

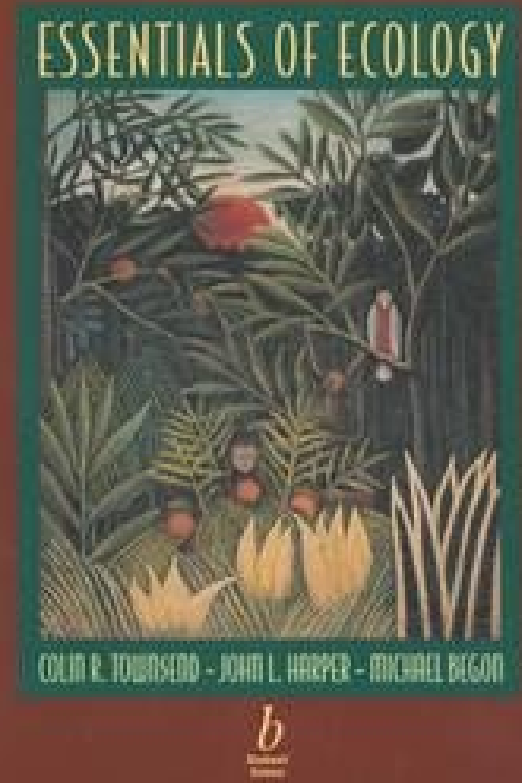
Biodiverzita

- informovat o **hlavních typech diverzity**,
- seznámit se základními informacemi o **metodách výzkumu biodiverzity a obecných rysech**,
- zabývat se kontextem a vybranými **konsekventními aspekty**.



Biodiverzita

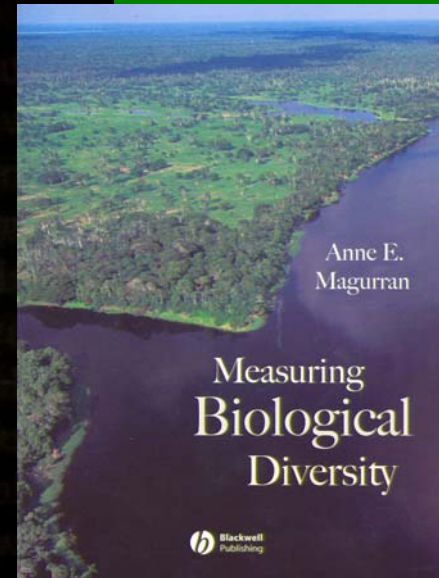
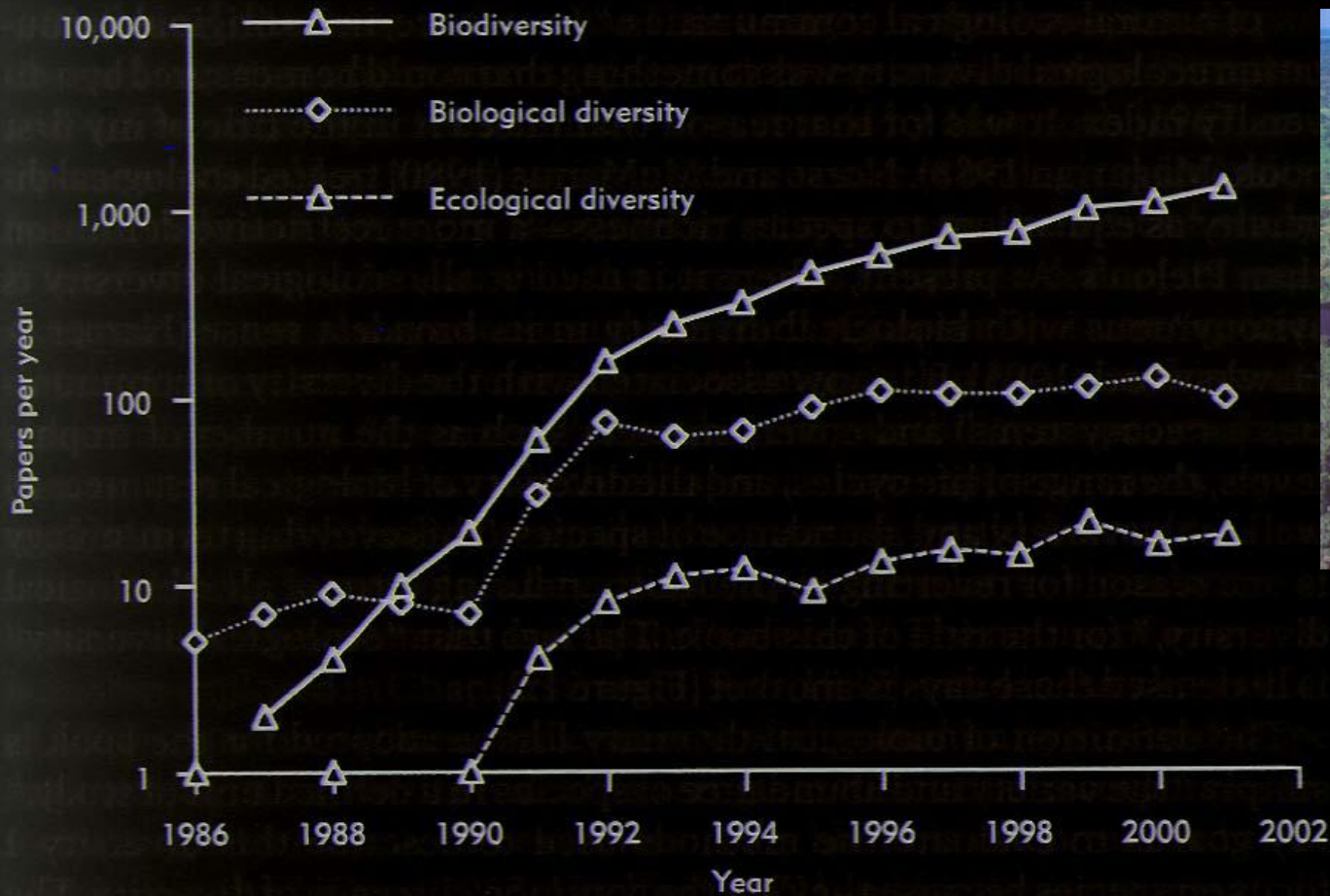
„Recognizing and conserving the world's biological resources are becoming increasingly important. To conserve biodiversity we must understand why species richness varies widely across the face of the Earth. Why do some communities contain more species than others? Are there patterns or gradients in this biodiversity? If so, what are the reasons for these patterns?“



Townsend (2005): Essentials in Ecology

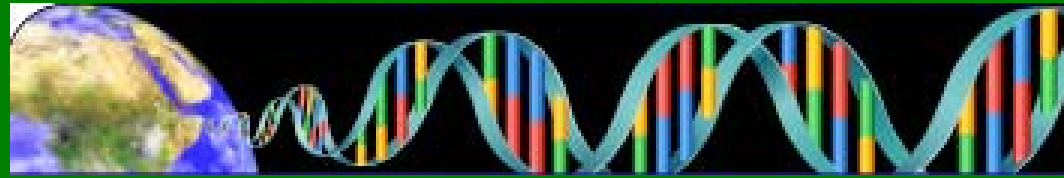
Jaké druhy (a kolik?) organismů žijí v daném časoprostoru? Proč „někde“ více druhů? Existují základní rysy - gradienty, obecné zákonitosti (prostorové, časové)?

Biodiverzita



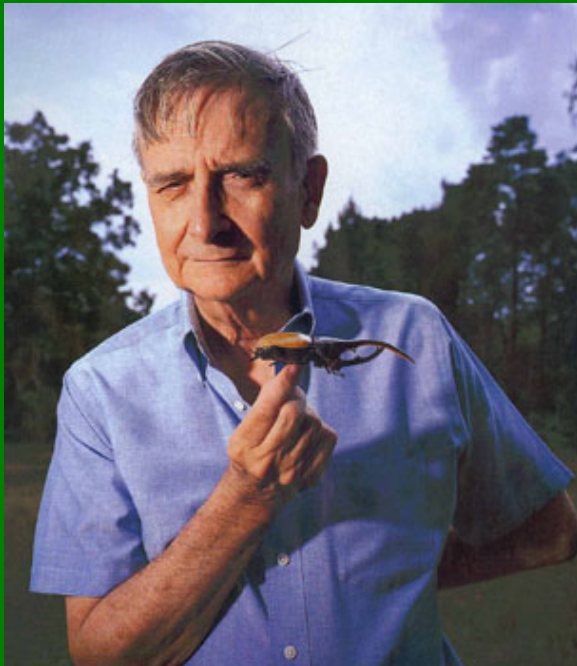
The number of papers per annum (between 1986 and 2001) that mention "biodiversity," "biological diversity," or "ecological diversity" in their titles, abstracts, or keywords. Note log scale on y axis. [Data from Web of Science (<http://wos.mimas.ac.uk/>).]

Biodiverzita

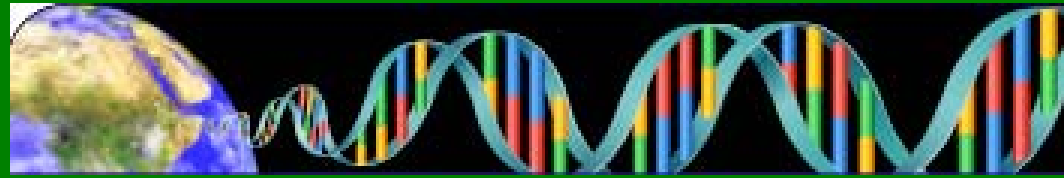


Edward O. Wilson: „Rozmanitost života“.

Rozmanitost na všech biologických úrovních od genetických variant patřících ke stejnému druhu přes skupiny druhů až po vyšší taxonomické skupiny, zahrnuje rozmanitost ekosystémů, která v sobě obsahuje společenstva organismů v určitém prostředí i fyzikální podmínky ve kterých žijí (geny, organismy - v rámci pohlaví, druhy, typy prostředí ap.)



Biodiverzita



World Wildlife Fund (Světový fond pro ochranu přírody) : biodiverzita je bohatství života na Zemi, milióny rostlin, živočichů a mikroorganismů, včetně genů, které obsahují, a složité ekosystémy, které vytvářejí

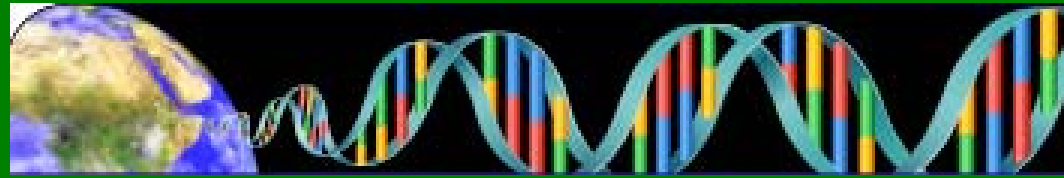
V ekologické praxi preferována druhová diverzita

Diverzita vyjádřením bohatosti, vzácnosti, běžnosti.

Seznam druhů - neodpovídá plnohodnotně na otázku pestrosti společenstva.



Biodiverzita



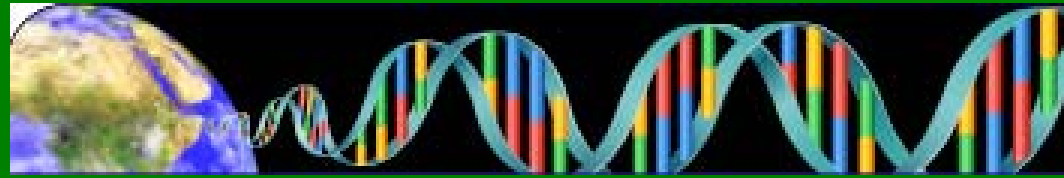
V ekologické praxi preferována druhová diverzita

Směšováno:
biodiverzita

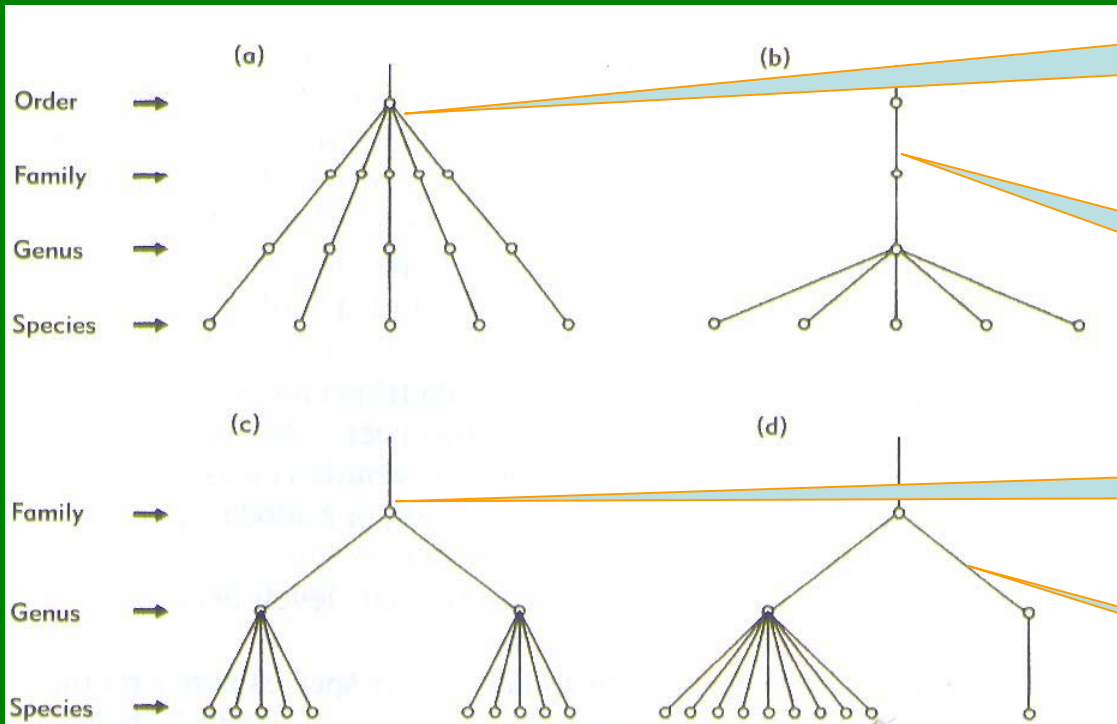
materna.

- taxonomic diversity = vyšší taxony
- functional diversity = hodnotí bohatost funkčních charakteristik, tzn. trofických řetězců, klíčových druhů, gild ap.

Biodiverzita



• **taxonomic diversity** = vyšší taxony (plocha s 5 druhy hmyzu různých řádů vs. plocha s 5 druhy brouků téhož rodu)



Nejvyšší taxon.
diversita 3,0

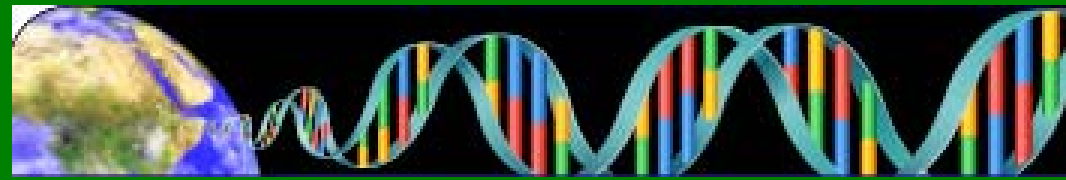
Nejnižší taxon.
diversita 1,0

1,56

1,2

Figure 4.6 Taxonomic distinctness (Δ^+) is based on the average pairwise path lengths between species in an assemblage (see text for details). In this example (based on presence/absence data and ignoring species abundances) Δ^+ values are: (a) 3.0; (b) 1.0; (c) 1.56; and (d) 1.2. The four hypothetical assemblages are therefore ranked in an intuitive way. In other words, the greater the distribution of species amongst higher taxa, the greater the value of the index. (Redrawn with permission from Clarke & Warwick 1998.)

Biodiverzita



• functional diversity = hodnotí bohatost funkčních charakteristik, tzn. trofických řetězců, klíčových druhů, gild...

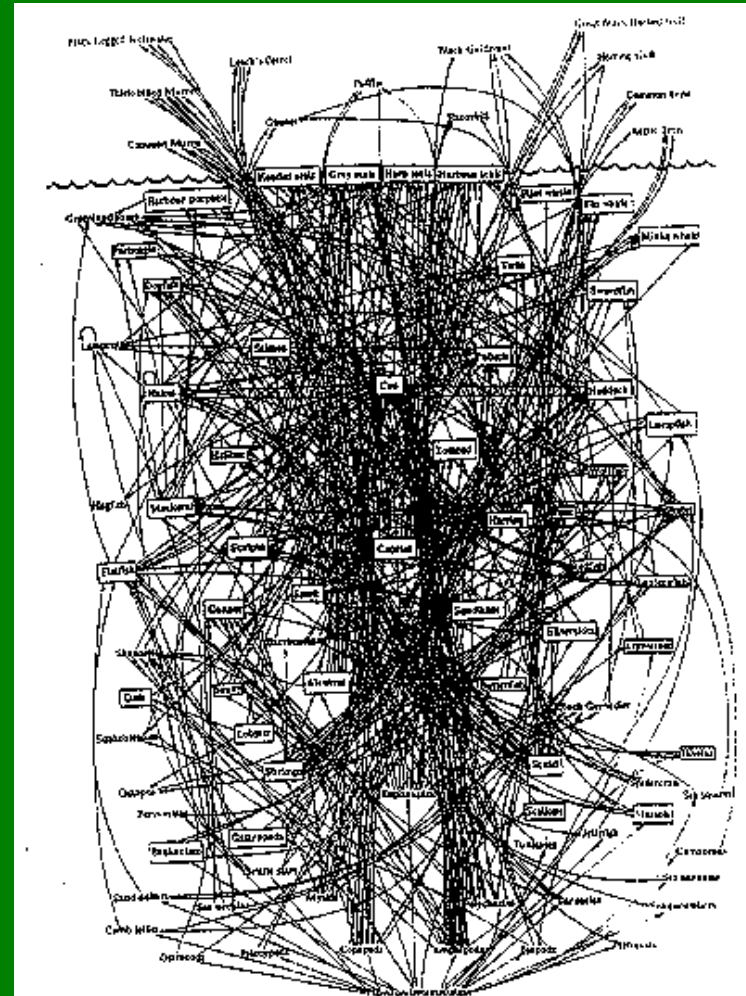
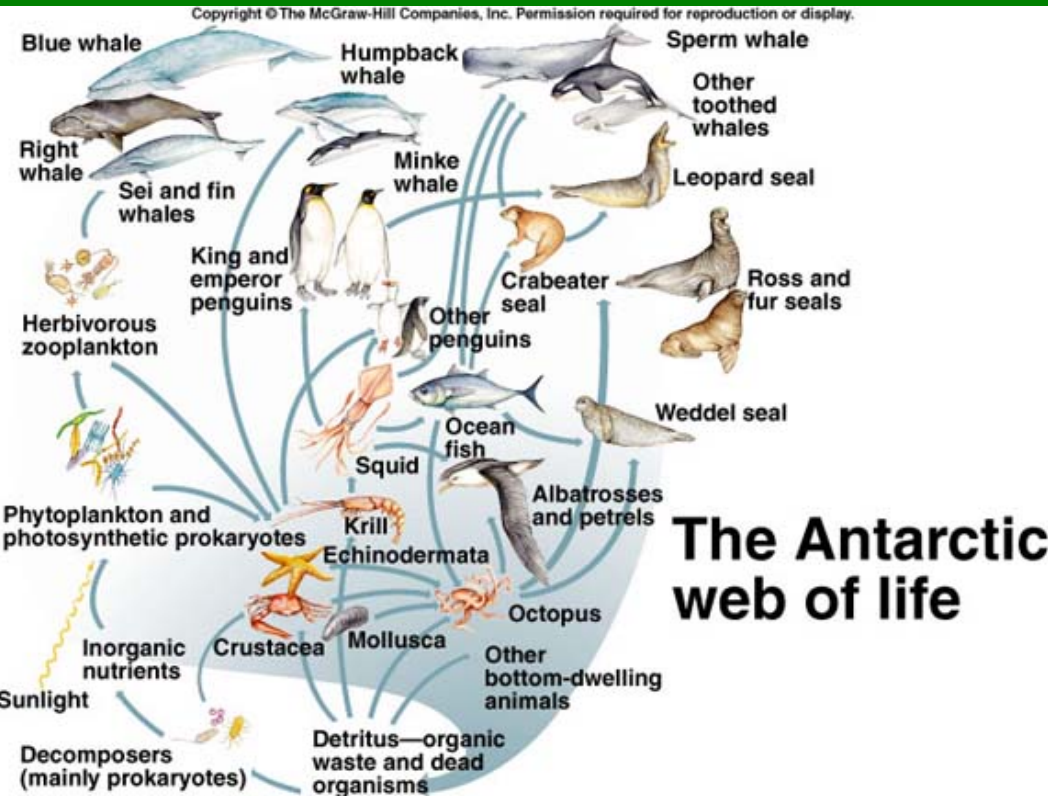
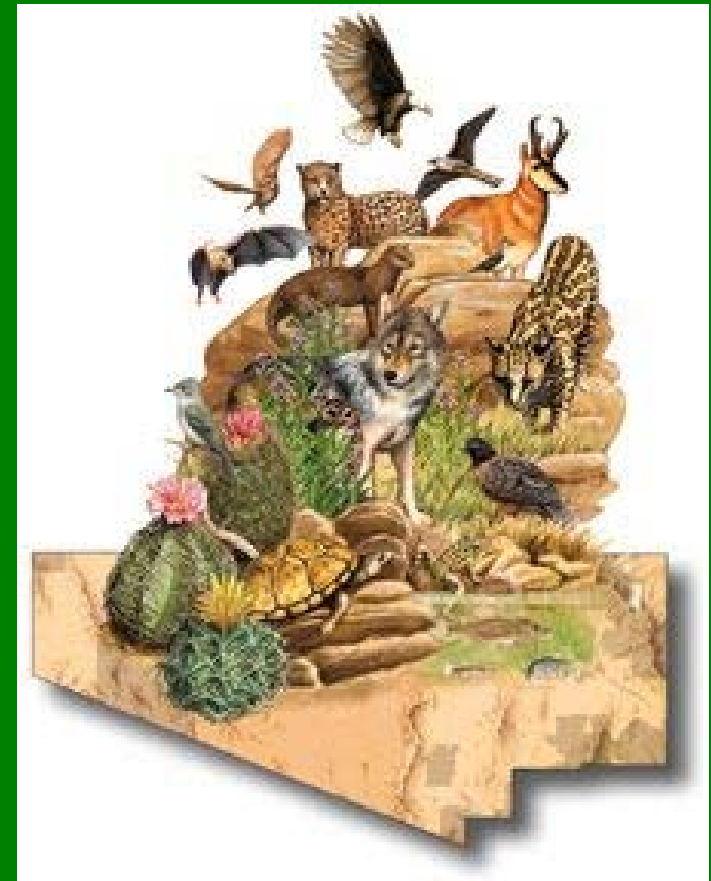


Figure 18.4. Another food web for the northwest Atlantic (reprinted with permission from Lavigne (1992)).

Společenstva

Společenstvo (community), biocenóza: soubor populací různých druhů, které se společně vyskytují v prostoru a čase.

Historickým vývojem vzniklý, heterotypický soubor mikroorganismů, hub, rostlin a živočichů vzájemně provázaných a rozmnožujících se v určitém abiotickém prostoru (**biotopu**), který obývají.



