

Půda jako prostředí

Půda jako prostředí

- základní zdroj živin a vody pro růst a vývoj rostlin
- substrát pro růst vyšších rostlin
- životní prostředí řady živočichů a rozkladačů (houby, bakterie)
- archív krajinných změn

Osnova přednášky

- Pedosféra – půda jako prostředí
- Vznik půdy
- Funkce půdy
- Struktura a složení půdy
- Vlastnosti půdy
- Edafon - půdní organismy
- Půda jako ekosytém
- Půda a biodiverzita
- Humus a jeho význam
- Chemické faktory půdy
- Půdní druhy
- Půdní profil a horizont
- Půdní typy
- Ohrožení a ochrana půdy
- Degradace a kontaminace půdy
- Půda a lidstvo

Pedosféra = půdní obal Země

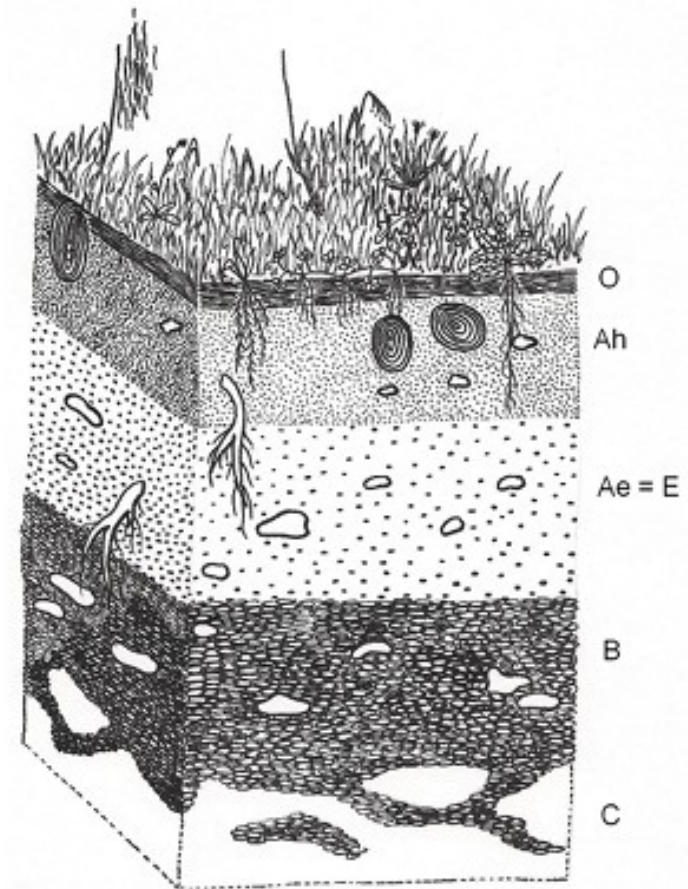
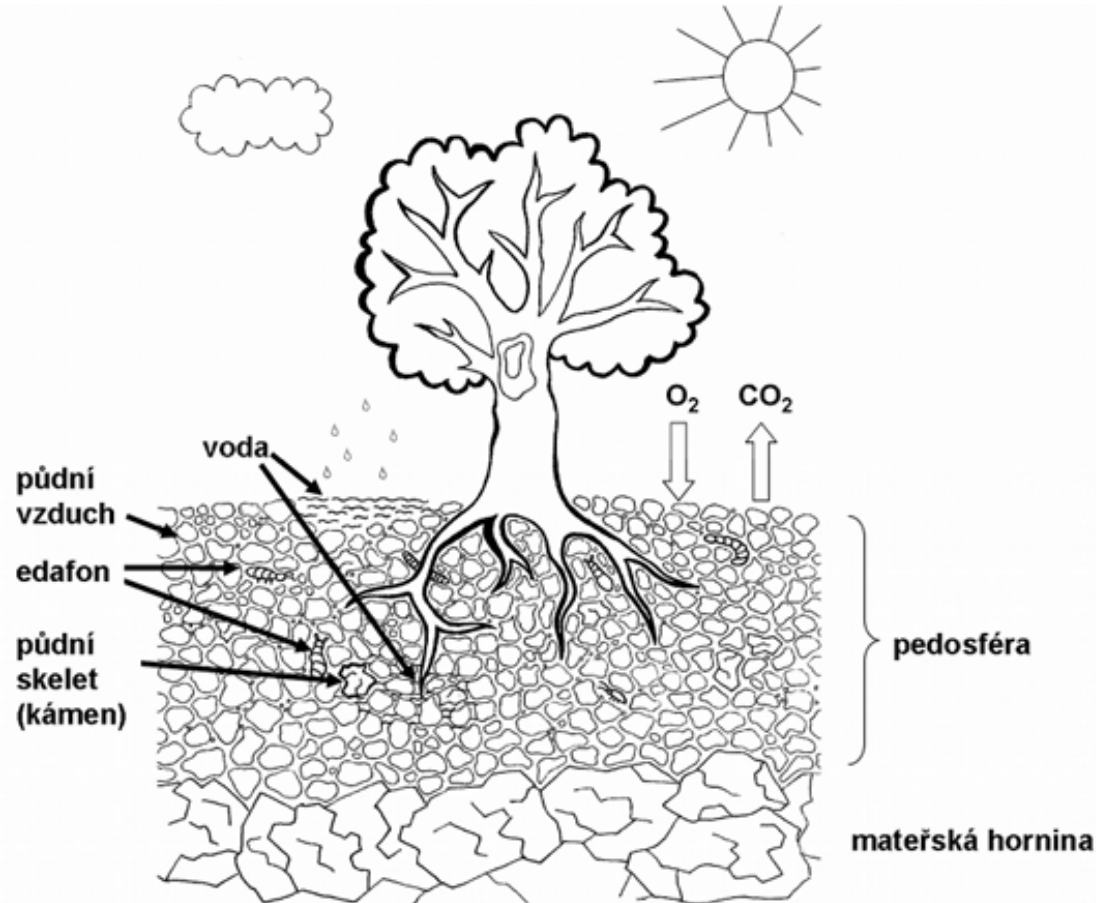
Půda = nesvrchnější vrstva litosféry vzniklá zvětráváním hornin a půdotvornými procesy.
Skládá se ze živé a neživé složky.

Rozpad matečné horniny –
mechanicky/chemicky = základ +
živé(bakterie, plísně, žížaly, kořínky...) a
odumřelé organizmy(rostliny a živočichové).

Půda je neobnovitelný a nenahraditelný
přírodní zdroj.

Půda je složka přírodního prostředí na rozhraní mezi živou a neživou přírodou !

Pedosféra: vrstva mezi atmosférou a nezvětralou mateřskou horninou



Trojrozměrný výřez půdy (vpravo) s kompletním půdním horizontem od organického horizontu (O) po částečně zvětralou mateřskou horninu (C); mezi těmito krajními horizonty se v daném případě nachází humózní minerální horizont Ah, eluviální (vylouhovaný) horizont Ae či E a horizont B (obohacený o látky vymyté ze svrchních horizontů).

Vznik půdy

Půda tvoří obal Země. Její vznik trval několik milionů let.

Půda vzniká **zvětráváním hornin**. Na vznik půdy má vliv působení:

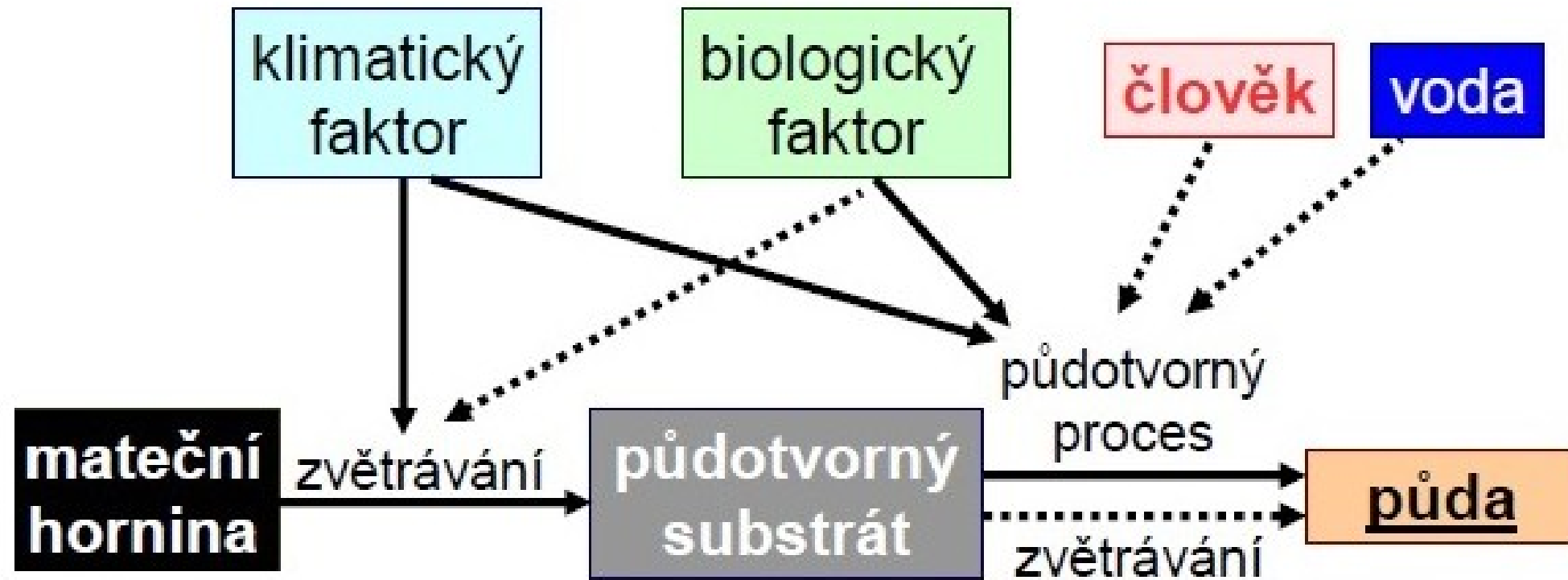
- vody
- větru
- živočichů
- kořínků rostlin
- změny teploty vzduchu



Humus = nejúrodnější část půdy. Obsahuje velké množství živin (rozložených těl rostlin a živočichů).

V půdě rozeznáváme drobné kamínky, zrnka písku a štěrku.

Schéma půdotvorného procesu



Podmínky půdotvorného procesu: - čas
- reliéf

Vznik půdy – půdotvorné procesy

- Vlastnosti půdy jsou výsledkem půdotvorných procesů na pozadí určitého podloží, klimatu a působení organismů. **Horní vrstva půdy je nejvíce ovlivněna působením vegetace a počasí** (horizont O a A) a naopak **spodní vrstva horizont C**, podléhá působení počasí a *organismů jen minimálně*.
- **Klima je zásadní pro vznik půdy**, protože ovlivňuje **jak zvětrávací procesy, tak organismy, které půdu přetvářejí**.
- **Dalšími přírodní faktory**, které ovlivňují půdotvorné procesy jsou **vegetace, aktivita organismů, reakce minerálů, topografie lokality, působení spodní vody**. I tyto faktory v konečném důsledku mají vliv na množství vody, které se při dešti nebo tání sněhu zachytí v půdě.

Základní pedogenetické procesy jsou

- **zvětrávání:** mechanický **rozpad horniny** a chemická přeměna minerálů, tvorba jílu, uvolňování bází, oxidů
- **humifikace:** mikrobiální a chemické procesy, při nichž **se organické zbytky mění v humus**
- **eluviace:** Přemísťování jednotlivých **půdních složek prosakující vodou směrem dolů**.
Například vyluhování solí, ilimerizace (posun jílu), podzolizace (posun sloučenin Fe a Al, spolu s organickými látkami) ...
- **iluviace:** opak eluviace (**látky se ve vrstvě hromadí**)
- **oglejení:** uvolňování sloučenin železa **při přemokření** (redukční podmínky) a jejich srážení v suchém období. **Při trvalém přemokření nastává glejový proces**, kdy dochází k redukci sloučenin Fe a Mn, zajilení a charakteristickému šedo zelenomodrému zbarvení (Fe^{2+}).
- **solončakování:** vnášení **lehce rozpustných solí do půdního profilu** (např. vzlínání solí v aridním klimatu)
- **slancování:** vymývání **solí z povrchových vrstev a jejich akumulace ve spodních vrstvách**.

Diferenciační pedogenetické procesy

Půda vzniká **půdotvorným procesem** (pedogeneze) z **půdotvorného substrátu**. Horninové složení ovlivňuje rychlost tvorby půdy, její hloubku a fyzikálně-chemické vlastnosti.

Půdotvorné substráty

- **pevné horniny skalního podkladu**
(vyvřeliny, metamorfika)
- **zpevnělé sedimenty skalního podkladu**
- **čtvrtohorní a mladotřetihorní nezpevněné sedimenty** (nivní, organické, pěnovcové)
- **antropogenní substrát**



Funkce půdy

Půda poskytuje **mnoho praktických služeb**, které dohromady dělají ze světa místo k životu. Půda poskytuje:

- **Médium pro růst rostlin:** fyzická **kotva pro kořeny** rostlin, kořeny **absorbují vodu, vzduch a živiny** a pomalu tyto materiály uvolňuje. Půda také **chrání rostliny před chorobami, škůdci a stresem**.
- **Regulace a filtrace přívodu vody:** **Infiltrace dešťové vody** a tání sněhu do půdy - póry mezi půdními částicemi a otvory (zvířecí tunely). Část této vody **je zadržována v půdních pórech** a dokonce je **vytažena vzhůru proti gravitační síle** – půdní kapiláry.
- **Půda zadržuje vodu**, zpomaluje rychlost šíření vody a **snižuje potenciál pro záplavy**. Půda je také **největším přírodním vodním filtrem na Zemi**; Jak voda **prochází půdou do zásob podzemní vody**, různé fyzikální, chemické a biologické procesy **filtrují kontaminanty** – tyto se zde vážou a degradují - pitná voda.

(Pokračován

í)

- **Recyklace a ukládání organické hmoty:** Většina suchozemských rostlin a živočichů se nakonec po smrti stane půdou. **Rozklad houbami, bakteriemi, hmyzem** a dalšími půdními organismy přeměňuje kdysi živé rostliny a zvířata do forem, které mohou být využity jinými živými organismy **jako zdroje energie pro růst a vývoj.**
- **Stanoviště pro divokou zvěř:** Mnoho zvířat – od hrabavých sov přes želvy až po lišky – **žije, hnízdí, hrabe nebo hibernuje v půdě.** Vliv, který mají některá z těchto zvířat na půdu může být **víření, míchání a přeskupování půdy** prováděné zvířaty významné.
- V některých oblastech **mravenci přemístí více než tunu půdy na akr za rok.** Tato tunelovací činnost **přesouvá organickou hmotu z povrchu půdy pod zem** a přivádí **podloží na povrch,** vytváří **smíšený substrát** a přidává makropóry, které umožňují pohyb vzduchu a vody v půdě.
- **Inženýrské médium:** **Půda je základem** (nebo stavebním materiálem) pro **silnice, stejně jako domy, mosty, budovy a nespočet dalších staveb.** Různé typy zemin mají proměnlivou únosnost, stlačitelnost, seismickou stabilitu a potenciál bobtnat nebo se smršťovat.

Základní funkce půdy

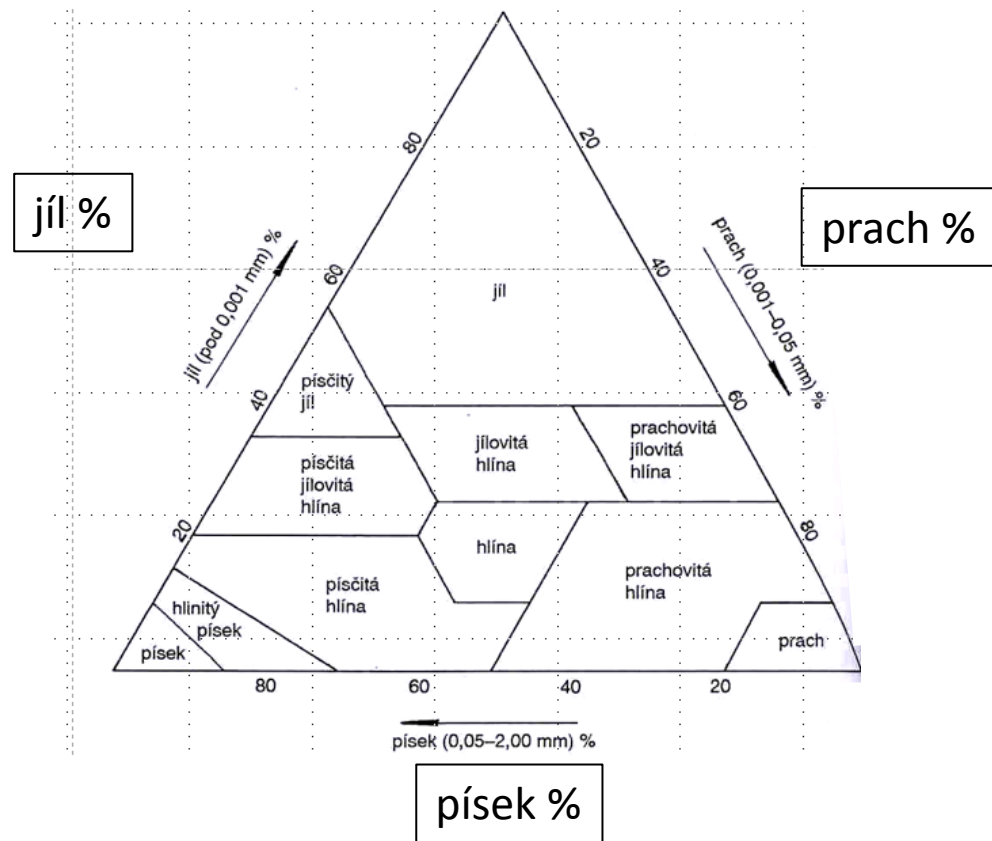
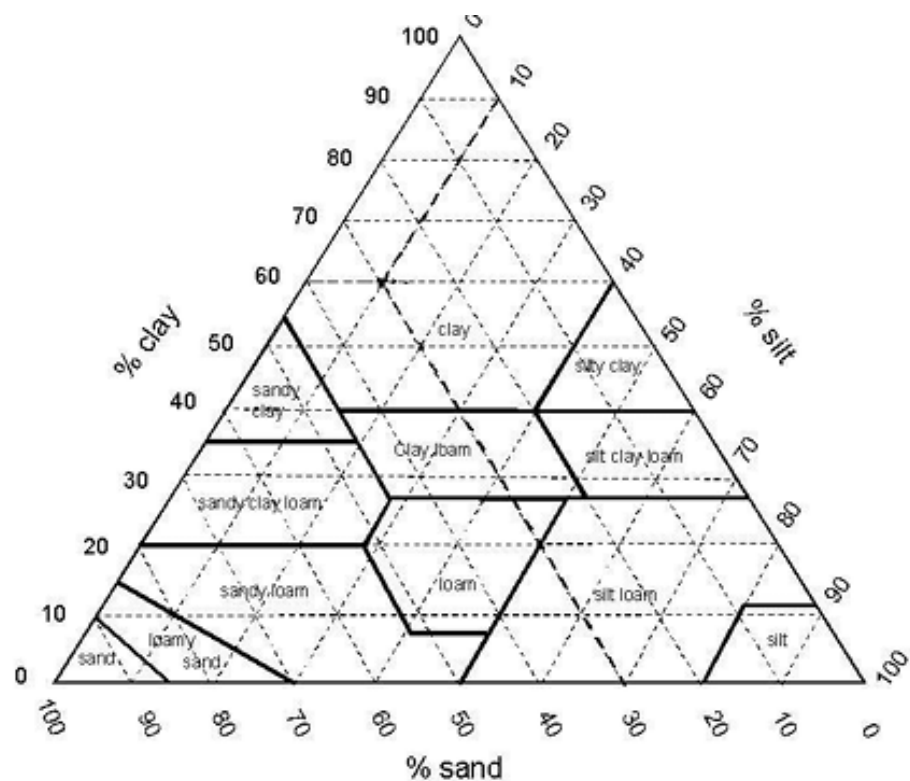


Půda poskytuje mnoho základních funkcí, včetně (ve směru hodinových ručiček zleva): média, ve kterém může **růst rostlinný život**, **zásobování vodou a filtrace**, **recyklace a skladování** organické hmoty (na obrázku zemědělec používá půdní sondu ke kontrole hloubky organické hmoty) a **úkryt pro různá zvířata** (jako jsou svišti, čmeláci aj.).

Struktura a textura půdy

- **Struktura** je dána stmelením půdních částic do různých agregátů jílem, organickými látkami, sloučeninami železa apod. (např. hrudkovitá, drobtová, práškovitá, deskovitá).
- **Textura** (půdní skladba, zrnitostní složení) je dána zastoupením jednotlivých, různě velkých minerálních částic: **jílu** (pod 0,001 mm), **prachu** (0,001 - 0,05 mm) a **písku** (0,05 - 2 mm).
- Základní rozlišení na půdy **lehké, střední a těžké**.

Mezinárodně užívané zařazení půdy dle textury (zrnitosti).



Složení půdy

Minerální látky:

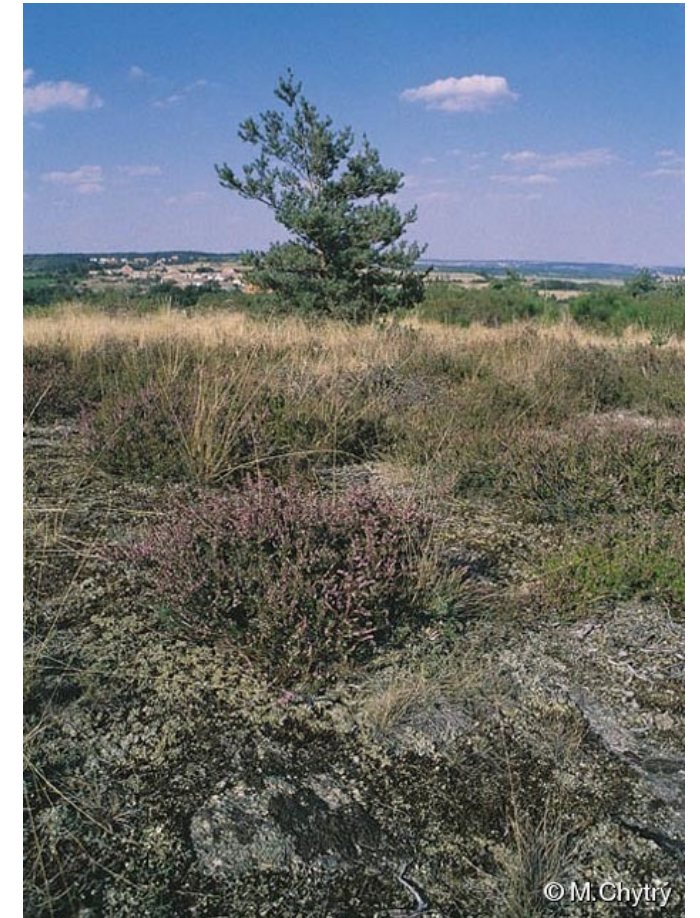
Vyskytují se ve formě **látek pevných, kapalných (půdní roztok) a plynných.**

Autochtonní materiál je takový materiál, který pochází ze zvětrávané matečné rostliny (půdy zvětralé), **Alochtonní** materiál byl na své místo zavát, naplaven, sesut z jiného místa. Usazený materiál se nazývá **sediment.**

Obsah minerálů je z velké části předurčen geologickým podložím. Zvětráváním minerálně bohatých hornin (**vápenec, vápnitý jílovec, slínovec, opuka, hadec**) vznikají půdy s **vysokým obsahem minerálů**, často s neutrální až bazickou reakcí.

V oblastech bohatých srážkami s dlouhým historickým vývojem půd se však může na minerálně bohatém, např. **vápencovém či andezitovém, podloží vyvinout kyselá půda chudá na minerály.**

Na horninách s nízkým obsahem minerálů (**žula, rula, svor, fylit, granulit**) se **vždy vyvíjí chudá, kyselá půda.**



Horniny minerálně bohaté



Vápenec – Český kras

Jílovec –Velká Fatra

Opuka - Přední Kopaniny

Hadec - serpentinit



Žula

Rula

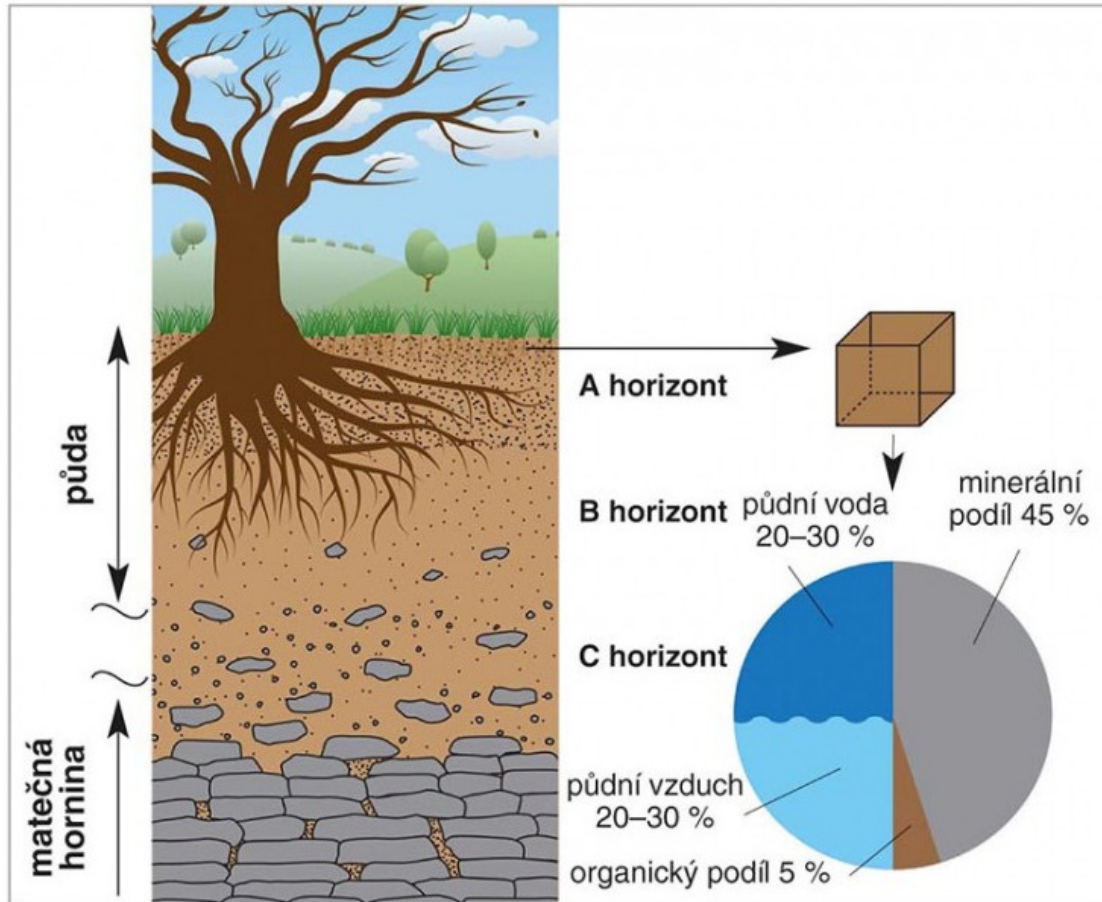
Svor

Granulit

Horniny minerálně chudé



Půda – její složení



Půda je rozlišena do jednotlivých **vrstev (horizontů)**, které se označují velkými písmeny (např. A, B, C). Vyvinutá půda je strukturní a skládá se z pevných částic a pórů mezi nimi. **Většinu pevných látek tvoří minerální podíl**, jen kolem několika procent objemu připadá na organické látky. **Celkový objem pórů bývá kolem 50 %**. Póry jsou částečně vyplněny půdní vodou, částečně půdním vzduchem. Jejich poměr se mění, při vysychání nahrazuje vodu vzduch a naopak. **Půda, v níž se zmenšuje objem pórů např. nesprávným obděláváním (utužováním apod.), neposkytuje rostlinám a půdním organismům vhodné podmínky pro život.**

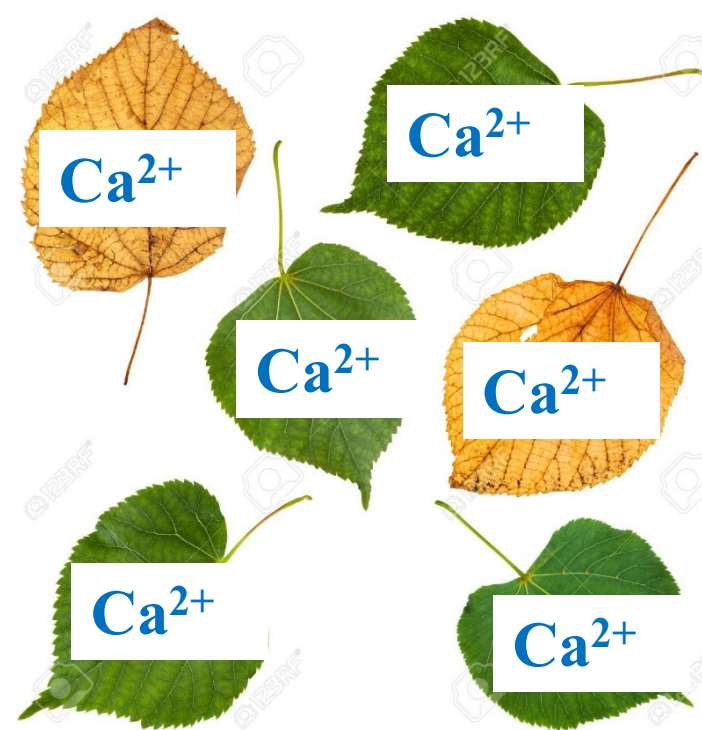
Složení půdy

Na **obsahu minerálů** a reakci půdy se může podílet i **vegetační kryt**, např. opad listnatých stromů je minerálně bohatý.

Naopak, jehličnatý opad je minerálně chudý a půdu okyseluje.

Půda se může rovněž **obohacovat o minerály po kontaktu se srážkovou vodou**, která propršela přes koruny stromů.

I nelesní vegetace ovlivňuje půdu – viz **rašelinotvorná vegetace, černozem** na stepi apod. Podle některých hypotéz se na vzniku černozemi podílí pravidelné požáry.



Půdní voda

Od spodních po horní vrstvy půdy rozlišujeme vodu:

podzemní (ve spodní části profilu nad neprospustným podložím)

kapilární (vzlíná v kapilárních pórech půdy, rostlinami využitelná) a

gravitační (proniká velkými póry ve směru zemské tíže).

Trvale zamokřené půdy jsou málo prokysličené, nastávají redukční procesy. Trvale zamrzlé půdy se nazývají **permafrost**.

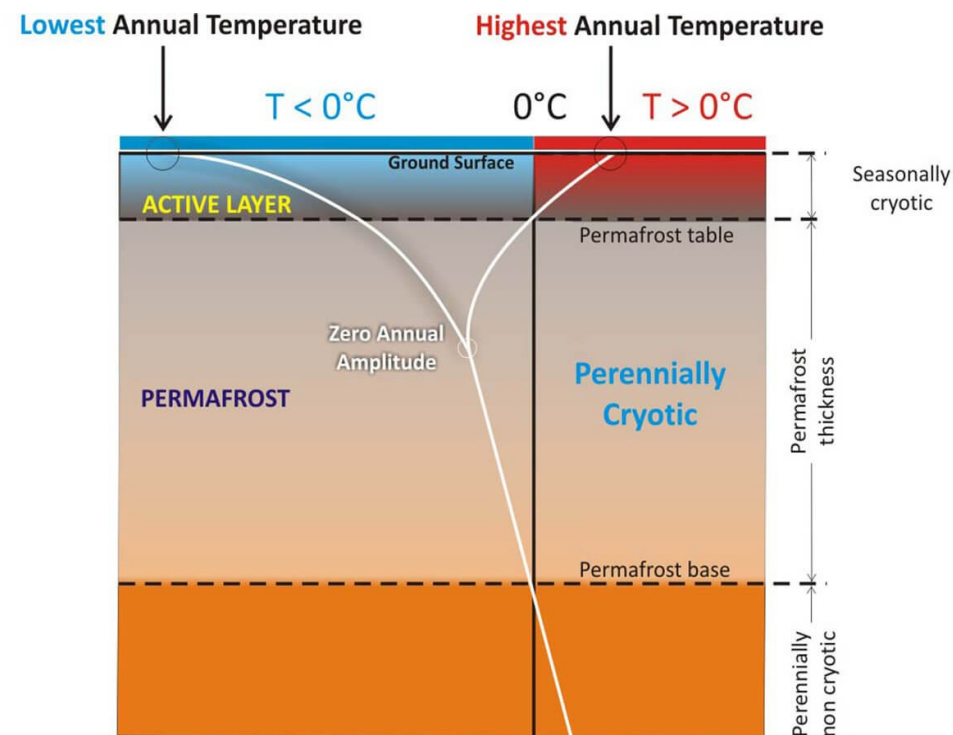
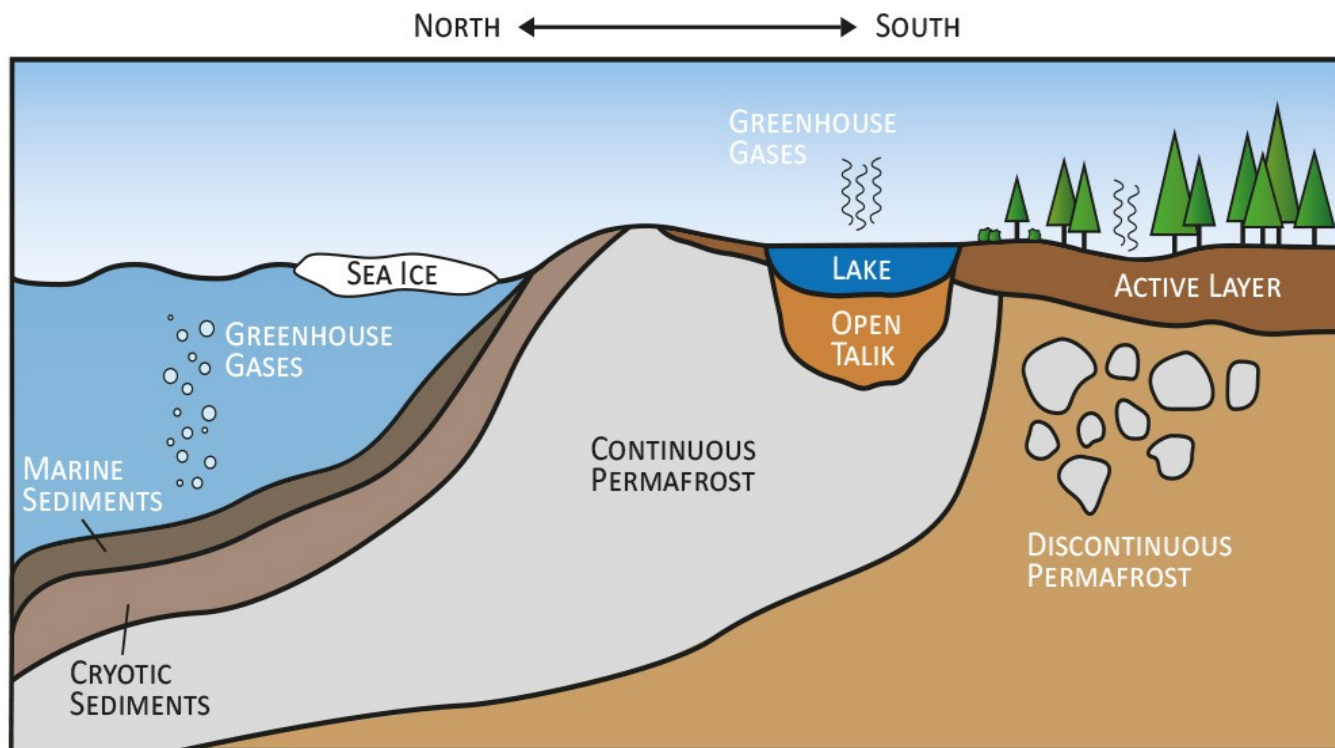
Hygrobiontní, hygrofilní, mezofilní, xerofilní organismy.



letní hranice permafrostu na Sibiři

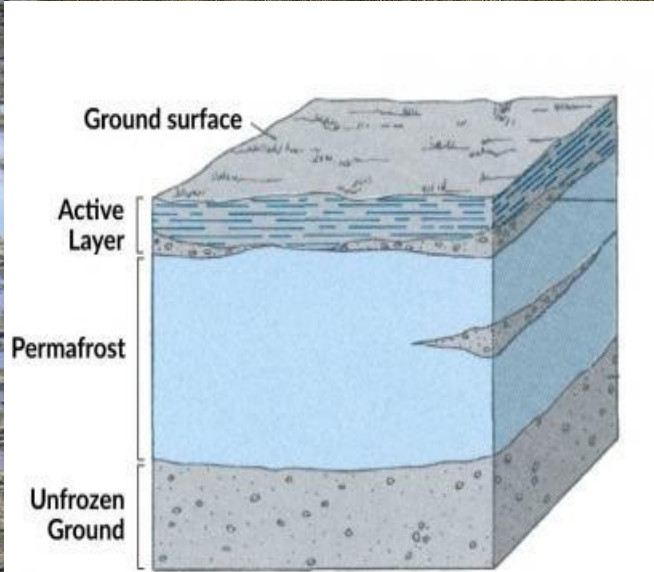
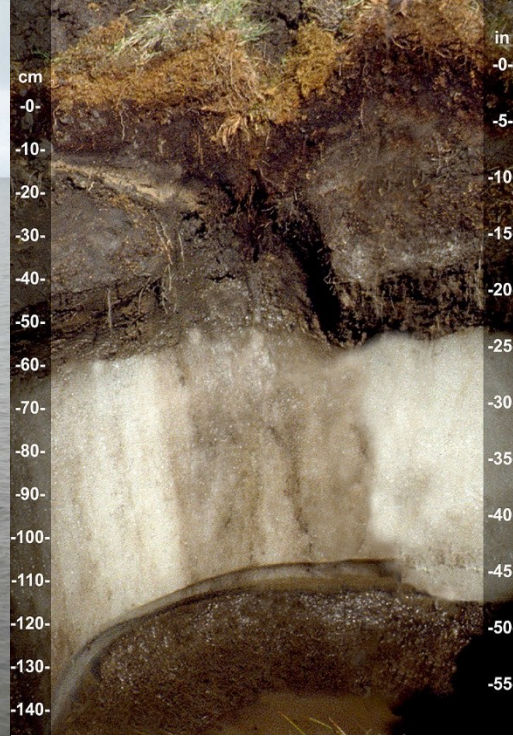
Permafrost

Permafrost (též věčně nebo dlouhodobě zmrzlá půda, pergelisol) je hornina, zvětralina nebo půda, jejíž teplota je po dobu dvou či více let nižší než 0 °C.



Tání permafrostu uvolňuje **skleníkové plyny – oxid uhličitý a metan** – do atmosféry, stejně jako **mění absorpční schopnosti půdy**. Ovšem ze studie, která byla nyní publikována v Nature Climate Change plyne, že **dopady tání permafrostu mohou být mnohem širší**.

Tání permafrostu



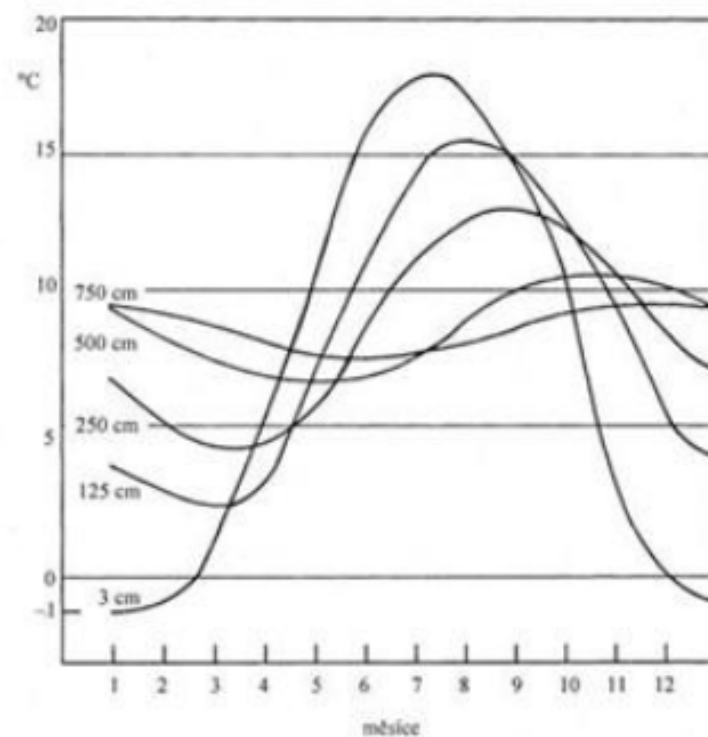
Tepelné vlastnosti půdy

9

Půda

- Edafon
- Biologické a chemické procesy
- Výkyvy teploty
 - denní – cm
 - měsíční dm – m
 - roční do 5-7 m

- Půdní druh
- Pórovitost
- Vegetace
- Vlhkost
- Obsah humusu



Vlhkost

Zdroje vláhy

- Atmosférické srážky
 - vertikální (déšť, sníh)
 - horizontální (rosa, jinovatka)
- Příklad
 - povrchový
 - podzemní
- U nás 440 – 2000 mm

Vlhkost

- absolutní
- relativní
- rosný bod

Půdní voda

- gravitační
- podzemní
- kapilární
- adsorbční
- vodní potenciál

Tolerance živočichů k vlhkosti

Druhy

- stenohygrické
- euryhygrické

Regulátor

- aktivity
- délky vývoje

• Vodní – hydrofyty, hydrobionti



• Vlhkomilné – hygropyty, hygrofilní



• Střední nároky – mezofyty, mezofilní

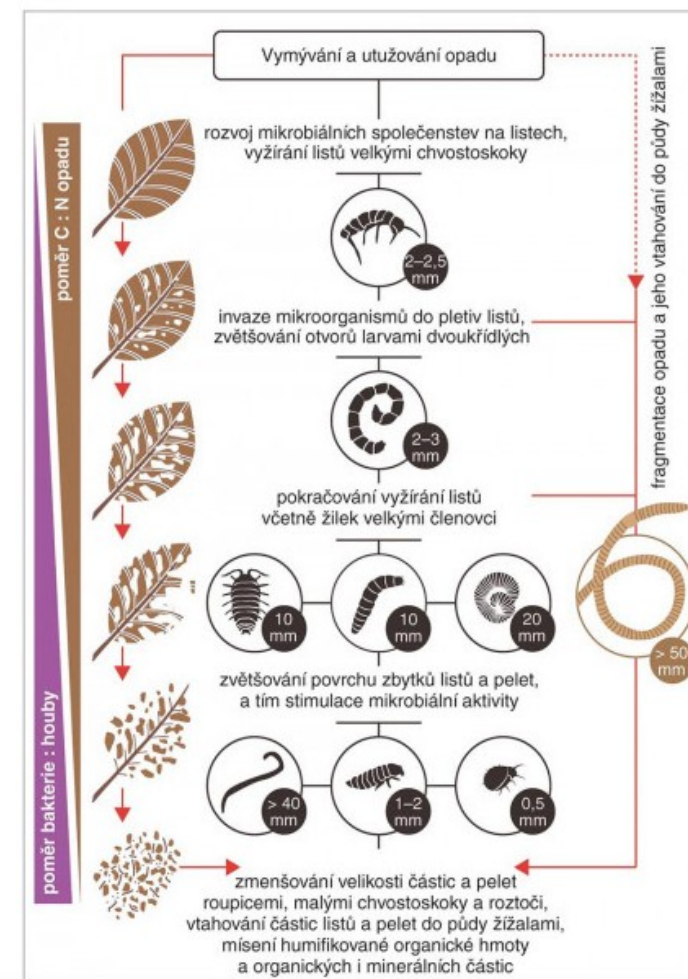
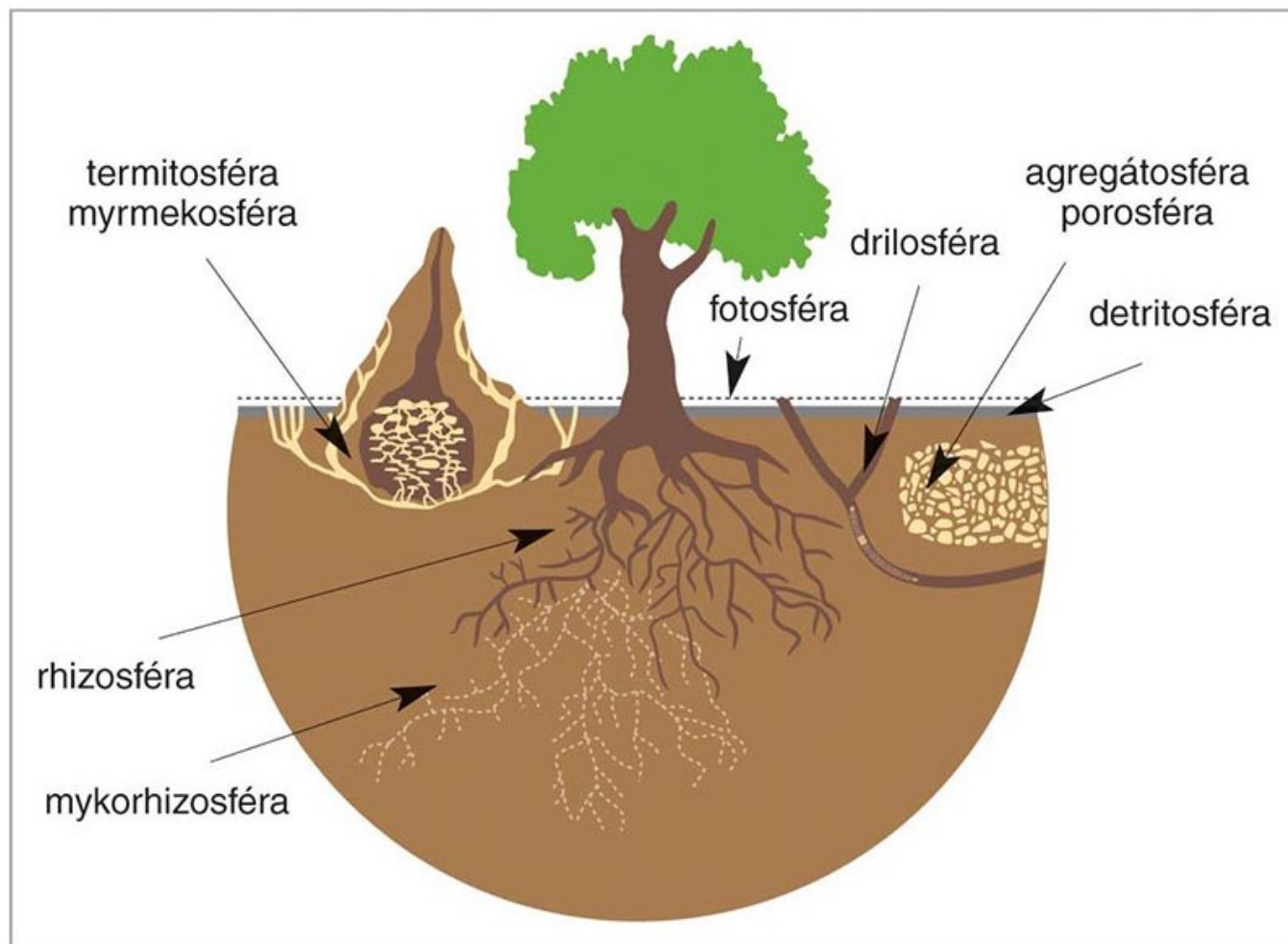
• Suchomilné – xerofyty, xerofilní

(sukulenty, sklerofyty)



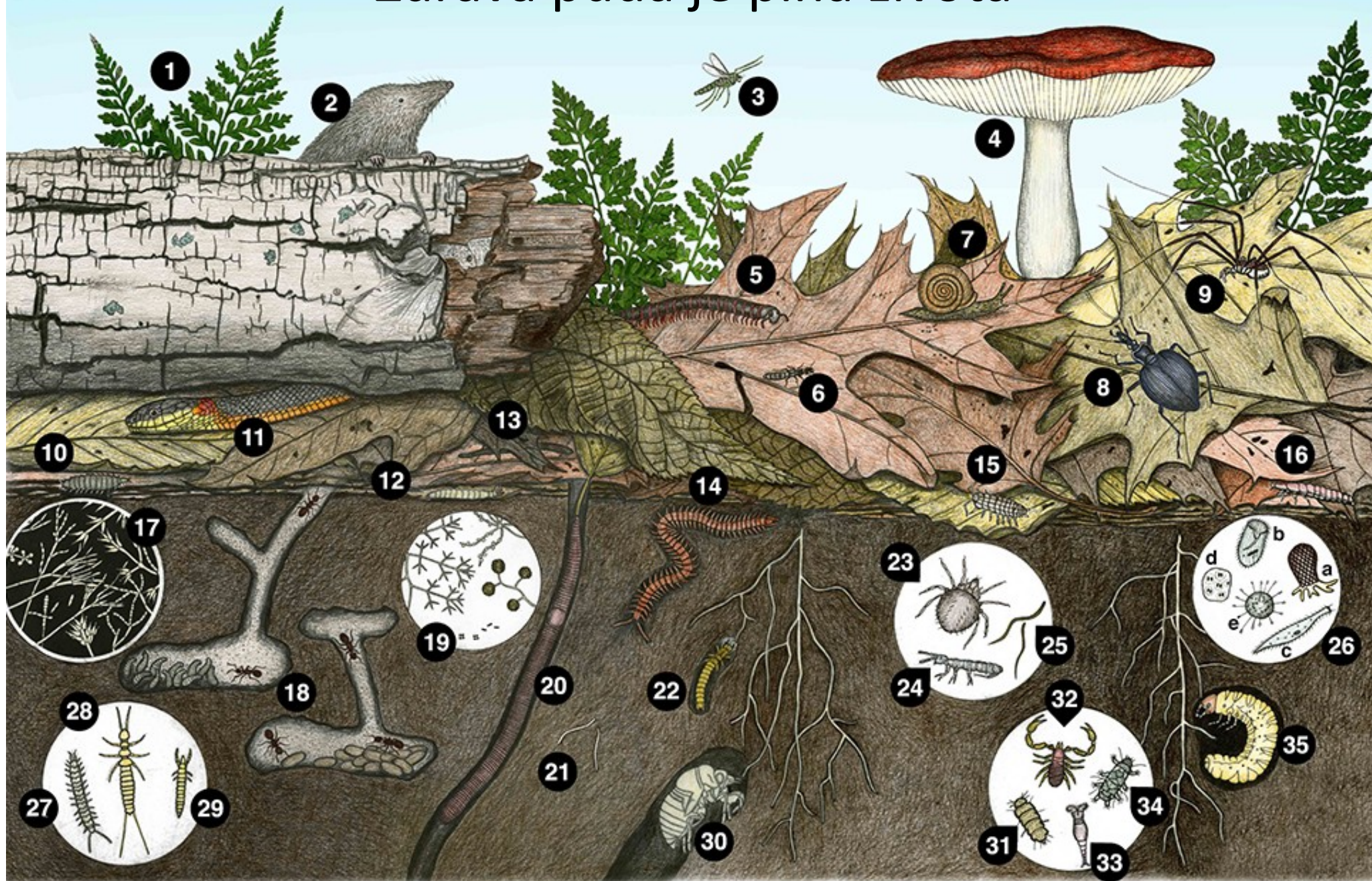
Adaptace (přechod na souš, půdní druhy)

Biologicky významné sféry půdy



Biologicky významné sféry (funkční domény; blíže popsány v textu) v půdě představují hlavní systémy aktivity a regulace, v nichž probíhá vstup organických látek do půdy a rozklad organické hmoty. Mají tři obecné komponenty: **zdroje (opad, půdní organická hmota atd.)**, **rozkladače (mikroorganismy, enzymy)** a **regulátory (makroorganismy, zajišťující mimo jiné vytváření sfér a míchání a transport materiálů)**. Hranice mezi sférami nejsou ostré a někdy je ani nelze určit.

