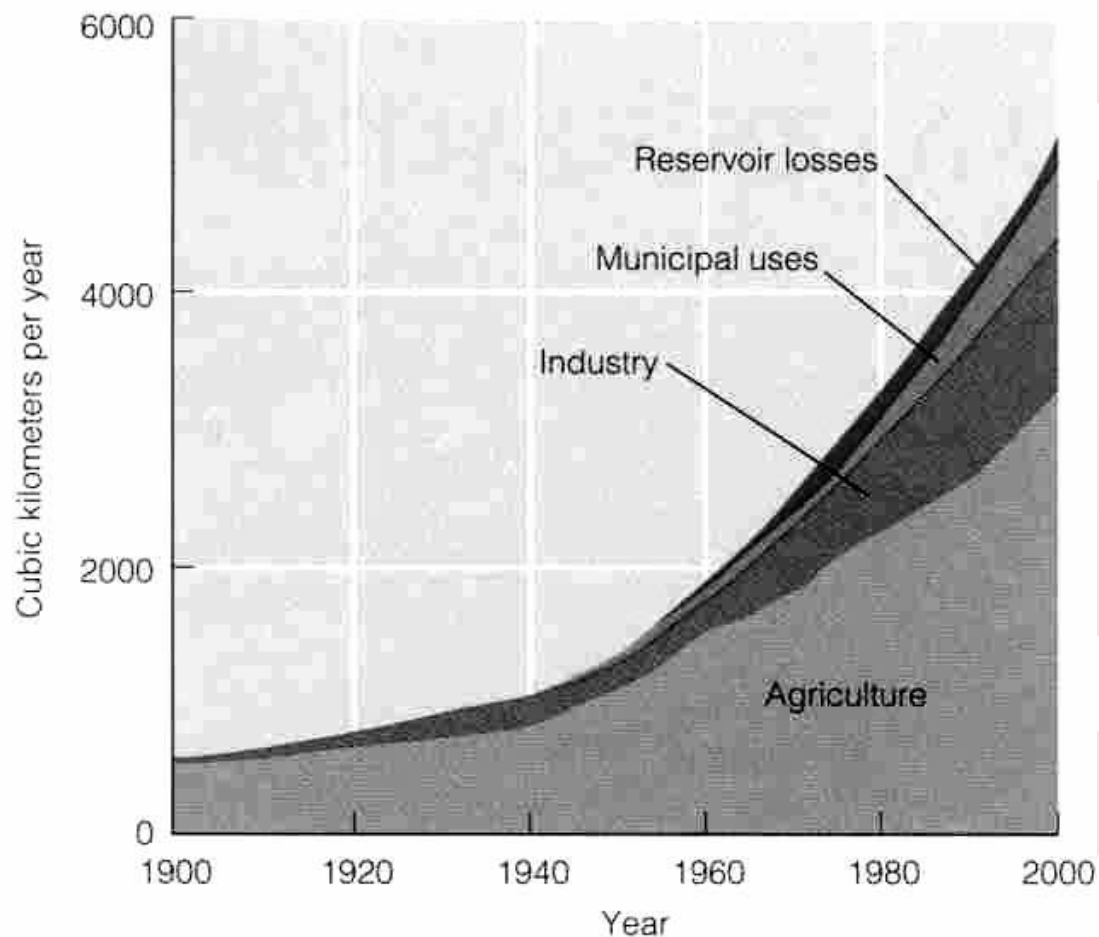


Zdroje vody

Voda je kritickým zdrojem pro udržení života



**Odhadovaná
spotřeba vody
v letech 1990–2000**

Voda

Dva hlavní faktory:

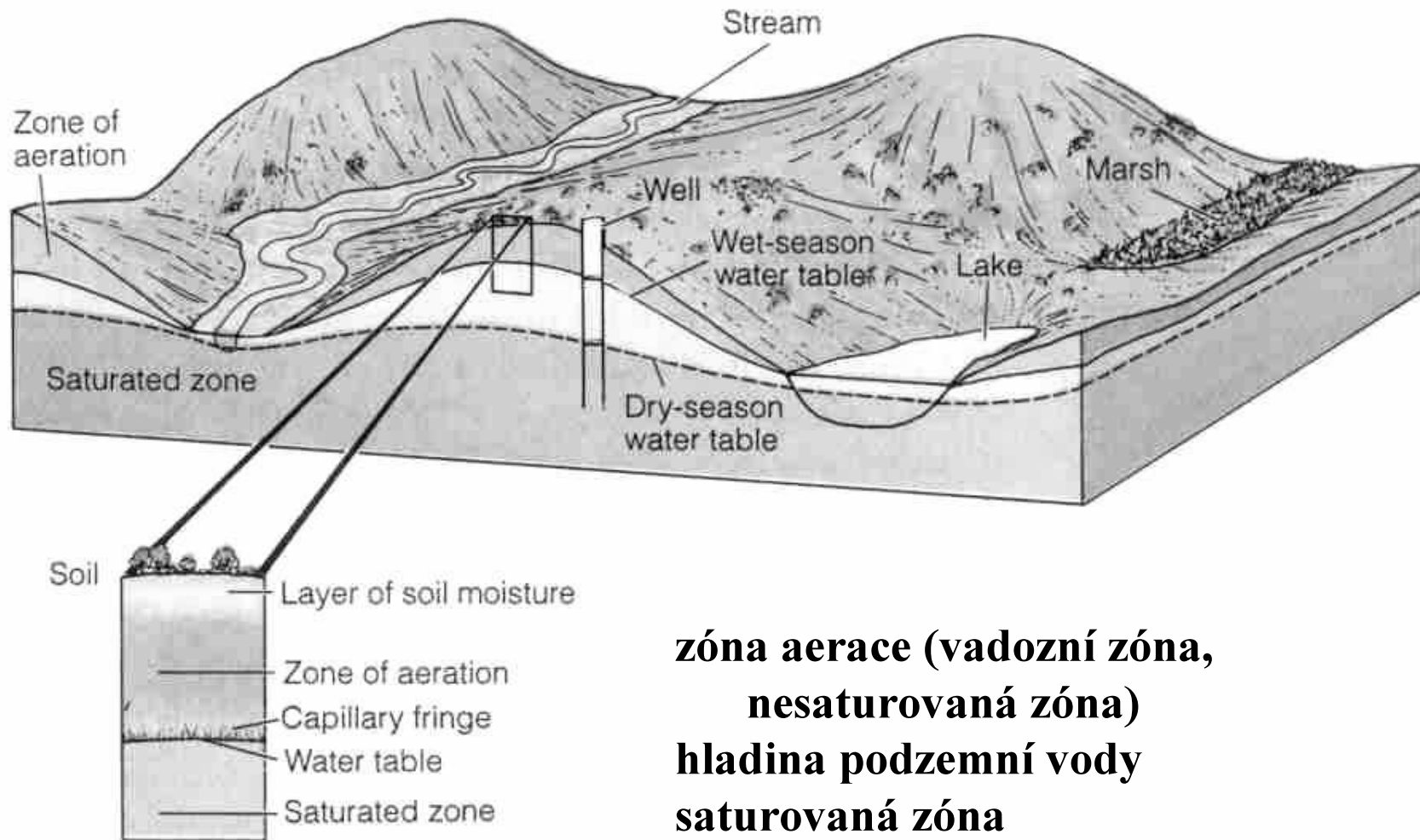
Kvalita

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



**zóna aerace (vadozní zóna,
nesaturovaná zóna)
hladina podzemní vody
saturovaná zóna
kapilární třáseň**

Typický systém podzemní vody.

