

# Základy ekologie

Ekologie je věda, která se zabývá studiem **vzájemných vztahů mezi organismy a prostředím** (včetně vztahů mezi organismy navzájem).

## Základní pojmy

**biotop (stanoviště, habitat)** = podmínky, ve kterých se daný organismus může vyskytovat

*příklady: biotopem kamzíka jsou horské skály, biotopem cejna jsou hluboké stojaté vody, biotopem rosničky jsou koruny stromů v listnatých lesích ap.*

**areál** = geograficky vymezená oblast výskytu; část planety, kde je daný druh rozšířen

**kosmopolit** = druh rozšířený na celé planetě, často průvodce člověka (*např. člověk, potkan, myš, pýr...*)

**endemit** = druh s velmi malým areálem rozšíření, vyskytuje se jen na jednom místě na Zemi (*např. hořeček český*)

Endemiti a jejich biotopy bývají předmětem přísné ochrany.

Endemické druhy v ČR většinou patří mezi tzv. **glaciální relikty** (= pozůstatky po posledním zalednění, zpravidla v horách).

**populace** = soubor jedinců jednoho druhu na jednom místě (*např. populace kaprů v přehradě, populace smrku v Jeseníkách, populace lidí na Zemi, populace roztočů v koberci...*)

**nika** = soubor vazeb mezi organismem a prostředím; nika zahrnuje pouze ty části biotopu, které jsou organismem využívány (nebo které ovlivňuje); v jednom biotopu mohou žít organismy, které využívají různou niku (například leknín a kapr); pokud dva organismy využívají stejnou niku (loví stejnou potravu, hnízdí na stejných místech...), pak si konkurují

**společenstvo (cenóza)** = soubor více druhů živých organismů na určitém místě, například:

**plankton** = společenstvo drobných organismů vznášejících se ve vodě (lze upřesnit např. podobou *zooplankton, fytoplankton* ap.)

**bentos** = společenstvo organismů žijící na dně stojatých nebo tekoucích vod

**edafon** = společenstvo organismů žijících v půdě

**fytocenóza** = společenstvo všech rostlin

**zoocenóza** = společenstvo všech živočichů (existují i pojmy *mykocenóza* a *bakteriocenóza*)

**biocenóza** = společenstvo všech živých organismů

**ekosystém** = soubor všech živých organismů a neživého prostředí daného místa, tj. biocenóza + abiotické podmínky (půda, vzduch, voda, světlo, teplo...). Vymezení pojmu je značně volné. Ekosystémem může téměř cokoliv, co obsahuje nějakou živou složku, například rybník, louka, les, smetiště, akvárium, květináč, dům, oceán ap.

**biom** = soubor podobných ekosystémů ("obří ekosystém", který je charakteristický pro určité klimatické podmínky na Zemi

*příklady biomů: tropické deštné lesy, tropické pouště, smíšené lesy mírného pásu, tajga, tundra, korálové útesy...*

**biosféra** = soubor všech ekosystémů na Zemi, část Země obývaná živými organismy

## Abiotické složky prostředí

### Ekologická valence

Každý organismus může žít pouze v určitém rozpětí podmínek. Rozpětí těchto podmínek se nazývá **ekologická valence**. Hranicí tohoto rozpětí jsou mezní podmínky, ve kterých organismus ještě může přežít (minimum, maximum). Podmínky, při kterých se organismu daří nejlépe, se nazývají **optimum**.