Zdravá půda je plná života



(Legenda k předchozímu obrázku)

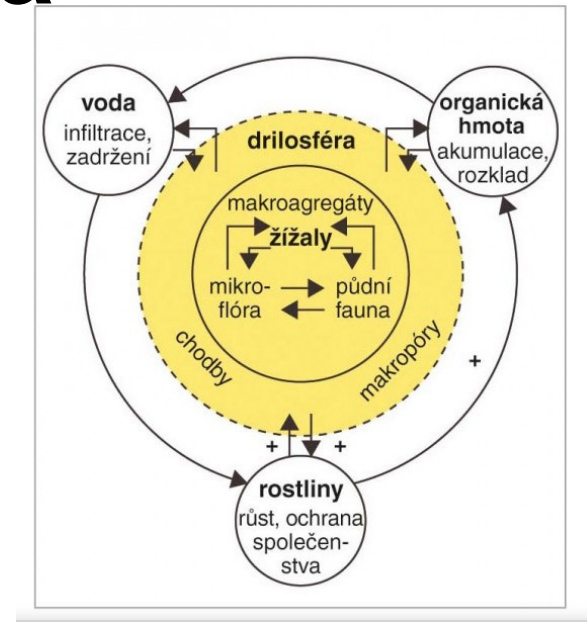
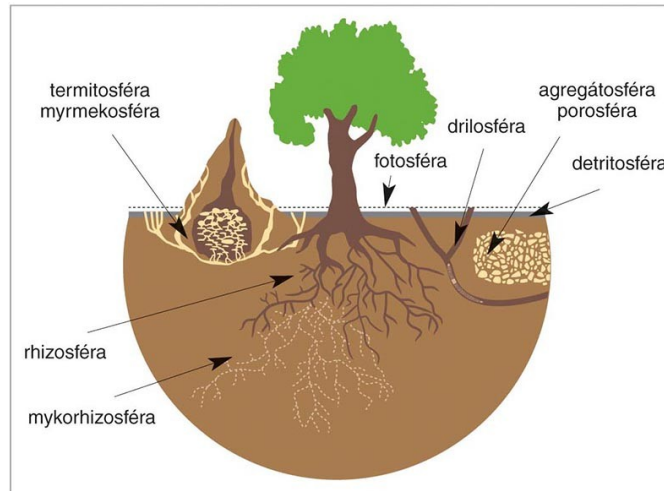
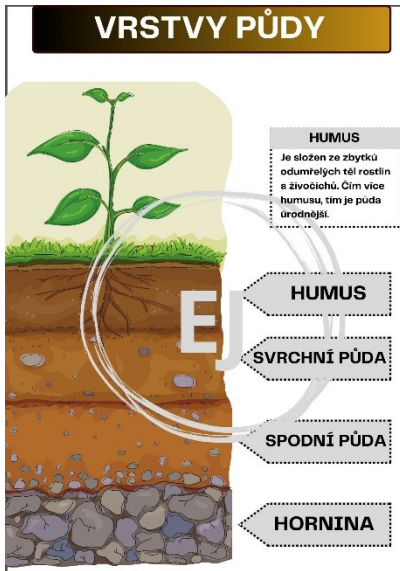
Zdravá půda je plná života: 1 – kapradina lesní; 2 – rejsek; 3 – Březnová moucha; 4 – mykorhizní houba (*Russula*); 5 – stonožka; 6 – drabčí brouk; 7 – šnek; 8 – hlemýžřavý střevlík; 9 – tatínek dlouhonohý; 10 – larva mouchy vojáka; 11 – užovka kroužková; 12 – larva jeřábu; 13 – půdní ploštěnka; 14 – půdní stonožka; 15 – Woodlouse; 16 – larva světlušky; 17 – vlákna (hyfy) půdních hub; 18 – mravenci se svými larvami a kuklami; 19 – bakterie a aktinomycety; 20 – žížala; 21 – potworms; 22 – larva brouka klikajícího; 23 – roztoč pancířník; 24 – chvostoskok; 25 – háďátka; 26 – prvoci a řasy: (a) prvoci z rodu testati, (b, c) prvoci s řasinkami, (d) modrozelené řasy, (e) heliozoa; 27 – symphylan; 28 – dipluran; 29 – Proturan; 30 – nymfa cikády; 31 – pauropod; 32 – Pseudoštír; 33 – Rotifer; 34 – želvušky; 35 – larva brouka skarabea.
(Převzato z J. Nardi 2007, University of Chicago Press.)

Půda je plná života

Kromě **neživých minerálních složek půdy a mrtvé organické hmoty** se půda skládá také z **různých živých organismů**, a to jak **fauny** (zvířat), tak **flóry** (rostliny, bakterie, archea a houby). Tyto organismy jsou klasifikovány několika způsoby, přičemž nejjednodušší klasifikace je založena na jejich relativní velikosti a fyziologii.

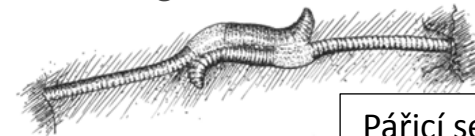
- **Mikroflóra** (bakterie a mikroskopické houby a řasy)
- **Houby** (houby a jiné makrohouby)
- **Rostliny** (mechy, lišejníky, játrovky a cévnaté rostliny)
- **Mikrofauna** (prvoci)
- **Mesofauna** (hlístice, vířníci, želvušky, žížaly a menší členovci, jako jsou chvostoskoci a roztoči)
- **Makrofauna** (větší členovci jako stonožky a brouci, stejnonožci, měkkýši, žížaly a obratlovci)

Organizace půdního života



Život v půdě je organizován do různých **subsystémů a sfér** :

- **Rhizosféra** - sféra vlivu kořenů rostlin - žije mnohonásobně více mikroorganismů než ve volné půdě;
- **Fotosféra** - sféra fotosyntetizujících řas;
- **Detritosféra** - intenzivní rozkladné procesy;
- **Termitosféra/myrmekosféra** - dominuje vliv termitů/mravenců
- **Drilosféra** – zahrnuje chodbičky žížal;
- **Porosféra** - část půdy vyplněná póry, je zvláštním druhem prostředí pro mnoho příslušníků **edafonu – půdních organismů**;
- **Agregátosféra** - půdní agregáty rozmanité velikosti.

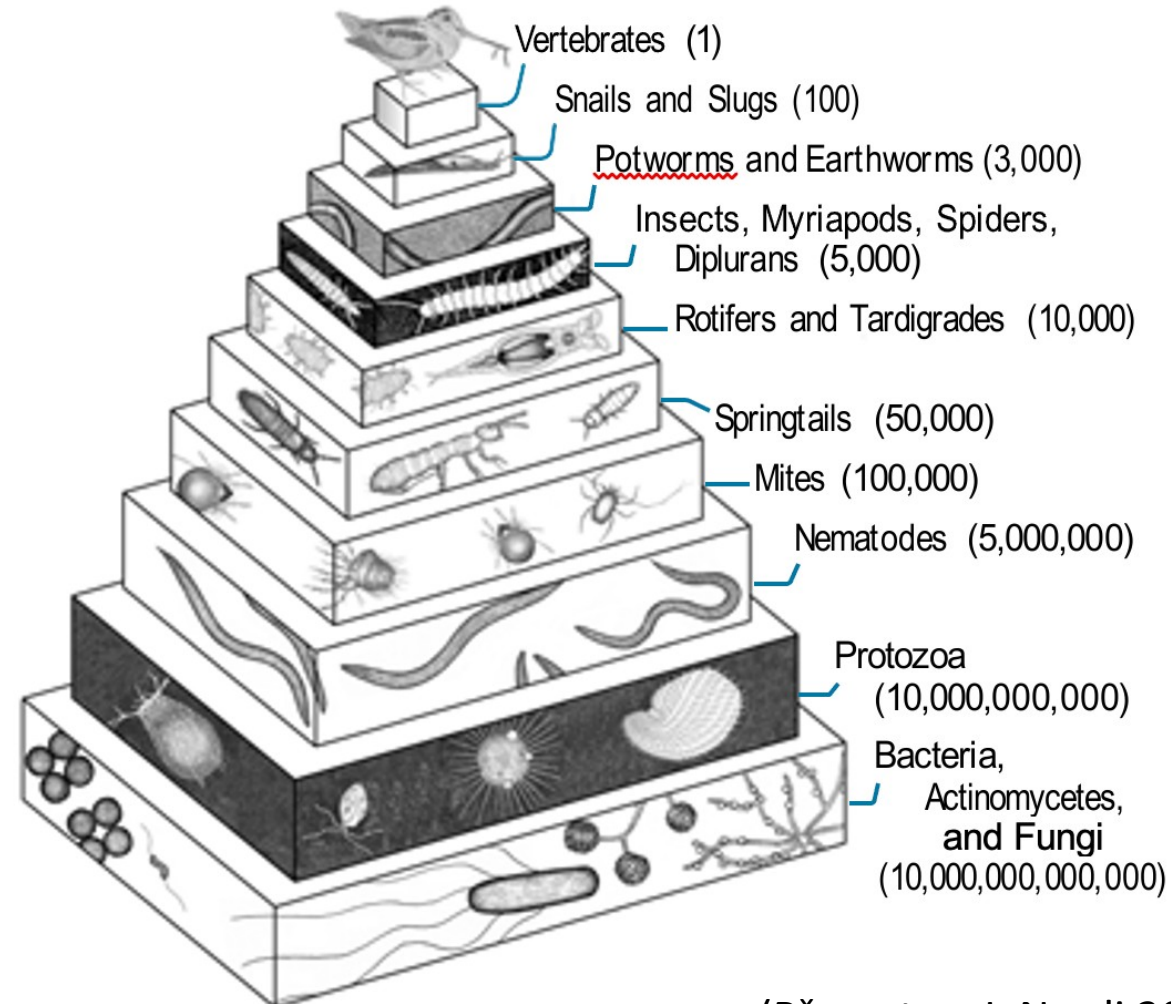


Páří se žížaly (*Lumbricus terrestris*),
zadní části zůstávají v chodbách.

Jakou mají funkci půdní organismy?

- **Významně podílejí na zvětrávání půdy** a na půdotvorných procesech (pedogeneze).
- **Umožňují koloběh látek v ekosystému** – dekompozitoři rozkládají odumřelou organickou hmotu vytvořenou primárními producenty.
- **Rozkládají organickou hmotu** a tak ji zpřístupňují primárním producentů; z části tvoří v procesu humifikace důležité organické látky – humus.
- **Půdu promíchávají** – živé organismy se v půdě pohybují a promíchávají minerální a organické půdní částice. Půda se tak obohacuje o humus v hlubších vrstvách a má rovnoměrnou kvalitu po celé hloubce. Půdu zkyprují.
- **Vytvářejí strukturní půdní agregáty** a způsobují, že se půda nezhutňuje, neslýchává a je v ní dostatek pórů pro výměnu plynů atd.

Relativní počet jednotlivých organismů podle skupin v rámci jednoho metru čtverečního (10,7 čtverečních stop) půdy. Nejhojnější organismy tvoří základnu pyramidy.

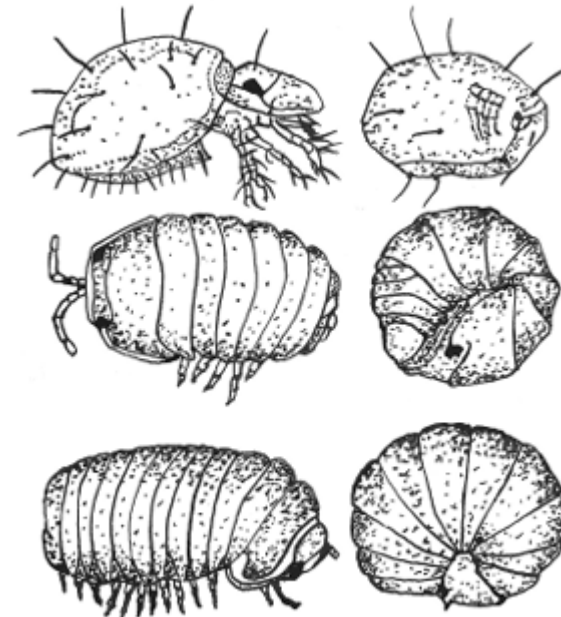


(Převzato z J. Nardi 2007, Chicago University Press)

Adaptace na život v půdě

Život v půdě vede k řadě adaptací:

- **Mikroorganismy** – větší zastoupení obligátně či fakultativně anaerobních druhů ve větších hloubkách
- **Fotoautotrofní mikroorganismy** – schopnost pohybu za světlem nebo přechodu na heterotrofní způsob obživy.
- **Živočichové:**
 - **morfologické adaptace** - částečná až úplná redukce očí a pigmentace, zkracování končetin a štětín, protažení těla, snížená míra sklerotizace exoskeletu.
 - **fyziologické adaptace** - umožňují přežít za nižších koncentrací kyslíku a vyšších koncentrací CO₂ v půdním vzduchu či vodě, dále - výrazná pigmentaci, dobrý zrak, často dlouhé štětiny i končetiny (např. bývá u těchto chvostoskoků dobře vyvinuta skákací vidlička, která byla u euedafických zástupců redukována) a **silnou sklerotizaci**. Sklerotizace je důležitá i z hlediska fyziologické adaptace proti vysychání brání i stočení do spirály či lépe kuličky (**volvace**).



VOLVACE:

- **pancířníci** (nahore), suchomžeští stejnonožců – **svinky** (uprostřed) a mnohonožek – **svinule** s (dole).

Edafon - půdní fauna

- **Edafon** (z řeckého *edaphon*, ἔδαφος), dříve živěna **půdní** je společenstvo organismů žijících v půdě.¹
- **Edafon představuje 1 % až 10 % organické hmoty v půdě.**
- Půda je prostorově-časové hmotné kontinuum, reprezentující složitý polyfunkční otevřený **čtyřfázový strukturovaný systém: (1)pevné fáze, (2) půdního roztoku, (3) plynné fáze a (4) živé hmoty** v povrchové části zvětralin, respektive zemin, který je komplexní dynamickou funkcí matečného materiálu, organismů, reliéfu a času.



Krtek (*Talpa europea*) je příkladem organismu patřícího do edafonu; **žije v půdě nastálo a je jí plně přizpůsoben**, takže je řazen do euedafonu a je tzv. **geobiont**.

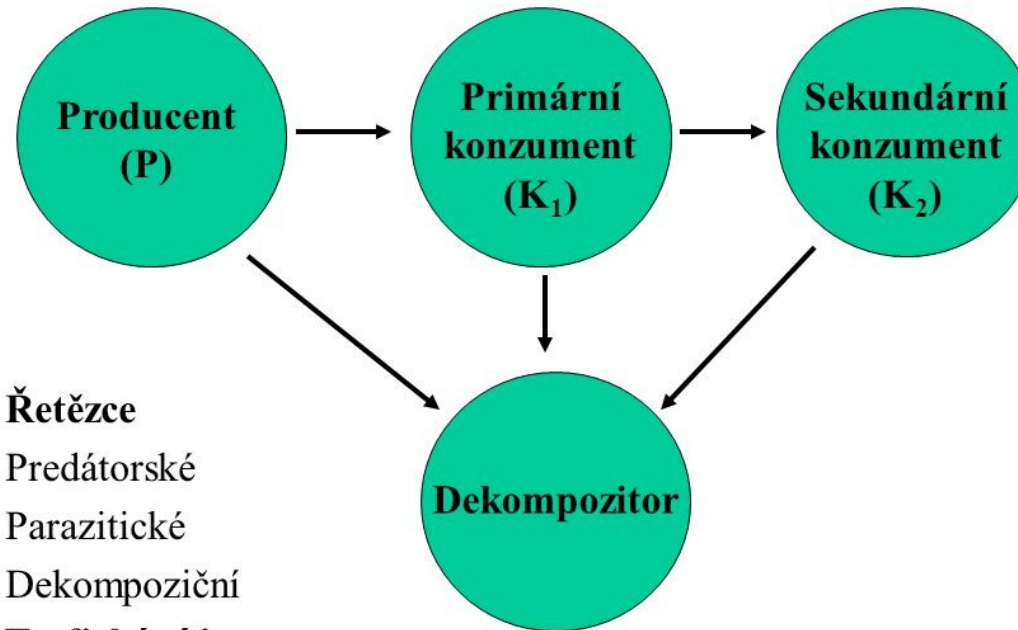
Edafon

- **Edafon je společenstvo všech mikroorganismů, rostlin, živočichů žijících trvale či dočasně v půdě !**
- **Půdní organismy patří mezi zásadní složky půdy.** Existence a fungování půdy jsou nerozlučně spjaty s půdními organismy a s jejich činností. **Bez půdních organismů by půda neexistovala !**
- **Edafon má nezastupitelnou roli, co se týče úrodnosti půdy !**

Schéma ekosytému

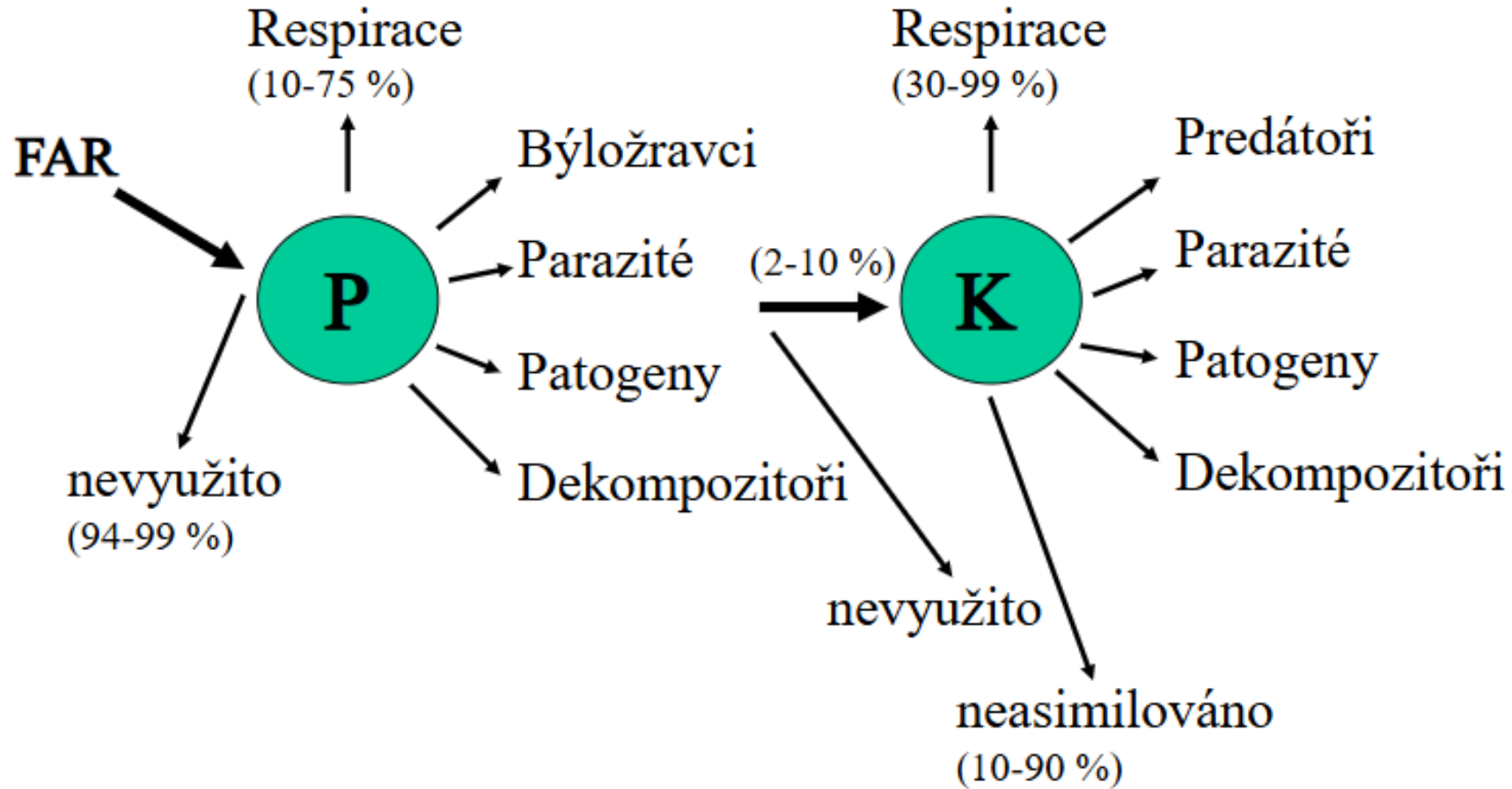
Potravní řetězce

33



- **Řetězce**
 - Predátorské
 - Parazitické
 - Dekompoziční
- **Trofická síť**

Cesty toku energie



Potravní řetězce a potravní síť

Koloběh hmoty a tok energie biosférou probíhá přes potravní řetězce, tvořící potravní síť

Potravní řetězec je sled trofických (potravních) úrovní, které na sebe navazují

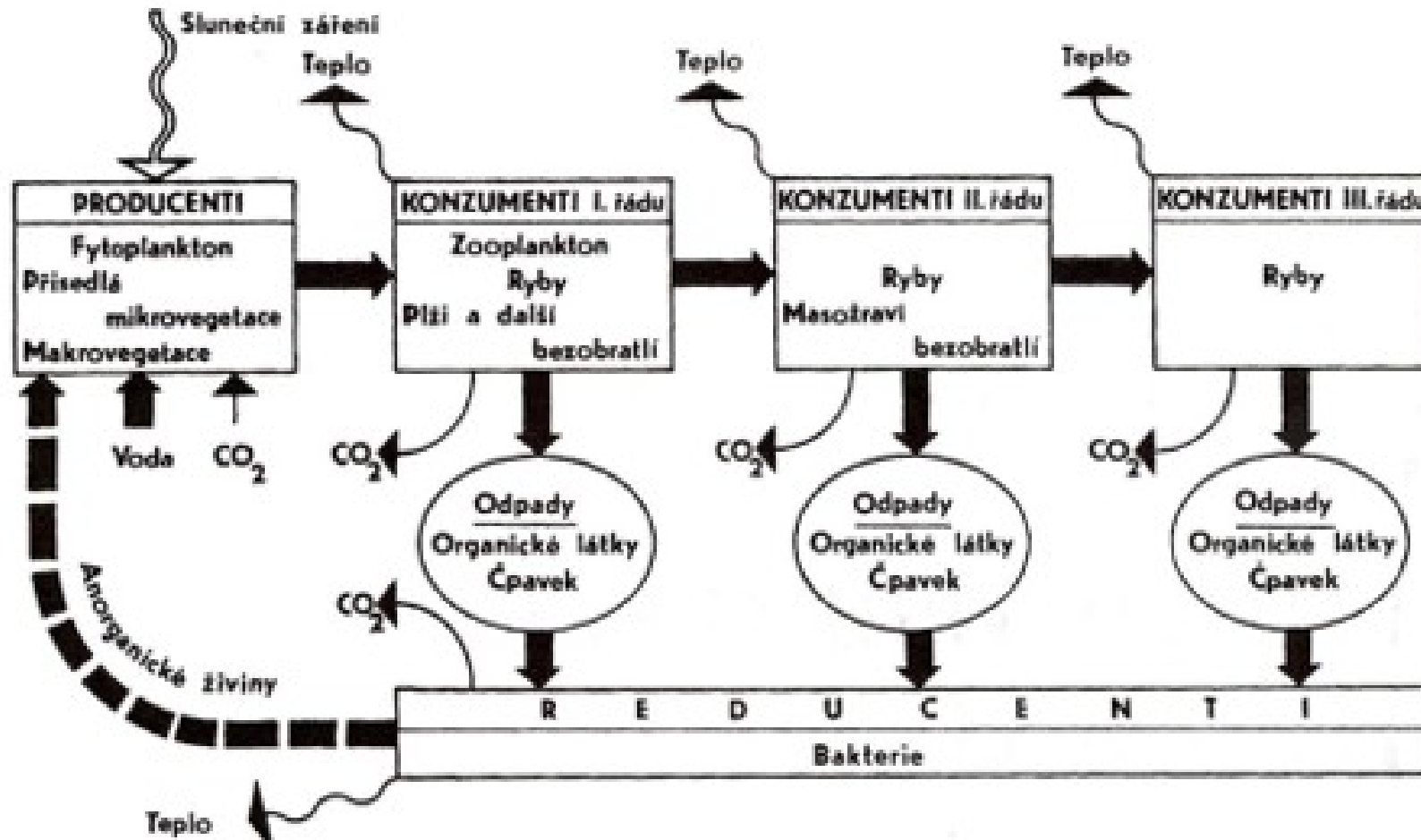
- **Primární producenti**

- **autotrofní organismy**, přeměňující anorganické látky v organické. Dokáží chemicky vázat energii do své biomasy
- **tato energie udržuje životní procesy** všech organismů v potravním řetězci
- **během průchodu potravním řetězcem degraduje a přeměňuje se v mechanickou energii a teplo**

- **Konzumenti**

- **heterotrofní organismy** navazující na primární producenty; konzumenti I., II., popř. vyššího řádu

Přesun hmoty a energie ve vodním prostředí

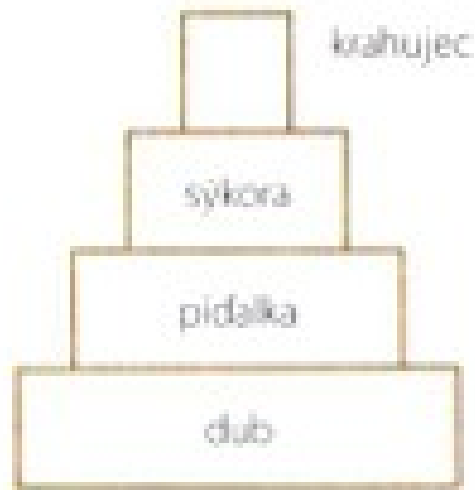


Detritový potravní řetězec

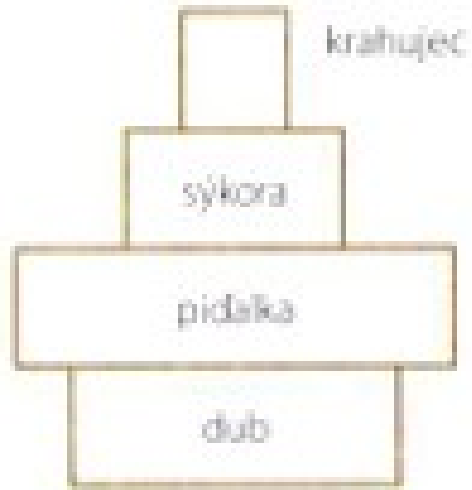
- **Potravní řetězec je vázán na mrtvou biomasu**
 - ta je zdrojem energie pro rozkladače (dekompozitory, mikrokonzumenty)
- **Produkt počátečního rozkladu** (a zároveň materiál dalšího) rozkladu se **nazývá detritus (detrit)** - mrtvá **biomasa** primárních producentů, **exkrementy a mrtvá těla** konzumentů z pastevně - kořistnického řetězce - **tímto detritový potravní řetězec navazuje na všechny trofické úrovně řetěze pastevně-kořistnického.**
- **Postupná metabolická degradace** organických látek - jednoduché anorganické sloučeniny
- **Část rozkládající se organické hmoty** zůstává většinou určitou dobu v půdě ve formě **humusu** (= organické půdní hmoty)
- **Půdní bakterie, aktinomycety a houby** - **edafon** (= společenstvo půdních organismů) [?] saprofágové (žíví se látkami částečně rozložené biomasy)
- **Existují i predační vztahy** mezi jednotlivými složkami edafonu
- **Je zásadní pro koloběh uhlíku a dalších biogenních prvků**- krátký koloběh uhlíku (X v pastevně kořistnickém řetězci dlouhý) - rychlejší znovuzapojení uhlíku do biomasy primárních producentů pomocí mykorrhizních hub

S trofickou úrovní klesá biomasa i produkce

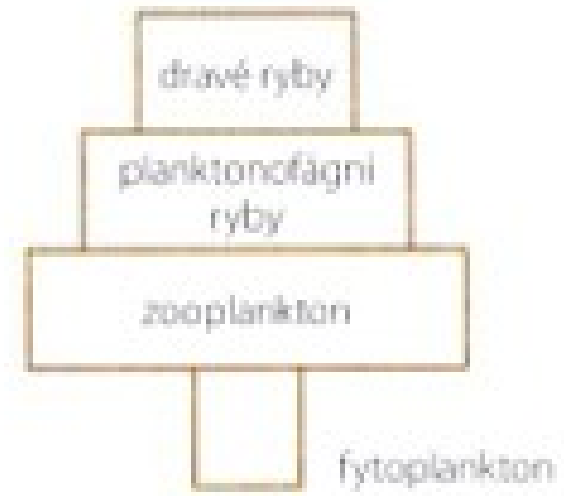
potravní (trofická) pyramida



A



B

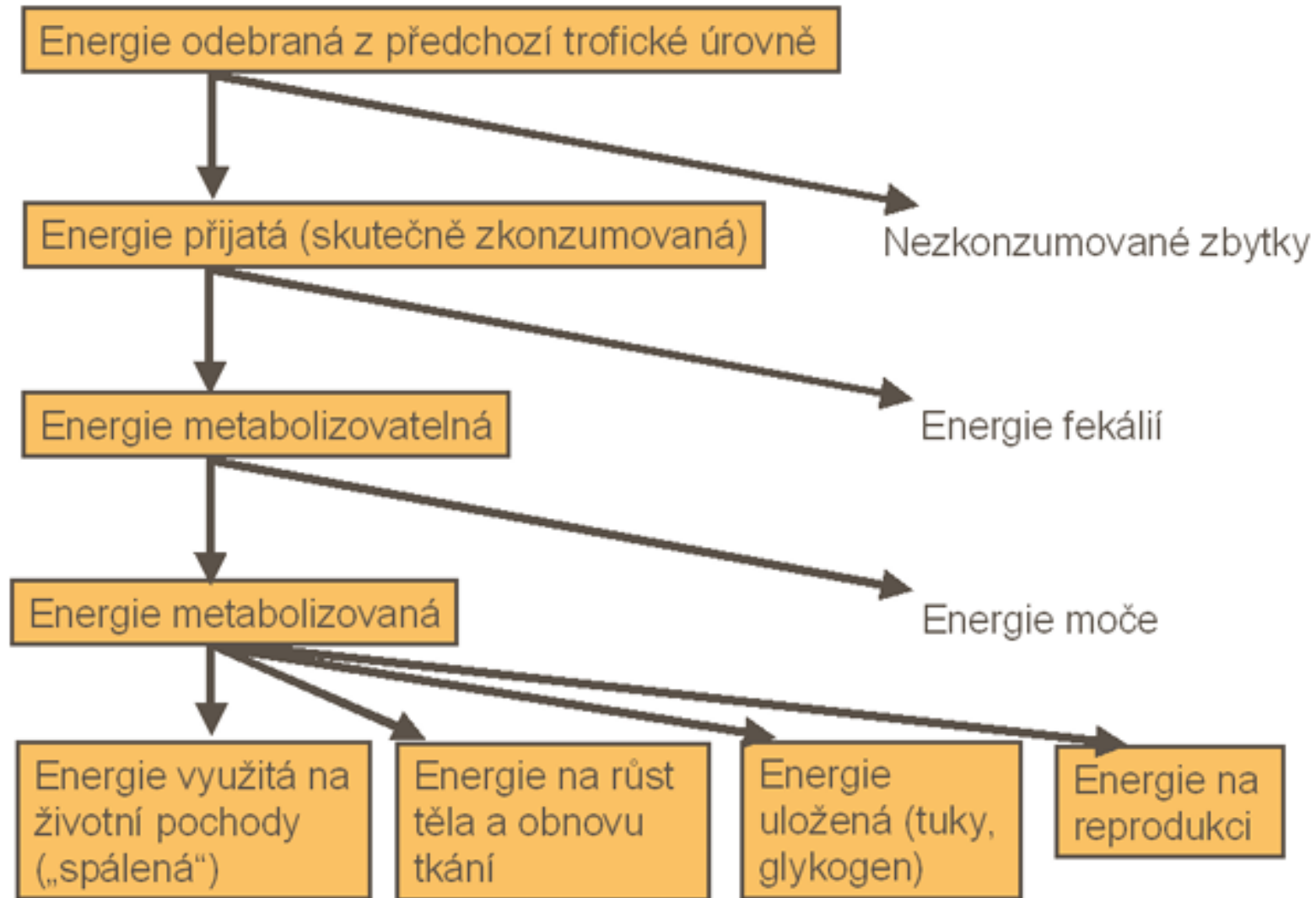


C

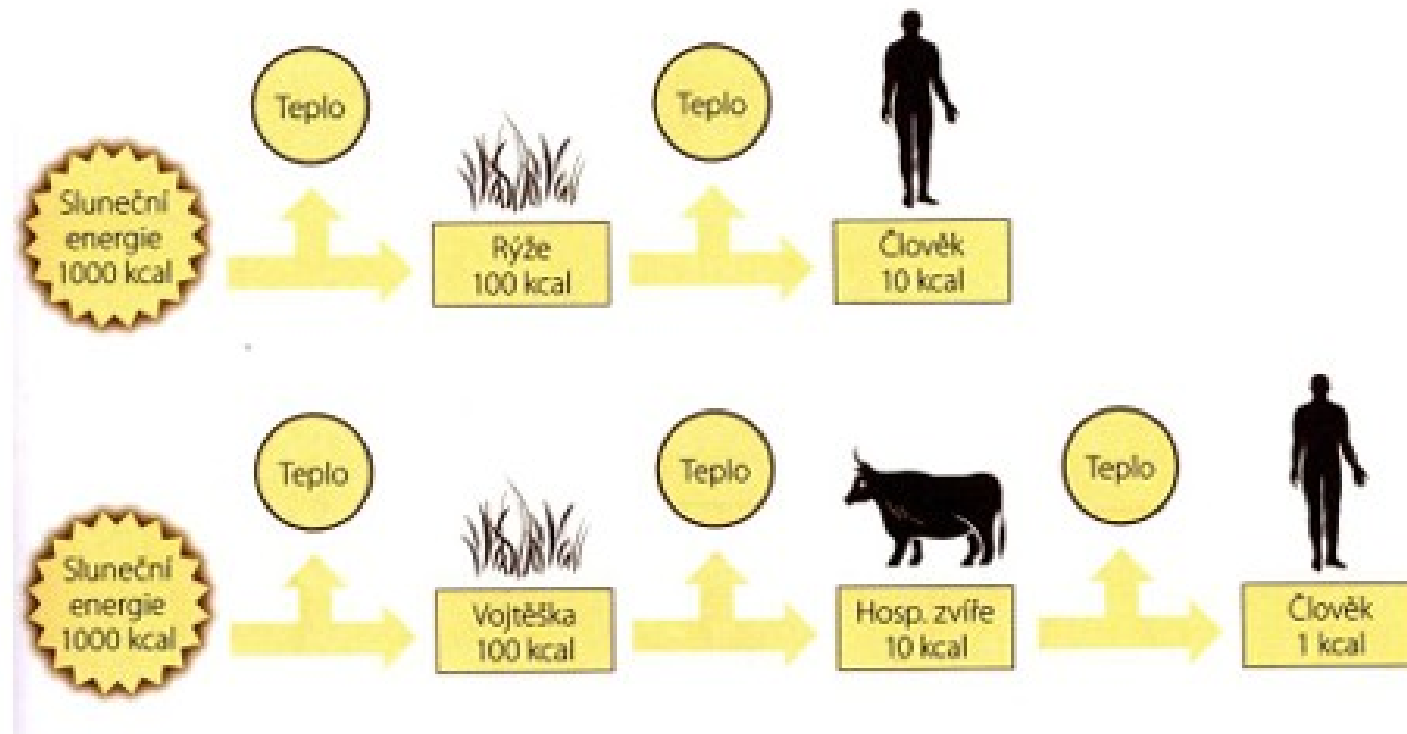
Osud energie v potravním řetězci

- Na sebe navazující úrovně konzumentů, kteří se živí předchozími články potravního řetězce a sami slouží za potravu článkům následujícím, se nazývají trofické úrovně
- Z každé trofické úrovně odchází část biomasy do detritového potravního řetězce (zbytky kořisti, exkrementy)
- Podíl strávené (asimilované) potravy z přijaté potravy se nazývá asimilační účinnost
 - Jednotky podílu energie
 - Primární producent - herbivor 0,45 – 0,90 (tj. 45 – 90% z energie v potravě)
 - Mezi karnivorními trofickými úrovněmi - 70 – 98%
- Poměr produkce biomasy v následující trofické úrovni k biomase předchozí trofické úrovně se nazývá produkční účinnost
 - Podstatně menší, většinu tvoří metabolická spotřeba
 - Roste od autotrofů (uloží do svých těl 0,1% přijaté sluneční energie) přes herbivory (několik málo % energie obsažené v potravě) až po karnivory (10 – 20% účinnost)

Osud přijaté energie v organismu konzumenta



Ztráty energie v trofických řetězcích



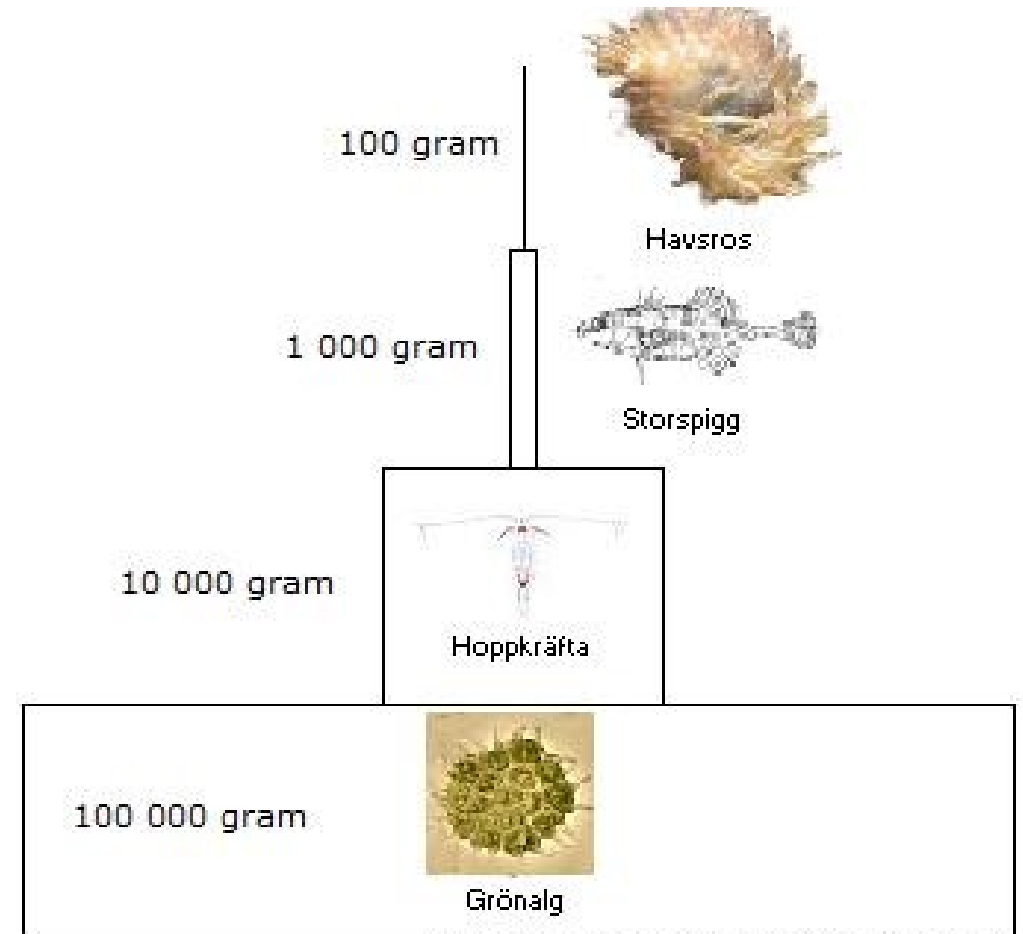
Dekompozitoři (rozkladači, reducenti)

Jsou součástí edafonu a dokážou rozložit organické látky naprodukované primárními a sekundárními producenty (konzumenti), tedy odumřelá těla všech organismů na látky anorganické a zpřístupnit je opět primárním producentům. Tím se uzavírá celý koloběh látek (živin) v ekosystému, ale zároveň i začíná.