Společenstva

...soubor mikroorganismů, hub, rostlin a živočichů...

mimořádně náročné
(týmy taxonomů, přístrojové zabezpečení,
finanční zázemí...)

zkoumána s určitým omezením, převážně geografickým a taxonomickým

- taxocenóza (assemblage)
- cech = gilda (guild): skupina druhů využívající podobné zdroje podobným způsobem



Společenstva

Biogeografie

Zdroje

společenstvo

lokální
gilda

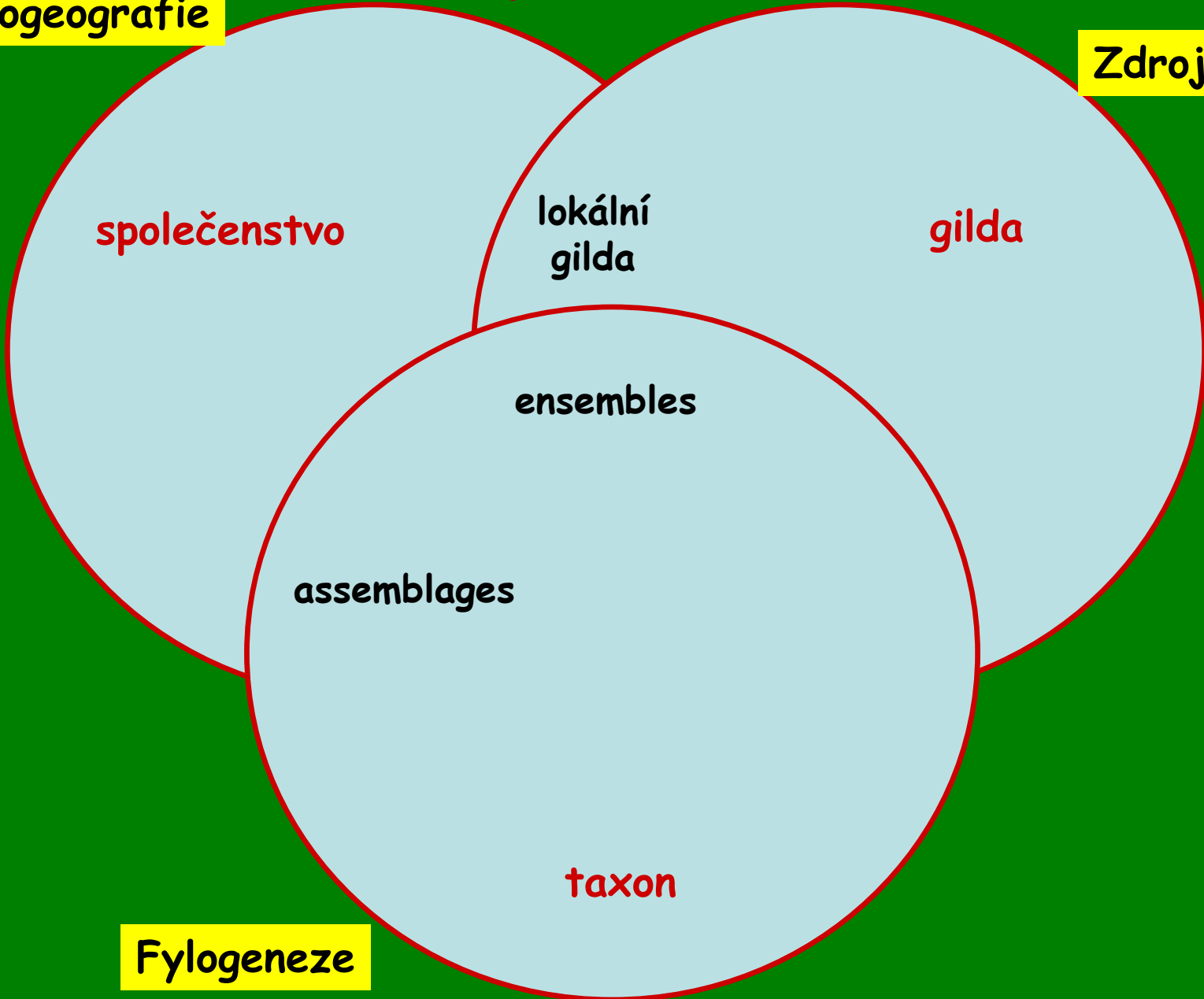
gilda

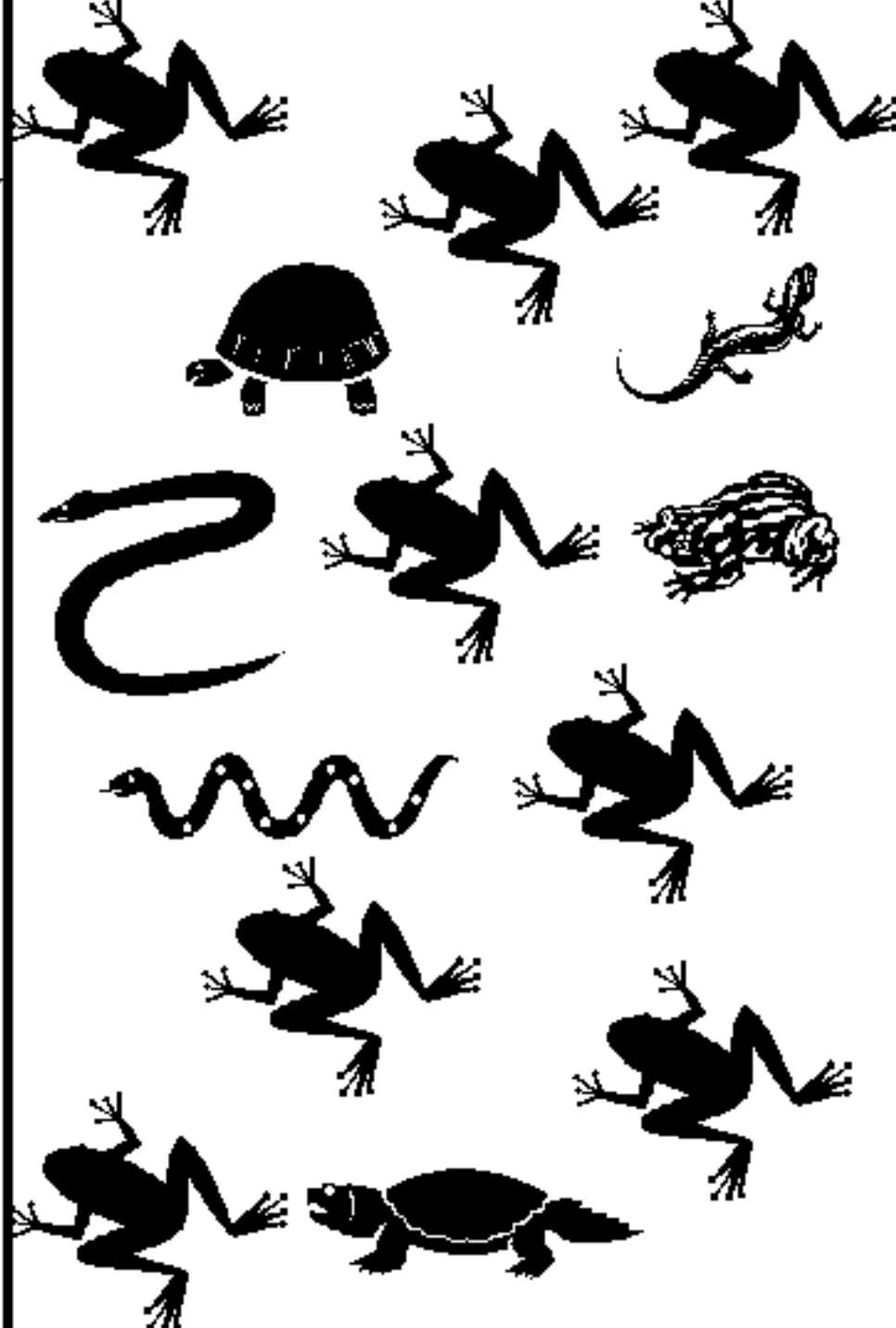
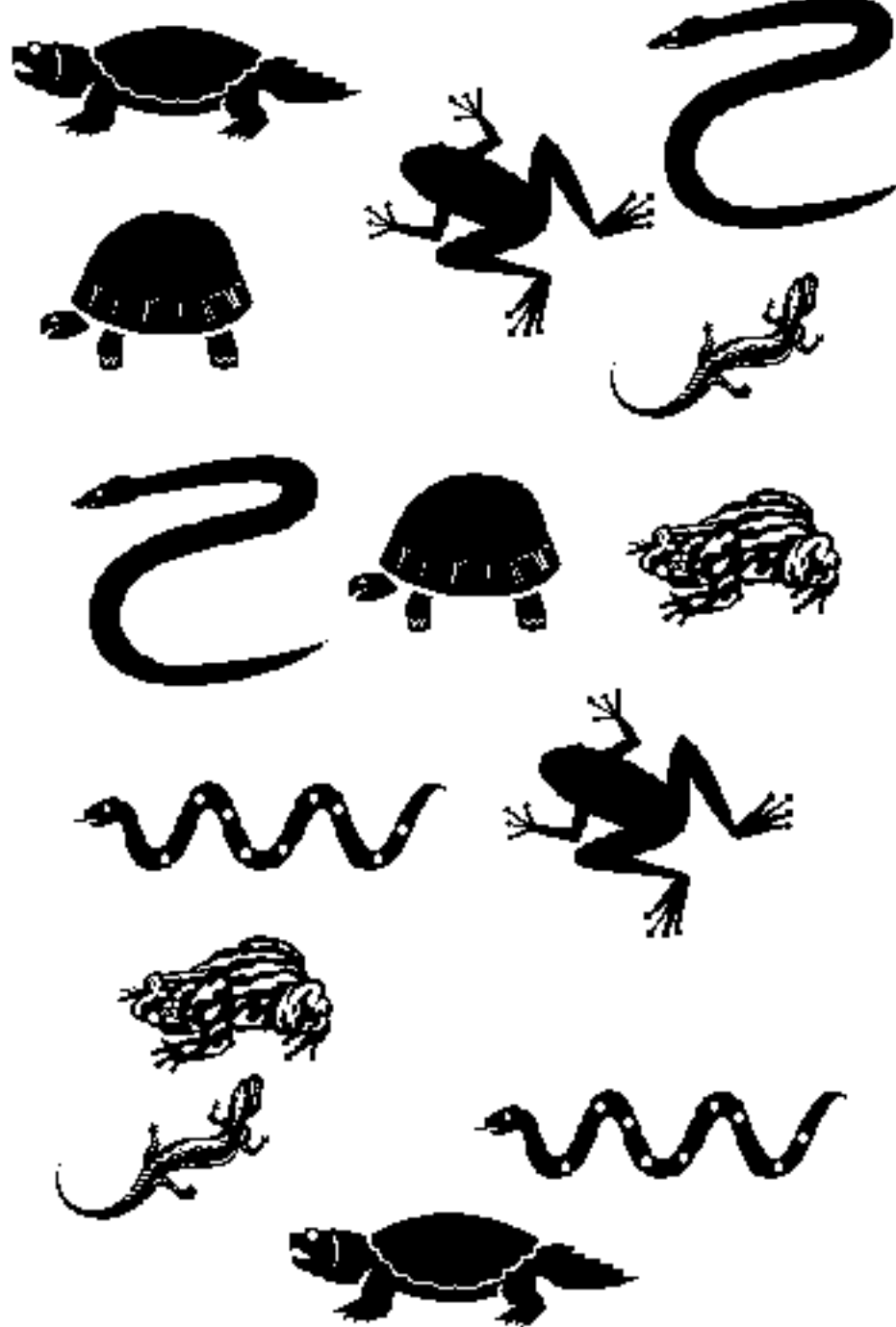
ensembles

assemblages

taxon

Fylogeneze

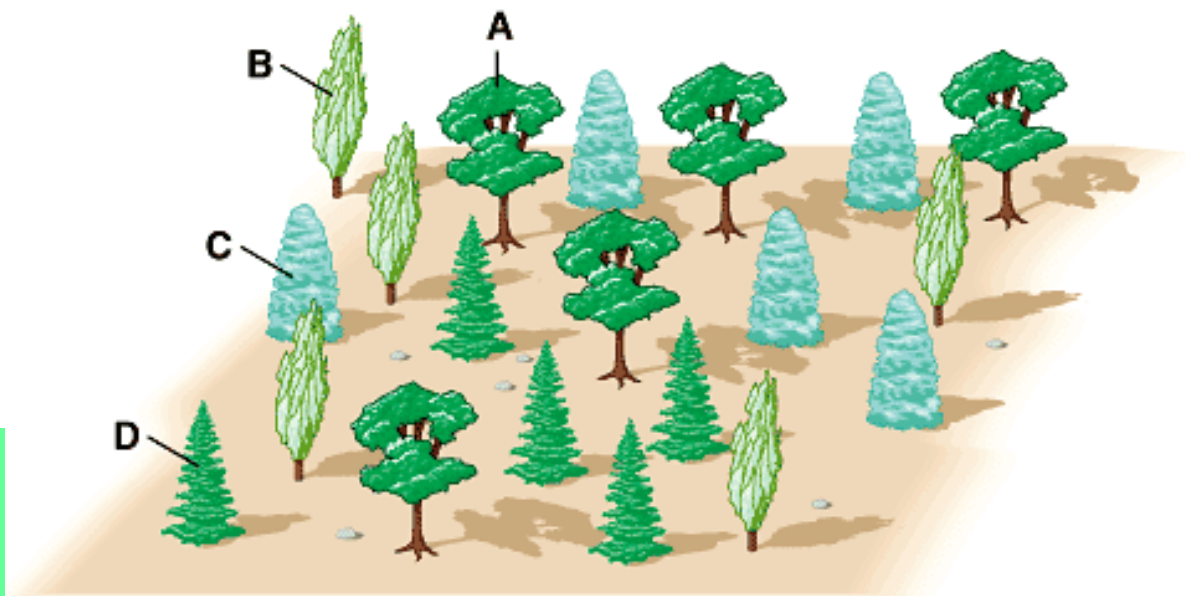




Druhová diverzita (biodiverzita)

•druhová pestrost: počet druhů ve sledovaném společenstvu

•vyrovnanost (ekvitabilita) společenstva: poměrné rozdělení jedinců do druhů



Community 1

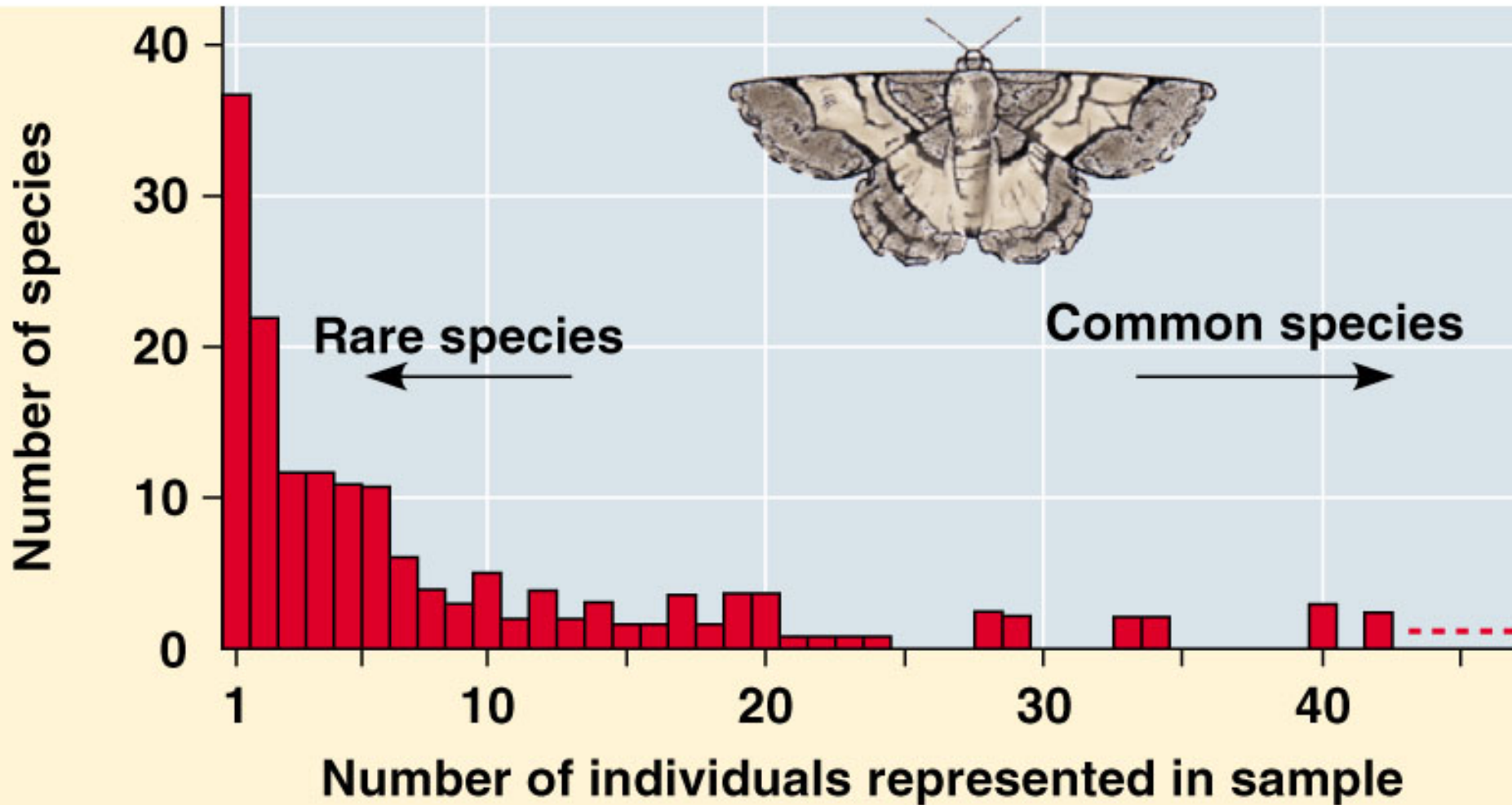
A: 25% B: 25% C: 25% D: 25%



Community 2

A: 80% B: 5% C: 5% D: 10%

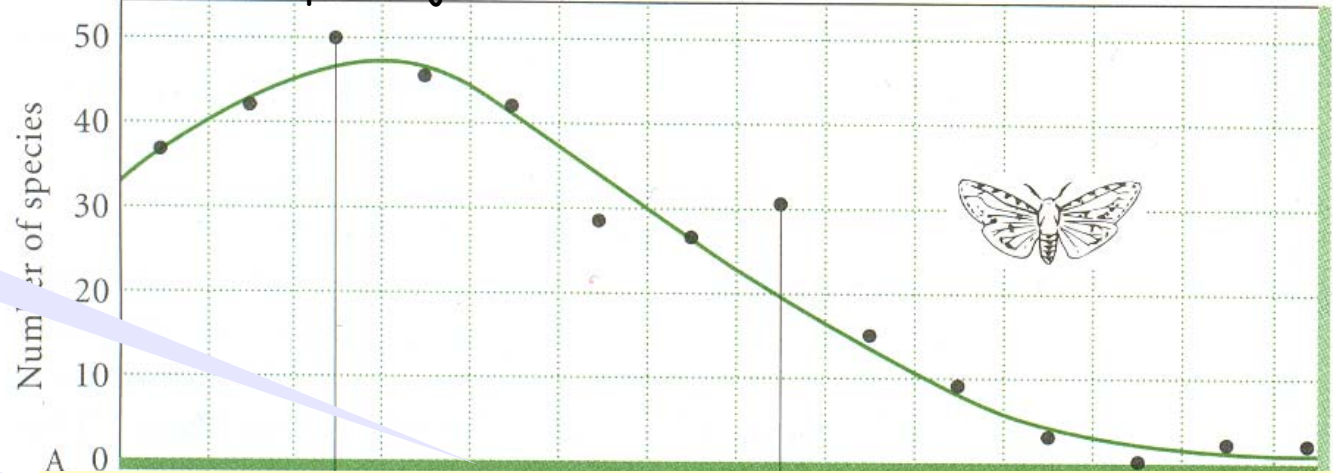
Druhová diverzita (biodiverzita)



Druhová diverzita: Prestnova křivka

- počet druhů ve sledovaném společenstvu
- vyrovnanost (ekvitabilita) společenstva

počet druhů s odpovídající abundancí



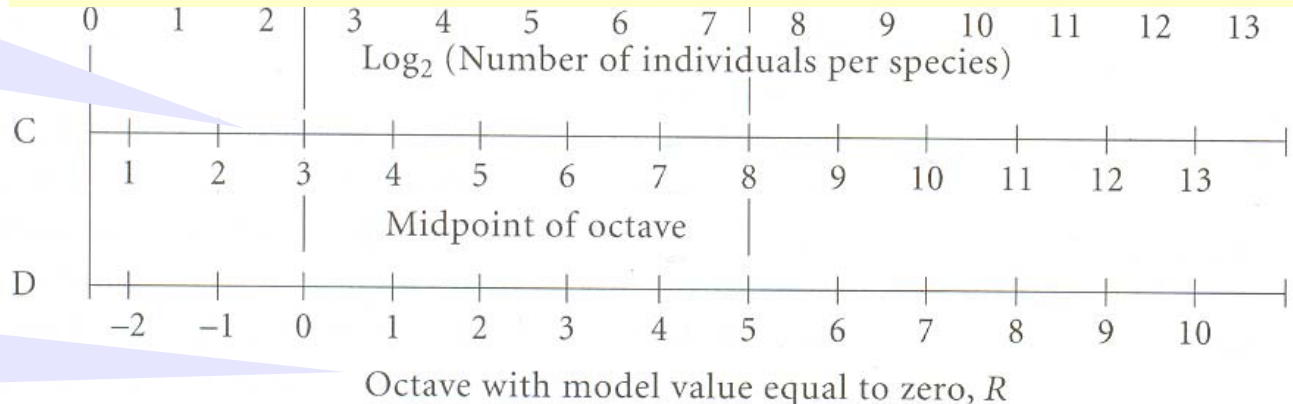
A - počet jedinců jednotlivých druhů

B - \log_2 tohoto počtu

C - číslo oktávy vyjádřené jako střední hodnota mezi horní a dolní hranicí oktávy

D - viz C, ale posunuté (standardizované) měřítko oktáv

Asi 50 druhů má abundanci 4-8 jedinců, 26 druhů má abundanci 64-128 jedinců a jen několik druhů je s abundancí vyšší než 1000 jedinců



Biodiverzita: typy

- a) **lokální** - v rámci jednoho typu prostředí
- b) **krajiny** - souboru prostředí, tvořícího krajinu
- c) **regionální** - velké geografické oblasti, svou velikostí srovnatelné s velikostí areálů rozšíření jedn. druhů
- d) **globální**, tj. na úrovni celoplanetární.

