

MUNI | RECETOX

Složky prostředí – základní charakteristiky

Doc. Ing. Branislav Vrana, PhD.
branislav.vrana@recetox.muni.cz

RECETOX
Přírodovědecká fakulta
Masarykova univerzita
Brno, Česká republika

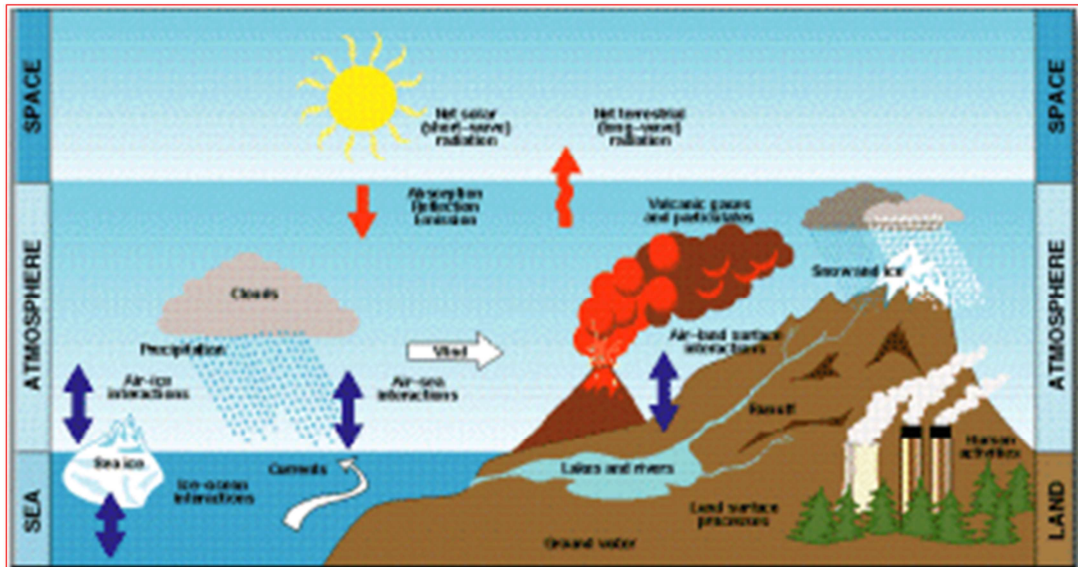


Složky prostředí – základní charakteristika

**Složky
prostředí,
základní
charakteristiky**

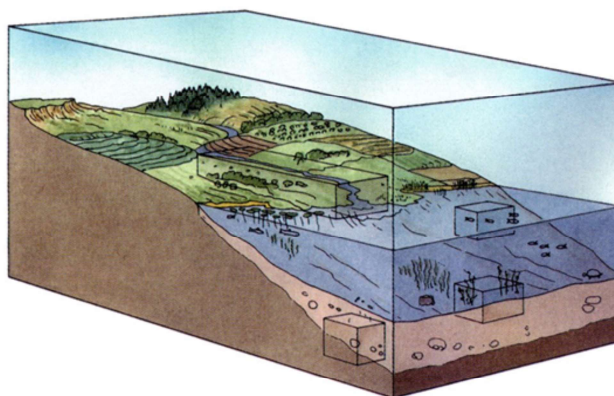
**Ekosystémy –
definice,
vztahy**

Osud chemických látek v prostředí



Koncepce systémů

- ☞ Systém je jakákoliv část Vesmíru („Všehomíru“), kterou pozorovatel vymezí (velký, malý, jednoduchý, složitý – od atomů po celý Vesmír): jezero, vzorek horniny, oceán, sopka, horský hřbet, kontinent, celá planeta; list je součástí stromu, strom je součástí lesa.
- ☞ Začínáme od malých podsystémů, pochopení jejich funkce je však možné jen v kontextu celého systému.

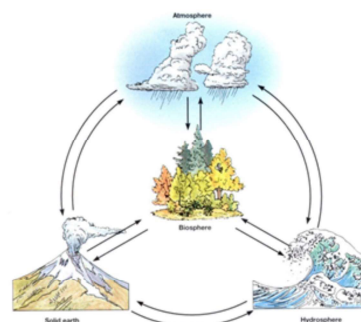


Zemský systém

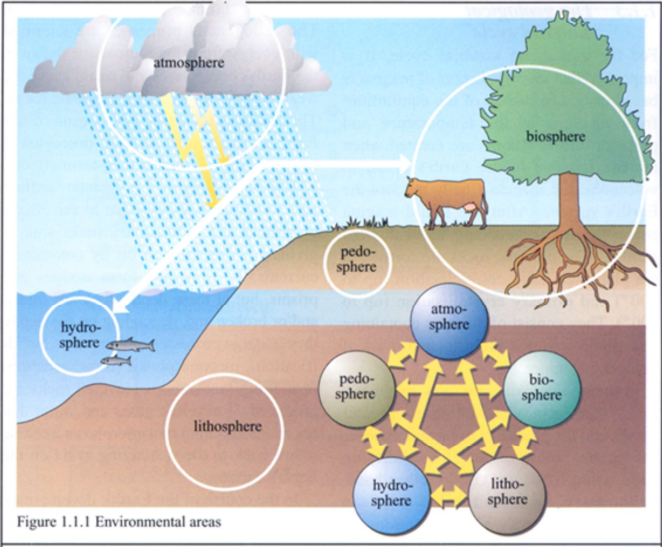
Zemský systém se skládá z menších podsystémů, které spolu intenzivně „komunikují“

- atmosféra
- hydrosféra
- biosféra
- litosféra

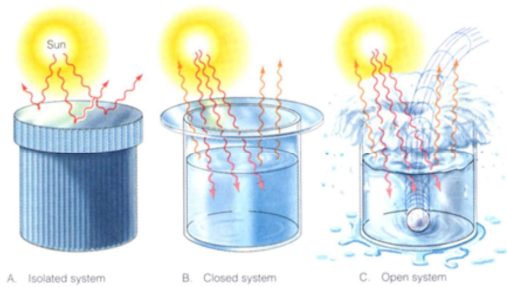
Ty mohou být rozděleny na další podsystémy – hydrosféra = oceány, ledovce, vodní toky, podzemní voda.



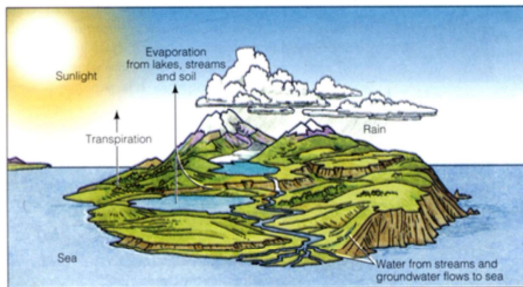
Složky prostředí



Systemy



- ↪ Izolovaný
- ↪ Uzavřený
- ↪ Otevřený



- ↪ Otevřený

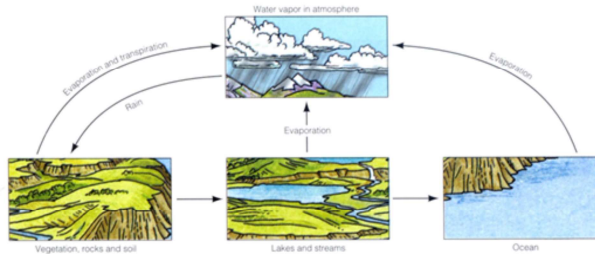
Jako **izolovaná soustava** (např. [těles hmotných bodů](#)) se označuje taková soustava entit, které sice mohou [silově](#) či jinak působit na sebe navzájem, ale na které nepůsobí žádné [vnější síly](#) či jiné okolní vlivy, tj. nedochází ani k výměně [energie](#) (např. [tepla](#)) či [informace](#) s [okolím soustavy](#). Izolovaná soustava tedy [neinteraguje](#) s okolím.

Jako **uzavřená soustava** (např. [těles, hmotných bodů](#) či jiných [entit](#)) se označuje taková soustava entit, které mohou [silově](#) či jinak působit na sebe navzájem, mohou si vzájemně vyměňovat [energii](#) (např. [tepla](#)), ale nemohou si s [okolím](#) vyměňovat [hmotu](#). Uzavřená soustava tedy [interaguje](#) s okolím pouze prostřednictvím výměny energie, nikoliv však hmoty.

Jako **otevřená soustava** (např. živé organismy) se označuje taková soustava, v které dochází k výměně energie i hmoty. V otevřené soustavě nemůže nastat termodynamická rovnováha.

„Box“ modely

Systémy se obvykle zobrazují jako „box“ modely (snad „krabičkové“).
Výhodou je jednoduchost a pohodlí. Ukazují:



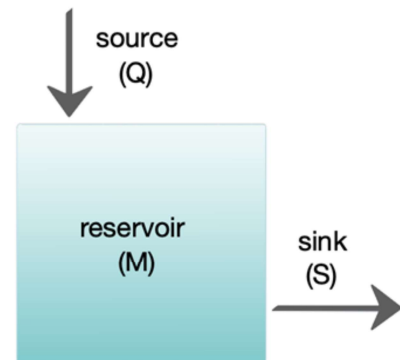
Rezervoáry, doba zdržení, vstupy, výstupy, stacionární stav.

Velikost rezervoáru je dána celkovou bilancí (vstupy – výstupy)

Čím provázanější jsou podsystemy a čím jich je víc, tím vyšší stabilita (mnoho cest, jak reagovat na vnější vychylování).

Mnoho cyklů a cest se vzájemně překrývá.

rychlost toků hmoty a energie z a do systémů
celkové množství hmoty a energie v systému

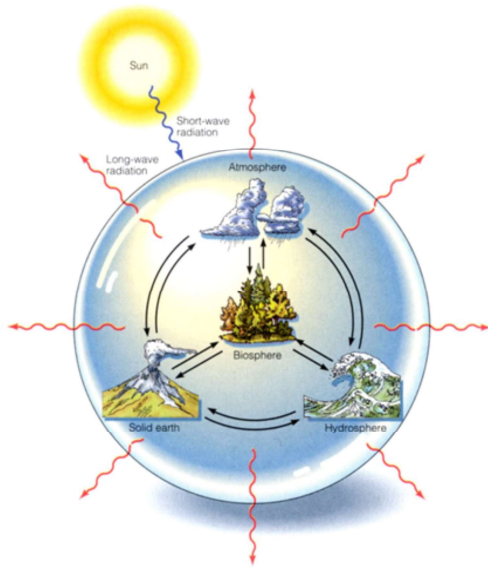


Box modely jsou zjednodušené verze složitých systémů, které se redukují na boxy (nebo nádrže) propojené toky (energie nebo hmoty). Boxy se považují za homogenní. V daném boxu je tedy koncentrace všech chemických látek uniformní. Koncentrace nebo jiná veličina v daném boxu se však může lišit v závislosti na čase v důsledku vstupu do boxu (nebo jeho ztráty) nebo v důsledku produkce, spotřeby nebo rozpadu této látky v boxu.

Jednoduché box modely, tj. box model s malým počtem krabic, jejichž vlastnosti (např. jejich objem) se časem nemění, jsou často užitečné pro odvození analytických vzorců popisujících dynamiku a koncentraci ustáleného stavu látky. Složitější modely krabic jsou obvykle řešeny pomocí numerických technik.

Box modely se hojně používají k modelování environmentálních systémů nebo ekosystémů a ke studiu cirkulace oceánů a uhlíkového cyklu. Jsou tzv. multi-compartment modely.

Život v uzavřeném systému



↪ **množství hmoty je stálé a konečné (omezené zdroje, omezené možnosti zbavit se nepohodných látek)**

↪ **změny v jedné části systému se projeví v ostatních částech (podsystemy jsou otevřené) – stavy jemně vybalancovaných a provázaných stacionárních stavů (řetězové přizpůsobení: vulkanická erupce v Indonésii může uvolnit tolik popela do atmosféry, že může dojít ke změně klimatu a záplavám v Jižní Americe a suchům v Kalifornii a tím ovlivnit cenu obilí v západní Africe).**

Energie se přenáší do nebo ze systému třemi formami: teplo, práce a hmotnostní tok. ... Přenos tepla do systému (tepelný zisk) způsobí zvýšení vnitřní energie systému a přenos tepla ze systému (tepelná ztráta) způsobí snížení vnitřní energie systému.

Dynamické interakce mezi systémy

Cyklování a recyklování

Neustálý tok hmoty mezi rezervoáry. Jak to, že...

- **Je složení atmosféry konstantní ??**
- **Se nezvyšuje ani nesnižuje salinita oceánů ??**
- **Je složení hornin 2 miliardy a 2 miliony starých stejné ??**

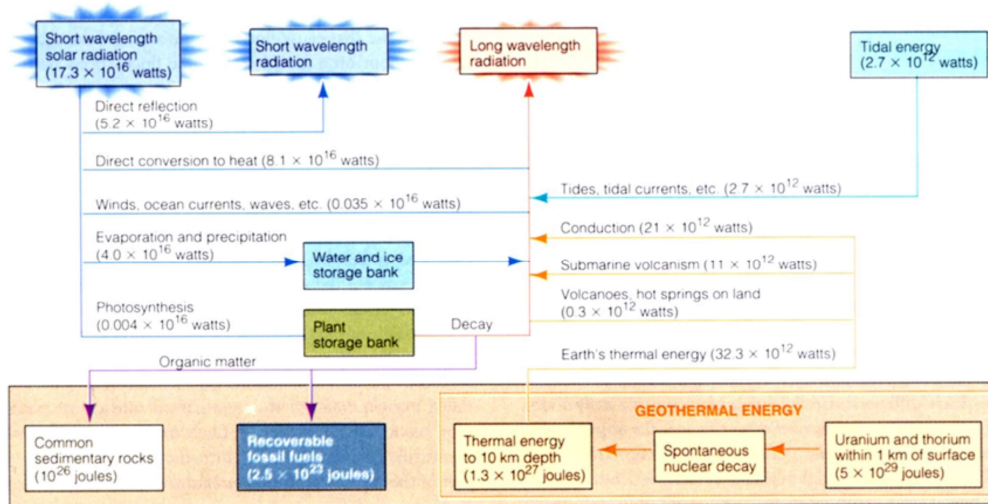
Přirozený tok hmoty na Zemi – cykly.

Hmota přechází mezi rezervoáry, různé části toků se vzájemně vyrovnávají (jsou obsaženy zpětné vazby):

Množství hmoty, které „přiteče“ je rovno množství hmoty, které „odteče“.

