

Chemie životního prostředí II – Znečištění složek prostředí

Pedosféra

(01)

Základní charakteristiky

Ivan Holoubek, Josef Zeman

RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

holoubek@recetox.muni.cz; <http://recetox.muni.cz>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pedosféra

„Půda je přírodní útvar, který se vyvíjí z povrchových zvětralin kůry zemské a ze zbytků ústrojenců a jehož stavba a složení jsou výsledkem podnebí a jiných faktorů půdotvorných“.

V. Novák

Současnost – ve značné míře výtvor antropogenní

Půda:

- ↪ „nezničitelná“ – její kvalita se může lidskou činností měnit
- ↪ je možné ji opakovaně využívat

Pedosféra

Půda:

- ↪ rozhraní atmosféry, hydrosféry a litosféry
- ↪ třífázový polydisperzní systém
- ↪ substrát s genetickými horizonty
- ↪ zóna intenzivní interakce mezi biosférou a geosférou
- ↪ určuje řadu biologických i nebiologických koloběhů a toků látek a energie
- ↪ reguluje biotické procesy
- ↪ ovlivňuje chemickou, vlhkostní a teplotní bilanci atmosféry
- ↪ reguluje hydrologické toky v krajině a chemické složení vod
- ↪ nenahraditelný přírodní zdroj
- ↪ základ potravního řetězce člověka
- ↪ zajišťuje ochranu litosféry před destrukčními procesy

Geochemie půdy

- ↪ je **vzácný přírodní zdroj**, která je pro život stejně důležitá jako vzduch a voda a stejně tak je citlivá na znečištění posloupnost vrstev (půdní profil); složení je závislé na klimatu (T, srážky atd.), vegetaci, času, podložní hornině
- ↪ zdrojem obilí, zeleniny a ovoce jsou rostliny, které rostou na půdě; jejich chemické složení: C, H, O, P, N, K, Na, Ca
- ↪ rostliny extrahují tyto složky z půdy; každá má vlastní požadavky
- ↪ „zdravá“ půda: kořeny snadno pronikají do půdy, vysoká výměnná kapacita, vhodné chemické podmínky (pH, Eh) = zásobník živin
- ↪ organické látky (humínové a fulvo kyseliny = výměnná místa), důležitá součást půdy (regulace pH – karboxykyseliny, rychlá výměna ionů)

Geochemie půdy

Makrosložky, mikrosložky:

- ↙ přítomny ve stopových koncentracích, důležité pro zvláštní procesy (transport kyslíku, transport elektronů)
- ↙ nezbytné (esenciální) – nutné pro růst rostliny
- ↙ doplňkové – jejich úloha je nejasná

| Prvek | Symbol | Chemická forma v půdě |
|---------|--------|---|
| Vápník | Ca | Ca^{2+} |
| Uhlík | C | HCO_3^- , CO_3^{2-} |
| Vodík | H | H^+ |
| Hořčík | Mg | Mg^{2+} |
| Dusík | N | NO_3^- , NH_4^+ |
| Kyslík | O | HO^- |
| Fosfor | P | H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} |
| Draslík | K | K^+ |
| Sodík | Na | Na^+ |

Mikrosložky

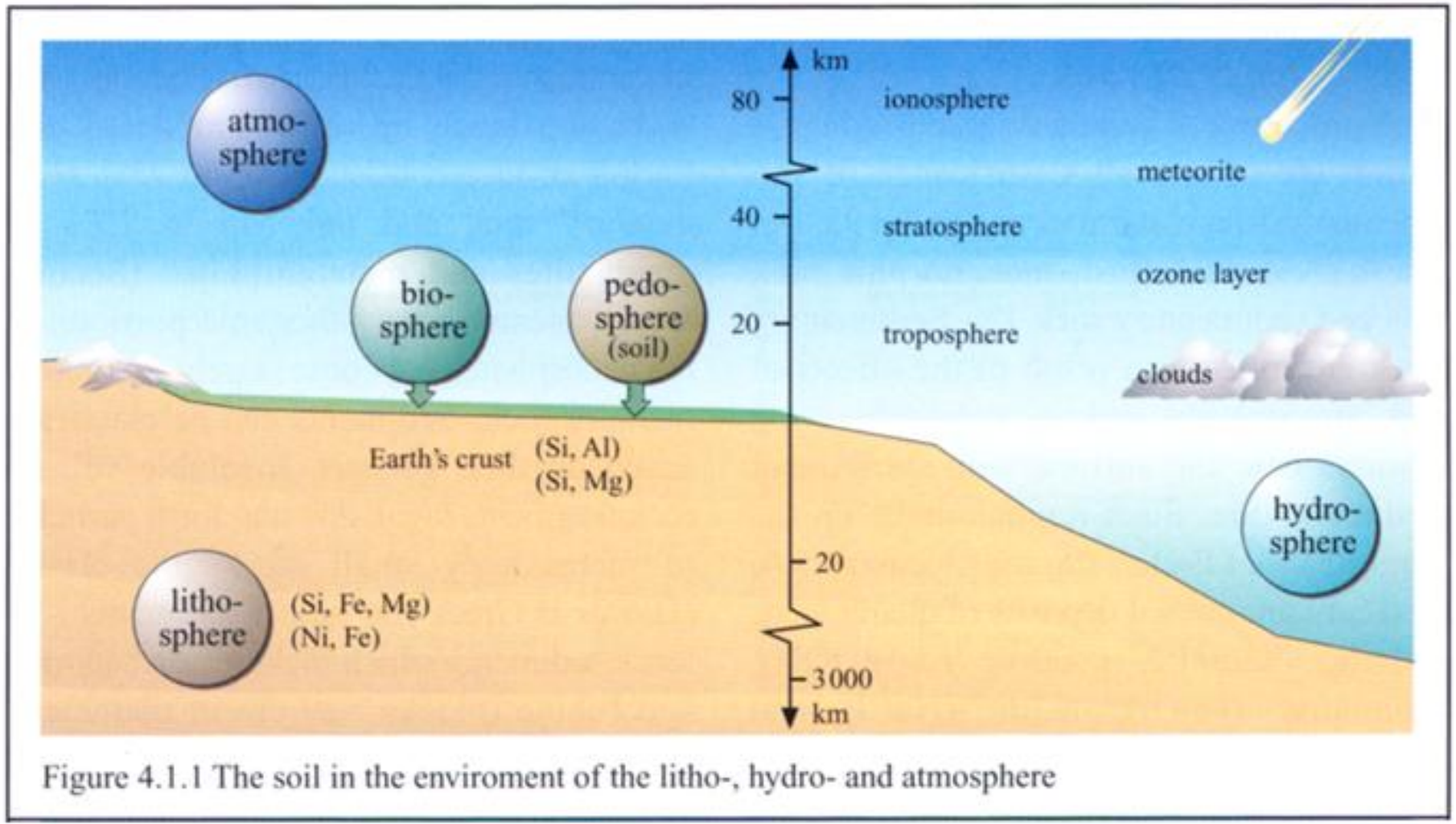
Nezbytné - esenciální

| Prvek | Symbol | Chemická forma v půdě |
|----------|--------|-----------------------|
| Bor | B | H_3BO_3 |
| Chlor | Cl | Cl^- |
| Měď | Cu | Cu^{2+} |
| Železo | Fe | Fe^{2+}, Fe^{3+} |
| Mangan | Mn | Mn^{2+} |
| Molybden | Mo | MoO_4^{2-} |
| Síra | S | SO_4^{2-} |
| Zinek | Zn | Zn^{2+} |

Doplňkové

| Prvek | Symbol | Chemická forma v půdě |
|---------|--------|-----------------------|
| Hliník | Al | $Al^{3+}, Al(OH)_2^+$ |
| Kadmium | Cd | Cd^{2+} |
| Kobalt | Co | Co^{2+} |
| Olovo | Pb | Pb^{2+} |
| Rtuť | Hg | Hg^{2+} |
| Nikl | Ni | Ni^{2+} |
| Selen | Se | SeO_4^{2-} |
| Křemík | Si | SiO_2 |

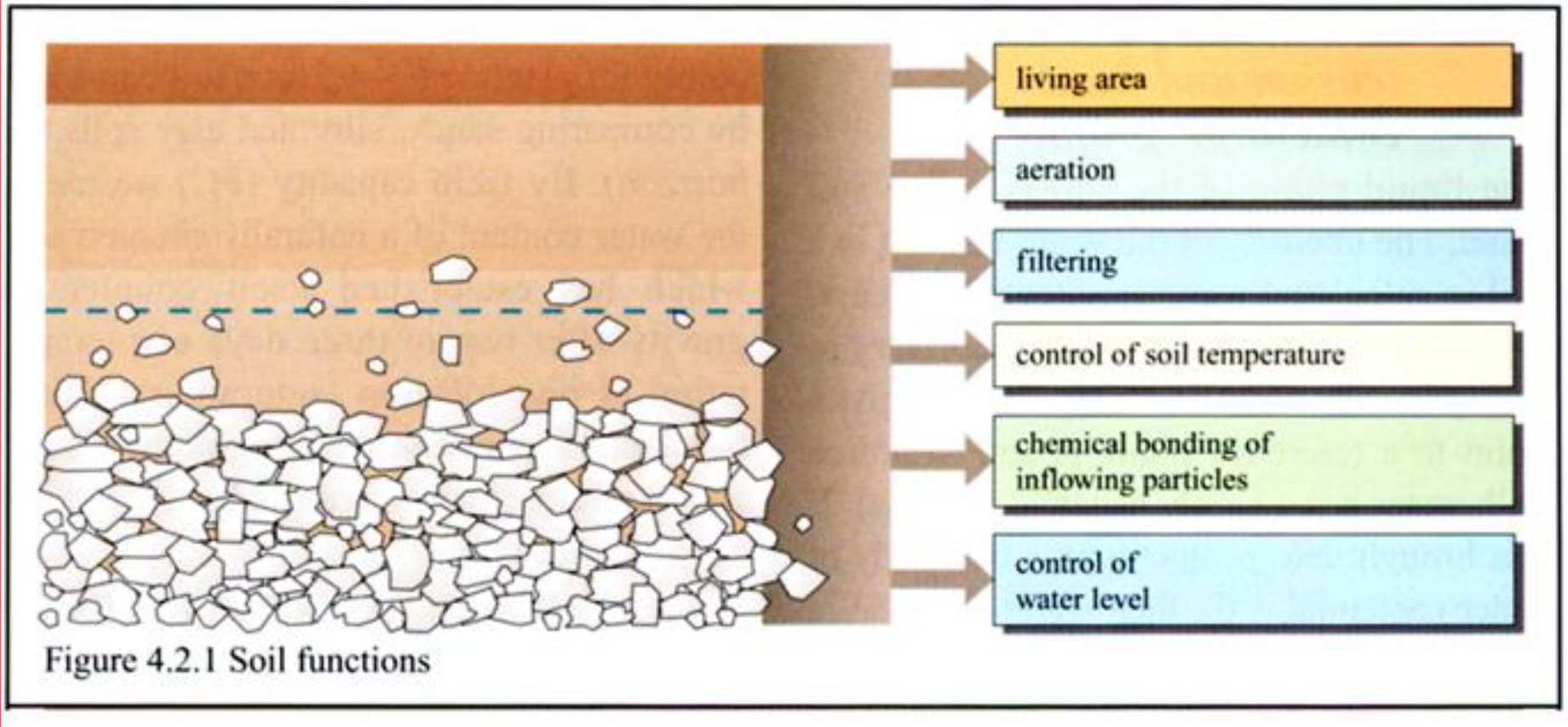
Půda - rozhraní atmosféry, hydrosféry a litosféry



Základní funkce půd

- ↪ **tlumí nepříznivé vlivy** využití i obhospodařování půd a vlivu průmyslu, dopravy a sídelních aglomerací:
- ⇒ **filtrační funkce** – znečišťující látky jsou půdou mechanicky zadržovány – hlavně částice pod 2 mm – ty mohou být důležité při zasakování vody,
- ⇒ **pufrovací funkce** – rozpustné látky jsou imobilizovány adsorpcí na půdu nebo tvorbou nerozpustných sraženin; vysokou pufrovací schopnost mají půdy s vysokým obsahem organické hmoty, jílových částic a oxidů Fe, Al,
- ⇒ **transformační funkce** – určena především aktivitou mikrobiální složky – mineralizace; oxidace, redukce, biomethylace, fotodestrukce na povrchu,
- ↪ **receptor škodlivin** – sorpční, retenční a transportní procesy – imobilizace, snížení biodostupnosti, degradace.

Základní funkce půd



Pedosféra – negativní vlivy, tvorba

Negativní vlivy se projevují:

- ↪ degradací až destrukcí půdního pokryvu
- ↪ ovlivněním vodního režimu krajiny
- ↪ kontaminací až intoxikací půd

Produkt dlouhodobého biofyzikálního přetváření hornin.

Přeměna matečné horniny na půdu – 1 cm – 100 až 400 let.

