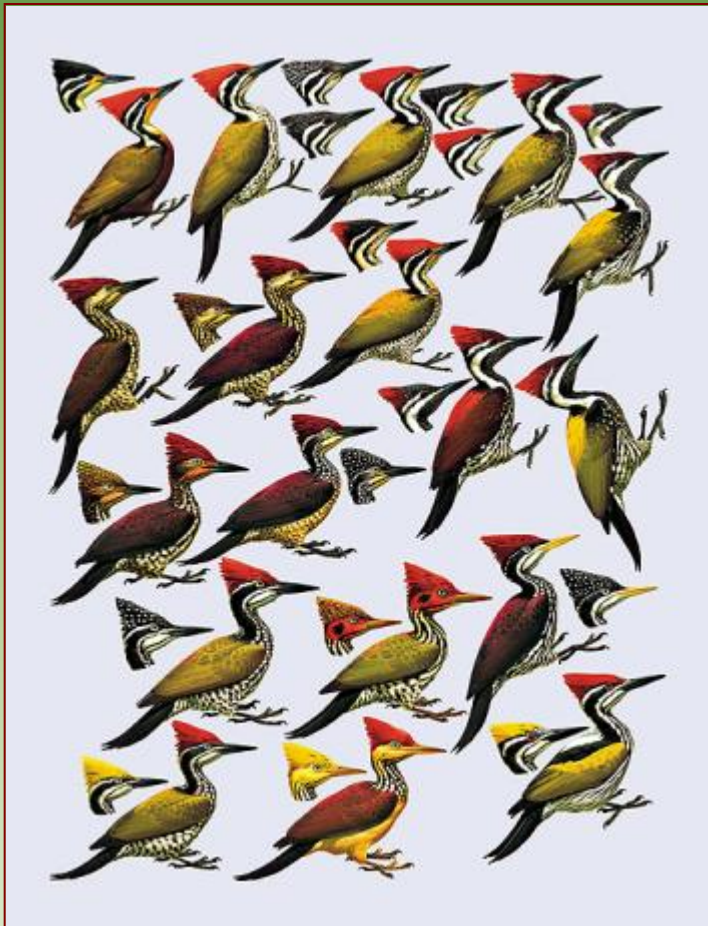


# BIODIVERZITA

**Co je biodiverzita a jak ji měřit  
Faktory, které biodiverzitu ovlivňují**



## WWF

Rozmanitost života na Zemi, miliony druhů rostlin, živočichů a mikroorganismů, včetně genů, které obsahují, i složité ekosystémy, které vytvářejí životní prostředí.

## ÚMLUVA O BIOLOGICKÉ DIVERZITĚ

Rozmanitost všech živých organismů, ekologických komplexů a ekosystémů, jejichž jsou součástí; zahrnuje různorodost v rámci druhů, mezi druhy a ekosystémy.

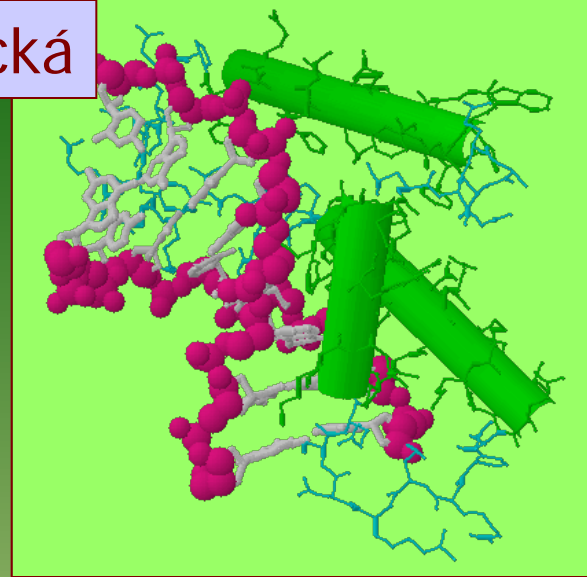
## IUCN

rozmanitost života ve všech jeho formách, úrovních a kombinacích. Zahrnuje diverzitu ekosystémů, druhů i genů.



taxonomická  
(druhová)

genetická



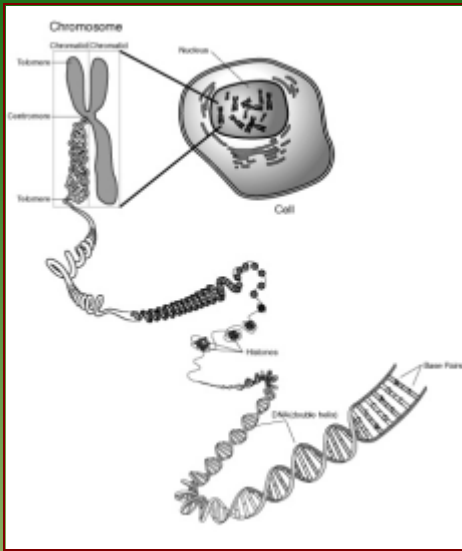
# Úrovně biodiverzity

kulturní



ekosystémová





genetická

populace  
jedinci  
chromozomy  
**GENY**  
nukleotidy

taxonomická



říše  
kmény  
čeledi  
rody  
**DRUHY**  
poddruhy  
**POPULACE**  
jedinci

## Úrovně biodiverzity

kulturní



jazyky  
obyčeje, zvyky  
tradice  
náboženství  
filosofie  
Lidské vztahy

ekosystémová

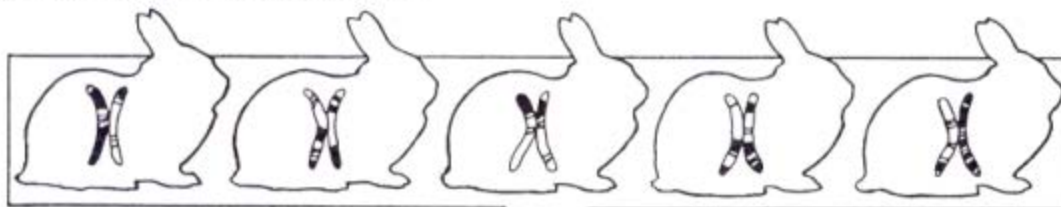


biogeografické  
regiony  
biomy  
**EKOSYSTÉMY**  
**STANOVIŠTĚ**  
niky  
populace

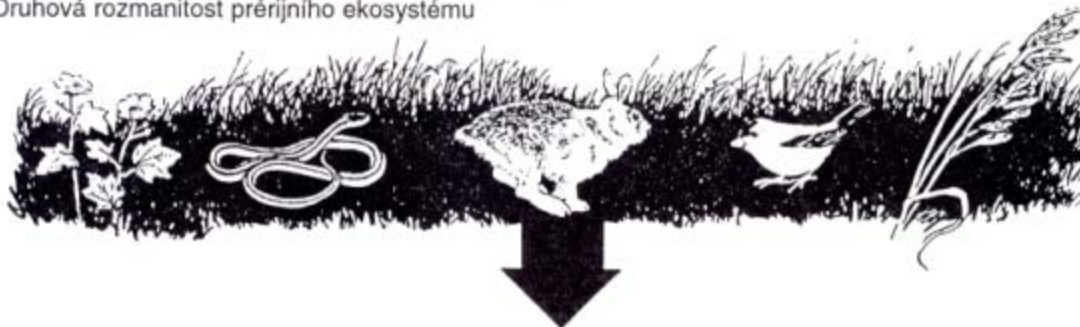
# ÚROVNĚ BIODIVERZITY

**Obr. 1.3** Biologická diverzita zahrnuje genetickou diverzitu (genetickou variabilitu, kterou je možné nalézt u každého druhu), druhovou diverzitu (rozsah druhů v daném ekosystému) a diverzitu ekosystémů a společenstev (soubor typů stanovišť a ekosystémových procesů v dané oblasti). (Temple, 1991; kresby Tamara Sayre)

Genetická rozmanitost populace králíků



Druhová rozmanitost prérijního ekosystému



Rozmanitost společenstev a ekosystémů v krajině



# Co je to druh???

## **morfologická def.:**

skupina jedinců, která je svou některou vlastností morfologicky, anatomicky, fyziologicky nebo biochemicky odlišná od jiných skupin

## **biologická def.:**

skupina přírodních populací, které se mohou vzájemně křížit a jsou reprodukčně izolovány od jiných takových skupin

## **evoluční (fylogenetická) def.:**

nejmenší evolučně izolovaná linie, která si udržuje v čase i prostoru svou identitu a která má svůj vlastní nezávislý evoluční vývoj

Druh je charakteristický pro svůj jedinečný původ a historii, soubor výlučných společných vlastností, unikátní ekologická nika, potomstvo patří ke stejnému druhu

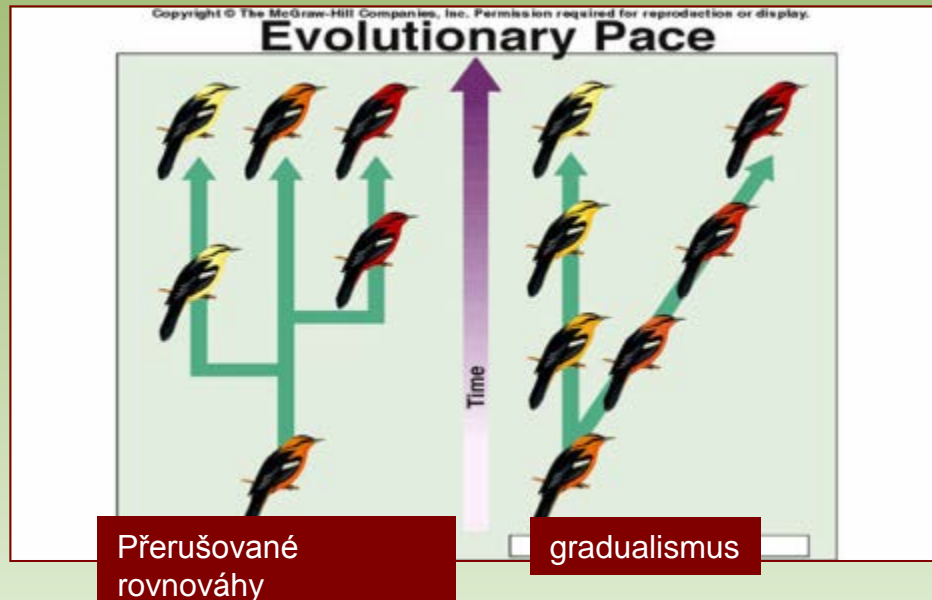
# Co je to druh???

## Biologický druh

- populace, které se mezi sebou skutečně nebo potenciálně kříží – o tom často vůbec nic nevíme...
- reprodukční izolace od populací jiných druhů (nekříží se) – křížení je časté, přesto druhy fungují více méně nezávisle...

Odpověď na otázku, co je to druh, je tedy velmi složitá...

- populace v různé fázi reprodukční izolace (sympatrie vs. allopatrie)
- hodně napoví genetické a molekulárně fylogenetické přístupy



# *Nothobranchius*



**Kolik vidíte druhů?**



# Areály

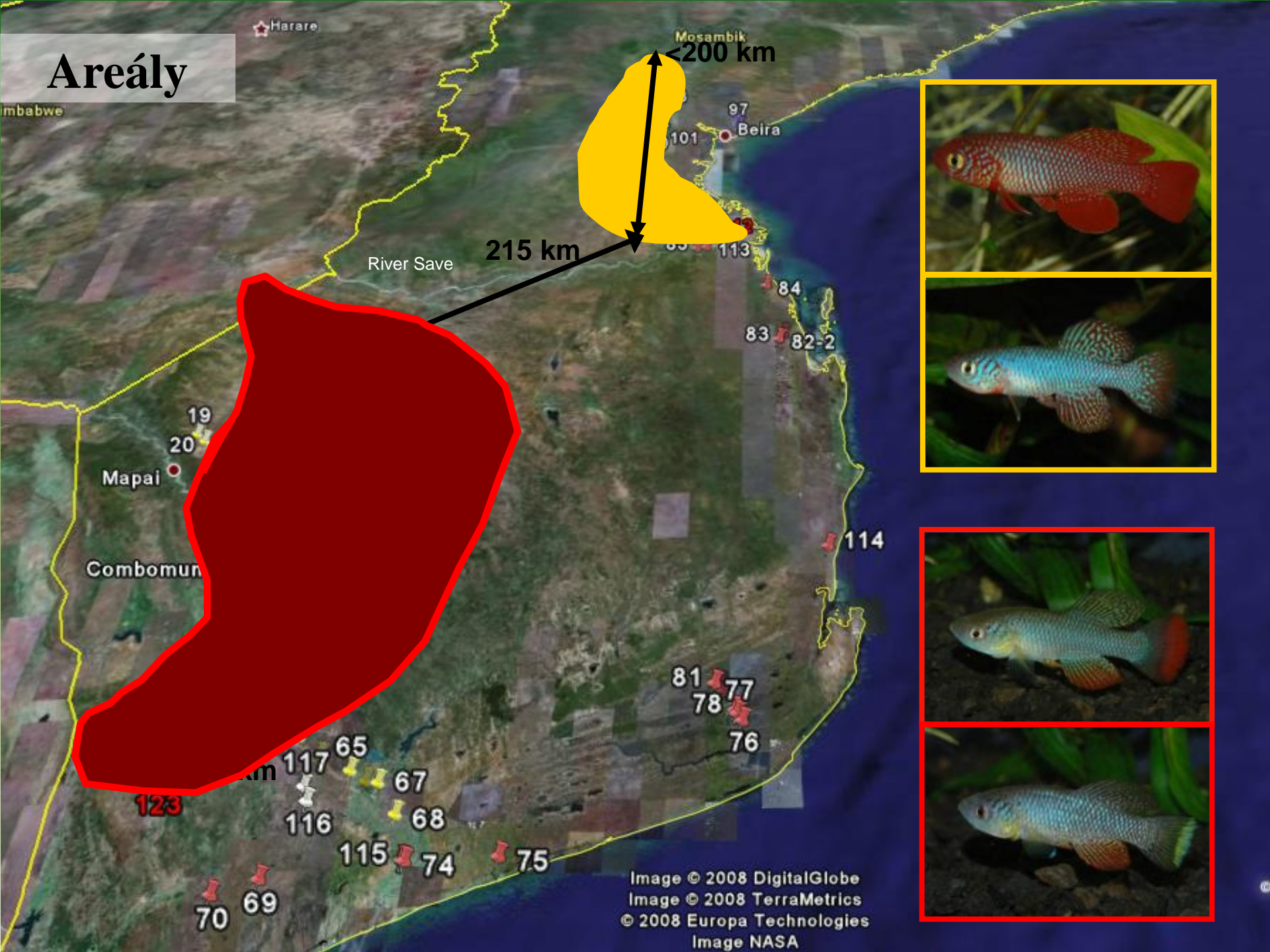
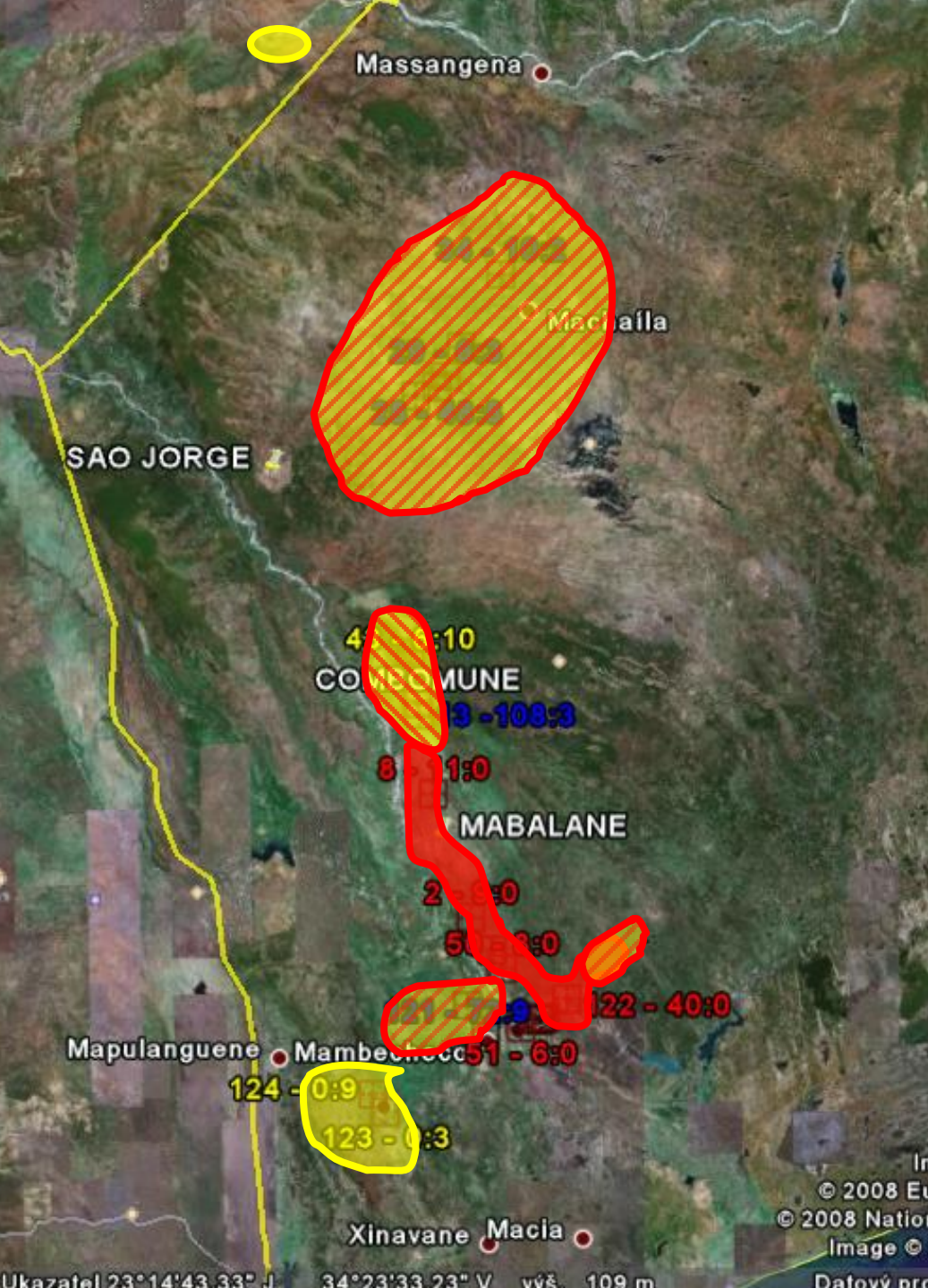
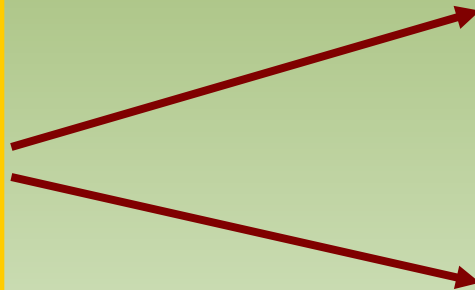
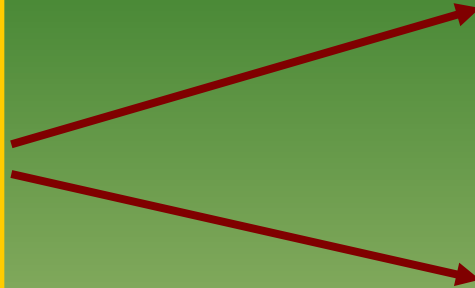


Image © 2008 DigitalGlobe  
Image © 2008 TerraMetrics  
© 2008 Europa Technologies  
Image NASA



© 2008 Europa Technologies  
 © 2008 National Geographic Society  
 Image © 2008 TerraMetrics

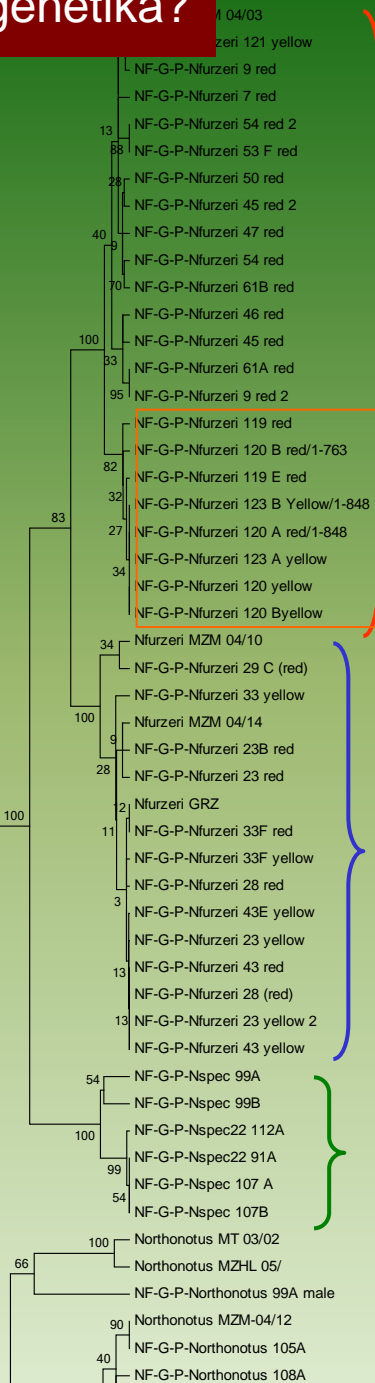
# A co F1? (samičky z přírody)



**2 druhy – 4 barevné formy?**

# A co na to genetika?

UPGMA 3000 bootstraps  
c. 850bp on COX I.

