

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 pevninská x prostředí mořská

Pevninská prostředí:

vodní (akvatická) x suchozemská (terestrická)

fluviální (potoky a řeky)

lakustrinní (jezera)

paludální (močály a bažiny)

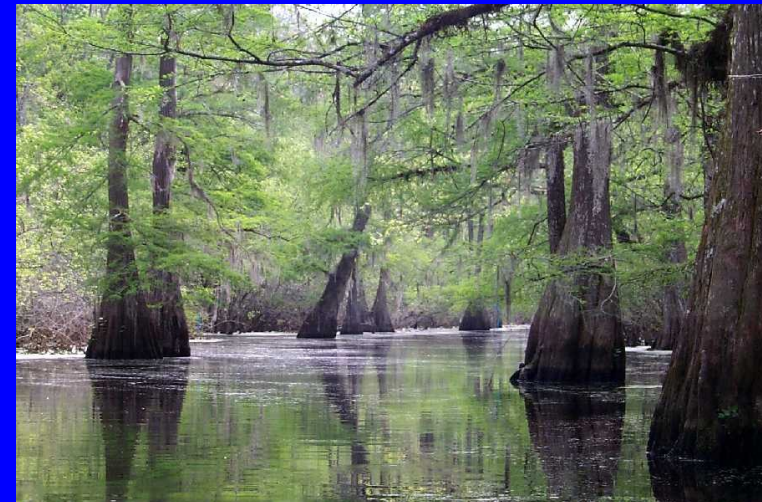
prostředí jeskynní (jeskynní uložení a výplně puklin)

– významná v paleoekologii



Sequoia

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



Taxodium distichum

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, trend*).

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

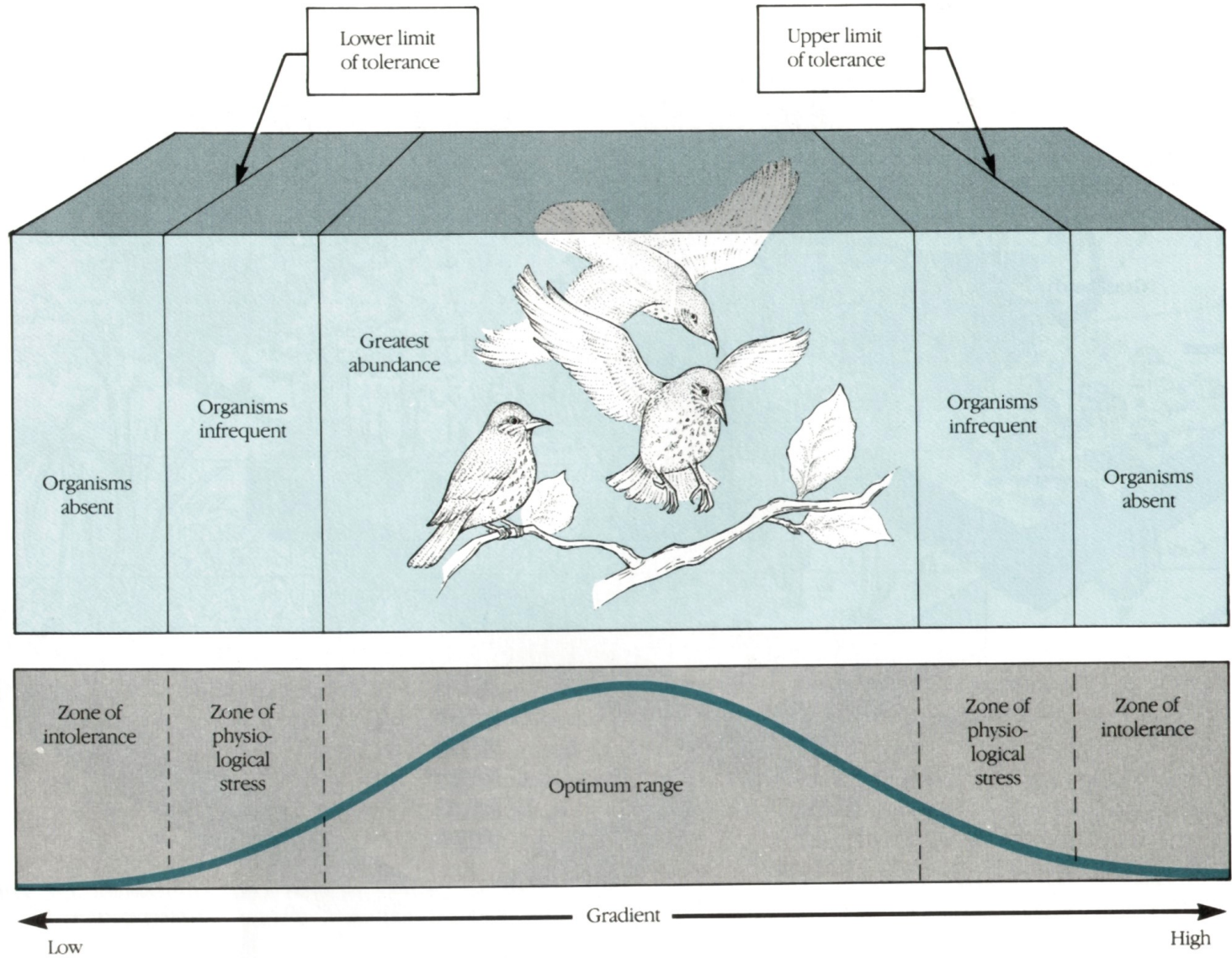
eury- široké rozpětí

stenovalentní (stenobionti) x euryvalentní (eurybionti)

snášejí jen malá kolísání

přizpůsobeni ke značným změnám

Tolerance - limity



Each organism has a range of tolerance for abiotic factors. It survives within this range and can be killed by shifts below or above the range.

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

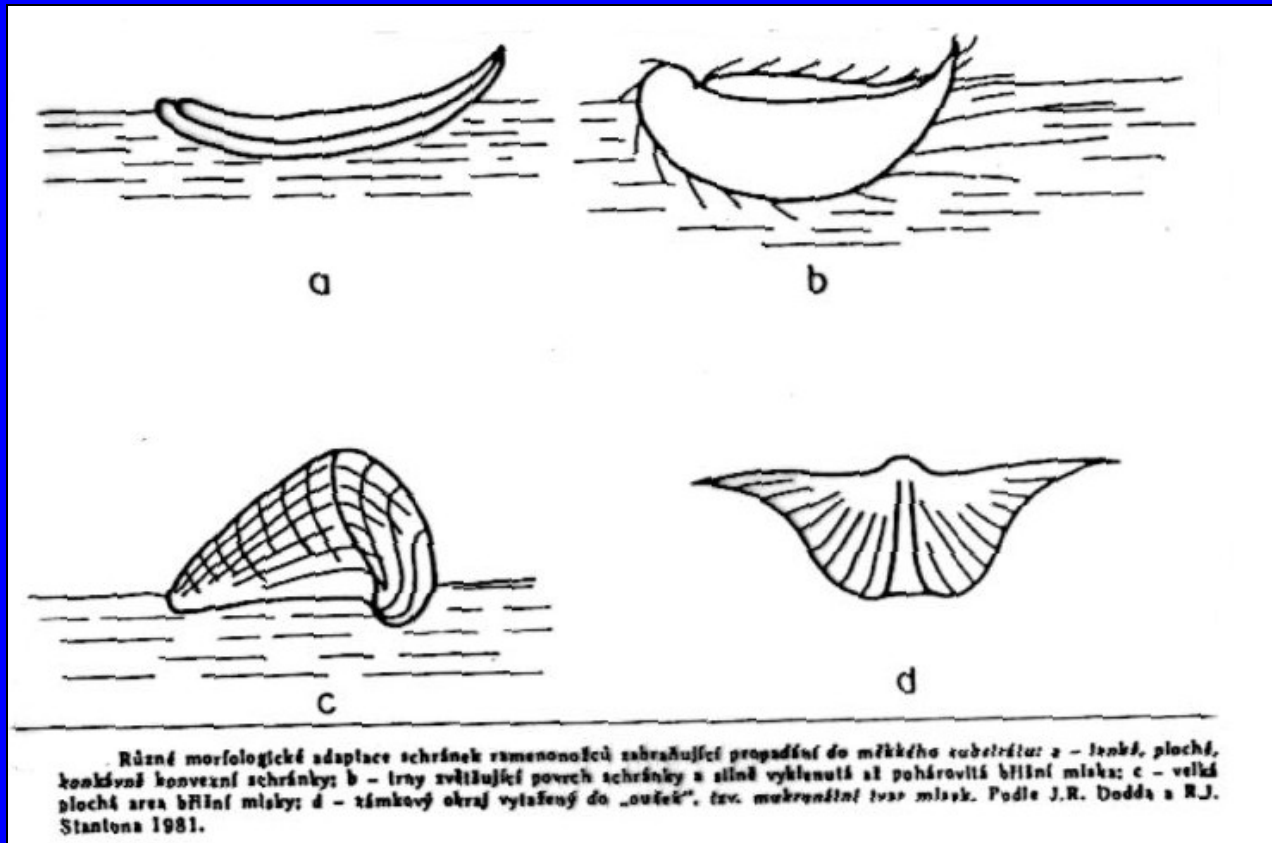
V paleoekologii **lze přímo studovat** – petrografie, sedimentologie (zrnitost, vytrídění, barva, textury, mineralogie, poměr org. a anorg. hmoty, chemismus)

Ovlivňuje **sesilní a vagilní bentos**:

chemické vlastnosti (obsah CaCO_3 , SiO_2 , organických látek, stopových prvků...)

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

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

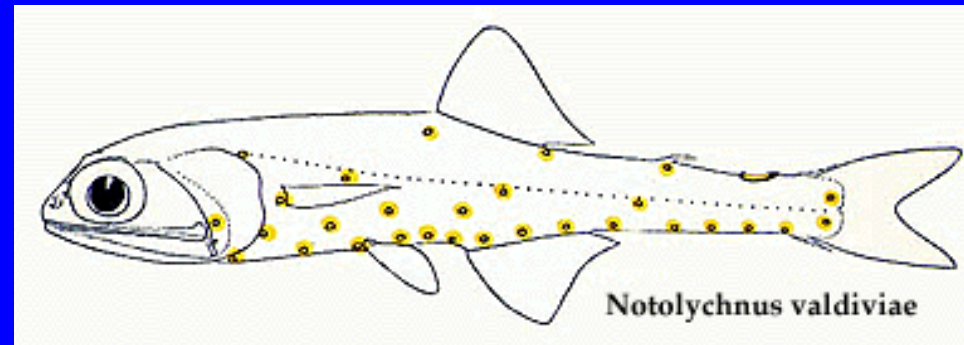
Nepřímé zjišťování:

– 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



světelné orgány (ryby)

vzory na schránkách

Teplota

Přímý i nepřímý vliv na organismy - rychlost procesů, změny hustoty, viskozity, mineralogie 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 přibřežní zálivy, sezónní změny teploty povrchu moří – mořské proudy, převládající směry větrů, sluneční záření apod.

