

# PALEOEKOLOGIE

studuje vztahy mezi organismy a prostředím v geologické minulosti

## PROSTŘEDÍ

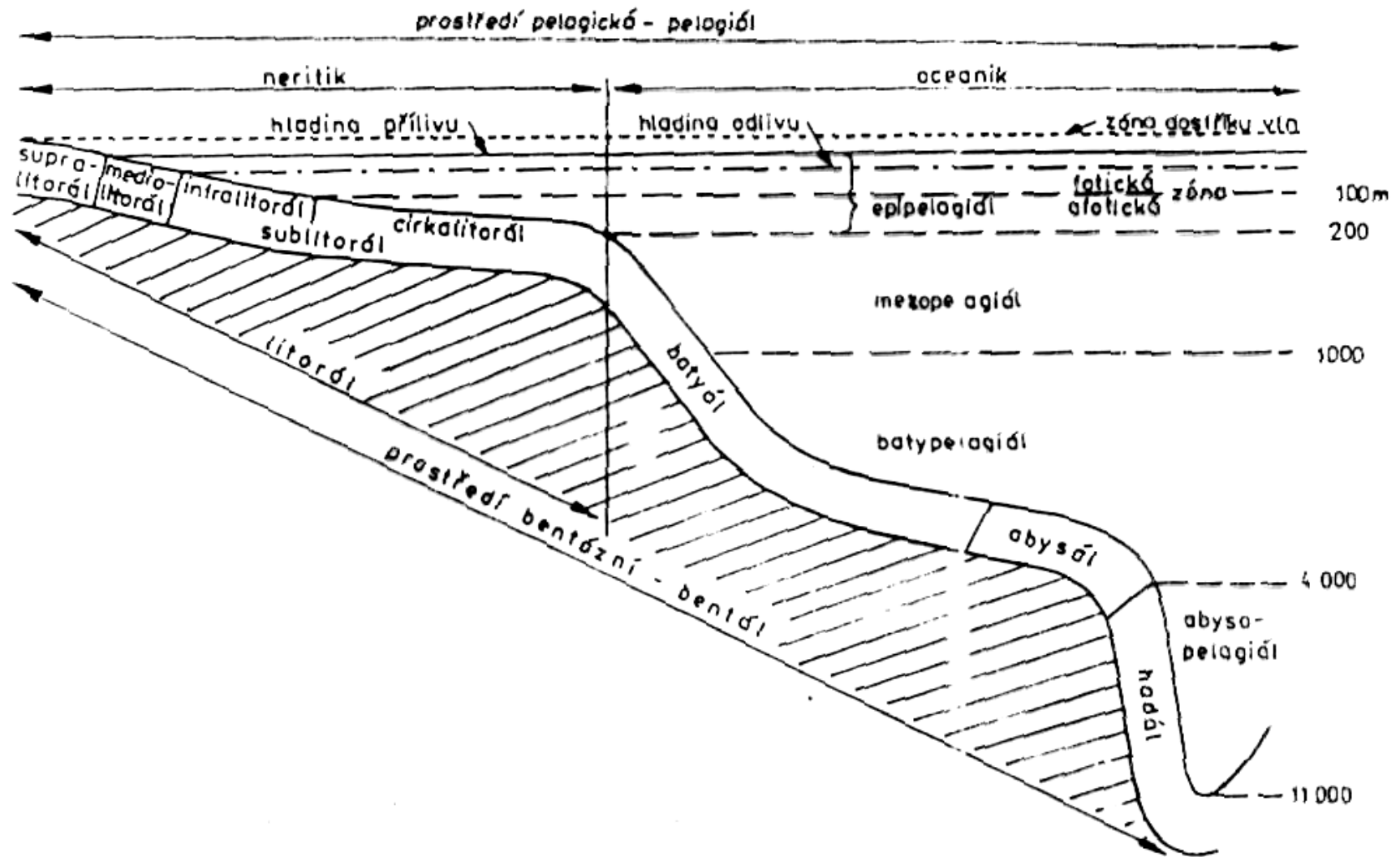
= soubor všech podmínek, které umožňují organismu na určitém místě žít, vyvíjet se a rozmnožovat,  
souhrn fyzikálních, chemických a biologických faktorů

## ZÁKLADNÍ DĚLENÍ

prostředí mořská      x      prostředí pevninská



# Mořská prostředí - terminologie a rozmístění



Terminologie mořských prostředí a jejich rozmístění. Podle C. Babína 1971.

## Pevninská prostředí

vodní (akvatická)

x

suchozemská (terestrická)

*fluviální* (potoky a řeky)

*lakustrinní* (jezera)

*paludální* (močály a bažiny)



*Taxodium distichum*



A huge fire scar on an old giant sequoia in Black Mountain grove. This gnarled old giant is still clinging to life after centuries of surviving forest fires.

*Sequoia*

prostředí jeskynní (jeskynní uloženiny a výplně puklin) – významná v paleoekologii

## Ekologické faktory

- abiotické - biotické

Nepatří k nim: fyzicko-geografické údaje (např. zeměpisná šířka, nadmořská výška nebo hloubka) – určují umístění na zemském povrchu, ale nemají přímý vliv na organismy

**Velikost (intenzita)** ekologických faktorů na různých místech Země různá a mění se i v čase (gradient, časové změny – trend). Vliv na zeměpisné rozšíření druhů, rozmnožování, vývojové cykly, úmrtnost, migrace, vznik adaptací (např. klidová stadia – cysty, hibernace...)

**Periodicita** = pravidelné opakování (denní, měsíční, sezónní nebo roční) - světlo, teplota, slapové jevy...

## Ekologická valence

**Tolerance** – schopnost organismu snášet určité rozpětí libovolného faktoru.

*Není u všech jedinců téhož druhu stejná - změny během života (larvy x dospělci), interakce různých ekologických faktorů...*

**Nedostatek i přebytek** kteréhokoliv z faktorů (zejména blíží-li se hranici tolerance = mezní neboli limitující faktor) - absence, špatná prosperita, neschopnost rozmnožování

**Optimální životní podmínky (optimum)** – nemusí být vždy uprostřed ekologické valence!!!

Okraje = letální hranice

steno- úzké rozpětí

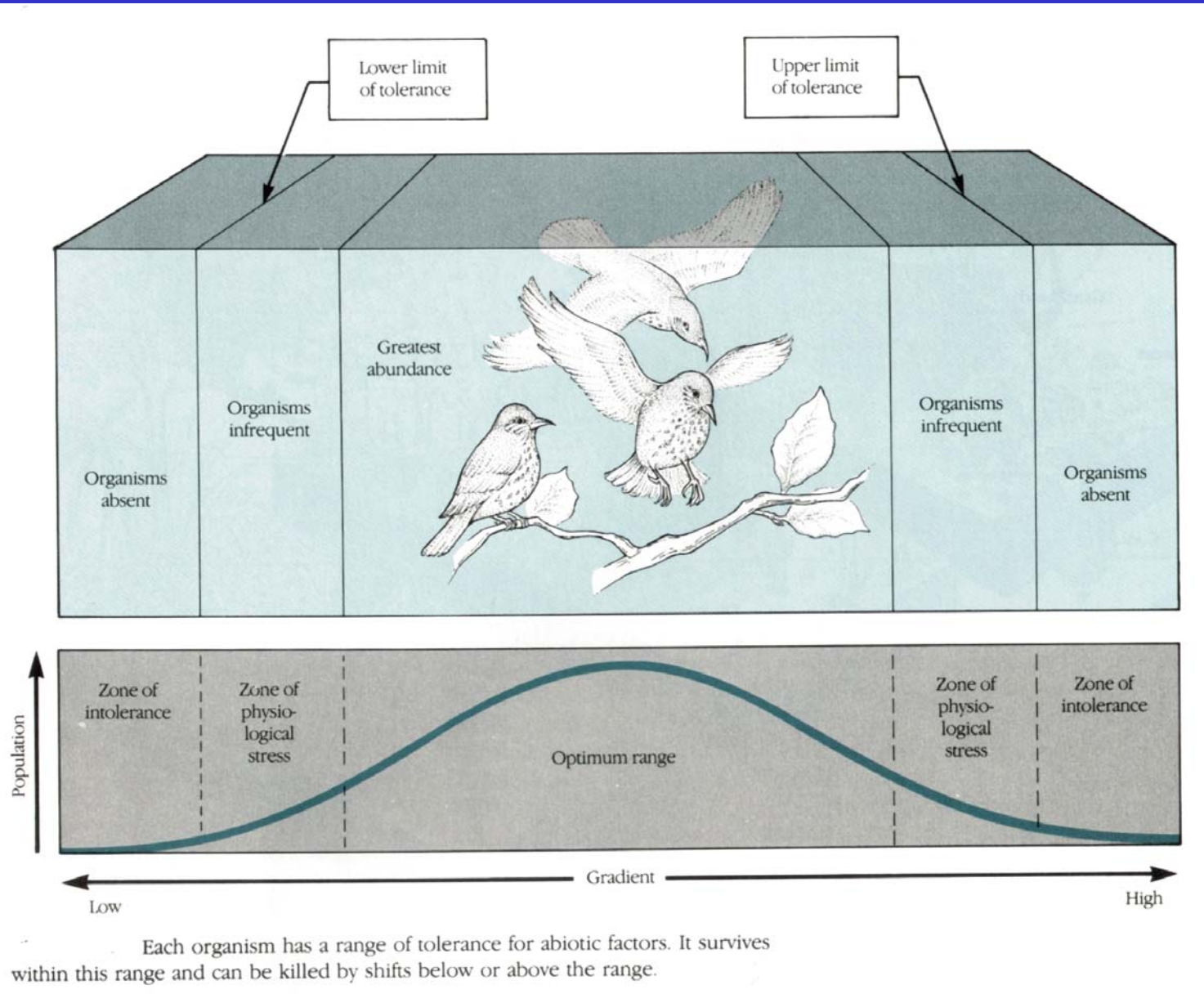
eury- široké rozpětí

stenovalentní (stenobionti) x euryvalentní (eurybionti)

snášejí jen malá kolísání

přizpůsobeni ke značným změnám

# Tolerance



## Abiotické ekologické faktory

v paleoekologii většinou nelze přímo měřit

- fyzikální

- chemické

### substrát

světlo

teplota

vlhkost vzduchu a srážky

tlak

hustota a viskozita vody

zakalení vody

proudění a turbulence prostředí

obsah kyslíku

obsah oxidu uhličitého  
salinita

# Substrát

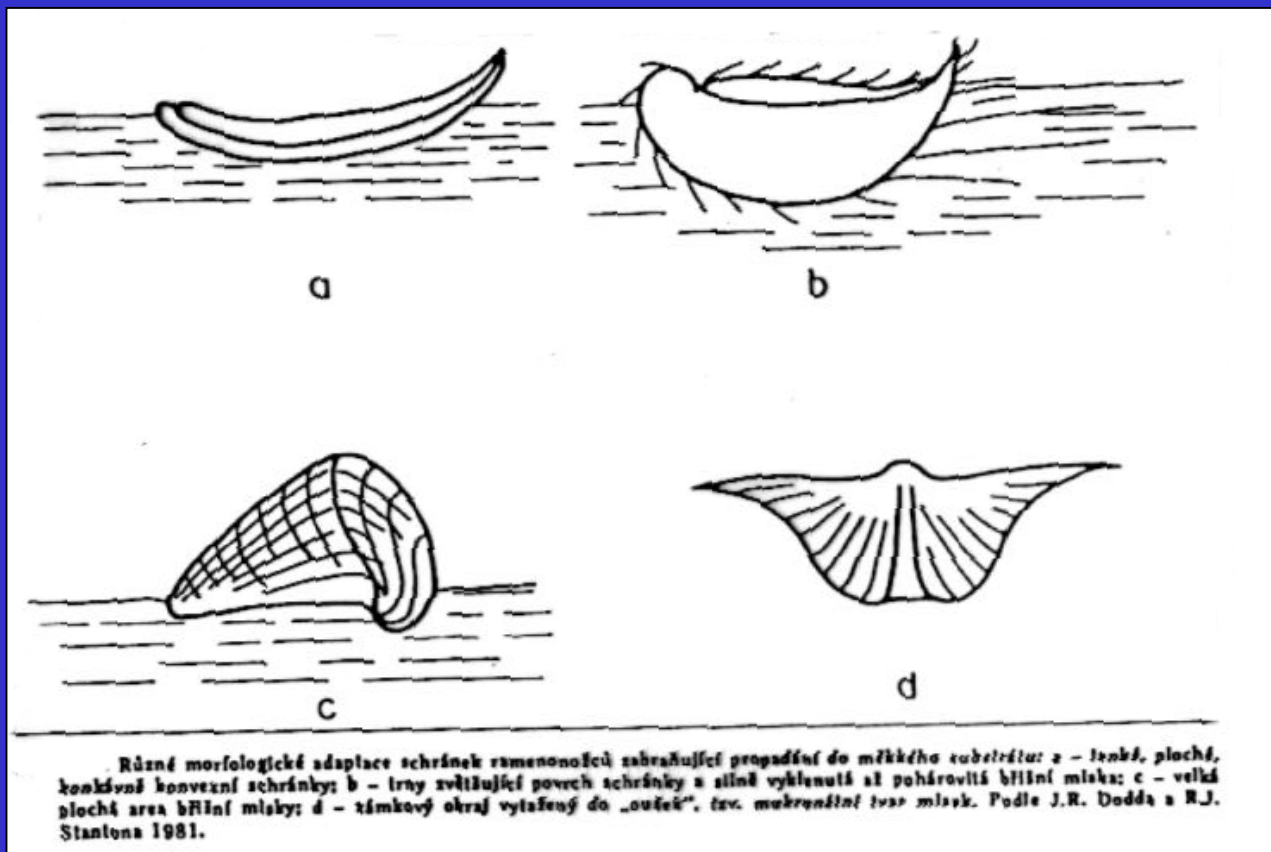
V paleoekologii **lze přímo studovat** – petrografie, sedimentologie (zrnitost, vytrídění, barva, textury – čejiny, gradační zvrstvení apod., mineralogie, poměr org. a anorg. hmoty, chemismus)

Zásadní vliv na **sesilní a vagilní bentos**:

**chemické vlastnosti** (obsah  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , org. látek, stopových prvků...)

**fyzikální vlastnosti** (tvrdost, zrnitost, barva...)

**Morfologická přizpůsobení** např. proti zapadání do sedimentu – *zvětšování rel. plochy vzhledem k objemu*, *zprohýbání okraje misek* – obrana proti pronikání hrubších částic do zaživacího traktu (filtrátoři)



# Světlo

nutná podmínka fotosyntézy

**Fotická x afotická zóna** (hranice v oceánech asi 100 m, jinak mnohem méně)

hloubka pronikání různá pro jednotlivé barevné složky bílého světla (nejhlouběji modré, minimálně infračervené a ultrafialové)

Nepřímé zjišťování:

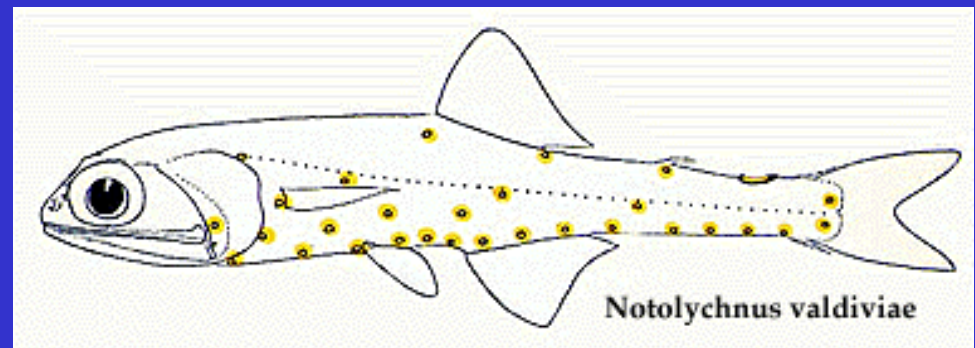
– poměr autotrofů a heterotrofů

- přítomnost či absence slepých druhů (*POZOR na hrabavé formy žijící ve fotické zóně!!!*)

**Fotická zóna** – **barevné vzory na schránkách**

**Afotická zóna** – **světelné orgány u ryb**

Zvláštní případ afotického prostředí – kontinentální a podmořské jeskyně.



vzory na schránkách

světelné orgány (ryby)



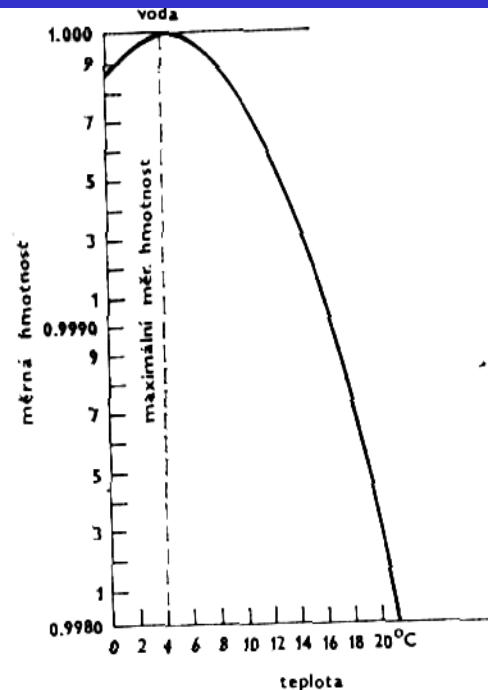
# Teplota

**Přímý i nepřímý vliv na organismy** - rychlost procesů, změny hustoty, viskozity, mineralogické složení a morfologie schránek mořských bezobratlých (teplé vody – aragonit, kalcit s více Mg, chladné – kalcit). Život: -270 stupňů C až +200 stupňů C, teplotní pásma (polární, subpolární, mírné, subtropické, tropické).

