů pod povrchem

Porosita, permeabilita

Hladina podzemní vody, saturevaná a nenasurovaná zóna

Transport kontaminantů

Kontaminační mrak

Normální tok vody propustným prostředím – advekce

Kontaminant

Stejnou rychlostí – nezpomalený, neretardovaný

Pomaleji – zpomalení, retardace

Retardační faktor $R = V_v / V_k$

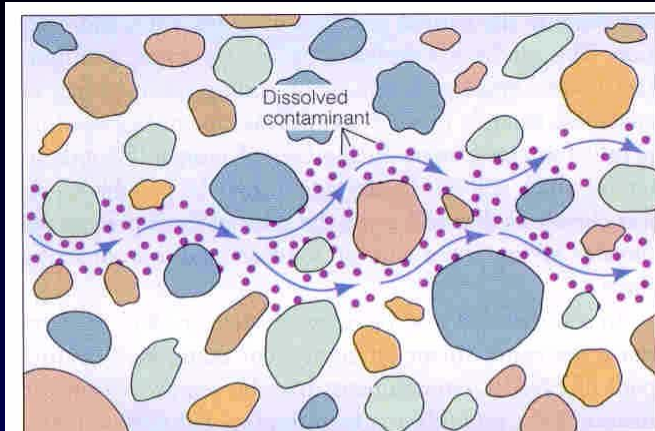
Retardace

Sorpce

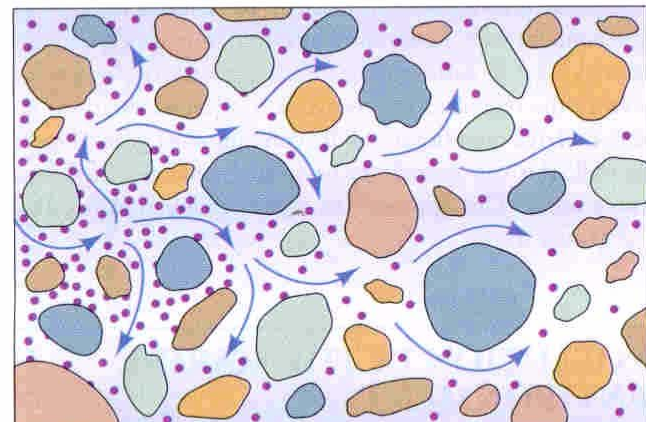
Disperze

Biodegradace

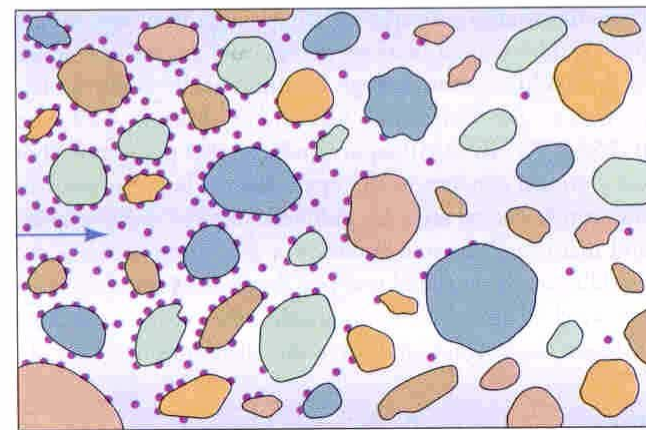
Retardační faktor je možné zjišťovat sledováním pohyb nezpomalované složky (např. Cl^-), která je obsažena v kontaminačním mraku.