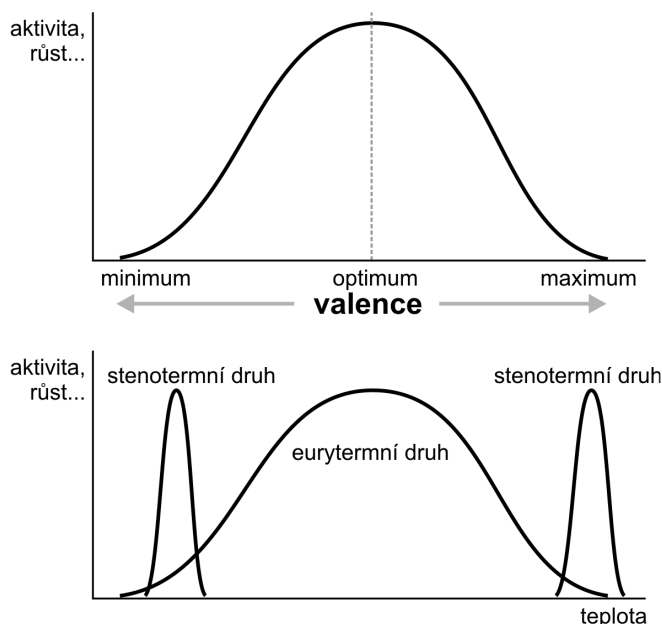
Pro každou z podmínek (teplota, obsah kyslíku, množství vody...) může být valence různá.

Ten z faktorů, který nejvíce omezuje růst, se nazývá **limitující faktor**.

(Pro většinu našich rostlin je limitujícím faktorem množství vody, v pořadí dalším limitujícím faktorem bývá  $CO_2$  nebo světlo.)

Některé druhy mohou mít velmi širokou valenci (označují se předponou **eury-**, *např. eurytermní*), jiné druhy snesou jen velmi úzké rozpětí podmínek (označují se předponou **steno-**, *např. stenotermní*).

Druhy s úzkou valencí často slouží jako **bioindikátory** určitých podmínek. (Například lišejníky jsou bioindikátory nízkého obsahu  $SO_2$  v ovzduší, pstruzi jsou bioindikátory vysokého obsahu kyslíku ve vodě ap.)



# Základní abiotické faktory

Následující přehled abiotických faktorů je nutné chápat pouze jako inspirativní příklad. Přehled není úplný a uvedené příklady působení jednotlivých složek nejsou (ani nemohou být) vyčerpávající.

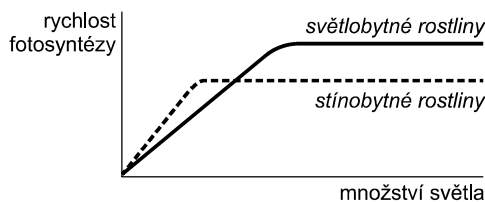
## Sluneční záření

Je jediným vstupem energie do biosféry. Pro živé organismy je důležité především viditelné světlo a z něj především červená a modrá složka, využitelná při fotosyntéze rostlin.

Intenzita světla přímo ovlivňuje produkci fotosyntézy. **Světlobytné rostliny** vyžadují vyšší intenzitu světla, při které mohou dosahovat i vyšších výnosů. **Stínobytné rostliny** mohou žít i při nižší intenzitě světla; při větším množství světla je však jejich fotosyntetická produkce nižší než u světlobytných rostlin.

Život rostlin ovlivňuje i **délka dne**. Rostliny mírného pásu vyžadují v období vegetace až 16 hodin světla (**dlouhodobní rostliny**). Tropické rostliny vyžadují pouze přibližně 12 hodin světla, zato po celý rok (**krátkodenní rostliny**).

Adaptací na specifické spektrální složení světla jsou pomocné fotosyntetické pigmenty červených a hnědých řas, které lépe využívají ty složky spektra, které pronikají do větších hloubek vody.



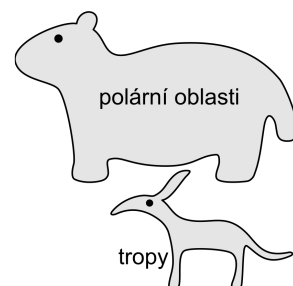
## Teplota

Většina organismů vyžaduje teplotu, při které je voda v tekutém stavu (tj. nad 0 °C) a ještě nedochází k denaturaci některých organických látek, například bílkovin (tj. přibližně do 60°C). Teplotní optimum pro většinu organismů se pohybuje v rozmezí od 20° do 30° C.

**Rostliny** adaptované na nízké teploty často vytvářejí vyšší množství **antokyanů** (které se na světle zahřívají), rostliny z extrémně teplých míst často vytvářejí těkavé **silice** (které při odpařování rostlinu ochlazují).