**Souš:** malá tepelná kapacita vzduchu, výrazné kolísání teplot

**Voda:** mnohonásobně vyšší tepelná kapacita, malé kolísání teplot povrchových vrstev oceánů, vyšší kolísání – mělké příbřežní zálivy, sezónní změny teploty povrchu moří – mořské proudy, převládající směry větrů, sluneční záření apod.

## Závislost hustoty vody na teplotě



Závislost měrné hmotnosti vody na teplotě (podle RUTTNERA)

## Termoregulační schopnost živočichů

(stálá tělní teplota - endotermie)

**Homoiotermní** (teplokrevní)

**Poikilotermní** (studenokrevní)- přírůstky

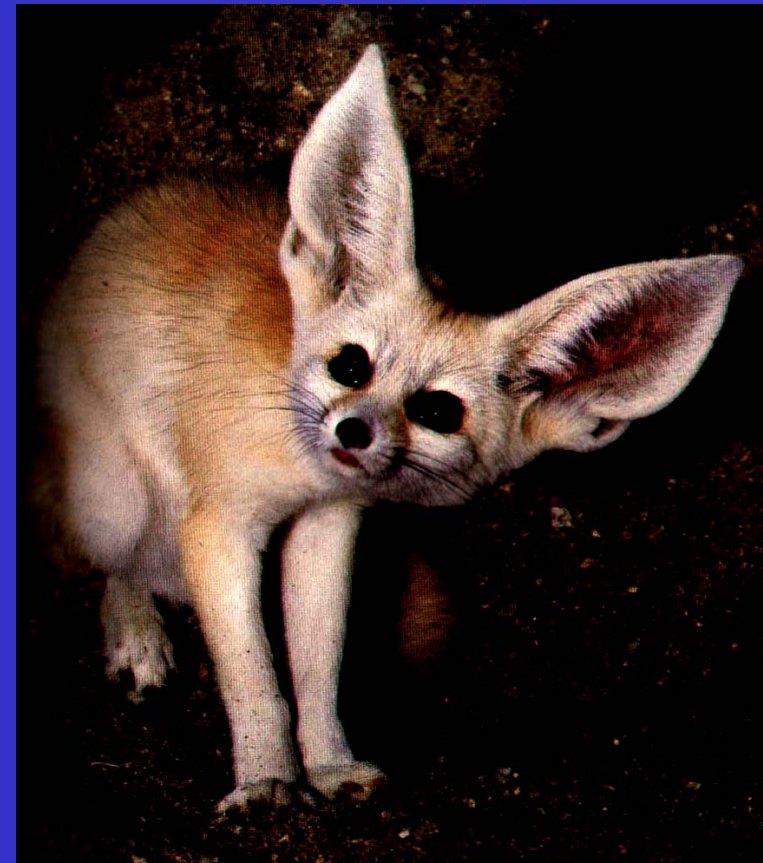
Chladné oblasti:

**Bergmannovo pravidlo** (zvětšení těla, menší povrch vzhledem k objemu)

**Allenovo pravidlo** (kratší uši, zobáky...)



lední medvěd



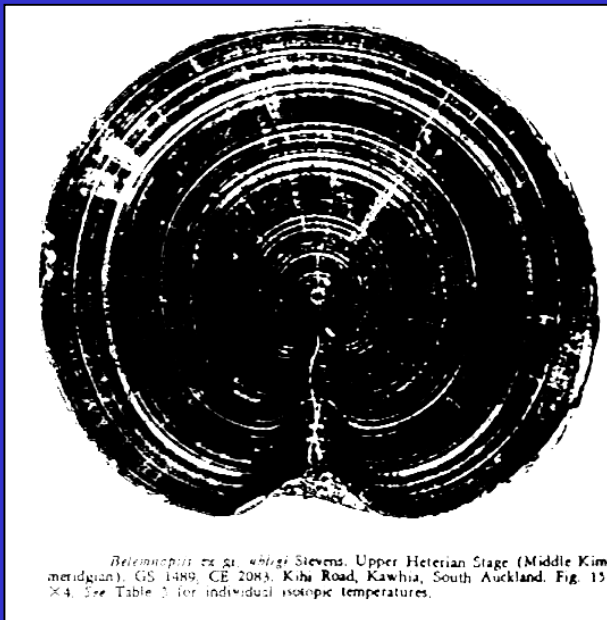
fenek, Sahara

## Určování paleotplot:

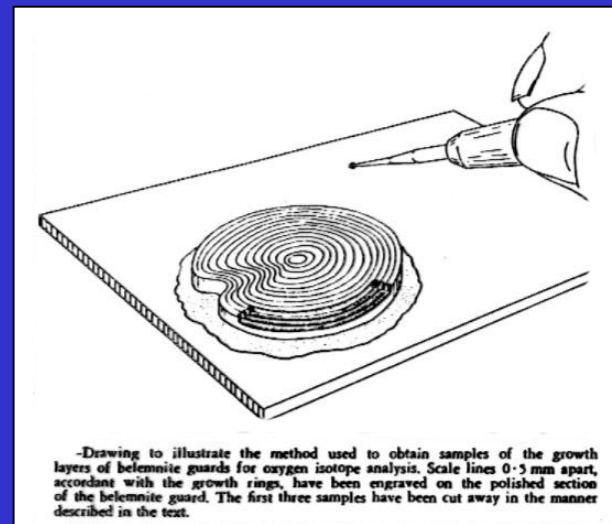
geochemické metody (izotopová termometrie)

stenotermní organismy (např. biohermní korálnatci apod.)

diverzita společenstva (zvyšuje se s rostoucí teplotou)

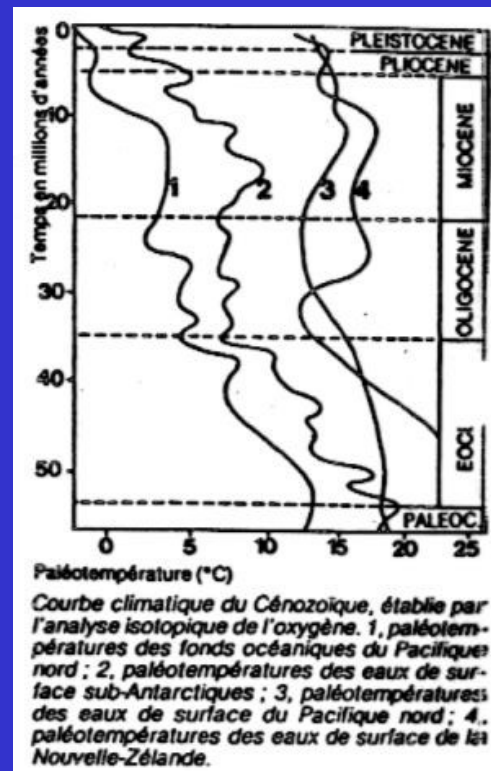
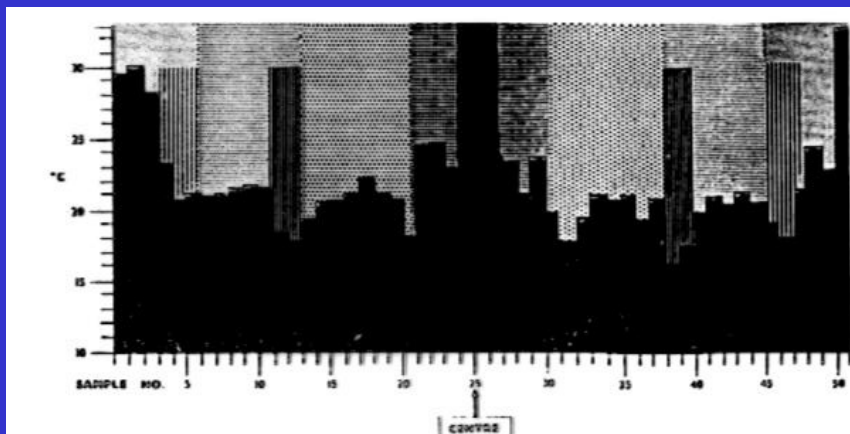


*Belemnopsis ex gr. whigi* Stevens, Upper Heterian Stage (Middle Kimmeridgian), GS 1489, CE 2083, Kihā Road, Kawhia, South Auckland, Fig. 13 × 4. See Table 1 for individual isotopic temperatures.



-Drawing to illustrate the method used to obtain samples of the growth layers of belemnite guards for oxygen isotope analysis. Scale lines 0.5 mm apart, accordant with the growth rings, have been engraved on the polished section of the belemnite guard. The first three samples have been cut away in the manner described in the text.

## Izotopová termometrie

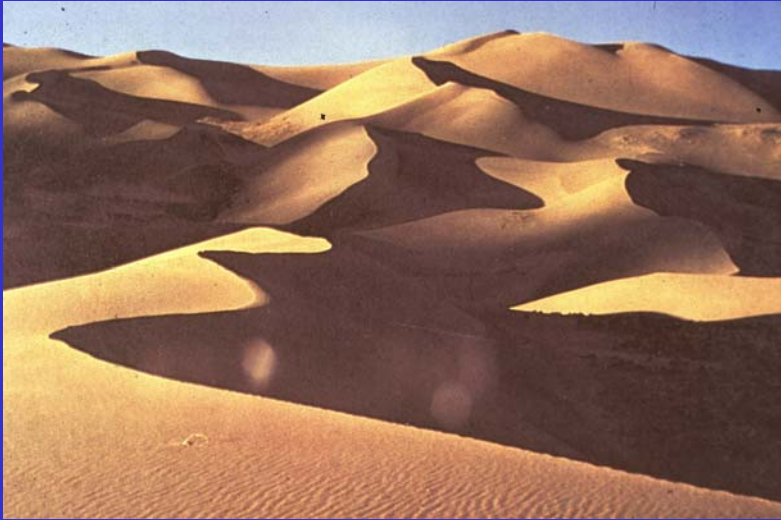


## Vlhkost vzduchu a srážky

**Aridní oblasti** – pouště - suchá terrestrická prostředí, vyšší výpar než srážky

**Semiaridní oblasti** – polopouště – srážek poněkud více (200-400 mm/rok)

**Humidní oblasti** – velká vlhkost, srážky převažují nad výparem



## Tlak

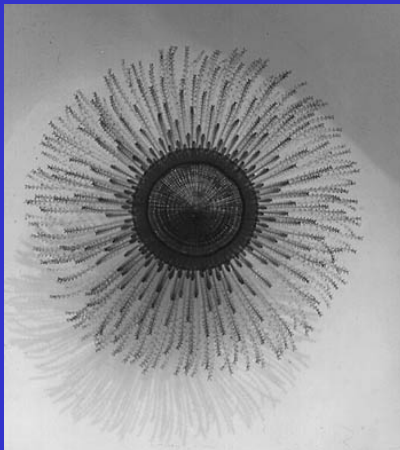
Vliv na fyziologické procesy organismů, rozpustnost plynů (kyslík, oxid uhličitý...)

Voda – na každých 100 m roste o 1MP

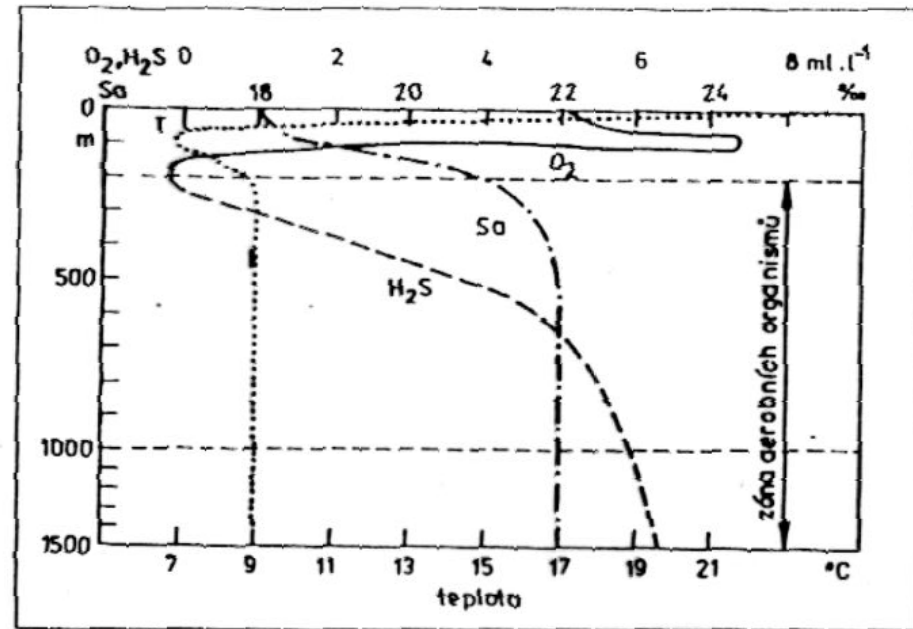
*Voda i tělní tekutiny jsou téměř nestlačitelné, takže hydrostatický tlak se neuplatňuje jako výrazný ekologický faktor (mnohdy velká tolerance), ALE organismy s dutinami vyplněnými plynem – přizpůsobeny životu v urč. hloubkách*

# Hustota a viskozita

změny s teplotou a salinitou, vliv na tvary a stavbu těl vodních živočichů  
teplejší vody – menší hustota, menší viskozita – rychlejší klesání planktonu (členitější schránky, výběžky, jehlice)



Stratifikace – vznik různě hustých nemísících se vrstev vody



Vertikální stratifikace (rozvrstvení) vodního sloupce v Černém moři způsobená nižší hustotou méně slané povrchové vrstvy vody. Omezená komunikace Černého moře se Středozemním mořem úzkými průlivy brání rozptýlení sladké vody přiváděné velkými řekami. Tak se při povrchu udržuje vrstva méně slané vody s nižší hustotou, zatímco voda slanější, hustší, zůstává ve větší hloubce. Mezi oběma vrstvami dochází pouze k velmi malé výměně vody, takže všude kyslík je v hlubších částech Černého moře spotřebován a nový není přiváděn; hromadí se tam naopak jedovatý sirovodík. Křivky vyjadřují teplotu vody (T), obsah kyslíku (O<sub>2</sub>), obsah sirovodíku (H<sub>2</sub>S) a množství rozpuštěných solí (Sa). Podle H. Cellera 1976.

## Obsah kyslíku

ve vodním prostředí (klesá s rostoucí teplotou a salinitou, stoupá s rostoucím atmosférickým tlakem)

Do vody - asimilací rostlin a rozpouštěním ze vzduchu (*nejvíce v povrchových vrstvách s vlivy vlnění a ve fotické zóně, směrem do hloubky obsah klesá – respirace organismů, rozklad odumřelé org. hmoty*).

**Eutrofizace** – zvýšení přísunu živin, vyšší primární produkce, nárůst biomasy ve fotické zóně, při rozkladu může vzniknout vrstva oxidického minima (veškerý kyslík spotřebován – hl. asi 500 m).