Termoregulační schopnost živočichů

(stálá tělní teplota - endotermie)

homiotermní (teplokrevní) x **poikilotermní** (studenokrevní) - přírůstky

Chladné oblasti: **Bergmannovo pravidlo** (zvětšení těla, menší povrch vzhledem k objemu), **Allenovo pravidlo** (kratší uši, zobáky...)



lední medvěd



fenek, Sahara

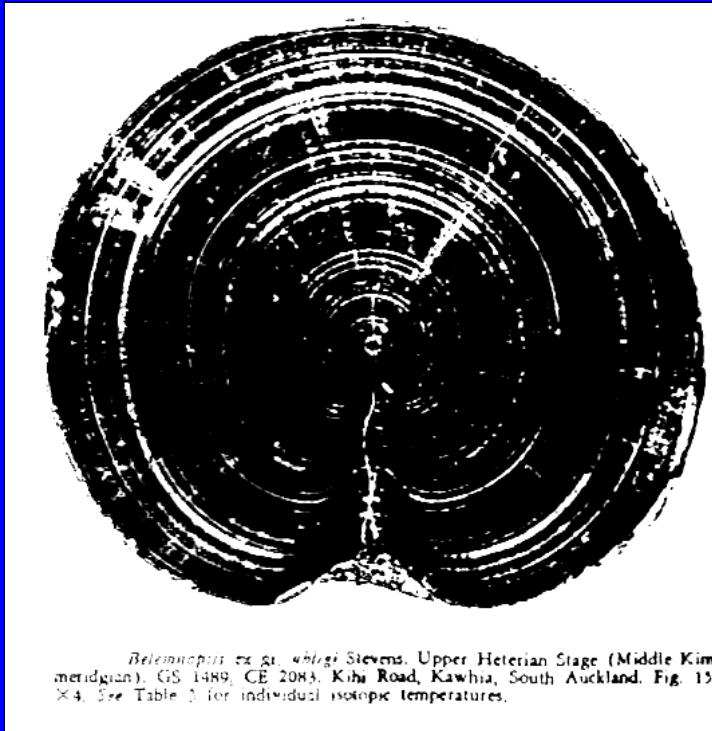
Attenborough (1990)

Určování paleotplot:

geochemické metody (izotopová termometrie)

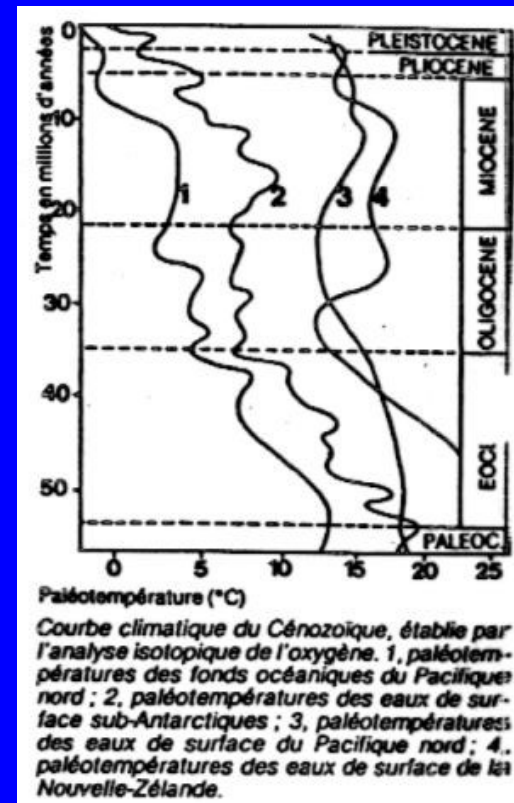
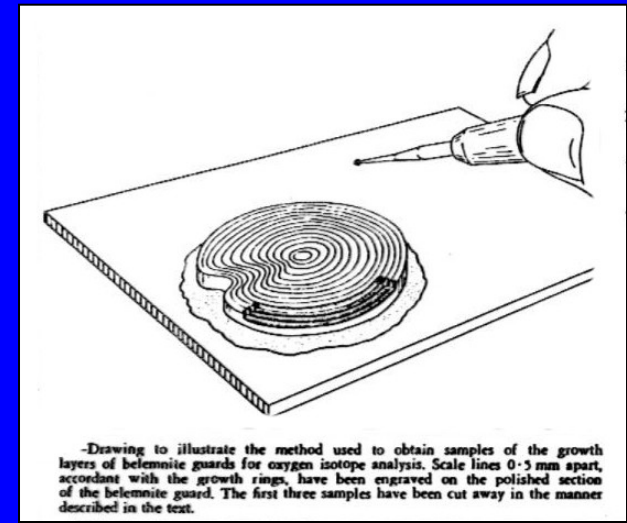
stenotermní organismy (např. biohermní korálnatci apod.)

diverzita společenstva (zvyšuje se s rostoucí teplotou)



Stevens, Clayton (1971)

Izotopová termometrie



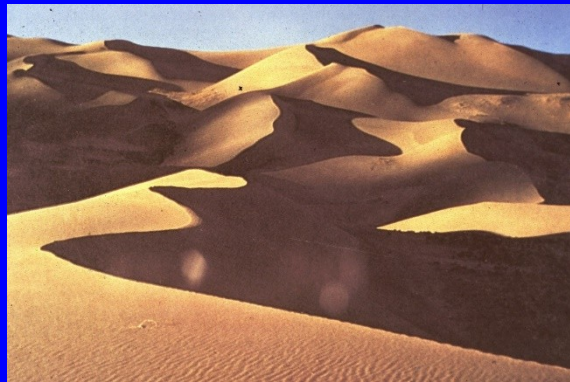
Fischer,
Ginsburg
(1986)

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



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

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).

Přímá měření ve fosilních prostředích – jen výjimečně (arktický led, bublinky ve fosilních pryskyřicích)

Nepřímá měření:

petrografické charakteristiky sedimentů (barva, obsah sírníků, obsah organické hmoty ...)

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



graptolitové břídlíce

Obsah CO₂

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 CaCO₃ – znemožnění sekrece vápnitých schránek, příp. rozpuštění 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

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:

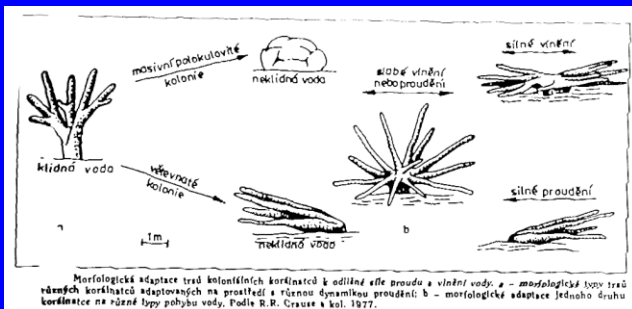
Působení větru (na dno od supralitorálu až po hloubku kolem 40 m)

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, čeriny)

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



vrtavé organismy

Salinita

= obsah solí rozpuštěných ve vodě (v ‰)

mořská voda – průměr 35 ‰ (převažuje NaCl a sírany)

sladká voda - méně než 0,5‰ (převládá CaCO₃)

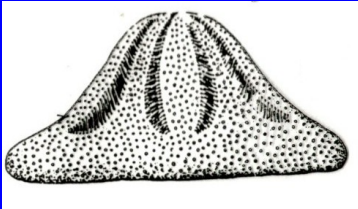
brakická voda - mezi tím

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.

Brakická společenstva – druhově velmi chudá, na jedince extrémně bohatá (=změna diverzity), menší, tenčí, slaběji ornamentované schránky (obtížnější sekrece CaCO₃)

normální salinita



ostnokožci



útesotvorní koráli

hlavonožci



brakická společenstva



Congeria Melanopsis

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...)

Sdružování (sociabilita) – vnitřní pudy a instinkty

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

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



Maiasaura

pakoně - tah



Attenborough (1985)

roj sarančí stěhovavých

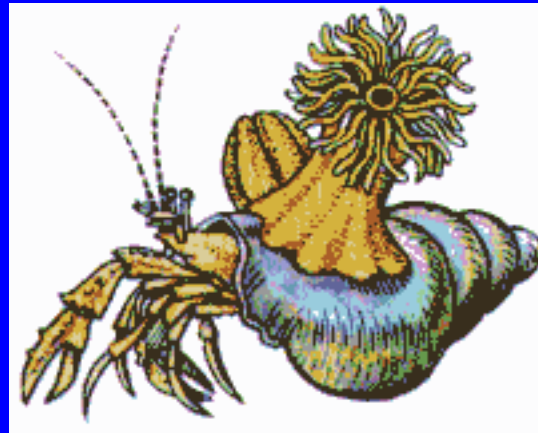
Attenborough (1990)

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

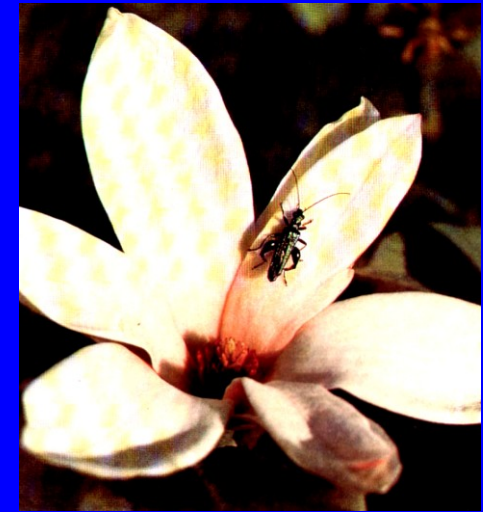
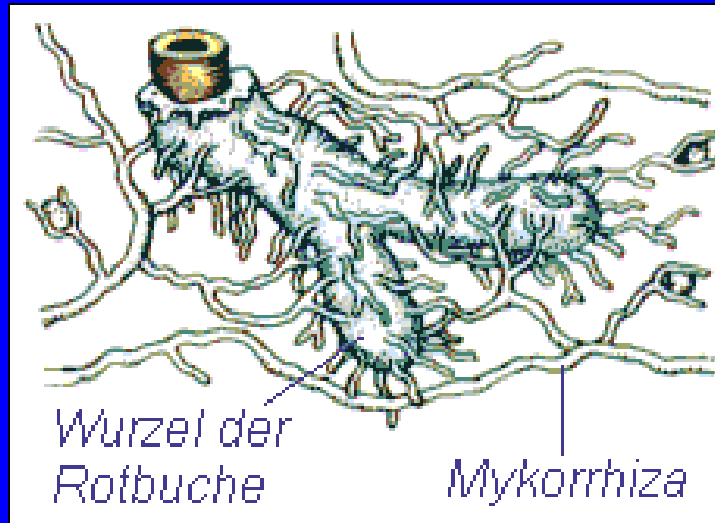
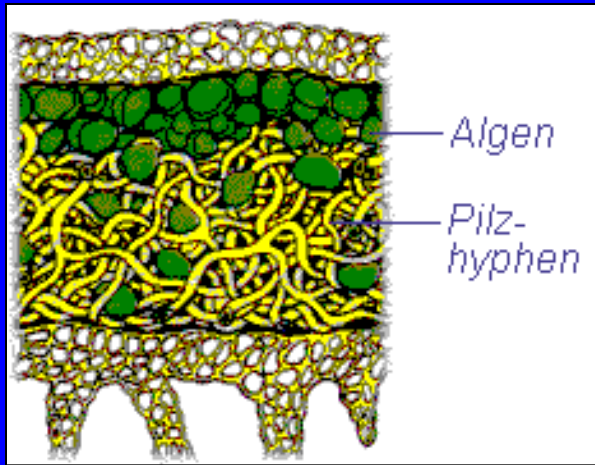
Protokooperace – obě populace mají ze vzájemného soužití prospěch, nejsou však na sobě závislé (volný vztah - např. zimní sdružování ptáků do hejn, trvalejší vztah – aliance – např. poustevnický ráček a sasanka...).