Energetický cyklus

Zahrnuje externí a interní zdroje energie – pohání globální systém a všechny jeho podcykly. Celkový „rozpočet“ (příjmy a výdaje) energie je vyrovnaný. Pokud by nebyl, Země by se buď přehřívala nebo chladla až do dosažení rovnováhy.

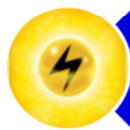


Energetická bilance země-atmosféra je dosažena, protože energie přijatá ze Slunce vyvažuje energii ztracenou Zemí zpět do vesmíru. Tímto způsobem si Země udržuje stabilní průměrnou teplotu, a tedy stabilní klima.

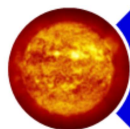
Absorpce infračerveného záření, která se snaží uniknout ze Země zpět do vesmíru, je zvláště důležitá pro globální energetickou bilanci. Absorpce energie atmosférou ukládá poblíž jejího povrchu více energie, než by tomu bylo, kdyby zde nebyla atmosféra.

Průměrná povrchová teplota měsíce, který nemá atmosféru, je -18°C . Naproti tomu průměrná povrchová teplota Země je (15°C) . Tento efekt se nazývá skleníkový efekt.

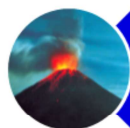
Energetické vstupy



Celkový příjem: 174 000 teraW ($174\,000 \times 10^{12}$ J/s)
(člověk užívá 10 teraW za rok)



Sluneční záření: 99,986 % z celkového množství –
pohání vítr, déšť, oceánské proudy, vlny; fotosyntézu.



Geotermální energie: 23 teraW (0,013 % z celkového příjmu) –
vulkanická činnost, horninový cyklus

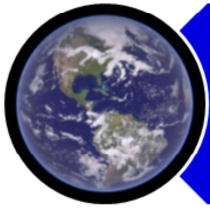


Energie přílivu: 3 teraW (0,002 % z celkového příjmu)
– rotace Země a gravitační přitažlivost Měsíce; pohyb
vodní hmoty vůči horninám působí jako „brzda“
zemské rotace

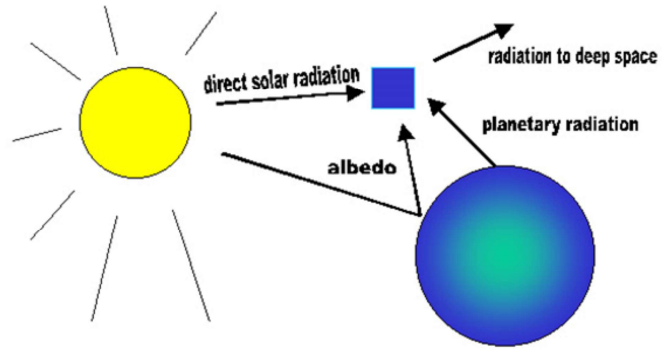
Energetické výstupy



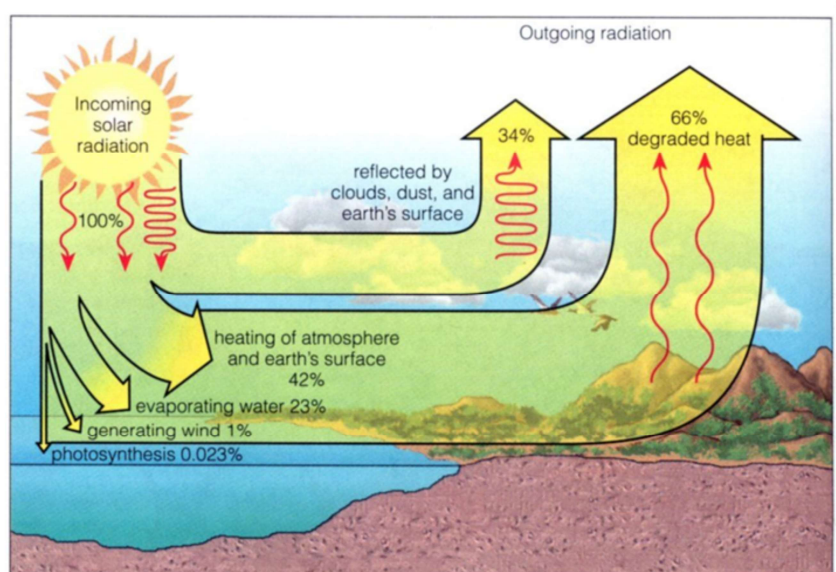
Odraz kolem 40 % slunečního záření je nezměněno odraženo zpět (albedo)



Degradace a znovuvyzáření 60 % slunečního záření absorbováno, přechází nevratně z jednoho rezervoáru do druhého až skončí jako teplo, které je opět vyzářeno v dlouhovlnné (infračervené) oblasti.

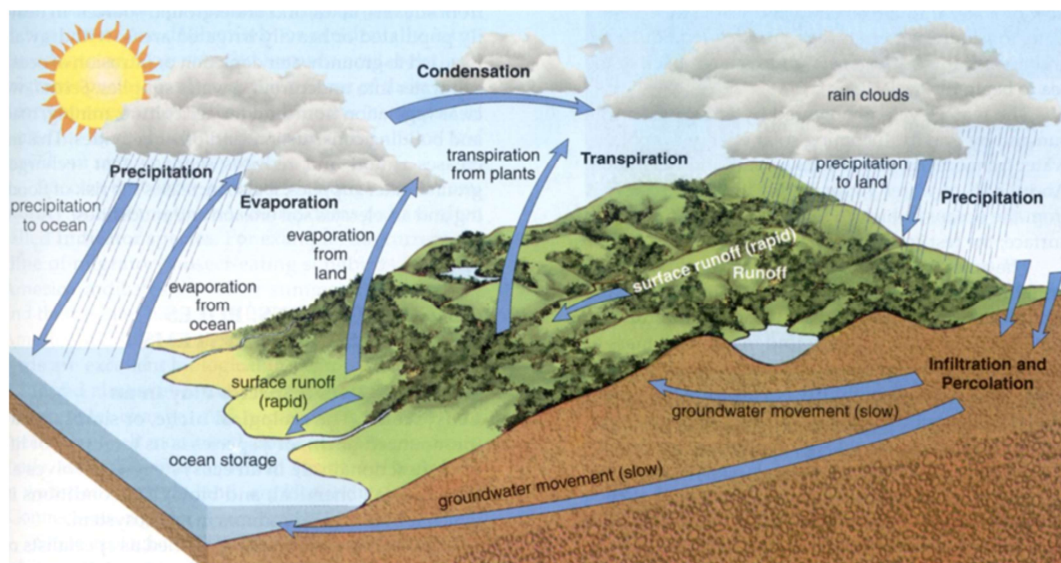


Energetický cyklus



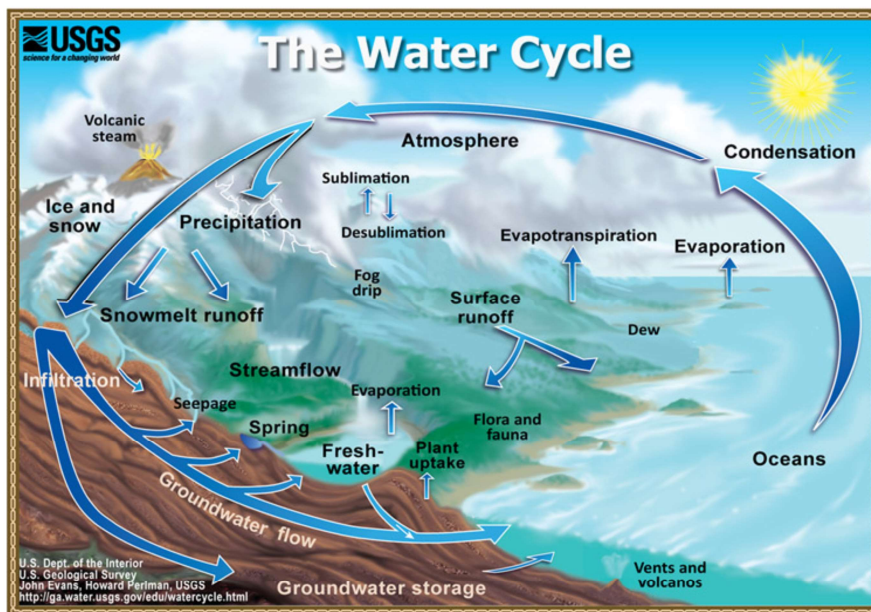
Sluneční energie absorbovaná Zemí je nakonec znovu přenesena do vesmíru jako teplo. Mezitím je distribuována po povrchu Země cirkulací atmosféry a oceánů.

Hydrologický cyklus



K oběhu dochází účinkem sluneční energie, zemské gravitace a rotace Země. Voda se vypařuje z oceánů, vodních toků a nádrží, ze zemského povrchu (výpar, evaporace) a z rostlin (transpirace), dohromady se používá pojem evapotranspirace. Vodní páry a drobkové kapičky vody v oblacích se pak v ovzduší pohybem vzduchových mas způsobených nestejným zahříváním vzduchu nad pevninou a oceány i zemskou rotací neustále přemisťují (cirkulace atmosféry). Po kondenzaci páry z ovzduší dopadá voda ve formě srážek na zemský povrch, zejména ve formě deště a sněhu (viz hydrometeory). Zde se část vody hromadí a odtéká jako povrchová voda, vypařuje se zpět do ovzduší nebo se vsakuje pod zemský povrch a doplňuje zásoby podzemní vody (infiltrace). Podzemní voda po určité době znovu vystupuje na povrch ve formě pramenů nebo dotuje vodní toky (drenáž podzemní vody).

Hydrologický cyklus



Koloběh vody (hydrologický cyklus) je stálý oběh povrchové a podzemní vody na Zemi, doprovázený změnami skupenství. K oběhu dochází účinkem sluneční energie, zemské gravitace a rotace Země. Voda se vypařuje z oceánů, vodních toků a nádrží, ze zemského povrchu (výpar, evaporace) a z rostlin (transpirace), dohromady se používá pojem evapotranspirace. Vodní páry a drobkovité kapičky vody v oblacích se pak v ovzduší pohybem vzduchových mas způsobených nestejným zahříváním vzduchu nad pevninou a oceány i zemskou rotací neustále přemisťují (cirkulace atmosféry). Po kondenzaci páry z ovzduší dopadá voda ve formě srážek na zemský povrch, zejména ve formě deště a sněhu (viz hydrometeorologie). Zde se část vody hromadí a odtéká jako povrchová voda, vypařuje se zpět do ovzduší nebo se vsakuje pod zemský povrch a doplňuje zásoby podzemní vody (infiltrace). Podzemní voda po určité době znovu vystupuje na povrch ve formě pramenů nebo dotuje vodní toky (drenáž podzemní vody).

•Ve velkém koloběhu vody dochází k přesunům vody mezi světovým oceánem a pevninou.

•Malý koloběh vody probíhá pouze nad oceány nebo pouze nad bezodtokovými oblastmi pevniny.

Hydrologický cyklus

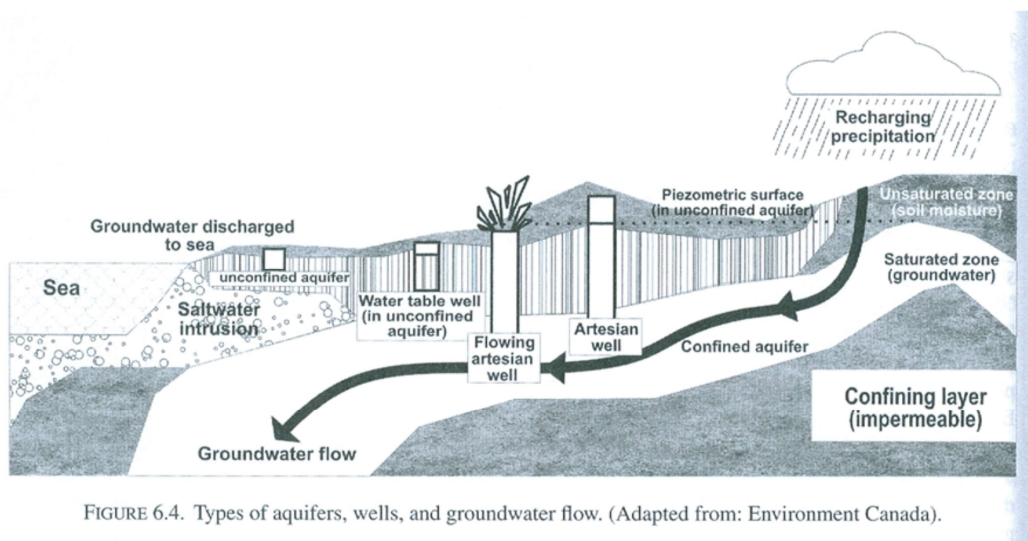
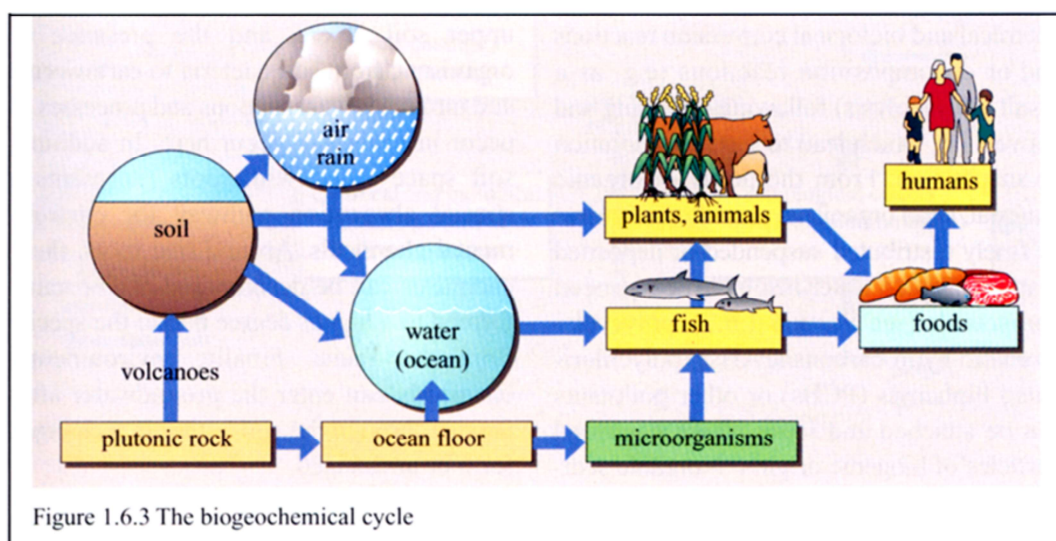


FIGURE 6.4. Types of aquifers, wells, and groundwater flow. (Adapted from: Environment Canada).