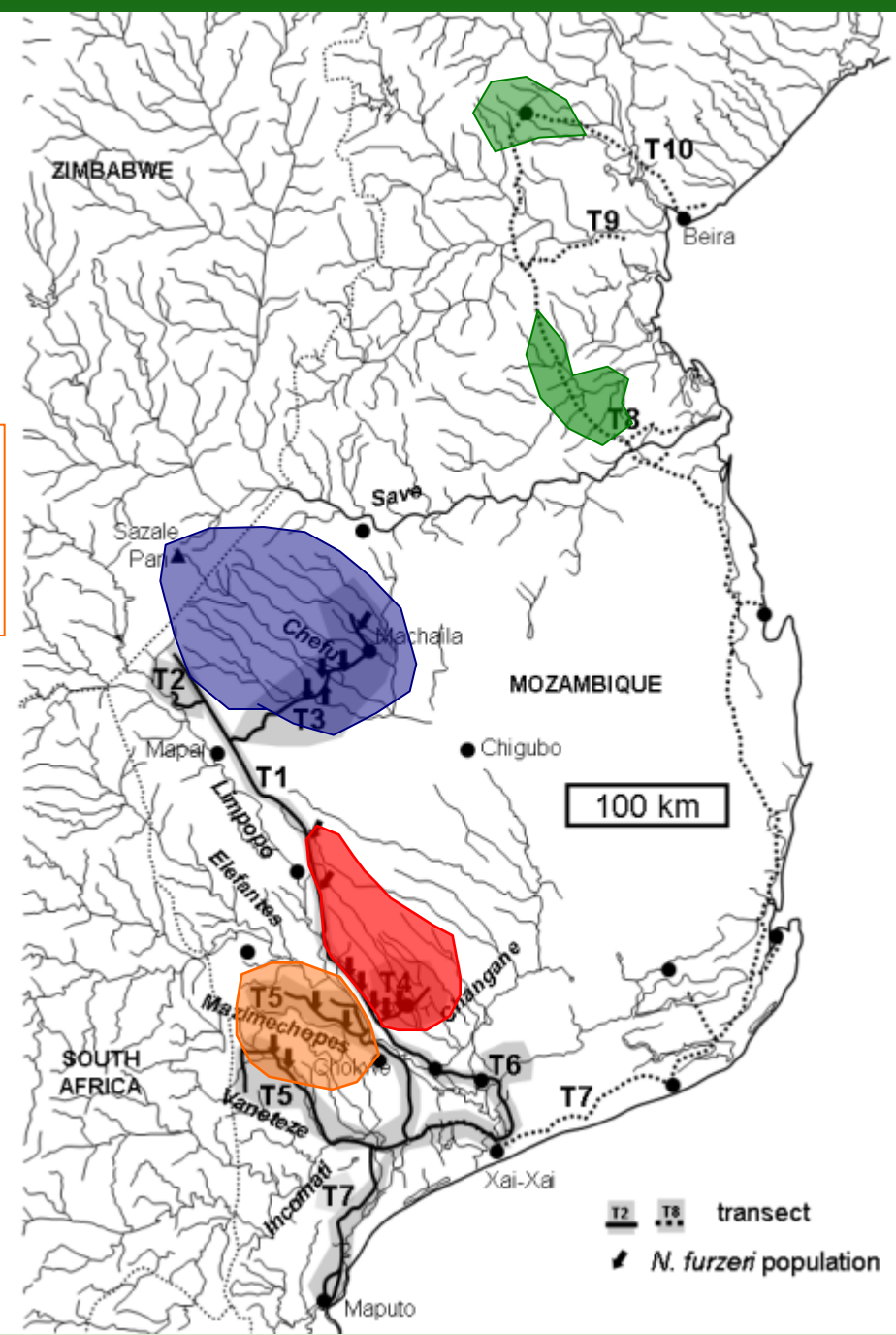


**Clade I  
(Limpopo)**

**Mazimechopes  
& Veneteze  
Přítoky jižně od  
Limpopa**

**Clade II  
= Chefu basin**

**Clade III (na  
sever od řeky  
Save)**



# Kolik druhů žije na světě?

- Je všeobecně známo, že se to neví...
- Popsáno asi 1,7 mil. druhů
- Odhady se velmi různí - 10–30 (150) milionů druhů



# Je důležité druhy rozlišovat a vědět, kolik jich je???

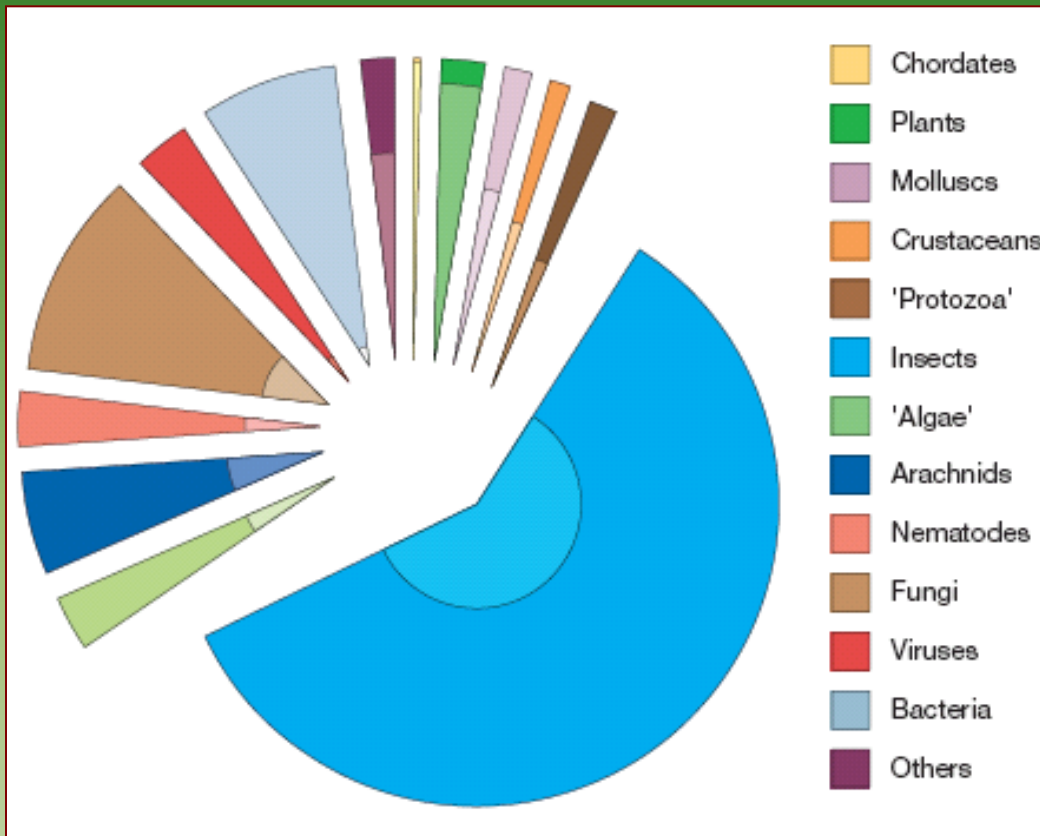


Ano, spíše z důvodu ochrany

Category	Species	Totals
<b>Vertebrate Animals</b>		
Mammals	5,416	
Birds	9,956	
Reptiles	8,240	
Amphibians	6,199	
<b>Total Vertebrates</b>		<b>59,811</b>
<b>Invertebrate Animals</b>		
Insects	950,000	
Molluscs	81,000	
Crustaceans	40,000	
Corals	2,175	
Others	130,200	
<b>Total Invertebrates</b>		<b>1,203,375</b>
<b>Plants</b>		
Flowering plants (angiosperms)	258,650	
Conifers (gymnosperms)	980	
Ferns and horsetails	13,025	
Mosses	15,000	
Red and green algae	9,671	
<b>Total Plants</b>		<b>297,326</b>
<b>Others</b>		
Lichens	10,000	
Mushrooms	16,000	
Brown algae	2,849	
<b>Total Others</b>		<b>28,849</b>
<b>TOTAL SPECIES</b>		<b>1,589,361</b>



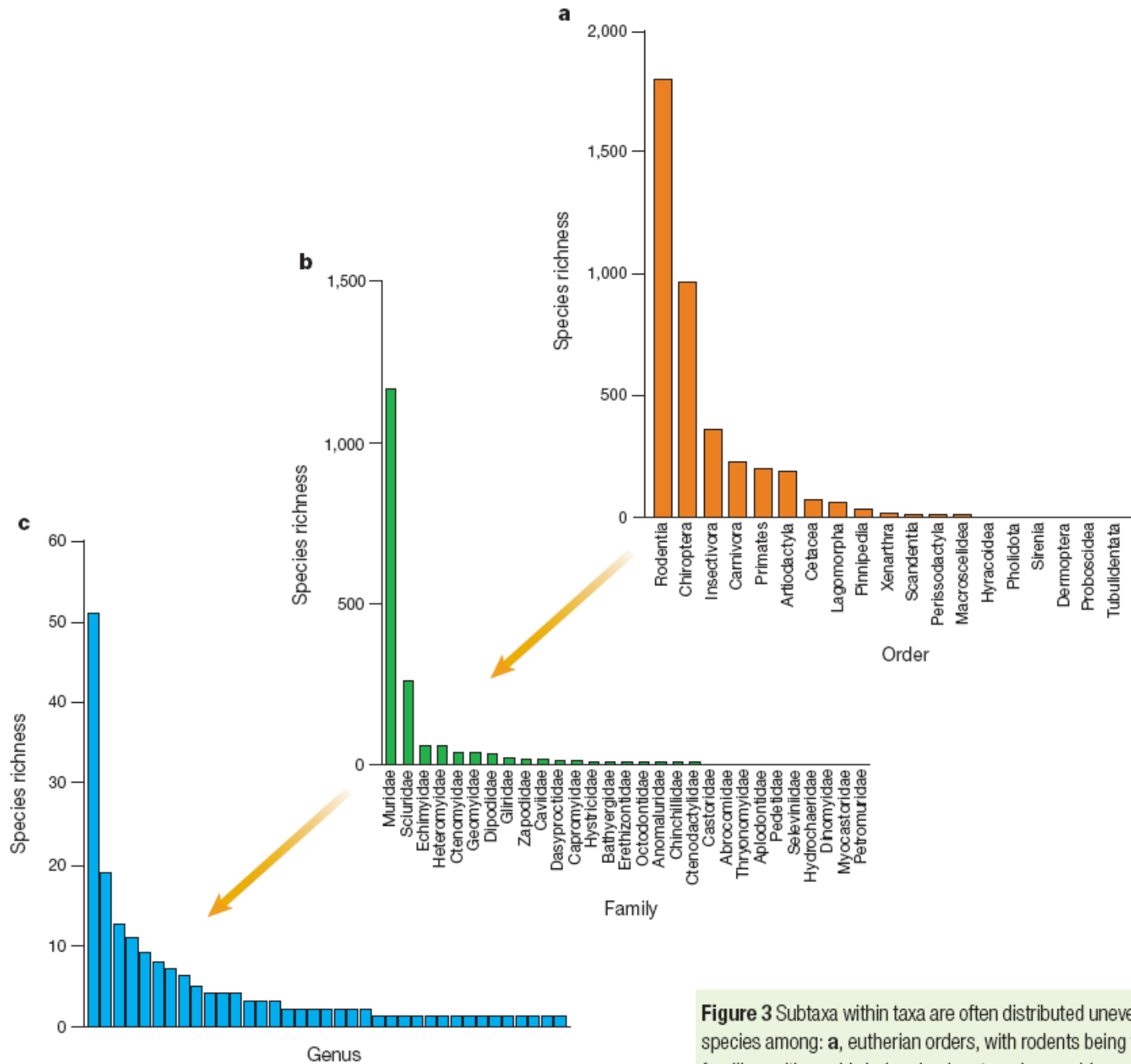
# Rozdíly v počtu druhů mezi taxony



**Figure 4** Species richness in major groups of organisms. The main 'pie' shows the species estimated to exist in each group; the hatched area within each slice shows the proportion that have been formally described. Data from ref. 7.







**Figure 3** Subtaxa within taxa are often distributed unevenly. Uneven distribution of species among: **a**, eutherian orders, with rodents being the dominant group; **b**, rodent families, with murids being dominant; and **c**, murid genera. Data from ref. 95.

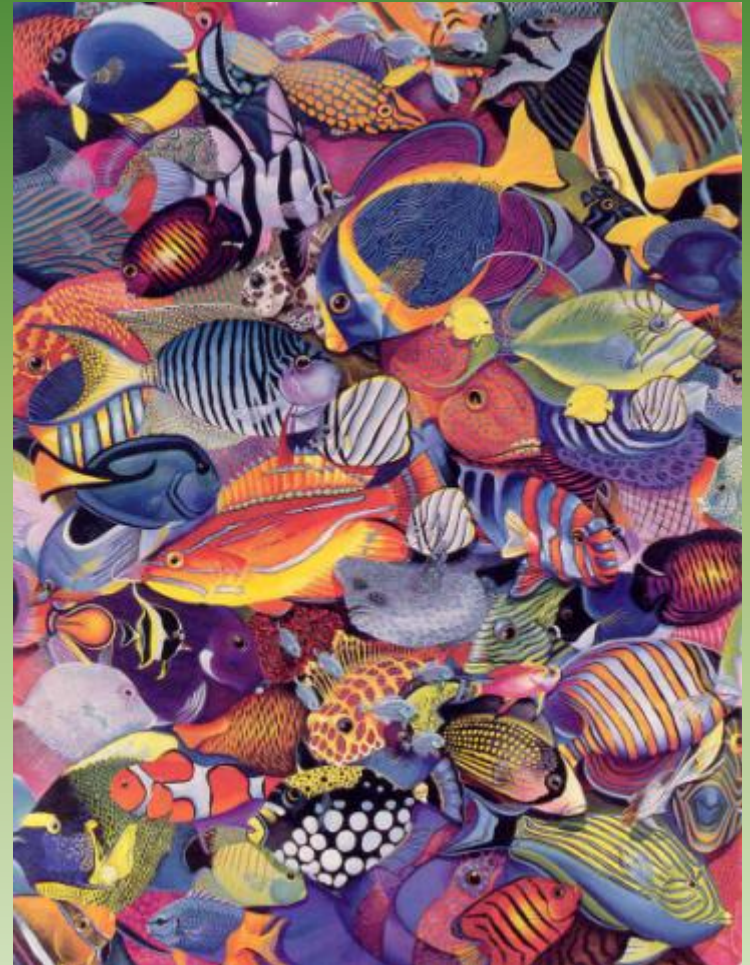
# DRUHOVÁ BOHATOST ČESKÉ REPUBLIKY

<b>taxon/skupina</b>	<b>počet druhů</b>
sinice a řasy	6 100
houby	30 000
mechorosty	848
lišejníky	1 400
vyšší rostliny	2 500
hmyz	24 800 - 43 000
ostatní mnohob. bezob.	5 800 - 8 000
ryby a mihulovci	65
obojživelníci	21
plazi	11
ptáci	576
savci	86
<b>celkem</b>	<b>71 917 - 92 521</b>

(bez virů, bakterií, jednobuněčných živočichů)

# Kolik je na světě druhů ryb?

- 15-40 tisíc...(jak k těmto číslům ichthyologové došli?)
- až r. 1970 nový odhad i s postupem (Cohen 1970)
- odhady specialistů, revize skupin, nové druhy
- 19 135 – 20 980 druhů (spíše dvě minima)
- synonymika a kryptické druhy...



# Kde druhy ryb žijí?

- 41,2 % ve sladkých vodách, 45,5 % v pobřežních vodách moří a oceánů
- otevřené oceány pouze 13 % druhů – „vodní poušť“
- motorem pro speciace jsou izolace a množství dostupných nik (dělty, korálové útesy, povodí)
- v oceánu tak žije málo hodně početných druhů (nejpočetnější druhy obratlovců – např. *Cyclothone*)
- Rybářství - chladnější vody šelfů a povrchové vody moří a oceánů – nízká druhová diverzita
- Polovina druhů v prostředí značně využívaném lidmi – přímo ohroženy vyhynutím



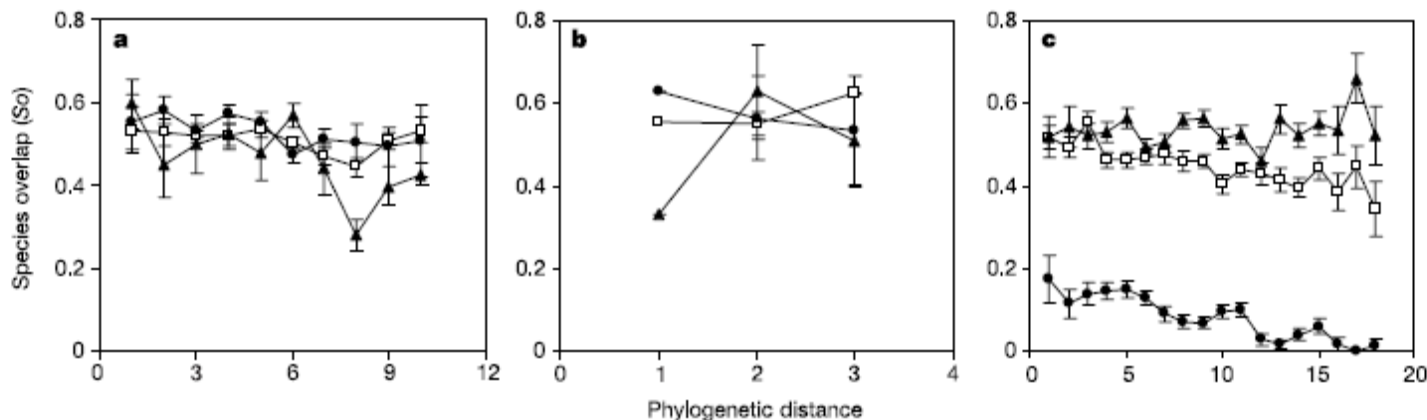
# Nová území, nové metody, nové druhy...

- Tropické oblasti, hluboká moře
- Analýza muzejních exemplářů
- Biochemická a molekulární genetika – fylogenetická analýza
- Chromozomy
- Ploidie a hybridizace



# ... a kolik je druhů hmyzu?

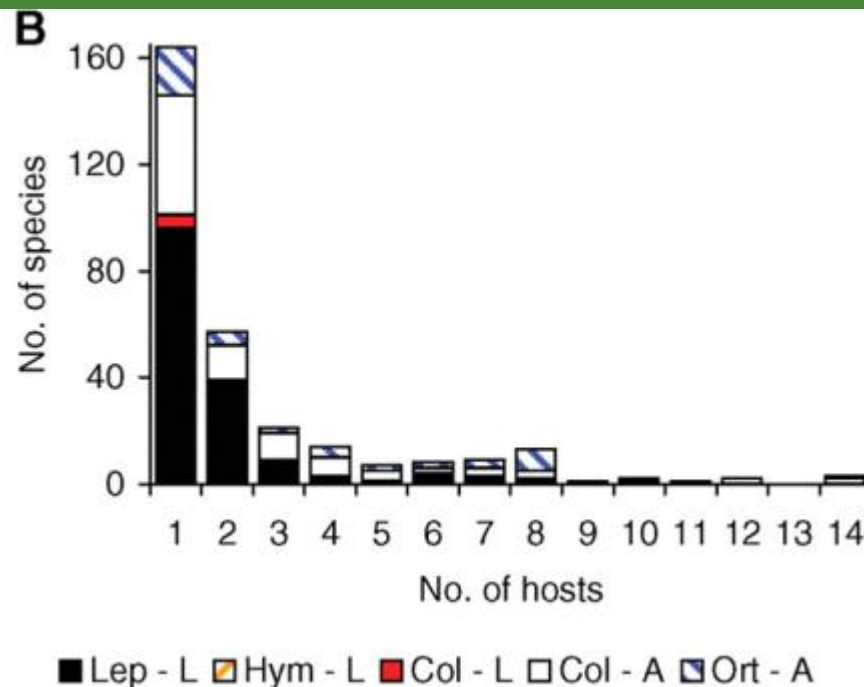
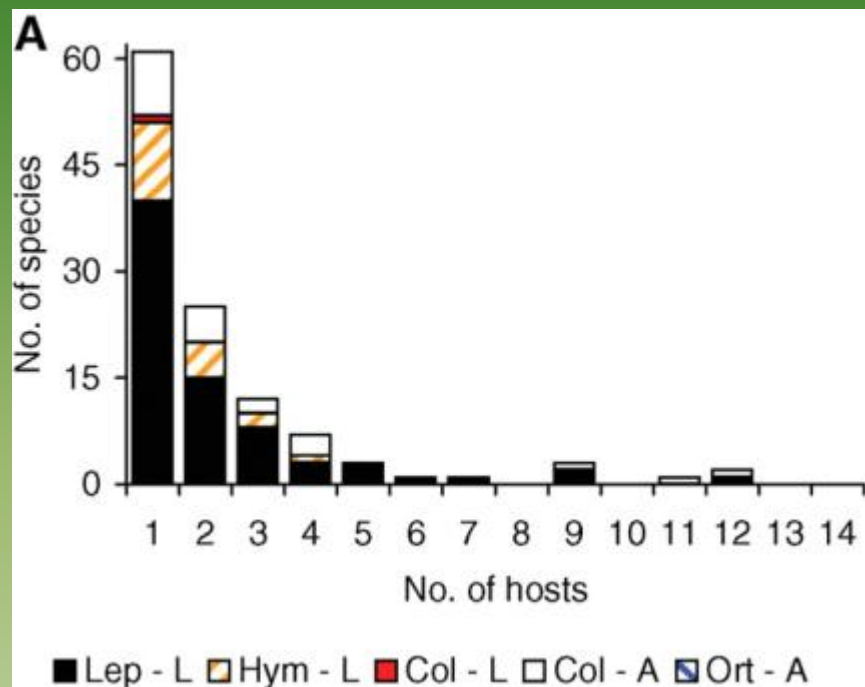
- Novotný et al. (Nature, 2002), Nová Guinea
- Studium specificity herbivorie (900 druhů herbivorního hmyzu, 51 druhů stromů)
- Dominují polyfágní druhy s preferencí více druhů jedné fylogenetické linie
- Klasický model předpokládal vyšší míru monofágie - korekce odhadu počtu druhů hmyzu - 31 mil. -> 4-6 mil. druhů



**Figure 2** Overlap in species composition of their leaf-chewing communities and phylogenetic distance between *Ficus* spp. (a), *Psychotria* spp. (b) and plants from different genera (c). Values of Sorensen index  $S_o$  (means  $\pm$  s.e.m.) are shown for all pairwise

comparisons between hosts separated by a particular phylogenetic distance. Coleoptera (squares), Lepidoptera (circles) and orthopteroids (triangles) are shown separately.