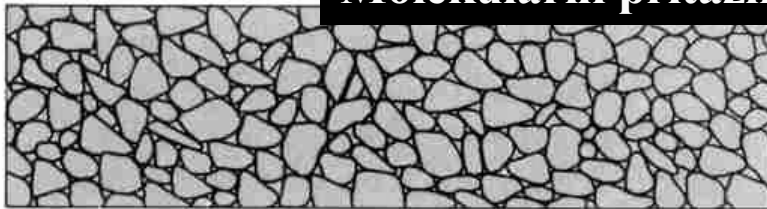
Pohyb podzemní vody

Většina podzemní vody je v pohybu.

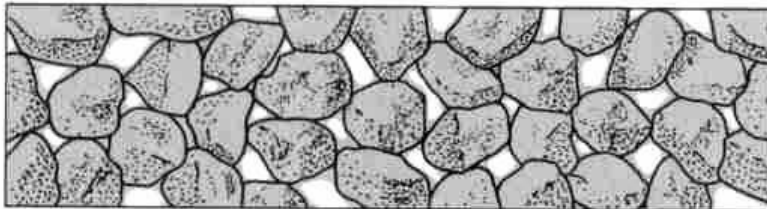
Pohyb závisí na:

porozitě (procentické zastoupení pórů)
permeabilitě (měřítko snadnosti pohybu vody)

Molekulární přitažlivost



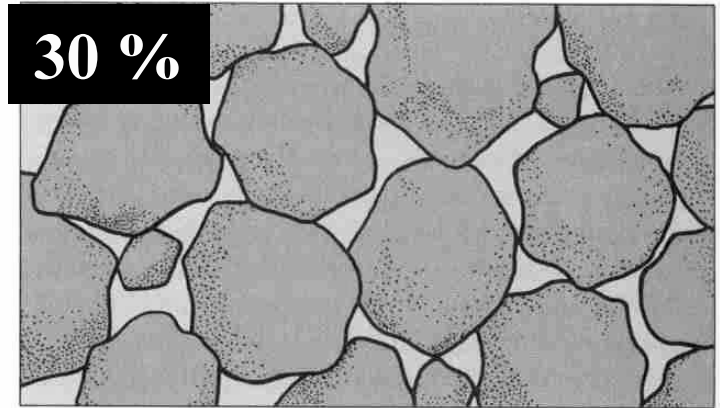
In very small spaces water is held by molecular attraction.



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

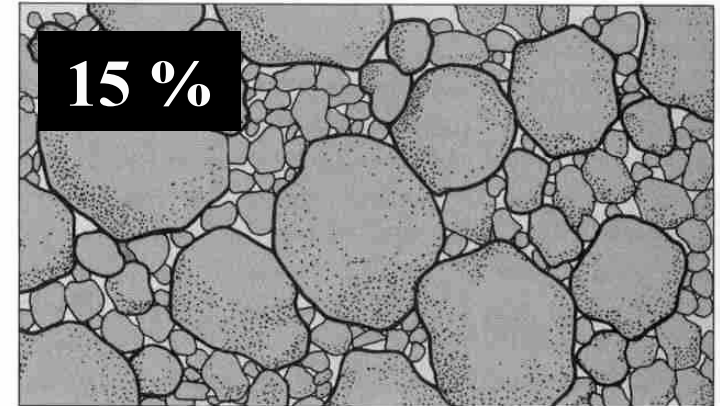
Při stejné porozitě různá permeabilita Josef Zeman

30 %



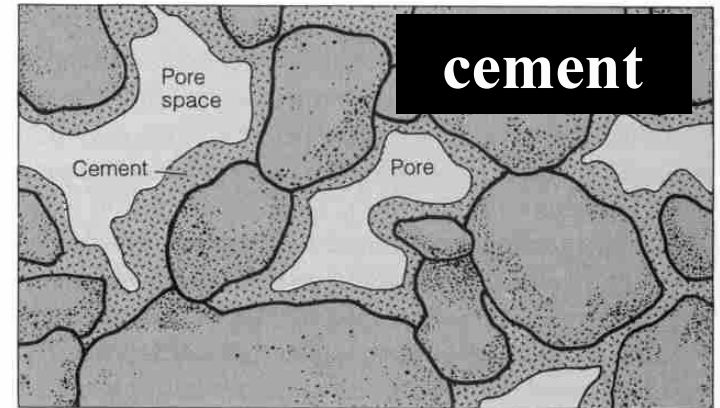
A.

15 %



B.

cement

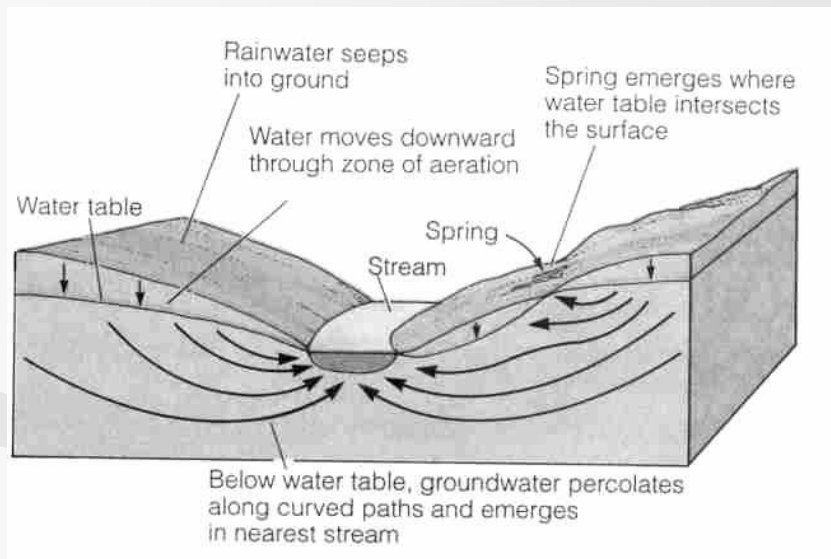


C.

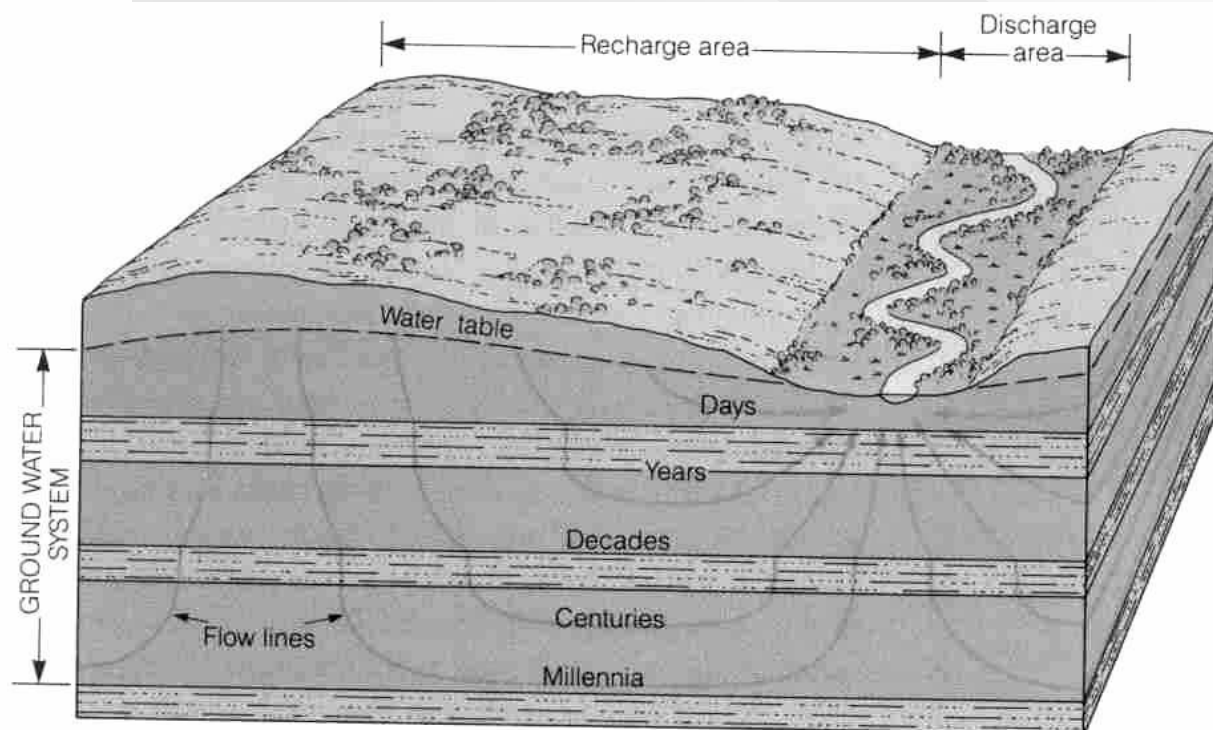
0 0.5mm

Pohyb v zóně aerace (půdní vlhkost)