Podzemní voda je [voda](#), která se nachází pod [zemským povrchem](#), zejména v [pórech](#) mezi částicemi [půdy](#) a v místech, kde je narušena [kontinuita hornin](#). *Podzemní vodou* je i voda ve studních, ve vrtech, či voda vyvěrající z pramenů. Z pohledu geologického, resp. hydrogeologického, jde o vodu pod zemským povrchem, v nasycené zóně, kde vyplňuje všechny dutiny a je ohraničena svým horizontem. Ostatní vody pod povrchem, které této definici neodpovídají, jsou vody podpovrchové. Patří do nich půdní vlhkost, vody v nenasycené zóně, vody v jiném skupenství i kapilární voda. Výzkumem podzemní vody se zabývá [hydrogeologie](#). Podzemní voda tvoří okolo 20 % dostupných světových [zásob sladké vody](#)^[1], využívá se často jako zdroj [pitné](#) i [užitkové vody](#).

Podzemní voda je nejspolehlivějším zdrojem vody, proces jejího doplňování je však zdlouhavý a závislý na počtu a intenzitě srážek. Proto existuje hrozba, že zásoby podzemní vody budou v některých oblastech dosud zvyklých na určitý stav podzemní vody s pokračující [změnou globálního klimatu](#) ubývat.

Biogeochemický cyklus

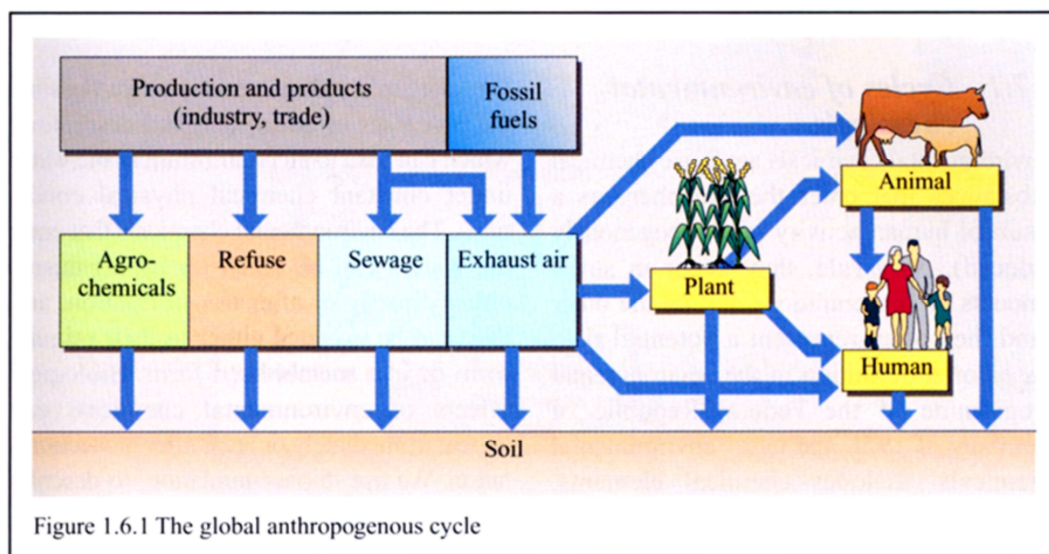


Biogeochemický cyklus (též **koloběh látek**) je termín, používaný ve [vědách o Zemi](#) pro cyklus určitého [chemického prvku](#) či [molekuly](#), který probíhá živým ([biosféra](#)) i neživým ([litosféra](#), [atmosféra](#), [hydrosféra](#)) prostředím [Země](#). Termín biogeochemický vyjadřuje fakt, že v procesu jsou zahrnuty biologické, geologické a chemické faktory. Díky tomuto koloběhu je daný prvek zpravidla recyklován, přestože se mohou vyskytovat rezervoáry, kde je daná látka na delší dobu akumulována (jako [oceány](#) a [jezera](#)).

Nejznámější a nejdůležitější biogeochemické cykly jsou:

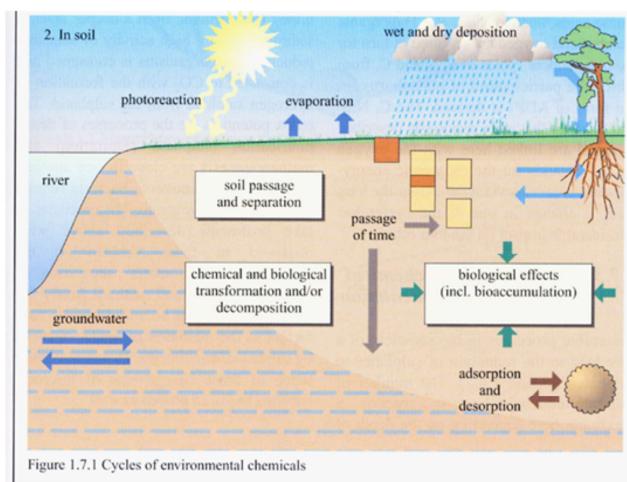
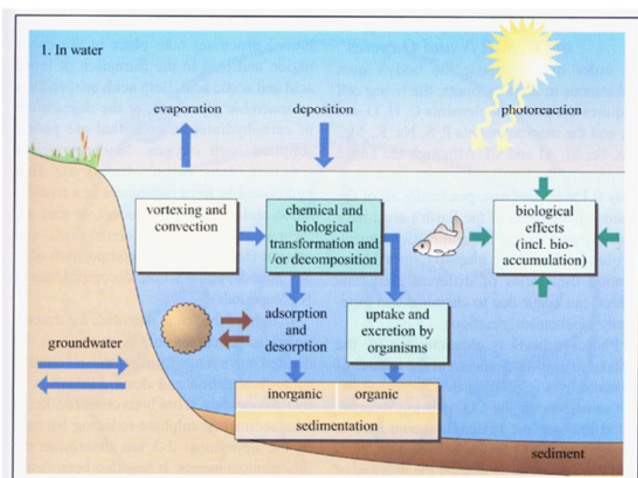
- [koloběh vody](#),
- [koloběh kyslíku](#),
- [koloběh dusíku](#),
- [koloběh uhlíku](#),
- [koloběh síry](#),
- [Koloběh fosforu](#),
- [Koloběh vodíku](#).

Globální antropogenní cyklus



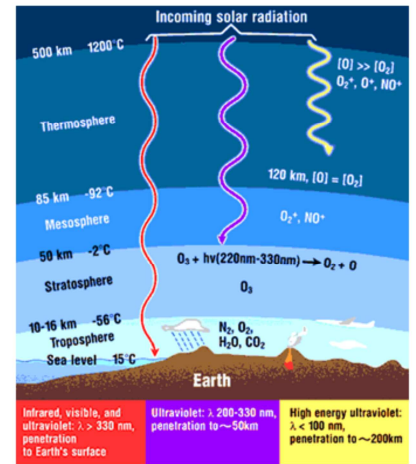
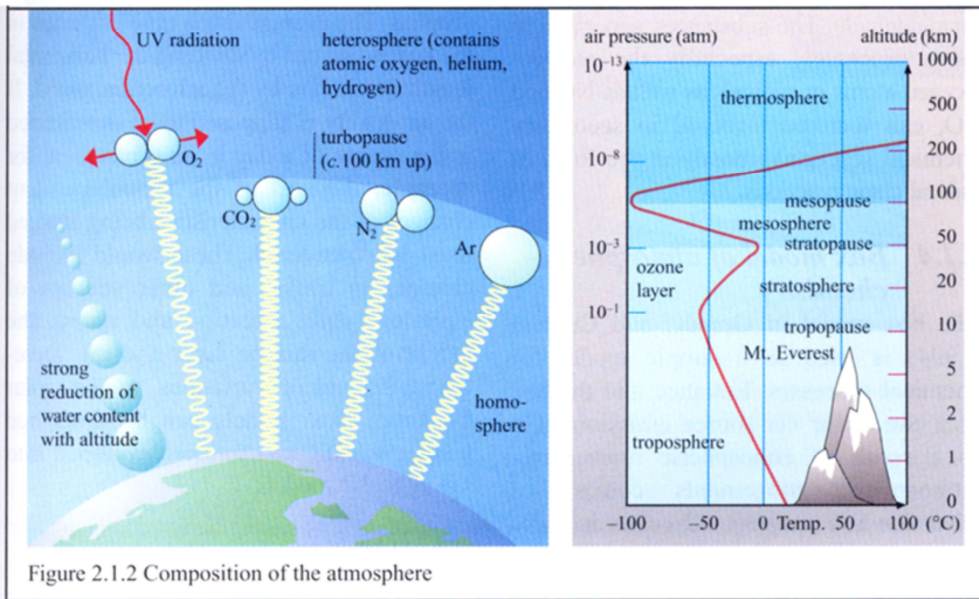
Lidé ovlivňují biogeochemické cykly především při průmyslové výrobě. Zvláště významným procesem je spalování fosilních paliv, který ovlivňuje biogeochemický cyklus uhlíku. Procesy výrobní však ovlivňují cykly prakticky všech chemických prvků i dalších látek. Stejně významná je i spotřeba, při které opět se mění biogeochemické cykly. Významné je i nakládání s odpady včetně čištění odpadních vod a nakládání s čistírenskými kaly. Sklárky odpadů představují významný zásah do řady biogeochemických cyklů. Z hlediska jednotlivých prvků a látek si všimneme tří důležitých kategorií: živin, těžkých kovů a persistentních organických škodlivin (POP – persistent organic pollutants). Mezi nejdůležitější živiny patří uhlík, dusík, fosfor a síra. Biogeochemický cyklus uhlíku člověk narušuje spalováním fosilních paliv, kterým se uvolňuje ročně do atmosféry takové množství oxidu uhličitého, že jeho koncentrace v ovzduší stoupá.

Cyklus látek v prostředí



- mezi živou a neživou složkou dochází k neustálé výměně látek, ke koloběhu prvků či sloučenin
- tyto látky pronikají z prostředí do rostlin a živočichů, po jejich uhynutí se postupně vrací zpět do prostředí
- biologická část je rychlejší, nebiologická část funguje jako zásobník látek
- do všech cyklů vstupuje víc či míň člověk produkcí různých chemických látek – hnojiva, pesticidy, umělé hmoty, CO_2 , SO_2 , oxidy dusíku, fosforečnany, těžké kovy, radioaktivní látky, prací prostředky... Tyto látky jsou buď včleněny do uvedených cyklů, nebo se hromadí v organismech, půdě, vodě apod.

Ovzduší - atmosféra

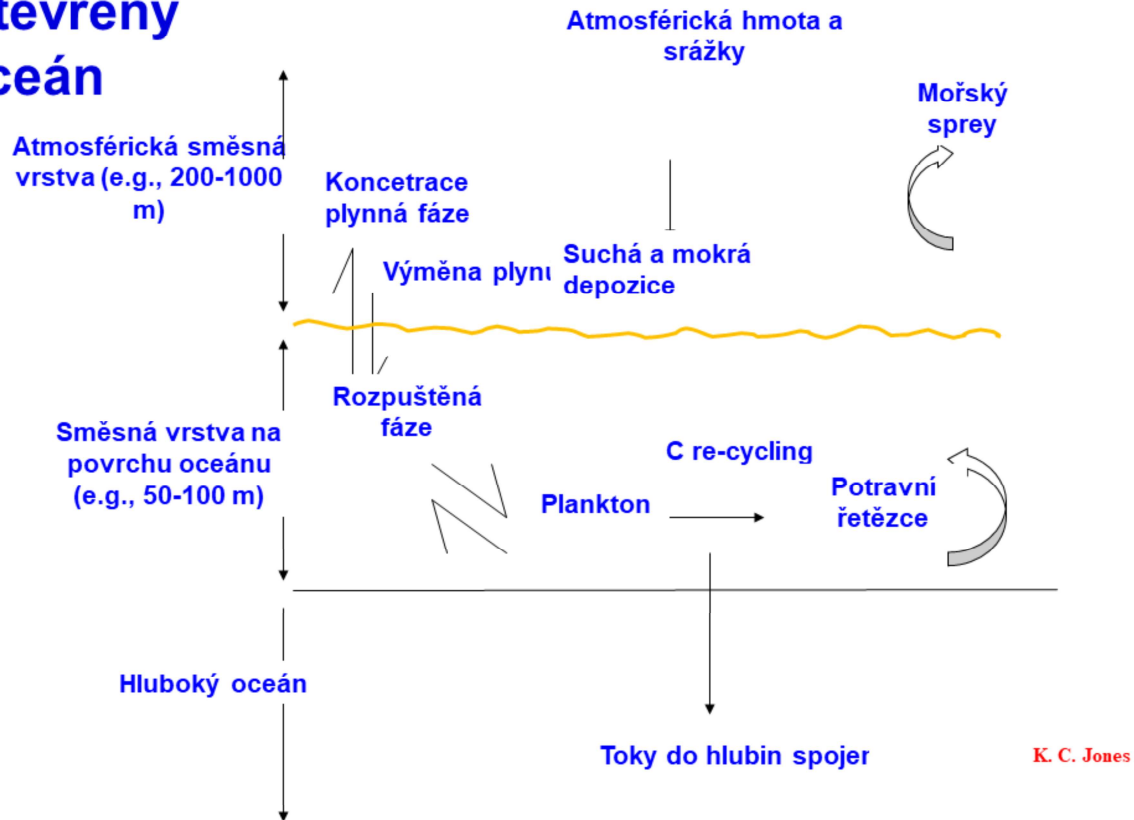


Zemská atmosféra je vrstva **plynů** obklopující planetu **Zemi**, udržovaná na místě zemskou **gravitací**. Obsahuje přibližně 78 % dusíku, 21 % kyslíku a 1 % ostatních plynů (argon, oxid uhličitý, vodík, helium, neon, radon, xenon, ozon a stopové příměsi dalších plynů). Voda v atmosféře se vyskytuje hojně, a sice ve všech třech skupenstvích (vodní pára, vodní kapky i ledové krystaly). Atmosféra chrání pozemský **život** před nebezpečnou **sluneční** a **kosmickou radiací** a svou tepelnou setrvačností snižuje **teplotní** rozdíly mezi dnem a nocí.