Většina **živočichů** nemá stálou tělní teplotu, a proto je jejich aktivita závislá na teplotě prostředí. Ptáci a savci mohou udržet **stálou tělesnou teplotu**, což umožňuje jejich rozšíření i v chladných oblastech nebo aktivitu v zimních měsících roku.

Udržení stálé tělesné teploty je velmi **energeticky náročné** (savci a ptáci mají vyšší nároky na kyslík i na množství potravy) a vyžaduje **tepelně izolační vrstvu** na povrchu těla (peří, srst, tuková vrstva). Průměrná teplota prostředí se u teplokrevných živočichů odráží i na jejich vzhledu: Živočichové z polárních oblastí mají (v porovnání s příbuznými druhy žijícími v teplejších oblastech) nejen delší srst a silnější vrstvu izolačního tuku ale jsou také větší (tzv. **Bergmanovo pravidlo**) a mají relativně kratší tělní výběžky, např. uši, nohy nebo ocas (tzv. **Allenovo pravidlo**).



## Voda

Je univerzálním rozpouštědlem, jsou na ní závislé všechny metabolické procesy.

**Rostliny trvale adaptované na vodní prostředí** (tzv. hydrofyty) nemusí vytvářet žádnou izolační vrstvu (kutikulu), zato často **obsahují provzdušňovací pletiva**, která brání anaerobním hnilobným procesům. **Rostliny suchých stanovišť** (xerofyty) naopak mají silnou izolační vrstvu (**kutikulu** a často také **voskovou vrstvu**), rychlému odpařování vody často brání **husté krycí trichomy** (zvláště na spodní straně listů, kde je nejvíc průduchů). Suchému prostředí jsou nejlépe přizpůsobeny kaktusy a další sukulenty, které vytvářejí **zásobní vodní pletiva** a často zmenšují svou plochu tím, že mají zcela **zakrnělé listy** a asimilační funkci přebírá zelený stonek.

**Adaptaci živočichů na vodní prostředí** je **dýchání žábami nebo celým povrchem těla**. Teplokrevné obratlovce před prochlazením ve vodě chrání **hustý tělní pokryv** (peří, srst), dobře **promašťovaný mazovými žlázami**. **Adaptaci k trvalému životu na souši** jsou vylučovací soustavy umožňující šetřit vodou (**Malpighiho žlázy, nefrony s Henleovou kličkou**), izolační vrstva na povrchu (**kutikula, chitin, rohovina...**) a dýchací orgány v podobě vchlípených dutin, které umožňují udržet vlhký povrch, nutný pro difúzi dýchacích plynů (**plíce, plicní vaky, vzdušnice**).

## Půda

Svým složením ovlivňuje především život rostlin. Velmi důležitý je obsah rozpuštěných minerálních solí, který je pro mnohé rostliny limitujícím faktorem.

Například některé rostliny vyžadují vysoký obsah **dušíkatých živin** v půdě (**bez černý, kopřiva dvoudomá...**), a proto je můžeme považovat za bioindikátory dusíku v půdě. Jiné rostliny jsou adaptovány na život v **půdách s nedostatkem dusíkatých látek** (např. v rašeliništích); příkladem extrémní adaptace je **masožravost**, kdy rostliny získávají dusíkaté látky rozkladem bílkovin z ulovené kořisti.

Významný vliv na rostliny má také **pH půdy**. Bioindikátorem **kyselých půd** jsou například **borůvky a vřes**. Bioindikátorem **zásaditých půd** jsou některé **ostrice, borovice černá** ap.

Na život organismů mají samozřejmě vliv i další vlastnosti půdy (vlhkost, obsah stopových prvků, struktura, množství humusu ap.).

# Biotické složky prostředí – populace

Život každého jedince v populaci ovlivňují ostatní příslušníci téže populace i příslušníci jiných populací (jiných druhů).

## Vztahy uvnitř populace

Organismy uvnitř populace **využívají stejnou niku** (potravu, místo pro hnízdění, sluneční záření...), a proto si **konkurují**.