Pohyb v saturované zóně (perkolace)



Oblast doplňování a odvodňování – časový režim



Zdroje podzemní vody

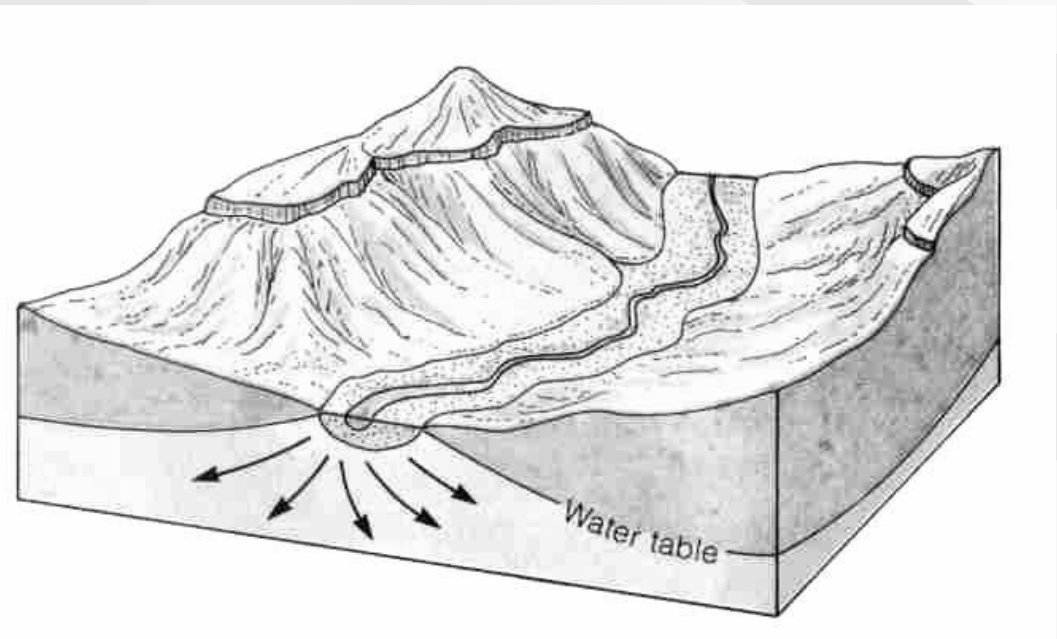
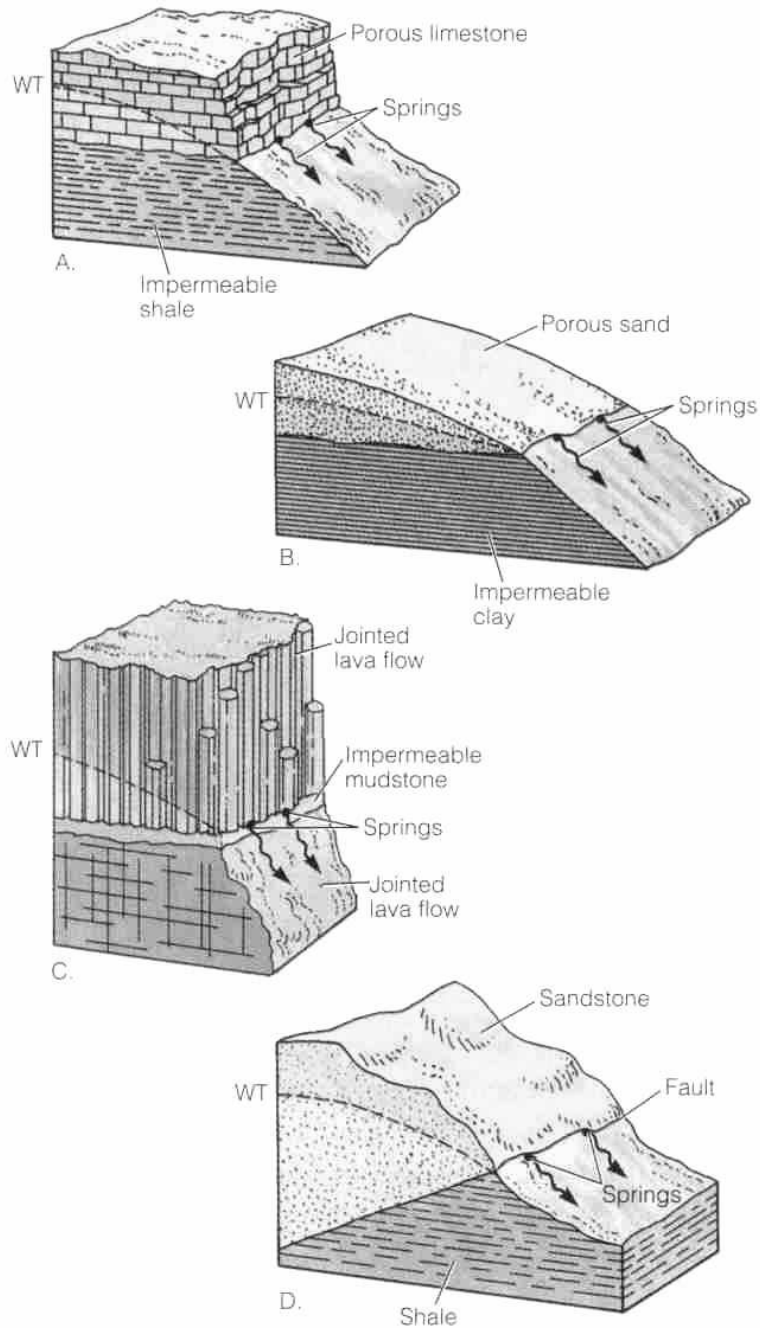
Prameny