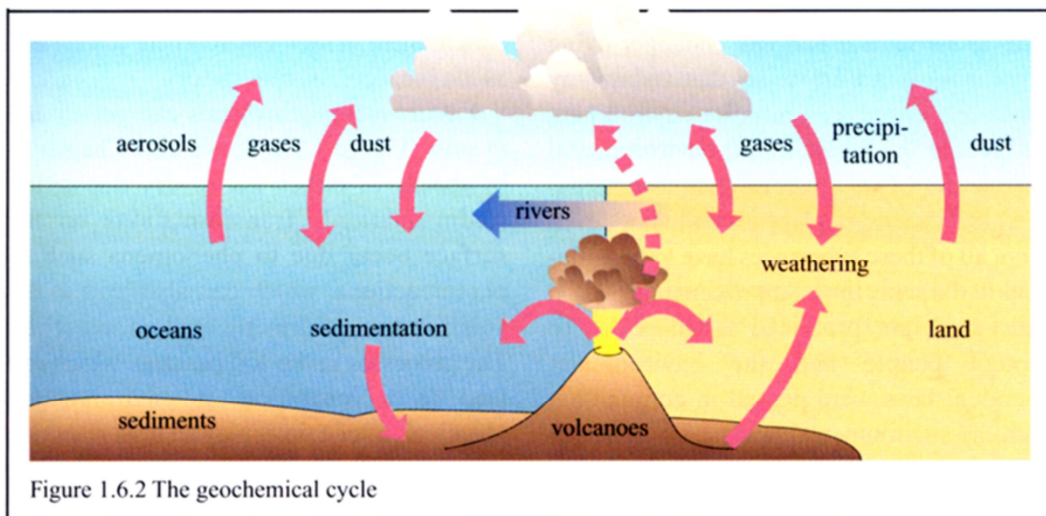
Atmosféra nemá jednoznačnou vrchní hranici – místo toho plynule řídne a přechází do **vesmíru**. Tři čtvrtiny atmosférické hmoty leží v prvních 11 km nad povrchem země. Všeobecně uznávanou vnější hranicí atmosféry je **Karmanova hranice**, která se nachází ve výšce 100 km nad hladinou světového oceánu.¹

¹ Od této hranice se místo termínu **nadmořská výška** již používá termín **vzdálenost od Země**

Otevřený oceán



Geochemický cyklus

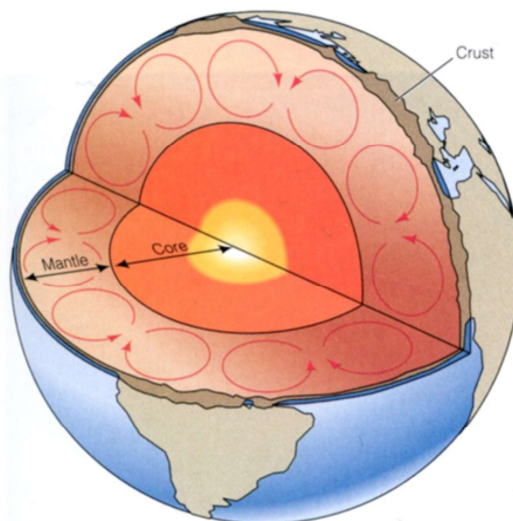


Ve vědě o Zemi je geochemický cyklus cestou, kterou chemické prvky procházejí povrchem a kůrou Země. Termín „geochemický“ nám říká, že jsou zahrnuty všechny geologické a chemické faktory. Migrace zahřátých a stlačených chemických prvků a sloučenin, jako je křemík, hliník a obecné alkalické kovy prostřednictvím subdukce a vulkanismu, je v geologickém světě známá jako geochemické cykly.

Geochemický cyklus zahrnuje přirozenou separaci a koncentraci prvků a procesy tepelné rekombinace. Změny nemusí být patrné v krátkodobém horizontu, například u biogeochemických cyklů, ale v dlouhodobém horizontu dochází ke změnám velkého rozsahu, včetně vývoje kontinentů a oceánů

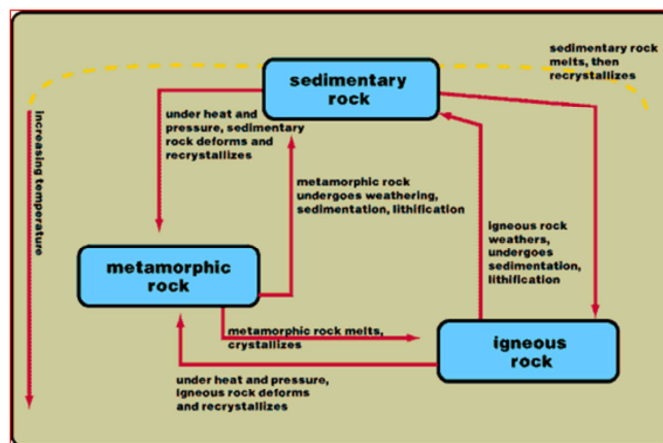
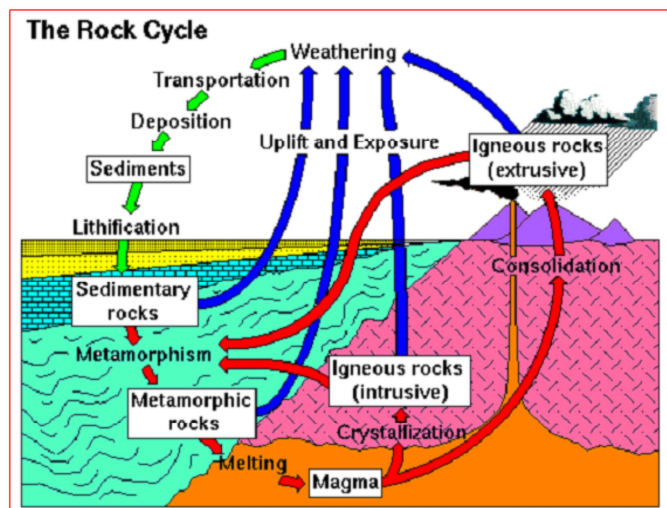
Geosféry a horninový cyklus

- ↻ **Geosféry**
- ↻ **Zvětrávání a půdy**
- ↻ **Ztráta půdy**



Tak jako vše v přírodě mají i horniny vymezeny svou existencí časem. Mohou na jedné straně vznikat, ale na druhé straně musí po delší či kratší době zaniknout, aby daly vznik horninám novým. To vše je ovlivňováno takzvanými endogenními a exogenními procesy. Endogenní procesy jsou geologické děje, které probíhají v litosféře pod povrchem Země. Oproti tomu exogenní procesy probíhají na povrchu litosféry, obvykle za přispění vlivu atmosféry, hydrosféry a často i biosféry. Vzájemné působení endogenních a exogenních procesů tvoří dohromady horninový nebo taky geologický cyklus.

Geosféry a horninový cyklus

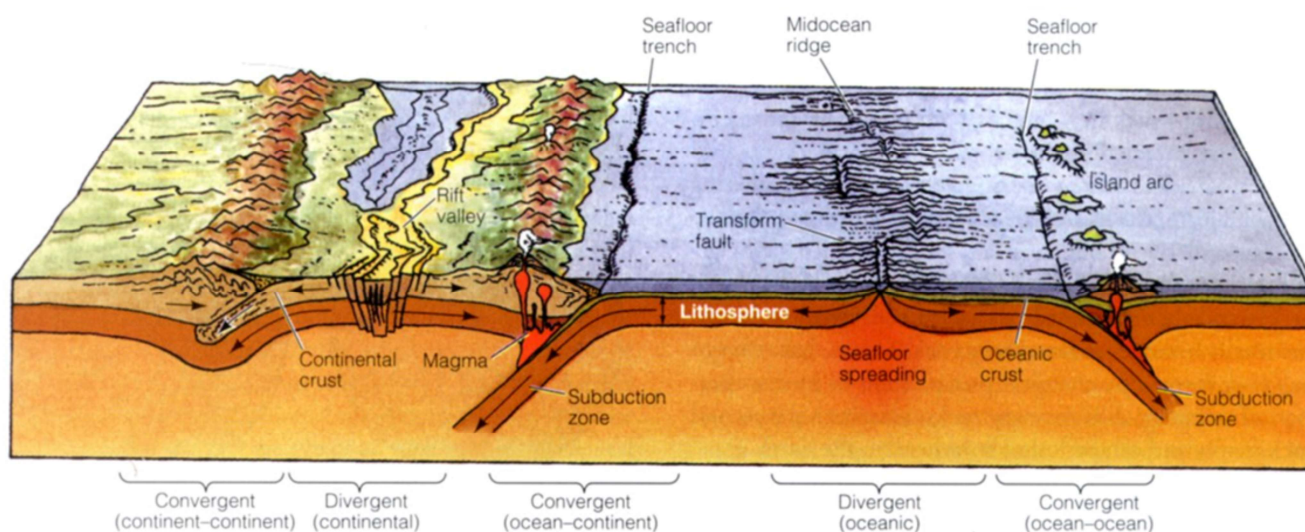


M a g m a t i c k é a m e t a m o r f o v a n é horniny: Představme si, že na počátku cyklu je magma. Část taveniny vlivem nízké hustoty vystupuje svrchním pláštěm k zemské kůře, kde se hromadí. Dále pokračuje k povrchu, kde s klesající teplotou a tlakem ztrácí svoji mobilitu a kumuluje se v magmatických krbech. Část zde zůstává a tuhne, čímž vznikají plutonické magmatické horniny. Zbytek, ochuzený o utuhlý materiál, postupuje oslabenými zónami dále k povrchu. Materiál, který utuhne v těchto zónách, vytvoří magmatické žilné horniny. Pokud se dostane až k povrchu, nebo utuhne mělce pod povrchem, dojde ke vzniku vulkanických

magmatických hornin. *Působením tepla a obohacených roztoků uvolněných z pronikajících magmat může dojít k přeměně okolních hornin a tím ke vzniku hornin kontaktně metamorfovaných.*

Sedimentární a metamorfované horniny: Vlivem horotvorných a erozních procesů mohou být jak horniny magmatické, tak horniny metamorfované vyzdviženy k povrchu, kde dochází vlivem působení exogenních činitelů k jejich zvětrávání. Při těchto procesech dochází k rozpadu starších hornin na menší úlomky případně až na molekuly a ionty, které vytvářejí suspenze případně roztoky. Takto erodovaný materiál je transportován tak dlouho, než transportní síla oslabne natolik, že materiál může sedimentovat. Takto vznikají sedimenty. Ukládáním velkých objemů sedimentárního materiálu, vznikají působením tlaku nadloží a krystalizací tmelů z původních nezpevněných sedimentů sedimenty zpevněné. Tento proces se nazývá diagenéze. *Je-li proces značně dlouhý a horniny pohřbeny dostatečně hluboko, může dojít vlivem vysokého tlaku nadloží a vyšších teplot k metamorfóze spodních sedimentárních vrstev.*

Geosféry a horninový cyklus



V případě mořských sedimentů uložených v předpolí subdukční zóny, může dojít k jejich zavlečení do subdukční zóny, kde intenzivně narůstá tlak a postupně i teplota. Horniny se přizpůsobují novým podmínkám změnou stavby a složení - dochází k rekrystalizaci a ke vzniku metamorfovaných hornin. *Za určitých podmínek může docházet až k tavení hornin a ke vzniku magmatu, které může opět postupovat k povrchu. Další možné přechody mezi jednotlivými pochody jsou dobře patrné z obrázku.*

Zvětrávání



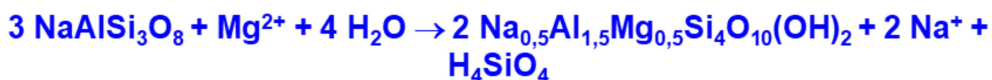
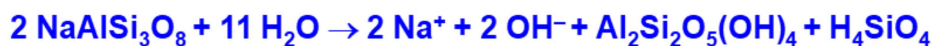
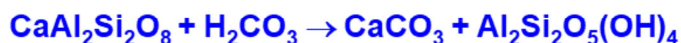
Chemická a fyzikální degradace hornin na relativně jemné částice (půdy a sedimenty) a rozpustitelné látky, klíčový prvek exogenního geochemického cyklu

- ↳ salinita oceánů
- ↳ výživa pro biotu
- ↳ rudy
- ↳ transformace povrchu
- ↳ spotřeba H^+
- ↳ spotřeba CO_2

Zvětrávání je označení pro proces, při kterém dochází k působení chemických, fyzikálních, či biologických sil na obnažené horniny. Zvětrávání může v průběhu milionů let vést k rozpadu hornin a následné erozi, které vedou k celkovému přetvoření tváře krajiny. Rychlost zvětrávání závisí na složení horniny, na klimatických podmínkách atd.

- fyzikální (mechanické),
- chemické,
- biologické.

Zvětrávání

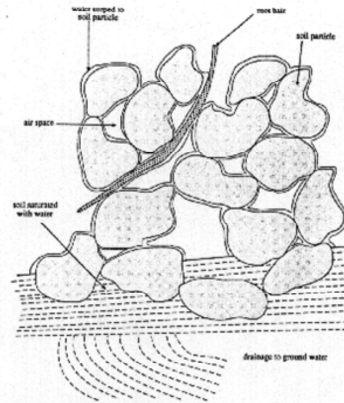
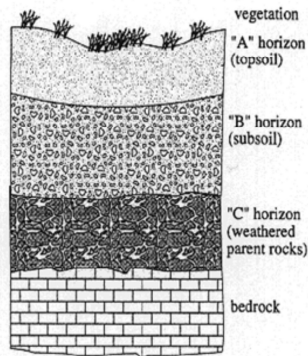


mnohotvárnost reakcí proti vysokoteplotním procesům

Chemické zvětrávání je typ zvětrávání, během kterého dochází k rozkládání určitých horninových minerálů a k následnému vytvoření minerálů nových. Chemické zvětrávání je závislé na teplotě a vlhkosti. Čím jsou obě veličiny větší, tím rychleji k zvětrávání dochází. Atmosférická voda reaguje se vzdušným [oxidem uhličitým](#), což má za následek vznik kyselého roztoku, který rozpouští určité minerály během vsakování do [půdy](#). Vznikají [krasové oblasti](#). Další významným reakčním činidlem je podzemní a mořská voda, která má schopnost reagovat s jinými druhy minerálů ([slídy](#), [živce](#) mohou reagovat za vzniku [jílu](#) a [kaolinitů](#)). Další chemické zvětrávání je typické pro horniny obsahující [železo](#), které reagují za vzniku [oxidu železitého](#), jenž je charakteristický svojí načervenalou barvou (typické pro oblasti [savan](#)). Posledním druhem je zvětrávání podmořské, při kterém se v puklinách v kamenech pod mořem ukládá [sůl](#), která krystalizuje a tím trhá strukturu kamene.