**Přímé měření** ve fosilních prostředích – jen výjimečně (arktický led, bublinky ve fosilních pryskyřicích...)

### **Nepřímá měření**

**petrografické charakteristiky sedimentů** (barva, obsah sirníků, obsah organické hmoty ...)

**fosilie** – méně kyslíku – redukce velikosti, tloušťky a skulptur schránek, menší **bioturbace** (laminace!!!)

# morfologické změny



pyritizace



graptolitové břidlice

SEDIMENTY BEZ LAMINACE
LAMINOVANÉ SEDIMENTY

*Rozdíly v morfoloži bezústředních škráněk rodu *Uvigerina* (1 - 3) a *Holovina* (4 - 7) v závislosti na obsahu kyselku u ... V prostředí oxidického jsou sedimenty neustále rozrušeny makrobiotou, proto jsou více méně homogenní, bez laminace. Škránky škráněk v něm žijících jsou výrazně skulpturované (mají vysoké šebra či křily). Naproti tomu v prostředí se sníženým obsahem kyselku nejlépe podléhá substrátu, sediment není homogenně usazován bioturbací, takže zůstávají zachovány tenké vrstvičky hlíci se často barvou (podle toho, jaký materiál se v jednotlivých ročních obdobích převážně usazoval). Takové střídaní různobarevných, maximálně několik milimetrů mocných vrstviček se projevuje na předním řezu horního jako jemné proušky, laminy. Je to jedna z typických znaků sedimentů vzniklých v prostředí s nízkým obsahem kyselku nebo bez kyselku. Některé skupiny škráněk mohou být i při velmi nízkých koncentracích kyselku, jejich škránky jsou pak ale menší, se silně redukovatou skulpturou (šebra jsou nízká nebo chybí, křily nejsou vyvinuté). Podle W.E. Hendrixe 1958.*

### **Zdroj uhlíku pro fotosyntetizující organismy**

Voda – rozpouštění z atmosféry nebo produkt metabolismu či mineralizace odumřelé organické hmoty, spotřeba při fotosyntéze – ve fotické zóně během dne jeho množství klesá, do hloubky roste – vyšší kyselost vody a rozpustnost CaCO<sub>3</sub> – znemožnění sekrece vápnitých schránek, příp. rozpouštění již hotových schránek

### **Hladina**

---

dobré zachování

### **Lysoklina**

---

stopy rozpouštění méně než 10%

### **CCD – karbonátová kompenzační hloubka (pouze hlubokomořské části oceánů)**

bez karbonátů

pod CCD – cizorodý materiál (aglutinované schránky)

### **Různé modifikace karbonátů – různá rozpustnost:**

**Kalcitová k.h.** – 5,5 km (Atlantik) – 4-5km – 3-2,5 km póly

**Aragonitová k.h.** – 2,5 km (Atlantik) – 500 m (Tichý)



## Zakalení vody

stupeň závisí na množství částic vznášejících se ve vodě, vliv na pronikání světla do hloubky poškozování tkání (částice písku) - zakalené vody – hojněji jen červi (stopy), někteří mlži apod.

## Proudění a turbulence prostředí

### Proudění:

proudění vzduchu - teplotní gradient mezi póly a rovníkem, hlubinné proudy - rozdíly v teplotě a salinitě vody, vliv na migraci a rozšíření organismů

Výstupné proudy (upwelling - větry od pevniny) – přínos živin, chladné vody, bohatý fytoplankton, vysoká primární produkce, rozvoj i vyšších trofických úrovní

### Turbulence:

Působení větru (na dno od supralitorálu až po hloubku kolem 40 m)

klady - přísun potravy a kyslíku, odnos vylučovaných látek,

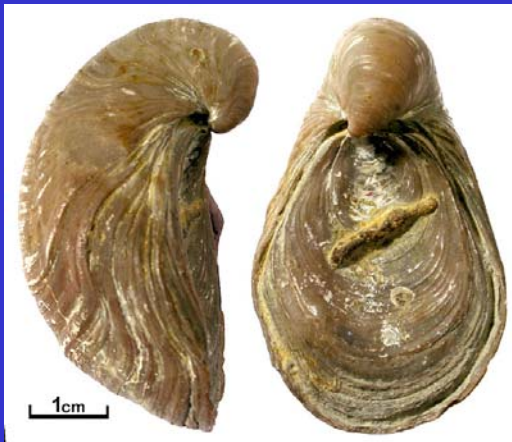
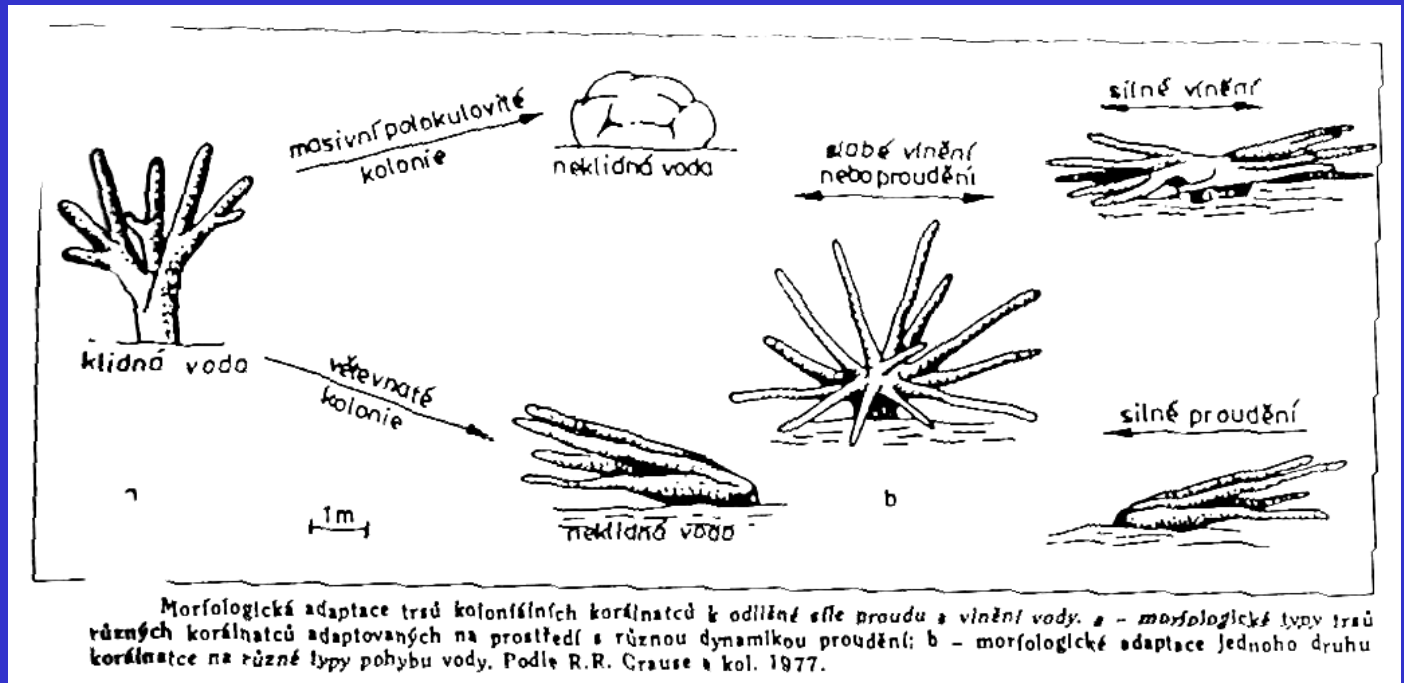
zápory - pohyb částic sedimentu – poškozují sesilní bentos, pohřbívá drobný bentos, vliv na požírače suspenze (filtrátory)

**Litologie** (psamity – transgresivní pískovce a slepence, čeřiny)

**Specifické společenstvo – silné schránky bentosu, převaha - připevněné, zakotvené a vrtavé formy**



rudisti



Gryphaea



Patella



vrtavé organismy

# Salinita

= obsah solí rozpuštěných ve vodě (v ‰)

**mořská voda** – průměr 35 ‰ (převažuje NaCl a sírany - zůstávají v roztoku, uhličitany přinášené řekami - tvorba schránek a pak ukládání v sedimentech)

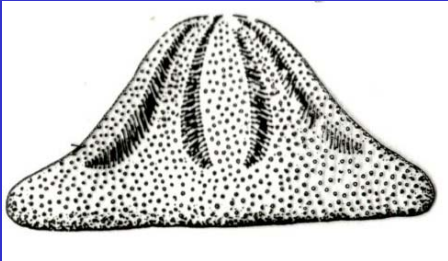
**sladká voda** - méně než 0,5‰ (převládá CaCO<sub>3</sub>)

**brakická voda** - mezi tím

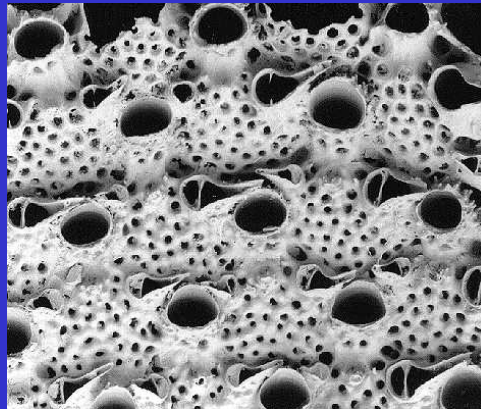
<b>infrahalinní (sladká)</b>	– 0-0,5‰
<b>oligohalinní</b>	– 0,5-3,0‰
<b>miohalinní</b>	– 3,5-5‰
<b>mezohalinní</b>	– 5 – 9‰
<b>pliohalinní</b>	- 9-16,5‰
<b>brachyhalinní</b>	- 16,5-30,0‰
<b>mořská</b>	– nad 30‰
<b>hyperhalinní</b>	– nad 40‰

**Ovlivňuje rozšíření organismů** - sladkovodní a mořští živočichové se značně liší stavbou tělních pokryvů a osmoregulačních orgánů (ledviny). Náhlé změny salinity mohou vyvolat masové uhynutí stenohalinních organismů.

## normální salinita



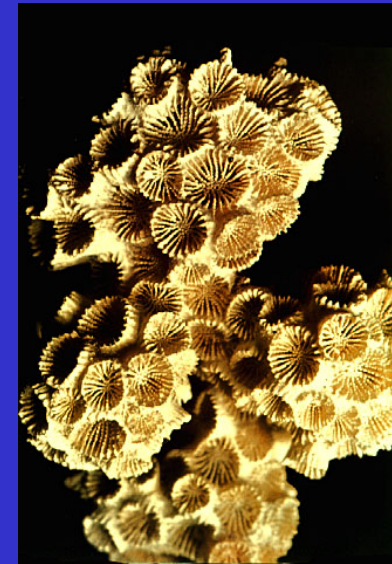
ostnokožci



mechovky



hlavonožci

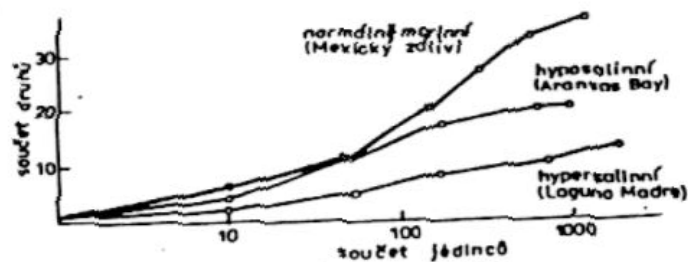


útesotvorní koráli

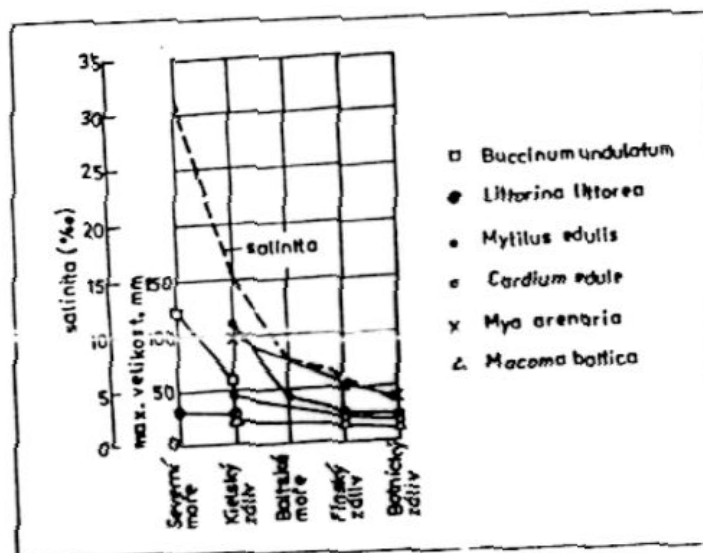
**Brakická společenstva** – druhově velmi chudá, na jedince extrémně bohatá (=změna diverzity), menší, tenčí, slaběji ornamentované schránky (obtížnější sekrece CaCO<sub>3</sub>)



*Congeria*  
*Melanopsis*



Změna diverzity měkkýšů v prostředí s normální koncentrací soli (35‰). Podle V. Pokorného 1958.



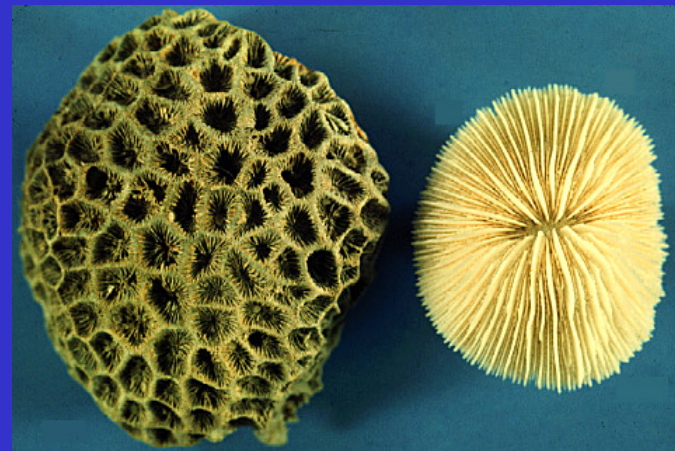
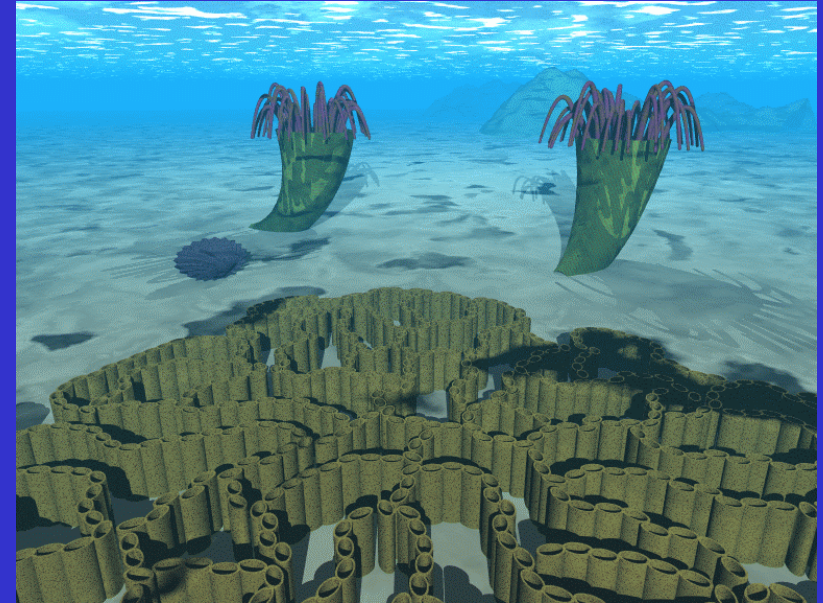
Vliv salinity na velikost schránek měkkýšů v Severním a Baltickém moři. Podle Sorgenfrede 1958.