Studny

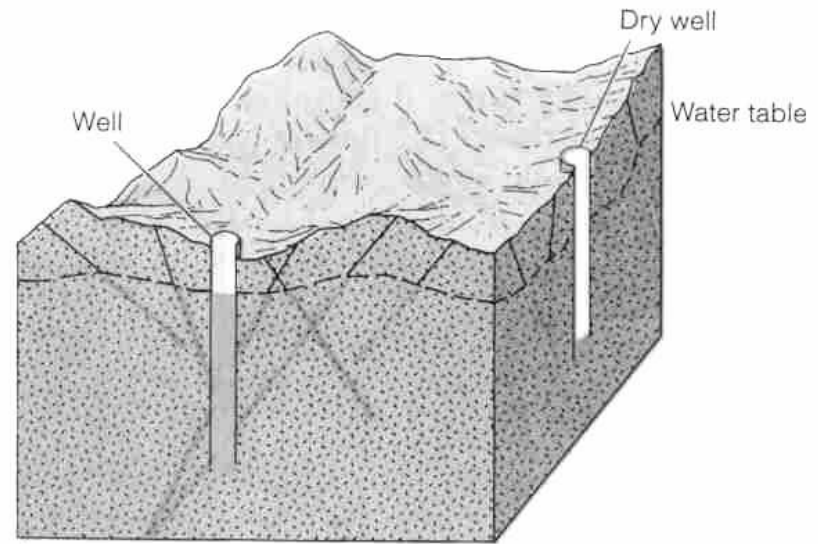
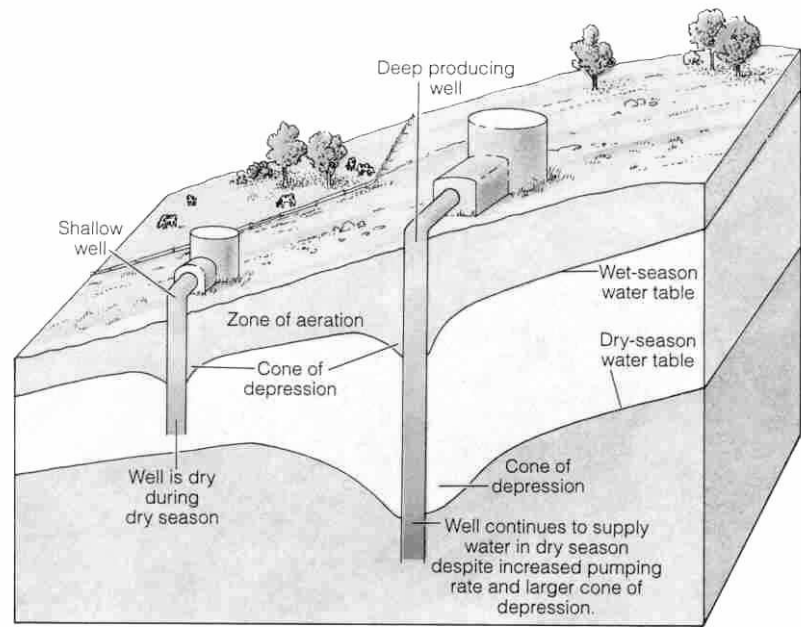
Zvodeň

Artézské systémy

Aridní oblasti

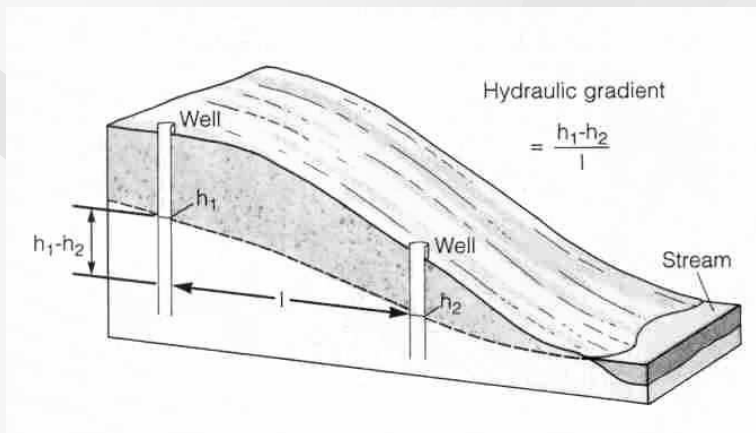


Sezonní vlivy

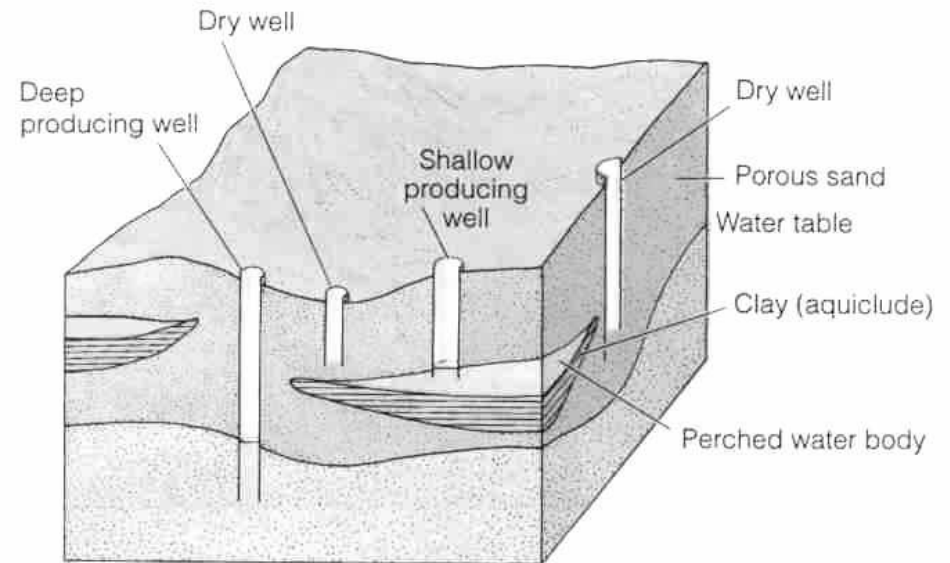


A.

Rychlost proudění



Jose

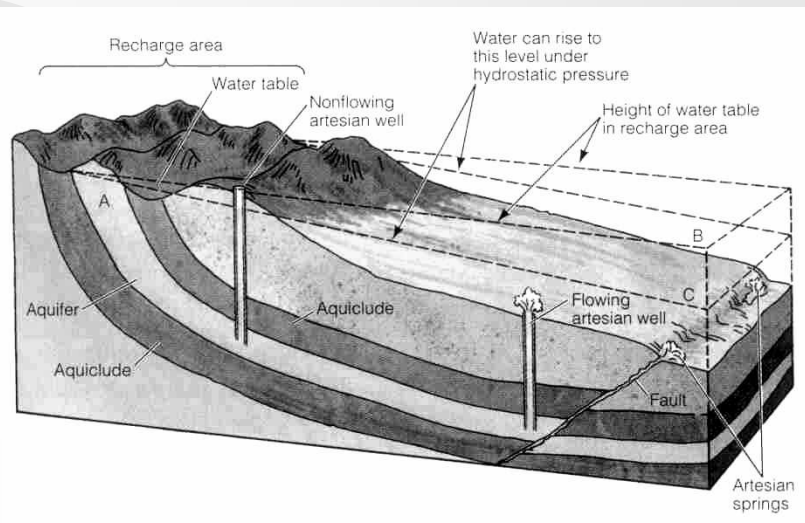


B.