Půda

- ↙ směs produktů zvětrávání, organických látek a zbytků původních hornin a vody
- ↙ typická půda 5 % organických látek, 95 % anorganických
- ↙ posloupnost vrstev (půdní profil); složení je závislé na klimatu (T, srážky atd.), vegetaci, času, podložní hornině



Půda tvoří nejsvrchnější vrstvu [zemské kůry](#), je prostoupená [vodou](#), [vzduchem](#) a [organismy](#), vzniká v procesu [pedogeneze](#) pod vlivem vnějších faktorů a [času](#) a je produktem přeměn minerálních a organických [látek](#) a zaniká procesem [eroze](#). Je [morfologicky](#) organizovaná a poskytuje [životní prostředí rostlinám](#), [živočichům](#) a [člověku](#). Půda je předmětem studia [pedologie](#).

Půdní povrchová vrstva

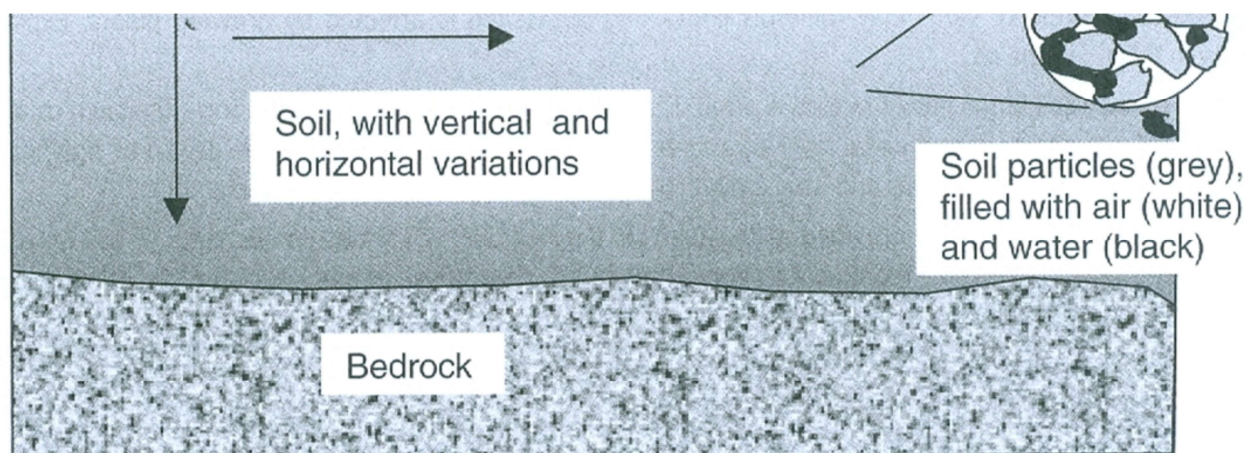
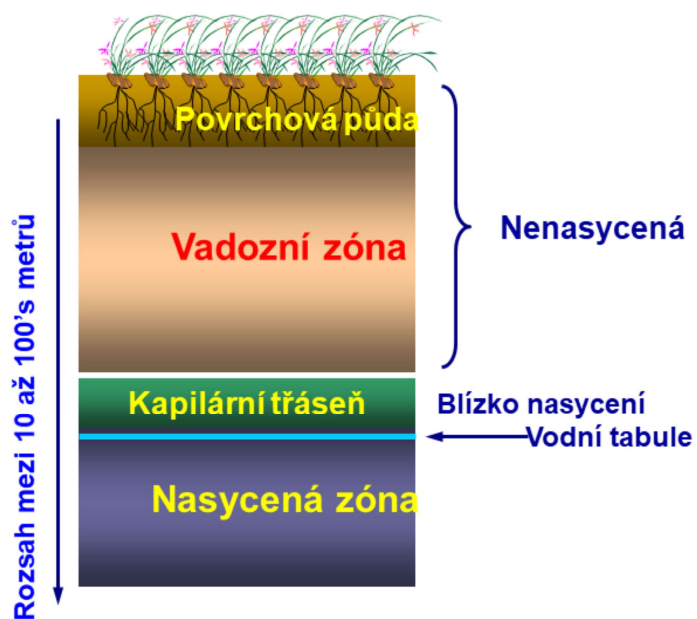


Fig. 17.2 Soil, the surface layer of much of the terrestrial environment. A three-phase mixture, it consists of finely divided organic and inorganic particles and pore spaces filled with water

Z pohledu geografie tvoří půda, potažmo celá pedosféra, tu část [krajinné sféry](#), kde množství a intenzita vzájemných vztahů mezi dílčími krajinnými sférami je největší, kde se sféry stýkají a dokonce se částečně navzájem prolínají. Dosahuje tloušťky až 4 metrů.

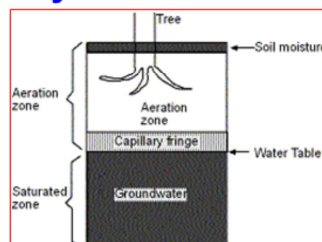
Každá půda obsahuje podíl [regolitu](#), [vody](#), [vzduchu](#) a [organické hmoty](#). Podíly složek zastupují jednotlivé geosféry: [litosféru](#), [hydrosféru](#), [atmosféru](#) a [biosféru](#). Pokud jedna z těchto složek chybí, nejedná se o půdu. Jednotlivé půdní složky jsou vzájemně promíšeny a vytvářejí [heterogenní polydisperzní systém](#).

Lito-ekosféra



Každá zóna obsahuje:

1. Minerální frakce
2. Organická frakce
3. Kapalná fáze
4. Plynná fáze



Geochemie půdy



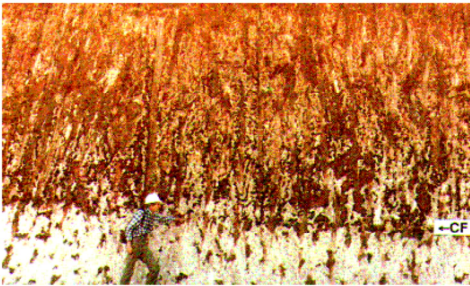
- Acidobazické a výměnné reakce v půdách
- Makroživiny
- Mikroživiny
- Pesticidy a chemické odpady v půdách
- Ztráta půdy - dezertifikace

Chemické vlastnosti půdy zahrnují chemické složení půd a fyzikálně chemické a chemické procesy probíhající v půdě. Složky půdy se z pohledu chemického dělí na minerální a organické látky. Zdrojem minerálních látek je horní část **litosféry**, která podléhá zvětrávání a ve které pomocí **půdotvorných procesů** vzniká půda. Organickou složku půdy tvoří **půdní organismy (edafon)**. Mezi základní chemické vlastnosti půd patří obsah **humusu**, **půdní reakce** a **obsah prvků v půdě**.

Ztráty půdy

↙ eroze

↙ dezertifikace



Eroze je způsobena gravitací za přispění dalších faktorů, jako je např. intenzita srážek, struktura půdy, sklon svahu, hustota rostlinného pokryvu, způsob využívání půdy. Je úměrná proudící hmotě m a rychlosti v ($m \cdot v^2/2$). Rychlost eroze představuje množství nebo mocnost materiálu přemístěného za určité časové období. Podstatnou překážkou je tvrdost erodované horniny, v měkčích horninách je eroze rozměrnější, jedná se tedy o selektivní činnost.

Důležitým faktorem eroze je děšť, intenzita eroze je však závislá na spolupůsobení dalších faktorů. Rostlinný pokryv zabraňuje vyššímu stupni eroze, naopak odlesněné svahy či vypasené svahy podlehnou erozi rychleji. Půdy obsahující větší množství jílovitých minerálů přijímají méně vody a na volnějším svahu jsou méně narušovány. Erozi půdy zvyšuje spásání travin. Významným činitelem současnosti je činnost člověka. nekontrolovaná těžba dřeva, stavba obydlení a komunikací. Zejména stavba silnic a železničních tratí narušuje přirozenou říční síť a voda stékající po vozovce se dostává do míst, kam by jinak neproudila, a přispívá k erozi půdy.

Ekosystém

Terestrický (suchozemský)

- louky, lesy, pole



Akvatický (vodní)

- mořský

- sladkovodní

- řeky, rybníky, podzemní vody,

močály



Ekosystém je obecné označení pro ucelenou část přírody (biosféry). Příkladem je např. ekosystém listnatého lesa nebo vlhké nekosené louky. Protože není zpravidla jednoznačně specifikováno, jakou prostorovou velikost by měl ekosystém mít, lze za ekosystém považovat v extrémním případě i celou biosféru a naopak, třeba i trávící trakt přežvýkavce (s výskytem bakterií a nálevníků).

Český zákon o životním prostředí ekosystém definuje jako „funkční soustavu živých a neživých složek životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase.“

Ekosystém

Neživé složky ekosystémů

- Podloží
- Půda
- Voda
- Sedimenty
- Ovzduší
- Klima, krajina

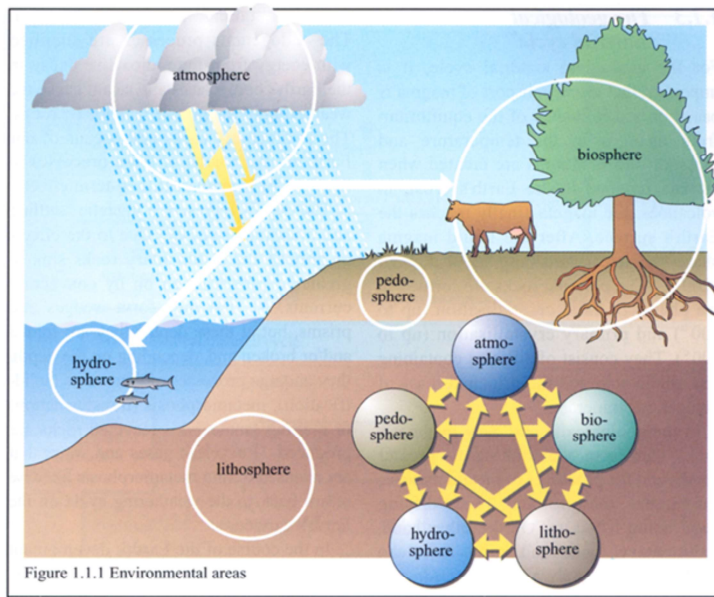
Organismy

- Viry
- Bakterie
- Houby
- Rostliny
- Živočiškové
- + Člověk



Ekosystém se skládá ze dvou samostatných složek – složky živé, tvořené organismy (tzv. společenstvo neboli biocenóza) a složky neživé, tvořené prostředím (biotopem).

Složky prostředí



Základní funkce ekosystému jsou koloběh látek (tzv. [biogeochemické cykly](#)) a tok [energie](#).

Ekosystém

Ucelený soubor organismů a jejich prostředí – prostředí je zpravidla primární a určující.

Tvoří základní strukturně funkční jednotku krajiny i celé biosféry.

Je prostorový útvar, v němž biotické (živé) a abiotické (neživé) složky jsou vzájemně propojené rozmanitými vztahy

„funkční soustava živých a neživých složek životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase.“

Ekosystém

Fyzikální parametry – sluneční záření (zdroj E), T a její kolísání, vlastnosti okolního prostředí (A, W, S).

Chemické parametry – složení prostředí.

Vedle živé složky (biocenóza) zahrnuje i neživé prostředí (biotop)



Biotop, někdy taky **habitat** neboli **stanoviště**, je biotické (živé) i abiotické (neživé) prostředí, ovlivněné a pozměněné živou složkou přírody – biotou. Lze ho chápat jako společné prostředí určitých složek biocenózy, tedy soubor všech vlivů, které vytvářejí životní prostředí všech zde žijících organismů. Pro rostliny se někdy používá i pojem **ekotop**.

Synonymem pojmu biotop je stanoviště. Podle některých autorů je však pojem stanoviště užší než biotop. Př. v biotopu pomalu tekoucí vody je více stanovišť: dno, břeh apod

Společenstvo neboli **biocenóza** (z řeckého *bios* = život + *koinos* = společný) je soubor populací všech druhů rostlin, živočichů, hub a mikroorganismů, které žijí v určitém biotopu; existují mezi nimi určité vztahy. Je to živá část ekosystému, která je schopna samoregulace, přičemž biotop je místem, kde se společenstvo nachází.

Typy ekosystémů

Podle **míry ovlivnění člověkem** rozlišujeme

↪ přírozené ekosystémy (bučina, rašeliniště aj.)

↪ umělé ekosystémy (smrková monokultura, pole, vinice atp.)



Ekosystémy lze dělit na **přírodní** (jezero, les, louka) a **umělé** (vinice, sad, pole, rybník), které vytvořil nebo se na nich podílí člověk.

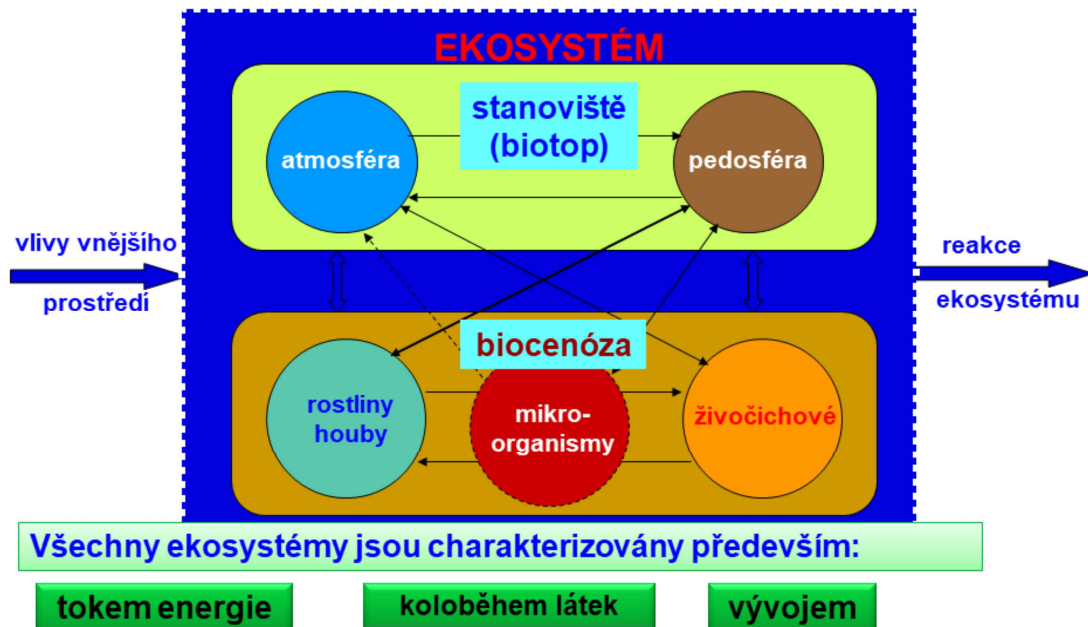
Typy ekosystémů (biotopů) v ČR

- **Vodní toky a nádrže**
- **Mokřady a pobřežní vegetaci**
- **Prameniště a rašeliniště**
- **Skály, sutě a jeskyně**
- **Alpínské bezlesí**
- **Sekundární trávníky a vřesoviště**
- **Křoviny a Lesy**
- **biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem**

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. & Lustyk P. (eds) (2010): Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Vodní toky a nádrže, Mokřady a pobřežní vegetaci, Prameniště a rašeliniště, Skály, sutě a jeskyně, Alpínské bezlesí, Sekundární trávníky a vřesoviště, Křoviny a Lesy. Devátou skupinu tvoří biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem

Schéma ekosystémů



Někdy je oddělení obou složek dosti obtížné – např. je truchlivý kmen stromu živý nebo ne? Je kravské lejno plné bakterií putující střevy součástí biotické a nebo abiotické složky ekosystému. Propojení biotické a abiotické složky ekosystému je ve skutečnosti větší, než si většina z nás uvědomuje.