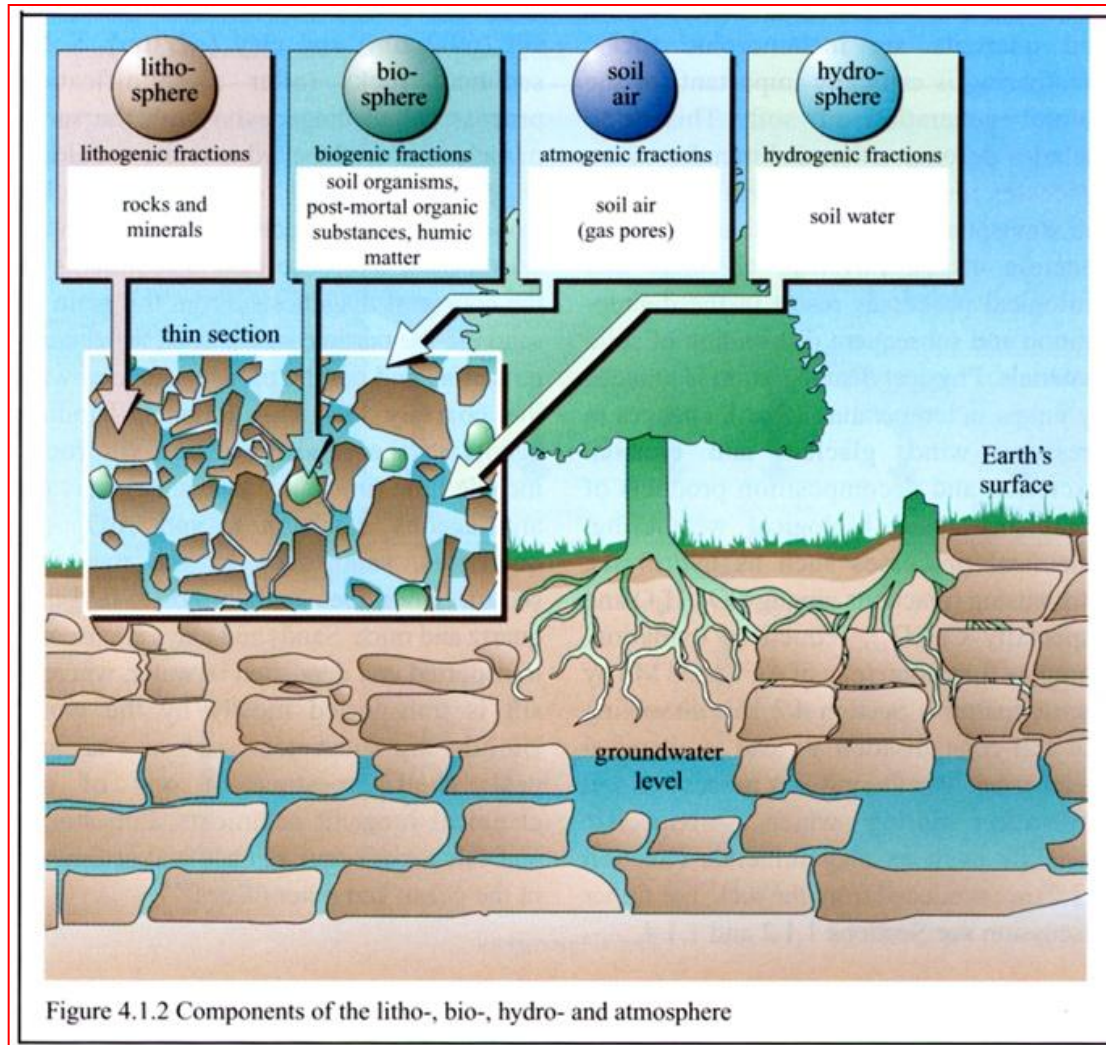
Přeměna = f (klimatických podmínek, druhu a množství půdních mikroorganismů, vegetačního krytu, reliéfu, a podloží, činnosti člověka)

Složky půdního systému

Abiotické:

- ↪ **tuhá fáze** – zbytky matečné horniny z větší části chemicky a fyzikálně přeměněné procesem zvětrávání; nejdůležitější anorganickou složkou jsou jílové minerály – výměna iontů, adsorpce; 35 – 45 % objemu půdy;
- ↪ **kapalná fáze (půdní roztok)** – transport živin vegetaci, transport polutantů; 15 – 35 % objemu půdy;
- ↪ **plynná fáze (půdní plyn)** – v podstatě stejné složení jako vzduch obohacený o CO₂, HCs a další produkty rostlinného a živočišného metabolismu, 15 – 35 % objemu půdy;
- ↪ **humus** – půdní organická hmota - neživá biomasa v různém stupni rozkladu; 5 – 15 %

Složky půdního systému



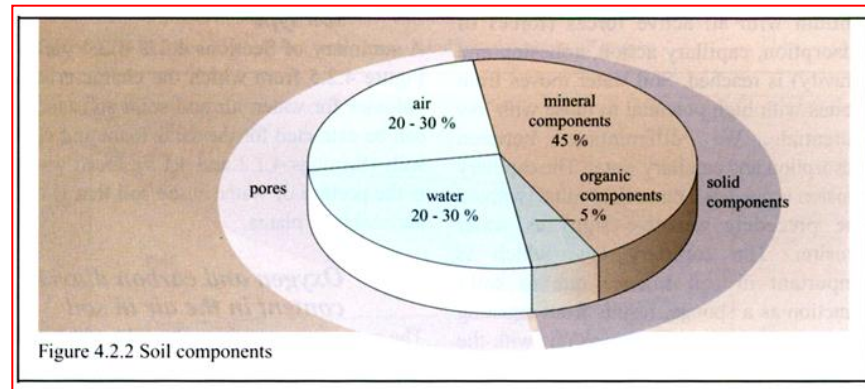
Složky půdního systému

Biotické:

- ↪ **edafon** – společenstvo všech mikroorganismů, rostlin a živočichů žijících v půdě
 - fytoedafon – bakterie, plísně, houby, sinice, řasy,
 - zoodafon – všechny formy živočichů od prvoků až po obratlovce
- ↪ **kořenový systém rostlin**

Suma živých organismů - < 0,1 %

Bio-organo-minerální komplex



Úrodnost půd

Úrodnost půd (bonita) – vyjadřuje stupeň intenzity a schopnosti poskytovat vegetaci příznivé prostředí, tj. vodu, živiny, půdní mikroorganismy..

Úrodnost je podmíněna:

- ↪ vnějšími činiteli – světlo, teplo,
- ↪ vnitřními činiteli:
 - ⊙ množství vody a rostlinných živin v půdě,
 - ⊙ formou živin a vody z hlediska využitelnosti rostlinami,
 - ⊙ celkovým prostředím, ve kterém probíhá proces přeměny organických a minerálních látek,
 - ⊙ vyspělosti soustavy zpracování půdy

je ovlivněna:

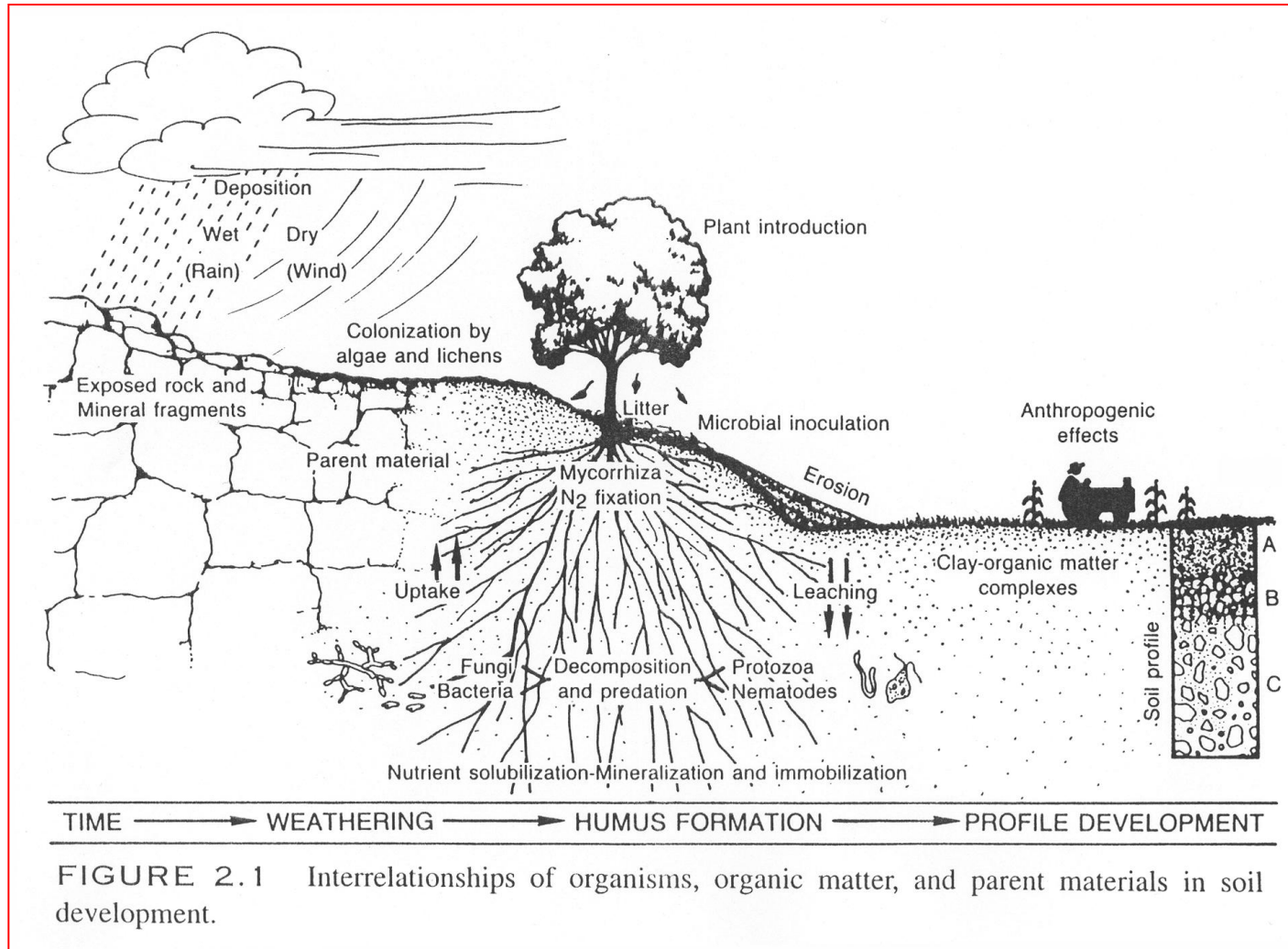
- ↪ vlastnostmi půdy,
- ↪ činností člověka.

ČR: velmi dobré a dobré produkční schopnosti – 64,9 % zemědělského půdního fondu

Samočistící schopnost půdy

- ↪ Humifikace
- ↪ Mineralizace
- ↪ Filtrace
- ↪ Sorpce
- ↪ Oxidace
- ↪ Redukce
- ↪ Mikrobiální aerobní a anaerobní procesy

Vztahy mezi organismy, organickou hmotou a horninami



Mechanické vlastnosti půd, půdní voda

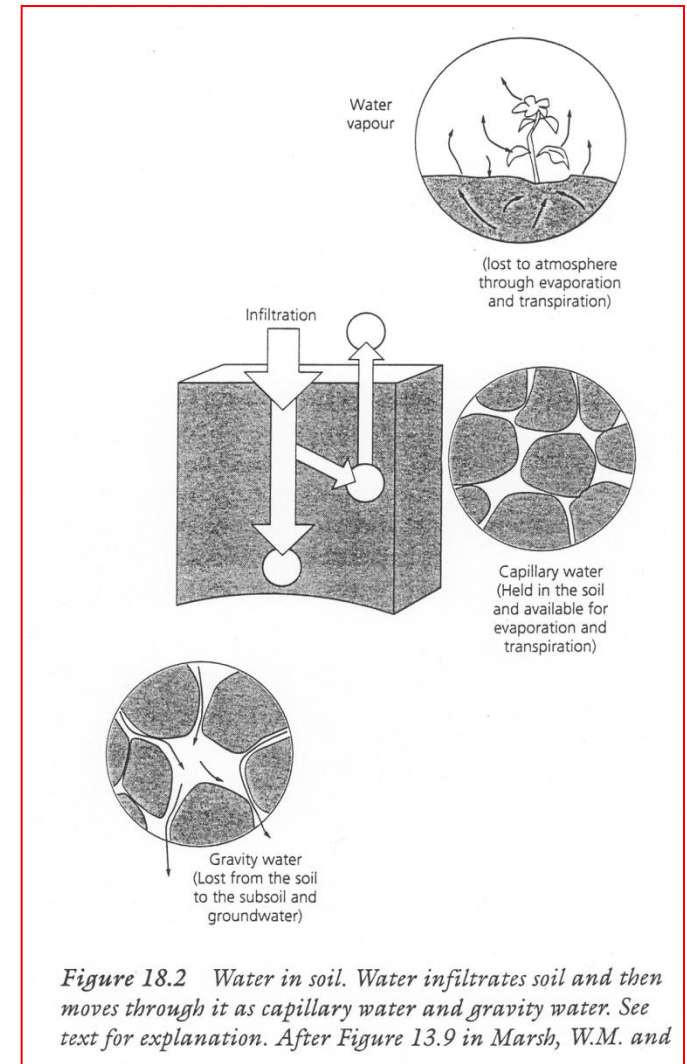
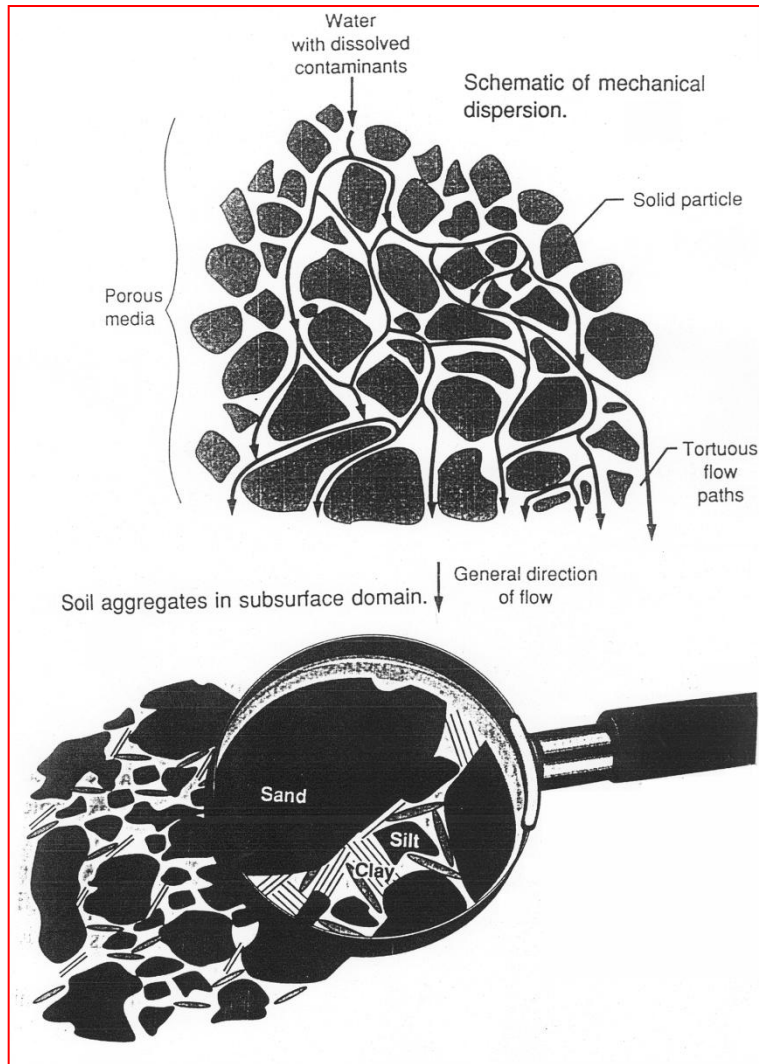


Figure 18.2 Water in soil. Water infiltrates soil and then moves through it as capillary water and gravity water. See text for explanation. After Figure 13.9 in Marsh, W.M. and

