

# Community Ecology



Gary G. Mittelbach

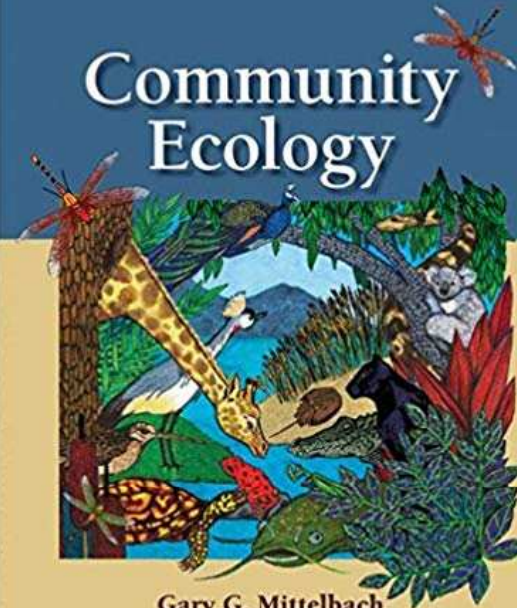
# Ekologie společenstev



Peter J. Morin  
**Community Ecology**  
Second Edition

WILEY-BLACKWELL

# Community Ecology



Gary G. Mittelbach

# Marine Community Ecology

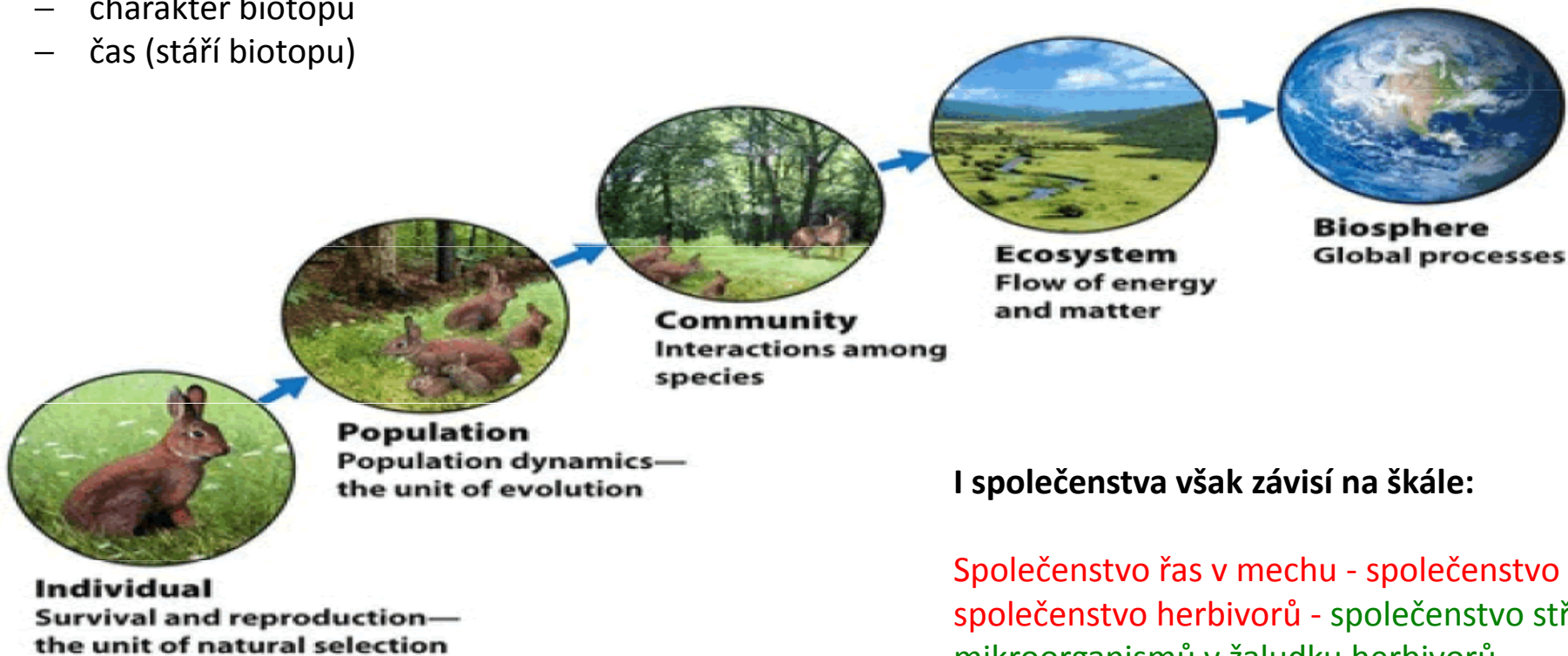
Edited by  
Mark D. Bertness  
Steven D. Gaines  
Mark E. Hay



Žádný druh se na Zemi nevyskytuje jen zcela náhodně a kdekoliv, každý je rozšířen podle své tolerance k faktorům prostředí. Druhy s podobnými tolerancemi a nároky tvoří společenstva.

### O druhové skladbě společenstva rozhodují:

- zásobník druhů (flóra a fauna dané oblasti schopná žít v příslušných podmínkách) – **species pool**
- ekologická konstituce jednotlivých populací (geneticky zakotvená)
- charakter biotopu
- čas (stáří biotopu)



I společenstva však závisí na škále:

Společenstvo řas v mechu - společenstvo mechů - spol. rostlin -  
společenstvo herbivorů - společenstvo střevních  
mikroorganismů v žaludku herbivorů



# Osnova přednášky - společenstva

- **Úvod a charakteristika**
- **Periodicita společenstva**
- **Biocenotické principy**
- **Členění společenstev**
- **Ekotony**
- **Sukcese**
- **Klimax**
- **Nika**
- **Vlastnosti biocenóz**
- **Znaky četnostní**
  - Prezence, Absence
  - Abundance, Densita
  - Křivka druhové četnosti
  - Dominance, Rarefakce
- **Znaky strukturální**
  - Frekvence, Konstace, Identita
  - Diverzita, Ekvitabilita
  - Indexy diverzity
  - Rank - Abundance Modely
- **Znaky četnostní**
  - Fidelita, Koordinace



## **SPOLEČENSTVO**

**Společenstvo = je heterotypický soubor složený z populací různých druhů mikroorganismů, rostlin a živočichů, který je navzájem spjat složitými vztahy.**

- **Každé společenstvo existuje ve reálném prostoru a čase a tvoří biologickou část nějakého ekosystému.**
- **Vlastnosti společenstva vyplývají z povahy interakcí mezi druhy, které jej vytvářejí (např. kompetice, predace, parazitismus, mutualismus).**
- **Na druhé straně budou vlastnosti společenstva záviset na diversitě a distribuci druhů, potravních sítích, toku energie a na interakcích mezi tzv. guildy podobných druhů.**



# Podstata společenstva

- **Společenstvo = biocenóza**
- Soubor populací různých druhů, které se společně vyskytují v prostoru a čase
- Druhově heterogenní soubory rostlin, živočichů a mikroorganismů, vyskytující se v přírodě jako **systemy vzájemnými vztahy provázaných prvků**
- Společenstvo není jen souhrnem druhů, z nichž se skládá, ale **souhrnem druhů a jejich vzájemných interakcí**
- **Emergentní vlastnosti** = nové vlastnosti, které se vynoří až při studiu společenstva jako celku (např. struktura potravní sítě)



## Jak funguje společenstvo?

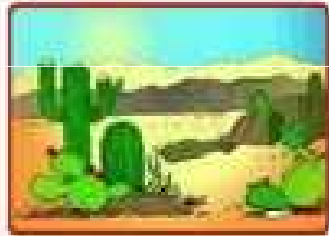
Předpokládá se, že jedinci a populace ve společenstvu jsou ovlivňovány prostředím, ovlivňují se navzájem a modifikují své vlastní prostředí. Proces utváření společenstev (například vztahy mezi druhy) se řídí tzv. sdružovacími pravidly (*assembly rules*).

Zatímco fungováním jednotlivců a jednodruhových populací se zabývají **autekologie**, **ekofyziologie**, **etologie** a **populační biologie**, fungováním společenstev a vztahem společenstev k prostředí se zabývá **synekologie**.

**Společenstvo**: (bio)cenóza (fytocenóza, zoocenóza, monocenóza, polycenóza, bryocenóza, taxocenóza, fytocenologie .....).



# Společenstva + Habitaty = Ekosystémy



Poušť



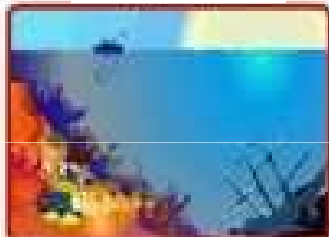
Zahrada



Farma



Jehličnatý les

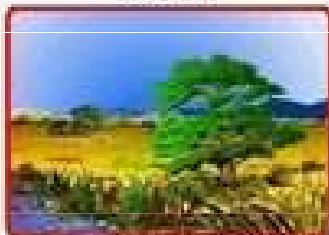


Moře a oceány

## Habitaty



Polární oblasti



Savana



Tropický deštný les



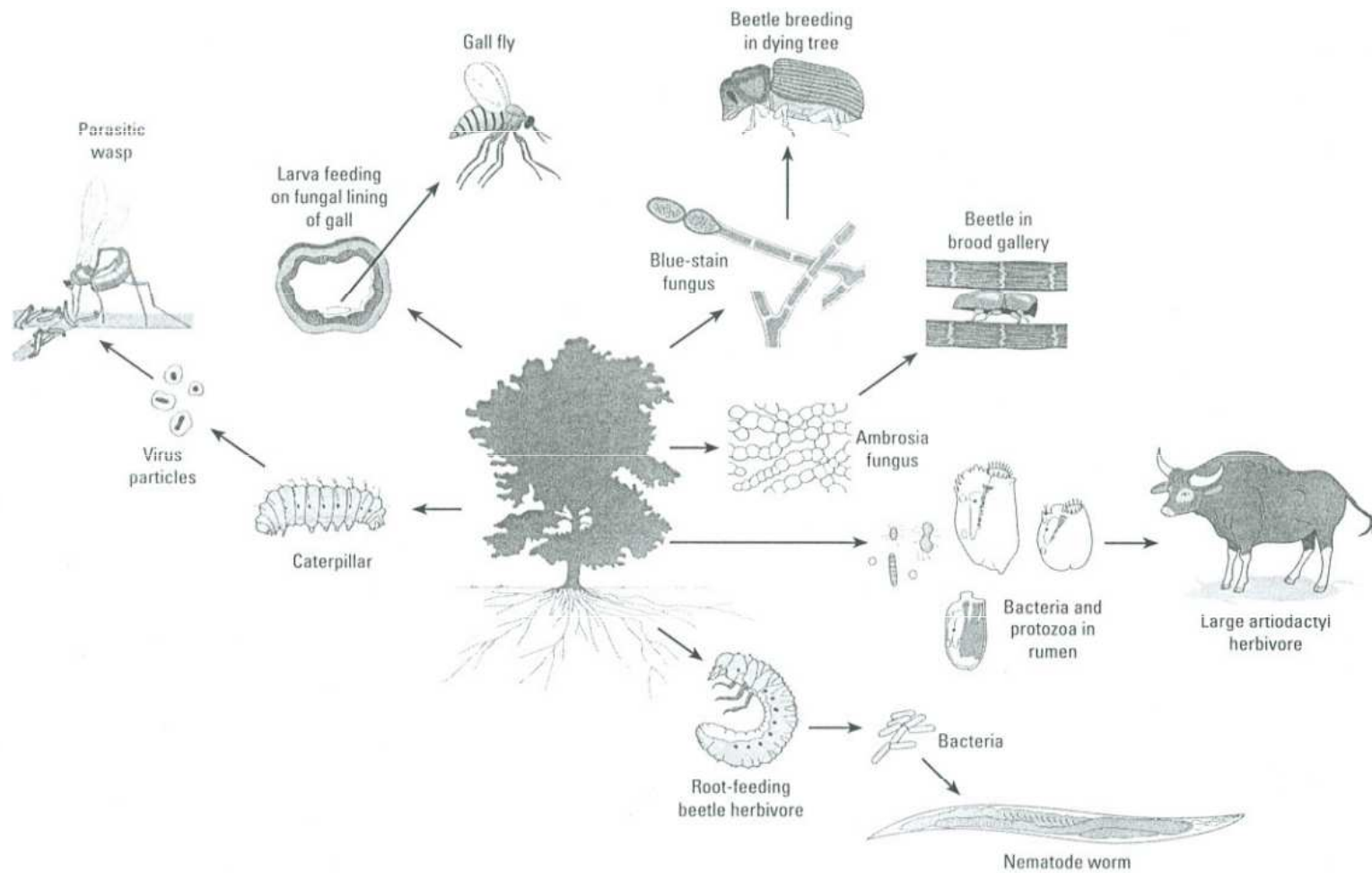
Mokřady



Listnatý les

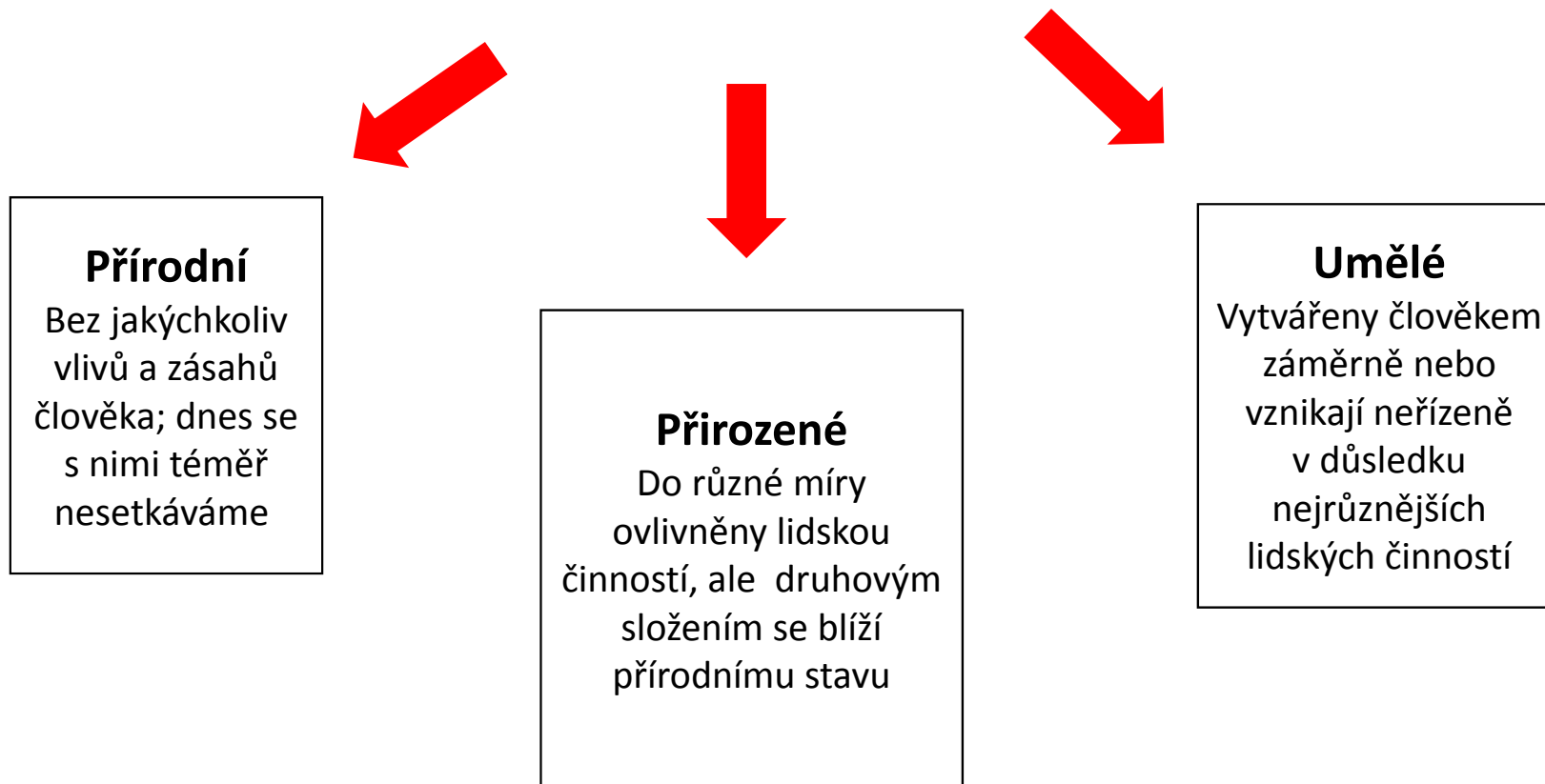
Různé typy prostředí

# Vztahy mezi organismy ve společenstvu

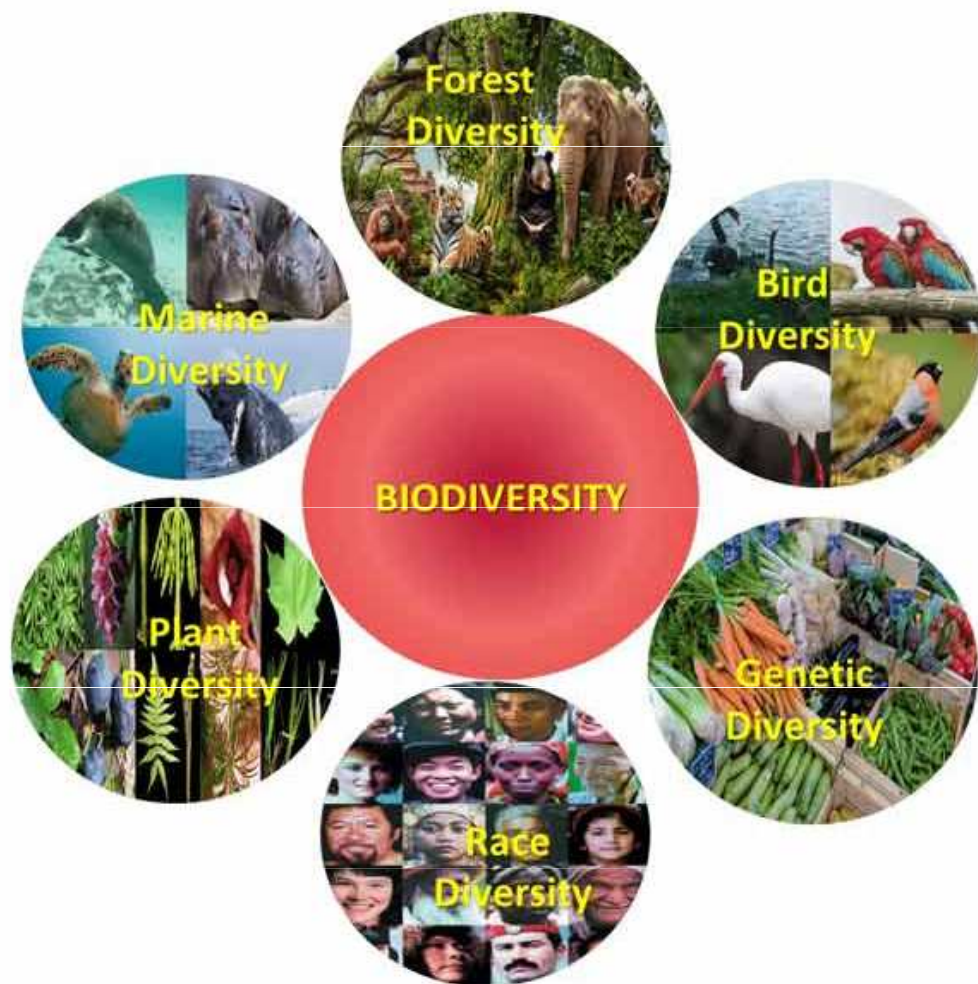




# Jaké rozlišujeme biocenózy ?



# Dílčí společenstva



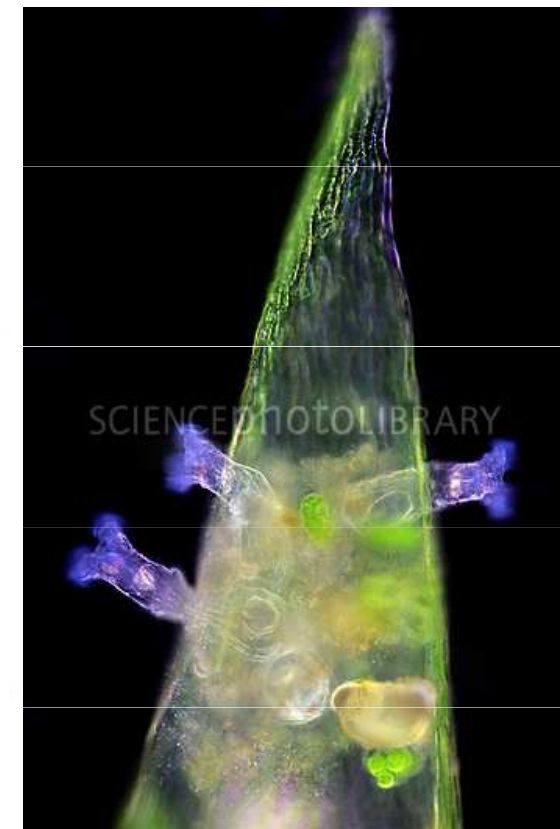
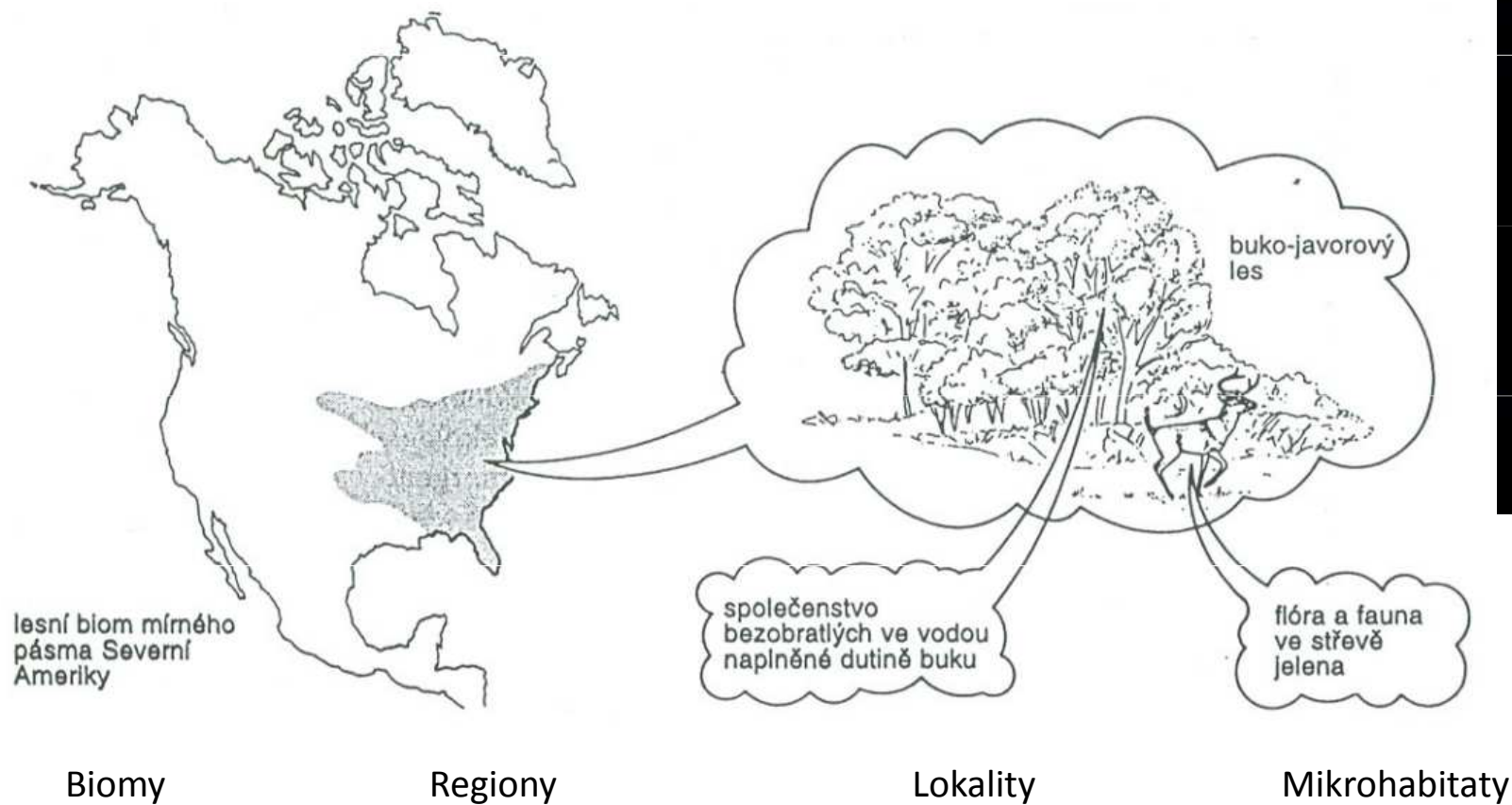
..... závislá na základním společenstvu - nejsou samostatná, mají nižší autoregulační schopnost

## 2 koncepce společenstva

- Clements (1916) → koncepce společenstva jako jednoho **superorganismu**, jehož členské druhy jsou úzce spjaty jak v současnosti, tak i díky společné evoluční minulosti.
  - Jedinci, populace a společenstva vytvářejí podobně těsné vztahy, jako buňky, tkáně a organismy
  - Společenstvo prochází také svým **ontogenetickým vývojem**, dospívá, reprodukuje se, může trpět chorobami, stárne a umírá
  - Předpokládá **adaptace na úrovni celku**, nikoliv součástí (problém – skupinový výběr)
  - **Teorie Gaia** (Lovelock 1974) – Země je **jeden planetární organismus**, vybavený schopností homeostáze, zabezpečující optimální podmínky pro život.
- Gleason (1926) → koncepce **individualistická**, vztahy mezi společně se vyskytujícími druhy jsou spíše výsledkem jejich podobných nároků, podobné tolerance a také náhody. Vytváření společenstev je pak mnohem méně předvídatelné a společenstva nemusí oddělovat ostrá hranice
- Současné pojetí → bližší individualistické koncepci
- Společenstvo nefunguje jako jeden superorganismus, studium dílčích složek nám toho zpravidla moc neřekne → **holistický přístup**
- Studujeme společenstva spíše jako stupeň organizace, než jako prostorově či časově definované jednotky



# Různý prostorový rozsah společenstev



Společenstvo vířníků na rašeliníku

# Společenstva podle původu

- **Primární (přirozená) společenstva**

- Narušovány člověkem
- Vzácné a ostrůvkovité
- Vysokohorské oblasti, Antarktida, Arktida, centrální území velkých pouští, hlubiny oceánů...
- Ovlivněny často alespoň nepřímo

- **Sekundární (druhotná) společenstva**

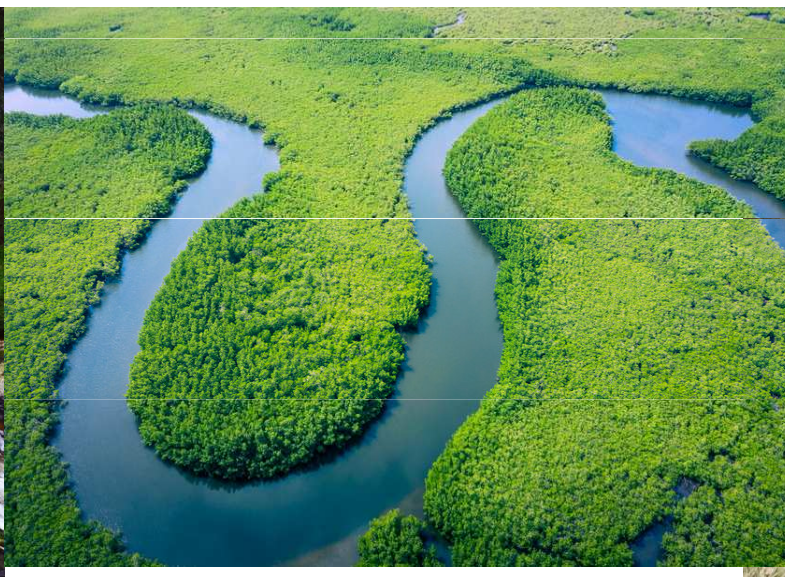
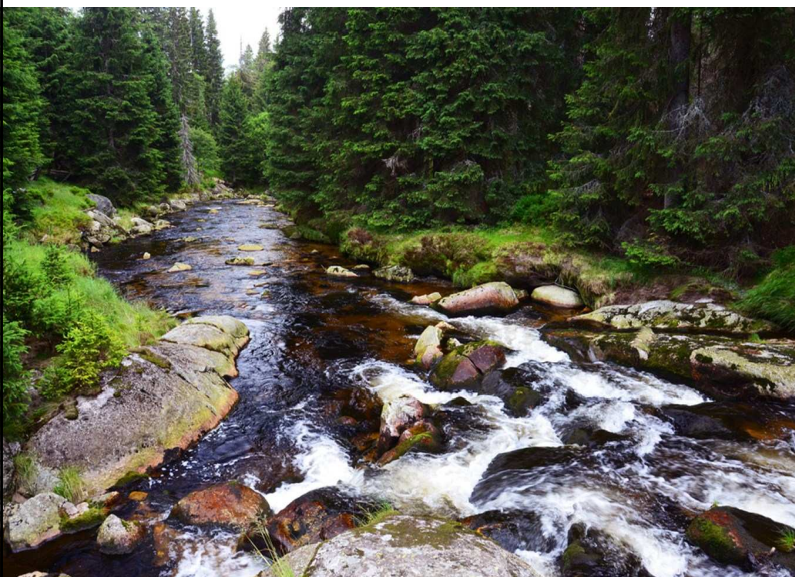
- Vznikají na území primárních společenstev
- Záleží na intenzitě lidského působení
- Společenstva blízká přirozeným
- Společenstva umělá (antropogenní cenózy = biocenoidy)
- Synantropní společenstva







Společenstva v různých podmínkách: les, louka, koruna stromu, potok, řeka, tůň

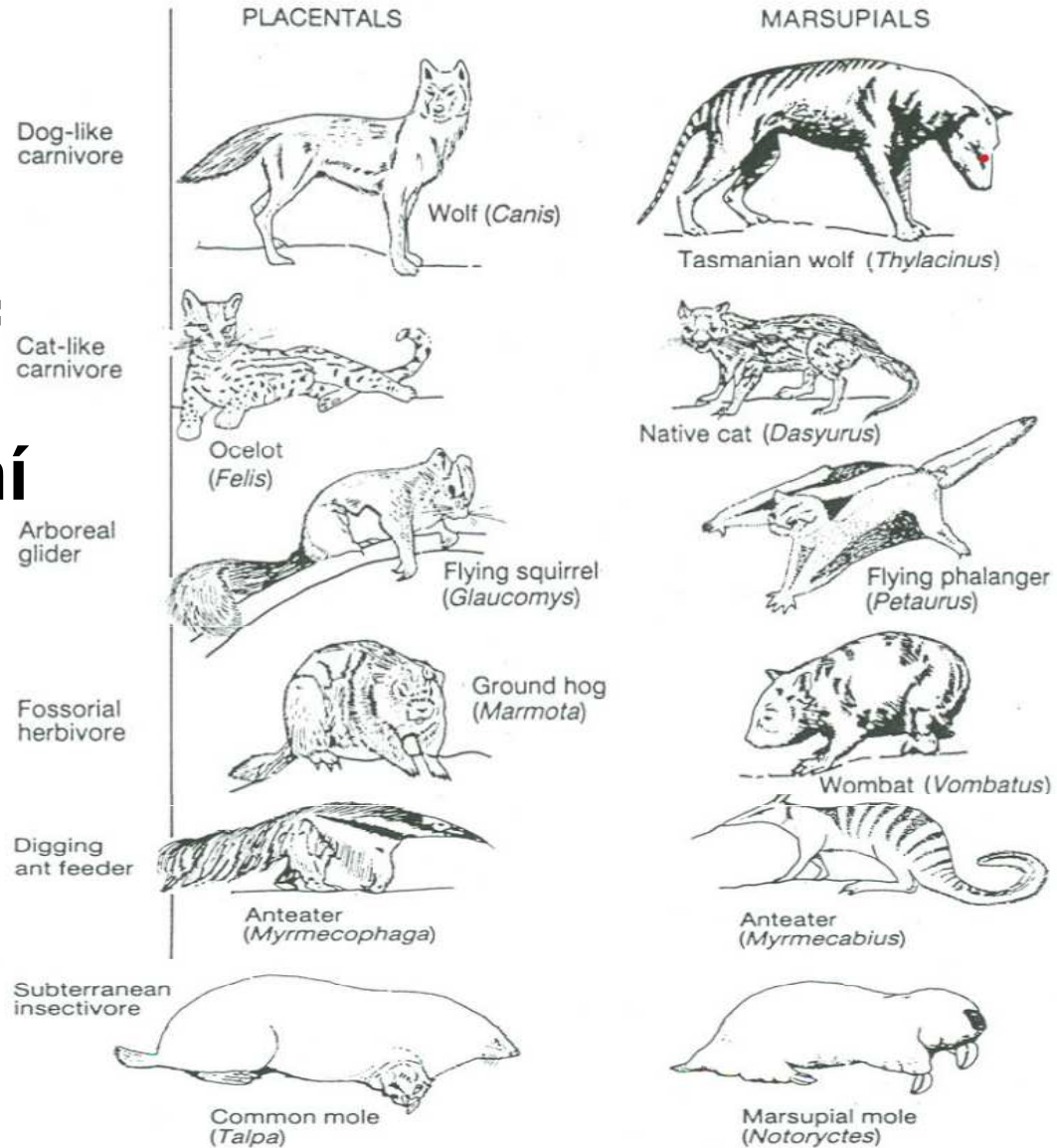




# Podobné ekologické podmínky

Ekologické vikarianty =

= ekologicky ekvivaletní druhy



## Ekologické vikarianty

### Příklad:

- krtkům podobní savci:



Eurasie  
Afrika  
S. Amerika  
Austrálie

*Talpa europea*  
*Chrysochloris*  
*Scalopus*  
*Notoryctes*



- velcí fytofágové:

Eurasie  
Afrika  
S. Amerika  
Austrálie

*sajga, divocí koně, osli*  
*antilopy, zebry*  
*bizoni, vidloroh*  
*klokani*



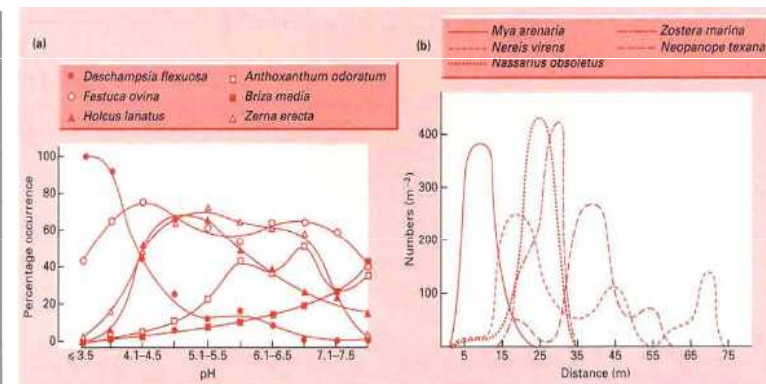
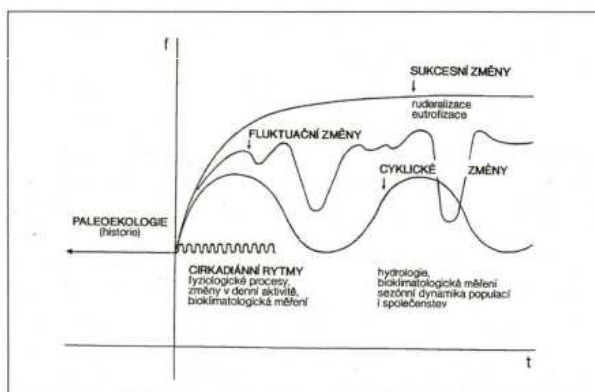
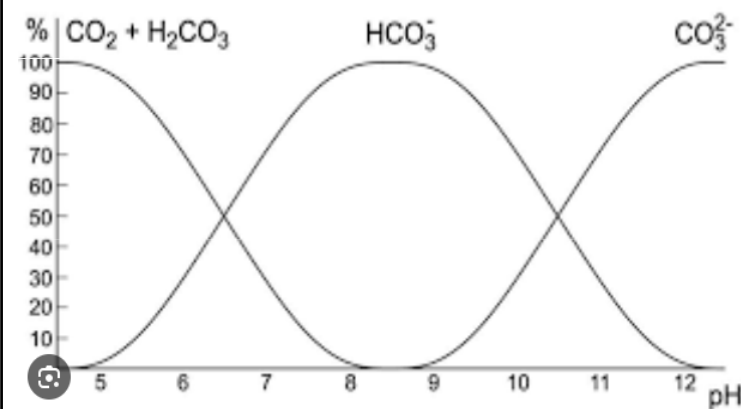


# Periodicita společenstev

Podle **počtu cyklů** v roce rozeznáváme druhy:

- **monocyklické** = jeden cyklus za rok
- **dicyklycké** = dva cykly za rok
- **polycyklické** = několik cyklů za rok

Významným znakem biocenózy je **sezónní izolace**, zvláště u ekologicky podobných druhů, která zabraňuje mezidruhové konkurenci.