(není ostrý přechod)

alfa-diverzita - lokální diverzita, diverzita jednoho stanoviště

beta-diverzita - krajinná diverzita (je dána různými typy prostředí), diverzita jednotlivých stanovišť

gama-diverzita - regionální diverzita

Lokální biodiverzita

Obecné principy:

vnitřní parametry společenstev

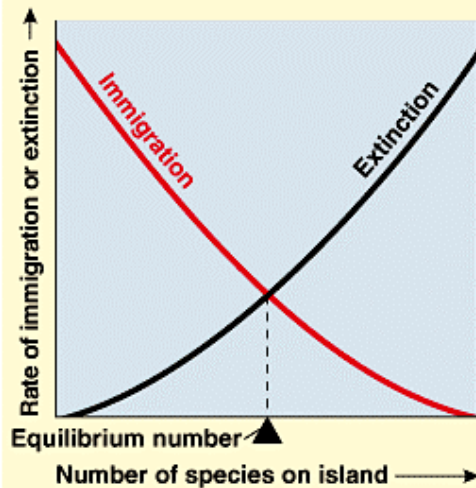
- *mezidruhová konkurence* (negativní – princip konkurenčního vyloučení)
- *predace* (negativní za vysokých hodnot, pozitivní za středních hodnot)
- *disturbance* (negativní za vysokých hodnot, pozitivní za středních hodnot). Rozdíly: *stres* (nezabíjí, působí plošně, dá se s ním evolučně vypořádat), *disturbance* (zabíjí, posouvá populační hustoty, dá se s ní evolučně vypořádat) a *katastrofy* (zabíjejí, často působí plošně, jsou vzácné, druhy na ně nejsou evolučně přizpůsobené).
- *produktivita* – exist. optimální střední produktivita společenstva, při které je druhová bohatost maximální (louka, po hnojení – dom. jen několik málo konkurenčně zdatných druhů)
- *heterogenita prostředí* – diverzita stanovišť umožňuje vyhnout se predaci, konkurenci, disturbancím ap.)

Lokální biodiverzita

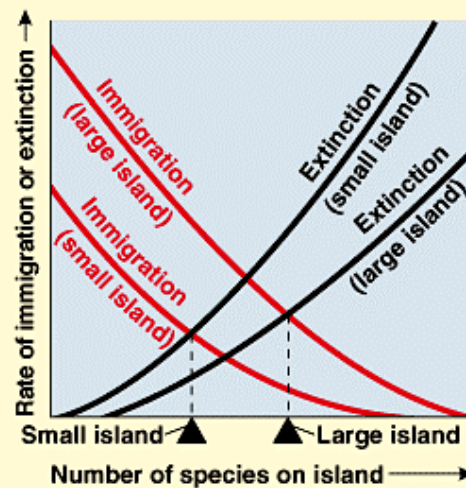
Obecné principy:

vnější parametry společenstev

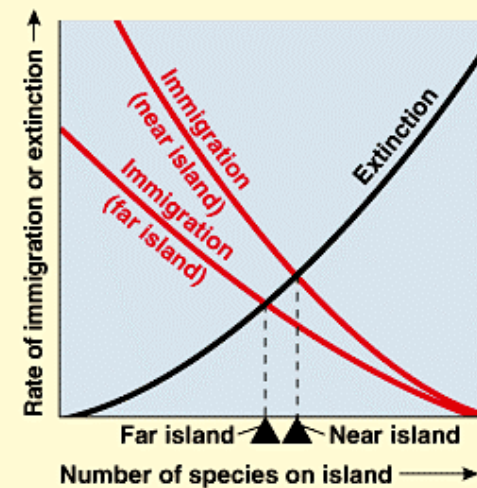
- ovlivnění celkovou *regionální diverzitou*
- vliv *ostrovních efektů*



(a) Immigration and extinction rates



(b) Effect of island size



(c) Effect of distance from mainland

Biodiverzita krajiny

Biodiverzitu krajiny ovlivňuje (obecné principy):

a) lokální diverzita

b) diverzita jednotlivých typů prostředí a rozdíly mezi nimi - *heterogenita a mozaikovitost* prostředí (heterogeneity, patchness). Základem mozaikovitosti je prostorová **různorodost abiotických parametrů prostředí** (geologický substrát, mikroklimatické poměry odvozené z reliéfu krajiny, nadmořská výška, expozice vůči slunci ap.) a **režim fungování jednotlivých společenstev** (nebo lokální disturbance).

Biota může jak smazávat rozdíly (iniciální stádia sukcese), tak je zvýrazňovat (horní hranice lesa, klimatické podmínky, které se mění na několika metrech). Heterogenita může být někdy dána pouze biotickými vlivy s velkou rolí náhody.

Regionální diverzita

Určena dynamikou vzniku a zániku druhů a jejich **stanovišť**. Funguje v **evolučním čase**.

Již se projevují fenomény **speciace** a **vymírání** (podle dominance jednoho z jevů, regionální diverzita buď roste, nebo klesá).

Biodiverzita: typy

alfa-diverzita - lokální diverzita, diverzita jednoho stanoviště, v lokálních měřítcích; srovnáváme tytéž biotopy různých zeměpisných oblastí atd.

beta-diverzita - krajinná diverzita (je dána různými typy prostředí), rozdílnost v lokálních diverzitách mezi (nejméně dvěmi) stanovišti, míra změn alfa-diverzity podél gradientu prostředí či zeměpisného gradientu.

gama-diverzita - regionální diverzita, všechny druhy regionu (region zpravidla vymezen přirozenými hranicemi pro disperzi druhů: pohoří, moře ad.)

Výpočty diverzity

$$\beta = \gamma / \alpha$$

$$\gamma = \alpha \times \beta$$



Biodiverzita: typy

ABCDEF

BCDEF

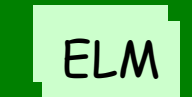


T

ABC

IJK

ELM



α (prům.)

$\gamma = \alpha \times \beta$

$\beta = \gamma/\alpha$

6

7

1,2

4

10

2,5

3

9

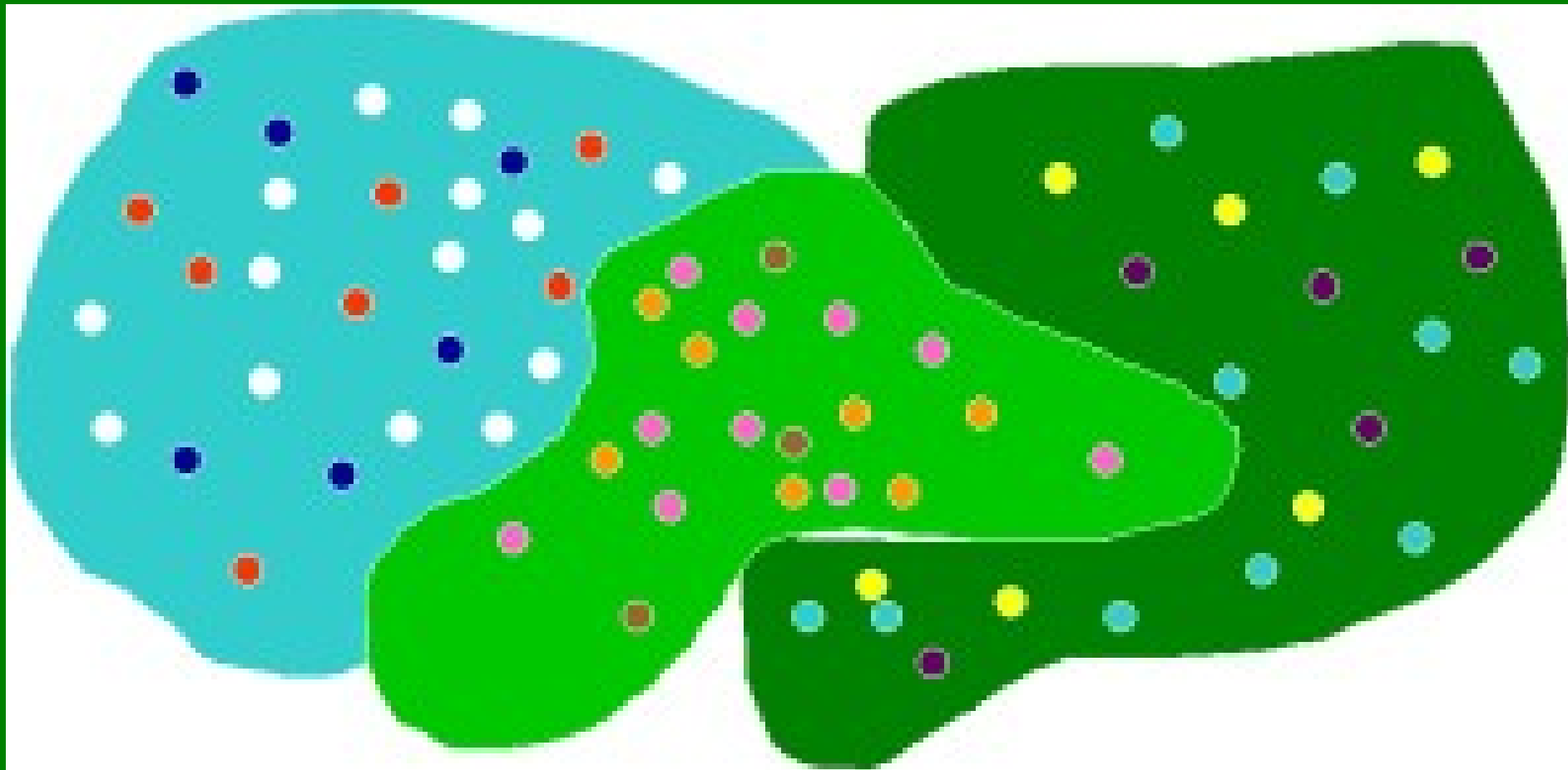
3,0

Biodiverzita: typy

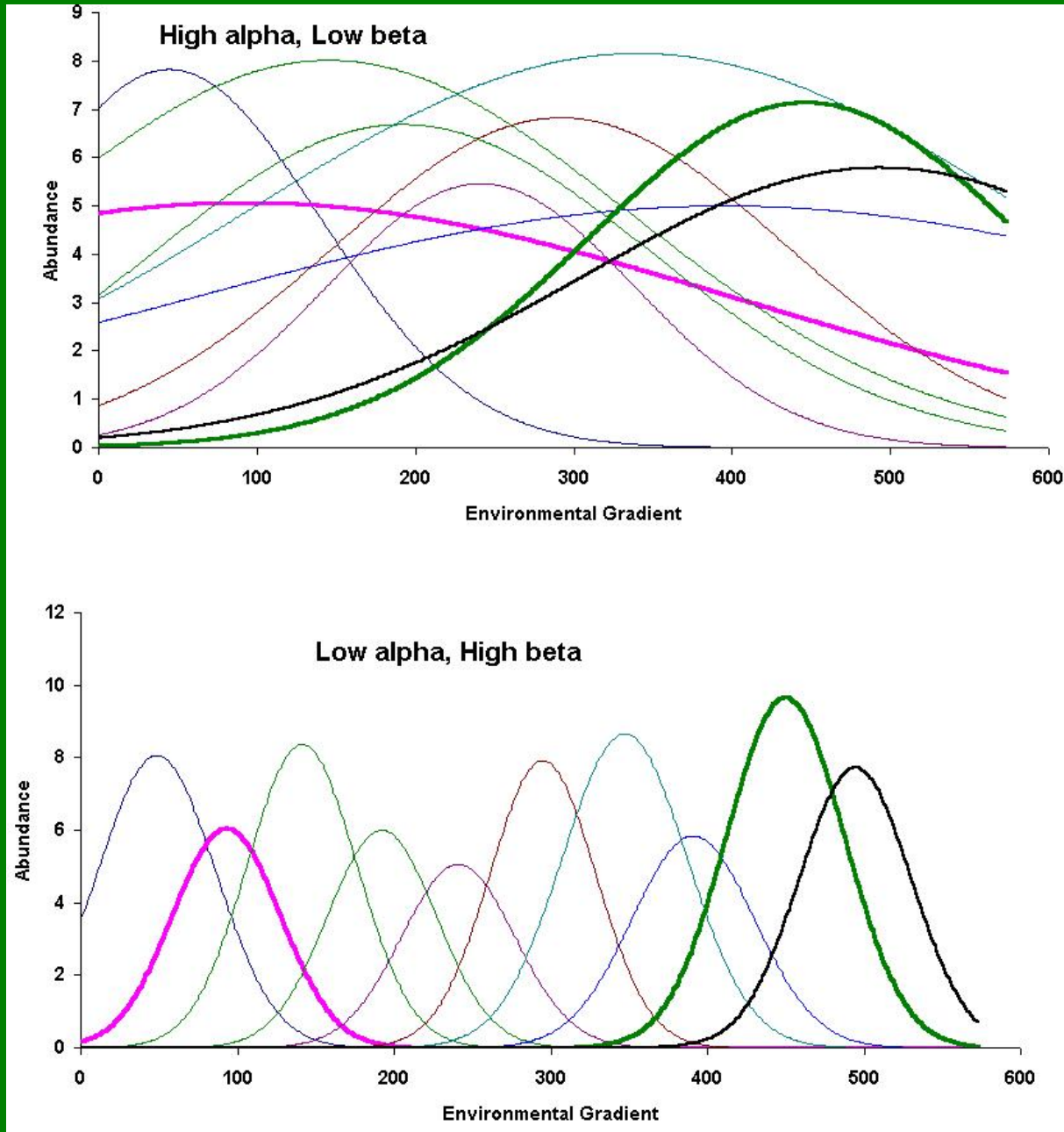
Nízoká *alfa-diverzita* lokálná diverzita

Výskoká *beta-diverzita* – krajinová diverzita

Vyšší *gamma-diverzita* – regionálná diverzita



Biodiverzita: typy



Biodiverzita: typy

α

β, γ



site 1

5 Species



site 2

3 Species



site 3

5 Species



site 4

3 Species

Region X

Region Y

Biodiverzita: obecné principy a zákonitosti

Základem krajinné a regionální diversity je mozaikovitost, která primárně odráží různorodost abiotických parametrů prostředí (mikroklimatické parametry, geologický substrát, expozice apod.).

Biodiverzita: obecné principy a zákonitosti

disturbance

negativní za vysokých hodnot, pozitivní za středních hodnot

Disturbance

= narušování, znepokojuvání, poškozování, destrukce; odstranění organismů → prostor pro kolonizaci nových.



Disturbance

...požáry...



Disturbance



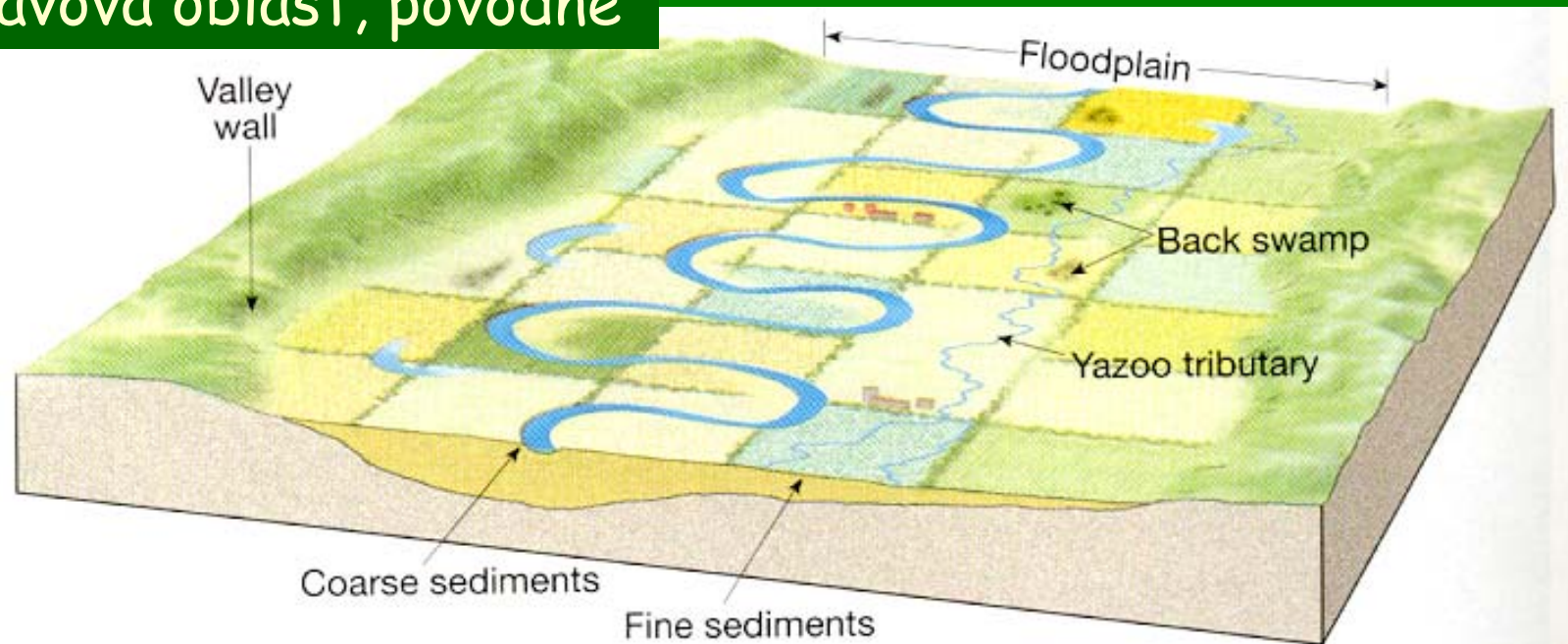
...požáry...

Disturbance

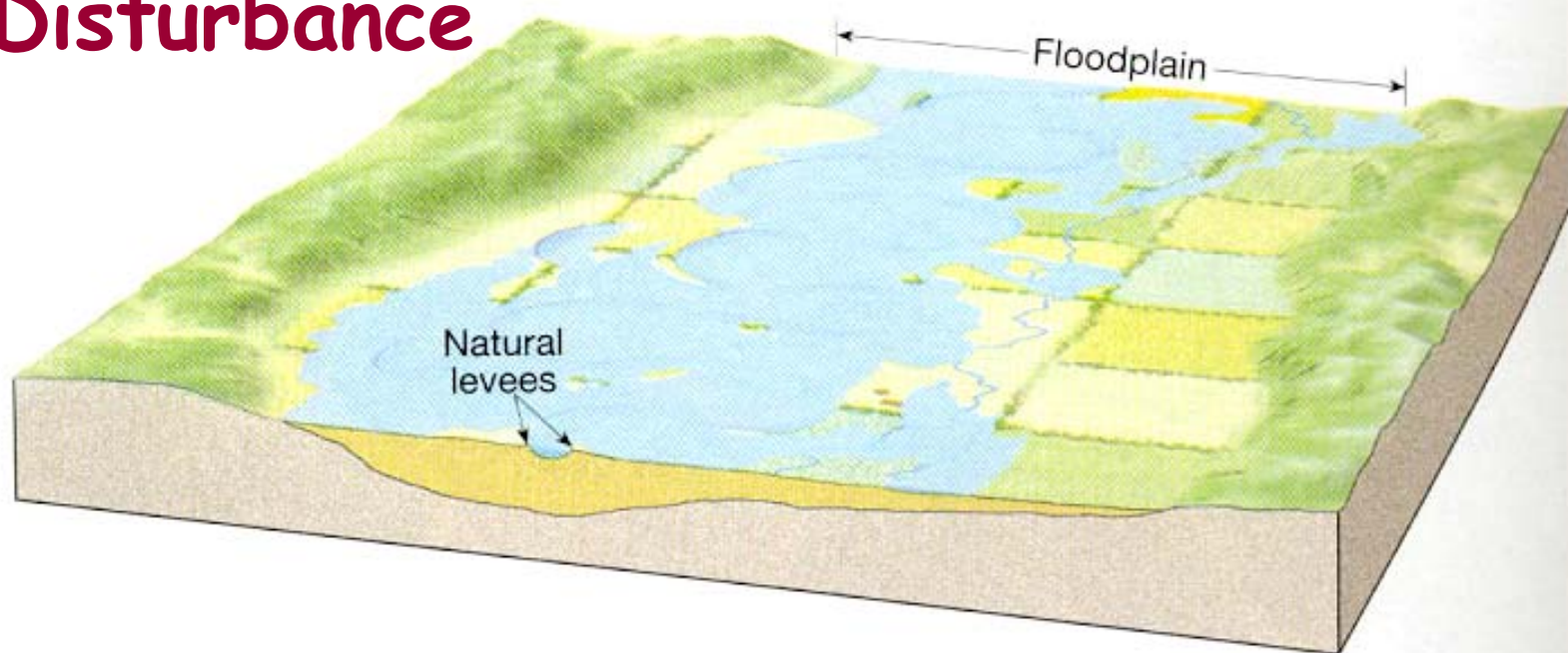


...vulkanická
činnost...

Záplavová oblast, povodně



Disturbance



Disturbance

...sešlap...



...stavby, urbanizace...



...odlesňování...



...katastrofa?

Disturbance

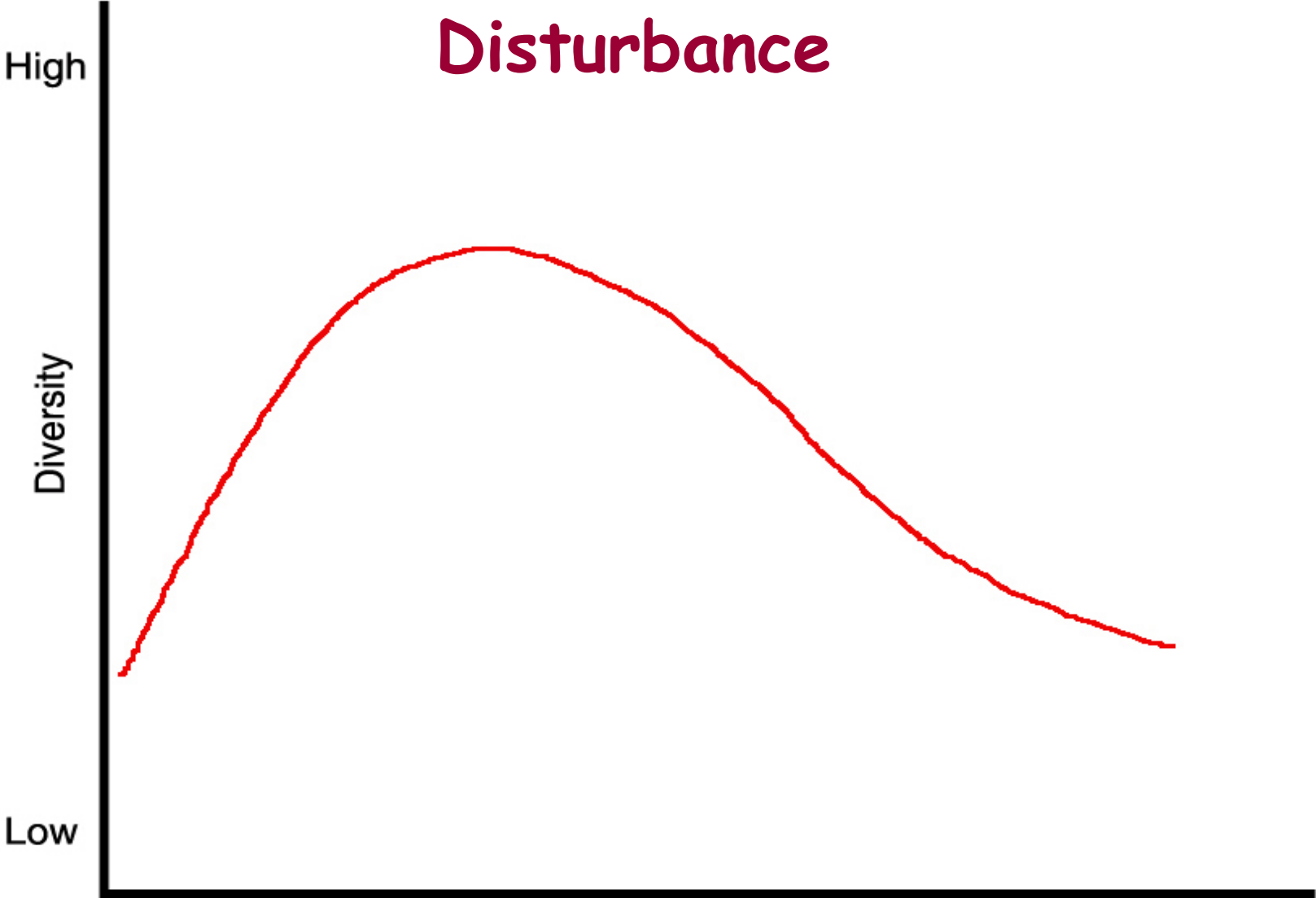
Velká kotlina v NPR Praděd: subalpínské listnaté křoviny (*Salicion silesiaceae, denostylion*)

Nepřítomnost kosodřeviny v původní vegetaci je jedním z důvodů nesmírného druhového bohatství, z Velké kotliny se uvádí na 450 druhů vyšších rostlin (zvonek vousatý, hořce, česnek sibiřský), je to nejbohatší botanická lokalita v České republice. ...ale také s nejčastějšími lavinami...