A. Advective flow



B. Dispersion



Důležité charakteristiky

Hustota kontaminantu ve vztahu k podzemní vodě

Lehčí (LNAPL – light nonaqueous phase liquid) – benzin

Těžší (DNAPL – dense ...) – TCE

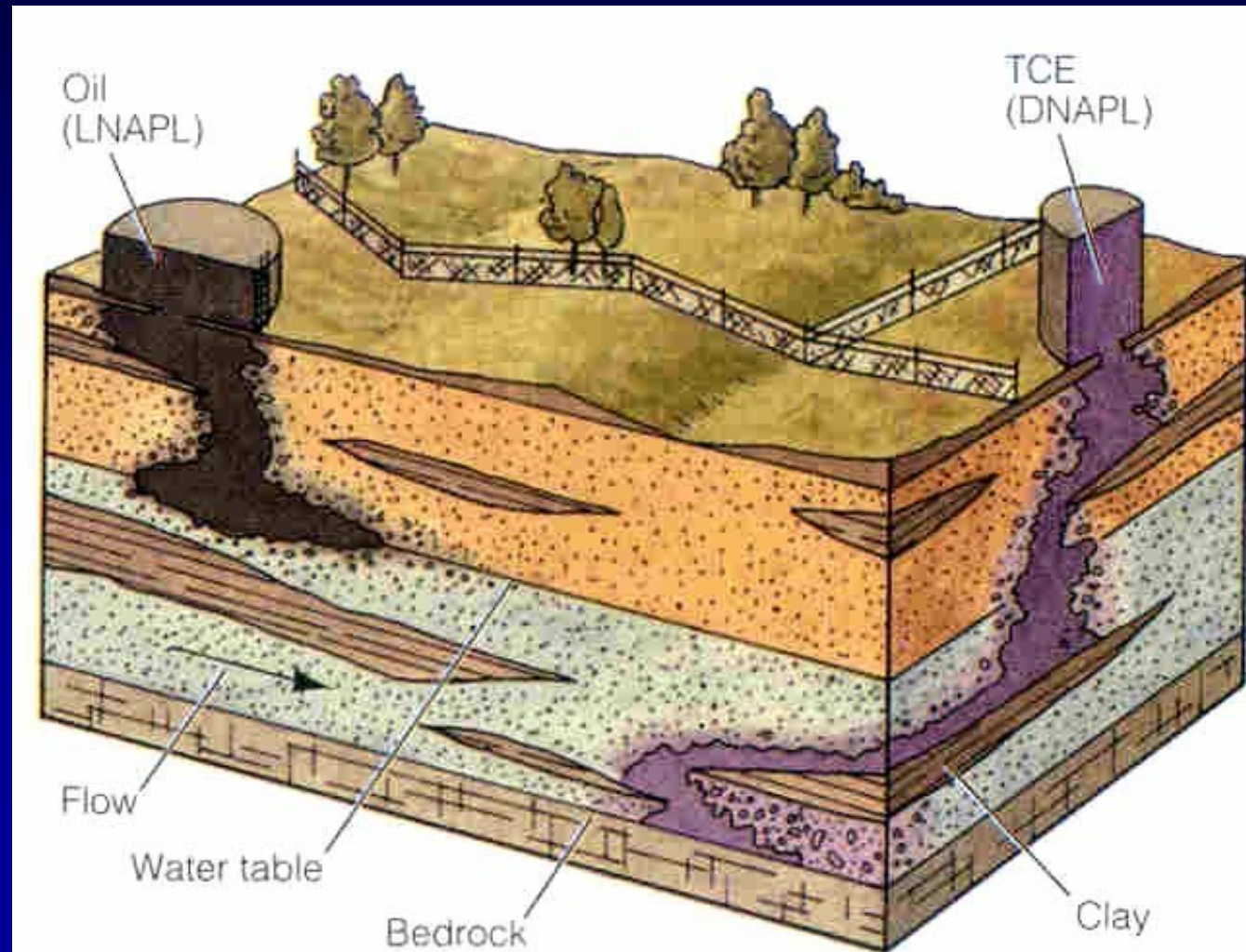
Dekontaminace

Aktivní

Pasivní („nulová“
varianta)

Přirozená atenuace
(zeslabení, útlum)