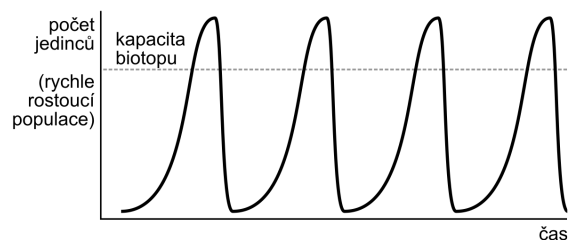
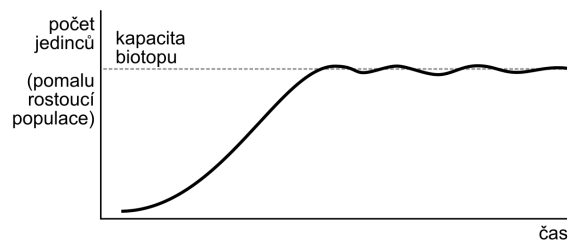
Při optimálních podmínkách jsou jedinci v populaci rozmístěni tak, aby si konkurovali co nejméně. U vývojově vyšších organismů je možné pozorovat i projevy **sociálního altruismu**, kdy jednotliví jedinci záměrně omezují své potřeby ve prospěch přežití celé populace (sociální hmyz, někteří ptáci a savci ap.).

**Růst populace** je odrazem podmínek na stanovišti. V každém biotopu jsou podmínky pouze pro omezený počet jedinců. Překročení této hranice vede k vyčerpání možností biotopu a zákonitě se projeví zastavením růstu populace.

**Pomalou rostoucí populace** se k limitující hranici blíží pomalu. Postupné vyčerpávání podmínek se odrazí na pomalejším populačním přírůstku („S křivka“). V okamžiku, kdy populace překročí kritickou hranici, její růst se zastaví a početnost kolísá kolem limitující hranice.

**Rychle rostoucí populace** nestihne včas reagovat na zhoršující se podmínky.

Výrazné překročení limitující hranice způsobí vážné narušení rovnováhy, například úplné vyčerpání potravních zdrojů („J křivka“). To se projevuje hromadným úhynem celé populace. Zbylí jedinci postupně začnou využívat uvolněnou niku a populace opět začne růst. Celý proces se může cyklicky opakovat.



## Vztahy mezi populacemi

Dvě populace v tomtéž biotopu na sebe mohou různě působit.

**neutralismus** - oběma populacím je soužití lhostejné, neškodí ani neprospívá, v přírodě častý případ (např. smrk a liška)

**konkurence** - soužití oběma populacím škodí, oba druhy využívají stejnou niku (např. myš a hraboš)

**komenzalismus** - pro jednu populaci (tzv. komenzály) je soužití prospěšné, druhé populaci je soužití lhostejné (neškodí ani neprospívá), mnoho druhů se adaptovalo na komenzalismus s populací člověka (např. holub a člověk, šakal a lev)

**predace** - jedna populace (predátor) se živí příslušníky jiné populace (kořist); predátor je větší než jeho kořist a početnost jeho populace je nižší než početnost populace kořisti.

Mezi populací predátora a kořisti často existuje **zpětná vazba**, kdy růst populace predátora vyvolá pokles populace kořisti. Pokles populace kořisti znamená omezení potravních zdrojů a vyvolá následný pokles populace predátora. Díky poklesu populace predátora se vytvoří lepší podmínky pro populaci kořisti a ta může opět růst. Obě populace tak cyklicky kolísají kolem určitých hodnot a nehrozí nebezpečí, že by se některá z nich přemnožila nad únosnou mez.

**parazitismus** - obdoba predace, kdy parazit je menší než jeho hostitel a početnost jeho populace je vyšší než početnost populace hostitele

**symbióza (mutualismus)** - obě populace mají ze soužití prospěch, soužití je vzájemně výhodné

Terminologická poznámka: V novodobé vědecké terminologii je někdy pojmem „symbióza“ označováno *jakékoliv* soužití dvou druhů organismů (tj. i komenzalismus, predace ap.) a pro vzájemně výhodné soužití je používán pouze termín „mutualismus“. V běžné komunikaci (včetně sdělovacích prostředků) se však tento nový význam nevžil, a proto se v tomto přehledu přikláníme k „tradičnímu“ (a všeobecně srozumitelnému) vymezení symbiózy jako soužití, které je vzájemně prospěšné. V tomto tradičním pojetí býval někdy pojem „mutualismus“ chápán jako zvláštní typ velmi úzké symbiózy, kdy jsou dva organismy na sobě natolik závislé, že samostatně nemohou přežít (například houba a sinice v lišejníku).