# Temperát (A) vs. tropy (B)



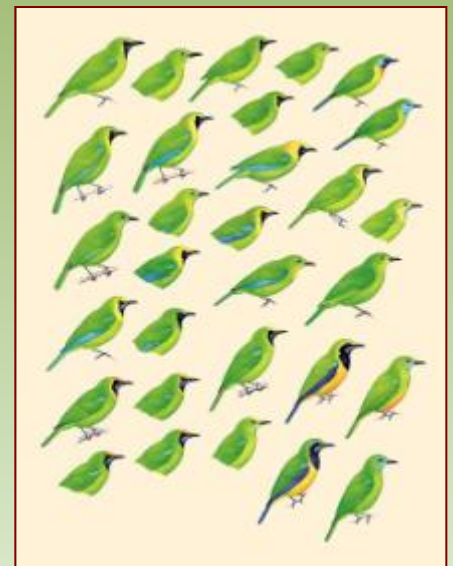
- Specializace herbivorního hmyzu je stejná v tropech i temperátní zóně
- Za vyšší druhové bohatství (herbivorního) hmyzu je zodpovědná vyšší druhová diverzita stromů (7x)

# Přesnost odhadu

Přesnější odhady u větších, nápadnějších organismů  
(savci vs. hmyz, motýli vs. dvoukřídlí)

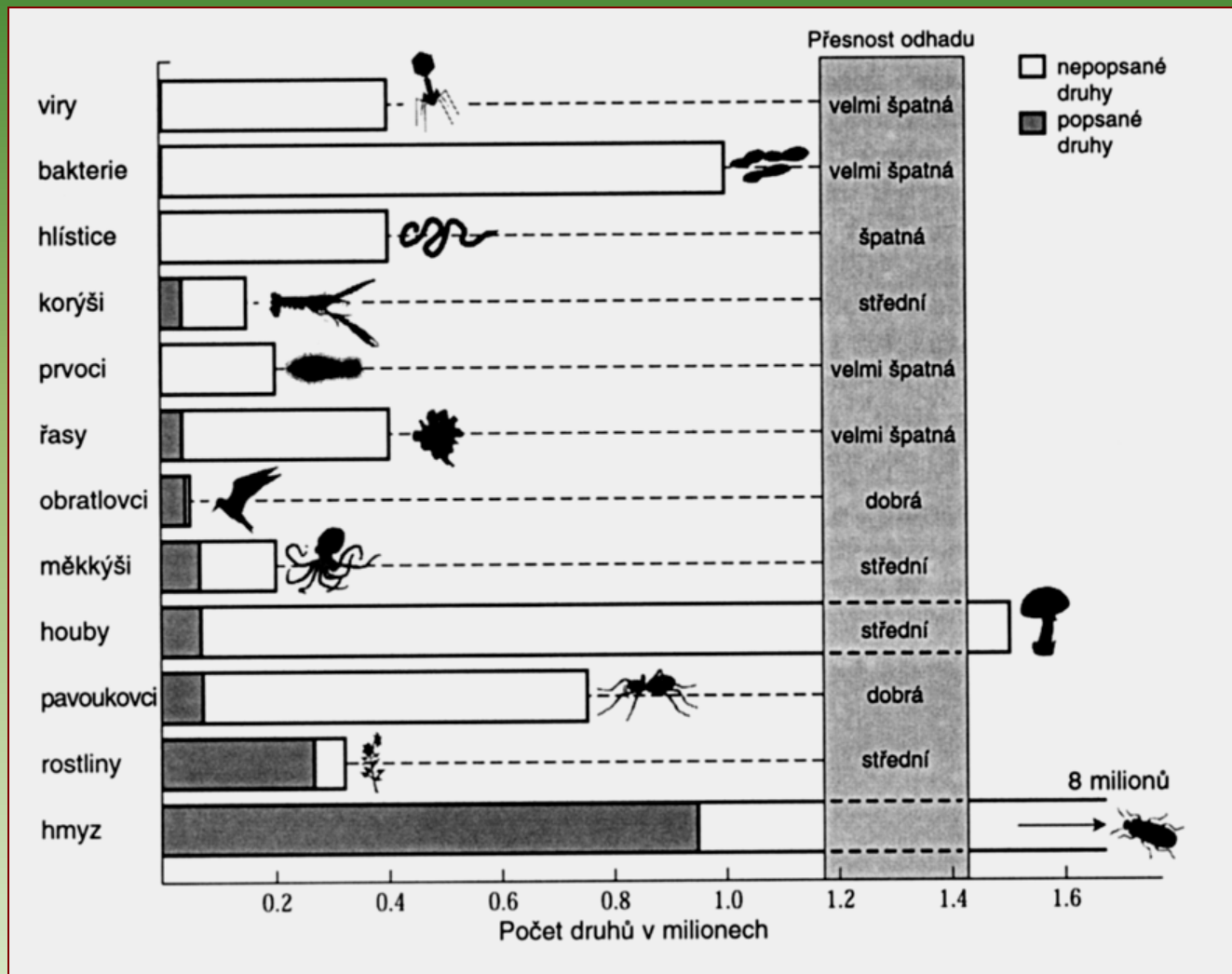
10 000 nových druhů ročně (především hmyz)

1-5 ptáků a savců ročně (především tropy)





# Přesnost odhadu





Kamerun

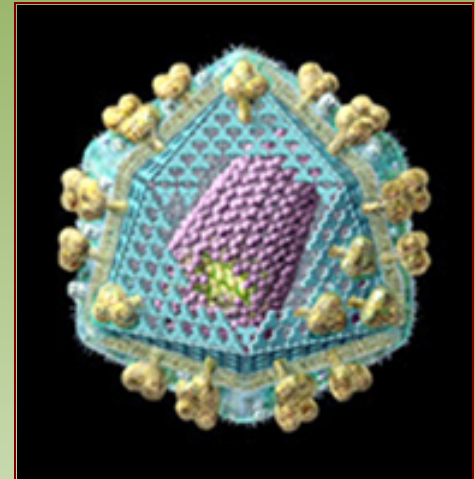


Mozambik



# Velké rezervy...

- Bakterie a viry
- Členovci



# Velké rezervy...

- Mořské dno



## Tsunami 2004



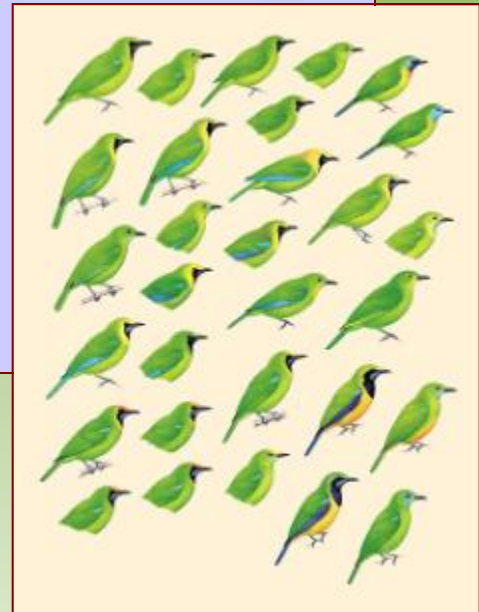
# Velké rezervy...

Tropické deštné lesy  
– zvláště korunové patro

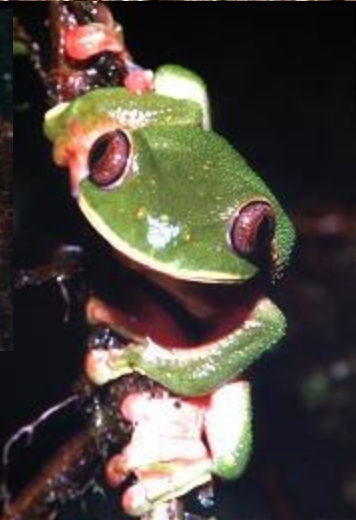


# Nově popsané druhy

- Ztracené světy – nedostupnost, války, obrovská rozloha (Papua-Nová Guinea, Konžská pánev, Amazonie)
- Skrytá diverzita – kryptické druhy, nejasné postavení - molekulární fylogeneze
- Nové metody – „camera traps“, molekulární biologie, genetika



# Papua-Nová Guinea: Foji 2006



# „Znovuzrozené“ druhy

Druhy považované za vymřelé a po dlouhé době znovu objevené

Papua-Nová Guinea: Foji, 2006



Rajka (*Parotia berlepschi*)

Klokan (*Dendrolagus pulcherrimus*)



# „Znovuzrozené“ druhy

USA, Arkansas - 2005



Datel knížecí  
(*Campephilus principalis bairdii*)

S Bolívie, Beni - 2003  
Grim & Šumbera

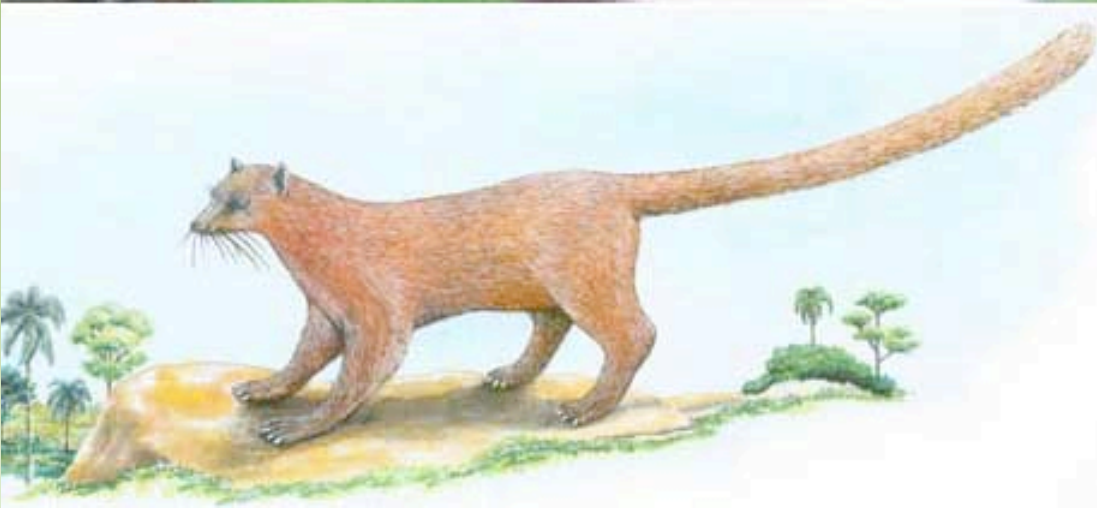


Lelek bělokřídlý  
(*Caprimulgus candicans*)

# Camera traps



Neznámý savec na Borneu,  
prosinec 2005 – poletucha?



# Neustálá překvapení...

J Tanzánie, květen 2005,  
Velký druh opice v poměrně  
dobře známé oblasti



Mangabej (*Lophocebus kipunji*)

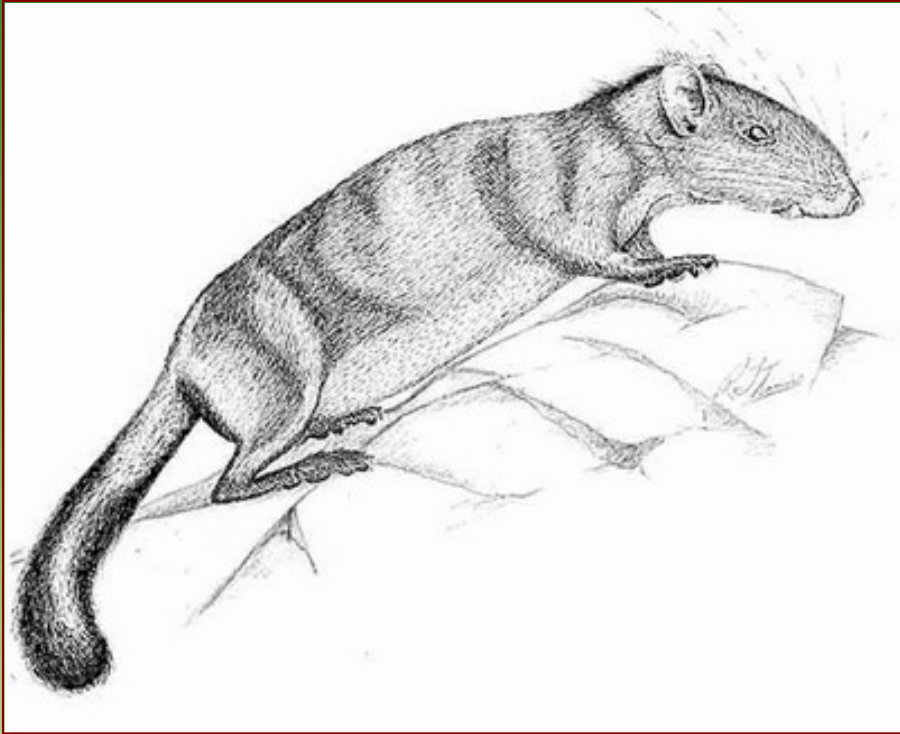
# Neustálá překvapení...



**Madagaskar, srpen 2005.  
Jeden z nejstudovanějších  
tropických lesů**

Lemur (*Microcebus lehilahytsara*)

# Domorodé trhy



Laos, 2005,  
nová čeleď hlodavců



„Skalní krysa“ (*Laonastes aenigmamus*)

# Skrytě žijící druhy

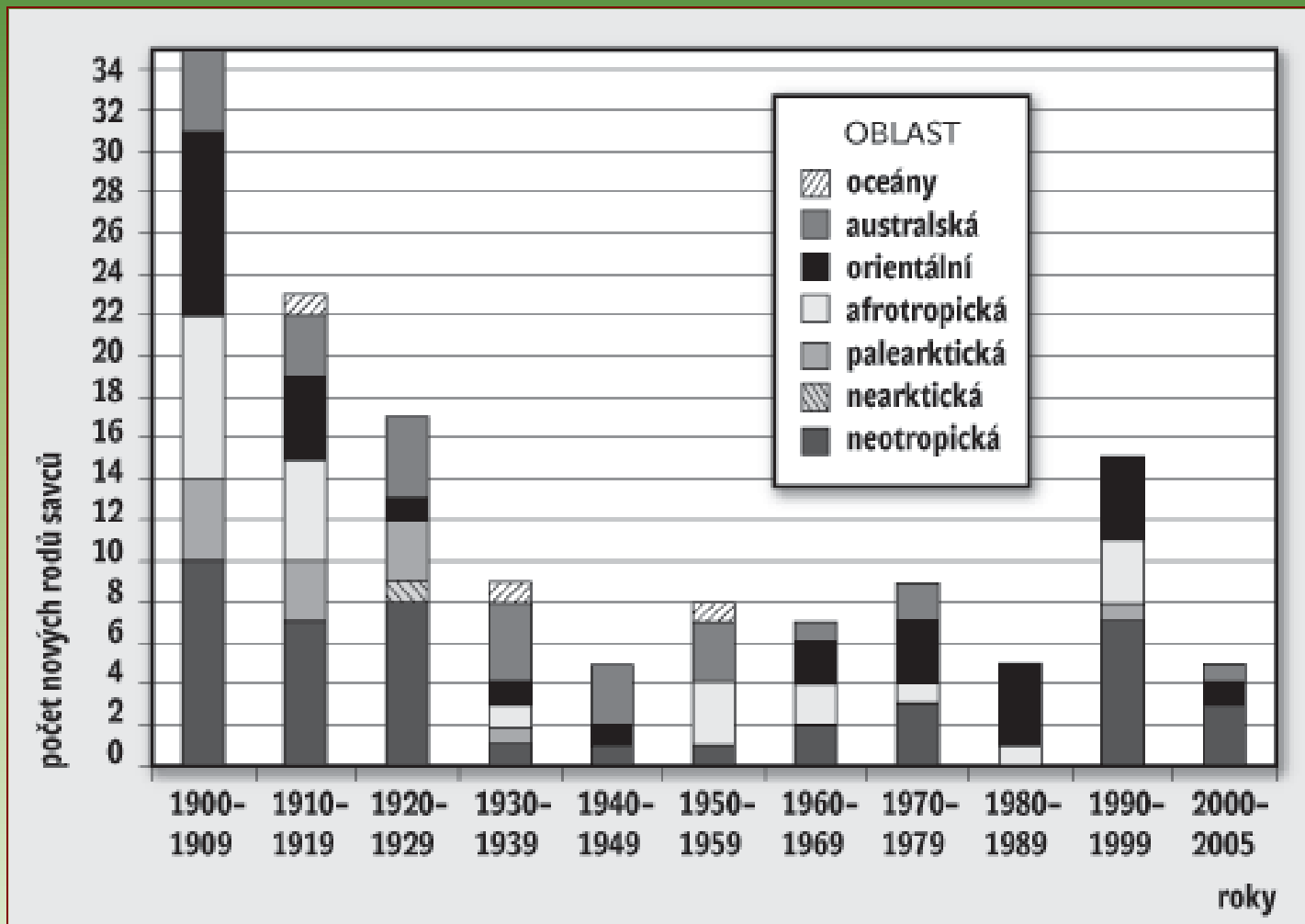
Filipíny, 2004



Chřástal (*Gallirallus calayanensis*)

# Kam se vypravit na lov nových druhů?

## NOVÉ RODY SAVCŮ



**alfa-diverzita**

# Biodiverzita

- počet druhů ve společenstvu – druhová bohatost

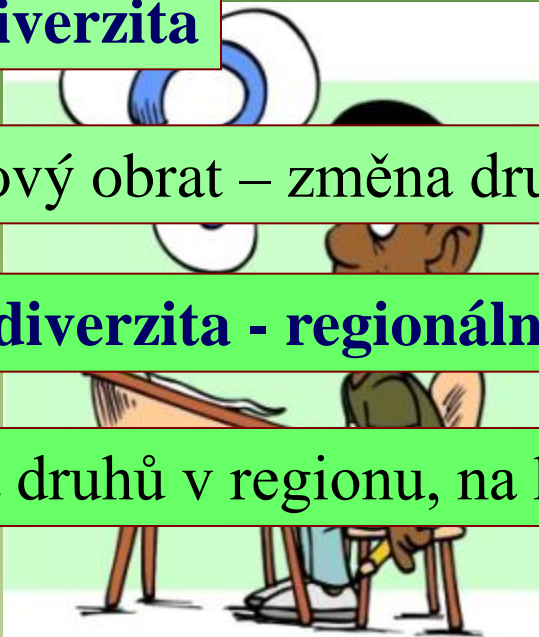
**beta diverzita**

**Alfa, beta a gama diverzita**

- druhový obrat – změna druhového složení v prostoru (gama/alfa)

**gama diverzita - regionální**

- počet druhů v regionu, na kontinentě





# Alfa, beta a gama diverzita

oblast 1



**alfa**  
(průměrný počet  
druhů na jedné  
hoře)

**6**

**gama**  
(celkový počet  
druhů  
v oblasti)

7

**beta**  
(gama/alfa)

1,2

oblast 2

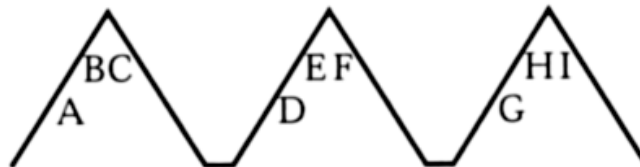


4

**10**

2,5

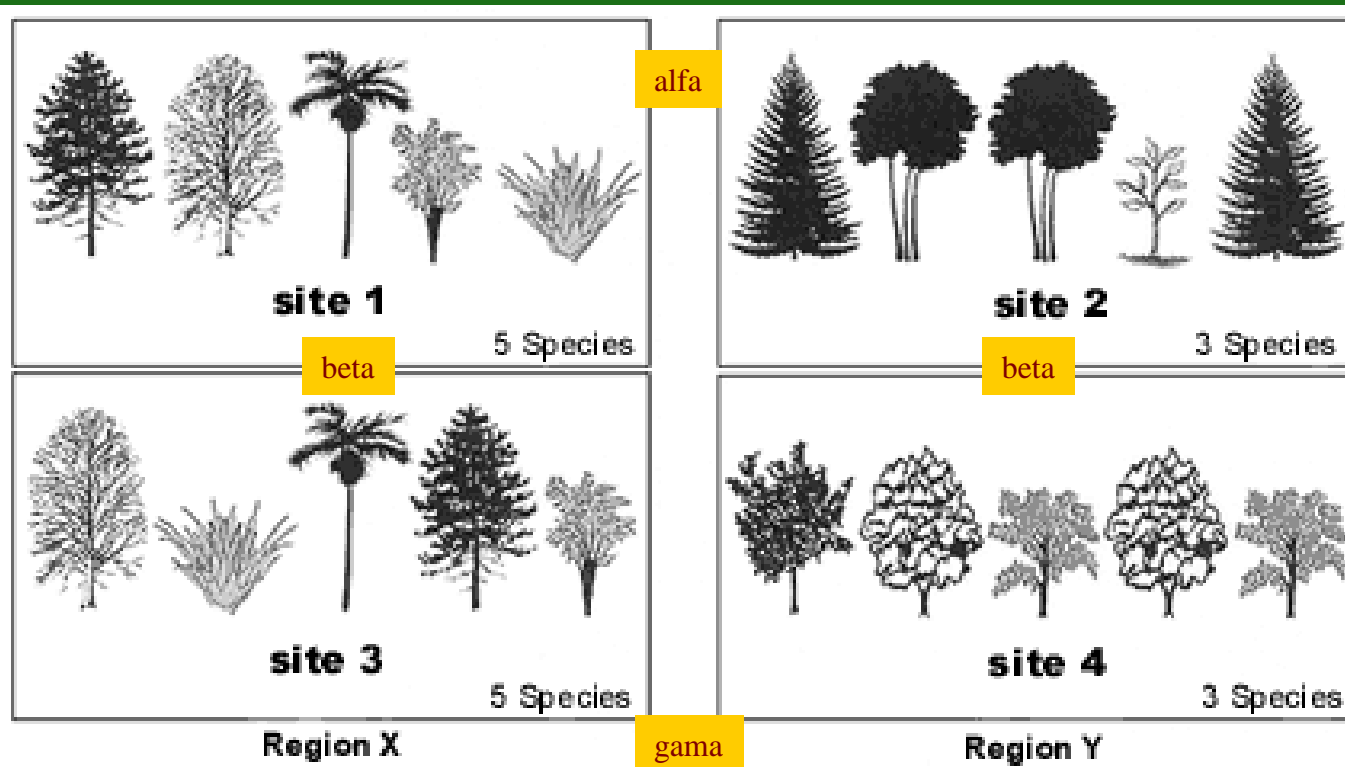
oblast 3



3

9

**3,0**



### ALPHA-, BETA- AND GAMMA-DIVERSITY.

Alpha diversity is measured locally, at a single site, as at sites 1 and 2. Site 1 has higher alpha-diversity than site 2.