Biostimulace



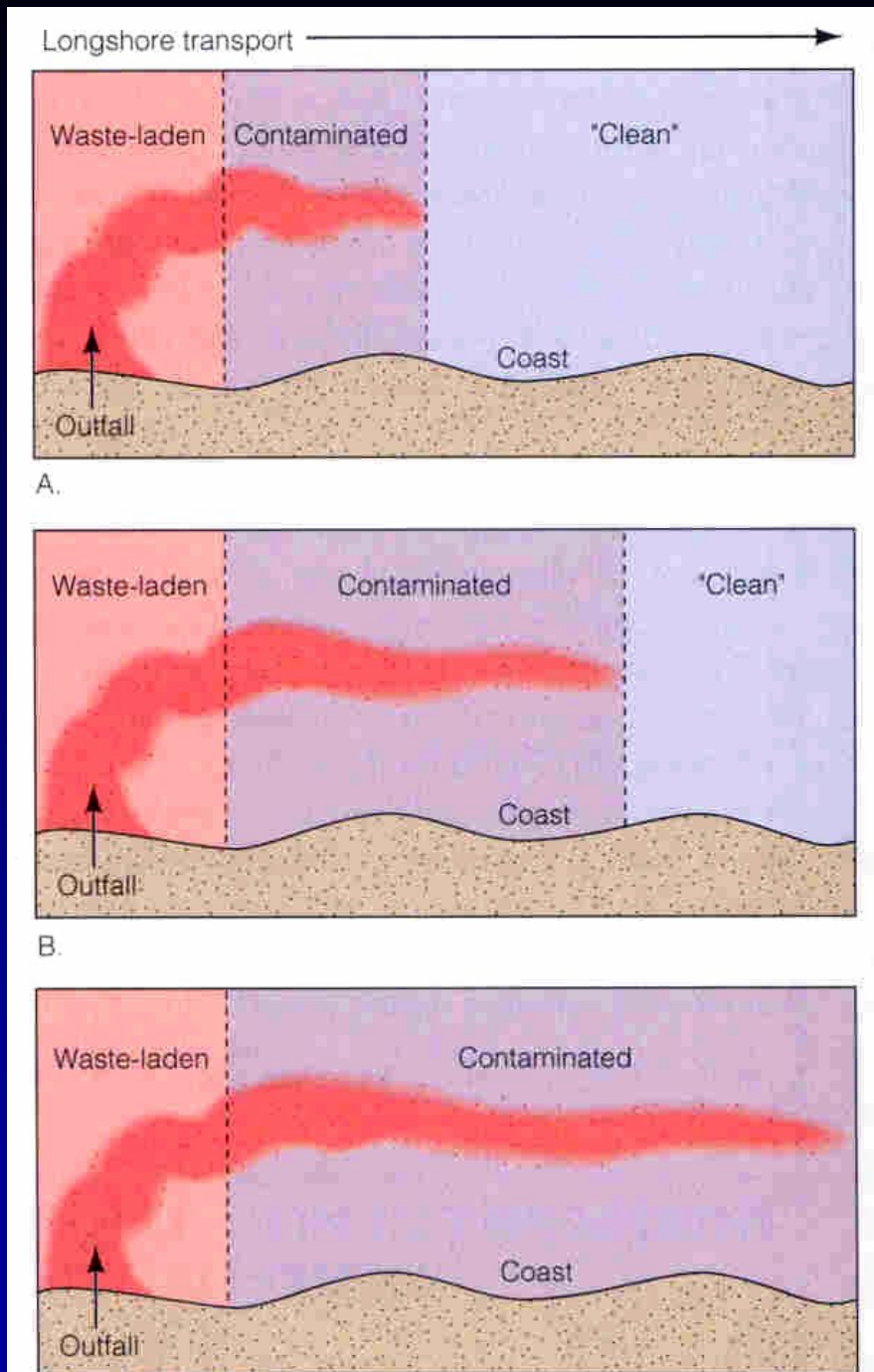
Eutrofizace



Znečištění mořského prostředí
„Všechno z kontinentů nakonec
skončí v moři.“

Komunální odpad (patogenní
viry mohou přežít v oceánské
vodě až 17 měsíců)

Pobřeží



Otevřený oceán

Vypouštění z lodí (balastní voda) a jejich havárie.

Exxon Valdez – březen 1989 Aljaška, 10 milionů galonů (4,54 l), 5 000 km pobřeží.

Malé úniky: ročně 17 EV do Středozevního moře, ročně 6 milionů tun ropy do oceánů.



Galveston Bay,
Texas, 1990.

John Vandermeulen:

„... existují tři mýty o ropných skvrnách, které je třeba vysvětlit:

Zaprvé – ropné skvrny je možné dostat pod kontrolu. Není.

Zadruhé – roponosné skvrny mohou být odstraněny. Nemohou.

Zatřetí – postižené prostředí je odsouzeno k záhubě. Není.“

Emulze.

Christos Bitas, 1978, pobřeží Walesu.