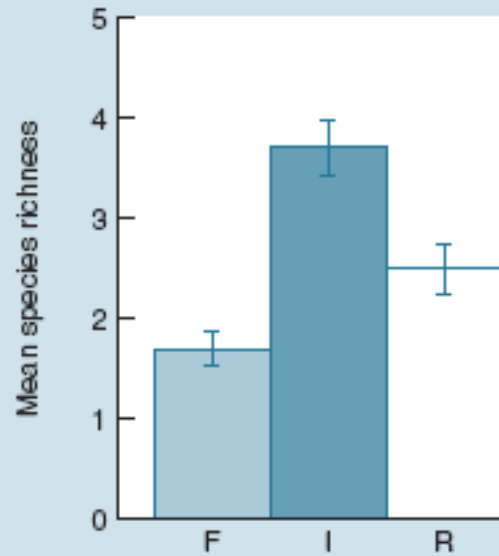
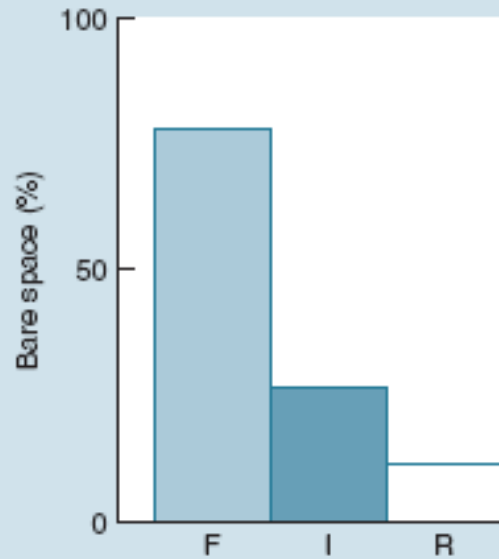
Významným jevem jsou anemoorografické systémy, které se výrazně uplatnily při vzniku ledovcových karů a jejich floristické bohatosti.

Disturbance



- High → Frequency of disturbance → Low
- High → Frequency of population reduction → Low
- Short → Time after disturbance → Long
- Large → Size of disturbance → Small

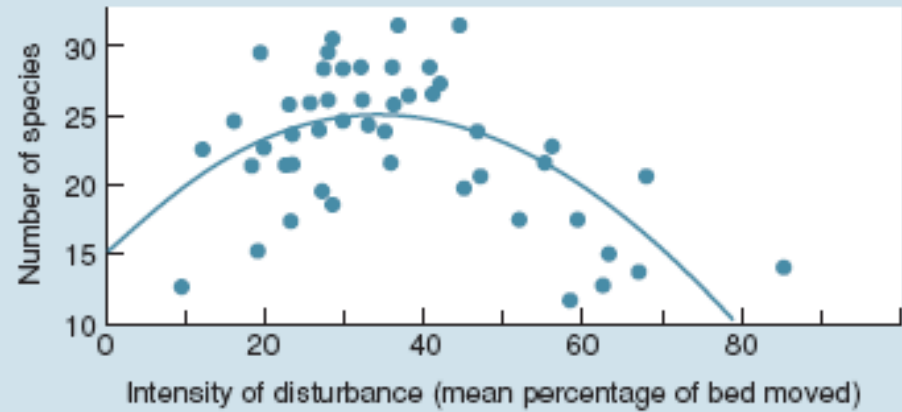
Disturbance



The three classes are frequently disturbed

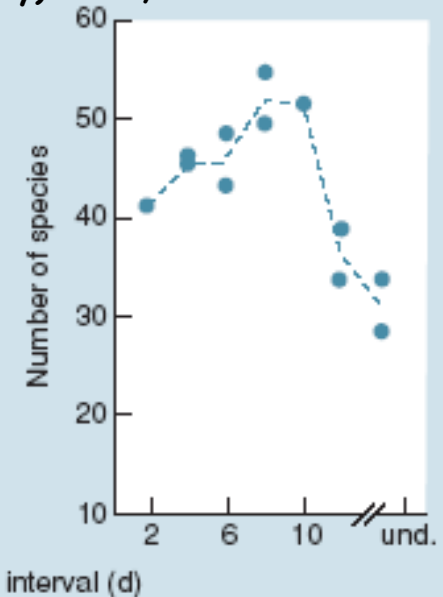
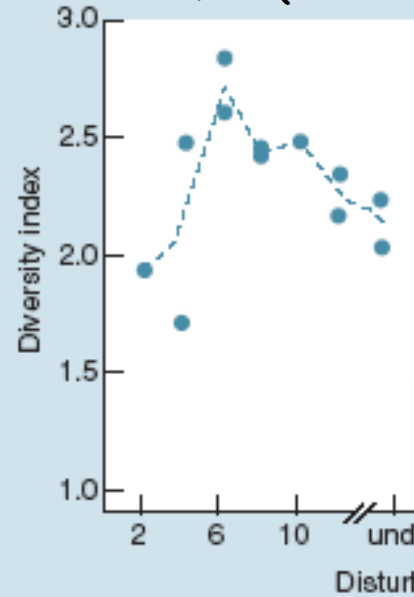
Sousa, 1979

(b) Relationship between insect species richness and intensity of disturbance: 54 stream sites, Taieri River, New Zealand.



Townsend et al., 1997

(c) The phytoplankton communities were highest at intermediate frequencies of disturbance in controlled field experiments in Lake Plußsee (North Germany). und., undisturbed.



Flöder & Sommer, 1999

Disturbance

Time



I

II

III

Disturbance

...jako účinný nástroj ochrany přírody...



Disturbance při kosení lučních společenstev - narušují se „obyčejné“ trávnické porosty, zachraňují orchideje a další. Zachování luk v dané oblasti.

Disturbance

...jako účinný nástroj ochrany přírody...



Použití buldozeru nebo výbušniny...

Disturbance

...jako účinný nástroj ochrany přírody...



Použití vojenské techniky...

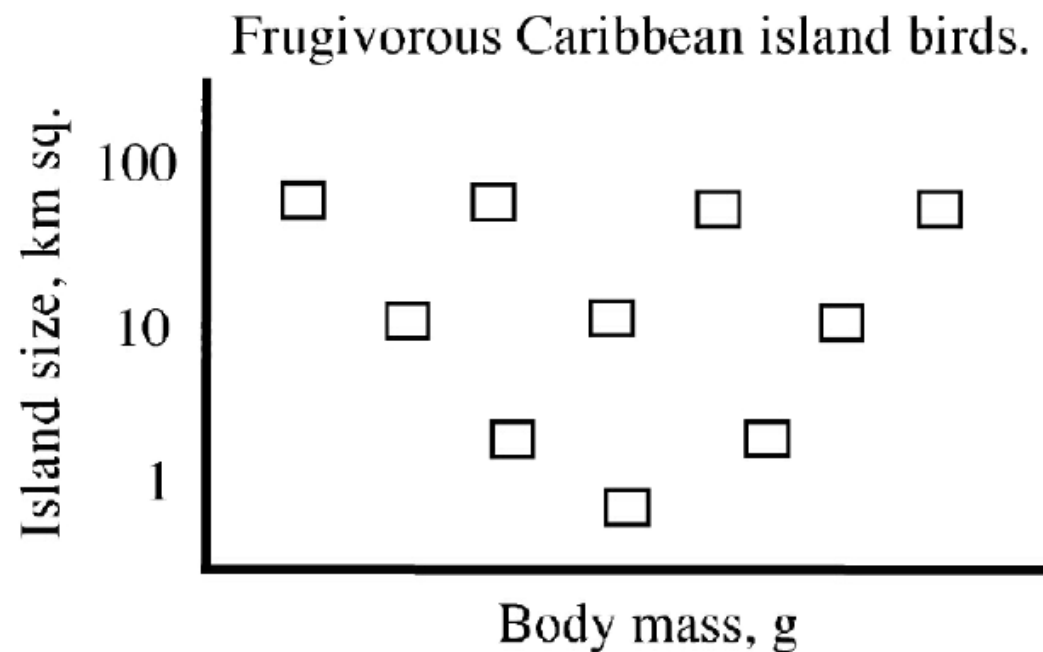
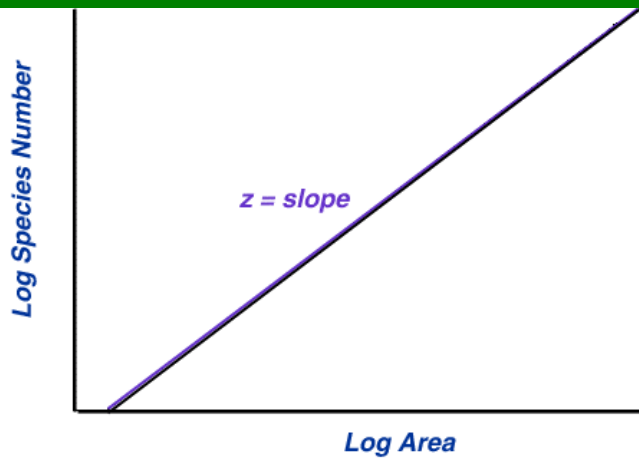


Listonoh letní
Triops cancriformis

Biodiverzita: obecné principy a zákonitosti

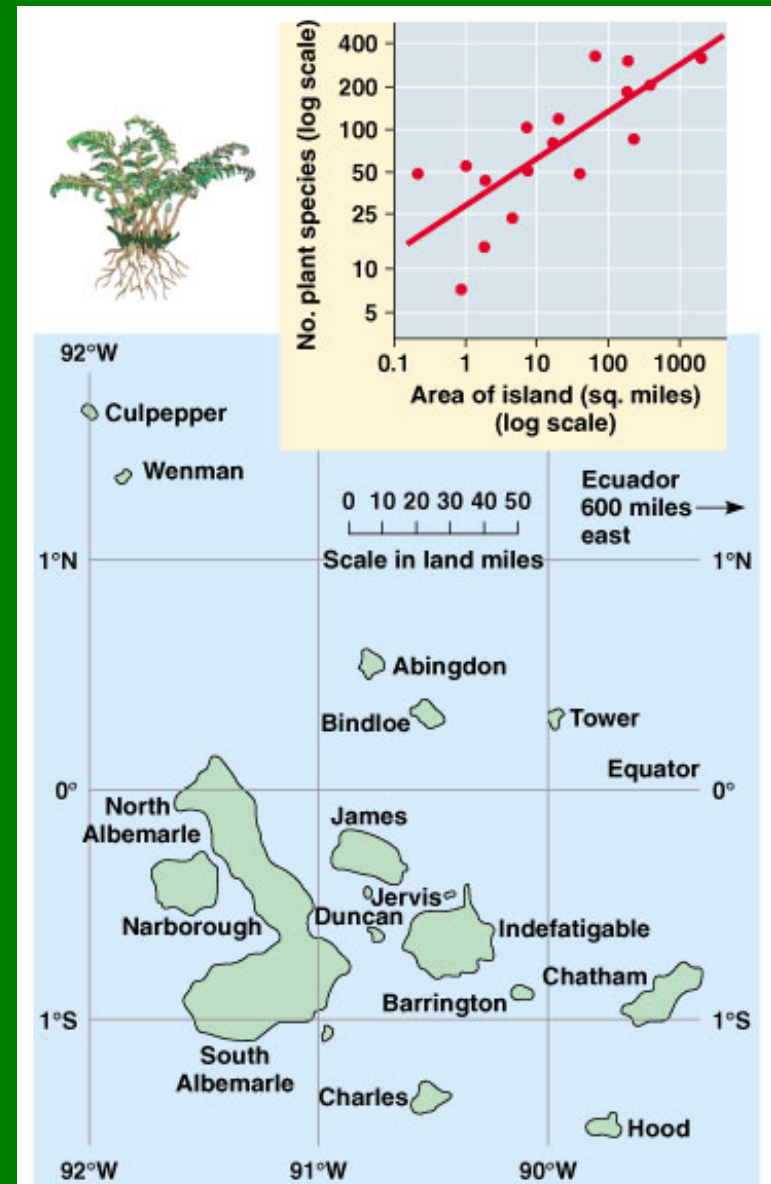
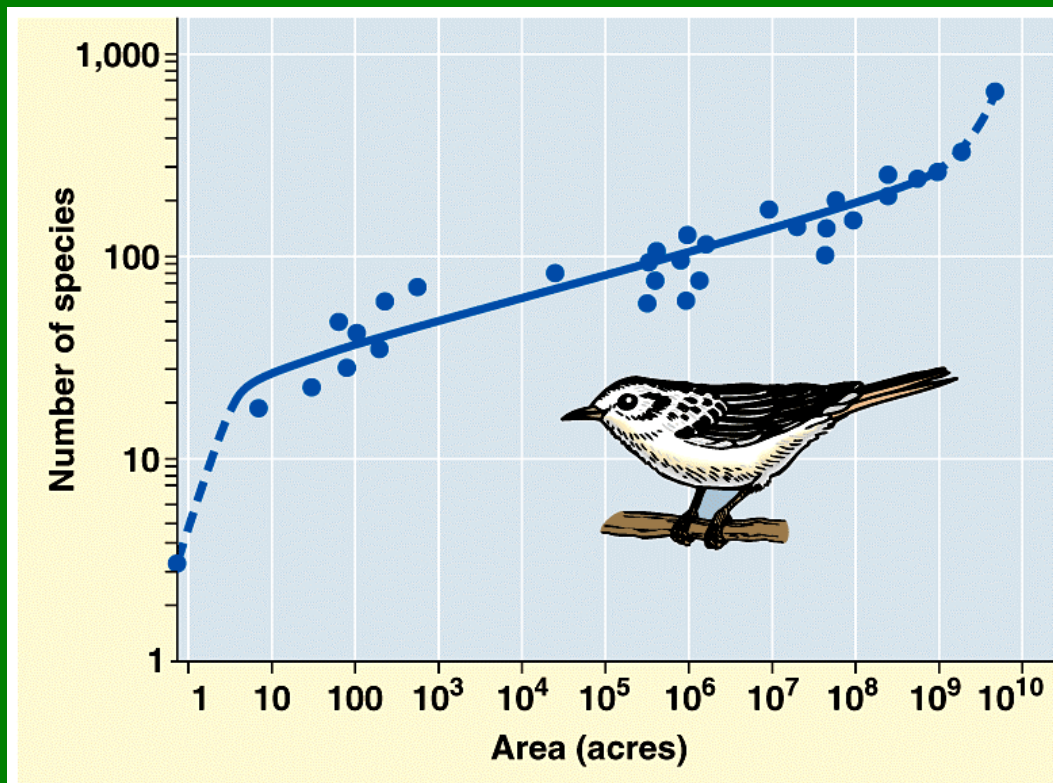
Oblast s větší rozlohou hostí více druhů

1. na větší ploše druhy dosahují větších populačních hustot a tak je pravděpodobnost vymření menší
2. ve velkých areálech je větší pravděpodobnost alopatrické speciace



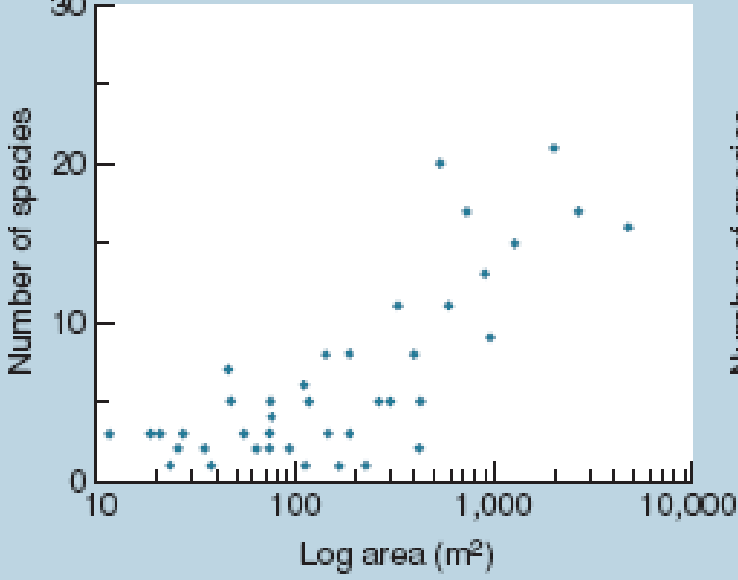
Biodiverzita: obecné principy a zákonitosti

Oblast s větší rozlohou
hostí více druhů

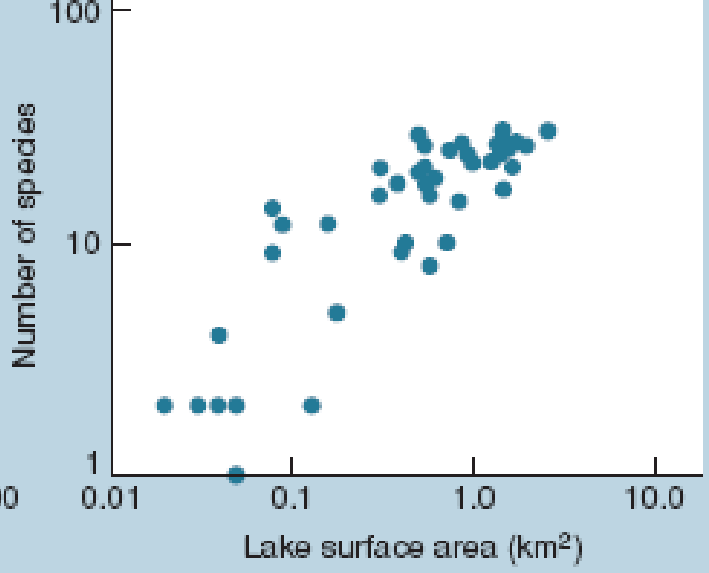


Oblast s větší rozlohou hostí více druhů

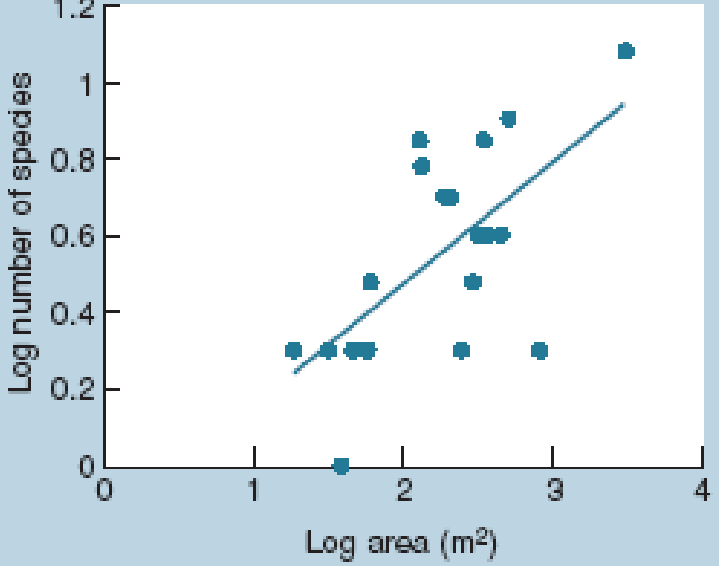
(a) The plants, Bahamas (Morrison, 1997)



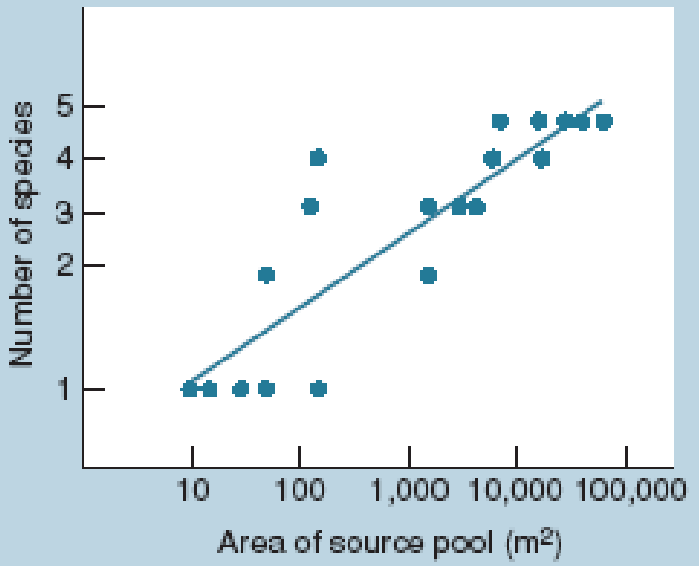
(b) The birds, Florida (Hoyer & Canfield, 1994)



(c) The bats, Mexico (Brunet & Medellín, 2001)



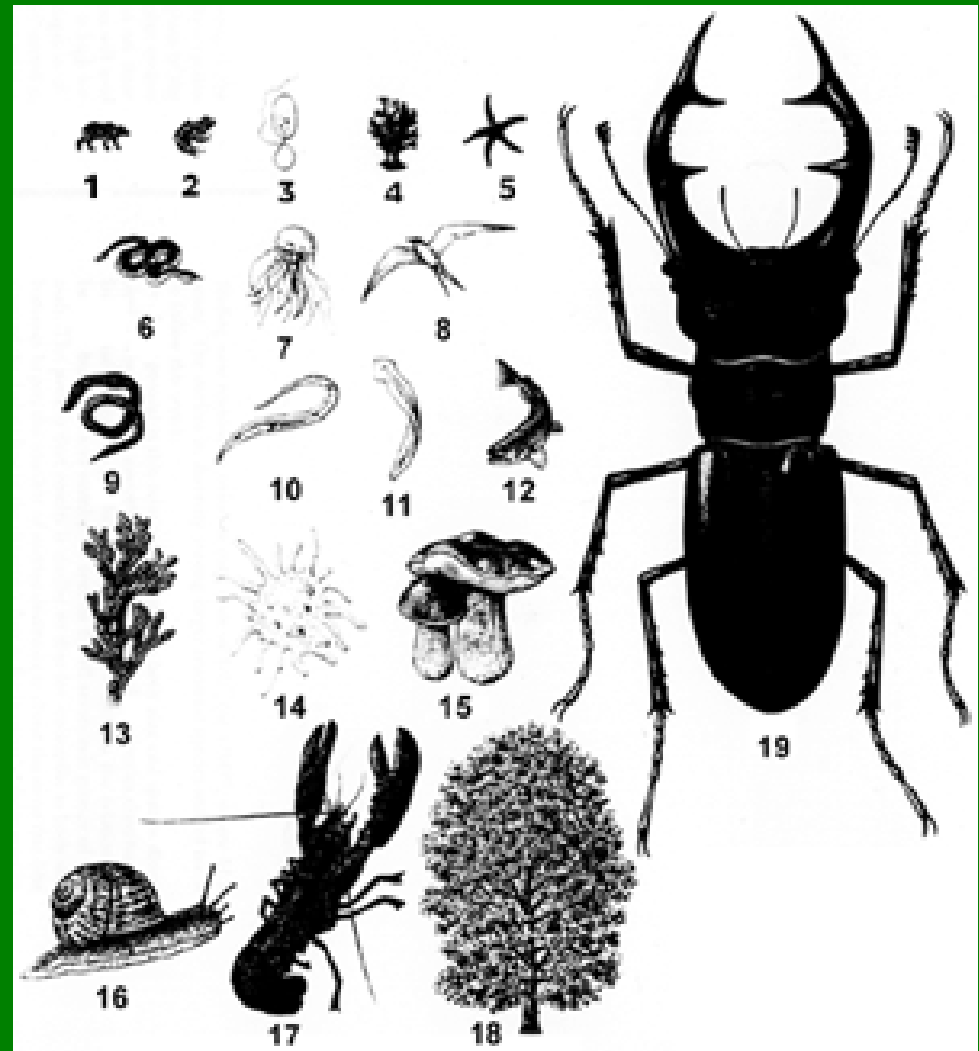
(d) The fish, Australian desert (Kodric-Brown & Brown, 1993)