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...)



Attenborough (1985)

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

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“)

konkurence o prostor

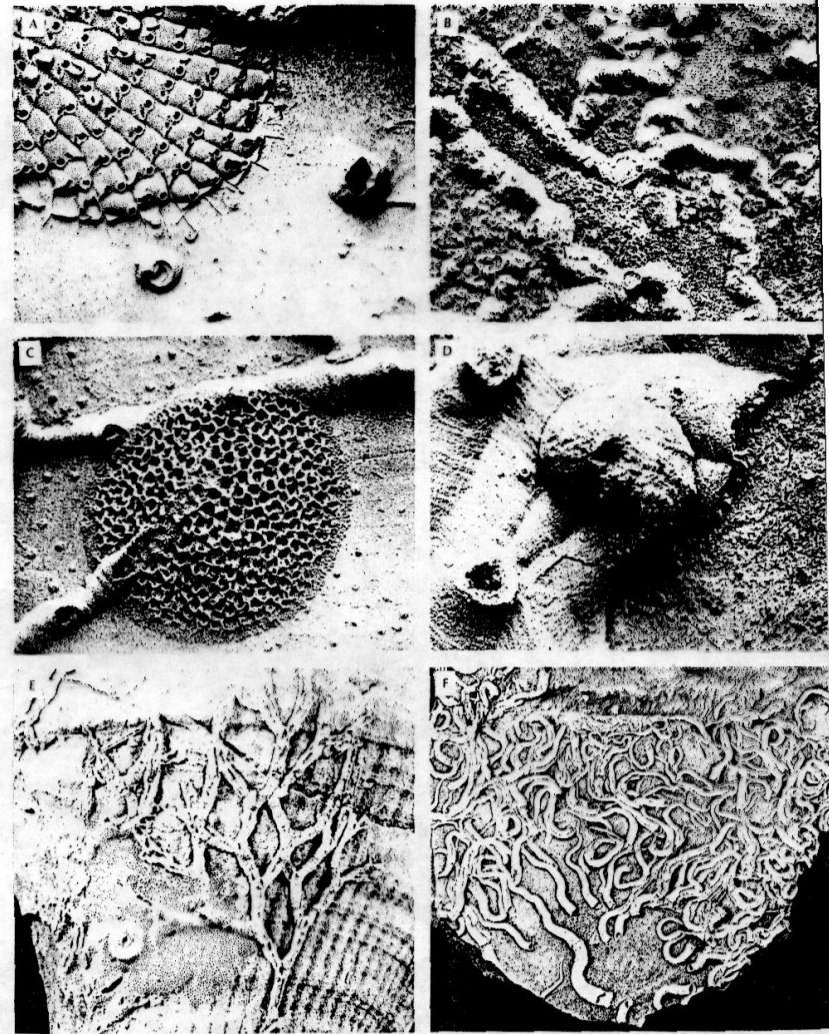


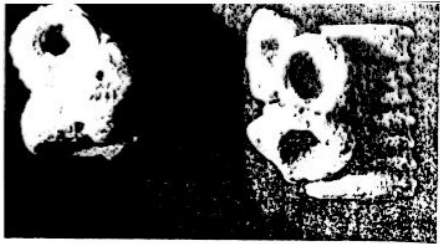
Fig. 2 Encrusting animals and their interactions. A, Sheet-like cheilostome bryozoan *Schizoporella* growing towards a polychaete tube *Spirorbis* and a small barnacle; Recent, Adriatic Sea ($\times 10$). B, Linear growth-form in encrusting foraminifers *Nubeculinella*; Upper Jurassic, Normandy, France ($\times 42$). C, Reciprocal overgrowth between a sheet-like bryozoan 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 *Sageoella*; Silurian, Gotland, Sweden ($\times 57$). E, Runner-like tabulate *Aulopora*, partly overgrown by the basal holdfast of a cryptostome bryozoan, encrusting 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. ($\times 1-4$).

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*). 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“...)



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

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

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

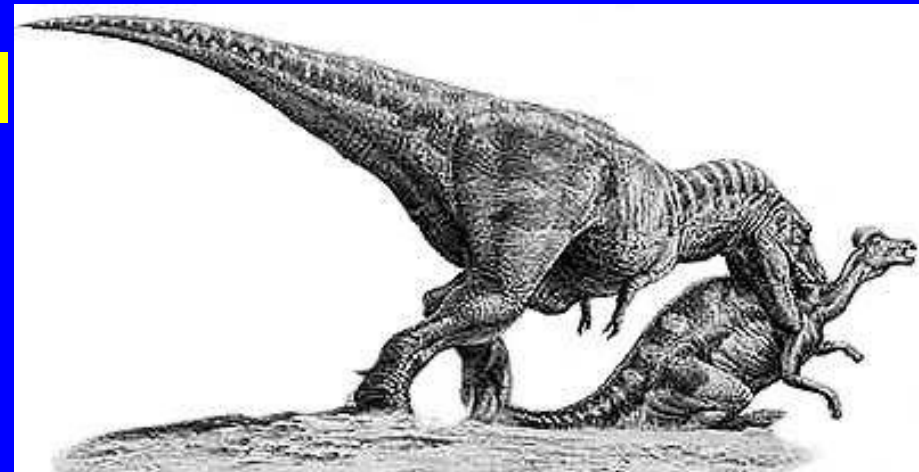
Specifická přizpůsobení – smyslové orgány, spolupráce více jedinců, krycí
zbarvení, mechanická a chemická ochrana – trny, krunýře...)

Predace + parazitismus = exploatace (=využívání)

Tyrannosaurus

**stopy parazitismu
u fosilií**

Prokop (1989)



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 produkující i přijímající organismy (vůně květů hmyzosnubných rostlin...)

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

Potrava

Podle způsobu získávání uhlíku:

Autotrofové (producenti) – uhlík z CO₂, **heterotrofové (konzumenti)** – uhlík z organ.sloučenin podle **typu potravy** a **způsobu jejího získávání**: **biofágové** – konzumují jiné živé organismy,

nekrofágové - konzumují uhynulá a rozkládající se těla

fytofágové (býložravci a rostlinní cizopasníci) x **zoofágové** (dravci a živočišní cizopasníci)

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

Podle zdroje energie:

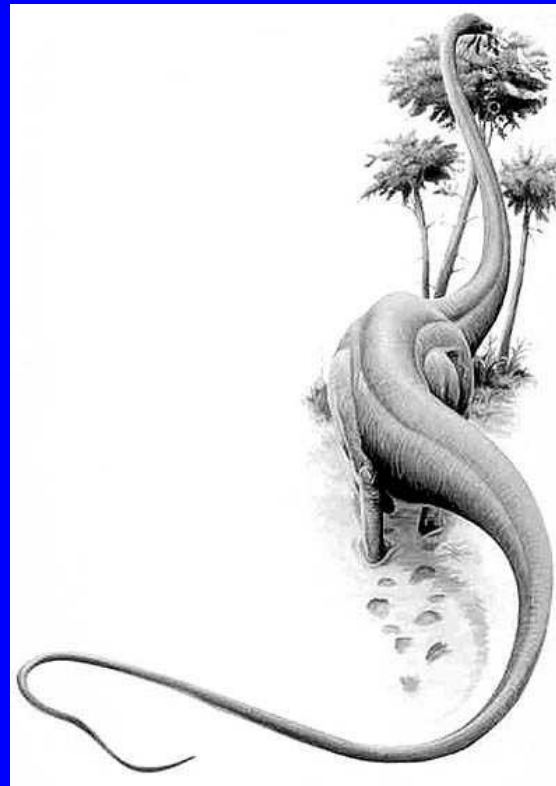
Fototrofové – ze světla, **chemotrofové** – z oxidace organických nebo anorganických sloučenin

Býložravci (herbivoři)

živí se rostlinami (někdy specializace)



kolibřík



Seismosaurus

Masožravci (karnivoři)

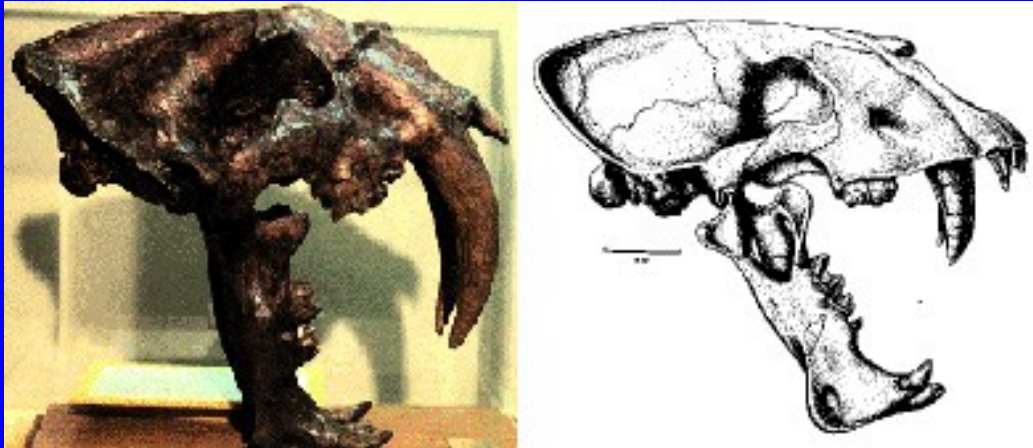
- živí se masem jiných živočichů, které loví a zabíjejí (častá specializace, někdy velmi výrazná)
někteří se živí jen krví kořisti (nezabíjejí ji), ***kanibalismus*** – požívání jedinců téhož druhu



Homotherium



upíři (*Desmondus*)



Smilodon

pavouci



Nekrofágové (mrchožrouti)