Beta-diversity measures the amount of change between two sites or along a gradient, as in regions X and Y. Region Y has higher beta-diversity than region X, as there is a higher turnover of species among the sites in region Y.

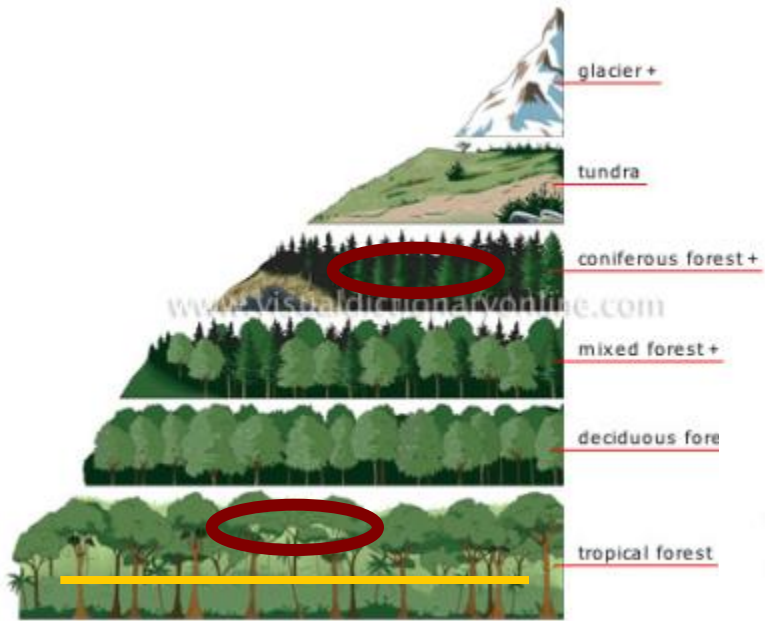
Gamma-diversity is similar to alpha-diversity, only measured over a large scale. Both alpha- and beta-diversity contribute to gamma-diversity. Region X has high alpha-diversity at its sites, but they are all fairly similar; the region thus has low beta-diversity and only moderate gamma-diversity. Region Y has low alpha-diversity at its sites, but the sites differ from each other; the region therefore has high beta-diversity, and higher gamma-diversity than region X.



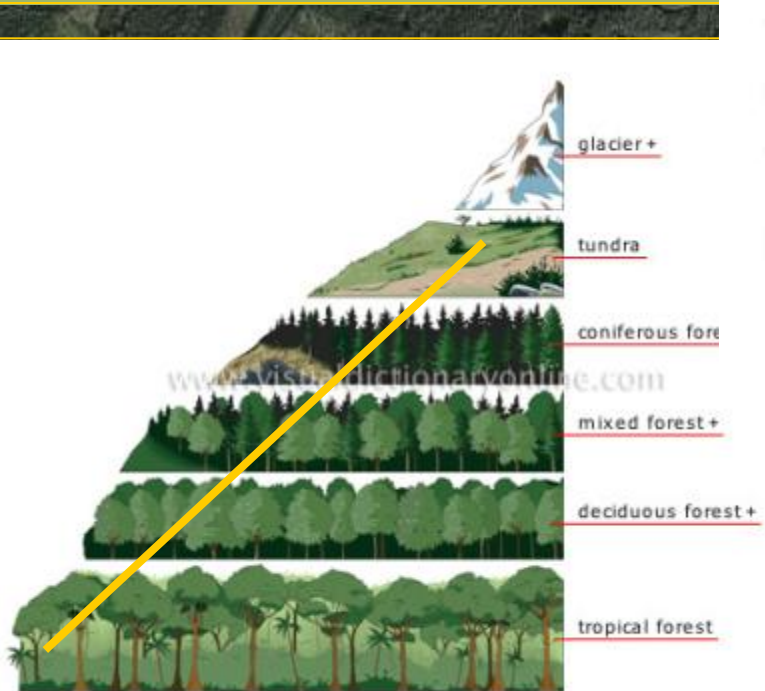
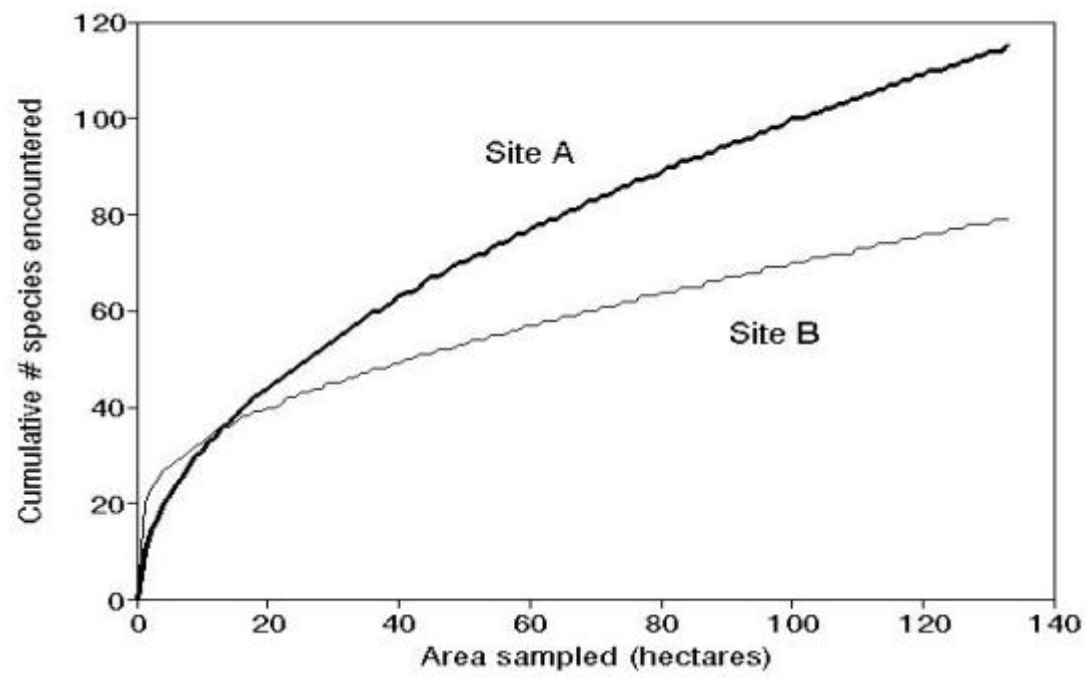


Alfa a beta diverzita



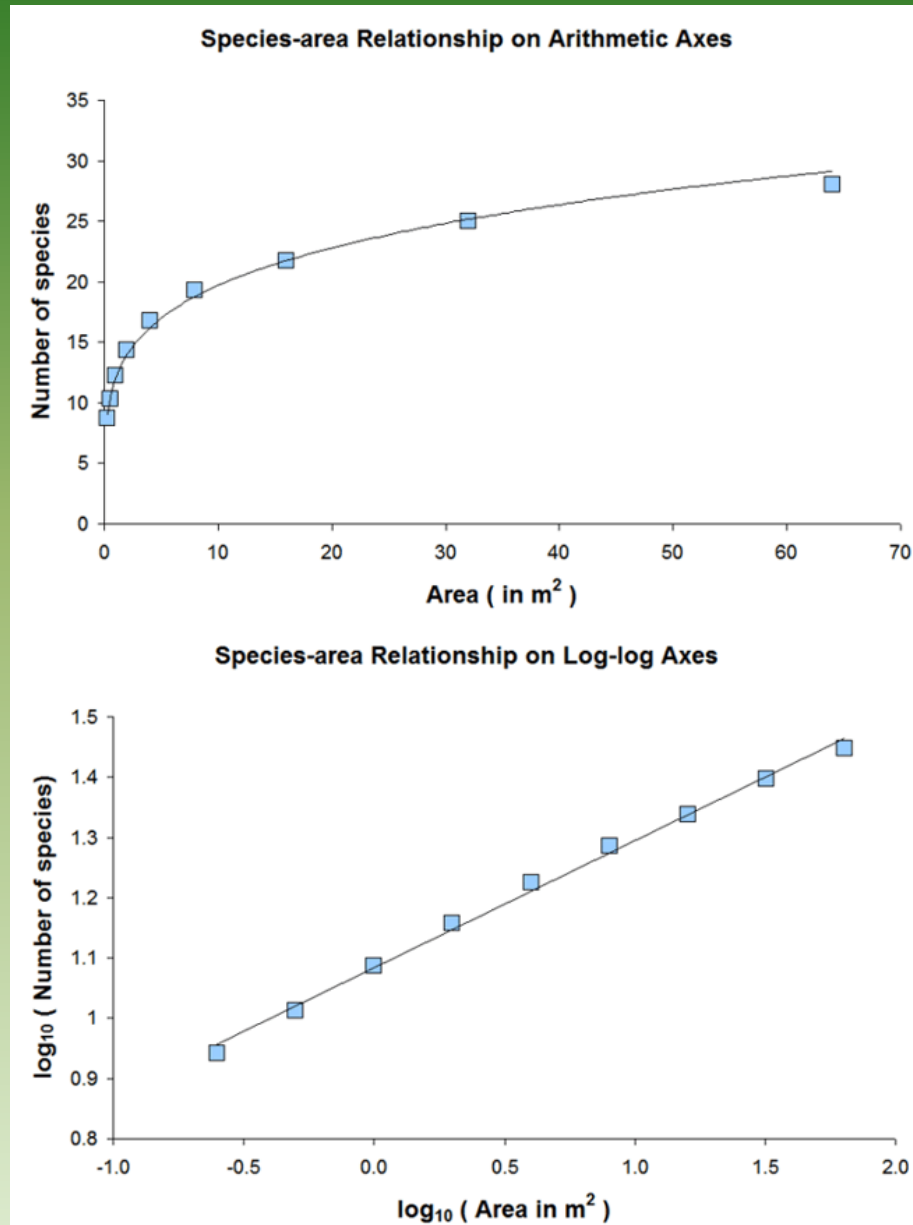


Alfa a beta diverzita

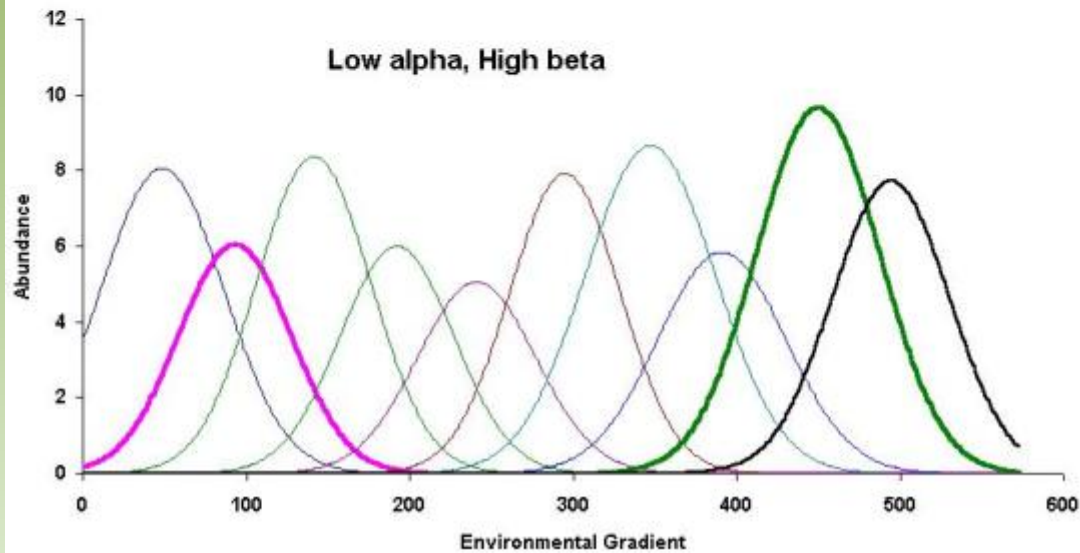
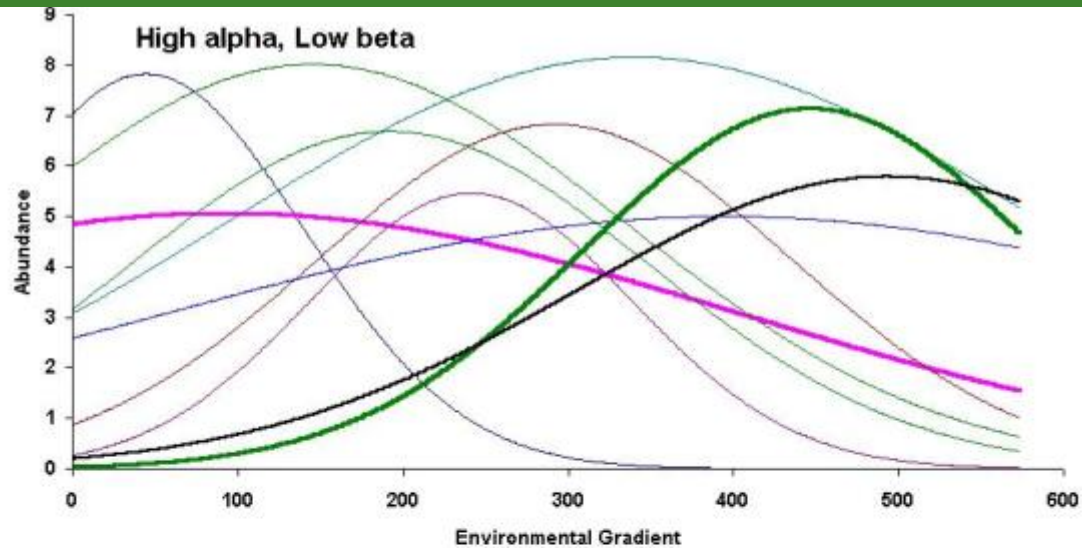


# Species-area relationship (SAR)

$$S = c * A^z$$

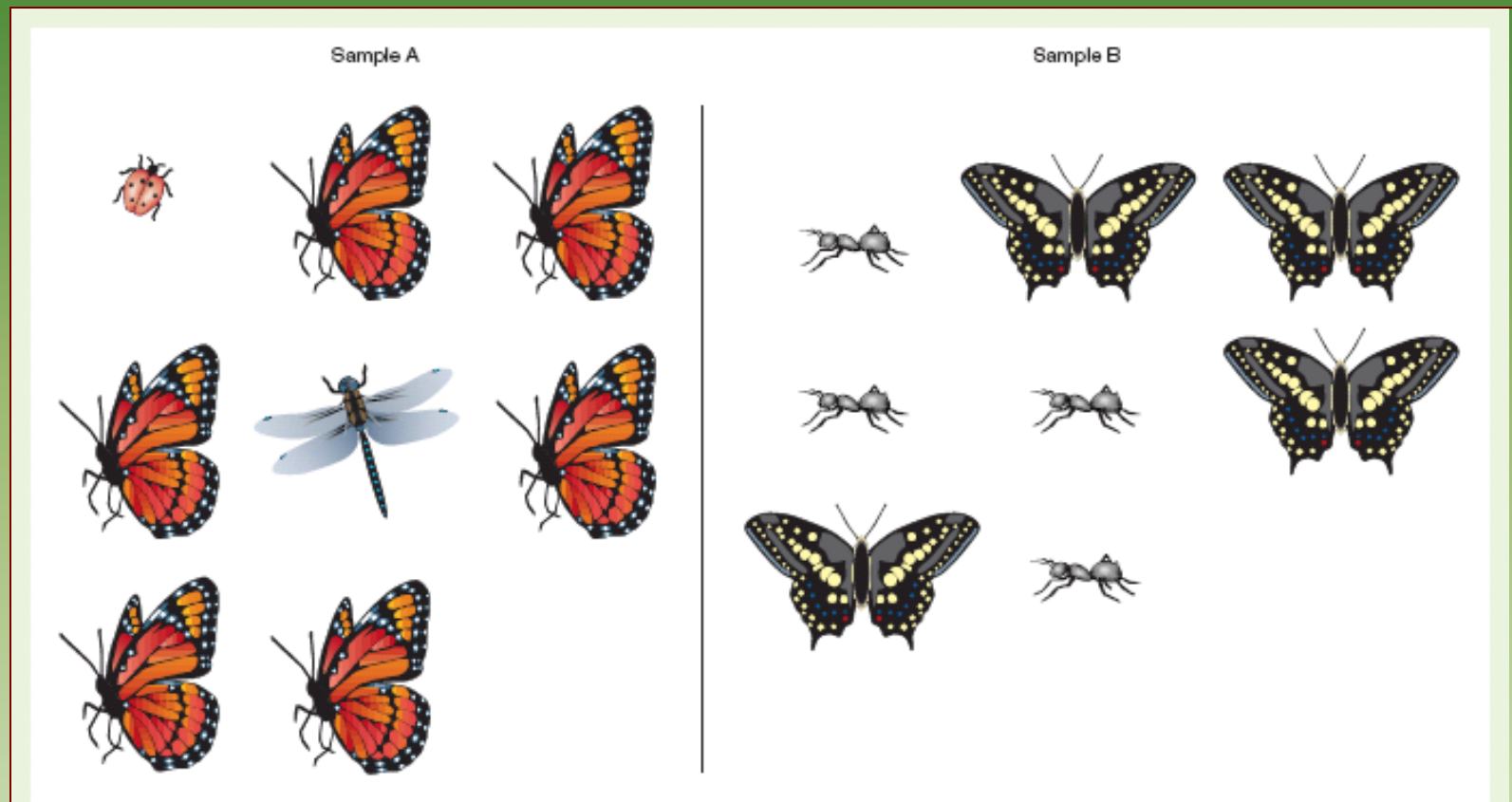


# Alfa a beta diverzita



# Měření diverzity

## Počty druhů, vyváženost a rozdílnost



**Figure 1** Two samples of insects from different locations, illustrating two of the many different measures of diversity: species richness and species evenness. Sample A could be described as being the more diverse as it contains three species to sample B's two. But there is less chance in sample B than in sample A that two randomly chosen individuals will be of the same species.

# Měření diverzity

## Indexy druhové diverzity (Shannonův index biodiverzity)

### Shannon-Wiener index ( $H'$ )

$$H' = - \sum p_i (\ln p_i)$$

and

$$p_i = n_i/N$$

where  $n_i$  is the number of individuals of a species and  $N$  is the total number of individuals in the sample.

- bere v úvahu počet jedinců jednotlivých druhů
- vysoký index  $H'$  tam kde hodně druhů nebo velká vyrovnanost
- používá se i pro stanovení diverzity potravy, biotopů apod.