Biodiverzita: obecné principy a zákonitosti

různé taxonomické skupiny jsou druhově různě bohaté

druhy s krátkou generační dobou a lepší schopností šíření a lepší schopností využívání zdrojů jsou druhově rozrůzněnější (hmyz)



Biodiverzita: obecné principy a zákonitosti

různé taxony jsou různě významné vzhledem k ostatním, tj. druhové diverzitě společenstva

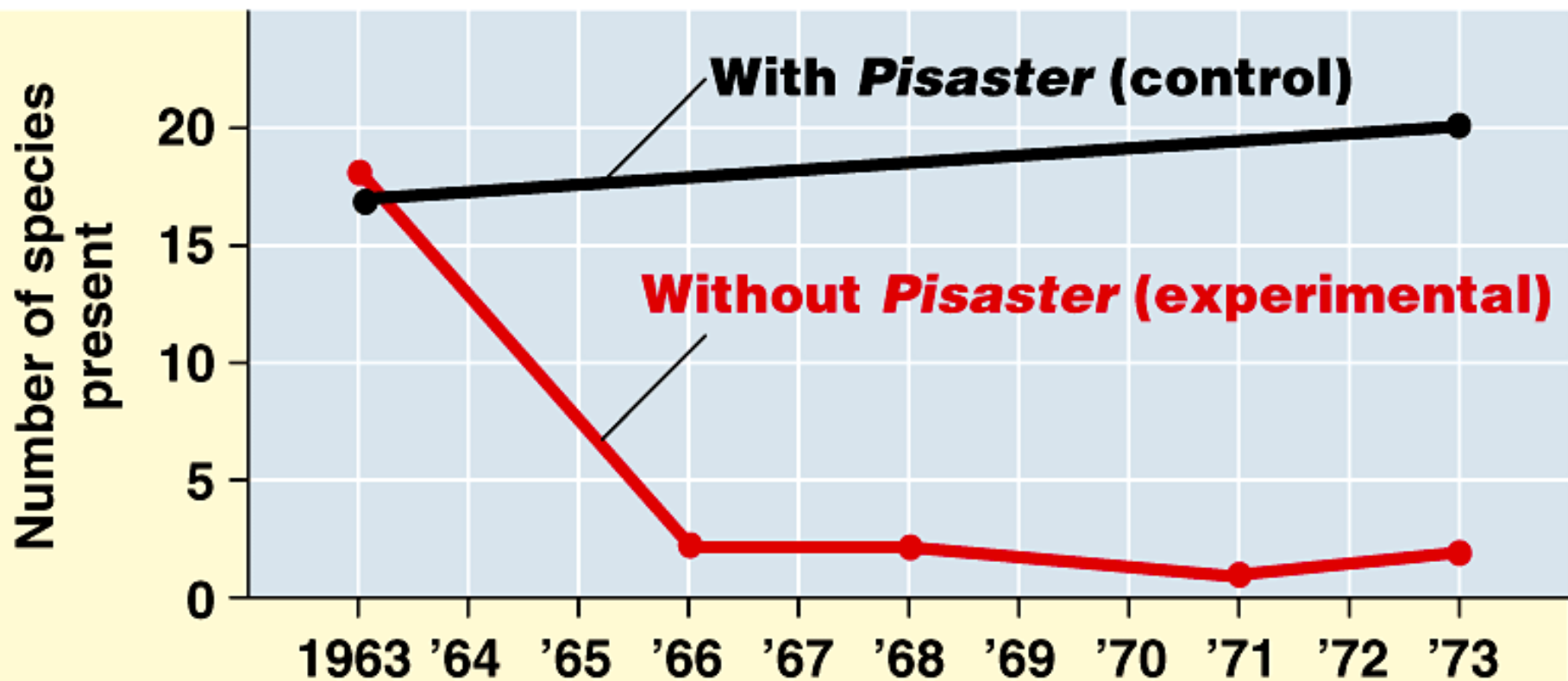
Klíčové druhy!

Klíčové druhy

Paine (1966): ...aktivita klíčových druhů „nepřiměřeně“ ovlivňuje charakter druhové diverzity daného společenstva...

...důraz na úlohu v potravním řetězci...

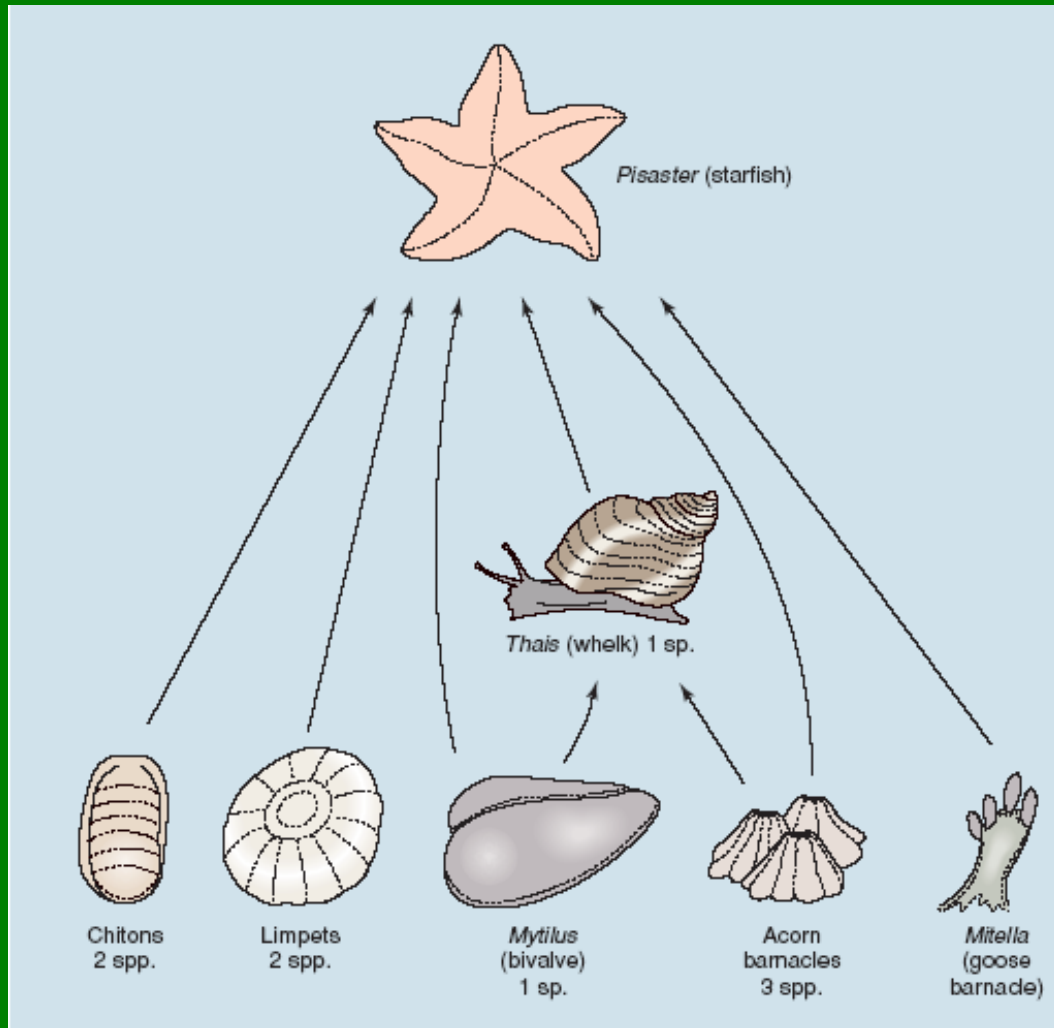
Paineovo experimentální zjištění: odstranění karnivorní mořské hvězdice (*Pisaster ochraceus*): „nepřiměřené“ ovlivnění diverzity...



Klíčové druhy

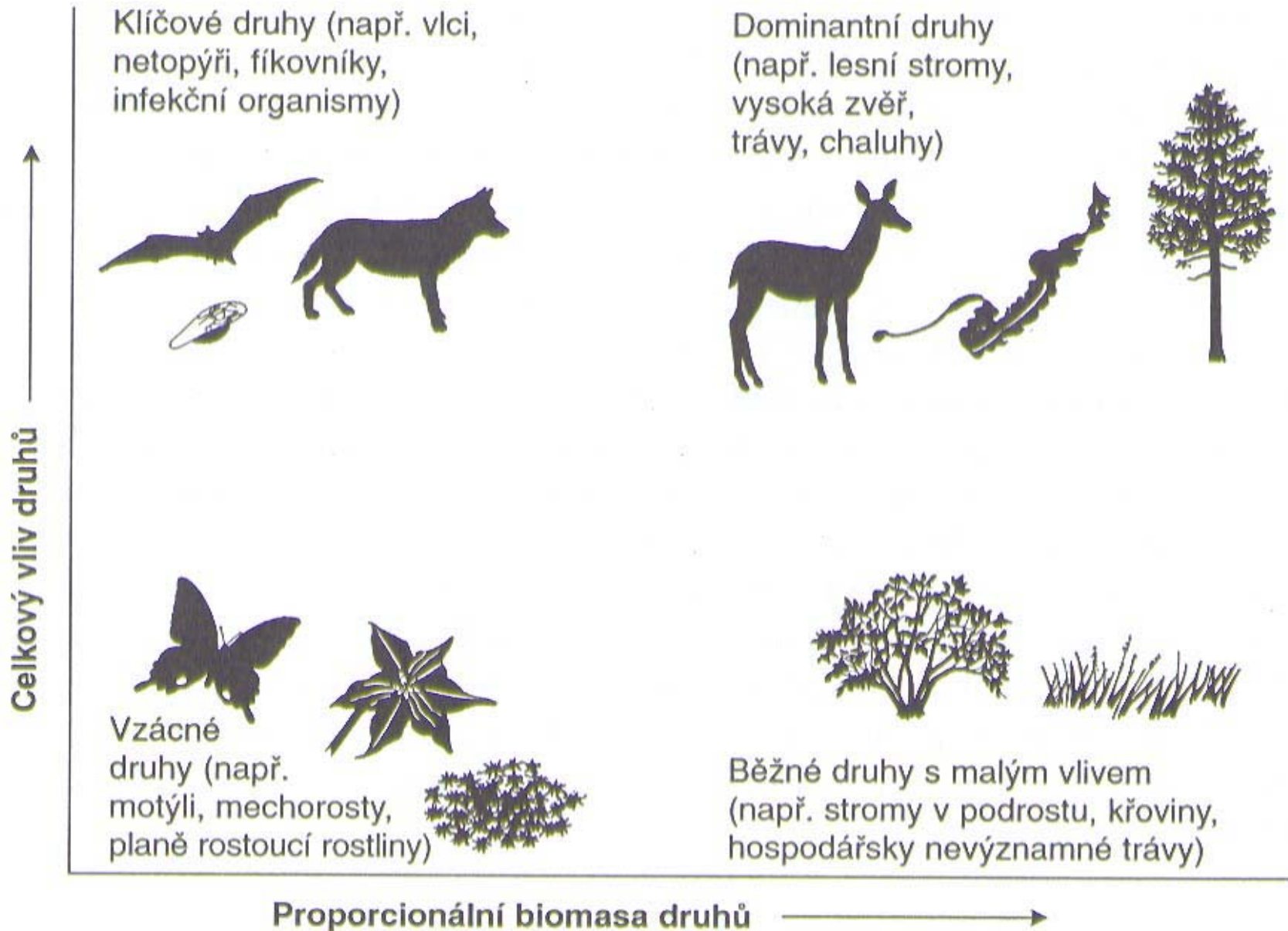
Paine (1966): ...aktivita klíčových druhů „nepřiměřeně“ ovlivňuje charakter druhové diverzity daného společenstva

Paineovo experimentální zjištění: odstranění karnivorní mořské hvězdice (*Pisaster ochraceus*): „nepřiměřené“ ovlivnění diverzity...



• Význam pro strukturu a dynamiku společenstva mnohem větší, než by odpovídalo jejich početnosti: základní kořist, predátoři, konkurenti, opylovači, hostitelé, mutualisté, roznašeči diaspor rostlin; ekosystémoví stavitelé, člověk...

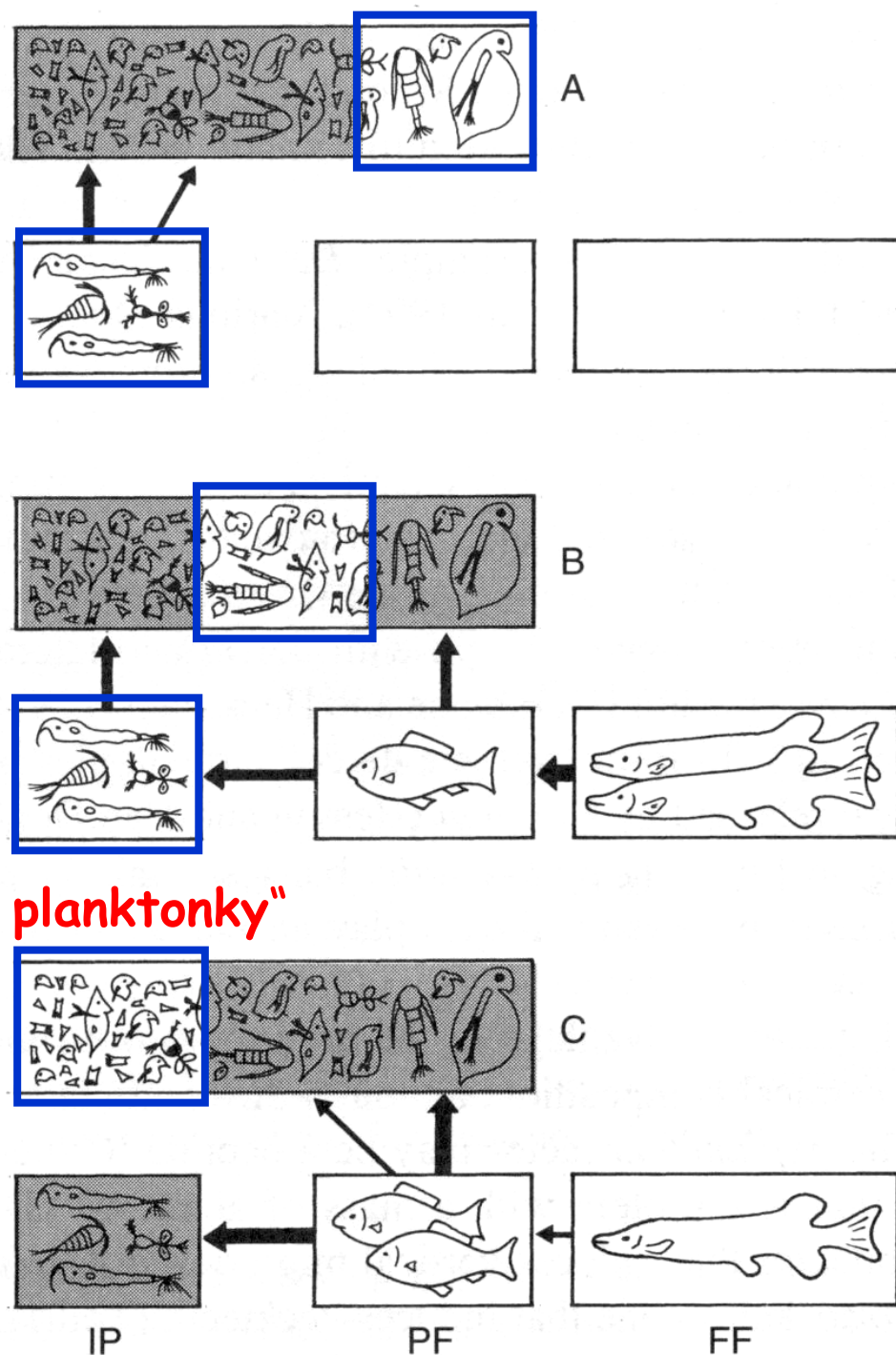
Klíčové druhy vs. dominanty



Klíčové druhy

Velikostní struktura,
„size-efficiency“

- „odhad“ rybí obsádky „pomocí planktonky“



Biodiverzita: obecné principy a zákonitosti

malé organismy jsou druhově početnější

Převažují druhy s menšími tělesnými rozměry

(1) **struktura stanoviště** - malé druhy nalézají více heterogení prostředí s podstatně větším množstvím nik

(2) **energetické vysvětlení** - malé druhy spotřebují méně energie na přežití a při stejném přísunu energie malé populace dosáhnou větších populačních hustot

Pravidlo energetické ekvivalence: malých organismů (savců, ptáků) je v prostoru (na Zemi) více než velkých, oč více spotřebují větší živočichové energie, o to jsou méně početní. Pro menší jedince je k dispozici relativně více energie.

Ostrovní pravidlo (Foster 1964): Na ostrovech se v průběhu evoluce velmi malí živočichové zvětšují a velcí zmenšují; změny vedou k optimální velikosti (savci, ptáci).

Biodiverzita: obecné principy a zákonitosti

Vyšší produktivita = vyšší biodiverzita

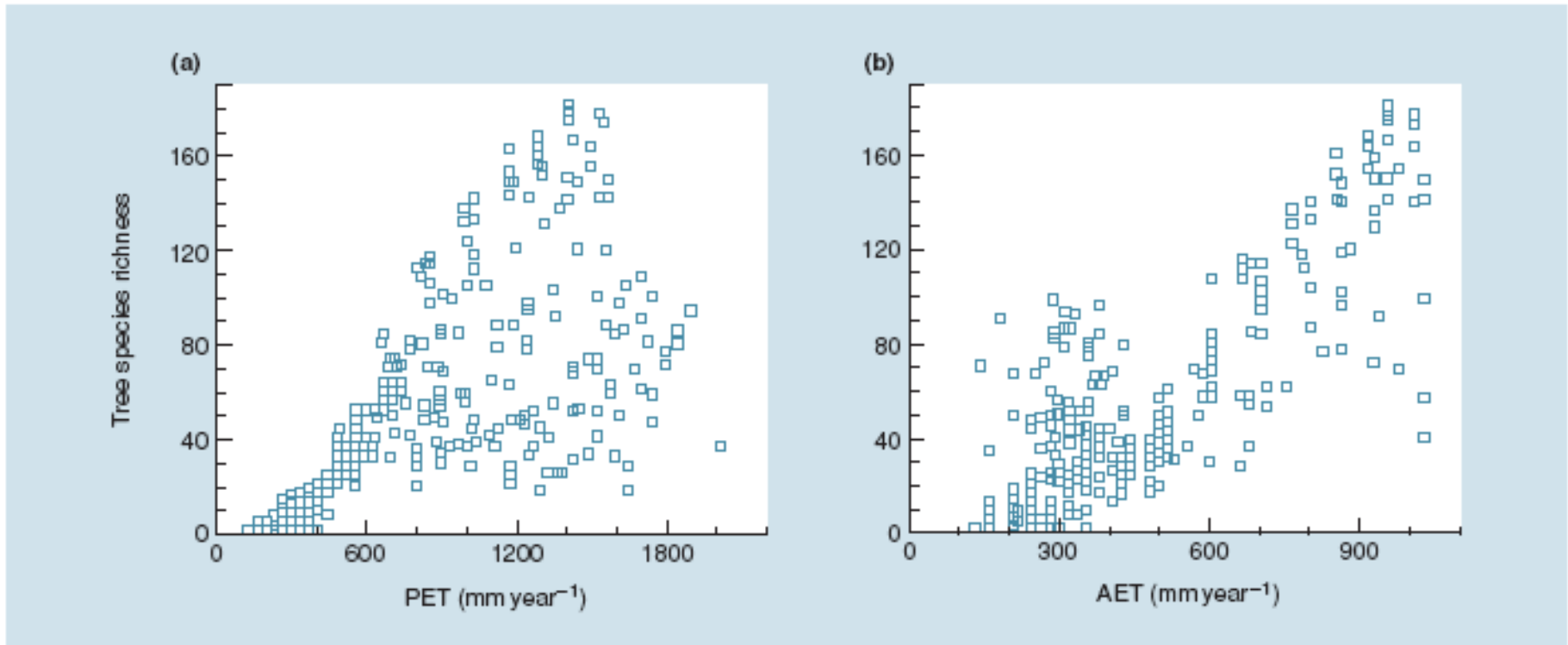
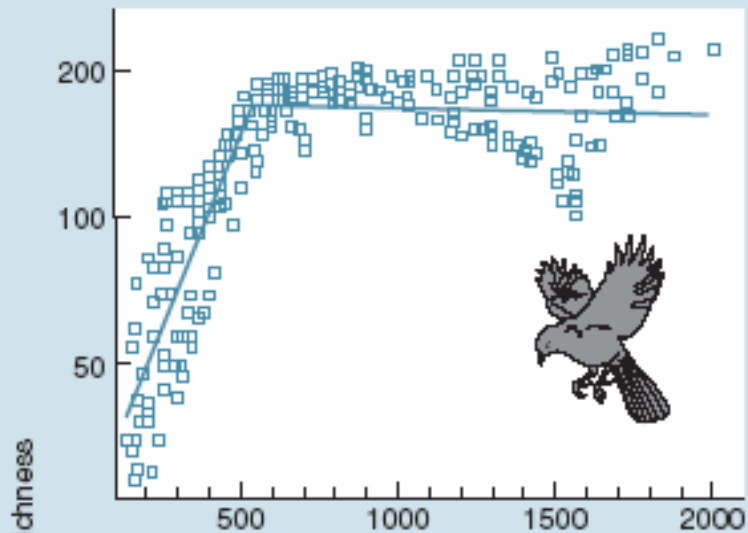


Figure 10.4

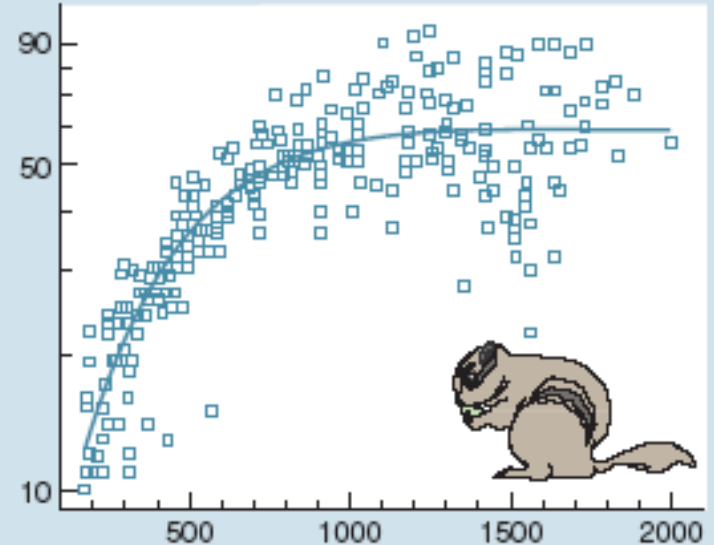
Species richness of trees in North America north of the Mexican border (in which the continent has been divided into 336 quadrats following lines of latitude and longitude) in relation to (a) potential evapotranspiration (PET), and (b) actual evapotranspiration (AET). The relationship with AET is strongest. (After Currie & Paquin, 1987; Currie, 1991.)