# Vzájemné vztahy organismů

A) vnitrodruhové

B) mezidruhové

ad A) Vnitrodruhové vztahy  
organismy solitérní x koloniální

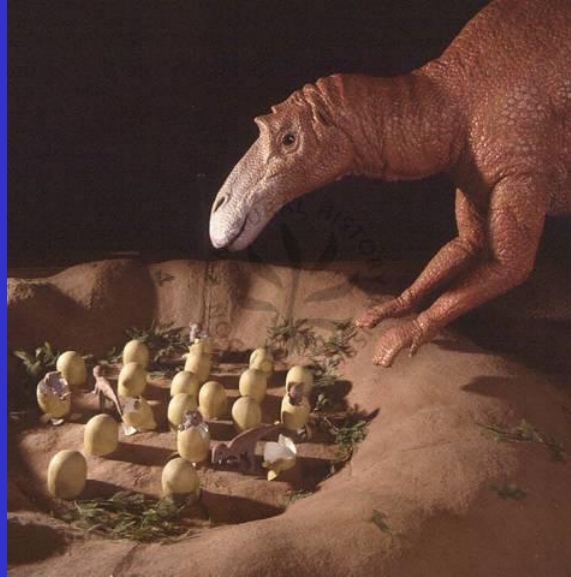


**Society** – skupiny jedinců téhož druhu (např. *pár, stádo, hejno*)

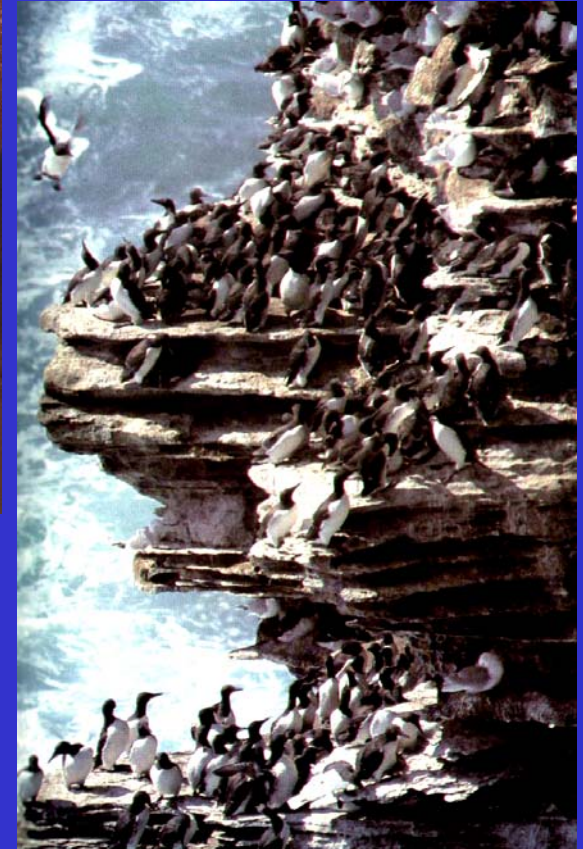
– *reprodukční* (rodina, hnízdní kolonie...) x *nereprodukční* (tažné hejno, hibernující skupina...)



roj sarančí stěhovavých



*Maiasaura*

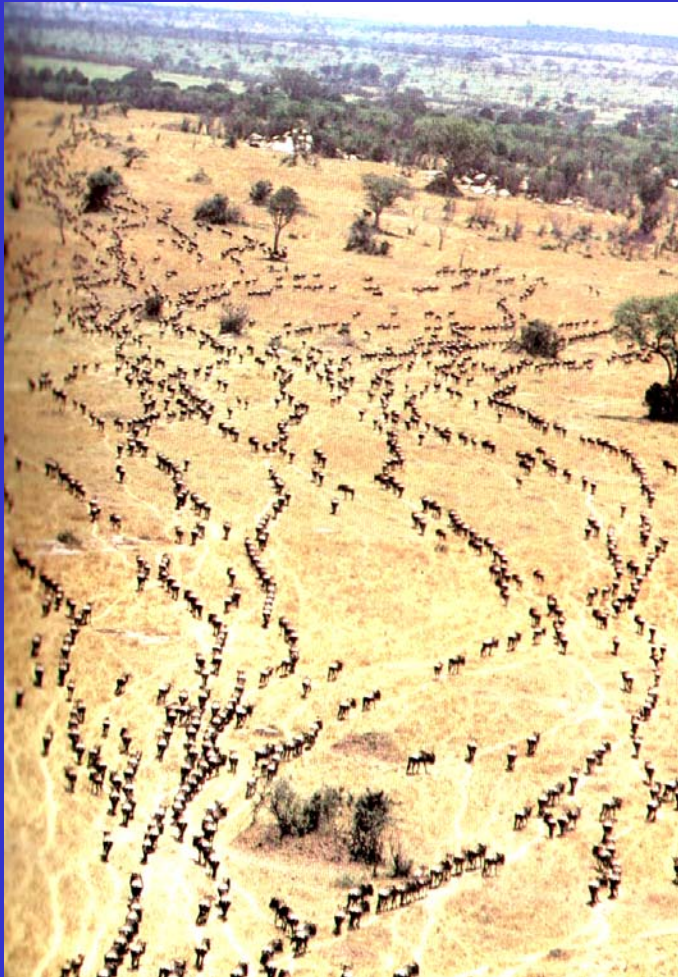


hnízdní kolonie (alkouni)

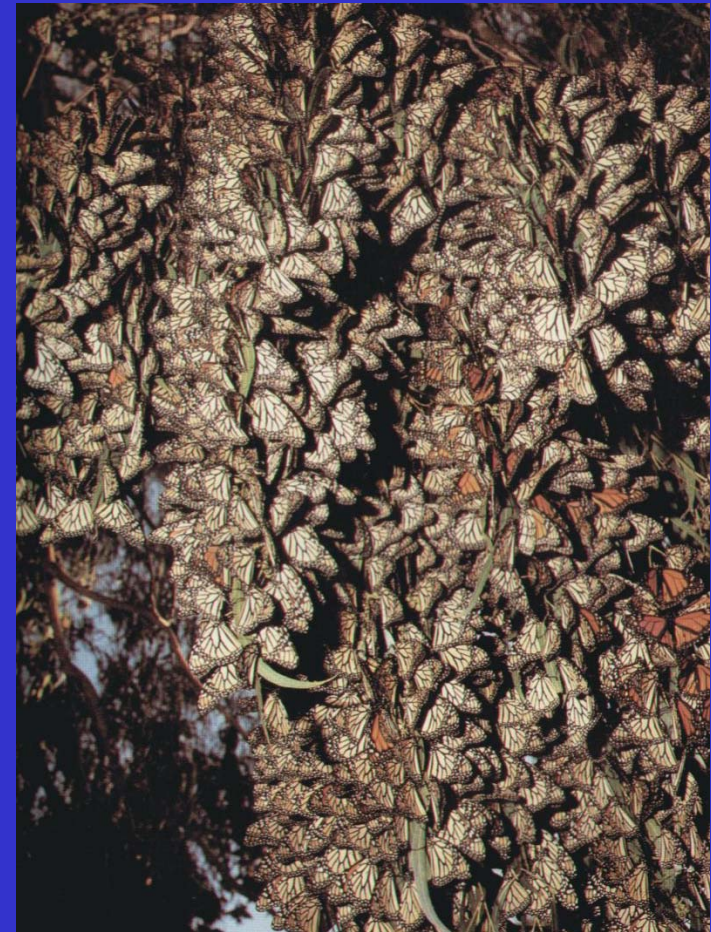
**Sdružování (sociabilita)** – vnitřní pudy a instinkty

**Teritoriální chování** - může přecházet (při přemnožení) až v **antagonismus** (= *stres, vyšší úmrtnost, boj o potravu, úkryt, prostor...*)

**Konkurence** – projeví se vždy, je-li nedostatek nějaké životní potřeby (toulavost, migrace na méně vhodná volná stanoviště)



motýli - zimoviště



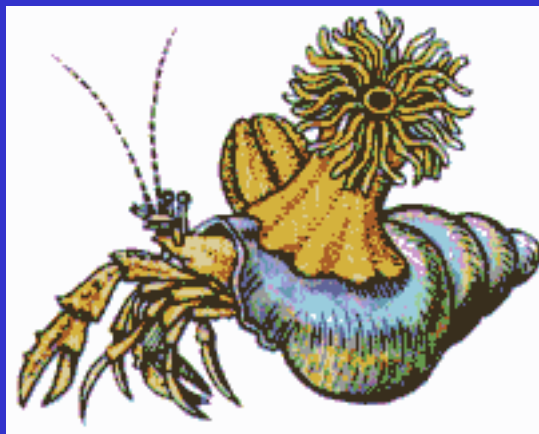
pakoně - tah

## Ad B) Mezidruhové vztahy

*Během vývoje ekosystémů se mění, jsou stále složitější, přibývá vztahů kladných, záporných spíše ubývá.*

**Neutralismus** (= tolerance, snášenlivost) – populace se vzájemně nijak neovlivňují

**Protokooperace** – obě populace mají ze vzájemného soužití prospěch, nejsou však na sobě závislé (*volný vztah - např. zimní sdružování ptáků do hejn, trvalejší vztah – aliance – např. poustevnický ráček a sasanka...*).

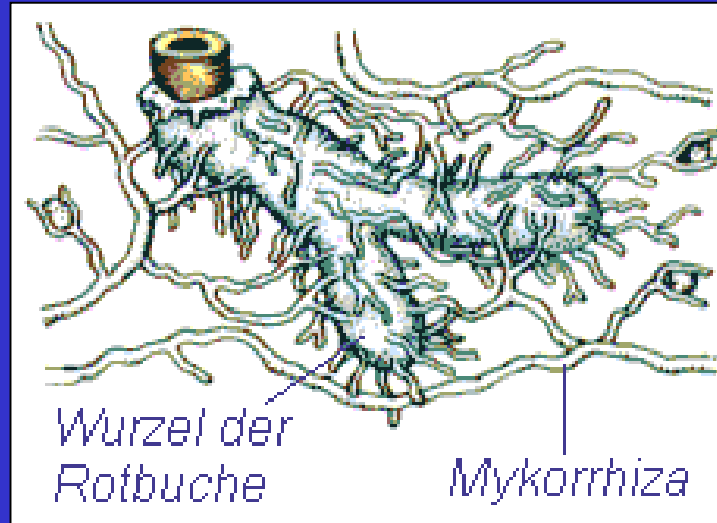
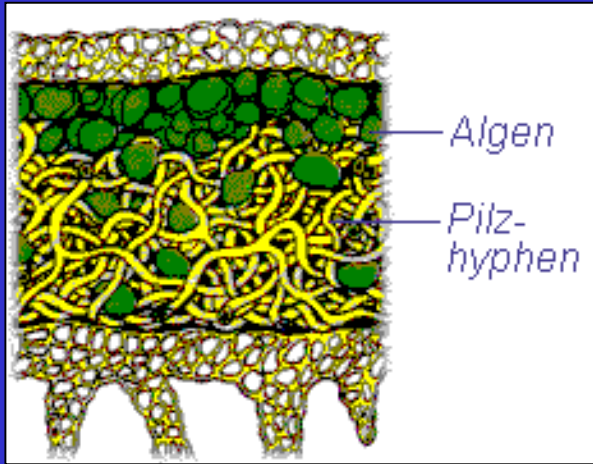


**Komensalismus** – vzájemné soužití je výhodné pro jednoho z partnerů (komensála), druhý (hostitel) jím není nijak dotčen. *V přírodě značně rozšířeno – např. přisedlé organismy na schránkách...*





**Mutualismus** – obě populace se v uspokojování svých potřeb vzájemně podporují tak, že žádná nemůže v přirozených podmínkách přežít bez druhé (např. lišejníky, mykorrhiza, rostliny a jejich opylovači...)



**Amensalismus** (= antibióza, allelopatie) – jedna populace vylučovanými ochrannými látkami (inhibitory, antibiotika) omezuje druhou v růstu či rozmnožování nebo jí může způsobit i smrt, sama však není nijak omezována (např. řasy - zelený květ – ve fosilním stavu těžko prokazatelné)

**Kompetice** (=konkurence, soutěžení) – **obě populace soupeří o stejné životní potřeby v témže prostoru.**

**Vzájemně negativní ovlivňování – strádání obou, vytlačení jedné populace, diferenciace nik (překrývání nik - potravní, prostorové, úkrytové, časové...)**

**Největší konkurence – jednotlivé druhy téhož rodu (potřeby téměř shodné) – teritoriální instinkty.**

**Kompetice mezi různými jedinci téhož druhu – vždy slabší než kompetice mezidruhová – v daném prostředí se zřídka vyskytují společně dva nebo více druhů jednoho rodu.**

**Narušení bariér mezi biogeografickými provinciemi – silná kompetice (Darwin – “boj o život“)**

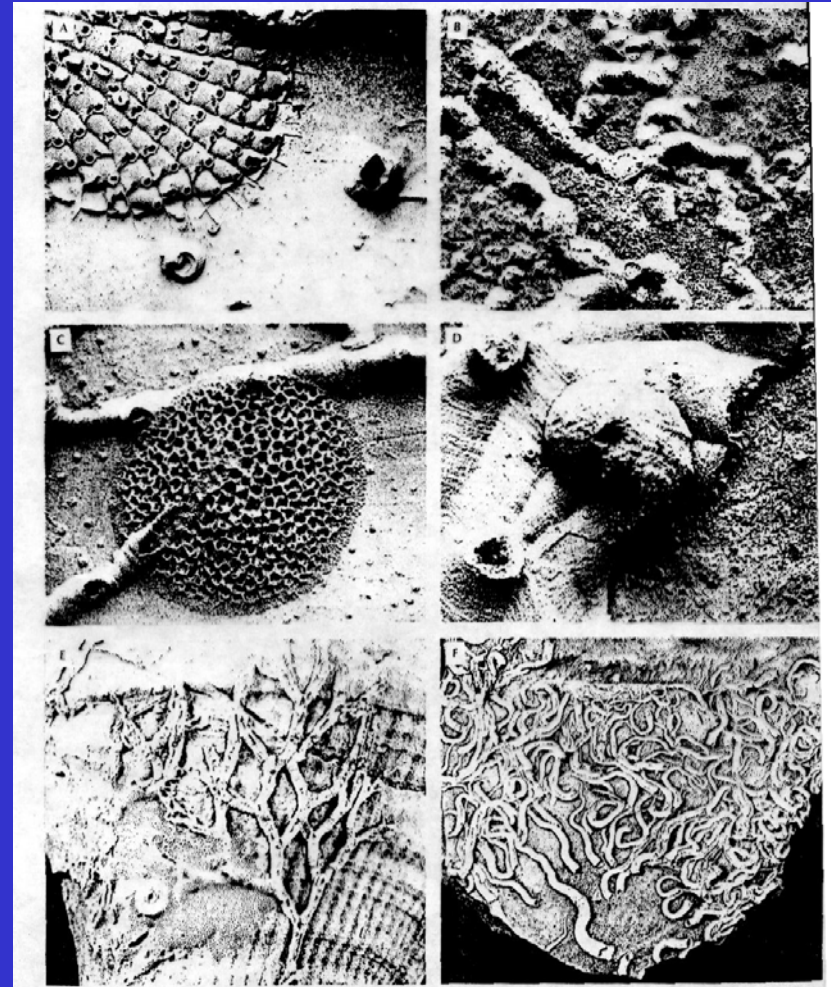


Fig. 2 Encrusting animals and their interactions. A, Sheet-like cheilostome bryozoan *Schizoporella* growing towards a polychaete tube *Spirorbis* and a small barnacle; Recent, Adriatic Sea ( $\times 10$ ). B, Linear growth-form in encrusting foraminifers *Nüxculindella*; Upper Jurassic, Normandy, France ( $\times 42$ ). C, Reciprocal overgrowth between a sheet-like sponge and a runner-like cyclostome bryozoan; the upper part of the sponge is overgrowing the branch flanks of the bryozoan, but a branch of the bryozoan is overgrowing the sponge at the bottom left; Upper Cretaceous, Norfolk, U.K. ( $\times 14$ ). D, *Spirorbis* fouling the surface of the cyclostome bryozoan *Sargoclinium*; Silurian, Gotland, Sweden ( $\times 57$ ). E, Runner-like tabulate *Aulopora*, partly overgrown by the basal holdfast of a cryptostome bryozoan, overgrowing the epitheca of a solitary rugose coral; Silurian, Gotland, Sweden ( $\times 3$ ). F, Dense encrustation of serpulid polychaetes on a cobble; Middle Jurassic, Gloucestershire, U.K. ( $\times 1.4$ ).

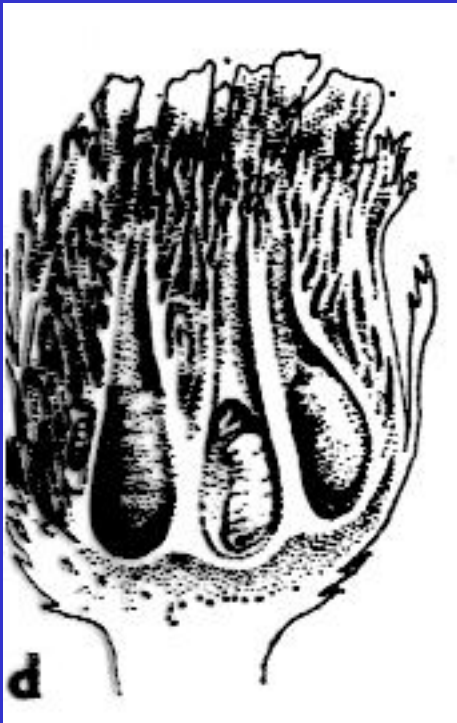
konkurence o prostor

**Parazitismus** – jedna populace (paraziti) napadá druhou (hostitele) a získává z ní pro sebe potravu způsobem, který je pro hostitele škodlivý, avšak nevede k jeho okamžitému zániku.

**Ektoparaziti** (na povrchu těla) , **endoparaziti** (uvnitř těla hostitele).

Parazitismus **příležitostný** (fakultativní) x **nezbytný** (obligatorní - *životní závislost na hostiteli, obvykle vysoká specializace, rozvoj rozmnožovacího ústrojí, redukce smyslových a pohybových, někdy trávicích orgánů - např. červi– lilijice, koráli..., koevoluce s hostitelem*). Někdy více druhů hostitelů (**mezihostitelé**), paraziti parazitů (**hyperparaziti**), **patogenie** (infekce v těle hostitele – viry, bakterie...)