Půdní voda

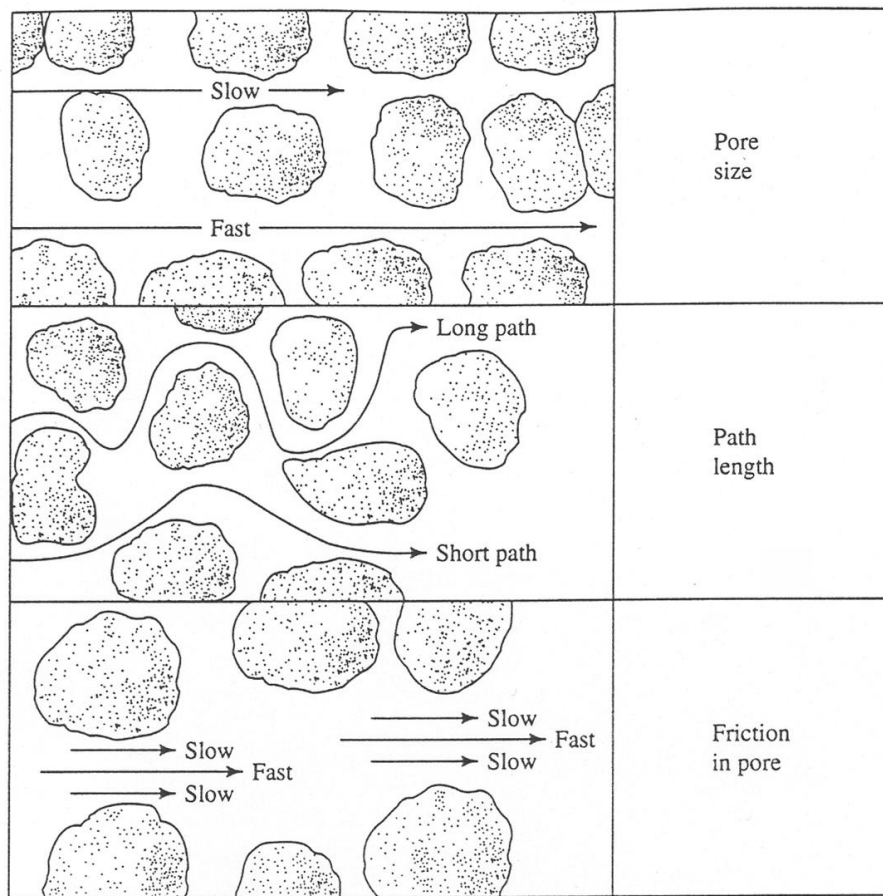
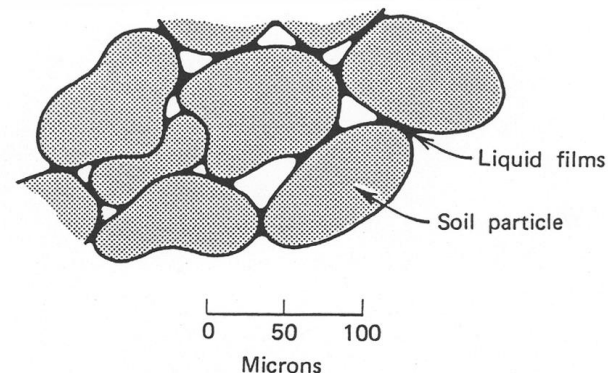


FIGURE 2.4 Factors causing longitudinal dispersion at the scale of individual pores. Source: C. W. Fetter, *Applied Hydrogeology*, 2d ed. (New York: Macmillan Publishing Company, 1988).



3-3. Soil water and internal pore structure. (Reprinted by permission from C. W. Fetter, *Applied Hydrogeology*, 2d ed. © 1974 by Macmillan Publishing Co., Inc.)

Vztahy mezi typy hornin

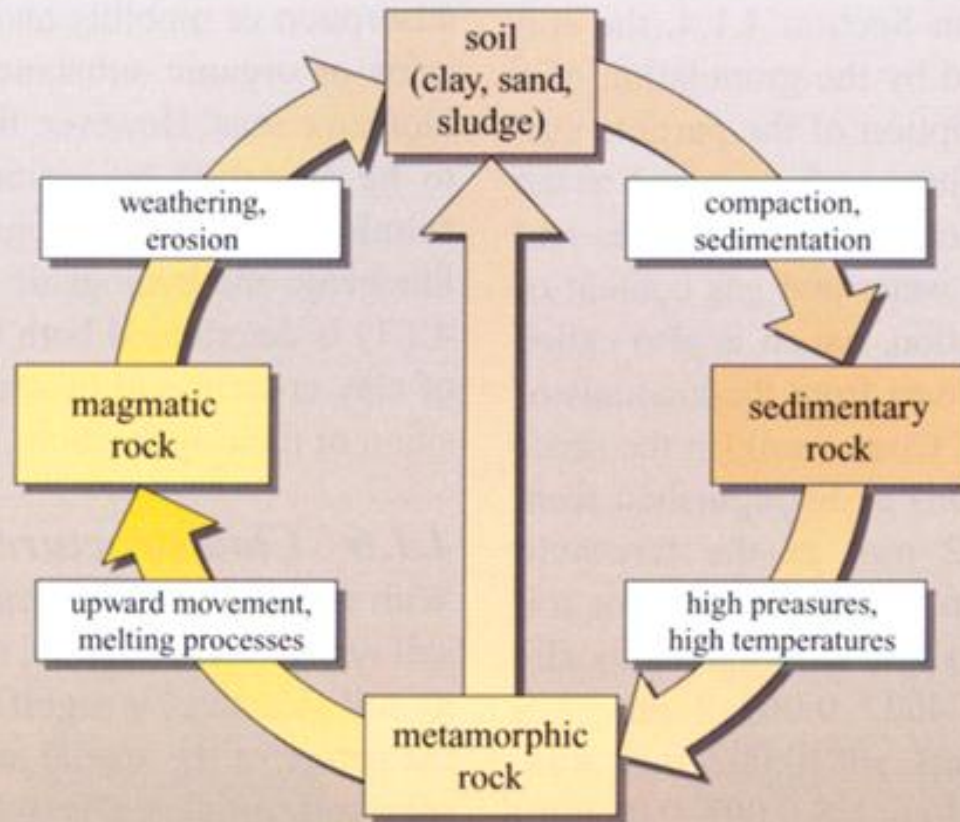


Figure 4.1.3 Interrelationships among types of rock

Typy hornin

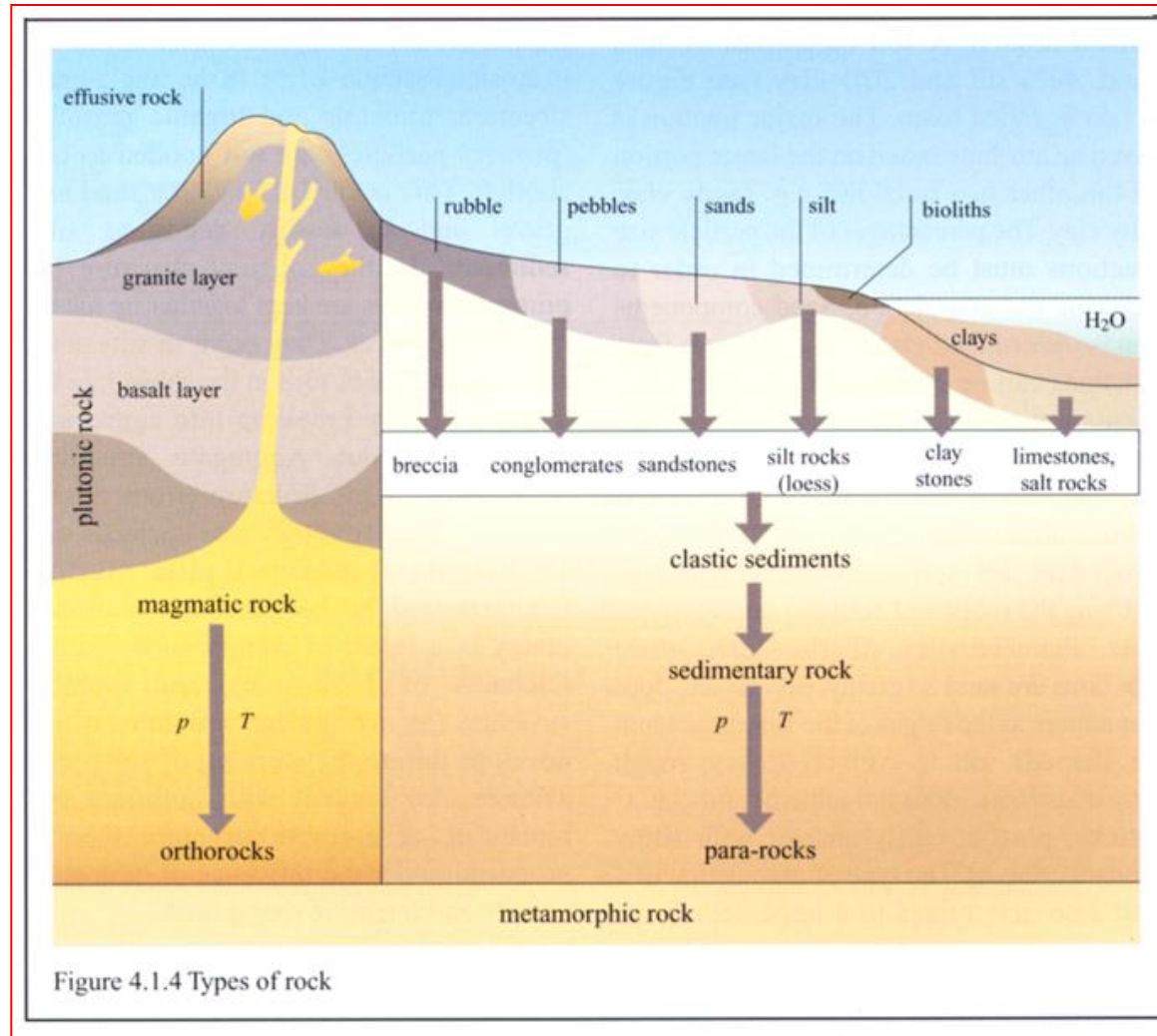
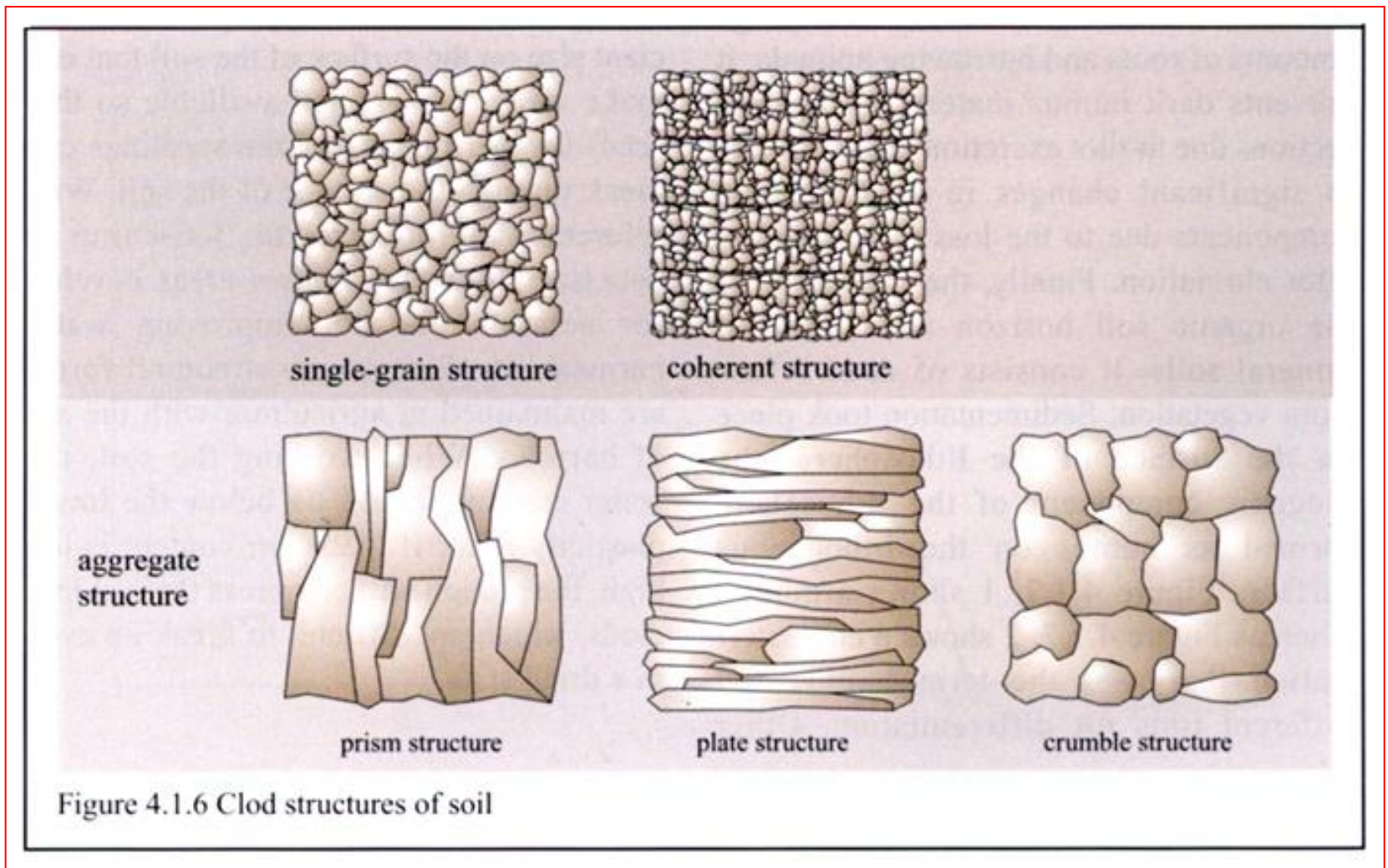