...různé taxony na reagují na rozdílnou P rozdílně...ale obvykle s rostoucí P roste DD, ale jen do určité míry, poté mírný pokles DD. Stanovištní struktura začne dominovat nad P, uniformita - nižší DD...

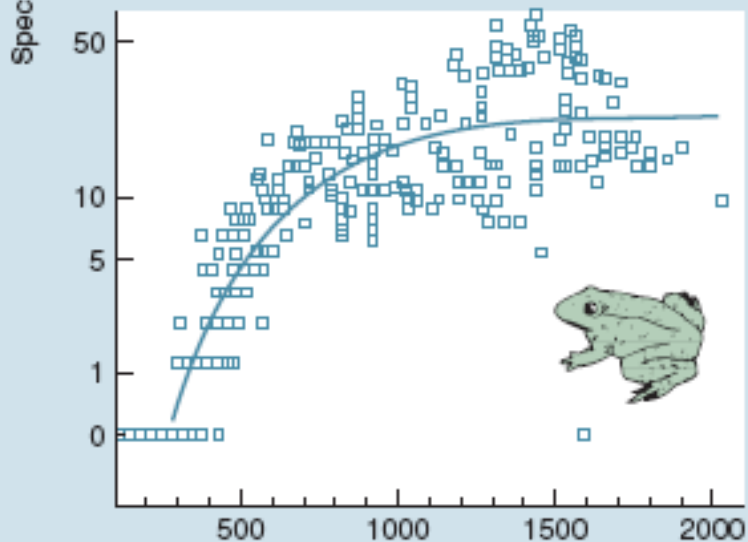
(a) Birds



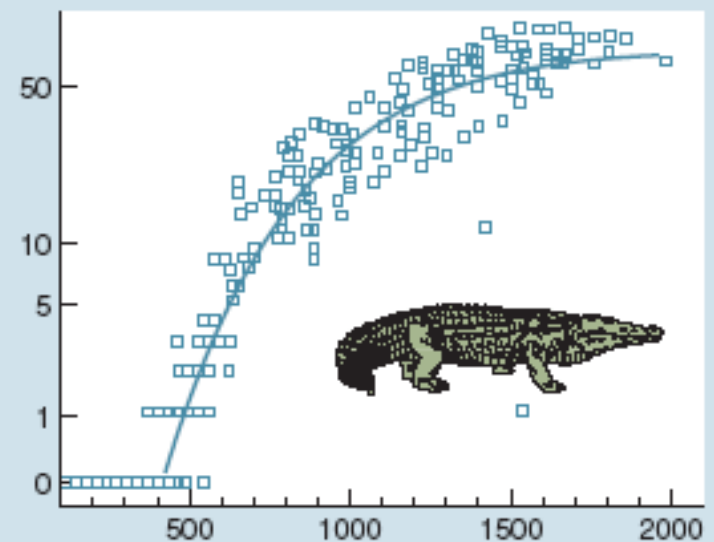
(b) Mammals



(c) Amphibians



(d) Reptiles

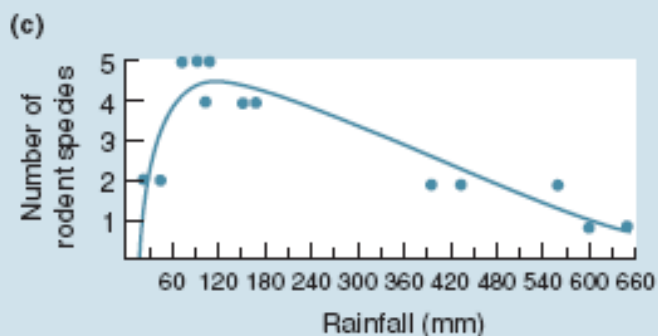
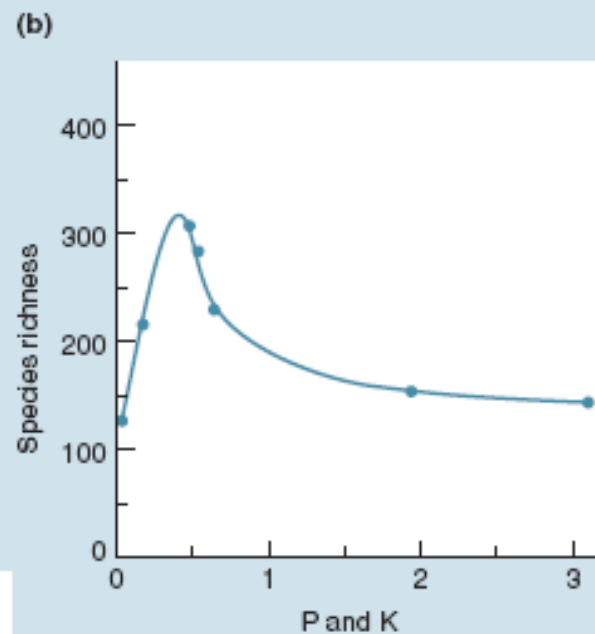
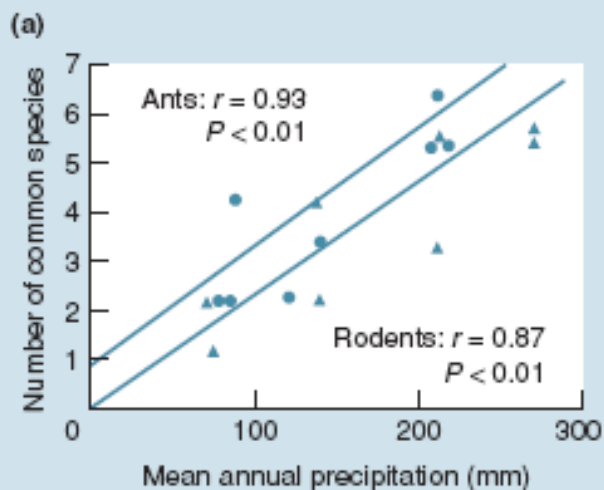


Potential evapotranspiration (mm year⁻¹)

...různé taxony na reagují na rozdílnou P rozdílně...

Obvykle s rostoucí P roste DD, ale jen do určité míry, poté mírný pokles DD. Stanovištní struktura začne dominovat nad P, uniformita - nižší DD.

- (a) Patterns of species richness of seed-eating rodents (triangles) and ants (circles) inhabiting sandy soils in a geographic gradient of precipitation and productivity. (After Brown & Davidson, 1977.) (b) Species richness of woody species in several Malaysian rain forests plotted against an index of phosphorus (P) and potassium (K) concentration. (After Tilman, 1982.) (c) Species richness of desert rodents in Israel plotted against rainfall. (After Abramsky & Rosenzweig, 1983.) (d) Percentage of published studies on plants and animals showing various patterns of relationship between species richness and productivity. (After Mittelbach et al., 2001.)



Biodiverzita: obecné principy a zákonitosti

diverzita se směrem od rovníku k pólům snižuje

Tato zákonitost platí pro většinu organismů (ale na obou polokoulích nesymetricky)!

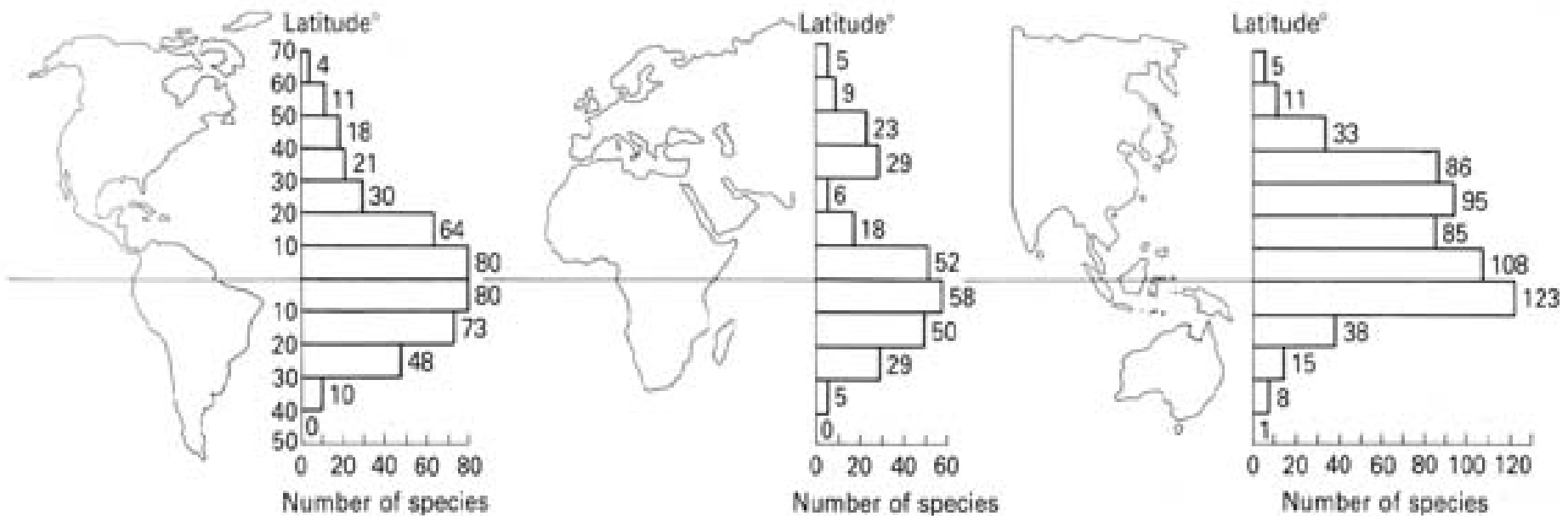
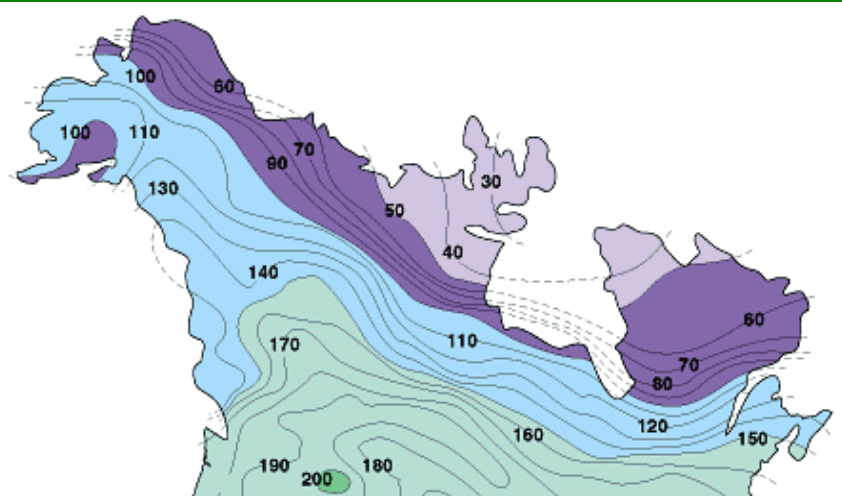


Fig. 4.1. Decrease away from the tropics in species numbers of swallowtail butterflies exemplifies a very common biogeographic pattern. (Collins and Morris 1985, Fig. 2, in Longman and Jenik 1987.)

teplota má mimořádný význam vzhledem k distribuci organismů na Zemi...



Numbers of mammal species in G. G. Simpson's classic study of diversity gradients, 1964.

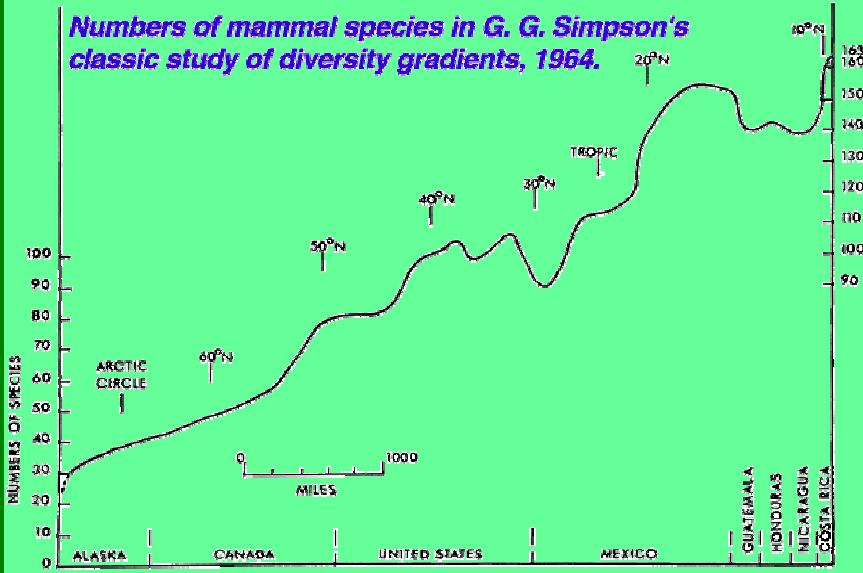
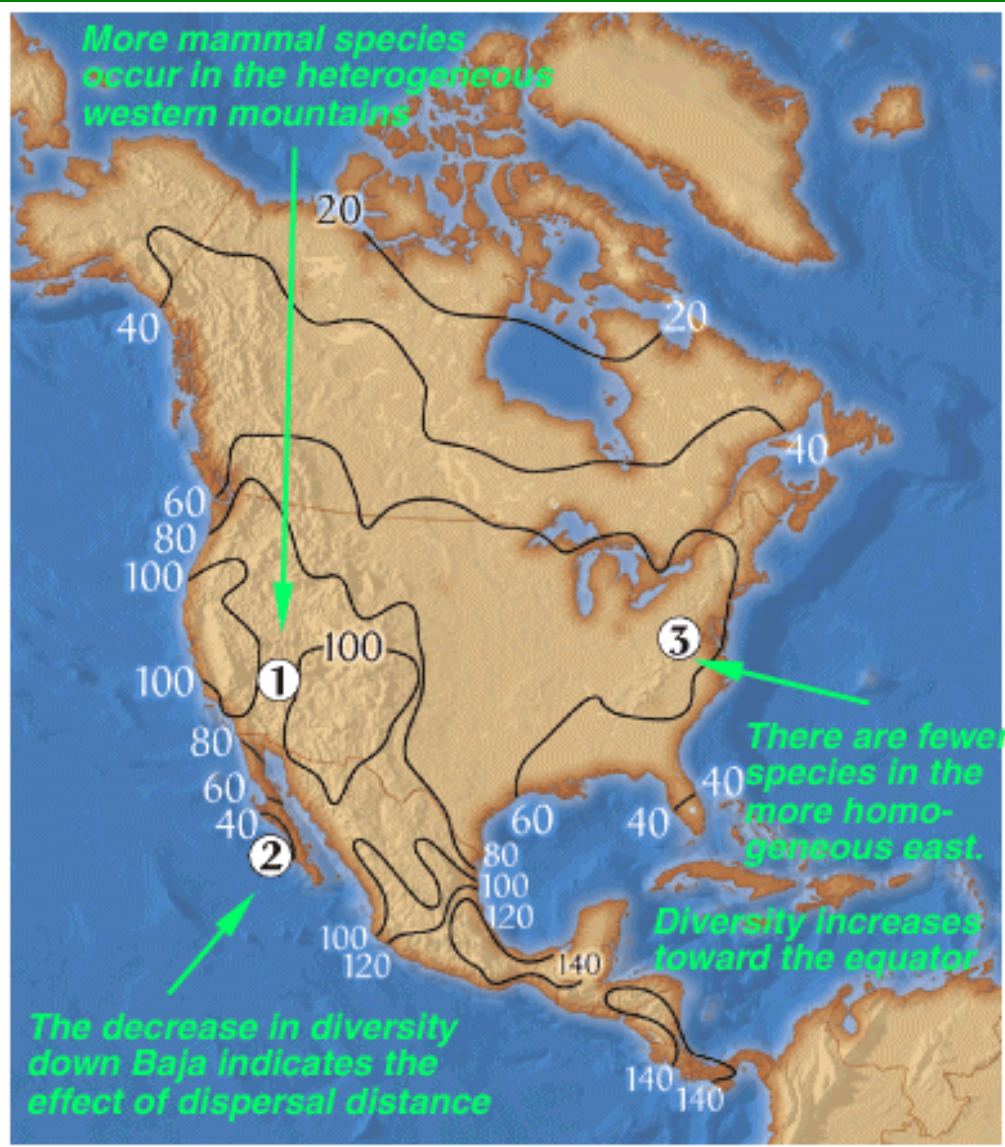
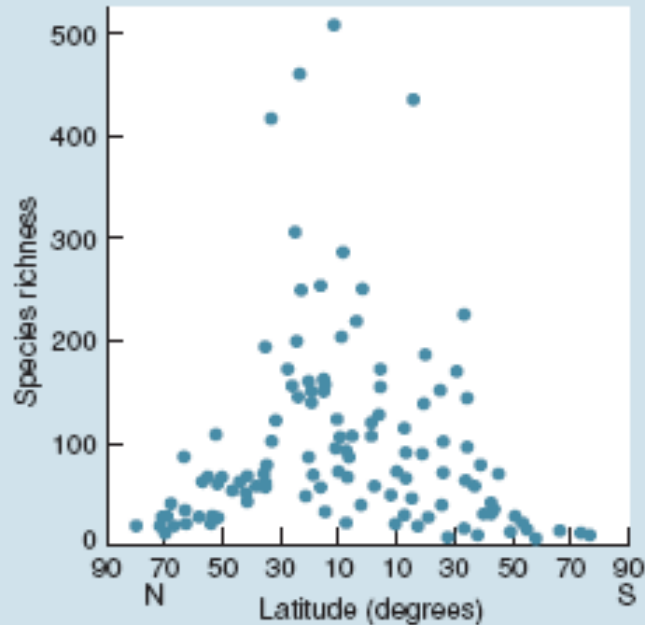


FIG. 2. Species densities along the line A-A' of Figure 1. Numbers of species are those contained in Figure 1, with smoothed curves between contours filled in frechard. The line approximately follows the western and (to the south) central mountain axis of the continent.

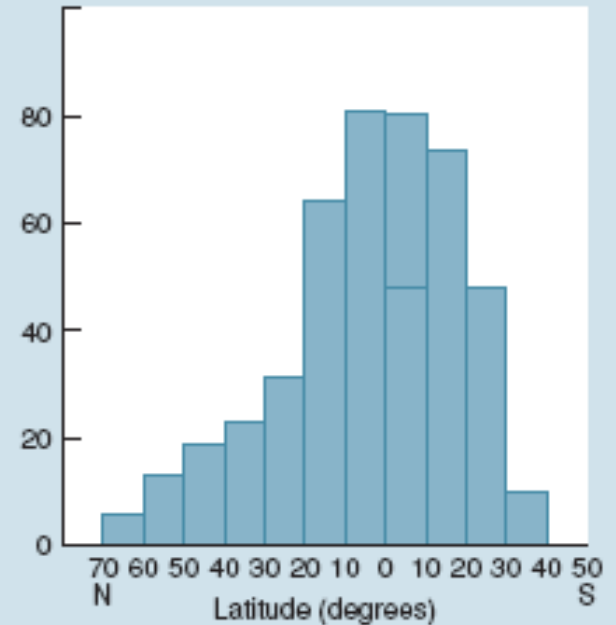


diverzita
se směrem
od rovníku
k pólům
snižuje

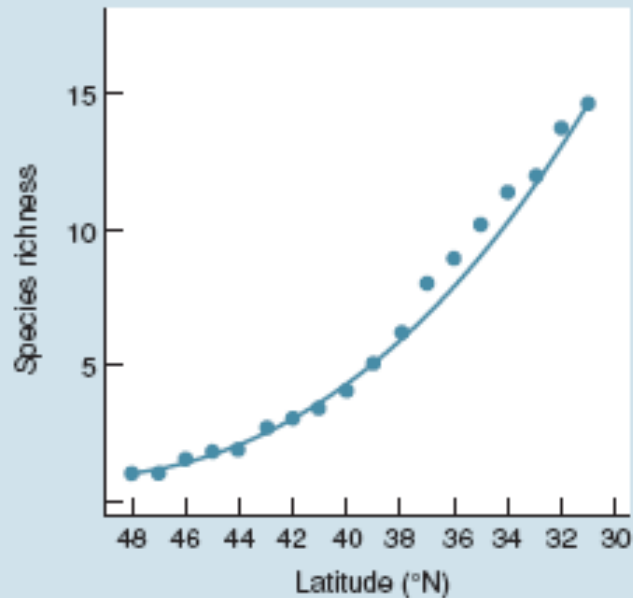
(a) Marine bivalves



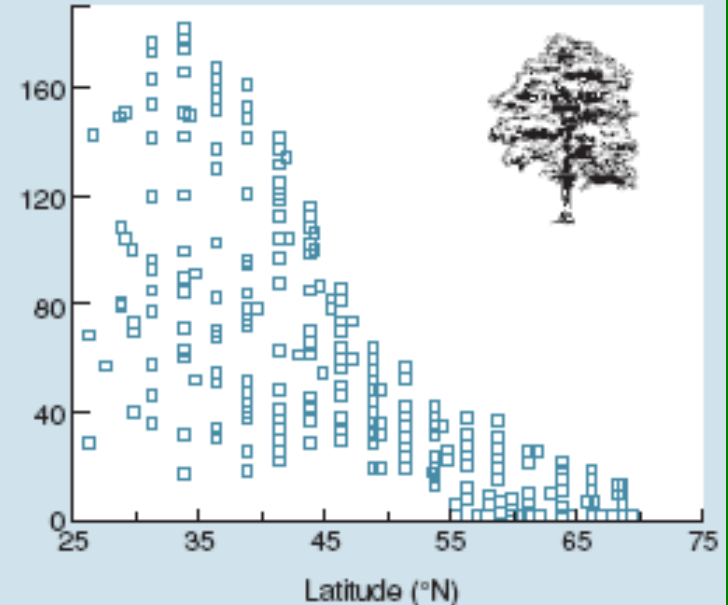
(b) Butterflies



(c) Lizards



(d) Trees

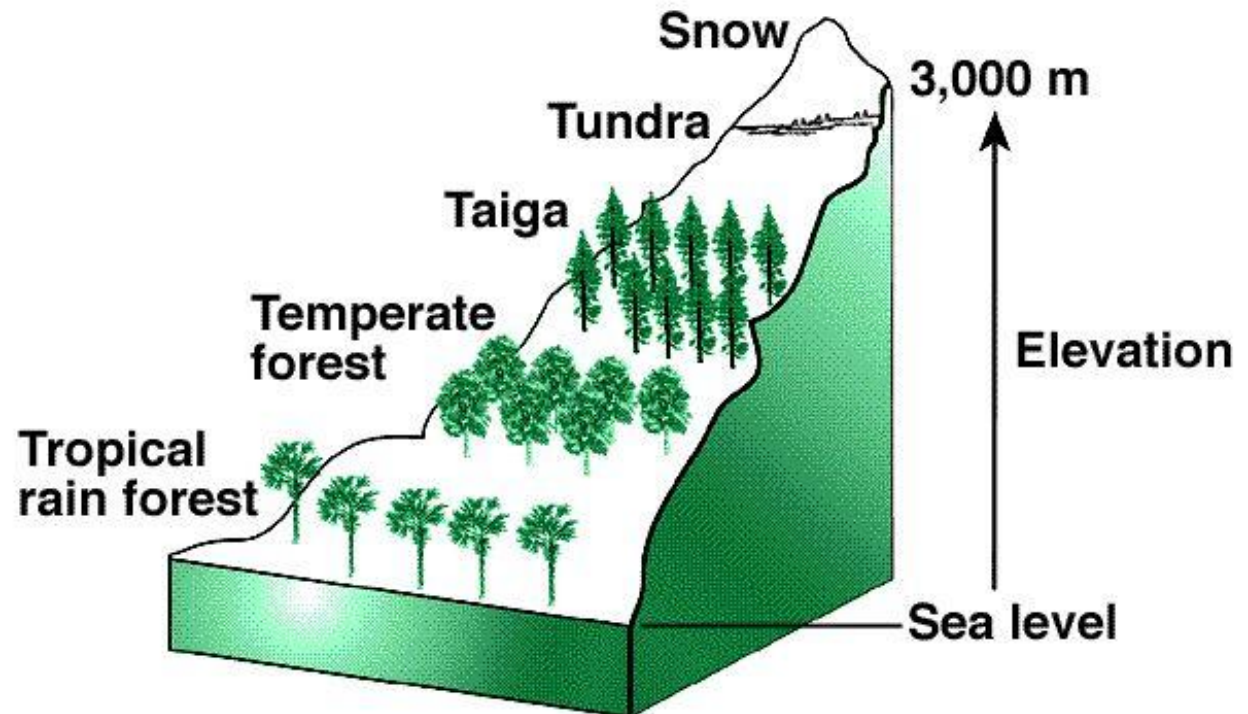


Teplota (ad.) má mimořádný význam vzhledem k distribuci organismů na Zemi...