# biocenóza

## Periodicita

Druhy v biocenóze = cirkadiánní aktivity  $\Rightarrow$  sezónní výskyt  $\Rightarrow$  vliv na složení společenstva

### Fenologie

- různá cirkadiánní aktivita = zabraňuje mezidruhové kompetici
- sezónní výskyt = sezónní periodicita zoocenózy

mírné pásmo = teplota = roční cyklus  
tropické pásmo = srážky, vlhkost  
vodní prostředí = teplota, salinita

Podle sezónnosti výskytu: **stenochromní** versus **eurychromní**

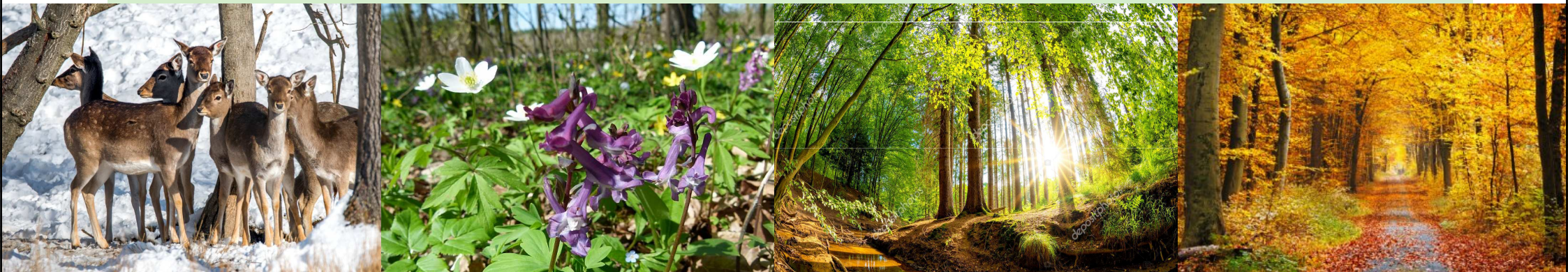
### Sezónní aspekty:

- |    |                            |                      |
|----|----------------------------|----------------------|
| 1. | zimní = hiemální:          | XI. – III.           |
| 2. | předjarní = prevernální:   | III. – IV.           |
| 3. | jarní = vernální:          | V. – VI.             |
| 4. | letní = estivální:         | pol.VI. – pol. VII.  |
| 5. | pozdněletní = serotinální: | pol. VII. – pol. IX. |
| 6. | podzimní = autumnální:     | IX. – X.             |

# Sezónní aspekty společenstva

**Sezónní aspekty** na sebe plynule navazují a je někdy obtížné je odlišit. Podle Tischlera (1955) existuje v biocenózách mírného pásma 6 sezónních aspektů:

- ***zimní (hiemální) aspekt*** – listopad - březen
- ***předjarní (prevernální) aspekt*** – březen - duben
- ***jarní (vernální) aspekt*** – květen - počátek června
- ***letní (estivální) aspekt*** – polovina června - polovina července
- ***pozdněletní (serotinální) aspekt*** – polovina července - polovina září
- ***podzimní (autumnální) aspekt*** – září - říjen





# Biocenotické principy

## 1. Biocenotický princip (Thienemann, 1918, 1920)

Čím jsou životní podmínky biotopu rozmanitější, tím více druhů je v biocenóze zastoupeno, přičemž hustota druhových populací je poměrně nízká.

Příklad: Entomocenózy tropického deštného pralesa

## 2. Biocenotický princip (Thienemann, 1918)

Čím více se životní podmínky biotopu odchyľují od normálu (optimálního stavu), tím je biocenóza druhově chudší, přitom populace několika málo druhů dosahují vysoké početnosti.

Příklad: Tundra, znečištěné vodní prostředí, slaná jezera, hlubiny nádrží a moří, vysokohorské polohy.

## 3. Biocenotický princip (Franz, 1952)

Čím jsou životní podmínky v biotopu stálejší, tím je biocenóza druhově bohatší, vyrovnanější a stabilnější.

Příklad: Korálové útesy, tropické deštné pralesy, staré jeskyně

## Vliv zeměpisné šířky

Obecně lze říci, že diverzita jak v terestrickém prostředí, tak v prostředí mořském klesá od rovníků k pólům.

Největší diverzita: na souši = tropické deštné pralesy  
v mořském prostředí = korálové útesy

Vzestup diverzity směrem k rovníku má dva rysy:

- 1) je to stálý rys historického vývoje diverzity
- 2) gradient je kolem rovníku rozložen asymetricky, roste rychle směrem ze severu k rovníku a klesá pomalu směrem na jih

Řada mechanismu vysvětluje gradienty diverzity: kompetice, mutualismus, predace, členitost habitatu, stabilita prostředí, prediktabilita prostředí, produktivita, plocha, počet habitatů, ekologický čas, evoluční čas a solární energie

Prostorové gradienty diverzity jsou též důsledkem rozdílné míry původu, imigrace, extinkce a emigrace.

## Vliv nadmořské výšky

Obecně platí, že se stoupající nadmořskou výškou klesá diverzita.

## Vliv hloubky

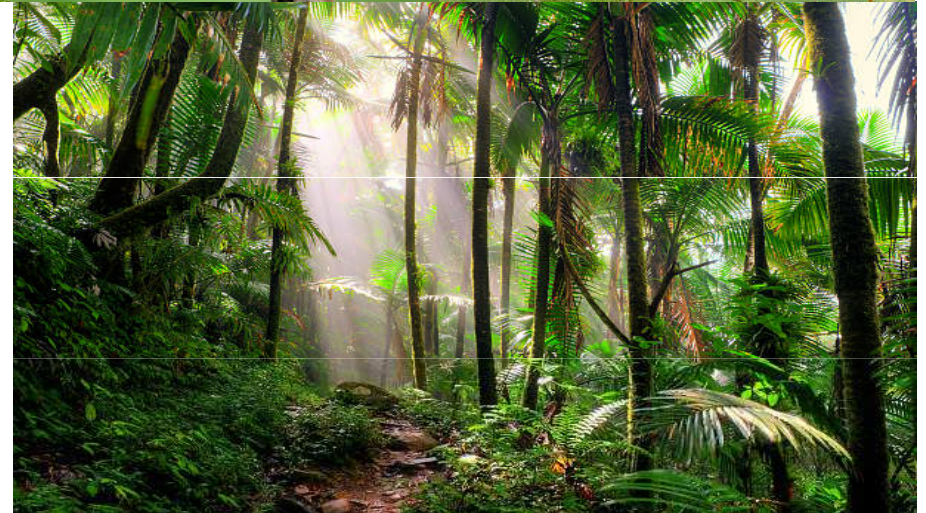
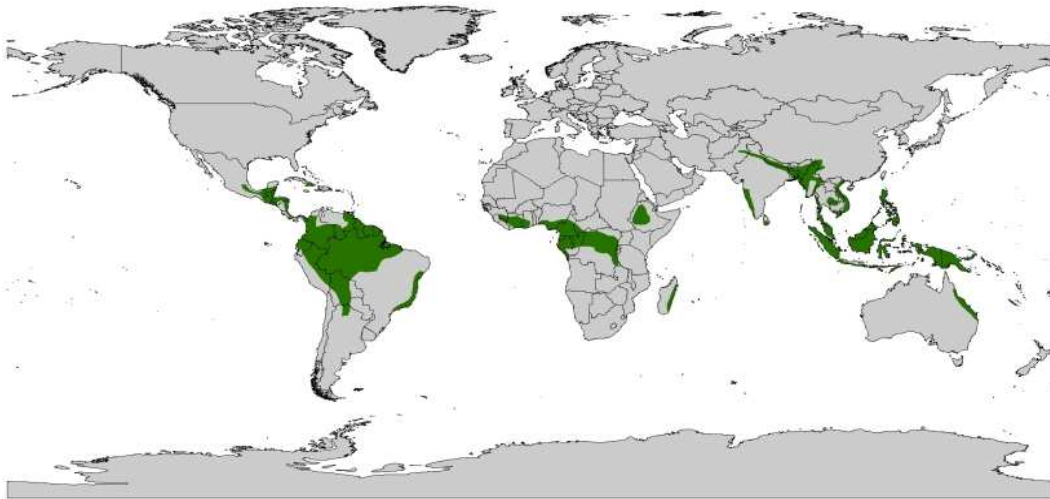
Hloubka je ve vodním prostředí analogií nadmořské výšky na souši. U pelagických a bentických společenstev je největší diverzita ve středních hloubkách:

Pelagická společenstva = maximum při hloubce 1000 - 1500m

Bentická společenstva = maximum při hloubce 2000 – 3000 m

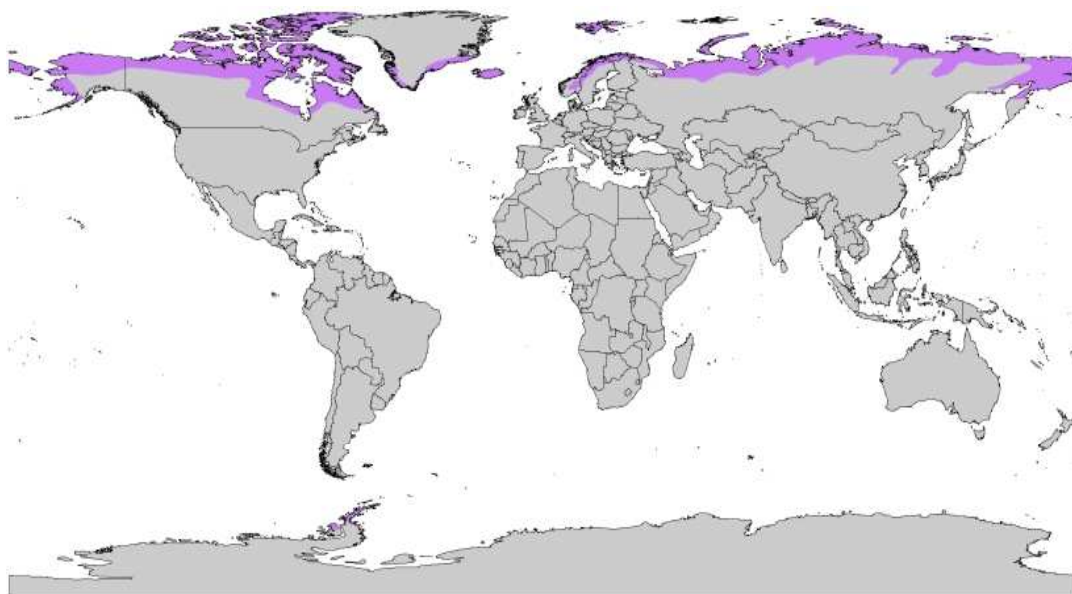


# 1. Biocenotický princip – entomocenóza tropického lesa



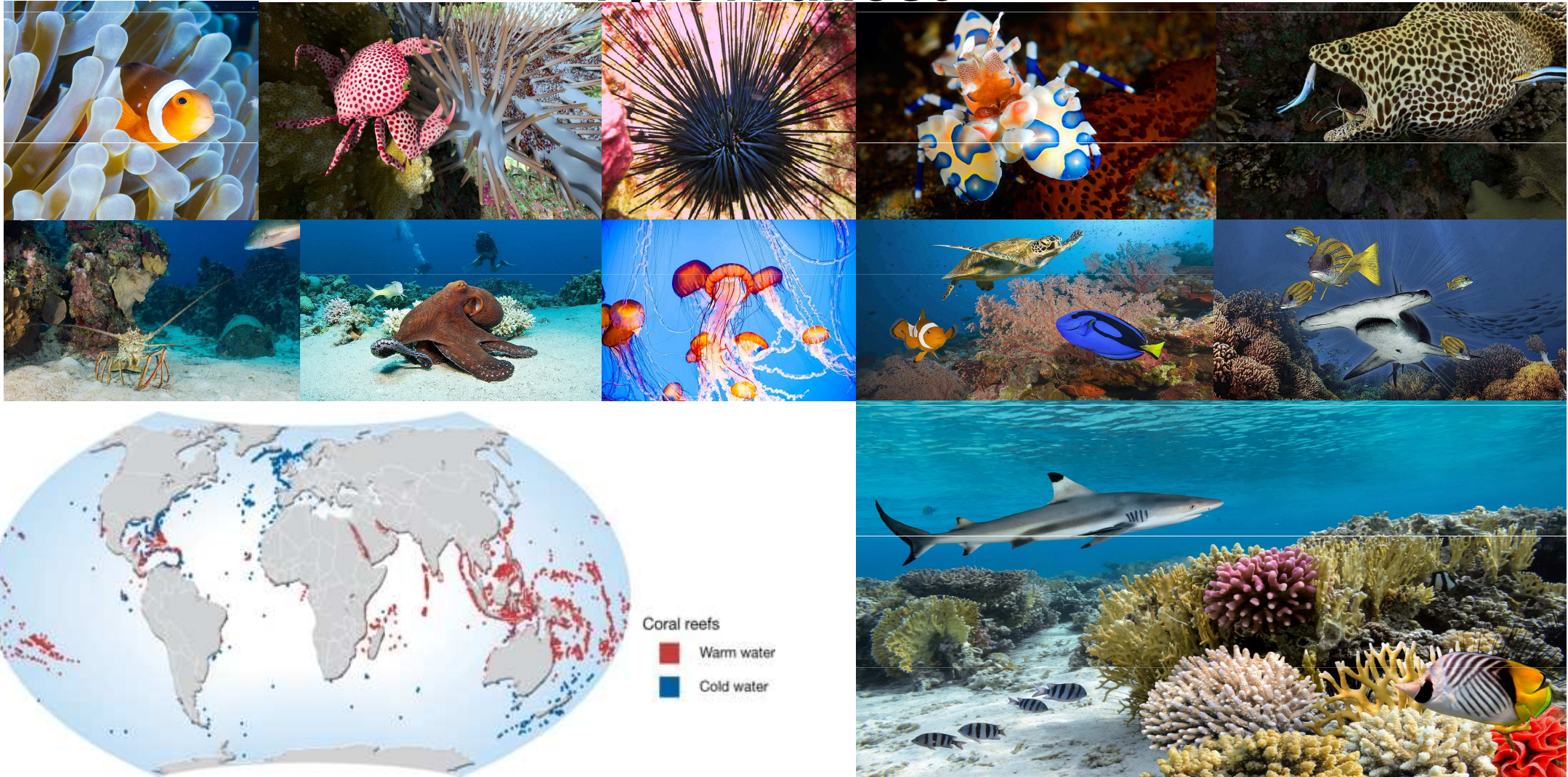


## 2. Biocenotický princip – Tundra – extrémní podmínky





# 3. Biocenotický princip – korálový útes - stabilita a vyvornanost





# Gradients biodiverzity

## Biotické teorie

**Teorie prostorové heterogenity:** v tropech více rostlin  $\Rightarrow$  více býložravců  
 $\Rightarrow$  více masožravců

Diverzita rostlin zvyšuje diverzitu herbivorů 2 způsoby:

- 1) více rostlin  $\Rightarrow$  více monofágních herbivorů
- 2) více rostlin  $\Rightarrow$  větší „architektonická“ diverzita prostředí  
 $\Rightarrow$  více nik

**Teorie kompetice:** v mírných pásmech = extrémní změny podmínek prostředí  $\Rightarrow$  většina druhů = r – strategové  
v tropech = prostředí stabilní  $\Rightarrow$  většina druhů K – strategové  $\Rightarrow$  to vede k redukci velikosti nik a to opět k tomu, že zde může koexistovat více druhů

**Teorie predáčního tlaku:** v tropech je více predátorů a parazitů  $\Rightarrow$  populace kořisti a hostitelů jsou potlačovány a není zde silná vnitrodruhová kompetice  $\Rightarrow$  to dovoluje koexistenci většího množství druhů

**Teorie opylovačů:** v tropech jsou méně časté větry  $\Rightarrow$  proto je zde mnoho opylovačů – hmyz, ptáci, netopýři – mnozí jsou velmi specifictí  $\Rightarrow$  roste reprodukční izolace mezi rostlinami  
 $\Rightarrow$  roste míra speciace = více druhů

## Abiotické teorie

**Teorie ekologického času:** diverzita se zvyšuje v čase, mírné oblasti jsou mnohem mladší než tropy  $\Rightarrow$  méně druhů  
v mírném pásmu = vliv doby ledové = endemiti = jezero Bajkal = 580 druhů bentických bezobratlých; v Kanadě v Great Slave Lake (leží ve stejné zóně) jsou jen 4 druhy

**Teorie klimatické stability:** v mírném pásmu = změny ekologických faktorů v tropech = klima je stabilní = organismy jsou přizpůsobeny malým změnám faktorů = malým fluktuacím = více specializovaných druhů; podpora také z podmořského prostředí, kde v hlubinách (stabilní prostředí) je větší diverzita bezobratlých, než v mělkých vodách (labilní prostředí).

**Teorie produktivity:** nazývá se též species-energy hypothesis – větší produkce vede ke větší diverzitě;

**Teorie velikosti plochy:** větší plocha umožňuje větší izolovanost populací, což podporuje růst speciace; na větší ploše jsou rovněž spíše podmínky pro existenci většího počtu druhů



# ČLENĚNÍ SPOLEČENSTEV

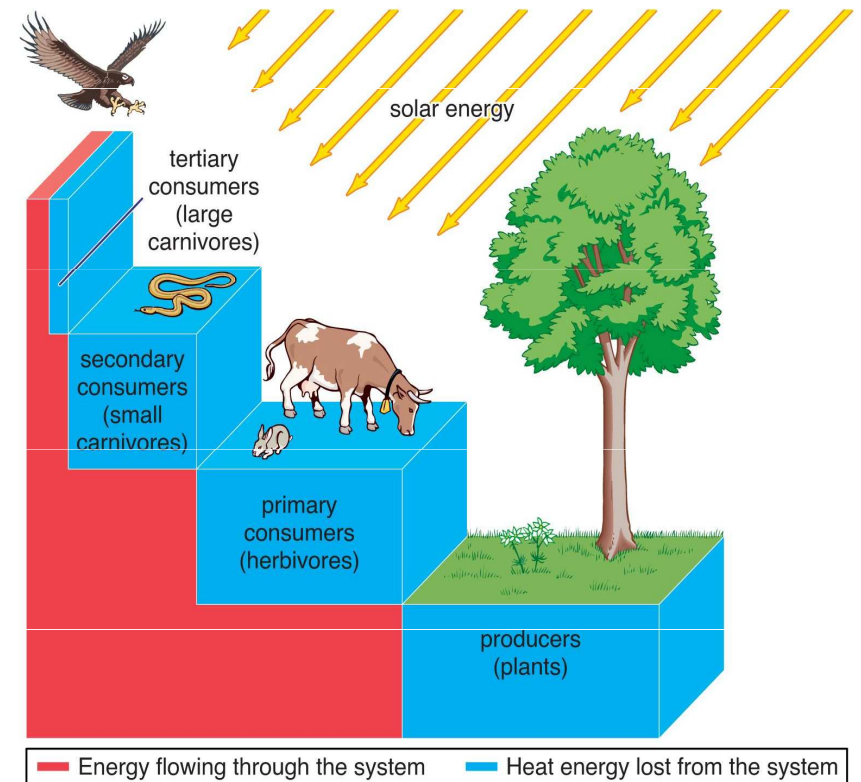
# Členění společenstev

## Dílčí společenstva:

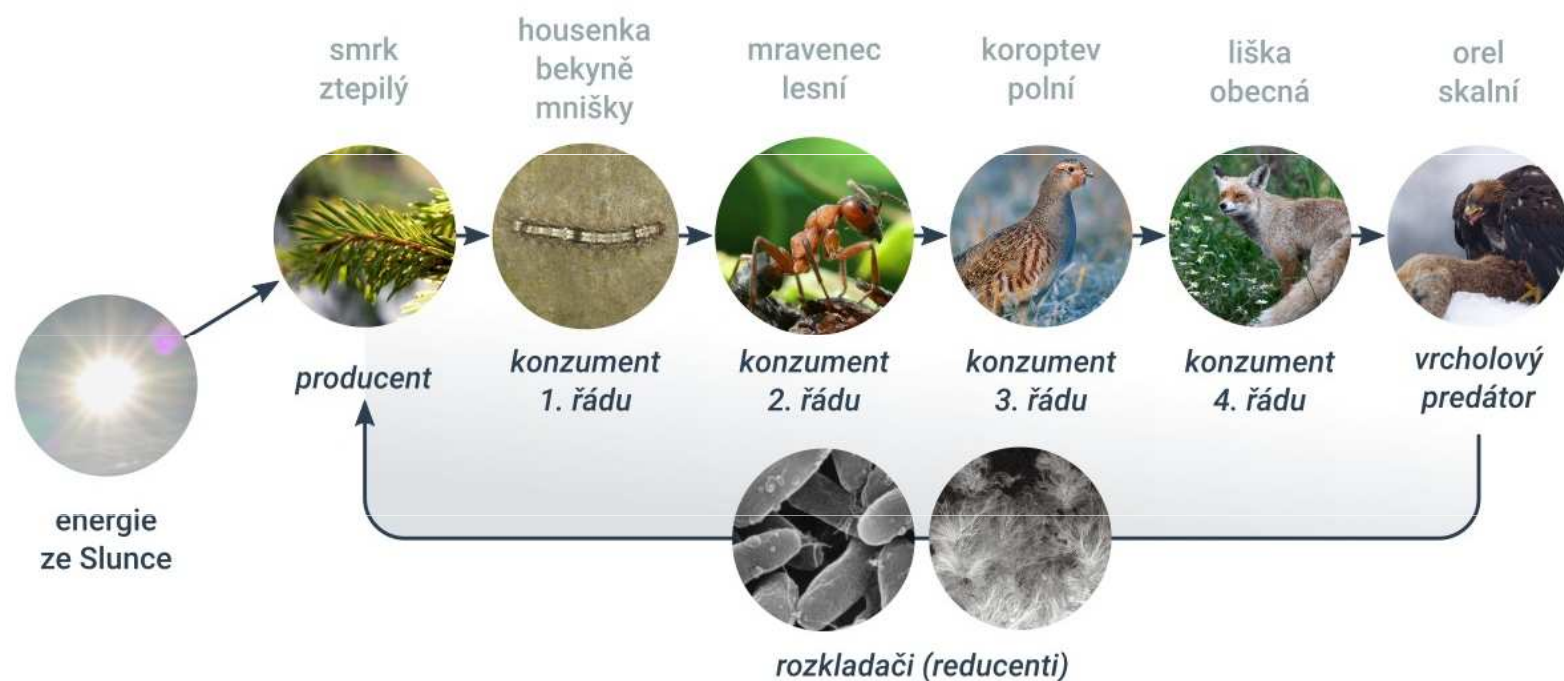
- producenti
- konzumenti
- reducenti

## Umělé dělení bioceózy:

- Entomocenóza
- **Ornitocenóza**
- Ichtyocenóza
- Malakocenóza
- Parazitocenóza



# Struktura potravní sítě společenstva



Trofická struktura popisuje způsob, jakým organismy spotřebovávají zdroje živin a ilustruje jí sítě pohybu energie uvnitř [ekosystému]. Druhové bohatství na Zemi dalo vzniknout mnoha způsobům získávání živin a energie z prostředí stejně jako potravních vztahů mezi organismy.

# Členění společenstev

Stratifikace společenstva: vertikální *versus* horizontální

Vertikální stratifikace ⇒ patra, etáže, biostrata ⇒ stratocenózy

Příklad: les = stratocenózy: korunové, kmenové, křovinné, bylinné, mechové, hrabankové aj. (viz. obr.)

Horizontální stratifikace ⇒ nehomogenita biotopu ⇒ biochoria, choriotop

Příklad: choriocenózy: mechové polštáře, hromady kamenů, ptačí hnízda, padlé rozkládající se stromy

Příklad: strom v lese = analogické členění = merotopy = merocenózy: (dutiny stromu, květy, listy, kořeny, kmen, plody)

Příklad: Bionenotický konex = jeden strom až 1000 druhů hmyzu

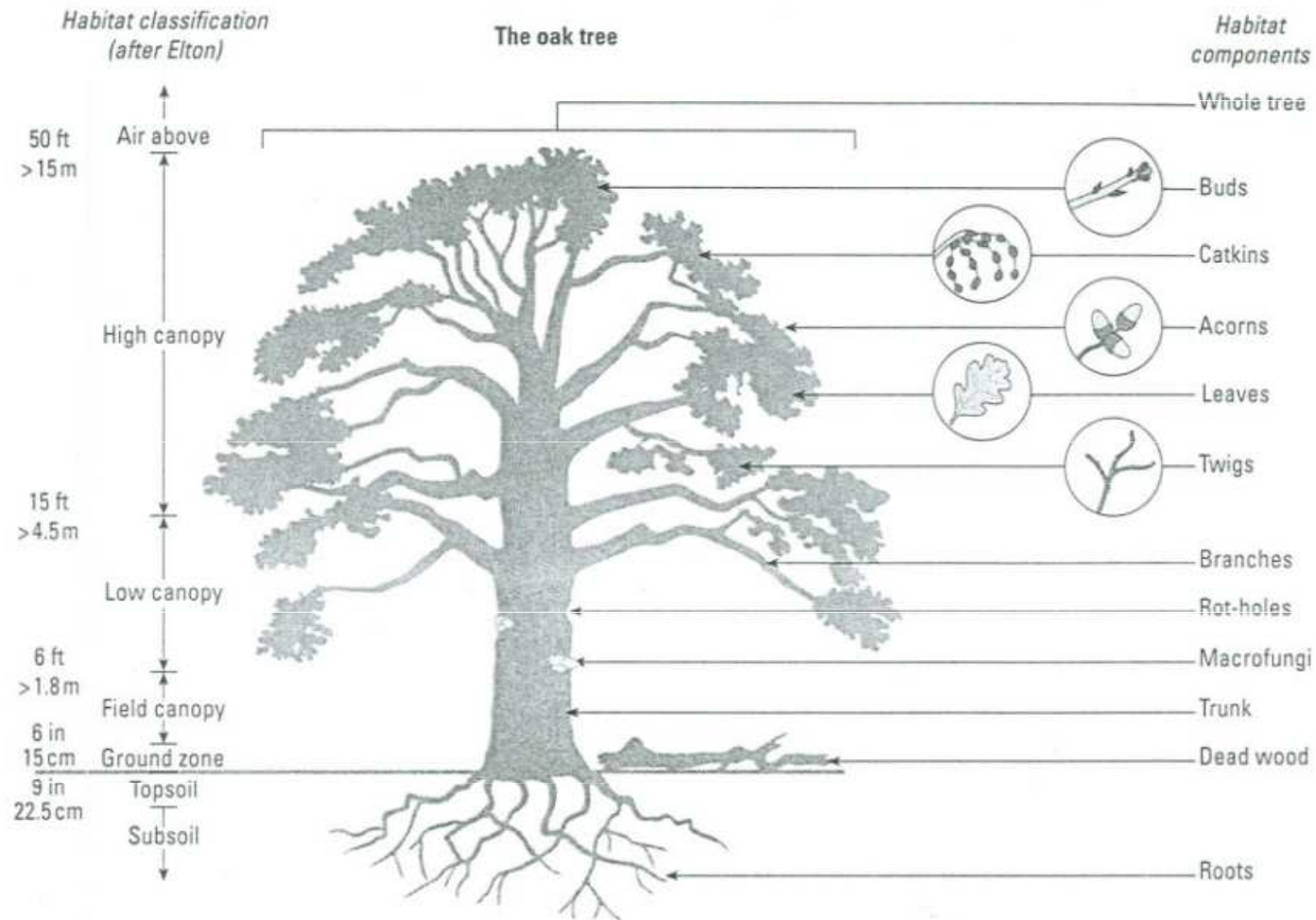


# Stratifikace společenstev

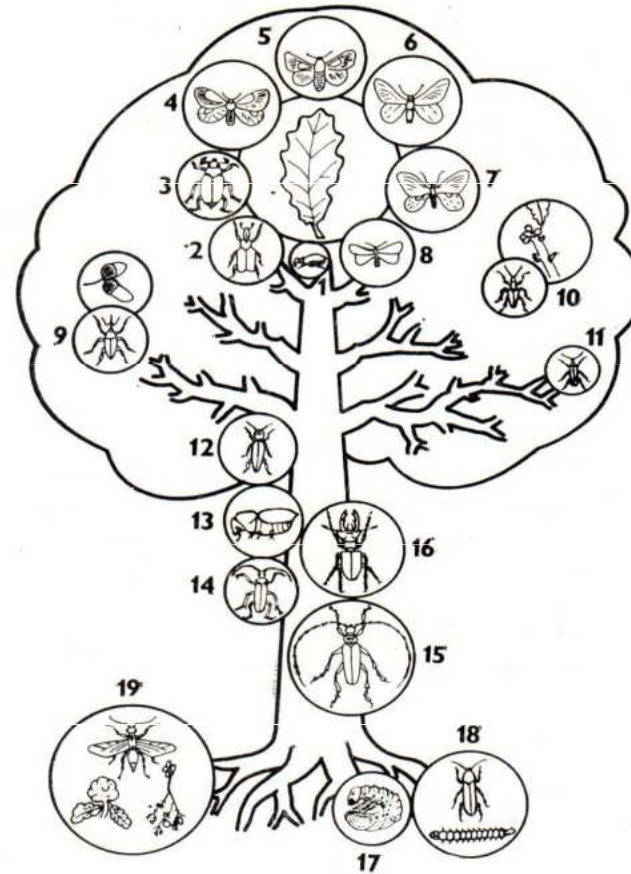
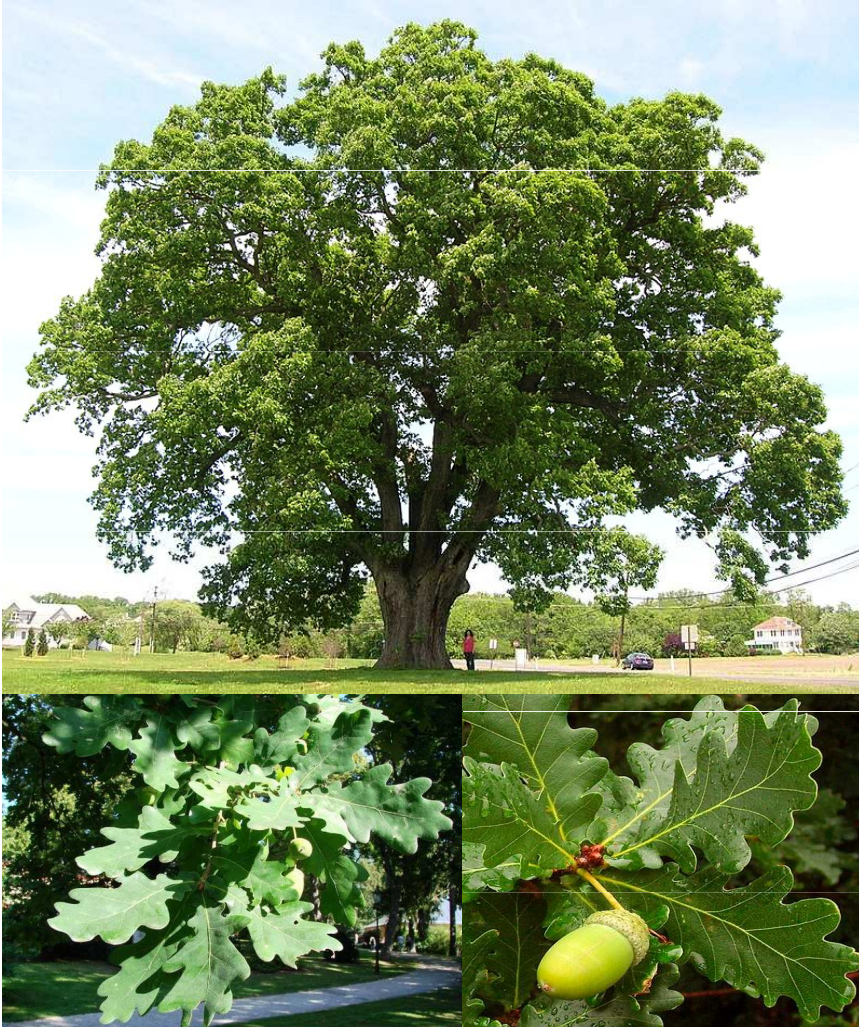
klasifikace habitatu

komponenty

habitat



# Biocenotický konex



## Biocenotický konex na dubu letním

**na listech:** 1. nosatec *Orchestes orchestes*; 2. zubonoska *Attelabus nitens*; 3. chroust *Melontha melontha*; 4. bekyně *Euprictis chrysorrhoea*; 5. borovec *Malacosoma neustrium*; 6. píďalka *Erannis defoliaria*; 7. píďalka *Eperopthera brumata*; 8. obaleč *Tortrix viridiana*; 9. nosatec *Curculio glandium*;

**na pupenech:** 10. listohlod *Phyllobius argentatus*

**na větvích:** 11. páteříček *Cantharis obscura*

**na kůře a kmeni:** 12. kravec *Agrilus viridis*; 13. bělokaz *Scolytus intricatus*; 14. tesařík *Rhagium inquisitor*;

**na dřevě:** 15. tesařík *Cerambyx cerdo*; 16. roháč *Lucanus cervus*;

**na kořenech:** 17. ponravy chrousta *Melontha melontha*; 18. kovařík *Elater sanguineus*

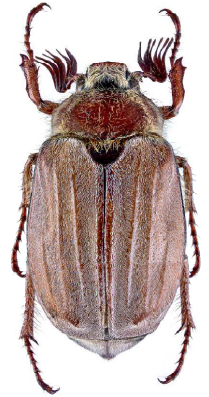
**na kořenech a pupenech:** 19. žlabatka *Biorrhiza pallida*

(podle *Documentation 23 du Ministère de l'Education nationale et de la Culture de la Belgique* in Losos a kol., 1984)

Biocenotický konex na dubu letním (*Quercus robur*)



Na listech



Na větvích **Biocenotický konex**



Na kmeni a kůře



Na dřevě



Na pupenech



Na kořenech  
a pupenech



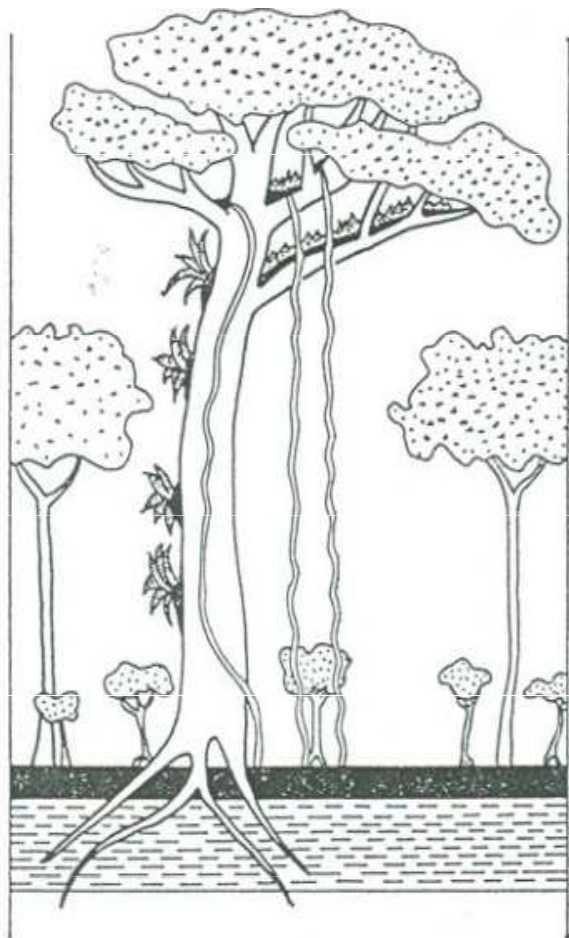


# Stratifikace biocenózy

- Prostorové členění **vertikální**
  - Patra s příslušnými stratocenózami
  - Př. les
- **Horizontální**
  - Různé složení, struktura a funkce biocenózy na různých místech
  - Místa akční (koncentrační) = **biochoria (choriotopy)** - místa koncentrace organismů v rámci společenstva (např. padlý kmen stromu v lese)
  - **Merotopy** - úzce vyhraněné části biotopu osídlené vyhraněným společenstvem - merocenózy (např. květ rostliny, dutina stromu, exkrement zvířete)

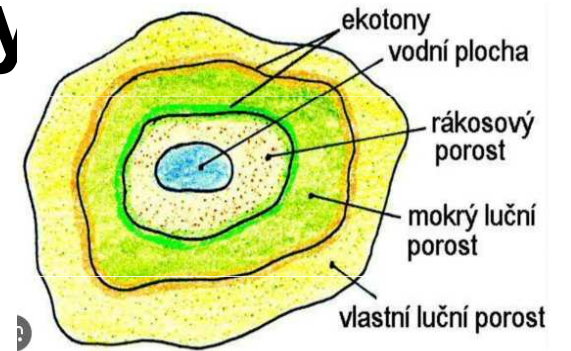
# Stratifikace biocenózy

Vertikální patra

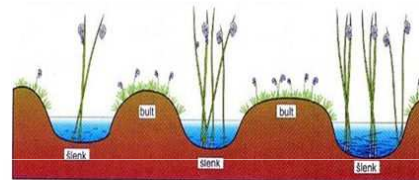


Tropický les

Horizontální - zonace

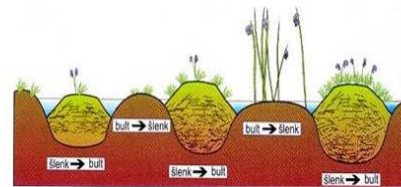
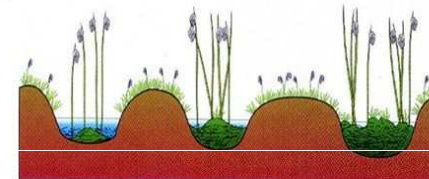


## Povrch rašelinště



Suchomilné druhy (keříčkové vložyně, vřes a mechy) rostou na kopečcích – **bultech**.  
Prohlubně – **šlenky** se stojící vodou zarůstají vlhkomilnými druhy (rašeliníky, ostřice a suchopýr).