Artézské systémy

Vlivy nadměrného čerpání
Snížení hladiny podzemní vody
Kompakce a poklesy

Soupeření o povrchovou vodu
Přenos mezi bazény

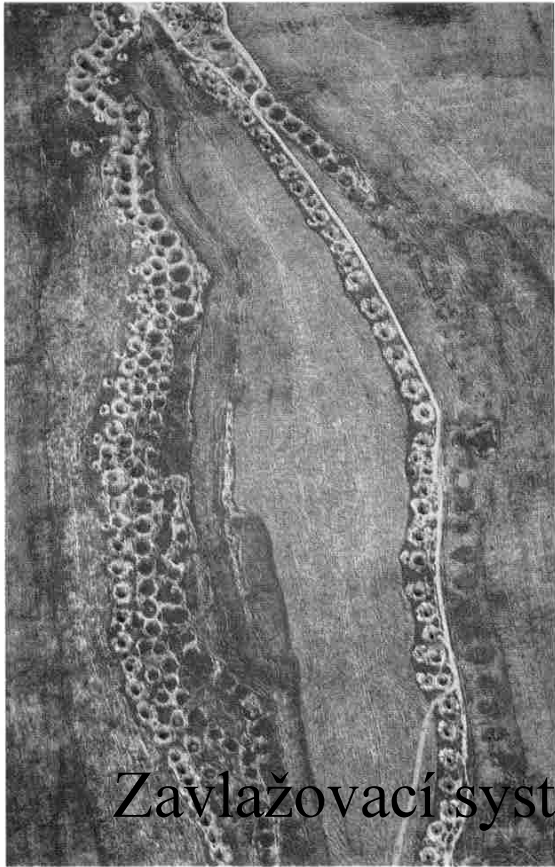


Dopady

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

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

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



Zavlažovací systém v Iráku



Aralské jezero



Zavlažování v Kanadě

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

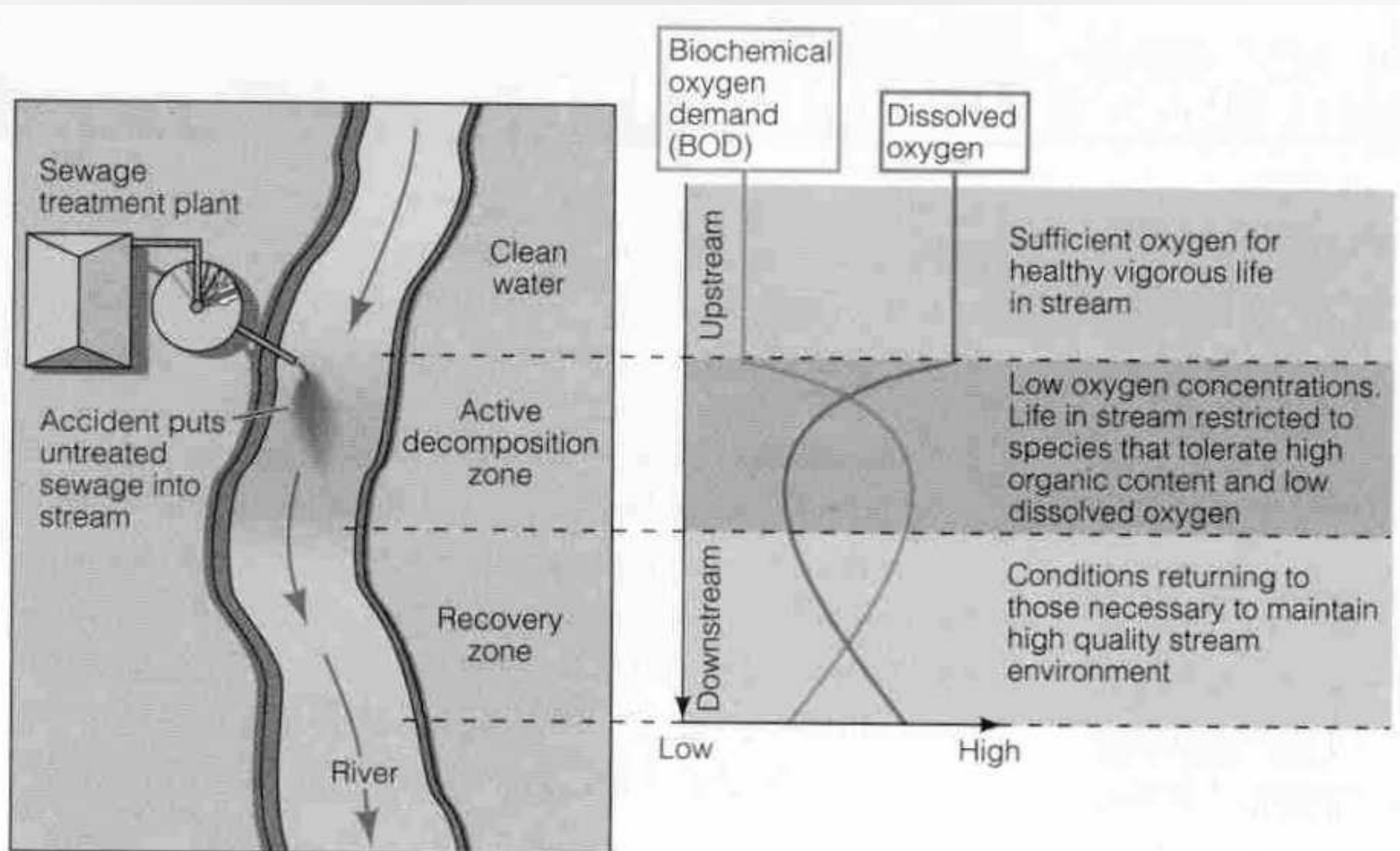
Organické látky

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

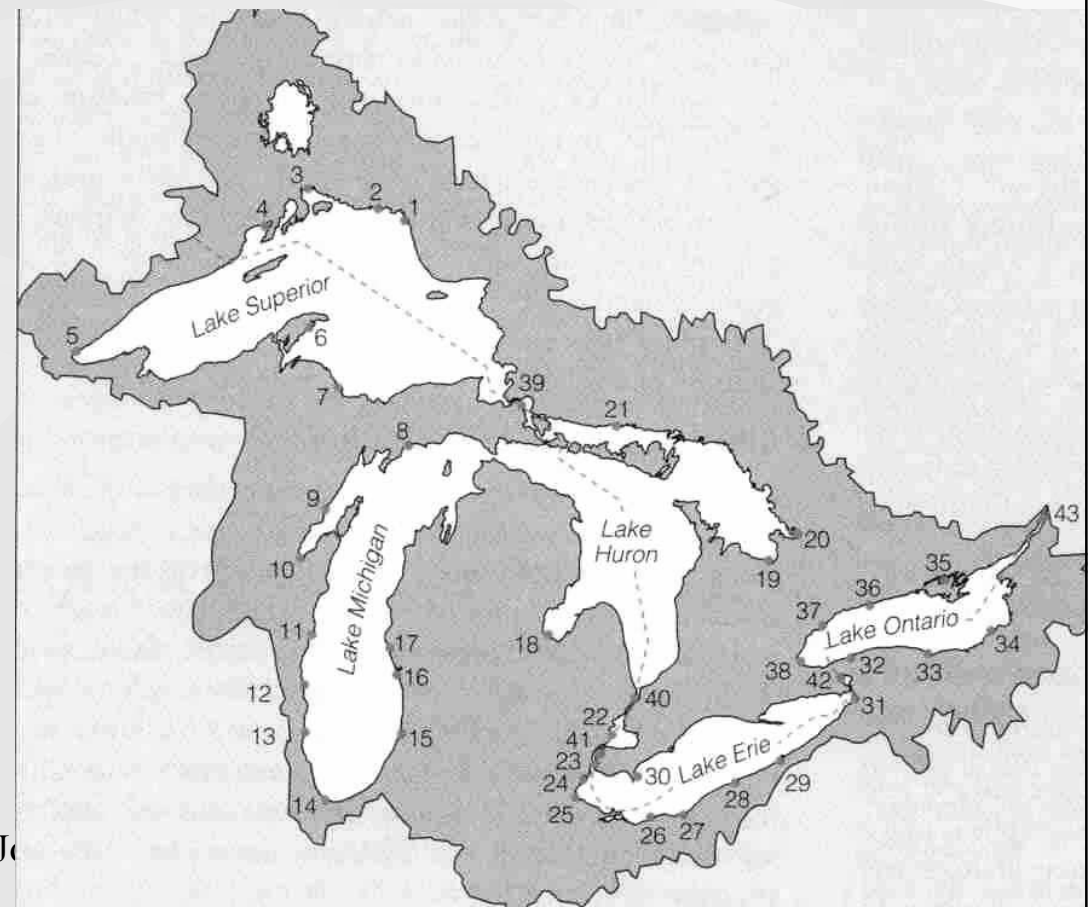
Pesticidy - DDT, dioxiny, furany

Težké kovy