Figure 4.1.4 Types of rock

Mechanická struktura půdy



Fyzikální stavy půdy

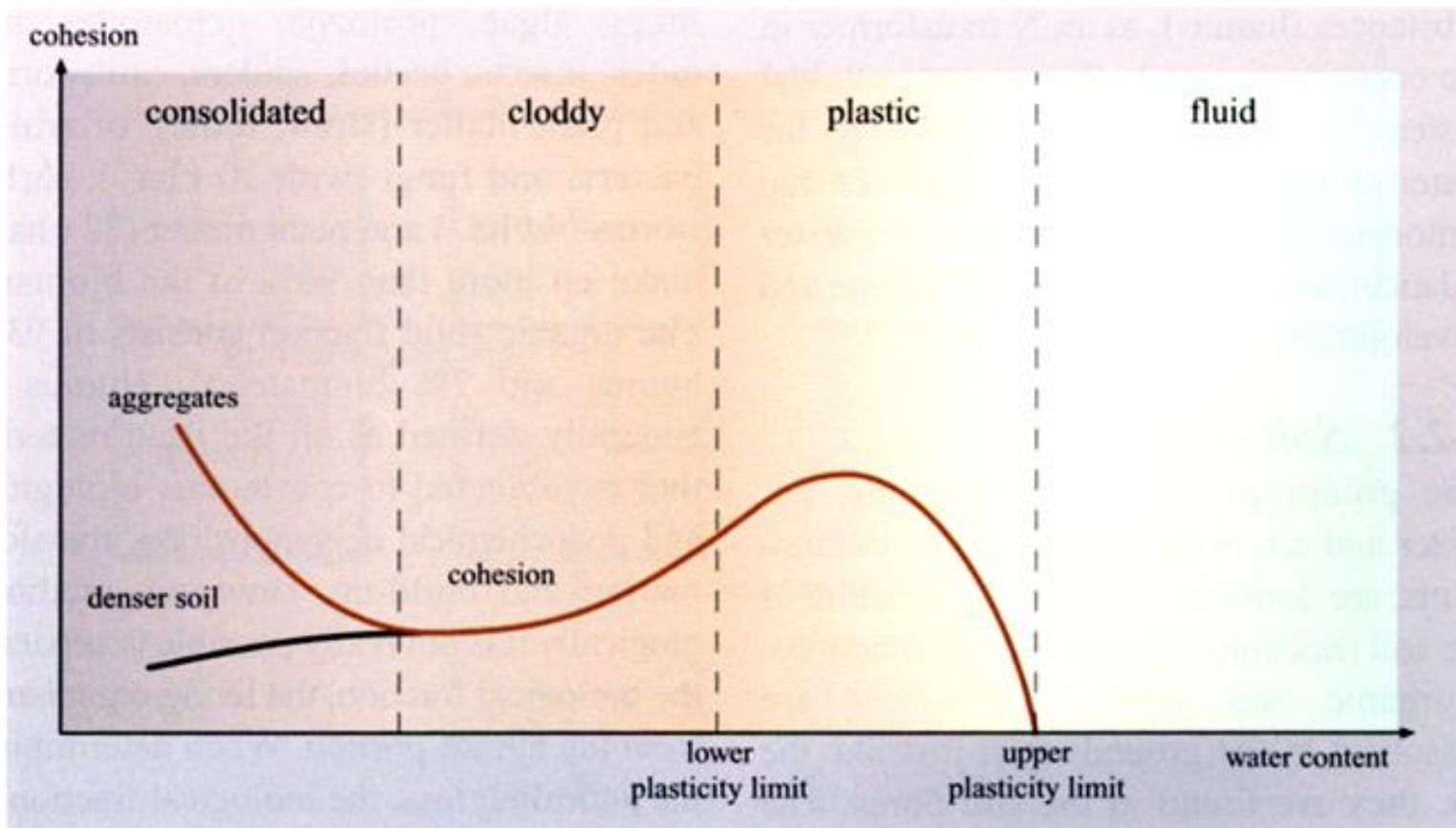
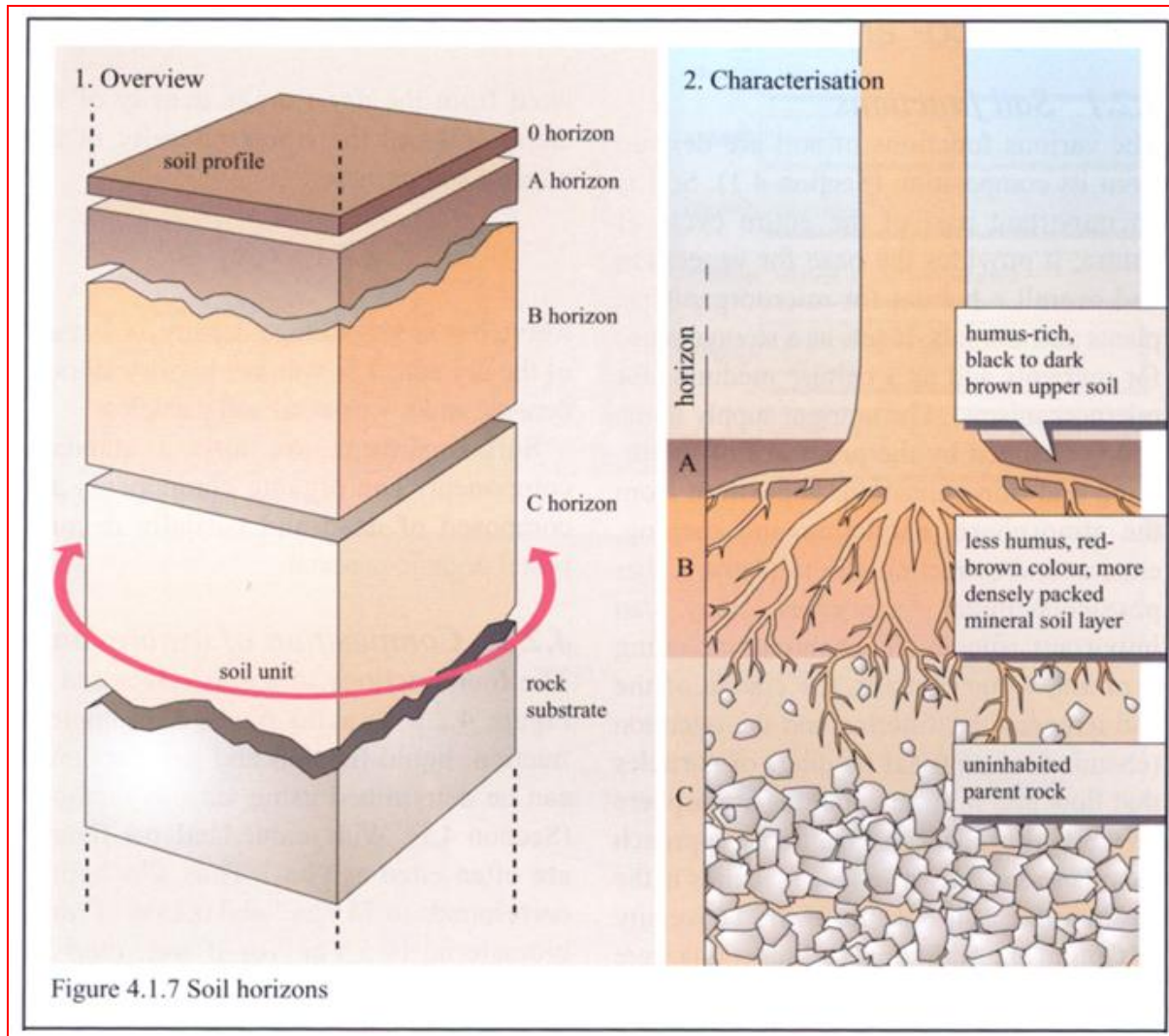


Figure 4.1.8 The four physical states of soil

Půdní horizonty



Složení orných půd

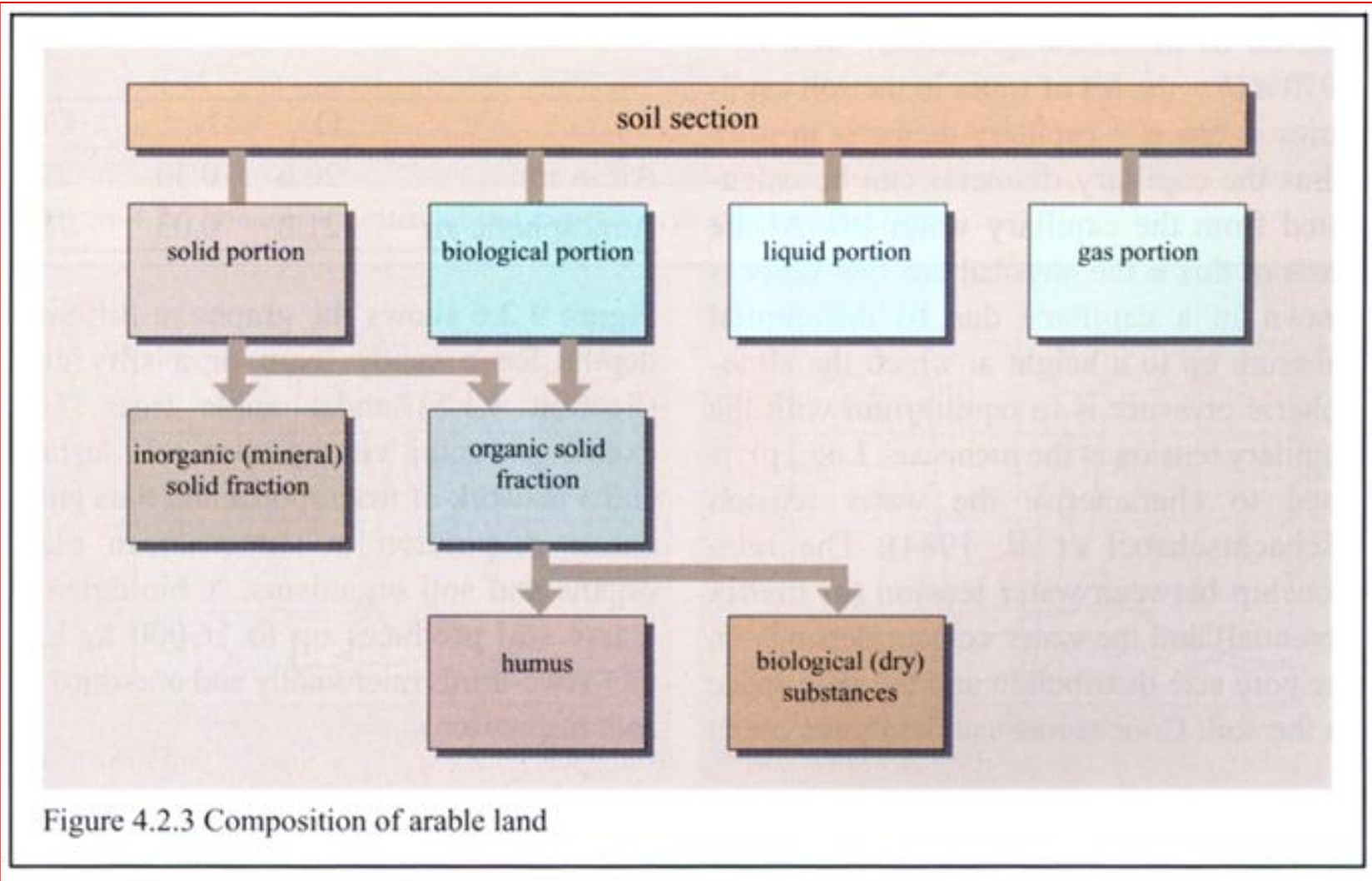


Figure 4.2.3 Composition of arable land

Objemy vody, vzduchu a látek jako faktor určující půdní typ

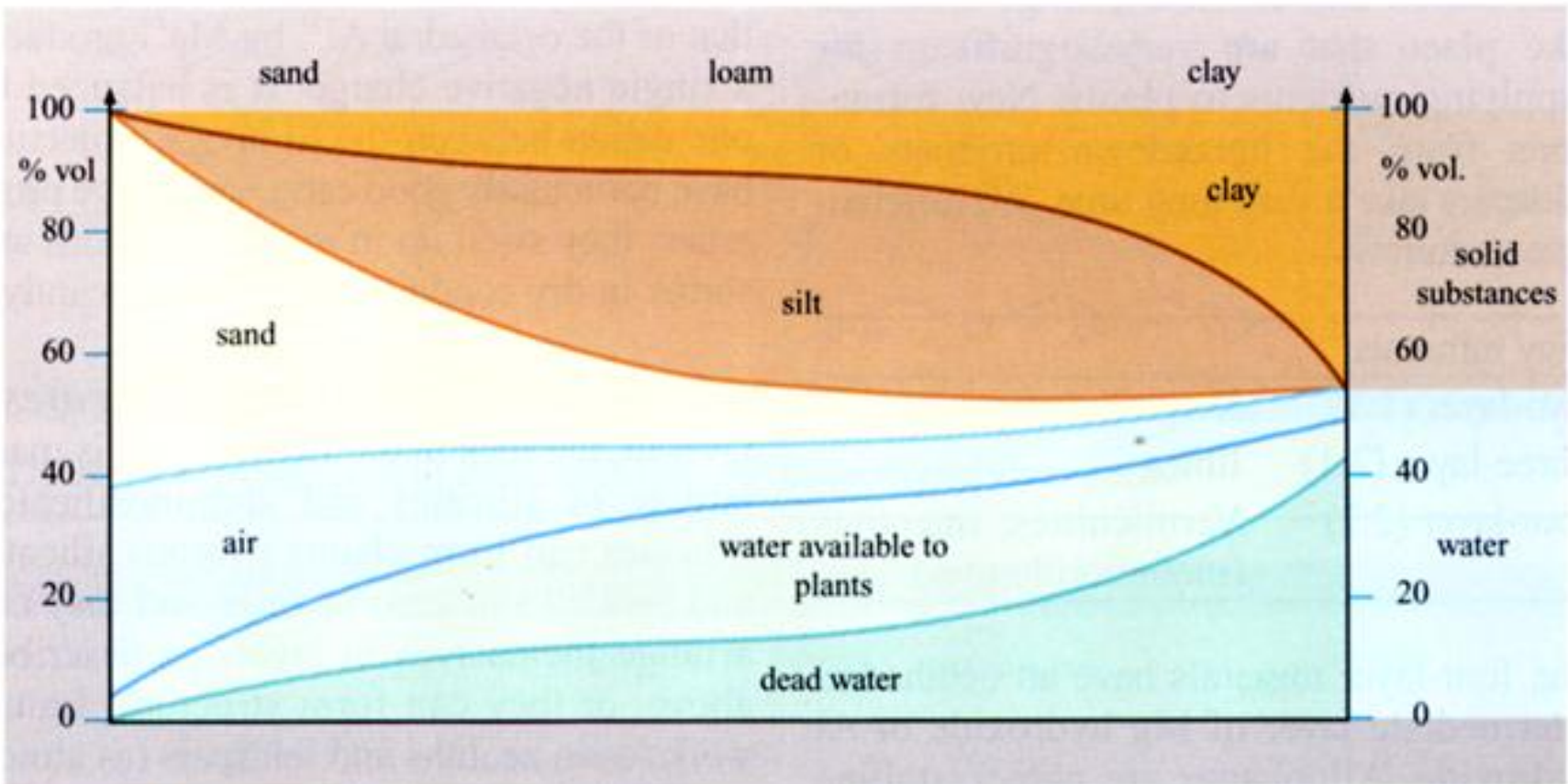


Figure 4.2.5 Volumes of water, air and substances as a factor of soil type

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

Současnost

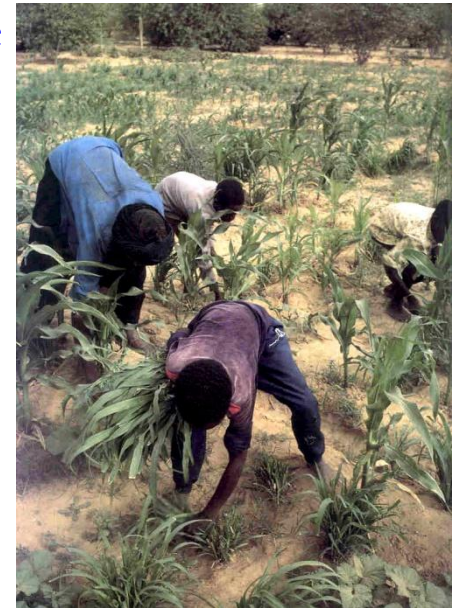
- ↗ Půda: Kritický zdroj
- ↗ Je třeba živit 90 milionů lidí navíc každý rok