Ekologická rovnováha je pojem označující dlouhodobě relativně stálý stav ekosystému. Ekosystém je ze své rovnováhy neustále vychylován působením vnějších činitelů. Jeho přirozené autoregulační mechanismy (vazby mezi jednotlivými organismy) působí proti těmto změnám, čímž navrácí ekosystém opět do stavu rovnováhy. Jedná se tedy nikoli o pasivní, ale o dynamický stav, jehož součástí jsou i jisté odchylky. Proto posuzování toho, zda je sledovaný ekosystém v rovnováze, závisí velmi na zvoleném časovém měřítku.

Představte si biologa – mimozemšťana, který žije na planetě se stálým klimatem a který dostal od svého pracoviště dotace na tříměsíční pozorování planety Země a byl by vysazen u nás, v Česku, v srpnu. Biolog – mimozemšťan by velmi pravděpodobně do své závěrečné zprávy z pobytu v půlce listopadu napsal, že na zkoumané planetě nastává katastrofická a neuvěřitelně rychlá změna klimatu, který vede k odumírání vegetace a globálnímu opadu listů ze stromů. Pokud by jeho pracoviště na základě této významné zprávy jeho studijní pobyt o dva měsíce prodloužilo, ve svém bludu by se utvrdil, a na přelomu ledna a února by ze zničené planety raději odjel domů. Příchod jara a celý čtyřfázový cyklus střídání ročních období by mu snadno mohl uniknout. Hlavní důvody jeho mylných interpretací by byly asi tyto:

- nečekal střídání období, protože je nezažil na své planetě

- měřítko pozorování bylo vzhledem k periodicitě jevů nevhodně zvoleno

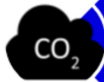
Ekosystém – otevřený systém

Ekosystémy jsou **otevřené systémy**, které se svým okolím vyměňují energii i látky:

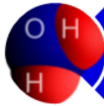
Vstupy:



Sluneční záření



Oxid uhličitý



Voda



Živiny (minerály uvolňované do půdy zvětráváním horninového podloží, atmosférický spad nebo příchod nových druhů organismů či jejich diaspor)

Ekosystém – otevřený systém

Výstupy:

Vyzařování (odpadní teplo)

Vymýváním látek z půdy

Povrchový odtok

Větrná eroze

Vystěhování organismů

Sklizeň biomasy z obdělávaných ekosystémů (pole, louky)

Ekosystém

Ekosystém – společenstva rostlin, živočichů a protistů – tvořená populacemi příslušníků jednotlivých druhů

Biom



Soubor ekosystémů podobných typů

Úrovně biologické organizace: molekula – část buňky – buňka – tkáň – orgán – organismus – populace – společenstva organismů – ekosystém - biom

Ekologická nika – určitá funkce, kterou má ten či onen druh v daném ekosystému

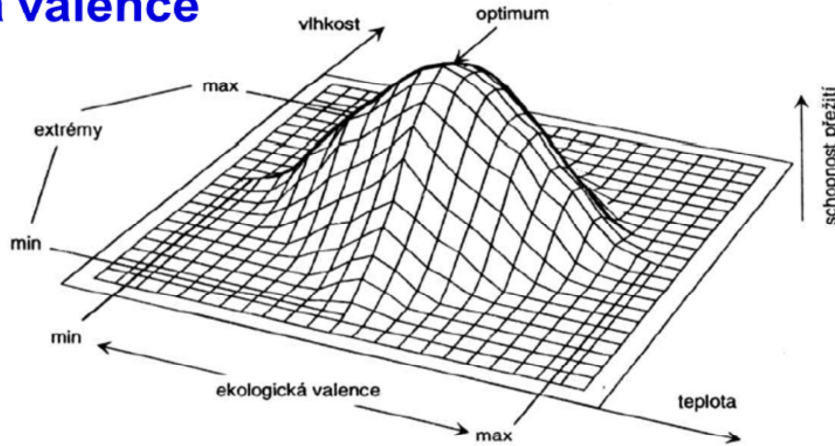
Biom představuje dílčí oblast [biosféry](#), charakterizovanou určitým typem [biotických](#) a [abiotických podmínek](#) (zejména klimatickými a [hydrologickými](#) faktory a [půdními](#) a [geologickými](#) poměry, které dávají vznik určitým charakteristickým typům [rostlinných](#) a [živočišných společenstev](#)).

Termínem **ekologická nika** (resp. **nika**) se v obecné [ekologii](#) označuje souhrn životních podmínek, které umožňují životaschopnou existenci [populace](#) určitého [druhu](#). Tyto podmínky jsou určovány faktory prostředí, které lze dělit na abiotické (např. [teplota](#), [vlhkost](#), [sluneční záření](#)) a biotické (přítomnost potravy, [predátorů](#) a [zdrojů](#)).

Biotické složky prostředí

Ekologická nika - schéma

Ekologická valence



Ekologická valence je vyjádření schopnosti organismů snášet určitý faktor prostředí (např. teplotu, vlhkost,...). Znázorňuje se pomocí Gaussovy křivky. Šířka křivky odpovídá šíři valence, tedy rozsahu hodnot faktoru (na horizontální ose), které je daný druh schopen snášet (nejsou pro něj smrtící). Např. teplotní valence (termovalence) vyjadřuje, v jakém rozmezí teplot je schopen daný druh přežívat.

Základní rysy metabolismu jednotlivých živých organismů

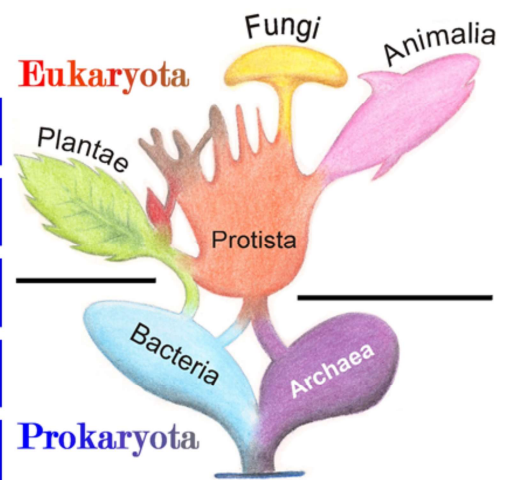
prokaryotní (*Monera*)

prvoci (*Protozoa*)

rostliny (*Plantae*)

houby (*Fungi*)

živočichové (*Animalia*)



[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-NC](#)

Klíčovými druhy mohou být i různí opylovači či roznašeči semen (plodů) nebo symbiotické organismy



Odstranění jediného klíčového druhu může někdy vyvolat tzv. vymírací kaskádu (→ pokles biodiverzity)

Klíčový druh je druh, který hraje klíčovou roli v ekosystému a jehož vymření (případně i jen výrazné zredukování početního stavu) může rozvrátit existující ekosystém či biotop. Často se jedná o dominantní rostlinné druhy, jejich opylovače nebo některé predátory. Jedním z klasických příkladů je vydra mořská (*Enhydra lutris*), která je klíčový druh v příbřežních porostech mořského dna. Po prudkém poklesu její populace v důsledku systematického lovu došlo k přemnožení ježovek, kterými se vydra mořská živí, kteréžto následně spásly rostlinný pokrov až na holé dno.

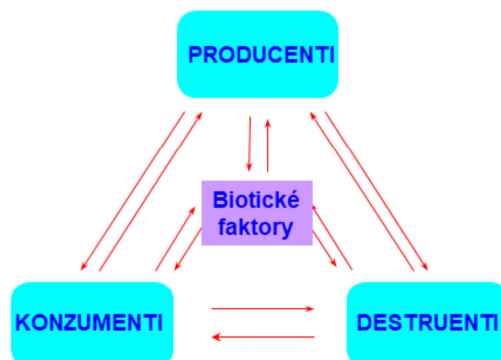
Ekosystémoví stavitelé

Samostatnou skupinu klíčových druhů představují tzv. ekosystémoví stavitelé (ecosystem engineers), kteří zásadním způsobem ovlivňují prostředí (fyzikální podmínky) společenstva i celé krajiny – např. bobři, žížaly, termity aj.



Samostatnou skupinu klíčových druhů představují tzv. ekosystémoví stavitelé (ecosystem engineers), kteří zásadním způsobem ovlivňují prostředí (fyzikální podmínky) společenstva i celé krajiny – např. bobři, žížaly, termity aj.

Základní složky ekosystému a jejich vzájemné vazby



Podle funkčního postavení v ekosystému a podílu na přeměně látek a energie lze organismy rozdělit na:

Producenty

Konzumenty

Destruenty

Živé organismy ekosystému tvoří podle vztahu k hmotě 3 skupiny:

1. producenti - jsou to rostliny, produkující kyslík, který podmiňuje existenci života na Zemi.
2. konzumenti - organické látky produkované zelenými rostlinami tvoří potravu pro konzumenty. Někteří konzumenti se stávají potravou pro jiné konzumenty. Tento tok hmoty a s ním spojený tok energie nazýváme potravní (trofický) řetězec.
3. Reducenti nebo destruenty - tvoří rozkladný potravinový řetězec.

Základní typy metabolismu

	Organismy			
	Foto-litotrofní	Fotoorgano-trofní	Chemo-litotrofní	Chemoorgano-trofní
Zdroj E	Světlo	Světlo	Oxidace	Oxidace
Zdroj H ⁺ , e	H ₂ O (H ₂ S)	Organické látky	H ₂ O (H ₂ S)	Organické látky
Zdroj C	CO ₂	CO ₂	CO ₂	Organické látky

Z hlediska výživy (trofiky, z řeckého *trofé* = výživa) dělíme organismy podle různých kritérií na několik základních metabolických typů: Podle formy přijímané energie dělíme organismy na *fototrofní*, které absorbují světelnou energii a přeměňují ji na energii chemickou (viz [fotosynthesa](#)), zatímco zdrojem energie organismů *chemotrofních* jsou různé chemické reakce (nejčastěji oxidace organických nebo anorganických látek).

Podle toho, zda jsou schopny syntetizovat organické látky, dělíme organismy na *autotrofní*, které jsou schopny přijímat anorganické látky (především oxid uhličitý) a syntetizovat z nich látky organické, a *heterotrofní*, které nemohou z oxidu uhličitého syntetizovat organické látky a musí je získávat z prostředí ve formě živin, obvykle z těl jiných organismů.

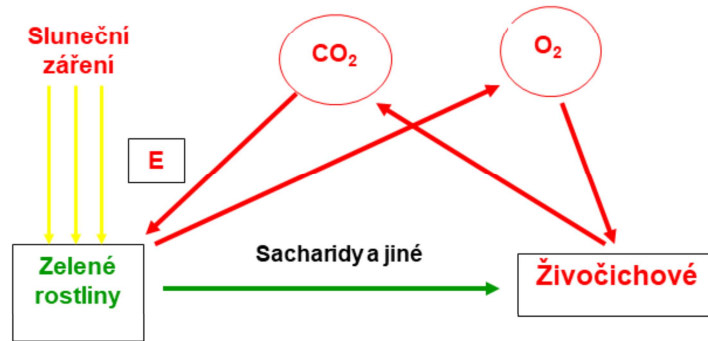
Podle zdroje vodíku, potřebného pro různé intracelulární redukční procesy, dělíme organismy na *lithotrofní* (řecky *lithos* = kámen), které využívají vodík z anorganických látek, a *organotrofní*, pro něž jsou zdrojem vodíku organické látky.

Tyto základní metabolické typy mohou být libovolně kombinovány; organismy autotrofní bývají, celkem logicky, většinou lithotrofní a naopak heterotrofové bývají organotrofní. V rámci jednoho organismu lze často určité skupiny buněk podle trofiky řadit do různých typů; např. kořenové buňky rostlin jsou chemoorganotrofní zatímco zelené buňky listů jsou fotolithotrofní.

Základní metabolismus

První skupina: typicky autotrofní organismy (pouze světlo a anorganické živiny)

Základní proces látkové výměny: fotosyntéza (asimilace CO_2)



Základní metabolismus

Druhá skupina – fotoorganotrofní – pouze bakterie jedné čeledi

Třetí skupina – chemolitotrofní – opět jen některé bakterie:

↙ ↘ nitrifikační – oxidace $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$

↙ ↘ sírné – oxidace S^0 a jejich sloučenin

↙ ↘ železité – oxidace Fe^{2+} na Fe^{3+}

Čtvrtá skupina – organismy heterotrofní – všichni živočichové a většina protistů

Většina organismů potřebuje vzdušný kyslík.

Mezi bakteriemi existují i další metabolické typy (konečným akceptorem – oxidace jiné látky:

↙ ↘ SO_4^{2-} - redukce na H_2S

↙ ↘ NO_3^- - denitrifikace na N_2 , N_2O

↙ ↘ CO_2 – redukce na CH_4

Fotoorganotrofní organismy, zejm. bakterie, využívají světelnou energii k syntéze biomasy a zdrojem živin jsou organické látky, např. soli organických kyselin, např. kyseliny jantarové či octové.

Základní metabolismus

Společný znak metabolismu heterotrofů – látkovým i energetickým zdrojem jsou organické látky z vnějšího prostředí

Konzumenti – konzumují živou biomasu (býložravci, masožravci)

Reducenti (destruenti, rozkladači) – konzumují biomasu mrtvou – heterotrofové z říše protistů – bakterie a houby

Zvláštní metabolické typy:

Bakterie a sinice vážící N: pomocí enzymu nitrogenázy dokáží rozbít neobyčejně pevnou vazbu molekulárního dusíku a vázat jej do organických nebo anorganických molekul

Bakterie schopné rozložit pevné, stabilní organické látky: CH₄, nasycené uhlovodíky, benzen..