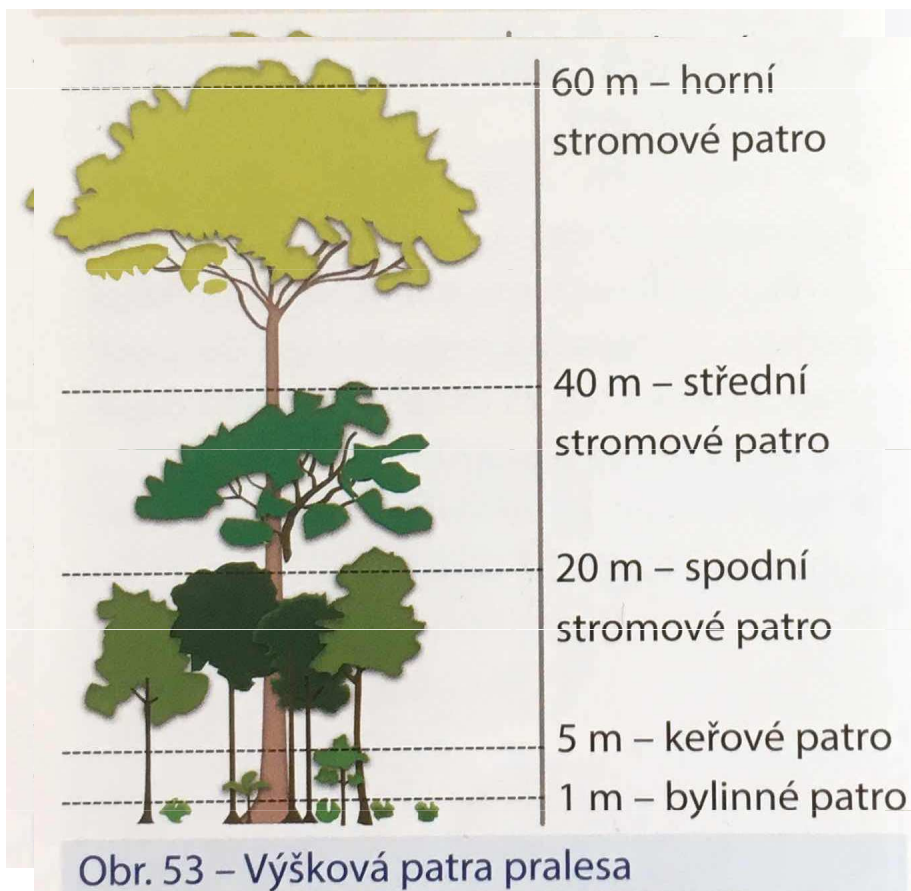
Vegetace šlenků přirůstá rychleji a postupně se vyvyšuje nad okolní povrch do té doby, dokud je dostatečně sycená vodou. Pak je osídli suchomilné druhy.



Ze šlenků se stávají nové bulty, z bultů se stanou postupně šlenky

Načrtněte a popište povrch rašelinště do svých pracovních listů.

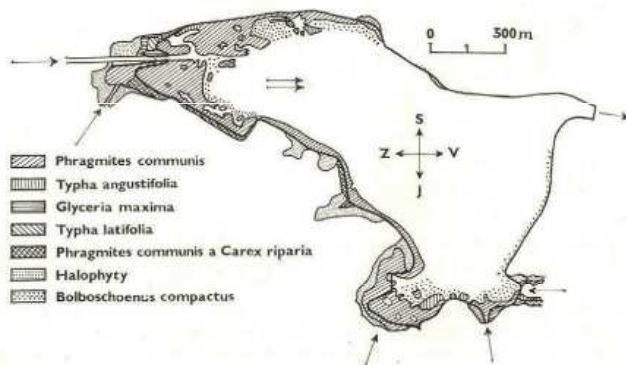
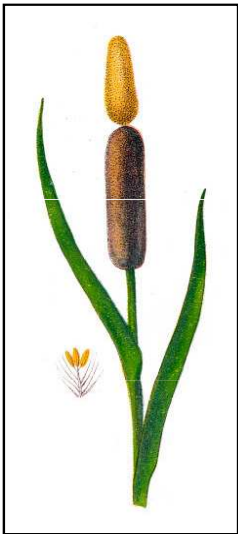
# Patra tropického lesa



Obr. 53 – Výšková patra pralesa



# Zonace a mozaikovitě uspořádání společenstva



90. Zonace břehových společenstev jihomoravského rybníka Nesyta; šipkami označen směr toku (podle KVĚTA)

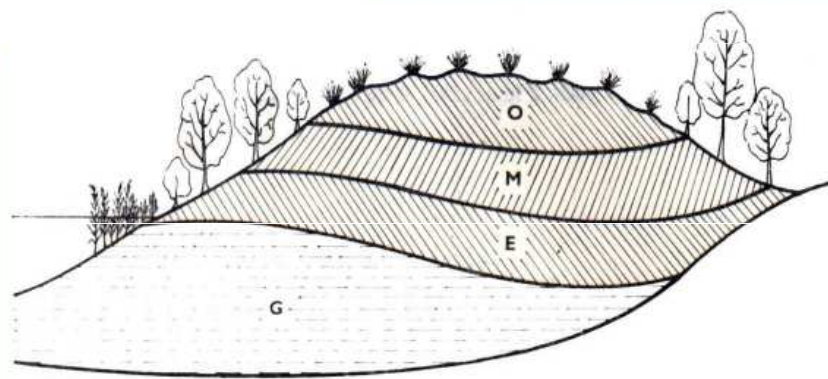
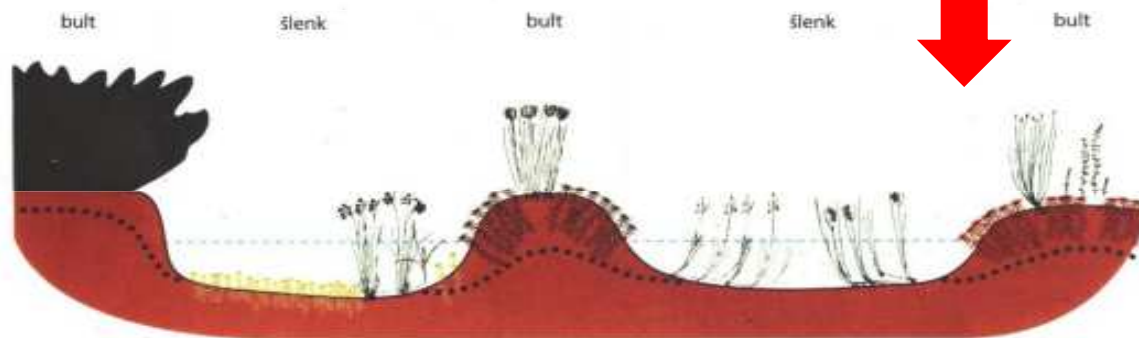
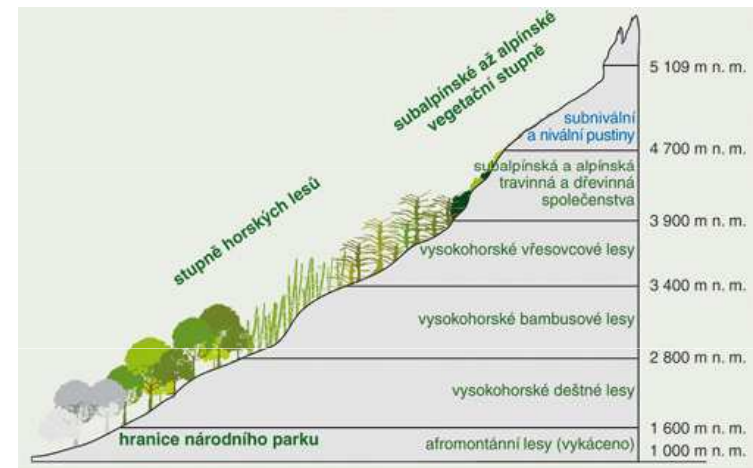


Schéma mozaikového společenstva: O oligotrofní blato, M mezotrofní blato, E původní slatina, G organické bahno gyttja. Schéma znázorňuje zrašelinění jezera. Slatina zarůstá rákosím, ostřicemi a olšinou, na mezotrofním blatu roste z dřevin bříza pýřitá a na vrchovišti se střídají kopečky rašeliníku (bulvy) se sníženinami (šlenky; podle KLIKY)



# Smíšená (komplexní) společenstva

- Biotopy nejsou v celém svém rozsahu stejné ve všech svých znacích a vlastnostech
- **Zonální (pásová) společenstva**
  - Horizontální zonace pobřeží
- **Mozaiková společenstva**
  - Malá rozloha a vzájemná závislost jednotlivých částí mozaiky
  - Rašeliniště tvořené bulty a šlenky



# Kategorie společenstev

- **Podle taxonomického hlediska**

- Umělé vyčlenění
- Zoocenóza a fytocenóza; ornitocenoza, ichtyocenóza, entomocenóza...
- **Asociace** = neautonomní části biocenózy, tvořeny organismy morfologicky a ekologicky podobně utvářenými

- **Podle stability společenstev**

- **Ustálená**

- Jejich druhové složení se nemění ani v delších časových úsecích
- Nezávislá a závislá (např. antropogenní cenózy)

- **Proměnlivá**

- Probíhají změny v druhovém složení včetně vzájemného zastoupení druhů
- Změny cyklické - cyklobiocenózy
- Změny zákonitým, postupným vývojem - sukcese
  - Končí ustáleným společenstvím, které je v rovnováze s prostředím (klimax)
  - Nebo zánikem společenstva způsobeným vyčerpáním substrát



SUKCESE

# Co je to sukcese ?



# Struktura a změny společenstva v čase

- **Struktura společenstva**
  - **V prostoru** – biodiverzita
  - **V čase** – sukcese
- **Změny společenstev v čase**
  - **Aktuální** (hodiny, měsíce, rok) - cirkadiánní, lunární, sezónní změny apod.
  - **Sekulární** (desítky až tisíce let) - sukcese
  - **Geohistorické** (desetitisíce až miliony let) - evoluce společenstev (ekosystému)



# Sukcese – změny biodiverzity v reálném čase

Změny biodiverzity v reálném čase

Tak jako se mění důležitost druhů v prostoru, mění se také jejich struktura v čase.

Druh se na lokalitě vyskytuje za těchto okolností:

- 1) lokalita je pro něj dostupná
- 2) na lokalitě jsou vhodné podmínky a zdroje
- 3) lokalitu předem neučiní neobyvatelnou konkurenti a predátoři

Sukcese = nesezónní, směrované a spojitý proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů v určitém místě.

Sukcese:    Degradální  
                  Alogenní  
                  Autogenní

Degradální sukcese = proces rozkladu organické hmoty. Tento typ sukcese končí tím, že zdroj je zcela zmetabolizován, zmineralizován a rozložen.  
Je to sukcese na rozložitelném zdroji !

*Příklady:* mrtvá těla rostlin a živočichů, svlečená kůže hada, fekálie,

Jsou zde čistě heterogenní procesy = heretogenní sukcese.

Tento proces vede ke vzniku humusu.

# Základní rysy sukcese

Sukcese je:

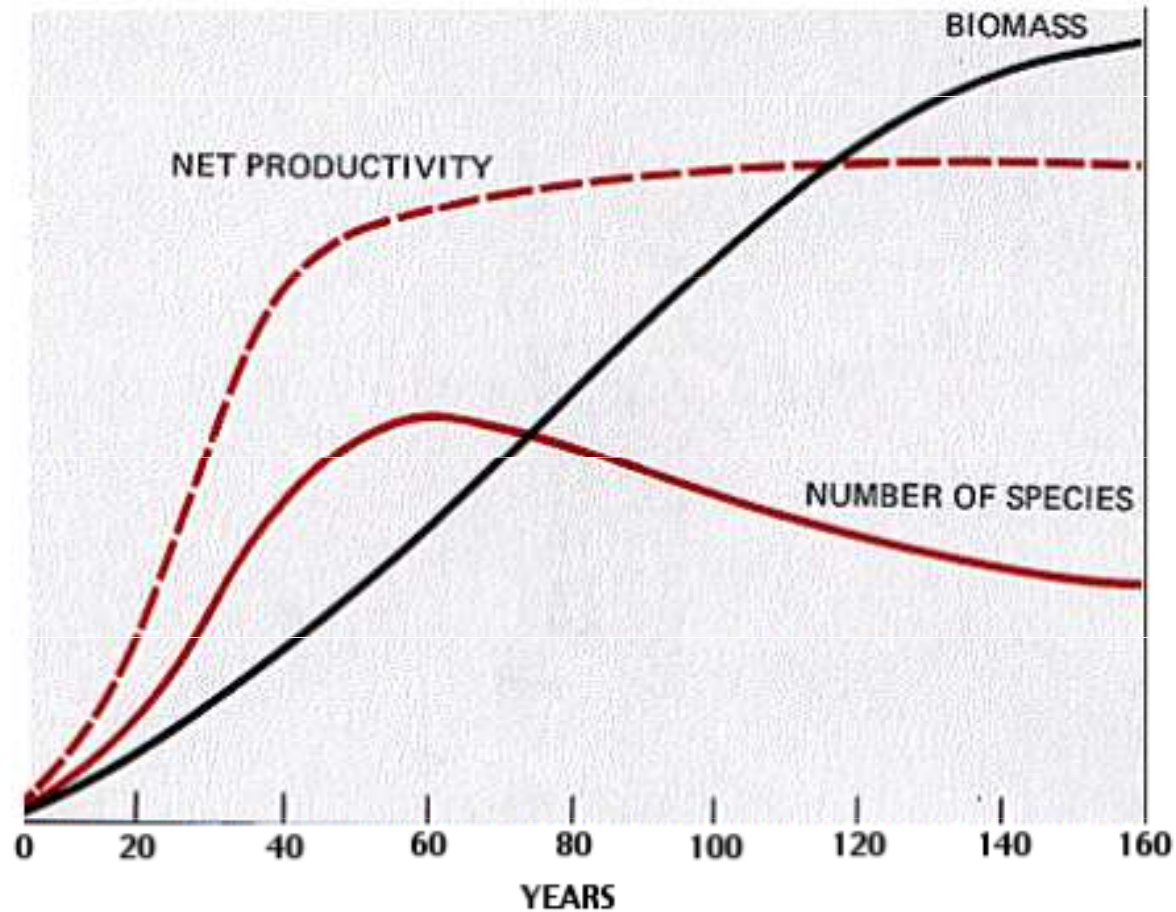
- Nesezónní, směrovaný a **kontinuální proces kolonizace a zániku** populací jednotlivých druhů na určitém místě
- Zákonitý **sled změn druhového složení biocenózy** a jejích toků látek a energií, který vyúsťuje v záměnu jednoho ekosystému za druhý
- **Pokračuje určitým směrem** a můžeme ji tedy do určité míry **předvídat**
- **Na počátku je disturbance**, sukcese začíná **iniciálním** a končí **klimaxovým** stádiem
- Klimax je **ustálený ekosystém**, v němž se na jednotku dosažitelného toku energie uchovává nejvíce biomasy a nejvíce symbiotických vztahů mezi organismy. Jeho podoba se se odvíjí od abiotických podmínek
- V průběhu sukcese dochází k jejímu **zpomalování**
  - převládání C-strategických druhů, které mají delší generační časy (viz stromy)
  - zmenšováním rozdílů mezi abiotickými faktory stanoviště

# Příčiny sukcese

- **Biotický pohled**
- z okolních stanovišť **imigrují konkurenčně zdatnější druhy**, které kompetičně vytlačí druhy původní
- **Iniciální stádium** - „náhodná směsice druhů“, které se dostaly v daný čas na dané místo.  
Predikovatelný vývoj mají až pozdější fáze sukcese.
- Podmínky výskytu druhu na lokalitě
  - Dostupnost lokality
  - Dostatek zdrojů
  - Absence kompetitorů a predátorů
- **Abiotický pohled**
  - sukcese je výsledkem změn abiotického prostředí vyvolaných biocenózou.
  - O tom, zda a kdy sukcese začíná, jak rychle a případně kam až probíhá rozhoduje ekotop. Samotný průběh sukcese je však již ovládán biocenózou



# Změny parametrů společenstva v průběhu sukcese



# Typy sukcese

- Podle řídicích parametrů, které určují sukcesní vývoj společenstev, rozeznáváme sukcese
- **Degradační (heterotrofní)**
- **Autotrofní**
  - **Alogenní** - řízena vnějšími parametry společenstev
  - **Autogenní sukcese**
    - Řízena vnitřními parametry společenstev
    - Tradičně chápaný typ sukcese, kde prostředí mění vlastní organismy sukcesní série
      - **Primární**
      - **Sekundární**

# Degradační sukcese

- Týká se rozkladu organické hmoty - zúčastní se jí **pouze heterotrofní organismy (heterotrofní sukcese)**
- Probíhá **v krátkém časovém úseku** (několik měsíců či let)
- Končí **úplným rozkladem org. hmoty (mineralizací)** - tedy zánikem společenstva
- V následných fázích se **střídají životní formy od K- po r-stratégy** - velcí predátoři, nekrofágové – bezobratlí - houby - bakterie
- **Příklad degradační sukcese:** lesní opadanka pod borovicemi - jednotlivé sukcesní fáze jsou strukturovány do jednotlivých vrstev půdního horizontu (díky absenci žížal nepropojených) - všechny organismy podílející se na sukcesi jsou přítomny na jednom místě



# Typy sukcese

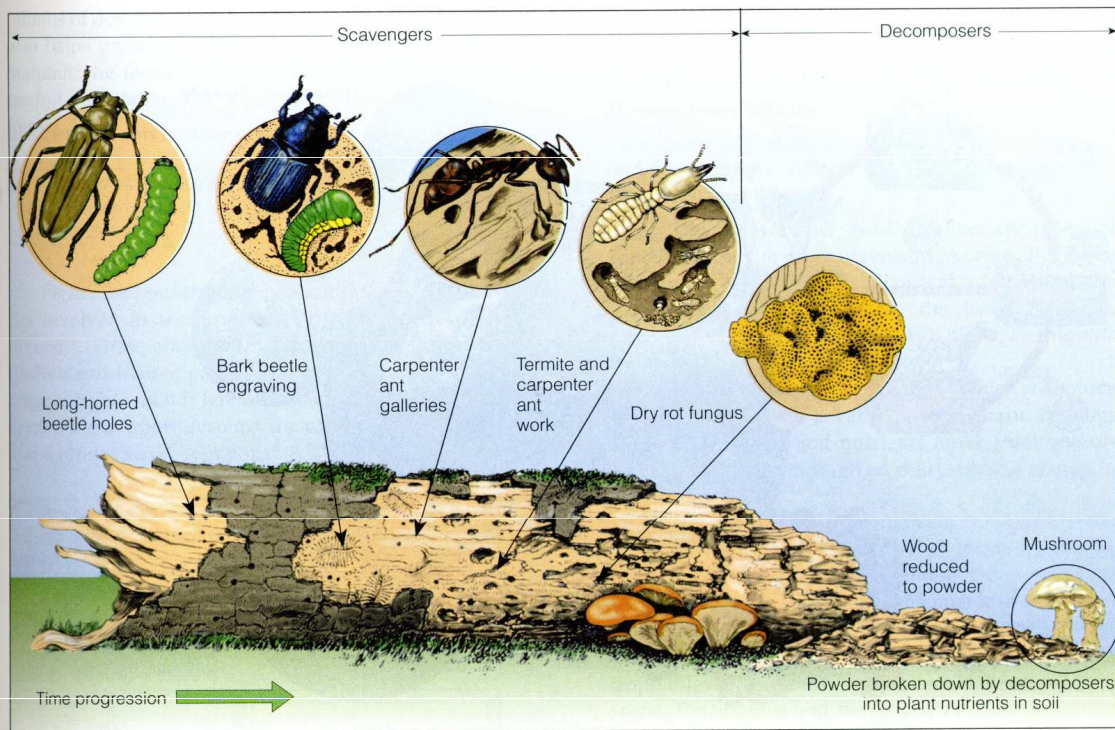
**Degradativní (heterotrofní):** směřuje k degradaci (rozložení) substrátu, probíhá na malé škále (od jedné jehlice borovice po uhynulé větší zvíře) a účastní se jí zejména heterotrofní organismy (**heterotrofní sukcese**). Jedná se o sled společenstev rozkladačů na odumřelé organické hmotě.



Flemming et al. 2012: Insect succession on pig carrion in north-central Mississippi



# Degradace mrtvého dřeva



# Alogenní sukcese

- K záměně druhů **dochází díky změnám vnějších geofyzikálně-chemických sil** - ty mění podmínky
- Příklad alogenní přechod mezi zasolenou bažinou a lesním porostem u ústí řeky Fal v Cornwallu v průběhu minulého století.  
Sukcesi vyvolává vnější fyzikální vliv – sedimentace bahna, ale mohou spolupůsobit i vlivy biologické - tvorba trsů a stavba mravenišť - typ sukcese nemusí být zcela vyhraněn



## Alogenní sukcese

Sukcese vyvolaná působením vnějších geofyzikálně-chemických sil (např. změna společenstva po naplavení sedimentu, sesuv, přeplavení vodou, lávový proud, polom)

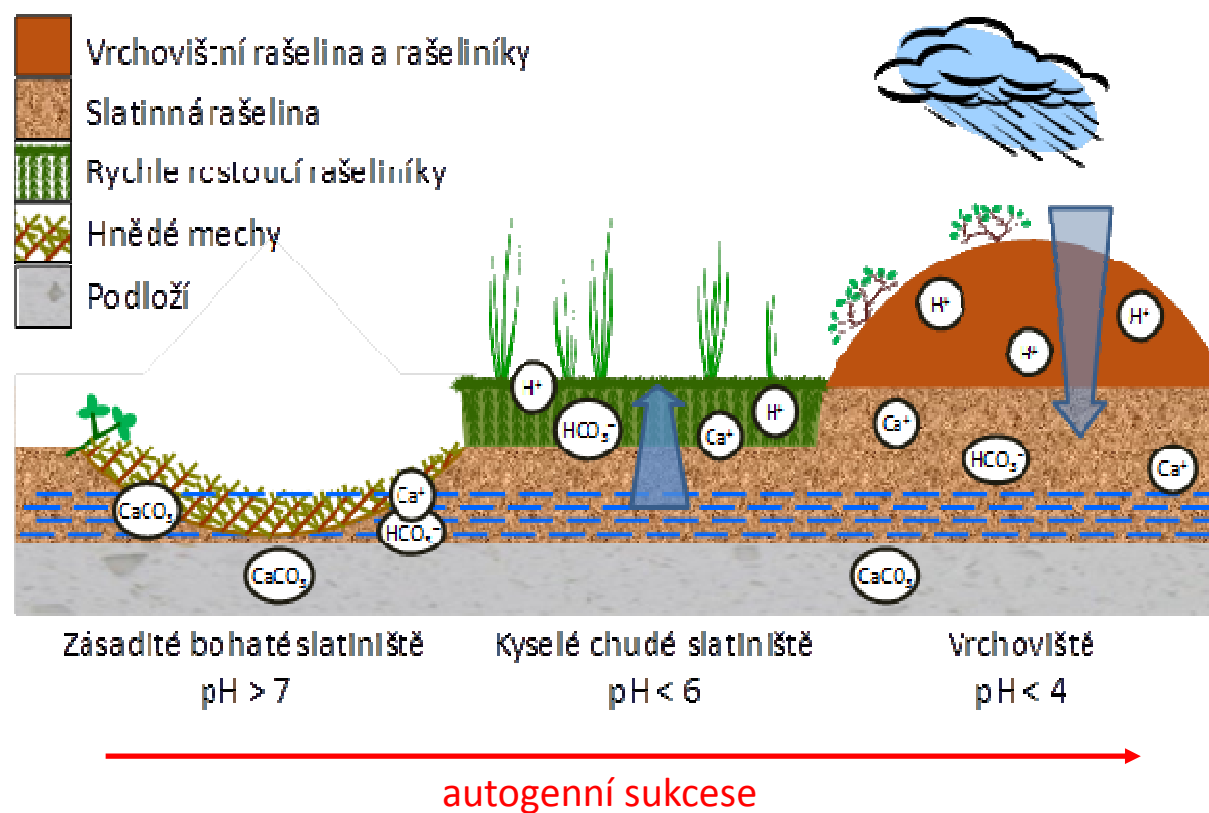


# Autogenní sukcese

- Dochází k ní **na nově obnažených místech reliéfu** a nepůsobí při ní postupně se měnící abiotické vlivy
- Hlavní změny v autogenní sukcesi (teoretické předpoklady)
  - **Celková biomasa** společenstev **stoupá**
  - **Stoupá pokryvnost a listová plocha**, zdokonaluje se využití energie primárními producenty.
  - **Mění se poměr r-, K- strategických druhů ve prospěch druhů s K-strategií.**
  - **Hrubá míra produkce biomasy stoupá**, po mírném poklesu v klimaxovém stádiu **se stabilizuje.**
  - **Čistá míra produkce biomasy se blíží nule** (přírůstek = odumírání + respirace).
  - **Obsah humusu a celkového N v půdě stoupá**, roste úloha opadu při poutání a uvolňování živin. Množství živin vázaných v živé i odumřelé biomase vrcholí v klimaxu.
  - **Druhové bohatství vrcholí ve středních stádiích sukcese**, v klimaxu mírně klesá.
  - **Rychlost výměny živin** mezi biotickým a abiotickým subsystémem **zprvu roste, později začíná klesat.** Minerální koloběhy se uzavírají, výstupy z ekosystému jsou minimální.
  - **Celková odolnost společenstva vůči narušení z venčí roste.**
  - V závěrečných fázích se **tempo obnovy** po narušení (ve srovnání s raně sukcesními stádii) **zpomaluje.**

## Autogenní sukcese

sukcese společenstev způsobená biologickými procesy probíhajícími uvnitř ekosystému. Příklady: zazemňování vodních nádrží, akumulace rašeliny a okyselování v rašeliníšti, změny lesních společenstev přirozeným vývojem (akumulace opadu, změna světelných podmínek apod.).

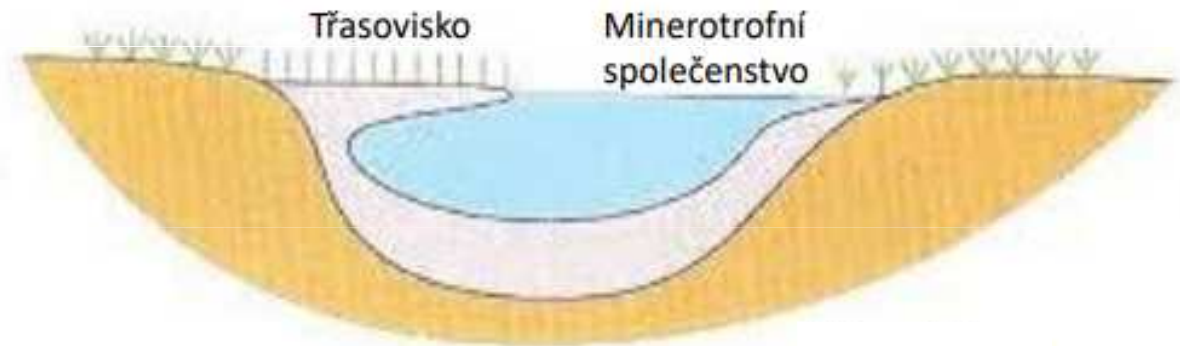
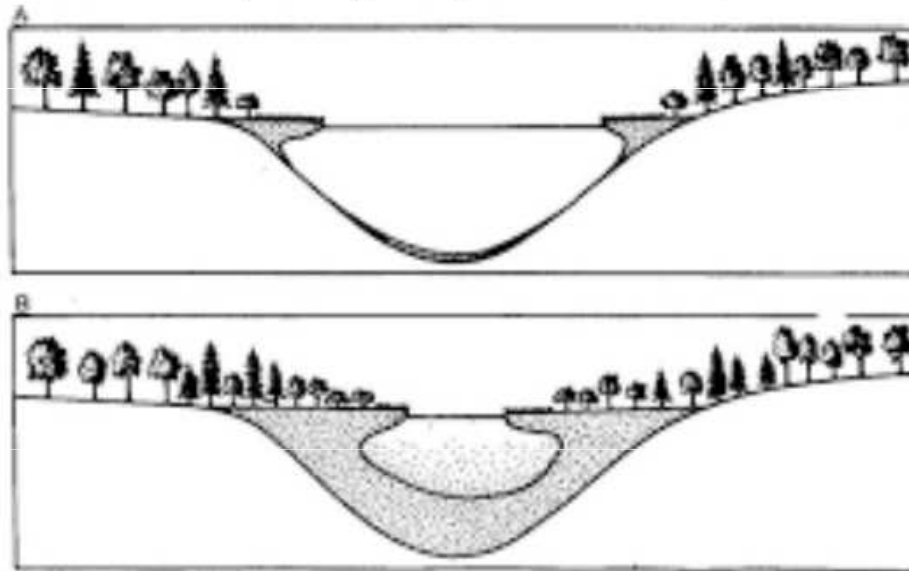
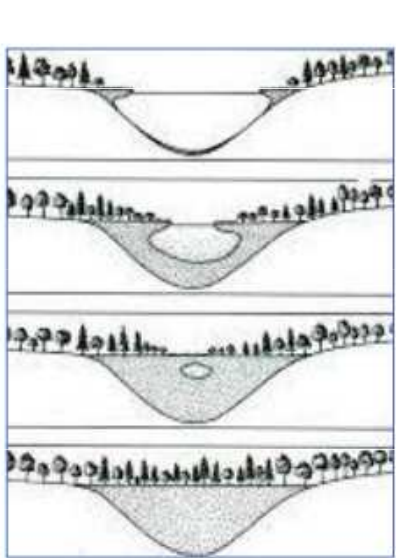




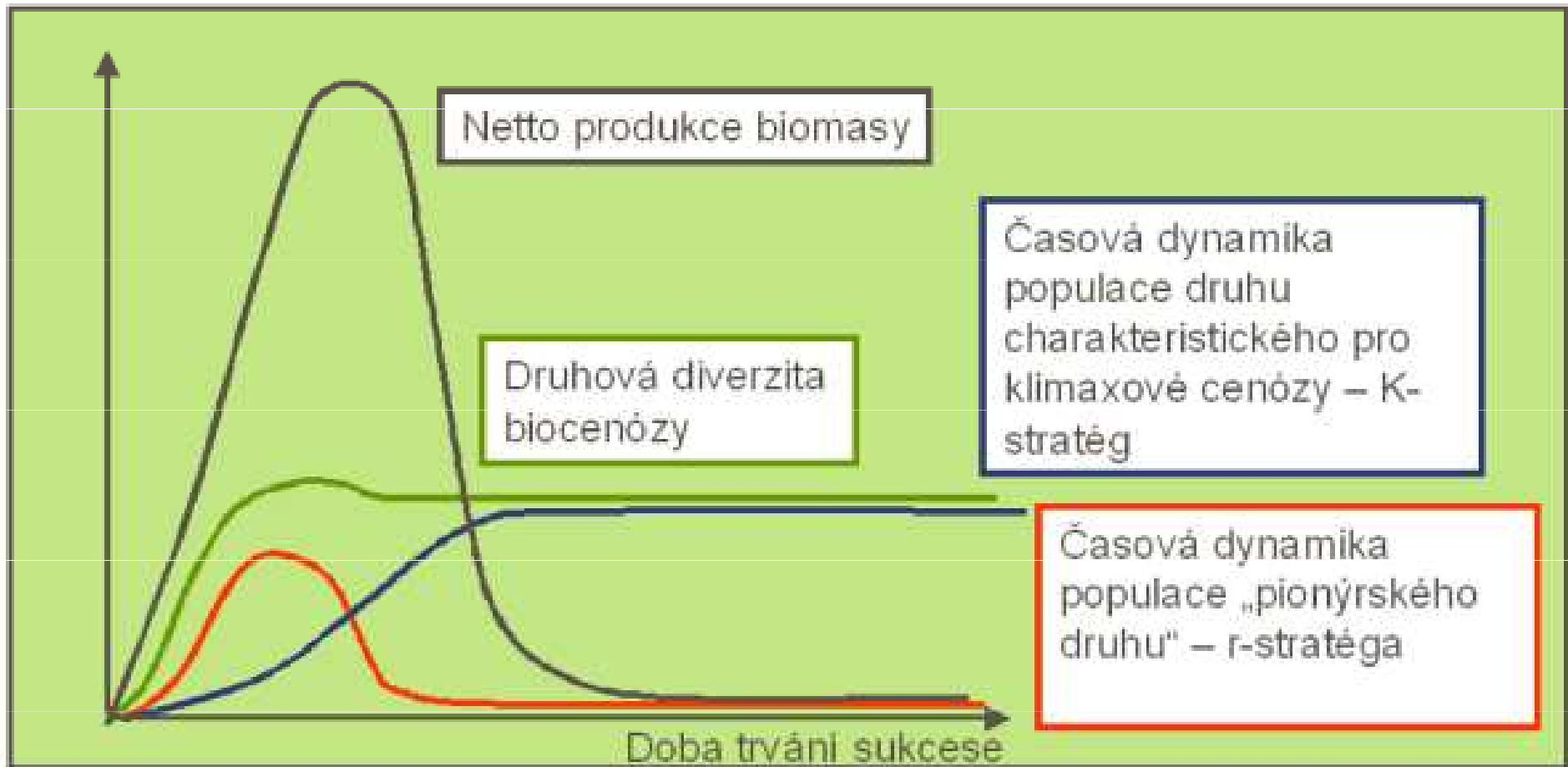
# Zarůstání mokřadních jezírek - sukcese