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

Uhlovodíky

Benzen – průmysl, neúplné spalování benzínu

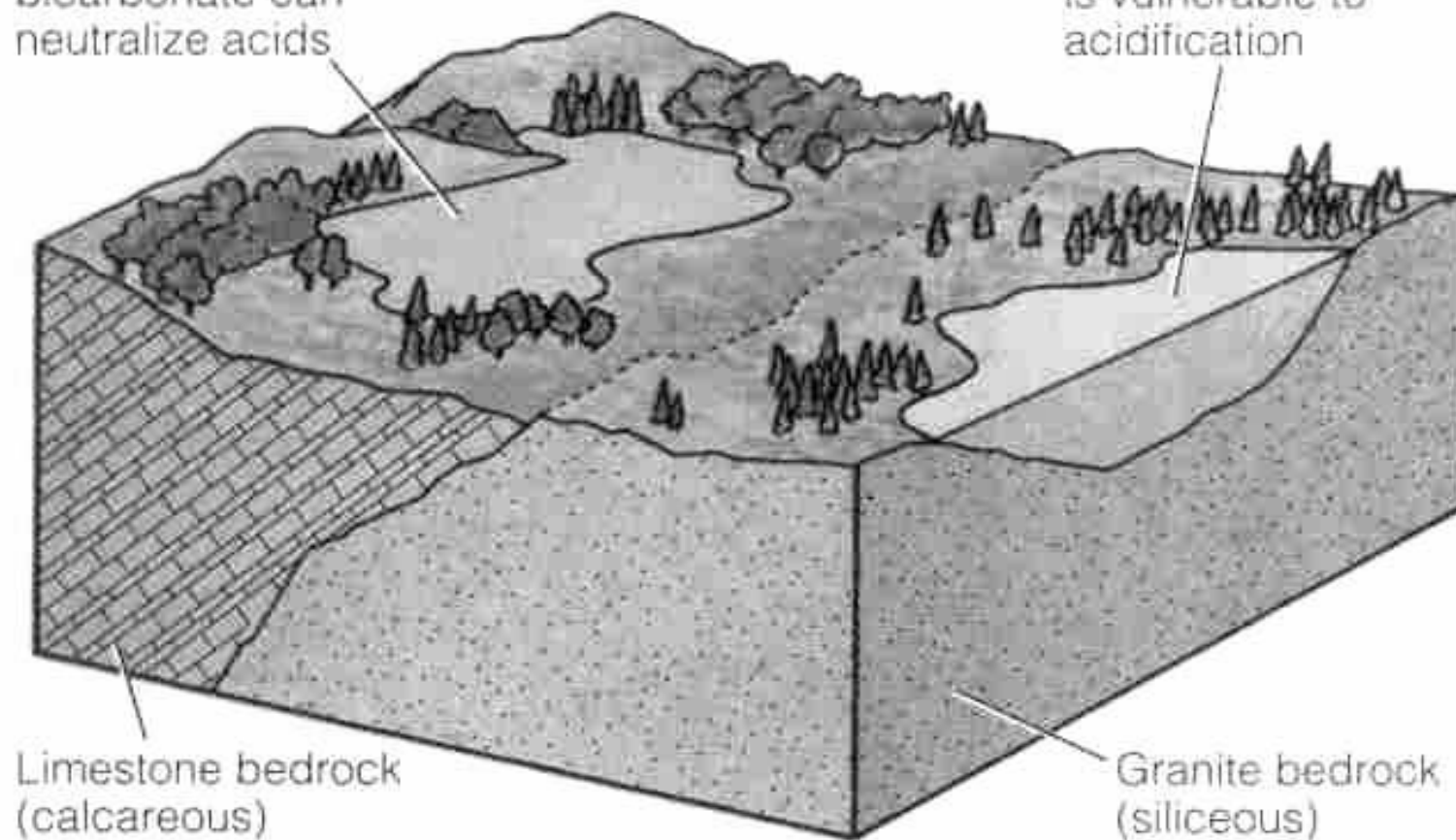


Kyselá a alkalická odpady
Kyselá důlní vody (AMD)
Kyselá dešť (ARD)
Čpavek, louh

Termické znečištění
Suspendované látky
Jíly
Papírenské odpady
Odpady z cukrovarů

"Hard" water lake
with dissolved calcium
bicarbonate can
neutralize acids

"Soft" water lake
on siliceous bedrock
is vulnerable to
acidification



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

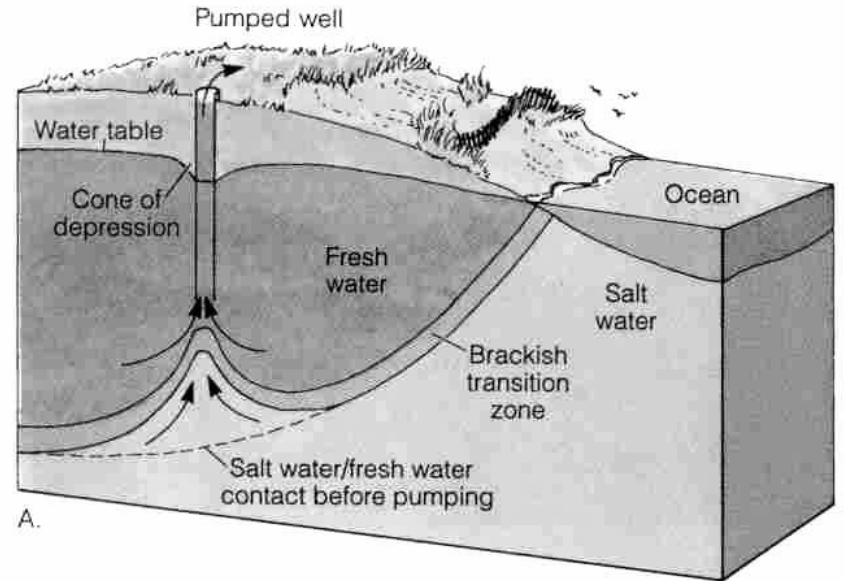
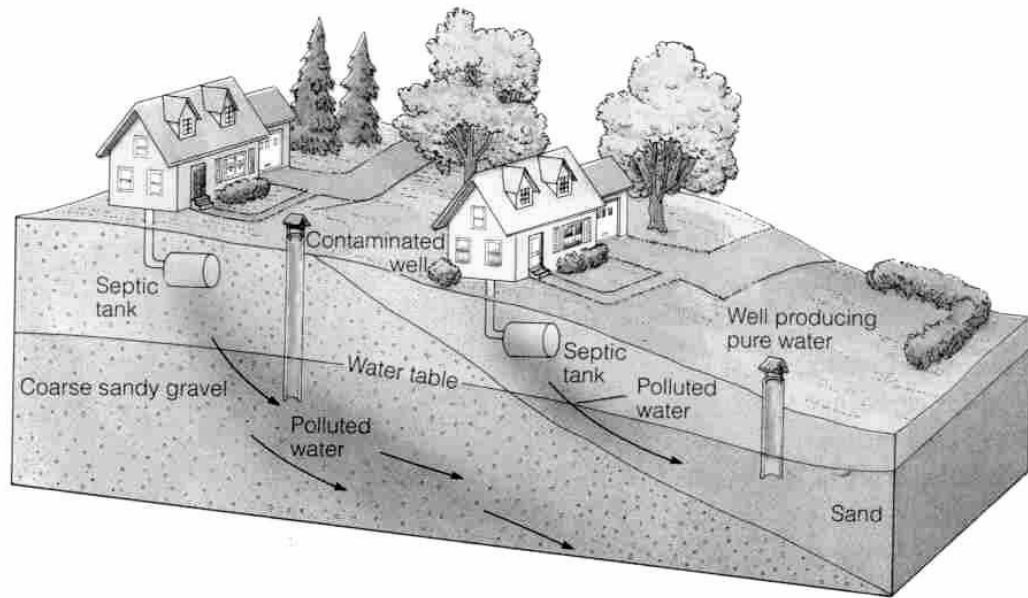
**V pískách se rychle vyčistí – mechanická filtrace bakterií, oxidace
bakteriemi, kontakt s organismy, které se živí bakteriemi**