Nadmořská výška - pokles druhové skladby s nadmořskou výškou (větší kolísání klimatu, stejně tak izolace horských masivů)

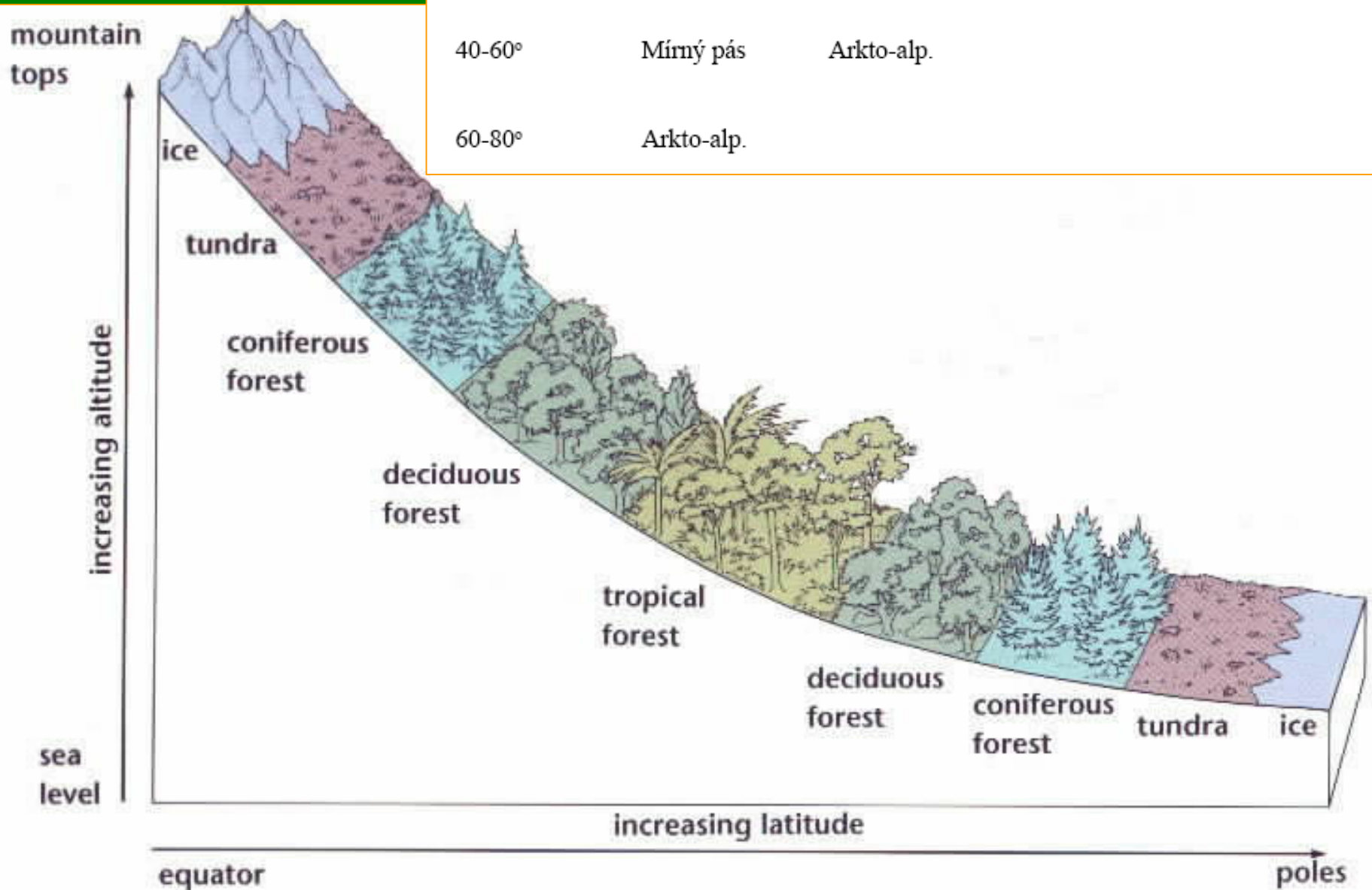
...klimatické charakteristiky ovlivňuje nadmořské výška...

Altitude Affects the Distribution of Biomes

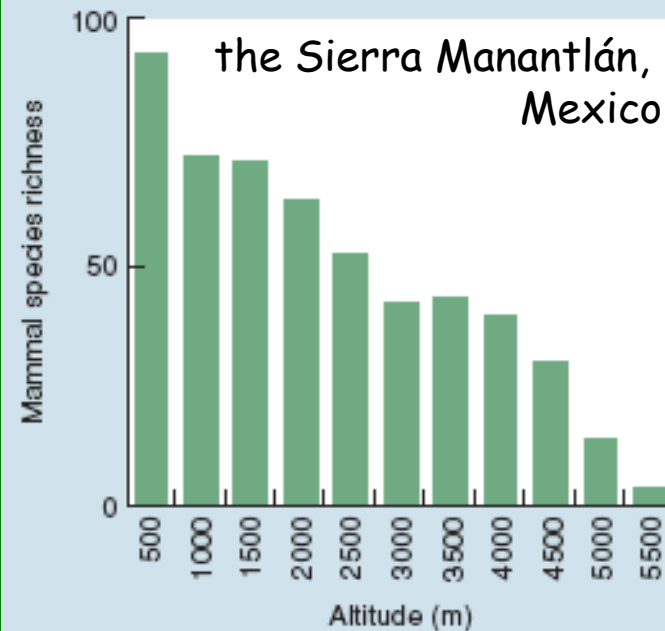
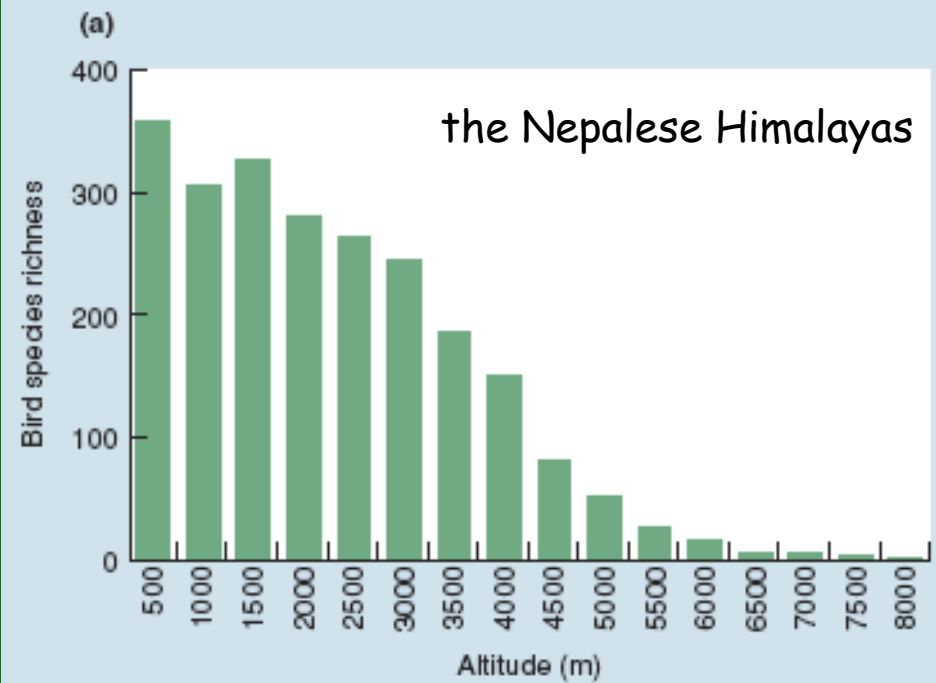


...klimatické faktory (klimatop) a půdní podmínky (edafotop)...

Zeměp. šířka	0-900 m n m	900 – 1800 m	1800 – 3600 m	nad 3600 m
0-20°	Tropické biomy	Subtropické b.	Mírný pás	Arkto-alp.
20°-40°	Subtropy	Mírný pás	Arkto-alp.	
40-60°	Mírný pás	Arkto-alp.		
60-80°	Arkto-alp.			



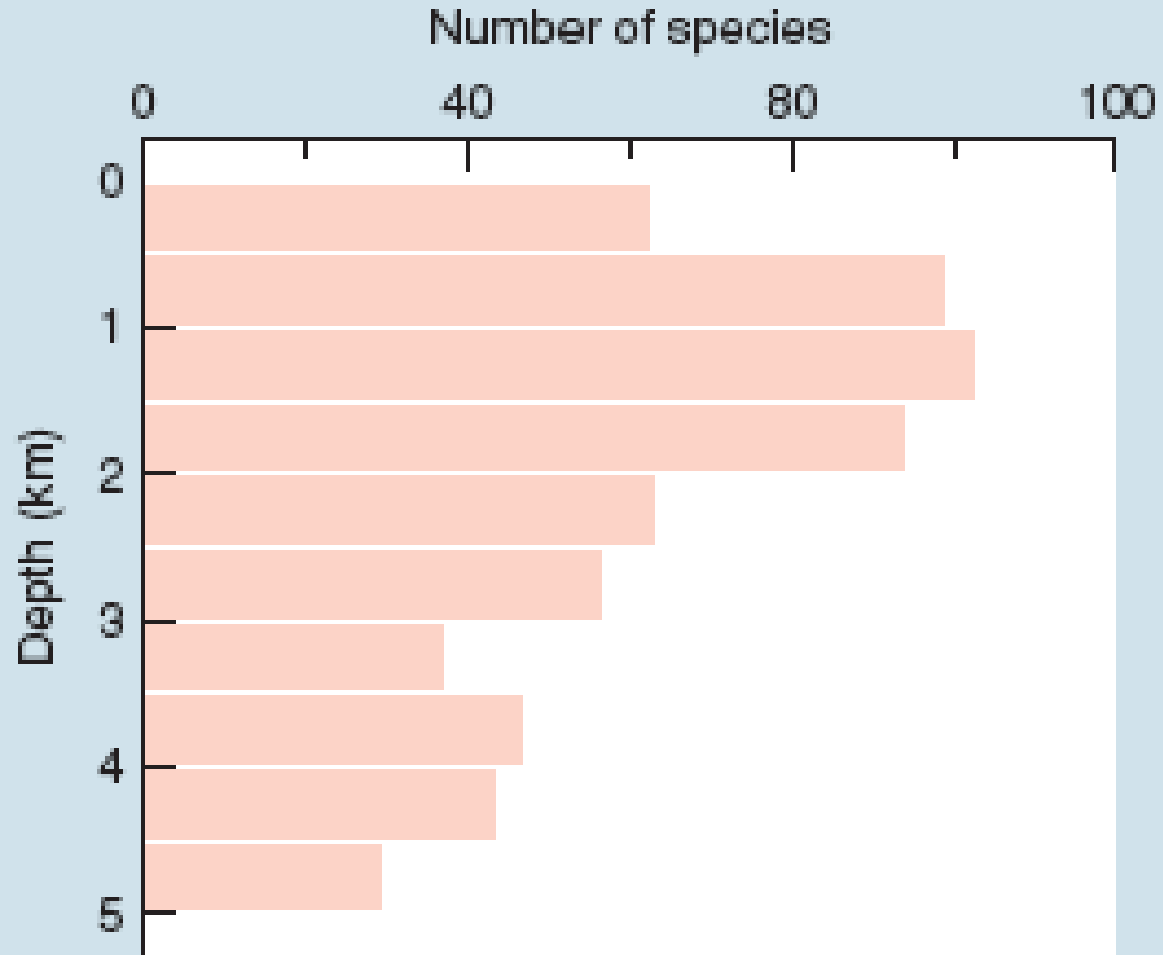
Nadmořská výška: pokles
druhové skladby s nadmořskou
výškou (větší kolísání klimatu,
stejně tak izolace horských
masivů)



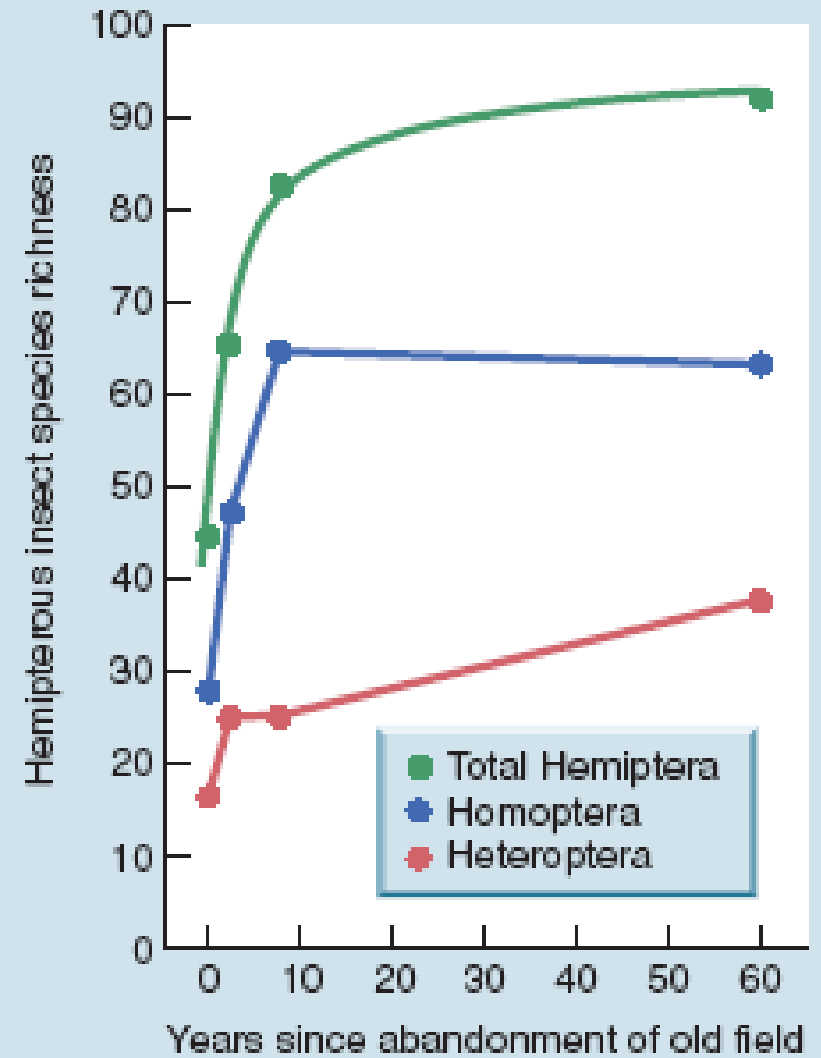
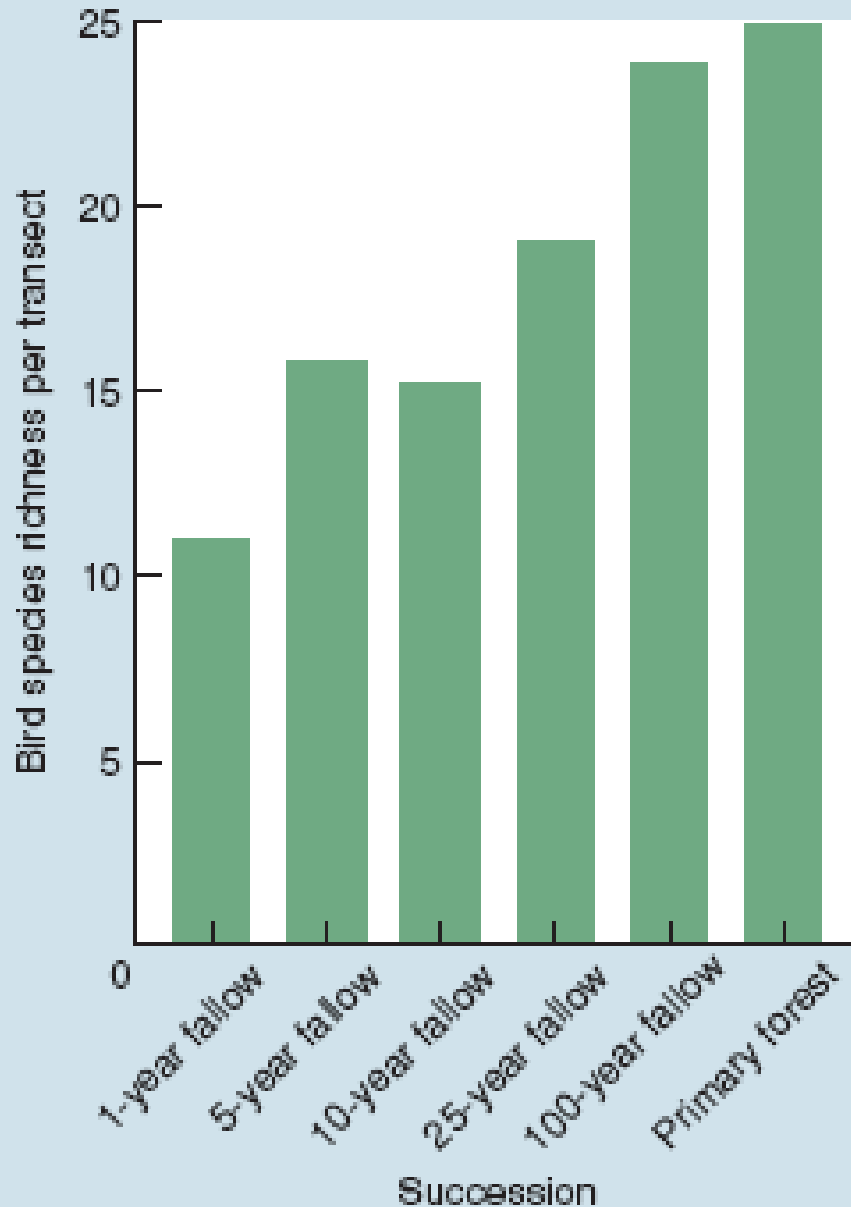
Hloubka moří: organismy bentické dosahují maximální diverzity v hloubkách kolem 1000-2000 (- 4000) m, což je rovněž hloubka kontinentálních prahů moří, kde je max. přísun živin.

Stabilita podporuje diverzitu:

dna oceánů (200 km čtverečních) - malý energetický přísun, neměnné podmínky prostředí (stálá teplota, tma, mořské proudy ap.). Vyskytuje se zde obrovské množství druhů - odhad je stovky tisíc až milión druhů. Ale v nízkých abundancích.



Diverzita vzhledem ke gradientu sukcesního vývoje: nejvyšší druhovou diverzitu mají pokročilejší vývojová stadia, nikoli klimaxová společenstva. Obdobná závislost pro množství jedinců v jednotlivých suk. stadiích.

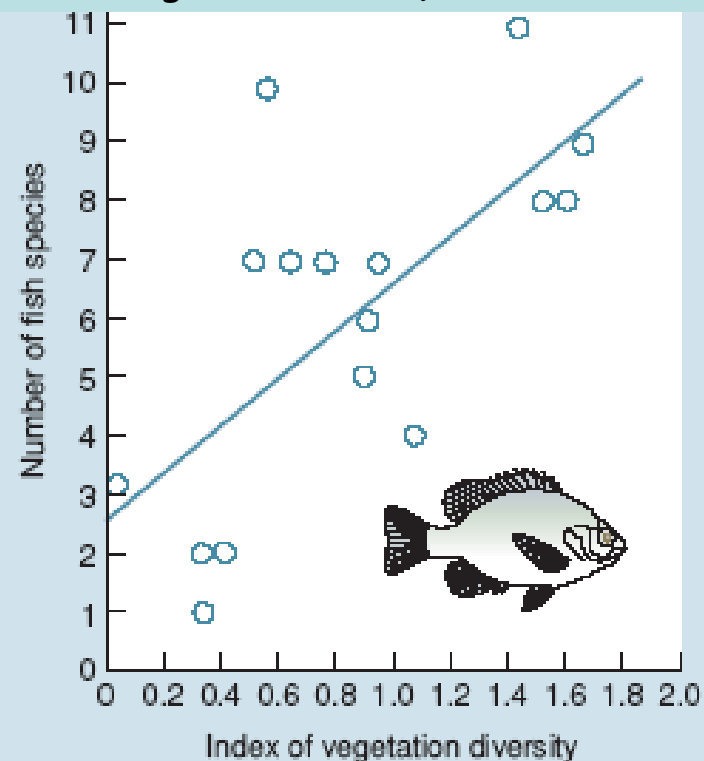
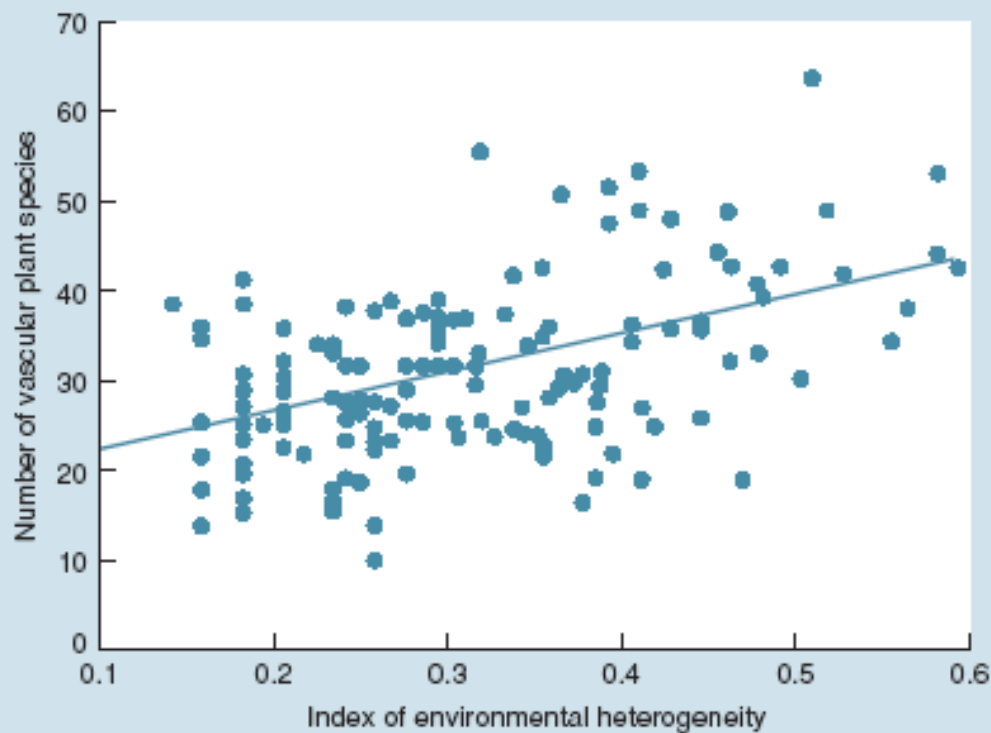


Principy vztahu biodiverzity a biotopů:

1. Čím více jsou životní podmínky biotopu rozmanitější (větší), tím více druhů je v biocenóze zastoupeno.
2. Čím více jsou podmínky prostředí bližší k extrémnímu stavu (odchýlenější od normálu), tím je biocenóza druhově chudší.
3. Čím jsou podmínky životního prostředí stálější, tím je také biocenóza druhově stabilnější (nikoli druhově pestřejší).