Zazemňování a vegetační sukcese jezer (fáze) – v detailu počáteční fáze

(Whitaker 1975)



# Autogenní sukcese



# Typy autogenní sukcese

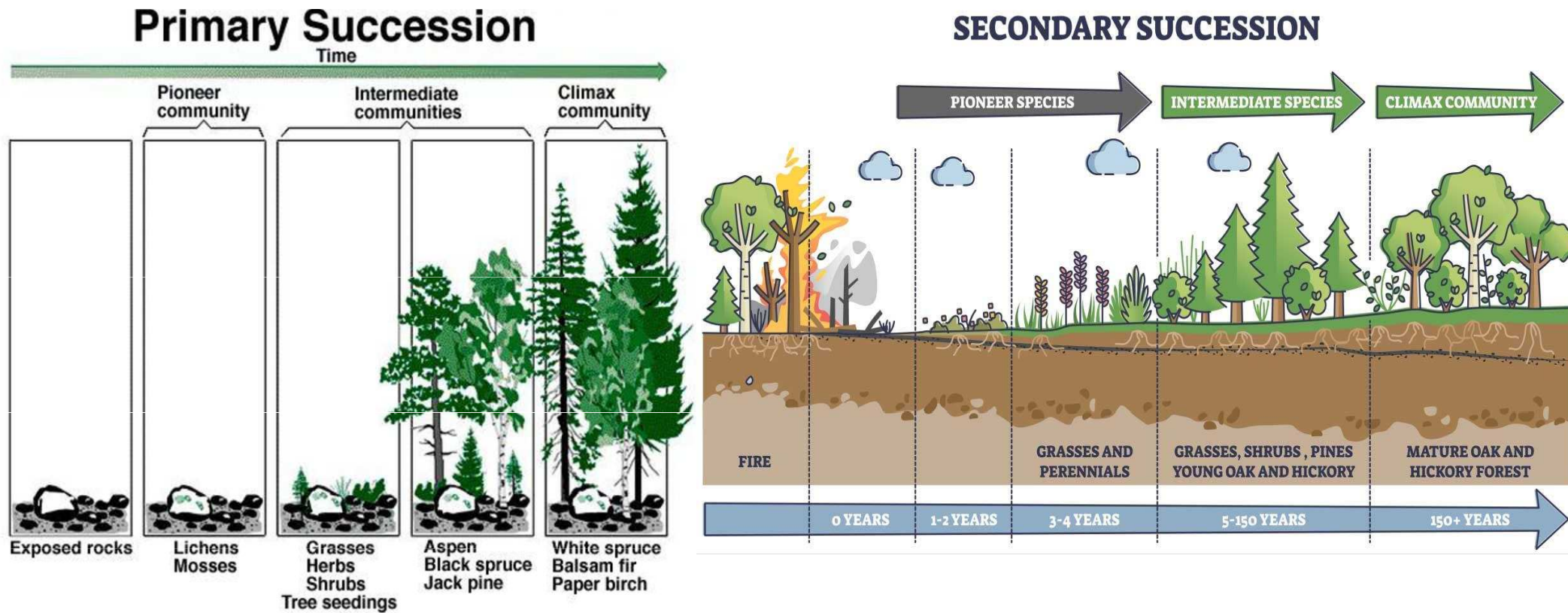
Autogenní sukcese

- **Primární**
- **Sekundární**



# Jiné dělení sukcese

## Srovnání primární a sekundární sukcese



# Primární sukcese

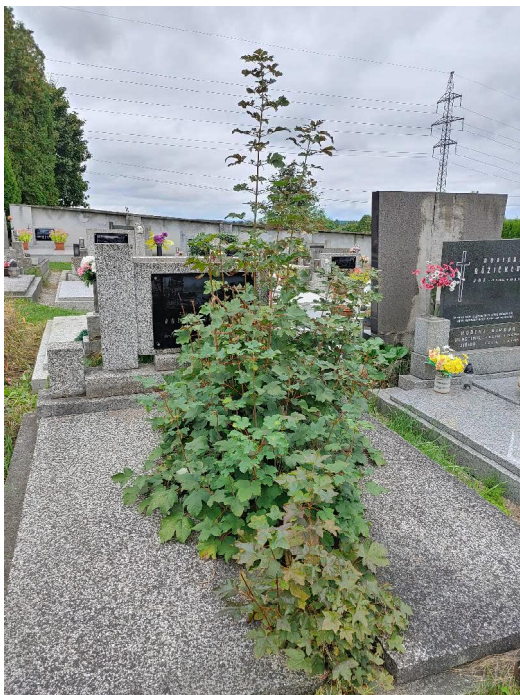
## Primární sukcese:

- Začíná na místech, která nejsou oživena
- Není přítomen půdní substrát
- Je poměrně vzácná
- Je poměrně pomalá (X sekundární sukcesí)
- Velký význam mají tzv. pionýrské druhy rostlin (lišejníky, mechy)
- Jiný průběh životních forem rostli



## Primární sukcese

začíná na zcela novém substrátu, bez přítomnosti semenné banky, podzemních orgánů rostlin apod. (např. na lávě, náplavu).





# Sekundární sukcese

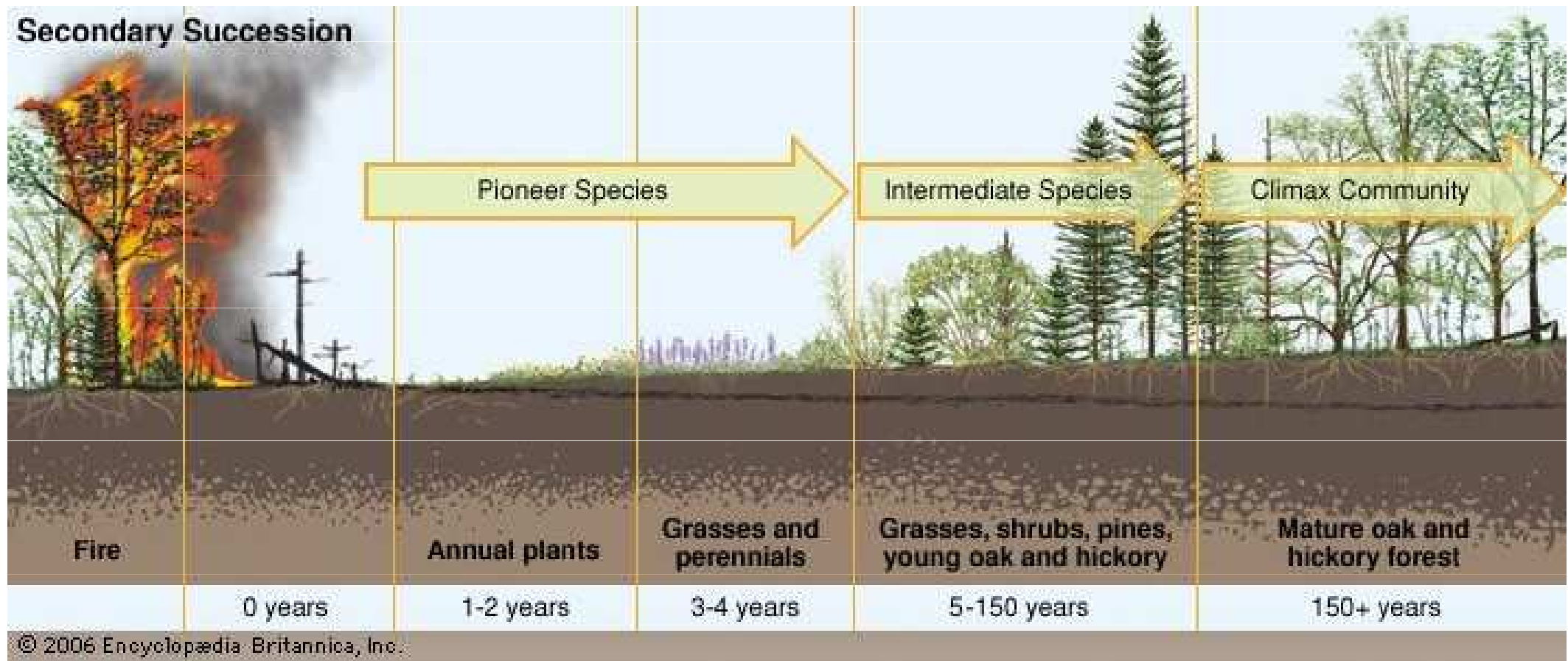
- **Sekundární sukcese**
- Začíná na místech, která jsou oživena (semenná banka)
- Začíná tam, kde je přítomný půdní substrát a v něm obsažené živiny
- Je podstatně častější
- Je to poměrně rychlý děj (X primární sukcesi)
- Její charakter a nástup druhů je do velké míry určen okolím
- Jiný průběh životních forem rostli

## Sekundární sukcese

znovupokrytí disturbovaného stanoviště; diaspory přítomny (např. mýtina).

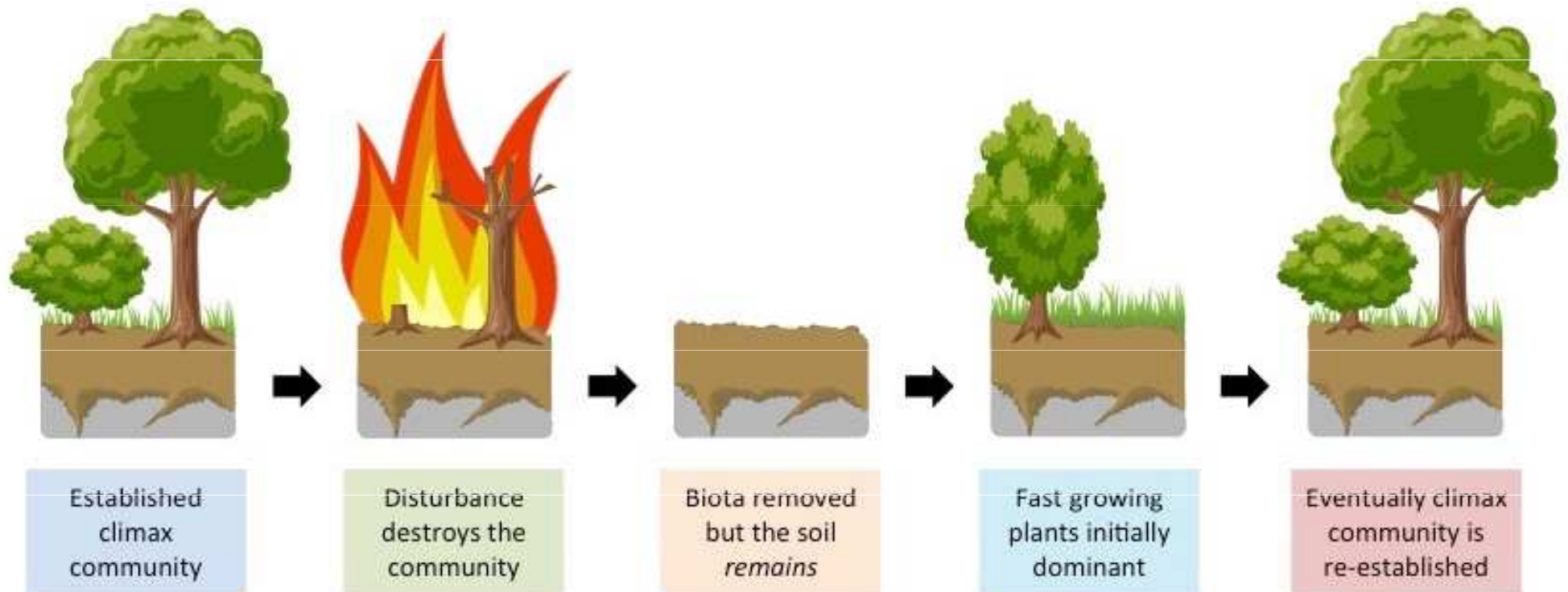


# Schéma průběhu sekundární sukcese





# Sekvence formování sekundární sukcese



# Jaký se rozdíl mezi primární sekundární sukcesí ?



# Srovnání primární a sekundární sukcese

## Primární sukcese:

Počátek nového ekosystému  
Žádná půda  
Začátek tvorby habitatu  
Rychlé a krátké procesy  
Výskyt pionýrských druhů

## Společné znaky:

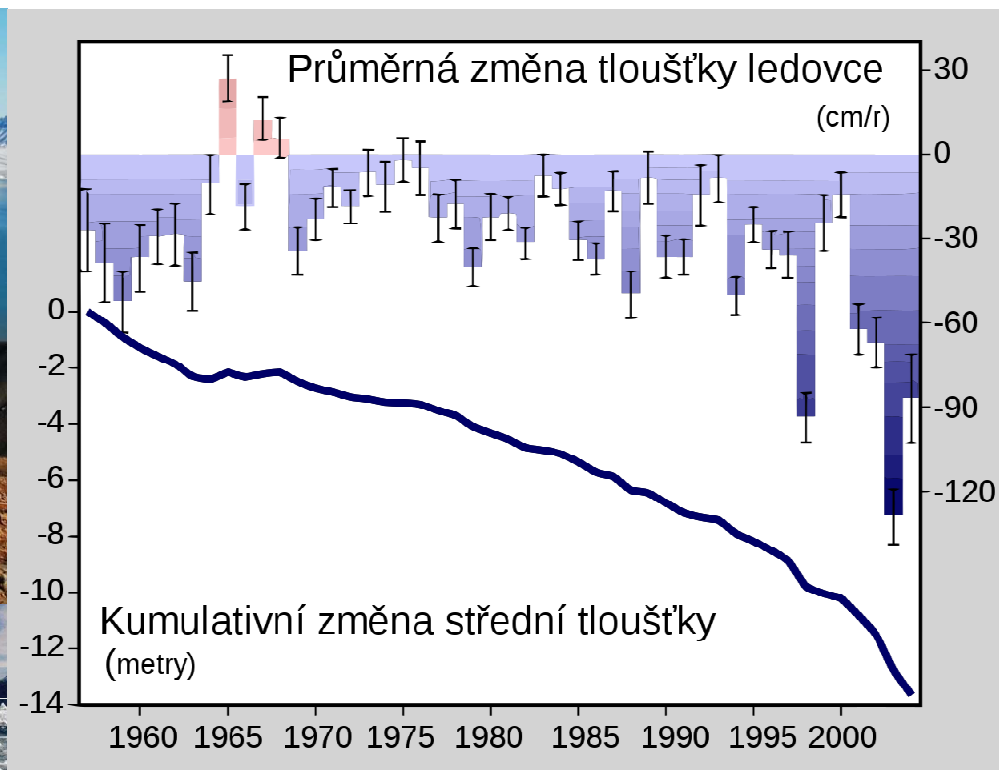
Na začátku pouze několik  
druhů rostlin a živočichů  
Končí dosažením klimaxu  
(výskyt stromů)

## Sekundární sukcese:

Pokračování původního  
ekosystému  
Půda již existuje  
Začátek po určité události  
Dlouhé a pomalé procesy  
Populace druhů ustavují ekosystém



# Tání ledovců



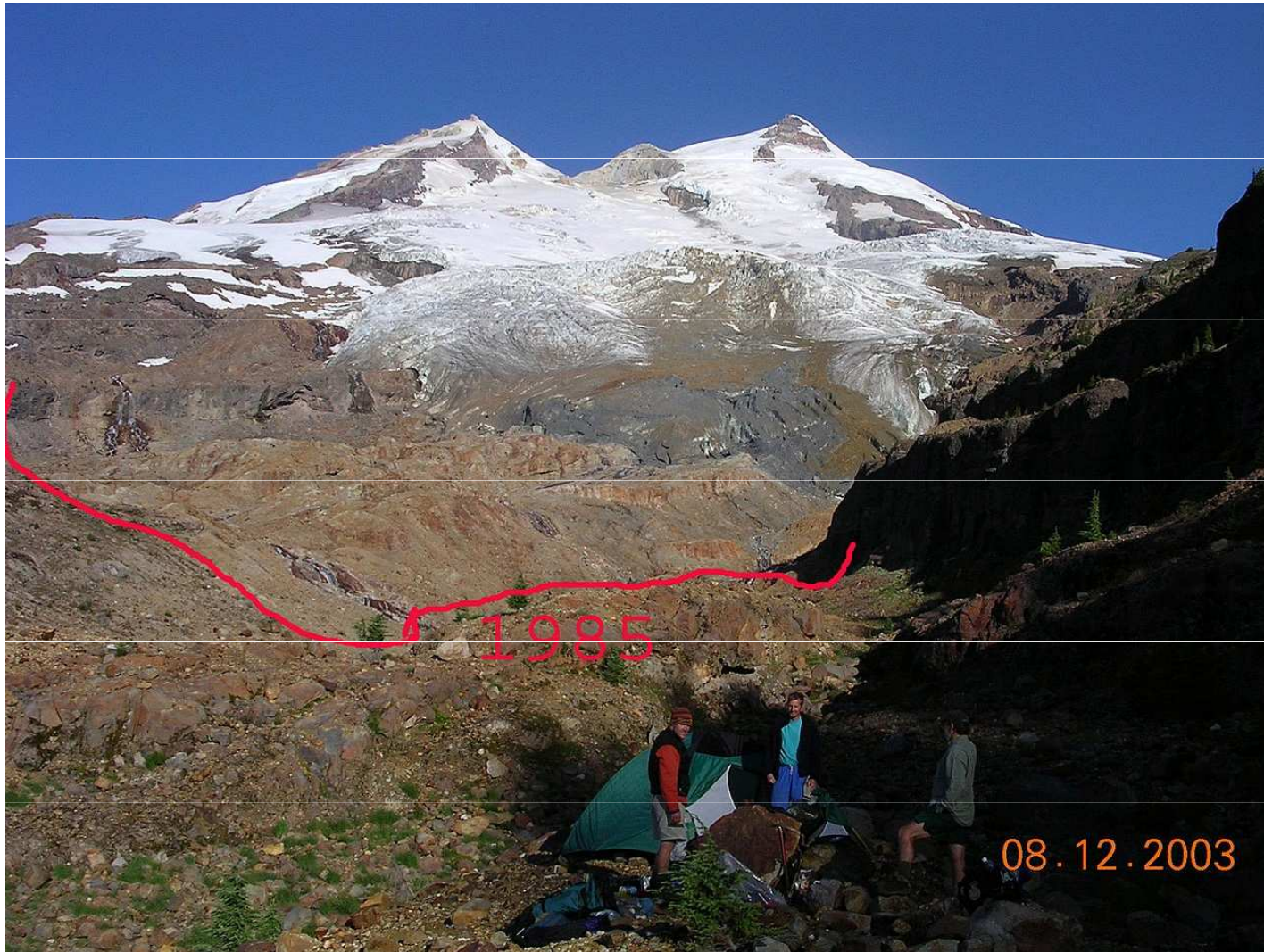


**Tento snímek NASA ukazuje vznik četných ledovcových jezer na koncích ustupujících ledovců v Bhútánu v Himálaji**



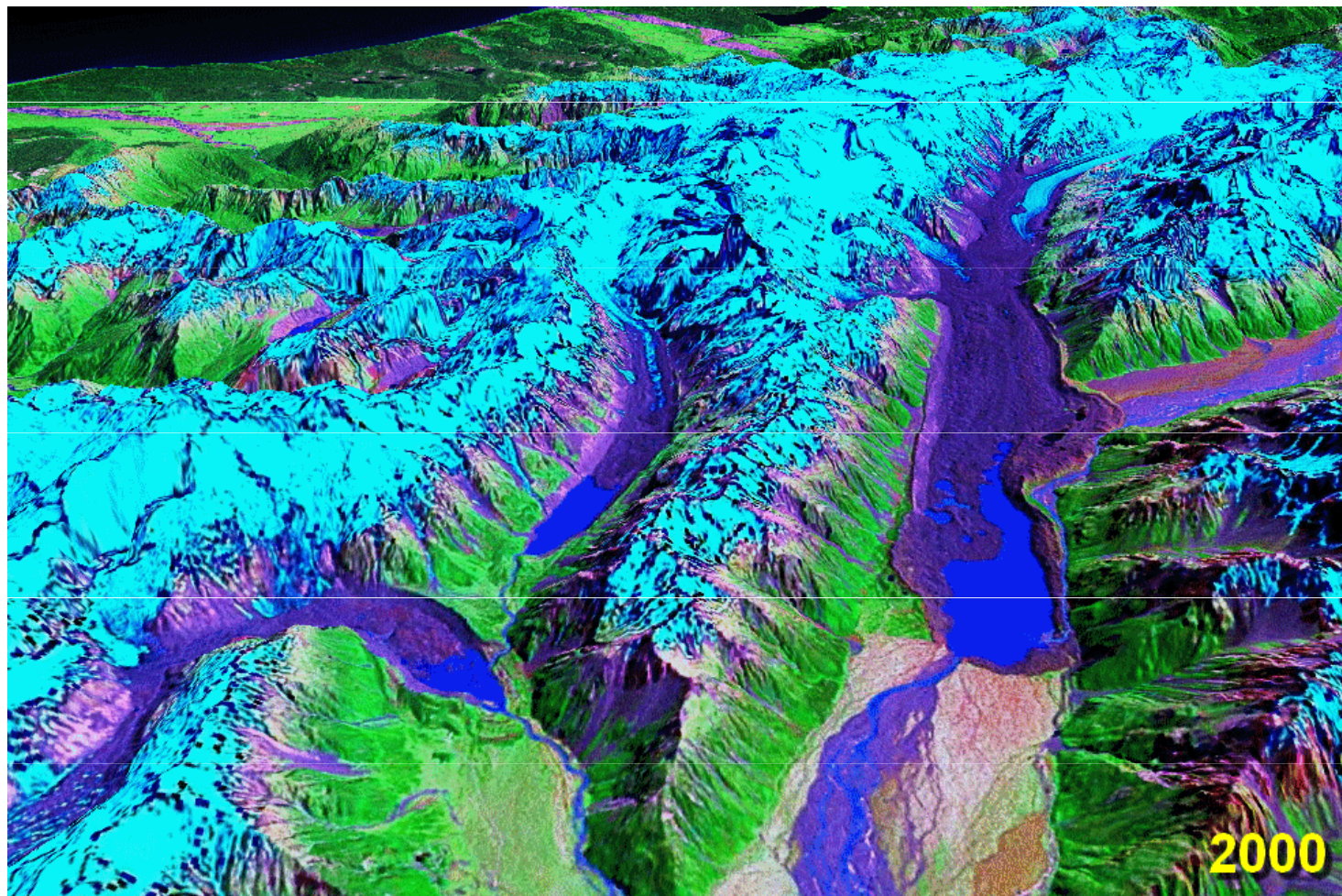


# Ledovec Boulder (USA) ustoupil o 450 m od roku 1987 do roku 2003





**Ledovce na Novém Zélandu v posledních letech nadále rychle ustupují. Všimněte si větších čelních jezer, ústupu bílého ledu (led bez morénového krytu) a vyšších stěn morény kvůli ztenčení ledu.**



# Typy sukcese

Autogenní sukcese = sukcese druhů probíhající v čase a v určitém místě řízená procesy probíhajícími uvnitř společenstva

primární sukcese = na místech, která dosud neovlivňovalo žádné společenstvo

Příklad: po ustoupení ledovce, nově vytvořené písčité přesypy, proud lávy

sekundární sukcese = po odstranění vegetace, ale půda je zachována a obsahuje semena a spory

Příklad: v lese po chorobě stromů, po požáru, po těžbě dřeva, i uměle založené společenstvo = antropogenní cenózy = biocenoid, opuštěný sad, pole, louka

Allogenní sukcese = dočasná sukcese druhů na lokalitě navozená vnějšími vlivy, které změnilly podmínky.

Příklad: přechod mezi slanou bažinou a lesním porostem zonace, vliv zanášení bahnem apod.

## Možné mechanismy sukcesí:

facilitace = raně sukcesní druh umožní imigraci nových druhů, připraví podmínky, stanoviště, zdroje

inhibice = tendence raně sukcesních druhů odolávat invazi pozdějších druhů

tolerance = situace, kdy modifikace prostředí sukcesně ranými druhy má jen malý nebo nulový účinek na následný úspěch pozdě sukcesních druhů

# Mechanismy sukcese (Connell □ Slatyer, 1977 in Begon a kol., 1997)

- Nahrazování druhů v sukcesní sérii může probíhat v důsledku
- **Facilitace**
  - Efekt dřívějšího druhu na druh navazující je pozitivní (osidlování výsypek)
- **Tolerance**
  - Efekt dřívějšího druhu na druh navazující je neutrální
  - Navazující druh toleruje podmínky prostředí druhu předchozího, případně může předchozí druh kompetičně vyloučit
  - Hraje hlavní roli v sukcesi rostlin suchozemského prostředí (končí klimaxem)
- **Inhibice**
  - Efekt dřívějšího druhu na druh navazující je negativní
  - Inhibice pozdně sukcesních druhů druhy pionýrskými, končí zpravidla v důsledku disturbance (mechanické vyloučení inhibujícího druhu)(třtina křovištní)



# Mechanismy sukcese

Existují různé mechanismy (představy ekologů) o tom, jakými mechanismy sukcese probíhá:

- **facilitační model:** Raně sukcesní druhy upravují podmínky novým migrantům (**facilitace**). Např. druhy rodu *Dryas* fixují dusík.





## Mechanismy sukcese

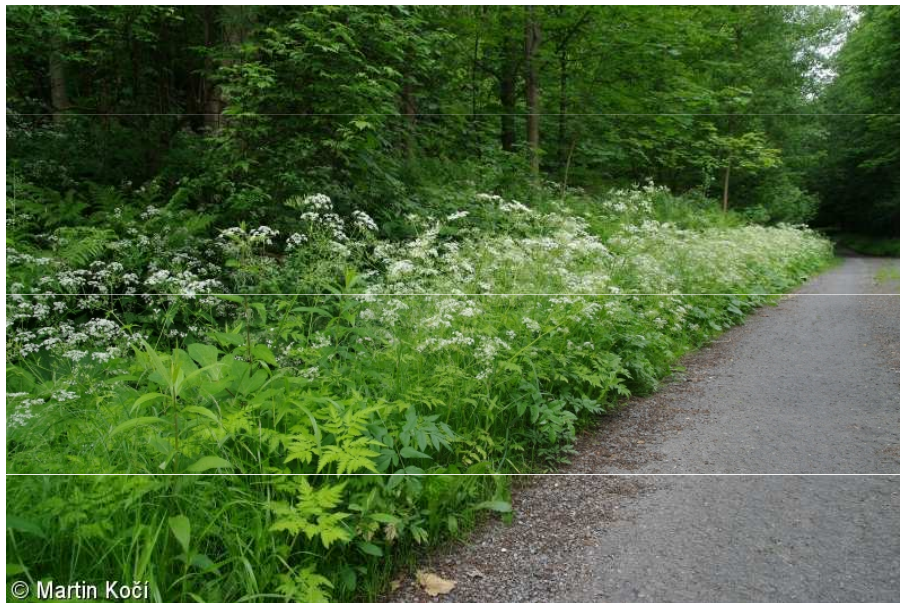
- **inhibiční model:** první kolonizátor upraví prostředí tak, že zabrání výskytu dalších druhů (vyhrává ten kdo přijde první).





## Mechanismy sukcese

- **model tolerance:** nahrazení druhů je způsobeno tím, že nastupující druh toleruje menší množství zdrojů než druh předcházející. Například při zarůstání živinami bohatých substrátů, kde se živiny postupně odčerpávají. Nebo když se druhu pozdně sukcesních stádií podaří kolonizovat iniciační stádium a vyčerpá živiny ještě než plně doroste.



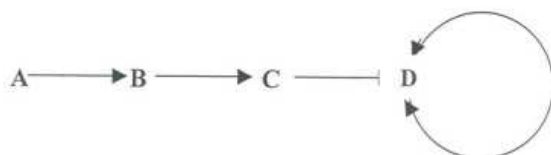
- **náhodná kolonizace**



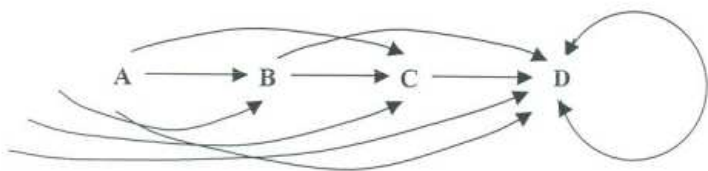
# Mechanismy sukcese - modely

Facilitace  
Inhibice  
Tolerance

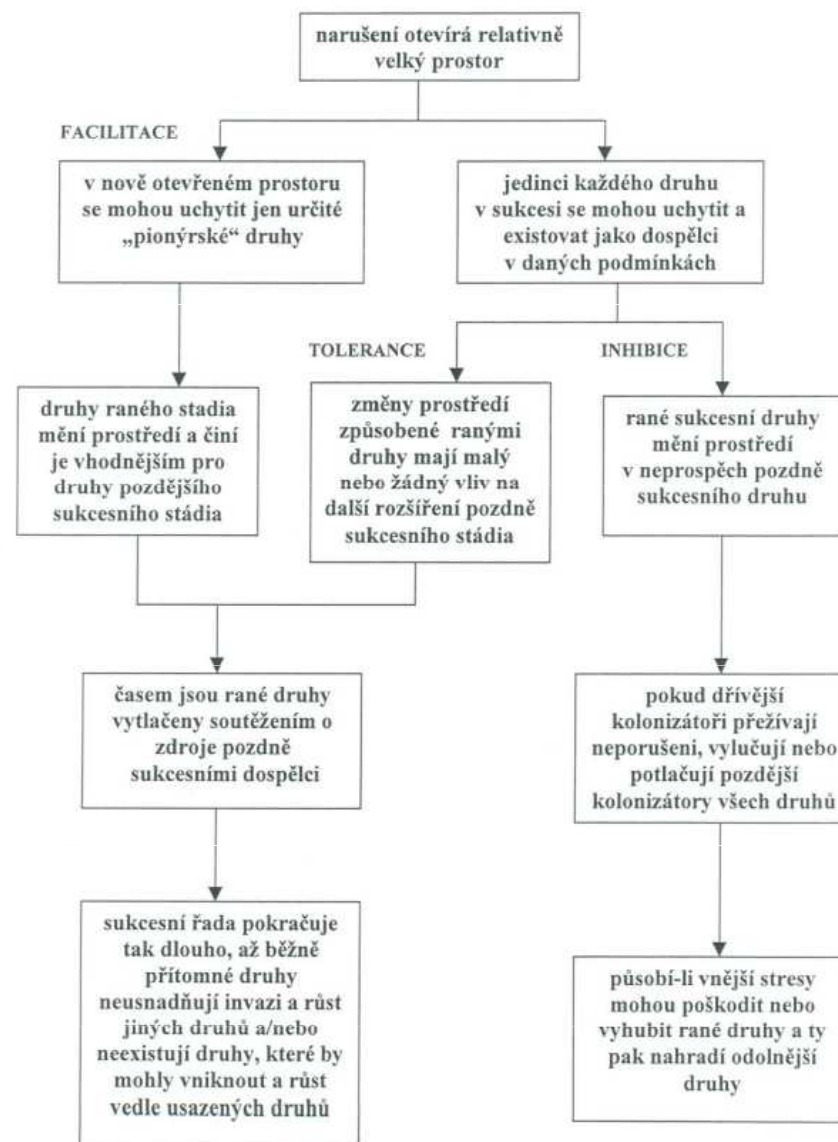
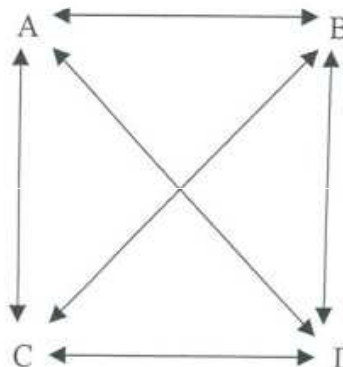
MODEL FACILITACE



MODEL TOLERANCE



MODEL INHIBICE



## Strategie druhů v sukcesi

Lze rozlišit 2 základní strategie druhů v sukcesi související s populační ekologií druhu:

- **r-strategie.** Na dosud neobsazeném stanovišti se uplatní populace s vysokou hodnotou  $r$  (vnitřní rychlost růstu) v populační růstové rovnici – obsadí co nejrychleji volný prostor. Uplatňuje se v iniciálních stadiích sukcese
- **K-strategie.** Uplatňuje se v pokročilých stadiích sukcese. ( $K$  je horní asymptota růstové křivky, tzv. nosná kapacita prostředí). K-strategii mají populace selektované na „konkurenčnost“. Plně využívají nosné kapacity prostředí – jsou to vytrvalé rostliny s pomalou rychlostí růstu.

Toto členění druhů není 100%, existují přechody, proto hovoříme o r-K kontinuu.





## Cyklická sukcese

- Řízená interakcemi mezi různými skupinami organismů
- Řízená režimem disturbancí nebo populačními cykly herbivorů (rozpad tajgy)
- Řízená interakcemi mezi vegetací a abiotickými podmínkami (např. hladina vody - cyklický vývoj olšín)

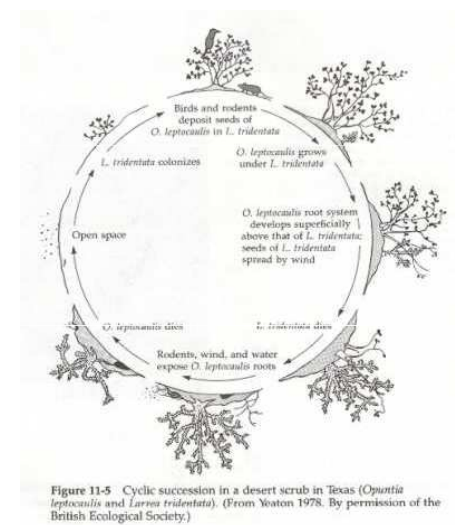
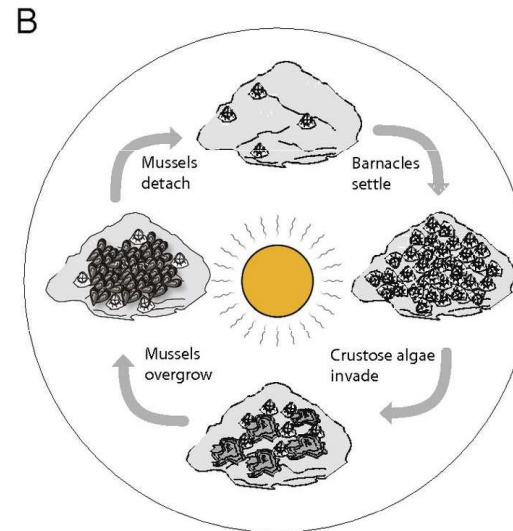


Figure 11-5 Cyclic succession in a desert scrub in Texas (*Opuntia leptocaulis* and *Larrea tridentata*). (From Yeaton 1978. By permission of the British Ecological Society.)