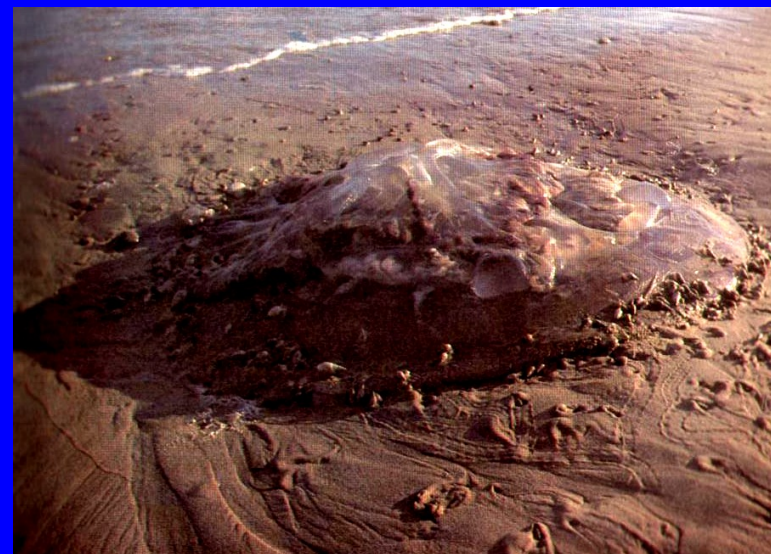
žíví se mrtvými těly, která dosud nejsou v rozkladu

Saprofágové – konzumují rozkládající se těla

Koprofágové – žíví se výkaly a trusem



hyena



mořští plži konzumují uhynulou medúzu

Attenborough (1990)



hrobařík

skarabeus



Všežravci (omnivoři)

heterogenní skupina, typy vzniklé z býložravců i masožravců



medvědi - *Ursus spelaeus*



primáti



potkani



Homo erectus

Požírači substrátu

žíví 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



rejnoci



sumýši

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



zoo/fytoplankton

Attenborough (1990)



živočišné
houby

Spásání (grazing, grazers)

povlaky sinic, řas a mikroorganismů - oškrabování z tvrdých podkladů



plži



papouščí ryby



chroustnatky

Osmotrofové

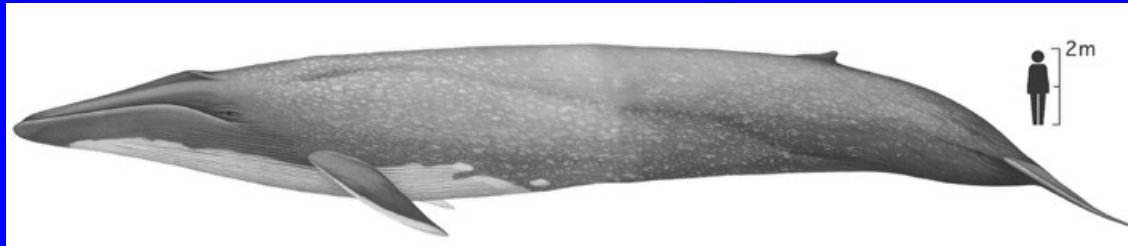
živiny získávají z okolí osmoticky, obvykle celým povrchem těla (mikrobi, rostliny, endoparaziti)

Přizpůsobení organismů prostředí

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

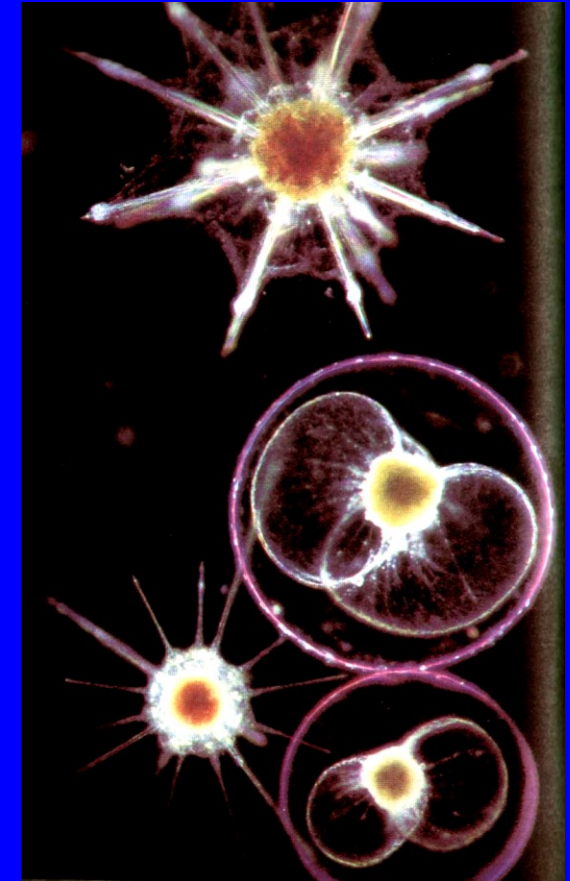
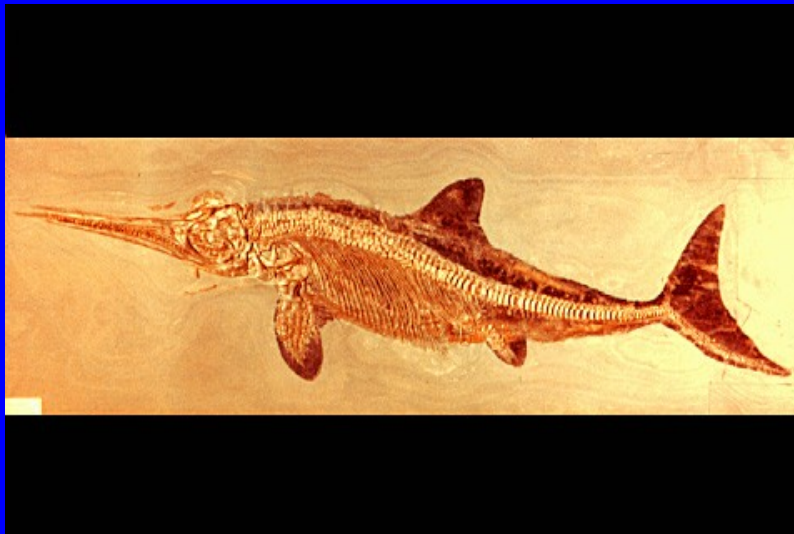
- **Plankton** – vznáší se ve vodě, schopen omezeného vlastního pohybu

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



nekton

plejtvák obrovský



Attenborough (1990)

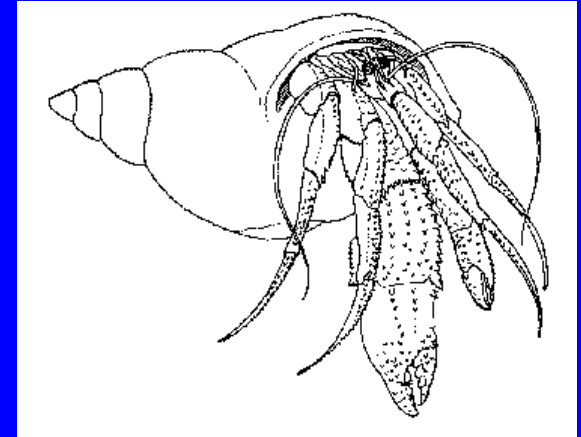
plankton

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



sesilní bentos

nektobentos



ADAPTACE

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

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

Metody:

- **Homologie** - přímá pozorování (druh žije nebo žijí jeho blízcí příbuzní)
- **Analogie** – k morfologicky podobným znakům recentních druhů, které nejsou příbuzné (hydrodynamický tvar, stáčení, trny...)

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



homologie

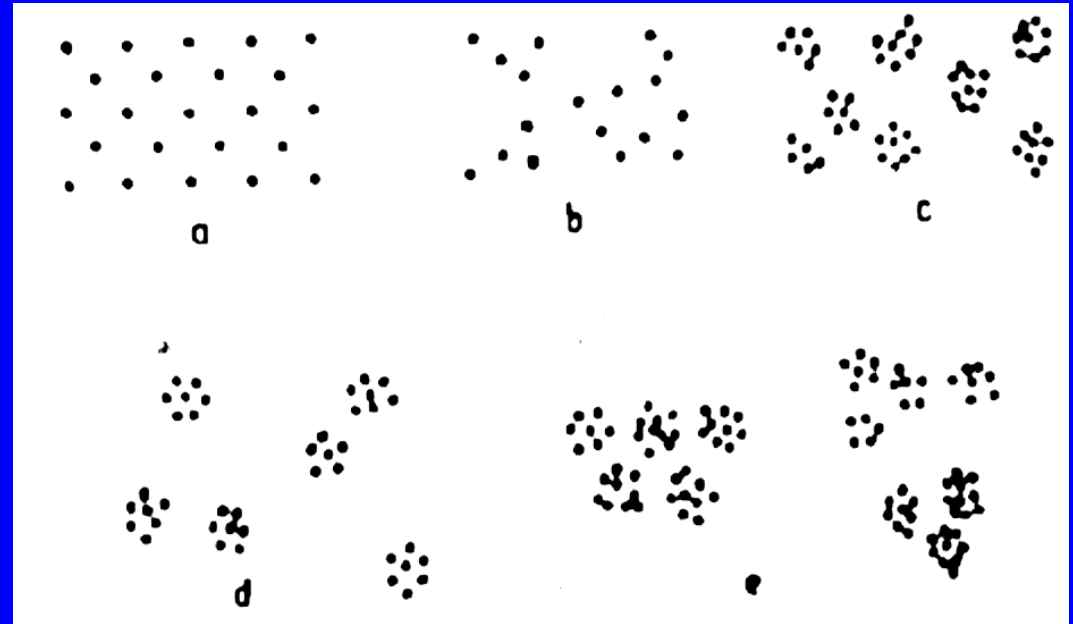


analogie

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

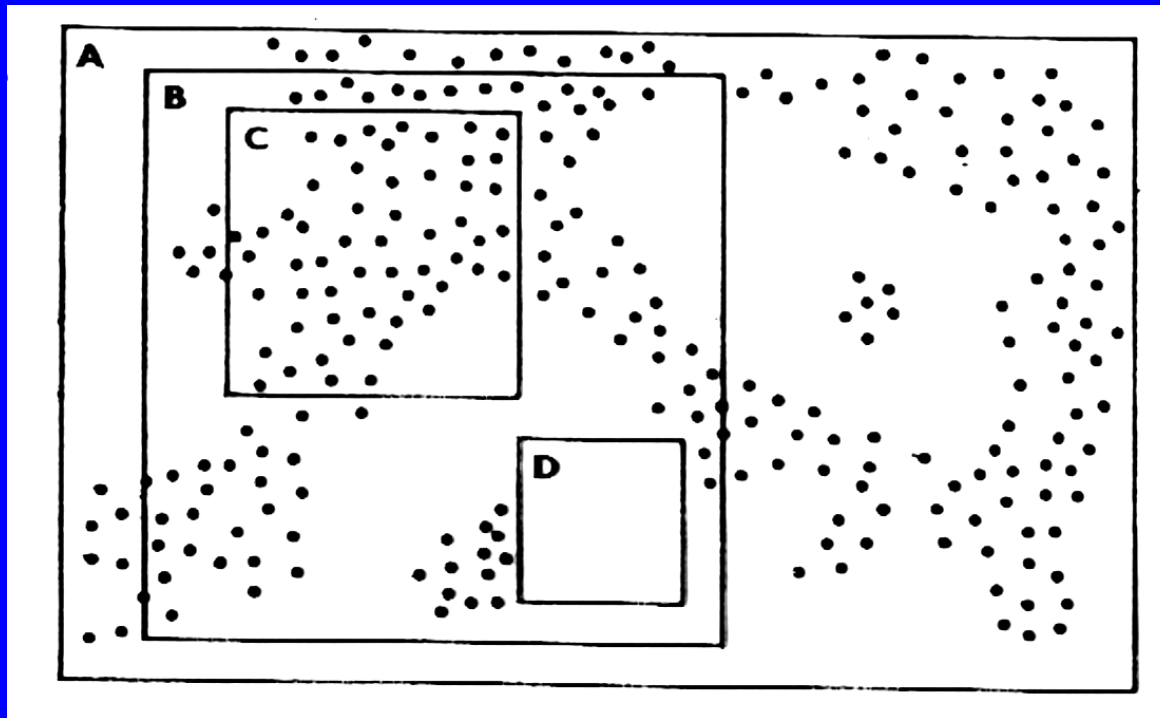
Způsoby rozmístění jedinců uvnitř populace: a – pravidelné, b – náhodné, c – v pravidelně rozložených seskupeních, d – v náhodně rozložených seskupeních, e – ve shloučených seskupeních. Největší nebezpečí zkreslení výsledků vlivem nevhodně zvolené velikosti statistického vzorku (např. při studiu hustoty 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 zkreslení 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, závisí na podmínkách prostředí, na složení a početnosti populace
Rychlost rozmnožování – bud' 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