Půda jako zdroj

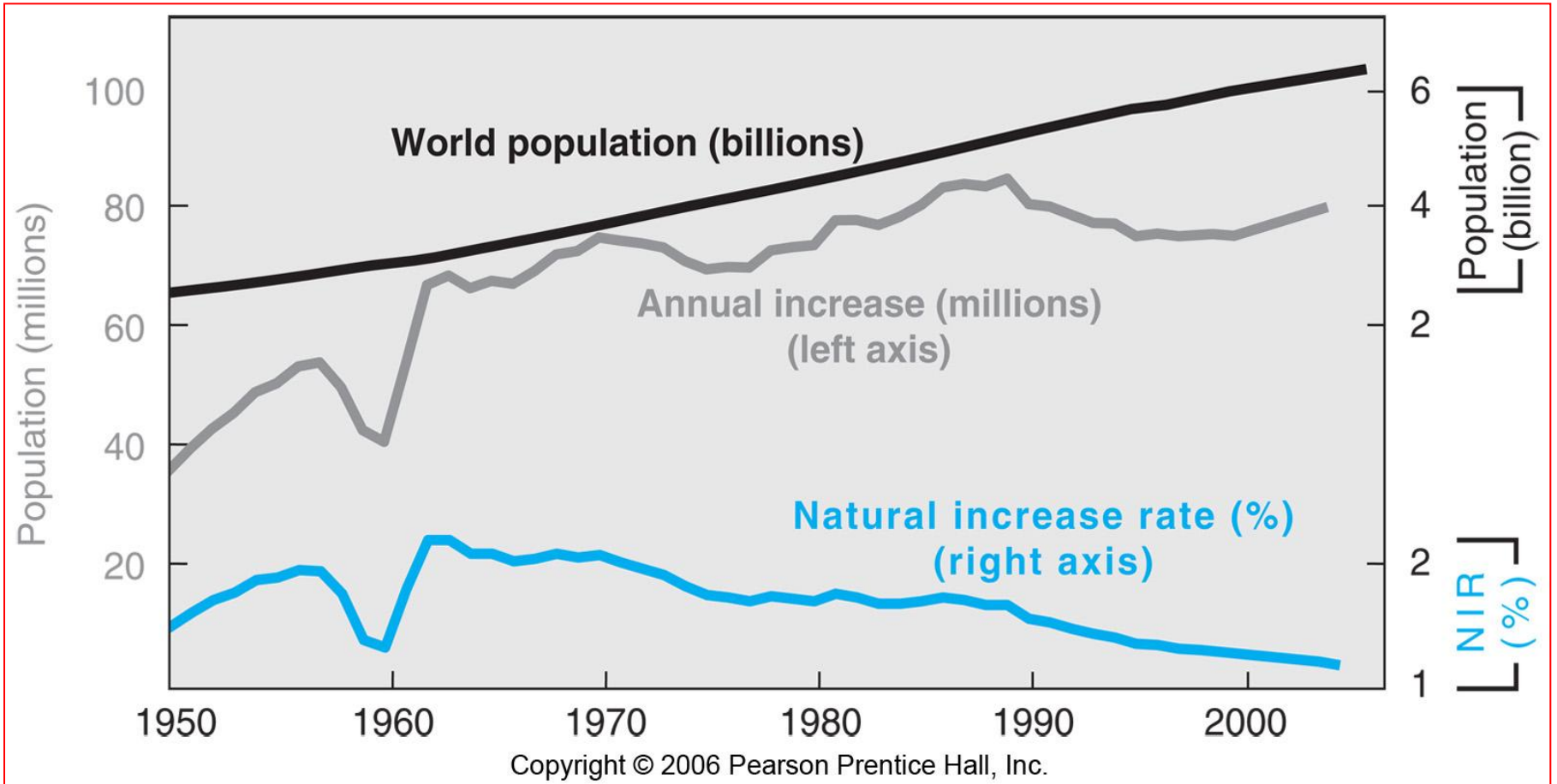
Provázeno:

- ↪ **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**

Tuaregové, okraj Sahary, Niger



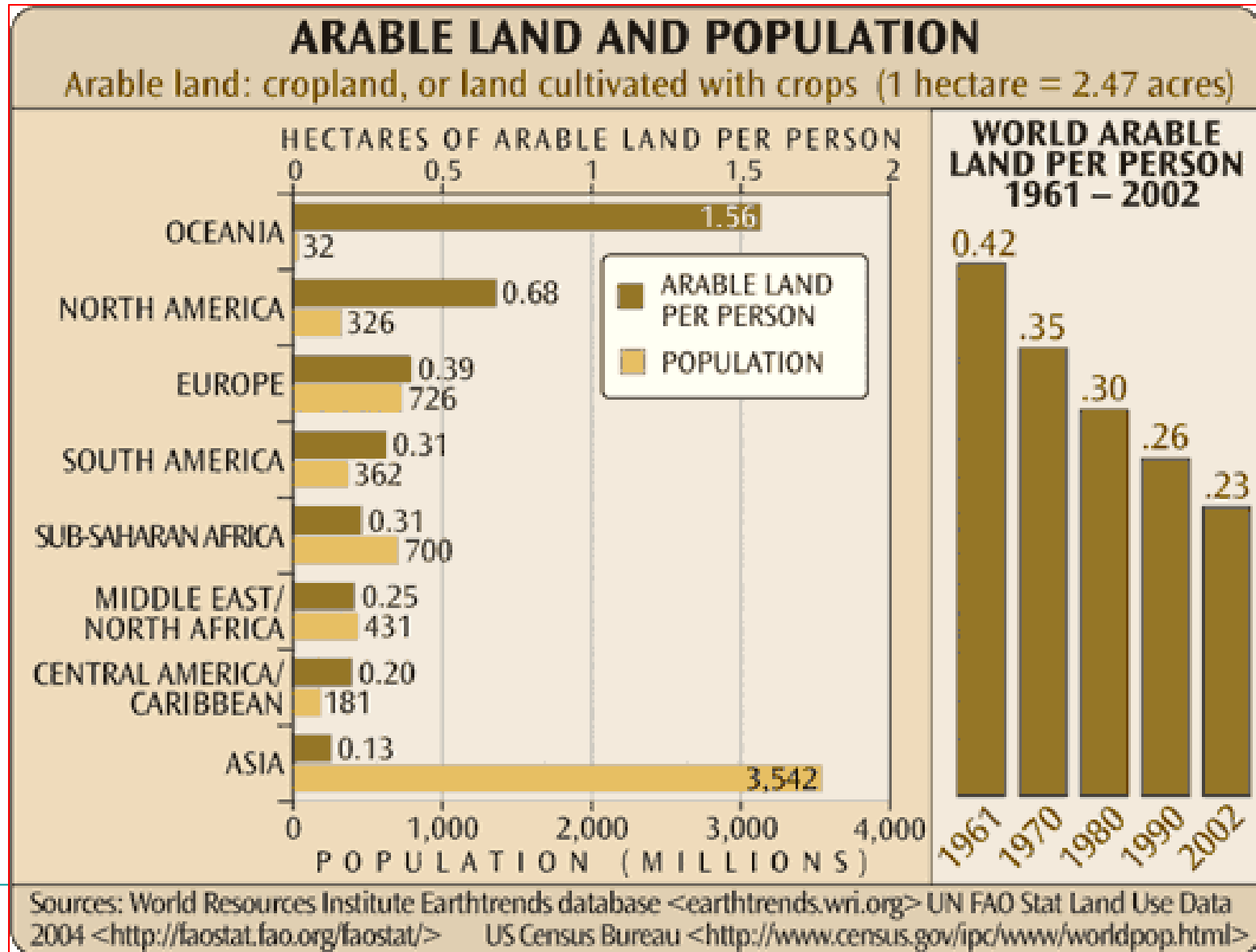
Populační dynamika



Populace a zemědělsky využitelná půda

- ↪ **Zemědělsky využívaná půda** dnes zaujímá 40% povrchu pevnin (v r. 1700 to bylo 7%)
- ↪ **Další plocha už k zemědělství** není dostupná ani vhodná
- ↪ **Na osobu dnes připadá méně než 0.2 hektaru orné půdy:** podle FAO je k běžné výživě nutná plocha 0.5 hektaru na osobu
- ↪ **„Kapacita“ Země** je z tohoto hlediska kolem **3 miliard lidí** (záleží na způsobu stravování, náročná na zdroje je hlavně produkce masa)
- ↪ **Za posledních 40 let** byla degradována třetina zemědělské půdy, tempo degradace je 100 000 km² / rok (rozloha ČR je 79 000 km²)

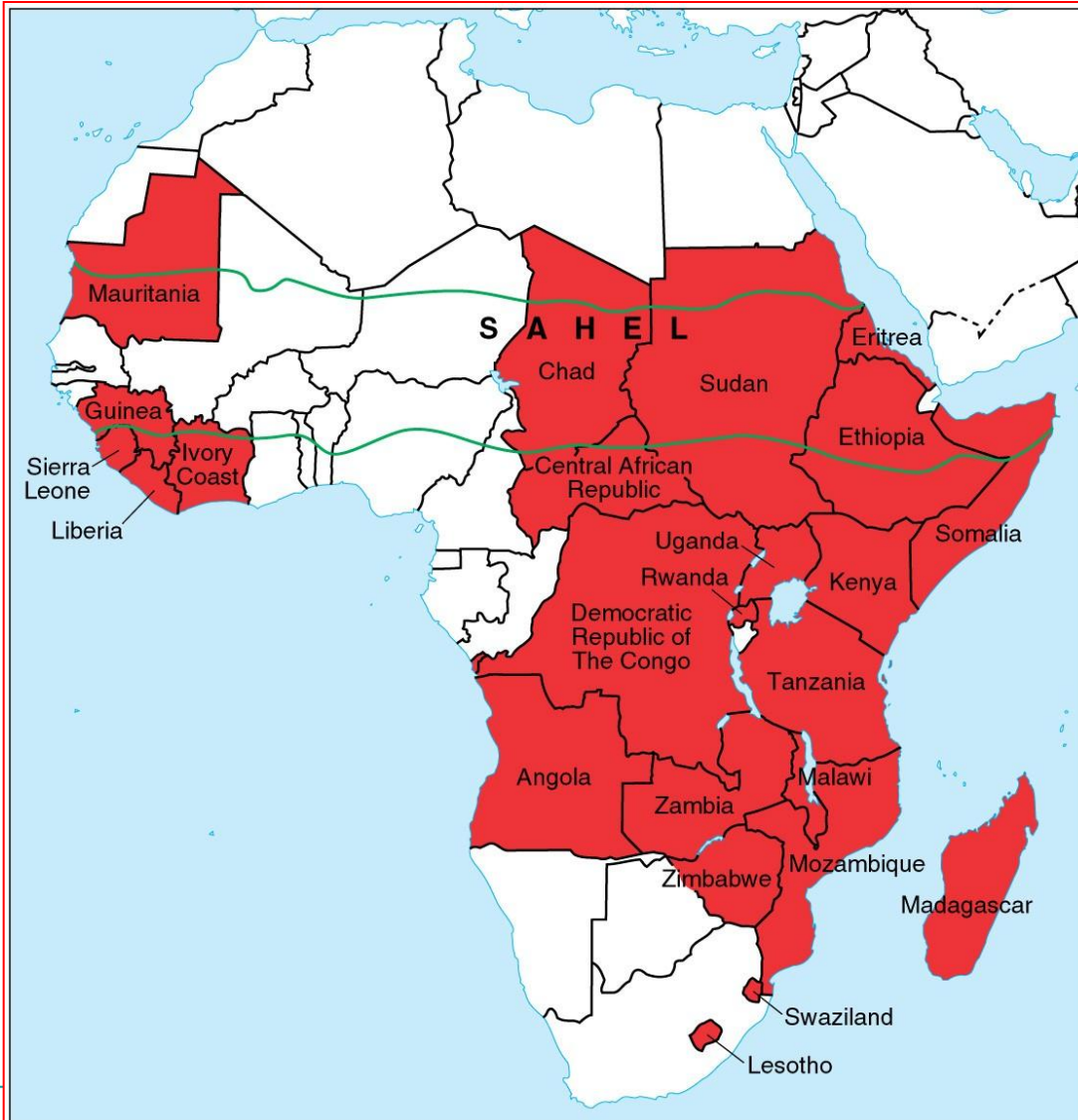
Populace a orná půda



Některé novodobé hladomory

| Období | Epicentrum | Způsobená úmrtnost |
|---------|------------|-------------------------|
| 1943 | Bengálsko | 2.7 až 3.0 miliónů osob |
| 1958-62 | Čína | 16.5 až 29.5 miliónů |
| 1972-75 | Etiopie | 200 tisíc |
| 1972-74 | Bangladéš | 1.5 miliónu |
| 1973 | Sahel | 100 tisíc |