Dlouhodobé soužití vytvoří mezi všemi populacemi v biocenóze relativní **rovnováhu**. Narušení této rovnováhy (například vymizení určitého predátora, vysazení nového druhu ap.) může ovlivnit nejen několik populací, ale může katastrofálně narušit rovnováhu v celém ekosystému (např. neuvážené vysazení králíků v Austrálii, zavlečení dravých asijských hvězdic do evropských moří, šíření kavkazského bolševníku a asijské křídlatky v Čechách...).

Přirozených predátorů nebo parazitů se využívá při **biologickém boji proti škůdcům**. Jeho výhodou je nejen menší zátěž pro životní prostředí (žádné chemikálie), ale především dlouhodobé působení a (díky existující zpětné vazbě) také záruka, že žádná z populací se nemůže přemnožit. Logickou nevýhodou je fakt, že biologický boj je pomalejší a že se nikdy nepodaří škůdce vyhubit úplně. Podle moderních poznatků však není možné (ani žádoucí) žádného škůdce vyhubit úplně. Totální vyhubení určitého „škodlivého“ druhu otevře prostor pro přemnožení jiného (dosud „neškodného“) druhu a tím přispěje ke „stvoření“ nového „škůdce“.

# Ekosystém

Ekosystém je základní funkční jednotkou biosféry. Zahrnuje všechny živé organismy a neživé složky daného místa. Studium ekosystémů se soustředí na dvě hlavní charakteristiky: **koloběh živin** a **tok energie**.

## Koloběh živin - potravní řetězec

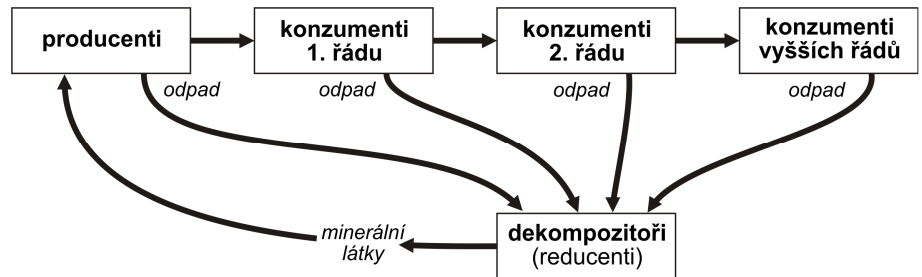
Podle postavení v potravním řetězci se rozlišují tři základní typy organismů.

**producenti:** vytvářejí organické látky z látek anorganických, provádějí fotosyntézu. Producenty jsou proto všechny zelené rostliny a další autotrofní organismy (sinice ap.)

**konzumenti:** živí se těly jiných organismů, rozlišují se podle pořadí v potravním řetězci na **konzumenty 1. řádu** (býložravci, živí se producenty), **konzumenty 2. řádu** (predátoři nebo paraziti, živí se primárními konzumenty) a **konzumenty vyšších řádů**

**dekompozitoři:** živí se odumřelými těly jiných organismů (např. houby, půdní hlístice, kroužkovci, roztoči ap.). Konečnými dekompozitory jsou bakterie které přeměňují organické látky na anorganické, čímž poskytují minerální živiny producentům.