Potravní pyramida

- **Ekologická** pyramida (jiné názvy: **trofická pyramida potravinová pyramida, Eltonova pyramida** (v širším slova smyslu) je grafické znázornění kvantitativně vyjadřující posloupnost organismů trofických úrovní (tj. článků v potravním řetězci) ekosystému.
- **Velikost obdélníků** může vyjadřovat počet jedinců nebo biomasu jedinců nebo energii v biomase. V souladu s tím se rozlišujeme několik typů ekologických pyramid.

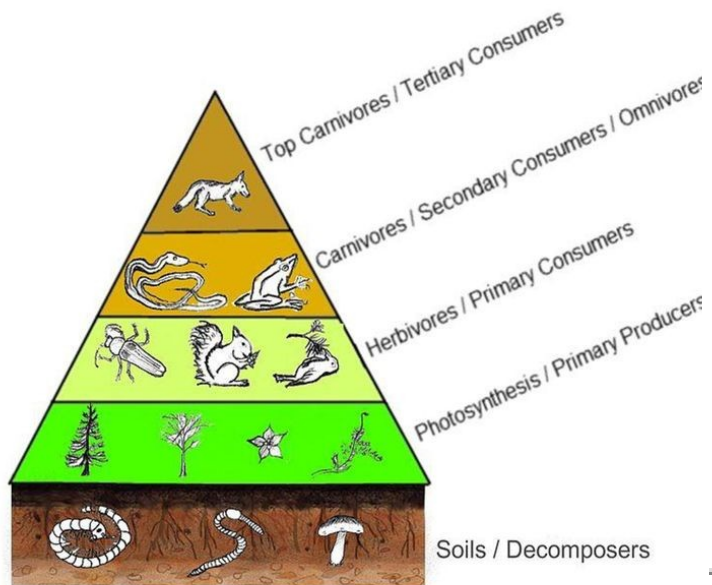


Ritad och sammanställd av Aeolian för Wikipedia

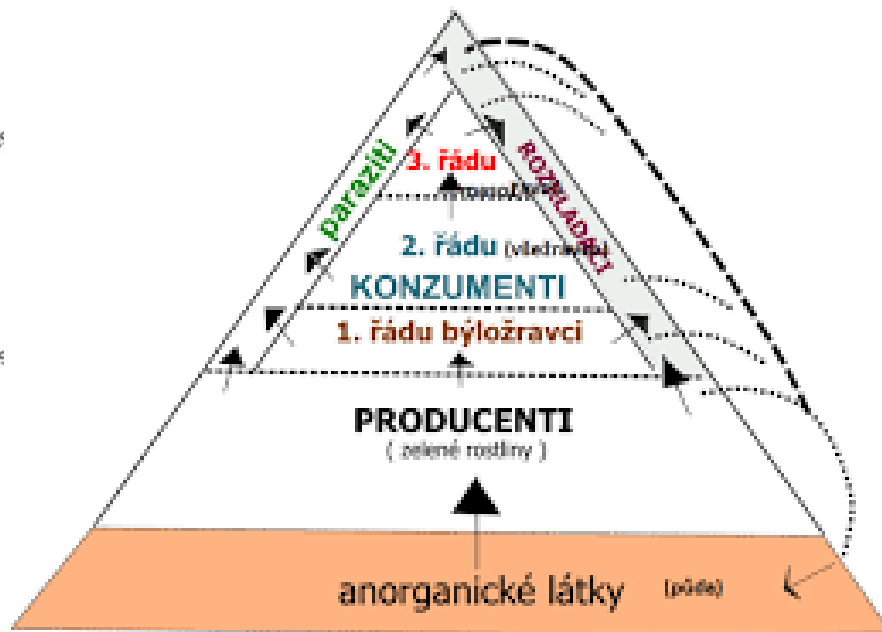
Typy ekologických pyramid

- **Pyramida čísel (Eltonova pyramida [v užším smyslu])** - velikost obdélníku vyjadřuje počet jedinců na dané trofické úrovni, jednotkou je počet jedinců na ploše
- **Pyramida biomasy** - velikost obdélníku vyjadřuje množství biomasy na dané trofické úrovni, obvykle suchá hmotnost na danou jednotku plochy
- **Energetická pyramida** - velikost obdélníku vyjadřuje zastoupení energie na dané trofické úrovni, v jednotce energie/plochy/času (např. kg/ha/rok)

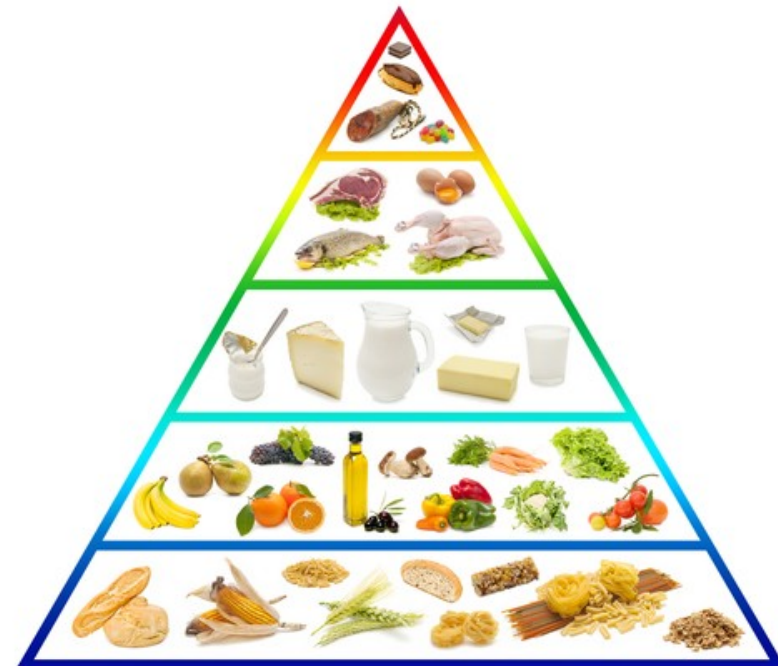
Typy „potravních“ pyramid



Potravní pyramid

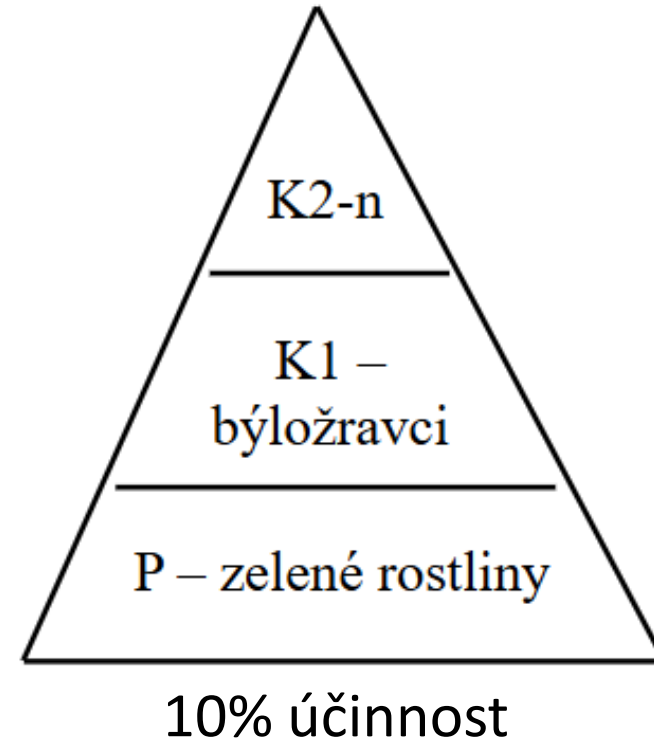
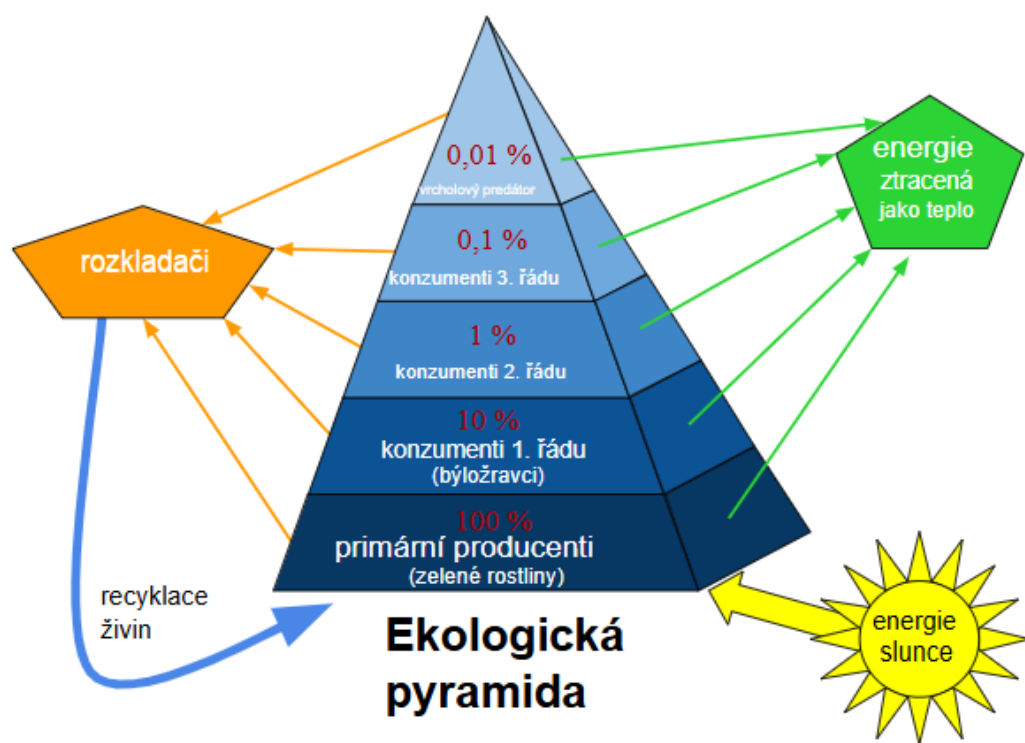


Ekologická pyramid

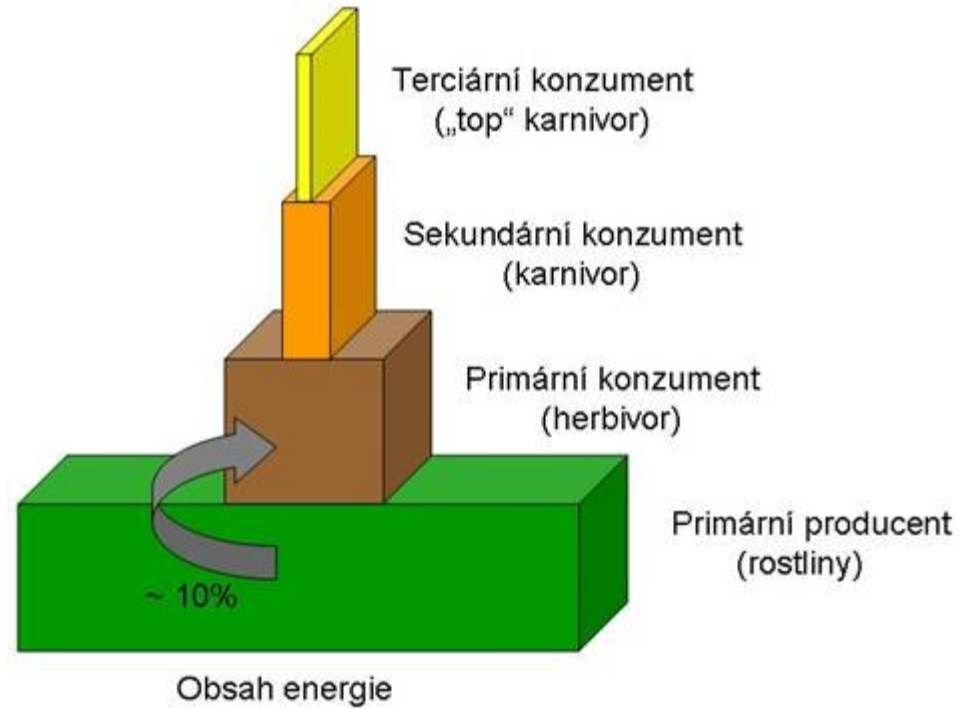


Potravní pyramid

Ekologické pyramidy



Trofická struktura



Trofická struktura je organizace společenstva charakteristická tokem energie jeho různými trofickými úrovněmi.

Ekologická účinnost

Ekologická efektivita – účinnost přenosu energie živým systémem (jedincem, populací, trofickou úrovní).

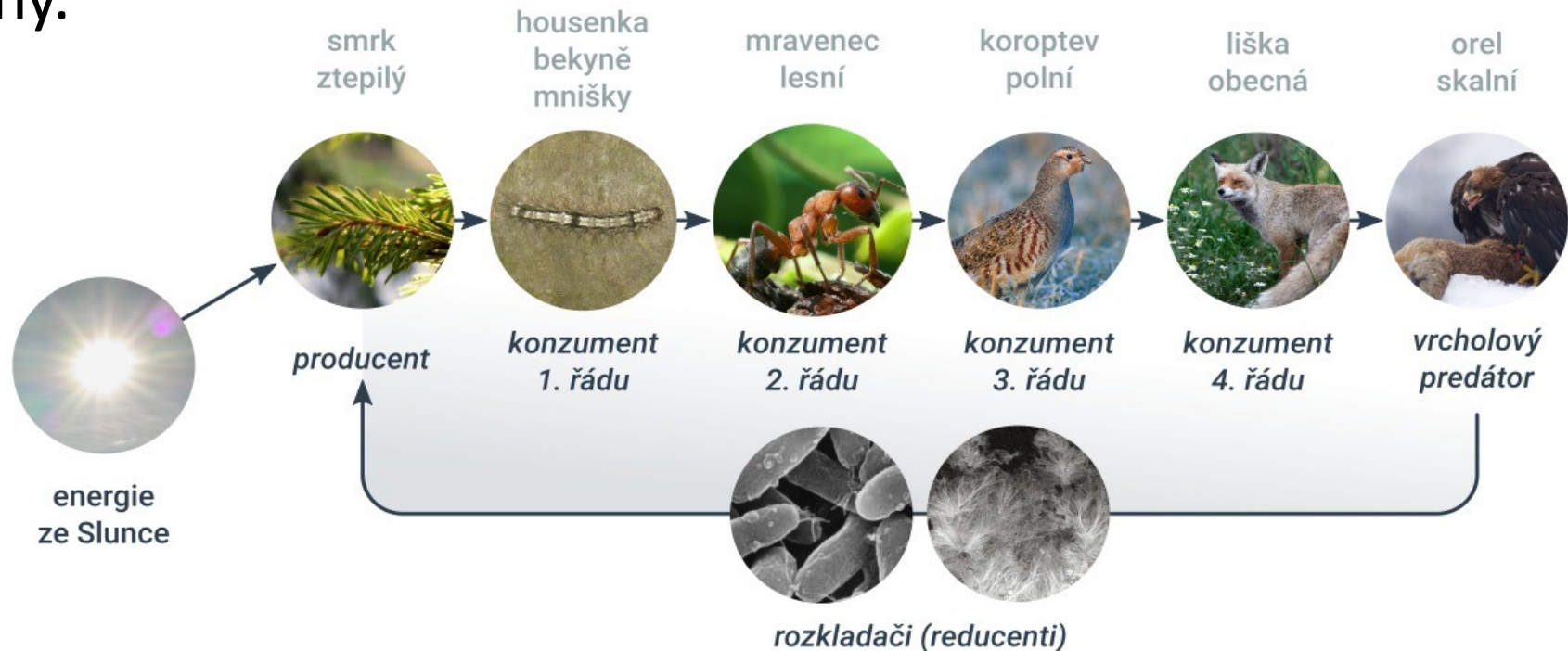
Vyjadřuje se nejčastěji jako podíl energie asimilované (A) nebo uložené v čisté produkci (P) z celkového množství energie přijaté (u rostlin L_A) nebo konzumované (u živočichů C).

Průměrná hodnota účinnost ekologická je u rostlin 1–5%, u býložravců 2–10%, u masožravců 10–20%.

Čím je hodnotnější potrava, tím je podíl účinnost ekologická větší.

Potravní řetězec versus potravní síť

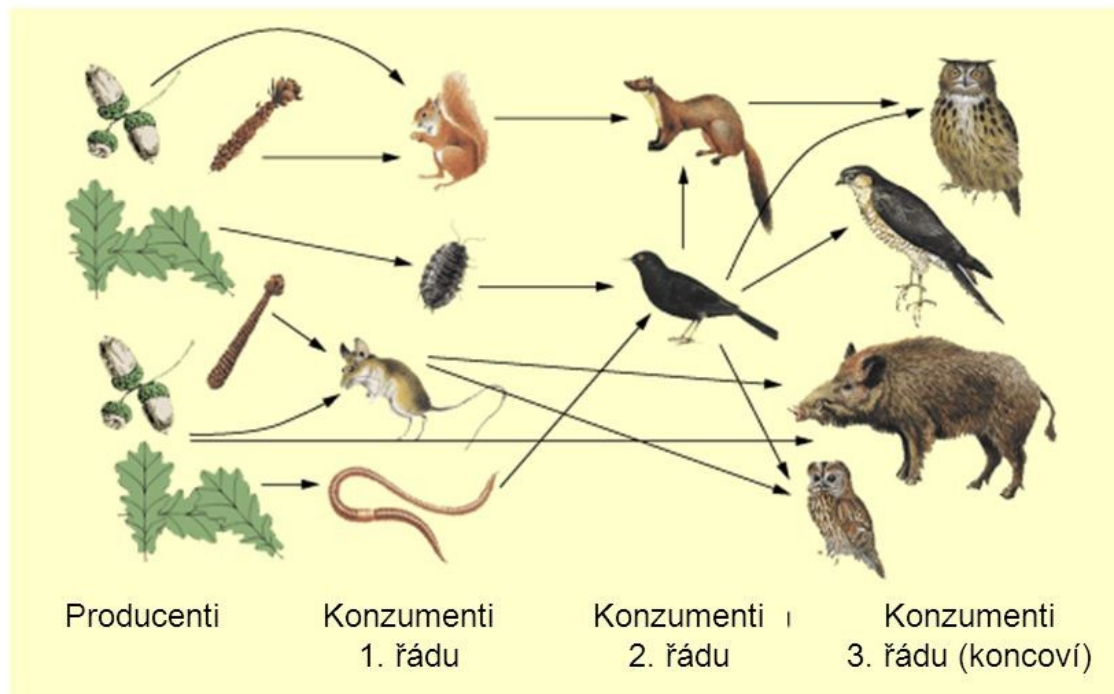
Potravní řetězec popisuje potravní vztahy mezi druhy v ekosystému, tzn. který druh požívá který. Jinými slovy ukazuje, jak se v rámci ekosystému přesunuje biologický materiál a energie z jednoho druhu na druhý.



Na každé trofické úrovni jsou v systému přítomni paraziti !

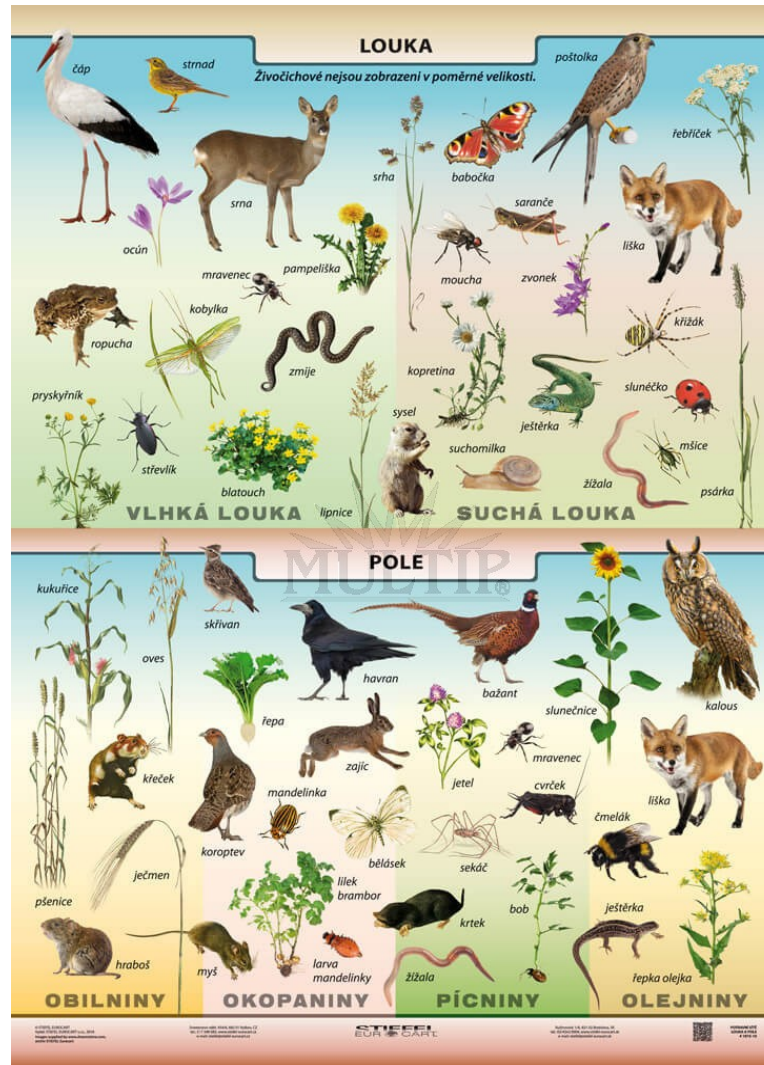
Potravní řetězec *versus* potravní síť

Potravní síť v smíšeném lese (velice zjednodušeno)



Potravní síť je soubor potravních vztahů mezi jednotlivými druhy v daném ekosystému, tedy přenos biomasy mezi jednotlivými druhy. Je větvená, zatímco potravní řetězec ne. Přenos biomasy je obvykle značen šipkami.

Příklady potravních sítí !



Potravní řetězec

= **zjednodušené vyjádření potravních vztahů v ekosystému**

- seřazení jednotlivých druhů tak, že předcházející druh je vždy zdrojem potravy pro druh následující

- dochází zde k předávání živin

- uvnitř potravního řetězce jsou **organismy na sobě závislé**

- existuje zde tzv. **biologická rovnováha** = vyvážené zastoupení jednotlivých druhů
př. při přemnožení hlodavců – se množí více dravců

- př. **jednoduchého řetězce**: jetel → zajíc → liška

viz. obrázky

- jednoduché potravní řetězce se vzájemně proplétají – jelikož většina organismů je zapojena ve více řetězcích → potravní síť = **potravní pyramida**

Potravní pyramida

= **grafické znázornění potravních vztahů v ekosystému**

- vzájemným spojením jednoduchých potravních řetězců je zde zachycen **koloběh látek a energie**

1) **producenti** = vytvářejí organické (živé) látky = zelené rostliny (produkují cukr, kyslík,....)

2) **konzumenti** = přijímají vytvořené živé látky (živiny)

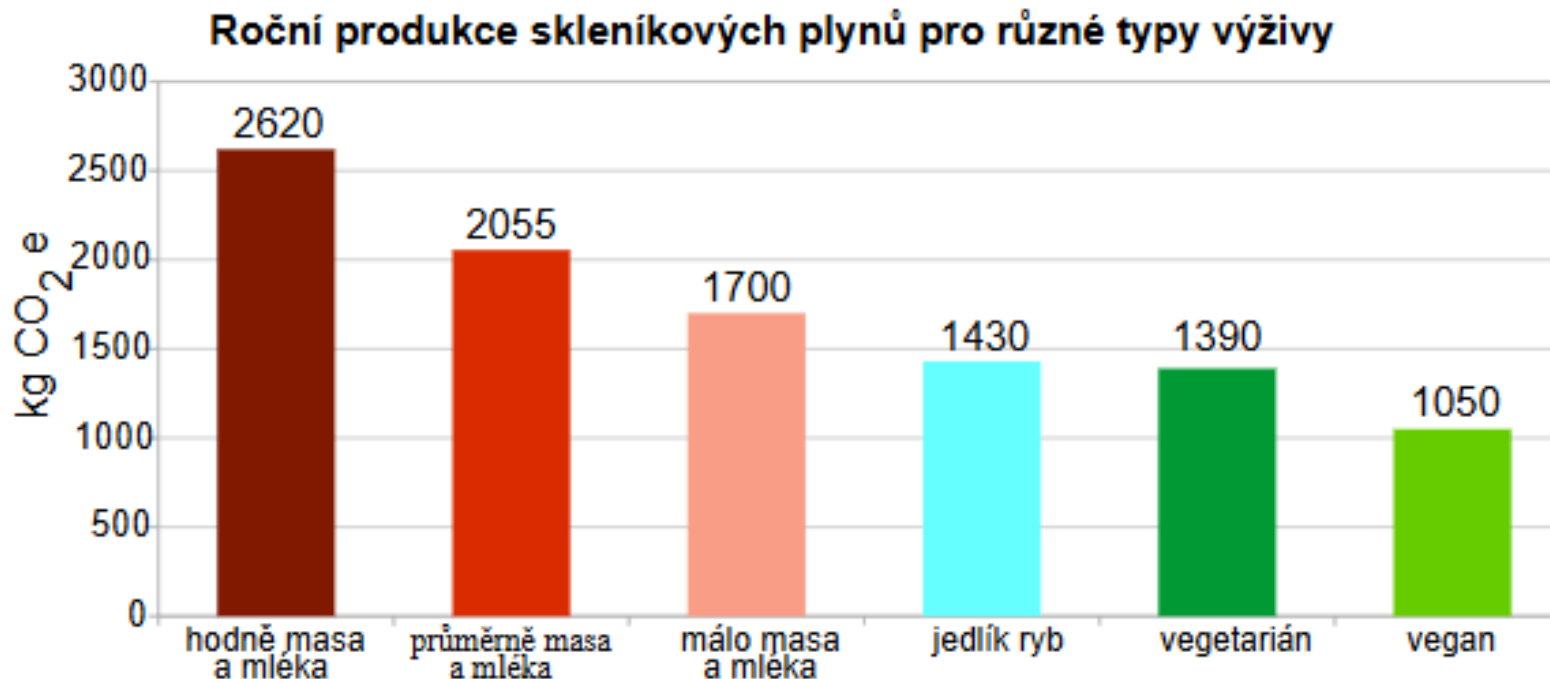
a) požíváním zelených rostlin = **býložravci**

b) požíváním jiných konzumentů = **masožravci + všežravci**

3) **rozkladači** = destruenti = rozkládají látky živé na neživé (bakterie, houby, žížala), látky organické na minerály

Jaký vliv má moje strava na klima?

- Zajištění potravin bude hlavní globální výzvou pro 21. století.
- Zemědělsky je využíváno 40 % povrchu země.
- Potravinová produkce (od vidlí po vidličku) stojí za 30 % emisí skleníkových plynů.
- Zemědělství je na klimatu bezprostředně závislé. Extrémní výkyvy počasí i plíživá změna klimatu mohou vést k akutnímu nedostatku potravin.

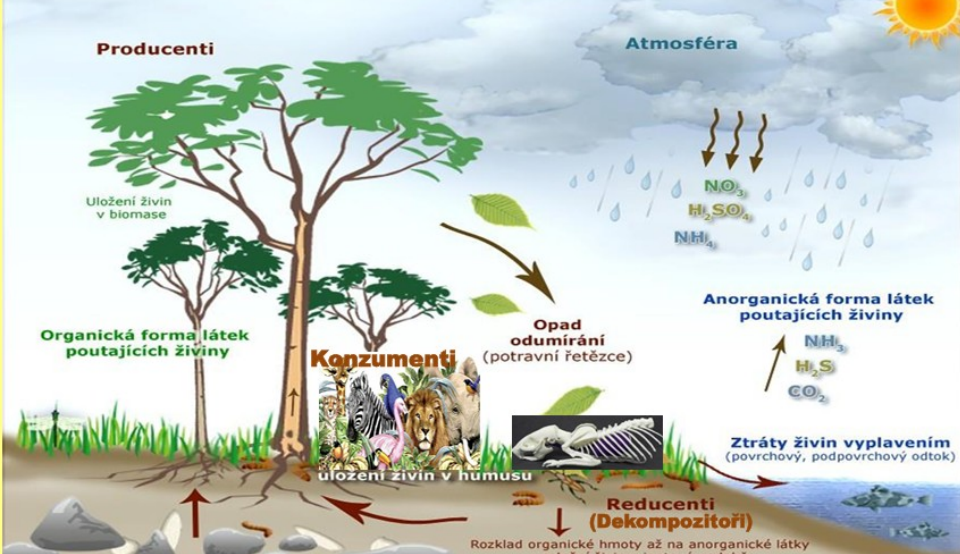


Dekompozice – Mineralizace - Humifikace

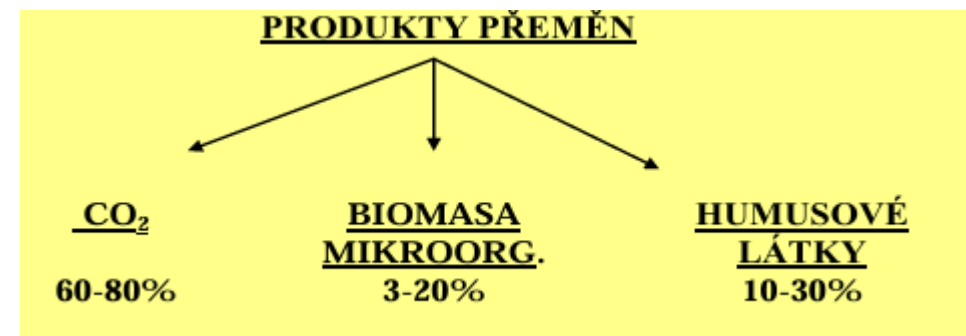
- **Dekompozice (rozklad)** je postupná dezintegrace mrtvé organické hmoty, vrcholící mineralizací, tedy úplnou přeměnou na látky anorganické, jako je voda, oxid uhličitý a minerální formy biogenních prvků (např. NH_3 , SO_4^{2-}). Rozkladu podléhají jak části těl (spadané listí, mrtvé kusy kůže), tak i celé organizmy poté, co zemřou, v půdě také kořenové exudáty.
- **Neúplná mineralizace - humifikace** je proces enzymatických a biochemických pochodů, při nichž se z meziproduktů rozkladu tvoří resyntézou humusové látky. Mají poměr uhlíku k dusíku 1:10, hnědou až černohnědou barvu a vlastnosti koloidů, dále relativně odolné vůči mikrobiálnímu rozkladu. Tyto procesy probíhají buď uvnitř těl půdních organismů nebo působením exoenzymů mimo jejich těla.
- **Humusové látky** - významné svou vysokou iontovou výměnou kapacitou (zadržování a výměna živin), jsou zdrojem energie, podporují půdní agregaci a zlepšují tak pórovitost, provzdušenost, retenci a akumulaci vody.

Jakou mají funkci půdní organismy?

- Živé organismy se významně podílejí na zvětrávání půdy a na půdotvorných procesech (pedogeneze).
- **Umožňují koloběh látek v ekosystému** – dekompozitoři rozkládají odumřelou organickou hmotu vytvořenou primárními producenty a následně konzumenty v potravních řetězcích a exudáty uvolněné kořeny rostlin do půdy. Část této organické hmoty je rozkladem opět zpřístupněna primárním producentům (např. rostliny) a z části tvoří v procesu humifikace důležité organické látky – **humus**.
- **Půdu promíchávají** – živé organismy se v půdě pohybují a promíchávají minerální a organické půdní částice. Půda se tak obohacuje o humus v hlubších vrstvách a má rovnoměrnou kvalitu po celé hloubce. Půdu zkyprují.
- Díky půdním organismům dochází k **tvorbě strukturních půdních agregátů** (pomocí tmelivých látek). Svou činností tak způsobují, že se půda nezhutňuje, neslýchává a je v ní dostatek pórů pro výměnu plynů a především může lépe vstřebávat a akumulovat více srážek.
- **Mikroorganismy jsou nejaktivnější ve rhizosféře.**



Návrat živin do půdy je daný z části kvalitou opadu, klimatickými podmínkami a jejich vlivem na činnost rozkládajících půdních organismů.



Destruenti

někdy bývají zařazováni mezi konzumenty a to konzumenty saprofágní - žíví se odumřelými částmi rostlin a živočichů a řadíme sem např. různé druhy hmyzu.

Reducenti (rozkladači)

baktérie a houby rozkládající organické látky až na minerální látky Každý člen řetězce rozkládá jen část organické hmoty. Žádný dekompozitor není schopen sám rozložit organickou hmotu až na látky minerální.

Edafon - organismy v půdě

Edafon = živé organismy žijící v půdě

K organickým látkám patří i exkrementy živočichů a odumřelé organické zbytky.

fytoedafon (bakterie, aktinomycety, houby, řasy)

Zooedafon: geobionti žijí trvale v půdě, dále rozlišujeme **geofily** (v půdě žijí některá stadia) a **geoxeny** (náhodný výskyt v půdě).

Detritus (opad; *litter*; mrtvá biomasa) je rozkládán v **detritovém potravním řetězci**. Uskutečňují jej heterotrofní organismy – rozkladači (**dekompozitoři = mikrokonzumenti**). To umožňuje v ekosystému koloběh uhlíku a minerálních prvků.

Jednotlivé **složky edafonu** podílející se na řetězci:

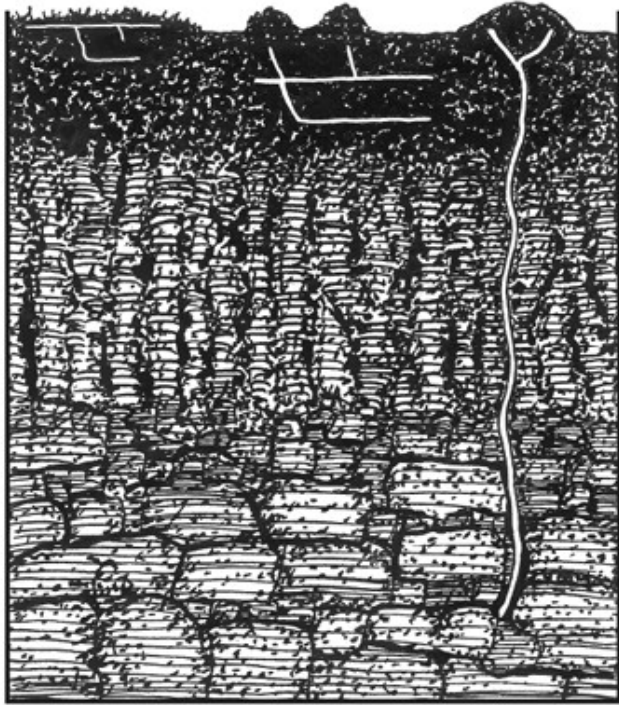
- 1) Půdní bakterie, aktinomycety, houby:** tvoří hlavní biomasu půdních mikroorganismů
- 2) Mikrozoedafon** (nálevníci, kořenonožci, bičíkovci)
- 3) Mezoedafon** (drobní členovci)
- 4) Makroedafon** (žížaly, obratlovci)

Někteří živočichové se podílí rozmělněním opadu (mravenci, termiti, vosy, housenky).

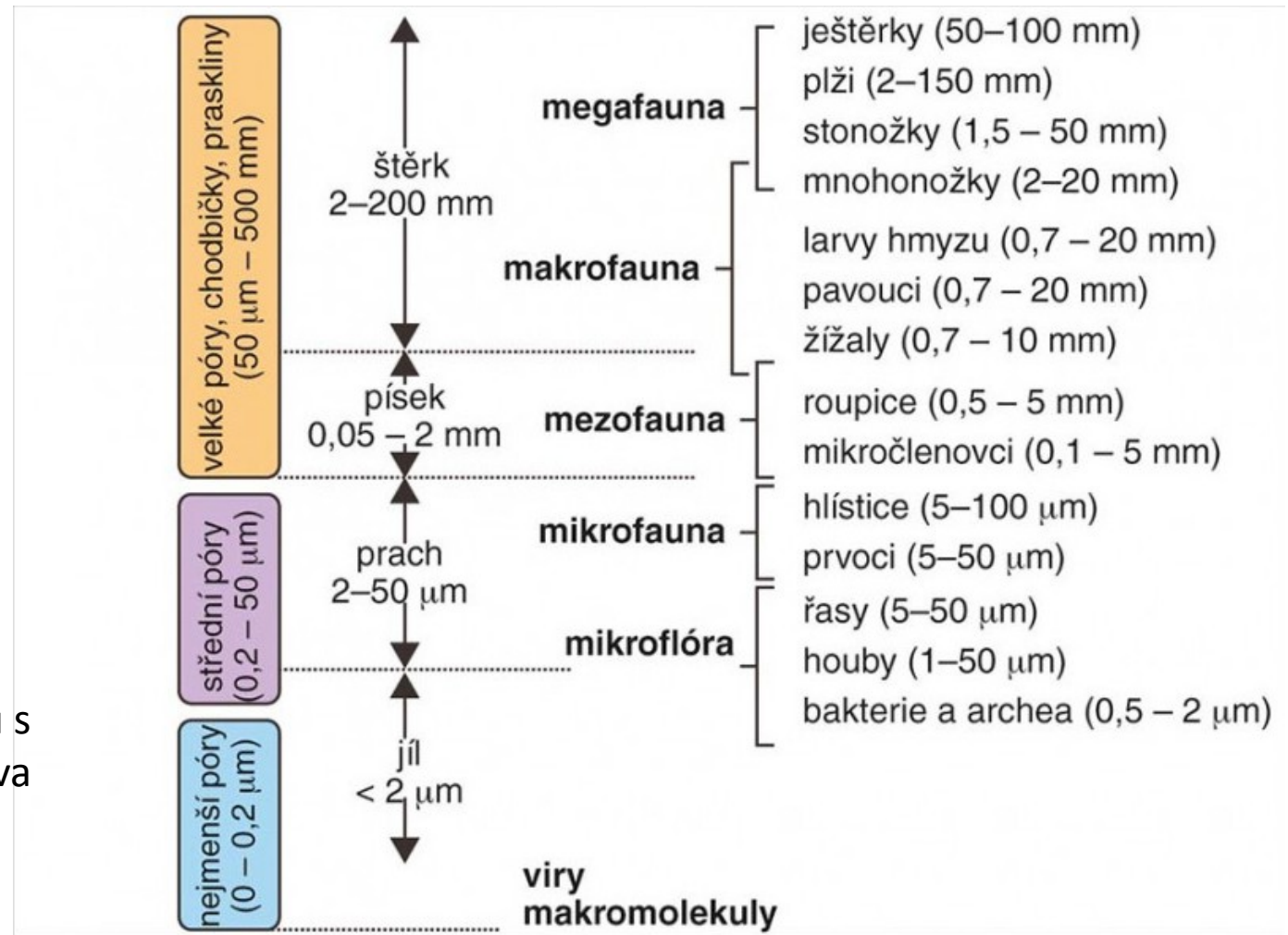
Zástupci edafonu



Životní prostředí půdních organismů



Půdní profil až na zvětralou matečnou horninu s **chodbičkami tří ekologických skupin žížal** (zleva doprava): **epigeických, endogeických a anektických**.



Životním prostředím půdních organismů jsou **půdní póry**, které obklopují půdní částice různé velikosti. **Organismy mohou žít jen v pórech větších, než je velikost (tloušťka) jejich těla**. V pravé části schématu jsou uvedeny příklady skupin půdních organismů dané velikosti.

Tropičtí mravenci *Oecophylla smaragdina*
(m. krejčík) hodující na uhynulém hmyzu.



Endogeické žížaly jsou geofágní, žijí se v půdě obsaženou organickou hmotou. Jejich exkrementy obsahují a uvolňují významné množství živin. V krátkodobém měřítku několika hodin žížaly selektivně pohlcují a rozmělnují větší frakce půdy, ale asimilují jen malý podíl organické hmoty (asi 2–18 %).

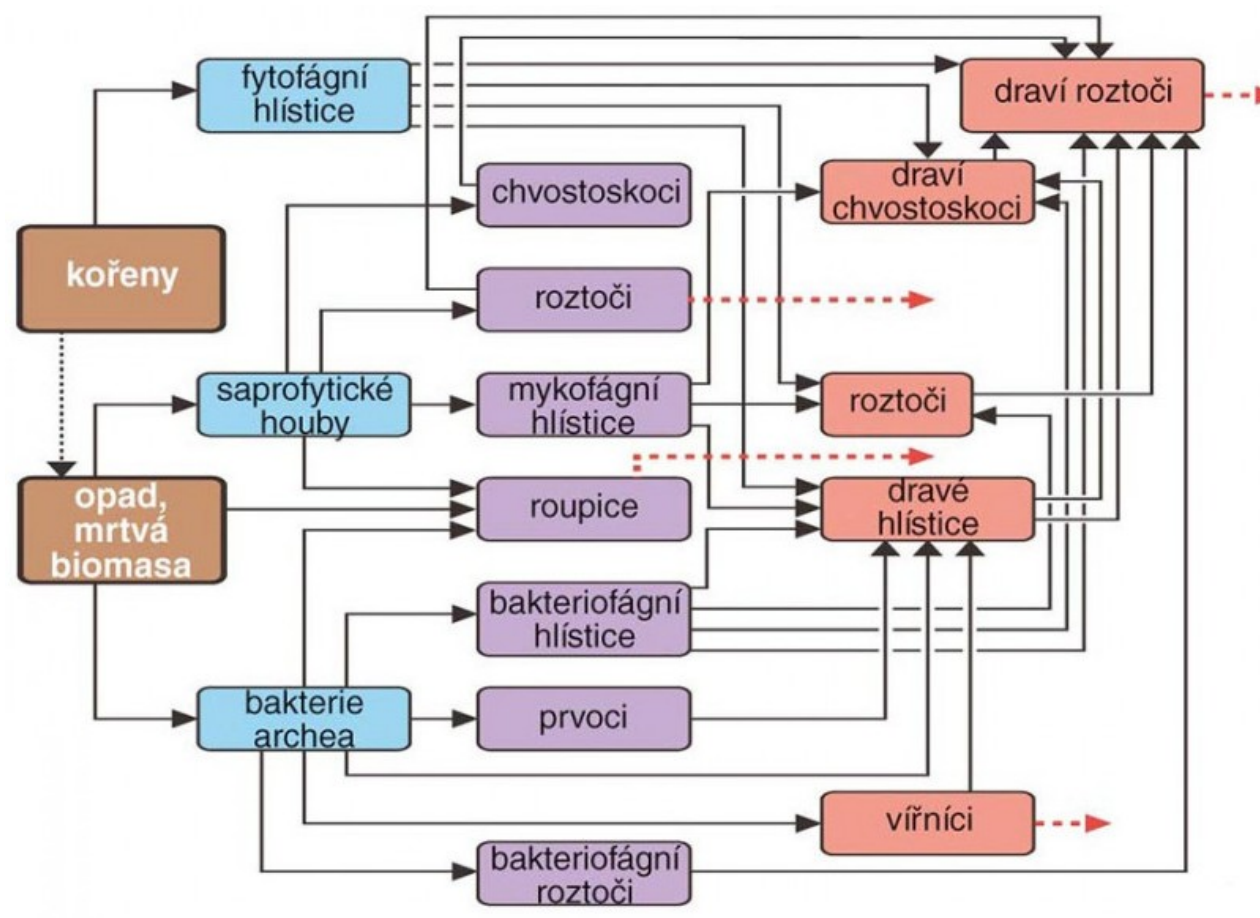


Epigeické žížaly (např. *Lumbricus castaneus*) žijí především v opadance, kterou rovněž konzumují, rozmělnují a částečně tráví.



Anektické žížaly, jako je žížala obecná (*L. terrestris*), budují v půdě rozsáhlé, převážně vertikálně orientované systémy chodeb. Z povrchu půdy mohou odstranit většinu opadu, který buď zapracují do půdy, nebo ho koncentrují.

Potravní síť zooedafonu v půdě agroekosystému



Potravní síť zooedafonu v půdě agroekosystému. Jednotlivé druhy/rody jsou spojeny do funkčních skupin podle typu potravy. Na kořenech se žíví fytofágní hlístice, mrtvá biomasa je zdrojem energie a živin pro saprophytické houby a bakterie. Ty tvoří potravu mnoha dalších skupin půdní fauny. Vrcholem této specifické trofické pyramidy jsou draví roztoči, kteří představují potravu pro další skupiny zooedafonu (zde již nezobrazeno).