Nedostatek potravin v současnosti – kde a proč

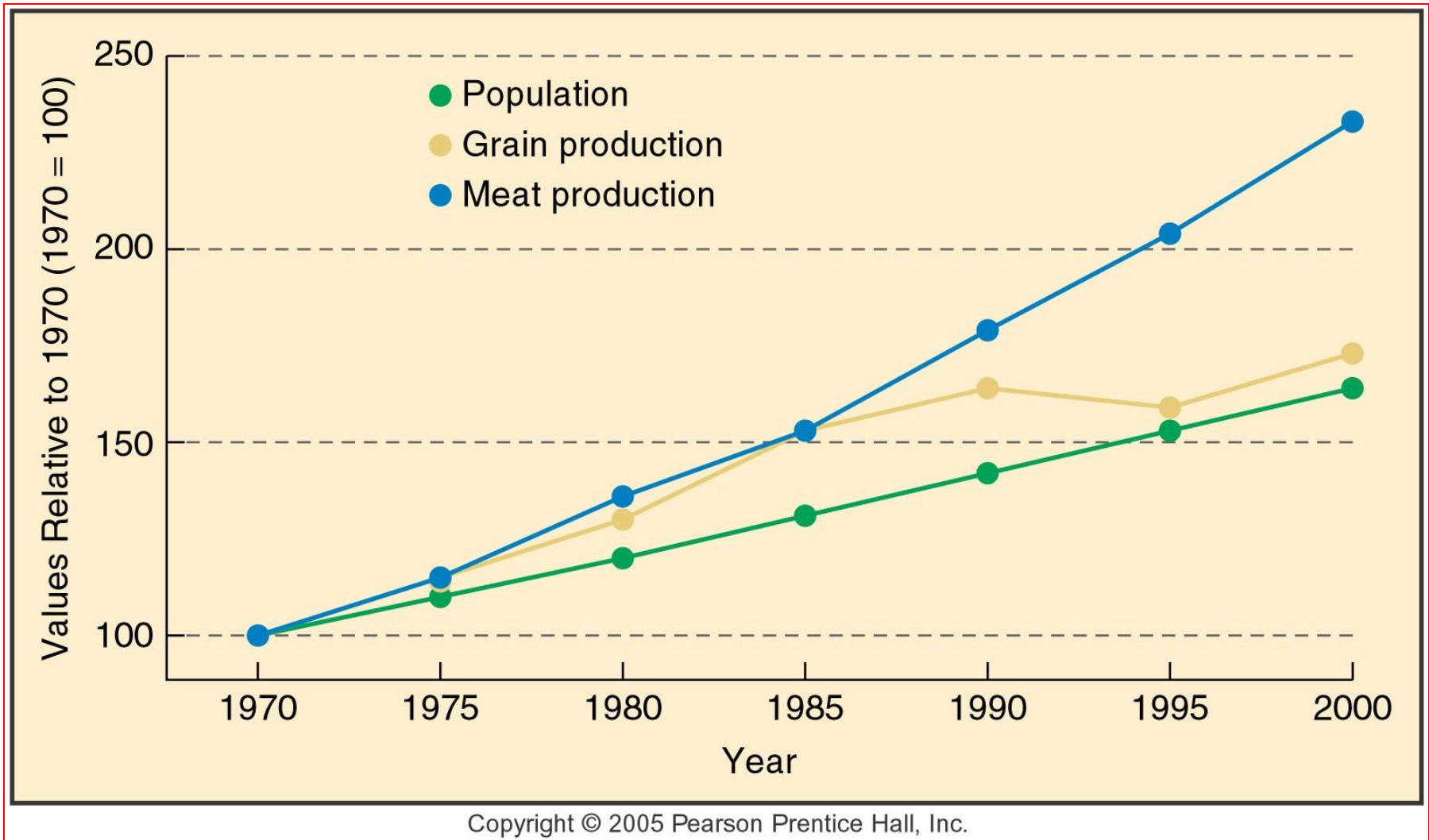


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

- ↪ Občanské války
- ↪ Dlouhodobé sucho
- ↪ Nekompetentní vlády
- ↪ Degradovaná půda

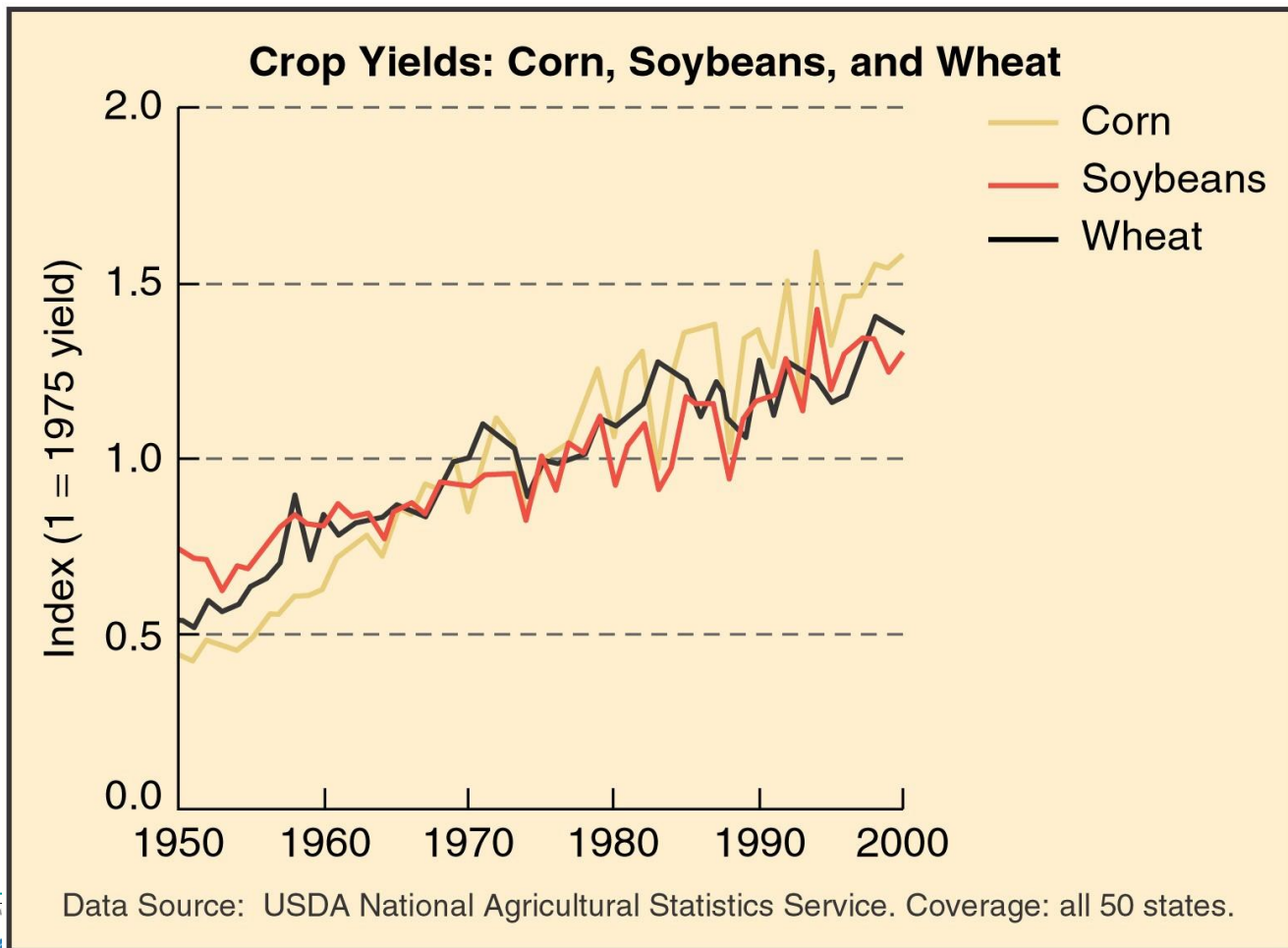
ends in the Environment

...a dosavadní realita



Co je příčinou?

Růst výnosů hlavních zemědělských plodin na jednotku obdělávané plochy půdy za posledních 50 let



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

<http://recetox.muni.cz>

Změny v zemědělství

Tradiční zemědělství

- ↪ malé farmy
- ↪ využití zvířat k práci
- ↪ hnojení organickými hnojivy
- ↪ omezené použití zavlažování
- ↪ vysoká diverzita plodin

Industriální zemědělství

- ↪ velké farmy
- ↪ těžká mechanizace
- ↪ intenzivní využívání umělých hnojiv a pesticidů
- ↪ rozsáhlé zavlažovací systémy
- ↪ omezené množství plodin s vysokým výnosem

Zelená revoluce

- ↪ **Pozitivní vliv na výživu ve světě**, především v Asii (Indie, Thajsko, Čína...). Zvýšila se produkce potravin, snížil populační přírůstek
- ↪ Propagátor Green Revolution Norman Borlaug získal v roce 1970 Nobelovu cenu za mír
- ↪ **Spotřeba vody, minerálních hnojiv a pesticidů a používané zemědělské techniky** akcelerovaly problémy s pitnou vodou, půdní degradací a kontaminací prostředí
- ↪ **Nízký účinek Zelené revoluce v Africe**
- ↪ **Negativní vliv na ekonomickou a sociální strukturu venkova a diverzitu využívaných plodin**

Výživa populace

- ↪ **Produkce obilovin na osobu od konce 80. let klesá**
- ↪ **Miliarda lidí trpí podvýživou (Jihovýchodní Asie, subsaharská Afrika...)**
- ↪ **Miliarda lidí trpí nadváhou (55% Američanů, 36% Brazílie, 41% Kolumbie, Evropa...)**
- ↪ **80% podvyživených dětí žije v zemích s přebytky jídla (problémy jsou distribuce a sociální rozdíly)**
- ↪ **40% úrody obilovin spotřebují zvířata chovaná pro maso, v průmyslových zemích 70% (v Číně 30%)**

Půdní degradace

Podstatné snížení biologické produktivity nebo využitelnosti půdy, zapříčiněné lidskou činností.

Ke krátkodobé degradaci dochází při zemědělském využívání půdy stále, používají se konzervační techniky:

- ↪ hnojení,
- ↪ orba po vrstevnici, mulčování,
- ↪ budování teras,
- ↪ střídání plodin,
- ↪ stavba mezí, větrolamů...

Půdní degradace

Zvláště **náchylné** k degradaci jsou málo stabilní ekosystémy - tropy, aridní a semiaridní oblasti.

Degradace je nevyhnutelná, problémem je její (ne)udržitelnost.

Příklady udržitelné a neudržitelné degradace: Nabateanská kultura a starověká Mezopotámie.

Půdní degradace

Mechanismy půdní degradace:

- ↪ Eroze
- ↪ Desertifikace
- ↪ Zasolování
- ↪ Nadměrná exploatace zdrojů vody
- ↪ Chemická kontaminace
- ↪ Vypásání půdy
- ↪ Urbanizace

Mechanismy půdní degradace - eroze

Eroze – rozrušování a odnos svrchní úrodné půdy (vodou, větrem)

Zásadní roli hraje **množství a intenzita srážek**: problémy nastávají tam kde je srážek málo nebo kde naopak mají vysokou intenzitu.

Erozi **urychluje** odhalená půda, svažité pozemky, nevhodné zemědělské techniky (hluboká orba, ponechání bez rostlinného krytu, orba po spádnici).

Mechanismy půdní degradace - eroze

Příklady eroze vodou: Haiti, Madagascar.

Příklady větrné eroze: Velké pláně v USA (Dust Bowl, 30., 50., 80. léta), Ukrajina.

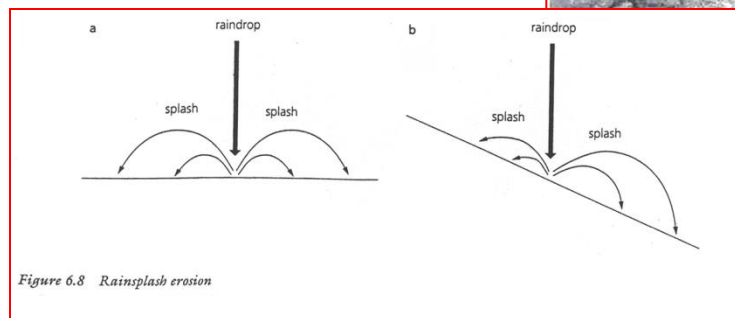
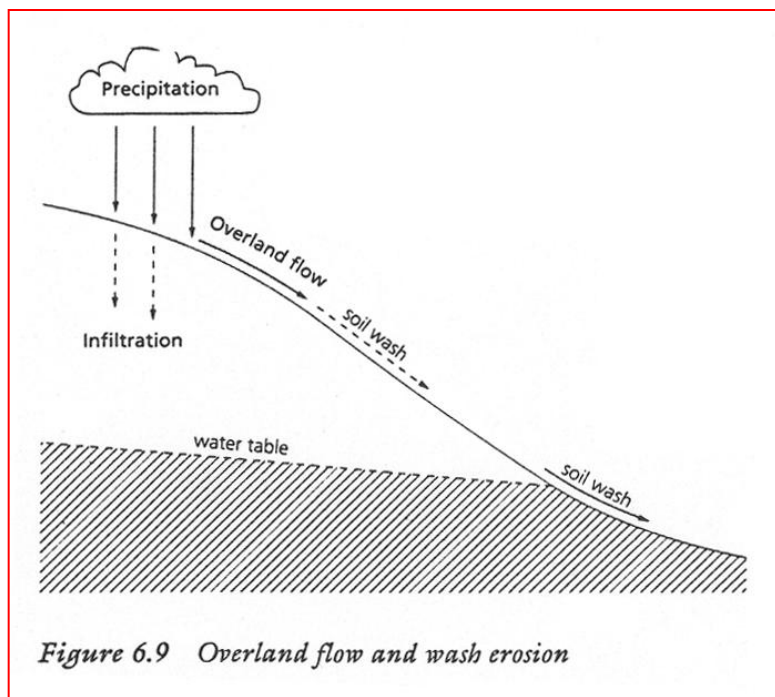
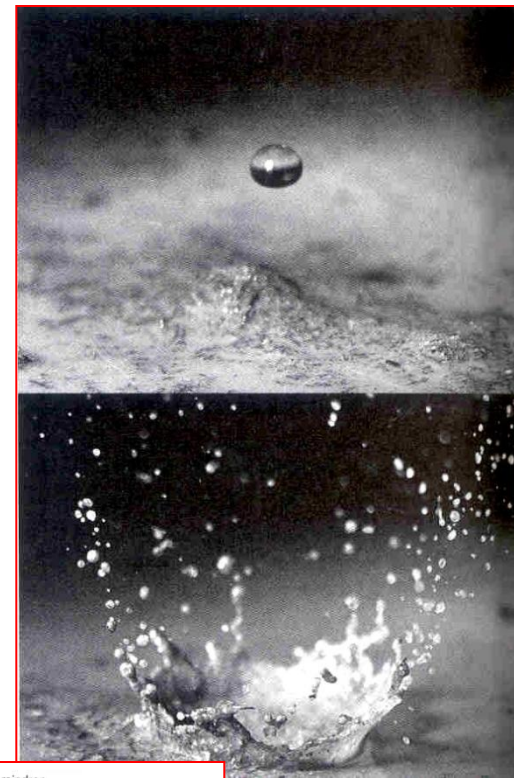
Dalším faktorem eroze je teplota, která ovlivňuje rychlost chemických a biologických procesů (v teplejších oblastech je rychlejší zvětrávání a spotřebovávání organické hmoty).