Organismy žijící v extrémních podmínkách: horké prameny, Sahara, nasycený roztok NaCl, nízké pH..

Ekosystém = producenti + konzumenti + destruenti

Zdroj E – sluneční záření

1-5 % dopadajícího slunečního záření využívají k asimilaci

Polovina asimilované energie se ztrácí při dýchání a polovina (0,5 – 3 % dopadající E) je využito ke tvorbě biomasy

Zbytek sluneční E

- odraz (10-25 %)
- absorpce rostlinami – přeměna na tepelnou E – spotřeba jako výparné teplo vody – přebytek (80 %) vyzářen ve formě tepelného záření

Živí se těly producentů:

- primární (býložravci)
- sekundární
- terciární

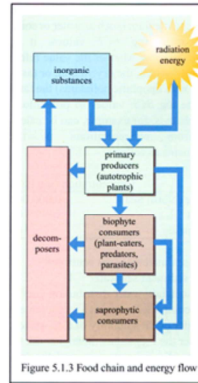


Figure 5.1.3 Food chain and energy flow

Žijí z těl a odpadů jiných organismů (zbytky, odumřelé organismy)

Výsledek činnosti destruentů – nic se neakumuluje, vše je znovu využito a znovu zapojeno do koloběhu látek

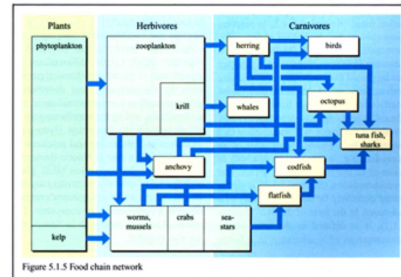


Figure 5.1.5 Food chain network

Producenti

Producenti (P) – autotrofní organismy tvořící z jednoduchých anorganických látek látky organické, buď prostřednictvím fotosyntézy (zelené rostliny, sinice), nebo chemosyntézy (některé bakterie, např. sírné či nitrifikační).



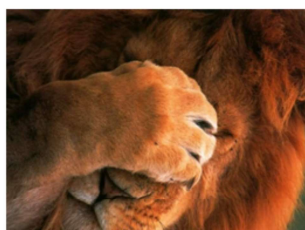
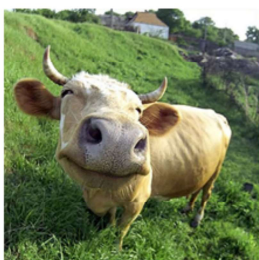
Primární producenti autotrofní organismy, přeměňující anorganické látky v organické. Dokáží chemicky vázat energii do své biomasy
tato energie udržuje životní procesy všech organismů v potravním řetězci
během průchodu potravním řetězcem degraduje a přeměňuje se v mechanickou energii a teplo

Konzumenti

Konzumenti (K) – heterotrofní organismy (většina živočichů), živící se **přímo či nepřímo organickými látkami vytvořenými producenty.**

Podle typu výživy se dělí na:

- (1) býložravce (herbivoři, fytofágové, K1),**
- (2) masožravce (karnivoři druhého řádu - K2, třetího řádu - K3 atd.**
- (3) všežravce (omnivoři).**



Destruenti (rozkladači, dekompozitoři)

Destruenti (rozkladači, dekompozitoři, D) – různé skupiny organismů živící se mrtvou organickou hmotou (detritem); tu postupně rozkládají až na jednoduché látky – CO_2 , H_2O , aminokyseliny, minerální živiny, které mohou být opět využity producenty.

Patří sem **heterotrofní organismy** makroskopických i mikroskopických rozměrů (hlavně houby a bakterie, dále žížaly, hmyz (např. chvostoskoci), prvoci, roztoči, mnohonožky, stonožky aj.)

Žijí převážně v půdě (kde tvoří součást edafonu), zčásti též na povrchu rostlin i na různých odumřelých organických zbytcích



stonožka
a
škvorová



chvostoskok

Produkce ekosystému

Autotrofními organismy (tj. producenty) vyprodukované organické látky tvoří primární produkci ekosystému.

Produkce = vytvořená biomasa [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$]

Fotosyntézou vzniká určité množství biomasy, tzv. hrubá primární produkce (P_G), která je závislá na výkonnosti fotosyntetického aparátu porostu či rostliny; nelze ji však v přírodě přímo měřit, protože rostlina část asimilované energie ztrácí v podobě tepla dýcháním - v průměru kolem 50 [- 75] %.

$$P_G = P_N + R$$

R – ztráty dýcháním rostlinných orgánů

P_N - čistá primární produkce

Předpokladem toku energie a koloběhu látek (biologických cyklů) je schopnost živých soustav vytvářet organické látky z látek anorganických a v nich poutat sluneční energii ve formě chemických vazeb. V tom spočívá základní význam nejdůležitější funkční složky ekosystémů, primárních producentů. Rychlost produkce biomasy označujeme jako produktivitu. **Primární produktivita** (primární produkce) je rychlost, jíž se v důsledku fotosyntetické činnosti producentů (zelených rostlin) využívá energie ve formě organických látek, jež mohou vytvářet přírůst rostlin (biomasu) nebo jsou využity konzumenty jako potrava.

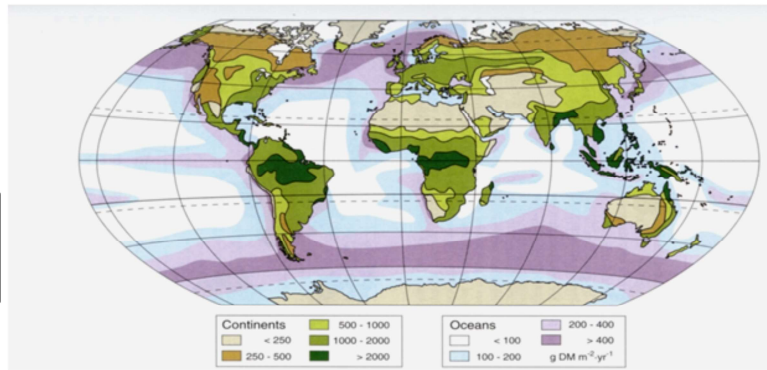
Jednoduše řečeno, je to množství biomasy vytvořené autotrofními organismy (primárními producenty) za jednotku času, při spotřebě energie

Primární produkce ekosystému

Primární produkce obecně roste od pólů k rovníku
v závislosti na růstu:

- ↗ Intenzity světla
- ↗ Průměrné teploty
- ↗ Délky vegetačního období

Roční čistá primární
produkce Země
(g sušiny. m⁻². rok⁻¹)



V současných (anglických) pracích bývá často produktivita vyjádřena jako g DM (= dry matter, sušina).m⁻².yr⁻¹.

Sekundární produkce ekosystému

Organické látky vytvořené v tělech všech heterotrofních organismů (konzumentů a destruentů) odpovídají **sekundární produkci ekosystému.**

Produktivita představuje množství energie vázané do nové biomasy (sušiny) vztážené na určitou plochu za jednotku času, např. za celý rok, nebo jen za vegetační periodu [kg .m⁻². rok⁻¹; g C . m⁻² . rok⁻¹].

- ↙ **V terestrických ekosystémech** produktivita obecně klesá s rostoucí nadmořskou výškou a rostoucí ariditou klimatu, a zpravidla stoupá s rostoucím množstvím dostupných živin (hlavně N, P, K)
- ↙ Asi 3/4 plochy Země pokrývají **málo produktivní ekosystémy** – otevřené oceány, pouště a polopouště, tundra, oligotrofní jezera
- ↙ **Nejvyšší produktivitu** mají tropické deštné lesy, monzunové lesy, korálové útesy; intenzivně obdělávaná půda

Sekundární produkce ekosystému

Vyšší produktivita většinou úzce koreluje s vyšším druhovým bohatstvím; výjimkou jsou druhově velmi bohatá společenstva na chudých půdách v jižní Africe a v Austrálii

V mořích a oceánech jsou nejproduktivnější vody při pobřeží (dokonalé promíchání díky bouřím a mořským proudům), výstupné proudy lokálně výrazně zvyšují produktivitu mořského ekosystému !

Chladné vody jsou produktivnější než teplé (zřejmě proto, že jsou bohatší na živiny (např. fosfáty jsou více rozpustné v chladnější vodě)

Energie se v ekosystému zpravidla nemůže výrazněji hromadit (× fosilní paliva) → jednostranný tok energie, který je realizován prostřednictvím trofických vztahů.

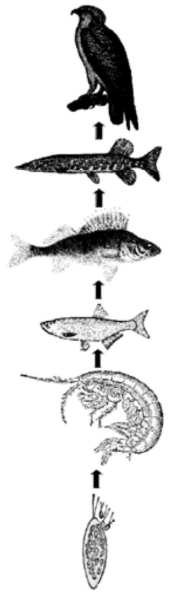
Potravní řetězce

Přenosy látek a energie v ekosystémech se uskutečňují v potravních (trofických) řetězcích, které propojují jednotlivé potravní úrovně.

Potravní řetězec představuje posloupnost (sled) organismů, které jsou ve vzájemných potravních závislostech, tj. jeden požívá druhého, přičemž sám se stává potravou v následující trofické úrovni.

Obecně: $P \rightarrow K_1 \rightarrow K_2 \rightarrow K_3 \rightarrow \dots$

V každém ekosystému musí existovat minimálně 2 trofické úrovně.



Potravní řetězec popisuje potravní vztahy mezi druhy v ekosystému, tj. které druhy požívají které. Jinými slovy ukazuje, jak se v rámci ekosystému přesunuje biologický materiál a energie z jednoho druhu na druhý.

Obvykle se vztah mezi sežírajícím a sežíraným organismem v diagramu znázorňuje pomocí šipky, která reprezentuje přenos biomasy. Organismy jsou seskupeny do skupin (tzv. trofických úrovní) podle toho, jak jsou vzdáleny od primárních producentů. Primární producenti, autotrofní organismy, dokážou vyrábět složité organické látky (tedy vlastně „potravu“) jen ze zdrojů energie a anorganického materiálu. Těmito organismy jsou obvykle fotosyntetizující rostliny a řasy, ale ve vzácných případech to mohou být i chemotrofní organismy, jako tomu je například na dně hlubokých moří.

Potravní řetězce

Potravní řetězce mívají v průměru **4 články**:

Nejdelší trofické řetězce jsou ve vodních ekosystémech,
např. fytoplankton → zooplankton → drobné ryby →
dravé ryby → draví kytovci → lední medvěd
(maximálně kolem 10 článků)

Existují **3 typy potravních řetězců** (podle toho, zda začíná živou biomasou či mrtvou organickou hmotou):

- ↪ **pastevně-kořistnický**
- ↪ **detritový (= dekompoziční)**
- ↪ **parazitický – spojuje různé skupiny parazitů (cizopasníků)**

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

Pastevně kořistnický potravní řetězec - začíná živou biomasou primárních producentů konzumenti (býložravci = herbivoři masožravci = karnivoři)

Detritový potravní řetězec

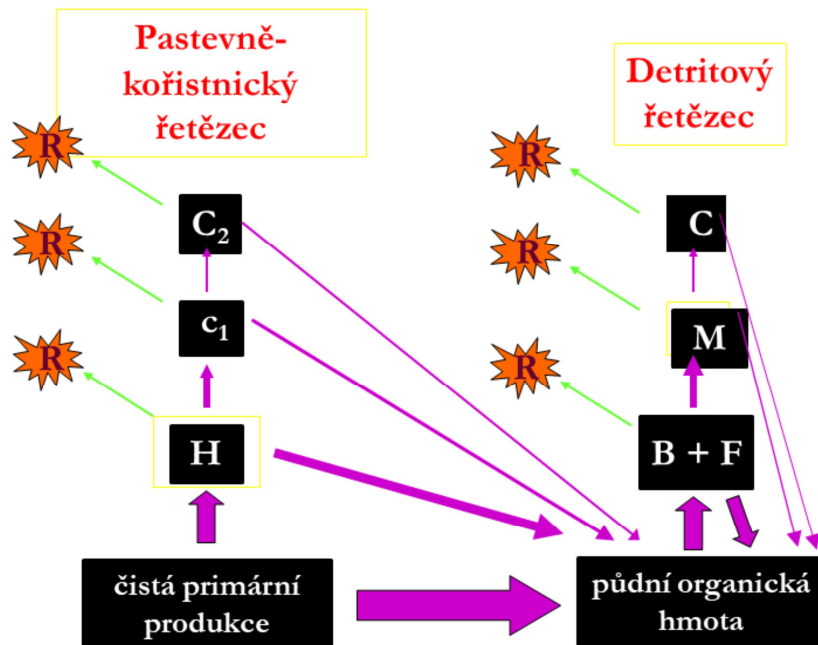
Potravní řetězec je vázán na mrtvou biomasu

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.



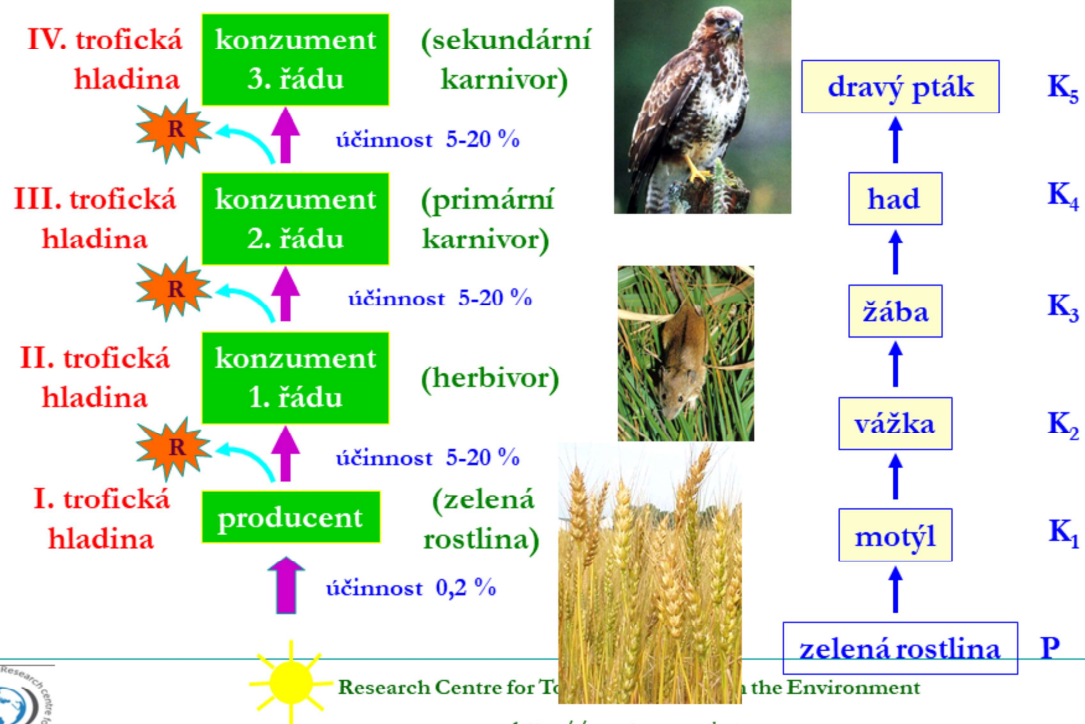
H – herbivoři, C₁- primární karnivoři, C₂- sekundární karnivoři; B – bakterie, F – houby, M – mikrobivoři (prvoci aj.), C – karnivoři, R – respirační ztráty

MUNI | RECETOX

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
- energie 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

Pastevně-kořistnický řetězec



Research Centre for Technology and the Environment

<http://recetox.muni.cz>

65

Účinnost se týká transferu energie mezi jednotlivými články potravního řetězce.