**Prosakující podzemní nádrže („LUST“ – leaking underground
storage tanks)**

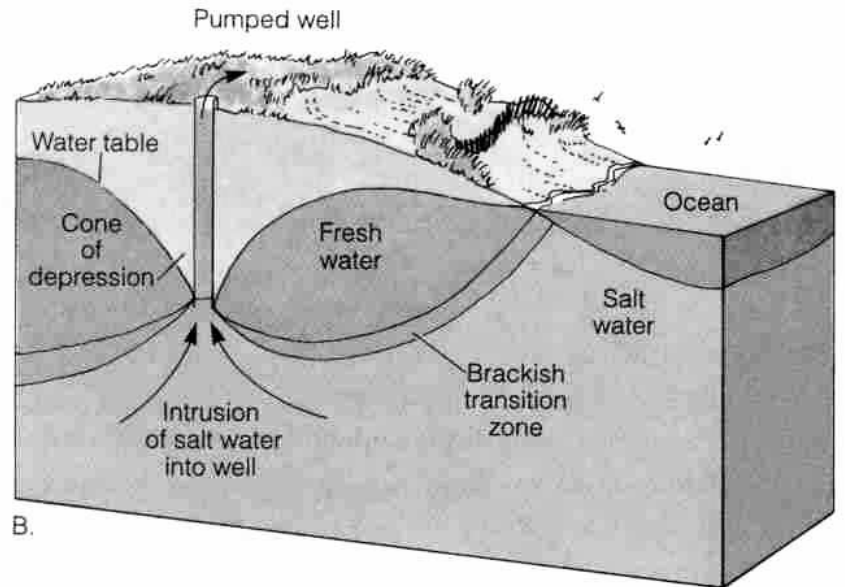
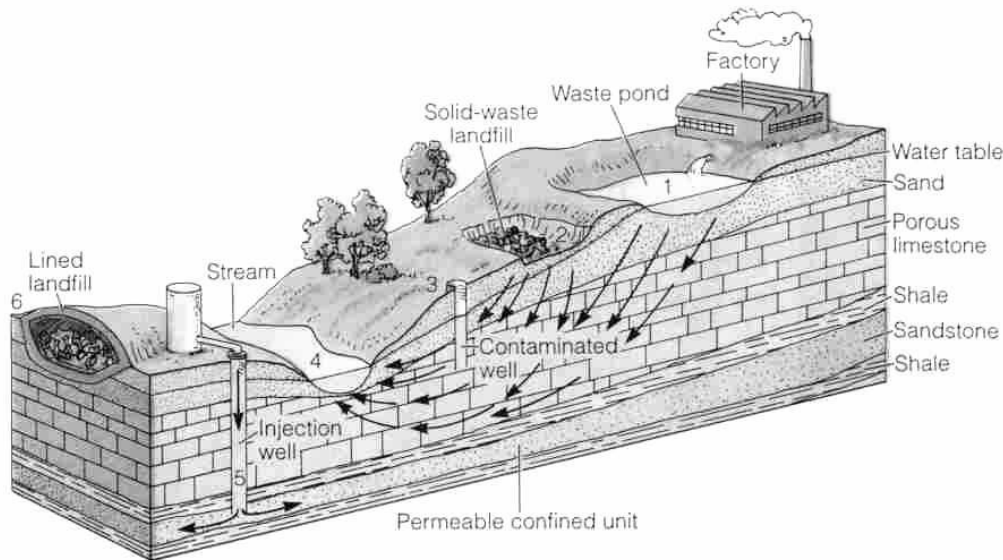
Nejméně 25 % nádrží v USA a Kanadě prosakuje

Zemědělské chemikálie

Kontaminace slanou vodou



A.



B.

Josef Zeman

Chování kontaminantů pod povrchem

Porosita, permeabilita

Hladina podzemní vody, saturovaná a
nesaturovaná 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