**Fosilní paraziti** – jen pokud vedou ke změně morfologie tvrdých částí hostitele (háčky, „nádory“ ...)



paraziti a hyperparaziti v květech chřipiny



Stonky lilijic z vápenců zlíchovských s patologickými nádory způsobenými parazity: nahore vlevo – část napadeného stonku z boku, nahore vpravo – stoněk shora, dole – jiný úlomek. Praha-Zlíchov, lom „U kapličky“

stopy parazitismu u fosilií

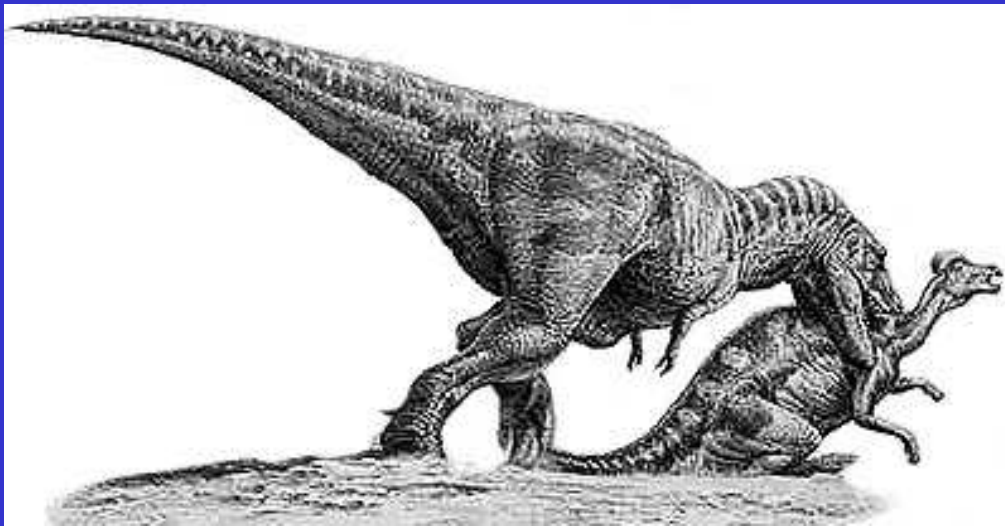
**Predace** – jedna populace (dravci) napadá druhou (kořist) a pro potravu ji ihned zabíjí.

patrně nejrozšířenější vztah mezi organismy v přírodě.

Vzájemná závislost dravců a jejich *hlavní* kořisti (populační hustota...).

**Specifická přizpůsobení** – smyslové orgány, spolupráce více jedinců, krycí zbarvení, mechanická a chemická ochrana – trny, krunýře...)

**Predace + parazitismus = exploatace (=využívání)**



*Tyrannosaurus*



*Anomalocaris* (burgesské břidlice)

## Chemické reakce mezi organismy

### a) Vnitrodruhové:

**Autotoxiny** – produkty metabolismu, toxické nebo brzdící (inhibující) účinky – vliv na hustotu populace ap.  
**Feromony** – *informace* (vyhledávání jedinců opačného pohlaví, navození sexuálního chování, poplašné či obranné signály, vyznačení teritoria apod.)

### b) Mezidruhové

**Allomony** – výhody pro organismus, který je produkuje (např. odpuzování, usnadňování úniku – sépie, pomoc v konkurenci - brzdí nebo vytlačují jiné druhy, otrava kořisti, modifikace růstu jiného druhu, lákání kořisti k predátorovi...)

**Kairomony** – výhody pro příjemce (informace - umístění potravy, jedovatost, růstové hormony apod.)

**Sinomony** – výhody pro produčující i přijímající organismy (vůně květů hmyzosnubných rostlin...)

**Inhibitory** – brzdí růst ostatních druhů nebo otravují okolí bez výhody pro producenta (bakteriální toxiny, toxiny sinic...)

## Podle způsobu získávání uhlíku:

Autotrofové (producenti) – uhlík získávají z CO<sub>2</sub>

Heterotrofové (konzumenti) – uhlík získávají z organických sloučenin

Mixotrofové - bakterie a prvoci, kteří mohou získávat uhlík oběma způsoby

## Podle zdroje energie:

Fototrofové – ze světla

Chemotrofové – z oxidace organických nebo anorganických sloučenin

## Heterotrofní organismy

- podle typu potravy a způsobu jejího získávání:
- **biofágové** - konzumují jiné živé organismy
- **nekrofágové** - konzumují uhynulá a rozkládající se těla

*fytofágové* (býložravci a rostlinní cizopasníci)

*zoofágové* (dravci a živočišní cizopasníci)

### Býložravci (herbivoři)

živí se rostlinami (někdy specializace)

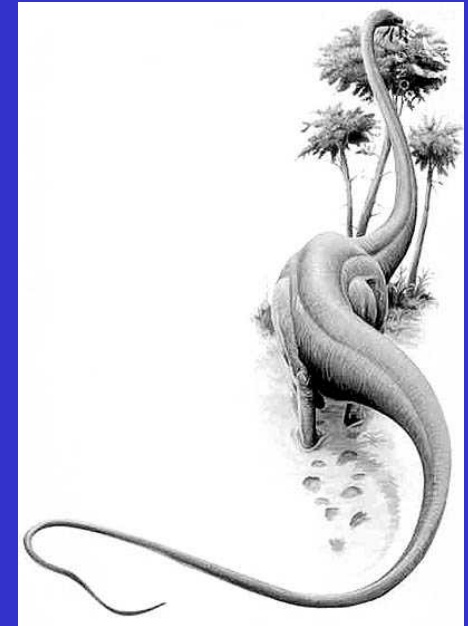


kolibřík

koroun



*Seismosaurus*



## Masožravci (karnivoři)

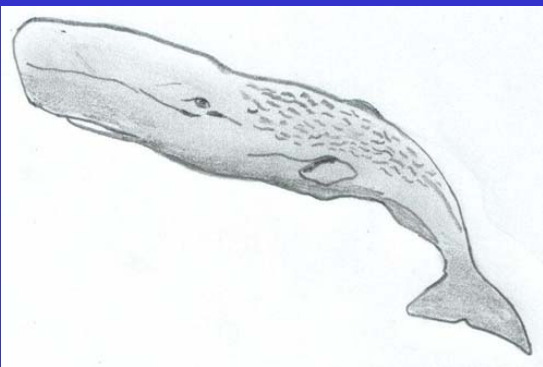
- žíví se masem jiných živočichů, které loví a zabíjejí (častá specializace, někdy velmi výrazná)  
někteří se žíví jen krví kořisti (nezabíjejí ji), **kanibalismus** – požírání jedinců téhož druhu



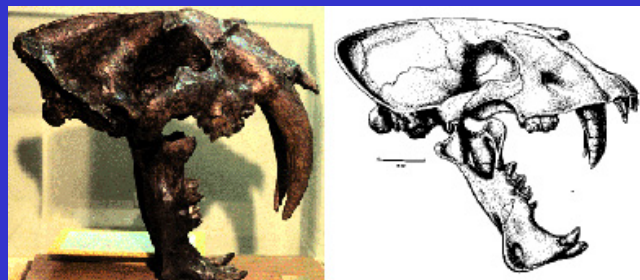
*Homotherium*



upíři (*Desmodus*)



vorvani (*hlavonožci*)



*Smilodon*



pavouci

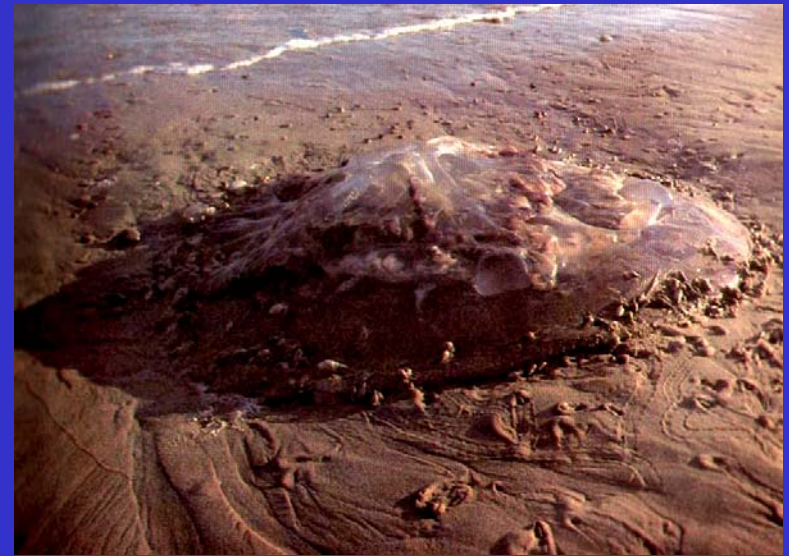


## Nekrofágové (mrchožrouti)

živí se mrtvými těly, která dosud nejsou v rozkladu

Saprofágové – konzumují rozkládající se těla

Koprofágové – živí se výkaly a trusem



hyena

mořští plži konzumují uhynulou medúzu



hrobařík



skarabeus

## Všežravci (omnivoři)

heterogenní skupina, typy vzniklé z býložravců i masožravců



medvědi - *Ursus spelaeus*



potkani



primáti



*Homo erectus*

## Požírači substrátu

živí se organickým detritem na povrchu nebo uvnitř sedimentu (někdy preference urč. typu substrátu)

vybíraví – např. většina „uklízečů“ (*metaři = scavengers*)

nevybíraví – požírají i sediment – např. sumýši

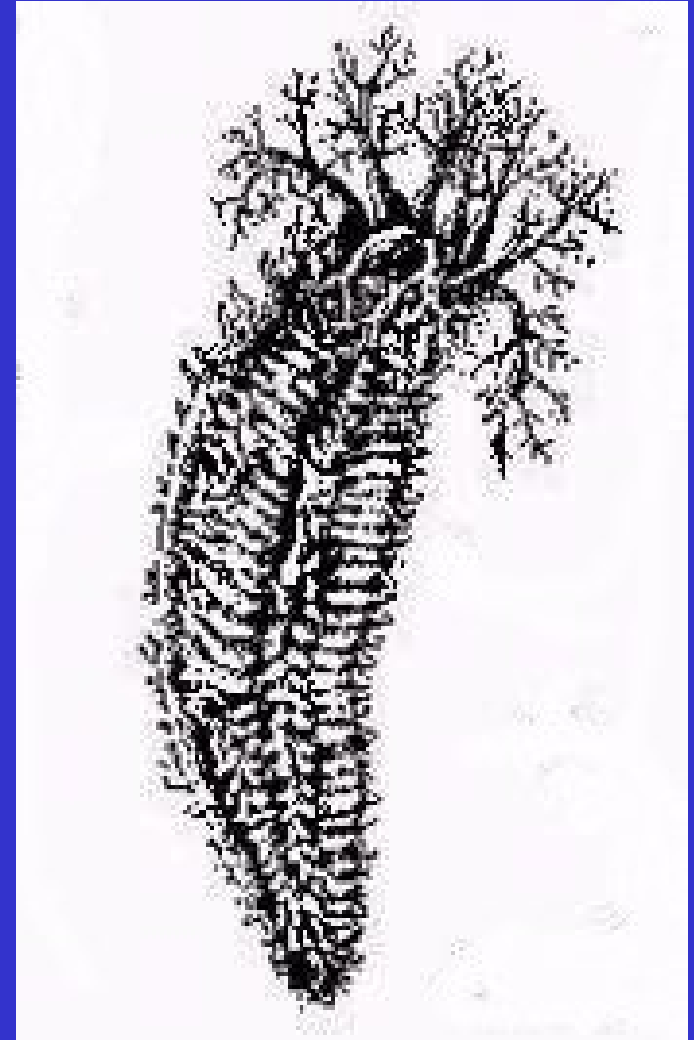


sumýši

rejnci



trilobiti

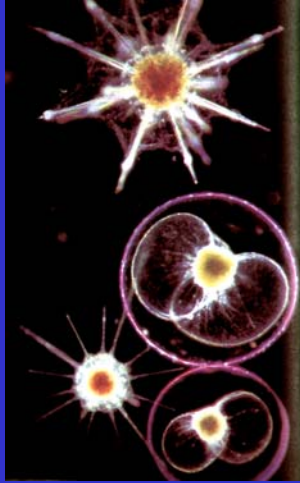


## Požírači suspenze (filtrátoři)

Zachycování a filtrování organických částic a mikroorganismů vznášejících se ve vodě speciální lapací zařízení (lofofóry, chapadla pokrytá slizem, ramena...), často sesilní bentos



zooplankton, fytoplankton



ramenonožci

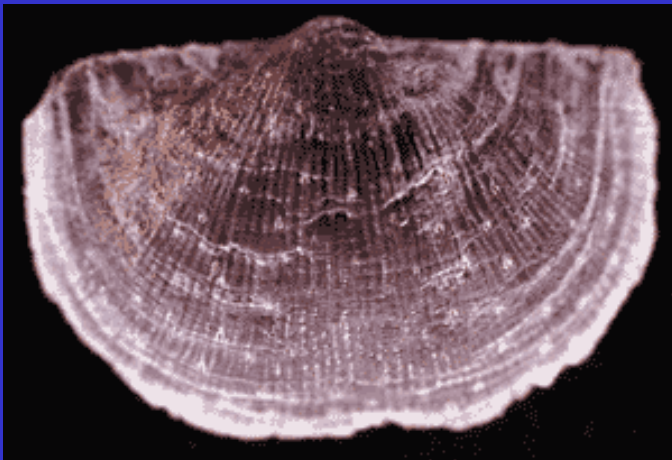


lilijice

živočišné houby



lofofór



## Spásání (grazing, grazers)

povlaky sinic, řas a mikroorganismů - oškrabování z tvrdých podkladů



plži



papouščí ryby



chroustnatky

## Osmotrofové

živiny získávají z okolí osmoticky, obvykle celým povrchem těla (mikrobi, rostliny, endoparaziti)

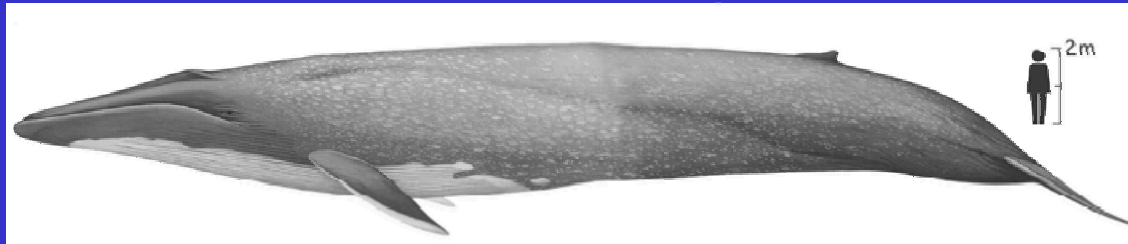
Mikrofágové x makrofágové

## Přizpůsobení organismů prostředí

**Pelagos** – všechny organismy žijící ve vodním sloupci (nekton+plankton)

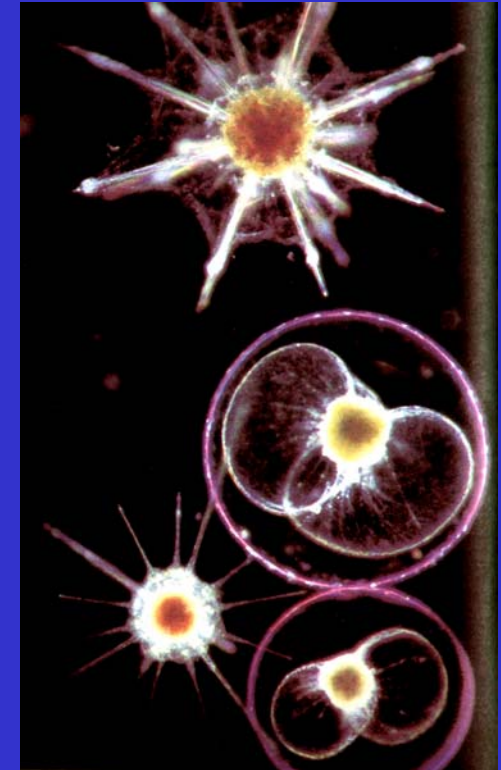
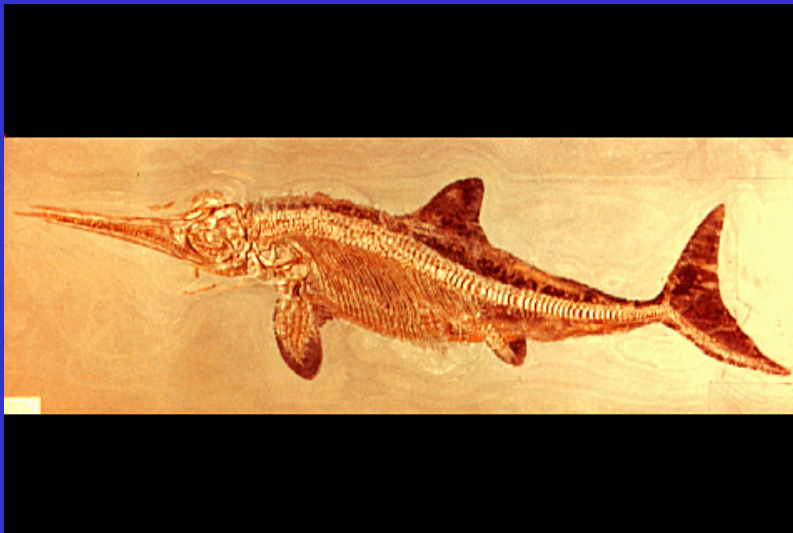
- **Plankton** – vznáší se ve vodě, schopen omezeného vlastního pohybu