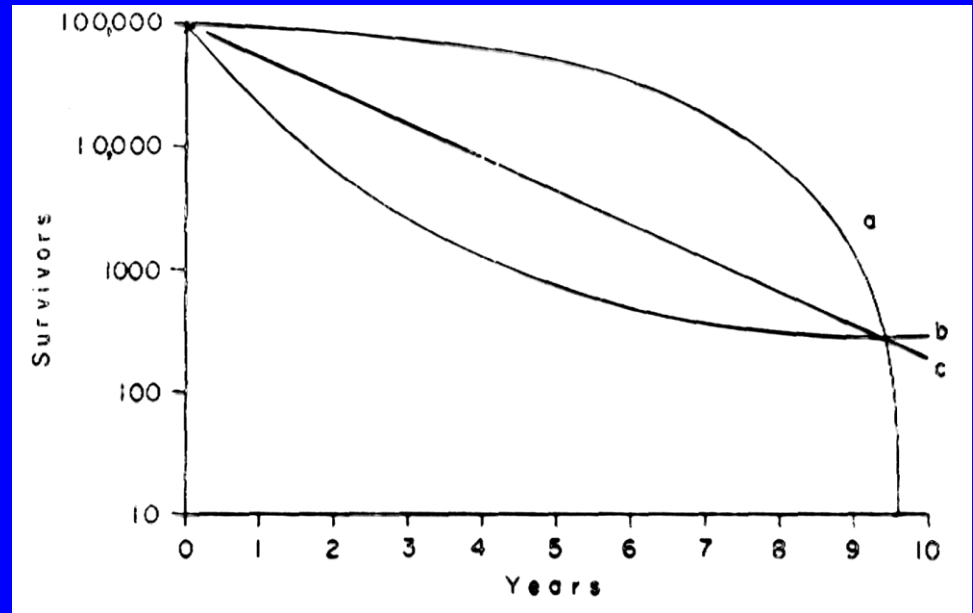
Hromadné vymírání – současná extinkce mnoha druhů

Natalita větší než mortalita – zvětšování početnosti a naopak

Křivky úmrtnosti

a-rostoucí b-klesající c- konstantní

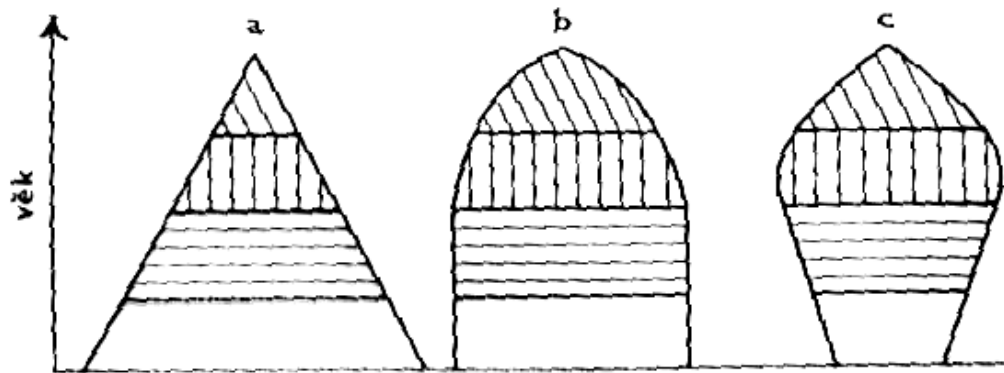
Three types of mortality rates. (a) increasing; (b) decreasing; (c) constant. In addition to these three types is the sigmoid form shown in Figure 225. (From G. Y. Craig and G. Oertel, 1966, *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 122, pp. 315-355, Figure 4. Copyright © 1966 by Geological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

Kolísání početnosti populace – populační dynamika

Příčiny: změny 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, pasivní (*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)



Baxter et al. (2003)

Organismy

r – specialisté (r - stratégové)
(vysoký reprodukční potenciál r)

K – specialisté (K – stratégové)
(únosná kapacita prostředí K)

r – specialisté

- populace rychle roste - vysoký reprodukční potenciál, malá hmotnost těla
- rozmnožují se pouze 1x za život, krátký věk (obvykle méně než 1 rok)
- početnost populace prudce kolísá, mortalita často katastrofální, nezávislá na populační hustotě
- malá homeostatická vyváženost, populační hustota obvykle hluboko pod únosnou kapacitou prostředí
- euryvalentní formy typické pro pionýrská sukcesní stadia společenstev
- výskyt kosmopoliticky, nejčastěji v nevyvážených ekosystémech
- malá vnitrodruhová a mezidruhová kompetice
- schopnost v krátké době osidlovat nové nebo uvolněné prostory, oportunistické druhy
- tíhnou k přemnožení a gradacím

hraboš



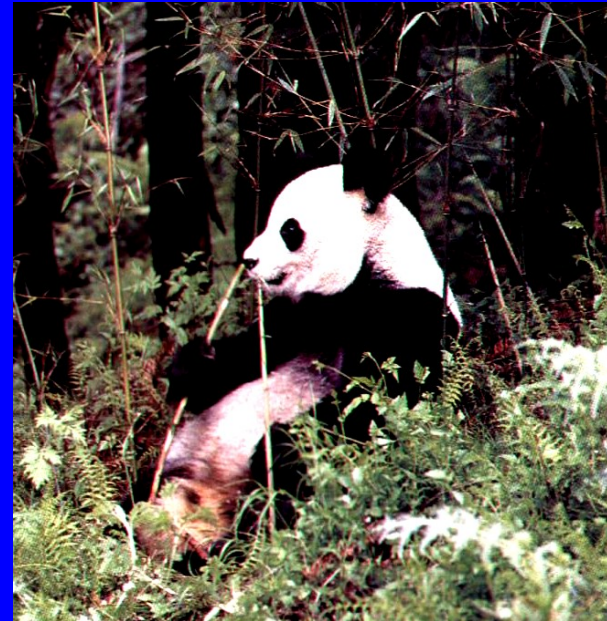
mšice

K - specialisté

- pomalý individuální i populační růst, malý rozmnožovací potenciál
- velká hmotnost těla, značná délka života (více než 1 rok), pohlavně dospívají později a rozmnožují se několikrát za život
- stálá početnost populace, populační hustota trvale vysoká, blízko hranice únosnosti prostředí
- mortalita závislá na populační hustotě, postihuje zejména staré jedince
- značná vnitrodruhová a mezidruhová kompetice
- vyvážené homeostatické mechanismy
- spíše klimaxová stadia ekosystémů
- pomalé osidlování nových prostor, ale osidlování má trvalý charakter
- vysoký vyvážený stav za konstantnějších podmínek, méně často přemnožení a gradace



Deinotherium

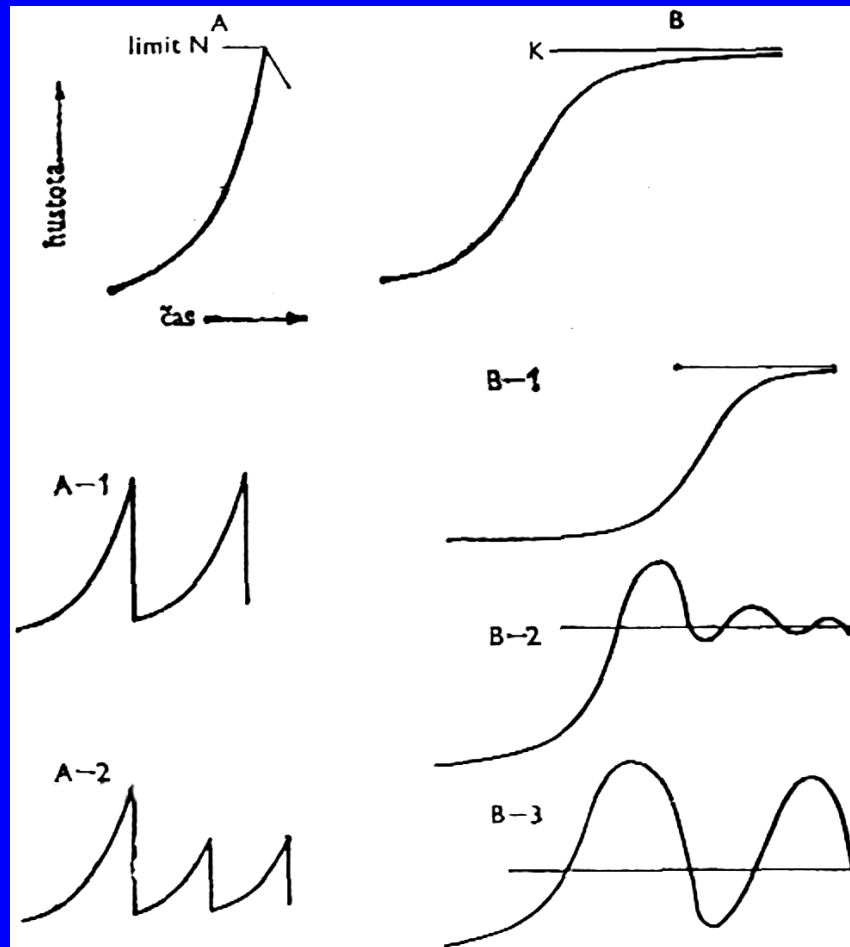


panda

Populační dynamika

A: r - specialisté

B: K - specialisté



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

BIOCENÓZA

= společenstvo, všechny populace žijících v daném čase na daném území a navzájem spjaté vazbami

Vlastnosti biocenóz

A) Kvantitativní

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

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**

B) Strukturální

Druhová skladba (druhové spektrum)