Přehled vybraných skupin půdní fauny

Mikrofauna

- **Prvoci** - Protozoa
- **Vířníci** - Rotifera
- **Ploštěnky**-
(mikroturbelaria)
- **Hlístice**- Nematoda
- **Želvušky** -Tartigrada

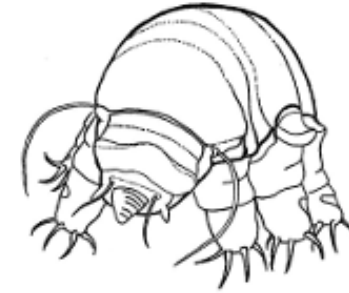
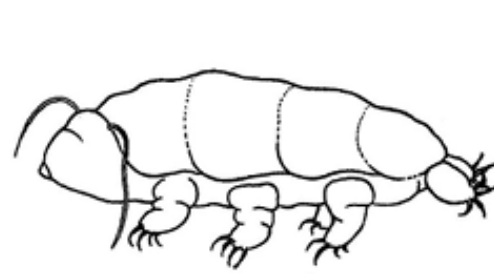
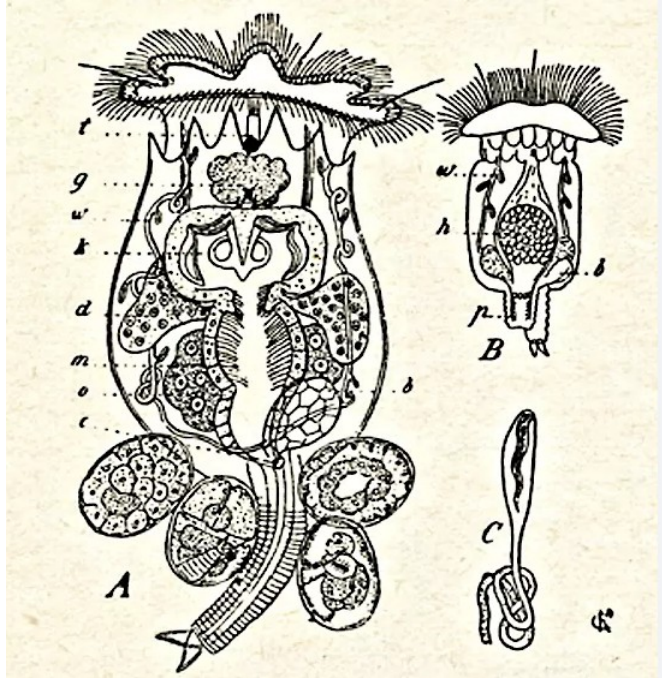
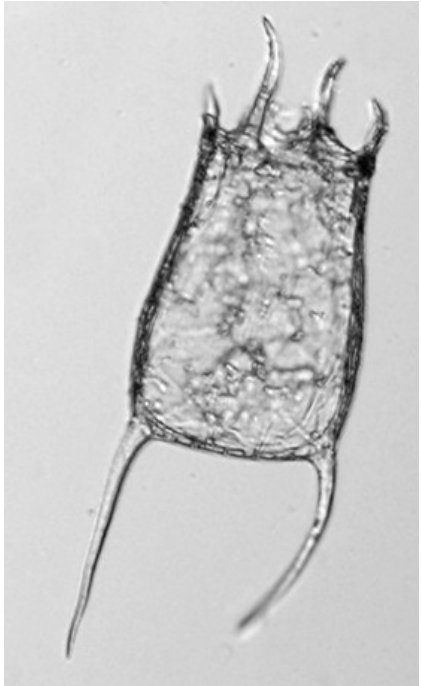
Mesofauna

- **Roupice** - Enchytraeidae
- **Žížaly**- Annelida
- **Roztoči** - Acari
- **Ploštěnky** – Turbelaria
(mikroturbelaria)
- **Stonožky** - Symphyla
- **Drobnušky** -Pauropoda
- **Hmyzenky** - Protura
- **Nohatky** - Pantopoda
- **Chvostoskoci** - Collembola
- **Vidličnatky** - Diplura
- **Chvostnatky** - Archeognatha
- **Rybenky** - Zygentoma

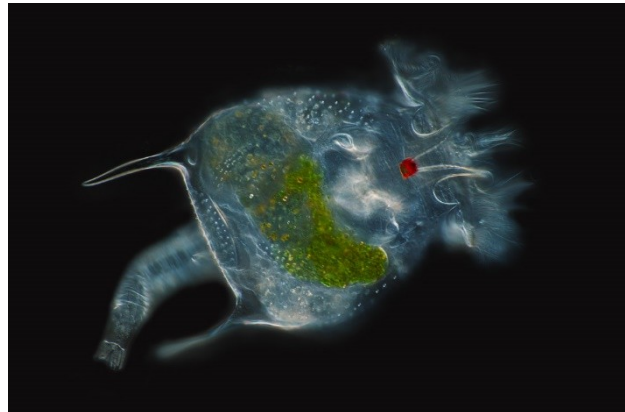
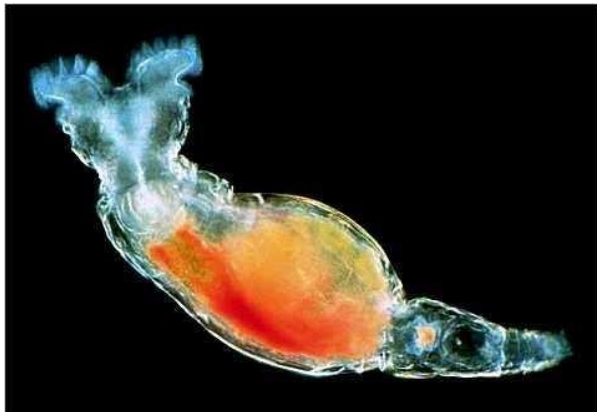
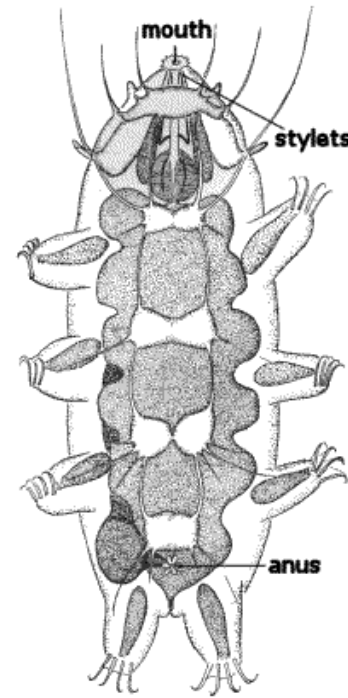
Makrofauna

- **Žížaly** - Megadrili
- **Pijavice** - Hirudinea
(terestrické)
- **Ploštěnky** - Turbelaria
- **Stonožky** - Chilopoda
- **Mnohonožky** - Diplopoda -

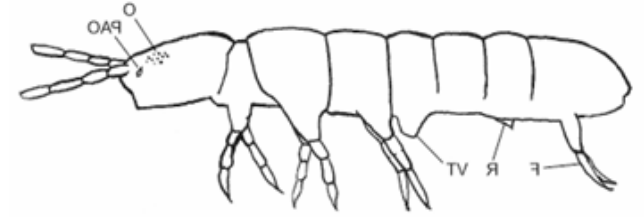
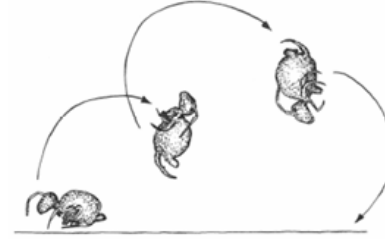
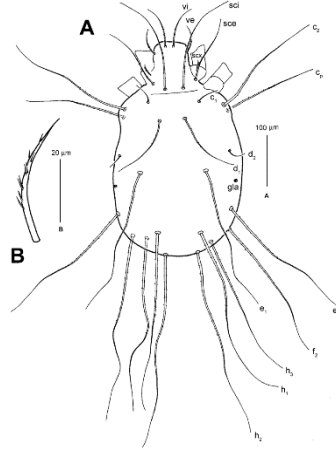
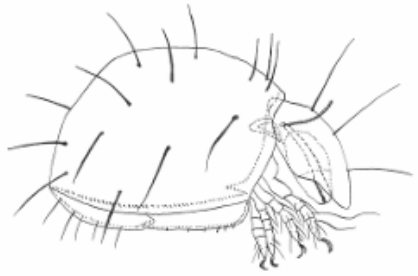
Vířníci (Acari) a Želvušky (Tardigrada)



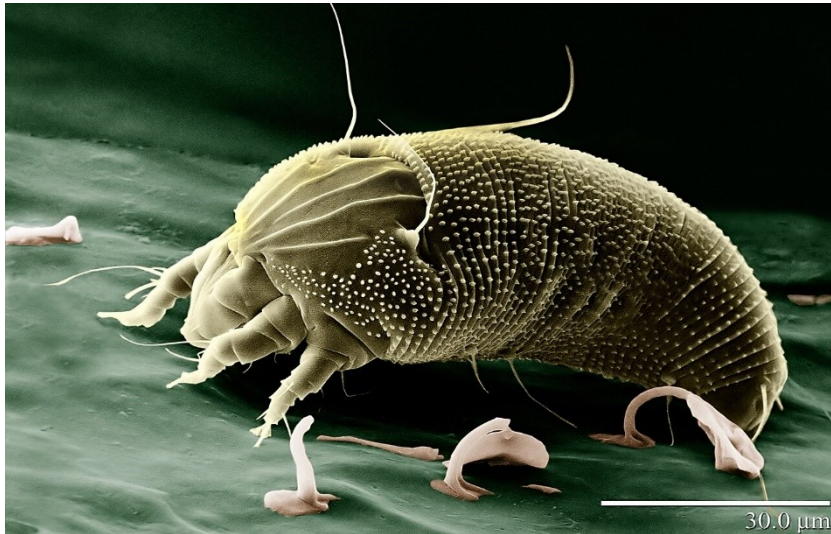
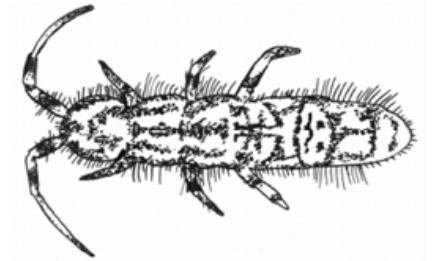
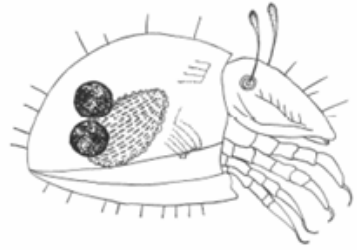
Zástupce želvušek (Tardigrada), vpravo příklad vajíčka taxonu Eutardigrada (zde bývají vajíčka výrazně skulpturována).



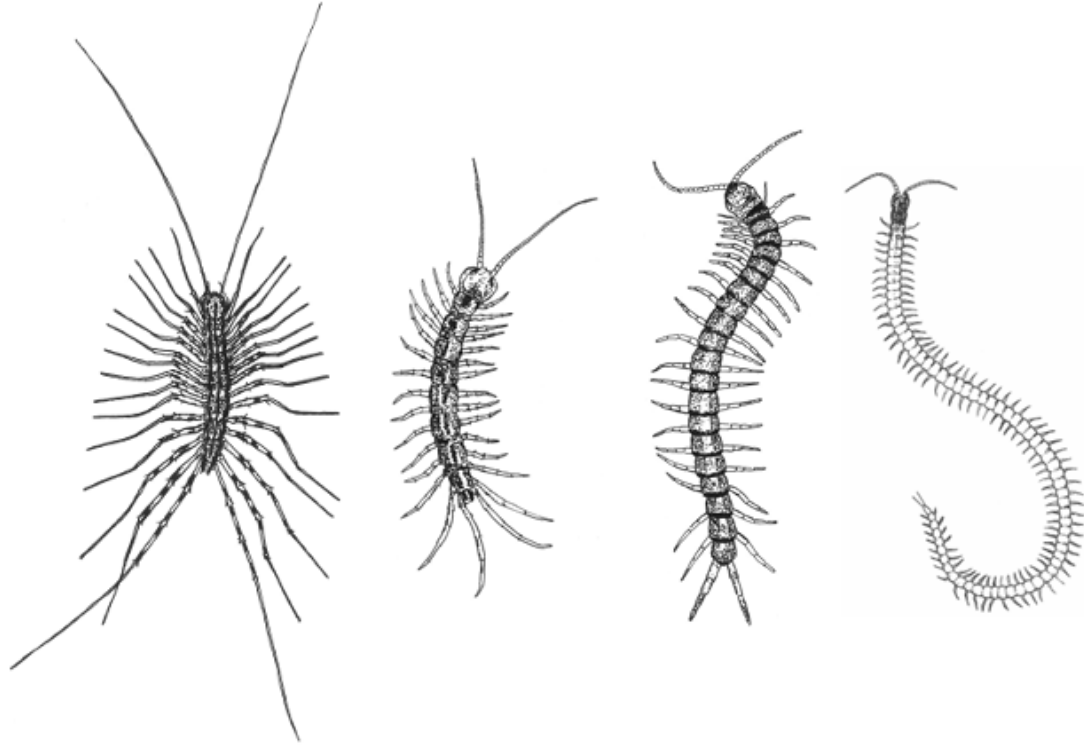
Roztoči (Acari) a Chvostokoci (Collembola)



Skok dozadu



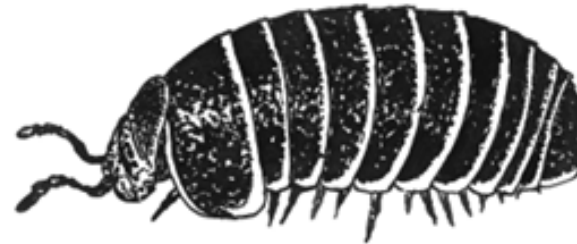
Stonožky (Chilopoda) a mnohonožky (Diplopoda)



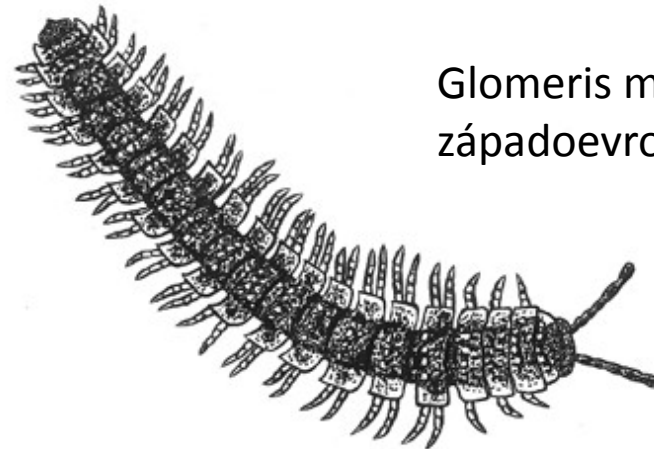
Vyšší taxony stonožek (Chilopoda) odráží i jejich různě silnou vazbu na půdní prostředí: zleva doprava dorsální pohled na strašníka (Scutigeroidea), různočlenku (Scolopendromorpha), stejnočlenku (Scolopendromorpha) a mnohočlenku či zemivku (Geophilomorpha).



Julus curvicornis (Julida) - typická válcovitá a protažená mnohonožka (řád Julida – mnohonožky v užším slova smyslu)



Glomeris marginata (Glomerida) – západoevropský zástupce svinulí



Polydesmus complanatus (Polydesmida) – evropský zástupce plochulí

Žížaly a jejich nezastupitelná role v půdě



Hygrofilní endogeická žížala *Octodrilus argoviensis* (a), ve dřevě žijící žížala svítivá *Eisenia lucens* (b), anektická žížala *Dendrobaena platyura* (c) a epigeická hnojní žížala *Eisenia andrei* (c)

Vybraní zástupci půdní fauny



Vybraní zástupci půdní fauny

Sklípkánek pontický (*Atypus muralis*)



Zemivka *Stenotaenia linearis*



Mravenec žlutý (*Lasius flavus*)



Potemník písečný (*Opatrum sabulosum*)



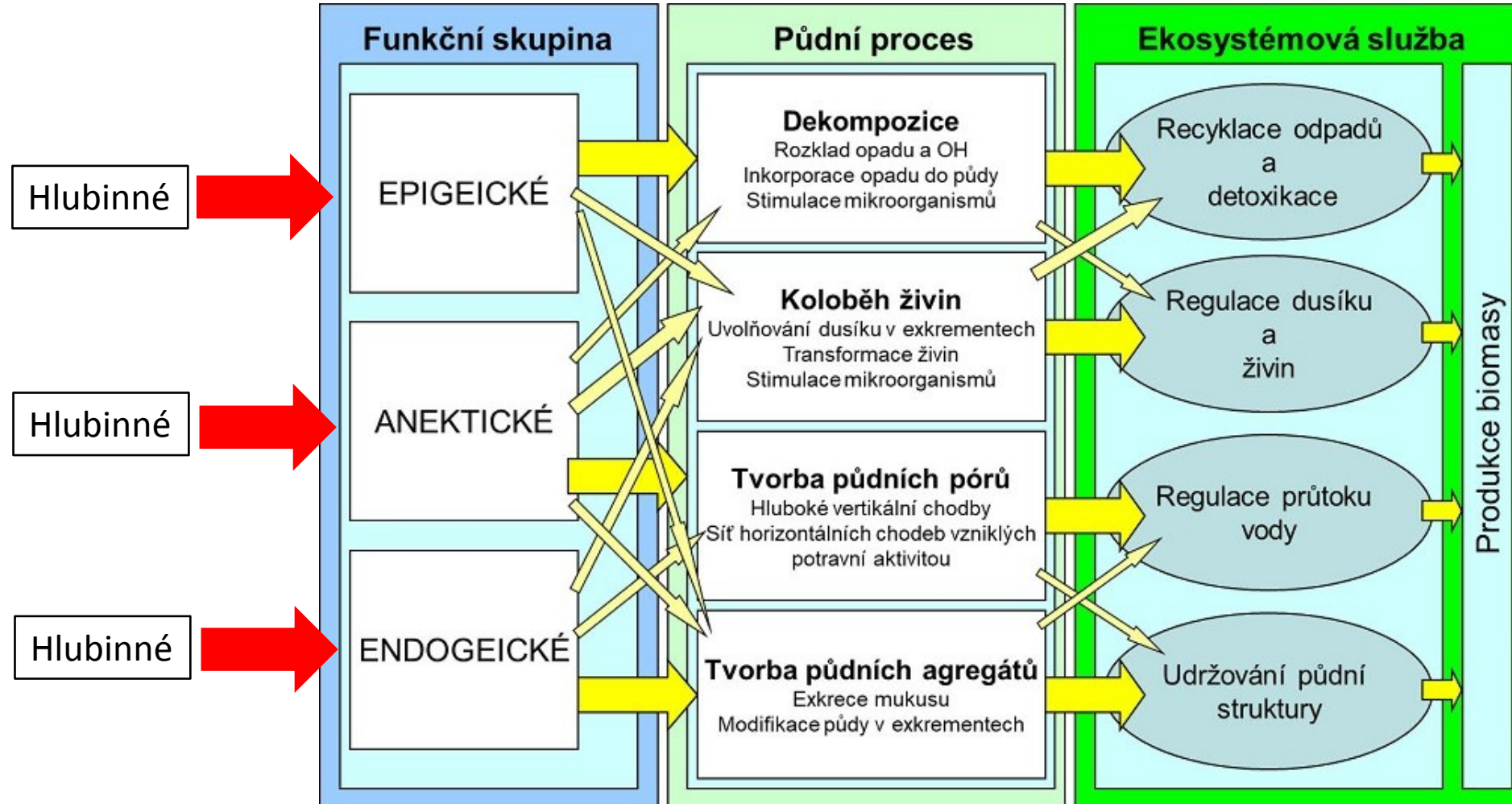
Blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*)



Sysel obecný (*Spermophilus citellus*)



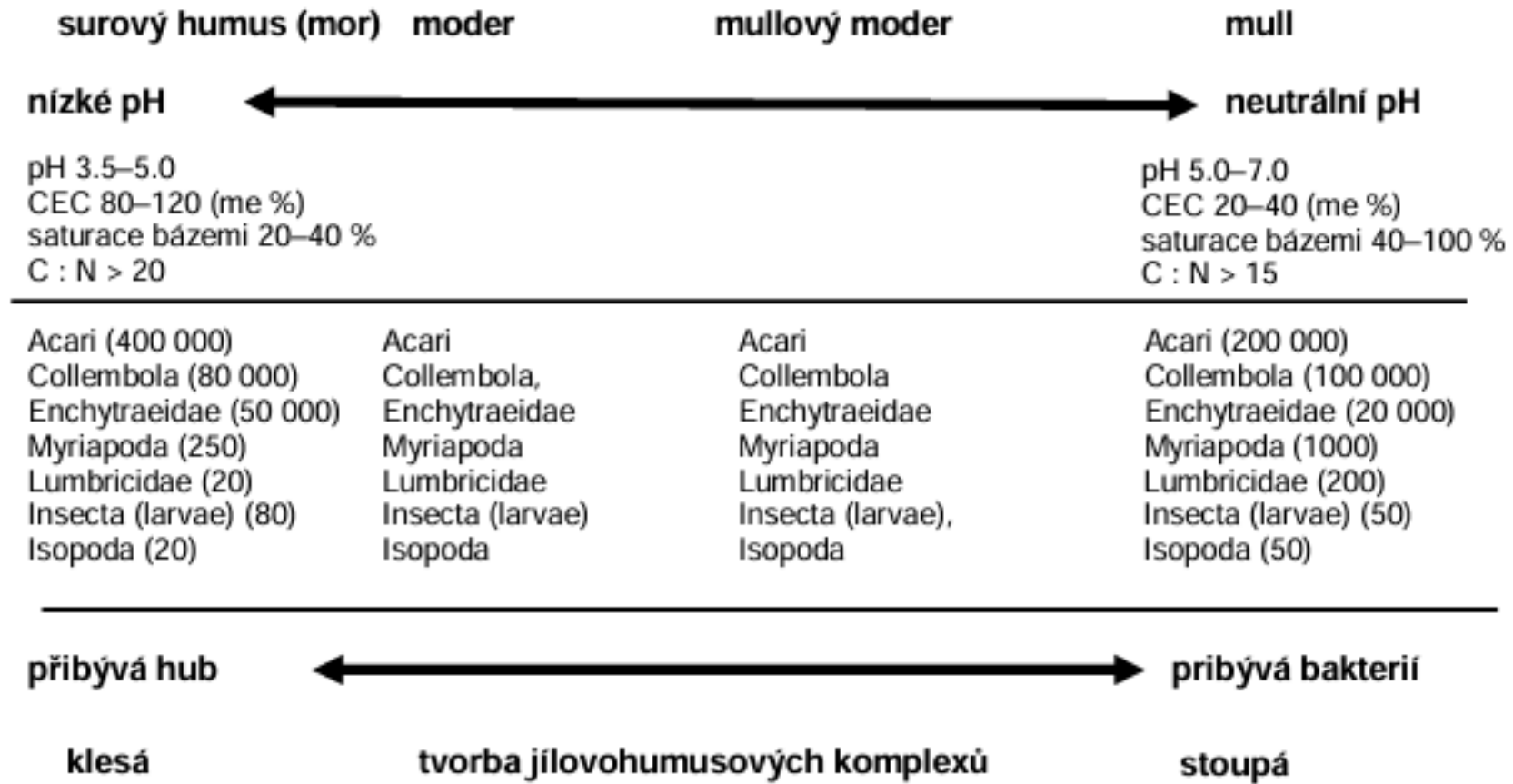
Vliv funkčních skupin žížal na půdní procesy a ekosystémové služby. Šířkou šipek je vyjádřena míra vlivu



Základní trofické skupiny zastoupené v půdě jsou:

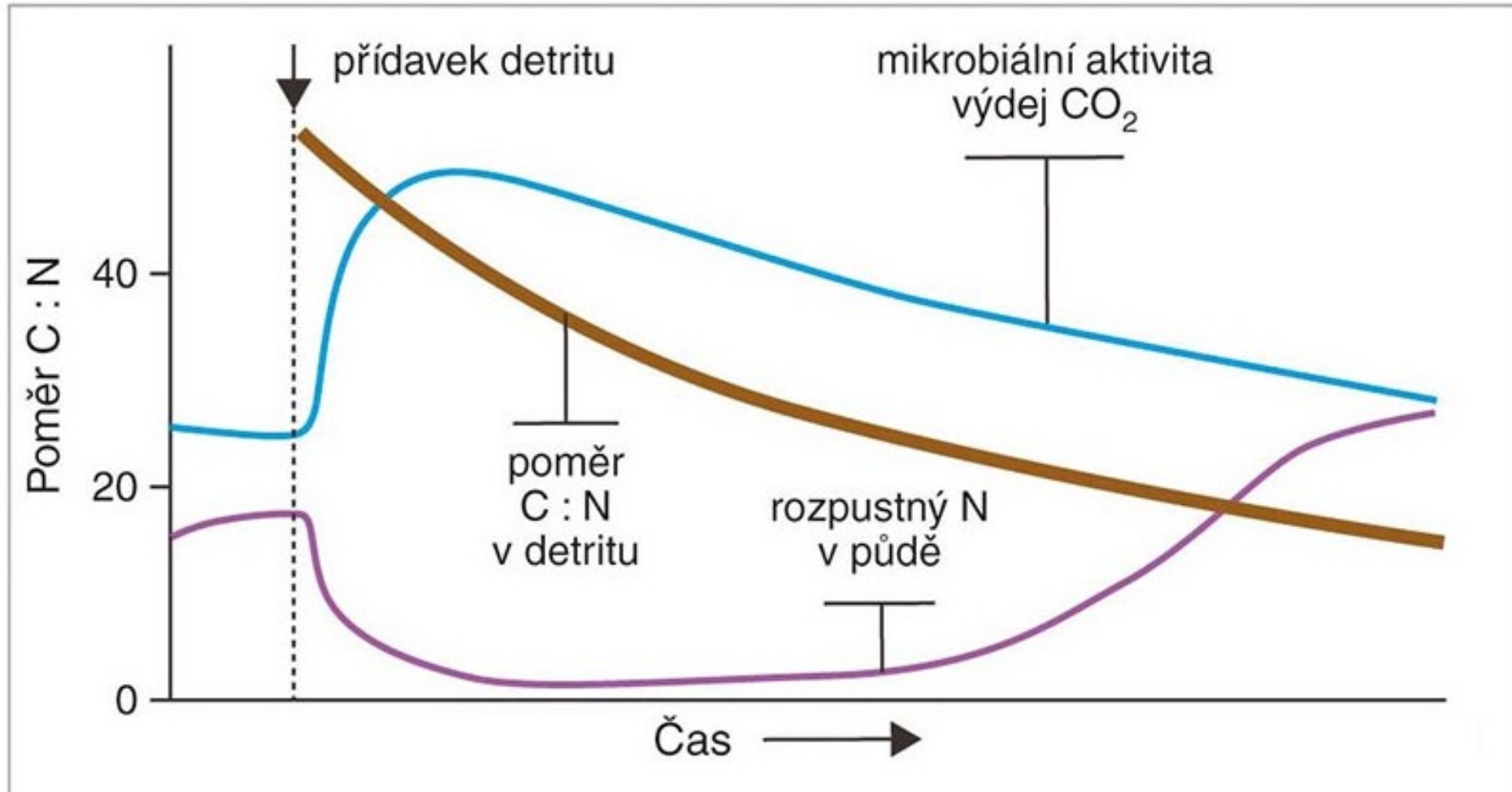
- **primární producenti** (angl. primary producers) – řasy, fotoautotrofní prvoci, sinice
- **reducenti** (angl. reducers; rozkladné procesy jsou však většinou oxidativní, nikoliv redukční) **neboli destruenti** (angl. destruenters však je neobvyklé) – saprotrofní bakterie a houby,
- **saprofágové** čili **detritivoři** (angl. saprophages neobvyklé, detritivores): zahrnují mikrobiofágy čili mikrobivory (ti se dále dělí na myko/mycetofágy či fungivory a bakterivory či bakteriofágy – druhý tvar je však preokupován pro viry, které napadají bakterie) a nekrofágy neboli mrchožrouty (angl. carrion feeders, scavengers),
- **fytofágové** čili **herbivoři** (především rhizofágové a konzumenti jednobuněčných fotoautotropních organismů při půdním povrchu),
- **zoofágové** neboli **carnivoři** (angl. zoophages neobvyklé, carnivores běžné) – masožravci, často také označováni jako dravci či predátoři (angl. predators) – pojmy nejsou zcela synonymní: zoofágové zahrnují i parazitoidy a parazity živočichů.

Zastoupení půdní fauny v půdách podél gradientu půdní reakce (střední Evropa)



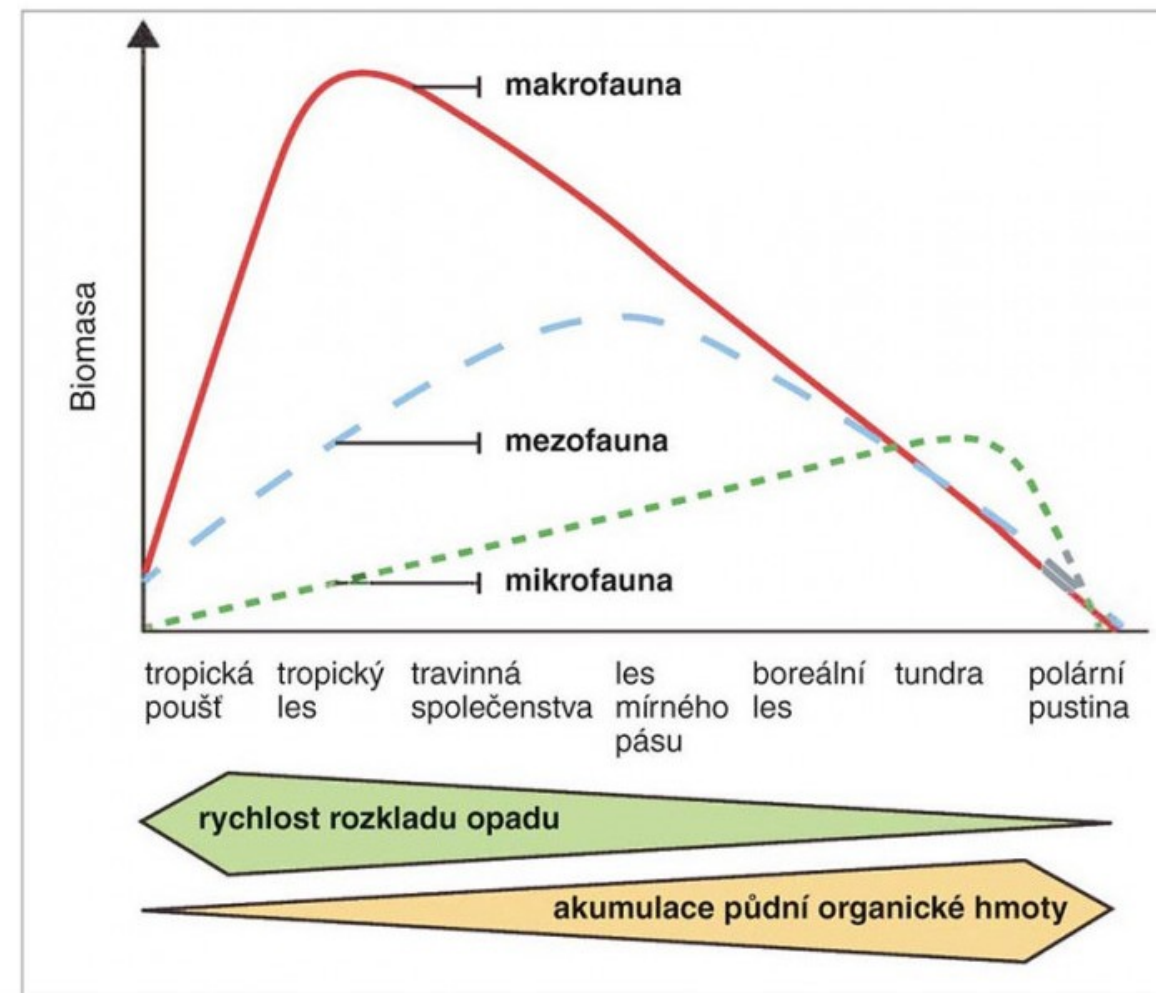
V závorkách jsou pro obě krajní polohy uvedeny průměrné roční hustoty jedinců na m²; CEC = kationtová výměnná kapacita (cationt exchange capacity).

Změny mikrobiální aktivity



Změny mikrobiální aktivity (produkce oxidu uhličitého), obsahu rozpustného dusíku v půdě a poměru uhlíku a dusíku během rozkladu detritu, jenž obsahuje relativně málo dusíku. Rozkladné mikroorganismy musejí využívat zásobu dostupného dusíku z půdy, jehož obsah záhy silně poklesne. Schéma znázorňuje situaci, kdy nejsou v blízkosti rostliny, které by průběžně odčerpávaly později uvolňovaný dusík.

Podíl makro-, mezo- a mikrofauny na rozkladu rostlinného opadu



Podíl makro-, mezo- a mikrofauny na rozkladu rostlinného opadu s následnou akumulací půdní organické hmoty v závislosti na typu suchozemského biomu. **V tropických oblastech je rychlost rozkladu opadu vysoká s minimální akumulací půdní organické hmoty, nejvíce z rozkladu profituje makrofauna.** Rychlost rozkladu opadu postupně klesá a akumulace půdní organické hmoty narůstá se zvyšující se zeměpisnou šířkou (tedy obecně se změnou klimatických charakteristik, zejména s klesající teplotou a nárůstem srážek). Zároveň stoupá podíl mezofauny a mikrofauny na rozkladu rostlinného opadu. Mezofauna z rozkladu nejvíce profituje v lesích mírného pásu. V tundře se podíl všech skupin vyrovnává, v polárních oblastech je nejvýznamnějším rozkladačem mikrofauna.

Rostliny a vlastnosti půdy

I. přítomnost půdy

Chasmofyty jsou petrofyty rostoucí ve štěrbinách skal, vyplněných sytkým materiálem. Jedná se o byliny, keříky i stromy. Chasmofyty tímto způsobem zakořenění napomáhají zvětrávání hornin.

Chasmofilní společenstva lze pozorovat na **vápencích**, kde roste např. lomikámen latnatý, chudina vždyzelená, prvosienka medvědí ouško aj.

Druhově odlišná společenstva skalních štěrbin se nacházejí na silikátovém podkladě. Na něm roste např. zvonek okrouhlolistý, vrbovka chlumní, sleziník severní aj



Lomikámen latnatý



Chudina vždyzelená



Chasmofyt z čeledi hvozdíkovité

II. Rostliny, minerální bohatost a pH půdy

Rostliny reagují citlivě na pH půdy. Půdní reakce je jedním z nejvýznamnějších faktorů, které ovlivňují rozšíření rostlin.

Acidofyty – rostou na kyselých půdách

Neutrofyty – rostou na neutrálních půdách

Bazifyty – rostou na bazických půdách. Velká část bazifytů u nás jsou **kalcifyty** (rostou na půdách bohatých vápníkem).



Vřes - acidofyt



ostřice Davallova - bazifyt

Rostliny a vlastnosti půdy

II. Minerální bohatost a pH

Minerální látky a živiny se v půdě nachází převážně ve formě, která je rostlinami nevyužitelná. **Jen malou část (v průměru asi 2%) tvoří přístupné živiny a přístupné minerální látky.** Zbývající živiny jsou vázány v minerálech, těžko rozpustných sloučeninách nebo v nerozložených organických zbytcích.

Rozpustné anionty a kationty jsou vázány na půdní koloidy: hovoříme o sorpčním komplexu. **Nenasycený sorpční komplex** je takový, kde jsou na anionty navázány převážně H^+ ionty (kyselé půdy). **Komplex sorpčně nasycený** váže velké množství dvojmocných iontů (Ca, Mg: půdy vápnité, neutrální, pro rostliny příznivé) nebo váže převážně jednomocné ionty (Na, slané alkalické půdy).

Rostliny přijímají kationty dosti pasivně (“koncentračním spádem”), proto se některé ionty, které rostlina nepotřebuje mohou v rostlině hromadit (včetně toxických látek).

V posledních desetiletích se část živin ve formě kationtů (Ca, Mg, NH_4 , K) z půdy vylouhovává působením kyselých dešťů. Proces fungoval i dříve, vlivem vysokých koncentrací SO_2 v ovzduší se urychluje.

Rostliny a vlastnosti půdy

III. Základní živiny (N,P,K)

Kromě půdního pH je výskyt a hojnost rostlin ovlivněn množstvím přístupných “**makroživin**” – **dusík, fosfor a draslík (N, P, K)**. Půdy s vysokým obsahem jejich přístupných forem jsou **fertilní**, vegetace je většinou velmi **produktivní** a dosahuje velké **biomasy**. Hlavní přístupné živiny souvisí s množstvím a kvalitou organické složky.

Rostliny náročné na **vysoký obsah těchto živin**, zejména dusíku, se označují jako **nitrofyty** (nitrogenium – dusík). Rostliny vyhýbající se dusíkatým půdám jsou **nitrofobní**. Na dusíkatých půdách nerostou z fyziologických důvodů (toxicita amoniakálního dusíku a fosforu) a z důvodů jejich nižší konkurenční (kompetiční) schopnosti.

Nitrofilní
Kopřiva dvoudomá



Nitrofóbní
Rojovník bahenní



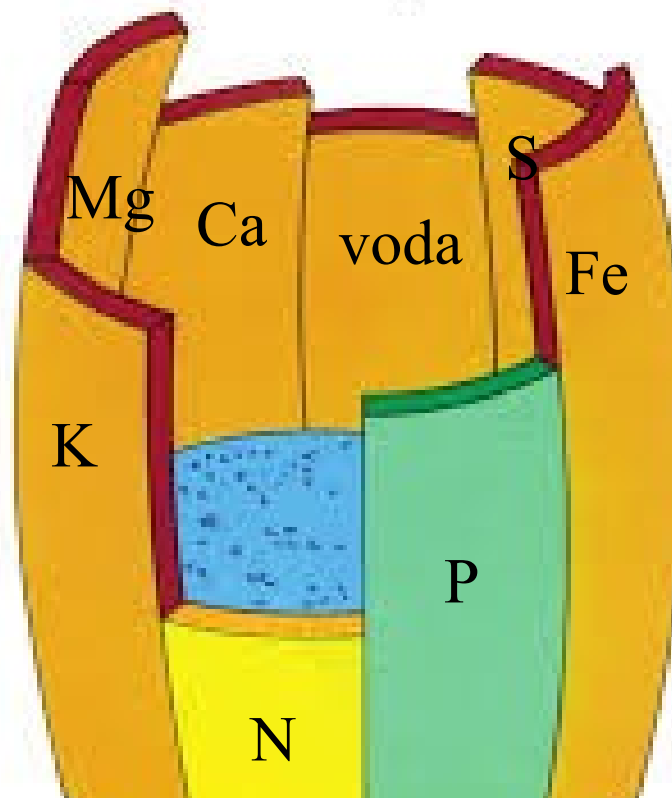
Limitující faktory půdy

V přírodě **špatná dostupnost fosforu nebo dusíku**. Příčiny jsou často v geologickém složení **podloží, managementu** (seč odstraňuje hlavně dusík a draslík, požáry hlavně dusík apod.) nebo v současných **změnách krajiny** (atmosférická depozice dusíku).

Hovoříme pak o **limitaci dusíkem, limitaci fosforem nebo limitaci draslíkem**. Po přidání limitujícího prvku se zvýší produktivita.

Zemědělství – snaží se odstranit všechny živinové i jiné limitace

Ochrana přírody – snaží se udržet přirozený typ limitace.



Jev funguje na základě
Liebigova zákona minima

Zákon minima a zákon tolerance

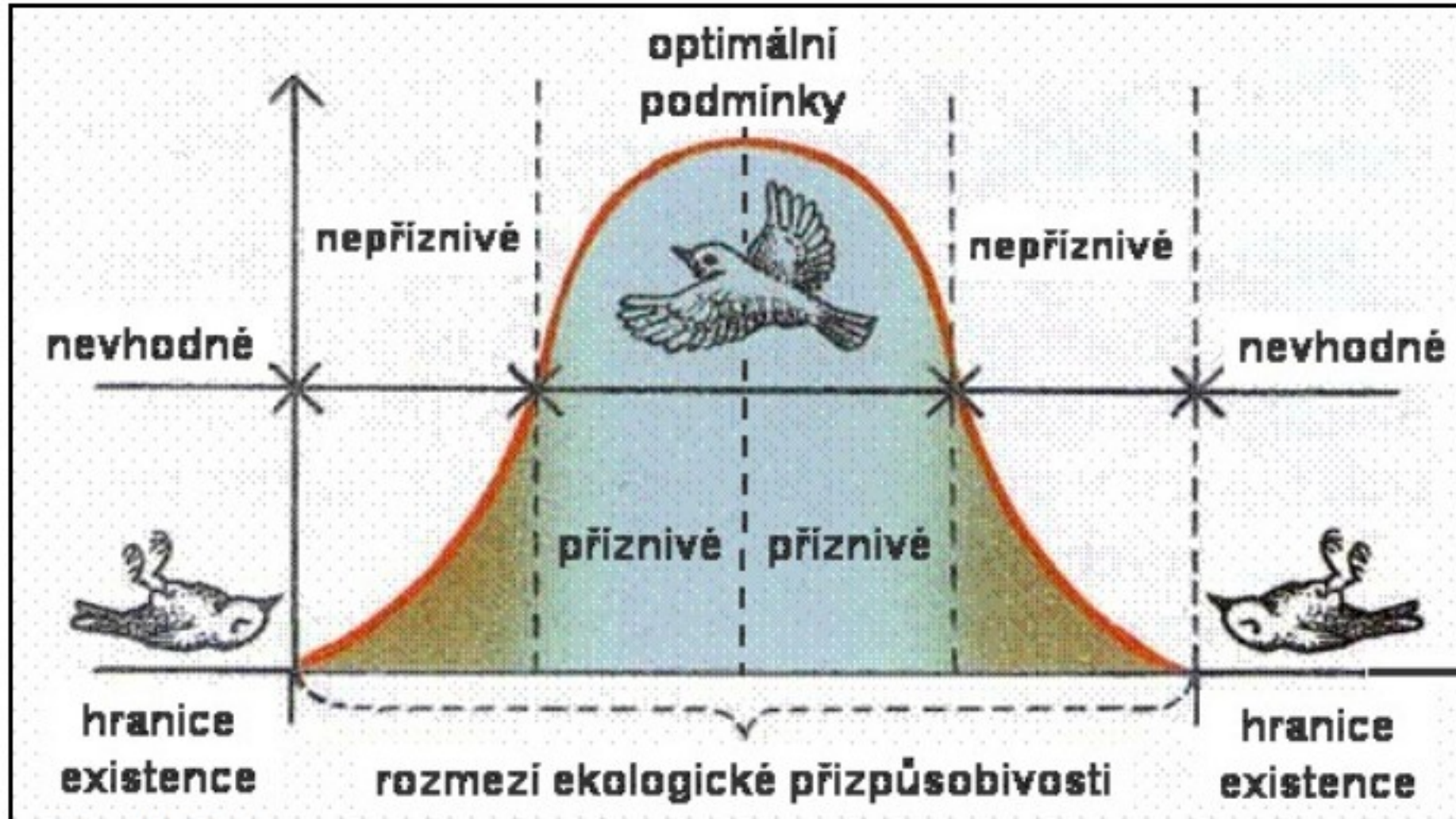
- **Liebigův zákon minima**

Základní podmínky musí platit současně, limitujícím je ten faktor, který je v minimu

- **Shelfordův zákon tolerance**

Každý druh toleruje určité rozpětí libovolného faktoru a nejcitlivěji reaguje v období reprodukce

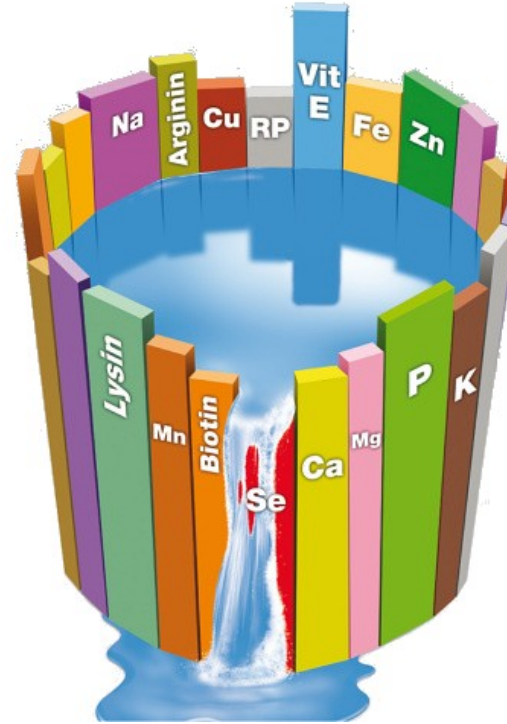
Přizpůsobení prostředí a přirozený výběr



Rozsah ekologické přizpůsobivosti – viz ekologická valence

Liebigův zákon minima

- Jedná se o jedno ze základních ekologických pravidel, které bylo formulováno už v roce 1840.
- Říká, že **život a růst organismů je limitován tím prvkem, kterého je nedostatek (je v minimu)**. Například pro růst rostlin jsou nejdůležitějšími prvky N, P a K



Justus svobodný pán von Liebig (1803, Darmstadt – 1873 Mnichov) byl německý chemik, který se zasloužil o **rozvoj chemie – zvláště v oblasti agrochemie** a organické chemie. Je zakladatelem aplikace průmyslových hnojiv. Vypracoval metodiku analýzy organických látek a připravil řadu významných organických látek.

Hodnota pH vyšší než 9 a nižší než 3 způsobuje úhyn rostlin!

Podle výskytu některých rostlin v prostředí můžeme zpětně usuzovat na pH půdy. Takové rostliny indikují vlastnosti prostředí – jsou to **bioindikátory**. Mají úzký rozsah tolerance vůči faktorům prostředí.



Například **rojovník bahenní** a **rašeliník** patří mezi rostliny, které žijí v prostředí výrazně kyselém (optimum pH je mezi 3 až 4), druh rostliny **metlice křivolaká** či **jahodník** roste nejčastěji v mírně kyselém prostředí (optimum pH má přibližně 5), kdežto **podběl lékařský** roste nejlépe v prostředí neutrálním (optimum má pH = 7). Najdeme-li je na některém místě, můžeme orientačně usoudit na jeho půdní reakci.

Rostliny a vlastnosti půdy

IV. půdní textura

Rostliny rostoucí na **písčitých půdách** jsou **psamofyty**. Písčité půdy mají vysoké provzdušnění (**aeraci**), malou vzlínavost vody, nízkou tepelnou vodivost, nízká sorpční schopnost, jsou pohyblivé). U nás se vyskytují například v oblasti Vátých písků u Bzence.

Jílovité substráty jsou “těžké” – drží vodu, nepřehřívají se, mají často vyšší obsah minerálních iontů. Rostliny vyhledávající jílovité půdy jsou **pelofyty**.



Extrémní případy bazických půd, které nemusí být nutně vápnité

Slaniska (např. Sedlec u Mikulova)

- toxicita solí a extrémní osmotický tlak půdního roztoku
- rostliny adaptované na slané půdy se nazývají **halofyty**
- Slaniska jsou u nás vzácná, řada druhů vyhynula (např. slanorožec)



Hadce (např. Mohelenská hadcová step)

- toxicita uhličitane hořečnatého, obecně převisu hořčíku nad vápníkem a doprovodných těžkých kovů (nikl, kadmium)
- rostliny adaptované na hadce se nazývají **serpentinofyty**.