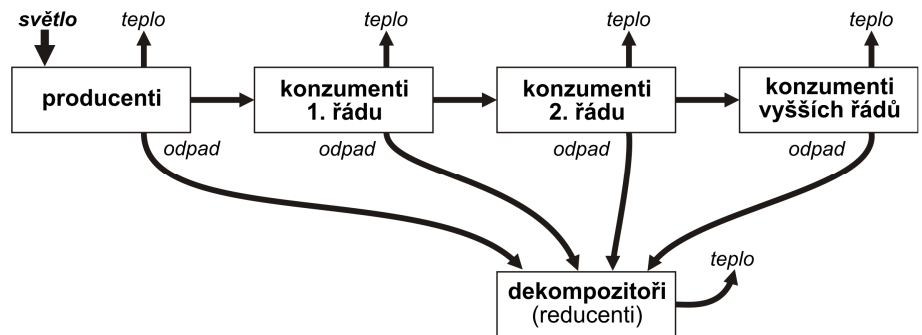
Potravní (neboli **trofické**) řetězce mohou být velmi komplikované a jeden druh může mít několik postavení (např. všežravci jsou současně primárními i sekundárními konzumenty). Velmi často se jednotlivé řetězce kombinují do složitých **potravních sítí**.



Potravní řetězce od producentů ke konzumentům se nazývají **pastevně-kořistnické**. Veškeré zbytky (odpadní látky a uhynulá těla) se stávají základem pro **detritické (rozkladné) řetězce**, jejichž jednotlivé články tvoří dekompozitoři.

## Tok energie

Pro každý ekosystém je zdrojem energie **sluneční záření**, ukládané producenty (rostlinami) při fotosyntéze do energie chemických vazeb v organických látkách. Každý článek potravního řetězce využije průměrně pouze 10 - 20 % přijatých organických látek jako stavební látky, zbytek mu slouží jako zdroj energie a v konečné podobě se uvolní do okolí v podobě tepla. Z tohoto zjištění vyplývají dva závěry:

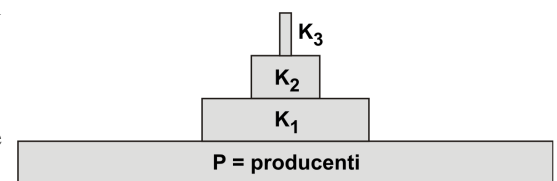


- Energie (na rozdíl od živin) v ekosystému nekoluje, pouze jím protéká. Veškerá přijatá světelná energie se nakonec vrátí do okolí v podobě tepla.

- Konzumenti potřebují ke stavbě svého těla průměrně 5-10 krát větší množství potravy, než sami váží.

Z druhého závěru lze odvodit několik dalších důsledků. V každém ekosystému musí logicky hmotností (biomasou) převažovat producenti, méně (zhruba 5 až 10 krát) je primárních konzumentů, ještě méně je sekundárních konzumentů atd.

Poměr jednotlivých článků potravního řetězce lze graficky vyjádřit tzv. **potravní pyramidou**. Z potravní pyramidy například logicky vyplývá, že konzumace masa je mnohem větší zátěží pro ekosystém než konzumace rostlin (aby kráva vytvořila 1 kg masa, musí konzumovat mnohonásobně větší množství rostlin).



Postavení v potravním řetězci se odráží také v koncentraci neodbouratelných škodlivin v těle. Některé látky (např. těžké kovy, některé pesticidy ap.) se nemohou z těla odstranit a v organismu se postupně hromadí po celou dobu života. Každý jedinec tak v sobě kumuluje látky, které byly obsaženy v jeho potravě. Každý konzument má proto ve svém těle zhruba 5–10 krát vyšší koncentraci škodlivin než předcházející články potravního řetězce. Nejvyšší koncentraci mají těla konzumentů nejvyšších řádů, stojících na vrcholu potravní pyramidy (velcí dravci a také člověk).

## Vývoj ekosystému

Každý ekosystém se vyvíjí v zákonitém sledu jednotlivých stadií:

- 1. zmlazení:** jakákoliv náhlá změna podmínek v ekosystému (sesuv půdy, změna klimatu, zatopení vodou...), včetně zásahu člověka (těžba, vznik skládky...). V ekosystému dojde k radikálnímu snížení počtu druhů.
- 2. sukcese:** postupný vývoj ekosystému směrem ke stabilnímu (klimaxovému) stavu. V prvních fázích ekosystém osídlují odolné invazní druhy (např. lebeda, kopřiva...), které soupeří o uprázdněnou niku. Postupem času se podmínky v ekosystému stabilizují, objevují se další druhy a původní invazní druhy pomalu mizí. Vše směřuje ke stabilnímu stavu, který nejlépe odpovídá daným podmínkám. Počet druhů roste a vytvářejí se mezi nimi čím dál složitější vazby.
- 3. klimax:** vrcholné stadium ekosystému, konečný výsledek sukcese. V ekosystému je velký počet druhů, mezi nimiž jsou vytvořeny komplikované vazby. Klimaxové stadium trvá tak dlouho, dokud nenastane další zmlazení. Klimaxové ekosystémy jsou nejčastějšími částmi přírody ve světě (tropické pralesy, korálové útesy ap.) i u nás (horská rašeliniště ap.).