Relationship between the number of plants per 300 m² plot beside the Hood River, Northwest Territories, Canada, and an index (0-1) of spatial heterogeneity in abiotic factors associated - topography and soil. (Gould & Walker, 1997.)

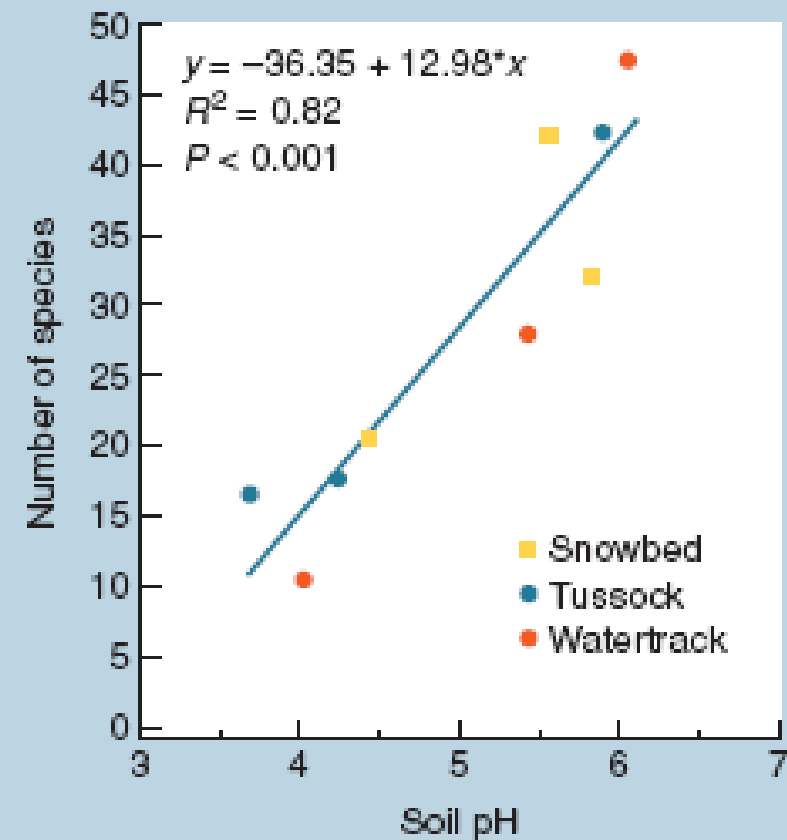
Relationship between animal species richness and an index of structural diversity of vegetation for freshwater fish in 18 Wisconsin lakes (Tonn & Magnuson, 1982.)



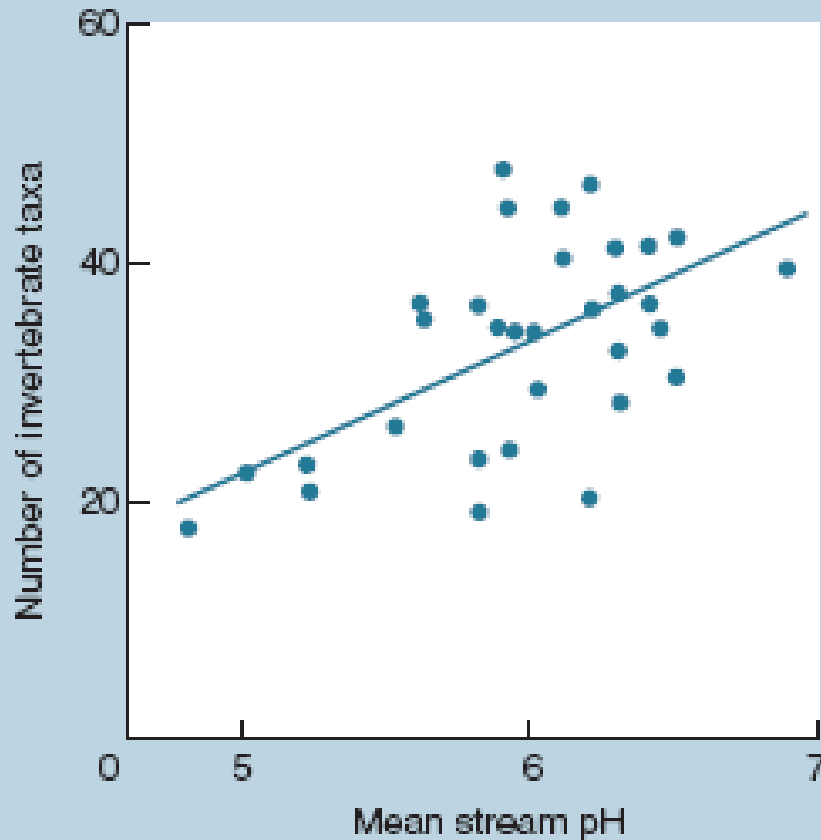
Principy vztahu biodiverzity a biotopů:

1. Čím více jsou životní podmínky biotopu rozmanitější (větší), tím více druhů je v biocenóze zastoupeno.
- 2 Čím více jsou podmínky prostředí bližší k extrémnímu stavu (odchýlenější od normálu), tím je biocenóza druhově chudší.
3. Čím jsou podmínky životního prostředí stálější, tím je také biocenóza druhově stabilnější (nikoli druhově pestřejší).

The number of plant species per 72 m², in the Alaskan Arctic tundra increases with pH. (Gough et al., 2000.)



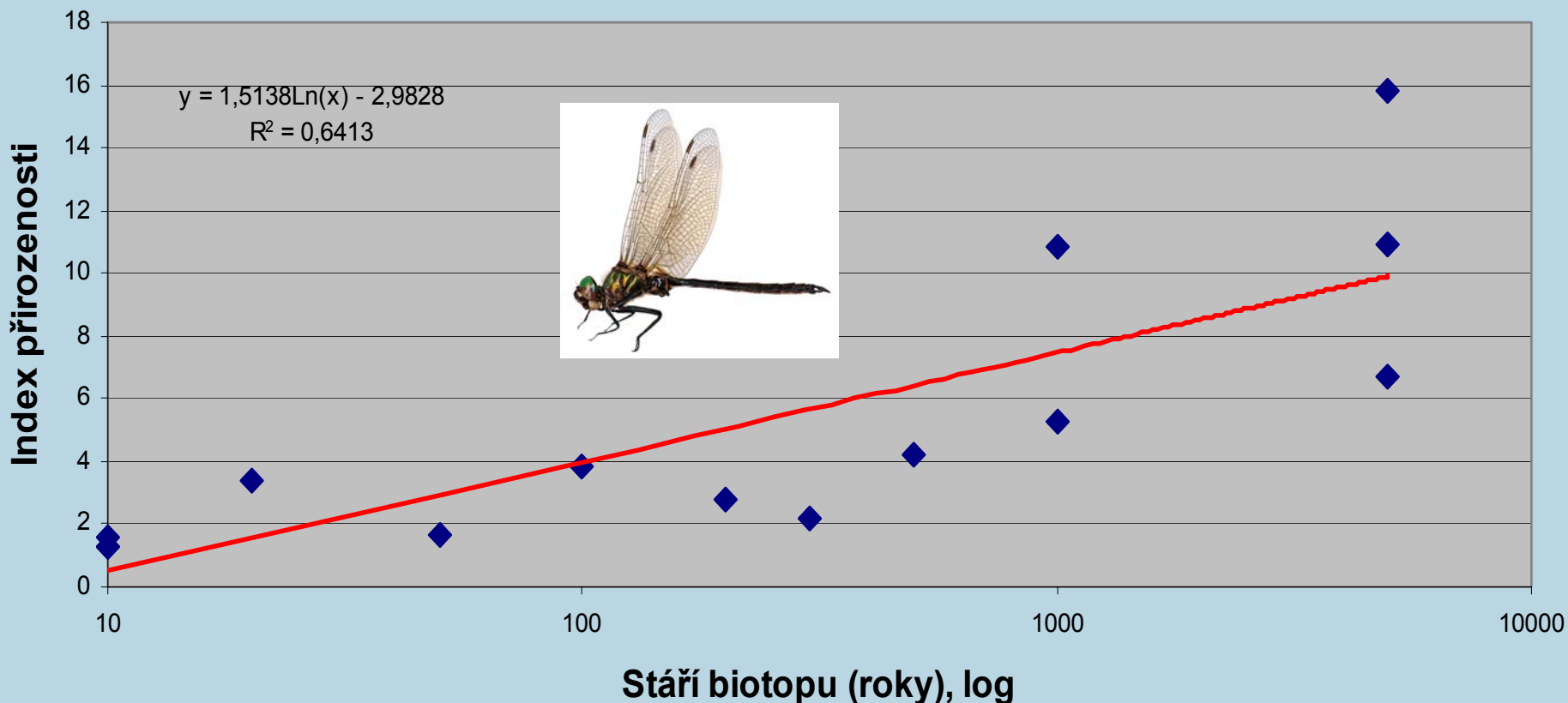
The number of taxa of invertebrates in streams, southern England, the pH of the stream water. (Townsend et al., 1983.)



Principy vztahu biodiverzity a biotopů:

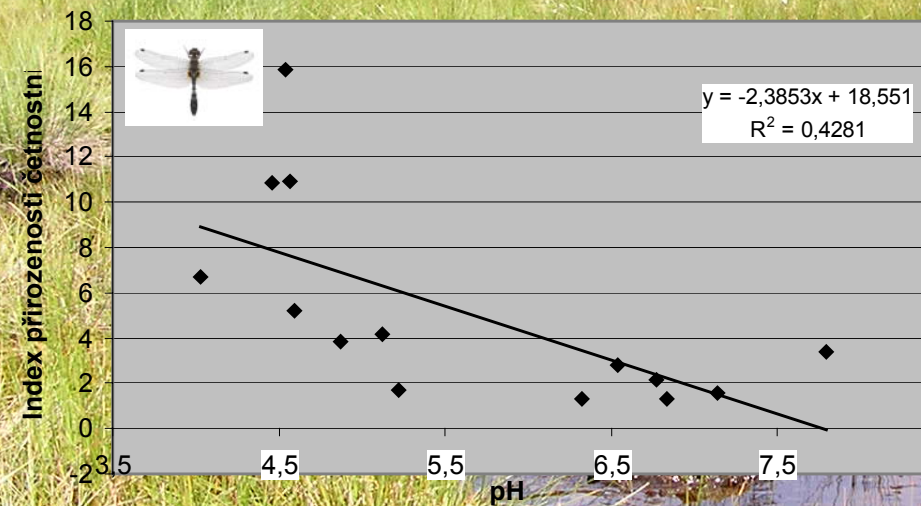
1. Čím více jsou životní podmínky biotopu rozmanitější (větší), tím více druhů je v biocenóze zastoupeno.
- 2 Čím více jsou podmínky prostředí bližší k extrémnímu stavu (odchýlenější od normálu), tím je biocenóza druhově chudší.
3. Čím jsou podmínky životního prostředí stálejší, tím je také biocenóza druhově stabilnější (nikoli druhově pestřejší).

Index přirozenosti a stáří biotopu

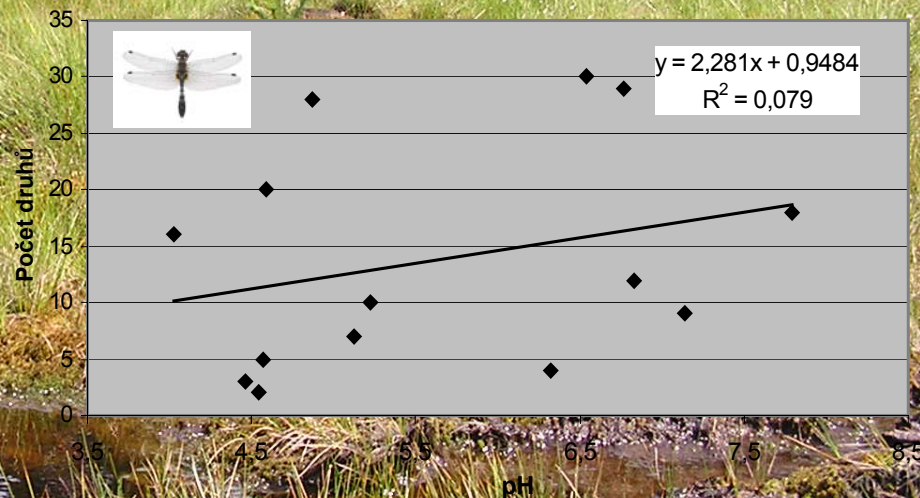


Vztah indexu přirozenosti a počtu druhů k hodnotám pH

Index přirozenosti a pH

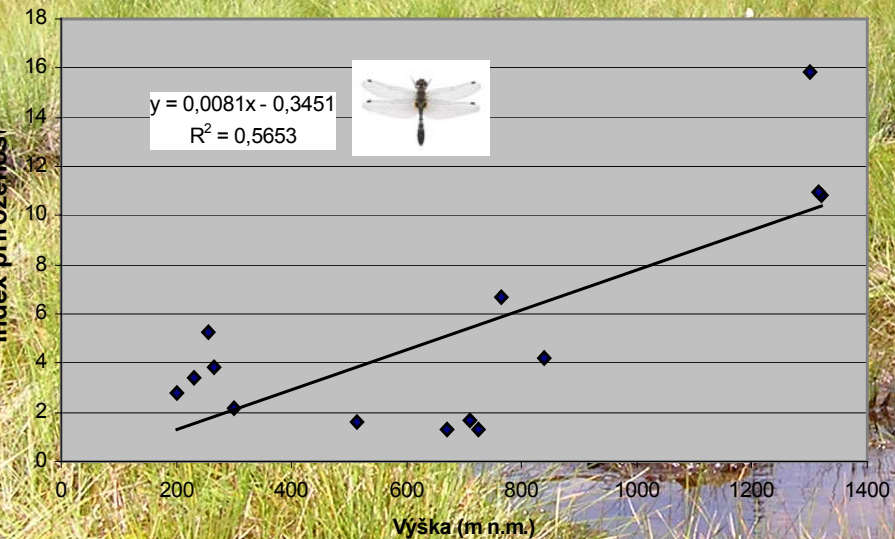


Počet druhů a pH

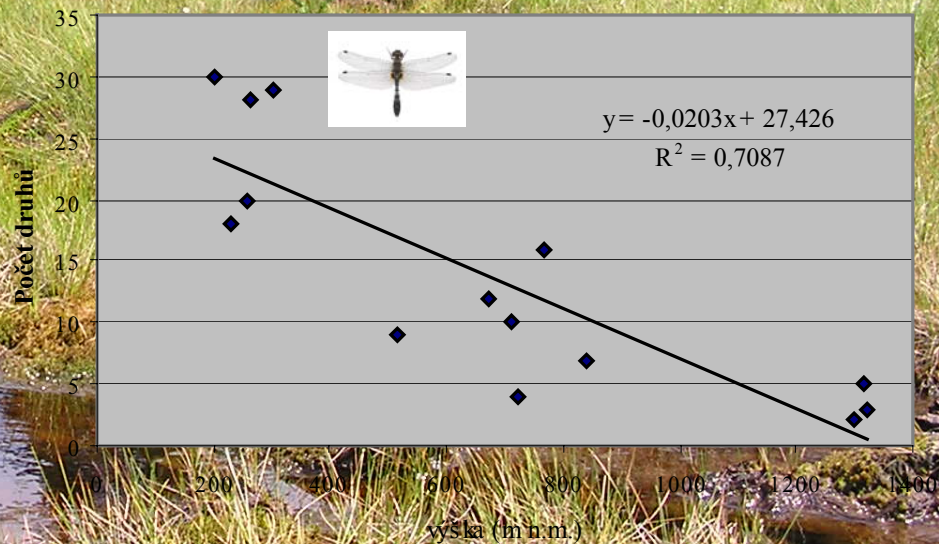


Vztah indexu přirozenosti a počtu druhů k nadmořské výšce stanoviště

Index přirozenosti a výška n.m.

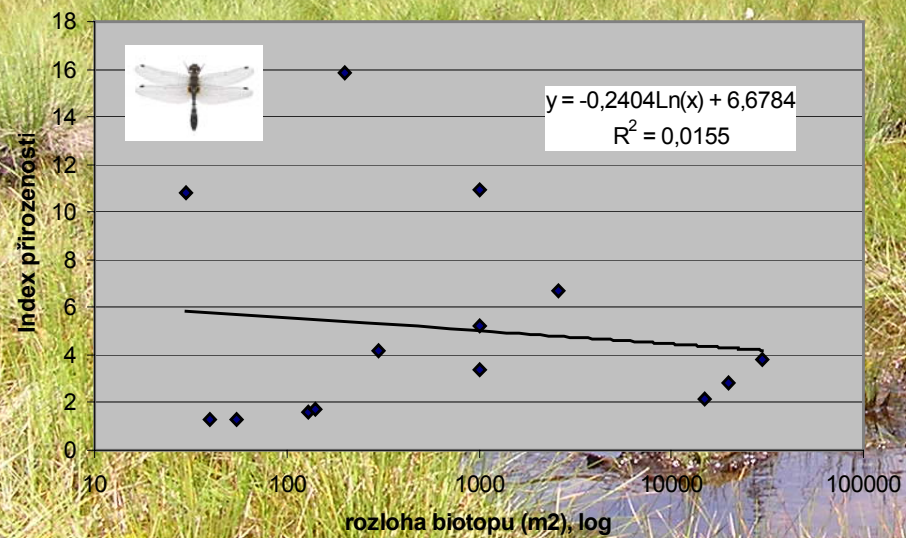


Počet druhů a výška n.m.

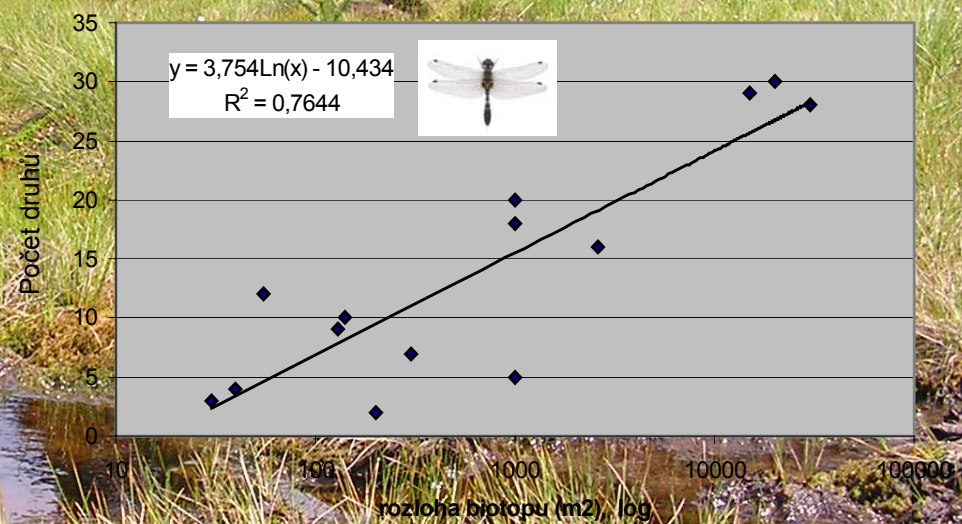


Vztah indexu přirozenosti a počtu druhů na velikosti stanoviště

Index přirozenosti a velikost biotopu

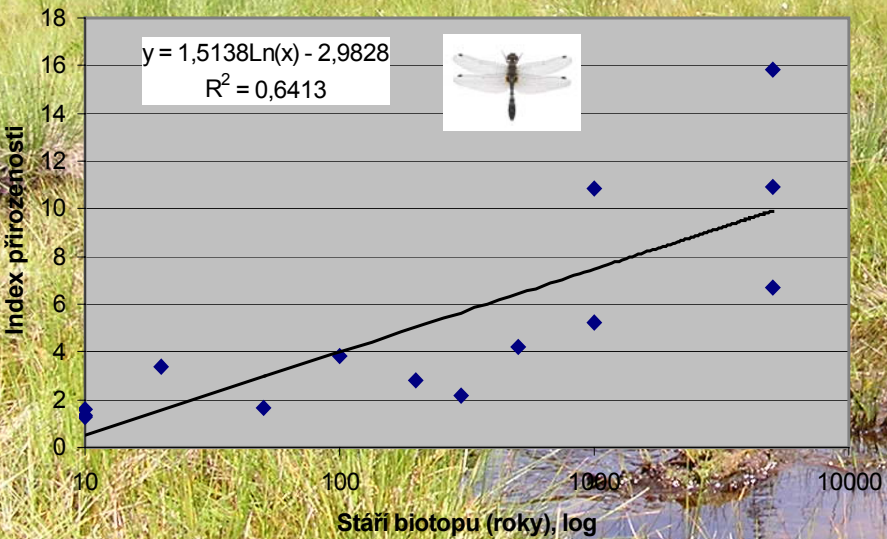


Počet druhů a velikost biotopu

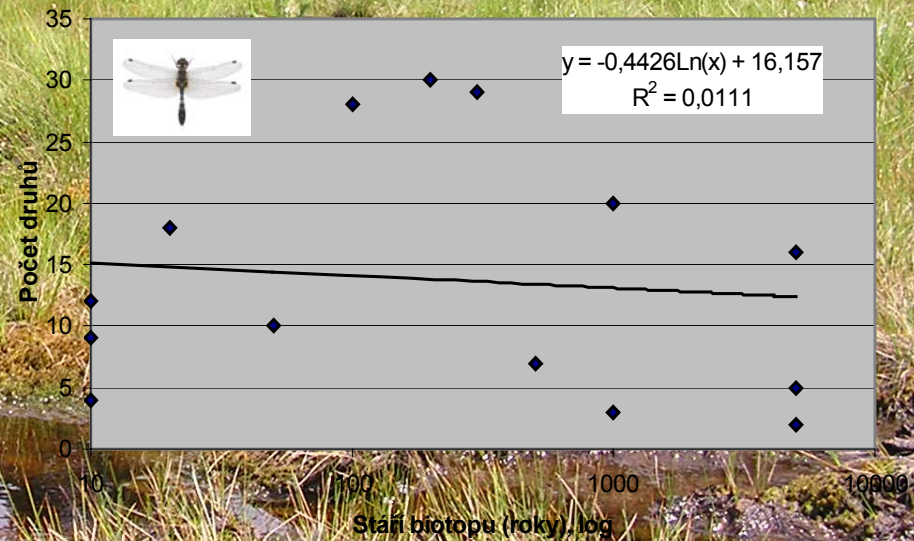


Vztah indexu přirozenosti a počtu druhů ke stáří stanoviště

Index přirozenosti a stáří biotopu



Počet druhů a stáří biotopu



Vztah indexu přirozenosti a počtu druhů jednotlivých odonatocenóz