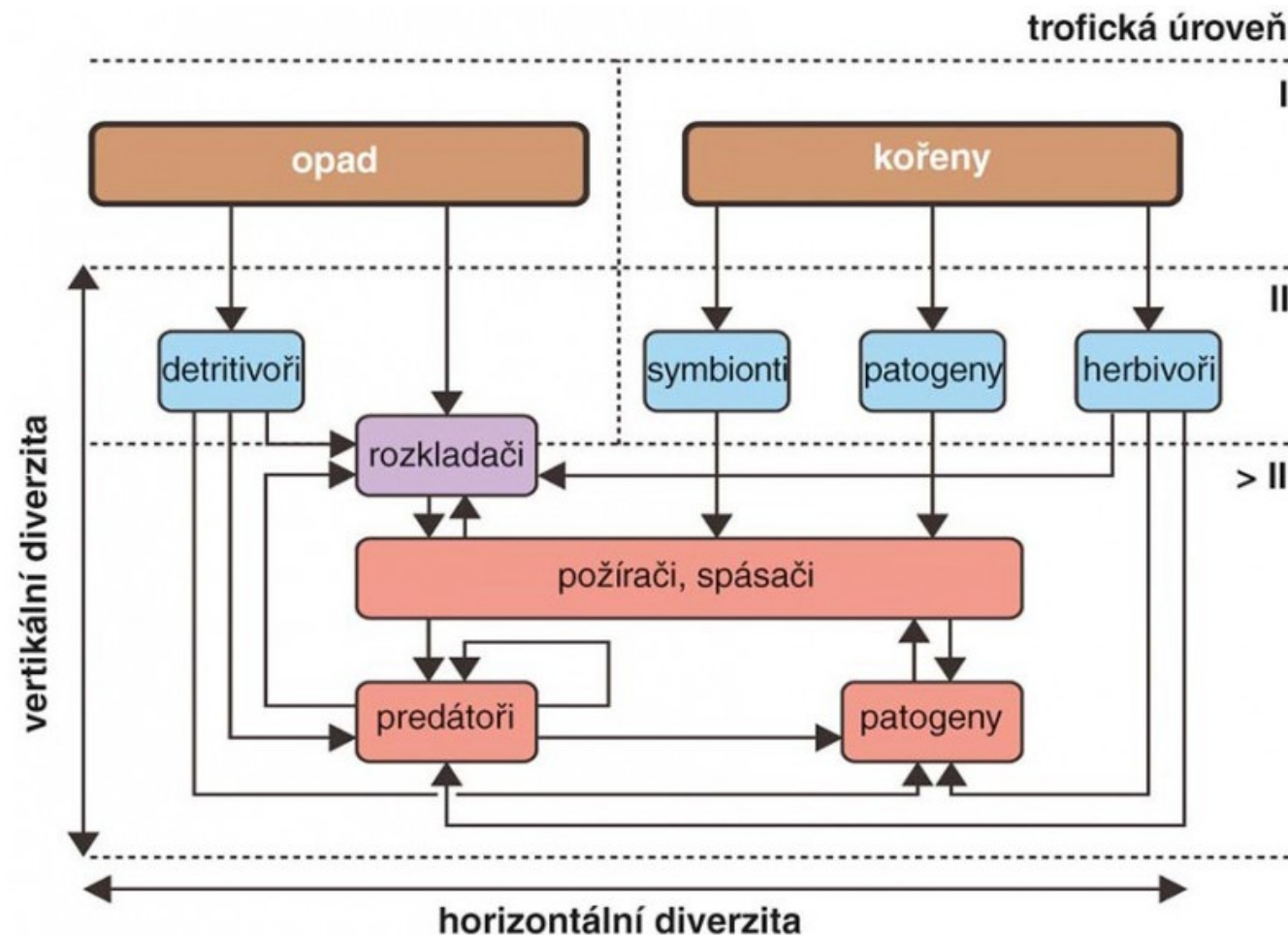
Funkční typy půdních organismů

Seskupování půdních organismů na **základě jejich ekologických rolí je užitečné pro pochopení jejich funkce.**

Známe několik příkladů těchto ekologických funkcí:

- **Symbionti kořenů rostlin** (např. bakterie fixující dusík a mykorhizní houby)
- **Rozkladači** (např. bakterie, houby rozkládající celulózu a lignin a žížaly)
- **Elementární transformátoři** (např. denitrifikační bakterie)
- **Půdní inženýři** (např. žížaly, mravenci a termiti)
- **Býložravci a patogeny** (např. býložravé hlístice, houby hledící kořeny a larvy brouků živící se kořeny)
- **Systemoví regulátoři** (např. dravý hmyz, dravá hlístice, parazité a hyperparazité)

Vztahy mezi diverzitou a funkcí v půdě



Vztahy mezi diverzitou a funkcí v půdě. Diverzita půdních organismů je propojena s jejich funkcí a má dva „rozměry“: **horizontální obsahuje funkční skupiny v rámci téže trofické úrovně**, zatímco **vertikální prochází různými trofickými úrovněmi**. Zejména trofická úroveň II je bohatá na funkční skupiny. Vyšší trofické úrovně zahrnují predátory (dravce) a patogeny, živící se obvykle zástupci několika nižších trofických úrovní.

Co je humus ?



Humus je hmota organického původu s velmi cennými vlastnostmi. Vzniká pomalým a dlouhodobým procesem zvaným humifikace za přispění půdních organismů z takzvané primární organické hmoty, tedy ze zbytků rostlin a živočichů, postupnou přeměnou přes množství různých látek. **Obsahuje spoustu živin** (dusík, vápník, hořčík, draslík), které rostlinám postupně uvolňuje a ty se následně nevyplachují do spodních a povrchových vod.

Co je humus ?

- **Humus je kritickým faktorem půdy, který hraje roli v její plodnosti. Humus vzniká v důsledku rozkladu rostlinné, živočišné a jiné organické hmoty. Je bohatý na živiny a slouží jako životně důležitý rezervoár organického uhlíku v půdních ekosystémech.**
- **Humus je tmavý, většinou černý nebo tmavě hnědý organický materiál. Humus také pomáhá při růstu rostlin a koloběhu živin. Humus je velmi bohatý na uhlík a slouží jako domov pro půdní mikroorganismy.**
- **Celkově je humus velmi důležitý pro stabilitu zemědělství a ekosystému. Hraje velmi důležitou roli v úrodnosti půdy a poskytuje živiny. Humus pomáhá zadržovat vlhkost a zlepšovat strukturu půdy.**

Humus a jeho význam pro půdu

Půdotvorné procesy

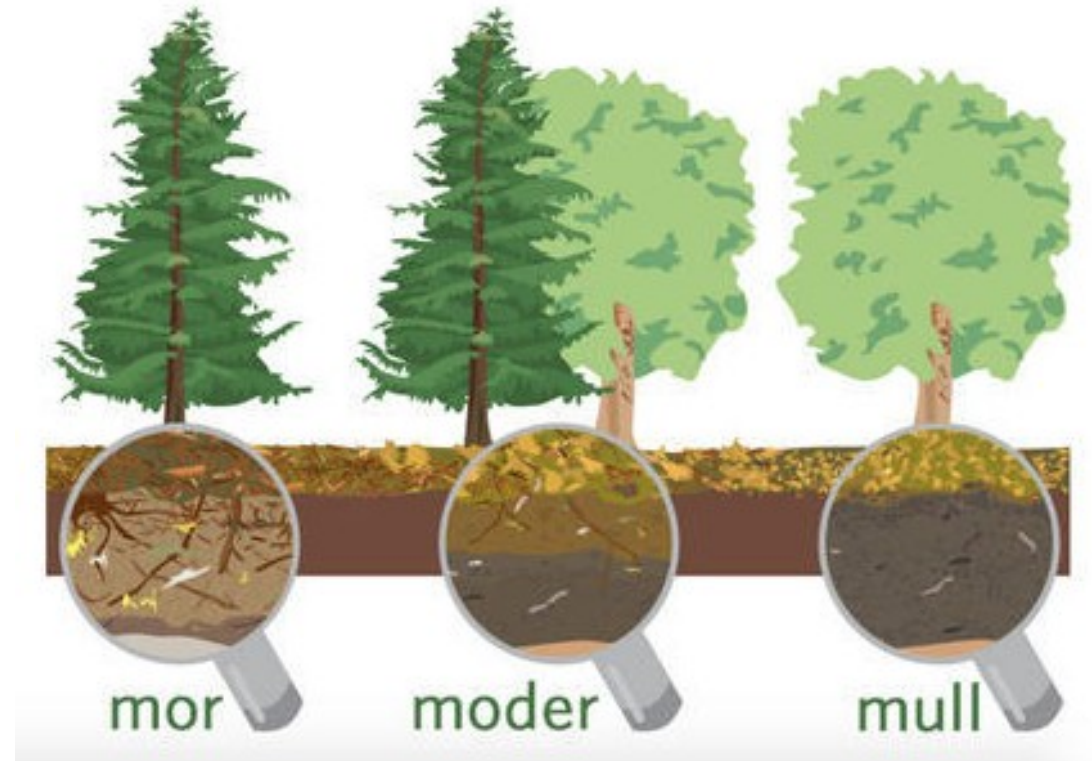
Humus je soubor organických látek v půdě původem z odumřelých zbytků rostlin, živočichů a mikrobů smíchaných s minerálním podílem půdy. Tyto látky jsou v různém stupni přeměny. Je to nejúrodnější část půdy.

Půdotvorné procesy:

- **Akumulace** – hromadění organických látek
- **Erozní procesy** – způsobuje voda, vítr, mráz, biologická aktivita, chemická aktivita roztoků; dochází např. k **odnosu, ale i vyluhování částic z půdy**
- **Translokační procesy** – **přesouvání látek mezi půdními horizonty**
 - eluviace (ochuzení, vyplavení, vybělení)
 - ilimerizace – průnik jílu
- **Transformace** – přeměna primárních nerostů na sekundární, díky **zvětrávání**
- **Humifikace** – velmi složitý proces, **přeměna organické hmoty**

Čtyři základní formy humusu:

- **Litter (hrabanka):** opad zbytků rostlin s pouhým okem rozeznatelnými původními orgány (listí, jehličí, listové pochvy ...)
- **Mor (surový humus):** Vzniká nedokonalým rozkladem v kyselém prostředí a v chladném a vlhkém klimatu. Stále makroskopicky odlišitelné organickými zbytky. Tvoří vrstvu nepromíchanou s minerálním podložím prostoupenou myceliemi hub. Do půdního profilu se vyplavují fulvokyseliny. Podzolizace.
- **Tangel:** Makroskopicky rozeznatelné zbytky; trus živočichů (dešťovek). Alkalický.
- **Moder (drť):** Organické zbytky již prošly trávicí soustavou živočichů (většinou ne dešťovek), jsou částečně rozložené a jsou mechanicky promíchány s minerální půdou. Organický původ je ještě patrný.
- **Mull (měl):** Organické látky jsou přeměněny v huminové látky, jejich struktura je nerozeznatelná, není je možné mechanicky oddělit od minerálního podílu. Černozemi, listnaté lesy. Neutrální až mírně alkalický. Vysoká aktivita zooedafonu, bakterií a aktinomycet. Dešťovky.



Horizonty nadložního humusu

Z hlediska kvality může být nadložní humus:

- **Mor** – nekvalitní **surový humus**, hromadící se ve velkých vrstvách. Vzniká **v chladném humidním klimatu**.
- **Tangel** – vypadá jako mor, ale je daleko příznivější; jedná se o vrstvy jehličí kosodřeviny na vápnitěm podkladě.
- **Moder** – přechod mezi tangelem a mullem, jsou z něj vyluhovány velmi nepříznivé fulvokyseliny, které uvolňují z půdy hliník a železo, což vede k **procesu podzolizace**.
- **Mull** – opak moru, **suché aridní (teplé) klima**, **velmi rychlý rozklad** uvolňují se z něj velmi příznivé šedé humínové kyseliny. Je to jediný geologicky zachovatelný humus a proto se nazývá **trvalý humus**.
- **Humifikace je přeměna organických látek v humus.**

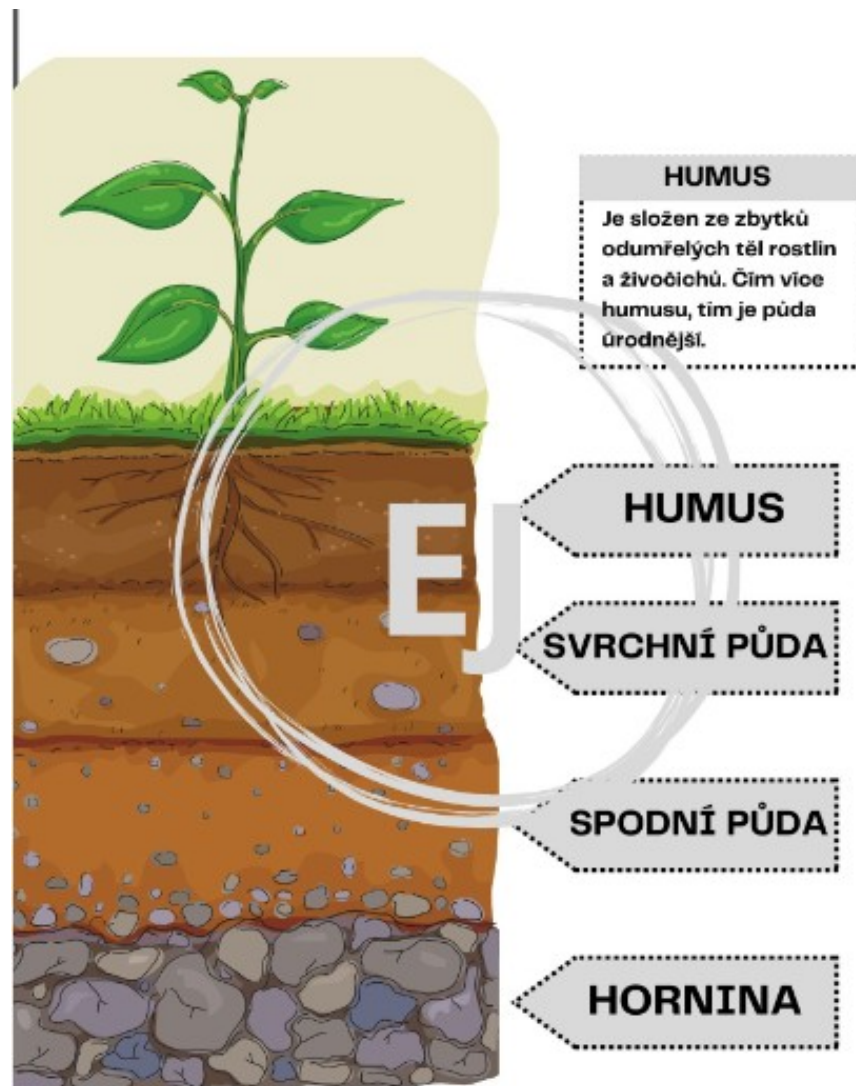
Řez půdními vrstvami



tmavá půda s humusem

světlá půda bez humusu

původní pevná hornina



HUMUS

Je složen ze zbytků odumřelých těl rostlin a živočichů. Čím více humusu, tím je půda úrodnější.

HUMUS

SVRCHNÍ PŮDA

SPODNÍ PŮDA

HORNINA

Rozklad humusu

- V první fázi dochází díky **bakteriím, houbám, plísním, vodě, teplotě, mrazu** atd. k **rozkladu na jednoduché anorganické látky**, např. **H₂O, CO₂, H₂S, NH₃** (proces se nazývá **mineralizace**).
- **Následně** pak dochází díky biologické aktivitě ke **vzniku velmi složitých organických sloučenin** např. **humusových kyselin** – fáze **humifikace**. Tyto dvě fáze jsou spolu úzce propojeny a navzájem se prolínají.

Na humusem bohaté substráty jsou vázány **humikolní rostliny** (**humifyty**). *Rhododendron*, *Ledum*, *Stipa tirsia* (mull), *Monotropa*.



Rhododendron ferrugineum



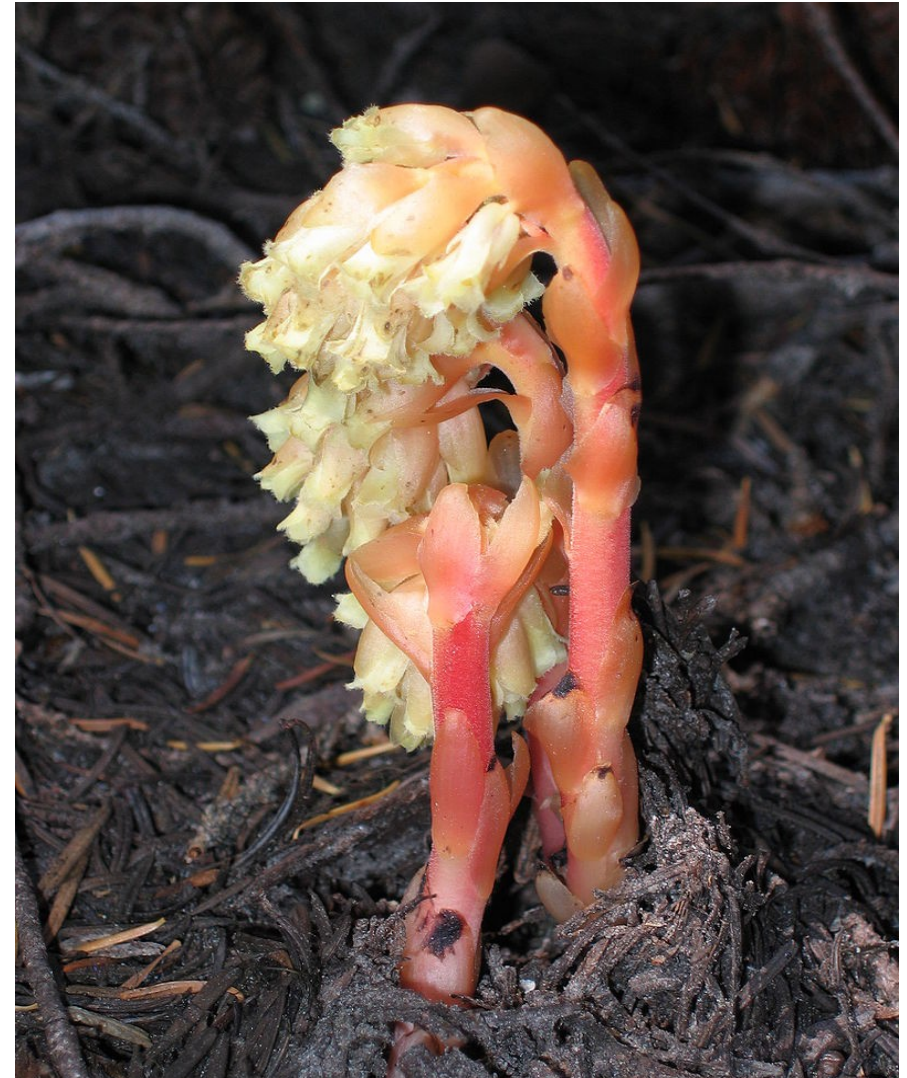
Stipa - Kavyl tenkolistý



Pěnišník černomořský



Ledum – Rojovník bahenní)



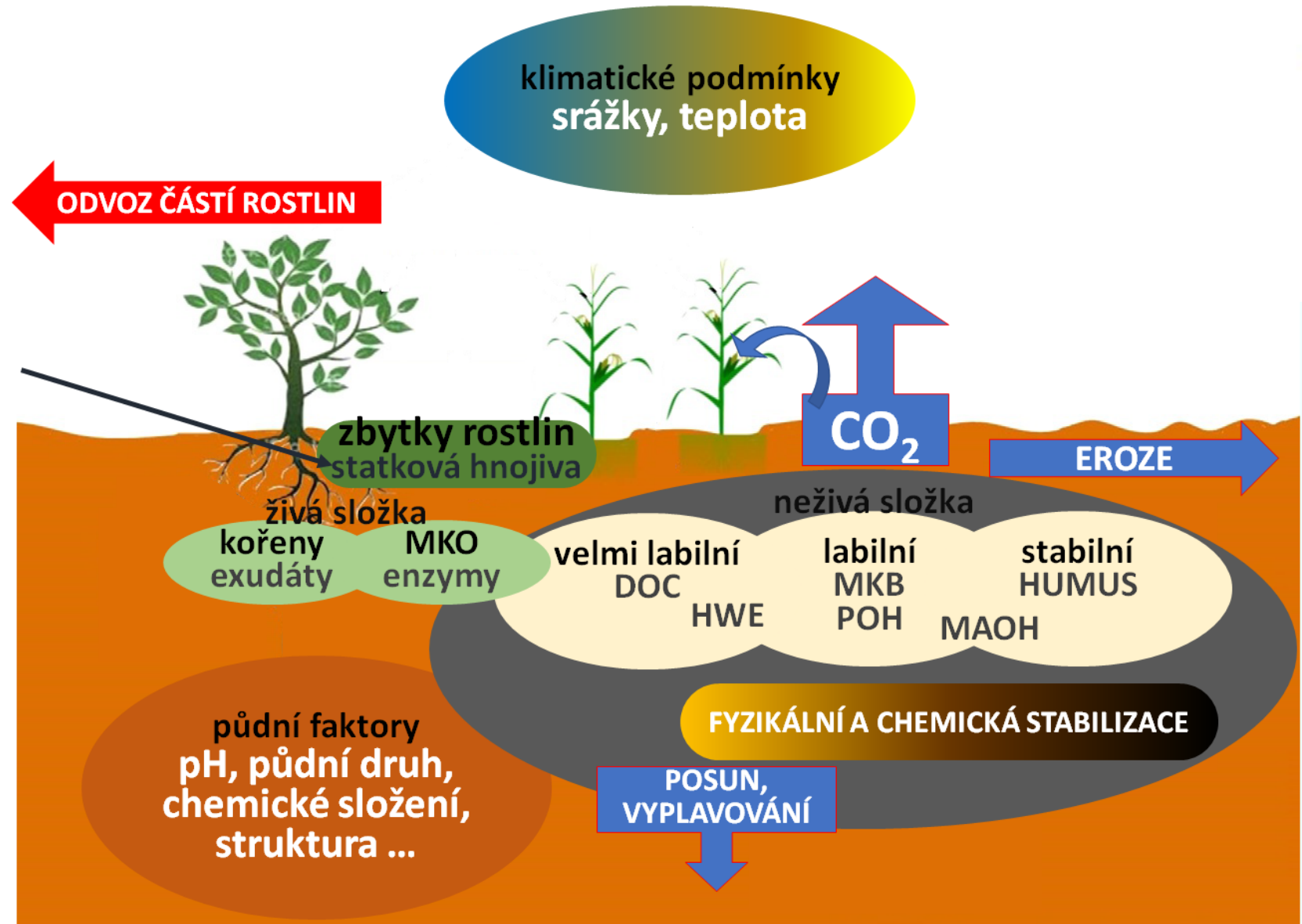
Monotropa – Hnilák smrkový

Jak se tvoří humus ?

Tvorba humusu zahrnuje dva hlavní procesy: **rozklad a humifikaci:**

- **Rozklad:** Mikroorganismy, jako jsou bakterie a plísně, hrají roli při rozkladu složitých **organických materiálů, které se formují do jednodušších látek**. Když se organická hmota z rostlin a mrtvých zvířat dostane do **kontaktu s povrchem půdy, začne se rozkládat**.
- **Humifikace:** Během procesu humifikace se částečně rozložená **organická hmota přeměňuje na stabilní organické sloučeniny**, jako jsou **huminové kyseliny a humin**. Tento proces je ovlivněn faktory, jako je **teplota, vlhkost, pH a typy přítomných organických látek**.

Tvorba humusu



Funkce humusu v půdě

Humus má v půdě některé důležité funkce, které jsou popsány níže:

- **Zlepšuje zadržování vody:** Humus zlepšuje schopnost půdy zadržovat vodu, protože má **schopnost nasáknout a uchovat vodu nebo vlhkost**.
- **Zlepšuje strukturu půdy:** Humus pomáhá **vytvářet drobivou nebo houbovitou texturu, zlepšuje odvodnění a provzdušňování**, což je prospěšné pro kořeny rostlin.
- **Zásobárna živin:** Humus působí jako **rezervoár minerálů, živin** a pomáhá je stabilně uvolňovat podle potřeby rostlin.
- **Podporuje biologickou rozmanitost půdy:** Humus poskytuje stanoviště pro různé mikroorganismy, podporuje **biologickou rozmanitost půdy** a **také koloběh živin**.
- **Ukládání uhlíku:** Hraje zásadní roli **při ukládání nebo odstraňování uhlíku** a pomáhá **zmírňovat změnu klimatu ukládáním uhlíku do půdy**.

Chemické faktory půdy - pH

Reakce prostředí (pH)

* Ovlivňuje

- Druhová skladba rostlin
- Složení edafonu
- Vodní biocenózy

* Druhy

- Stenoiontní
- Euryiontní

- Acidofilní, acidofyty – do 6,4
- Neutrofilní, neutrofyty – 6,5-7,3
- Alkalofilní, bazofilní, alkalofyty – nad 7.3

- Koncentrace vodíkových iontů
- Kyselina uhličitá / její soli
- Dešťová voda 5,7 (čistá)
- Dnes 4,5
- Mořská voda 8,1-8,3
- Sladké vody 3-10
- Fotosyntéza (až 11)
- Rašelinné vody 3,5-5,5
- Kyselé deště až 3

Chemické faktory půdy - salinita

Salinita – obsah solí v půdě a ve vodě

Koncentrace chloridů, uhličitánů, síranů a dusičnanů vápníku, hořčíku, sodíku a draslíku

- Sladká voda – do 0,1 % solí
- Oceány – 3,5 %
- Okrajová moře – méně (Baltské 0,8, Černé 1,8 %)
- Vnitrozemské saliny – až 25 %
- Slaniska

* **Adaptace**

- Překonání osmotického tlaku
- Odstraňování soli

* **Druhy**

- Halobiontní, halofyty
 - Halofobní
 - Halofilní
-

Organické látky v půdě

- Rozkladem odumřelých zbytků organismů vzniká **humus**, který je často promíšen s minerální složkou půdy. Je to soubor organických půdních koloidů s vysokým obsahem huminových látek (fulvokyseliny, huminové kyseliny, huminy). Vzniká při **humifikaci**. Při rozkladu odumřelých zbytků probíhá **mineralizace**, rozklad organických sloučenin uhlíku na minerální látky (uhlík se při tom uvolňuje jako CO_2). Tyto minerální látky jsou hlavním zdrojem živin pro rostliny.
- Humus je nejen zdrojem přístupných minerálních živin, ale také ovlivňuje hydrofyzikální vlastnosti půdy. Jeho organické látky rovněž vytvářejí komplexy s kovovými ionty – **cheláty**. Cheláty nejsou na rozdíl od anorganických solí kovů toxické, jsou ve vodě rozpustné a přístupné pro rostliny.
- **Poměr C/N v půdě** je považován za významného ukazatele **kvality humusu**. Čím je menší, tím je kvalita příznivější (přístupné živiny) a tím lépe umožňuje intenzivní činnost mikroorganismů (černozem).

Chemické faktory půdy – obsah minerálních živin

* Dusík

- Dostupnost (zdroje)
- Nitrofyty
- Nitrofilní společenstva
- Nitrofobní druhy
- Masožravé rostliny

* Fosfor

- Rozpustné fosfáty
- Eutrofizace

* Oligotrofní

* Eutrofní biotopy

* **Makrobiogenní:** K, Na, Ca, Mg, S, Fe

* **Mikrobiogenní (stopové):** Mn, B, Cu, Mo, I, Zn, V, Co, Cl, Si

Jak jsou klasifikovány půdy

- Půda je **dynamické přírodní těleso minerální a organické hmoty**, které pokrývá pozemskou Zemi. Toto tělo se **v průběhu času mění**, protože klima a živé organismy působí na horniny a organickou hmotu.
- Protože **klima a podloží se na zeměkouli výrazně liší**, výsledné **typy půdy nalezené na Zemi se také velmi liší** místo od místa. Byly vyvinuty různé **systemy klasifikace půd**. Tyto **klasifikační systemy používají taxonomickou hierarchii** ke kategorizaci půd v konkrétních lokalitách, podobně jako taxonomické hierarchie používané ke klasifikaci rostlin a zvířat.
- **Zemědělství** se vyskytuje na **všech půdních rádech**, ale některé řády jsou pro produkci lepší než jiné. Spolu s tímto klasifikačním systemem vytvořili půdní vědci specializovanou terminologii pro popis půdní architektury.

půdní DRUHY

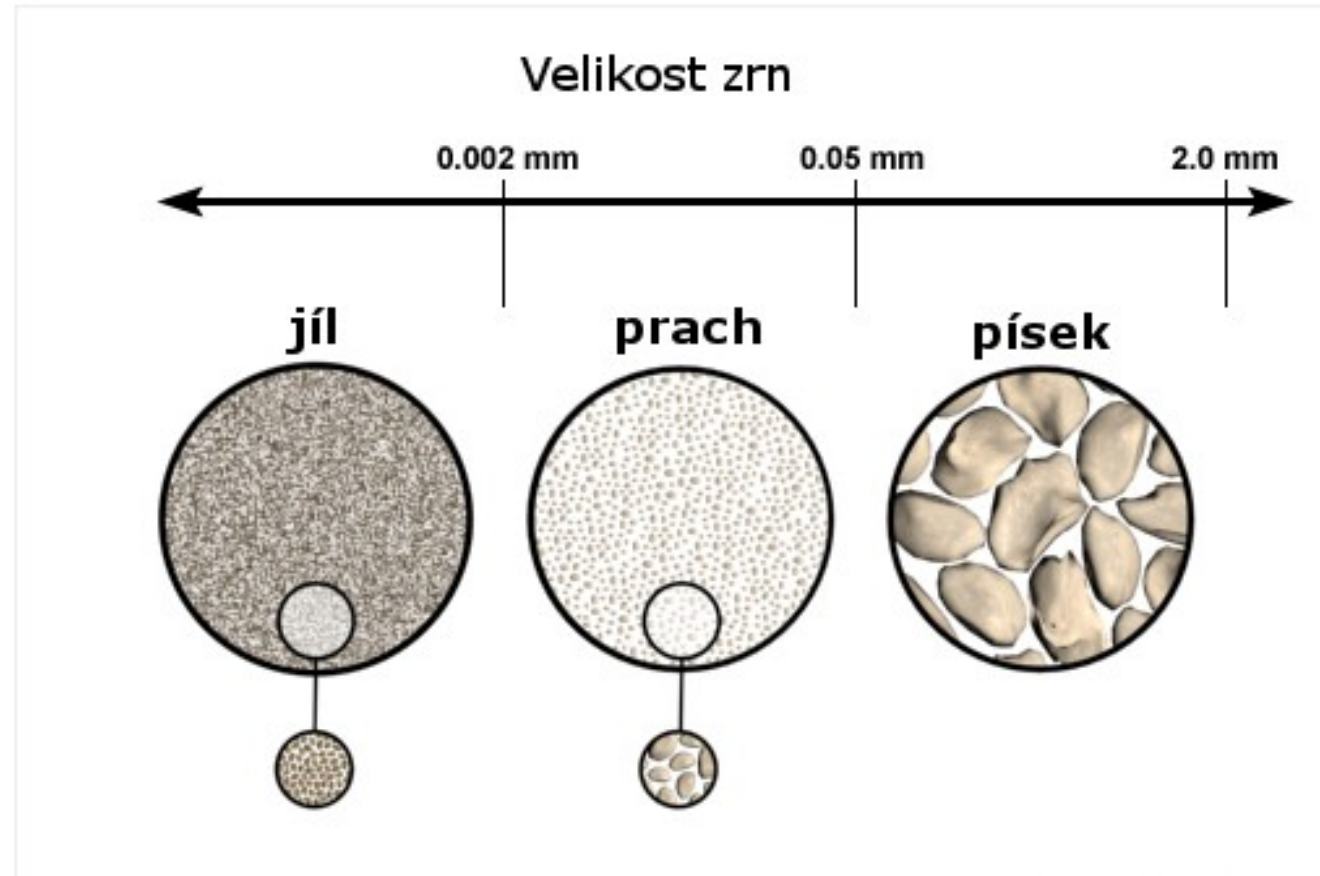


Pět hlavních půdních druhů

- písčité půda.
- sprašová půda.
- jílovitá půda.
- hlinitá půda.
- kamenitá půda

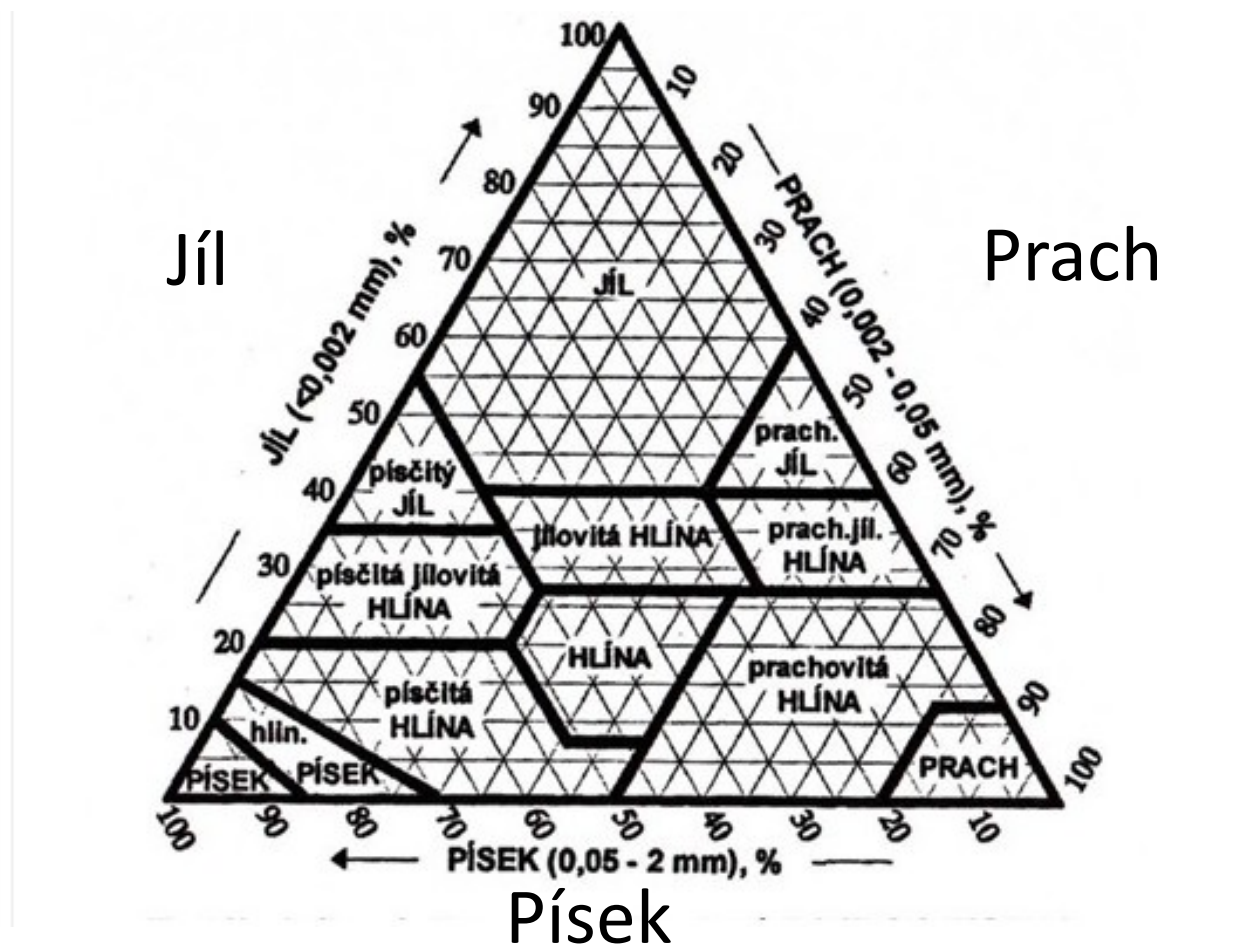
Půdní typ je kategorizační jednotka Taxonomického klasifikačního systému půd ČR. Půdy jsou řazeny vždy do půdních typů dle stejných diagnostických horizontů. Československá klasifikace obsahuje 21 půdních typů, z čehož 18 z nich se vyskytuje na území České republiky. Vyšší půdní jednotkou je skupina, nižší pak subtyp.

Druhy půd jsou klasifikovány podle velikosti zrn.



Nejmenší velikost zrna a zároveň nejmenší volný prostor mezi zrny má jíl, rozměrem větší je prach a největší písek. Velikost částic rozhoduje o schopnosti půdy vsakovat a zadržovat vodu.

Charakteristiky druhů půd



Druh půdy je možné určit podle tzv. zrnitostního trojúhelníku" na základě podílu jednotlivých frakcí.

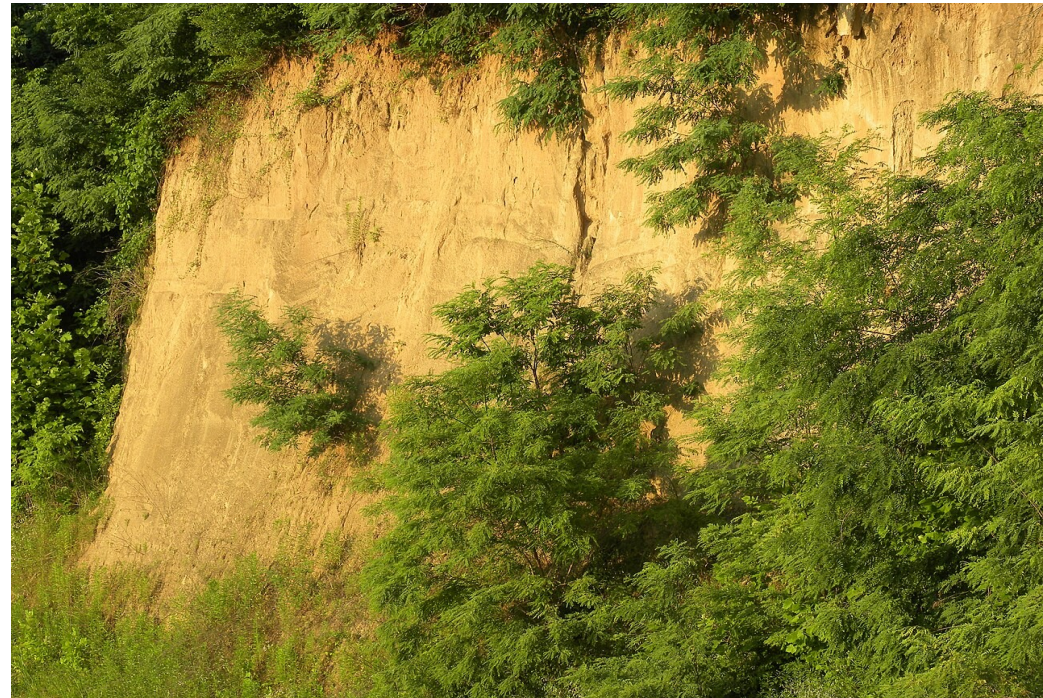
Písčité půda

Půdy **písčité až hlinitopísčité** obsahují až **80 % hrubého písku** a málo jemných částic. Jsou vzdušné, zahřevné, velmi čisté, snadno a kdykoliv zpracovatelné. Umožňují brzy z jara sázet a sít. Špatně však poutají vláhu a jsou vysušené a nesoudržné



Sprašová půda

Sprašové hlíny (anglicky loess loam) jsou sedimentární horniny, které se vzhledem i vlastnostmi podobají spraši, ale vznikly odlišným vývojem, a/nebo se jedná o spraš, která byla resedimentována (vznikla podstatným vymytím vápenité složky ze spraše), nejčastěji vodou.



Jílovitá půda

Jílovité půdy patří mezi **těžké půdy**, je v nich **vysoký obsah jílových minerálů** jako jsou montmorillonit, vermikulit nebo kaolinit. Tyto minerály jsou obvykle velmi bohaté na živiny a chudé na vzduch. To je způsobeno velmi malou velikostí jednotlivých částic.



Hlinitá půda

Hlinité půdy jsou tvořeny směsí s přibližně **stejným podílem jílu, spraše a písku**, a mají tedy různé vlastnosti. Na rozdíl od lehké písčité půdy a těžké jílovité půdy se tato půda označuje jako „**střední půda**“. Je považována takříkajíc za zlatou střední cestu.

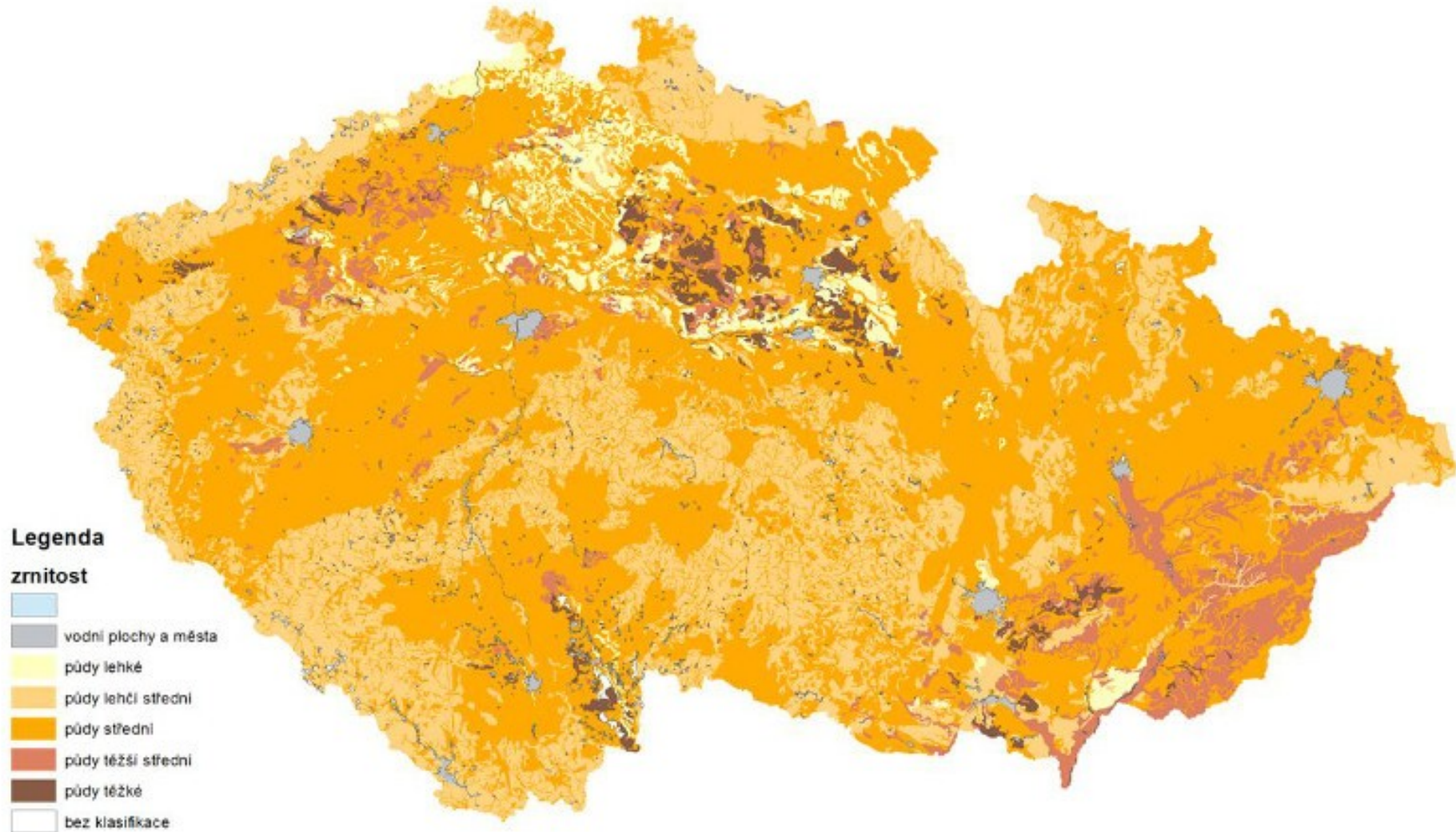


Kamenitá půda

Kamenité půdy bývají **většinou na svazích**, mívají **malý podíl humusu** a také bývají mělké, protože humus i jiné částice jsou stále splavovány. Na takovém svahovitém pozemku s kamenitou půdou nás čeká hodně práce.



Většinu území ČR pokrývají půdy střední a lehčí střední - tedy půdy hlinité a hlinito písčité.

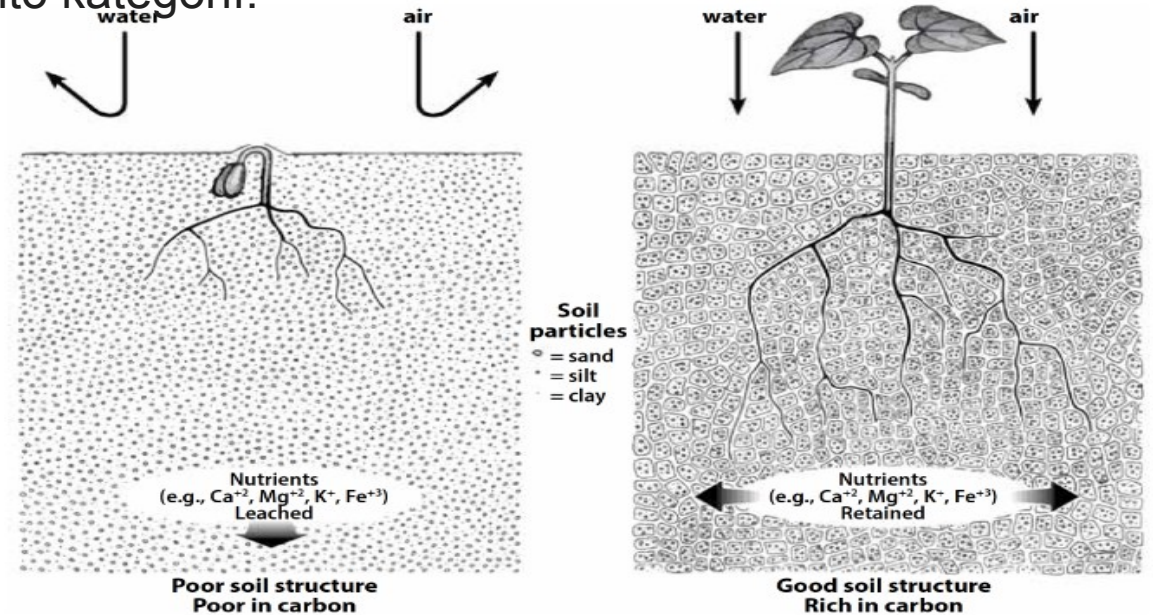


Vlastnosti půdy

Půdy jsou fascinující směsí živých a neživých věcí. Na určitých úrovních fungují jako superorganismus – obrovská jedinečná živá věc složená z mnoha menších živých organismů. Jinými způsoby půdy fungují jako amalgamace hornin a minerálních částic. Půdy jsou živé i neživé zároveň. Tento stav nám poskytuje zajímavou kombinaci fyzikálních, chemických a biologických vlastností, které lze snadno pozorovat. V této části je uveden základní katalog některých nejzákladnějších vlastností v každé z těchto kategorií.