- **Nekton** – aktivně plave, schopen dlouhodobého cíleného pohybu ve vodě



nekton

plejtvák obrovský



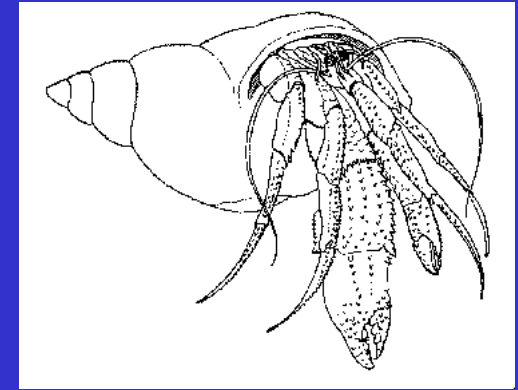
plankton

**Bentos** – žije na dně nebo hrabe v sedimentech dna  
(vagilní, sesilní, nektobentos...)

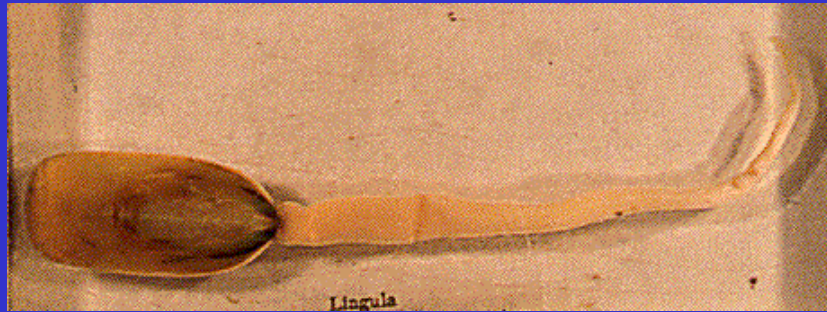
- **Infauna (endobionti)** – uvnitř substrátu

- **Epifauna (epibionti)** – na povrchu substrátu

**Edafon** – v půdě



vagilní bentos



nektobentos



sesilní bentos



## ADAPTACE

= přizpůsobení organismů prostředí (**morfologické, fyziologické, etologické**)

**Paleoekologie** – studium **adaptivní funkční morfologie** – interpretace prostředí, v němž organismus žil

### 3 metody:

- **Homologie** - přímá pozorování (druh žije nebo žil jeho blízcí příbuzní)

- **Analogie** – k morfologicky podobným znakům recentních druhů, které nejsou příbuzné (hydrodynamický tvar, stáčení, trny...)

- Studium **mechanických vlastností** schránek (např. hydrodynamické...)

**Pozor!** Každá struktura může mít víc než jednu funkci, morfologický znak, který se podílí na různých funkcích, je zpravidla kompromisem (např. tloušťka schránky...)



homologie



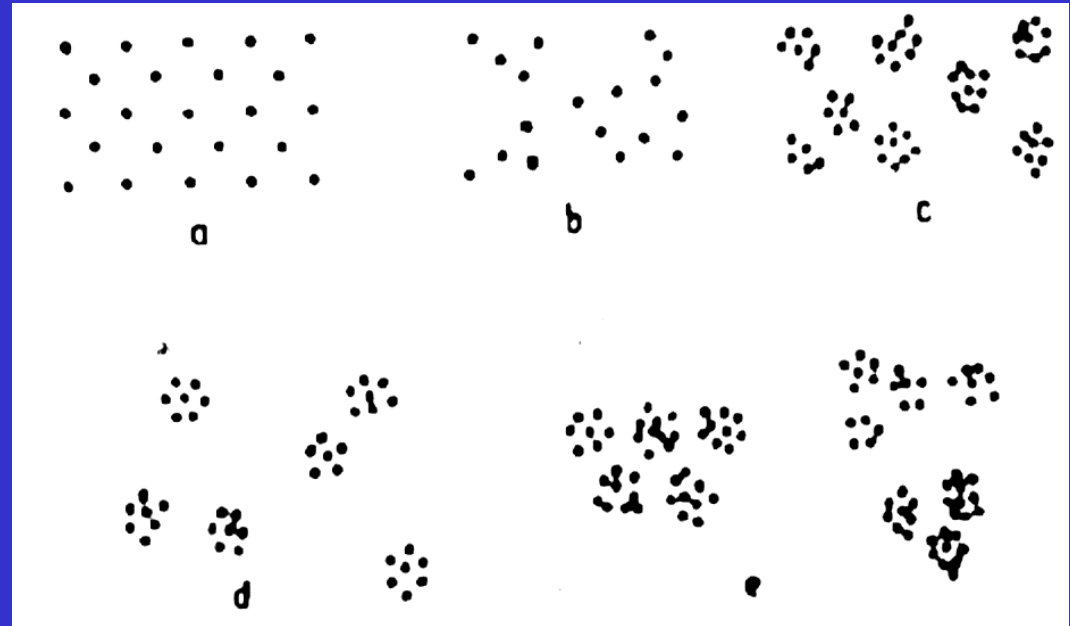
analogie



# POPULACE

= jedinci téhož druhu, žijící společně ve stejném čase a prostoru a vzájemně se ovlivňující – interakce s jinými populacemi a se životním prostředím

## Různé způsoby rozmístění jedinců v populaci



## Rozmístění jedinců v paleopopulacích

závisí na typu organismu, typu prostředí a diagenetických procesech  
sesilní bentos, infauna - často stejně jako za života  
vagilní bentos – většinou transport, shluky, rovnoměrné rozmístění se mění na náhodné, někdy koncentrace proudy podle tvarů a rozměrů – lumachely

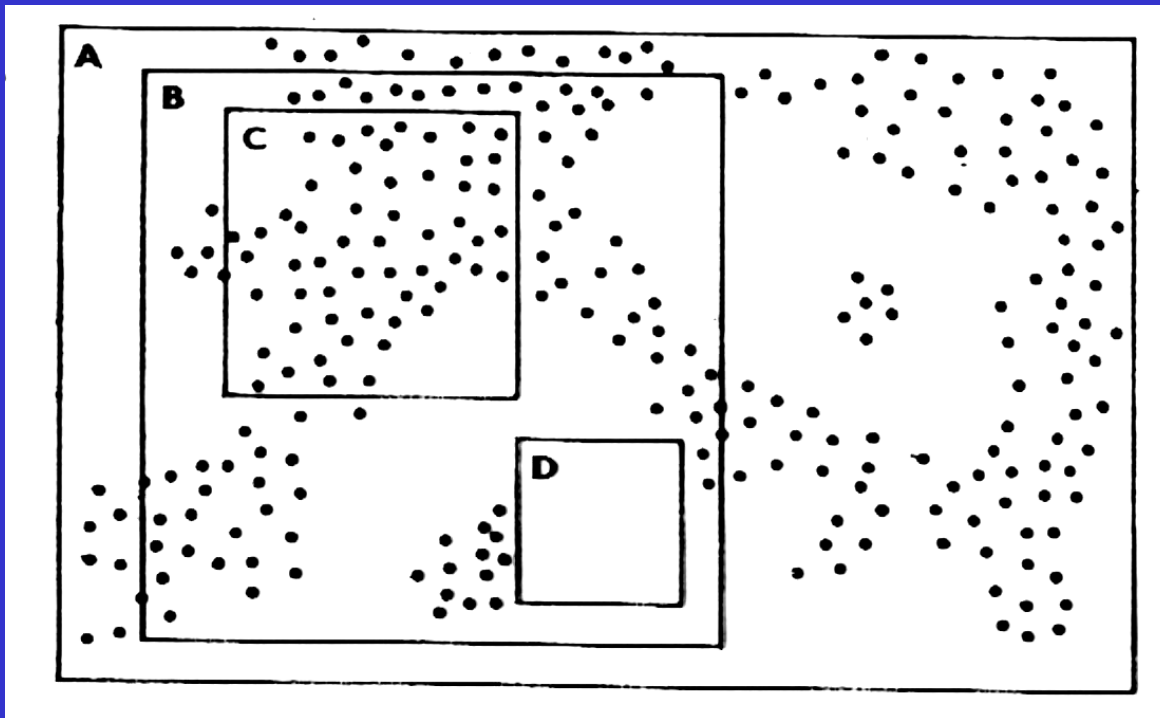
Způsoby rozmístění jedinců uvnitř populace: a – pravidelné, b – náhodné, c – v pravidelně rozložených seskupeních, d – v náhodně rozložených seskupeních, e – ve shloučených seskupeních. Největší nebezpečí zkreslení výsledků vlivem nevhodně zvolené velikosti statistického vzorku (např. při studiu hustoty populace) hrozí v případě rozmístění jedinců typu c, d, e. Zde je výhodnější sčítat celá seskupení a výsledek vynásobit průměrným počtem jedinců v nich. Podle P. Douvigneauda 1988.

## Hustota populace

= počet jedinců (abundance) na jednotku plochy nebo objemu

sčítání (v paleoekologii např. u sesilního bentosu nebo u infauny v životní poloze),  
vzorkování (mikropaleontologie)

*Důležité – velikost, počet a rozmístění sčítacích ploch*



Možnosti zkraslení výsledků při vzorkování populace v případě nepravidelného rozmístění jedinců. Je zřejmé, že při různé velikosti sčítací plochy (a - d) zjistíme různou populační hustotu. V tom případě volíme větší počet menších sčítacích ploch. Podle B. Lososa a kol. 1984.

## Množivost (natalita)

= schopnost populace rozmnožovat se, většinou omezeno na urč. období života, závisí na podmínkách prostředí, na složení a početnosti populace

Rychlost rozmnožování – u různých druhů různá, buď stabilní nebo proměnlivá po celé reprodukční období, vysoká – mladé populace pronikající do nového prostředí

## Úmrtnost (mortalita)

úbytek jedinců v populaci (rychlost vymírání) – počet uhynulých jedinců za jednotku času nebo podíl z celkového počtu jedinců původní populace. Důležité faktory - průměrný věk a doba, po kterou je zapojen do reprodukčního procesu

Masová mortalita – často ve fosilním záznamu (důsledek katastrofy...)

Vyhynutí (extinkce) druhu – masové hynutí v celém areálu rozšíření

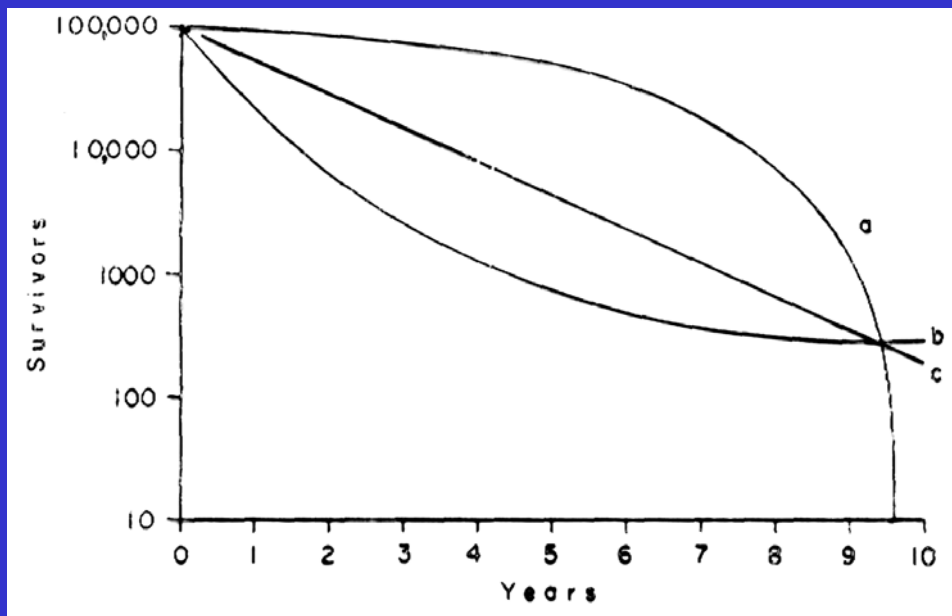
Hromadné vymírání – současná extinkce mnoha druhů

Natalita větší než mortalita – zvětšování početnosti a naopak

### Křivky úmrtnosti

*a-rostoucí b-klesající c- konstantní*

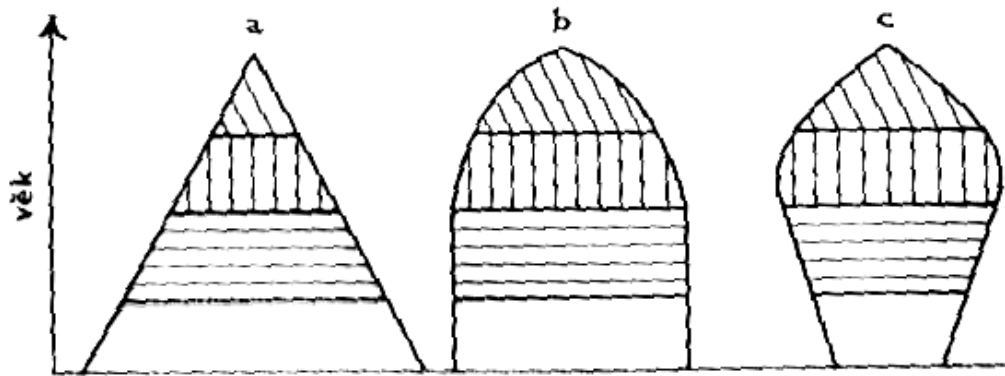
Three types of mortality rates. (a) increasing; (b) decreasing; (c) constant. In addition to these three types is the sigmoid form shown in Figure 225. (From G. Y. Craig and G. Oertel, 1966, *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 122, pp. 315-355, Figure 4. Copyright © 1966 by Geological Society of London.)



## Složení populace

poměr pohlaví (paleoekologie - jen u druhů s výrazným *pohlavním dimorfismem* - ostrakodi, amoniti, nebo střídajících *pohlavní a nepohlavní generace* - dírkovci)

Věkové složení populací – dominantní věkové třídy



Věkové struktury populace: a populace v rozvoji, b stálá populace, c vymírající populace; věkové třídy znázorněny různým šrafováním (podle ODUMA)

Paleoekologie – věkové třídy lze nahradit některým z tělesných rozměrů

Určení individuálního stáří fosilií – přírůstkové proužky, opotřebením zubů,

relativní stáří – podle rozměrů

exuviace – věkové třídy odpovídají jednotlivým růstovým stádiím

# Kolísání početnosti populace – populační dynamika

– důsledek změn faktorů prostředí (potrava, teplota...)

- dědičné vlastnosti druhů

Oscilace – krátkodobé změny během roku, fluktuace – dlouhodobé výkyvy během více let

Katastrofální přemnožení (gradace) – početnost populace přesáhne únosnou kapacitu prostředí, po gradačním vrcholu – prudký pokles početnosti do minimálních hodnot (drobní býložravci ...)