# Hypotézy o teorii sukcese

- Hypotézy o teorii sukcese - vychází vesměs z environmentálních změn v prostředí a odezvě na úrovni zelených rostlin
- Mnoho typů limitních faktorů - mnoho odlišných typů sukcesí
- Typ sukcese řídí zejména tyto parametry prostředí
  - **Dostupnost živin** (zejména organického dusíku)
  - **Dostupnost energie** ve formě světelného záření

KLIMAX

# Klimax

- Klimax - eden z nejkontroverznějších pojmů ekologie - má sukcese konec? Kde končí sukcese a začíná evoluce společenstev? Je velmi těžké označit nějaký stav jako stabilní klimax, už proto, že k nějakým změnám dochází neustále (polomy, požáry...) a proto, že klima se vyvíjí (doby ledové, globální oteplování)...
- **Clements (1916): monoklimaxová teorie** - v rámci dané klimatické oblasti existuje pouze jeden typ klimaxu (- bylo by jedno, jaké byly startovní podmínky) **klimatický klimax**
- **Tansley (1939): polyklimaxová teorie** - řada typů klimaxů, dány lokálními podmínkami nebo jejich kombinací - **edafický klimax**
- **Whittaker (1953): teorie plynulých gradientů** - mezi lokálními klimaxy nejsou ostré přechody, ale kontinua, podle měnícího se gradientu faktoru
- **Klimaxové společenstvo tedy v přírodě rozeznáme těžko**, spíš můžeme tvrdit, že sukcese je již tak pomalá, že ji nerozeznáme - klimax je spíše zbožným přáním teoretiků



# Co je to klimax ?

Sukcesní stádia ⇒ sukcesní řada ⇒ Klimax

**Klimax** = předpokládaný konečný bod sukcesní řady; společenstvo, které dosáhlo stabilního stavu  
je zde nejvíce mezidruhových vztahů = největší diverzita  
je to homeostatický systém

V podmínkách střední Evropy = členitý terén = je zde několik typů klimaxových společenstev, jež se navzájem prolínají = tvoří zákonitý řetězec = **katéna**

Sukcesní série: 1) úplné = vznik klimaxu = lesní společenstva  
2) částečné = vliv půdních podmínek = klimax nevzniká (suťový les)

Sukcese ve vodě = hydrosérie  
Sukcese na souši = xerosérie

## Klimaxová společenstva

- 1) klimatický klimax = rovnováha v podnebí
- 2) edafický klimax = podle půdních poměrů
- 3) antropogenní subklimax = vliv člověka – udržované společenstvo

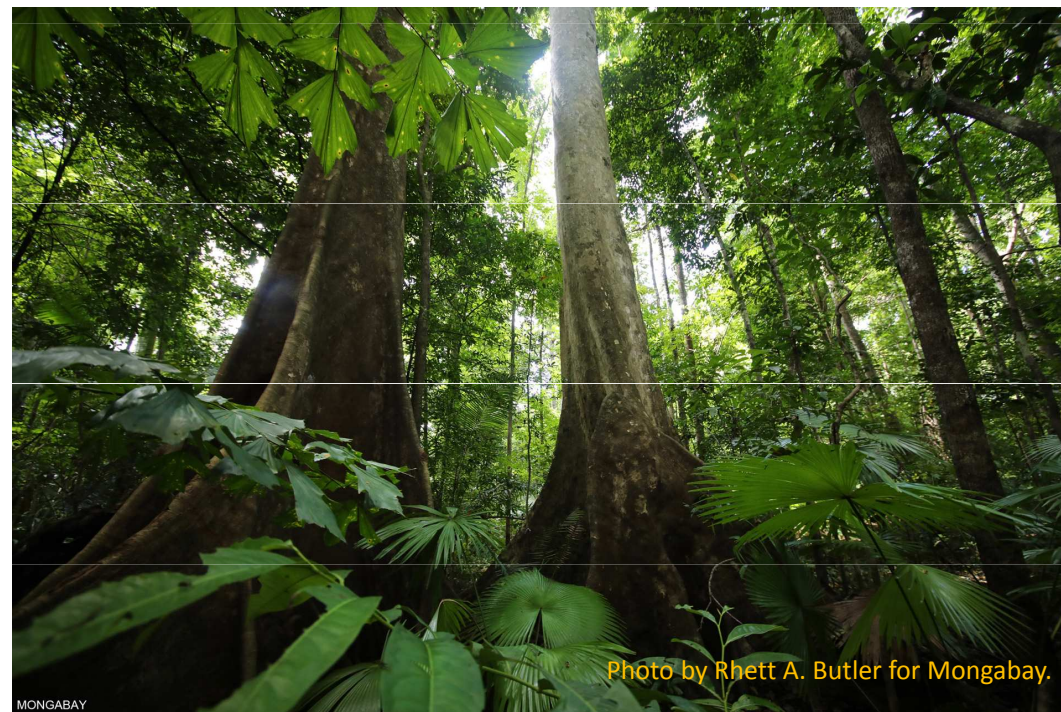
klimaxová společenstva - makroklima – biogeorion - biom:

Příklady: tundra, tajga, listnaté lesy mírného pásma, tropické deštné pralesy

## Klimatický limax

Sukcese směřuje od pionýrských společenstev k tzv. **klimaxu**. Klimax je stav, kdy je společenstvo již prakticky neměnné – případné sukcesní změny nejsme schopni po dlouhou dobu zaznamenat.

Takovýto stav může být podmíněn makroklimaticky (zonální biomy: tropický deštný les, opadavý les mírného pásma, tajga ...): **klimatický klimax**





..... nebo může být podmíněn půdními vlastnostmi: **edafický klimax** (sukcesní stadium blokováno nepříznivými půdními podmínkami).





**Sukcesní stadium blokové antropogenně ale edafickým klimaxem nenazýváme !**

**Antropogenní subklimax**





**Teorie jednoho klimaxu** předpokládá, že všechna společenstva v jednom území směřují k jednomu klimaxu.

**Teorie mnoha klimaxů** předpokládá, že jedna makroklimatická oblast může zahrnovat více klimaxů podmíněných edaficky, přístupností živin, vlhkostí, požáry, herbivory apod.

**„Teorie žádného klimaxu“** tvrdí, že klimax neexistuje, protože všechna společenstva se neustále vyvíjejí při fluktuujícím klimatu (glaciál-interglaciál) a při neustálé činnosti geofyzikálních pochodů. Příklad: naše „klimaxové“ lesy.

I relativně stabilní společenstva v sobě zahrnují plošky (*patches*) kde dochází k lokální disturbanci a k cyklickým změnám (např. tzv. **gapy** v „klimaxových“ lesích).



**Teoreticky** by sukcese měla směřovat k rovnovážnému stavu, kdy je vyrovnaný poměr produkce k respiraci, velká a stabilní druhová bohatost, uzavřený koloběh živin, velká stabilita a homoestáze (vnitřní symbióza), složitá struktura, složitě potravní řetězce a úzká specializace nik.

NIKA



# Pojem nika (Niche) ve společenstvu

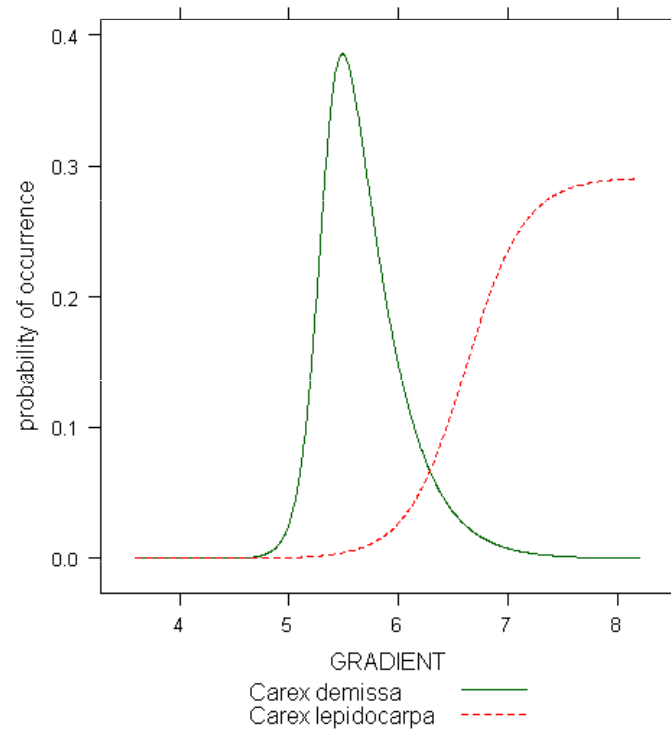


# Nika

Nika je místo druhu v prostředí. Je to jakýsi „výsek“ prostředí (část ekologických gradientů), který obývá jen jeden druh. Lze vyjádřit i číselně jako rozmezí hodnot ekologických faktorů, při nichž se druh vyskytuje. Dva druhy s absolutně identickou nikou by se konkurenčně vyloučily.

Nika **fundamentální** – zjištěna kultivací druhu v různých podmínkách (celkový potenciál druhu)

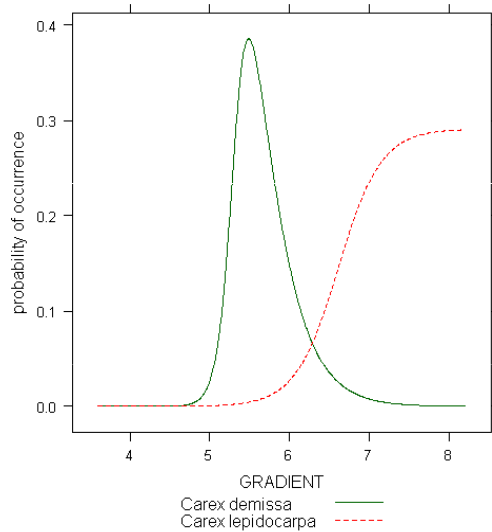
Nika **realizovaná** - zjištěna ve společenstvech (v přítomnosti konkurentů a predátorů).



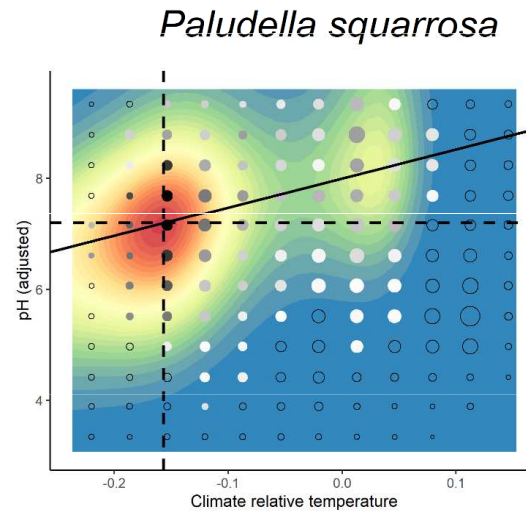


**Nika** je mnohorozměrná, umíme ji graficky vyjádřit maximálnětrojrozměrně, zbytek je na naší představivosti.

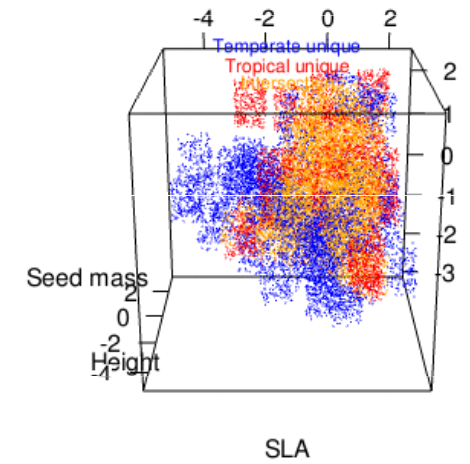
jednorozměrné vyjádření



dvourozměrné vyjádření



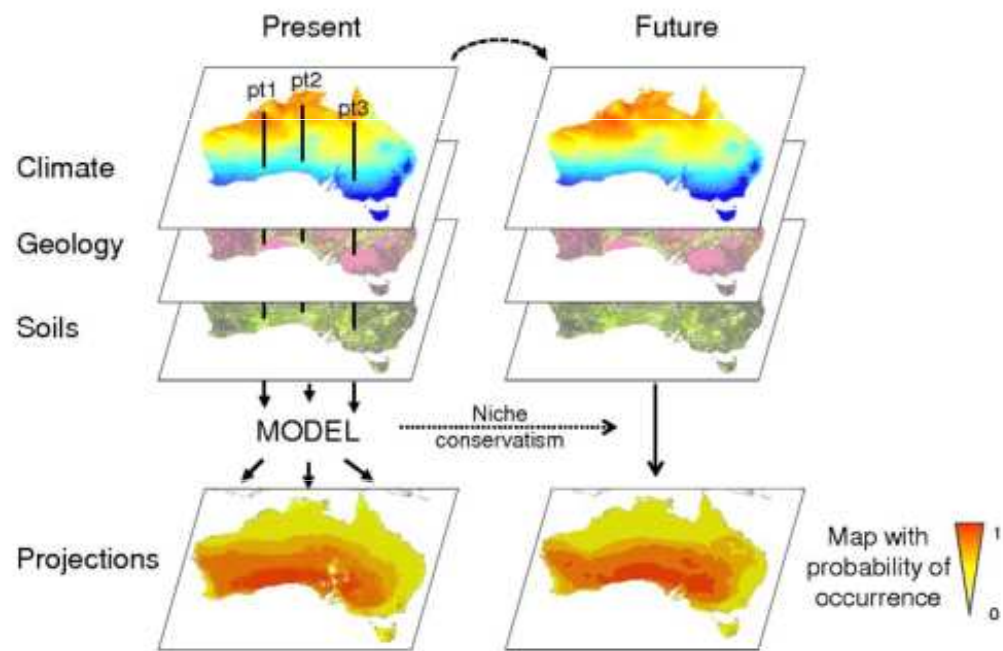
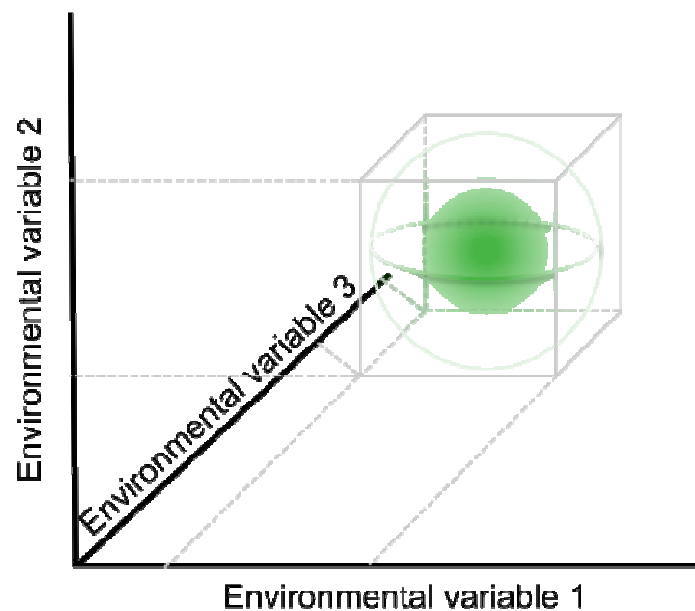
trojrozměrné vyjádření



Blonder B. (2014)



Matematicky ale můžeme modelovat ještě víc rozměrů niky. Například modely rozšíření druhů v geografickém modelování.

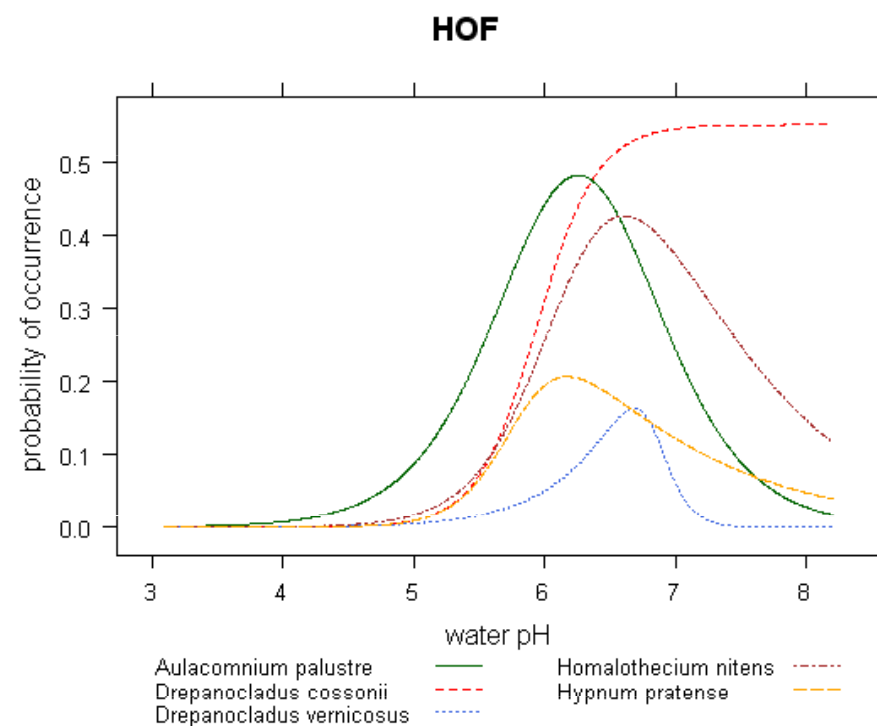


<https://conservationbytes.com/2020/07/21/history-of-species-distribution-models/>

## Diferenciace nik ve společenstvu

Z teorií populační biologie vyplývá, že pokud by existovali 2 druhy se stejnou nikou, kompetičně se vyloučí. Aby mohly druhy spolu ve společenstvu koexistovat, musejí mít diferencované (diverzifikované) niky. Pro příbuzné druhy byly skutečně nalezeny rozdíly ve vlastnostech prostředí, které osídlují.

**Teorie limitující podobnosti** říká, že existuje maximální možná míra podobnosti (ve využívání limitujících zdrojů) mezi druhy, která ještě umožňuje jejich koexistenci. Menší limitující podobnost – větší druhová diverzita ve společenstvech.





Druhy ve společenstvu se liší v nárocích na kvalitu zdrojů, jejichž zdrojem je zejména fyzické abiotické prostředí (vlhko, teplo, voda, živiny, vzduch), liší se v toleranci k různým stresujícím faktorům prostředí (extrémní pH, extrémní vodní režim, extrémní teploty), liší se ale i prostorem odkud zdroje čerpají (**prostorová nika** – různé prokořenění, různé růstové formy) nebo dobou kdy zdroje čerpají (**časová nika** – geofyty v listnatém lese).

**prostorová nika**



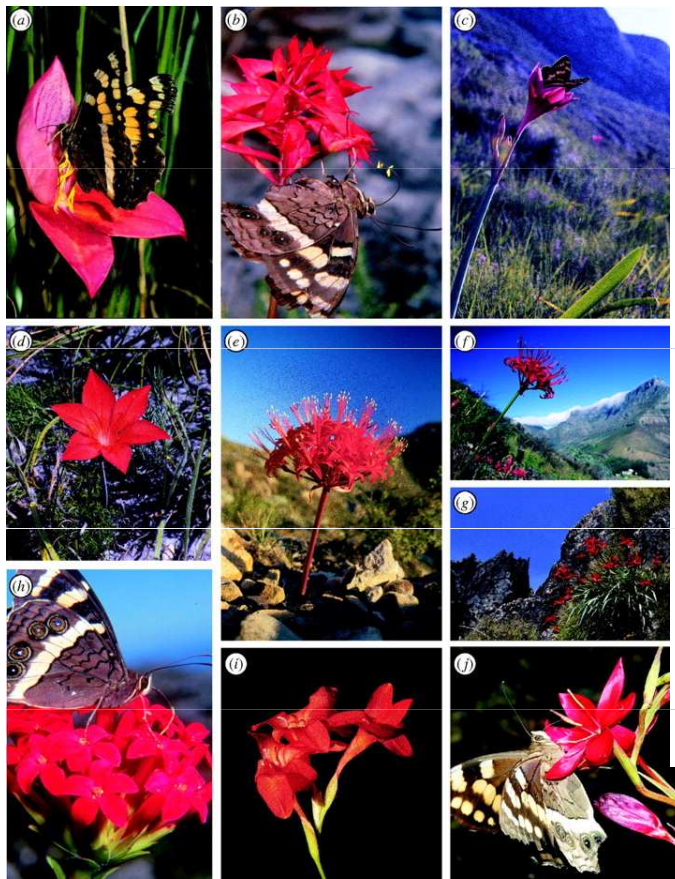
**časová nika**





Prostředím a speciální nikou pro živočichy mohou být např. rostliny – každý druh rostliny může představovat samostatnou niku – vysoká druhová bohatost hmyzu.

Skupiny druhů, které využívají stejné zdroje prostředí podobným způsobem, a mají jasně (byť jednoduše) diverzifikované niky, se nazývají gilda (**guild**, cech). Jde například o společenstva opylovačů, kteří se liší délkou sosáku.



<http://rstb.royalsocietypublishing.org/>

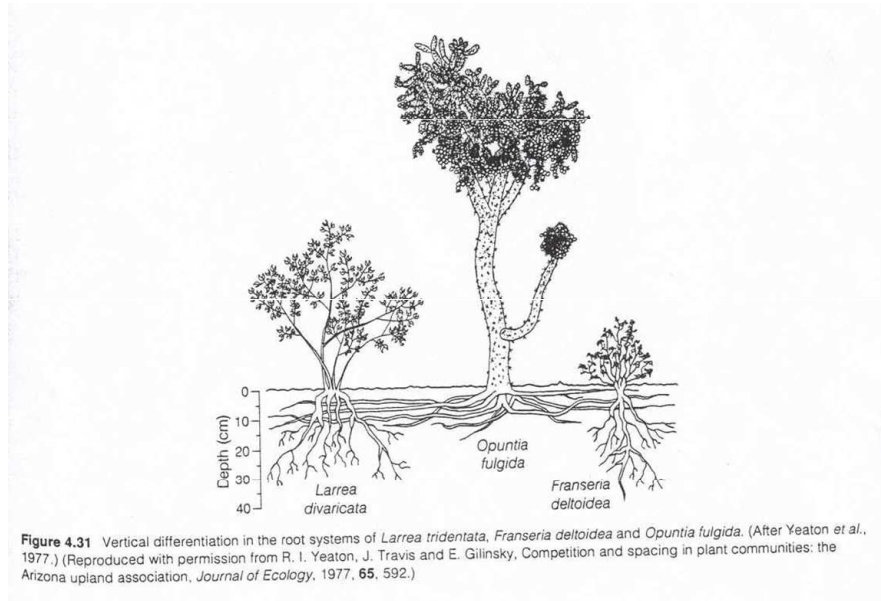
## Koncept alfa a beta niky

**Alfa nika** – vlastnosti druhu umožňující koexistenci (spoluvýskyt) v lokálních společenstvech

**Beta nika** - vlastnosti druhu umožňující výskyt druhu na širokých ekologických gradientech

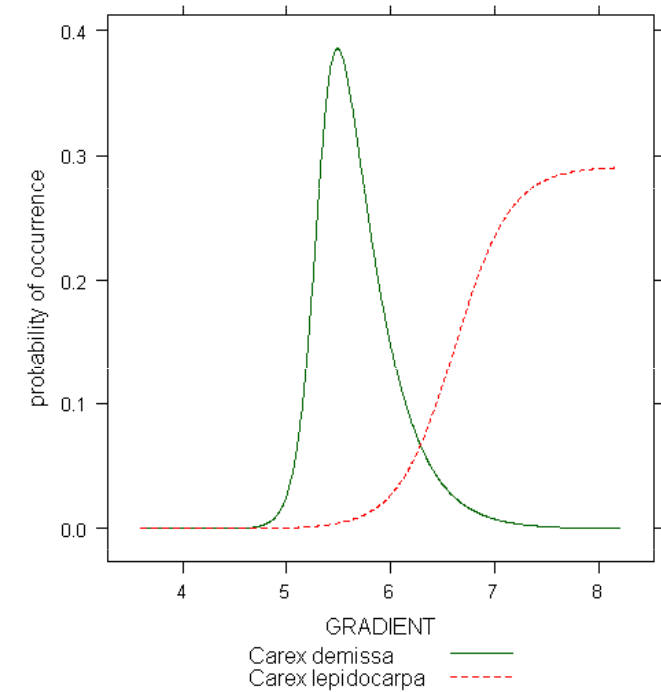
Co vzniklo v evoluci dřív? Zdá se, že alfa nika.

alfa nika



X

beta nika



## Alfa nika a Raunkiærův systém životních forem rostlin (1934)

**Fanerofyty** (1) --- obnovovací meristémy více než 30 cm nad zemí (stromy, keře)

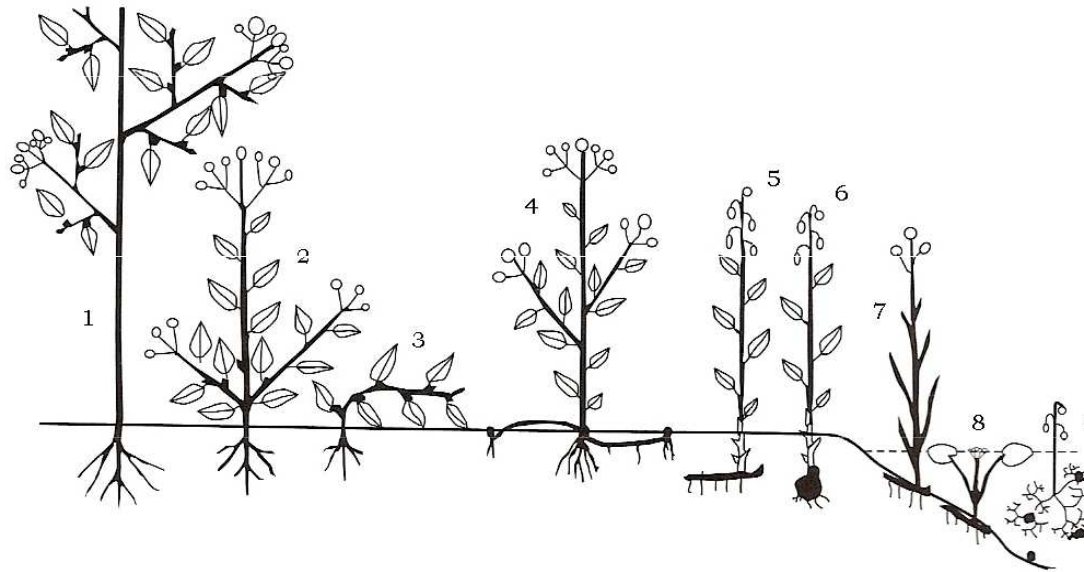
**Chamaefyty** (2,3) --- mají obnovovací pupeny na prýtech a nad povrchem půdy do 30 cm, v nepříznivém období jsou chráněny obaly a sněhem. Nízké a plazivé keříčky.

**Hemikryptofyty** (4) --- přízemní rostliny, mají obnovovací pupeny těsně při povrchu půdy.

**Kryptofyty** (5 – 9): --- obnovovací orgány pod povrchem (geofyty – v půdě, helofyty – v bahně, hydrofyty – pod vodou)

**Terofyty** --- jednoletky, nepříznivé období přetrvávají v semenech nebo ve výtrusech.

**Epifyty** --- rostoucí na jiných rostlinách



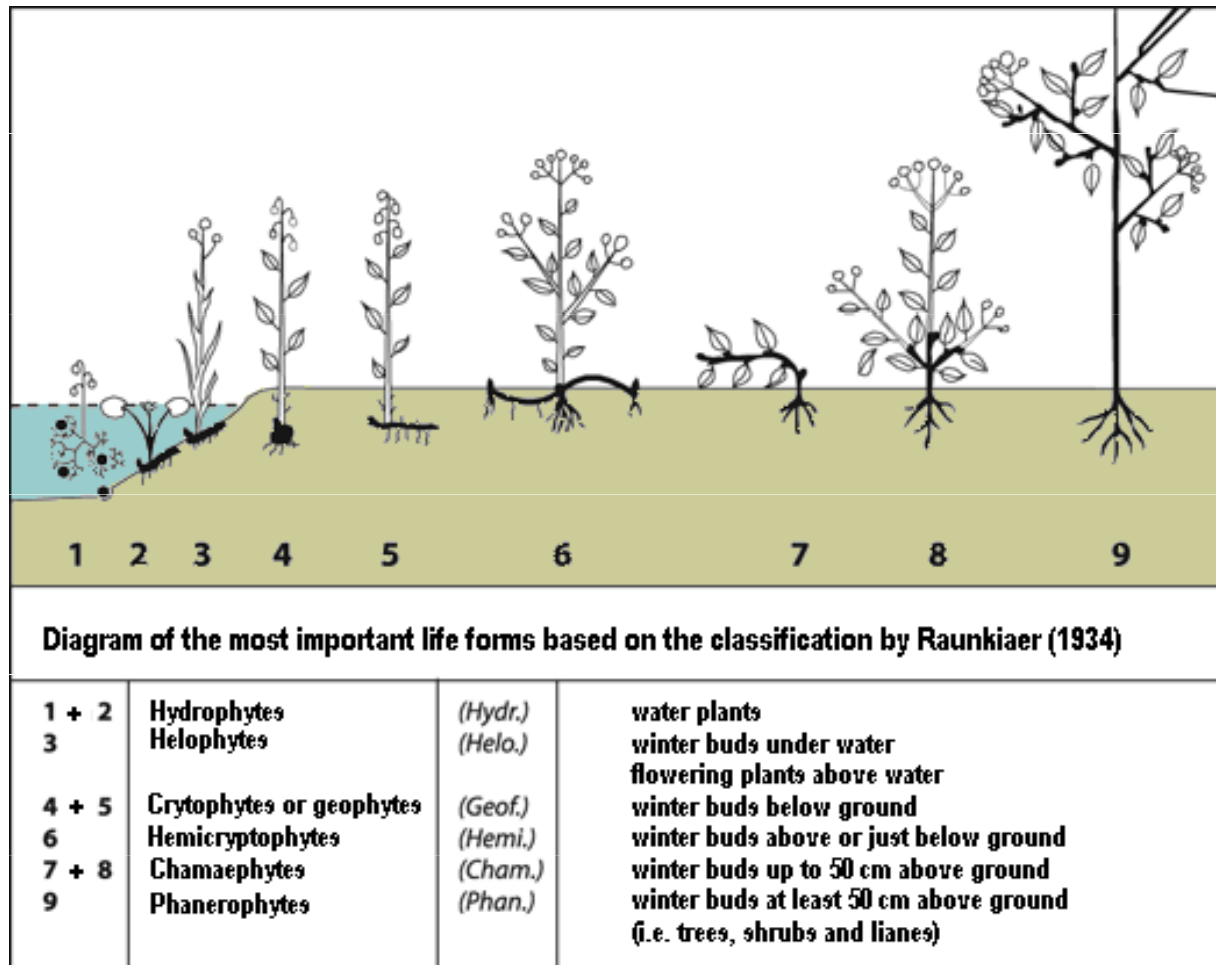


# Raunkiaerova klasifikace (1934)

Raunkiaerova klasifikace (1934)

- Nebere v úvahu taxonomické zařazení druhů, ale jejich životní formy
- Klasifikace životních forem podle Raunkiaera:
- **Fanerofyty** – přetrvávající pupeny či vegetační vrcholy se vytvářejí na výhoncích, které jsou rozprostřeny v nadzemním prostoru (dřeviny)
- **Chamaefyty** – přetrvávající pupeny či vegetační vrcholy prýtlů se vyskytují na výhoncích nízko u země (keříčky, rostliny s polštářovitým růstem)
- **Hemikryptofyty** – přetrvávající pupeny či vegetační vrcholy jsou na povrchu půdy (růžicovité rostliny)
- **Kryptofyty** – přetrvávající pupeny či vegetační vrcholy jsou skryté v půdě (byliny s oddenky, cibulemi, hlízami; či ponořeny ve vodě – rostliny mokřadů a vodní rostliny)
- **Terofyty** – rostliny, které uskuteční svůj životní cyklus od semene k semeni a umírají během jedné sezón

# Raunkiaerova klasifikace (1934)



## Vliv kompetice na strukturu společenstva

Konkurence (**kompetice**) se tedy projevuje v diferenciaci nik a tím i v diferenciaci morfologických a fyziologických vlastností druhů a jejich životních forem – vzniká charakteristická struktura společenstva.

**Dominantní druhy** (C-stratégové) jsou druhy s největší biomasou (pokryvností) nebo abundancí ve společenstvu.

**Patrovitost** rostlinného společenstva je výsledkem kompetice o nadzemní zdroje (světlo, prostor ...).

**Rozmístění** jedinců ve společenstvu (shlukovité, pravidelné) je dáno kompeticí o půdní zdroje.





# VLASTNOSTI BIOGENÓZ

# Vlastnosti Biocenóz

1. Znaky četnostní – kvantitativní
2. Znaky skladebné – strukturální
3. Vztahové

Hustota druhů = počet druhů zoocenózy na jednotku plochy nebo objemu.

Druhé spektrum (species richness) = soupis druhů zoocenózy

Minimální plocha (objem) = její velikost určíme na základě série odběrů (čtvercových nebo krychlových).

## 1. znaky četnostní = kvantitativní

- hustota druhů
- abundance (biomasa )
- dominance
- produkce

## 2. znaky skladebné = strukturální

- presence a absence
- frekvence
- konstance
- faunistická podobnost
- diversita a ekvitabilita

## 3. znaky vztahové

- fidelita
- koordinace

# Znaky četnostní - kvantitativní

## Abundance

Abundance = počet všech jedinců ve společenstvu, bez ohledu na druhovou příslušnost, vztažených na jednotku plochy nebo objemu.

Přesnost závisí na reprezentativnosti ploch.

Zásada: Větší počet menších vzorků dává lepší výsledek, než menší počet větších vzorků !

Relativní abundanci vyjadřujeme podle různých stupnic odhadu:

- 0 = nepřítomen
- 1 = vzácný
- 2 = chudý
- 3 = početný
- 4 = velmi početný
- 5 = masově početný

## Biomasa:

- Celková hmotnost všech organismů společenstva, vztažená na jednotku plochy nebo objemu
- Živá hmotnost, sušina, hmotnost obsažených proteinů...
- Používána hlavně u rostlin, ze živočichů u bezobratlých „formalínová hmotnost“

## BIOMASA

Biomasa = hmotnost všech jedinců v biocenóze v určitém okamžiku (na jednotku plochy nebo objemu).

Biomasa = čerstvá, fixovaná, v sušině, v proteinech, v biogenních prvcích – C, N)

Průměrná hodnota energie vázaná na 1g hmotnosti těla = 22 599 J (5,4 kcal) v sušině

Různé způsoby stanovení:

- 1) obsah tuků, bílkovin a sacharidů
- 2) oxidace dvojhromanu
- 3) měření spalného tepla
- 4) přepočtem podle známých koeficientů



# Druhová bohatost

Druhová bohatost **je počet různých druhů** zastoupených v ekologickém společenství, krajině nebo regionu. Druhová bohatost je prostě počet druhů a **nebere v úvahu početnost druhů** ani jejich relativní **distribuci četnosti**.