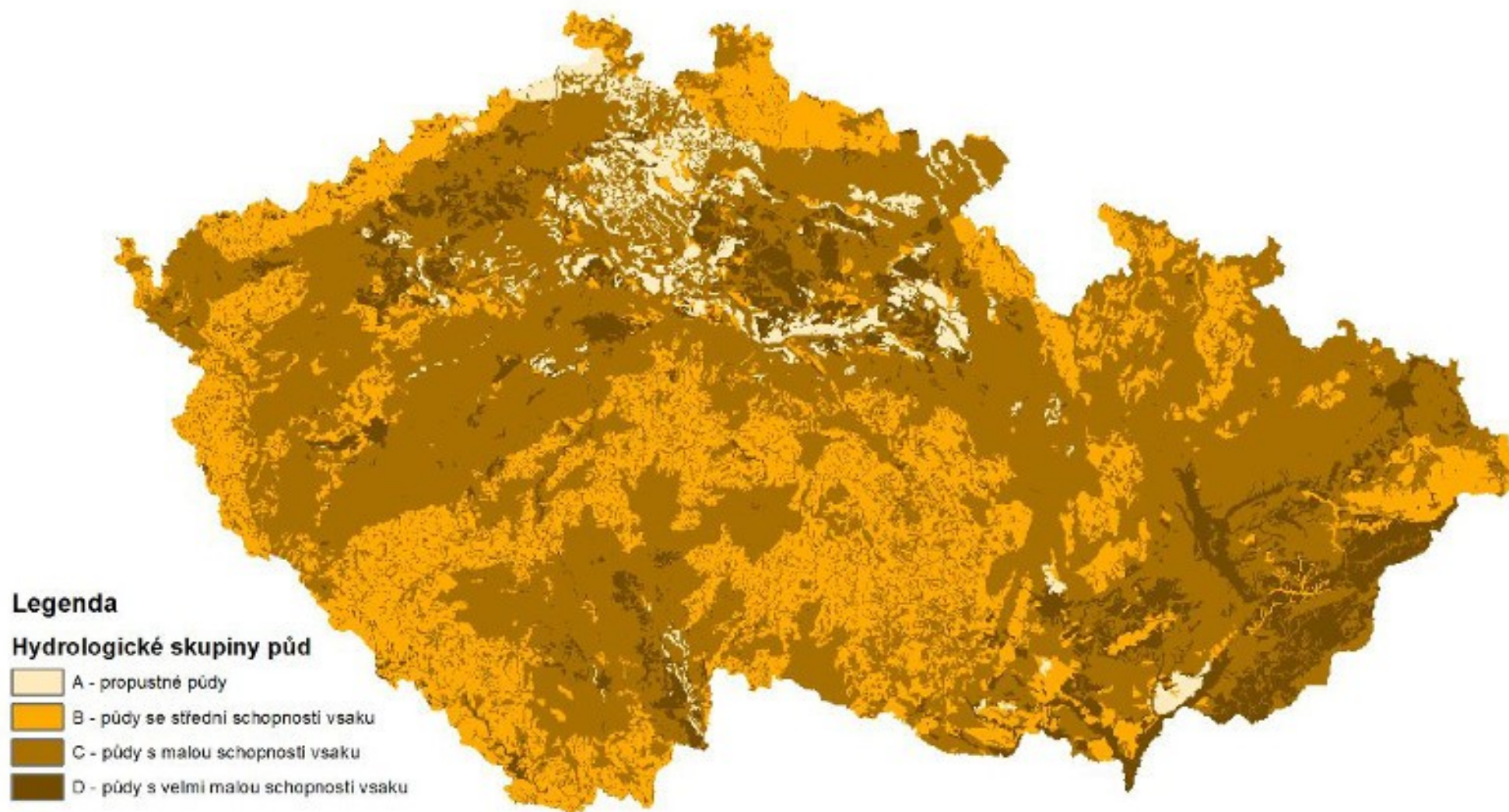


Velikost částic a stabilita agregátů jsou dvě fyzikální vlastnosti zeminy.



Špatná struktura půdy (vlevo) omezuje přítok vody a vzduchu a omezuje růst kořenů. Naproti tomu půdy s dobrou strukturou (vpravo) mají více prostoru pro vzduch, vodu, kořeny a zvířata a chemické cykly související se zdravím rostlin budou s větší pravděpodobností fungovat dobře, včetně ukládání a pohybu uhlíku

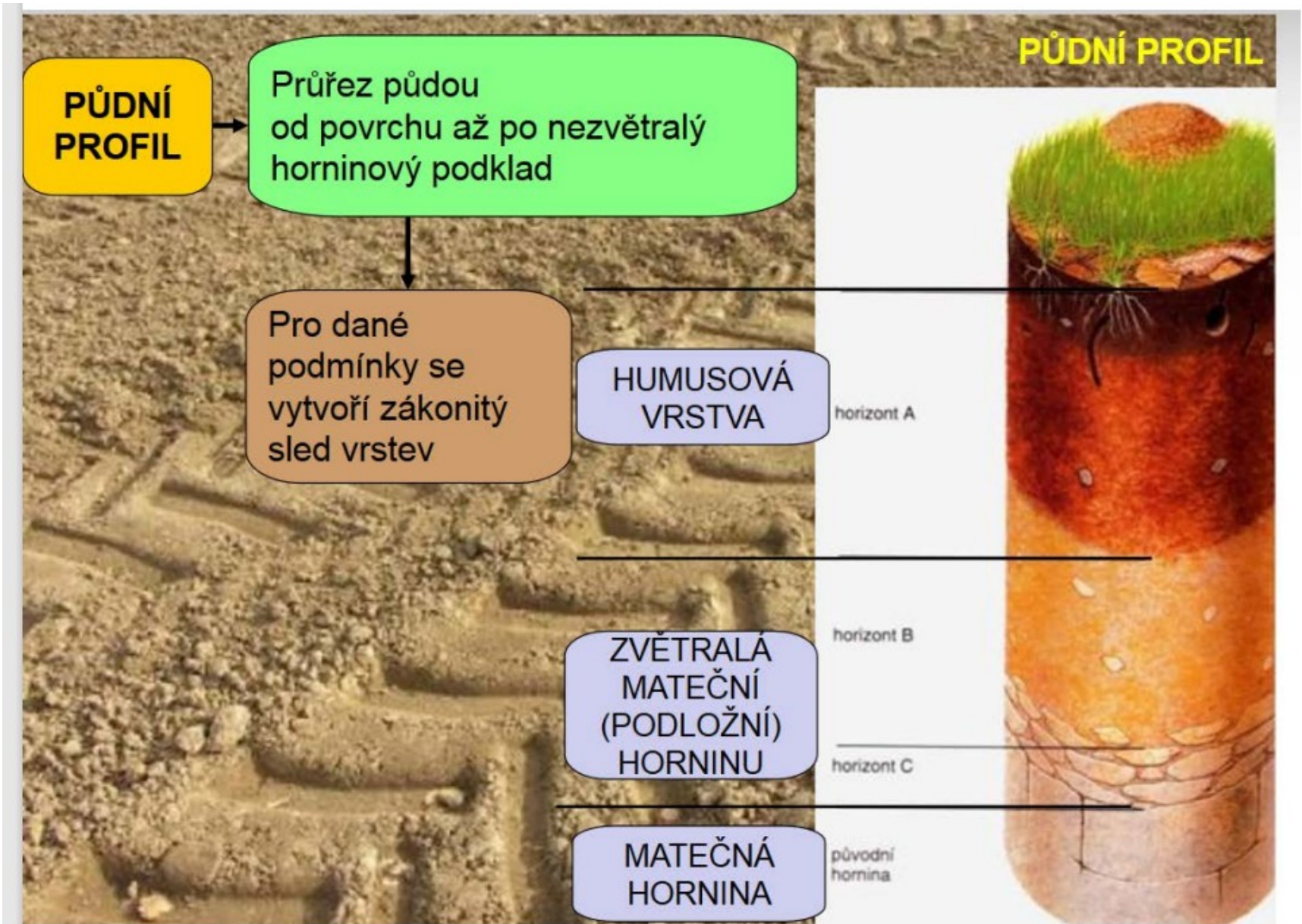
Hydrologické skupiny půd



Hydrologické vlastnosti půd

skupina	charakteristika hydrologických vlastností	rychlost infiltrace [mm.min ⁻¹]	rychlost infiltrace [mm.den ⁻¹]
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky nebo šterky	> 0,12	> 172
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité	0,06 – 0,12	86,4 – 172
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité	0,02 – 0,06	28,8 – 86,4
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující především jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím	< 0,02	< 28,8

Co je půdní profil ?



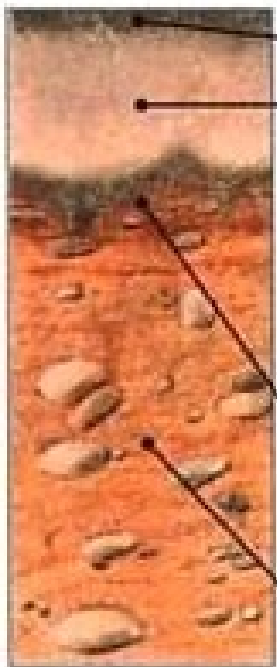
Co je půdní profil ?

Půdní profil je **vertikální průřez půdou od povrchu až po nevětralý horninový podklad**. Zkoumání půdního profilu se provádí výkopem sondy.

Z půdního profilu se dají vyčíst půdní horizonty, kategorie půdy a částečně i chemizmus půdy. **Nachází se do 120–150 cm pod povrchem**.

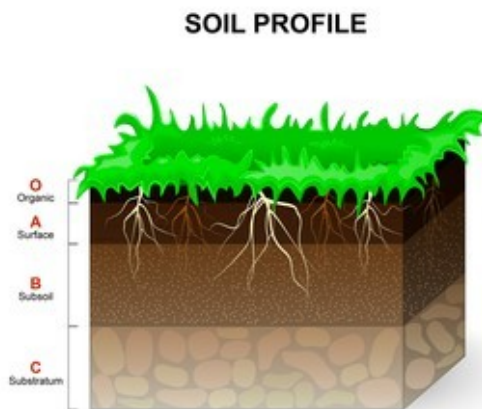
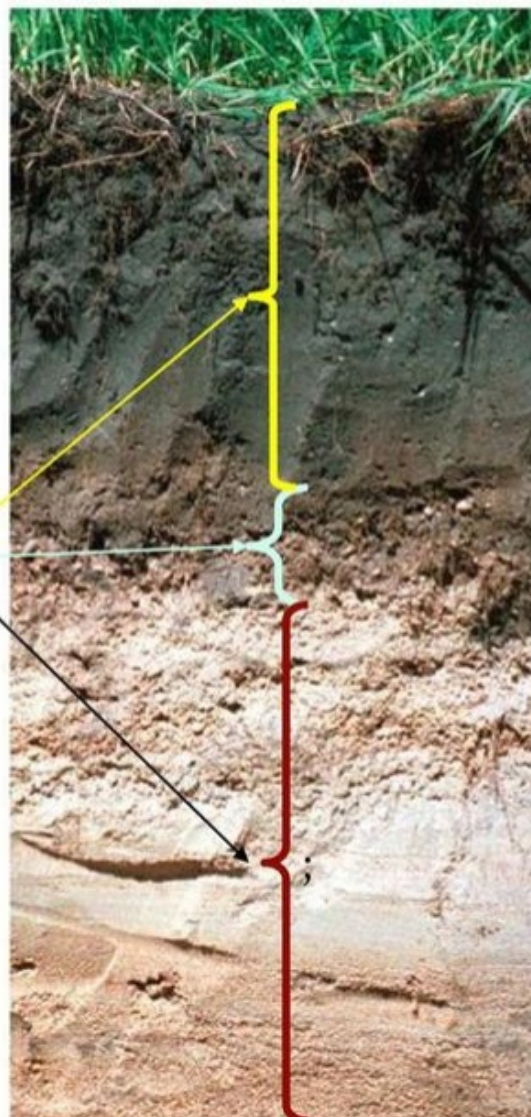


údní profil versus půdní horizont



hum. horiz.
horizont
ochuzený
o železo
a humus
horizont
obohacený
o železo
a humus
matečná
hornina

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



shutterstock.com · 463114829

Půdní profil –
vertikální
úsek
obsahující
všechny jeho
horizonty



Půdní profil

Diagnostický půdní horizont

- **Diagnostický půdní horizont („půdní horizont“)** je vrstva půdy, která má **specifické horizontální umístění a určité fyzikální a chemické vlastnosti**. Je vymezen souborem vizuálních analytických znaků s hraničními měřitelnými hodnotami. **Všechny půdní horizonty tvoří půdní profil.**
- Existuje velké množství klasifikací půd pro potřeby různých států, které mají samozřejmě odlišné druhy půd.
- Diagnostické horizonty se značí kombinací písmenočíselných kódů.

Půdní horizonty

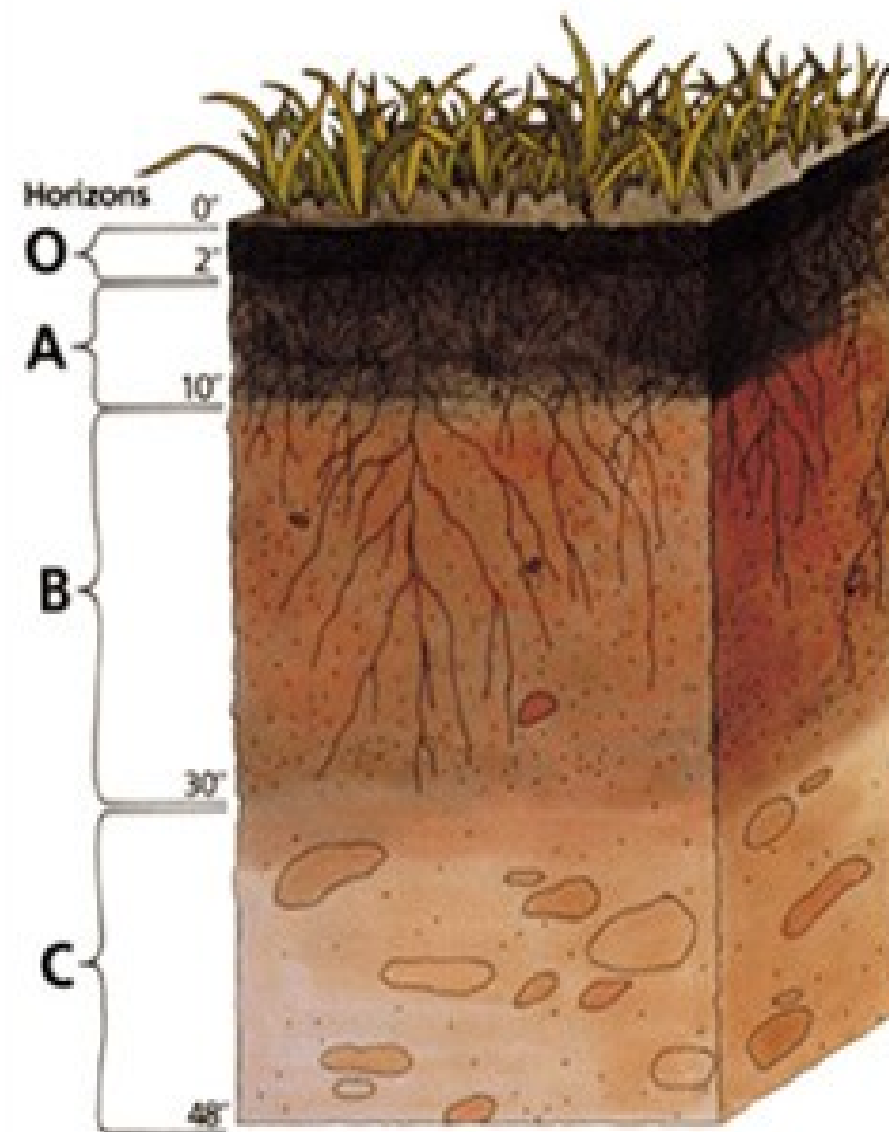
Silně ovlivněn počasím



Málo ovlivněn počasím



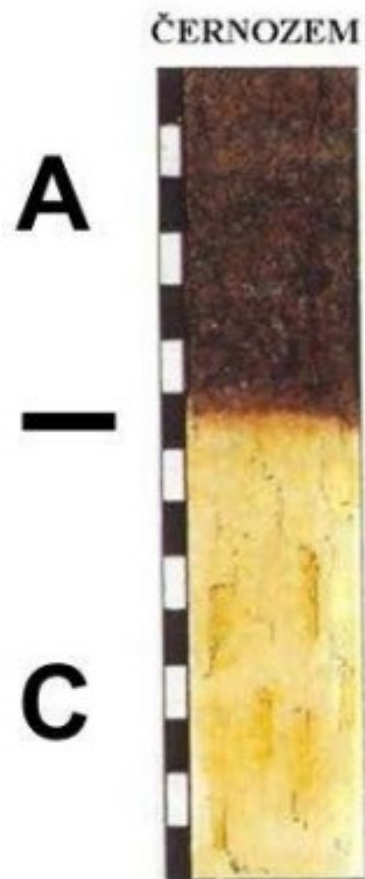
- O – horizont organický horizont, humus
- A – horizont eluviální (vyluhovaná) vrstva
- B – horizont iluviální (obohacená) vrstva
- C – horizont půdotvorný substrát
- R – horizont matečná hornina



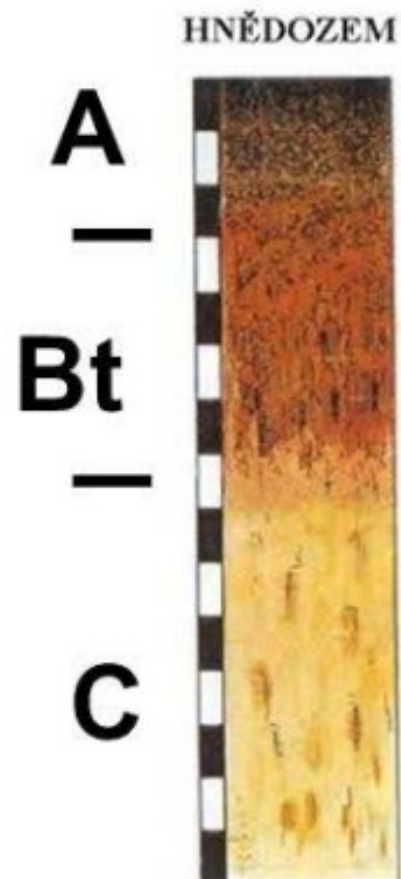
Značení půdních horizontů

- **velká písmena** – označují hlavní typy horizontů
- **malá písmena** – označují vlastnosti jednotlivých horizontů (subhorizonty)
- **arabské číslice v příponě** – určují vertikální členění
- **arabské číslice v předponě** – určují rozčlenění půdotvorných substrátů
- Horizonty se označují velkými písmeny – anglické zkratky, popř. číslicemi. K subhorizontům se pak připojuje ještě malé písmeno označující samotný subhorizont.
- **Půdní horizonty se liší chemismem, fyzikálními vlastnostmi, ale též faunou a florou.**
- Kombinace velkých písmen se používá u přechodných horizontů.

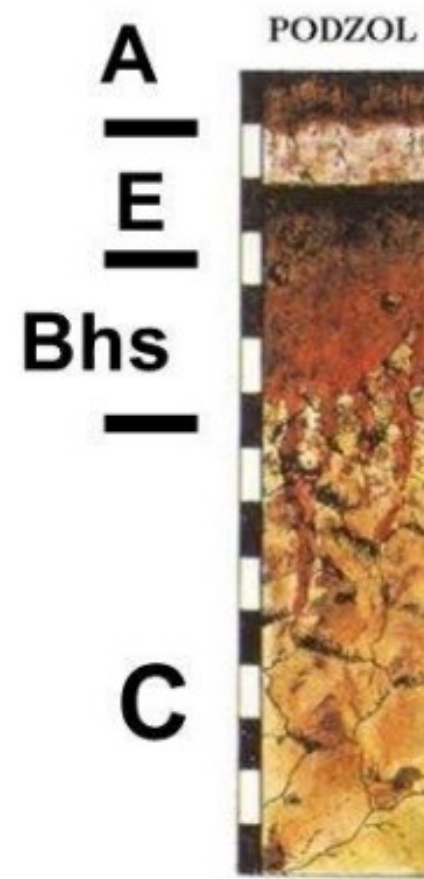
Půdní horizonty



A - humusový horizont
C - matečná hornina

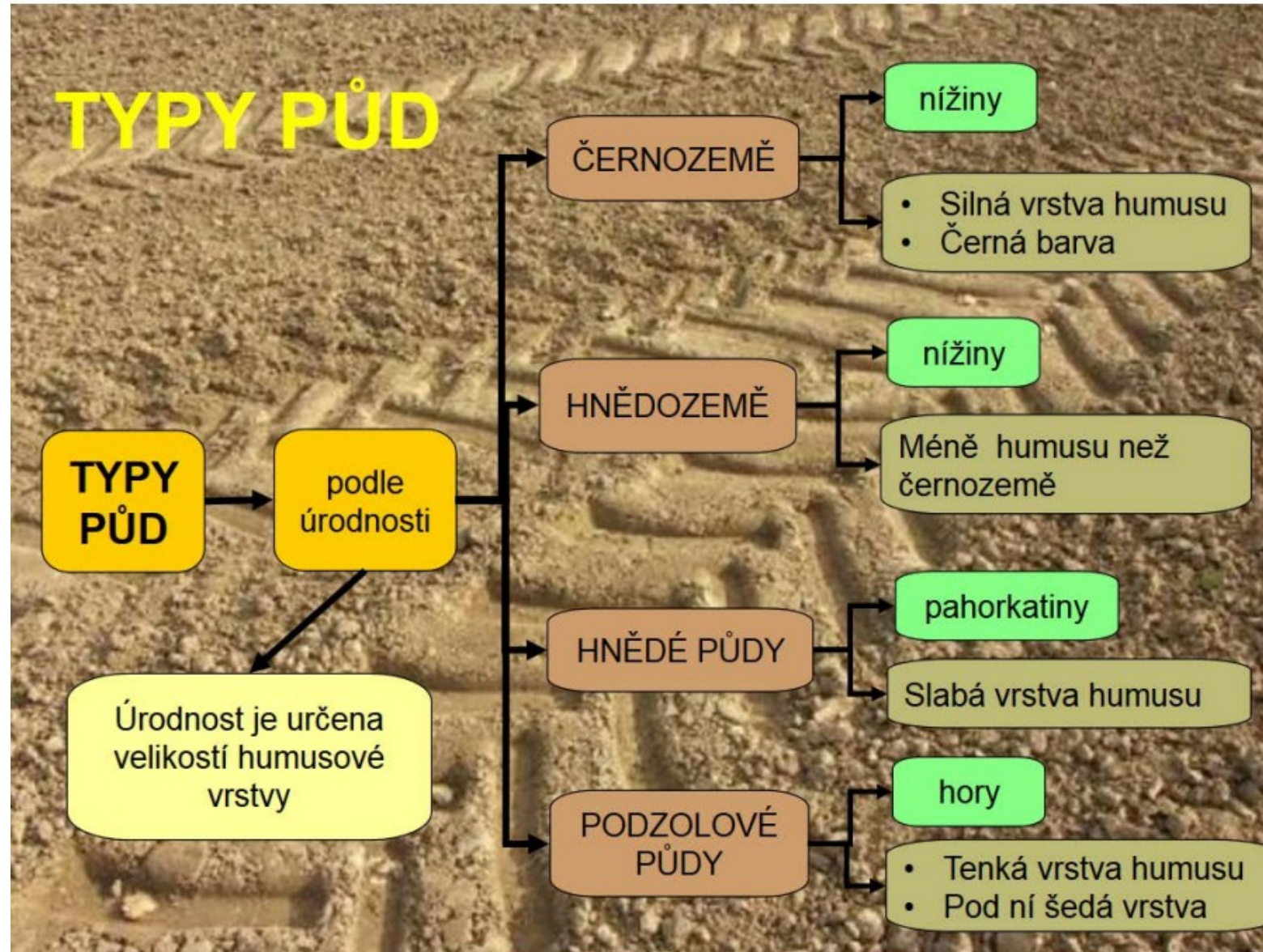


A - humusový horizont
Bt - horizont obohacený jílem
C - matečná hornina



A - humusový horizont
E - horizont ochuzený o Fe a humus
Bhs - horizont obohacený o Fe a humus
C - matečná hornina

Co jsou půdní typy ?

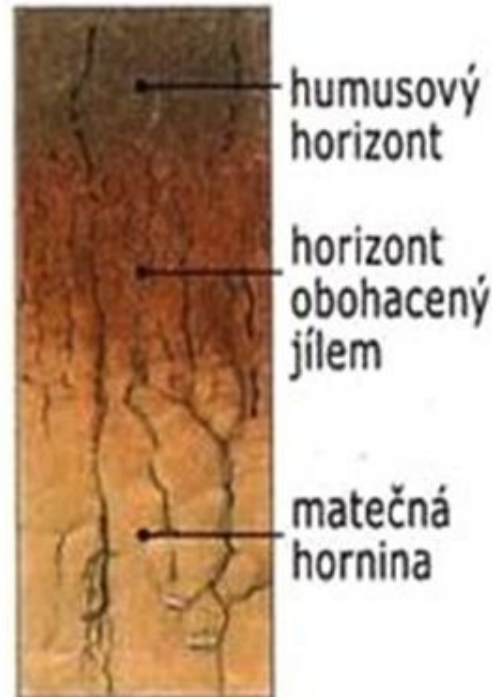
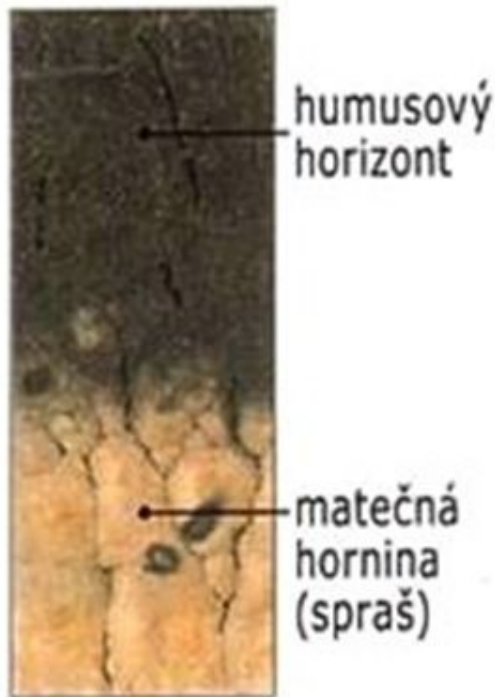


Půdní typy

- **Půdní typ** je kategorizační jednotka Taxonomického klasifikačního systému půd ČR.
- Půdy jsou řazeny vždy do půdních typů dle stejných diagnostických horizontů.
- Československá klasifikace obsahuje 21 půdních typů, z čehož 18 z nich se vyskytuje na území České republiky.
- Půdní typy se označují dvěma velkými písmeny.

Typy půd

- dělíme podle množství humusu:
 1. Černozemě (mnoho humusu, nejúrodnější).
 2. Hnědozemě (méně humusu, vyskytuje se u nás).
 3. Podzolové půdy- tenká vrstva humusu- v horských oblastech.
 4. Nivní půda - velké množství vody a vzduchu, ale snadno vysychají, málo poutají živiny, které jsou vyplavovány vodou. Výskyt např: v povodí řek



Vertikální zonalita půd (výšková stupňovitost)

- Výšková stupňovitost půd – střední Evropa



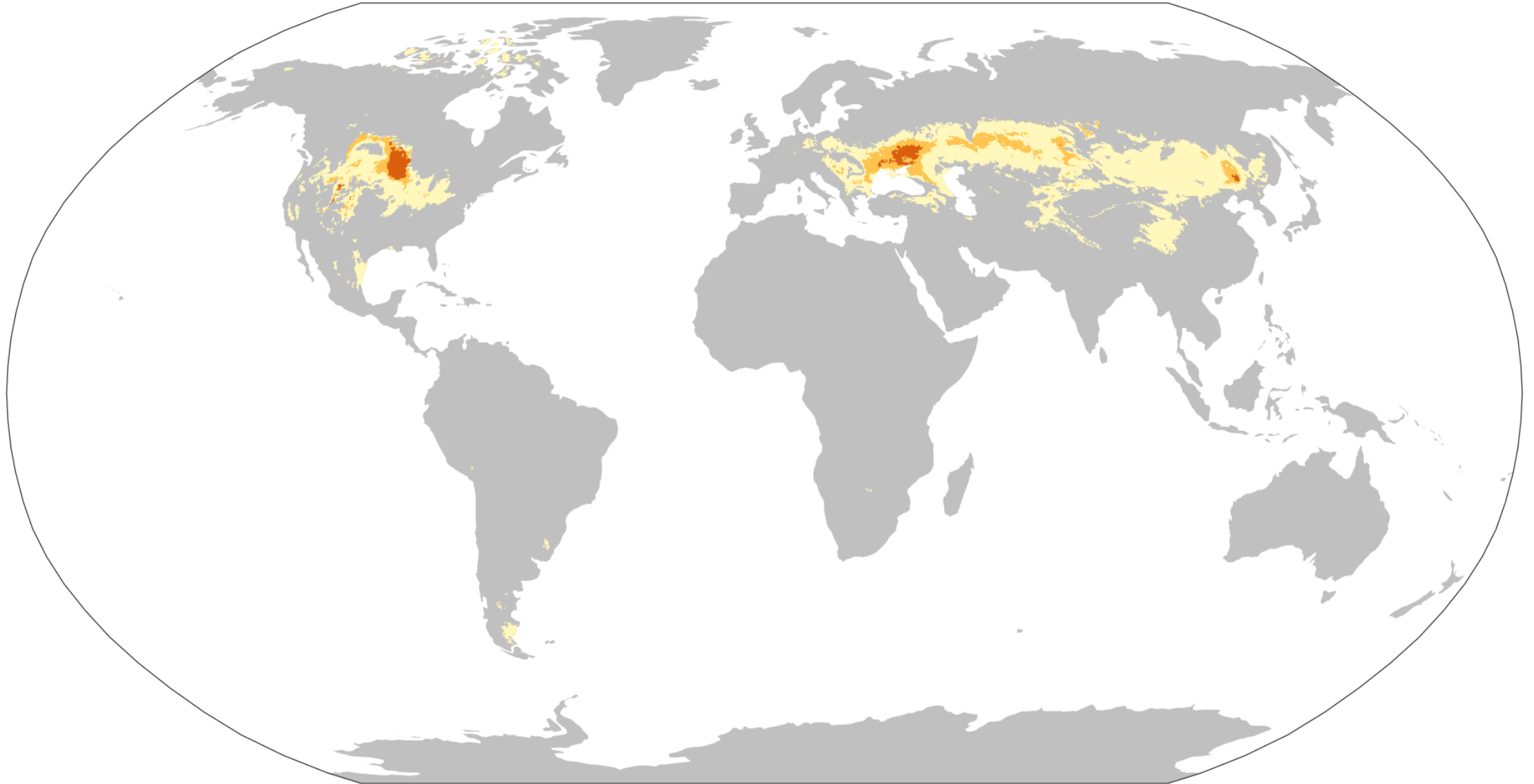
Černozem

- **Černozem je nejúrodnější mírně vápnitý půdní typ** ležící na sprašových pokryvech nížin, na místě stepí a lesostepí, má nasycený sorpční komplex. Jsou to také **nejúrodnější půdy mírného pásma**.
- Na Zemi se nacházejí **dvě velké černozemní oblasti**: jednak prairie v okolí Velkých jezer v Severní Americe, jednak na jižní Ukrajině, jižním a středním Rusku a na Sibiři.
- V Česku se černozem vyskytuje na jižní Moravě a částečně i v Polabí.

Černozem na poli v okrese Orange ve státě New York v USA



Rozmístění černozemí na Zemi



Podíl černozemě podle klasifikace **World Reference Base for Soil Resources**: ■ více než 50% ■ 25-50% ■ 5-25%

Kaštanové půdy



Vznikají **degradací černozemí.**

Nachází se v **kontinentálních, sušších oblastech stepí.**

Obsahují méně **humusu než černozemě** ale pravidelným zavlažováním lze kaštanové půdy **obdělávat a využívat v zemědělství.**

Hnědozemě

- **Hnědozem (HM)** je půdní typ typický svou hnědou barvou, od níž je odvozen jeho název. Vzniká půdotvorným procesem **zvaným ilimerizace**. Je **méně kvalitní než černozem** (vyjma extrémně suchých období). Hnědozemě mají jen **málo diferenciované vzájemné půdní horizonty**.
- Hnědozemě jsou **typické pro rovinaté či jen mírně zvlněné oblasti**, kde se **dříve vyskytovaly spraše či sprašové hlíny** vznikající převážně v dobách ledových v předpolí ledovců. Původní vegetační pokrytí bylo **tvořeno listnatým lesem**, který později **ustoupil zemědělskému využití**. V současnosti se jedná o široce využívanou zemědělskou půdu.
- **Druhým nejčastějším půdním typem u nás jsou hnědozemě (14,6%)**, které mají menší obsah humusu než černozemě, ale jsou také velmi hodnotné a vhodné i pro pěstování náročných obilovin. Vyskytují se hlavně v nižším stupni pahorkatin a v okrajových částech nížin s **nadmořskou výškou přibližně 200-400 m**

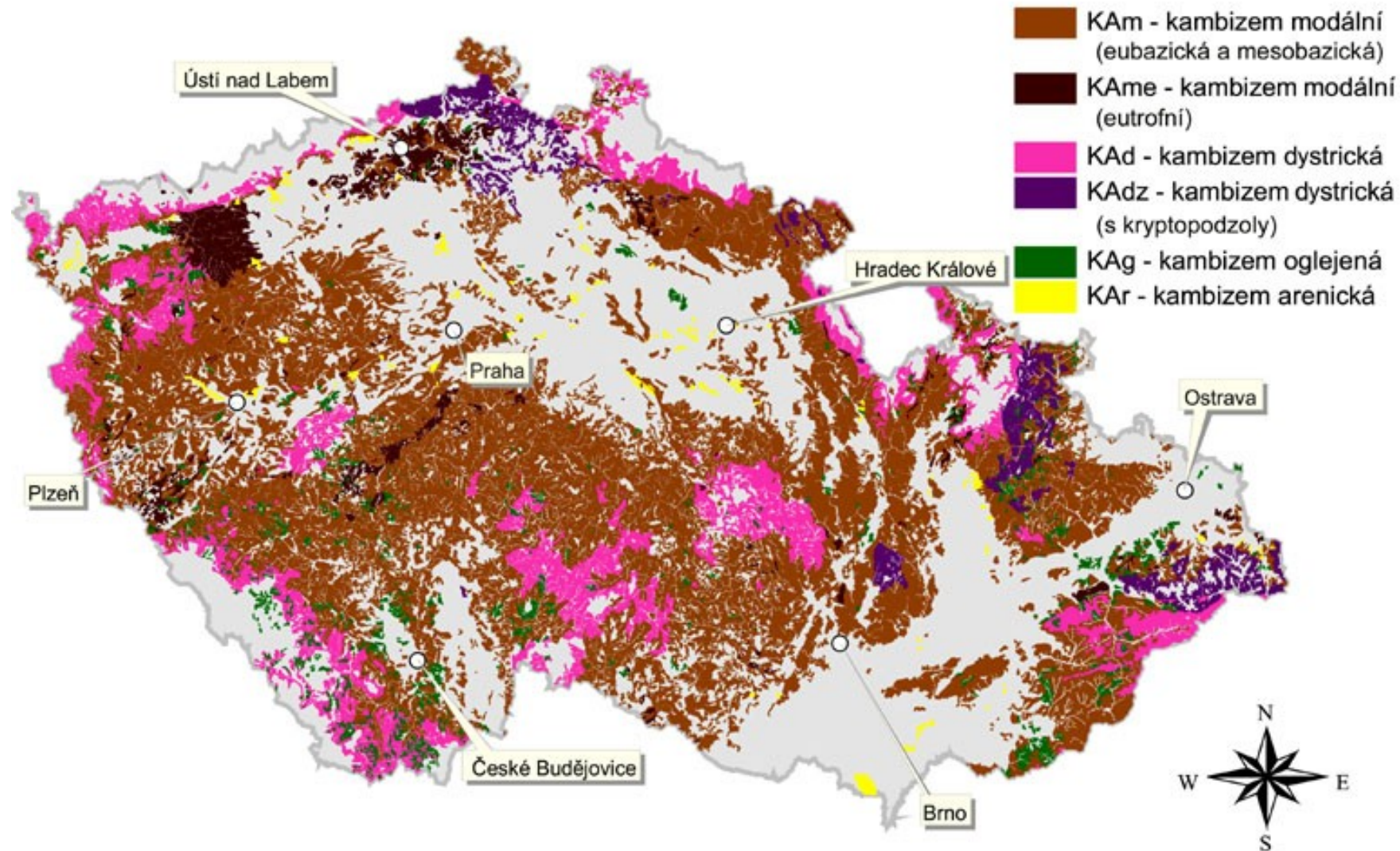


Kambizem - hnědá lesní půda

- **Kambizem (KA)** je typ půdy, patřící mezi kambisol. Jedná se o **nejrozšířenější půdní typ na území České republiky**. Dříve byl nazýván hnědou (lesní) půdou. Název je odvozen z latinského slova *cambiare*, změnit.
- Je vázána na silně členité reliéfy. Kambizemě jsou převážně **hluboké až velmi hluboké půdy** a v jejich vlastnostech se odráží vliv půdotvorného substrátu a nadmořské výšky (tzv. bioklimatický činitel). S nadmořskou výškou stoupá hloubka půdy, zvyšuje se její kyprost, roste obsah humusu a hloubka prohumóznění, zároveň však větší množství srážek způsobuje větší vymývání. **Kambizemě se vyznačují bohatým podílem volných prostorů mezi agregáty** i uvnitř agregátů a vysokou biotickou aktivitou. **Kambizemě jsou vývojově mladé půdy** a vyvinuly se nejčastěji z rankerů a pararendzin.
- **Původní vegetací jsou listnaté lesy** (dubohabrové až horské bučiny).
- Hlavními půdotvornými procesy jsou **humifikace a sialitizace**, tj. sialitické zvětrávání s tvorbou druhotného jílu bohatého na křemík, spojená s hnědnutím.



Taxonomický klasifikační systém kambizemě v ČR



Podzolové půdy

Podzol či **podzoly** je označení pro **vyluhovanou, neúrodnou půdu**, která vznikla procesem **podzolizace**, působením klimatických vlivů, zejména pak nadměrné vlhkosti vzduchu.

Je to způsobeno **pronikáním vody seshora dolů a postupným vyplavováním minerálních koloidních látek a humusu do nižších horizontů**. Podzoly se nacházejí **většinou ve výšce nad 800 m**, v prostředí se silně kyselými srážkami, nebo tam, kde je voda následně okyselena prostředím opadanky (jehličnaté lesy, smrkové monokultury apod.)

Podzol je nejrozšířenějším půdním typem subarktického pásu.



Nivní půdy

Nivní půdy se nachází podél říčních toků, opakovaně jsou při povodních zaplavovány vodou. Bývají písčité až štěrkovité. Slouží jako louky a pastviny, místy se lze na těchto půdách setkat s výskytem původních lužních lesů.





Černozemě
Humifikace



Hnědozemě
Illimerizace



Fluvizemě
Illimerizace



Kambizemě
Vnitropůdní vzětrávání



Podzol
Podzolizace



Redzina



Nivní půda
Nános prohumózního materiálu

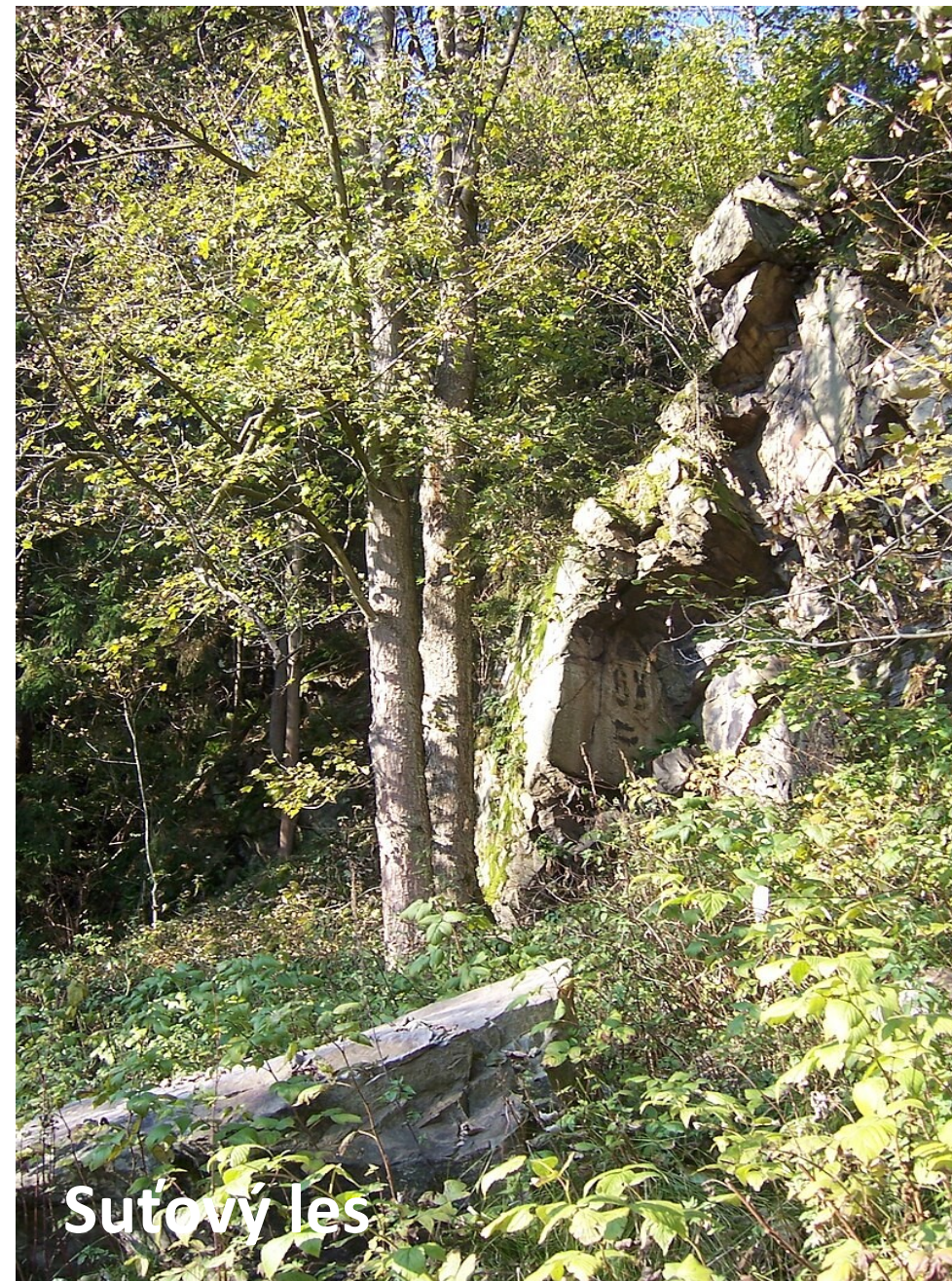


Lužní půda
Mimo dosah pravidelných záplav

Ranker

- Rankery se nacházejí po celém území pahorkatin a hornatin, a to hlavně na strmých svazích, horských hřbetech či hřebenech a na vrcholech **vyvýšenin**. Hlavním půdotvorným procesem je **výrazná humifikace**. Subtypy: modální, umbrický, melanický, kambický, dystrický, podzolový, litický, suťový.
- Název odvozen od **rakouského lidového označení značícího „na příkrém svahu sídlící“**. Vznikají ze skeletovitých zvětralých rozpadů silikátových hornin, které jinak mají pevnou, skalní povahu (**žuly, ruly**). Obsah skeletu je tím větší, čím je matečná hornina odolnější proti zvětrávání, např. na méně odolném pískovci má ranker méně skeletu, než na velmi odolném **křemenci**.
- Rankery jsou **výrazněji humifikované**, je možná tvorba umbrických a melanických horizontů; jsou přechodem k vyvinutějším půdám. Např. rankery na **křemičitých horninách** (křemencích, buližnicích) jsou **extrémně kyselé**, naopak na bazických vyvěřelinách jsou rankery poměrně **bohaté vápníkem**.
- **Původní vegetací jsou suťové lesy** (lípa, javor, jasan, jilm

Ranker - typ půdy na převážně mělkých, silně skeletnatých zvětralinách pevných a zpevněných silikátových hornin (s vysokým obsahem křemíku). **Obsah skeletu v půdě je převážně vyšší než 50 %**. Půdy jsou kyselé, s nenasyceným sorpčním komplexem. Jsou **nadměrně provzdušněné, silně ohrožené erozí**. Podíl organických látek v jemnozemi (do 20 cm hloubky) je 7 – 40 %.



Suťový les



Suťový les je druh lesa, který se vyskytuje **na svazích s výrazným půdotokem a strmých svazích s výchozy skal**. Může se vyskytovat též na svazích říčních a potočních údolí, v dolních částech svahů a v roklinách mnohdy společně s větší akumulací balvanů nebo suti.