Migrace:

vnitřní – pohyb v prostoru populace

emigrace (vystěhování) – aktivní, pasívní (*vysoké populační hustoty - brání stresu, šíření populace a rozšiřování areálu druhu*), *expanze, regrese*

imigrace (přistěhování) – při malé populační hustotě může zabránit vyhynutí

Významné – ekologické bariéry (většinou geografické)

periodická stěhování se zpětným návratem – sezónní klimatické změny, střídání dne a noci  
(hloubkové migrace planktonu)



# Organismy

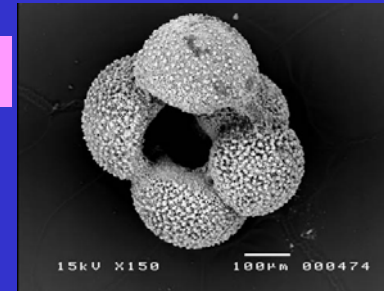
**r – specialisté ( r - stratégové)**

*(vysoký reprodukční potenciál r)*

hraboš



*Globigerina*



X



mšice



*Deinotherium*

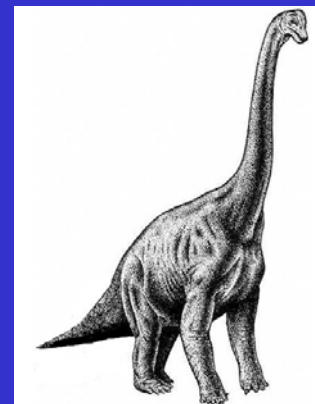
**K – specialisté (K – stratégové)**

*(únosná kapacita prostředí K)*



panda

*Brachiosaurus*

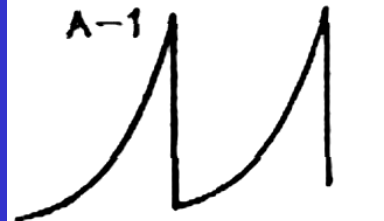
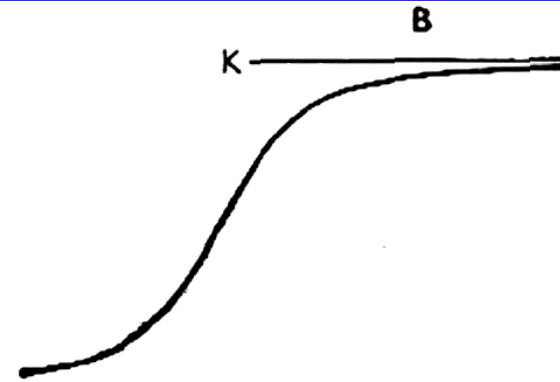
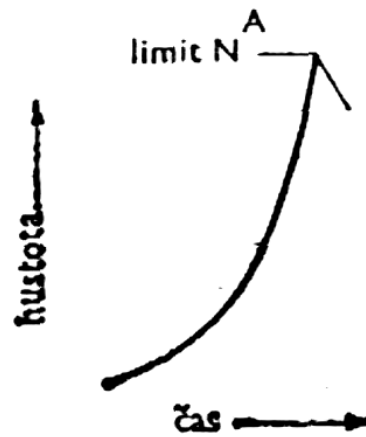


# Populační dynamika

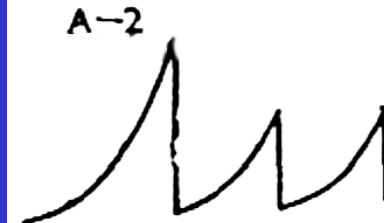
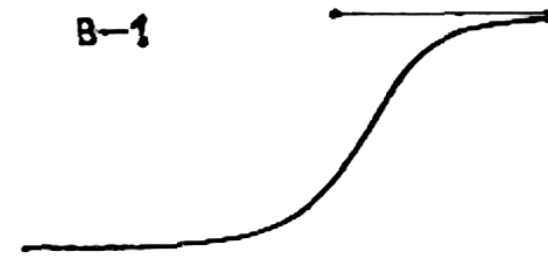
A: *r* - specialisté

B: *K* - specialisté

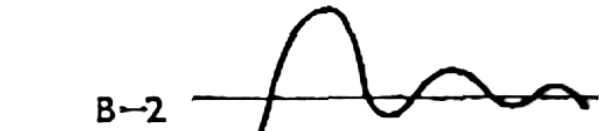
Některé případy  
růstu populace v aritmetickém měřítku, znázorňující formu růstu tvaru *f* (exponenciální - A) a tvaru *S* (sigmoidní - B) i některé varianty.



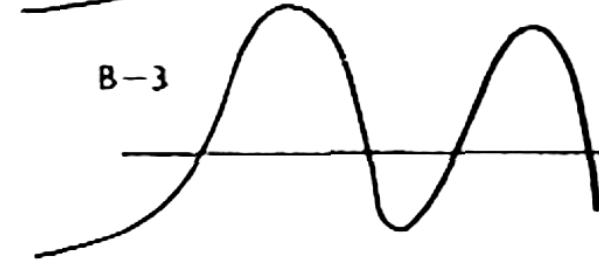
B-1



B-2



B-3



# BIOCENÓZA

= společenstvo, soubor všech populací žijících v daném čase na daném území a navzájem spjatých vazbami

## Vlastnosti biocenóz

### A) Kvantitativní

***Hustota druhů*** = počet druhů na jednotku plochy nebo objemu - *pokryvnost populace*

***Abundance*** = počet všech jedinců bez ohledu na druhovou příslušnost vztažený k jednotce plochy nebo objemu (paleoekologie - **POZOR na časové zprůměrování!**)

***Relativní abundance*** - fosilie **nepřítomné - vzácné – řídké – početné - velmi početné - masový výskyt**

***Biomasa*** = hmotnost všech organismů v biocenóze v určitém okamžiku (změny = změny produktivity)

Paleoekologie – nelze měřit



## B) Strukturální

**Druhová skladba (druhové spektrum)** = souhrn všech druhů v biocenóze (oryktocenóze...)

**Diverzita** = druhová rozmanitost, počet druhů v biocenóze (někdy respektuje i poměrné zastoupení jedinců v druzích)

**Dominance** = převaha některých druhů ve společenstvu (funkční, početní)

ekologické dominanty, společenstvo s vysokou dominancí x vyrovnané společenstvo

hlavní (dominantní) druh – více než 10% biocenózy

doprovodný (influentní) – 5-10%

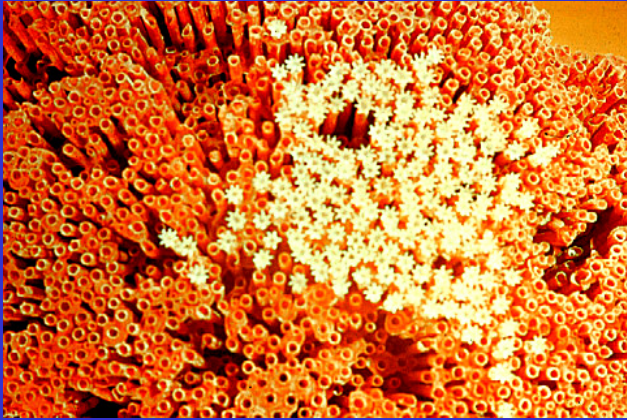
přídavný (akcesorický) – méně než 5%

**Ekvitabilita** = vyrovnanost, nepřímo úměrná dominanci

obvykle několik druhů s velkým počtem jedinců a velký počet druhů se středním nebo malým počtem jedinců, drobné druhy podstatně více jedinců než velké

**C) Vztahové**

**Fidelita** = stupeň vázanosti (věrnosti) druhu k určité biocenóze  
vysoká – stenovalentní druhy s výraznými adaptacemi X nízká – euryvalentní druhy



hermatypní koráli

X



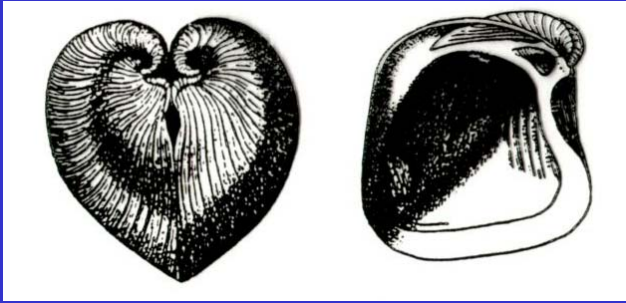
Porifera

**Koordinace** = stupeň společného výskytu dvou nebo více druhů ve společenstvu (stejné nároky na prostředí, úkryty, mezidruhové vztahy...)



*Melanopsis*

+



*Congeria*

(panon)

# Ekologická sukcese biocenóz

= zákonité, dlouhodobé, neperiodické a bez vnějšího zásahu nevratné změny biocenózy, resp. časový sled na sebe navazujících biocenóz

Postupná směna druhů v sukcesní řadě – populace mění prostředí a vytvářejí vhodné podmínky pro jiné populace

## Primární sukcese

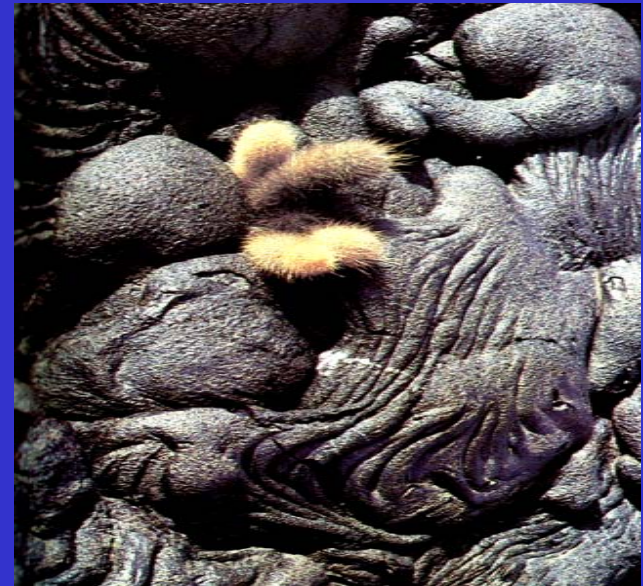
### A) Pionýrské společenstvo

biologicky prázdný prostor – tzv. pionýrské druhy – mění okolní prostředí a připravují je pro imigraci dalších druhů (větš. drobné autotrofní druhy, r-stratégové, málo vyvážená vnitřní struktura, malý počet vazeb, nízký stupeň uspořádanosti, změny vnějších podmínek - výrazné kolísání individuální četnosti druhů, výrazná dominance jednoho nebo několika druhů)

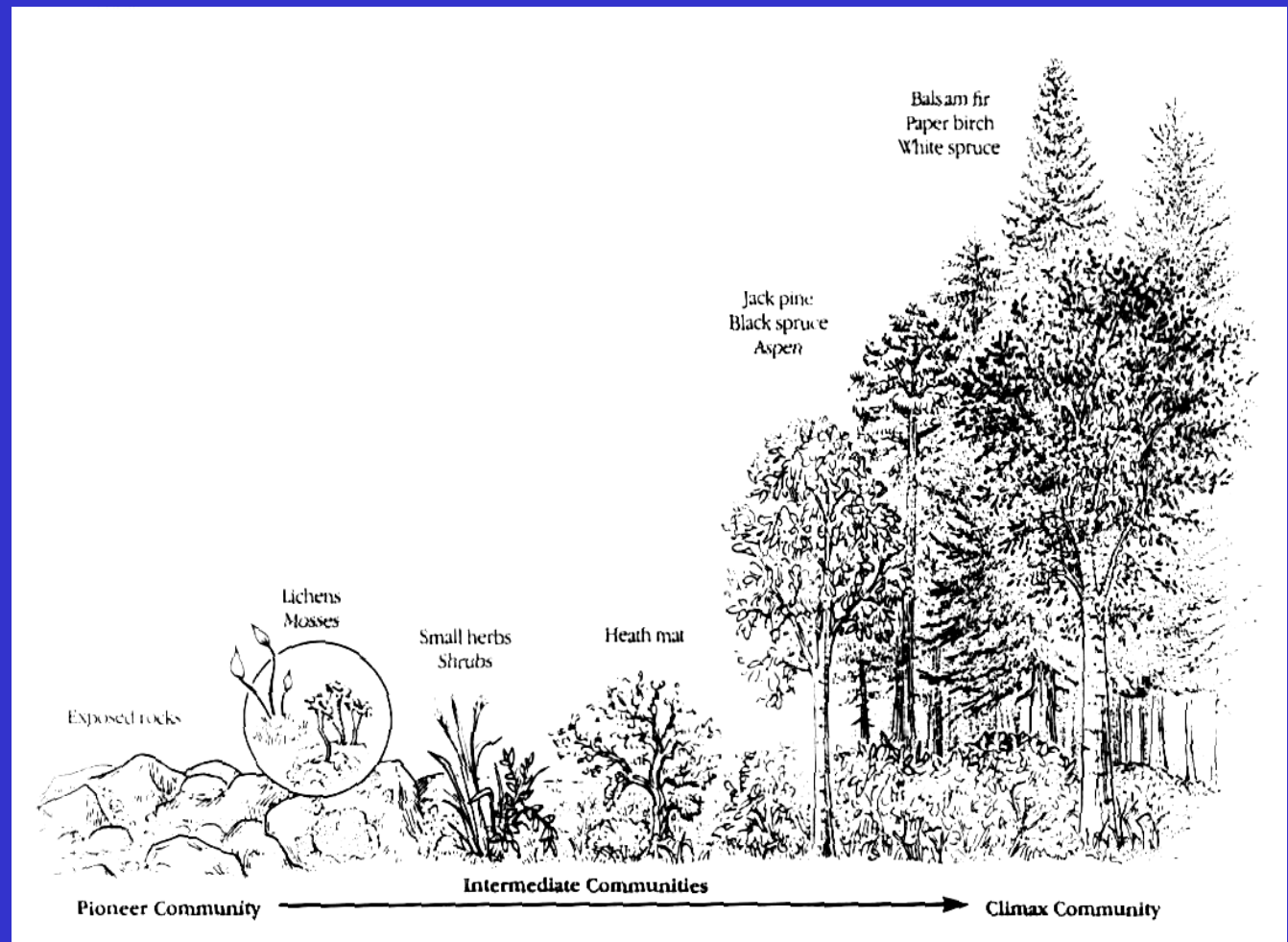
### B) Další vývoj – postupná záměna druhů

### C) Klimaxové stadium

vysoká diverzita a ekvitabilita, převaha K- stratégů, vysoká kompetice, užší niky, účinný metabolismus, velká specializace, hospodárné využívání dostupné energie, početnost blízko horní hranice úživnosti prostředí (K – selekce), velký počet mezidruhových vztahů, vysoká stabilita společenstva, dlouhé potravní řetězce - homeostatický systém



## Primární sukcese



pionýrské společenstvo

klimaxové společenstvo

A representation of primary succession on Isle Royale, located in Lake Superior. Rock exposed by the retreat of glaciers is colonized by lichens, then mosses, followed by other plant communities leading to a climax community. One biotic community replaces another until a mature community is formed. During succession the plants of each community alter their habitat so drastically that conditions become more suitable for other species.

## Sekundární sukcese

Sukcese opakovaně přerušována nebo zastavena – zmlazení (rejuvenace ekosystému)

Sukcese po zmlazení = sekundární sukcese, zpětná, regresivní sukcese

### Sekundární sukcese

pole

0-1 r.

Crabgrass  
colonizes first.

0-1



1-3

Tall grass/  
herbaceous plants

1-3



3-10

Pines invade

3-10



10-30

Established  
pine forest

10-30



30-70

Hardwoods  
invade

30-70



les

70+

Hardwood forest  
climax

70+



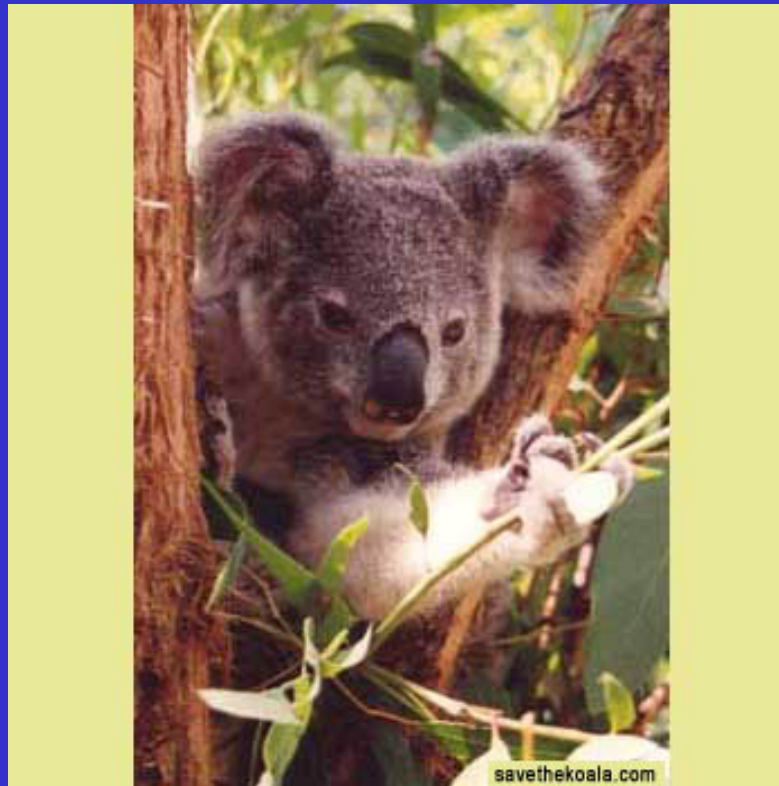
# Stabilita biocenóz

= schopnost setrvat v původním stavu nebo se do něj vrátit

2 složky: a) **odolnost (rezistence)** – schopnost odolat vychýlení nebo je udržet v únosné míře bez narušení funkce systému b) **pružnost** – schopnost vrátit se po vychýlení do původního stavu, resp. rychlost odstranění následků změn prostředí

**Mladší sukcesní stadia – menší odolnost, ale větší pružnost** (převaha r-stratégů), **vyzrálejší stadia – větší odolnost, ale menší pružnost** (více K – stratégů)

**Stabilitu ovlivňuje:** bohatství strukturních vztahů, autekologické vlastnosti jednotlivých druhů, zvl. dominantních. **Úzká specializace – omezení kompetice, ale snížení rezistence** ke změnám podmínek



koala

# Biocenotické principy

## 1. Druhová diverzita závisí na pestrosti životních podmínek.

(čím rozmanitější, tím více druhů a nízká hustota populací, a naopak)

## 2. Biocenóza je druhově tím chudší, čím více se životní podmínky biotopu odchyľují od optima

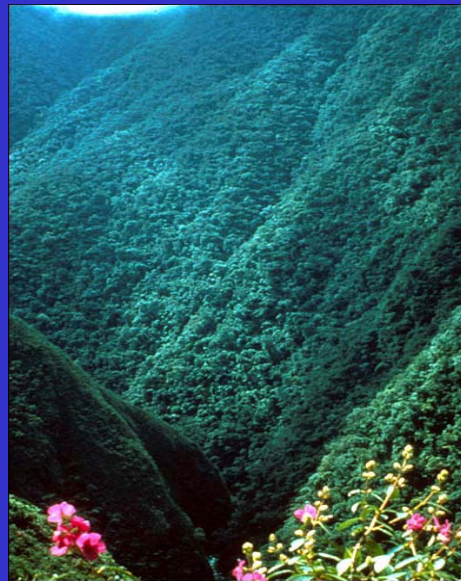
(málo druhů, ale vysoká početnost populací).