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

Dominance = převaha některých druhů ve společenstvu (funkční, početní), společenstvo s vysokou dominancí x vyrovnané společenstvo

hlavní (dominantní) druh – více než 10% biocenózy

doprovodný (influentní) – 5-10%

přídavný (akcesorický) – méně než 5%

Ekvibilita = vyrovnanost, nepřímo úměrná dominanci, *obvykle několik druhů s velkým počtem jedinců a velký počet druhů se středním nebo malým počtem jedinců*

C) Vztahové

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

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

Ekologická sukcese biocenóz

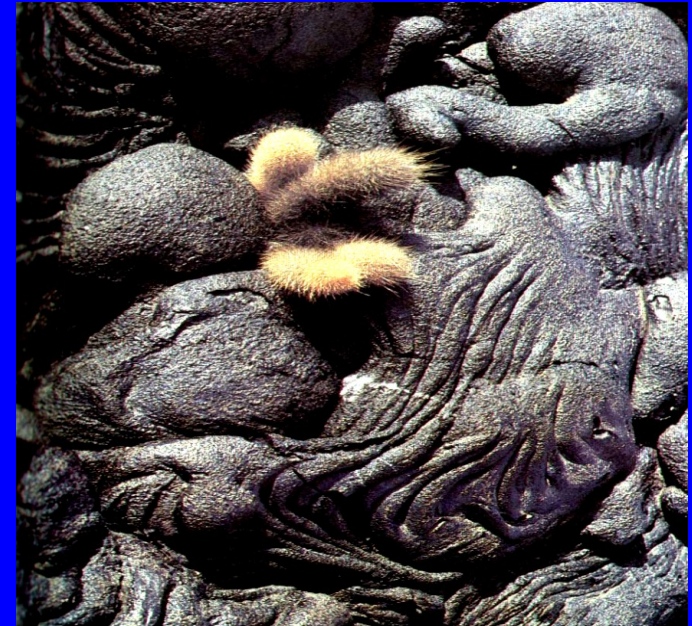
= zákonité, dlouhodobé, neperiodické a bez vnějšího zásahu nevratné změny biocenózy, resp. časový sled na sebe navazujících biocenóz. Postupná směna druhů v sukcesní řadě – populace mění prostředí a vytvářejí vhodné podmínky pro jiné populace.

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

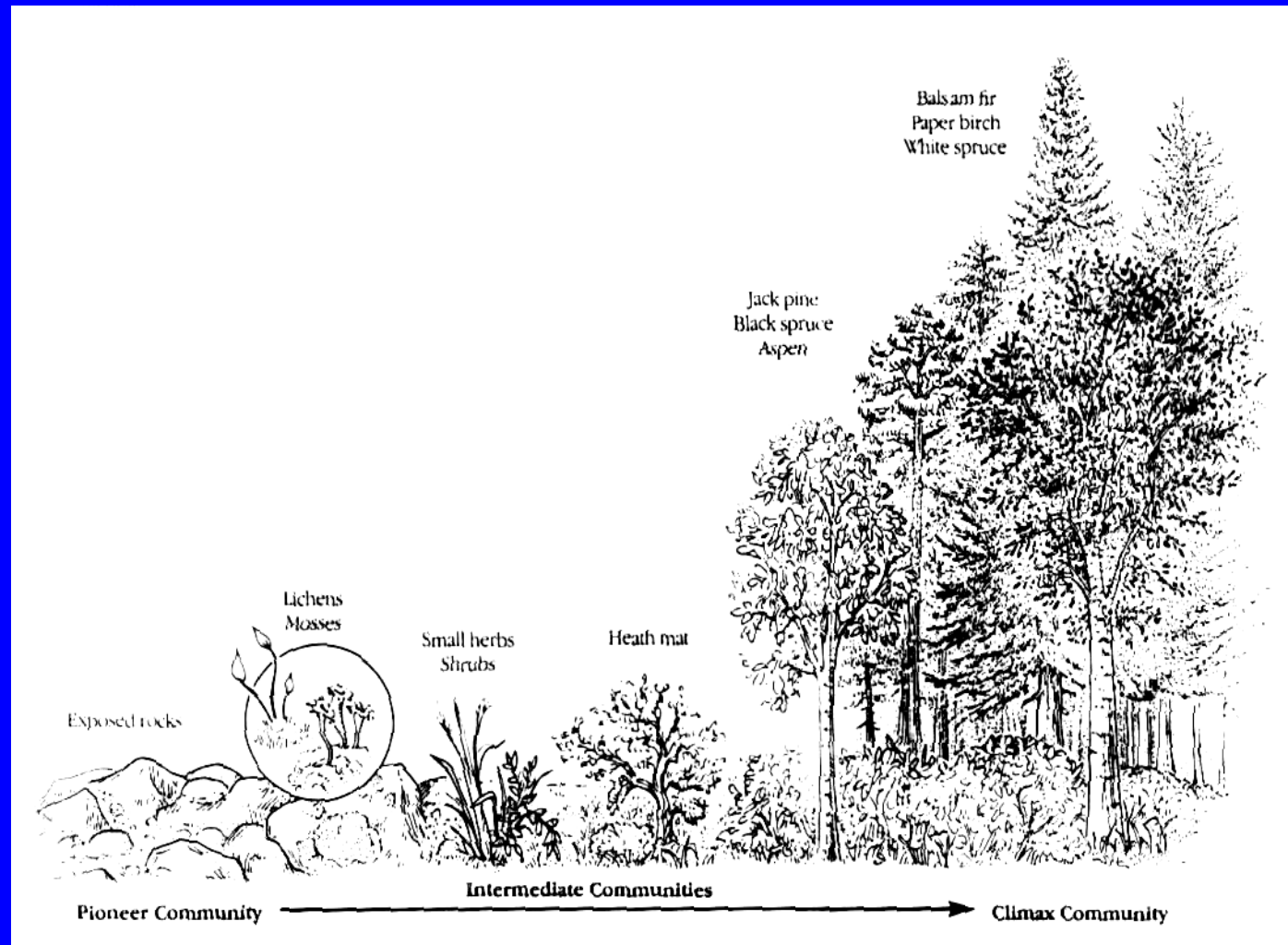


Attenborough (1990)

C) Klimaxové stadium

vysoká diverzita a ekvilibilita, 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

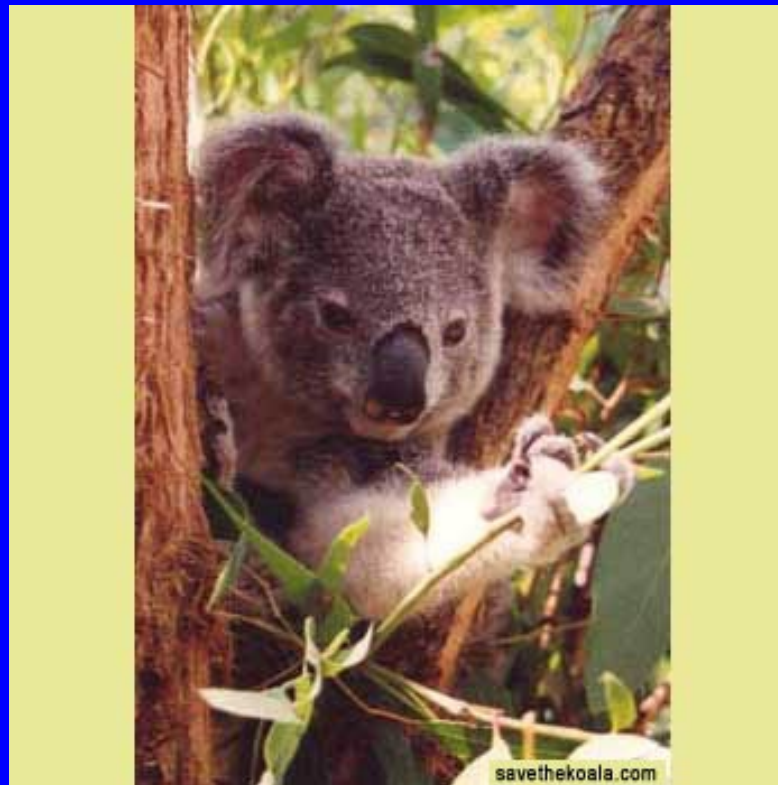
= schopnost setrvat v původním stavu nebo se do něj vrátit. 2 složky:

a) odolnost (rezistence) – schopnost odolat vychýlení n. je udržet v únosné míře bez narušení funkce systém

b) pružnost – schopnost vrátit se po vychýlení do původního stavu

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. Druhá 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 stálejší a naopak (i v méně příznivých, ale stabilních prostředích se početnost zastoupených druhů zvětšuje s délkou trvání stabilních podmínek)

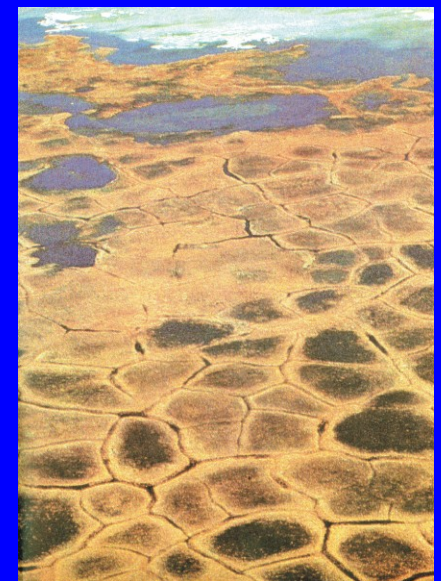
Diverzita společenstva – podmíněna i délkou katastrofami nepřerušované evoluce (zvyšování specializace, zmenšování ekologických nik nebo jejich členění, zmnožení biologických interakcí)



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

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)

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)

Biogeochemické cykly:

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

uhlík – dusík – fosfor – síra – vápník – křemík

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

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

Plynné typy cyklů (C, N, O): ZZ = atmosféra n. hydrosféra, **rychlé vyrovnávání rozdílů v distribuci prvku.**

Sedimentární typy cyklů (P, S, Si...): ZZ = litosféra, 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 návrat až **po zvětrání hornin** (zpoždění – až miliardy let)

Paleoekologické studium kvartérních lokalit

Na základě výskytu organismů interpretace

- **fyzikálních a chemických faktorů prostředí** (substrát, teplota, vlhkost, salinita, obsah kyslíku...),
- **biologických faktorů prostředí** (mezi- a vnitrodruhové vztahy, vč. člověka)
- **a jejich vývoje v čase a prostoru**



Viviparus acerosus

Kvartérní měkkýši v paleoekologii

Význam měkkýšů pro rekonstrukci prostředí v kvartéru zpočátku přehlížen, ale dnes už hojně využívání – podstatné zpřesnění představ o vývoji krajiny na základě přímých dokladů (Ložek 2011). Většina - vápnité schránky, zachování v nejrůznějších kvartérních sedimentech

Výhody oproti jiným skupinám (Ložek 2011):