# Druhová rozmanitost na souši





# Druhová rozmanitost ve sladkých vodách

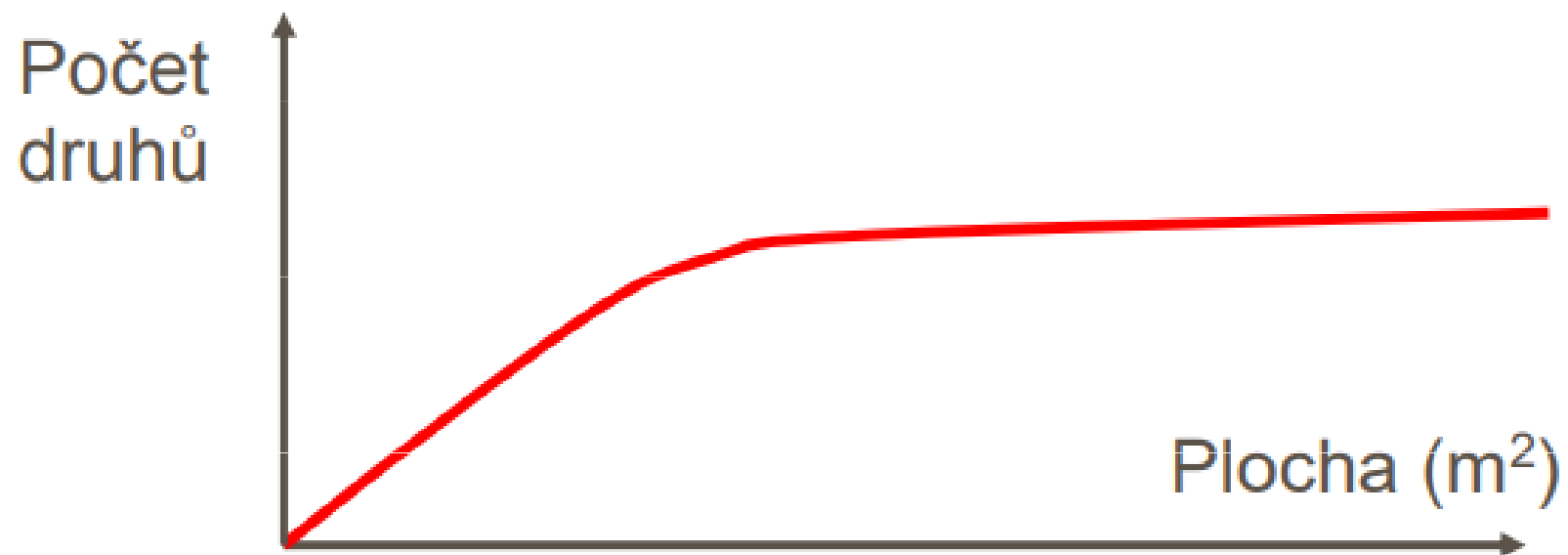




# Charakteristiky společenstev

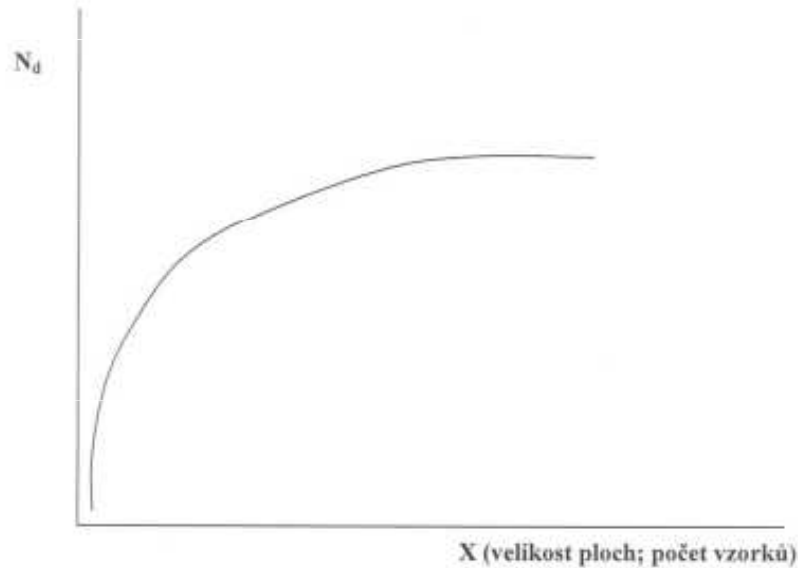
- Hlavní kvantitativní znaky:
- **Hustota druhů**
  - Počet druhů v biocenóze na jednotku plochy nebo objemu
  - Společenstva druhově velmi chudá, chudá bohatá a velmi bohatá
  - **Druhové spektrum** = soupis všech druhů, vyskytujících se ve společenstvu, prezentuje, jak je určitý biotop druhy osídlen
  - Závisí na velikosti sledované plochy - nutnost stanovit minimální plochu která představuje reprezentativní vzorek biotopu
  - **Křivka druhové četnosti** = závislost počtu druhů na velikosti plochy, znázorněná graficky
- **Denzita (hustota)** organismů společenstva - Počet jedinců (členů společenstva) na jednotku plochy (objemu) bez ohledu na jejich druhovou příslušnost

# Křivka druhové četnosti



# Křivky druhové četnosti

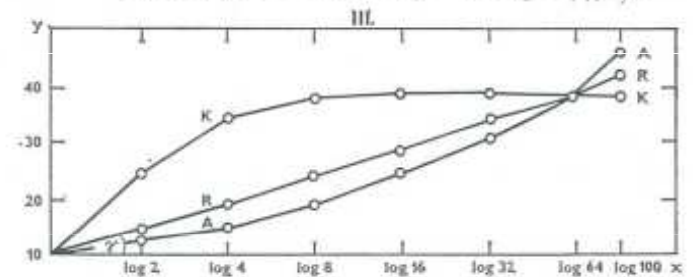
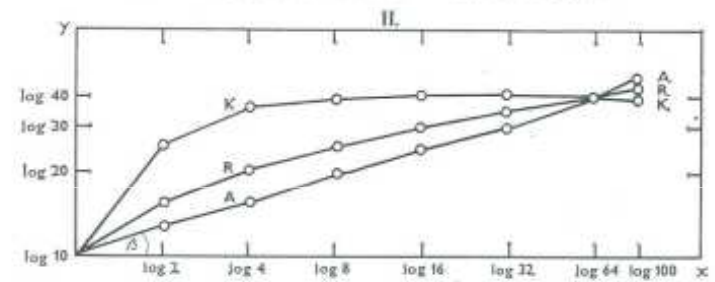
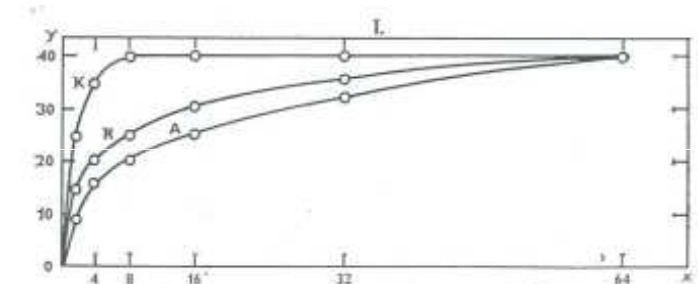
Křivka druhové četnosti



Různé typy křivek: normální, semilogaritmické a logaritmické měřítko

Společenstva: druhově velmi chudá  
 chudá  
 bohatá  
 velmi bohatá

Největší význam mají druhy nejstálejší a tedy nejpočetnější !

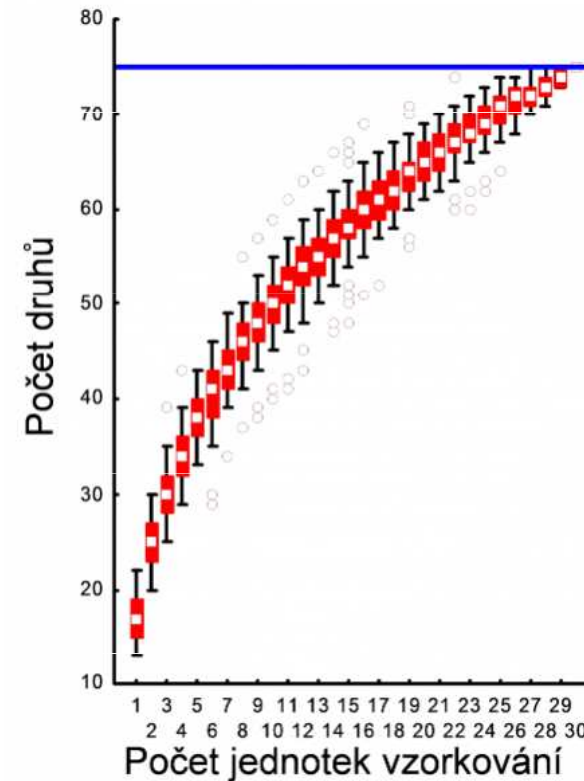


98. Křivky druhové četnosti v normálním (I), logaritmickém (II) a semilogaritmickém (III) měřítku; křivka Arrheniusova (A), Romellova (R) a Kylinova (K); podle FREYE Z BALOGHA)



# Velikost vzorku a indexy biodiverzity – rarefakce

- Diverzita, stejně jako jakýkoliv jiný výzkum, je závislá na intenzitě a kvalitě vzorkování. Zejména při terénním odběru vzorků se často stává, že společenstva získaná na různých lokalitách si i při stejné metodice sběru neodpovídají svojí početností. Lze tak předpokládat, že naměřená druhová bohatost neodráží pouze rozdíly mezi lokalitami, ale také velikost vzorků společenstev. Toto tvrzení vychází z faktu, že počet druhů nelineárně závisí na počtu jedinců ve vzorku (obr. 4.7).



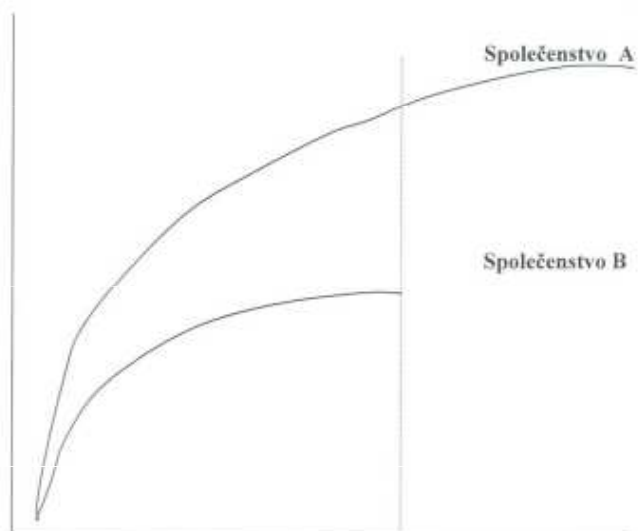
Obr. 4.7: Vztah mezi velikostí vzorku a počtem detekovaných druhů ve studii monitoringu makrozoobentosu

# Proč je důležitá rarefakce ?

Výpočet rarefakce  
(rarefaction curve)

podle Hurlbert (1971) a Simberloff (1972)

S = počet druhů (species richness)



N = počet jedinců (sample size) Poznámka:

Výpočet rarefakční křivky umožňuje srovnání počtu druhů, tedy druhové bohatosti, ve vzorcích lišících se svou velikostí.

Tímto způsobem lze snadno eliminovat vliv způsobu vzorkování na výsledek studia species richness daného společenstva.

Výpočet rarefakce  
(rarefaction curve)

$$E(S) = \sum_{i=1}^s \left\{ 1 - \left[ \frac{(N - N_i)}{N} \right] \right\}$$

kde: E(S) = očekávaný počet druhů v rarefakčním vzorku  
n = standartizovaná velikost vzorku  
N = celkový počet jedinců ve vzorku  
N<sub>i</sub> = počet jedinců druhu i ve vzorku i-tého druhu

vztah  $\frac{N!}{n!(N-n)!}$  je matematická kombinace, která se vypočte jako:

$$\frac{N!}{n!(N-n)!}$$

# Výpočet rarefakce

Vztah mezi velikostí vzorku ve smyslu počtu jedinců a počtem zjištěných druhů lze matematicky popsat. Tento popis lze dále využít pro odhad počtu druhů zjištěných při menší velikosti vzorku než je hodnocené společenstvo. Nejběžnější metodou odhadu je takzvaná rarefakce, což je metoda řešící problém srovnání druhové bohatosti ve vzorcích o různé velikosti standardizací obou vzorků na velikost menšího vzorku.

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \quad (1)$$

kde  $E(S_n)$  je odhadnutý počet druhů ve vzorku o  $n$  jedincích,  $N$  je celkový počet jedinců,  $N_i$  představuje počet jedinců druhu  $i$  a  $n$  je počet jedinců, pro které je odhad počítán. Variabilita odhadu je dána vztahem:

$$\begin{aligned} Var(S_n) = \binom{N}{n}^{-1} & \left\{ \sum_{i=1}^S \binom{N-N_i}{n} \left[ 1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] + \right. \\ & \left. + 2 \sum_{i=1}^{S-1} \sum_{j=i+1}^S \left[ \binom{N-N_i-N_j}{n} - \frac{\binom{N-N_i}{n} \binom{N-N_j}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \right\} \quad (2) \end{aligned}$$

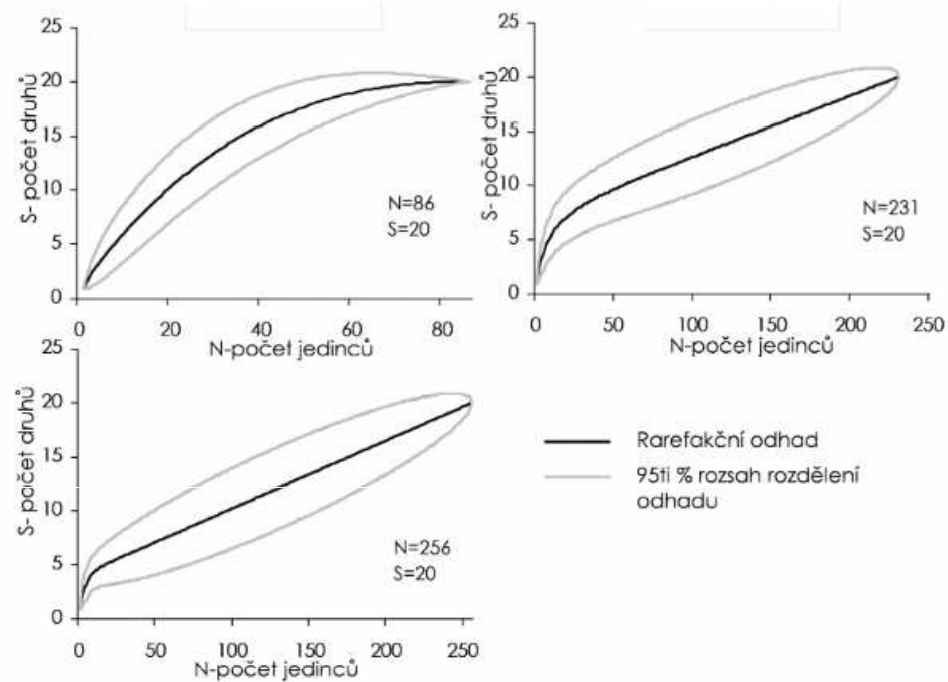
Rarefakci lze považovat za parametrickou metodu s předpokladem modelu vztahu mezi počtem jedinců a počtem druhů a jako taková má následující předpoklady.

- Společenstva porovnávaná pomocí rarefakce mají mít podobné taxonomické složení.
- Srovnatelné metody vzorkování.
- Rarefakční křivka nemůže být extrapolována za sumu jedinců největšího vzorku.
- Jedinci jsou ve společenstvu náhodně rozmístěni (ve skutečnosti jsou častější shluky jedinců; za těchto podmínek dává rarefakce nadsazené odhady).



# Příklad výpočtu rarefakce

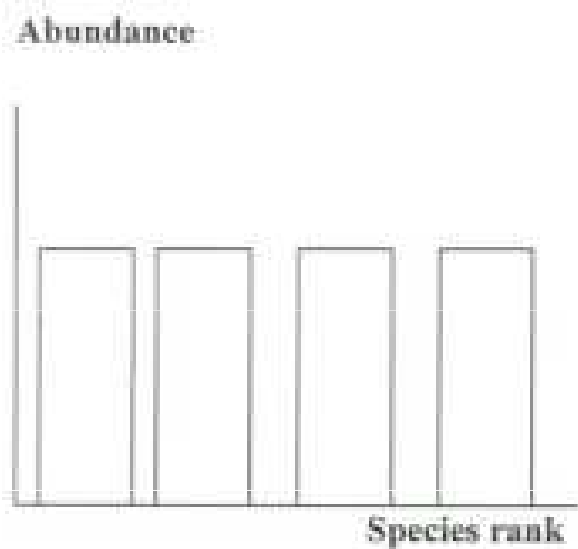
Příklad výpočtu rarefakce pro různé počty jedinců a druhů a výsledek jejich odhadu je znázorněn na obrázku 4.8.



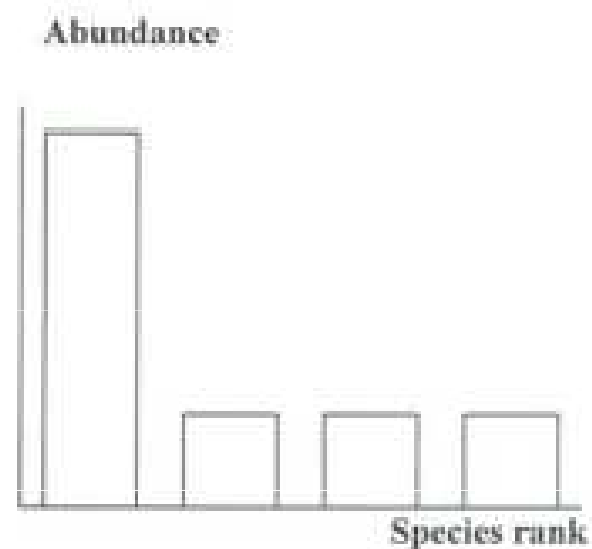
Obr. 4.8: Rarefakční odhad pro různé kombinace počtu jedinců a druhů ve společenstvu

# Dominance

## DOMINANCE



Nizká dominance



Vysoká dominance

# Dominance (D)

- **Dominance (D)**
- Vyjádření podílu jedinců jednotlivých druhů na skladbě celé biocenózy
- Vyjádřena v %

$$D = n \cdot 100 / s (\%)$$

n = počet jedinců daného druhu

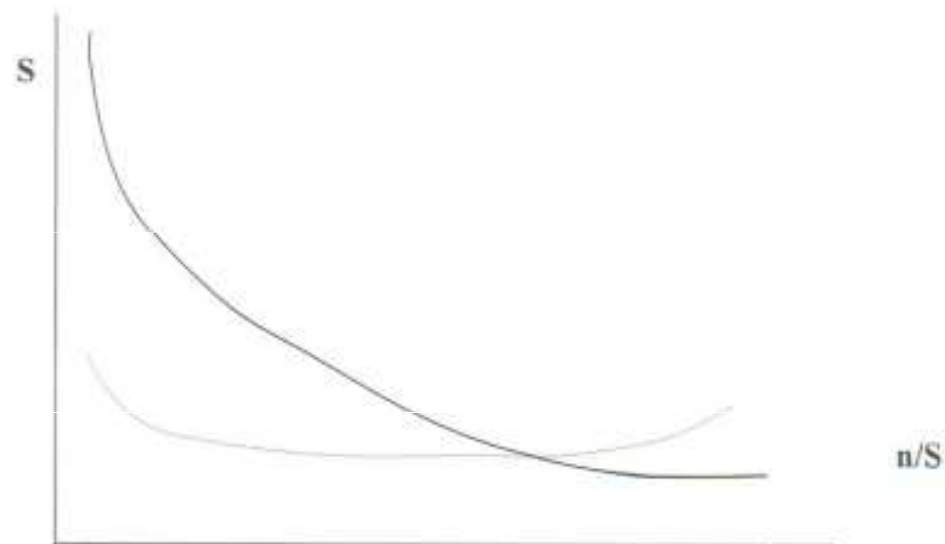
s = počet jedinců celého společenstva

- Početní dominance nebo hmotnostní dominance
- Druhy:
  - Eudominantní -  $D > 10\%$
  - Dominantní -  $D$  mezi 5 a 10%
  - Subdominantní -  $D$  mezi 2 a 5%
  - Recedentní -  $D$  mezi 1 a 2%
  - Subrecedentní -  $D < 1\%$



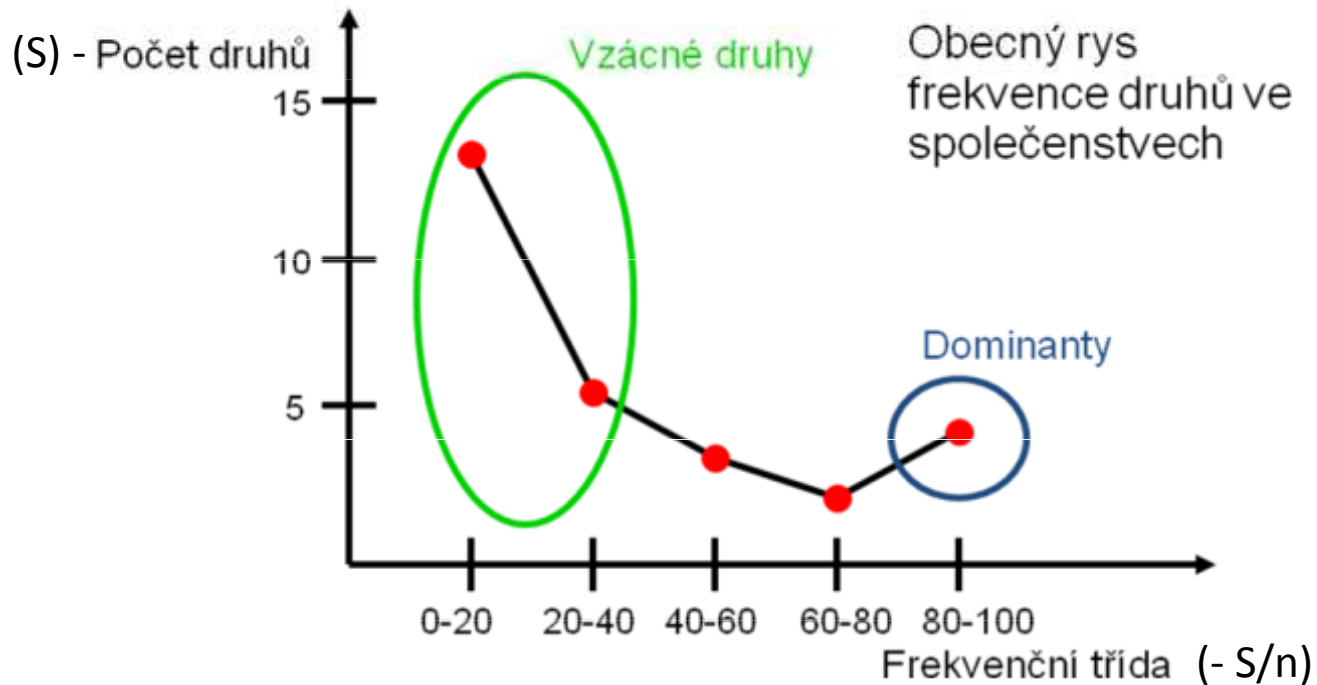
# Vztah mezi počtem druhů ( $S$ ) a počtem jedinců každého druhu ( $n/S$ )

Vztah mezi počtem druhů ( $S$ ) a počtem jedinců každého druhu ( $n/S$ )



# Vyjádření abundancí jednotlivých druhů ve frekvenčních třídách – Raunkiaerova „J“ křivka

■ Vyjádření abundancí jednotlivých druhů ve frekvenčních třídách (Raunkiaerova „J“ křivka)



# Hmotnostní dominance

$$D = \frac{w_i \cdot 100}{w_s}$$

$w_i$  = biomasa všech jedinců daného druhu  $i$   
 $w_s$  = biomasa celé biocenózy

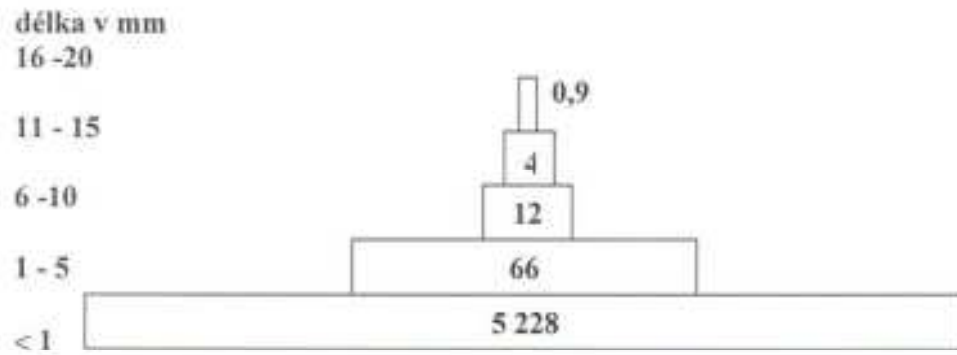
Hodnoty dominance početnosti a biomasy jsou k sobe nepřímo úměrné !

Drobné druhy jsou zastoupeny početněji než druhy větší. Tedy s přibývajícím velikostí těla klesá počet jedinců.



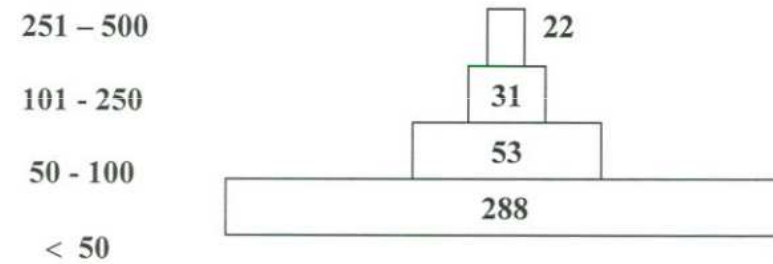
# Eltonovy pyramidy - pyramidy biomasy

Početni pyramidu velikostních skupin živočichů



Pyramidu biomasy ornitocenózy v evropském buko-dubovém lese

hmotnost v g



# Produkce

Produkce = stanoví se sečtením produkce všech jednotlivých populací.

Metody = produkční biologie

# Znaky skladebné – strukturální

## Prezence a absence

Slouží k vyjádření přítomnosti (+) a nepřítomnosti (-) druhu v biocenóze bez ohledu na hustotu, četnost nebo pravidelnost výskytu.

Druhová rozmanitost = species richness

**Frekvence** = četnost výskytu udává jak často se jednotlivé druhy vyskytují v sérii vzorků odebraných z jedné a téže lokality, tzn. jak se často podílejí na druhové struktuře celého společenstva.

Frekvenci počítáme ze vztahu:

$$F = \frac{n_i}{s} \cdot 100$$

kde:  $n_i$  = počet vzorků, v nichž se druh  $i$  vyskytuje  
 $s$  = počet všech odebraných vzorků

Dominantní druhy mají největší frekvenci. Frekvence má pozitivní vztah k abundanci. Závisí však na disperzi jedinců. Při rovnoměrné disperzi jedinců i malé vzorky poskytnou vysoký stupeň frekvence. Naopak při agregované disperzi je stupeň frekvence nízký a roste s velikostí odběrové plochy, případně objemu.

1. Prezence
2. Absence
3. Frekvence
4. Konstace
5. Faunistická podobnost
6. Biologická rozmanitost (biodiverzita)



# Frekvence (F)

- **Frekvence (F)**
- Vyjadřuje v % pravidelnost výskytu jedinců jednoho druhu v dílčích vzorcích  
- jak často se jednotlivé druhy podílejí na skladbě společenstva

$$F = n_i \cdot 100 / s (\%)$$

$n_i$  = počet vzorků s výskytem druhu  $i$

$s$  = počet všech vzorků

- Druhy:
  - Pravidelné - F mezi 75 a 100%
  - Běžné - F mezi 50 a 75%
  - Málo běžné - F mezi 25 a 50%
  - Výjimečné - F menší než 25%

# Konstace (K)

- **Konstace (K)**
- Stálost druhového složení určitého typu cenózy, pojatá regionálně nebo časově

$$K = n_i \cdot 100 / s (\%)$$

$n_i$  = počet vzorků s výskytem druhu  $i$

$s$  = počet všech vzorků

- Třídy konstace:
  - I. Druh vzácný - K mezi 0 a 20%
  - II. Druh řídce se vyskytující - K mezi 20 a 40%
  - III. Druh často se vyskytující - K mezi 40 a 60%
  - IV. Druh převážně se vyskytující - K mezi 60 a 80%
  - V. druh téměř vždy přítomný - K mezi 80 a 100%
- Druhy synekologicky významné –  $K > 50$

# Konstace

**Konstace** = vyjadřuje stálost druhového složení určitého typu biocenózy, ať regionálně nebo v závislosti na čase. Zjišťujeme ji tak, že buď z určité zoocenózy odebereme větší počet vzorků v různou dobu, anebo odebereme tyto vzorky ze stejného typu zoocenózy v měřítku regionálním. Zjistíme tak, jakou stálost mají jednotlivé druhy dané zoocenózy v různých místech svého rozšíření.

Konstanci počítáme ze vztahu:

$$K = \frac{n_i}{s} \cdot 100$$

kde:  $n_i$  = počet vzorků, v nichž se druh  $i$  vyskytuje  
 $s$  = počet všech odebraných vzorků

Třídy konstace:

I	druh vzácný	0 – 20 %
II	druh řídkce se vyskytující	20 – 40 %
III	druh často se vyskytující	40 – 60 %
IV	druh převážně se vyskytující	60 – 80 %
V	druh téměř vždy přítomný	80 – 100 %

Synekologicky jsou významné druhy se stálostí větší než 50 %.



# Tischlerovo hodnocení konstance

- Tischlerovo hodnocení konstance
  - Akcidentální (náhodné) - K mezi 0 a 25%
  - Akcesorické (přídatné) - K mezi 25 a 50%
  - Konstantní (stálé) - K mezi 50 a 75%
  - Eukonstantní (velmi stálé) - K mezi 75 a 100%

# Faunistická podobnost - identita

## Faunistická podobnost = identita

Vyjadřuje shodu druhového složení dvou nebo více srovnávaných zoocenóz.

### Jaccardův index:

$$Ja = \frac{s}{s_1 + s_2 - s} \cdot 100$$

kde:  $s_1$  = počet druhů jedné zoocenózy  
 $s_2$  = počet druhů druhé zoocenózy  
 $s$  = počet společně se vyskytujících druhů v obou zoocenózách

### Sörensenův index:

$$S\ddot{o} = \frac{2 \cdot s \cdot 100}{s_1 + s_2}$$

### Kulczyňského index:

$$Ku = \frac{s/s_1 + s/s_2}{s} \cdot 100$$

# Faunistická podobnost (identita)

- **Faunistická podobnost (identita)**
- Hodnota, vyjadřující shodu druhového složení dvou nebo více zoocenóz
  - Jaccardovo číslo
  - Index podobnosti dle Kulczynského
  - Sørensenův index podobnosti
- Srovnávají společenstva na základě počtu druhů
- Jiná možnost – podle dominance (Rekonenovo číslo)



# Druhov diverzita a ekvitabilita

- **Druhov diverzita** (rozmanitost, pestrost)
- Vyjadřuje počet druhů, tvořících dané společenstvo
  - Index diverzity - poměr počtu druhů k počtu jedinců ve společenstvu
  - Různé způsoby vypotu (Shannonův, Simpsonův...)
- **Ekvitabilita** (vyrovnanost)
  - Je úzce spjata s diverzitou
  - Určuje poměrné rozdělení všech jedinců v cenóze na přítomné druhy

# Fidelita a Koordinace

- **Fidelita**

- Stupeň vázanosti (věrnosti) druhů k určitému společenstvu

- Druhy:

- **Eucenní** – vlastní, charakteristické pro danou cenózu
- **Cenobiontní** – specifické druhy, vázané jen na dané společenstvo
- **Cenofilní** – preferující dané společenstvo, ale mohou žít i v jiném
- **Tychocenní** – bez vyhraněného vztahu k nějakému typu společenstva, vyskytující se ve více typech společenstev
- **Acenní** – zcela bez vazby na nějaký typ společenstev, vyskytující se všude “)
- **Xenocenní** – cizí prvky, s náhodným výskytem v daném společenstvu

- **Koordinace**

- Stupeň společného výskytu dvou nebo více druhů ve společenstvu

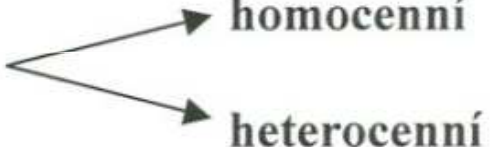
- Podmíněný

- Mezdruhovými vztahy
- Stejnými nároky na prostředí

# Vztahové znaky biocenóz Fidelita

## VZTAHOVÉ ZNAKY ZOOCENÓZ

**Fidelita** = stupeň vázanosti nebo věrnosti druhů k určité zoocenóze.

Každé společenstvo má druhy: **vlastní** = indigenae 

**spřízněné** (*jsou i jinde*)

**cizí** = hospites (*potrava, úkryt, nocování*)

**protahující** = permigrantes (*v době tahu*)

**zatoulanci** = alieni (*zcela náhodně*)



# Kategorie fidelity

## Kategorie fidelity:

1. **Eucenní druh** = charakteristický (věrný, vlastní) stenoekní, stenotopní odlišuje zoocenózu od jiných společenstev  
**cenobiontní druhy** = specifické adaptace a úzká valence na daný typ prostředí  
**cenofilní druhy** = méně specializované druhy jsou i jinde
2. **Tychocenní druh** = většinou euryekní, eurytopní, bez těsného vztahu k nějaké zoocenóze
3. **Acenní druh** = nenáročný, všude jako ubikvist
4. **Xenocenní druh** = cizí, vyskytuje se v zoocenóze pouze náhodně

## Příslušnost druhu vyjadřujeme koncovkami:

- **biont:** výrazně adaptovaný pro daný typ prostředí
- **fil:** méně přizpůsobený druh, žije v různých prostředích, ale preferuje jedno z nich
- **xen:** cizí druh, nepřizpůsobený prostředí
- **fob:** náhodně zavlečený druh

# Vztahové znaky biocenóz

## Koordinace – cenologická afinita

Koordinace (cenologická afinita) = udává stupeň společného výskytu dvou nebo více druhů v zoocenóze.

Příčiny = mezidruhové vztahy

Vypočítáme ze vztahu:

$$Ag = \frac{a \cdot 100}{s}$$

a = počet vzorků, v nichž se společně druhy vyskytují

s = celkový počet všech vzorků

# Struktura společenstev

- **Struktura společenstev**
- **Společenstva** - asociace populací druhů, jejichž charakteristiky určují
  - fyzikální parametry prostředí a
  - vzájemné mezidruhové interakce
- **Struktura společenstev** - obraz druhových abundancí a interakcí druhů ve společenstvu
- **Studium struktury společenstev**
  - Studium více či méně statických rysů společenstev
  - Experimentální studium mezidruhových interakcí.