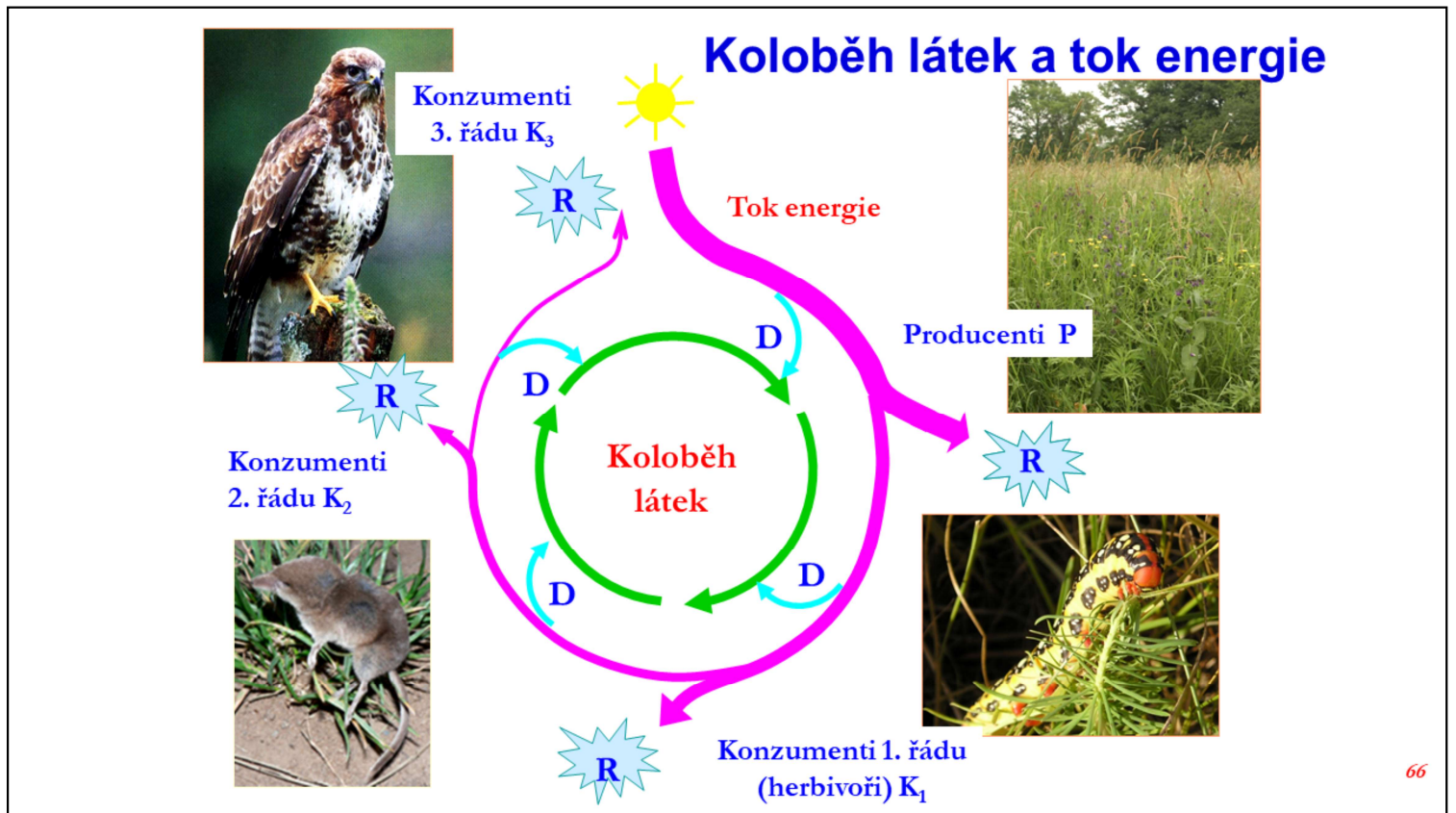
Mezi primární a sekundární produktivitou je obecně pozitivní vztah

Většina primární produktivity neprojde pastevním systémem

Býložravci nezkonsumují všechnu biomasu rostlin

Ne všechna zkonsumovaná biomasa se asimiluje a včlení do biomasy konzumentů (výkaly)

Ne všechny asimilovaná energie se přemění v biomasu (respirační teplo).



66

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)

Potravní síť

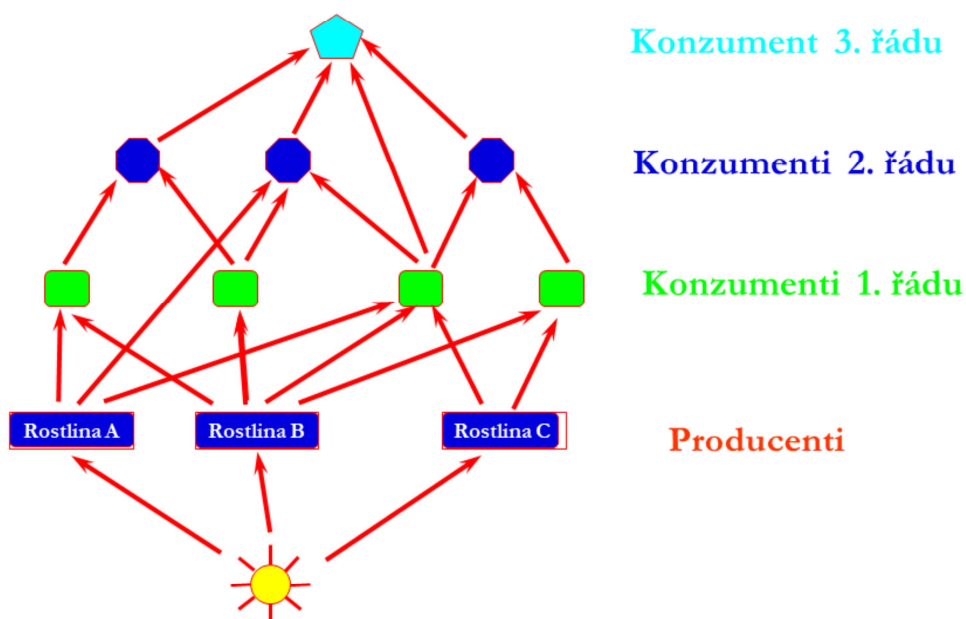
Potravní (= trofická) síť představuje systém vzájemně propojených potravních řetězců (ukazuje, které druhy v rámci biocenózy jsou spolu potravně propojeny).

Čím je potravní síť určitého biotopu hustší, tím stabilnější zde bývá biologická rovnováha;

Potravní (trofická) síť

- Vzniká propojením potravních řetězců
- Čím jsou potravní sítě v ekosystému složitější, bohatší a rozmanitější, tím je daný ekosystém stabilnější (souvisí i s počtem druhů v ekosystému)
- Důležitou roli hrají zpětné vazby
- Délka potravních řetězců odráží celkovou bilanci živin v ekosystému
- čím méně živin, tím delší řetězec (a pomalejší obrat a minimální ztráty živin)
- Krátké řetězce pracují rychle, ale s velkými ztrátami hmoty
- málo druhů = jednoduché řetězce = velký využitelný přebytek (podstata zemědělských monokultur)

Potravní síť



MUNI | RECETOX

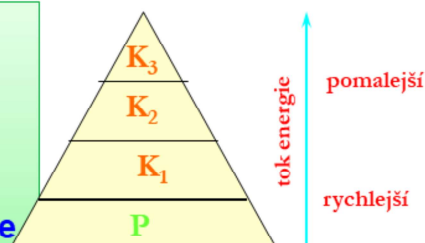
Potravní (trofická) síť

- Vzniká propojením potravních řetězců
- Čím jsou potravní sítě v ekosystému složitější, bohatší a rozmanitější, tím je daný ekosystém stabilnější (souvisí i s počtem druhů v ekosystému)
- Důležitou roli hrají zpětné vazby
- Délka potravních řetězců odráží celkovou bilanci živin v ekosystému
- čím méně živin, tím delší řetězec (a pomalejší obrat a minimální ztráty živin)
- Krátké řetězce pracují rychle, ale s velkými ztrátami hmoty
- málo druhů = jednoduché řetězce = velký využitelný přebytek (podstata zemědělských monokultur)

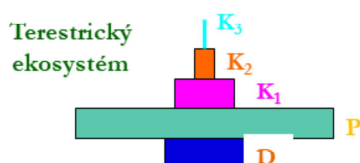
Ekologické pyramidy

Potravní závislosti, tj. postupný pokles celkové biomasy, energie či počtu jedinců v jednotlivých trofických úrovních lze graficky znázornit pomocí ekologických pyramid.

Pyramida energie – představuje neobjektivnější způsob vyjádření trofické struktury ekosystému (je náročná na údaje ...); má vždy klasický tvar, protože všechny energetické přechody jsou spojeny se ztrátou energie



Pyramida biomasy – každou trofickou úroveň zastupuje biomasa organismů



Biomasa producentů bývá nejméně 1000krát větší než biomasa K + D.

MUNI | RECETOX

S trofickou úrovní klesá biomasa i produkce = potravní (trofická) pyramida

Ztráty energie v trofických řetězcích

Čím delší potravní řetězec, tím větší ztráty energie

S trofickou úrovní klesá biomasa i produkce

potravní (trofická) pyramida

Pyramida (a) množství a trofických úrovní v ekosystému (b) energie a individuální velikosti potravního řetězce

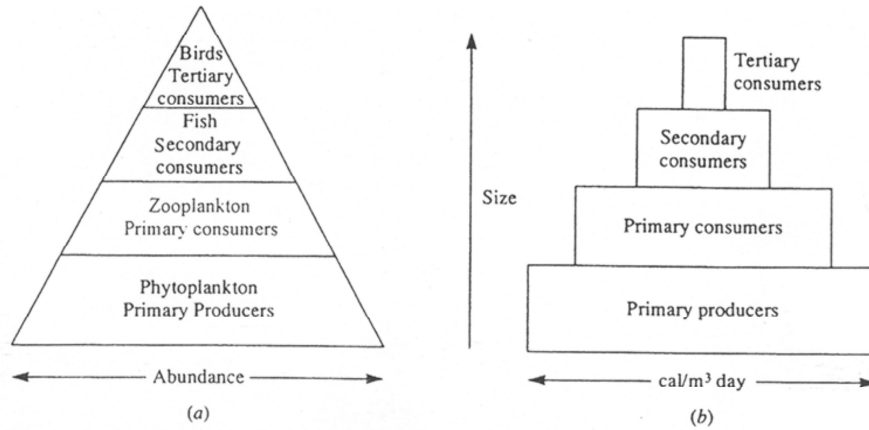
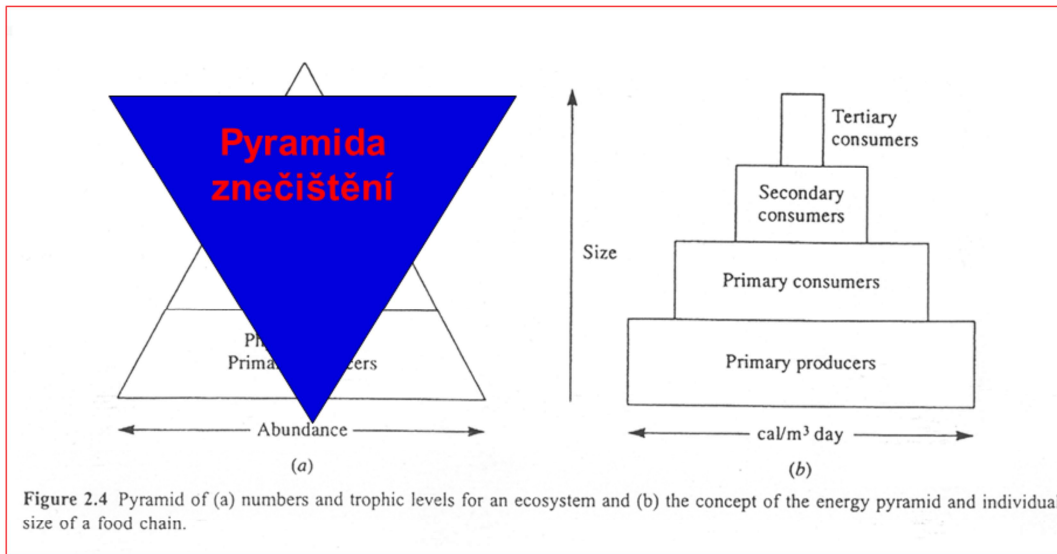


Figure 2.4 Pyramid of (a) numbers and trophic levels for an ecosystem and (b) the concept of the energy pyramid and individual size of a food chain.

Pyramida (a) množství a trofických úrovní v ekosystému (b) energie a individuální velikosti potravního řetězce



MUNI | RECETOX

Pyramida četnosti

Pyramida četnosti – odráží jev, že počet jedinců od první k poslední trofické úrovni (vrcholové predátory) se obvykle strmě zmenšuje

↪ Při přechodu na vyšší trofickou úroveň je pokles početnosti doprovázen zvětšením rozměrů

↪ Obrácené poměry jsou u parazitických řetězců (parazitě jsou menší a početnější než hostitel)

↪ Existují i „obrácené“ pyramidy četnosti – např. strom s velkým počtem herbivorního hmyzu



MUNI | RECETOX