Glejové půdy - glejosol

- **Glejová půda (glej)** půda **občas zcela prosycená vodou**; nastává v ní redukce sloučenin železa, což vyvolává charakteristickou skvrnitost půdy. **Střídá-li se zamokření se silným vysušením, vzniká pseudoglej** (obsahuje četné limonitové konkrerce). Glejové půdy patří k viz semiterestrickým půdám.
- Ze všech půdotvorných činitelů **převládá u glejů nejvíce působení mělce pod povrchem ležící podzemní vody** (horní hranice podzemní vody je v hloubce 40 až 80 cm). **Vzlínající podzemní voda podmiňuje v glejích nedostatek vzdušného kyslíku, a proto dochází v půdním profilu k redukčním pochodům**, při nichž se sloučeniny trojmocného železa redukují na sloučeniny železa dvojmocného.
- Glejové půdy jsou azonální, nacházejí se **zejména na dně terénních depresí, v nejnižších částech širších niv nebo na úzkých nivách malých toků**, a to zejména na nevápnitých vodních sedimentech. **Často můžeme glej nalézt na rozhraní rašelinných půd.**

Glejová půda - půda, která se vyskytuje především na **velmi podmáčených místech**. V důsledku tohoto podmáčení dochází k **nedostatku kyslíku** v této půdě a tím zpuštění chemických **redukčních mechanismů**. **Látky, které vznikají při těchto reakcích dávají takovéto půdě modrozelenou barvu a zvláštní zápach.**



Rašeliniště



Rašeliniště - jde o bažinný ekosystém, který je trvale zamokřen podpovrchovou nebo srážkovou vodou, se značnou produkcí rostlinné biomasy. Ta se v důsledku zamokření a nepříznivých podmínek pro dekompository nedostatečně rozkládá. V rašeliništi dochází k hromadění rostlinné organické hmoty. Odumřelé části rostlinného společenstva se shromažďují a ve spodních vrstvách a za nepřístupu vzduchu se přetvářejí na rašelinu.

Rašeliništní půda

- **Organozem neboli rašeliništní půda vzniká na organických substrátech a vyznačuje se vysokým podílem organických humózních látek, které vznikají nedokonalým rozkladem odumřelých organických zbytků pod vodou (tzv. rašeliněním). Vlastní půda vzniká aktivizací a osídlením vrchních vrstev rašeliny vegetací.**
- **Organosoly jsou organické, rašelinné půdy. Tvoří na organogenních substrátech – rašelinách. Rašelinný horizont T musí být mocnější než 50 cm. Do referenční třídy organosoly náleží půdní typ organozem.**



Červená půda



Červená hlína - červené odstíny jsou způsobeny **obsahem železa v a hliníku** půdě. Nicméně působením teplejšího klimatu a nižším obsahem vody v půdě **vzniká jiná minerální forma oxidů železa - hematit**.

Vznikají **v tropech a subtropích intenzivním** zvětráváním matečných hornin.

Při intenzivním (**plantážním**) zemědělství se **rychle vyčerpají**.



Jeden z vjezdů do parku - PNNK



Řeka Gambie



Vysychající „Mare“



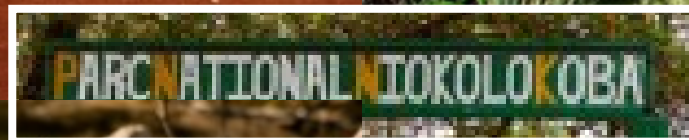
Hyena Helena



Typická cesta parkem



Řeka Gambie ...



... řeka plná krokodýlů



Baboons – naši sousedi

Foto z první expedice do Senegalu a národního parku Nikolo Koba (2004 – 2008)



Pouštní a polopouštní půdy



- Tvoří v aridních oblastech tropického, subtropického i mírného pásu, s minimem srážek (do 150mm).
- Jsou to půdy písčité, hlinité, štěrkovité nebo kamenité s minimálním množstvím humusu. Slabá vegetace. Využívají se jako chudé pastviny.
- Při přiměřeném zavlažování lze pěstovat bavlník, rýži, ovoce a vinnou révu jinak dochází k jejich zasolování degradaci. Často dochází k jejich zasolování např. oblasti v okolí Aralského jezera.



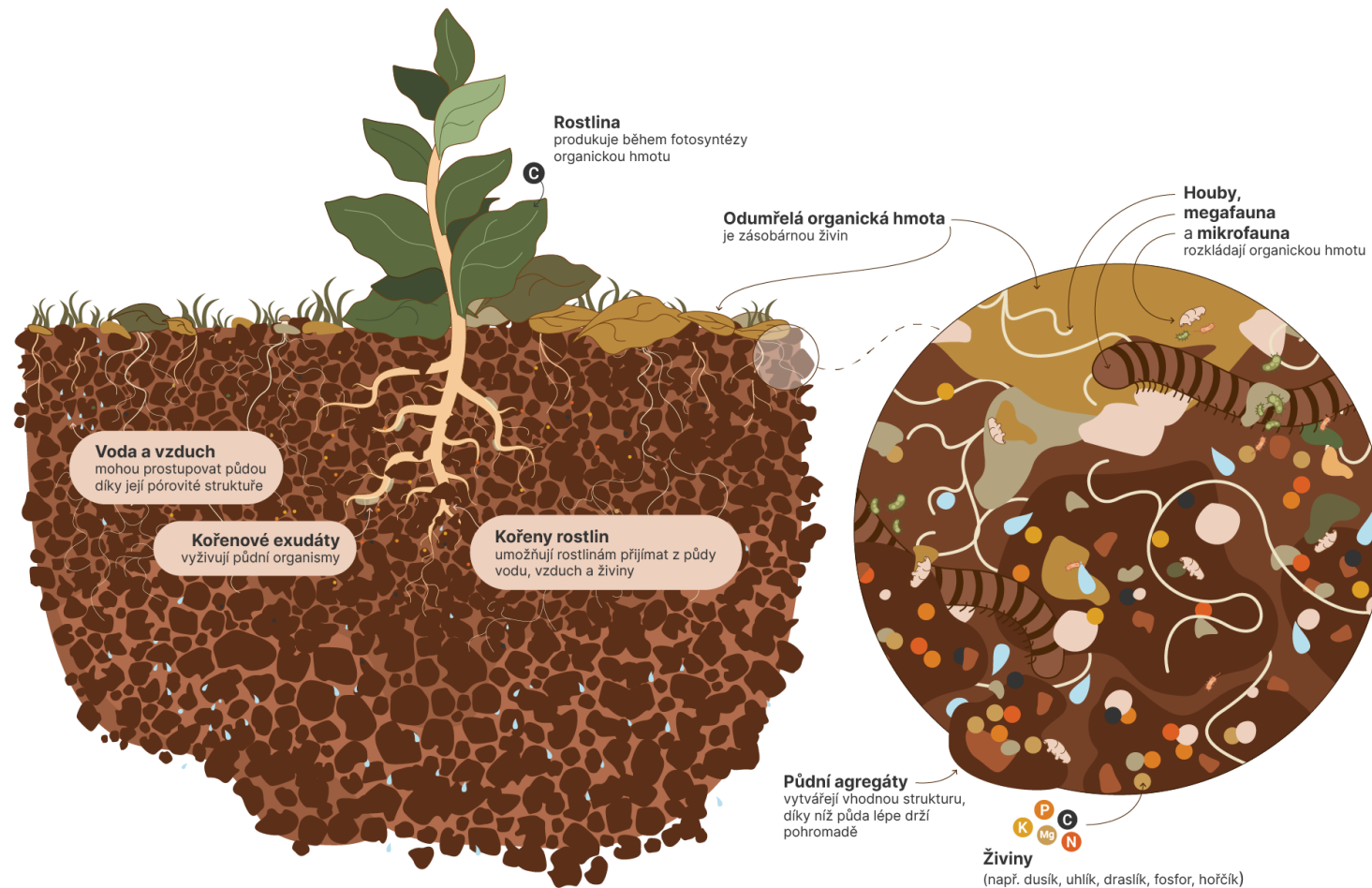
Akácie - kapinice



Welwitschie podivná



Ilustrace zdravé půdy jako živoucího komplexu



Zdravá půda má **nezastupitelný význam** v **přírodních ekosystémech** (např. les nebo louka), ale i v člověkem výrazně přetvářených, tzv. **kulturních ekosystémech** (např. pole nebo ovocný sad). Stejně jako vodu ji k životu potřebuje bezpočet druhů rostlin, hub, živočichů i mikroorganismů – a také lidé.

Zdravá půda plní několik různých funkcí:

- Poskytuje **podmínky pro život** velkého množství nejrůznějších organismů
- Je důležitým mezistupněm v **cirkulaci některých prvků** (uhlík, dusík, fosfor)
- Je zásadní pro **zadržování vody v krajině** (díky své porézní struktuře)
- Je dlouhodobým **úložištěm uhlíku** a přispívá tak významně i ke zmírňování klimatické změny
- Poskytuje lidem velmi *kvalitní potraviny, dřevo* a další cenné produkty (při degradaci kvalita produkce klesá)

V čem spočívá ohrožení půdy ?



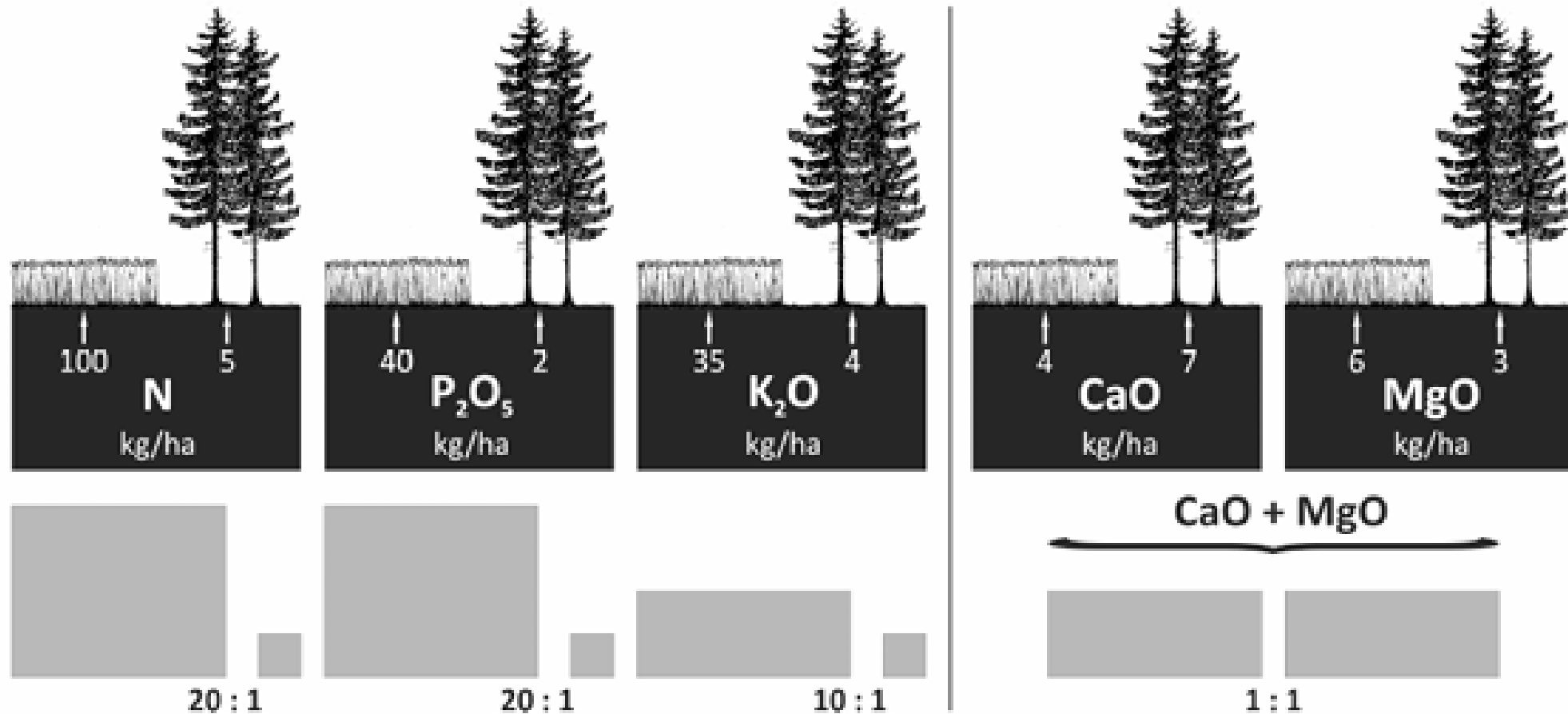
Ohrožení a ochrana půdy I

- **Odlesňování a desertifikace** - s působením větrné a vodní eroze úzce souvisí desertifikace, **tedy přeměna vlhčích biotopů na polopouště až pouště** a postup pouští na jejich okrajích. Typický je **posun Sahary na jih v tzv. Sáhelu** - pásmu jejího přechodu na suchou savanu. Uvádí se, že během 50 let (cca. 1940-1990) narostla poušť v Sáhelu o rozlohu velikosti Somálska. **Do budoucna je ohrožena třetina afrického kontinentu.**
- **Vliv půdní vody, zavlažování, odvodňování** - v závislosti na klimatu (množství srážek a jejich rozložení v čase, teploty) a typu půdy dochází pomocí půdní vody k přemísťování látek v půdním profilu. **Ve vlhkém (humidním až perhumidním) klimatu** převažuje prosakování vody až po podzemní vodu a přitom dochází k vyluhování iontů a přemísťování pevných částic – humusu a jílu – do nižších vrstev. **V suchém (aridním) klimatu** naopak převažuje odpar vody z půdního povrchu – **půdní voda stoupá k povrchu a odpařuje se**, přičemž se při **povrchu hromadí vysrážené soli**. Především v terénních depresích tak **vznikají solné pánve**.
- **Zhutňování půdy** – v každé půdě dochází k přirozenému **zhutňování atmosférickým tlakem a tlakem svrchnějších vrstev na ty spodnější**. Proti tomu působí kypření půdy mrazem, prorůstáním kořínky a hrabavou činností půdních živočichů (**bioturbace**). S rostoucí **mechanizací zemědělství a lesnictví** však dochází k **závažnému poškozování půdy jejím zhutňováním čili utužováním**.

Ohrožení a ochrana půdy II

- **Acidifikace půdy** - přísun iontů vodíku (protonu) do půdy vede k okyselení neboli acidifikaci pokud dojde k vyčerpání pufrovací kapacity půdy, resp. pokud rychlost přísunu převyšuje rychlost pufrace, a pokud zároveň dochází k odnosu iontů uvolněných do půdního roztoku. Pokud naopak dochází k **akumulaci iontů odpařováním vody** a laterálním přítokem, dochází k **alkalizaci půdy - zasolení**.
- **Eutrofizace půdy** - klasickým problémem zemědělství je vyčerpání půd, tedy příliš velké ztráty živin odnosem sklizní, erozí ornice a vymýváním. Jejich následná depozice představuje problém opačný - alespoň pokud jde o dusík jako důležitý, často limitující makroelement. V mnohých evropských zemích se průměrná atmosférická depozice dusíku pohybuje kolem 20 kg na hektar za rok, místně jsou dosahovány i dvojnásobné či ještě vyšší hodnoty.
- **Vyčerpání půdy – hnojení**. Jedna z nejdůležitějších vlastností půdy je **její úrodnost**. Čím je **větší úrodnost** půdy, tím je **vyšší primární produkce** stanoviště (za předpokladu příznivých klimatických podmínek).

Roční ztráty vybraných živin (v kg látky, jejíž obsah byl měřen) na obilném poli a ve hospodářském smrkovém lese.

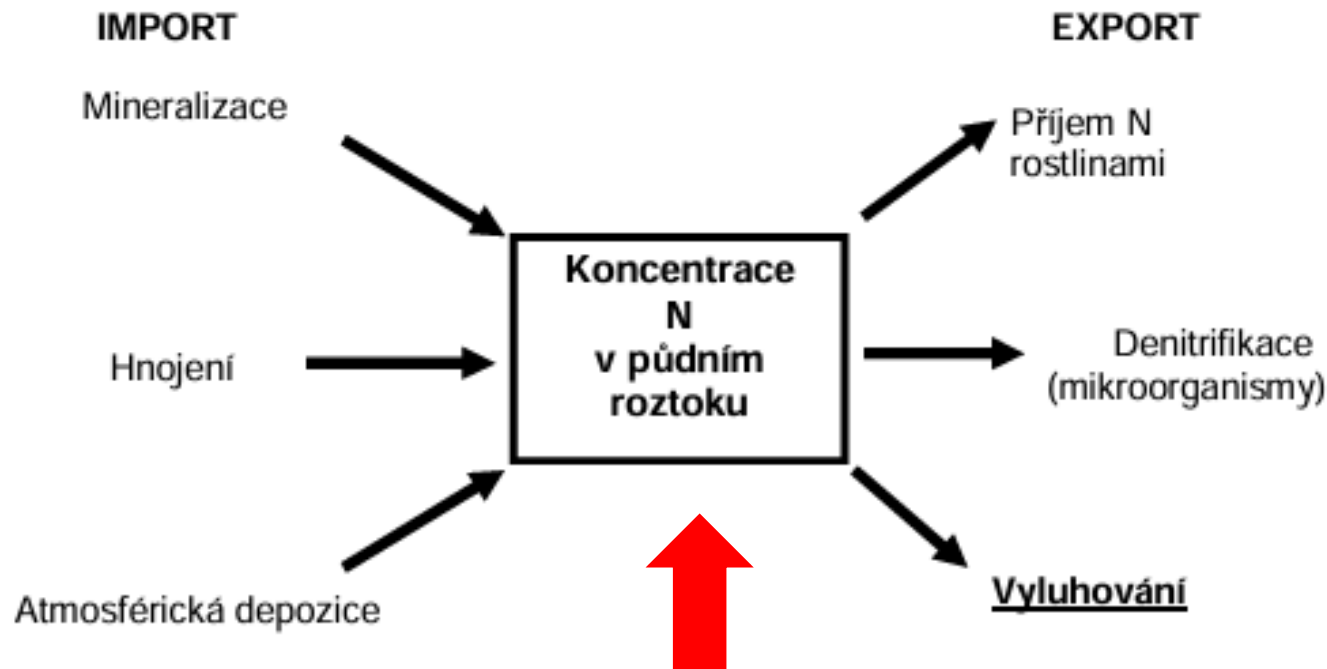


Průměrné ztráty živin (kg ha^{-1} a a^{-1}) v důsledku odstranění biomasy sklizní, resp. těžbou.

kultura	N	K	Ca	P	Mg
vysetá louka	400	400	140	50	35
cukrová řepa	250	380	85	35	50
krmná kukuřice	230	200	50	38	30
přírodní louka (4–6 sečí)	220	290	90	35	25
mrkev	120	150	100	22	20
špenát	120	115	30	17	20
okurky	45	60	20	17	15
smíšený les	4	3	3,5	0,5	0,5

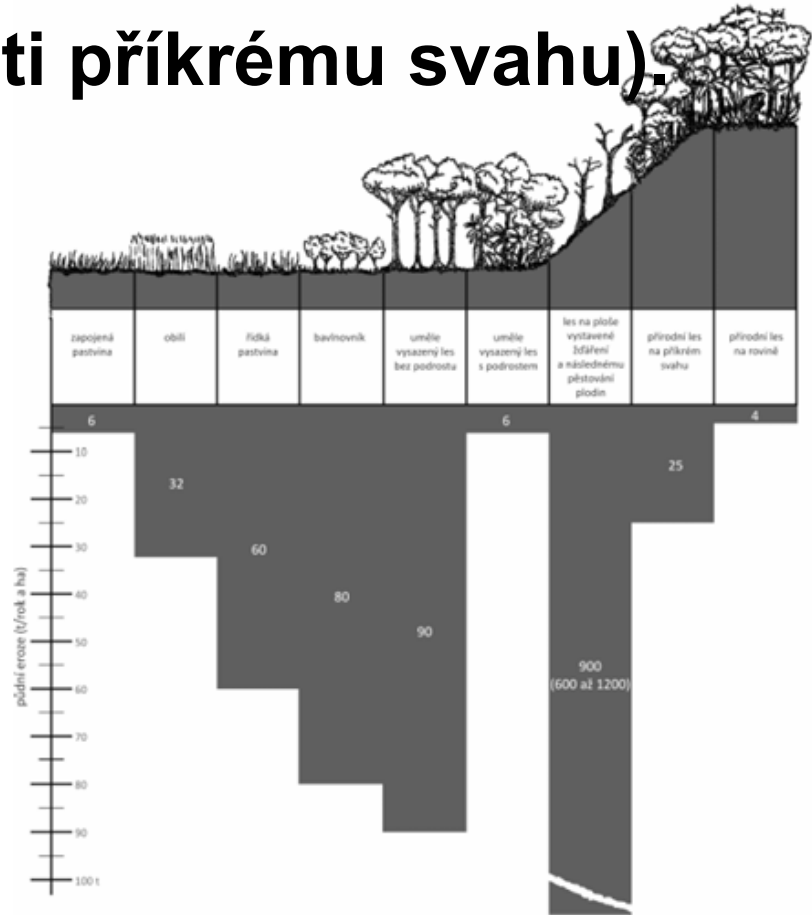
Průměrné ztráty N (jako NO₃⁻) v závislosti na vegetačním pokryvu zemědělské půdy

	ztráta NO ₃ ⁻ na ha a rok	obsah v prosakující vodě
pole (orná půda)	20–300 kg	20–200 mg / l
travné porosty (louky, pastviny)	2–10 kg	2–10 mg / l



Hlavní faktory ovlivňující obsah dusíku v půdě

Míra půdní eroze v biomu tropického deštného lesa v závislosti na vegetačním pokryvu (zachovalý primární les a různé typy zemědělského či lesnického využití) a sklonu terénu (rovina oproti příkrému svahu).



Odhaduje se, že v **tropických pralesech** žijí **2/3** všech známých rostlinných a živočišných druhů této **planety**. Pouze v tropických pralesech **nalezneme 90%** primátů světa (mimo lidí), **40%** dravců a **80%** hmyzu na světě. Na **10 ha deštného pralesa** může růst více druhů stromů, než v celé Severní Americe !!!

Když dva dělají totéž, není to totéž !

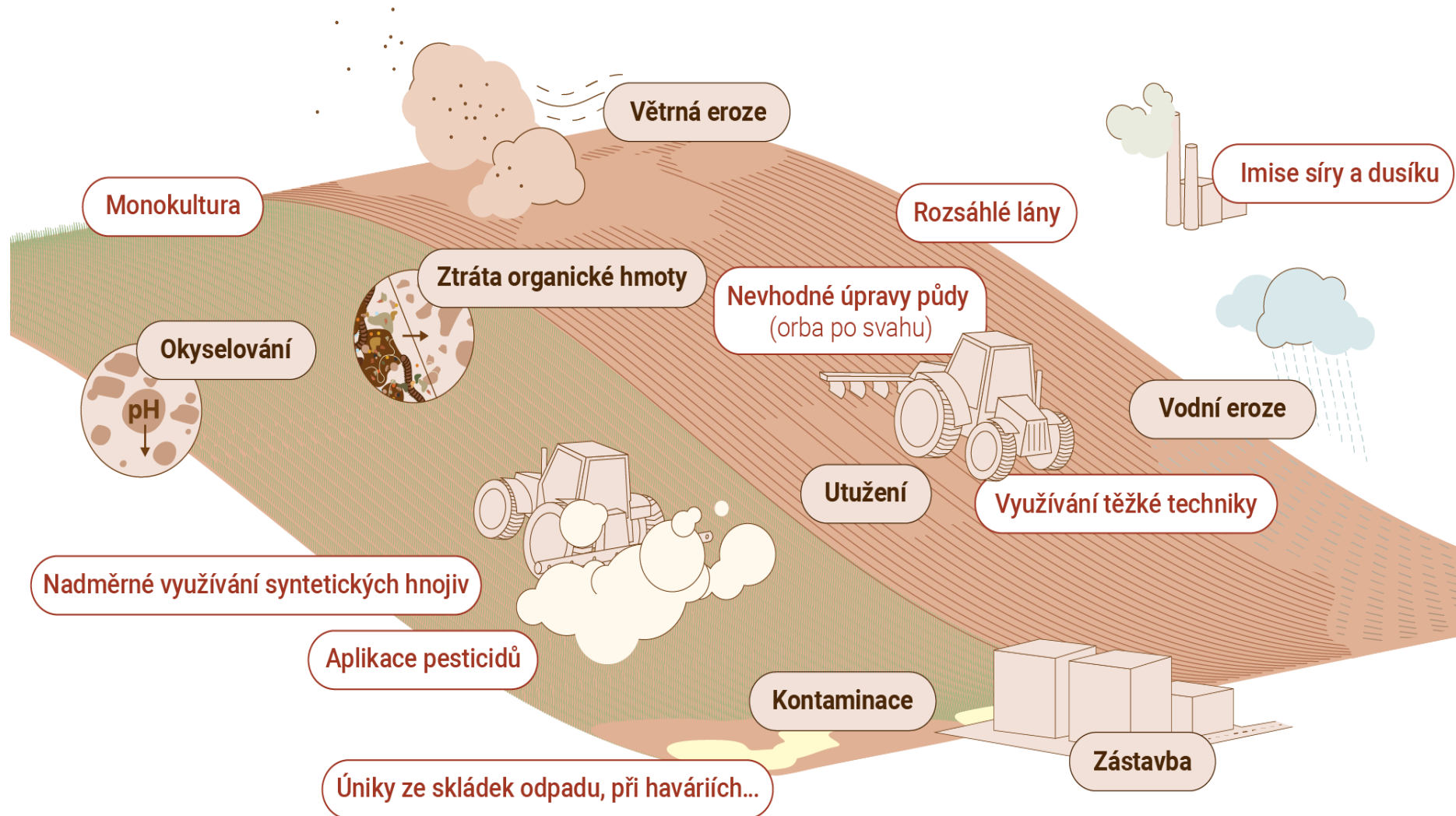
(Problematika využívání tropických půd)

- Přes bujnou vegetaci tropických deštných pralesů, **půda zde není úrodná**)
- Snahy o přeměnu tropických pralesů **na zemědělskou půdu většinou neúspěšné.**
- **V mírném pásmu byla odlesněním získána kvalitní orná půda, to v tropech neplatí.**
- **Vysoká primární produkce v tropech** není spjata s vysokým obsahem živin v půdě; tropické klima se **vyznačuje velmi vysokými srážkami a teplotami, což urychluje chemické reakce** včetně následné dekompozici organické hmoty.
- Nepříznivě na půdu v tropech rovněž působí **vysoké úhrny srážek vedoucí k vymývání živin** ze svrchních horizontů půdního profilu.

Co je půdní degradace a proč k ní dochází?

- **Ztráta organické hmoty** (dehumifikace)
- **Vodní a větrná eroze**
- **Okyselování** (acidifikace)
- **Utužení** (zhutnění, kompakce)
- **Kontaminace**
- **Zástavba**

Procesy půdní degradace

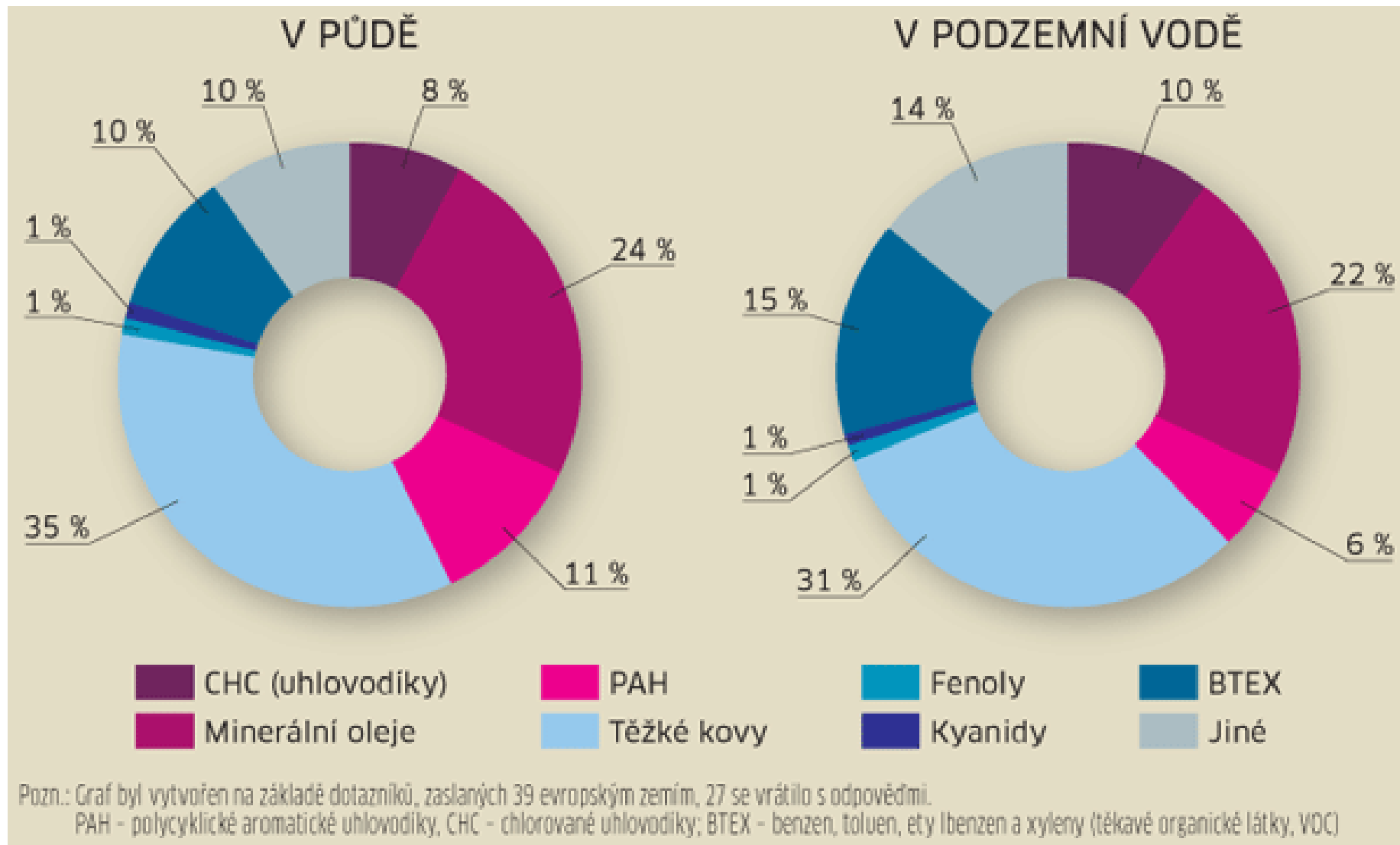




Kontaminace půdy

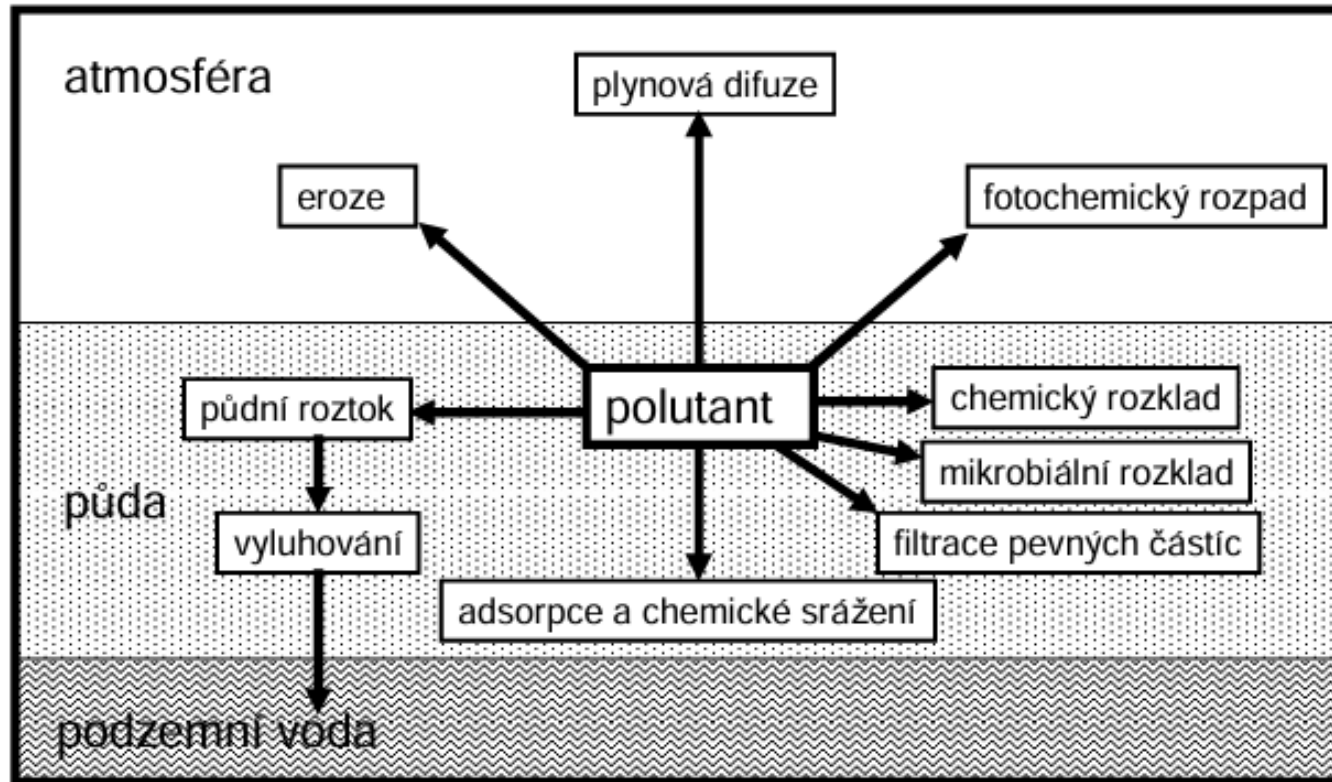


Kontaminace půdy



Kontaminace půdy

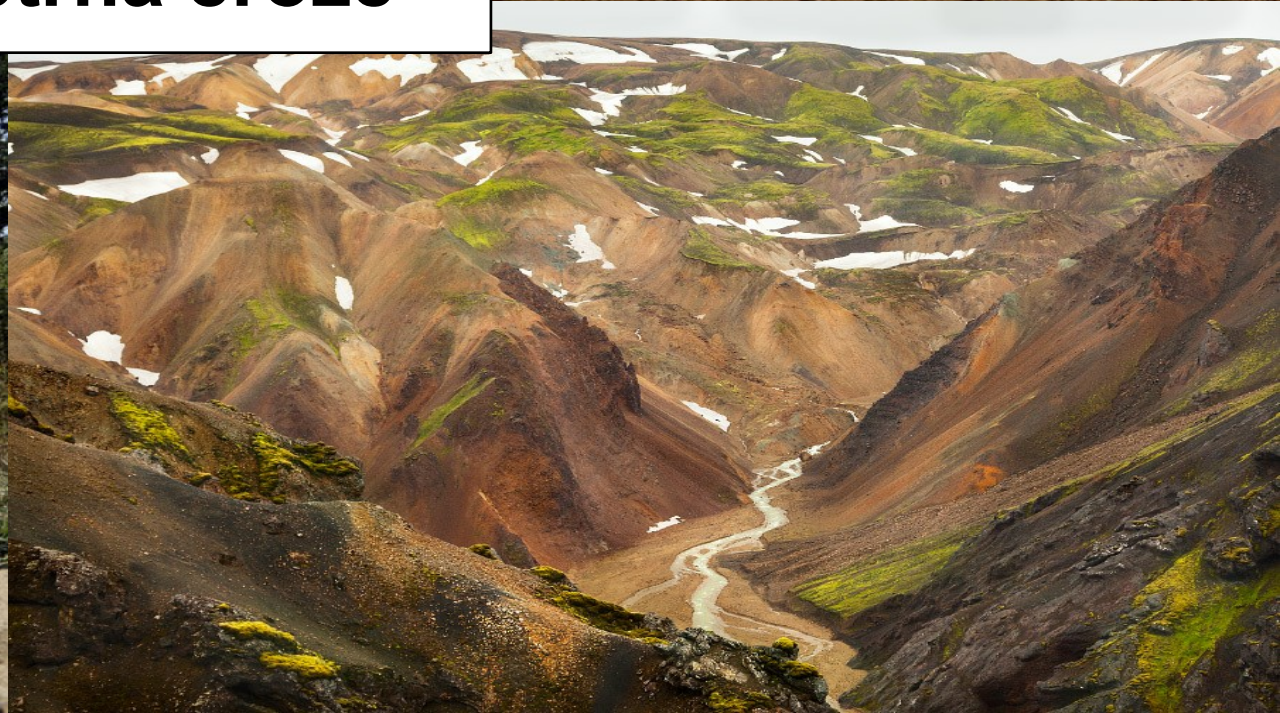
Ke vnosu škodlivých – více méně toxických – látek (polutantů) do půdy dochází do značné míry plošně atmosférickou depozicí a zemědělským provozem.



Chování znečišťující látky – polutantu - v půdě



Vodní a větrná eroze



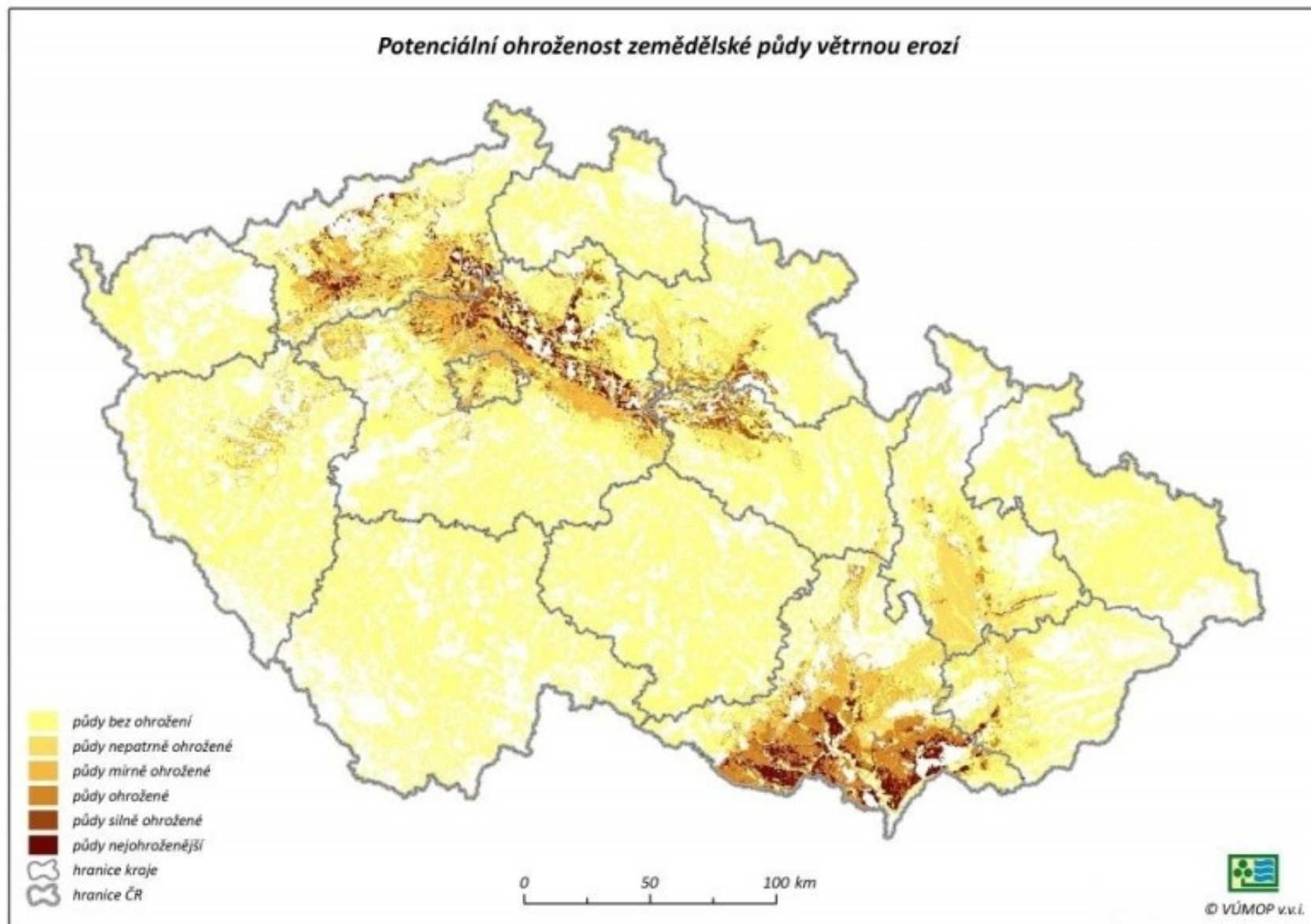
Ohrožení a ochrana půdy

- Půdní eroze
- Větrná eroze
- Vodní eroze

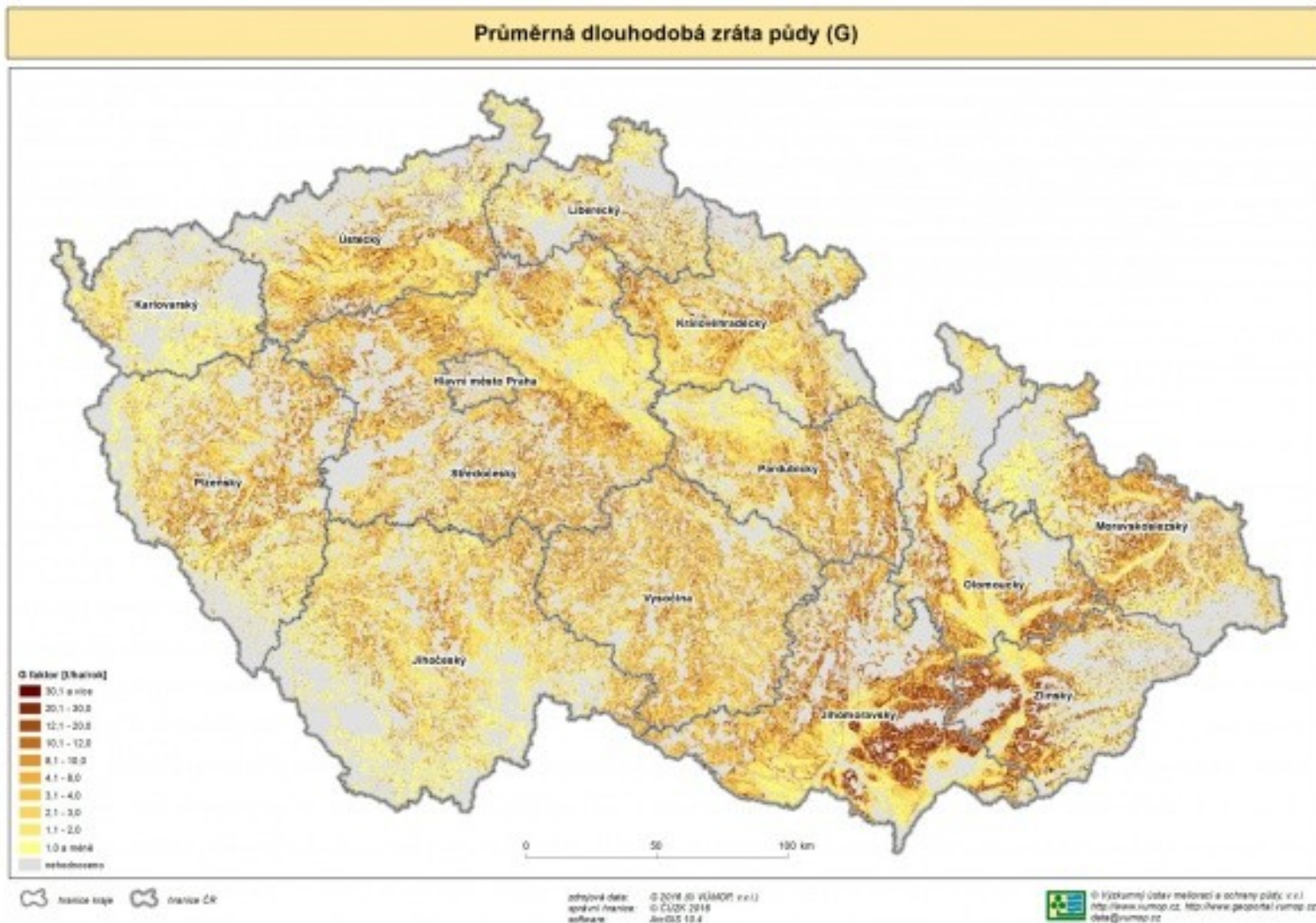


- **Protierozní opatření** - nejlepší ochranou proti erozi je zapojený vegetační pokryv: chrání půdní povrch proti kinetické energii vodních kapek, zpomaluje jeho vysychání, brzdí vítr a snižuje turbulence nad půdním povrchem a prokořeněním půdu drží na místě. Ochranu představuje také opadová vrstva

Ohroženost půdy v ČR větrnou erozí



Dlouhodobá ztráta půdy v ČR



Využití půdy v zemědělství

V zemědělství se využívá pro pěstování hospodářských rostlin **úrodná půda**, kterou nazýváme **ornice** (pole, sady, vinice). Dále se využívají **pastviny** pro chov hospodářských zvířat.