# Popis složení společenstva

- **Druhové bohatství**
  - Seznam druhů vyskytujících se ve společenstvu
  - Potíže
    - Taxonomické problémy
    - Nemožné sečíst všechny druhy
  - Problém při porovnávání společenstev – nutné mít stejně obsáhlý vzorek (rozloha stanoviště, čas, počet jedinců či modulů ve vzorku)
  - Další potíž – některé druhy jsou vzácné, jiné běžné – tato informace nám unikne!
- **Indexy diverzity**
- **Diagramy „pořadí-početnost“ (rank-abundance)**
  - vše znamená snahu o abstraktní vyjádření vysoce komplexní struktury společenstev
  - užitečné zejména pro srovnávací studie

# Simpsonův index diverzity (D)

- Uvažuje jak početnost (či biomasu) tak i druhové bohatství
- Podíl, kterým biomasa nebo jedinci každého druhu přispívají do celku zjištěného pro daný vzorek:

$$\text{Simpsonův index } D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2}$$

- S – celkový počet druhů ve společenstvu (tj. druhové bohatství)
- $P_i$  – podíl druhu  $i$  ( $N_i/N$ )
- vychází z **pravděpodobnosti**, s jakou budou dva náhodně nalezení jedinci ve společenstvu náležet k odlišným druhům
- dává větší váhu běžným druhům na úkor druhů vzácných
- Hodnota indexu závisí na druhovém bohatství i vyrovnanosti (ekvitabilitě), s jakou jsou jedinci rozloženi mezi druhy
- Index pro dané bohatství roste s vyrovnaností a pro danou vyrovnanost roste s rostoucí bohatostí
- Vyrovnanost (E) = podíl z maximální možné hodnoty D, očekávané v případě, že by jedinci byli mezi druhy rozmístěni naprosto rovnoměrně ( $D_{\max} = S$ )

$$E = D/D_{\max}$$

# Shannonův index diverzity (H)

- Také závisí na řadě hodnot  $P_i$  (tj. počítá také s **pravděpodobnostmi nalezení jedince daného druhu**)

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

- Pro hodnocení „uspořádanosti“ společenstva uplatňuje z teorie informace vycházející míru entropie.
- Maxima je dosaženo v případě, že se pravděpodobnosti náležející všem druhům ve společenstvu rovnají.
- Vyrovnanost (E) = podíl z maximální možné hodnoty H, očekávané v případě, že by jedinci byli mezi druhy rozmístěni naprosto rovnoměrně ( $H_{\max} = \ln S$ )

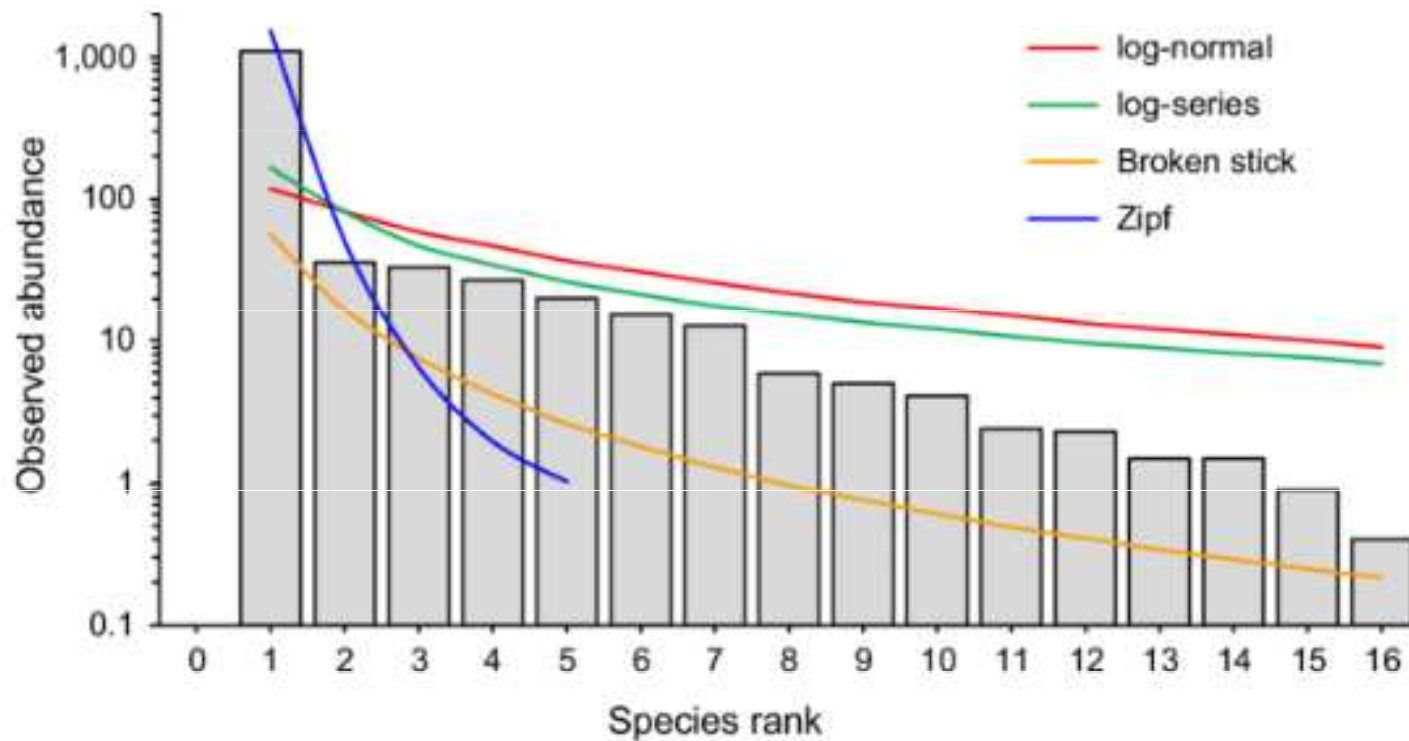
$$E = H/H_{\max}$$

# Rank-abundance diagram („pořadí četnosti“)

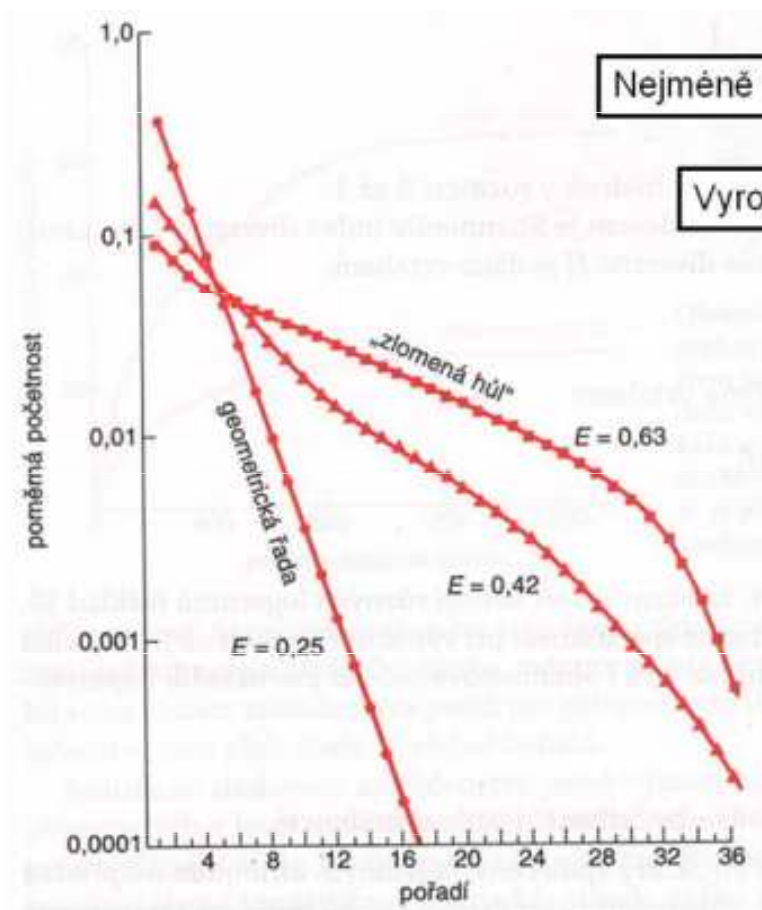
- Popis složité struktury společenstva jedním parametrem (druhovým bohatstvím, diverzitou či vyrovnaností) má své slabiny
- **Rank-abundance diagram („pořadí četnosti“)**
- Toto všechno jsou popisy založené na taxonomii - alternativa – energetický přístup, popisuje společenstva podle jejich okamžité biomasy a rychlosti produkce biomasy rostlin a podle využití a přeměny této biomasy heterotrofními organismy
- Příklady diagramů „pořadí-početnost“ pro tři odlišná hypotetická společenstva (Begon a kol., 1997)
- Rank-abundance diagram („pořadí-početnost“)
- Kompletní řadu hodnot  $P_i$  vyneseme proti pořadí
- $P_i$  – počet jedinců daného druhu, velikost plochy, kterou zaujímají či biomasu



**Species abundance distribution (log abundance axes in order from most to least abundant species), including best fits to four common distributions: log-normal, log-series, Broken stick, and Zipf distribution – for Trematode species**



# Rank-abundance diagram („pořadí četnosti“)



- První v grafu  $P_i$  nejpočetnějšího druhu, pak  $P_i$  druhého nejpočetnějšího atd.
- E – křivkám odpovídající hodnoty vyrovnanosti dle Simpsona

# Modely Rank-abundance diagramů

- Modely, snažící se popsat rozložení početnosti druhů ve společenstvech
  - **Model geometrické řady**
  - **Model zlomené hole**
  - **Model log-normální distribuce**
- Všechny druhy ve společenstvu usilují o zdroje - soubor všech zdrojů si představíme jako úsečku, na které jsou druhy seřazeny - příslušný úsek na úsečce představuje množství využívaných zdrojů jedinci daného druhu
- Přerozdělení zdrojů popisují zmíněné modely
- Modely předpokládají, že množství využívaného zdroje je přímo úměrné abundanci druhu, což může být problém

# Modely Rank-abundance diagramů

- Všechny tři modely mají jistou vypovídací hodnotu a v reálném prostředí nacházíme společenstva, která můžeme těmito modely popsat
- Distribuci, kterou popisuje model **geometrické řady**, nacházíme v druhově málo rozmanitých společenstvech (s 1 – 2 dominantními druhy) - ekologicky vyhraněná společenstva alpínských tunder, rašelinišť, slanisek apod.
- Distribuci, kterou popisuje model „**zlomené hole**“, nacházíme opět u druhově málo rozmanitých společenstev - zpravidla u některých skupin obratlovců (savci, ptáci, ryby apod.)
- **Model log-normální distribuce** vykazuje nejuniverzálnější platnost - charakteristický pro druhově početná společenstva (bezobratlí, rostliny apod.)



# Uspořádání společenstev v prostoru

- Uspořádání společenstev v prostoru
- Hranice společenstev
  - Ostré hranice snad ani neexistují
  - I hranici voda – suchá zem řada druhů překračuje, vydělena bývají společenstva hadcových hornin, ale také ne zcela ostře - než se snažit hledat ostré hranice je užitečnější sledovat, jak do sebe společenstva přecházejí

# Hranice společenstev

## Hranice společenstev

Soubory druhů jsou na určitém místě do značné míry předvídatelné, především díky jejich fyzickým vlastnostem.

Určitý druh se může vyskytovat na jednom místě v jednom předvídatelném spojení, na jiném místě se však může objevit i v některé jiné skupině druhů a za odlišným podmínkem.

Nastává to zejména tehdy:

- 1) pokud toleranční meze jedinců zahrnují celou řadu faktorů
- 2) pokud mají různé druhy různá rozmezí tolerance
- 3) pokud se jedinci stejného druhu ekologicky liší
- 4) pokud se samy podmínky mění jako gradienty v prostoru

# Co je to ekoton ?

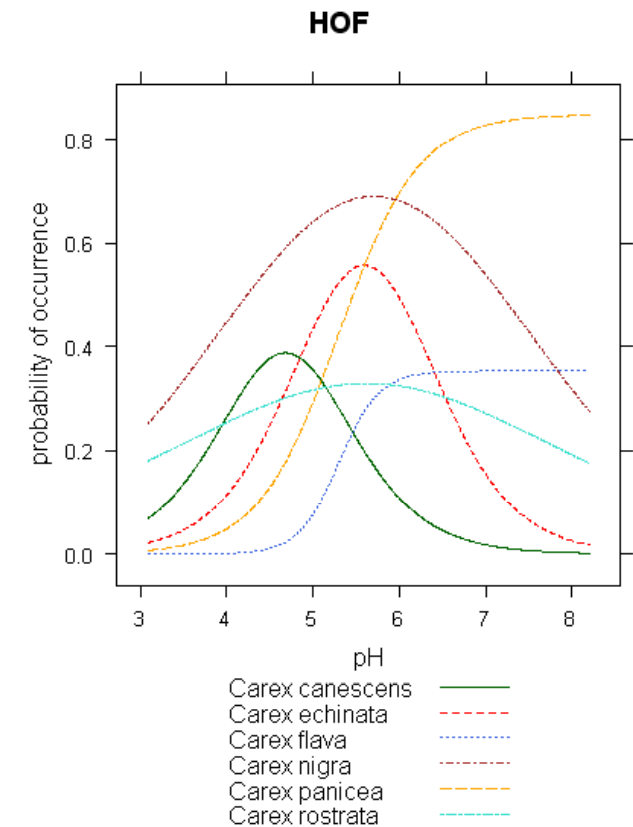


- **Přechodné společenstvo** organismů na hranici **dvou ekosystémů**
- Zpravidla se zde **vyskytují druhy obou ekosystémů společně**, proto je ekoton vždy **druhově velmi bohatý**
- Např. ekoton na **hranici lesa a louky**, ekoton porostů břehové vegetace na **rozhraní rybníka a louky**

# Ekotony: - hranice společenstev kontinuita a diskontinuita společenstev

R. H. Whittaker – zakladatel gradientové analýzy

Kdy je společenstvo odděleno ostře a kdy postupně?  
Má smysl klasifikovat společenstva v případě kontinua?





# Ekotony a okrajový efekt v mozaikovitě krajiny

- přirozená mozaikovitost a struktura ekotonů





- antropogenní mozaikovitost a struktura ekotonů v současné střední Evropě supluje přirozenou mozaikovitost na hranici biomů („kulturní lesostep“); váže se na ni velké druhové bohatost a výskyt vzácných („ekotonálních“) druhů



# Ekotom – prosté rozhraní nebo specifický biotop ?

Ekoton je přechodová zóna mezi dvěma dobře definovanými společenstvy (resp. ekosystémy). Může ho představovat ostré rozhraní (typicky pole–les), kde se charakter biotopu prudce mění na gradientu dlouhém desítky centimetrů, či může být vytvořen jako široký pás s postupnou změnou podmínek (jako příklad může sloužit mořské pobřeží s přílivovou zónou). Ekoton je charakteristický přechodovými mikroklimatickými podmínkami – hlavně světelné, tepelné a srážkové podmínky jsou zde odlišné od jeho okolí (např. vychytávání horizontálních srážek – mlhy – zvyšuje vlhkost na ekotonu mezi lesem a bezlesem).

1. Ostré rozhraní – Příklad: pole – louka
2. Široký pás s postupnou změnou podmínek – Příklad: mořské pobřeží (přílivová zóna)

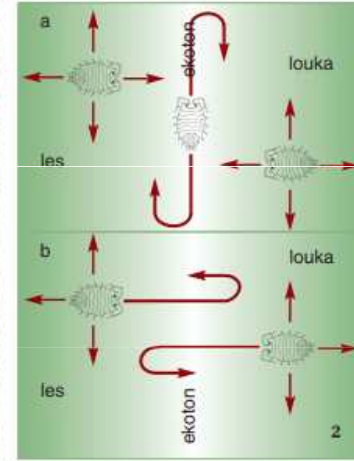


# Ekoton – příklad rozhraní les a bezlesí (louka)

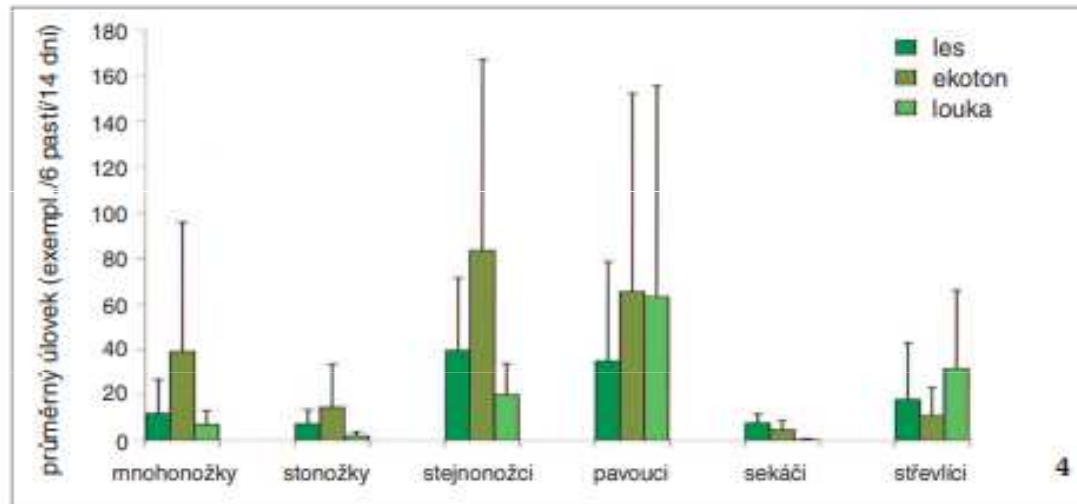


živa 1/2009

25



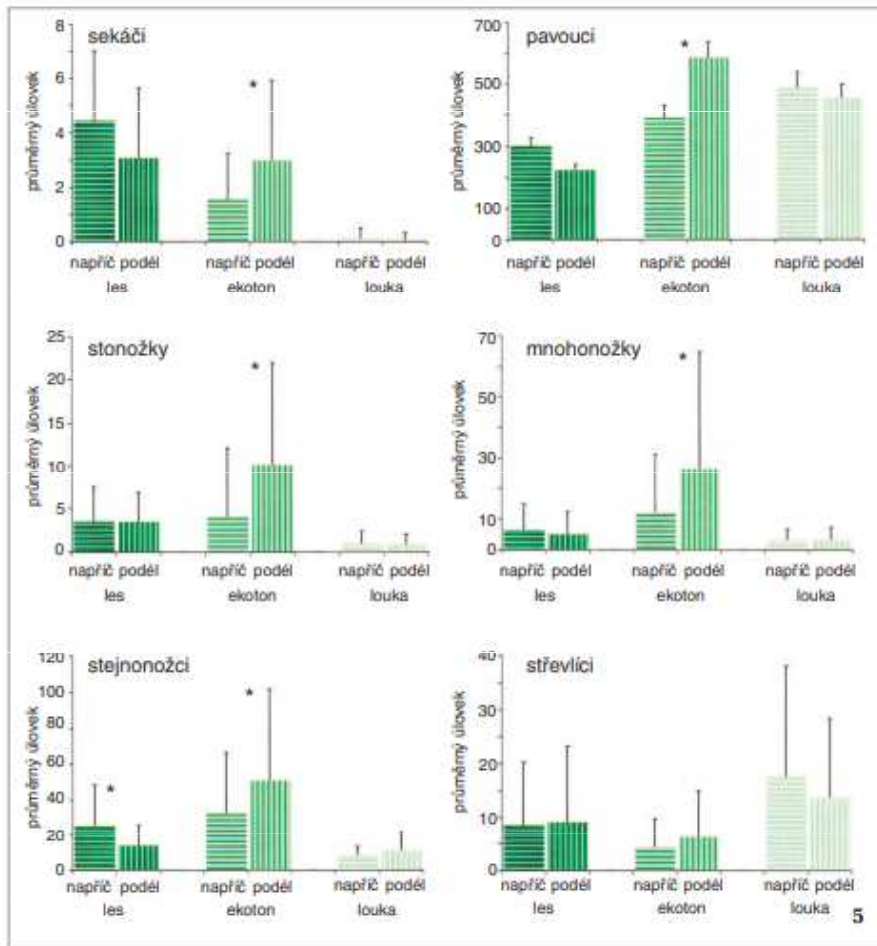
ziva.avcr.cz



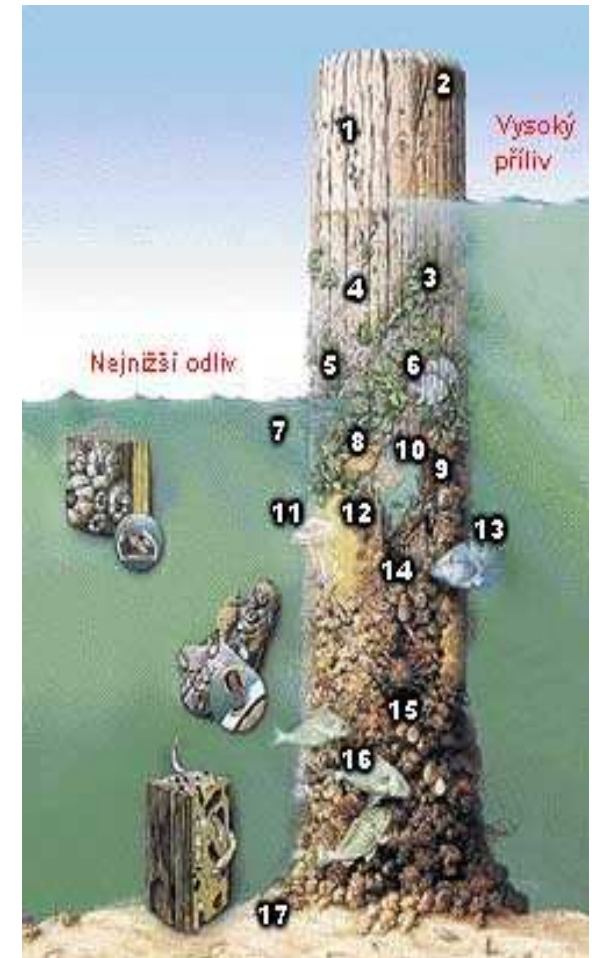
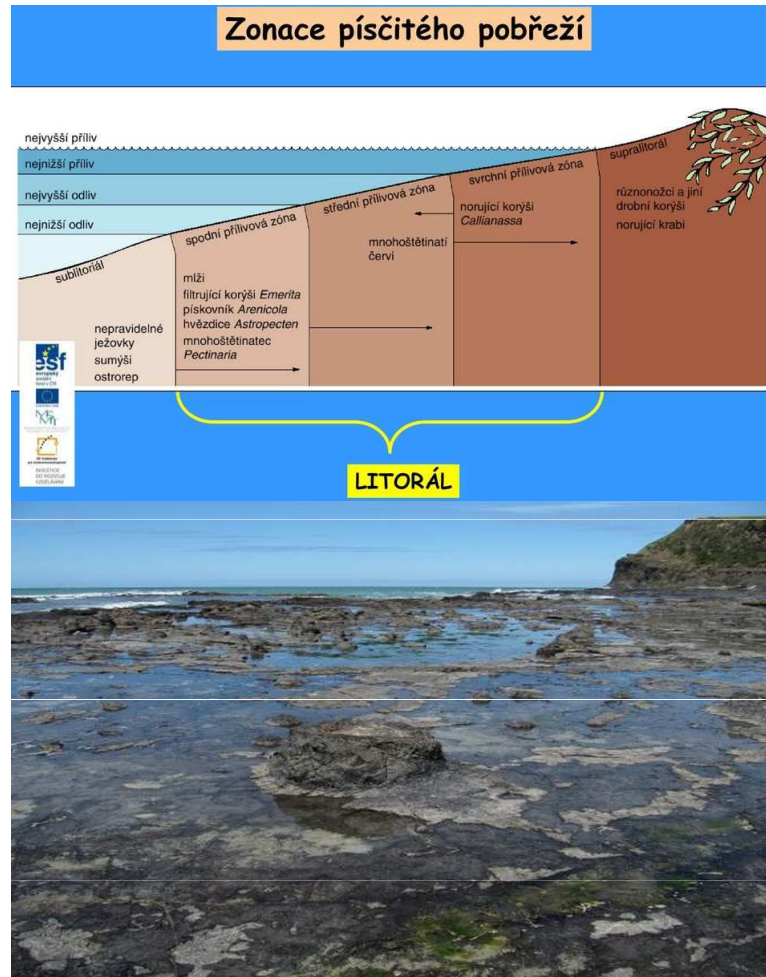
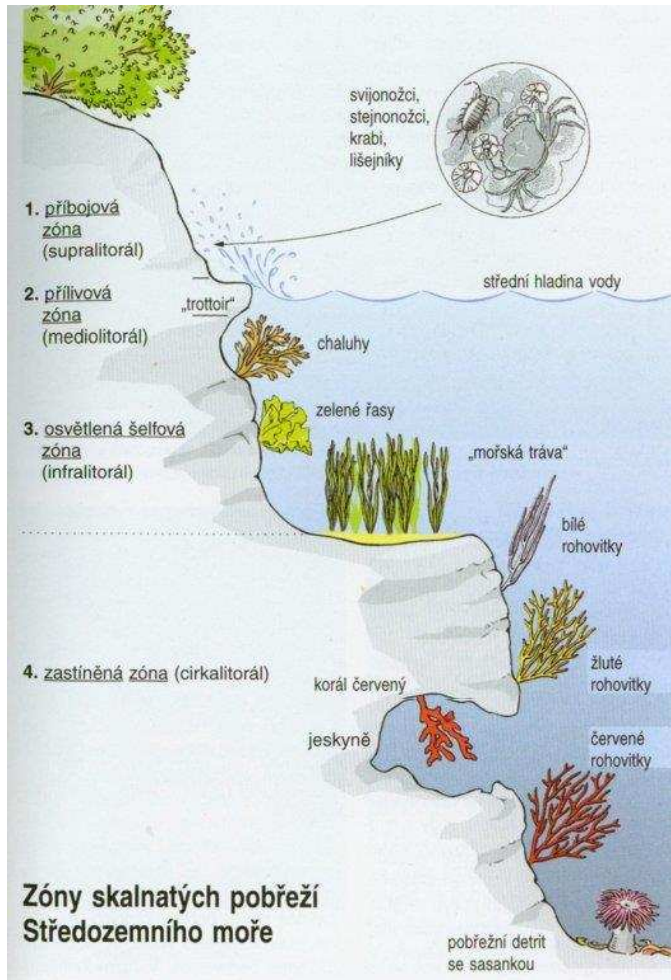
4



# Ekoton – příklad rozhraní les a bezlesí



# Přílivová zóna moře jako ekoton









# Delty řek jako ekoton



Delta řeky Dunaj



Průměrná **salinita mořské** vody je asi 36 ‰ – tj. 36 g/l.  
Smíšená mořskoříční voda s nízkou **salinitou** se označuje jako **brakická voda**.

# Baltské moře – ekoton ?



Stockholmské archipelago



Třeba Baltské moře obsahuje **jen čtyři gramy soli na litr**, nejslanější Rudé moře pak 42 g/l. Nejvyšší podíl soli ze všech větších vodních ploch má moře, které je mořem jen podle názvu - Mrtvé moře - kde je soli 330 gramů na litr.

Sardinka obecná



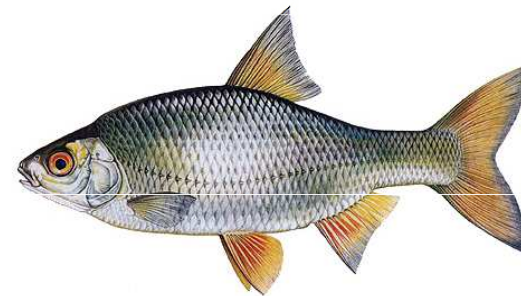
Makrela obecná



Sleď obecný



Plotice obecná



Cejn velký



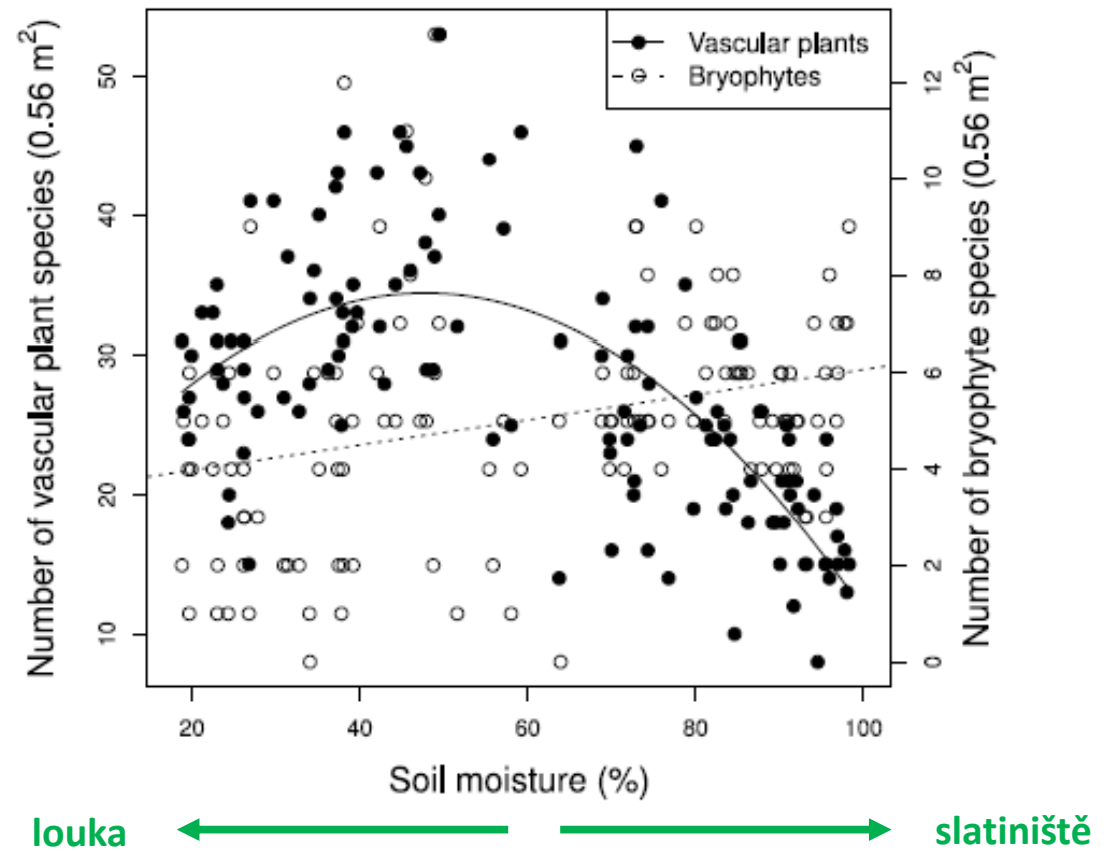
Ouklej obecná



# Ekotony – přechodová společenstva

- Přechodová společenstva mezi cennozami různých typů
- Na styku různých společenstev, často specificky vyhraněné životní podmínky
- Ovlivněny sousedícími společenstvy, mají však i své specifické znaky
- **Ekotonální efekt** – zvýšená druhová diverzita ekotonů - zvyšuje biodiverzitu v krajině
- Dvě úrovně ekotonů:
  - **Konkrétní společenstva** (např. pásmo keřů a bylin mezi společenstvem lesa a louky)
  - **Biomy** (např. přechod mezi tundrou a tajgou)
- Časové hledisko – přechod mezi jednotlivými sukcesními stadii

# Jsou ekotony druhově bohatší, jak tvrdí ekologická teorie?



Hettenbergerová et al. 2013, Preslia



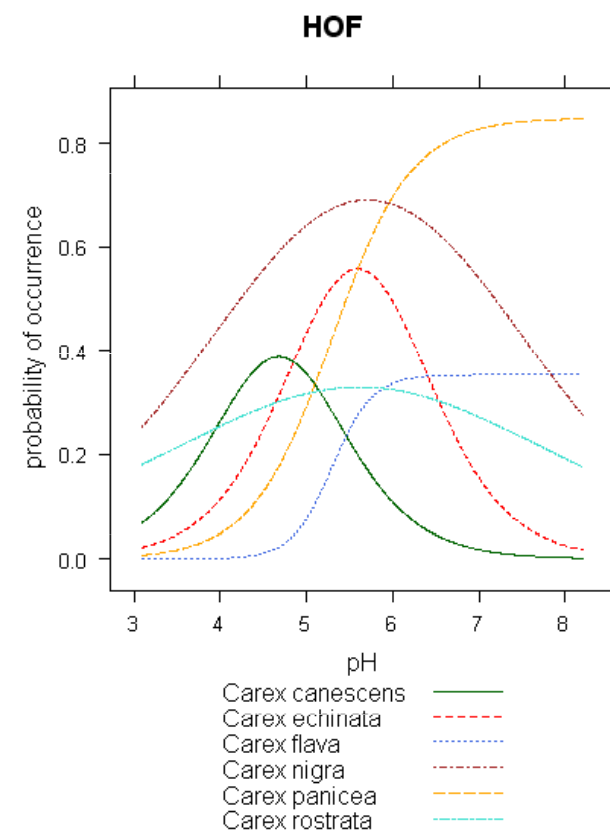
## Gradienty prostředí

Rostlinná společenstva jsou v přírodě rozmístěna podél gradientů prostředí. Co to znamená?

Hlavní gradienty prostředí:

- klima: úhrn teplot a srážek (potenciální evapotranspirace) – např. **biomy**
- půdní vlhkost (*hygrofyty – mezofyty - xerofyty*)
- půdní reakce (*acidofyty– neutrofyty - bazifyty*)
- přístupnost živin (gradient produktivity) ...atd....

Indexy podobnosti, indikační druhy, fidelita ....



← bazifyty

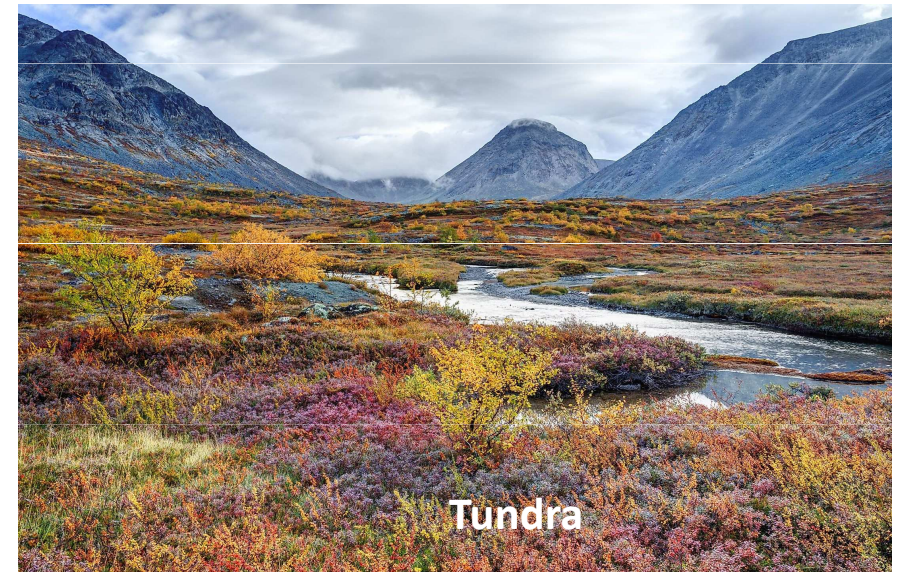
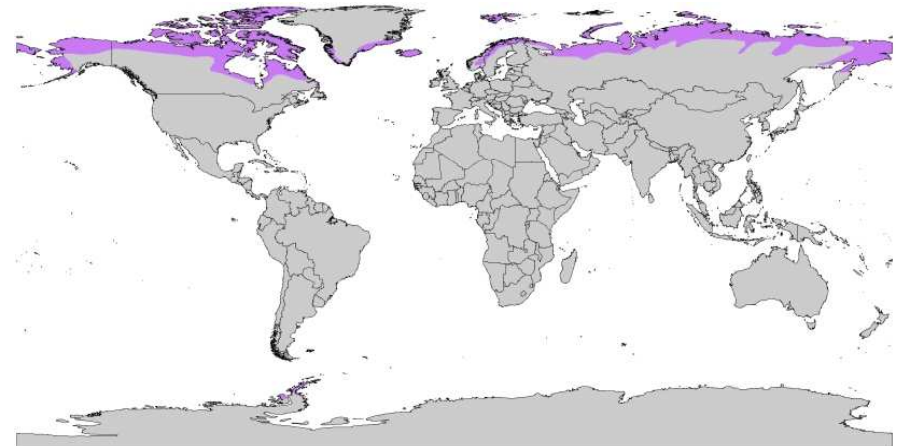
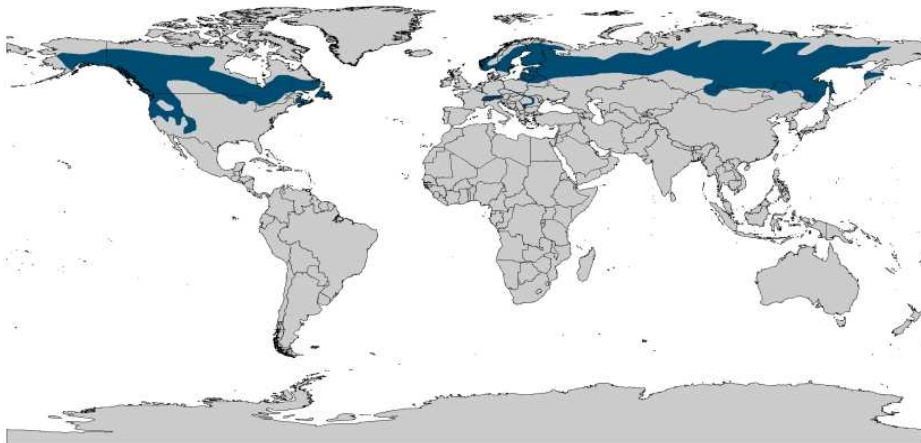
gradient pH a vápníku na rašelištích

acidofyty





# Ekoton – na úrovni Biomů (tajga versus tundra)



# Gradientová analýza

- **Gradientová analýza**

- Slabina – gradient bývá stanovován subjektivně a nemusí to být ten nejdůležitější faktor (může s ním třeba jen korelovat)

- **Ordinace a klasifikace společenstev**

- Snaha vyhnout se subjektivnímu pohledu při popisu společenstev ☐ použití formálních statistických metod
- Získáme údaje o jednotlivých druzích a závislost stanoví statistika, ne badatel



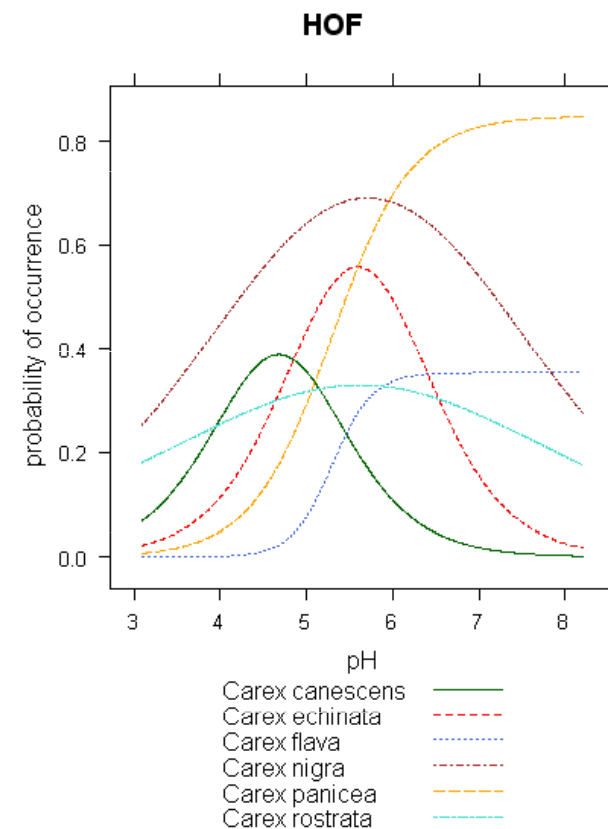
## Gradienty prostředí

Rostlinná společenstva jsou v přírodě rozmístěna podél gradientů prostředí. Co to znamená?