- vysoká úroveň znalosti jejich ekologie a rozšíření v rámci Evropy
- snadné vymezení charakteristických společenstev i jejich statistický rozbor
- hojný výskyt na nejrůznějších recentních i fosilních stanovištích, běžný výskyt v oblastech a prostředích, kde chybí jiné fosilie
- úzká vazba na vegetaci, půdu a vlhkost, ekologicky specializované druhy vázané na určité typy stanovišť
- snadný sběr a jednoduché metody zpracování, často charakteristické a snadno poznatelné schránky, celé ulity, popř. jejich zlomky, tedy většinou přímo jedinci, určování stejné jako recentní materiál - vyšší spolehlivost taxonomického hodnocení
- mnohdy fosilizovány původní malakocenózy - jejich struktura nebyla narušena nebo pozměněna během fosilizačních procesů, druhotný transport u měkkýšů jen velmi podružný

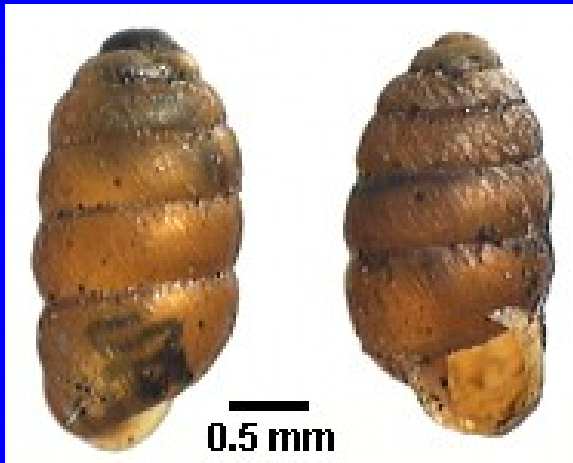


Planorbarius corneus corneus

Stratigrafický význam – daleko omezenější než u savců, ale vzrůstá, posuzujeme-li je v kontextu kvartérního klimatického cyklu a současného rozšíření. Pozor – je to vždy lokální/regionální záležitost!

(Paleo)klimatické interpretace – vliv především mikroklima, popř. mezoklima, zejména teplota a vlhkost na povrchu i uvnitř půdy, lesního porostu atd., které mohou značně usměrňovat vliv celkového klimatu (makroklimatu) – pro interpretace nutno znát tyto vztahy.

Druhy typické pro **spraše** (Ložek, 2000, 2001) – *Vallonia tenuilabris*, *Helicopsis striata*, *Succinella oblonga*, *Trochulus hispidus*, etc., méně *Pupilla* a *Vertigo*.



Pupilla muscorum



Vallonia pulchella

Druhy vázané na různá **vodní prostředí** - *Succinea putris*, *Anisus leucostoma*,
Galba truncatula, *Lithoglyphus naticoides*.



Unio crassus



Succinea putris



Theodoxus danubialis

Prostředí **otevřené krajiny** (*Vallonia tenuilabris*, *Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*, *Granaria frumentum*)

n. **okraje lesa** (*Succinella oblonga*, *Cochlicopa lubrica*, *Clausilia* cf. *dubia*, *Trochulus hispidus*, *Perpolita hammonis*)

lesní druhy – *Alinda* cf. *biplicata*, *Arianta arbustorum*

lesostep – *Euomphalia strigella*

Xerolenta obvia – holocenní, u nás až v historické době

Chondrula tridens



Cochlicopa lubrica



Euomphalia strigella



Cepaea vindobonensis



Fruticicola fruticum

Glaciály: subalpinní druhy – *Columella columella*, *Vallonia tenuilabris*, *Pupilla loessica*, *Vertigo parcedentata*, *V. pseudosubstriata*, *V. modesta*

Interglaciály: *Drobacia banatica*, *Soosia diodonta*, *Aegopis verticillus*, *Aegopinella ressmanni*

Ve starších interglaciálech spolu s *Aegopis klemmi*, *Helicigona capeki*, *Acicula diluviana*, *Zonitoides sepultus* a *Gastrocopta serotina*.

Paleontologie pomáhá archeologii:

- **stáří fosilií a fosiliferních hornin** ve vztahu ke stáří archeologických nalezišť
- **zdrojové oblasti fosilií a fosiliferních hornin** ve vztahu k oblastem archeologických nálezů = **transport** (směr, vzdálenost, rozsah...)
- **rozlišení** „přirozených“ **stop poškození** (bioeroze) a **stop umělého opracování** člověkem
- **časoprostorové změny v zastoupení fosilií a fosiliferních hornin na archeologických lokalitách** – vývoj „módních trendů“, souvislost s typem kultury...
- **časoprostorové změny prostředí** archeologických lokalit (přesnější interpretace prostředí - kombinace studia různých skupin organismů, resp. důsledně interdisciplinární přístup)

Fosilie přímo použité jako artefakty:

- **systematické studium** (*determinace materiálu, stáří*)
 - **tafonomické studium** (*interpretace části „osudu“ fosilií*)
- zdrojové paleontologické lokality,
procesy transportu (směr, délka, rozsah...),
rozlišení stop primárního poškození a umělého opracování,
druhotné pohřbení (příp. opakovaně exhumace a pohřbení)...

PŘÍKLADY



Fosilní žraločí zub – Pavlov, gravettien

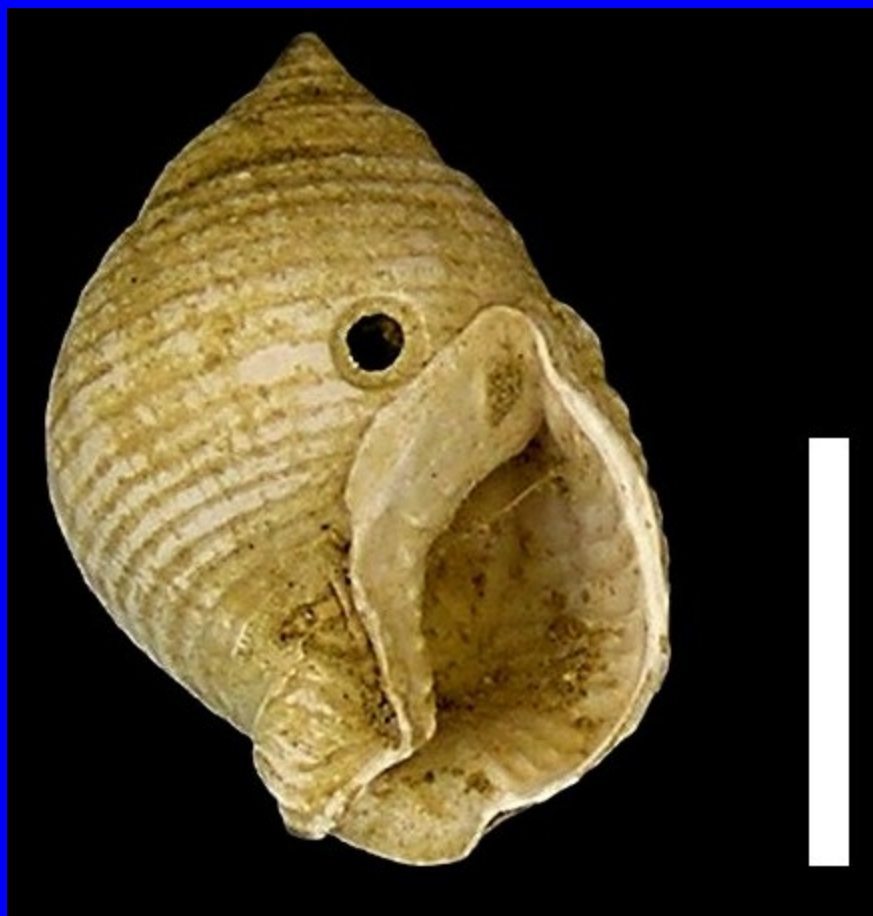
Historie:

- a) fosilie (miocén, KP, VP, 16 mil.let)
- b) sběr a používání jako řezný nástroj (gravettien, Pavlov, 22-30000 let)
- c) druhotné pohřbení (Pavlov, ?)
- d) poškození kořeny rostlin (Pavlov, ?)
- e) archeologický nález (Klíma, 1953)

Murex - schránka se stopami činnosti krabů a vrtavých mlžů
= **primární („přirozené) poškození** (podle Görög, Somody, 1988)



**Primární (= „přirozené“) poškození
schránek (vrtavé organismy apod.)**

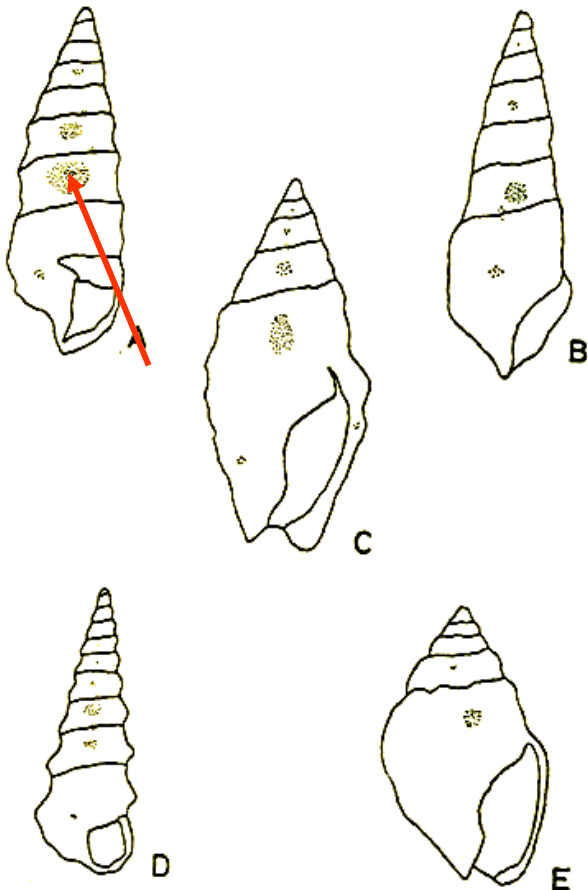


**Sekundární (= „umělé“) otvory
vyrobené člověkem**



Pozice vrteb gastropodů
na ulitách = **primární**
(„přirozené“) poškození
(podle Görög, Somody, 1988)

Sekundární („umělé“) otvory
v ulitách gastropodů. Turecko,
40-45000 let. Foto H. Stiner



Position of gastropod borings on the shells.



Stopy umělého opracování misek kvartérních mlžů



Těšetice – Kyjovice (Hladilová, 2010)

Ab) Fosiliferní horniny na lokalitách (artefakty, stavební materiál apod.):

sedimenty – karbonáty, silicity, ..., metamorfity

Systematické studium fosilií (výplavy, výbrusy, nábrusy, macerace a speciální preparáty, fluorescence, SEM, luminiscence...) – *determinace materiálu, určení stáří horniny a možné zdrojové oblasti*

PŘÍKLAD

Pohansko u Břeclavi (raný středověk) - val



Objem použitého kameniva - asi 5100 m³, váha přibližně 13 500 t.