Zemědělství rozdělujeme na:

1. rostlinnou výrobu

pěstování obilnin, zeleniny, ovoce, krmiv



<http://www.proschazkasemice.cz/>

2. živočišnou výrobu



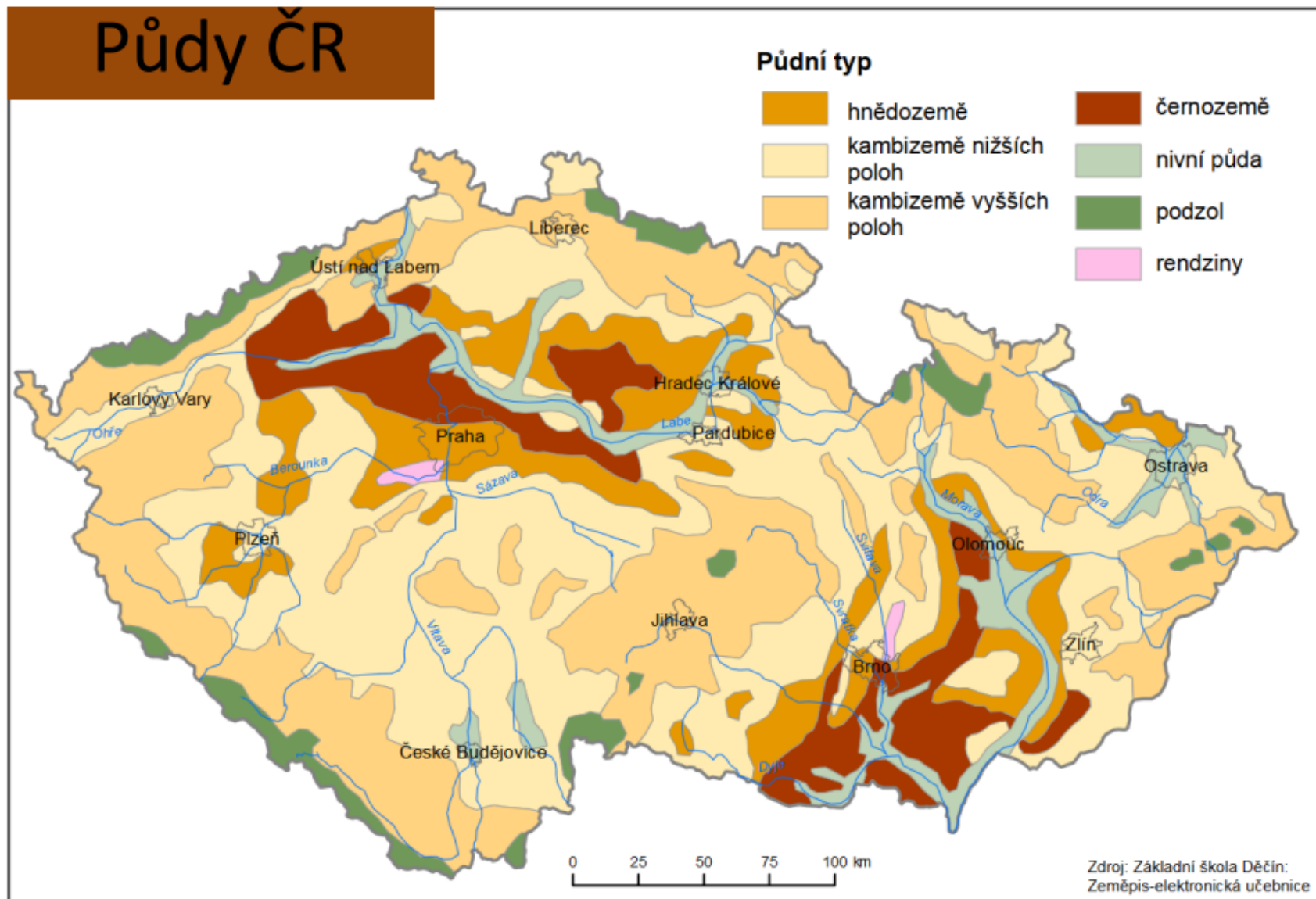
<http://www.nazetadruzstov.cz/index.php?sid=190>

chov skotu, prasat, ovcí, drůbeže, králíků, koní, ryb



<http://www.asdu.cz/index.php?strana=1>

Půdy v ČR



Citadela Kastellet v Kodani, která byla přeměněna na park a ukazuje několik příkladů předměstského využití půdy



Odlesňování v Evropě.

(Francie je nejvíce odlesněnou zemí v Evropě, kde zůstalo pouze 15 % původní vegetace).



Mapa využití území Evropy:

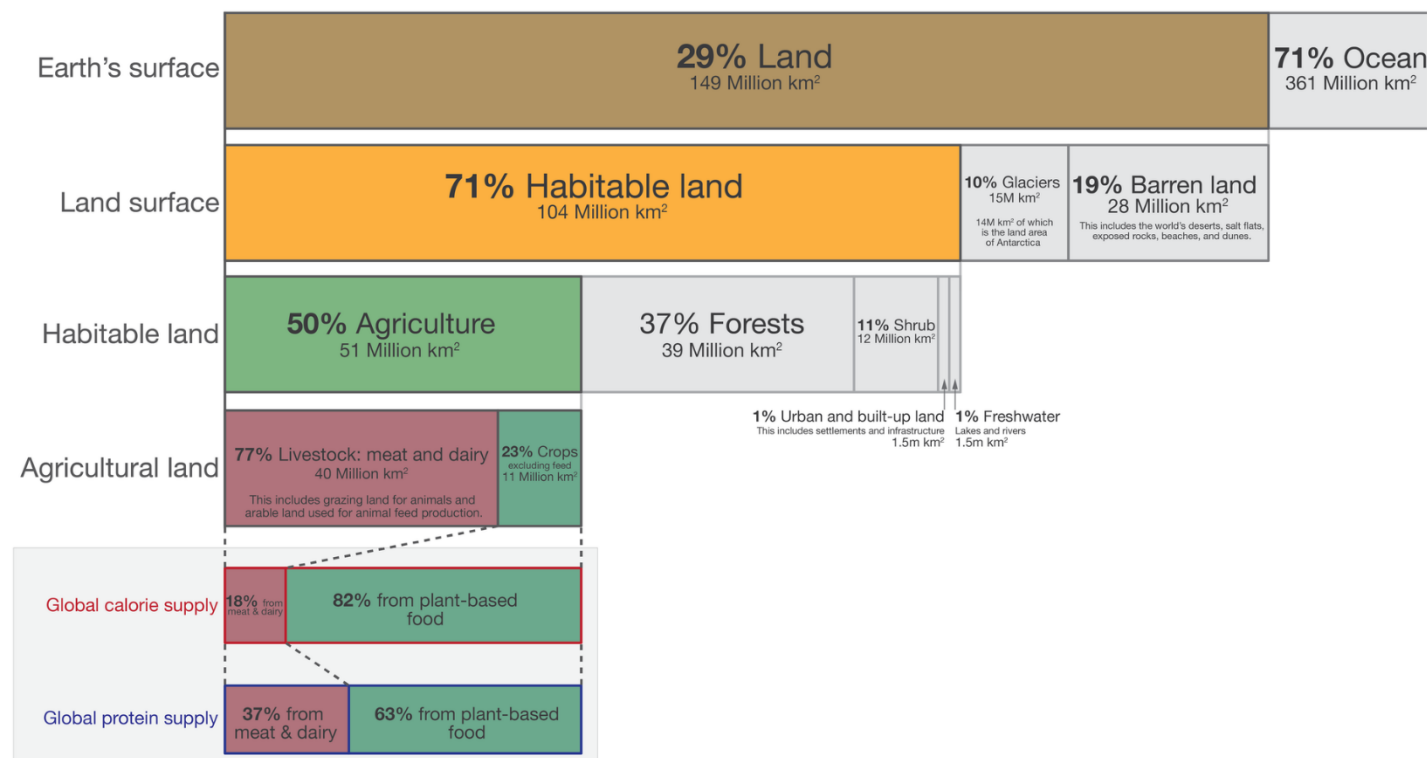
Mezi hlavní nepřirodní využití půdy patří orná půda
(**žlutá**) a pastviny (**světle zelená**).



Globální způsoby využívání zemědělské půdy

Global land use for food production

Our World
in Data



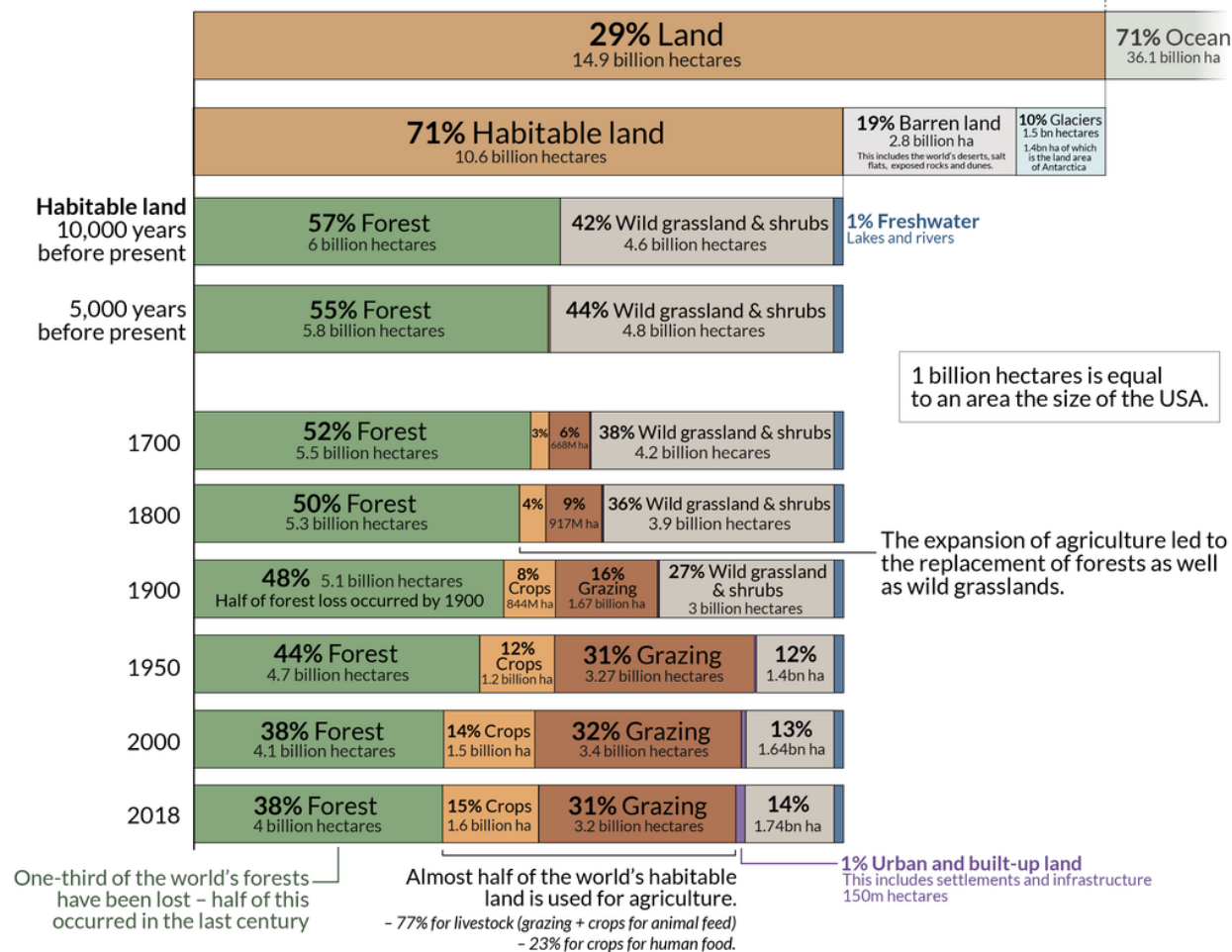
Data source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)
OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser in 2019.

Vývoj globálního využívání půdy v průběhu staletí a tisíciletí

The world has lost one-third of its forest since the last ice age

Our World in Data



Data sources: Forests data from UN Food and Agriculture Organization (FAO); and Williams, M. (2003). Deforesting the earth: from prehistory to global crisis. Agriculture data post-1950 from UN FAO; pre-1950 data from The History Database of the Global Environment (HYDE)

OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

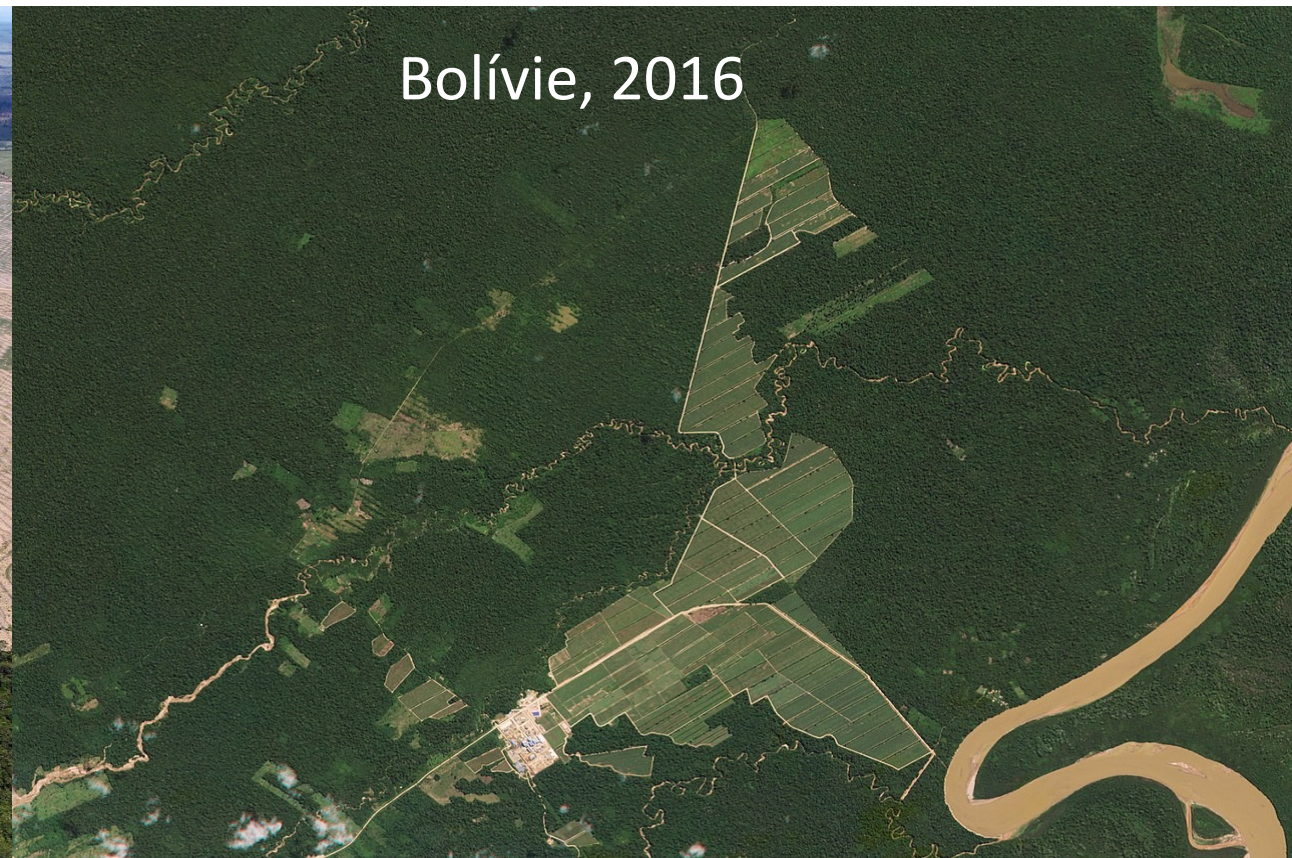
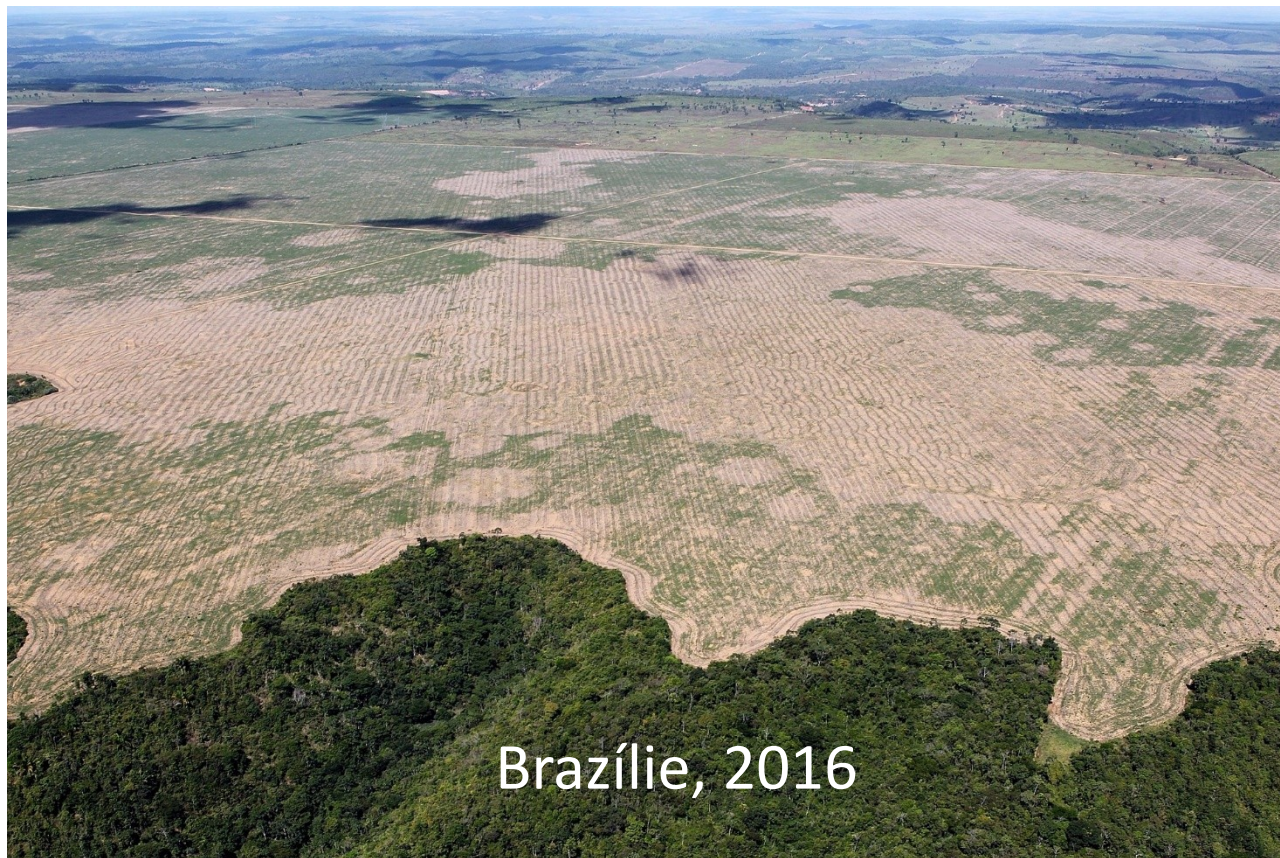
Odlesňování

Odlesňování nebo **mýcení lesa** je odstraňování a ničení lesa nebo porostu stromů z půdy, která je poté **přeměněna na nelesní využití**. Odlesňování může zahrnovat **přeměnu lesní půdy na farmy, ranče nebo městské využití**. Asi **31 % zemského povrchu** je v současné době **pokryto lesy**.

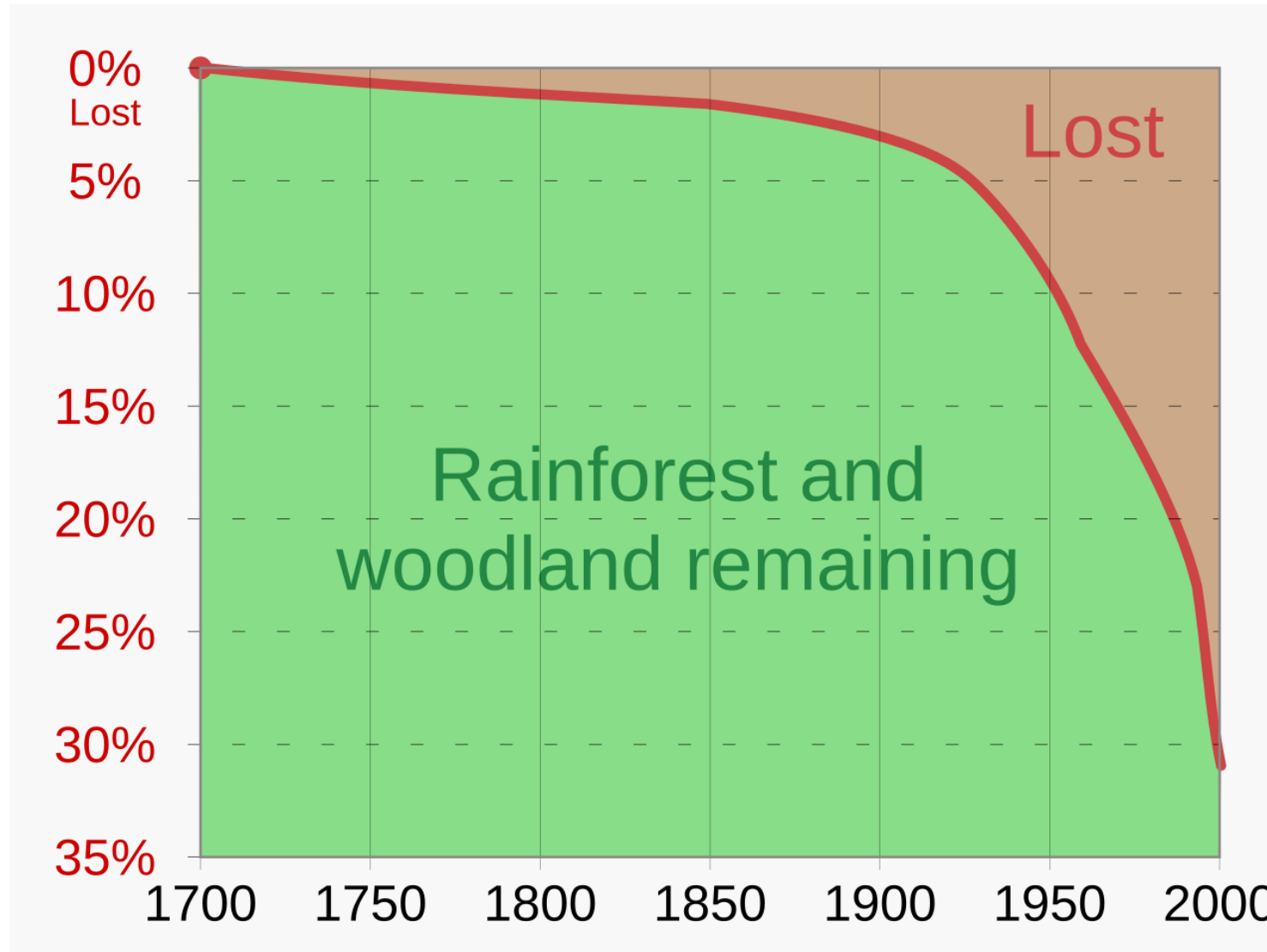
To je **o třetinu méně než lesní porost před rozšířením zemědělství**, přičemž k polovině tohoto úbytku došlo v minulém století. **Každý rok je zničeno 15 až 18 milionů hektarů lesa**, což je plocha o velikosti Bangladéše.

V průměru je **každou minutu pokáceno 2 400 stromů**. Odhady rozsahu odlesňování v tropech se značně liší. **V roce 2019 se téměř třetina celkového úbytku lesního porostu, neboli 3,8 milionu hektarů, odehrála ve vlhkých tropických primárních lesích**. Jedná se o oblasti vzrostlého deštného pralesa, které jsou obzvláště důležité pro **biologickou rozmanitost a ukládání uhlíku**.

Odlesňování deštného pralesa v Jižní Americe



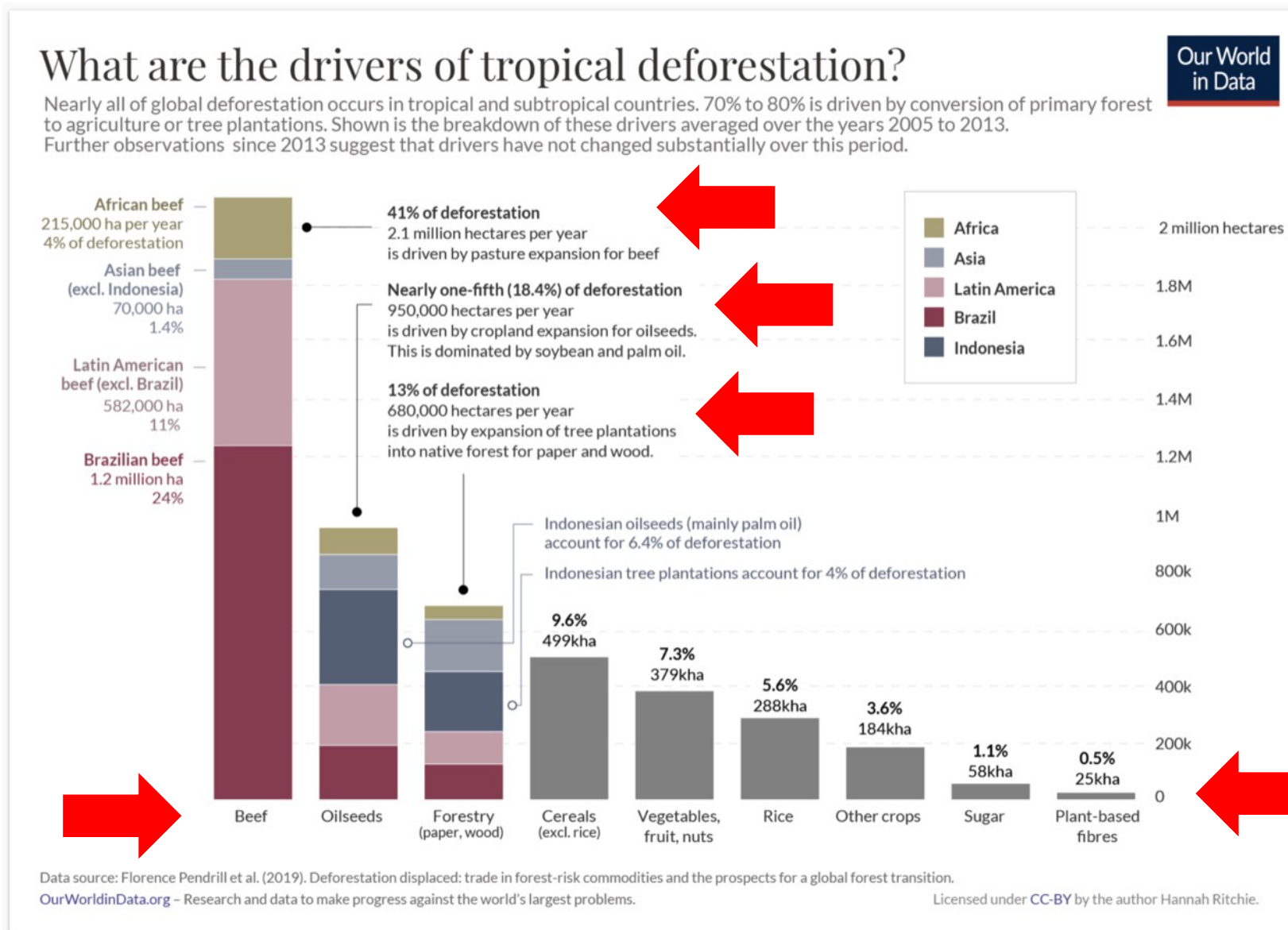
Spojnicový graf úbytku tropických deštných pralesů a lesů od roku 1850 - na základě grafu publikovaného v roce 2004 !



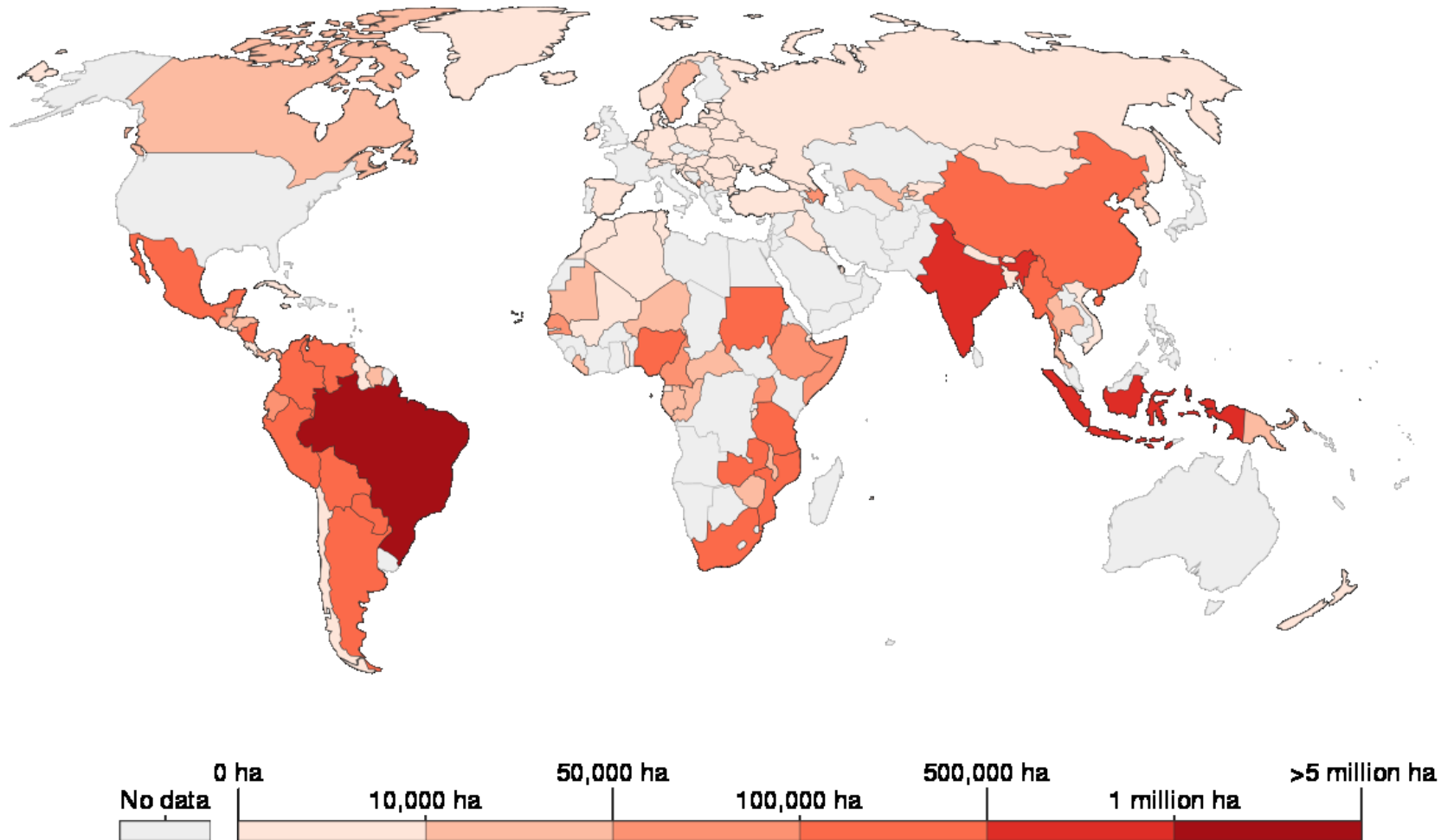
Satelitní snímky míst požárů amazonského deštného pralesa v roce 2019



Příčiny odlesňování tropických lesů



Míra každoročního odlesňování



Source: UN Food and Agriculture Organization (FAO). Forest Resources Assessment.

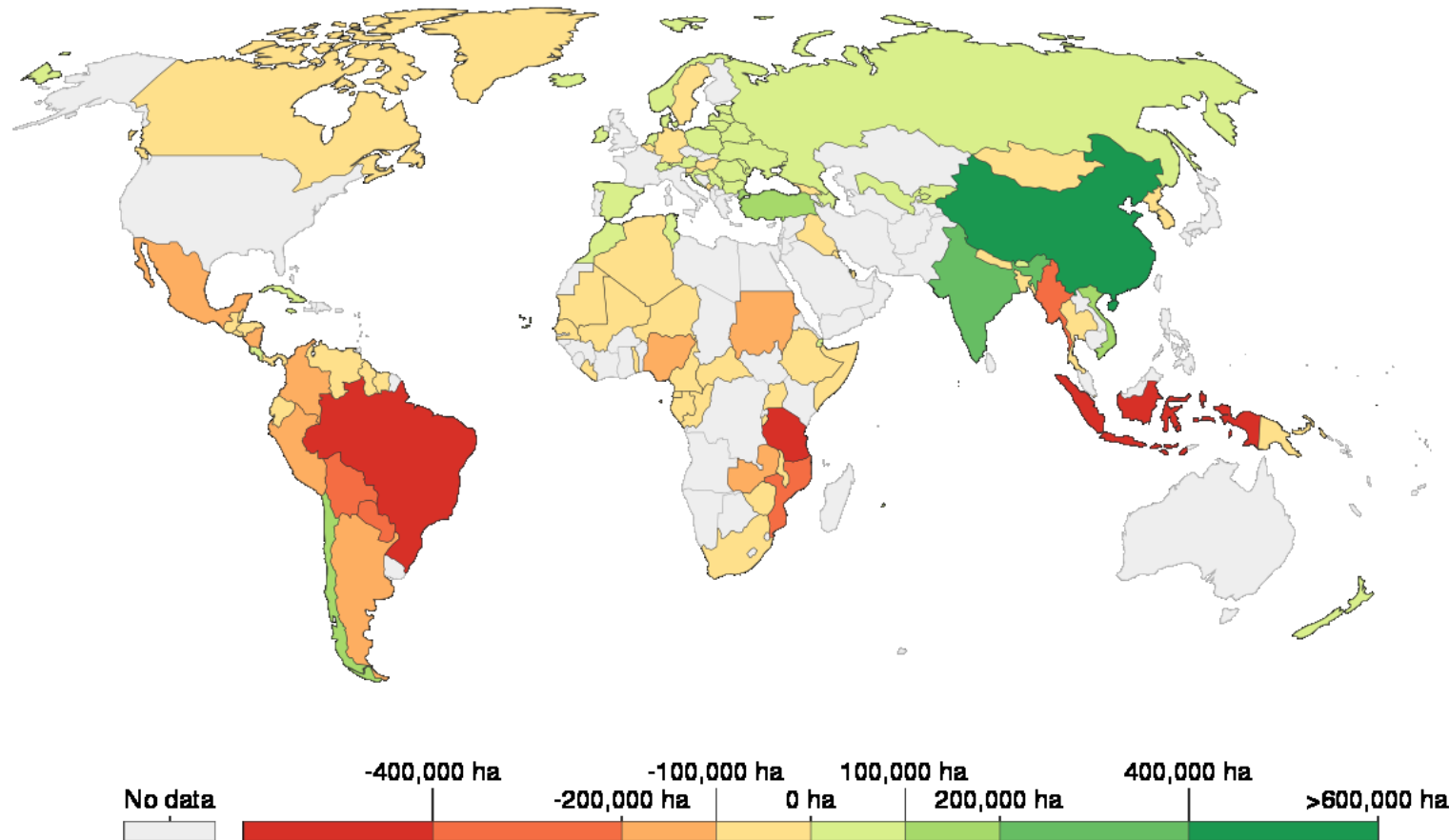
Note: The UN FAO publish forest data as the annual average on 10- or 5-year timescales. The following year allocation applies: "1990" is the annual average from 1990 to 2000; "2000" for 2000 to 2010; "2010" for 2010 to 2015; and "2015" for 2015 to 2020.

Meziroční úbytek plochy lesa

Annual change in forest area

Net change in forest area measures forest expansion (either through afforestation or natural expansion) minus deforestation.

Our World
in Data



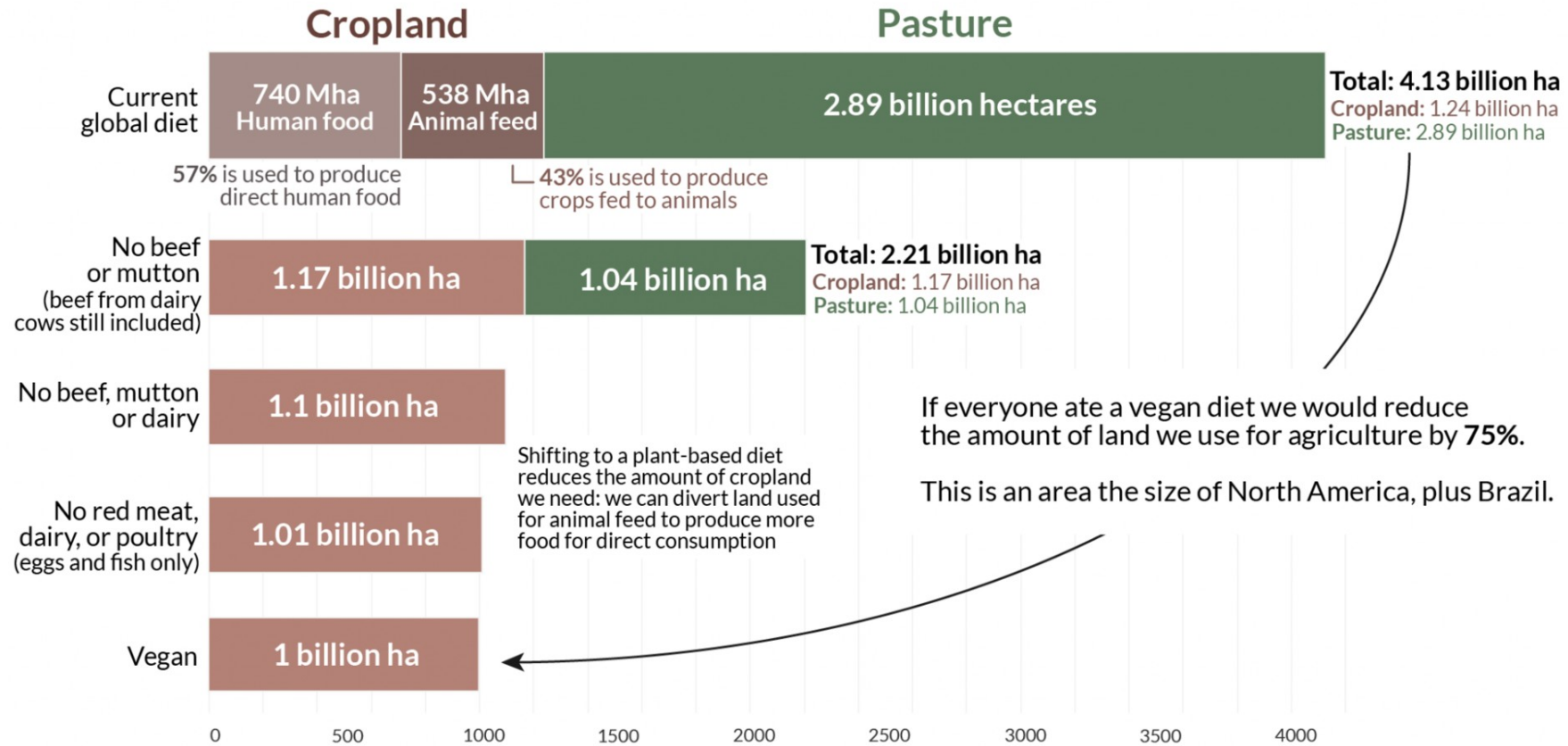
Sources: UN Food and Agriculture Organization (FAO). Forest Resources Assessment.
Note: The UN FAO publish forest data as the annual average on 10- or 5-year timescales.

Rozloha celosvětově potřebné zemědělské půdy by se snížila o tři čtvrtiny, pokud by veškerá ~~nonilace~~ ~~nřiala~~ ~~vegan~~ strava

Global land use for agriculture across different diets

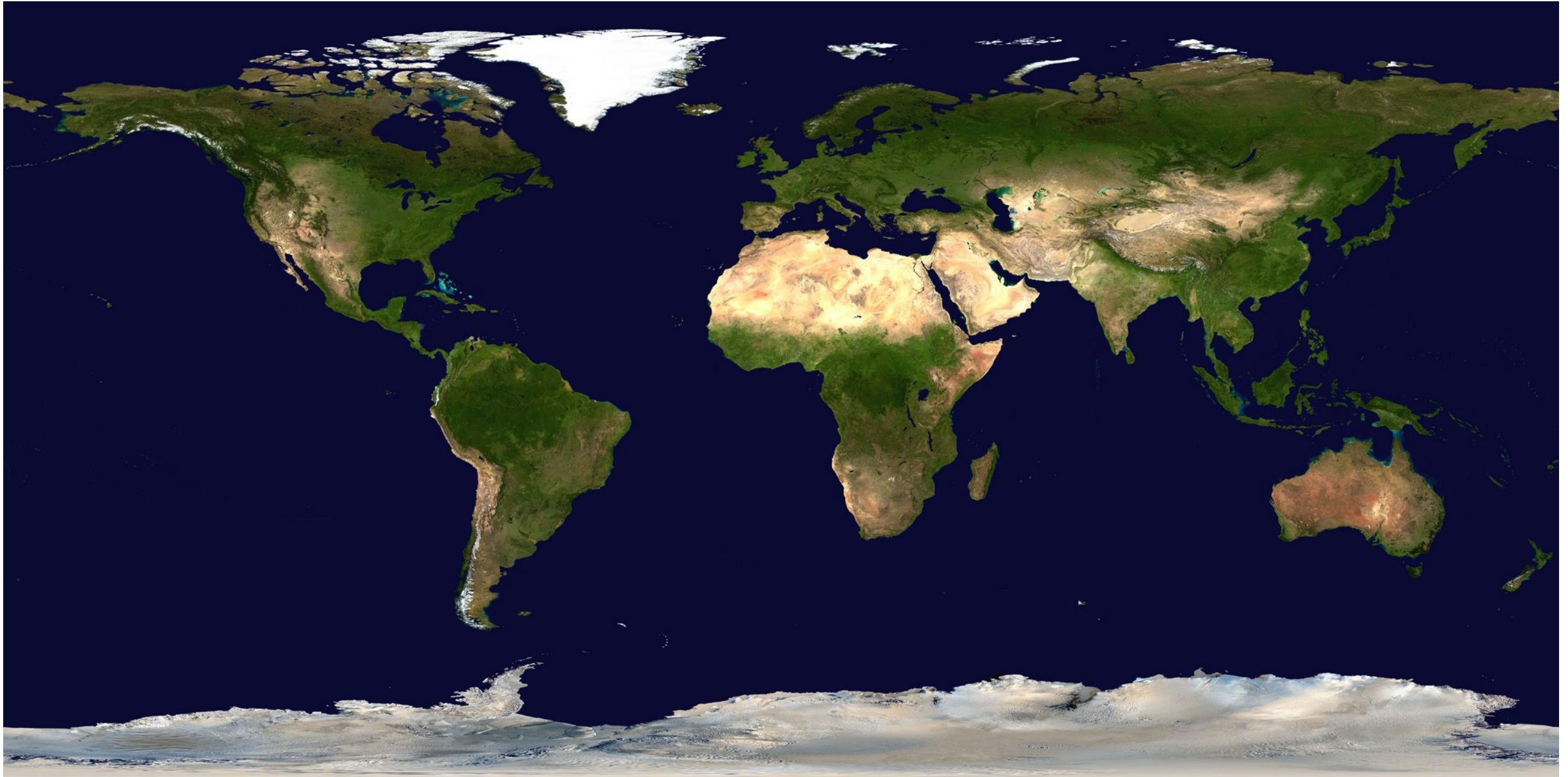


Global agricultural land use is given for cropland and pasture for grazing livestock assuming everyone in the world adopted a given diet. This is based on reference diets that meet calorie and protein nutritional requirements.

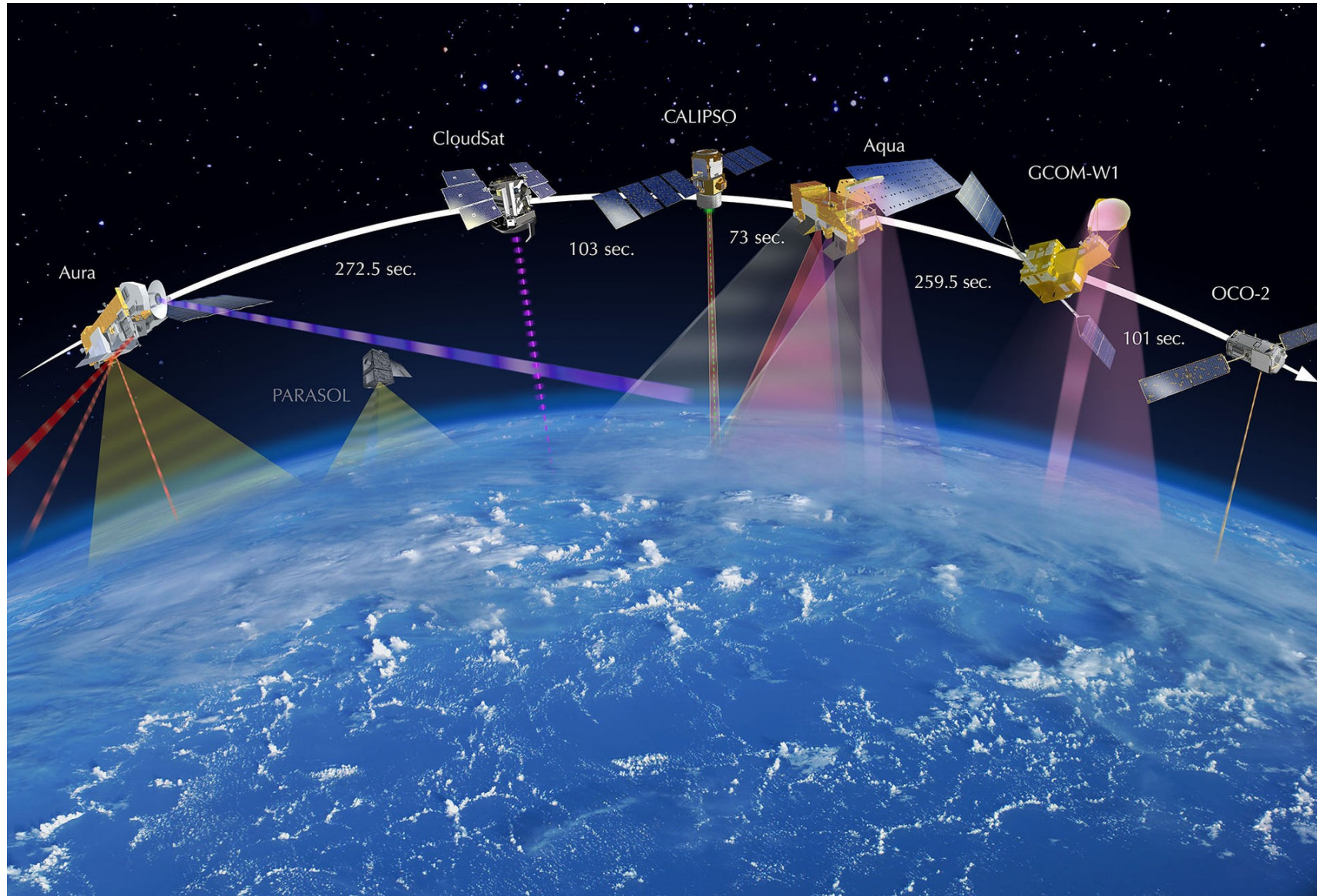


Data Source: Joseph Poore & Thomas Nemecek (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*.

Satelitní monitoring – důležitý indikátor



Six Earth observation satellites comprising the A-train satellite constellation as of 2014.



The Space Shuttle Atlantis, backdropped against clouds over Earth, is pictured after it undocked from the International Space Station



Děkuji za pozornost !