# Jaccardův index podobnosti

$$J_a = \frac{C}{A + B - C}$$



**A** – počet druhů na stanovišti 1

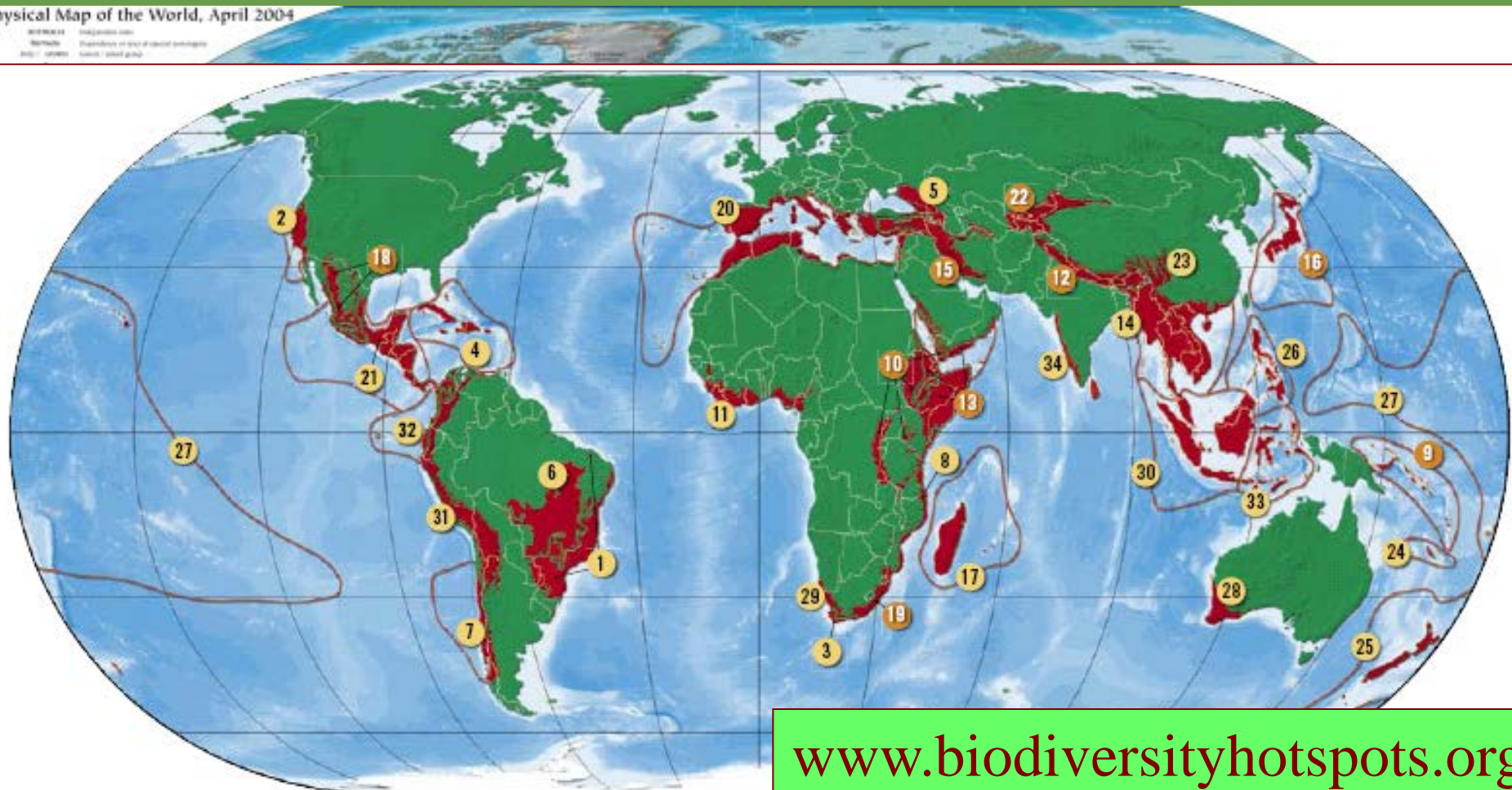
**B** – počet druhů na stanovišti 2

**C** – počet druhů, které jsou společné pro stanoviště **1** a **2**

# HORKÁ MÍSTA BIODIVERZITY - HOT SPOTS

oblasti s vysokou druhovou bohatostí, koncentrací vzácných, ohrožených a endemických druhů

Physical Map of the World, April 2004



[www.biodiversityhotspots.org](http://www.biodiversityhotspots.org)

# HORKÁ MÍSTA BIODIVERZITY - HOT SPOTS

Na lokálním (Prokopské údolí) až globálním měřítku (pralesy Západní Afriky)

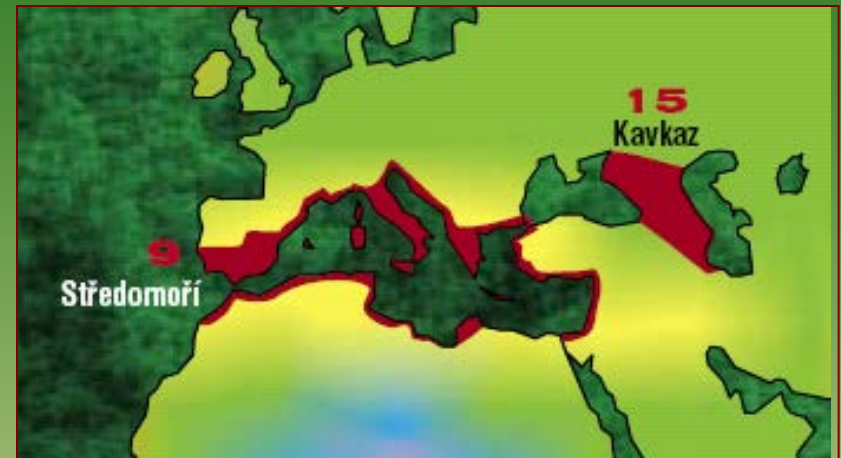
- vysoký počet druhů (tropy)
- vysoký počet endemitů (Endemic Bird Areas)
- velká diverzita biotopů
- velký počet druhů adaptovaných na speciální podmínky
- území ohrožená devastací
- vzácnost druhů
- různé kombinace jmenovaných faktorů

- **cold spots a black spots**
- **megadiverzitní země** - 70% celosvětové diverzity ve 12 zemích (Austrálie, Brazílie, Čína, Kolumbie, Ekvádor, Indie, Indonésie, Madagaskar, Mexiko, Peru, a Kongo)
- **oblasti nedotčené přírody**: 75% původní vegetace, < 5 lidí/km<sup>2</sup>
  - Nová guinea - 15 000 endemických rostlin
  - Amazonie + Konžská pánev - dalších 30 000 druhů
- **ekologické gradienty** (transitional zones)

# HOT SPOTS

## Středomoří

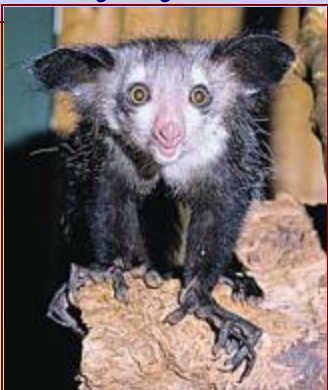
- 22 500 druhů cévnatých rostlin
- Plazi
- Makak magot (*Macaca sylvanus*)
- Rys *Lynx pardinus*
- Orel *Aquila adalberti*
- Tuleň středomořský (*Monachus monachus*) – nejohroženější živočich EU



# HOT SPOTS

## Madagaskar

- Izolace 70 mil. let
- Příbuznost bioty k Asii (např. ryby)
- 8 rostlinných, 5 ptačích, 5 primátích čeledí
- Chameleóni, *Aepyornis*+, ksukol, lemuři (72, z toho 15 vyhynulo)



# HOT SPOTS

## Západoafrické lesy

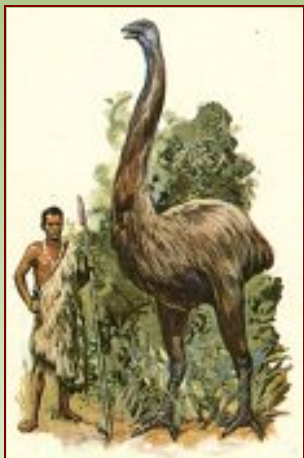
- čtvrtina afrických savců
- 20 druhů primátů
- velké ohrožení, především kácením lesů a jinými aktivitami člověka



# HOT SPOTS

## Nový Zéland

- Hory, typické lesy
- Mnoho endemitů
- Ohrožení především invazními nepůvodními druhy
- 50 druhů ptáků vyhynulo od příchodu lidí (70 let)



Dinornis  
hatérie  
kiwi





# HOT SPOTS

## Sundské ostrovy

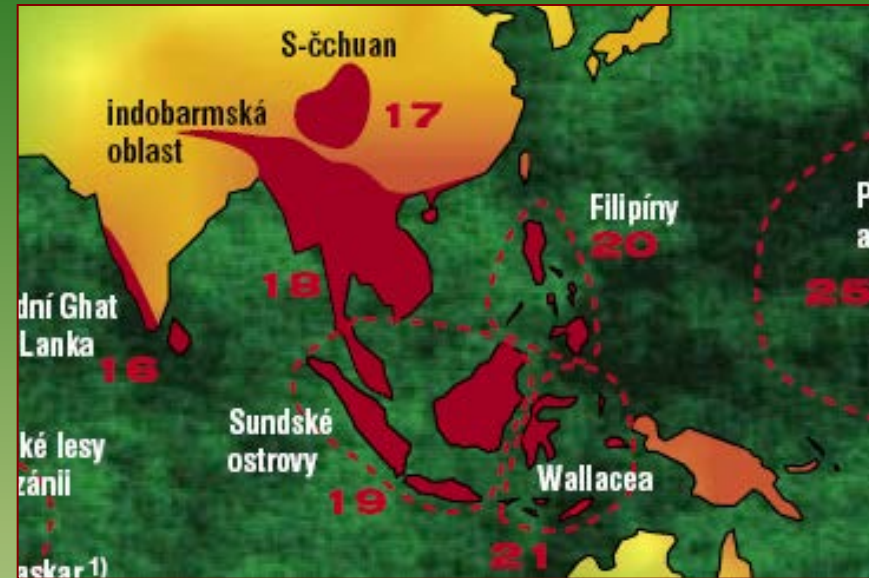
- Ohromný rozvoj industriální těžby dřeva
- Obchod se zvířaty
- Ohrožení tygři, želvy, opice ...



# HOT SPOTS

## Indobarmská oblast

- 6 nových druhů velkých savců objeveno během posledních 12 let (muntžakové, saola)
- Ohromná biodiverzita
- Endemismus především u sladkovodních želv – většina ohrožena vyhynutím



# HOT SPOTS

## Tropická část And

- Nejbohatší a nejrozmanitější oblast světa
- více než 1/6 všech známých rostlin na ploše menší než 1 % rozlohy souše

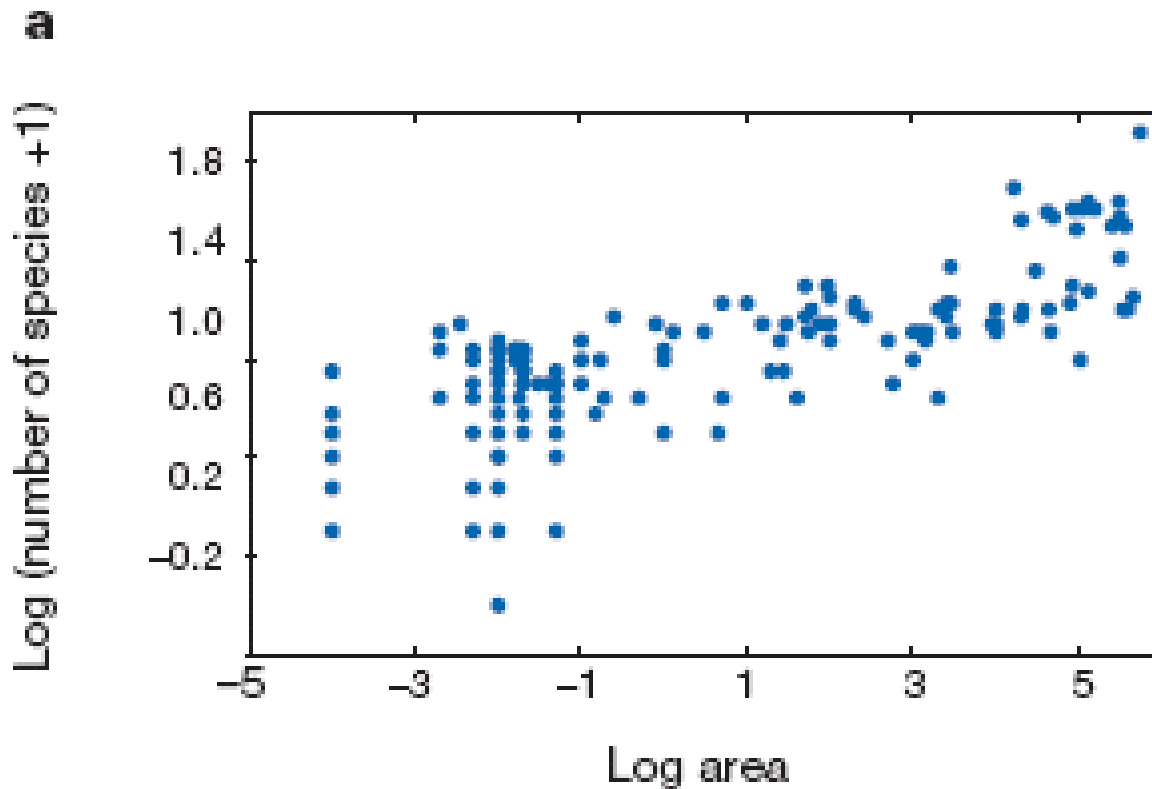


# Koreláty druhové diverzity



# Vztah druhové diverzity a plochy

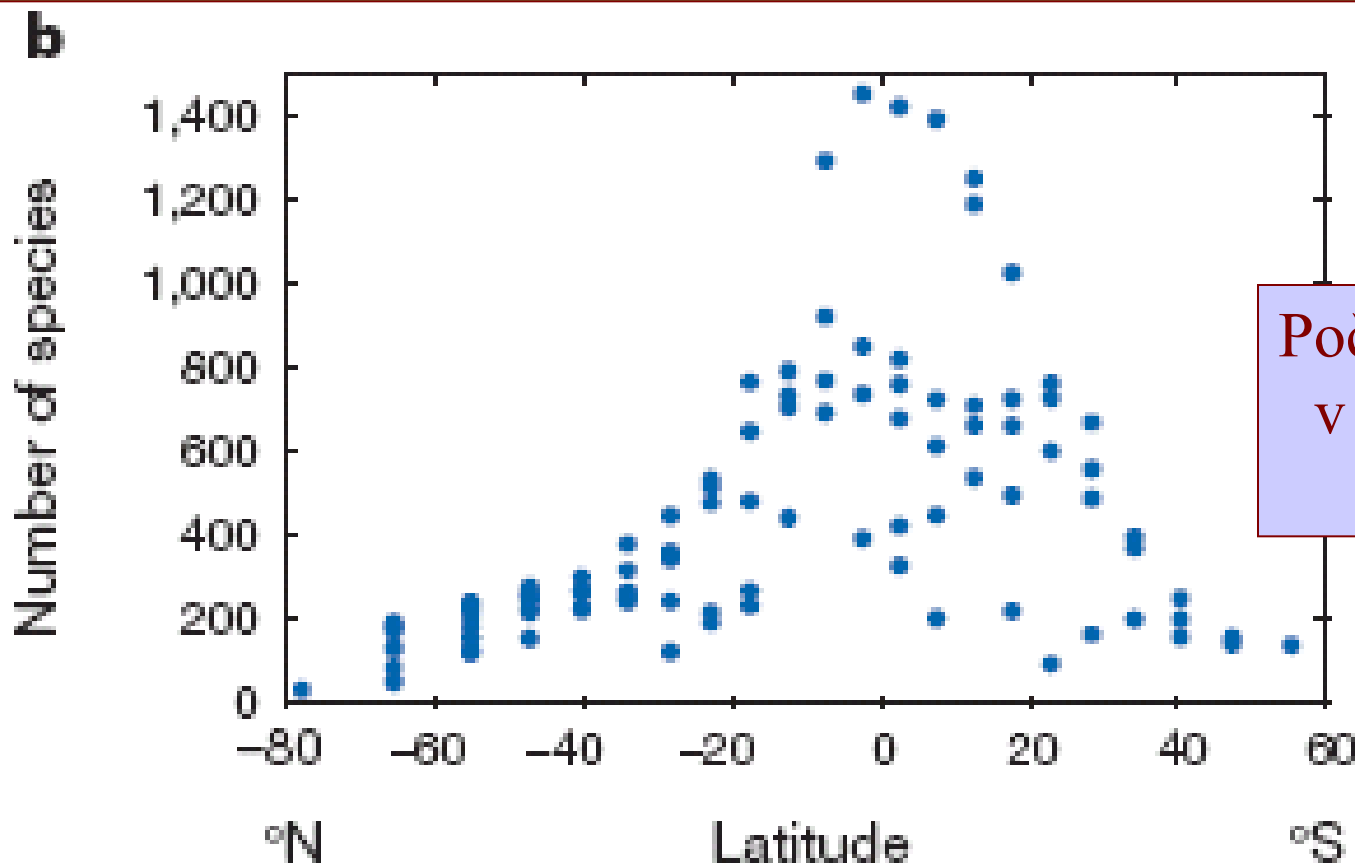
Počet druhů roste s rostoucí plochou,  
vztah je variabilní



Počet druhů žížal  
na ploše 100 m<sup>2</sup>  
až >500 000 km<sup>2</sup>,  
Evropa

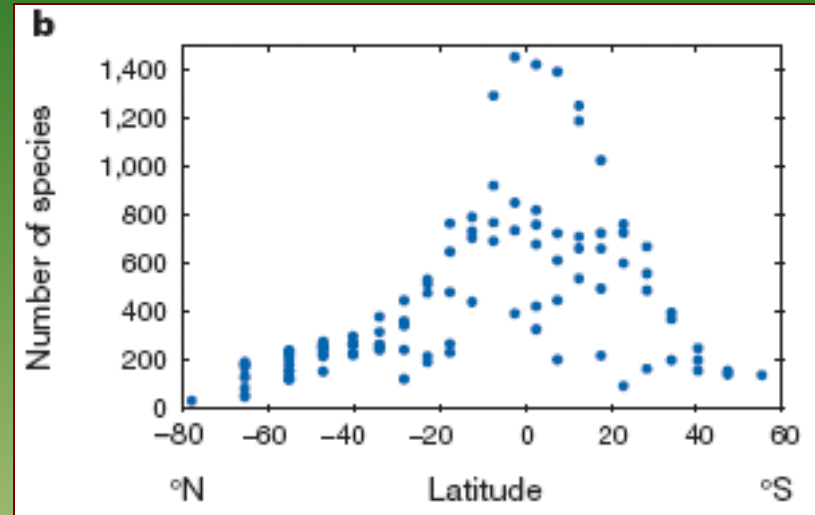
# Vztah diverzity a zeměpisné šířky

Počet druhů směrem od rovníku k pólům klesá



Počet druhů ptáků  
v Novém Světě  
(kvadráty)

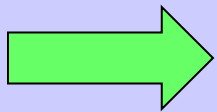
# Vztah diverzity a zeměpisné šířky



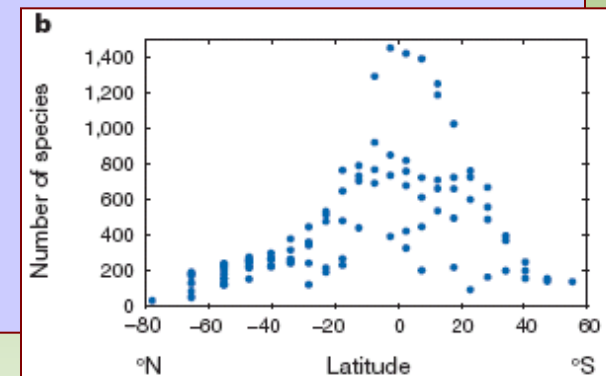
- Platí pro mnoho skupin organismů (prvoci, stromy, mravenci, strakapoudi, primáti...) i taxonomické úrovně, diverzita jazyků, kultur
- Vztah může být velmi strmý (tropy mají mnohonásobně více druhů)
- Platí i pro historickou diverzitu

# Vztah diverzity a zeměpisné šířky

- Úbytek diverzity směrem k pólům je často strmější na severní polokouli
  - Nejvyšší hodnoty nejsou často přímo na rovníku
- historie, tvar kontinentů atd.