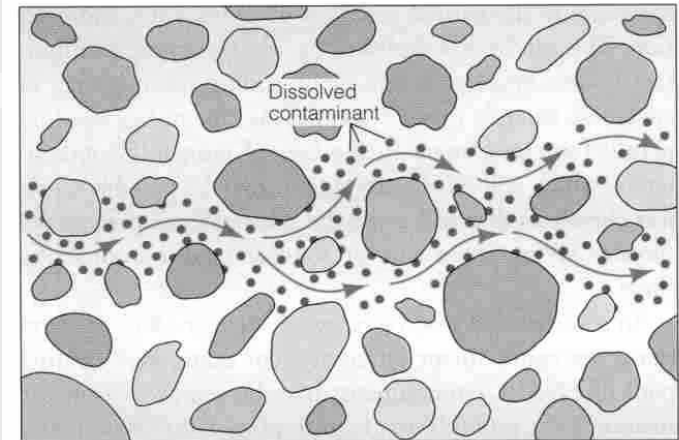
Sorpce

Disperze

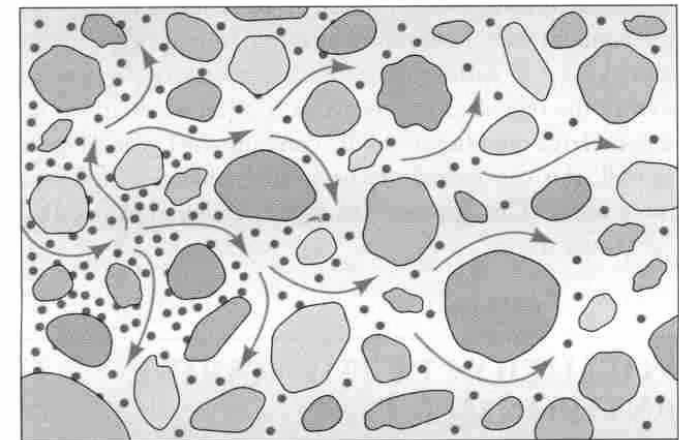
Biodegradace

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

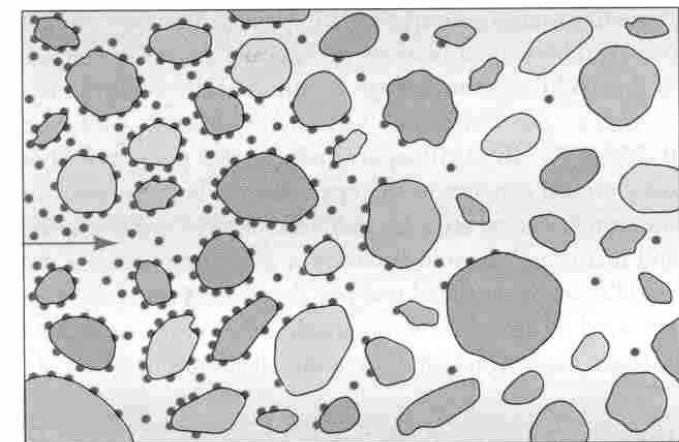
Josef Zeman



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

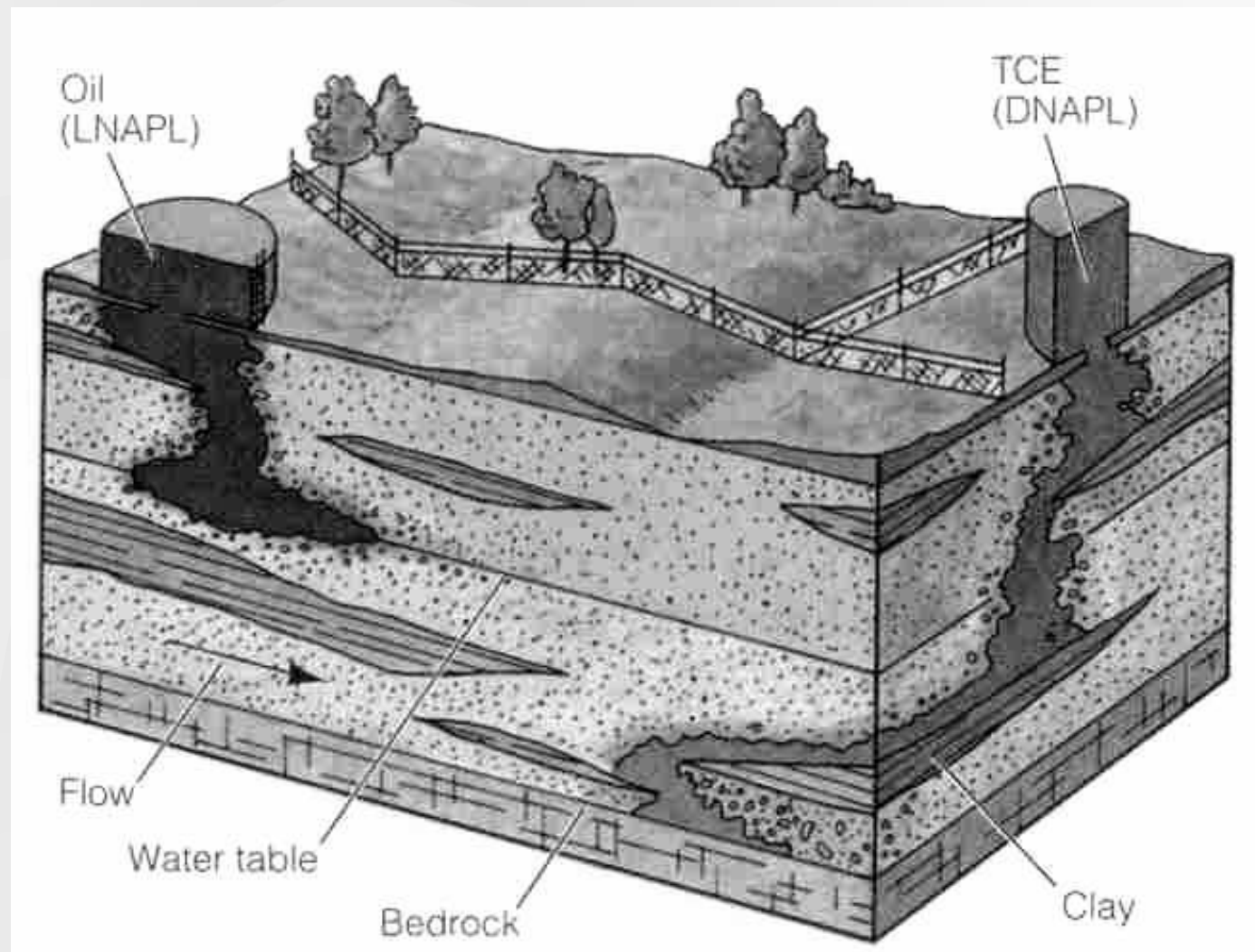
Pasivní

(„nulová“
varianta)

Přirozená
atenuace

(zeslabení,
útlum)

Biostimulace



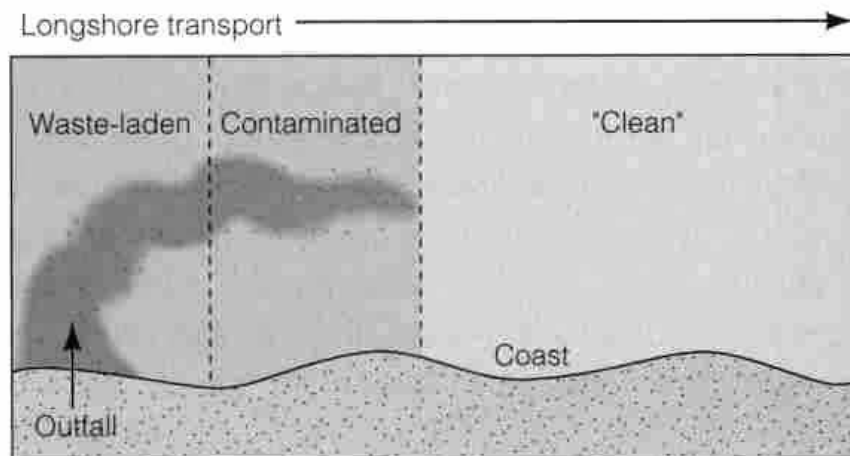
Eutrofizace



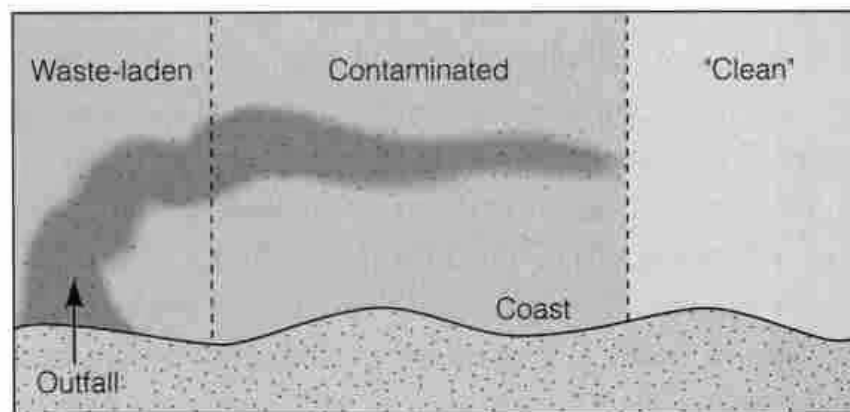
Znečištění mořského prostředí „Všechno z kontinentů nakonec skončí v moři.“

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

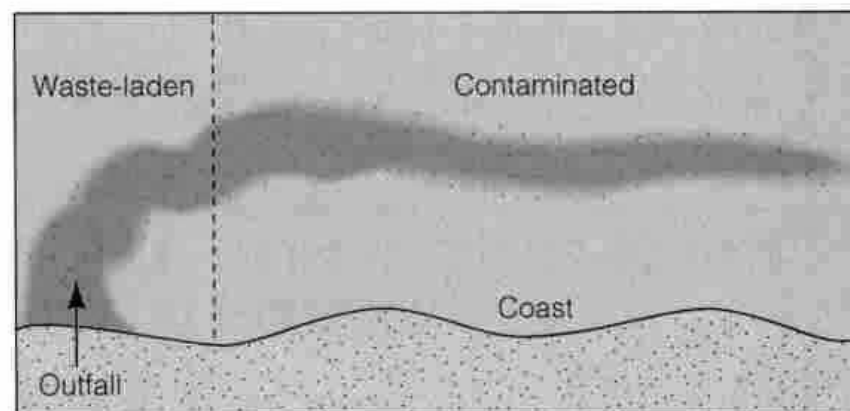
Pobřeží



A.



B.



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



Christos Bitas, 1978, pobřeží Wakesu

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.