## Zvláštní typy ekosystémů

Ekosystémy se třídí podle nejrůznějších kritérií, například podle množství látek, které do ekosystému přicházejí z okolí (a naopak do něj unikají). Do **uzavřených ekosystémů** prakticky žádné látky z okolí nepronikají a žádné látky z něj neodcházejí. Uzavřeným ekosystémem je do jisté míry například tropický prales (pokud v něm neprobíhá například těžba dřeva); téměř sto procentně uzavřeným ekosystémem je celá biosféra. V **otevřených ekosystémech** dochází k intenzivní výměně látek s okolím. Příkladem je část potoka (s neustálým přítokem a odtokem vody) nebo pole (s přísunem vody, hnojiv či osiva a s „únikem“ látek v podobě sklizně). Otevřené ekosystémy většinou bývají méně stabilní než ekosystémy uzavřené.

Ekosystémy se mohou třídít i podle míry ovlivnění člověkem. Málo ovlivněné ekosystémy se označují jako **přírozené**. **Umělé ekosystémy** (vytvořené a udržované člověkem) jsou otevřené a velmi nestabilní. Většinou jsou neustále zmlazované (např. každoroční sklizeň na poli) a ke svému udržení vyžadují neustálou péči. V porovnání s přírodními ekosystémy mají mnohem vyšší produkci (např. úroda obilí), ovšem za cenu neustálého přísunu dotatkové energie (hnojiva, zavlažování, pesticidy...).

Dalším kritériem pro třídění ekosystémů může být poměr mezi pastevně-kořistnickými a detritickými řetězci. V **ekosystémech s převahou pastevně-kořistnických řetězců** je malá zásoba volných živin, jeden článek řetězce je životně závislý na druhém, živiny kolují velmi rychle, ekosystém často bývá nestabilní a snadno podléhá změnám (např. *stepi, pouště, lidská sídliště*...). V **ekosystémech s převahou detritických řetězců** je dostatečná zásoba živin (např. v podobě organického odpadu - detritu), řetězce jsou velmi komplikované, dlouhé, živiny kolují pomalu. Ekosystémy s detritickými řetězci se vyznačují velkým bohatstvím různých druhů, jsou většinou stabilní (např. *tropický prales*).

Místo, kde spolu sousedí dva ekosystémy, se nazývá **ekoton** (např. okraj lesa, ústí řeky do moře). Většinou bývá druhově velmi bohaté, protože se zde stýkají druhy z obou sousedících ekosystémů.

# Biosféra

## Biomy

Na Zemi se v podobných klimatických podmínkách vyskytují podobné typy ekosystémů - biomy. Na souši rozhodují především dva klimatické faktory: **teplota** a **množství srážek**.

*Příklady:* **tropické deštné lesy** (vysoká teplota, velké množství srážek)  
**stepi** (vyšší až průměrná teplota, malé množství srážek)  
**listnaté lesy** (průměrná teplota, větší množství srážek)  
**tajga** = **jehličnaté lesy** (nižší teploty, průměrné množství srážek),  
**tundra** (velmi nízké teploty).