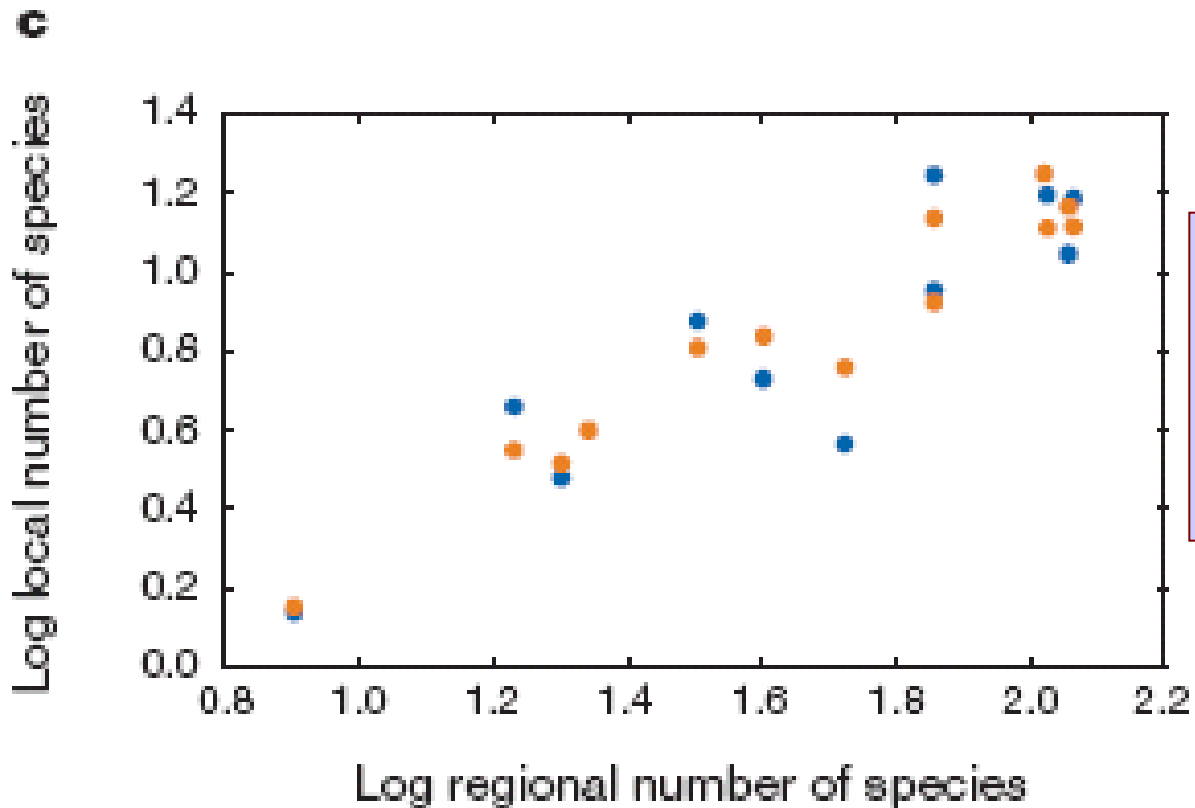
- Tento vztah je narušován jinými gradienty dané pozicí (zem. délka, nadm. výška) či prostředím (topografie, vlhkost)
- Latitudinální gradient je zřejmě komplexem mnoha faktorů





# Vztah lokální a regionální diverzity

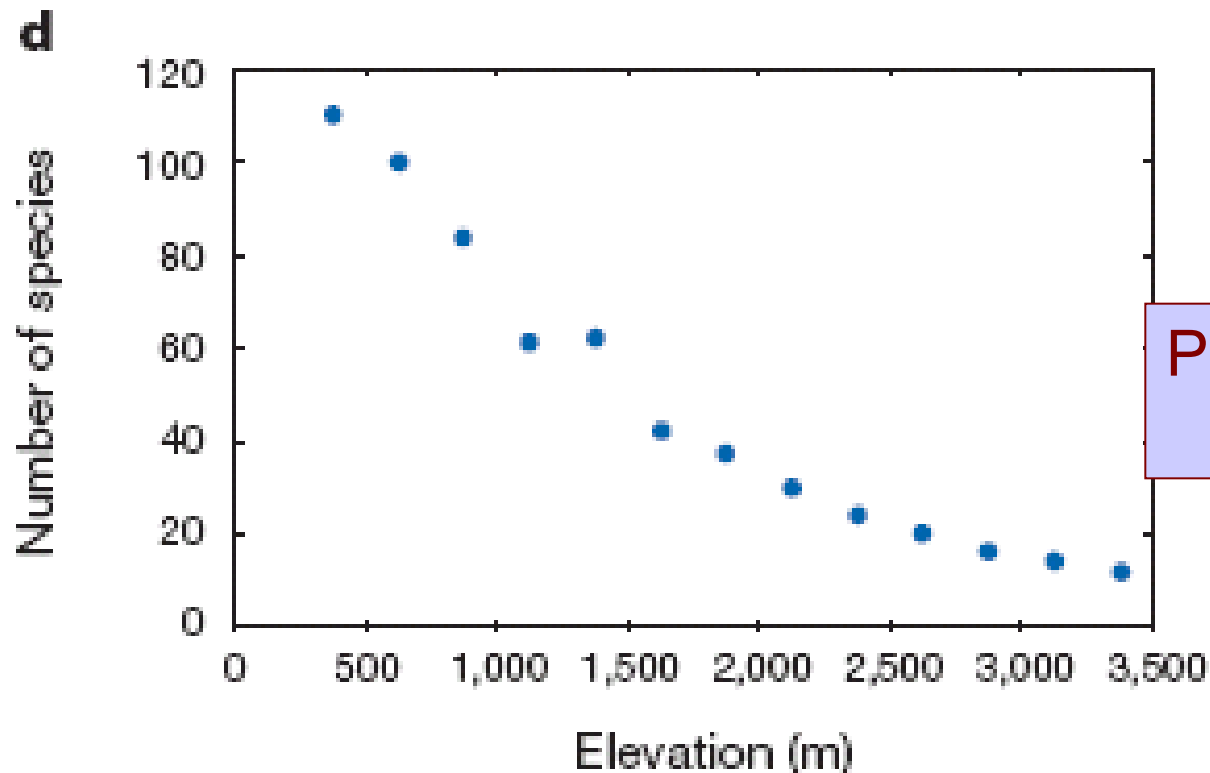
Lokální počet druhů závisí na celkovém počtu druhů přítomných v daném regionu



Jezerní ryby  
Severní Ameriky  
(oranžové – velká j.,  
modré – malá j.)

# Vztah diverzity a nadmořské výšky

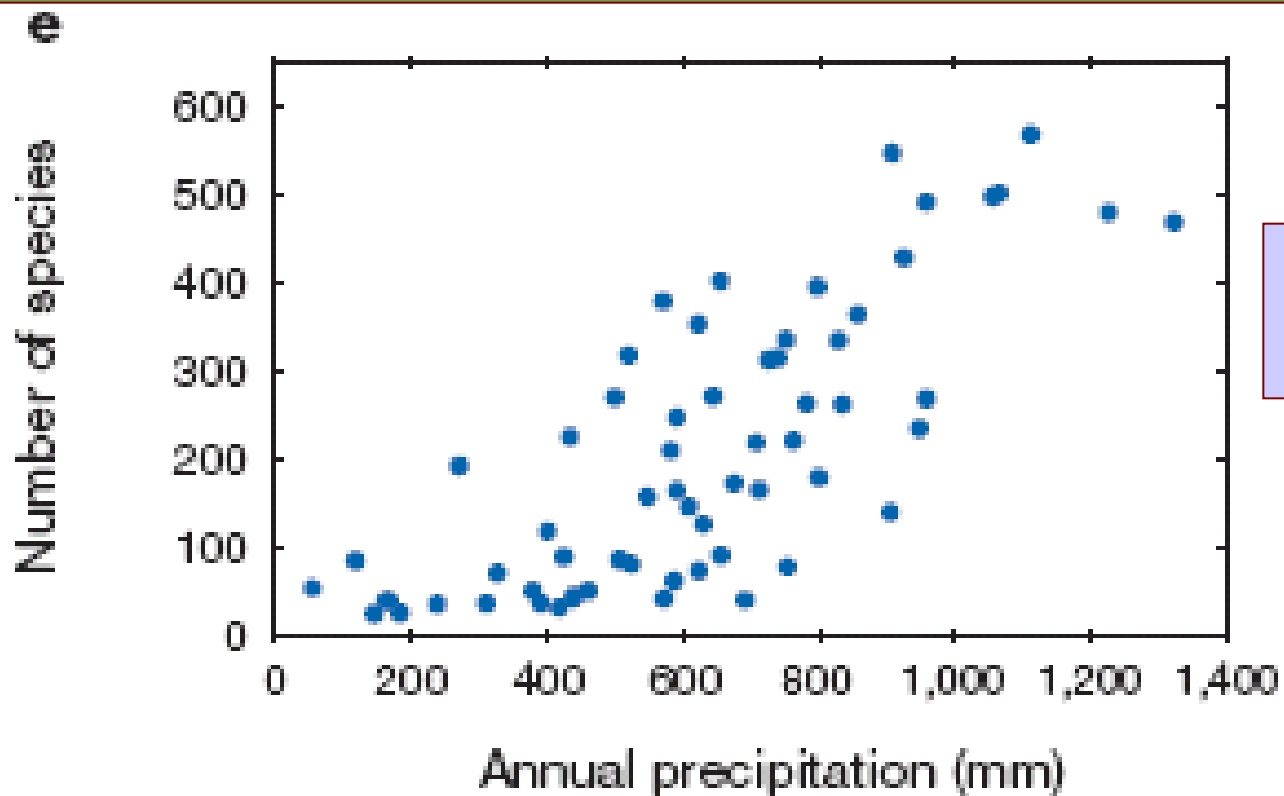
Počet druhů klesá s rostoucí nadmořskou výškou



Počet druhů netopýrů  
v NP Manu, Peru

# Vztah diverzity a úhrnu srážek

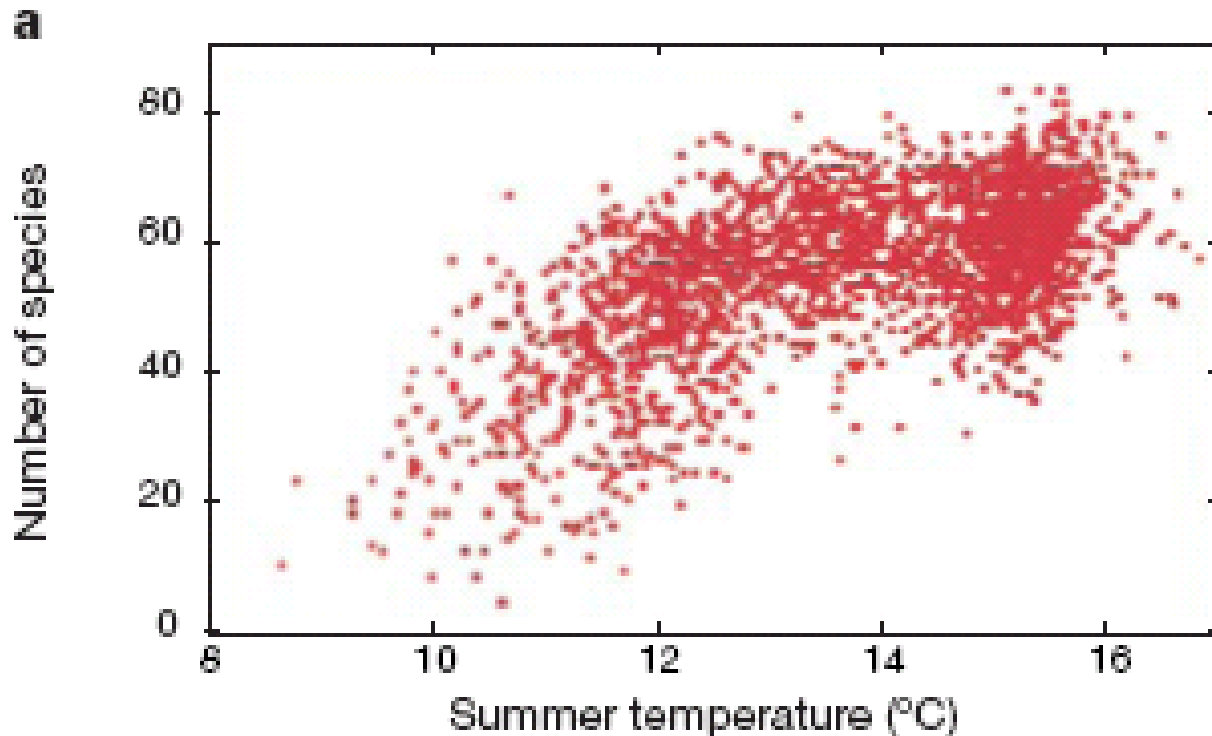
Počet druhů vzrůstá s rostoucím úhrnem srážek



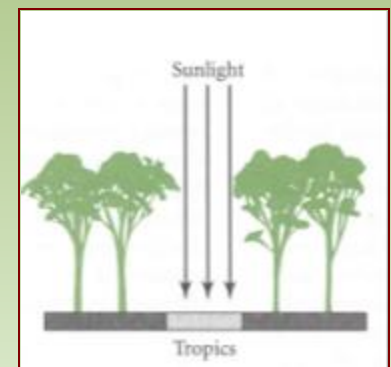
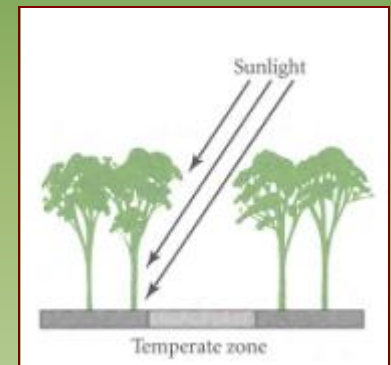
Počet druhů dřevin  
v Jižní Americe

# Vztah diverzity a energie (teploty)

Počet druhů vzrůstá s rostoucí průměrnou teplotou

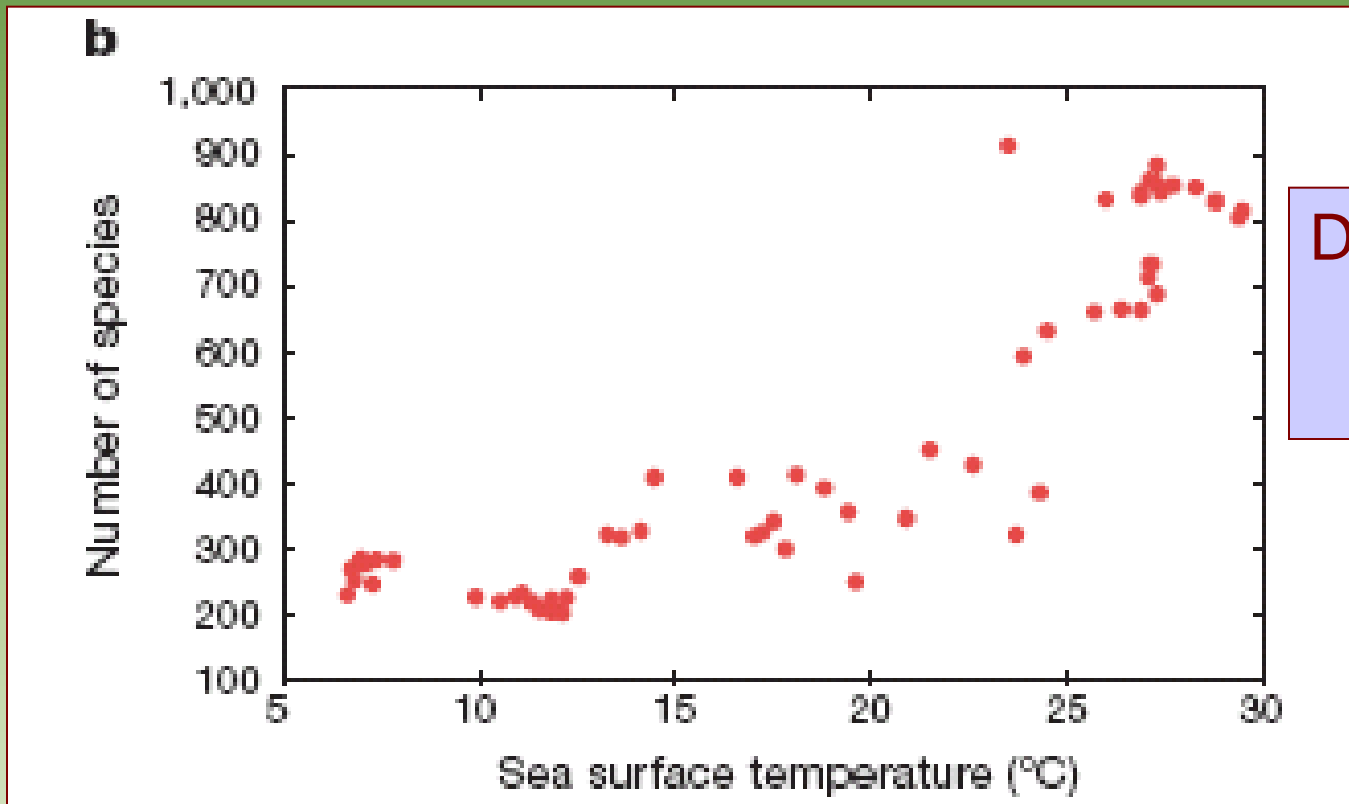


Druhové bohatství ptáků ve VB



# Vztah diverzity a teploty

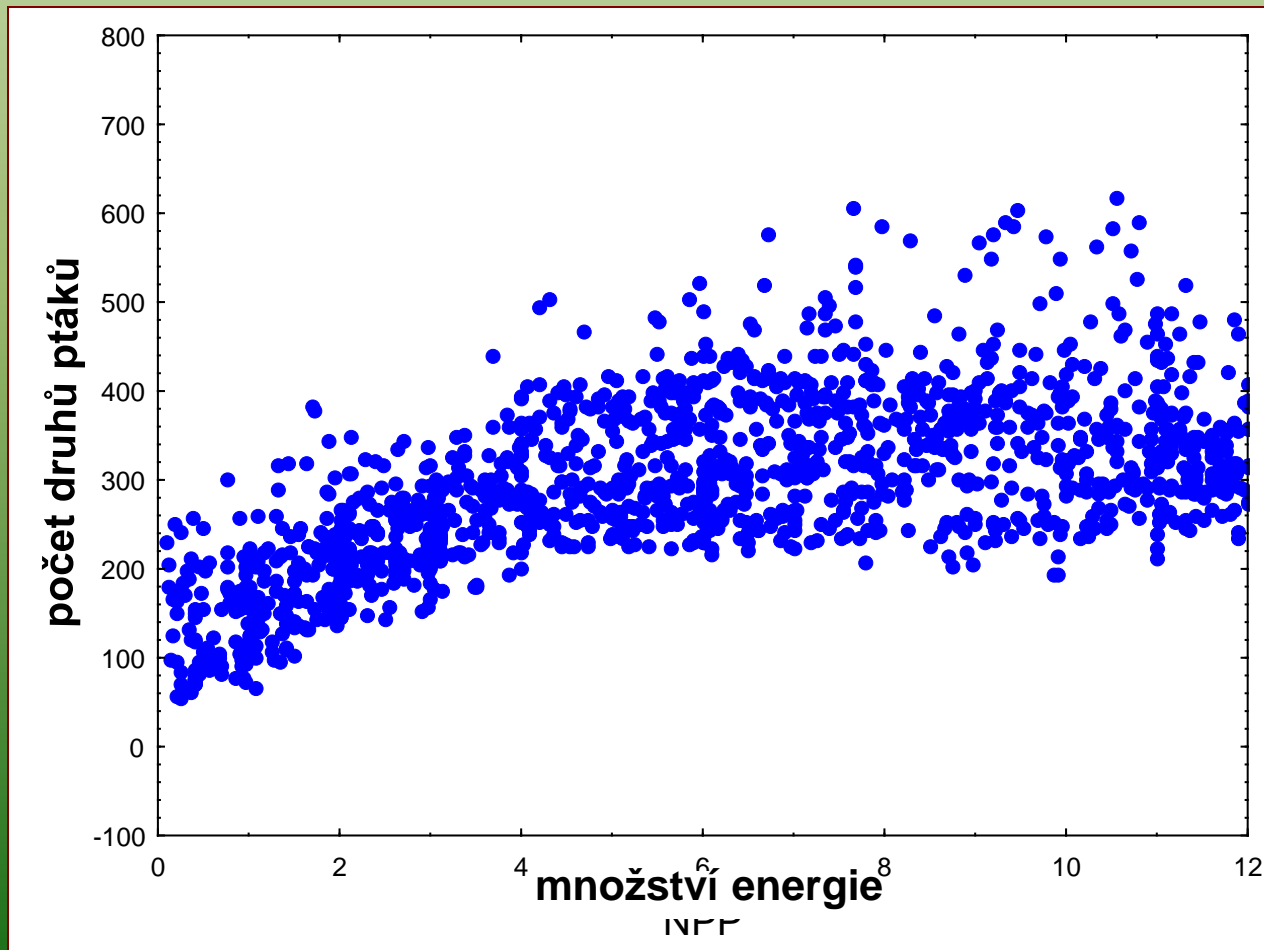
Počet druhů vzrůstá s rostoucí průměrnou teplotou



Druhové bohatství  
mořských plžů  
(Pacifik)

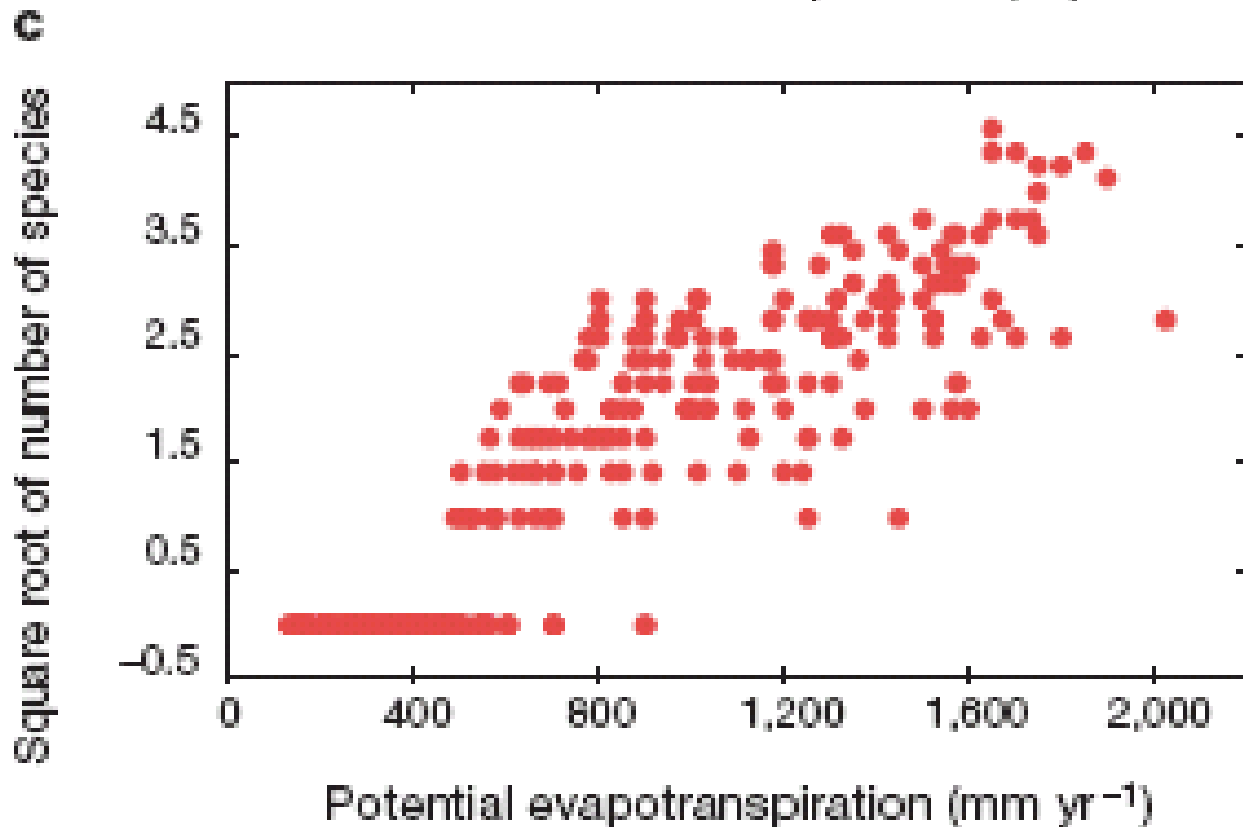
# Vztah diverzity a energie (teploty)