Hlavní gradienty prostředí:

- klima: úhrn teplot a srážek (potenciální evapotranspirace) – např. **biomy**
- půdní vlhkost (*hygrofyty – mezofyty - xerofyty*)
- půdní reakce (*acidofyty– neutrofyty - bazifyty*)
- přístupnost živin (gradient produktivity) ...atd....

Indexy podobnosti, indikační druhy, fidelita ....



← bazifyty

gradient pH a vápníku na rašelištích

acidofyty

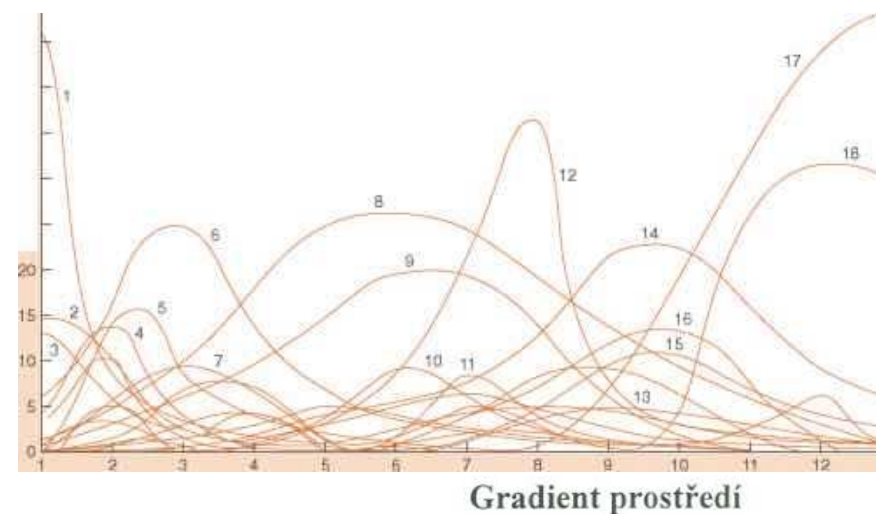
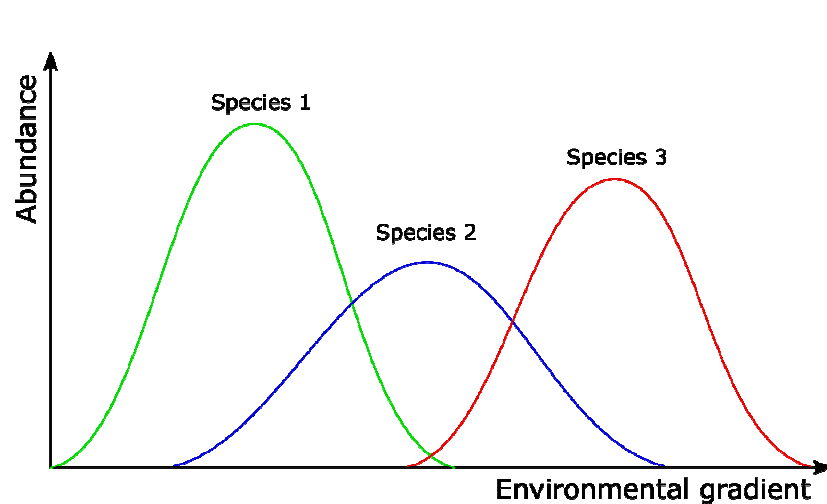




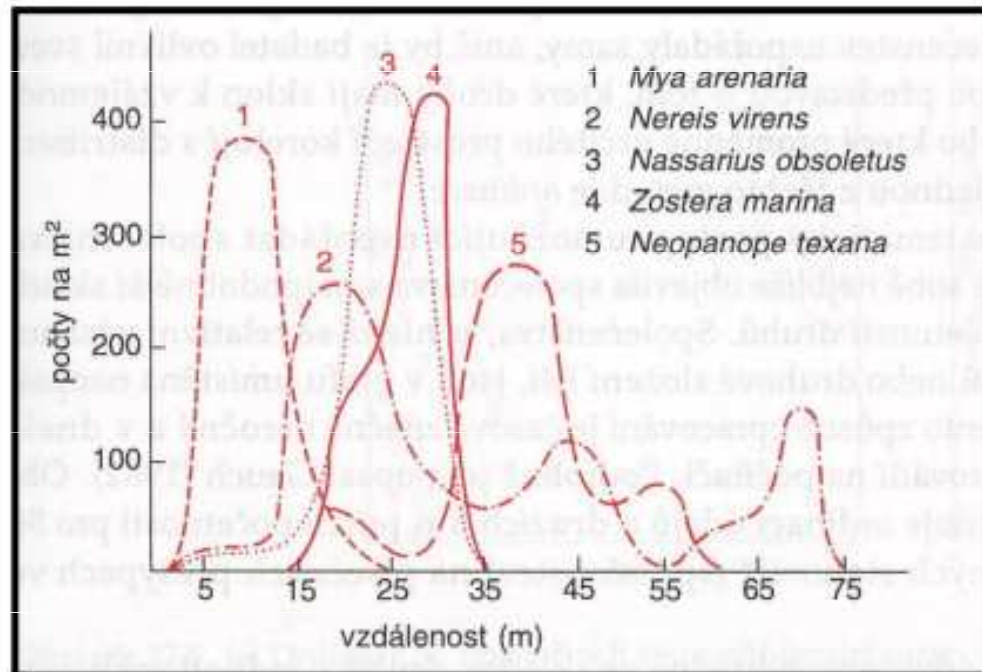
# Gradientová analýza

## Gradientová analýza

Každý druh má svou jedinečnou distribuci determinovanou gradienty environmentálních charakteristik, výsledkem je například rozšíření v určité zeměpisné šířce. Takto vymezený prostor však druh sdílí s celou řadou dalších druhů, přičemž hranice mezi jednotlivými druhy nejsou ostré, ale mění se velmi pozvolna. Totéž platí pro hranice společenstev.



# Gradientová analýza



Gradienty distribuce  
druhů makrofauny podél  
ústřicové lavice v Kanadě  
(Hughes & Thomas,  
1971)

# Gradienty distribuce druhů makrofauny podél ústřicové lavice v Kanadě

*Mya arenaria*



*Nereis virens*



*Nassarius obsoletus*



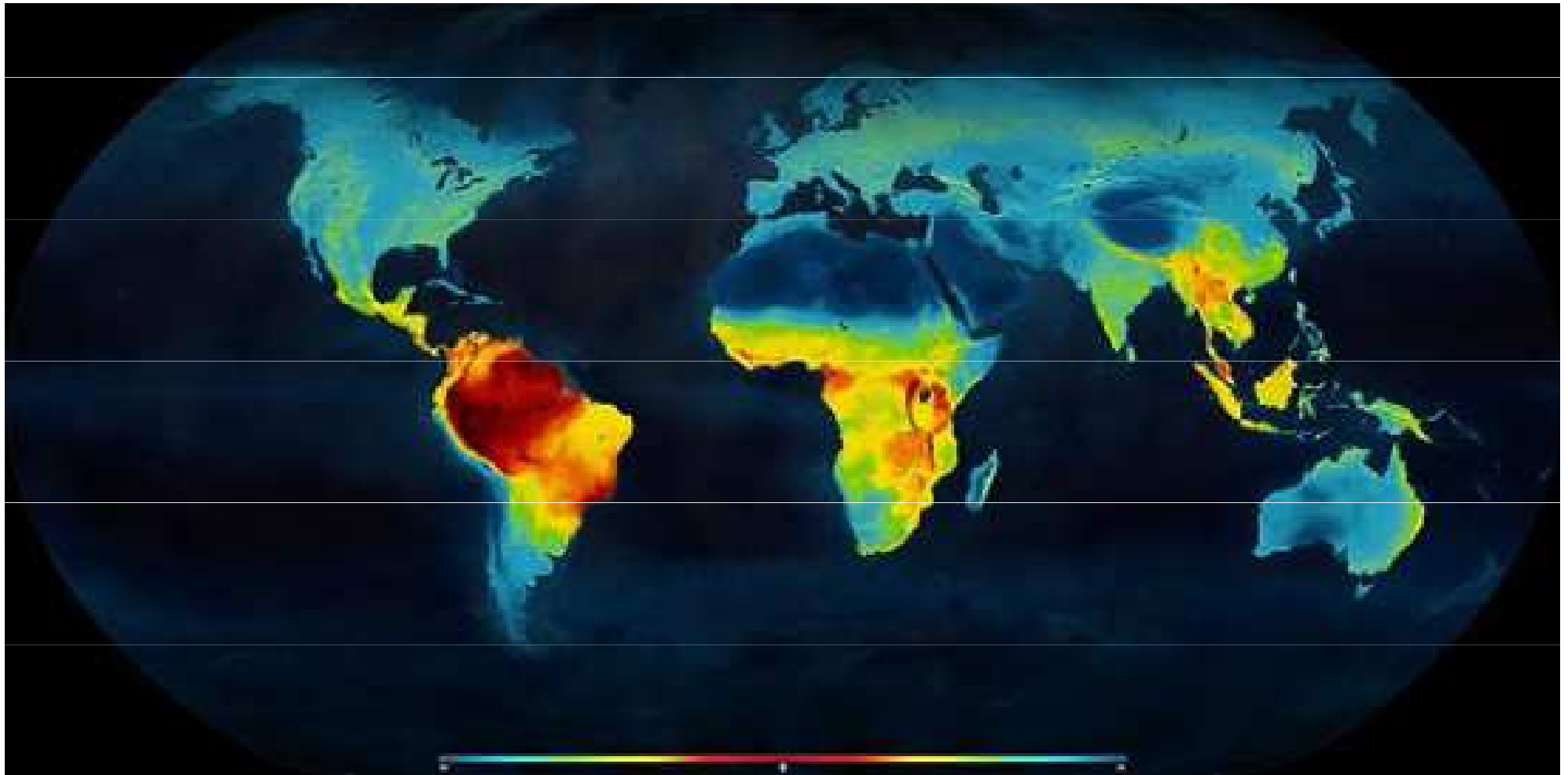
*Zostera marina*

*Neopanope texana*



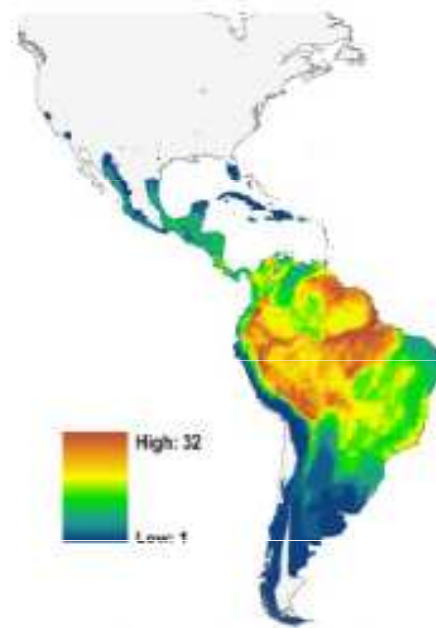
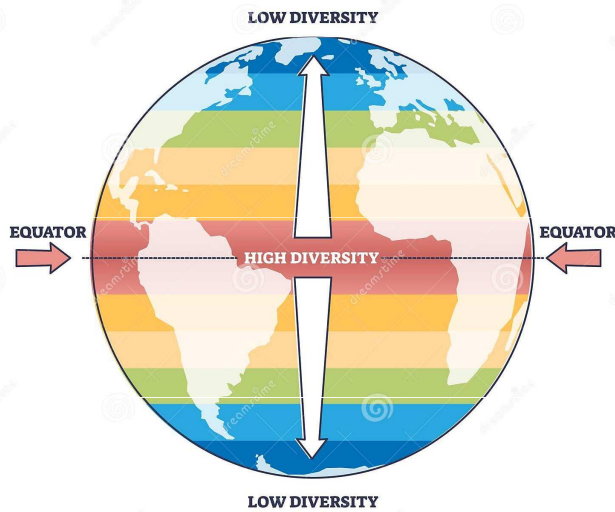


# Longitudiální gradient species richness žijících terestrických obratlovců (Mannion 2014)

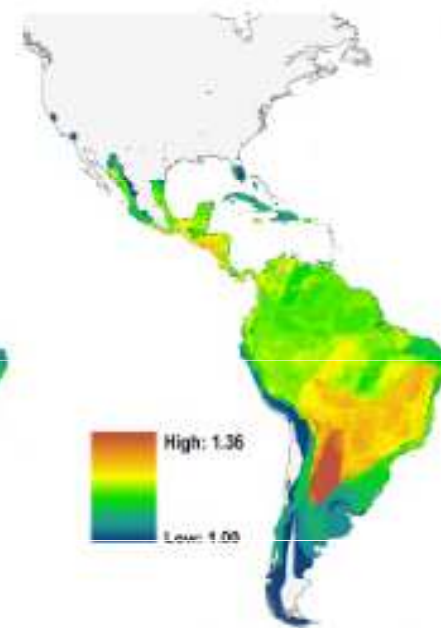


# Co je latitudinální gradient biodiverzity ?

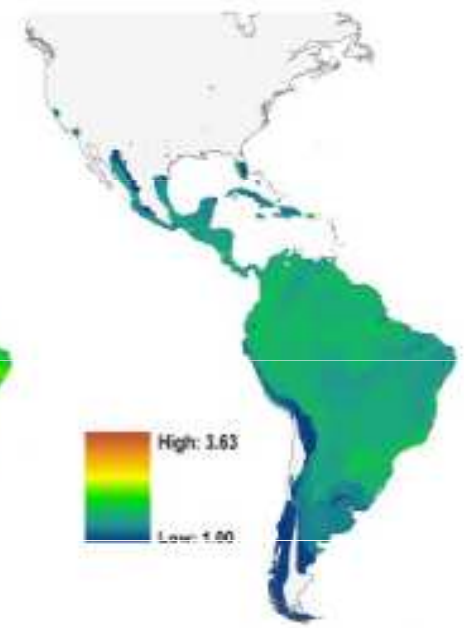
## LATITUDINAL DIVERSITY GRADIENT



Taxonomic Biodiversity

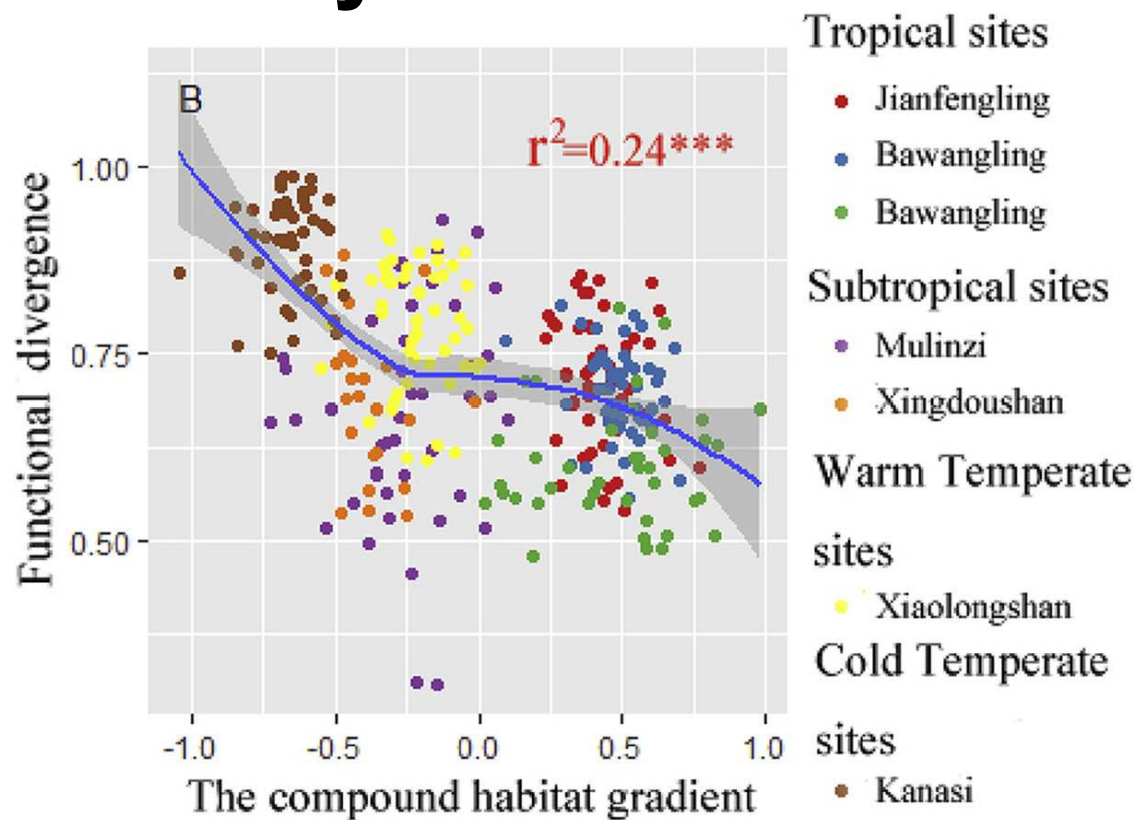
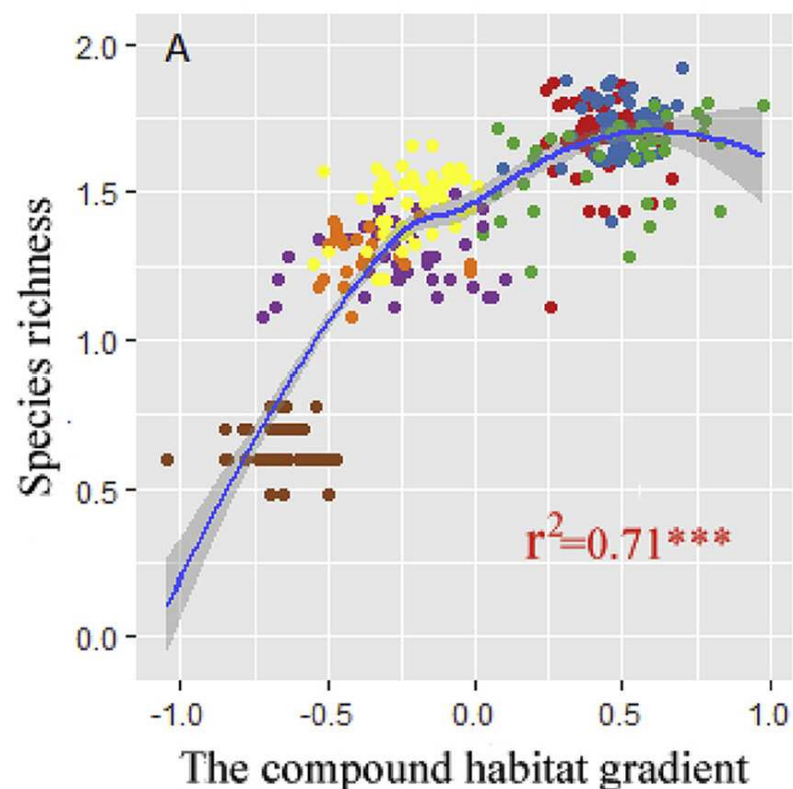


Functional Biodiversity



Phylogenetic Biodiversity

# Charakter změn diverzity lesní vegetace napříč různými klimatickými regiony – habitat gradient analýza





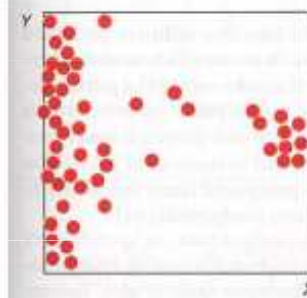
# Ordinace

- Matematický postup, umožňující uspořádat společenstva v grafu tak, aby se sobě nejbližše objevila společenstva s nejpodobnější skladbou i relativní početností druhů
- Osy v grafu korelují různě s různými faktory prostředí
- Potíže - nutné vhodně shromáždit data o prostředí – neopomenout nějaký možná důležitý faktor!
- Vypozorované korelace je však nutné ještě ověřit řízenými pokusy (korelace ještě nemusí znamenat kauzalitu)

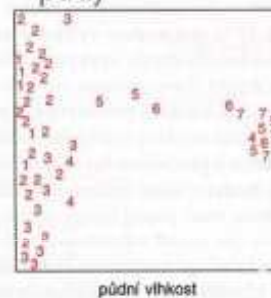
Ordinace údajů o druzích a o jejich početnosti pro 50 vzájemně oddělených společenstev na písčných přesypech ve Walesu (Gauch 1982)

# Ordinace

Ordinace údajů o druzích a o jejich početnosti pro 50 vzájemně oddělených společenstev na pisečných přesypch ve Walesu (Gauch 1982)



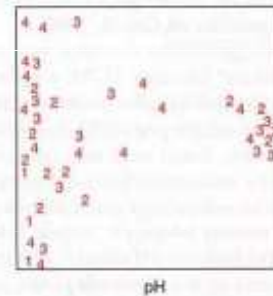
Ordinace, v níž je ke všem stanovištím přiřazena pořadová hodnota vlhkosti půdy



Ordinace, v níž je ke všem stanovištím přiřazena pořadová hodnota rychlosti difuze kyslíku

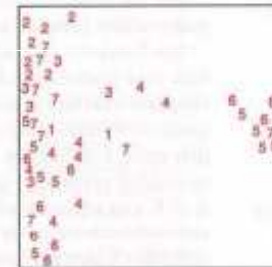


Ordinace, v níž je ke všem stanovištím přiřazena pořadová hodnota pH



pH

Ordinace, v níž je ke všem stanovištím přiřazena pořadová hodnota koncentrace sodíku

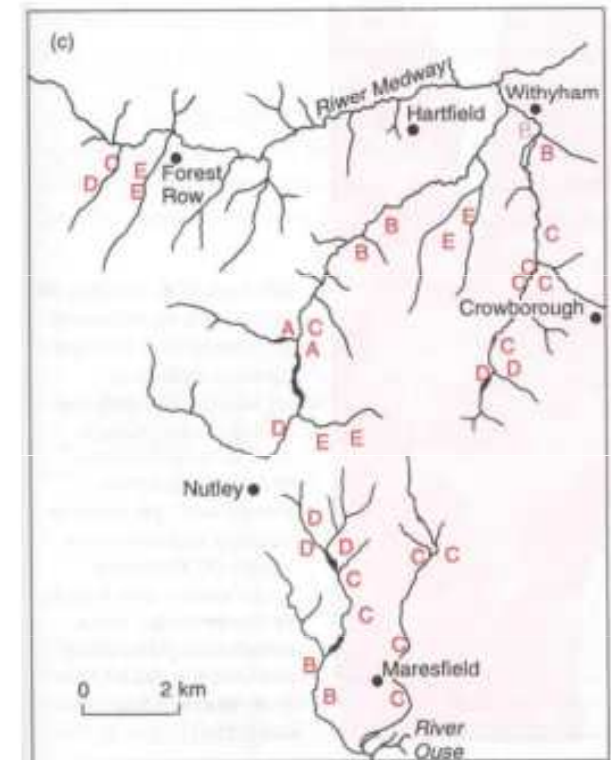
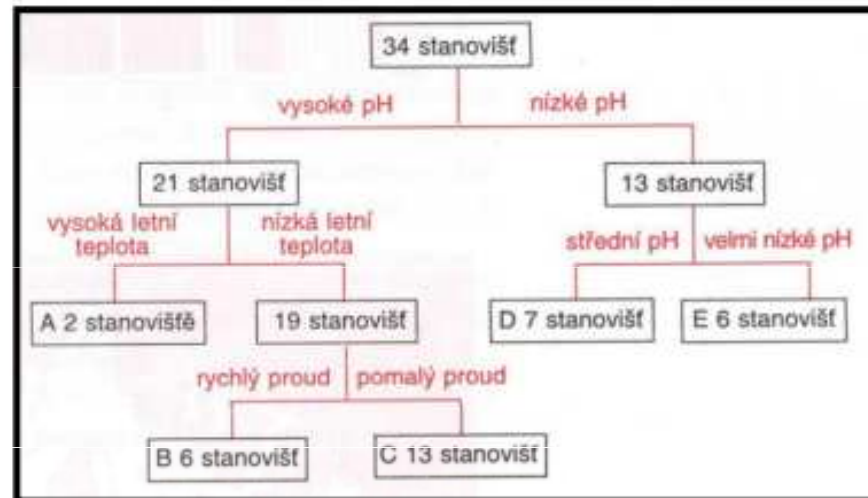
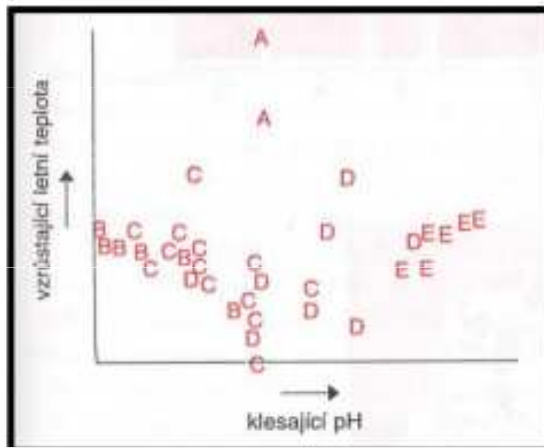


sodík

Pemadasa et al., 1974

# Klasifikace

- Spočívá ve slučování podobných společenstev do skupin
- Analýza 34 společenstev bezobratlých na vodních tocích v jižní Anglii (Townsend et al., 1983)





# Evolve společnosti

- Stejně jako evoluci podléhají druhy, můžeme hovořit i o **evoluci celých společností**, jednotkou selekce je druh (nebo spíše **funkční nika druhu**)
- **Nový způsob** nazírání na společnosti - málo prací
- **Podmínky studia**
  - Velká, resp. izolovaná území (kontinenty)
  - Dlouhá časová kontinuita (100 miliónů let)
- **Fylogenetická analýza**
  - Použití kladistických metod používaných pro rekonstrukci speciace druhů pro rekonstrukci vývoje druhové diverzity a struktury společností
  - Cílem je oddělit současně působící vlivy (např. predace, kompetice) formující společnosti od vlivů působících v minulosti
- **Konvergence a divergence** společností
- **Biomy** - projev konvergence

# Komplexita a stabilita společenstva

**Stabilita** = zahrnuje dva pojmy = **resilience** a **resistence**

**Resilience** = schopnost společenstva vrátit se do původního stavu (např. po předchozím narušení společenstva)

**Resistence** = schopnost společenstva odolávat narušování vedoucí ke změnám ve společenstvu.

**Guild** = druhy lze kategorizovat do tzv. guildů, což jsou skupiny, což jsou skupiny druhů obsazujících podobnou niku. Tento pojem - ekologický guild - odvozuje svou existenci od stejného zdroje. Tam, kde je silná mezidruhová kompetice je pravděpodobně mezi členy téhož guildu.

**Komplexita společenstva** = je funkcí počtu vzájemných vztahů mezi elementy společenstva. Komplexita stoupá se zvyšujícím se počtem druhů ve společenstvu. Tyto interakce mohou být **horizontální** mající tedy povahu kompetice mezi druhy téhož trofického stupně nebo **vertikální**. Zde patří především vztahy jako: rostlina- herbivor, dravec- kořist, parazit-hostitel apod. – tedy vztahy zahrnující druhy různých trofických úrovní.

## Jak souvisí komplexita společenstva s jeho stabilitou ?

Obecně jsou komplexní společenstva považována za stabilnější. Změna na úrovni jedné populace je kompenzována mnohočetnými interakcemi mezi druhy a nevyvolá změnu společenstva jako celku.

Příklad: hmyz v tropickém pralese *versus* v monokultuře

- Stabilita biomasy je obvykle největší u komplexnějších společenstev.
- Tok energie společenstvem má rovněž vliv na míru jeho resilience. (např. tundra má nejmenší „obrat“ energie a tudíž i nejmenší resilienci)
- Trofická komplexita se zvyšuje s počtem trofických stupňů společenstva a délkou potravinového řetězce.
- Míra resilience společenstva jako celku je dána mírou nejméně resilientního druhu.

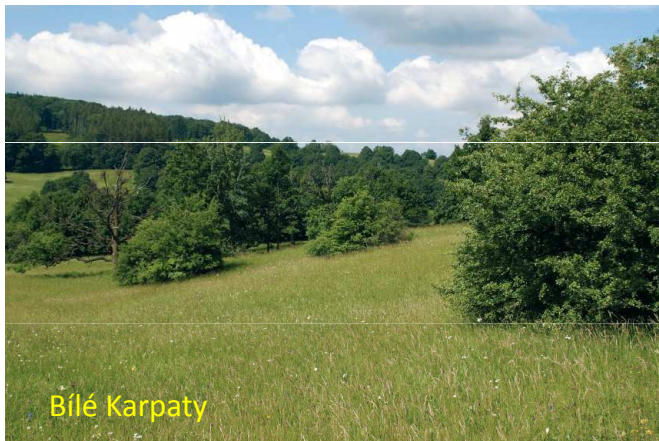
**Biodiversity hotspots** – místa nebo regiony s velkou koncentrací druhů

### Biodiversity Hotspots of the World



**Na velké prostorové škále (kilometry čtvereční):**

- tropické deštné lesy (zejména indomalajské)
- mediteránní oblasti
- vysoké a rozsáhlé hory
- některé savany (cerrado, Kuba)

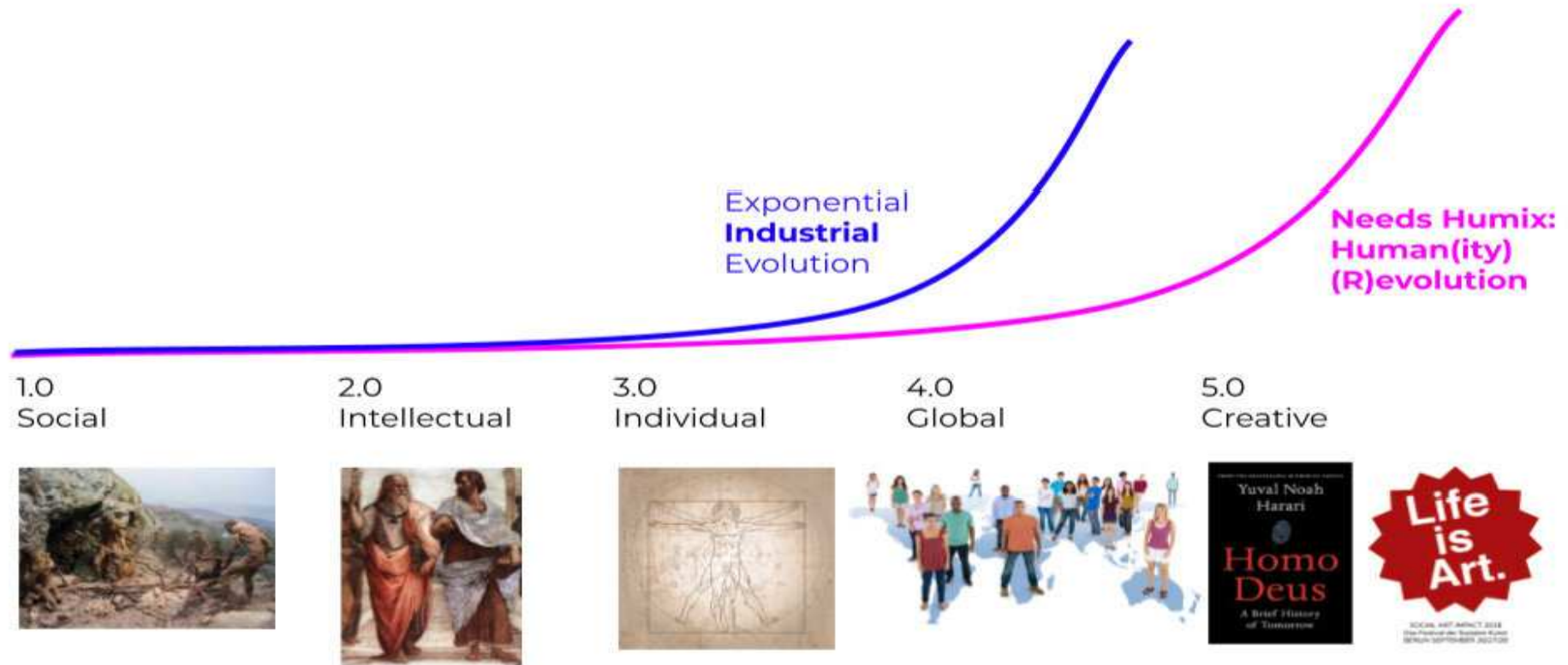


**Na malé prostorové škále (metry čtvereční):**

- trávníky v lesostepní zóně (Bílé Karpaty, Transylvánie, Halič)
- některé horské pastviny (lamí pastviny v Andách)
- světlé lesostepní lesy na jižní Sibiři



# Evolve společenstev !



Děkuji za pozornost !