## 3. Biocenóza je druhově tím bohatší, vyrovnanější a stabilnější, čím jsou životní podmínky v biotopu stáľejší a naopak (i v méně příznivých, ale stabilních prostředích se početnost zastoupených druhů zvětšuje s délkou trvání stabilních podmínek)

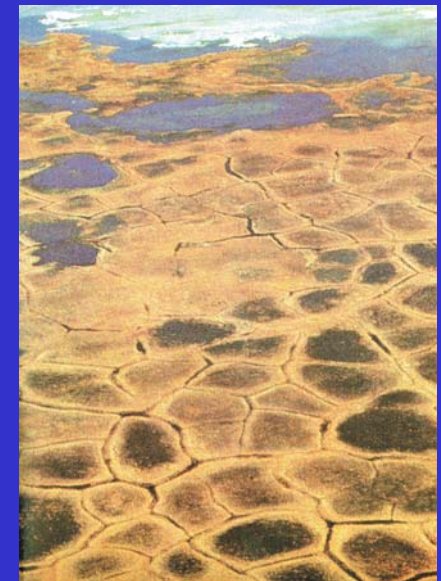
Diverzita společenstva – podmíněna i délkou katastrofami nepřerušované evoluce (zvyšování specializace, zmenšování ekologických nik nebo jejich členění, zmnožení biologických interakcí)



korálový útes



tropické deštné pralesy



tundra

# Potravní (trofická) struktura společenstev

**Potravní (trofický) řetězec** = přenos energie obsažené v rostlinách přes organismy, které je požívají a jsou dále samy požívány.

Nízká účinnost přenosu energie – 5-15%, max. 30% - počet stupňů omezen (4-6).

## **1) Pastervní řetězec**

**zelené rostliny n. chemosyntetizující bakterie – býložravci – masožravci**

## **2) Detritový řetězec**

**odumřelá organická hmota – mikroorganismy – požírači detritu – požírači požíračů detritu**

Propojení potravních řetězců – **potravní (trofická) síť**

## **Potravní (trofické) úrovně**

**Producenti** – zelené rostliny

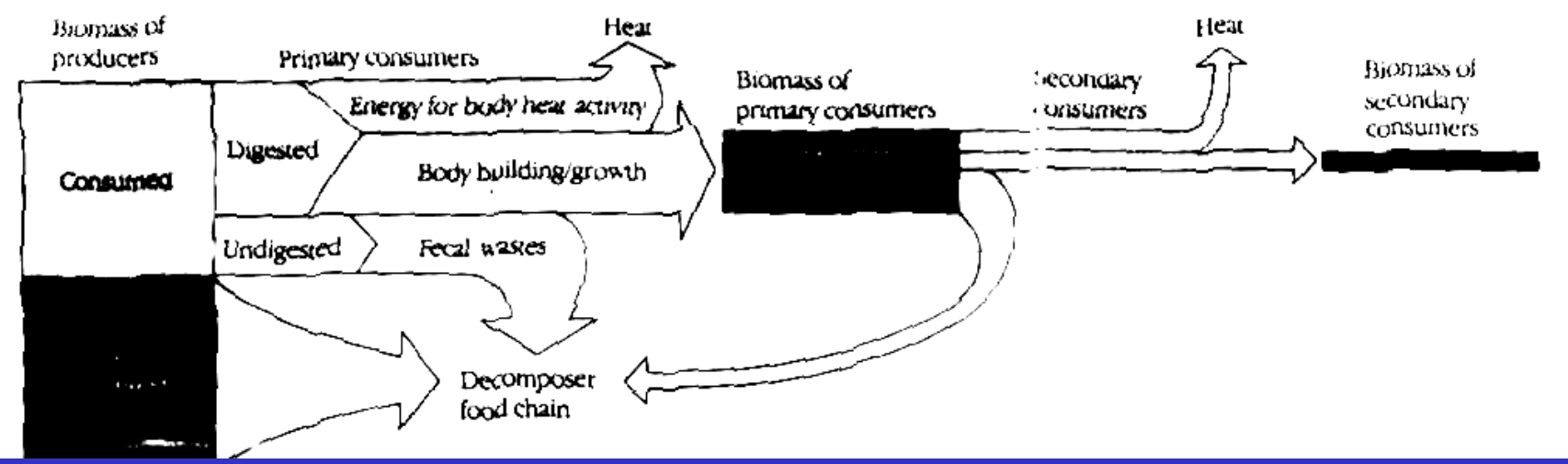
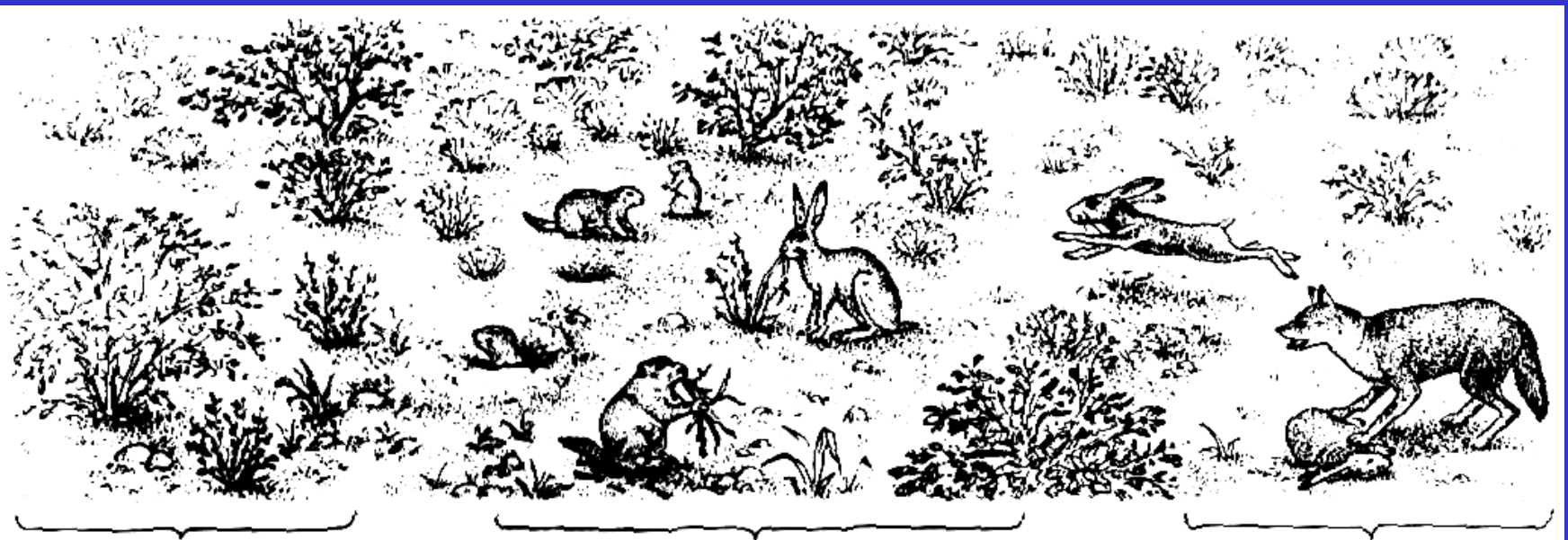
**Primární konzumenti** – býložravci

**Sekundární konzumenti** – masožravci živící se býložravci

**Terciární konzumenti** – masožravci živící se masožravci

**Dekompozitoři (rozkladači)** – rozkládají odumřelou org. hmotu na jednoduché látky





Energy and nutrient flow through the ecosystem. Note that a large fraction of the biomass of the first trophic level is not consumed. Also note the losses from one trophic level to the next.

# EKOSYSTÉMY

= biocenózy + abiotické prostředí

**Globální ekosystém = biosféra** (Suess 1875)

cca 3 km zemské kůry až horní hranice troposféry (8-10 km póly, 16-18 km rovník) - trvale obydlený prostor menší

**4 základní funkční složky:**

**ekosféra** (= souhrn všech biotopů)

**producenti** (= všechny autotrofní organismy)

**konzumenti** (= všichni heterotrofní makrokozumenti)

**dekompozitoři** (= heterotrofní mikrokozumenti)

**Noosféra** = *sféra lidského rozumu*

**Technosféra** = *současná etapa vývoje biosféry*

**Každý ekosystém – koloběh látek a tok energie**

- a) extrakce biogenních prvků z anorganických sloučenin a převod na organické sloučeniny
- b) průchod trofickými řetězci
- c) po odumření organismů dekompozice (= opětovné uvolňování prvků do fondu minerálních živin)

**Ekologická nika** – funkce (role) jedince v ekosystému – suma adaptací organismu

# Biogeochemické cykly

= specifické koloběhy jednotlivých prvků (přechod z prostředí do živých organismů a zpět)

**uhlík – dusík – fosfor – síra – vápník – křemík**

**Výměnný fond** – část prvku, která se účastní rychlé výměny mezi organismy a jejich okolím

**Základní zásobník** – zbytek, zdroj pro výměnný fond, do organismů může přecházet za dlouhou dobu (desítky až miliardy let)

## **Plynné typy cyklů (C, N, O)**

základní zásobník = atmosféra nebo hydrosféra, rychlé vyrovnávání rozdílů v distribuci prvku

## **Sedimentární typy cyklů (P, S, Si...)**

základní zásobník = litosféra, méně stabilní, uvolňování prvků při zvětrávání hornin

někdy **stagnace** = značná část prvku dlouhodobě mimo dosah organismů (hlubší části litosféry)

## **Jiné dělení:**

**A) Biotický cyklus (malý koloběh)** = koloběh prvku uvnitř ekosystému

**a) Fáze absorpce** prvků z prostředí a jejich přenos trofickými řetězci

**b) Fáze restituce** – část prvku uložena (opadanka, mršiny, výkaly apod.) nebo vyloučena respirací

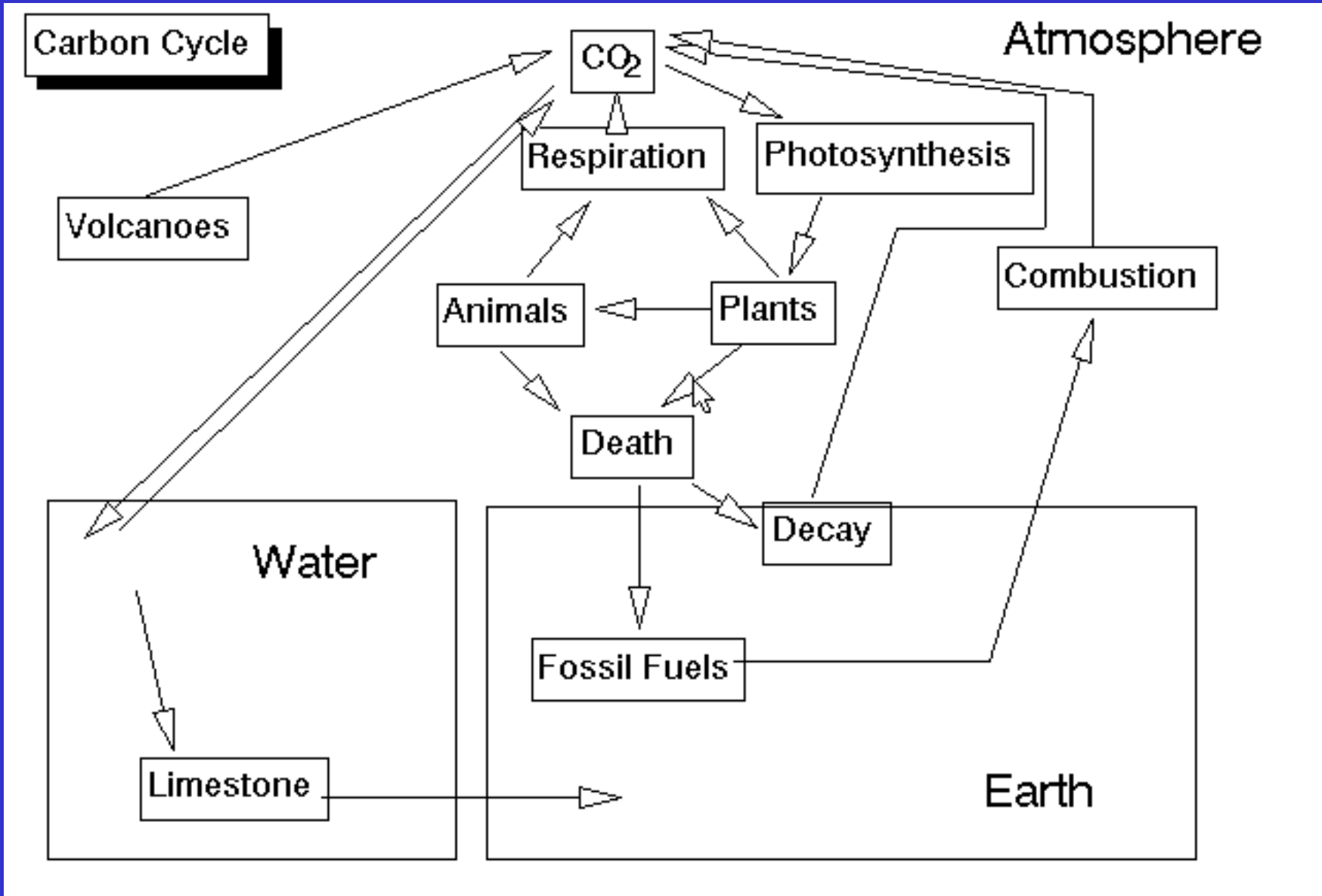
**c) Fáze mineralizace** – prvky převáděny na anorganické sloučeniny (pak znovu absorpce ...)

**B) Geologický cyklus (velký koloběh)** - napojen na biotický cyklus

Prvky ve fázi restituce nebo mineralizace - **součástí sedimentů** (ropa, uhlí, karbonáty, pyrit, silicity...),

do biotického cyklu se vrací až **po zvětrání hornin** (zpoždění – až miliardy let)

# Cyklus uhlíku



## Změny biogeochemických cyklů během existence biosféry

Příčiny: *evoluční inovace fyziologických procesů, ekologické adaptace organismů*  
nový způsob využití energie = vznik nových skupin organismů- delší a složitější toky energie  
a trofické řetězce, rozšíření sféry působení živé hmoty na neživou přírodu

### Významné evoluční inovace:

a) Fyziologické – např. *vznik mineralizovaných skeletů* (vliv na cykly Ca, Si a P)

b) Ekologické – např. *výstup rostlin na souš* (silur) – vliv na koloběh vody, zvětrávání, klima..., *vznik létajících obratlovců žijících se mořskými rybami* (přenos prvků, hlavně P, z mořských do kontinentálních ekosystémů), *vznik planktonních organismů s mineralizovanými skelety* (koloběh Ca, Si, distribuce těchto prvků v hlubokomořských sedimentech a na šelfech)