- vysoký přísun energie  
(čím více zdrojů, tím více druhů je může využívat)



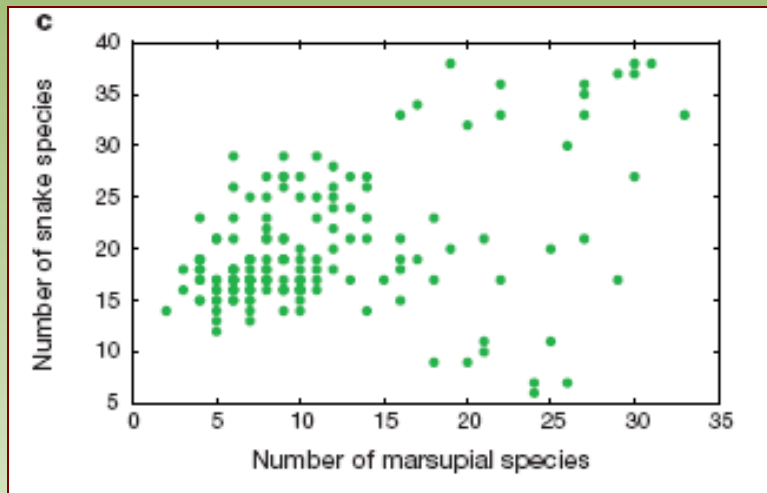
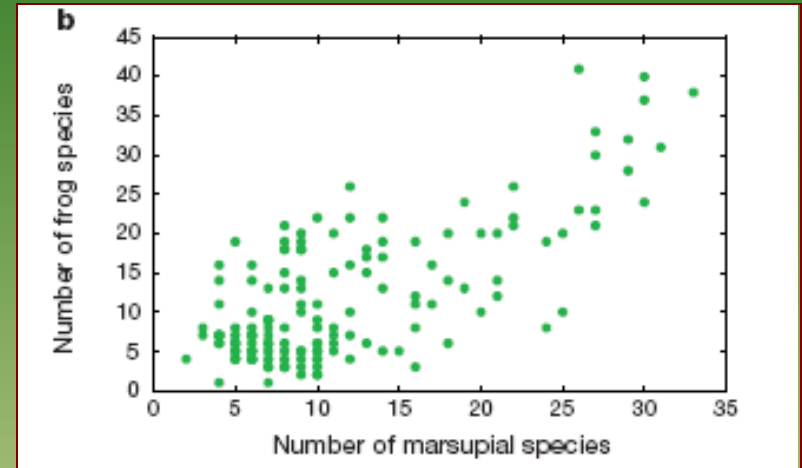
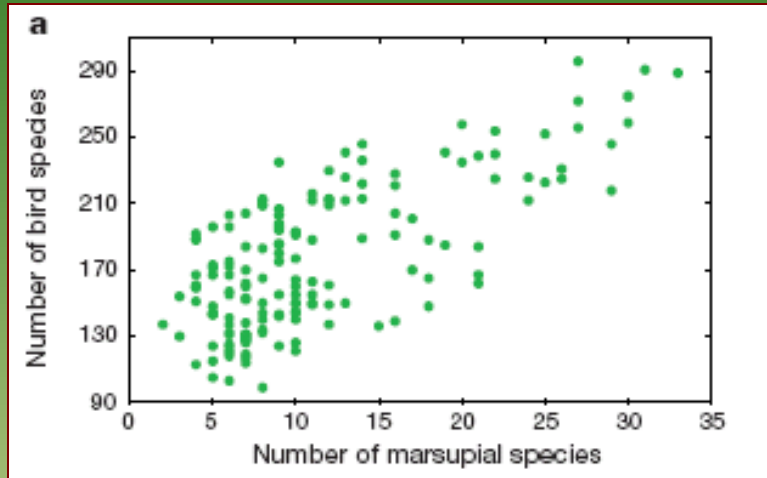
# Vztah diverzity a evapotranspirace

Počet druhů vzrůstá s rostoucí evapotranspirací



Druhové bohatství  
majkovitých brouků  
v Severní Americe

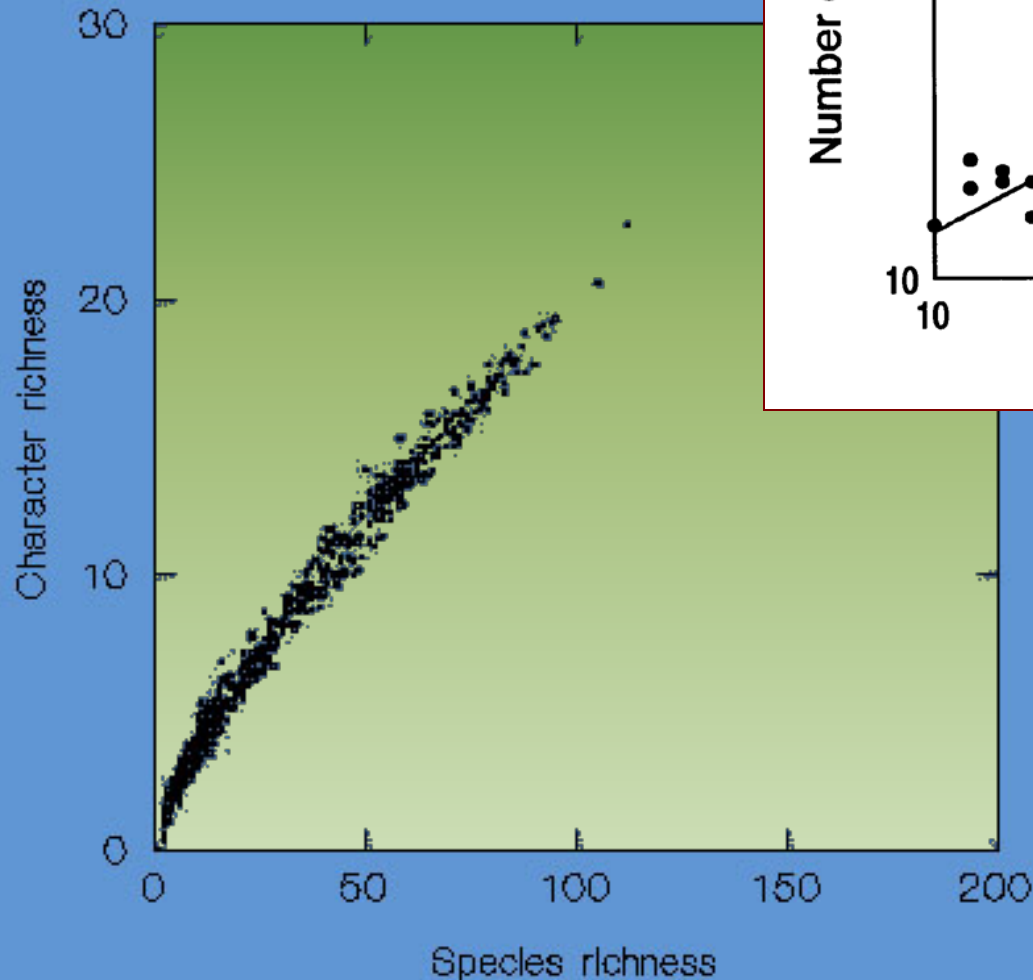
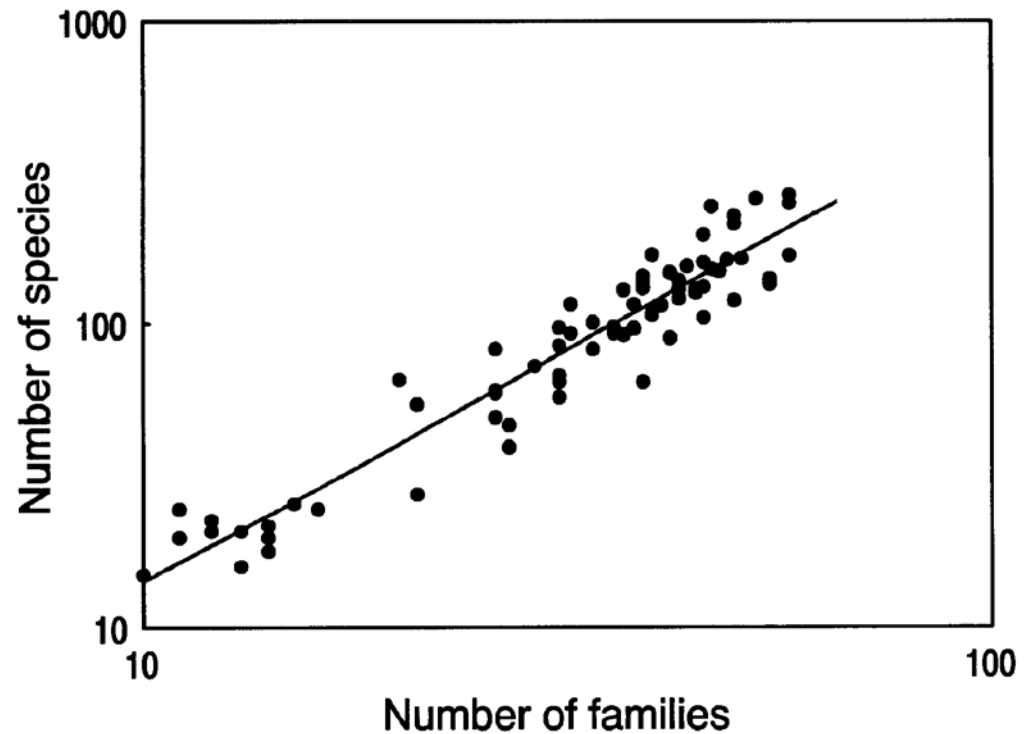
# Korelace diverzity nepříbuzných skupin



**Figure 4** Relationships between species richness of different vertebrate groups (in grid cells of 240 km × 240 km) across Australia. **a**, Birds; **b**, frogs; and **c**, snakes, with marsupials (from data in ref. 79).

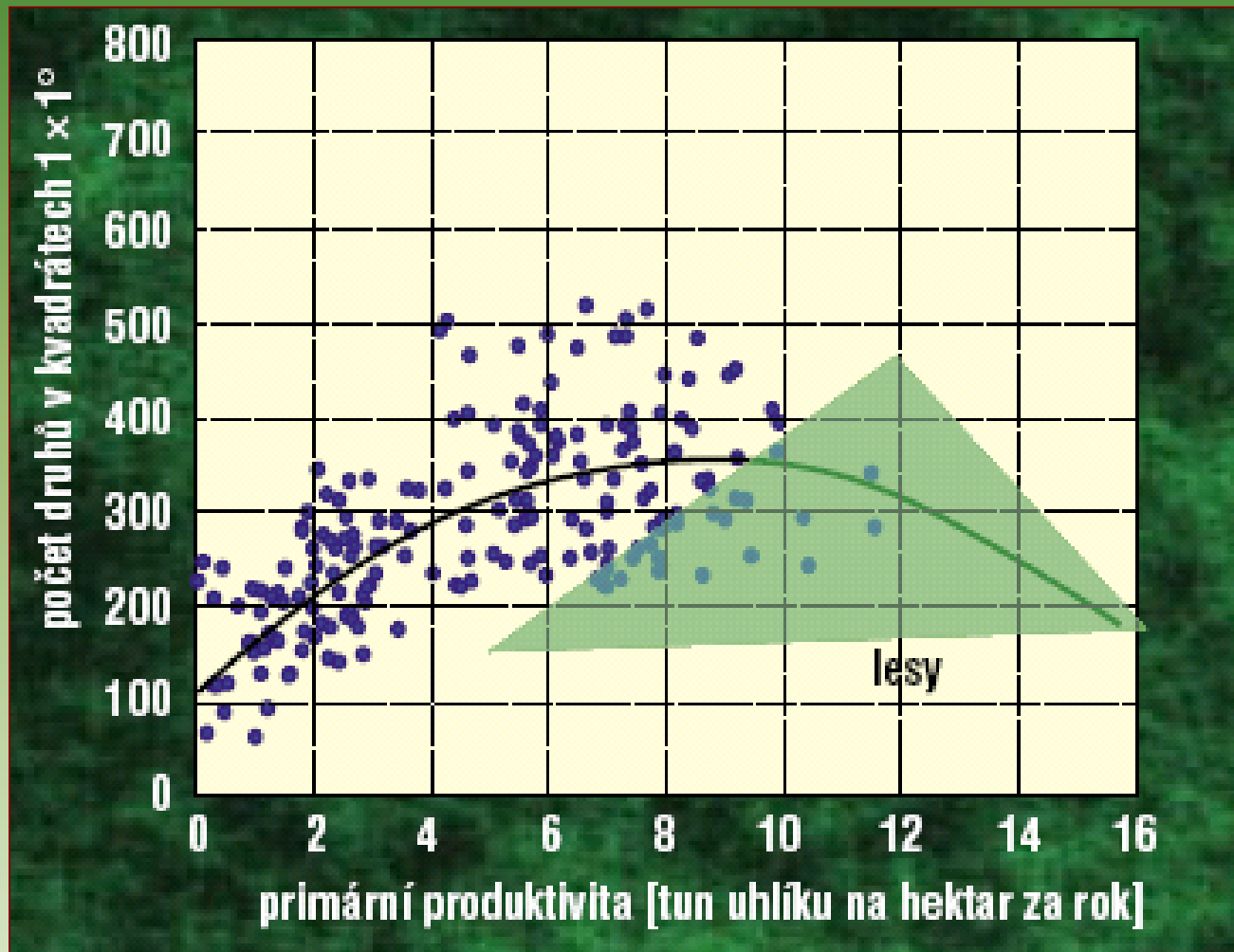


počet druhů nalezených  
v daném území stoupá  
lineárně s počtem čeledí



**druhové bohatství je úzce  
korelováno s bohatstvím  
vlastností druhů (genotyp  
a fenotyp)**

# Vztah biodiverzity a produktivity

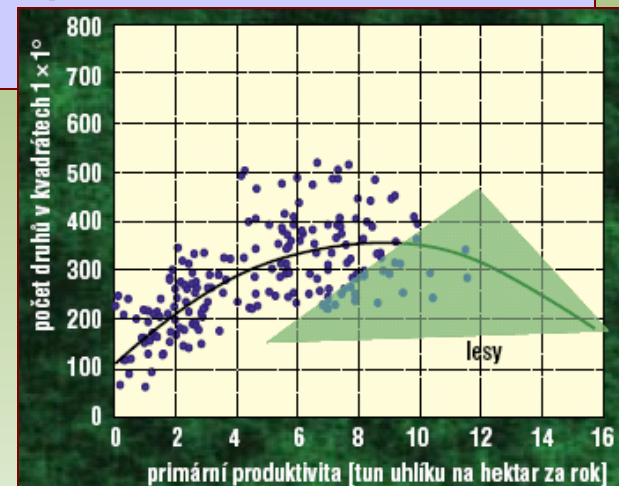


# Vztah diverzity a produktivity

- Množství zdrojů pozitivně ovlivňuje druhové bohatství
- Dáno primárně množstvím rostlinné biomasy
- Ta závisí především na teplotě a dostatku vody v kapalném skupenství

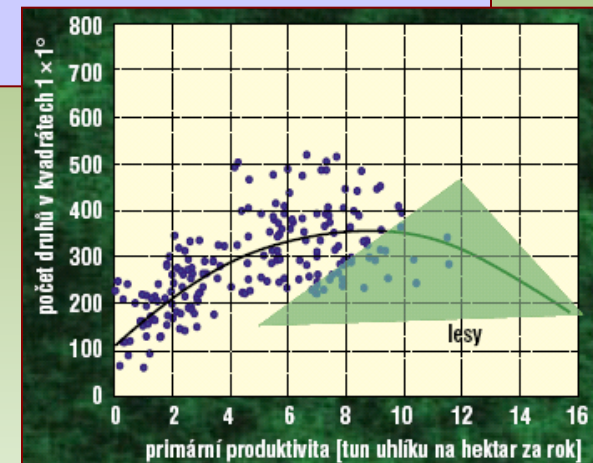
(ve vodním prostředí pak také na množstvím živin, hlavně dusíku a fosforu)

- Diverzita však často neroste s produktivitou lineárně, ale v oblastech s největší produktivitou zase klesá.
- V tomto případě klesá diverzita afrických ptáků v nejproduktivnějších, tj. lesních oblastech.



# Vztah diverzity a produktivity

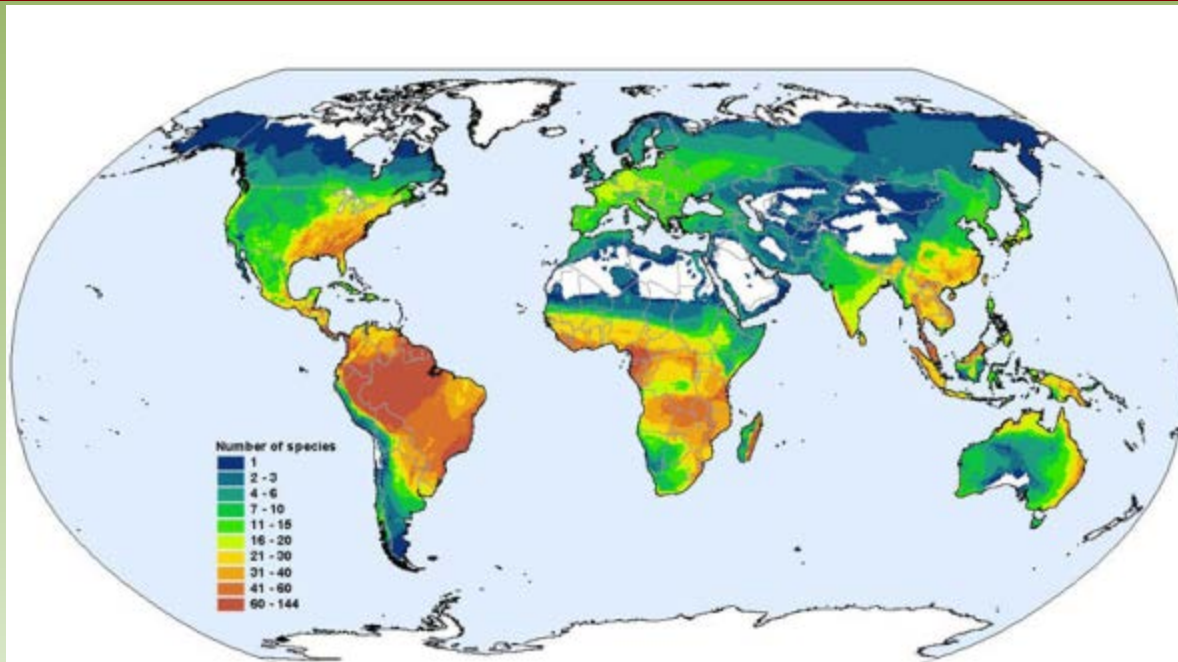
- Proč je v afrických lesích relativně méně druhů ptáků?
- Je to záhada, ale máme zhruba tři vysvětlení:
  - (1) jsou produktivní, ale zároveň homogenní - druhy si nenajdou dostatečné množství rozdílných ekologických nik
  - (2) lesy byly v glaciálech v Africe omezeny jen na malé ostrůvky v horách a podél velkých řek – extinkce lesních druhů - nestačily vzniknout nové
  - (3) většina produktivity afrických lesů je spotřebována jinak (mravenci, houbami, mikroorganismy), takže není vůbec ptákům k dispozici.



# Proč žije v tropech tolik druhů?

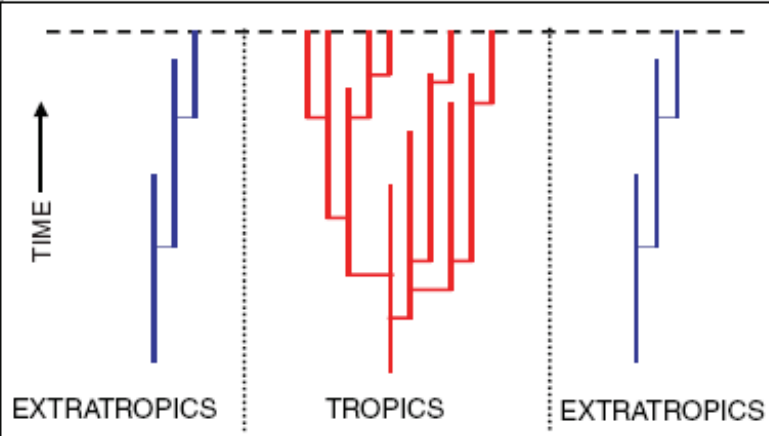
## Latitudinální gradient biodiverzity

- Protože je tam teplo a vlhko 😊
- Dodnes to pořádně nevíme
- Imigrace, emigrace – malá škála
- **speciace, extince** – velká škála = Tropy jako kolébka nebo muzeum



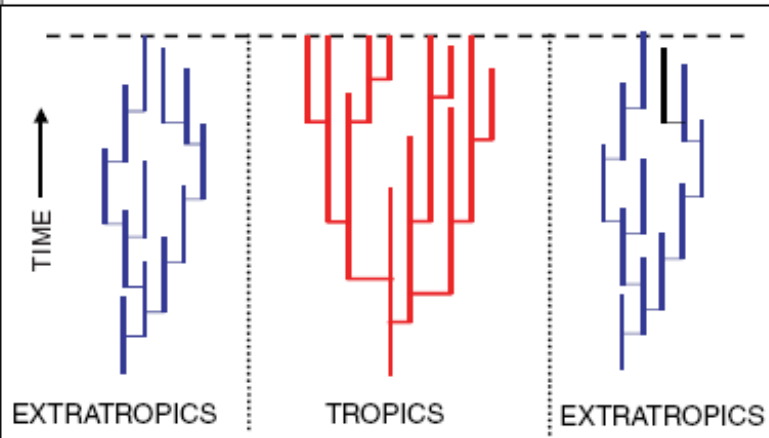
### Tropics as Cradle

$$O_T > O_E, E_T = E_E, I_T = I_E = 0$$



### Tropics as Museum

$$O_T = O_E, E_T < E_E, I_T = I_E = 0$$



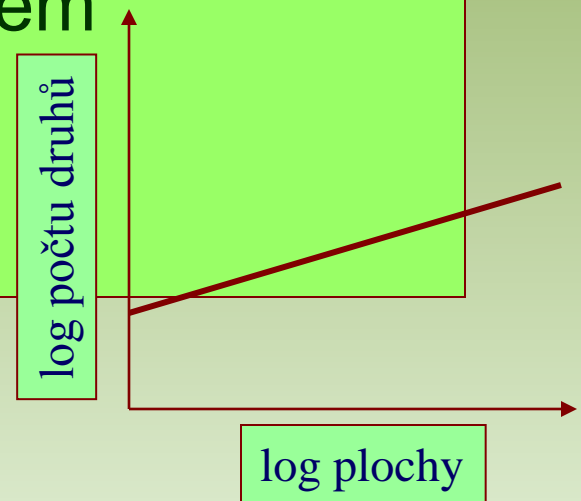
# Proč žije v tropech tolik druhů?

- Prostorové hypotézy
- Energetické hypotézy
- Evolučně historické hypotézy



# Tropy jsou největší

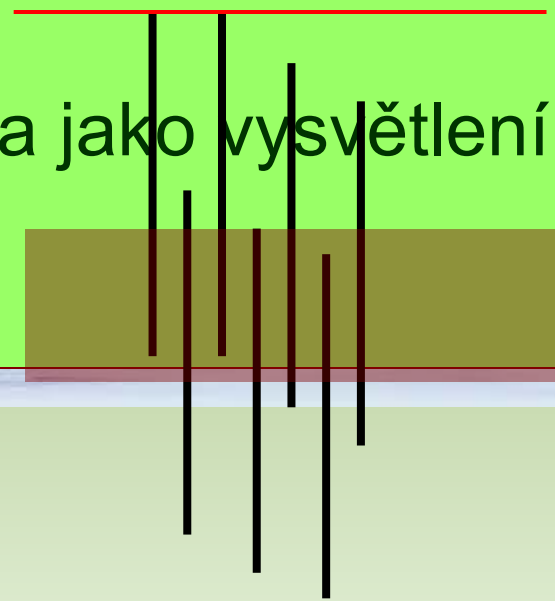
- Počet druhů vzrůstá s velikostí plochy
- Statistika – heterogenita prostředí
- Větší plocha – větší areály – více izolovaných populací (speciace) – menší pst. vymření
- Jsou tropy opravdu největší?
- Určitě jsou nejdelší (rovník)
- Jsou i nejširší – v poměrně širokém pásu se teplota nemění
- Tak v čem je problém?

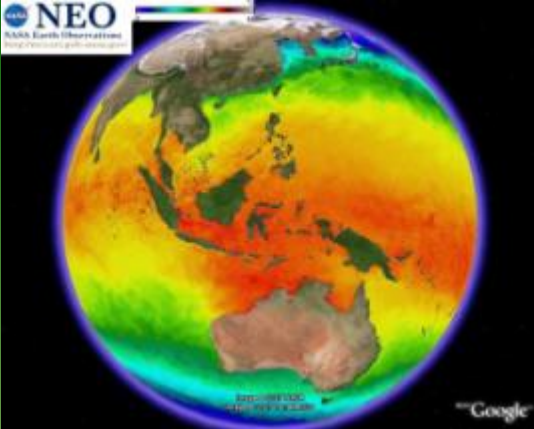




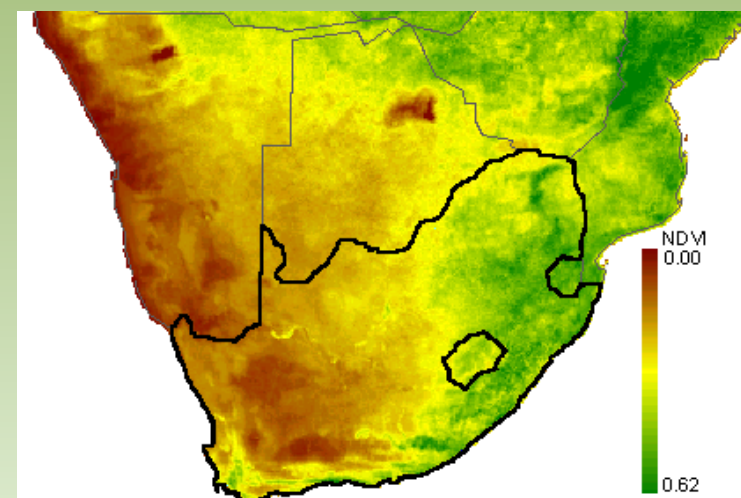
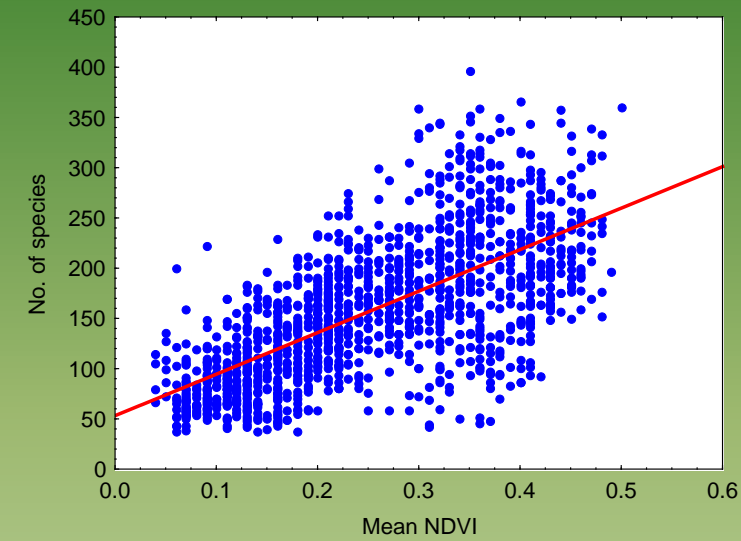
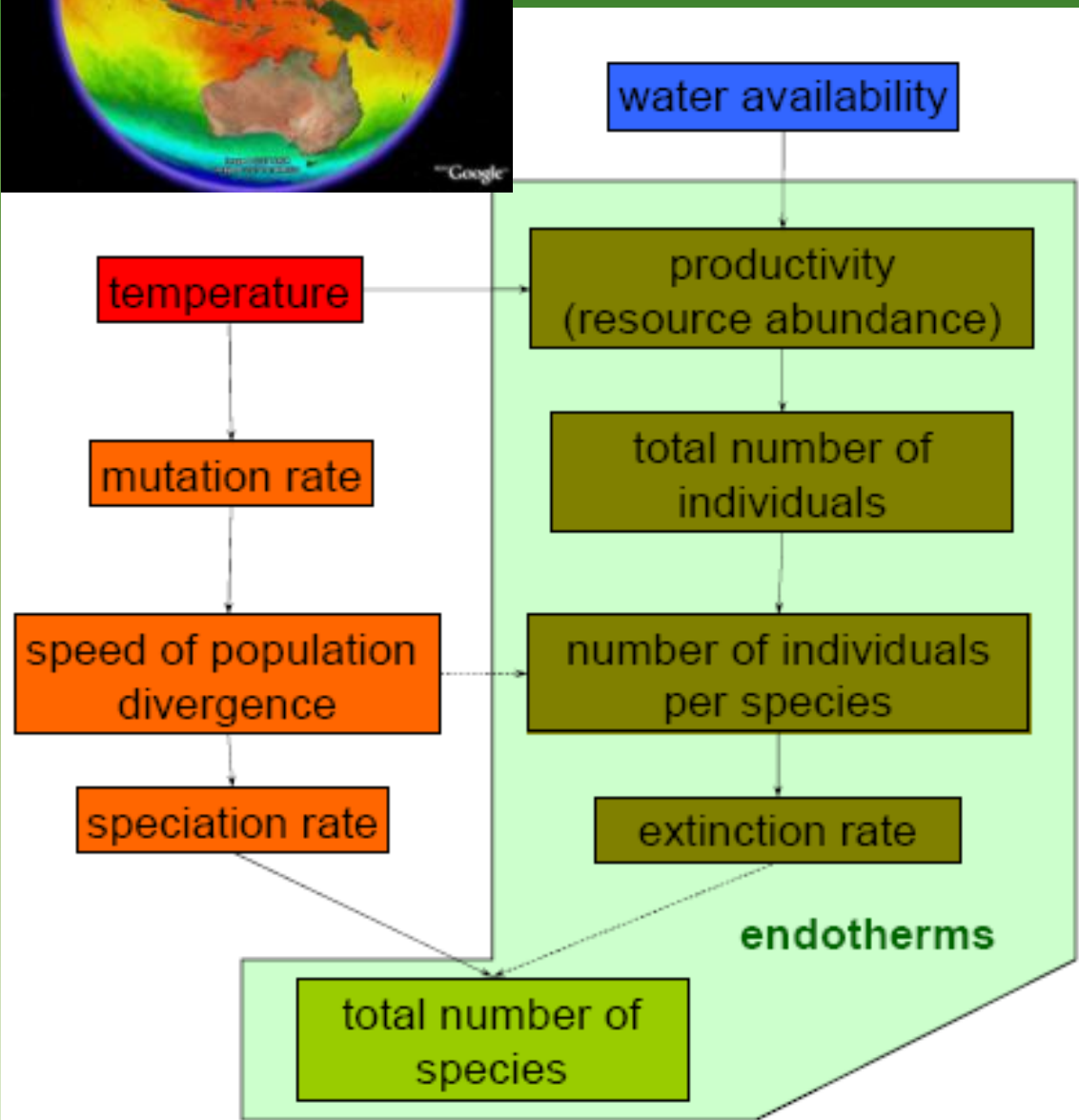
# Tropy (ne)jsou největší

- Druhů je mnohem více, než by odpovídalo ploše
- Areály tropických druhů nejsou větší, ba ani nejsou stejné jako těch z temperátní zóny – jsou často menší (*Rapoportovo pravidlo*)
- Proč tedy mohou dlouhodobě existovat malé areály v tropech?
- K tomu nám samotná rozloha jako vysvětlení neposlouží
- Mid-domain effect?





# Více energie - více zdrojů



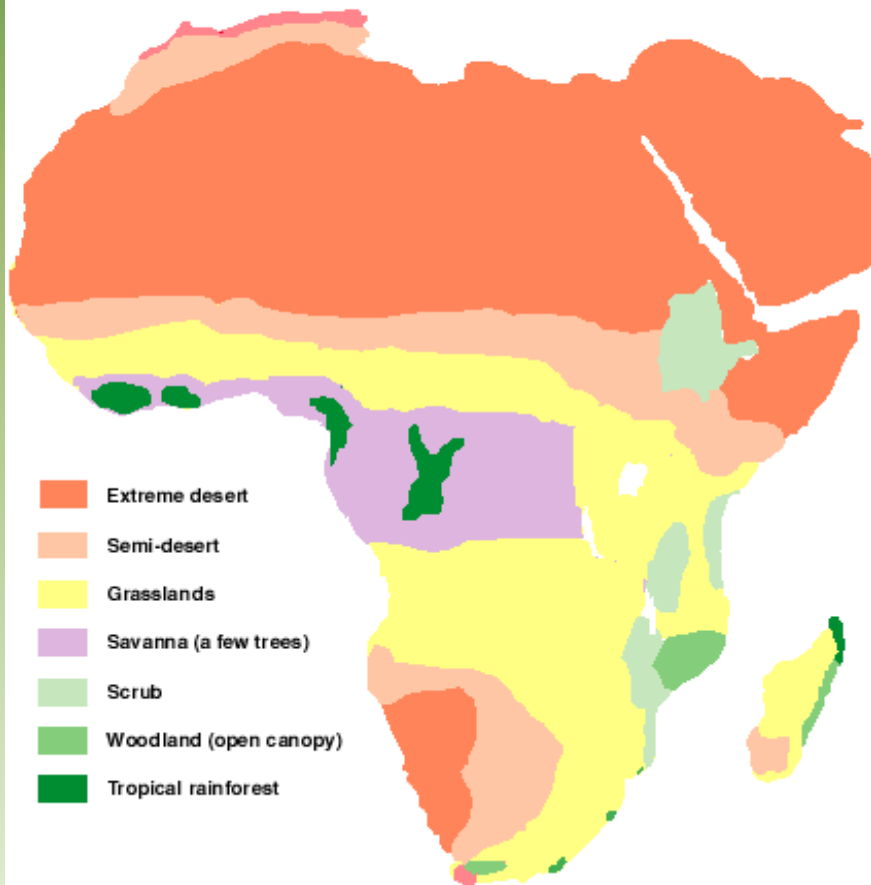
# V tropech je nejvíce druhů, protože nebyly v geologické historii tolik ochuzovány

- Střídání glaciálů a interglaciálů ochuzovalo diverzitu na celé Zemi
- Tyto změny měly větší amplitudu dále od rovníku
- Blíže pólům společenstva spíše zanikala, nebo se zmenšovala a posouvala se směrem k jihu
- V tropech spíše kolísalo množství srážek
- Tropická společenstva se rozpadala do malých izolovaných ostrůvků – také extinkce, zároveň ale podpora speciací
- Tropy lze chápat jako zdroj většiny evolučních linií, které dále od rovníku brzdilo v rozmachu kolísání klimatu



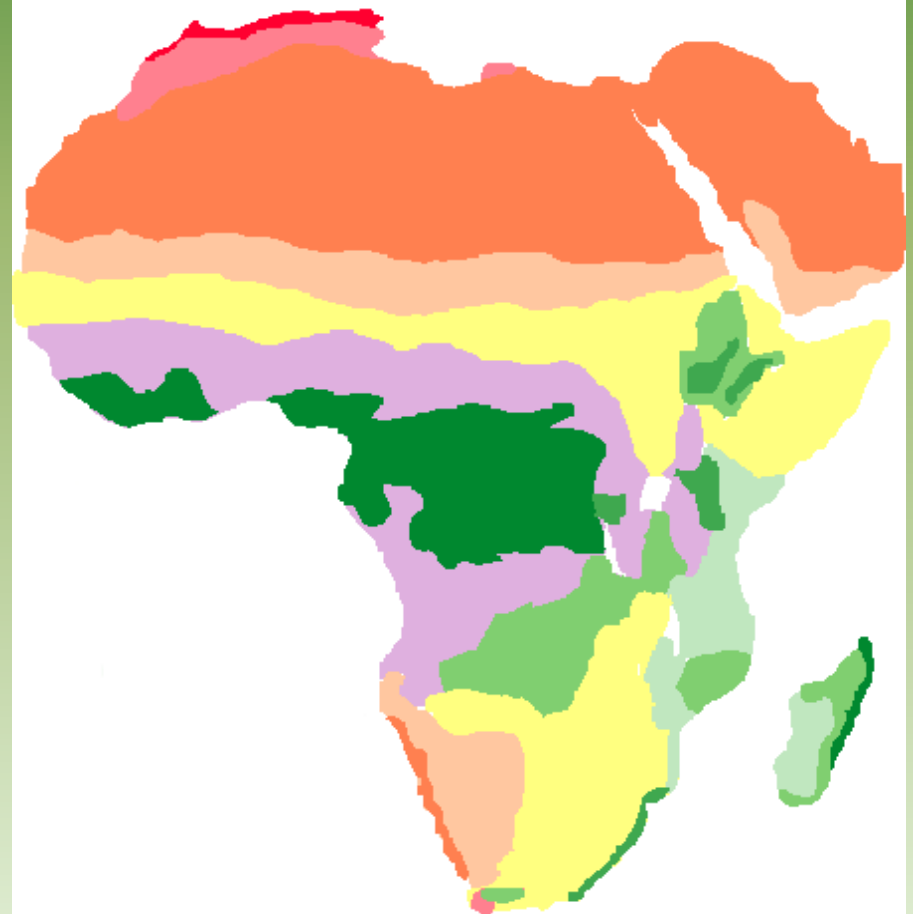
## 20,000 - 16,000 <sup>14</sup>C years ago

- Mediterranean forest
- Montane forest
- Mediterranean scrub
- Recolonizing forest mosaic

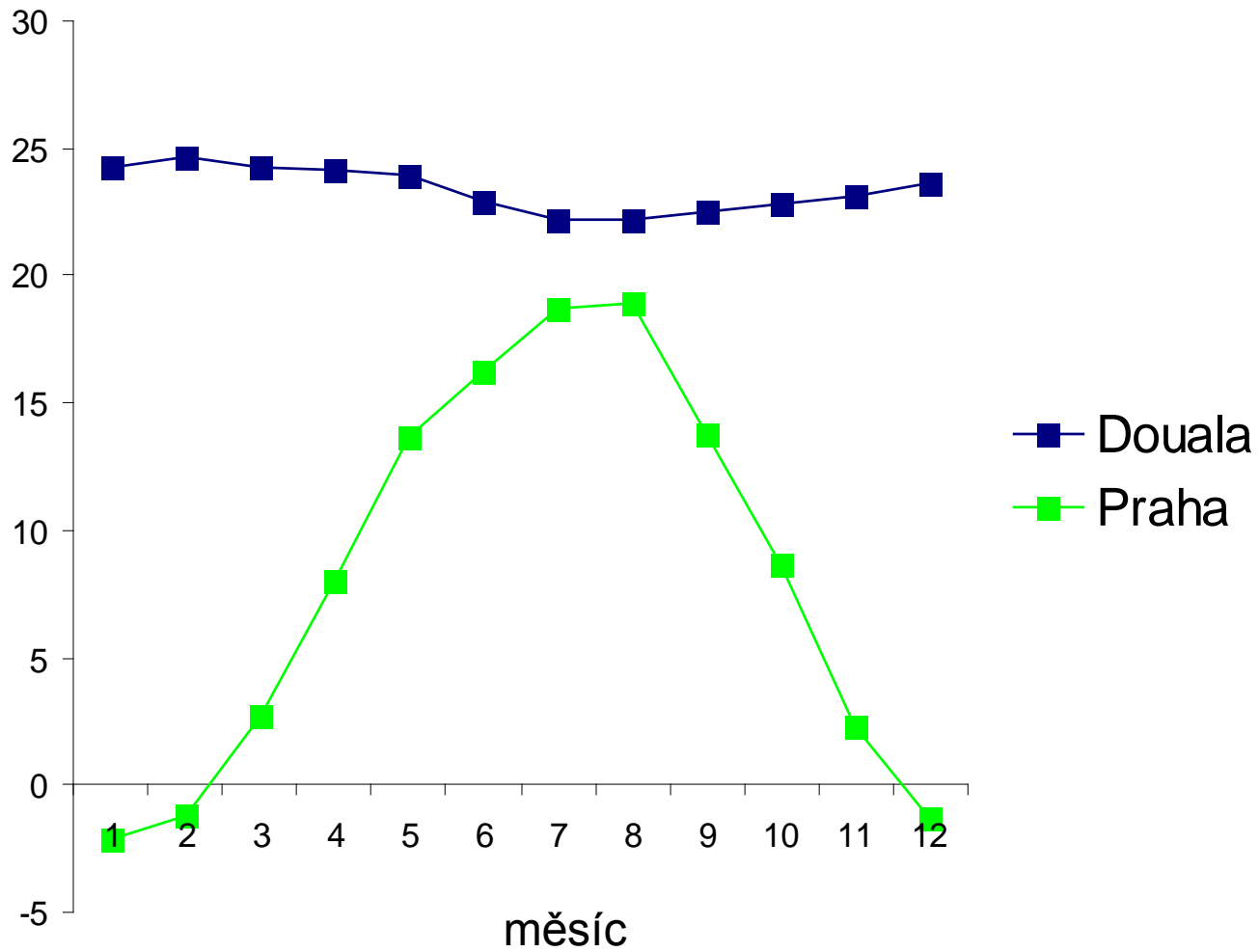


- Extreme desert
- Semi-desert
- Grasslands
- Savanna (a few trees)
- Scrub
- Woodland (open canopy)
- Tropical rainforest

## Present Potential Vegetation



teplota



# Stabilita prostředí a míra specializace

- Klimaticky nestálé prostředí – přizpůsobení široké škále podmínek – organizmy se nemohou příliš specializovat (léto/zima, různé typy prostředí, velké areály)
- Tropy – klimaticky stálé –specializace na úzkou škálu podmínek – menší areály (vysvětlení Rapoportova pravidla) – snížení konkurence a tím i míry vymírání
- Dva nedostatky – jsou tropické organizmy skutečně specializovanější? Je v tropech skutečně nižší mezidruhová konkurence? – spíše ne!