Eroze: vodní a větrná eroze

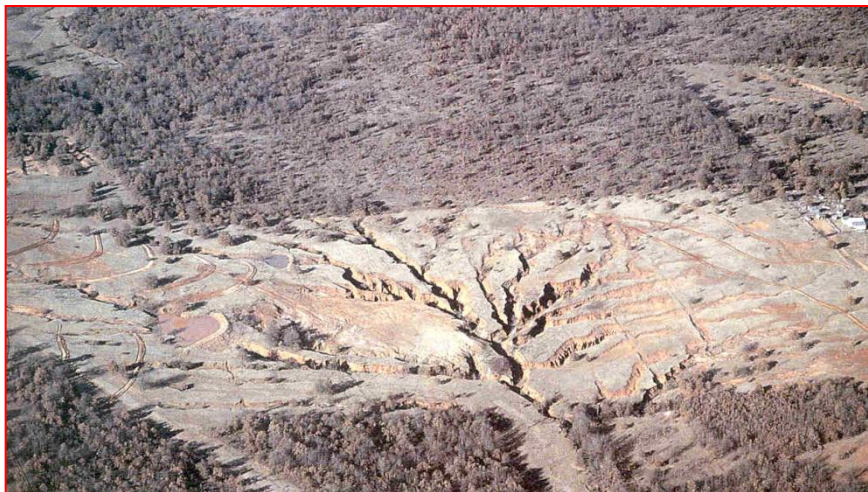


Eroze půdy

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



Eroze půdy



Eroze, Shawnee, Oklahoma



Písečné duny, Danakii, Egypt

Mechanismy půdní degradace - desertifikace

Desertifikace – půda bez humusu v aridních a semiaridních oblastech snadno přechází v poušť

Antropogenní pouště vznikají spásáním vegetace, velkým odběrem povrchové vody, vypalováním, zasolením...

Jedná se o **málo stabilní ekosystémy** zpravidla na okrajích přirozených pouští, na stepích a savanách.

Příklady: Blízký Východ (už ve starověku), Sahel (2. polovina 20. století).

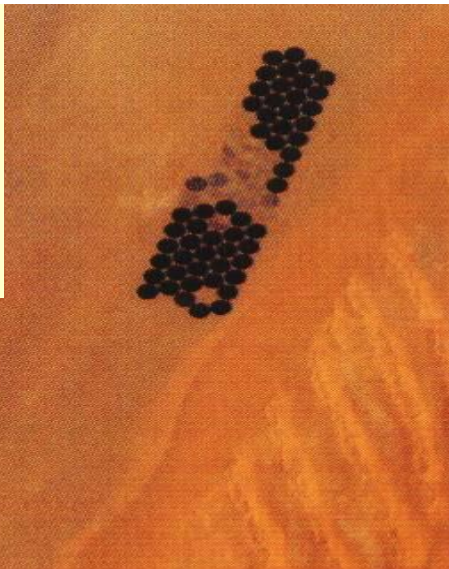
Desertifikace: příčiny

Pastevectví –
především kozy



Odlesňování

Nadměrné
využívání
podzemní vody –
centrální pivotní
zavlažování



Nadměrná
zátěž oblastí u
studní

or Toxic Co

<http://recetox.muni.cz>

Mechanismy půdní degradace - zasolování (salinizace)

Zasolování půdy – zanášení svrchní části půdy rozpustnými solemi, které brání růstu většiny kulturních plodin

K salinizaci povrchovou vodou jsou náchylné **aridní zavlažované oblasti** (voda se odpařuje, soli zůstávají v půdě – např. údolí Nilu po stavbě Asuánské přehrady).

K salinizaci podzemní vodou dochází **při nadměrném zavlažování nebo odlesnění v nížinách s vysokou hladinou podzemní vody** (např. jižní Irák, západní Austrálie).

Salinizace - podíl zasažené půdy ve vybraných zemích

| Country | % Affected | Country | % Affected |
|---------|------------|----------------------|------------|
| Algeria | 10 - 15 | Iraq | 50 |
| Egypt | 30 - 40 | Israel | 13 |
| Senegal | 10 -15 | Jordan | 16 |
| Sudan | < 20 | Pakistan | < 40 |
| India | 27 | Sri Lanka | 13 |
| Iran | < 30 | Syrian Arab Republic | 30 - 35 |

Salinizace - typická krajina postižená zasolením



Mechanismy půdní degradace - nadměrná expolatace vodních zdrojů

Třetina lidí nemá přístup k bezpečnému zdroji pitné vody a tlak na existující zdroje se zvyšuje.

- ↪ Čerpání a kontaminace podzemních zdrojů (Gabčíkovo, Středozápad USA, centrální pivotní zavlažování – Severní Afrika, Severní Amerika)
- ↪ Likvidace povrchových zdrojů (Aralské jezero – úbytek 90% vody, údolí řeky Colorado)
- ↪ Stavby přehrad které vedou k přesouvání obyvatel, zanášení sedimenty, kontaminaci půdy a vody (Asuán, Tři soutěsky)

Nadměrná expolatace vodních zdrojů - Aralské jezero



Research Centre for Toxic Compounds in the Environment

<http://recetox.muni.cz>

Nadměrná expolatace vodních zdrojů - zavlažování



- ↪ 70% globální spotřeby vody
- ↪ 17% obdělávané půdy (275 miliónů ha, 200 miliónů v rozvojových zemích)
- ↪ Zajišťuje 40% světové produkce potravin (57% produkce obilí)
- ↪ Do roku 2030 FAO předpovídá zvětšení zavlažované plochy o dalších 50 miliónů ha

Mechanismy půdní degradace - zhutňování půdního horizontu

Zhutňování půdního horizontu – při používání těžké techniky a nedostatku organických hnojiv

- ↪ **Důsledkem je zvyšování hustoty půdy ⇒ nepříznivé podmínky pro růst rostlin, snižuje se produkce o 10-20%**
- ↪ **Snížená retenční schopnost, zvýšený povrchový odtok a eroze, zvyšuje se vysychání půd, omezen koloběh živin a plynů**
- ↪ **Přírozené odbourávání - promrznutí půdy do hloubky 50-60 cm. Zkompaktnění je rizikové zejména v oblastech kde k cyklickému promrzání nedochází.**

Mechanismy půdní degradace: kontaminace

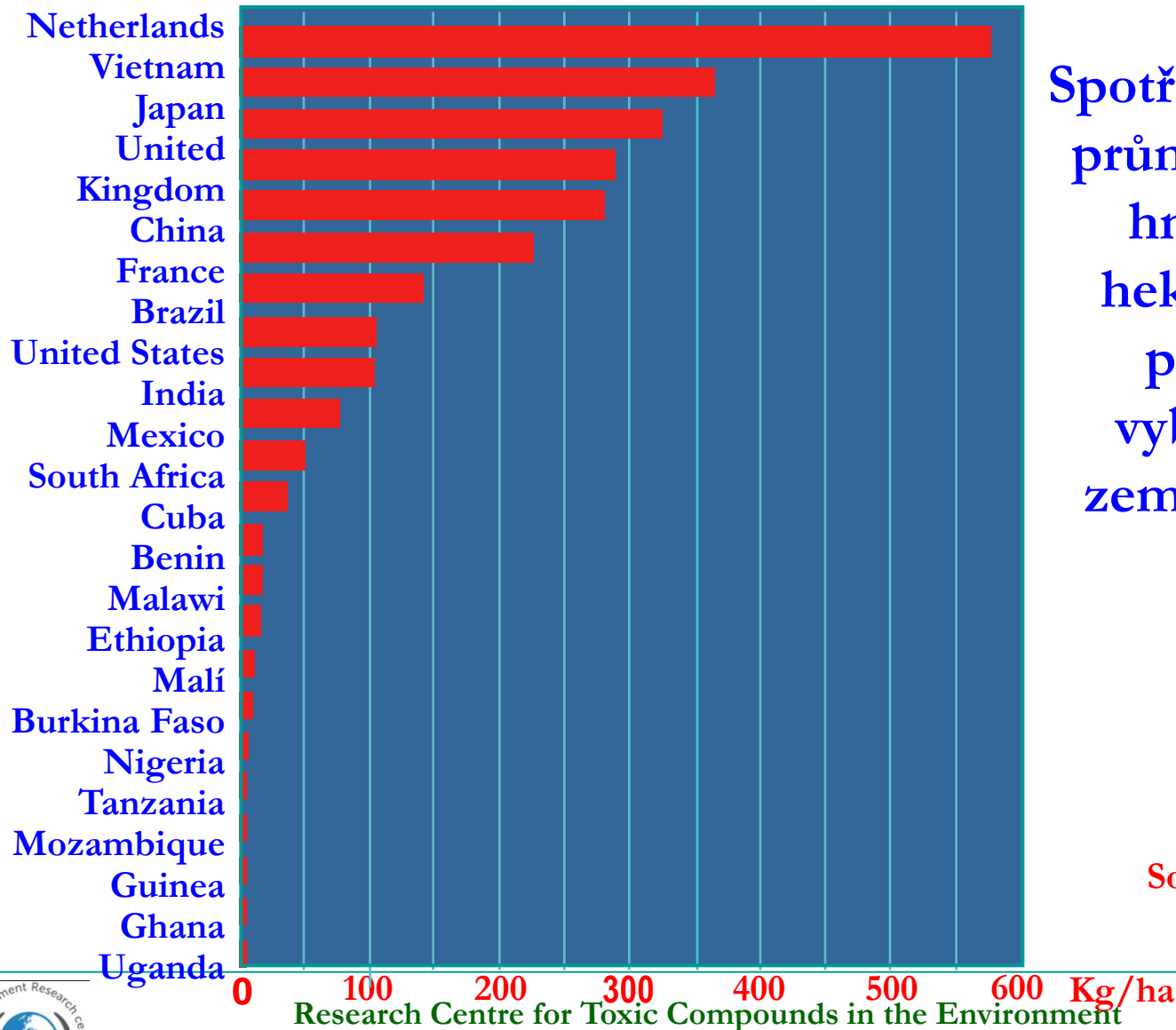
Chemická kontaminace – pesticidy a průmyslovými hnojivy

Pesticidy jsou látky, které chrání rostliny během růstu před nákazami a napadením živočichů, zamezují konkurenci jiných rostlin a zabraňují posklizňovým ztrátám (insekticidy, herbicidy, fungicidy...) Za posledních 50 let **desetinásobný nárůst použití**, podíl zničené úrody zůstává stále kolem 1/3 – škůdci si rychle vyvíjejí rezistenci.

Průmyslová hnojiva - zejména dusíkatá (ledek sodný, amonný, draselný) a fosfáty.

Zbytky pesticidů a hnojiv se ukládají v půdě, rostlinách a vodě.

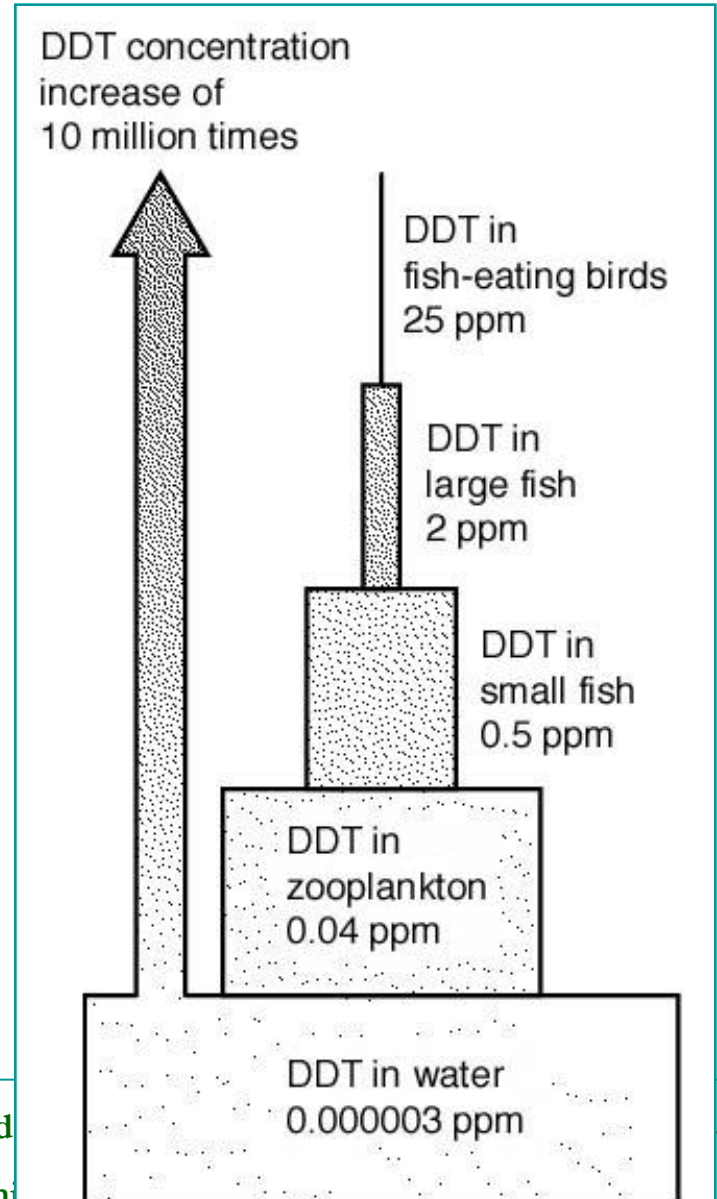
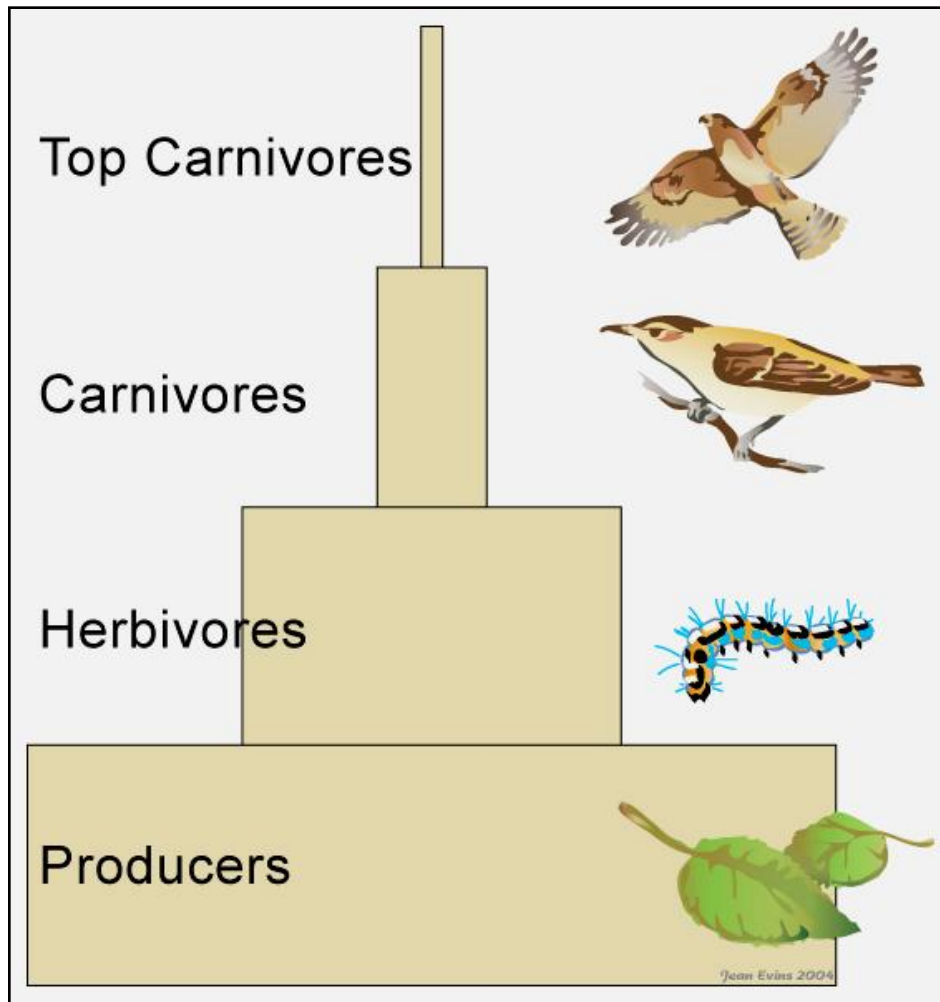
Kontaminace - spotřeba průmyslových hnojiv