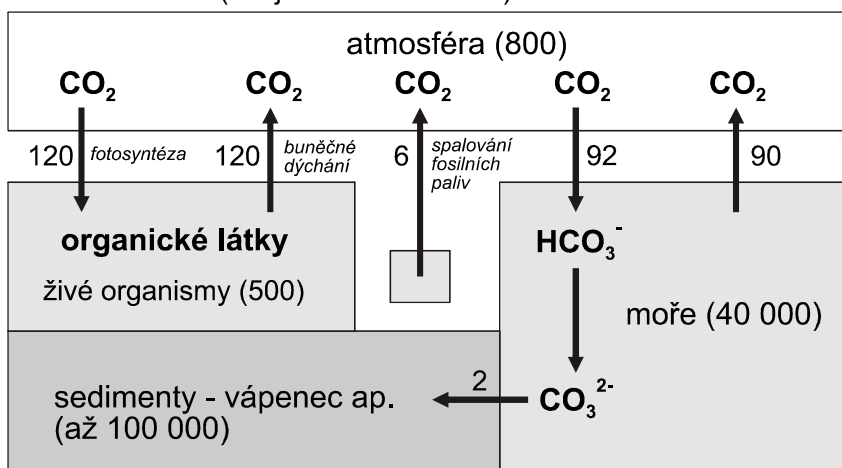
Průměrná teplota závisí na dvou faktorech: na zeměpisné šířce a na nadmořské výšce. Z toho vyplývá, že i kolem rovníku můžeme ve vyšších nadmořských výškách nalézt podobné typy biomů, jaké se nacházejí v severnějších zeměpisných šířkách (listnaté lesy, jehličnaté lesy, tundra...). Ve zmenšeném měřítku toto pravidlo platí i pro naše hory (s rostoucí nadmořskou výškou pásmo smíšeného lesa přechází v pásmo jehličnatého lesa a nakonec v pásmo kosodřeviny).

## Koloběhy prvků v biosféře

Mezi živými organismy a neživou přírodou dochází k neustálé výměně látek. Obzvláště významný je cyklus vody (všeobecně známý) a cykly uhlíku a dusíku. Základním zdrojem **uhlíku** pro živé organismy je atmosférický  $\text{CO}_2$ . Ten je při fotosyntéze zabudován do organických látek, jejichž rozkladem (zpravidla při buněčném dýchání) je zpět do atmosféry uvolněn  $\text{CO}_2$ .

Vzhledem k tomu, že množství  $\text{CO}_2$  v atmosféře neustále roste a plyn je vnímán jako možný faktor klimatických změn, sledují se i celková množství uhlíku, která kolují mezi atmosférou, živými organismy a dalšími částmi Země. Celková "uhlíková bilance" živých organismů vůči atmosféře je vcelku vyrovnaná, což platí i pro ty formy uhlíku, které ze živé přírody využívá člověk (potrava, dřevo ap.).

Koloběh uhlíku (údaje v miliardách tun)



Vyrovnanou bilanci "narušuje" přibližně 6 miliard tun uhlíku, které lidstvo "navíc" každoročně vypouští do atmosféry v důsledku těžby a spalování fosilních paliv. Do celkové globální bilance uhlíku však musíme započítat i ohromné množství uhlíku vázané v oceánech (rozpuštěné v podobě hydrogenuhličitanů a uhličitanů), jehož část se ukládá do sedimentů (především v důsledku usazování vápenatých schránek mořských organismů). Důležitá otázka, zda spalování fosilních paliv (a lidská činnost obecně) má podstatný vliv na současné klimatické změny (které je možné skutečně pozorovat a prokázat), ještě nebyla spolehlivě a vědecky objektivně zodpovězena.

Základem pro cyklus **dusíku** v biosféře je koloběh mezi organickými látkami, jejichž rozkladem vzniká odpad v podobě amoniaku, a amonných iontů. Ty jsou buď přímo využity rostlinami, nebo se působením **nitrifikačních bakterií** oxidují přes dusitany až na dusičnany (obě formy jsou také přijímány rostlinami).

Z tohoto cyklu malá část dusíku neustále uniká působením anaerobních **denitrifikačních bakterií**, které přeměňují dusičnany až na plynný dusík. Dusík se však z atmosféry do "živého světa" také neustále vrací působením **nitrogenních bakterií**, které fixují  $N_2$  a přeměňují ho na amonné sloučeniny využitelné rostlinami. Tyto nitrogenní bakterie často žijí v symbióze s rostlinami v jejich kořenových hlízkách – především u bobovitých rostlin (jetel, vojtěška, vikev, hrách, fazol, sója ap.), při jejichž pěstování není třeba používat dusíkatá hnojiva.