Převažující horniny

Vápnité pískovce s otisky
a kamennými jádry měkkýšů
(*Mastra*) - sarmat

**Nejpravděpodobnější zdrojová oblast sarmatských hornin – okolí Holíče a Skalice
(Slovensko)**

Holíč

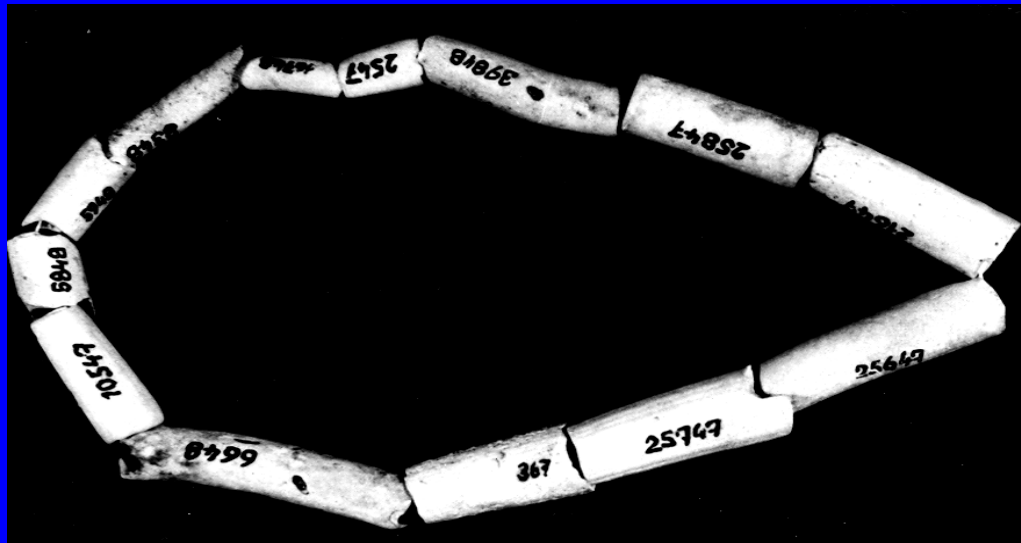


Pohansko – obranný val

Miocenní fosilie na gravettienských lokalitách

Pavlov I, Pavlov II, Pavlov VI, Dolní Věstonice I (31 – 30 000 BP, pavlovien)

(Musil 1997, Klíma 1976, Svoboda 1999, Haesaerts et al. 2004, Otte, Noiret 2004, Svoboda et al. 2009 aj.), **Milovice IV (cca 31-28 000 BP, pavlovien)** - Svoboda et al. 2011, **Milovice (cca 25 – 21 000 BP, kostenkien)** - Oliva 1988, 1989, 1990



Náhrdelník z miocenních měkkýšů - Dolní Věstonice I

Možná kritéria uplatňovaná při výběru fosilií

(pravděpodobně) velmi důležitá: celkový tvar schránek, charakter jejich povrchu (skulptury)

důležité: mechanické vlastnosti

Předpoklad: přednostní sběr/výběr schránek primárně víceméně úplných (nikoliv pouze úlomky).

(patrně) méně významné: velikost fosilií (obecně makrofosilie)

Různé (předpokládané) důvody sběru fosilií v gravettienu

A) "Příležitostné" či "náhodné" sběry

víceméně **ojedinělé** exempláře často „neobvyklých“ tvarů či rozměrů, nebyly vesměs významněji druhotně upravovány, někdy zřejmě **spíše nástroje než ozdoby**. Např. větší misky mlžů (*Spondylus*, *Glycymeris*) - „nádoby“ při práci s červeným barvivem (Svoboda 1999), žraločí zub *Carcharocles megalodon* – řezný nástroj (Hladilová, Mikuláš 2005).

Viz i Taborin (2000) – francouzský périgordien



Spondylus crassicosta (baden, Židlochovice)

B) „Záměrné“ sběry

výrazně převažují, získávány ve větším množství a podle určitých kritérií relativně systematickým sběrem, resp. výběrem - důležitá surovina vhodná svými tvary, resp. mechanickými vlastnostmi, k praktickému využití (+ význam symbolický).

Důkazy:

- nalezené druhy reprezentují pouze část druhového spektra fosilií, které se vyskytují na předpokládaných zdrojových lokalitách;
- absolutní počty ani poměrné zastoupení jednotlivých druhů, resp. skupin (břichonožci, mlži, kelnatky, červi) neodrážejí reálné poměry v terénu;
- nejpočetnější zastoupené druhy nesou časté stopy umělých úprav

Taborin (1993) – „je zřejmé, že prehistoričtí lidé nesebrali prostě jakoukoli schránku, kterou našli, ale vyhledávali určité druhy“

Druhotné umělé úpravy schránek měkkýšů:

umělé otvory, zářezy, odstraňování svrchní vrstvy schránky nebo některých částí schránek, většinou vnějšího pysku u gastropodů), stopy barviva - červeného nebo černého (červené pigmenty, uhlíkatá hmota hmota), zasouvání válcovitých schránek do sebe, hl. u kelnatek ...



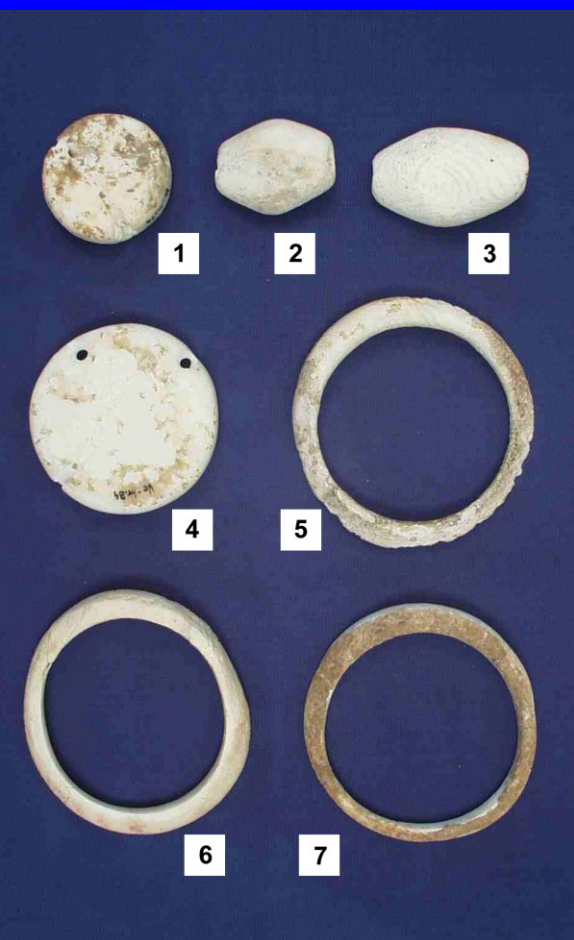
Dolní Věstonice I

Neolit - ozdobné předměty z pohřebiště LnK - Vedrovice u Moravského Krumlova

(Podborský 2002, Podborský et al. 2002, Hladilová 2001, 2002, Ondruš et al. 2002).

4 typy suroviny – schránky **recentního mořského mlže** *Spondylus gaederopus*, ulity recentního sladkovodního plže *Lithoglyphus naticoides*, zuby obratlovců, mramor.

Spondylové artefakty - 122 ks. Makroskopicky zřetelný stav zachování, místy viditelné původní barvy a mikroskopicky pozorovatelné typické vnitřní struktury potvrzují jejich recentní stáří.



Vedrovice – náhrdelníky z ulit plže *Lithoglyphus naticoides*.

Vedrovice – mramorové (1, 4) a spondylové (ostatní) ozdoby (závěsky, korálky, náramky); „Široká u lesa“ (1-5), „Za dvorem“ (6, 7).

Vše podle Podborského et al. (2002), foto J. Špaček.

Vedrovice – spondylové náhrdelníky z pohřebiště „Široká u lesa“.

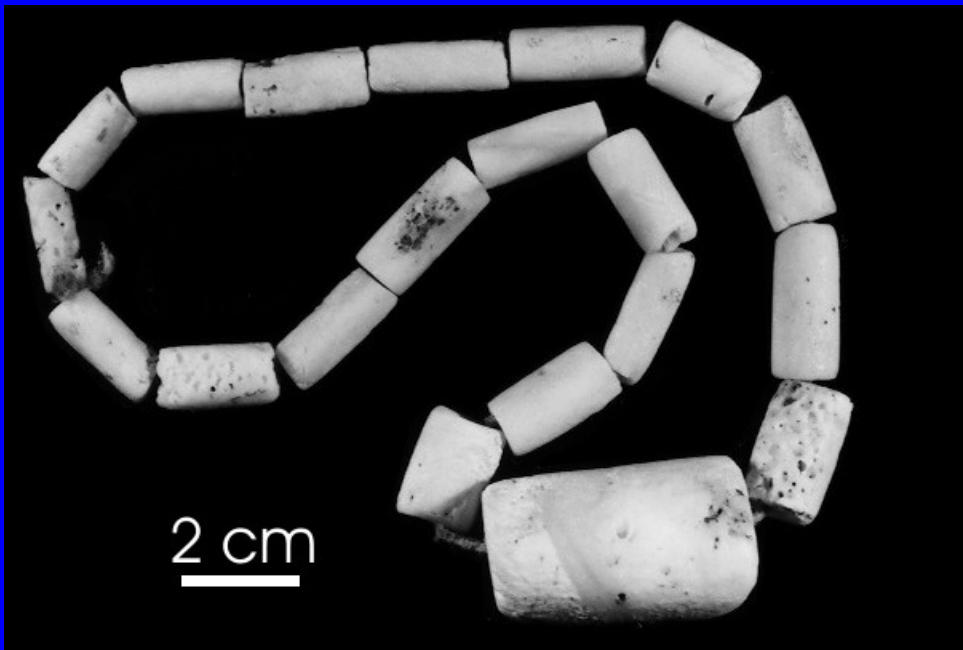


Tafonomie spondylových artefaktů

A) Primární a sekundární poškození

Primární poškození (vrtavé organismy, hlavně živočišné houby) - vznik v původním mořském prostředí před vylovením. Zhoršení mechanických vlastností schránek a vliv na jejich zpracovatelnost, ale evidentně ne na dekorační funkci artefaktů.

Sekundární poškození (hlavně koroze) – na povrchu. Vznik až po pohřbení artefaktů, příčina – různé chemické procesy v pokrývných sedimentech.



B) Stopy lidských impaktů a používání

Lidské zásahy - odstraňování povrchové vrstvy, řezání, vrtání, leštění atd., někdy rýhy po zavěšení.

Při výrobě téměř zcela zničena původní morfologie schránek, občas zachovány její zbytky (obrysové linie, zbytky resilia nebo zubních jamek, svalových vtisků, původní barvy atd. - Hladilová 2011).

“Medailony” - vyráběny z téměř kompletních misek spondylů, poměrně hodně původních znaků. Obvykle chybí periostrakum a část ostraka a hypostraka, ale zachovány svalové vtisky a zbytky paliální linie, občas resilium a zámek (zubní jamky), zbytky původních barev, primárního poškození (vrtavé organismy).

Závěsky – vyráběny jen z částí misek spondylů, původní morfologie zachována spíše výjimečně.

Korálky - původní morfologické prvky téměř úplně zničeny při výrobě, někdy zůstávají jen typické vnitřní struktury misek nebo stopy primárního či sekundárního poškození.