Spotřeba živin z průmyslových hnojiv na hektar orné půdy ve vybraných zemích, 2002

Source: FAOSTAT, July 2004

Kontaminace - bioakumulace (potravní řetězec, příklad DDT)

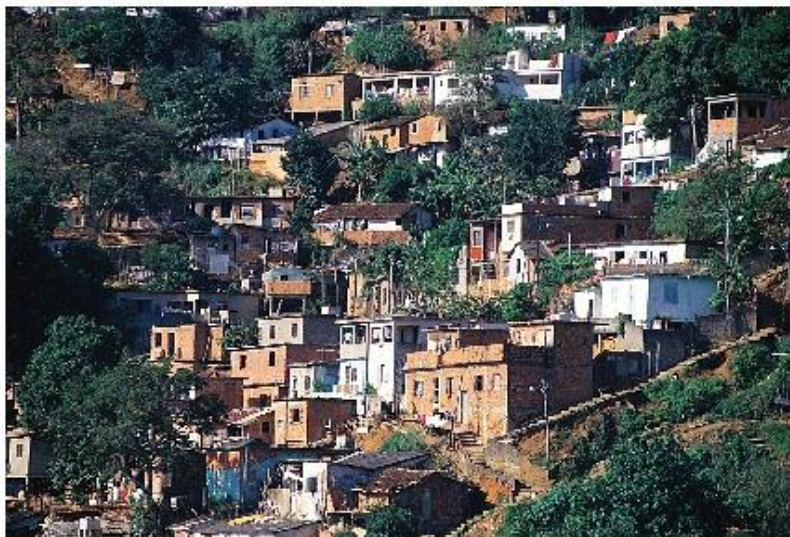


Mechanismy půdní degradace - vypásání půdy a urbanizace

Vypásání půdy – v některých případech, zejména na suchých pozemcích, se může stát že zvířata spásají trávu rychleji, než stačí dorůst – udupávají půdu, ta nemůže vsakovat vodu – neroste tráva – mizení vegetace (Tragedy of Commons)

Urbanizace – dolování (výroba energie, stavební materiály), zástavba volné plochy (urban sprawl), nadměrné čerpání podzemní vody v okolí sídel (zhroucení studen), stavba přehrad

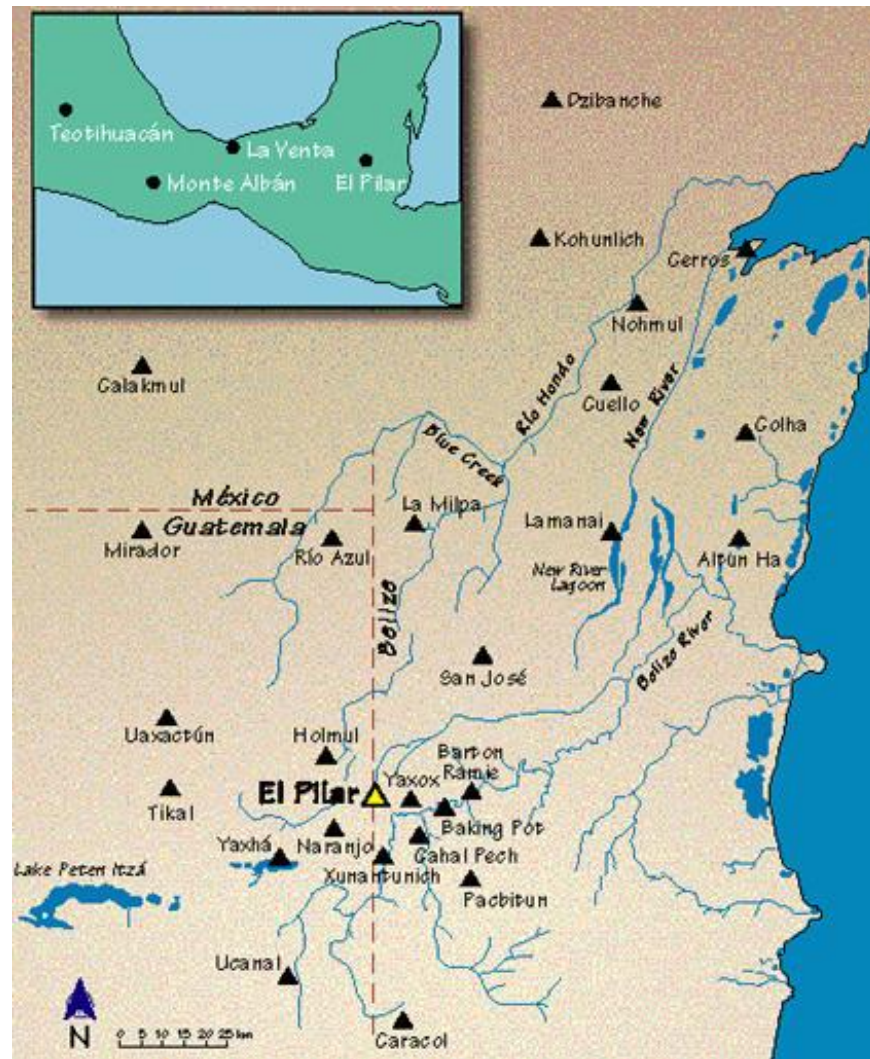
Urbanizace - typy městského osídlení



or Toxic Compounds in the Environment

<http://recetox.muni.cz>

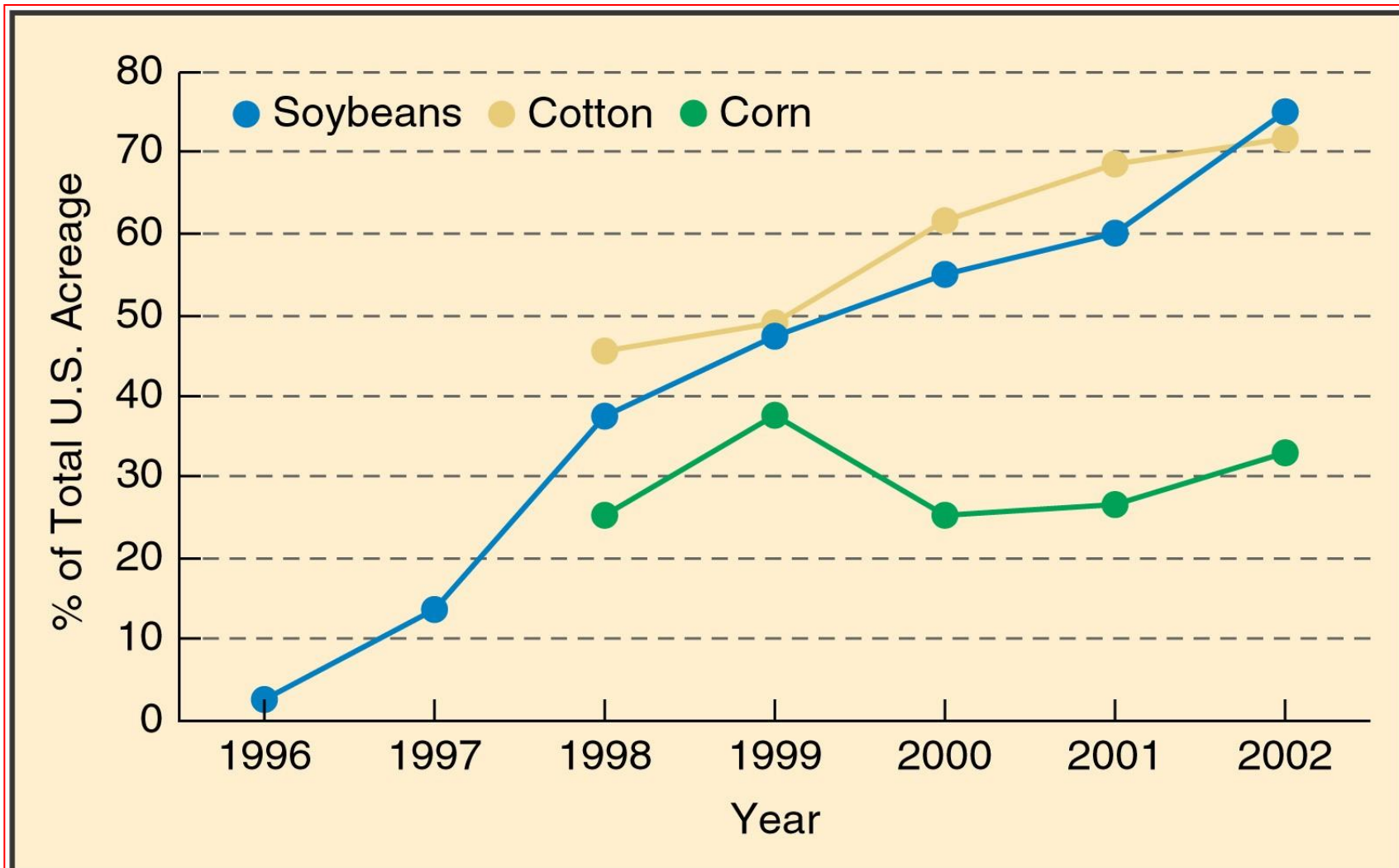
Urbanizace v historii - Mayské osídlení na poloostrově Yucatan



Geneticky modifikované organismy

- ↪ **Směr dalšího rozvoje Zelené revoluce: urychlení vývoje plodin pro větší výnos nebo jinak zvýhodněných**
- ↪ **Zásadní odlišnost od tradičního šlechtění – kombinace genetické informace organismů, které by se jinak nemohly křížit (např. rostlina x živočich x bakterie)**
- ↪ **Příklady vyvíjených žádoucích znaků**
 - odolnost proti hmyzu
 - odolnost proti herbicidům (např. Roundup Ready)
 - odolnost vůči horku / zasolení / suchu
 - lepší nutriční hodnoty (např. Golden Rice)

GMO - rozšíření



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

GMO: pozitiva a negativa

- ↪ **Pozitiva** - plodiny mohou být modifikovány tak aby obsahovaly důležité mikronutrienty, zdravotně významné proteiny, být odolné proti škůdcům
- ↪ **Negativa** - plodiny mohou obsahovat pesticidy škodlivé lidem nebo přírodě, dodané proteiny mohou způsobovat alergie, nový znak se může šířit a způsobit např. vznik „super weeds“ (rezistentních plevelů), podporují závislost na biotechnologických firmách, protože pěstované plodiny neprodukují použitelné osivo.

Ekologické zemědělství: zásady a postupy

- ↪ **Hospodařit v souladu s přírodou** - používat pouze statková hnojiva, využívat uzavřeného cyklu rostlinné a živočišné výroby, omezit těžkou mechanizaci
- ↪ **Problémům se škůdci a chorobami předcházet** a nesnažit se s přírodou „bojovat“ - nepoužívat pesticidy, ochranu rostlin postavit na rotaci plodin a jejich diverzitě, podpoře užitečných volně žijících rostlin a živočichů
- ↪ **Chovat domácí zvířata důstojným způsobem**, respektovat jejich přirozené požadavky a chování: pouze volný chov
- ↪ **Certifikované ekologické zemědělství je vázáno předpisy** a kontrolováno (KEZ). V ČR je takto obhospodařováno 12% plochy zemědělské půdy, Rakousko kolem 20%. Většinou jde ale o travnaté plochy

Ekologické zemědělství - přínosy a problémy

Přínosy:

- ↪ eliminuje znečištění potravin cizorodými látkami
- ↪ udržuje kvalitu půdy a zamezuje její degradaci
- ↪ odstraňuje hlavní etické výhrady k zemědělskému chovu zvířat
- ↪ zvyšuje zaměstnanost a osídlení venkova
- ↪ podporuje tvorbu a údržbu kulturní krajiny

Problémy:

- ↪ náročné na lidskou pracovní sílu (zároveň může být výhoda – viz výše)
- ↪ o 10 - 30% méně efektivní než průmyslová zemědělská velkovýroba



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky**