

# Základy ekologie

Doc. RNDr. Milan Gelnar, CSc.

Doc. RNDr. Michal Hájek, PhD

Ústav botaniky a zoologie, PŘF MU, Brno

A11/306; pondělí 17.00 – 19.00

# Doc. RNDr. Michal Hájek, PhD



# Stručná historie ekologie

- Theophrastos – staré Řecko – psal o vztazích organismů a prostředí
- 1798 - Thomas Malthus: Essay on the Principle of Population
- 1805 - Alexander von Humboldt: plant communities
- 1859 - Charles Darwin – On the Origin of Species – koncept evoluce
- Gregor Mendel (1822-1884) populační genetika
- 1877 – Karl Mobius – biocenosis
- 1887 – Stephen Forbes – Lake as a Microcosm
- 1913 – Victor E. Shelford – Animal Communities in Temperate America
- Charles Adams (USA) - 1913 – A Guide to study of Animal Ecology
- Arthur G. Tansley (1871-1955) – holistický koncept – ekosystém
- 1925 – Alfred J. Lotka – Elements of Physical Biology
- Charles Elton (UK) - 1927 – Animal Ecology

Druhá polovina 20. století – rozvoj ekologie:

- Populační ekologie
- Evoluční ekologie
- Ekologie společenstev
- Fyziologická ekologie
- Behaviorální ekologie
- Krajinná ekologie
- Conservation ecology
- Restoration ecology
- Globální ekologie
- Teoretická ekologie
- Ekologická statistika
- Imunoekologie
- Molekulární ekologie

# Osnova přednášky

- Stručná historie ekologie
- Ekologie – základní definice a pojmy
- Co je a není ekologie ?
- Metody ekologického výzkumu
- Ekologická hierarchie
- Ekologické faktory
- Ekologie versus evoluce
- Adaptace a tolerance
- Ekologická valence a ekologická nika
- Evoluce a procesy speciace



# Ekologie – základní definice a pojmy

Termín ekologie – Ernst Haeckel (1869) – z řeckého oikos – „domov“

**Ekologie je věda o vzájemném působení organismů a jejich prostředí.**

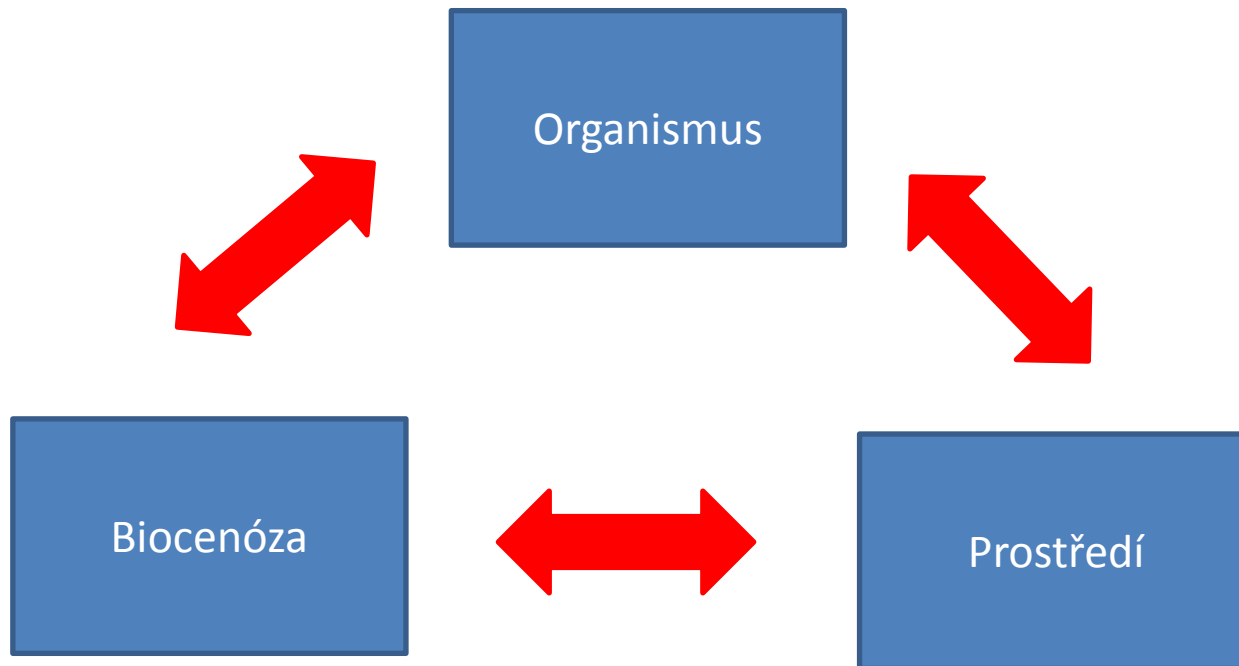
Krebs (1972): Ekologie je vědecké studium interakcí, které ovlivňují výskyt a hojnost organismů – vymezuje zde základní předmět studia – **rozšíření a početnost organismů** – kde se organismy vyskytují a jak se tam chovají.

**Jak definovat slovo prostředí ?**

Prostředí organismu se skládá ze všech faktorů a jevů vně organismu, které na tento organismus působí, ať jsou těmito jevy faktory fyzikální a chemické (**faktory abiotické**), anebo jiné organismy (**faktory biotické**).

Pojem prostředí tak má v ekologii ústřední postavení.

# Vzájemné působení v ekologii



# Vztah mezi organismy a jejich prostředím

Prostředí: abiotické versus biotické

Rozmístění druhů v prostředí:  
nenáhodné, nehomogenní

Jaké jsou příčiny rozmístění druhů ?

Které vlastnosti umožňují druhu žít v daném prostředí a které ho vylučují ?

Rozmanitost druhů:

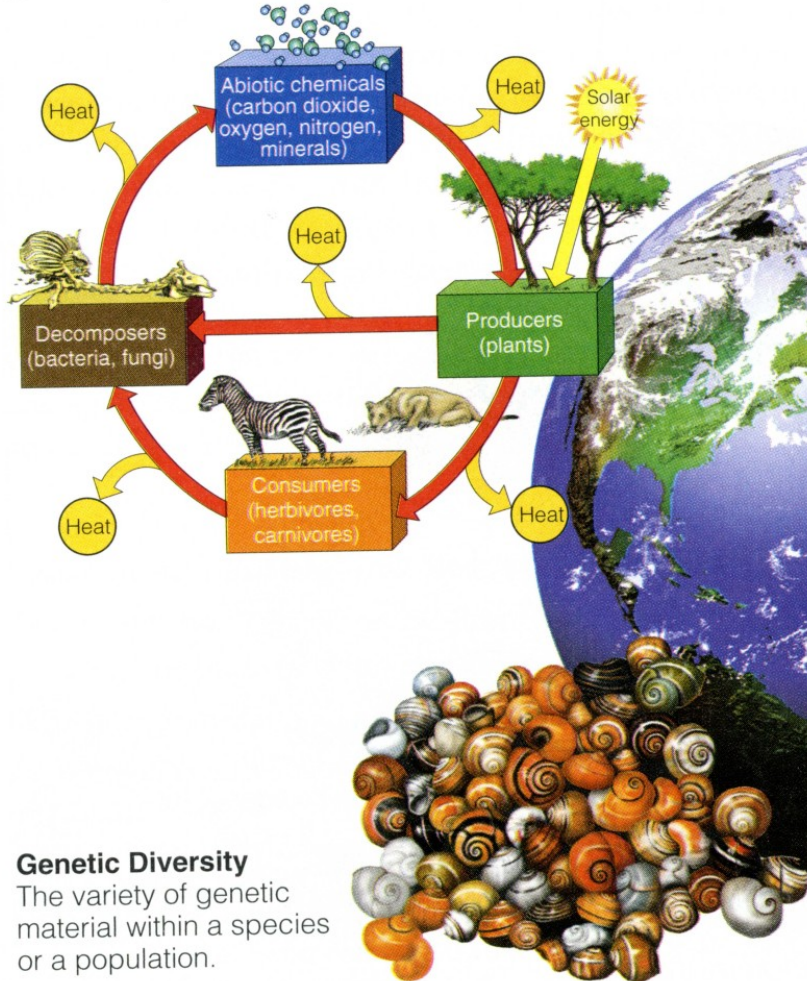
Co je příčinou druhové rozmanitosti ?

Jak došlo k diverzifikaci druhů ?

# Ekologie je komplexní věda

## Functional Diversity

The biological and chemical processes such as energy flow and matter recycling needed for the survival of species, communities, and ecosystems.



## Genetic Diversity

The variety of genetic material within a species or a population.

## Ecological Diversity

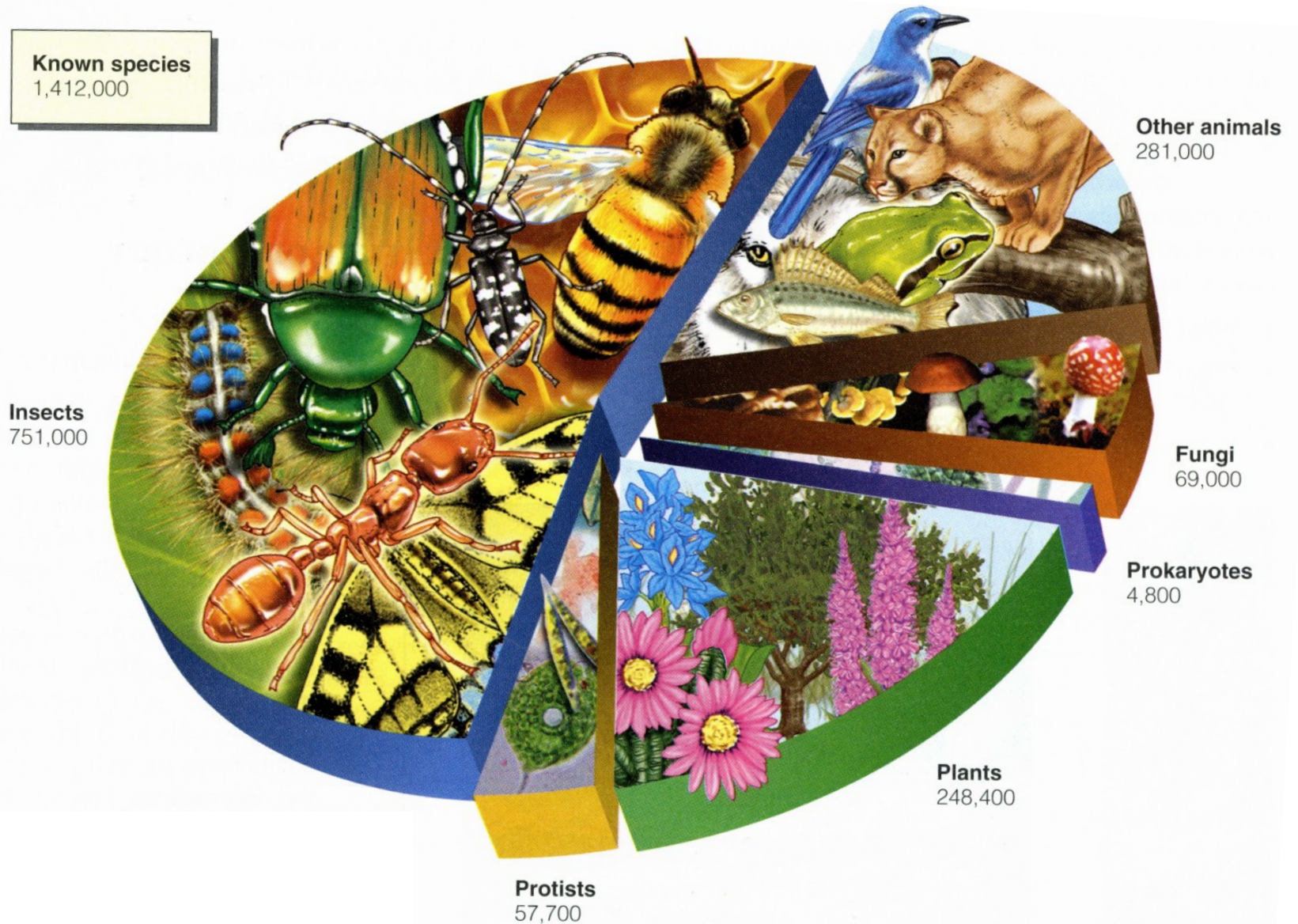
The variety of terrestrial and aquatic ecosystems found in an area or on the earth.

## Species Diversity

The number of species present in different habitats



# Předpokládané počty druhů





# Ekologie – základní definice a pojmy

- Ekologie se zabývá třemi základními stupni biologické organizace/hierarchie:
  - Jednotlivým organismem
  - Populací složenou z jedinců téhož druhu
  - Společenstvem – složeným z většího či menšího počtu populací

# Hierarchické úrovně ekologie

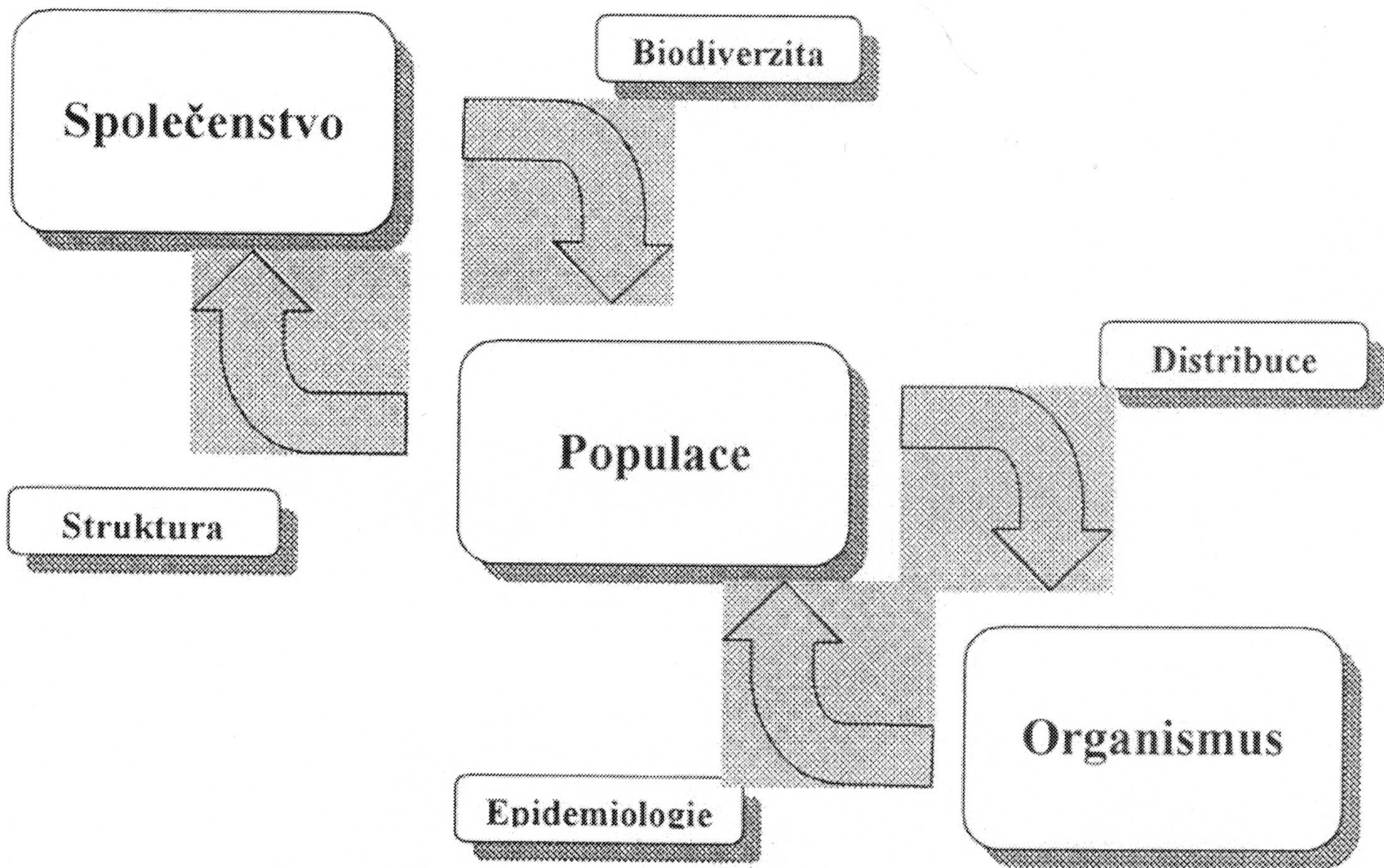
3 základní jednotky:  
organismus, populace, společenstvo

**Autekologie** – individuální organismus ve vztahu k biotickým a abiotickým faktorům prostředí

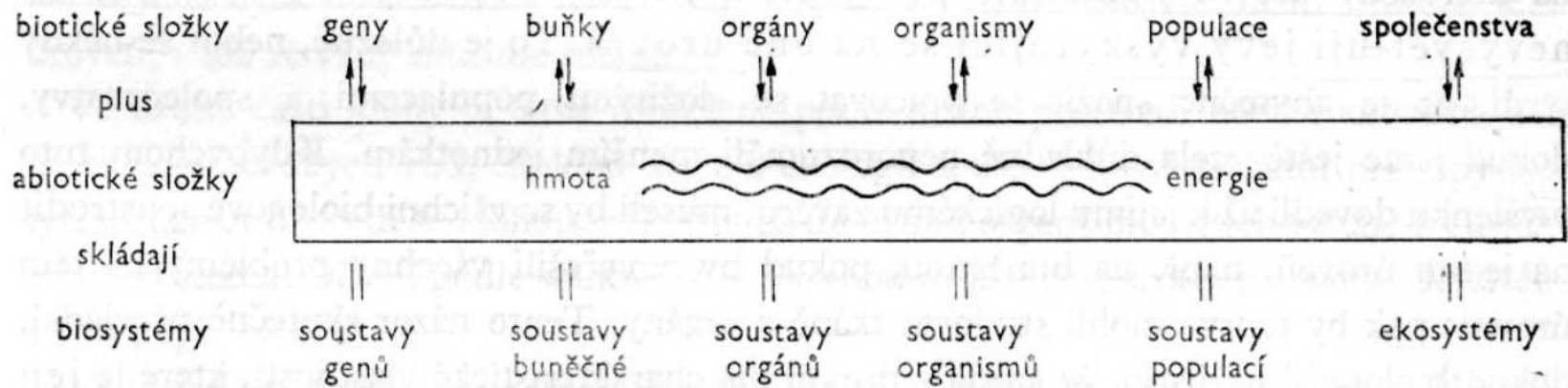
**Demekologie** – jedinci jedné populace ve vztahu k faktorům prostředí

**Synekologie** – skupina organismů ve vztahu k faktorům prostředí

# Hierarchické úrovně ekologie

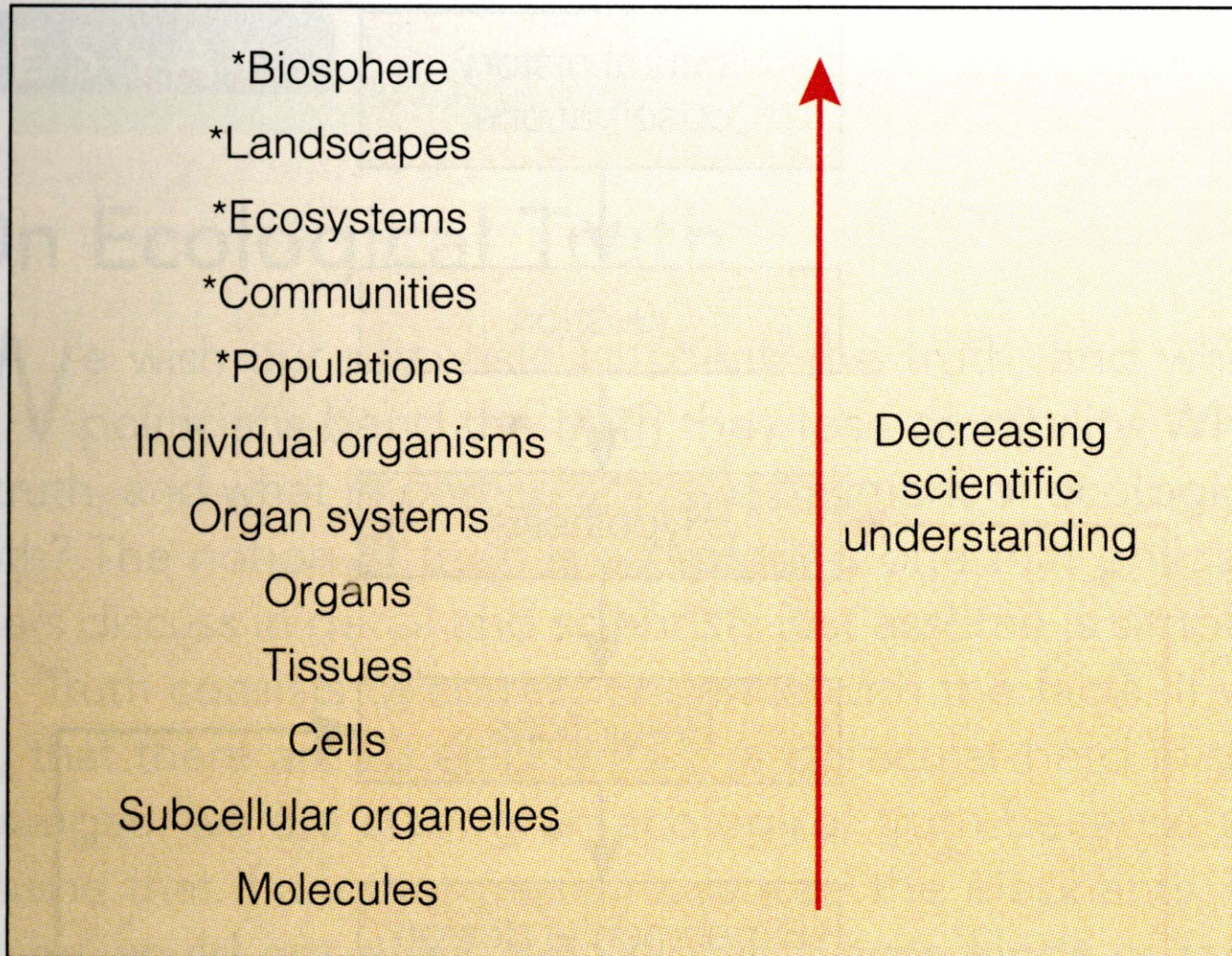


# Biologická hierarchie





# Úroveň porozumění procesům biologické integrace



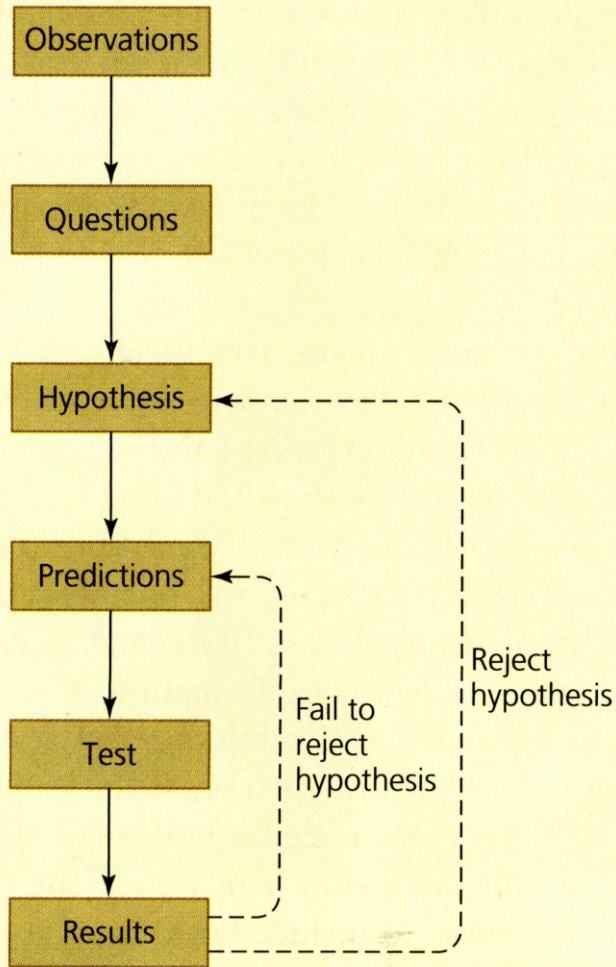


# Ekologie jako exaktní věda

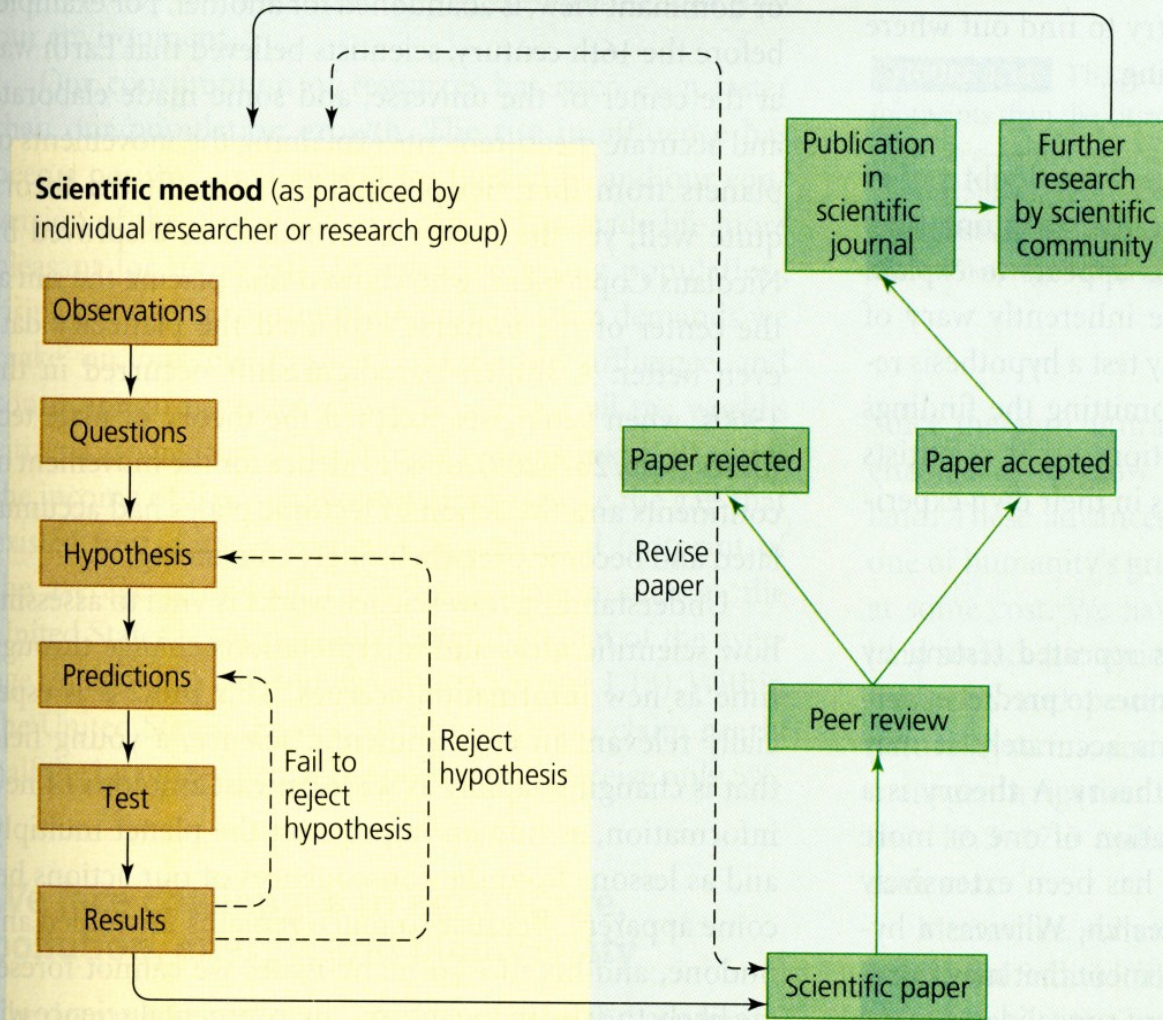
Metody ekologického výzkumu

# Ekologie jako exaktní věda

## Scientific method



## Scientific process (as practiced by scientific community)



# Metody ekologického výzkumu

Pozorování v přírodě (v terénu)

Experimentální pozorování (v laboratoři)

Matematické modelování

Vzájemné propojení různých přístupů

Porovnávání teorie (**hypotézy**) s realitou (pozorováním)

**Hypotéza** – testovaná empiricky (experimentálně) – hypotézy je nutno definovat předem – pak jejich testování- **experimentální design** – správný sběr dat

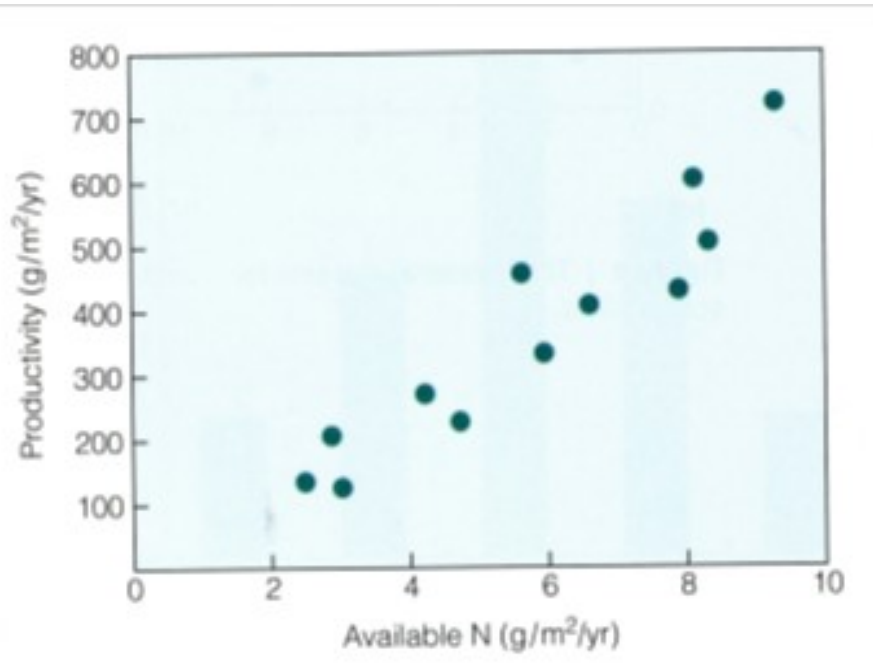
Pozorování by mělo být verifikovatelné

Nutnost kontroly

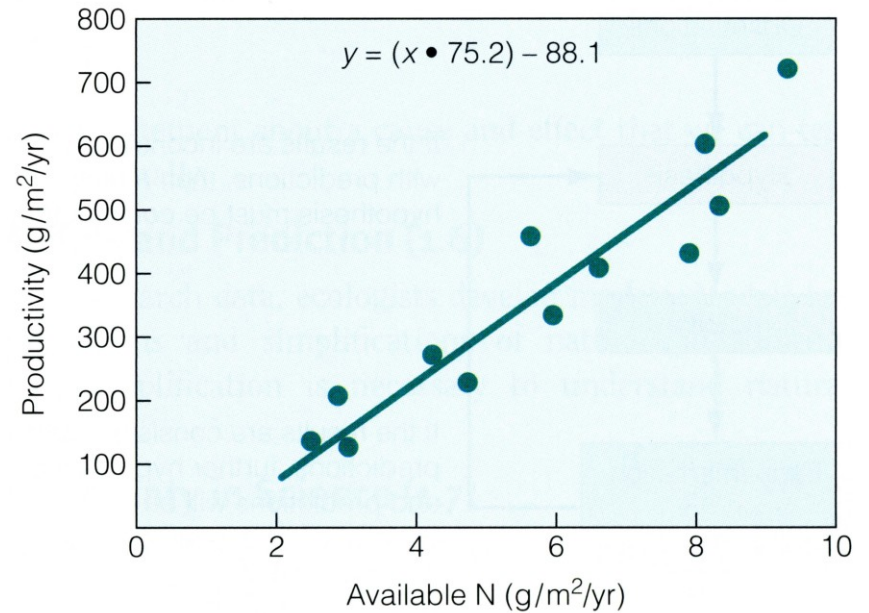
Správná interpretace výsledků – velikost studovaného vzorku - statistika

# Příklad analýzy ekologického vztahu

Pozitivní vztah mezi N a produkcí

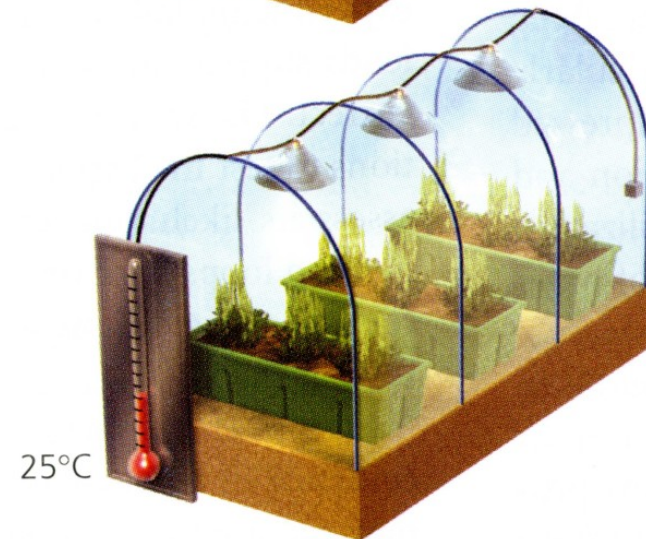
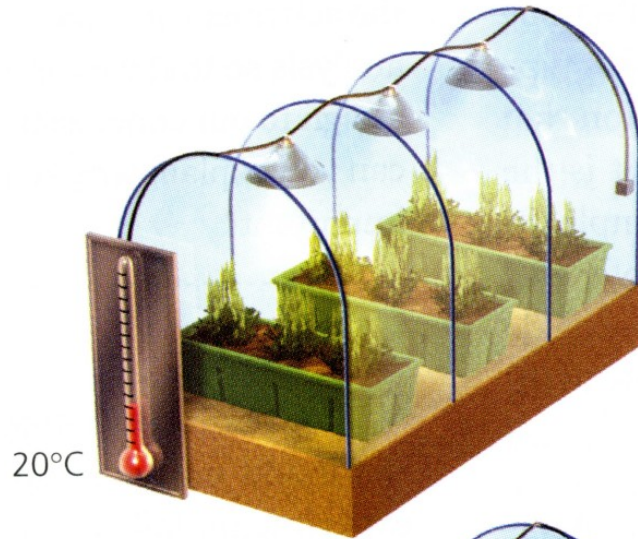


Jednoduchý model lineární regrese

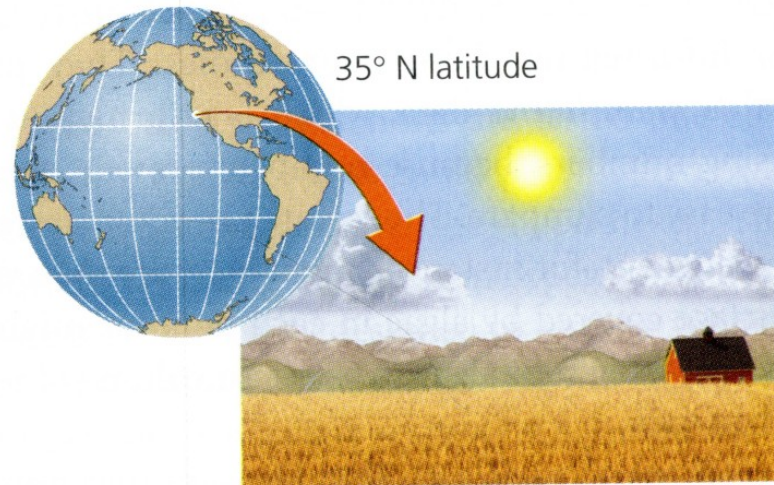
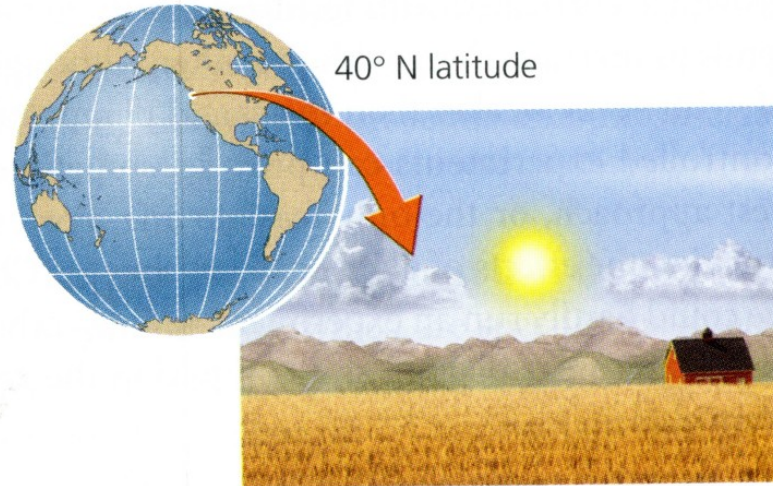




# Ekologie jako experimentální věda



(a) Manipulative experiment



(b) Natural experiment, or correlational study



## Co je a není ekologie - teorie

Ekologie není synonymem životního prostředí, environmentalismu, dějin přírody, nebo věd o životním prostředí.

Úzce souvisí s evoluční biologii, genetikou, a etologií ale i s množstvím dalších disciplín a subdisciplín (záleží na konkrétním předmětu zkoumání).

Důležitým cílem pro ekology je zlepšit porozumění toho, jak biodiverzita ovlivňuje ekologickou funkci.

Ekologové se snaží vysvětlit:

- Životní procesy, interakce a adaptace organismů

- Pohyb materiálu a energie prostřednictvím živých společenství

- Sukcesi a rozvoj ekosystémů

- Počet a distribuci organismů a biologickou rozmanitost v rámci životního prostředí

# Co je a není ekologie - teorie

MEZI TÉMATA JIMIŽ SE EKOLOGIE ZABÝVÁ PATŘÍ ROZMANITOST, DISTRIBUCE, HMOTA (BIOMASY) A POČET (POPULACE) JEDNOTLIVÝCH ORGANISMŮ, JAKOŽ I SPOLUPRÁCE A KONKURENCE MEZI ORGANISMY, A TO JAK UVNITŘ, TAK MEZI EKOSYSTÉMY.

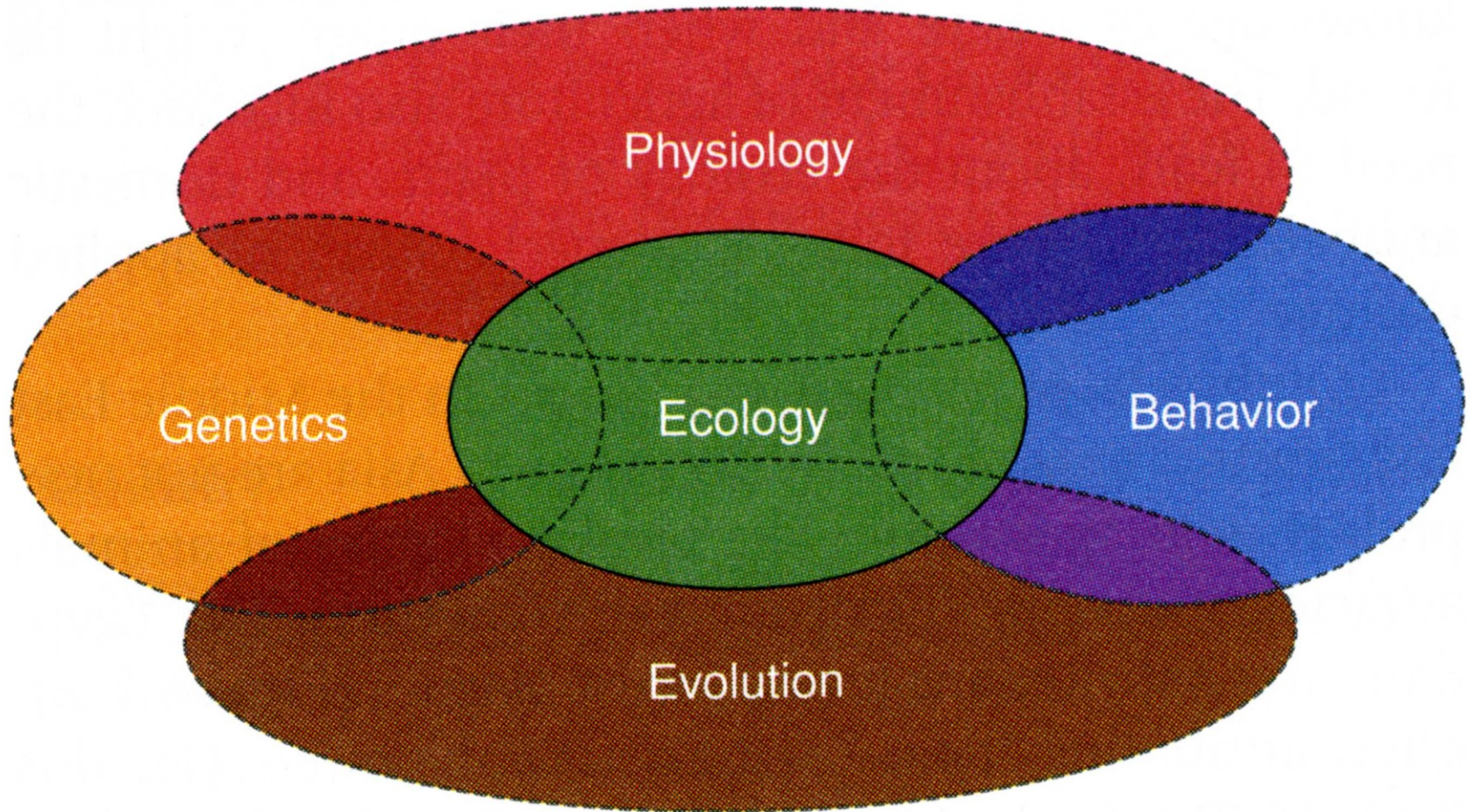
EKOSYSTÉMY JSOU SLOŽENY Z DYNAMICKY NAVZÁJEM PROPOJENÝCH ČÁSTÍ VČETNĚ ORGANISMŮ, KOMUNIT JEŽ VYTVÁŘÍ, A NEŽIVÝCH SLOŽEK JEJICH PROSTŘEDÍ.

EKOSYSTÉMOVÉ PROCESY, JAKO JE PRIMÁRNÍ PRODUKCE, PEDOGENEZE, KOLOBĚH ŽIVIN, A DALŠÍ RŮZNÉ ČINNOSTI SMĚŘUJÍCÍ K VYTVÁŘENÍ NIKY, REGULUJÍ TOKY ENERGIE A HMOTY SKRZE PROSTŘEDÍ.

TYTO PROCESY JSOU UDRŽOVÁNY ORGANISMY SE SPECIFICKÝMI ŽIVOTNÍMI VLASTNOSTMI, PRO OZNAČENÍ ROZMANITOSTI ORGANISMŮ SE POUŽÍVÁ TERMÍN BIODIVERZITA (BIOLOGICKÁ ROZMANITOST).

BIODIVERZITA, POUKAZUJE NA ROZDÍLNOST DRUHŮ, GENŮ A EKOSYSTÉMŮ A PODPORUJE NĚKTERÉ EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY.

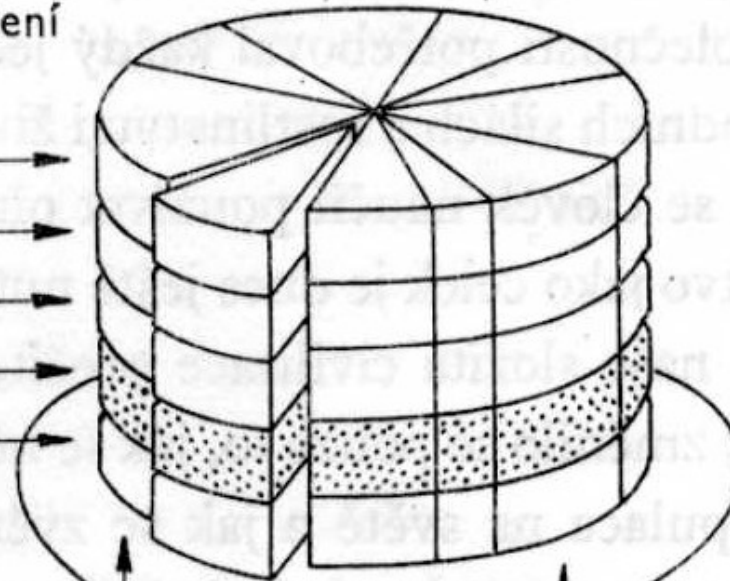
# Biologické disciplíny blízce příbuzné ekologii



# Biologický dort – Odum (1977)

„vrstvy“ základního dělení

- molekulární biologie
- vývojová biologie
- genetika
- ekologie
- jiné



„řezy“  
taxonomického dělení

- bakteriologie
- ornitologie
- botanika
- entomologie
- jiné



# Pojetí ekologie podle šíře zkoumaných objektů

- **ekologie jedince** (autekologie): nejužší pojem, týká se pouze vztahu jednoho konkrétního jedince k ostatním jedincům, nebo k okolnímu prostředí. Příklad: ekologie zajíce
- **ekologie populací** (demekologie): zabývá se vztahy mezi soubory jedinců stejného druhu (populace) a prostředím. Příklad: ekologie zaječí populace, osídlující podhorské louky v Pošumaví.
- **ekologie společenstev** (synekologie): se zabývá vztahy mezi souborem jedinců různých druhů pobývajících na jednom stanovišti (společenstvo). Příklad: ekologie bukového lesa.
- **ekologie biomů**: zabývá se nejvyšší úrovni přírodních objektů (biom), je blízce příbuzná biogeografii, tedy nauce o rozmístění organismů na Zemi. Příklad: ekologie středoevropských opadavých lesů.
- **globální ekologie**: studuje procesy v biosféře, zabývat globálními ekologickými, ale i sociálními problémy, které s ekologií souvisí; blízká globalistice.



# System ekologických věd

- obecná ekologie: zabývá se obecně platnými ekologickými principy.
- [ekologie mikroorganismů](#), [ekologie rostlin](#), [ekologie živočichů](#), [ekologie člověka](#): zabývají se vztahy mezi příslušnými organismy a prostředím.
- [ekologie moře](#): vztahy mezi organismy a prostředím v mořích.
- [ekologie lesa](#): nauka o [lesním](#) prostředí
- [ekologie krajiny](#): souvislosti mezi částmi krajiny, změny v krajině (včetně důsledků činností člověka).
- [ekologie globální](#): souvislosti a změny na celé planetě Zemi a jejich vliv na život.
- [aplikovaná ekologie](#): zabývá se praktickou aplikací ekologických poznatků
- [produkční ekologie](#): zabývá se produkční analýzou trofických úrovní a koloběhem hmoty a energie v [ekosystému](#)

# Ekologie – hraniční obory

**Deskriptivní ekologie** – procesy spojené s popisem vzájemných vztahů organismů pro každý ekosystém

**Funkční ekologie** – identifikuje a kvantifikuje vztahy, analyzuje obecné problémy společné většině různých prostředí, **JAK SYSTÉM PRACUJE ?**

**Evoluční ekologie** – historické důsledky, proč přírodní výběr favorizoval určité ekologické řešení. **PROČ SYSTÉM PRACUJE ?**

**Behaviorální ekologie** – vztahy spojené s chováním živočichů

**Molekulární ekologie** – aplikace molekulárních metod při řešení ekologických problémů

**Ekologická genetika** – studuje variabilitu genotypů a jejich expresi na úrovni fenotypu

**Matematická ekologie** – teoretická ekologie; kvantitativní ekologie, matematické modelování, ekologická statistika, numerická ekologie

# Nové hraniční obory ekologie

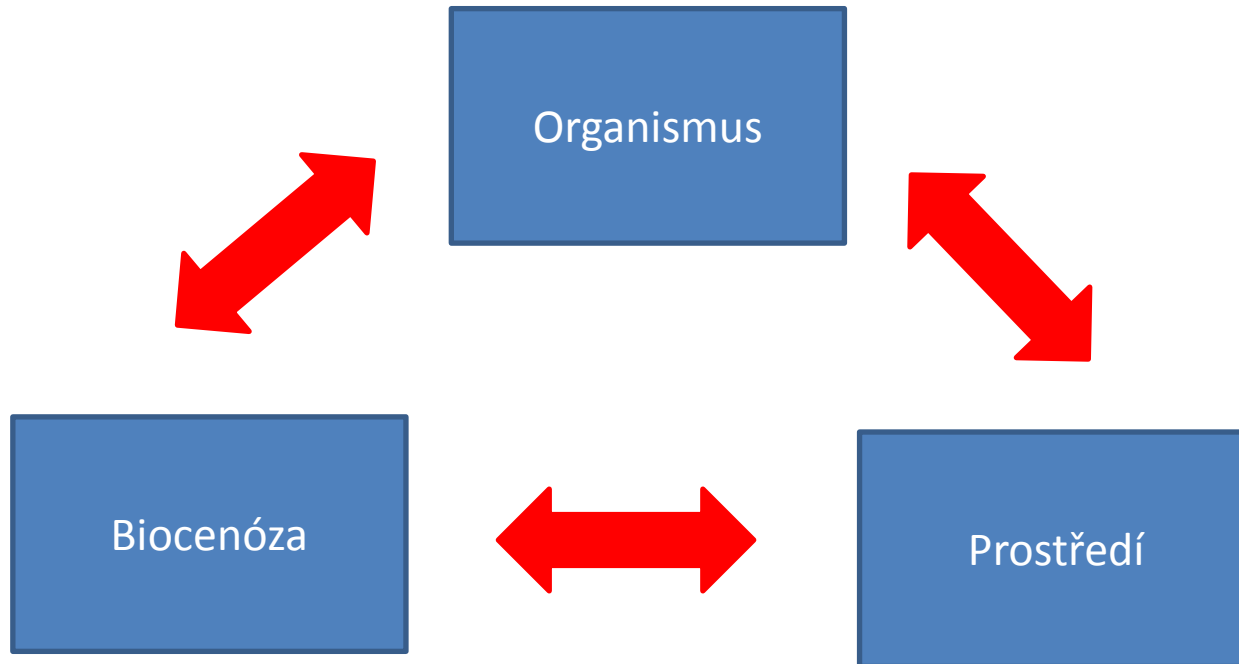
- [agroekologie](#): zkoumá zemědělské organismy z pohledu jejich vnějšího prostředí; využívá metody ekologie a [agronomie](#).
- [bioekologie](#):
- [ekofyziologie](#): zabývá se studiem změn a adaptací [fyziologických funkcí](#) souvisejících se změnami prostředí
- [ekoimunologie](#): sleduje vliv prostředí a jeho změn na práci a efektivitu [imunitního systému](#)
- [ekologie obnovy](#): zabývá se obnovou [ekosystémů](#) do původního stavu (viz též [rekultivace](#), [revitalizace vodních toků](#) a [meliorace](#))
- [ekotoxikologie](#): kombinuje poznatky vědy studující ekosystémy (ekologie) a vědy studující interakce chemických látek s živými organismy ([toxikologie](#)), je součástí toxikologie životního prostředí, je však zaměřena na studium vlivu toxických látek na dynamiku populace uvnitř ekosystémů
- [environmentalistika](#): zabývá se vztahem člověka a životního prostředí. Tvoří tak doplněk ekologie.
- [Digitální ekologie](#)
- environmentální dějiny:
- geobotanika (ekologická botanika):.
- [globalistigeonika](#): sleduje dopady činností člověka a jím vyvolaných aktivit na přírodní prostředí a interakci přírodního a antropogenního prostředí.[4],[5]
- [ka](#): zkoumá základní otázky existence a vývoje světové společnosti jako celku.[6]
- [gradologie](#): zabývá se gradacemi, jejich příčinami a důsledky; je zaměřena na problematiku přemnožování [škodlivých](#) druhů v zemědělství a lesnictví.
- [historická ekologie](#) ([archeoeekologie](#)): zabývá se historickým vlivem [člověka](#) na [ekosystémy](#) a naopak v období [holocénu](#).<sup>[7]</sup>
- [krajinná ekologie](#) ([geoekologie](#); [environmentální geografie](#)): zabývá se studiem komplexní struktury vztahů mezi [společenstvy](#) organismů (biocenózami) a podmínkami jejich prostředí v určitém výseku [krajiny](#). Využívá metody ekologie, [fyzické geografie](#) a [geologie](#).
- [Informační ekologie](#)
- [lesnická ekologie](#): zabývá se ekologií [lesů](#).
- [lidská ekologie](#) (ekologie člověka; humánní ekologie; sociální a kulturní ekologie<sup>[8]</sup>; [humanitní environmentalistika](#)): hledá porozumění světu přírody i člověka v jejich jednotě a strategie porozumění vedoucí k řešení globálních i místních problémů.
- [myslivost](#): soubor činností prováděných v [přírodě](#) ve vztahu k volně žijící [zvěři](#) jako součásti [ekosystému](#).
- [paleoekologie](#): používá data z fosilií a subfosilií k rekonstrukci ekosystémů minulosti.

# Aplikace ekologického myšlení

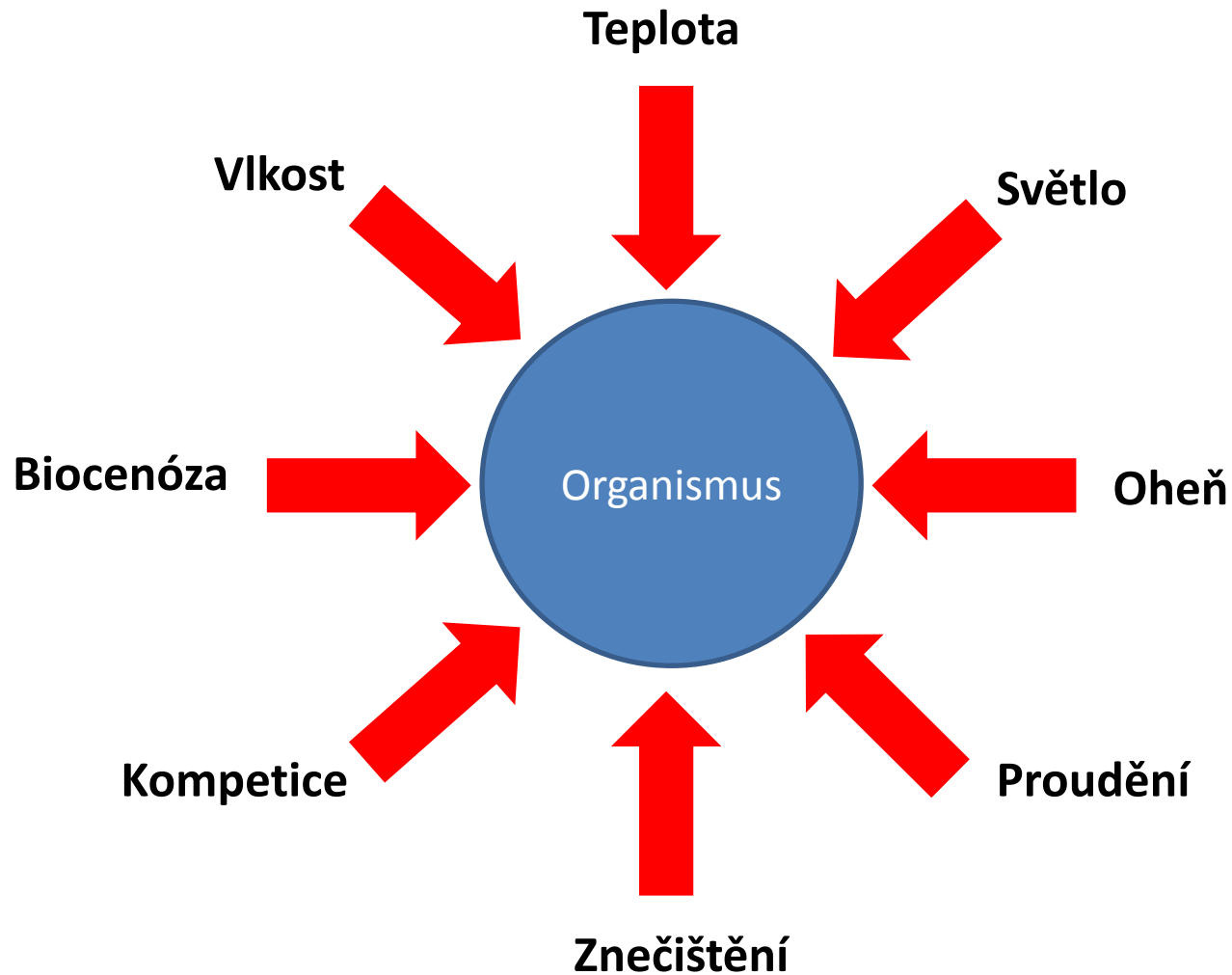
- Existuje mnoho praktických aplikací ekologického myšlení v **ochraně přírody, řízení přírodních zdrojů** (např. **agroekologie, zemědělství, lesnictví, agrolesnictví, rybolov**), urbanismu (**ekologie města**), komunitním zdraví, ekonomii, základní a aplikované vědě, stejně jako v lidských **sociálních interakcích** (**ekologie člověka**).
- V původním a správném významu je tedy ekologie věda, která se zabývá vztahem organismů a jejich prostředí a vztahem organismů navzájem. Jako první tak nazval a definoval tento vědní obor Ernst Haeckel v roce 1866.
- **Dále se ekologie užívá chybně v širokém smyslu jako ochrana životního prostředí nebo dokonce místo přírodní prostředí** (např. ekologicky šetrný výrobek znamená výrobek šetrný k životnímu prostředí). Toto užití - viz ochrana přírody.
- **Ekologie se také nepřesně používá pro označení ideologie environmentalismu** (tzv. hlubinná ekologie, je subdisciplína ekologie, která je základním přesvědčením radikálního ekologického hnutí). Toto užití - viz ekologismus nebo environmentalismus.  
**Ekologie vychází z:** biologie, meteorologie, klimatologie, geologie, geografie, fyziky, chemie, antropologie, lékařských věd (hygiena), ekonomiky, práva, historie, psychologie, technických věd.



# Vzájemné působení Ekologické faktory



# Působení ekologických faktorů na organismus



# Základní ekologické faktory

Členění ekologických faktorů:

- Abiotické *versus* Biotické
- Podmínky *versus* Zdroje
- Podle povahy jejich cykličnosti

# Členění ekologických faktorů I

## **Abiotické**

- Teplota
- Vlhkost (Voda)
- Světlo
- Půda
- Oheň
- Znečištění

## **Biotické**

- Natalita a mortalita
- Populační dynamika
- Hustota populace
- Kompetice
- Biologické interakce
- Antropogenní vlivy



# Členění ekologických faktorů II

## Podmínky

- Teplota
- Světlo
- Vlhkost
- Hustota
- Viskozita
- Proudění
- Znečištění

## Zdroje

- Záření jako zdroj
- Anorganické molekuly jako zdroj ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ )
- Organismy jako zdroj (sezónnost, nutriční hodnota, počet samic)
- Prostor jako zdroj

# Členění ekologických faktorů III

## **Podle cykličnosti:**

- Primárně periodické
- Sekundárně periodické
- Neperiodické

Které faktory to jsou ?

Jaké budou na ně adaptace u různých organismů ?

**Cykličnost se odvozuje od planetárních pohybů !**

**Mohou mít faktory prostředí hierarchický charakter ?**

# Ekologické faktory podle cykličnosti

## **Primárně periodické:**

Teplota, světlo, mořské dmutí

## **Sekundárně periodické:**

Vlhkost, hustota, viskozita, rozpustnost plynů, potravní faktory, biologické interakce, oheň, zemědělství,

## **Neperiodické:**

Sopečná činnost, zemětřesení, živelné katastrofy (tsunami), katastrofy působené člověkem



Vítejte ve Vesmíru.

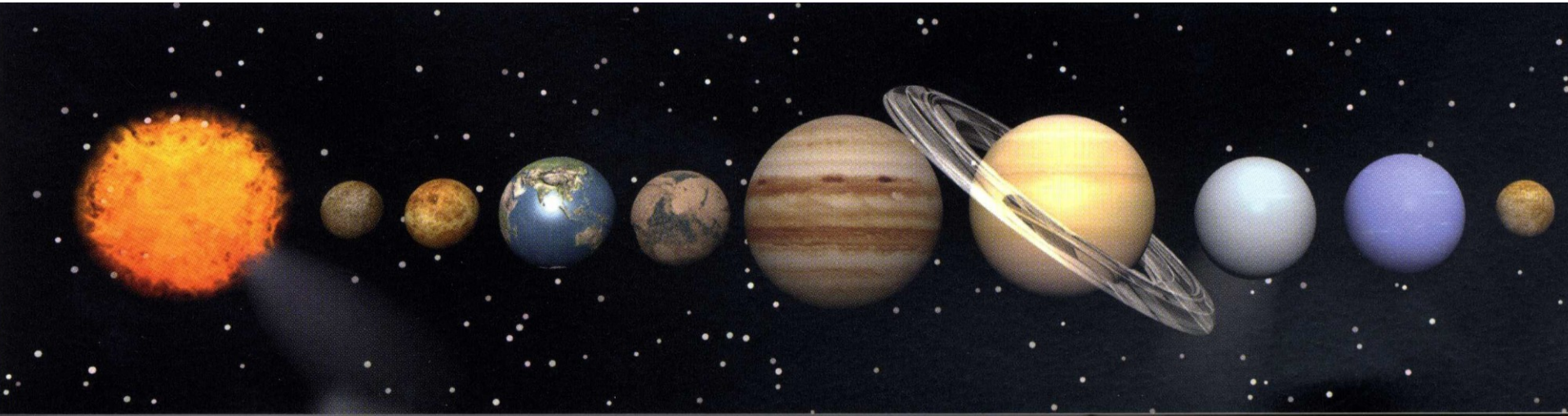




# Vývoj vesmíru a lidstva (Kurzweil, 1999)

- před 10 až 15 miliardami zrod vesmíru
- o  $10^{-43}$  vteřiny později vzniká gravitace
- 1 MLD po Velké třesku - vznik galaxií
- 5 MLD – vznik Země
- 3,4 MLD – anaerobní prokaryota
- 1,7 MLD – jednoduchá DNA
- 700 MIL – mnohobuněčné R a Ž
- 570 MIL – kambrijská exploze
- 80 MIL – počátek rozvoje savců
- 65 MIL – vyhynutí dinosaurů
- 50 MIL – antropoidní primáti
- 15 MIL – první hominidi
- 5 MIL – *Homo habilis* – nástroje
- 2 MIL – *Homo erectus* – oheň, jazyk, zbraně
- 100 000 let – *Homo sapiens neandrtalensis*
- 90 000 let – vznik *Homo sapiens sapiens*
- 40 000 let – *Homo s. sapiens* – jediný hominid – technologie
- 10 000 – neolitická revoluce
- 6 000 v Mezopotámii první města
- 496-332 př.n.l. – Sokrates, Platon, Aristoteles – racionalistická filosofie
- 1543 – Mikuláš Koperník (heliocentrismus)
- 1687 – Isaac Newton – zákony pohybu a gravitace
- 1859 – Charles Darwin – evoluce
- 1900 – telegraf – celosvětově
- 1939 – komerční lety přes Atlantik
- 1961 – J. Gagarin – 1. kosmonaut
- 1971 – kapesní kalkulačka
- 1981 – na trhu první PC – IBM
- 1990 – vznik WWW
- 1997 – počítač Deep Blue poráží šachového velmistra Garry Kasparova
- 1998 – WWW celosvětové rozšíření

# Planety sluneční soustavy



- 1) **Dobré umístění** (Země o 15% dále od Slunce – zamrzly by oceány; kdyby o 5% blíže - vypařila by se voda)
- 2) **Správný typ planety** (tekuté magma – průnik plynů na povrch – podmínka vzniku atmosféry)
- 3) **Země je dvojitá planeta** (Měsíc udržuje Zemi ve správném úhlu a rychlosti otáčení kolem osy – podmínky pro vznik a udržení života)
- 4) **Správné načasování** – 65 MIL extinkce dinosaurů – podmínky pro nástup savců včetně člověka

# Základní struktura planety Země

- 1) Lithosféra
  - 2) Hydrosféra
  - 3) Atmosféra
  - 4) Biosféra
- 
- A) Zemské jádro
  - B) Plášť
  - C) Zemská kůra

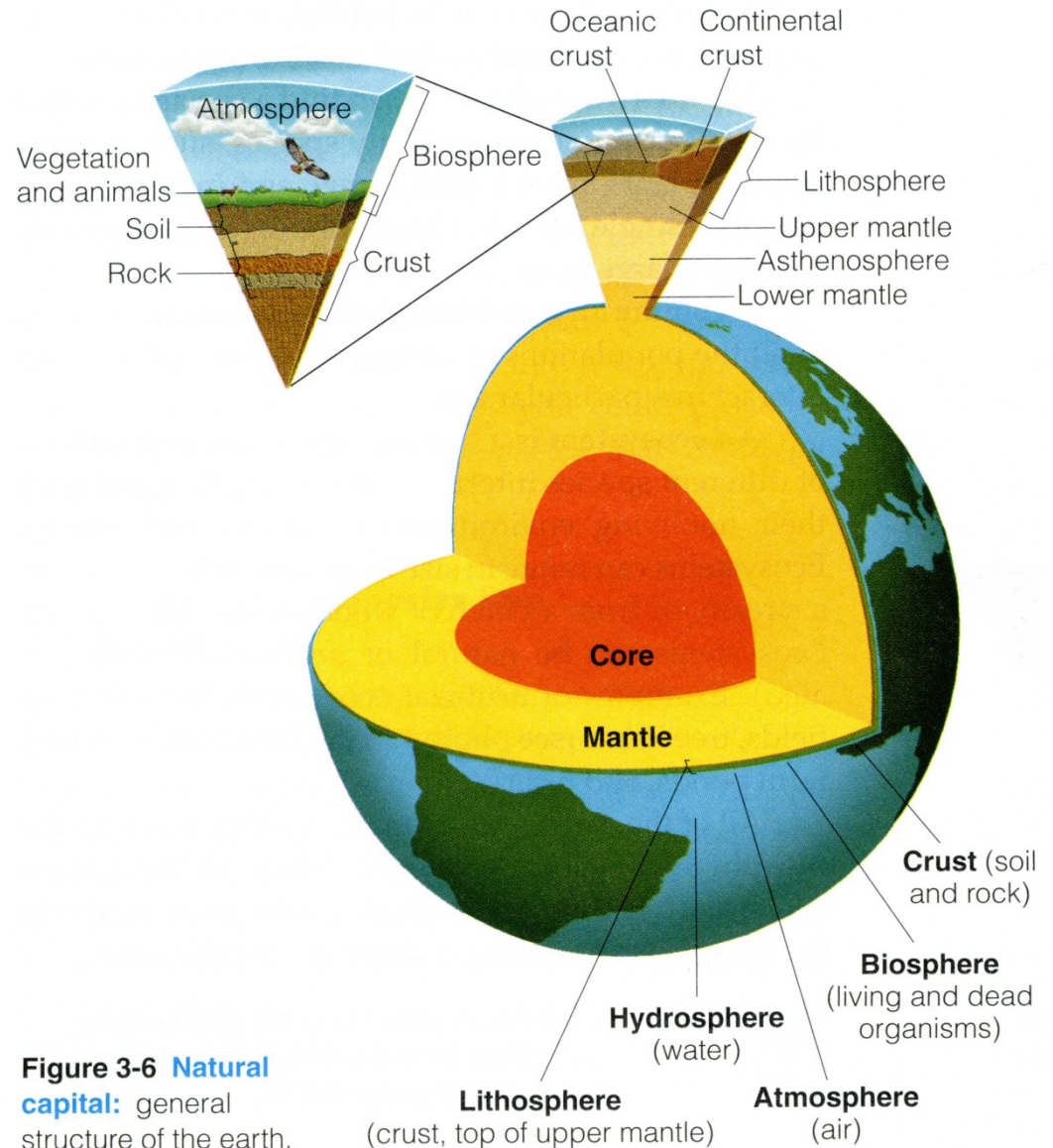
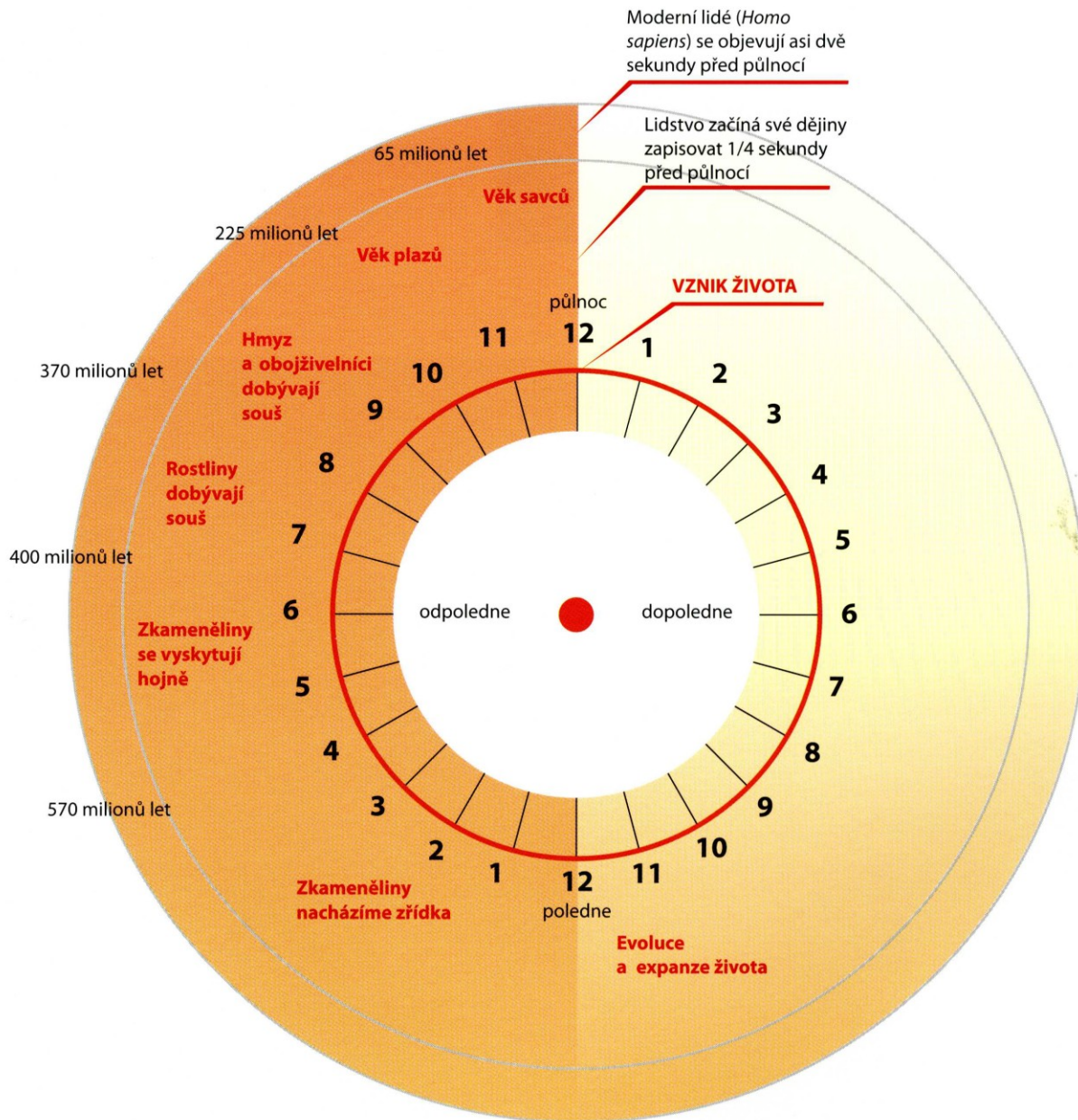


Figure 3-6 **Natural capital:** general structure of the earth.

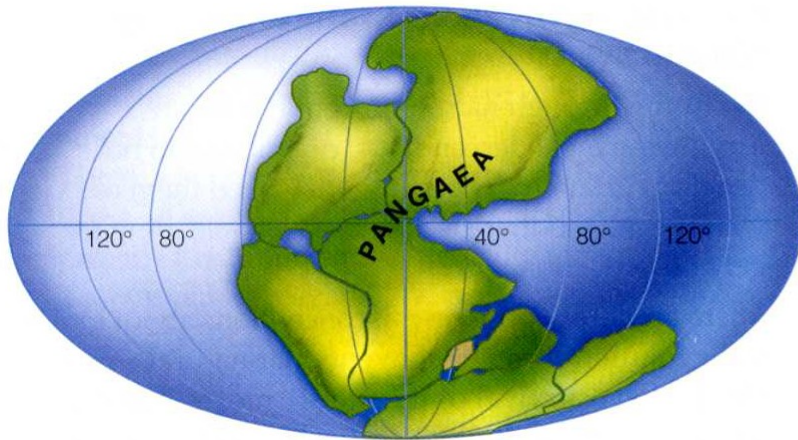


# Zjednodušená historie biologické evoluce

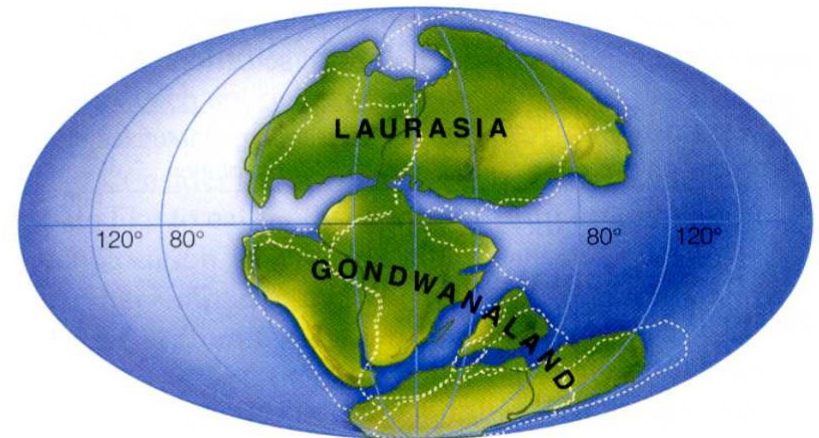




# Geologické procesy a biologická evoluce



225 million years ago



135 million years ago



65 million years ago

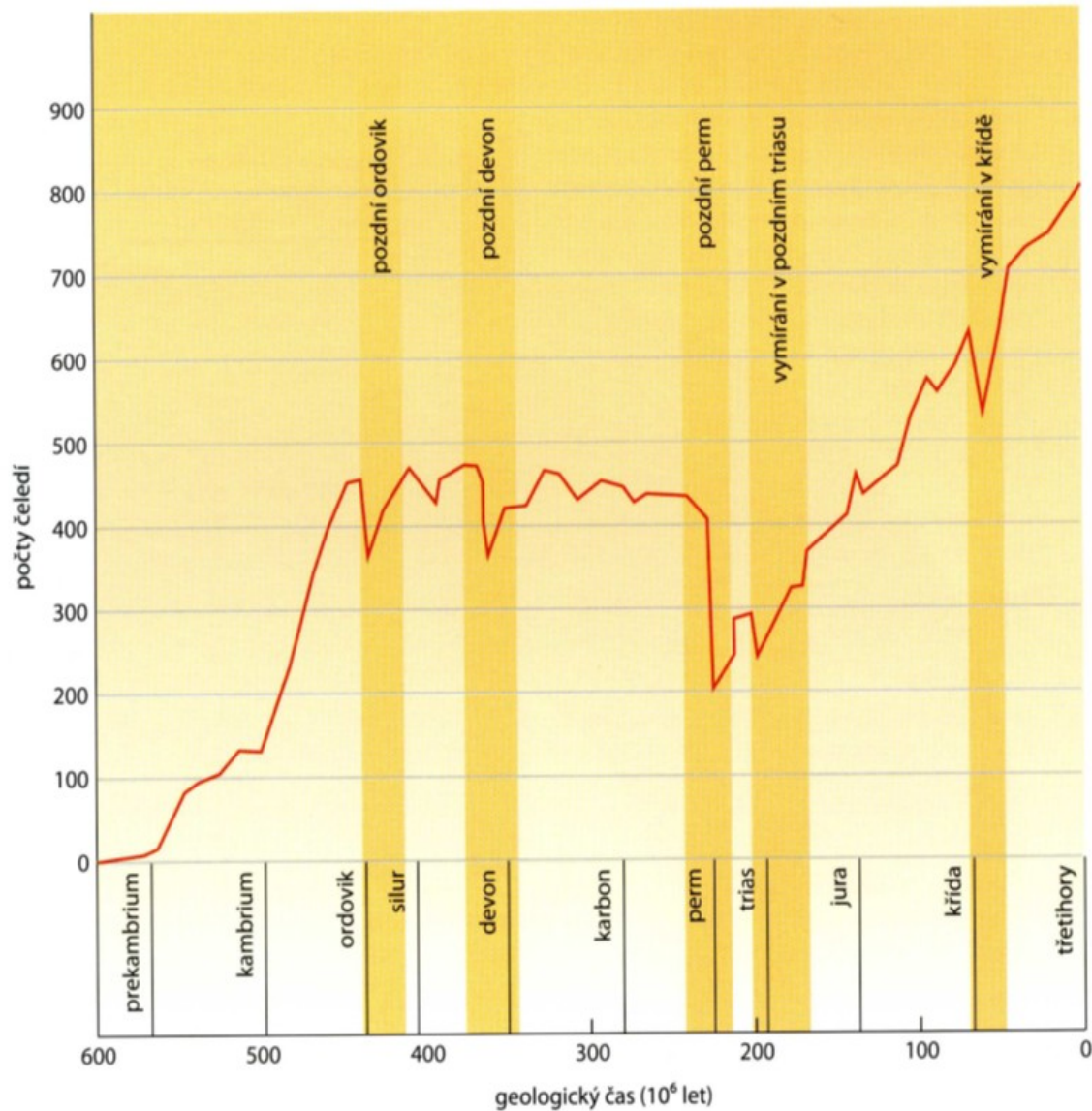


Present

## Velké vymírání v průběhu posledních 500 MIL (upraveno podle UNEP, 1995)

Doposud bylo paleontology identifikováno 5 velkých katastrof, kterými byly ukončeno velké geologické periody:

- 1) Ordovik – 440 MIL, vyhynulo 80 až 85% druhů
- 2) Devon – 365 MIL, vyhynulo 80 až 85% druhů
- 3) Perm – 225 MIL, vyhynulo 95% druhů
- 4) Trias – 210 MIL, vyhynulo 70 až 75% druhů
- 5) Křída – 65 MIL, vyhynulo 70 až 75% druhů



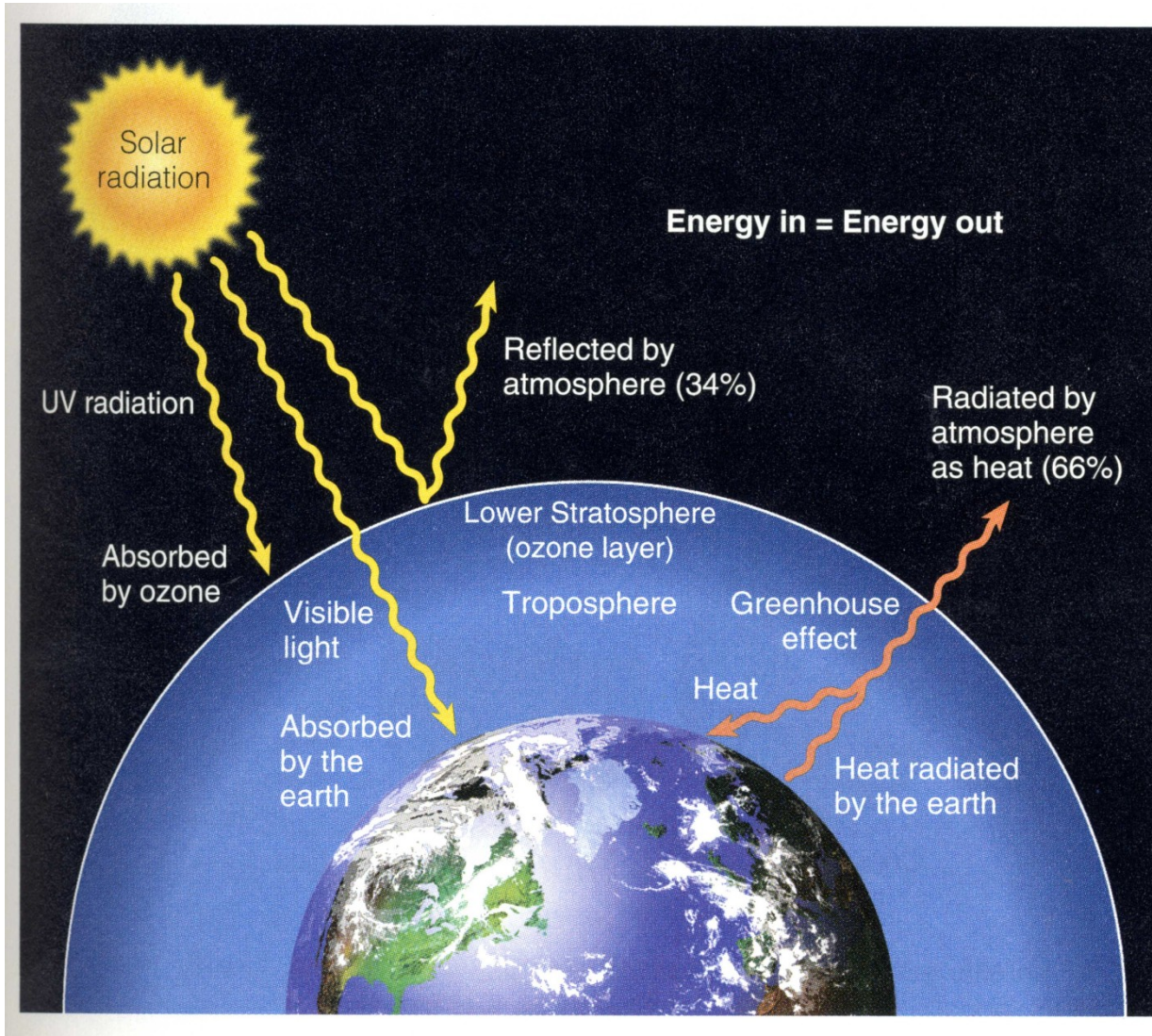
# Ekologické faktory a planetární pohyby

- **Rotace Země kolem Slunce** – roční cyklus – sezónnost – teplota, fotoperioda, délka světelného dne (např. jaro, léto, podzim, zima)
- **Rotace Země kolem své osy** – denní cyklus (střídání noci a dne)
- **Rotace Měsíce kolem Země** – měsíční cyklus – mořské dmutí (příliv a odliv)



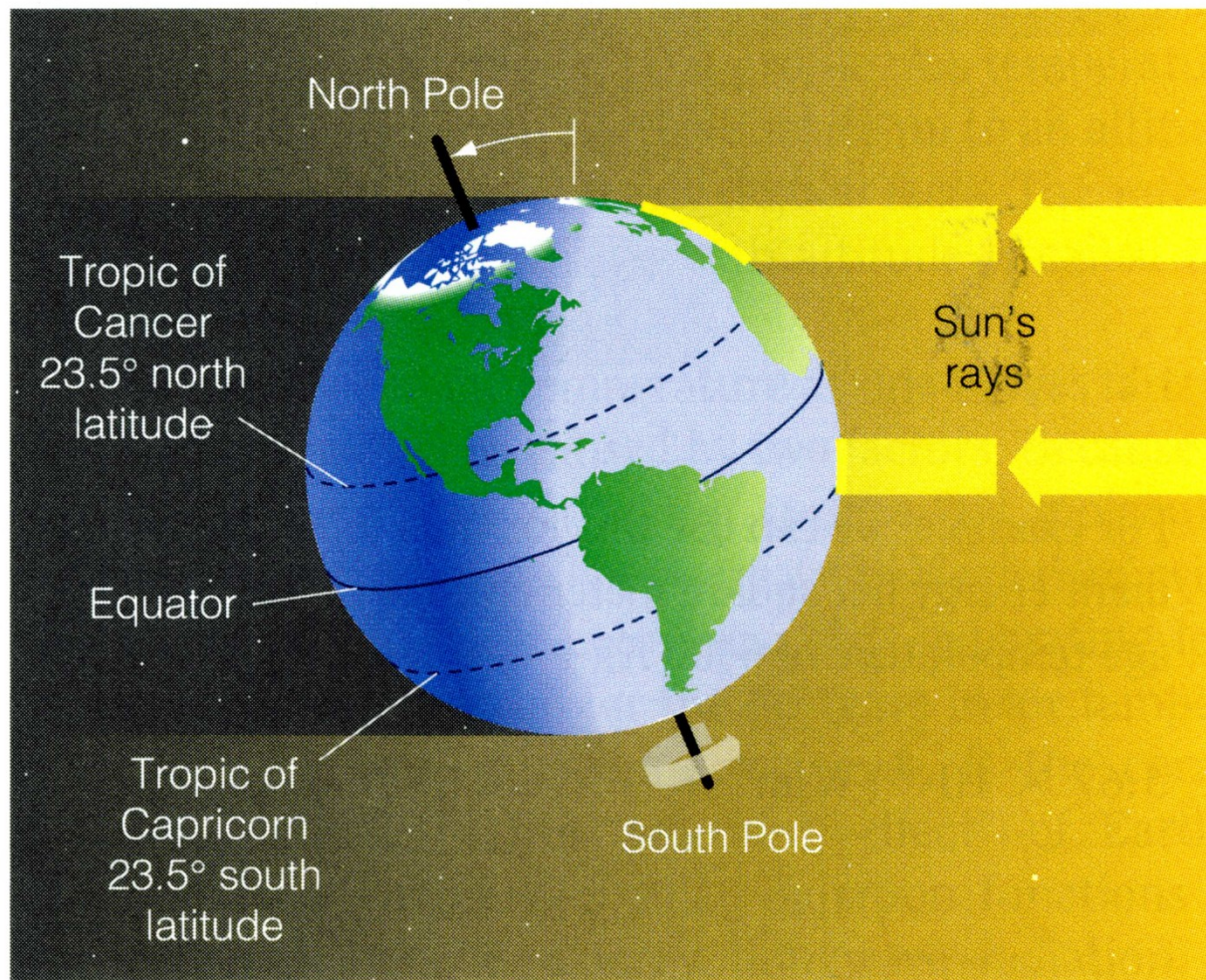
# Rotace Země kolem Slunce

## Tok energie ze Slunce na Zemi



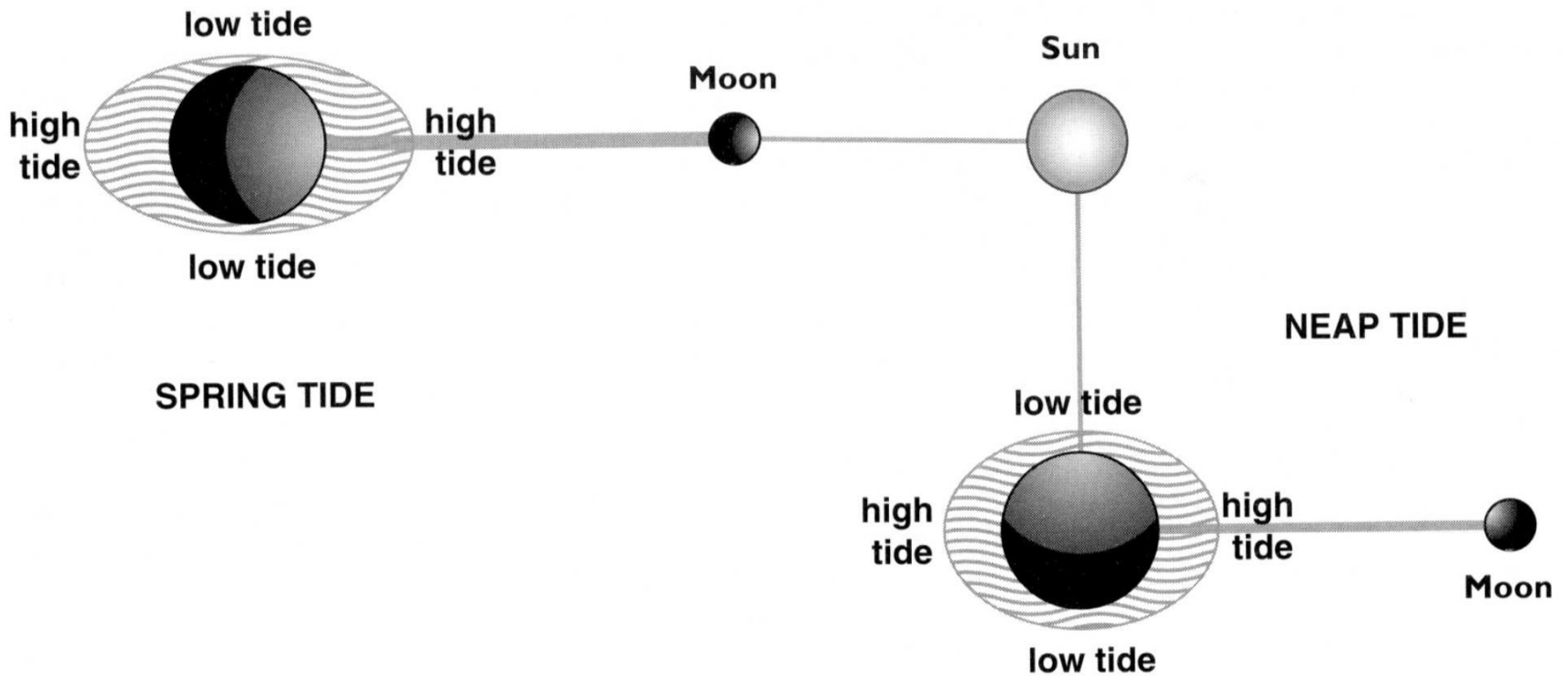


# Solární energie dopadající na Zemi

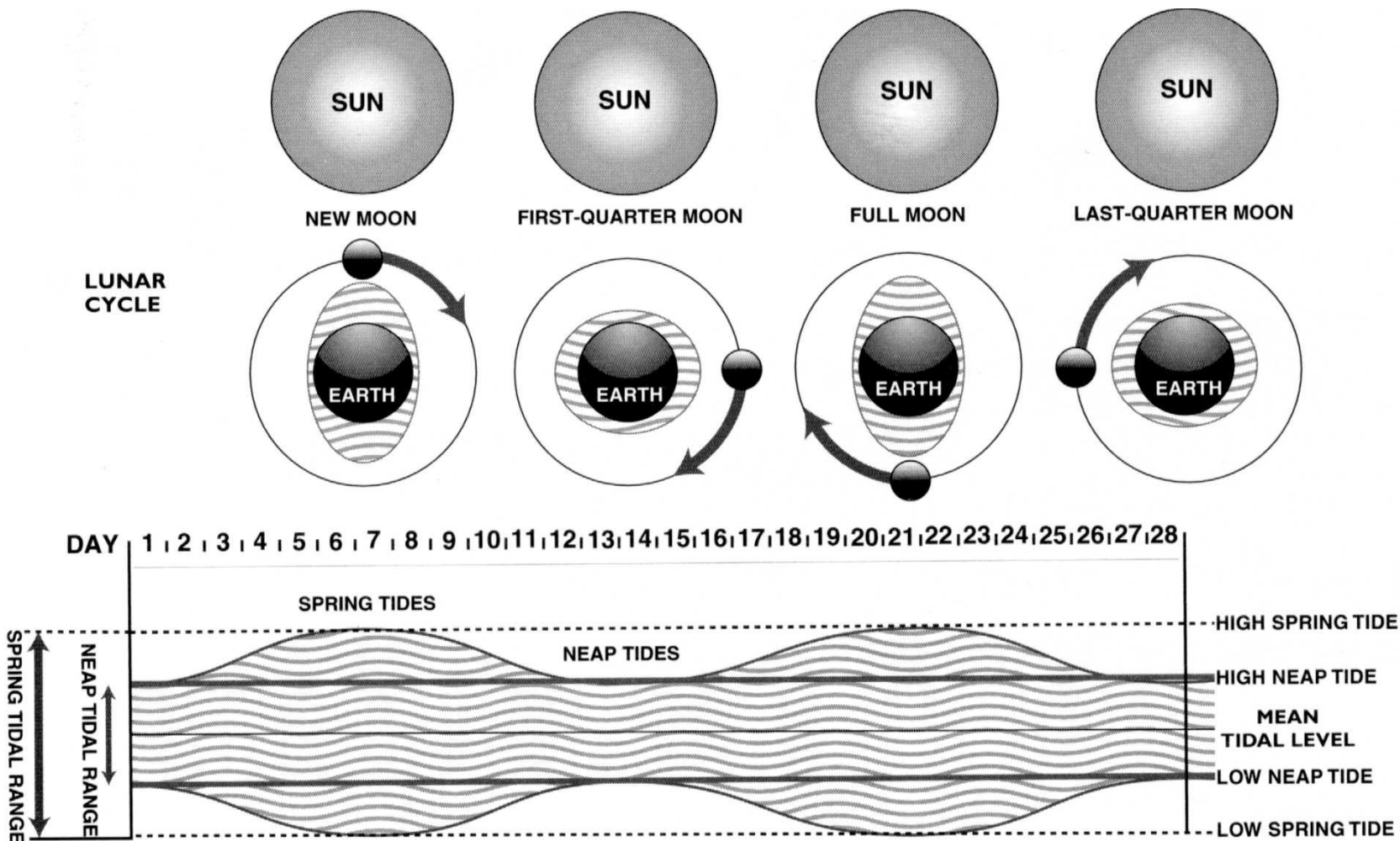




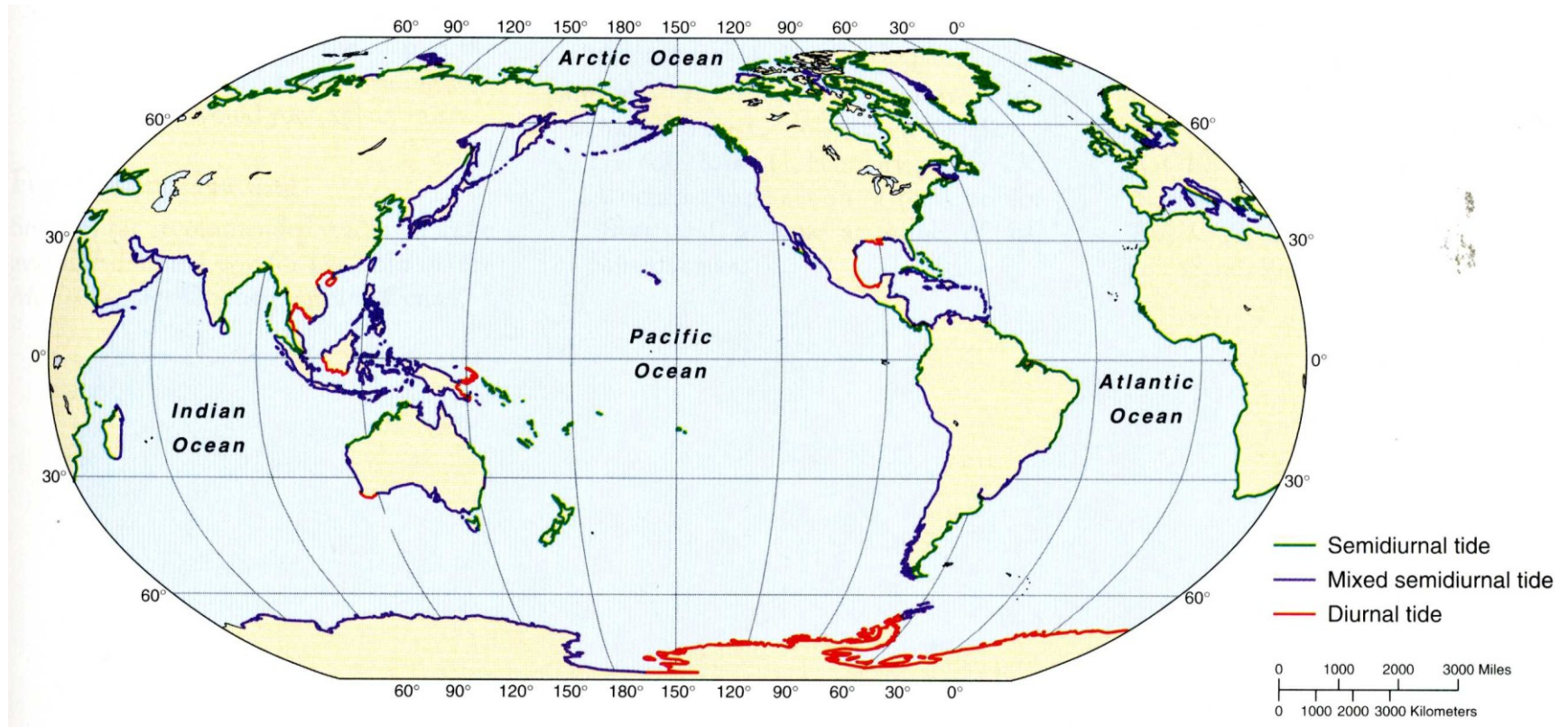
# Pozice Slunce, Měsíce a Země ve vztahu k přílivu je zásadní



# Cyklus Měsíce a průměrný měsíční příliv

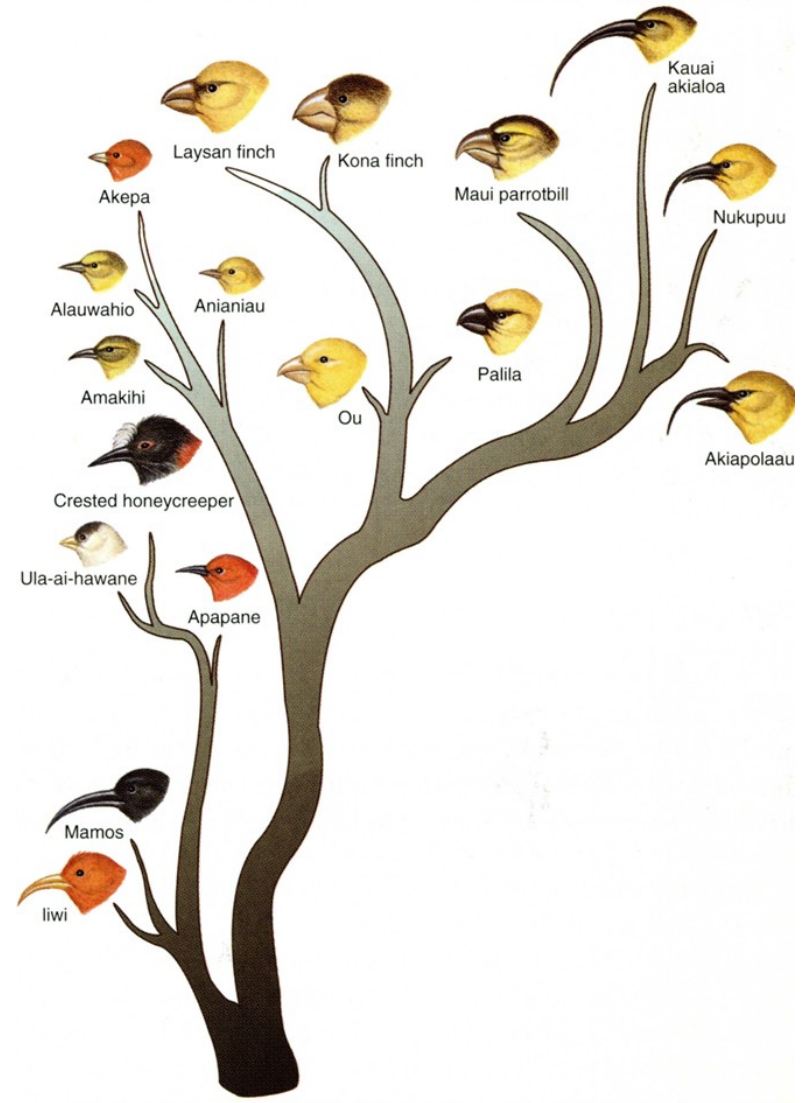
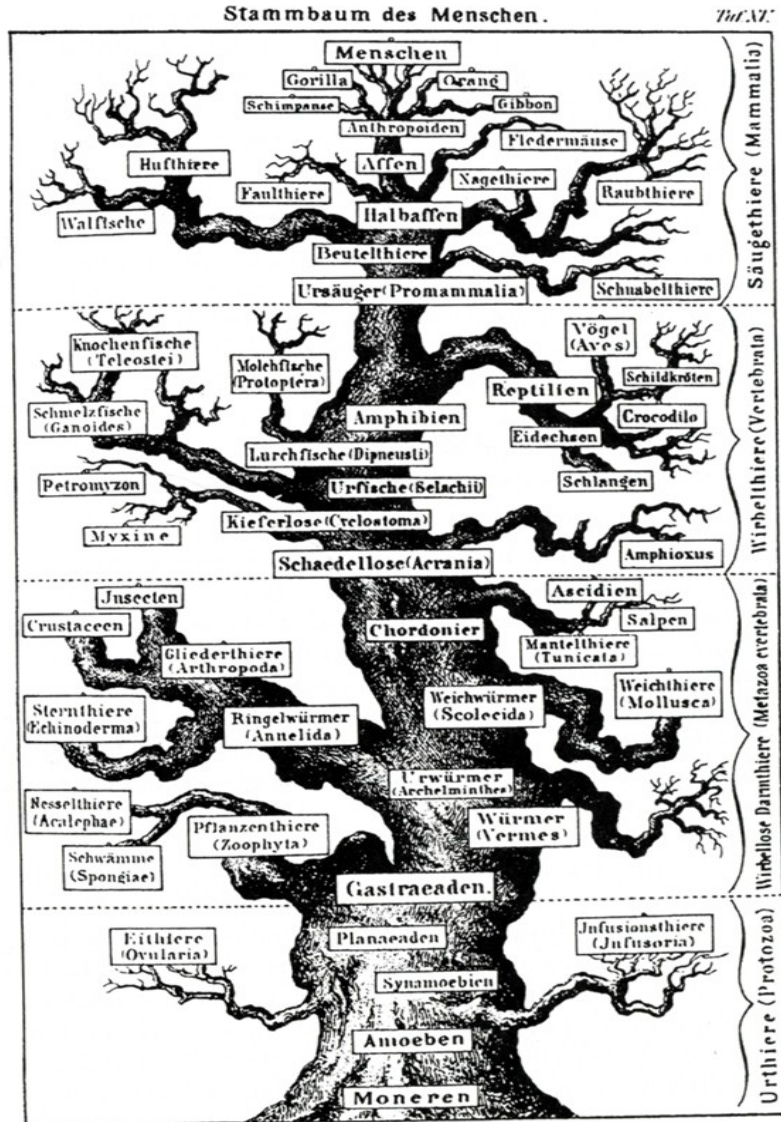


# Distribuce typů přílivů - semidiurnálního, smíšeného semidiurnálního a diurnálního





# Ökologie versus Evolution





# Charles Darwin (1809 – 1882)

Charles Darwin, 1849

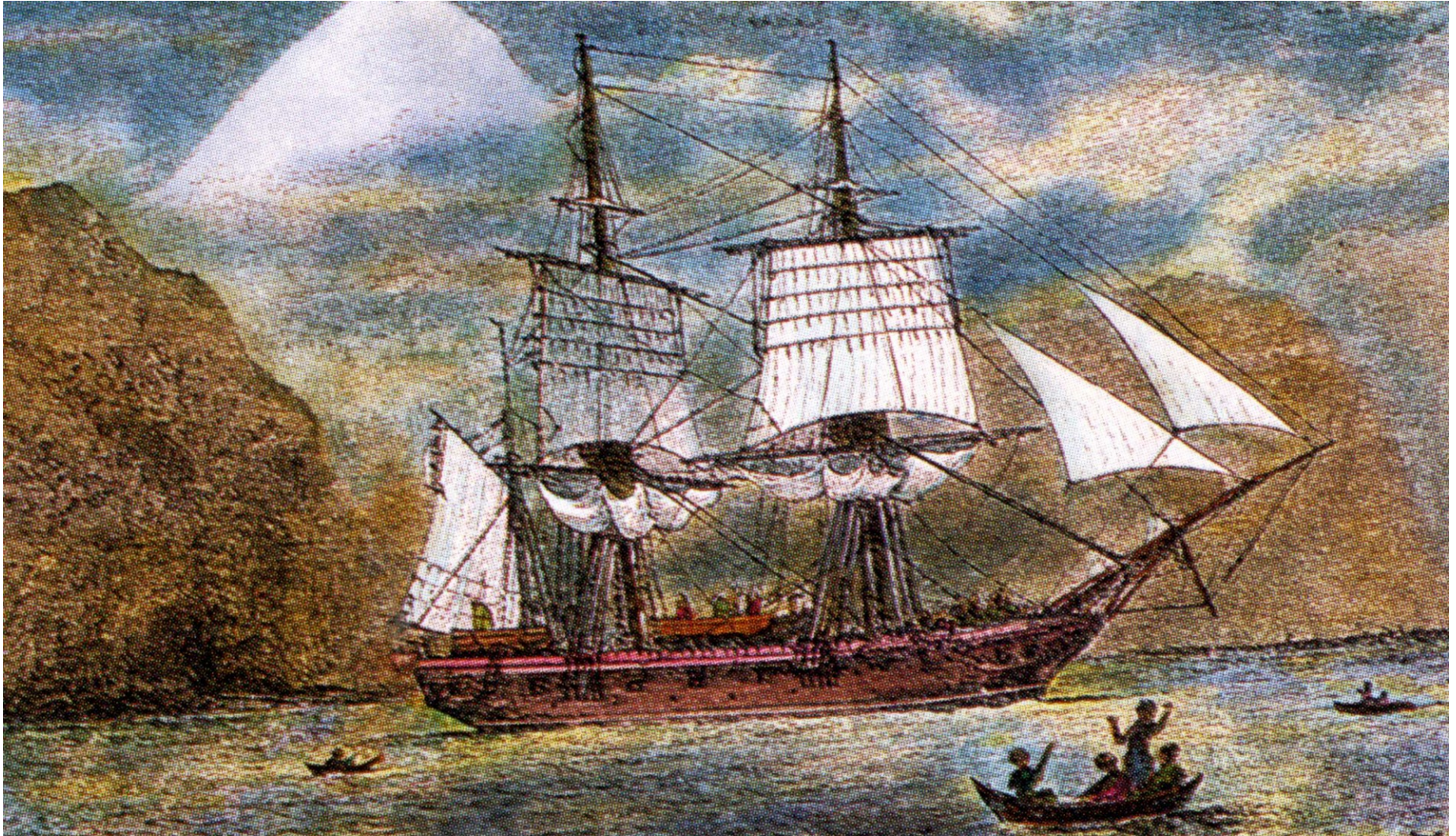


Darwinova pracovna v Down House v Kentu, Anglie



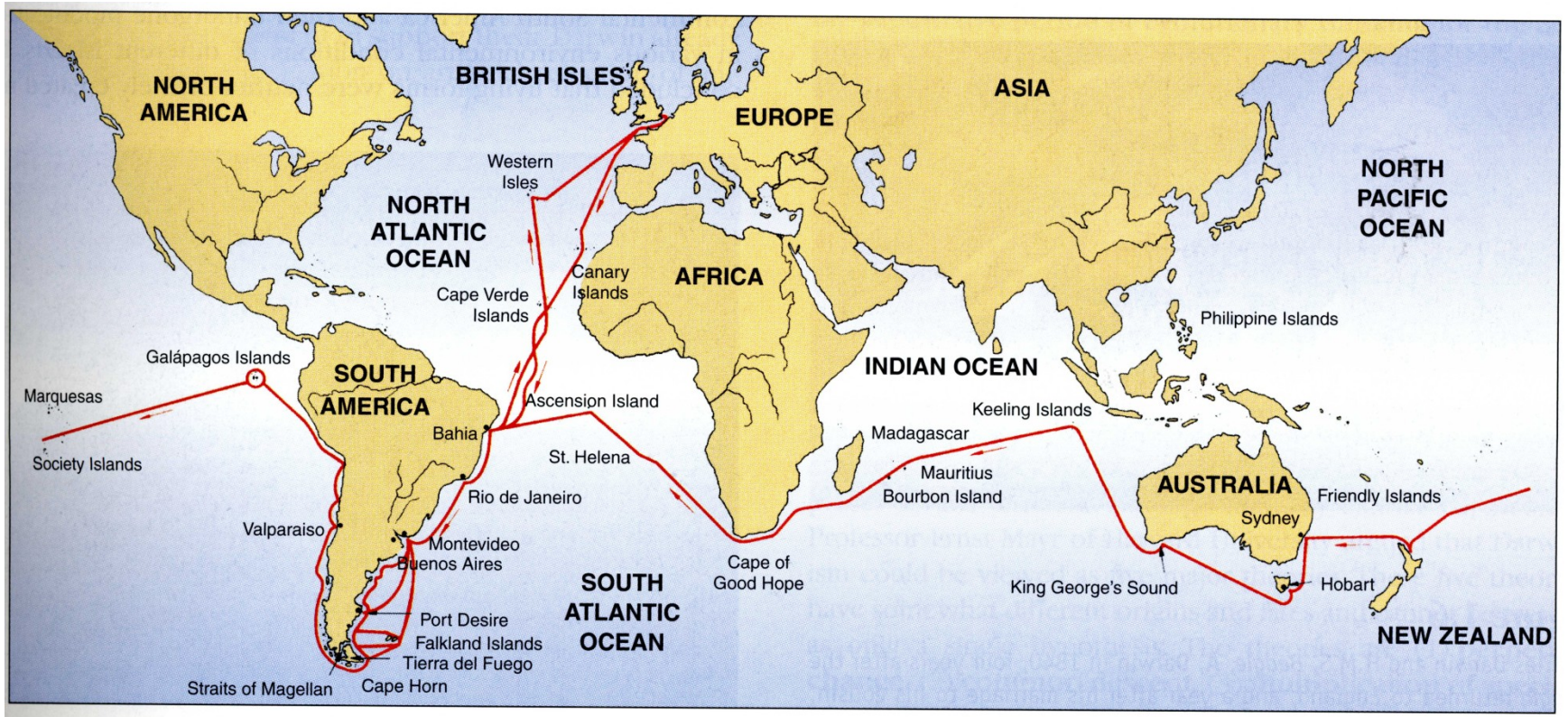


# H.M.S. Beagle





# 5 letá cesta kolem světa lodi H.M.S. Beagle



# Přírodní výběr - Darwinova teorie, 1859

Jedinci, kteří tvoří jednu populaci nejsou stejní (velikost, reakce na teplotu, fyziologie atd. - heterogenita)

Některé z těchto vlastností jsou dědičné, takže favorizované formy se přenášejí do další generace.

Každá populace je schopna vyprodukovat nadmíru potomstva, avšak jedinci se prakticky reprodukují v menší míře než jsou reálně schopni.

Různí jedinci po sobě zanechávají různé množství potomků.

Počet potomků, které jedinec po sobě zanechává může záviset na interakcích mezi jeho vlastnostmi a prostředím.



# Fenotypická plasticita





# Zdatnost - fitness

Nejzdatnější jedinci jsou takoví, kteří v porovnání s jinými zdatnými jedinci zanechávají nejvíc potomstva

Přírodní výběr zvýhodňuje nejzdatnější jedince z právě přítomných a ne z maximálně zdatných tj. nejsou nejdokonalejší

Evoluce optimalizuje fitness organismů

Evoluční změny zahrnují Změny ve frekvenci individuálních genů, které se přenáší z generace na generaci – adaptivní charakteristiky

# Adaptace k prostředí

Dědičný charakter:

**morfologický**

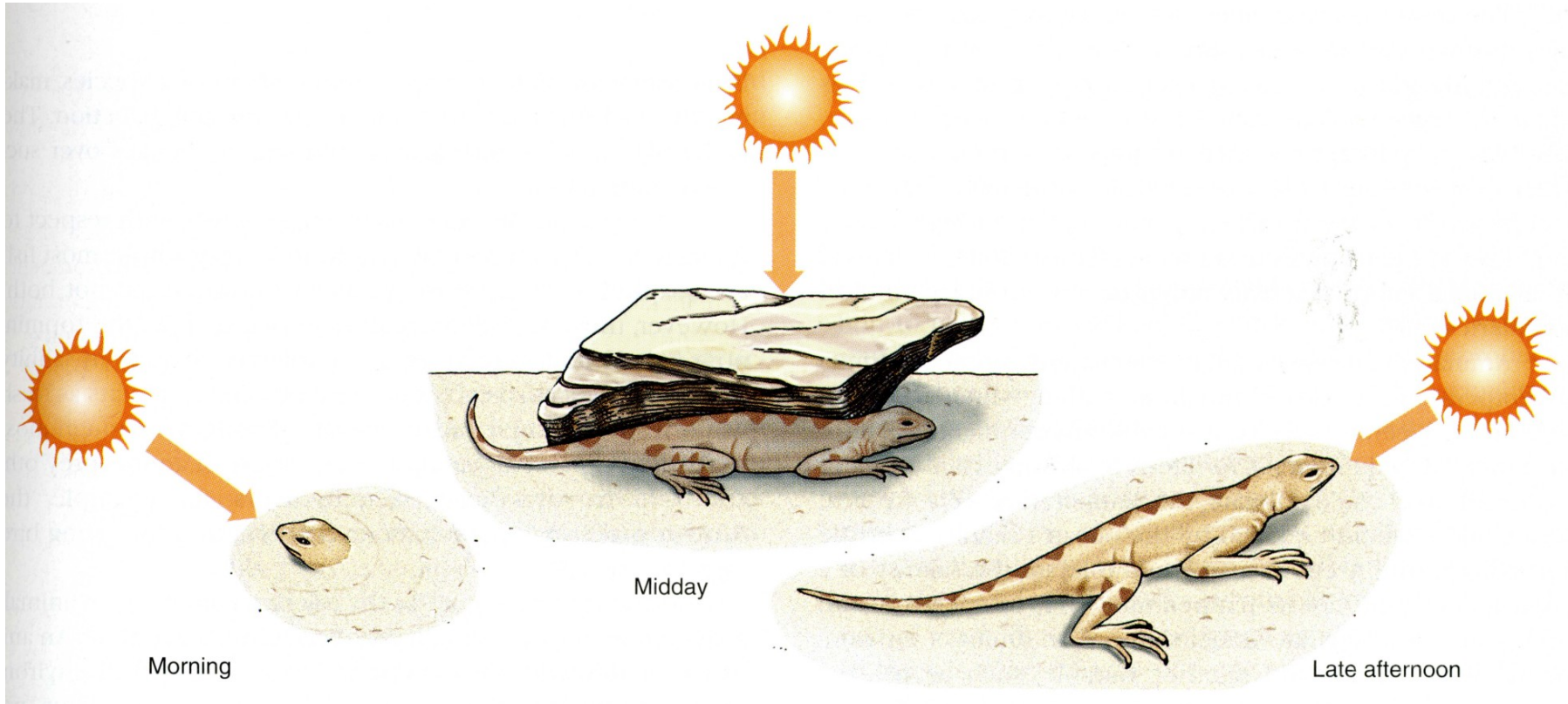
fyziologický

behaviorální

Pomáhá jakýmkoliv způsobem při přežívání a reprodukci !

Je výsledkem přírodního výběru !

# Reakce organismu na změnu faktoru prostředí



# Tolerance vůči faktorům prostředí

## Ekologická valence a ekologická nika

Prostředí organismu – habitat – specifické charakteristiky:

**terestrické**

**vodní** – mořské

sladkovodní

Pro každý druh a pro každý ekologický faktor definujeme rozsah environmentálního faktoru:

**rozsah tolerance**

**rozsah optima**

**ekologická valence druhu**

**Limitující faktor !**

**Změny faktorů** – odpověď organismu na změnu – neevoluční změny:

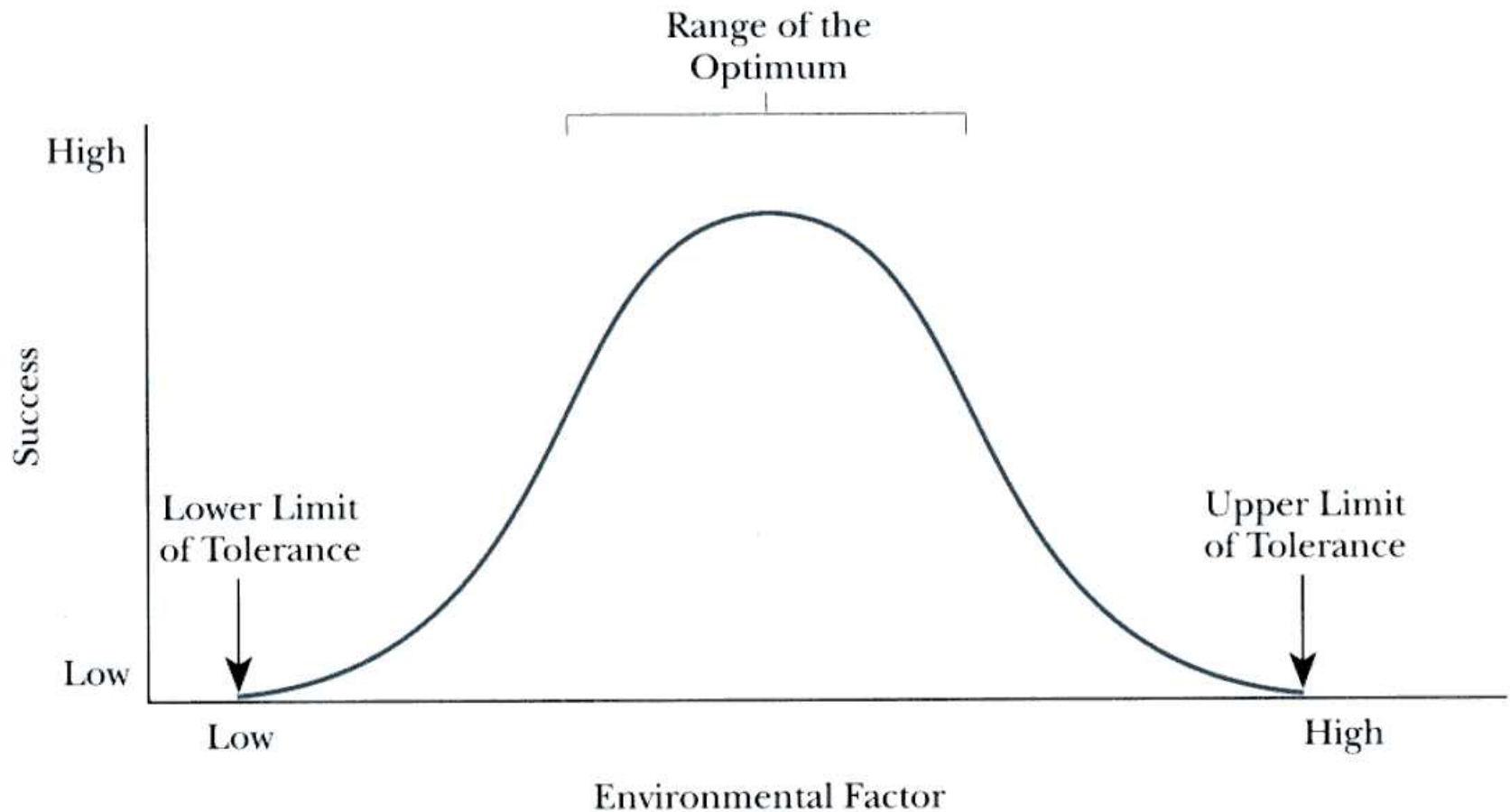
**fyziologické změny** – aklimatizace

**behaviorální změny** – u mobilních druhů

**fenotypická plasticita** – environmentálně indukovaná fenotypická variace

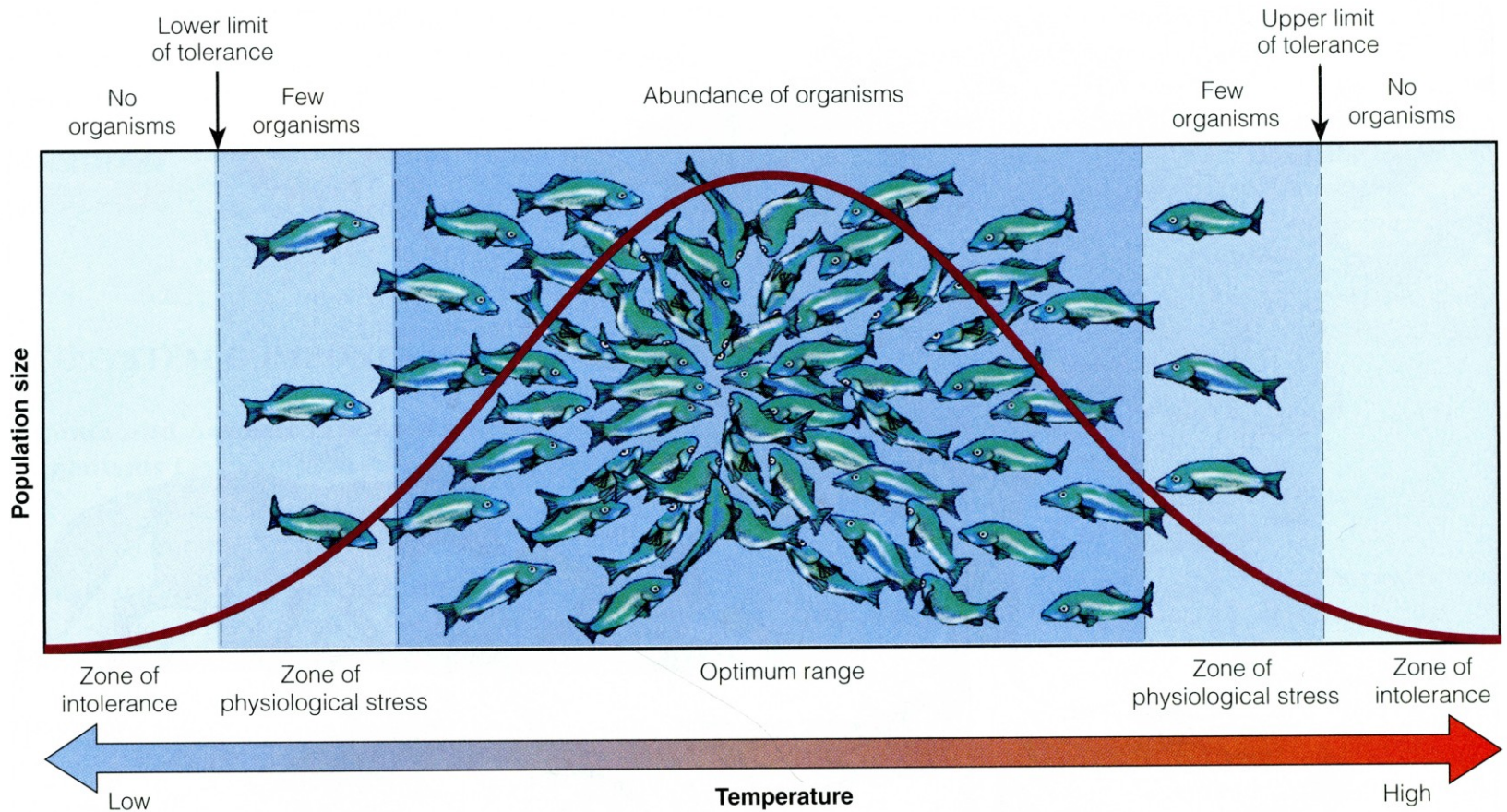


# Rozsah tolerance vůči faktorům prostředí



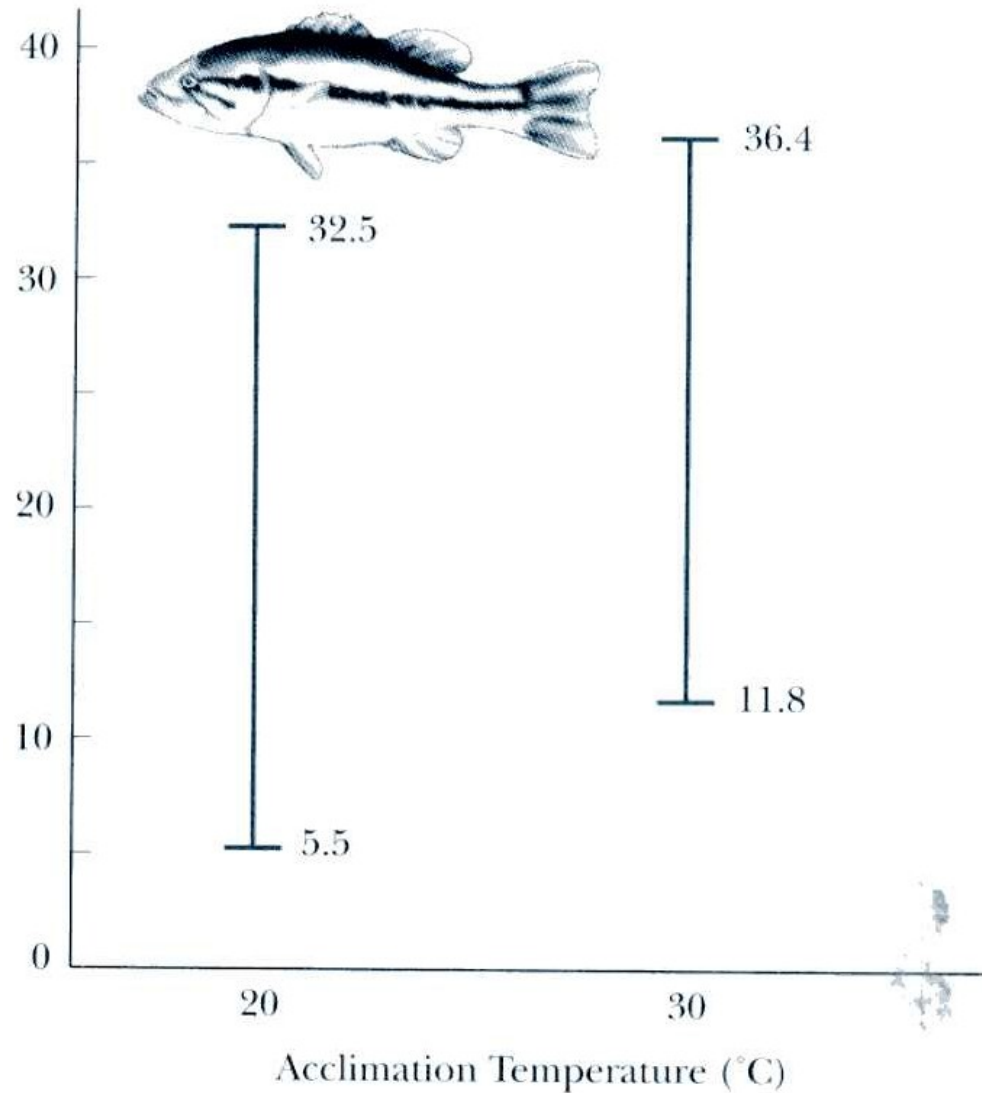
# Tolerance k faktorům prostředí

## Preference optimálních podmínek



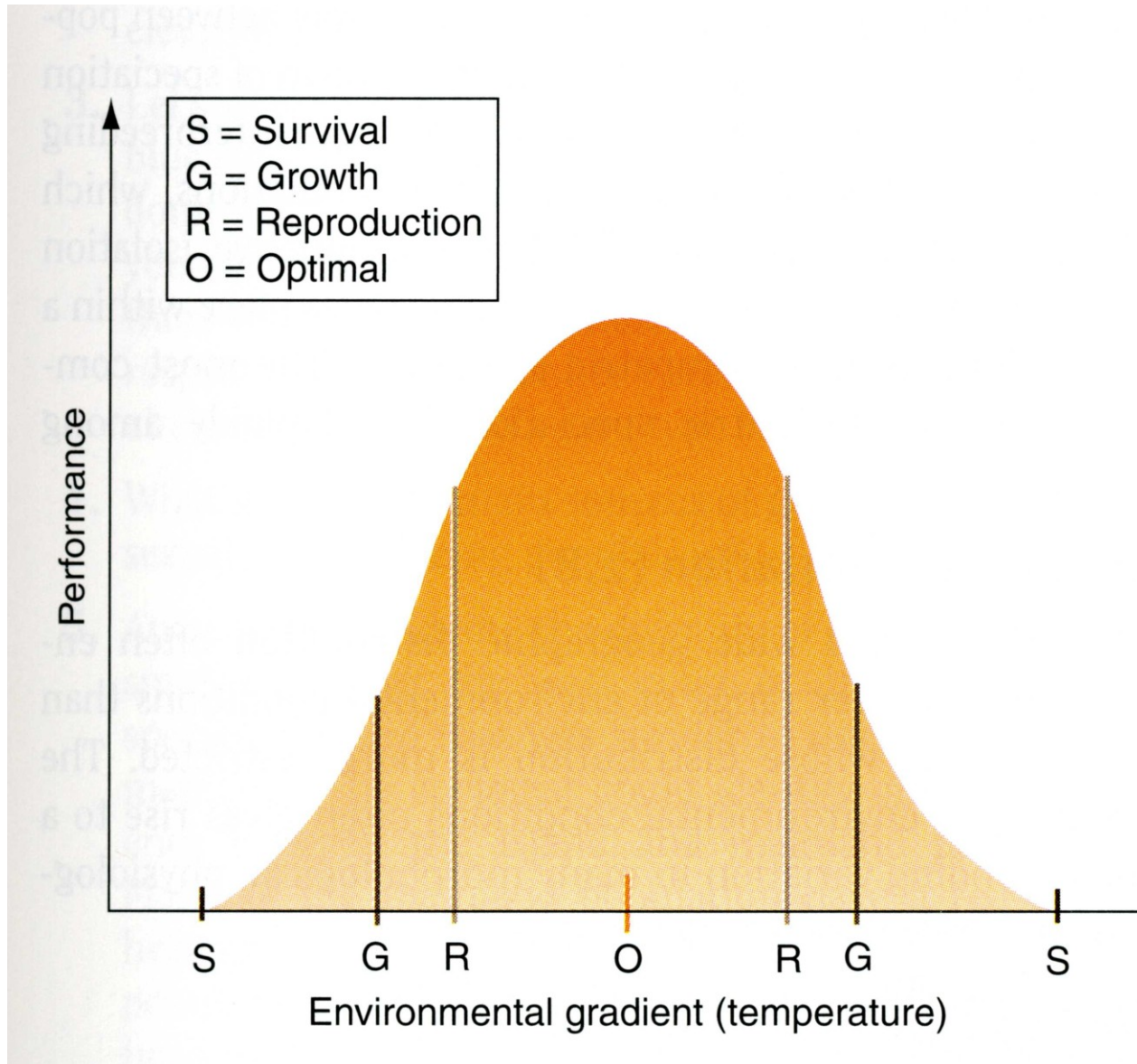
**Figure 3-11 Natural capital:** range of tolerance for a population of organisms, such as fish, to an abiotic environmental factor—in this case, temperature. These restrictions keep particular species from taking over an ecosystem by keeping their population size in check.

# Aklimatizace druhu na nové podmínky



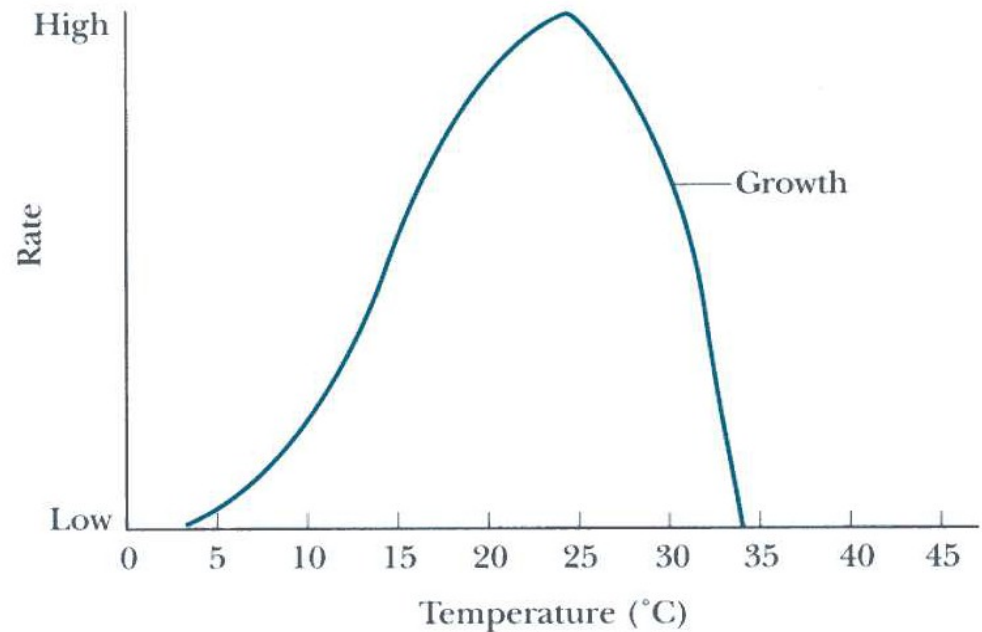
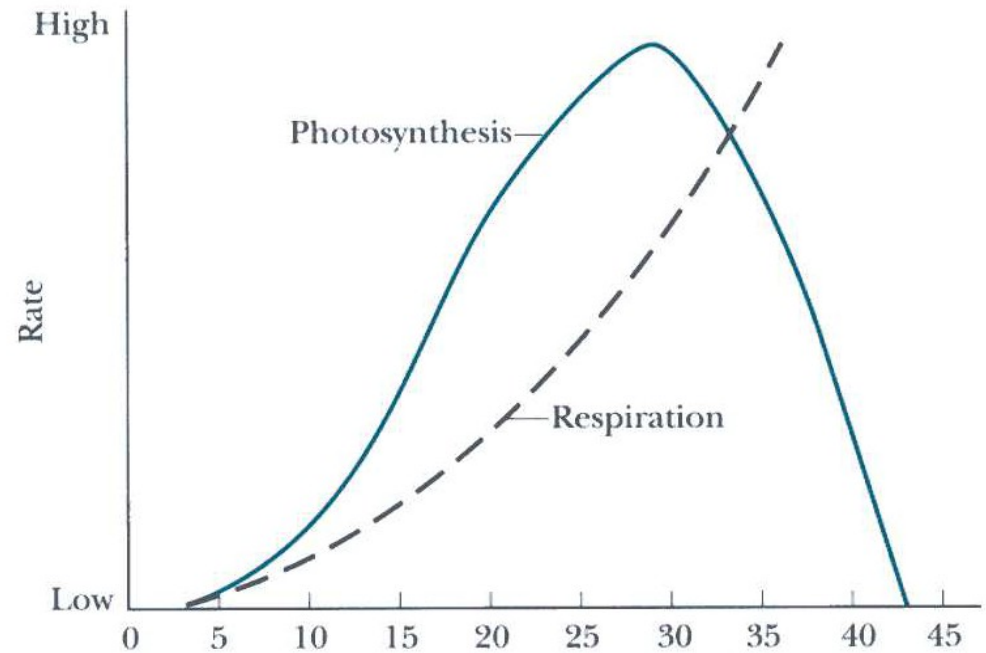


# Ekologická nika a valence organismu/druhu



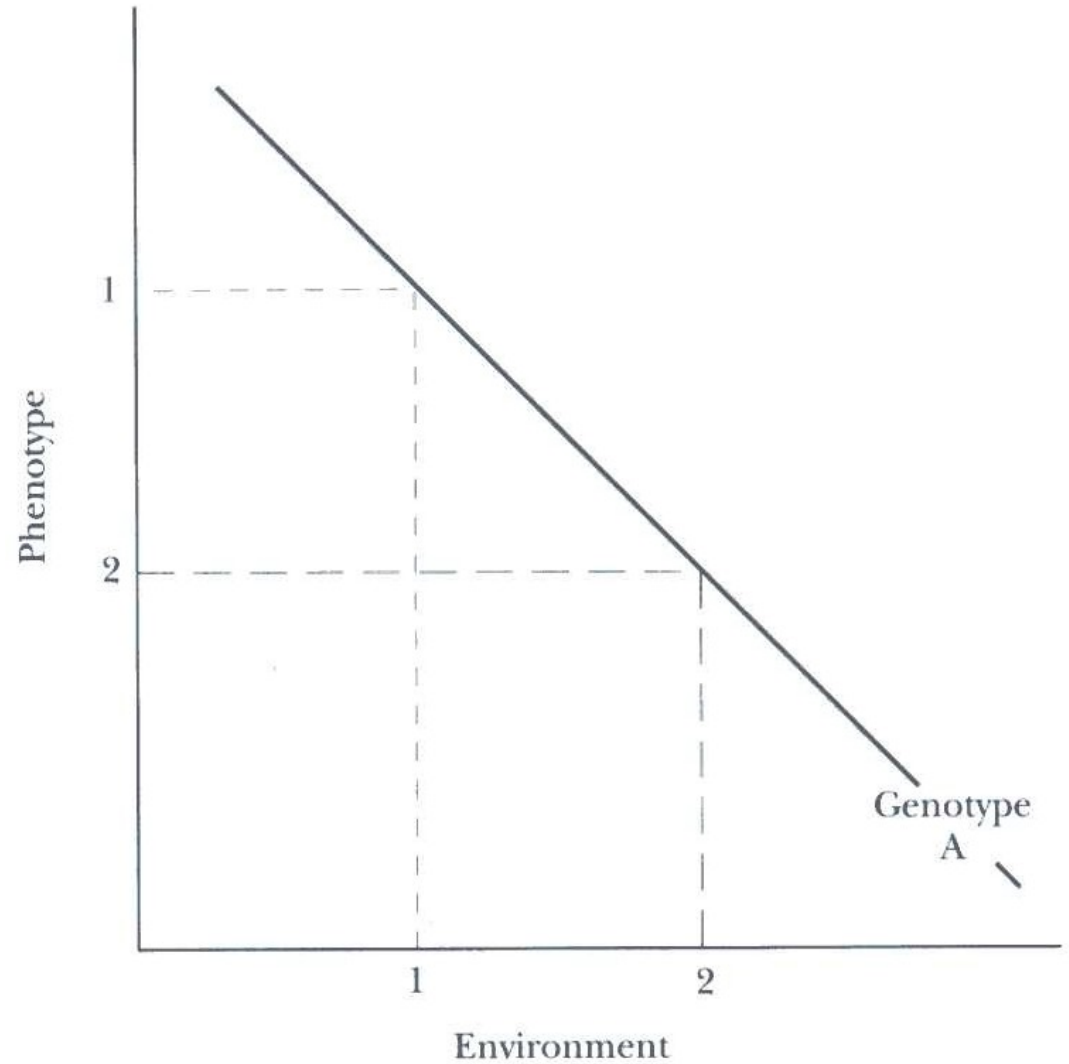
## Optimum se může lišit v různých aspektech života organismu

- 1) Fotosyntéza – optimum při 30°C
- 2) Růst – optimum při 25°C



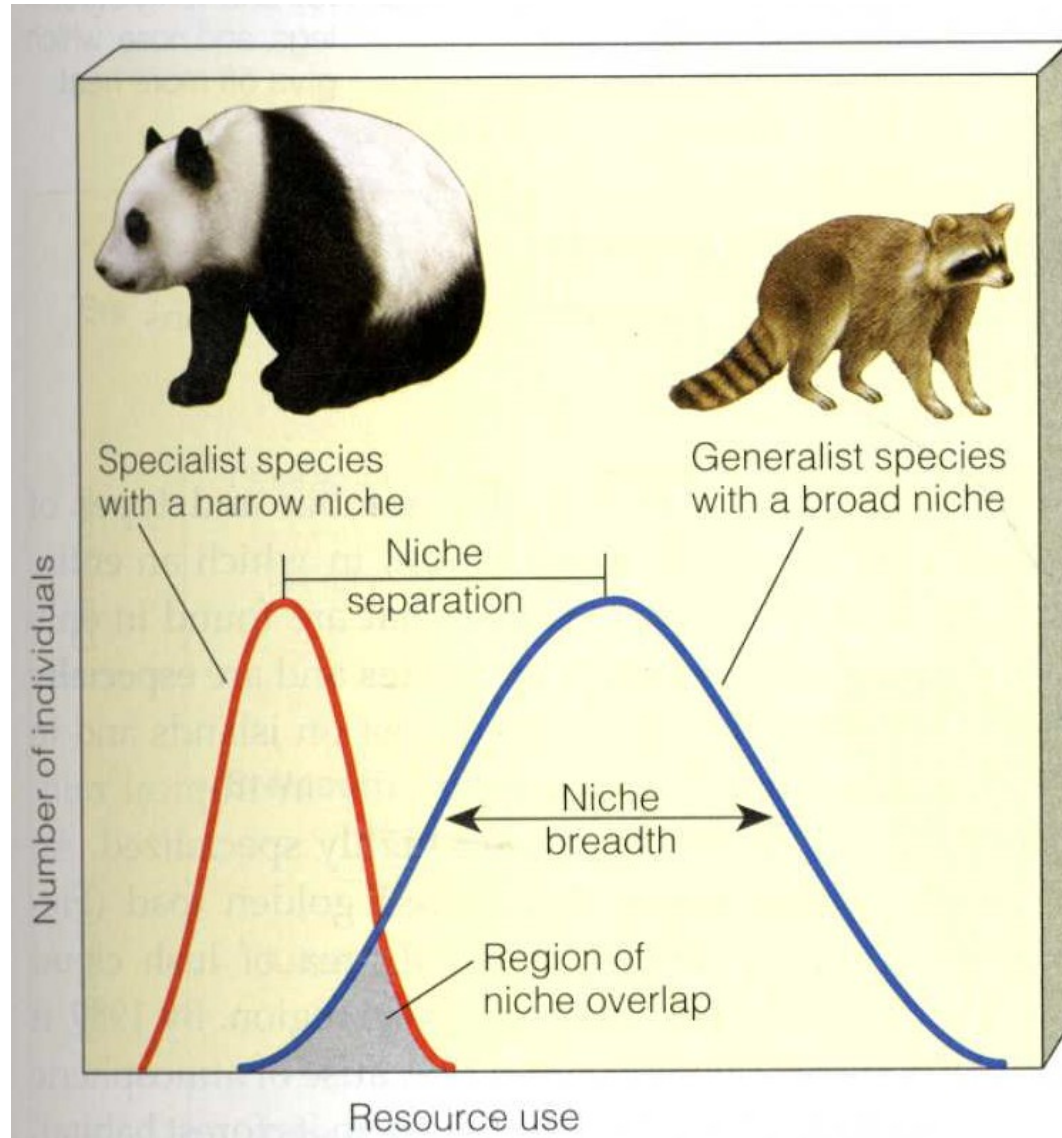
## Reakce druhu na prostředí

- 1) V prostředí (1) druh vyvíjí fenotyp (1)
- 2) V prostředí (2) druh vyvíjí fenotyp (2)

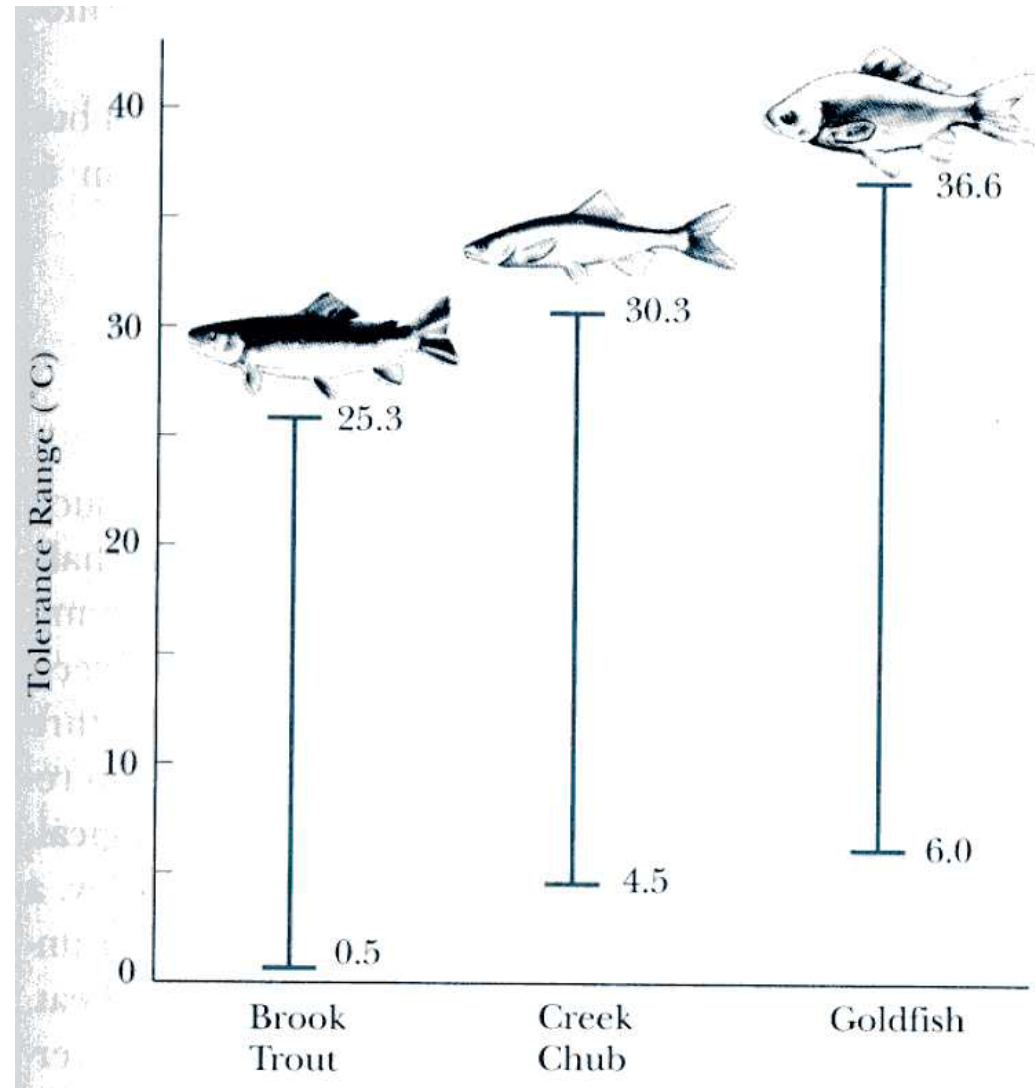




# Překryv nik dvou různých druhů

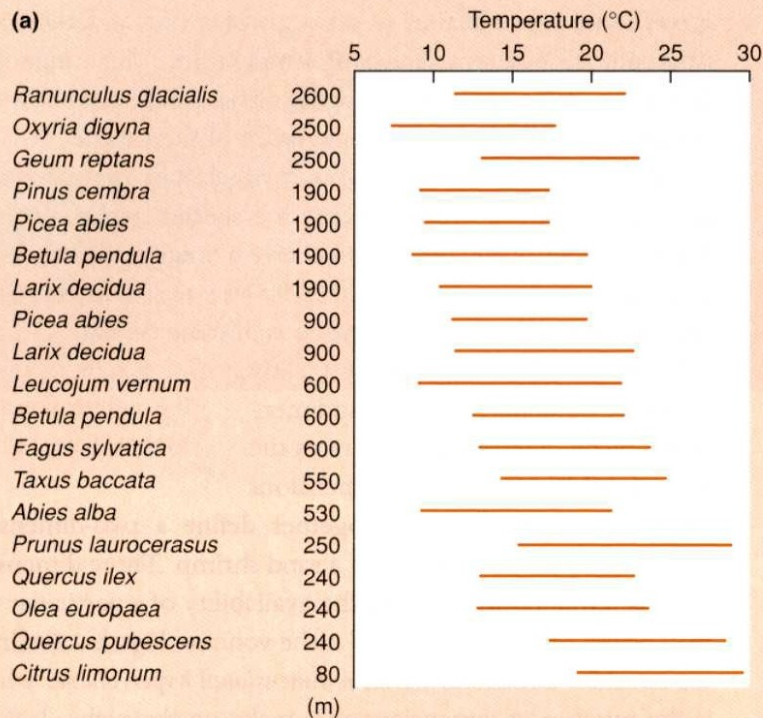


## Rozsah tolerance různých druhů organismů

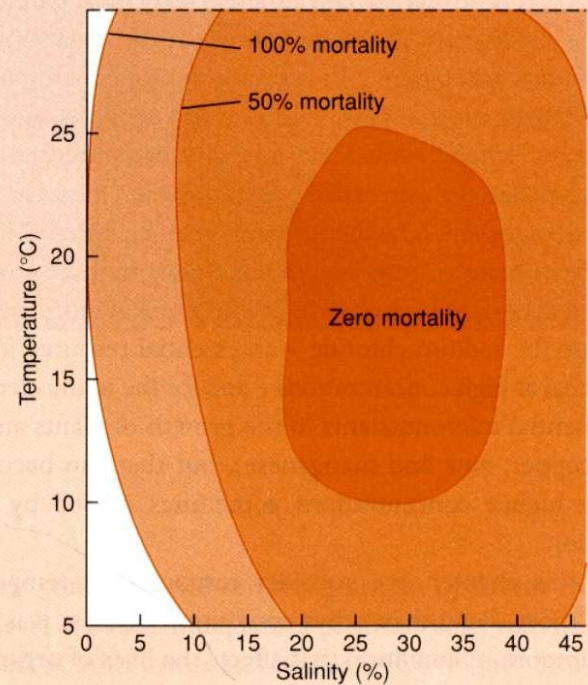


# Vícerozměrné pojetí ekologické niky

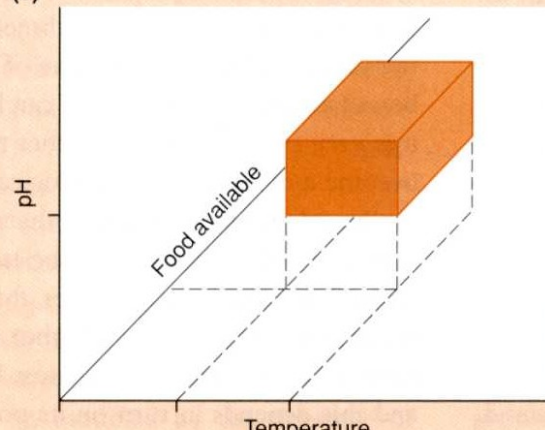
(a)



(b)

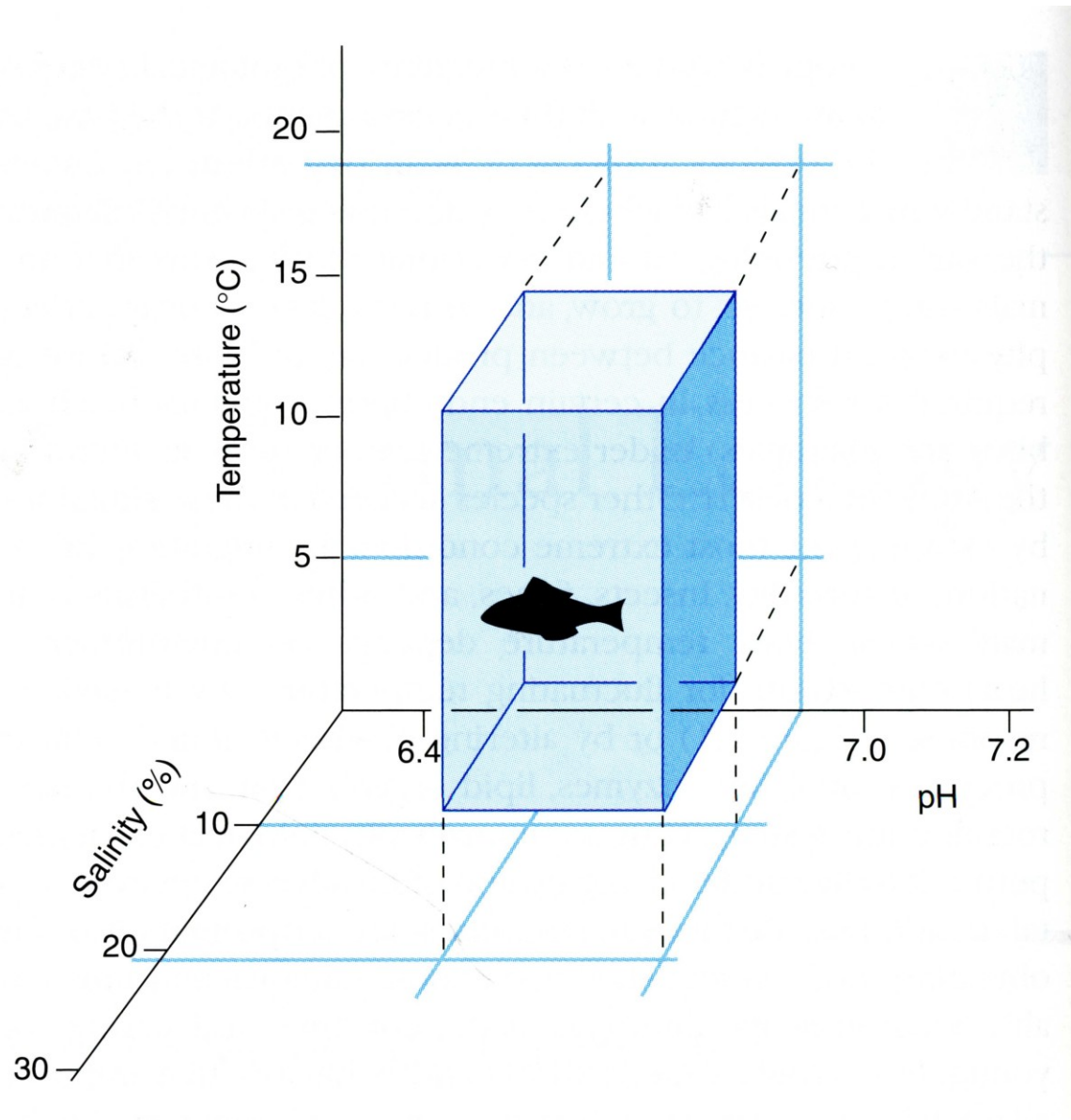


(c)

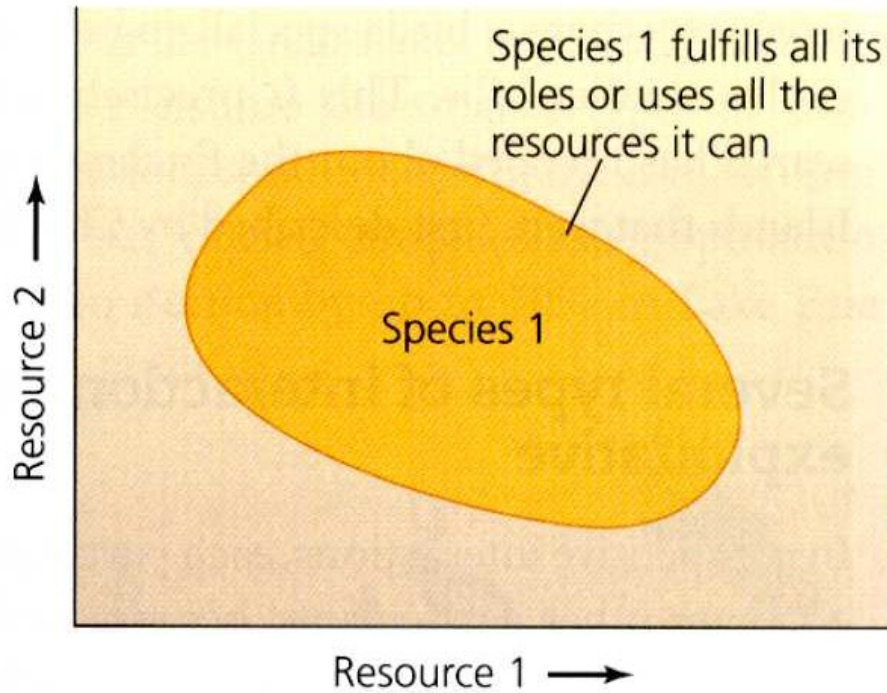




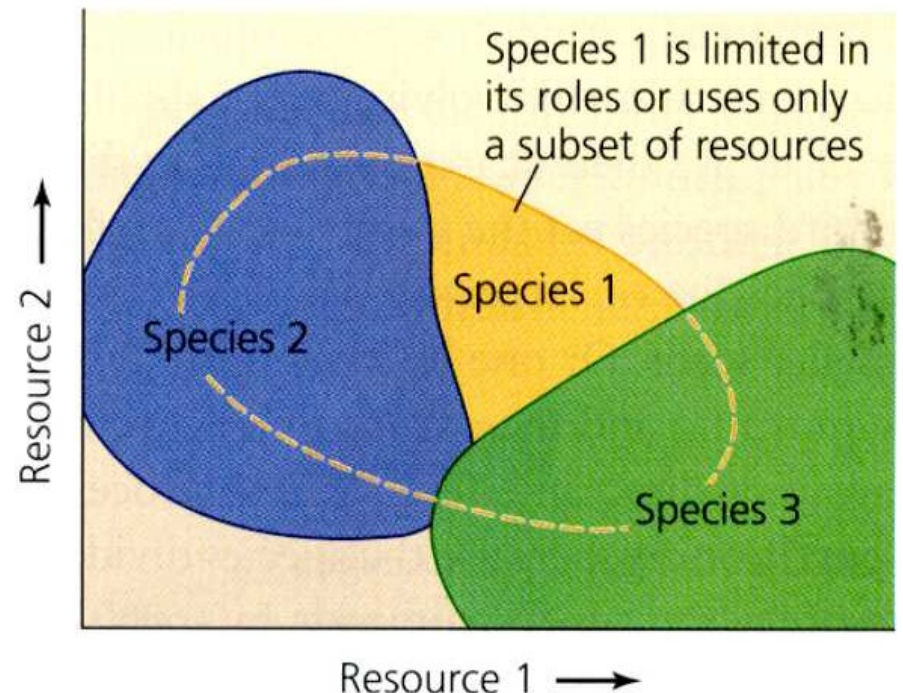
# Multidimensionální ekologická nika



# Fundamentální versus realizovaná nika



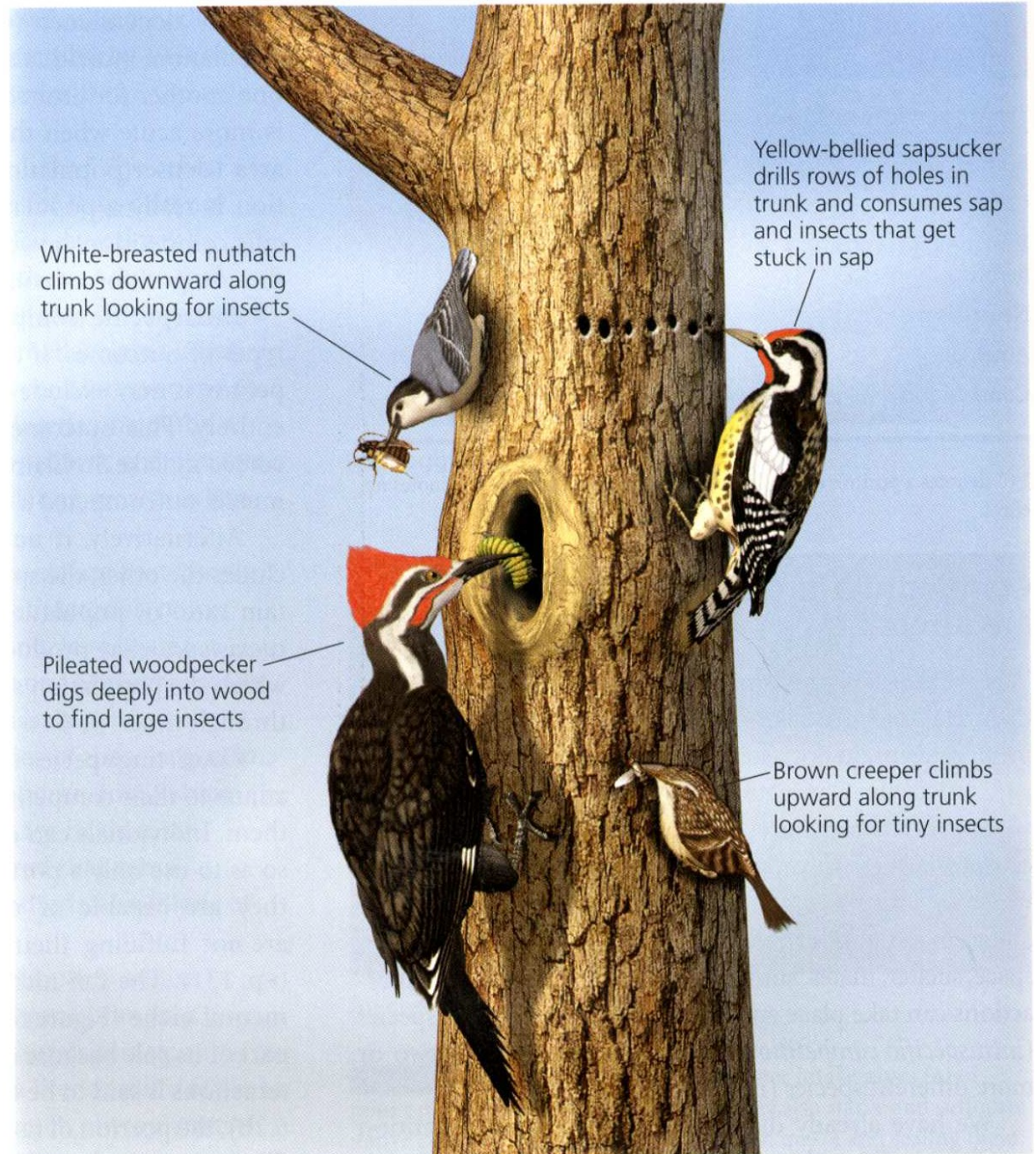
**(a) Fundamental niche**



**(b) Realized niche**

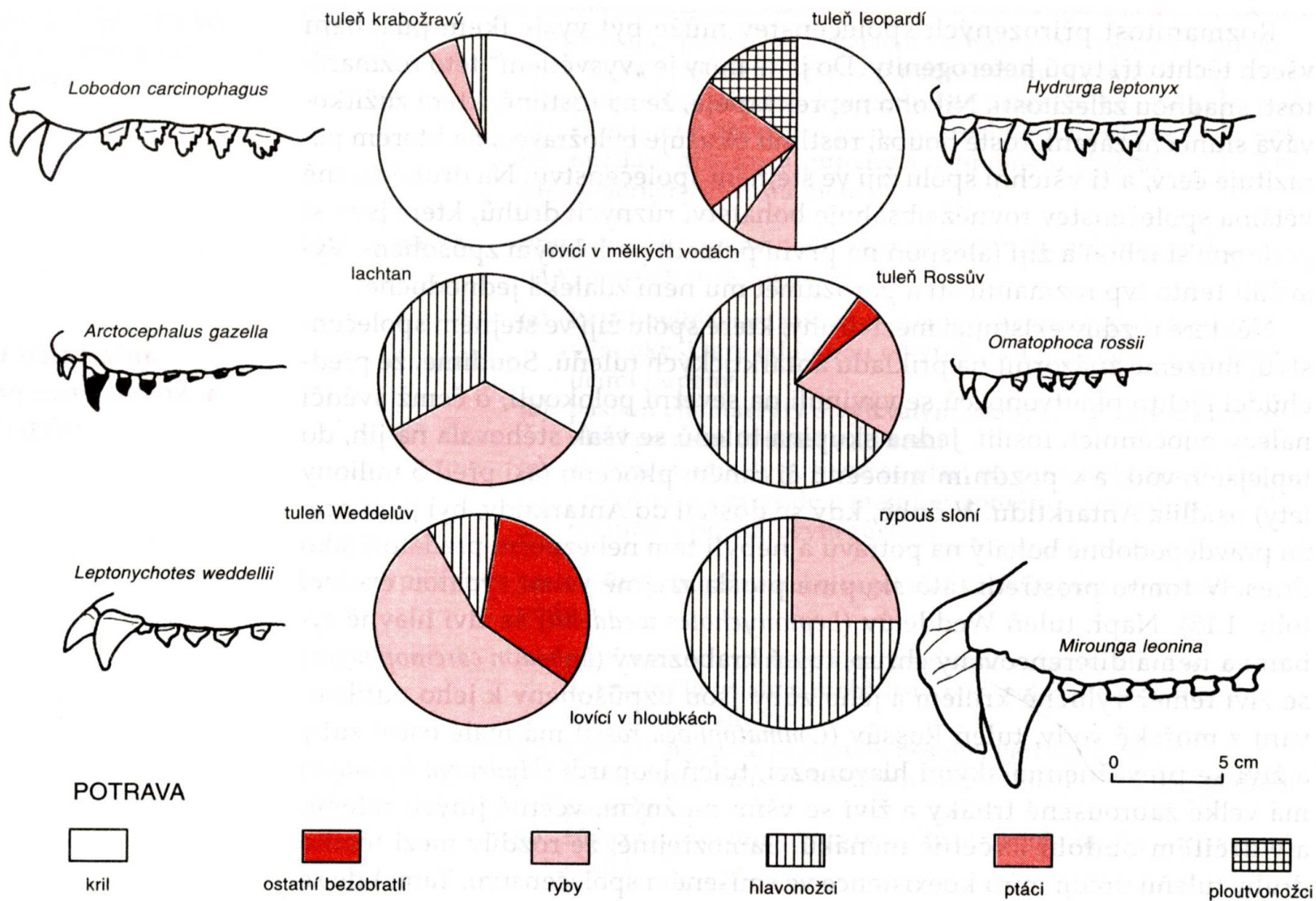


## Kompetice mezi druhy vede ke zmenšení nik



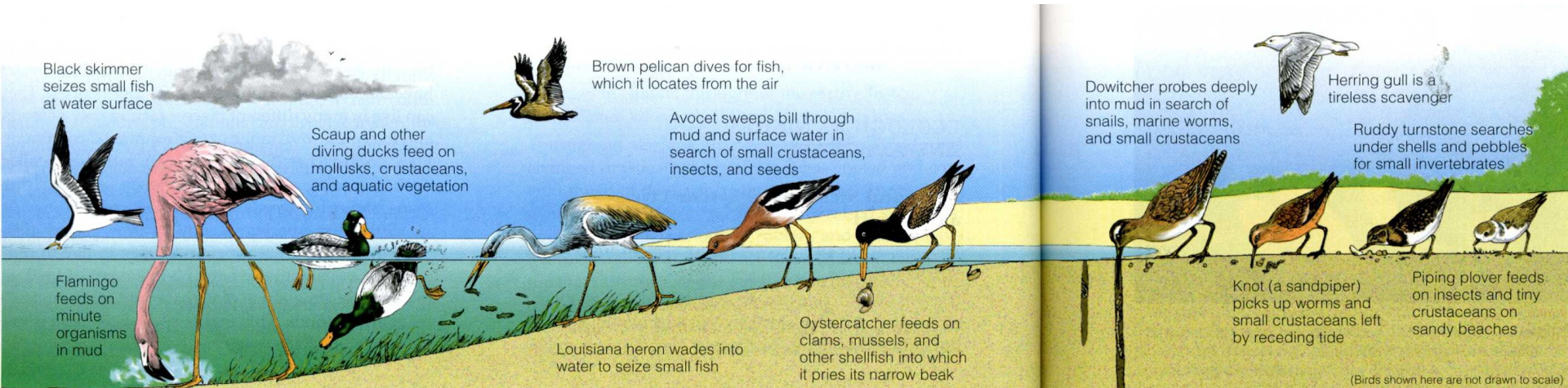


# Koexistence podobných druhů antarktických tuleňů



# Adaptace *versus* specializace

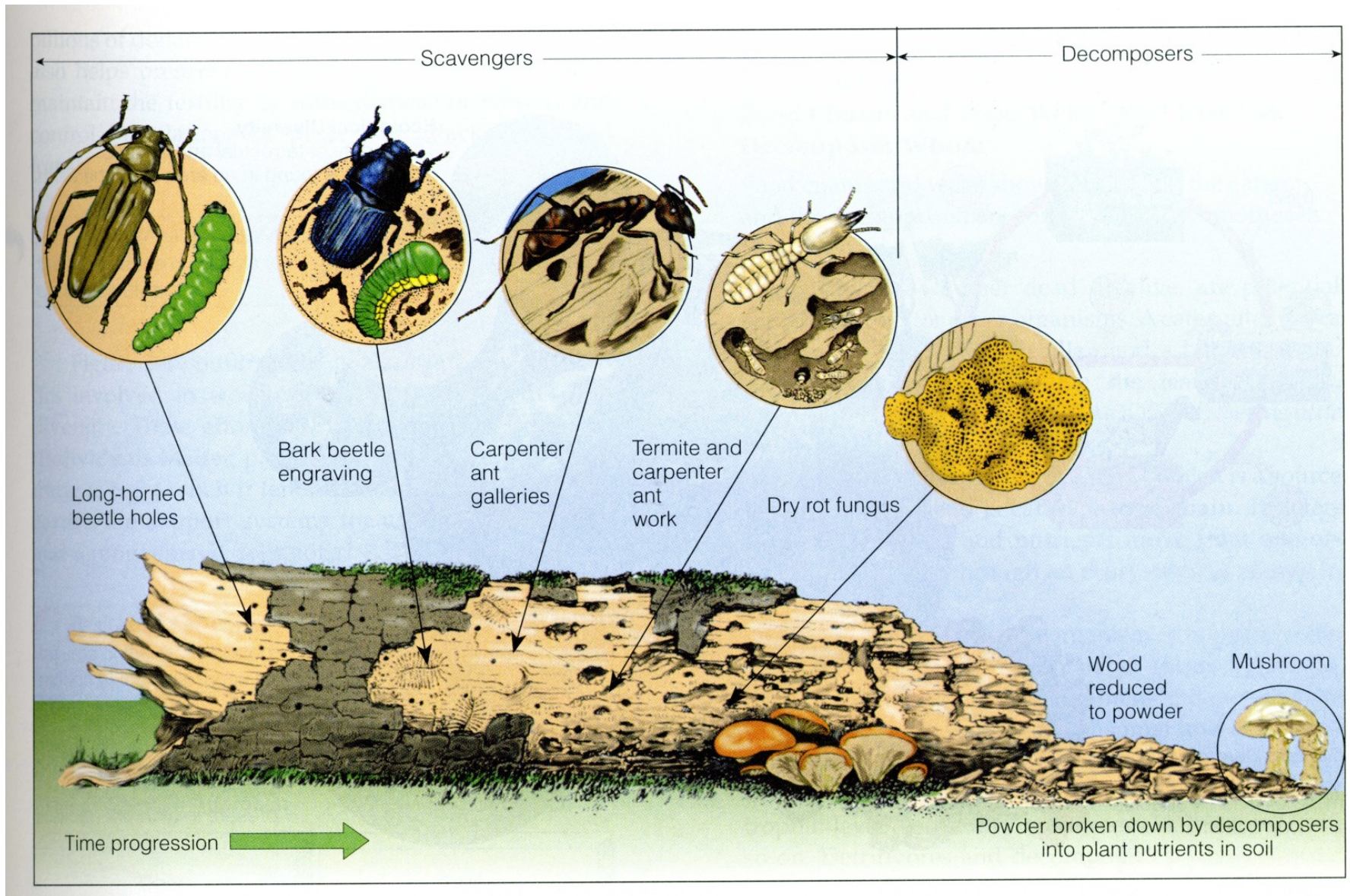
## Specializované potravní niky ptáků



Gradient prostředí

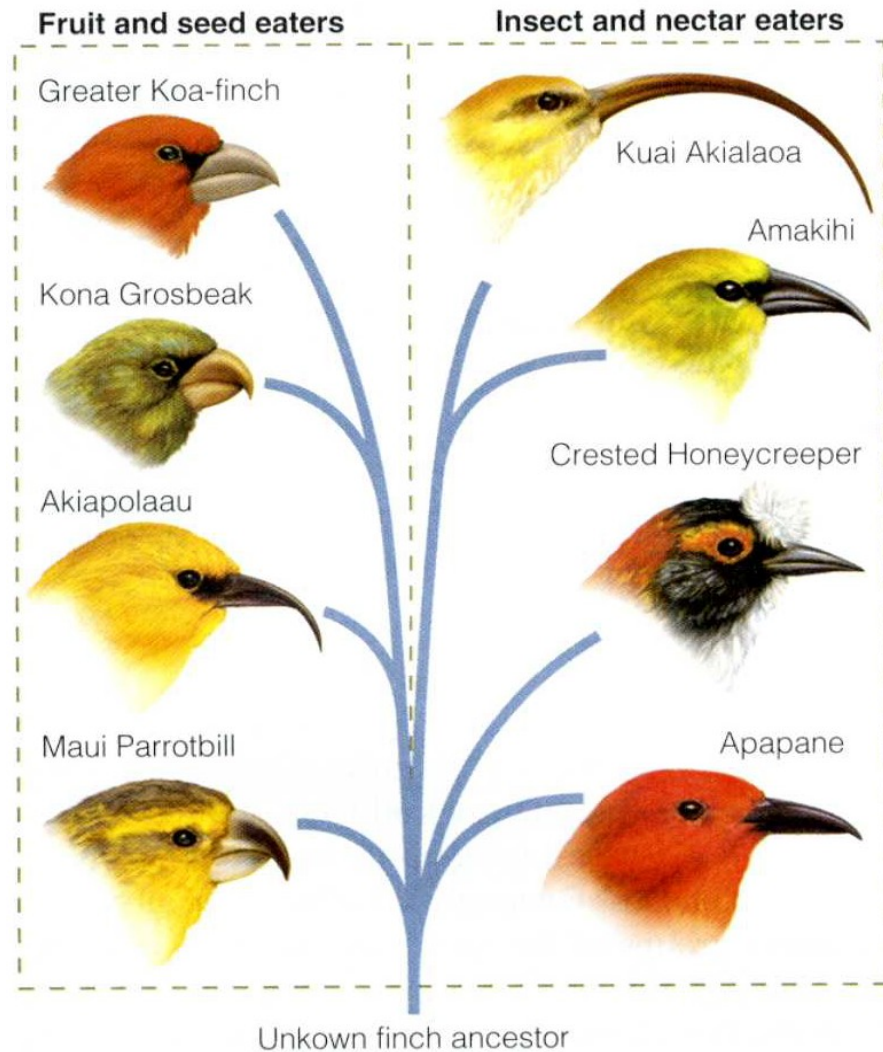


# Specializace organismů a gradient prostředí



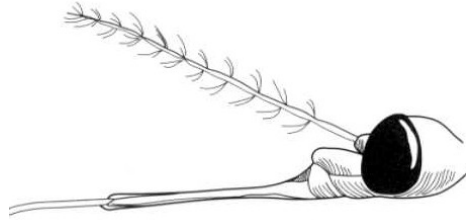


# Evoluční divergence ptáků specializovaných na různé ekologické niky



# Morfologické adaptace - přizpůsobení ústního ústrojí živočichů

a) Bodavě savé u komára



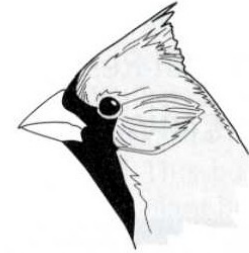
(a)

b) Kousací u sarančete



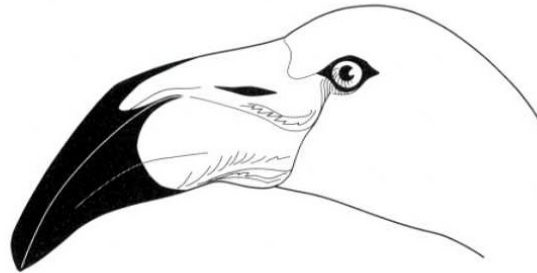
(b)

c) Zobák semenožravého ptáka



(c)

d) Zobák pro filtraci vody



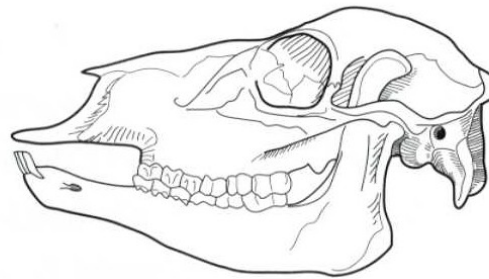
(d)

e) Zobák dravce



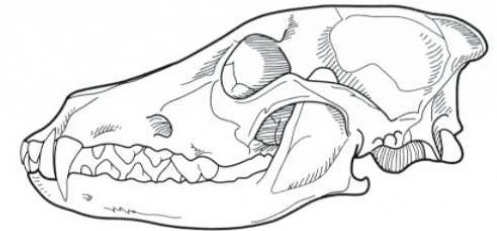
(e)

f) Chrup přežvýkavce



(f)

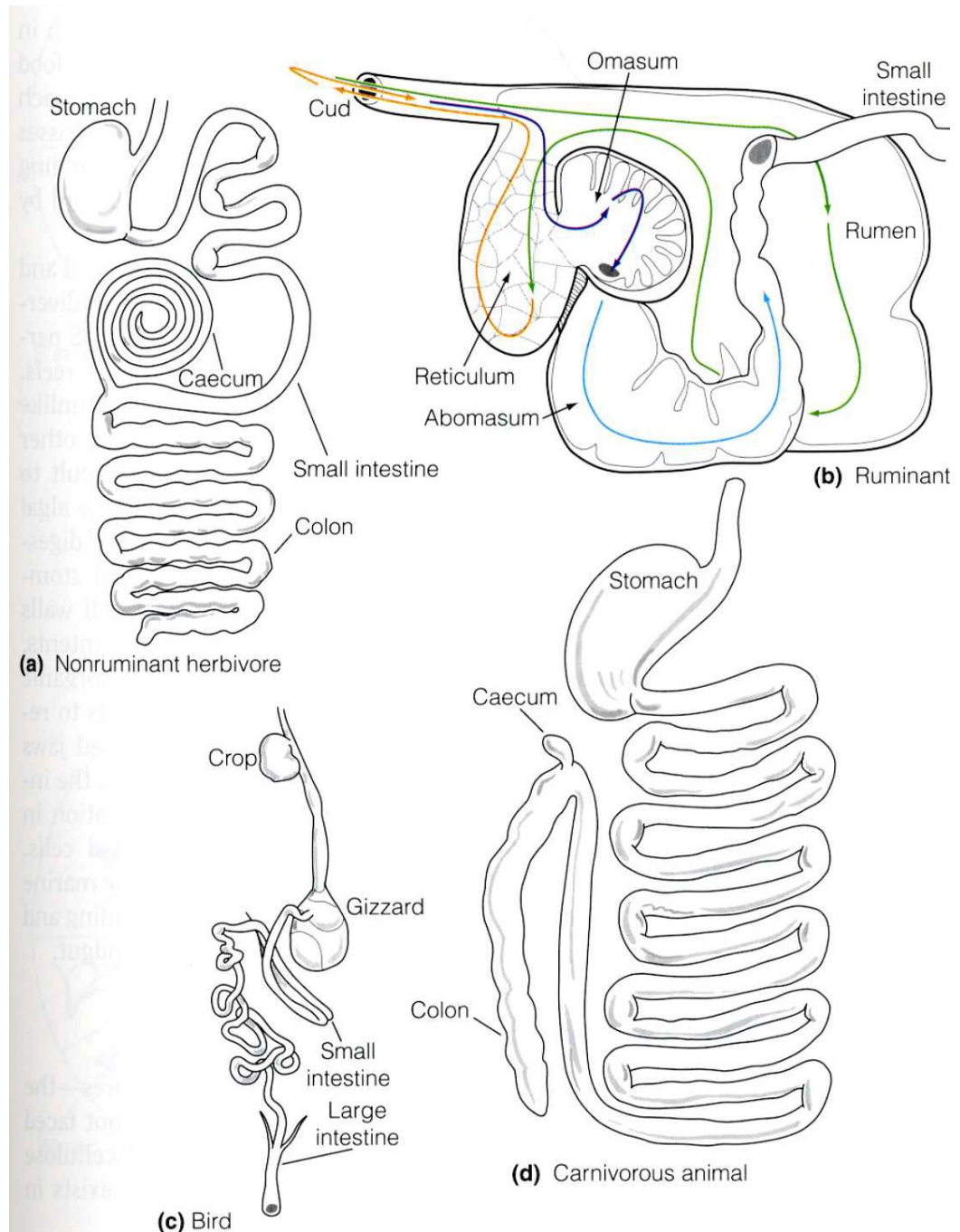
g) Chrup šelmy



(g)

## Adaptace na úrovni zažívacího traktu obratlovců

- a) Nepřežvýkavý herbivor – dlouhé tenké střevo a dobře vyvinuté slepé střevo
- b) Přežvýkavec – žaludek se skládá ze čtyř částí (bachor, čepec, kniha, slez)
- c) Zažívací trakt ptáka – má vole
- d) Masožravý savec – jícen, žaludek, tenké střevo, malé slepé střevo, tlusté střevo



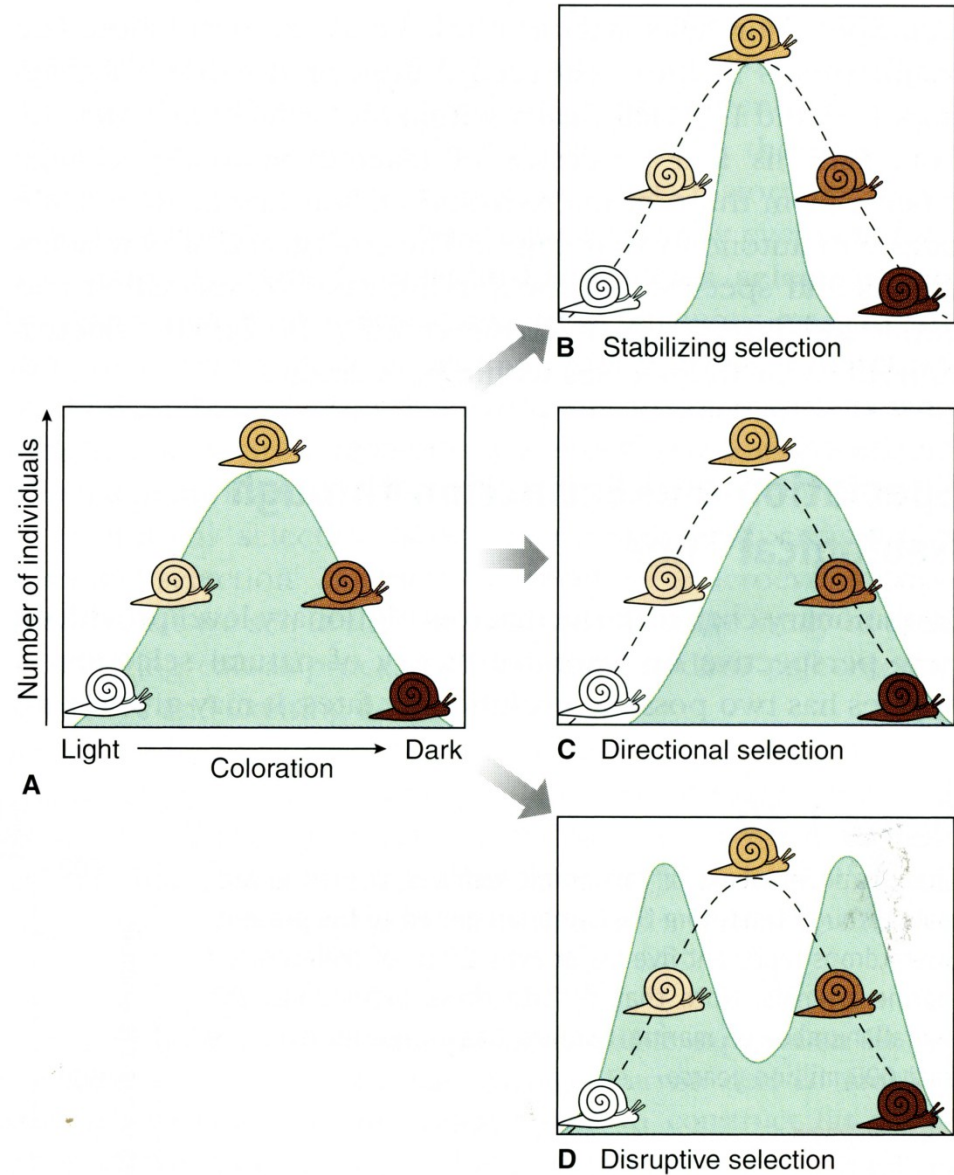


Divergence *versus* konvergenz

# DIVERGENCE

## Selekce na příkladu zbarvení plžů

- a) Frekvence distribuce zbarvení před selekčním tlakem
- b) Stabilizující efekt eliminuje světlé a tmavé varianty
- c) Směrová selekce vede k posunu průměru jedním směrem
- d) Disruptivní selekce eliminuje „průměrné“ varianty fenotypu a může vést až ke vzniku dvou druhů



## Rekonstrukce dělení starého superkontinentu Gondwany

Historické vlivy:

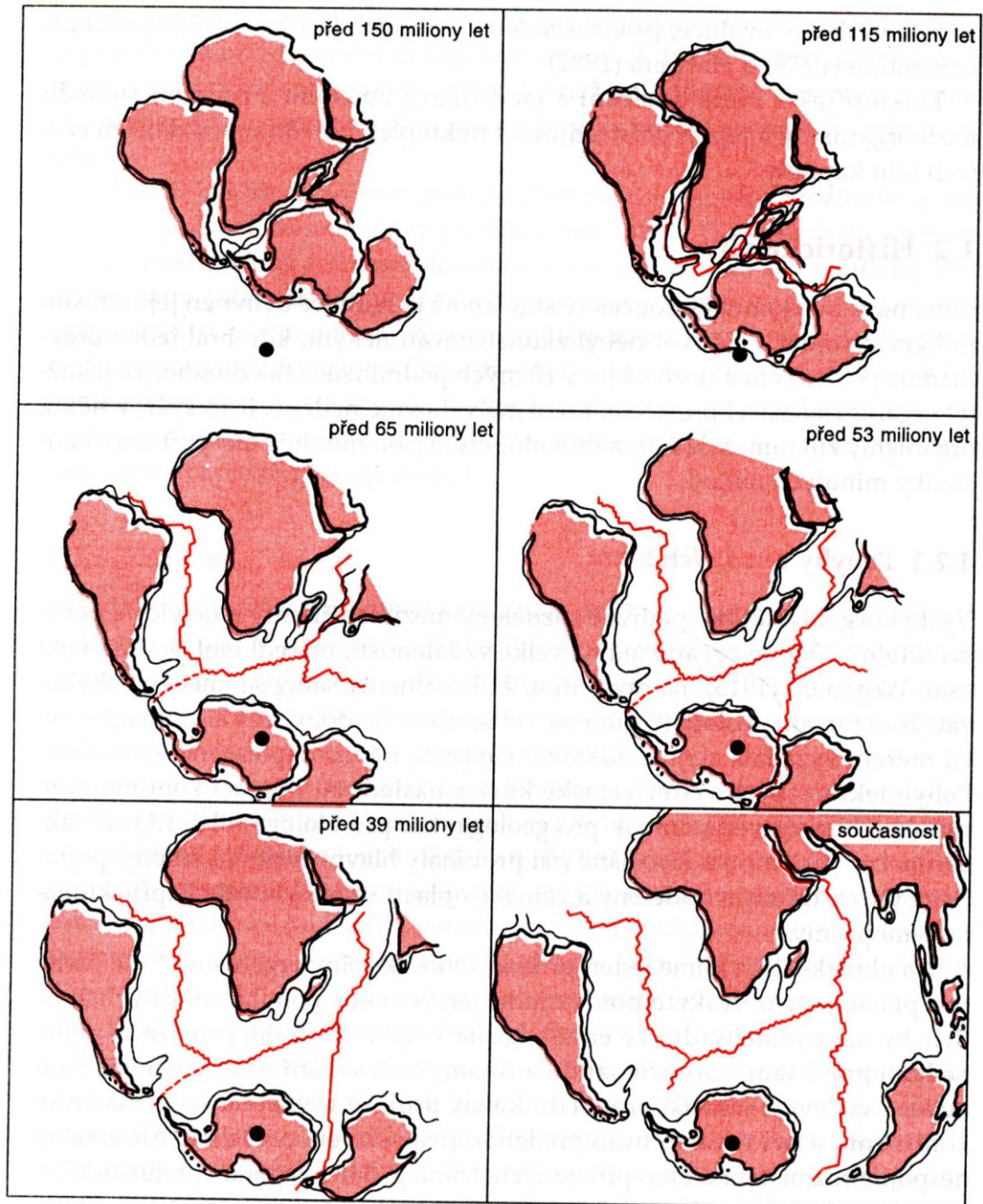
Pohyby zemských hmot – výskyt  
organismů byl během evoluce  
ovlivněn

pohybem kontinentů – Wegener  
(1915) – **kontinentální drift**.

Během tohoto pohybu – výrazné  
klimatické změny.

Zásadní vliv na rozšíření  
organismů na povrchu země.

- poloha jižního pólu





# Evoluce velkých nelétavých ptáků a kontinentální drift

## Příklad divergence

Míra příbuznosti zjišťována metodou hybridizace DNA

První divergencí je odlišení tinamy

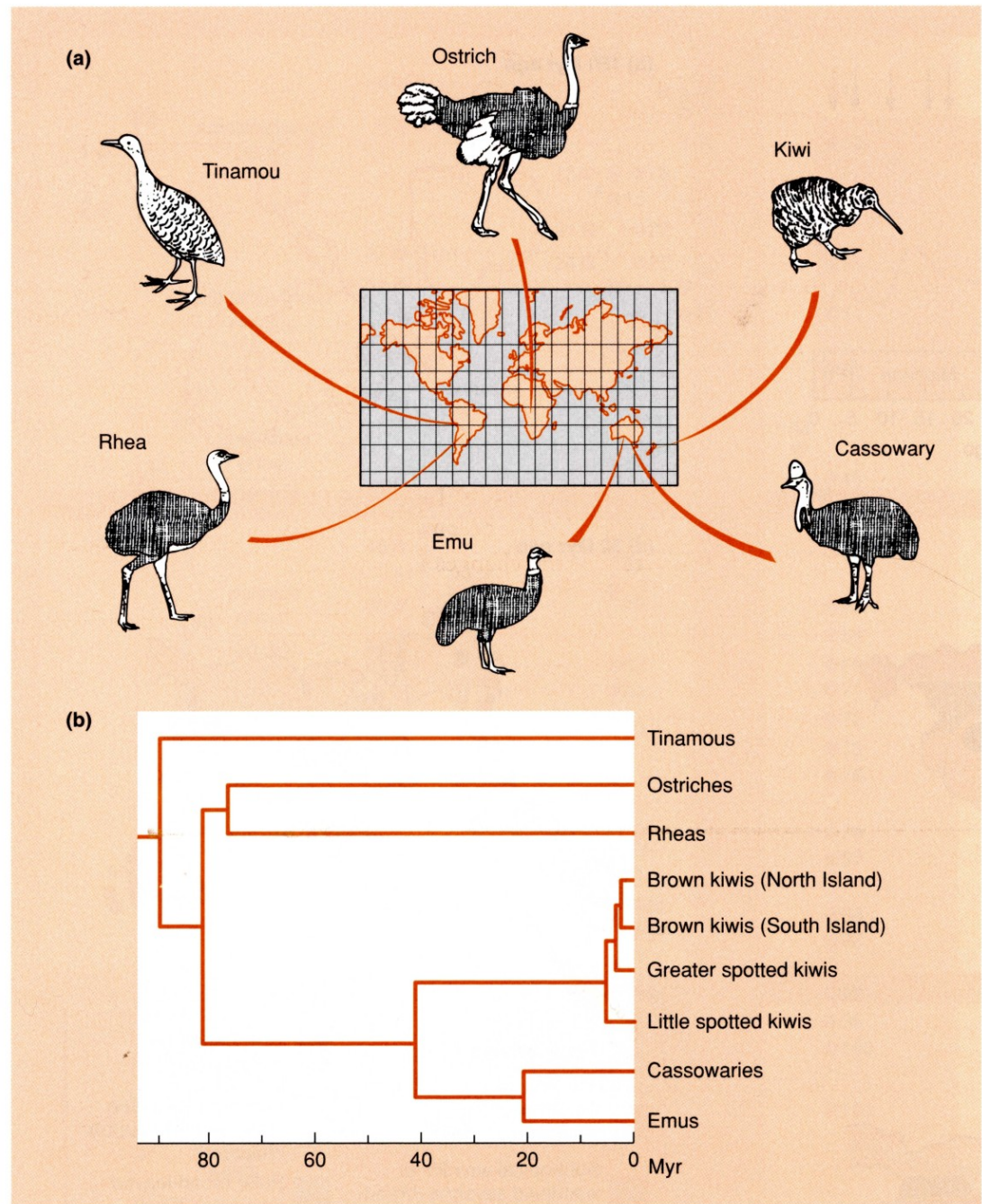
Následující divergence odpovídají rozpadu Gondwany a následnému kontinentálnímu driftu

Průrva mezi Austrálií a ostatními jižními kontinenty

Vstup Atlantiku mezi Afriku a Jižní Ameriku

Záliv Tasmánského moře (80MIL)

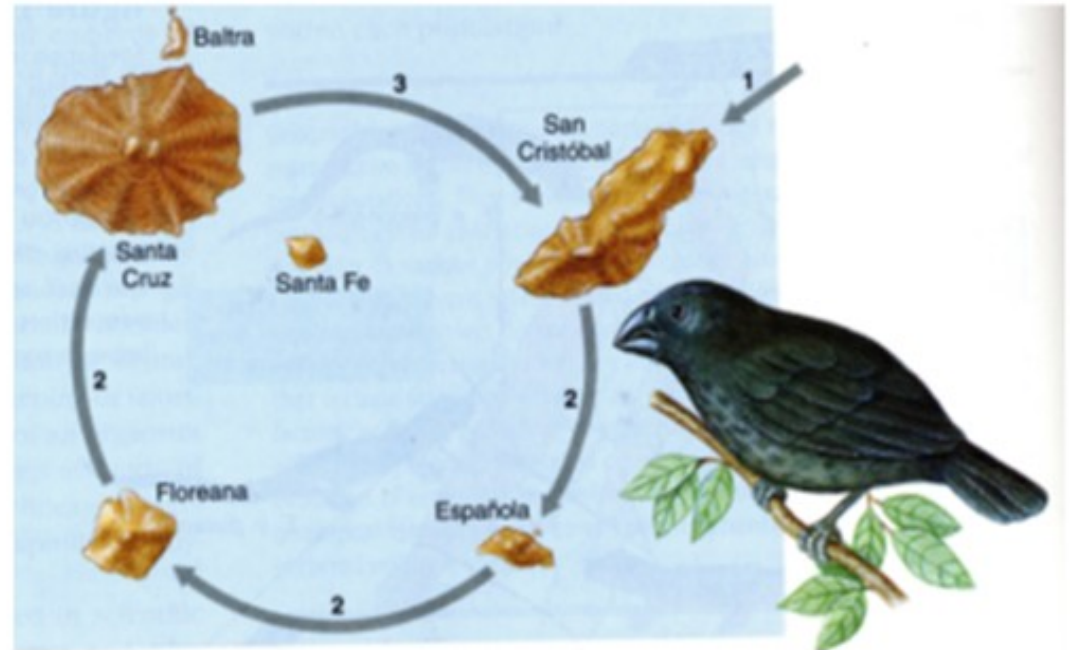
Předchůdci Kiwi se dostali na Nový Zéland (40MIL)



## Model evoluce 13 druhů darwinových pěnkav na ostrovech Galapágy

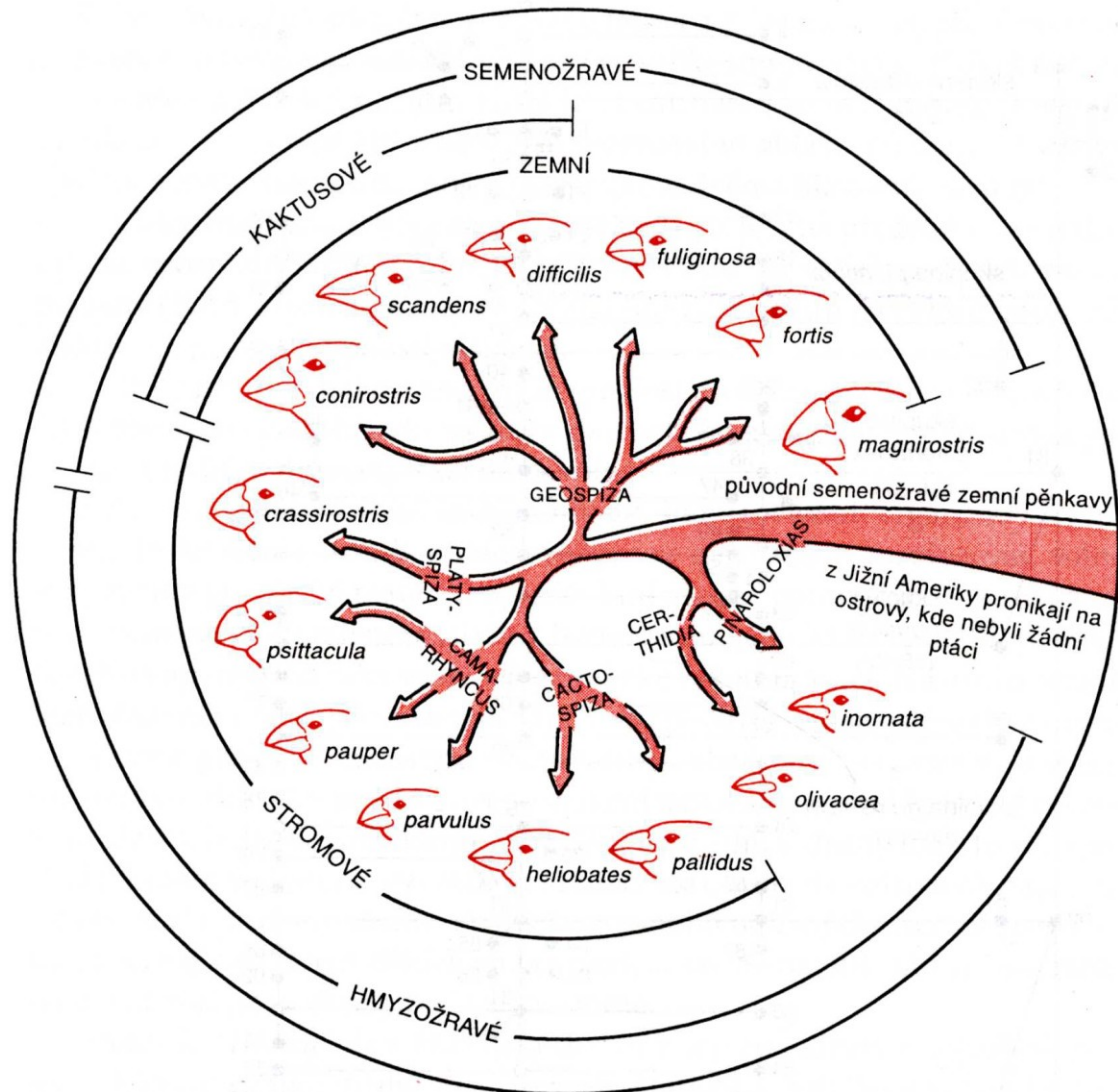
Kolonizace proběhla ve třech krocích:

- 1) Druh imigrující z Jižní Ameriky dosáhl Galapágy a kolonizoval ostrov San Cristobal
- 2) Po stabilizaci populace se tento druh šířil na další ostrovy a adaptoval se na nové podmínky a změnil se geneticky
- 3) Po dostatečné době izolace se původní populace dostaly do kontaktu již jako nové druhy, které se vzájemně nekříží



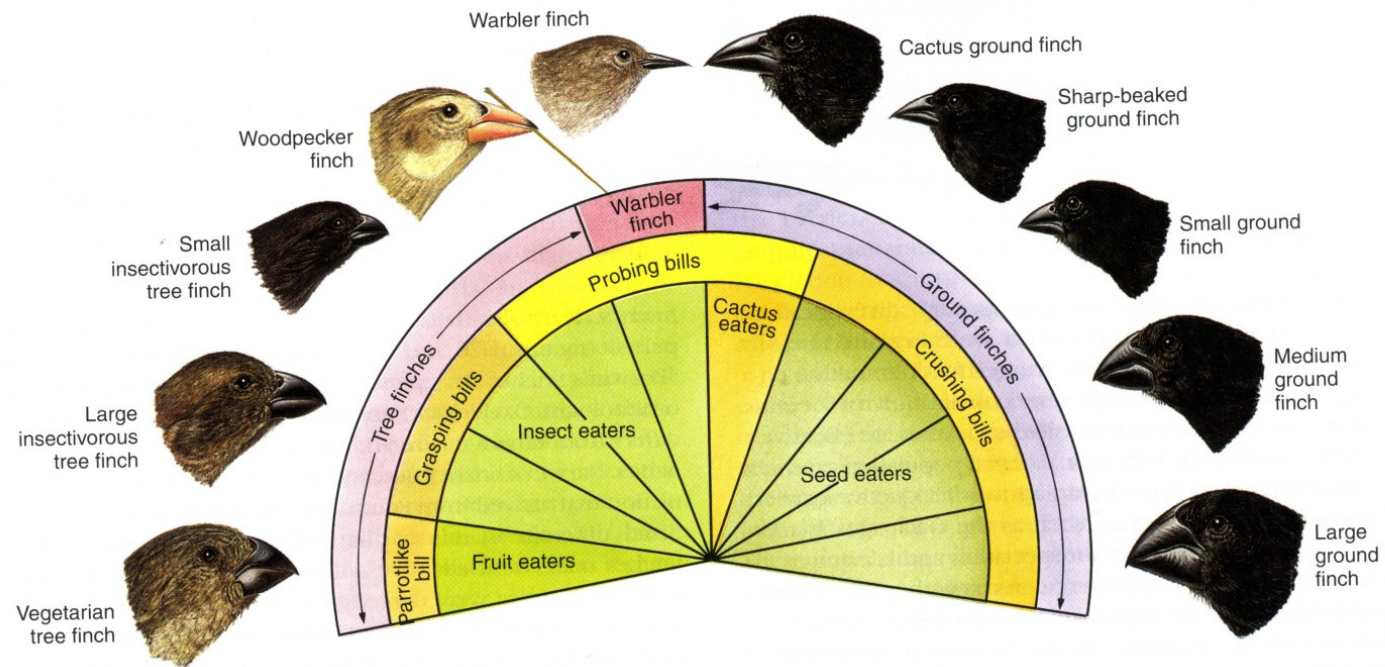
# Specializace versus speciace

## Darwinovy pěnkavy na Galapágách





# Adaptivní radiace 10 druhů darwinových pěnkav



A



B

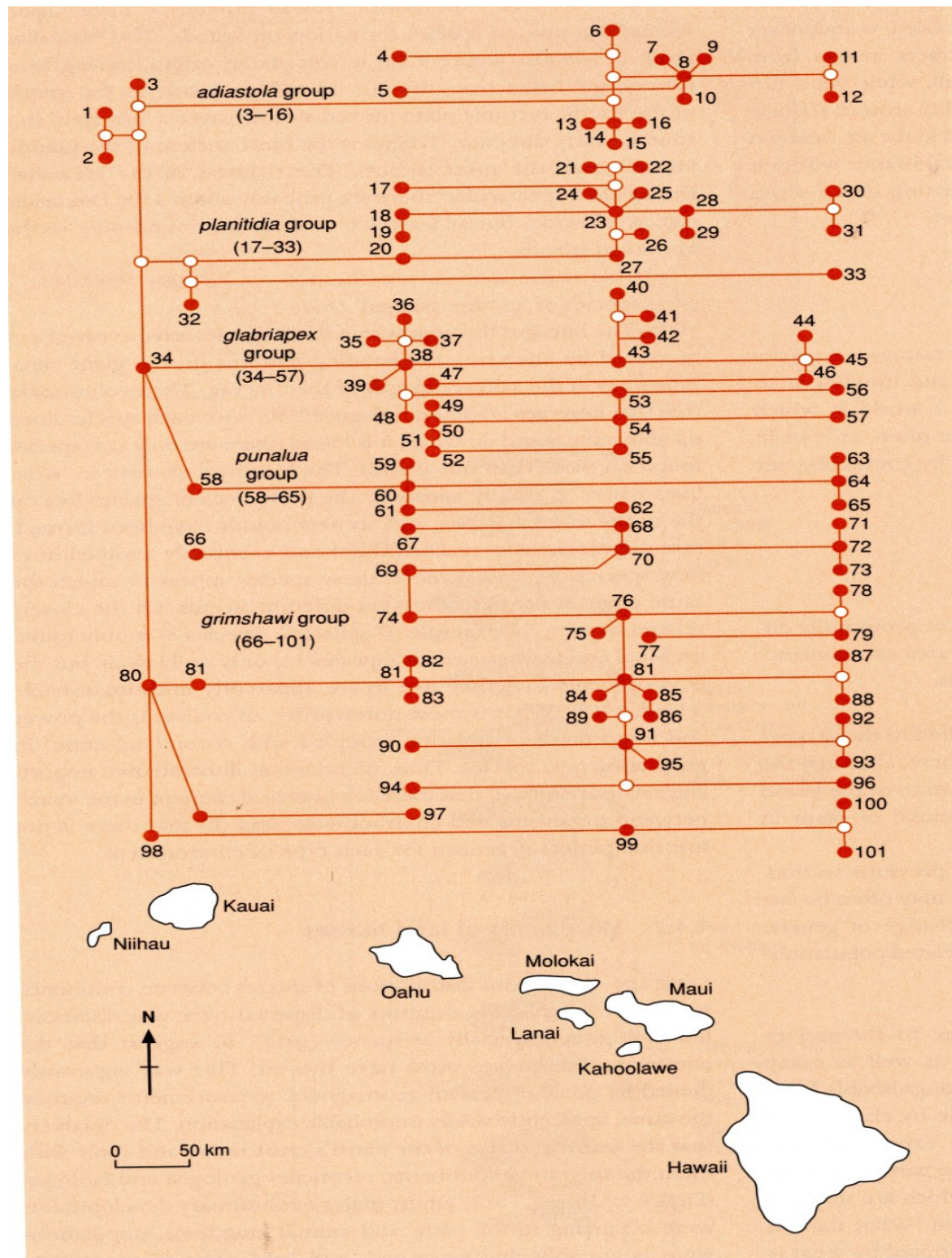
## Evoluční strom havajských druhů rodu *Drosophila*

Nejstarší druhy – *D. primaeva* (1) a *D. attigua* (2) jsou pouze na ostrově Kauai

Další druhy jsou umístěny nad ostrovy

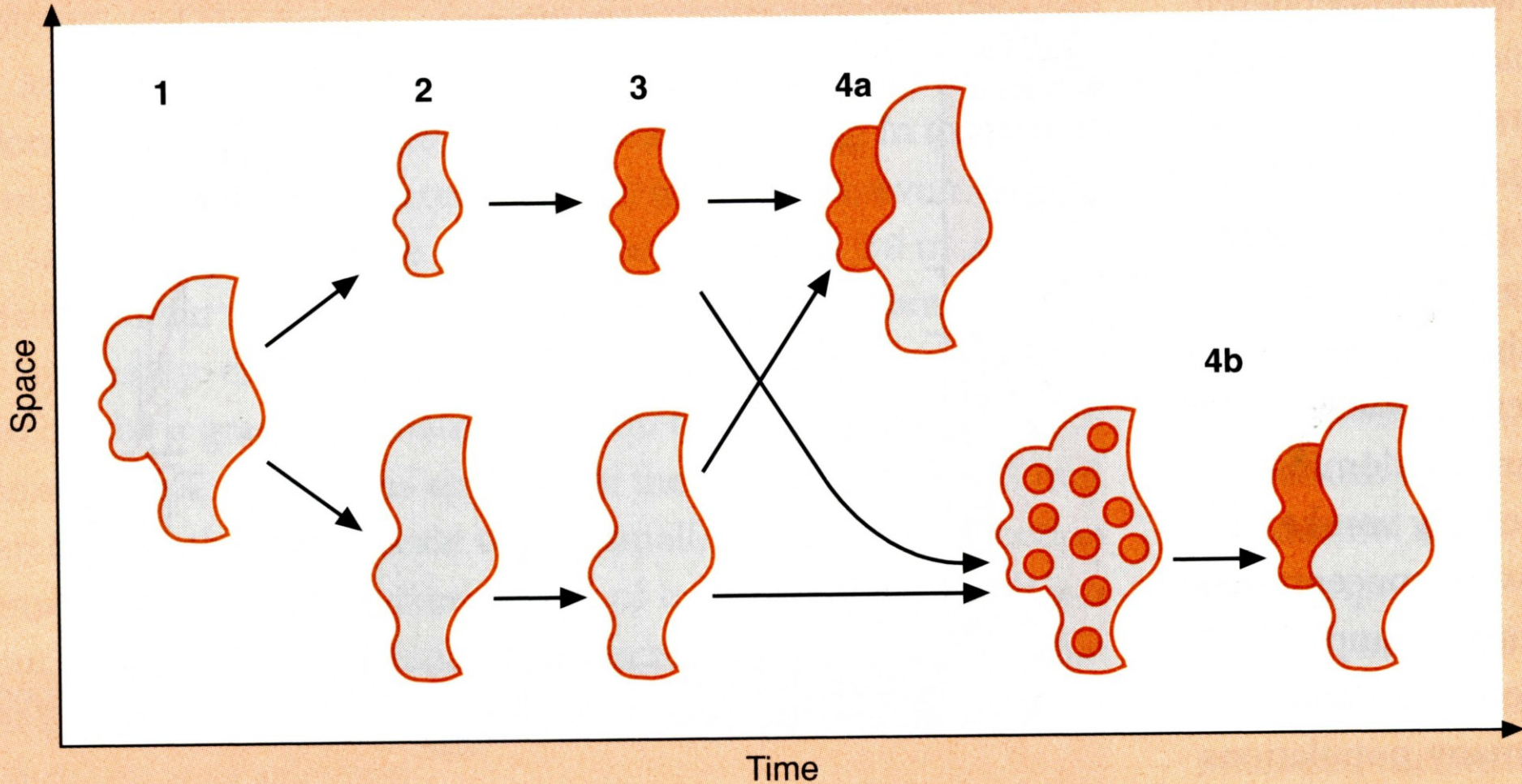
Na Niihau a Kahoolawe se žádná *Drosophila* nevyskytuje

První kolonizátoři dosáhli Havajské ostrovy zřejmě před 40 MIL



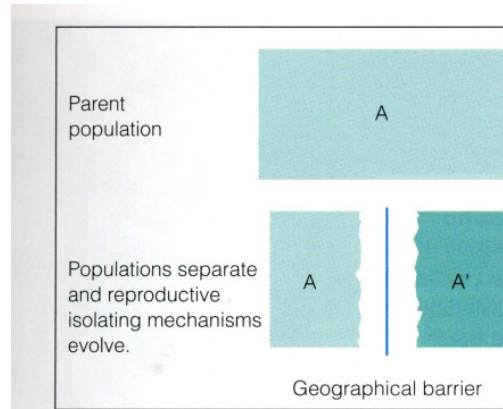


# Evolve a processy speciace

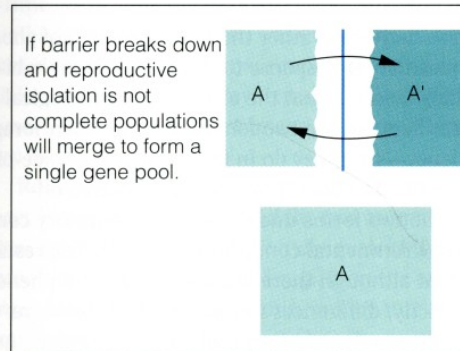




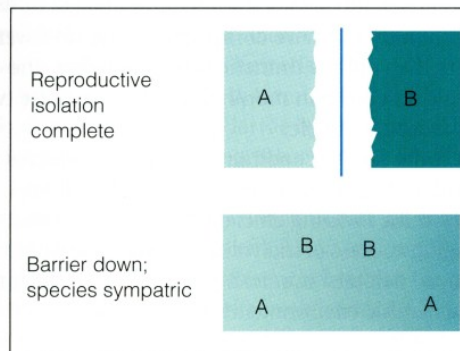
# Allopatrická (geografická) speciace



(a)

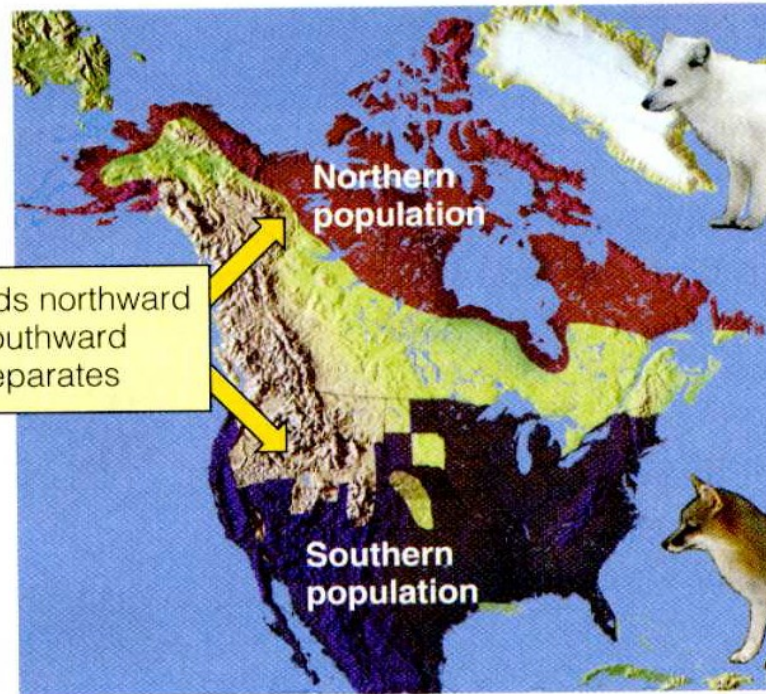


(b)



(c)

# Speciace v důsledku geografické izolace – příklad divergence



**Arctic Fox**

Adapted to cold through heavier fur, short ears, short legs, short nose. White fur matches snow for camouflage.

Different environmental conditions lead to different selective pressures and evolution into two different species.

**Gray Fox**

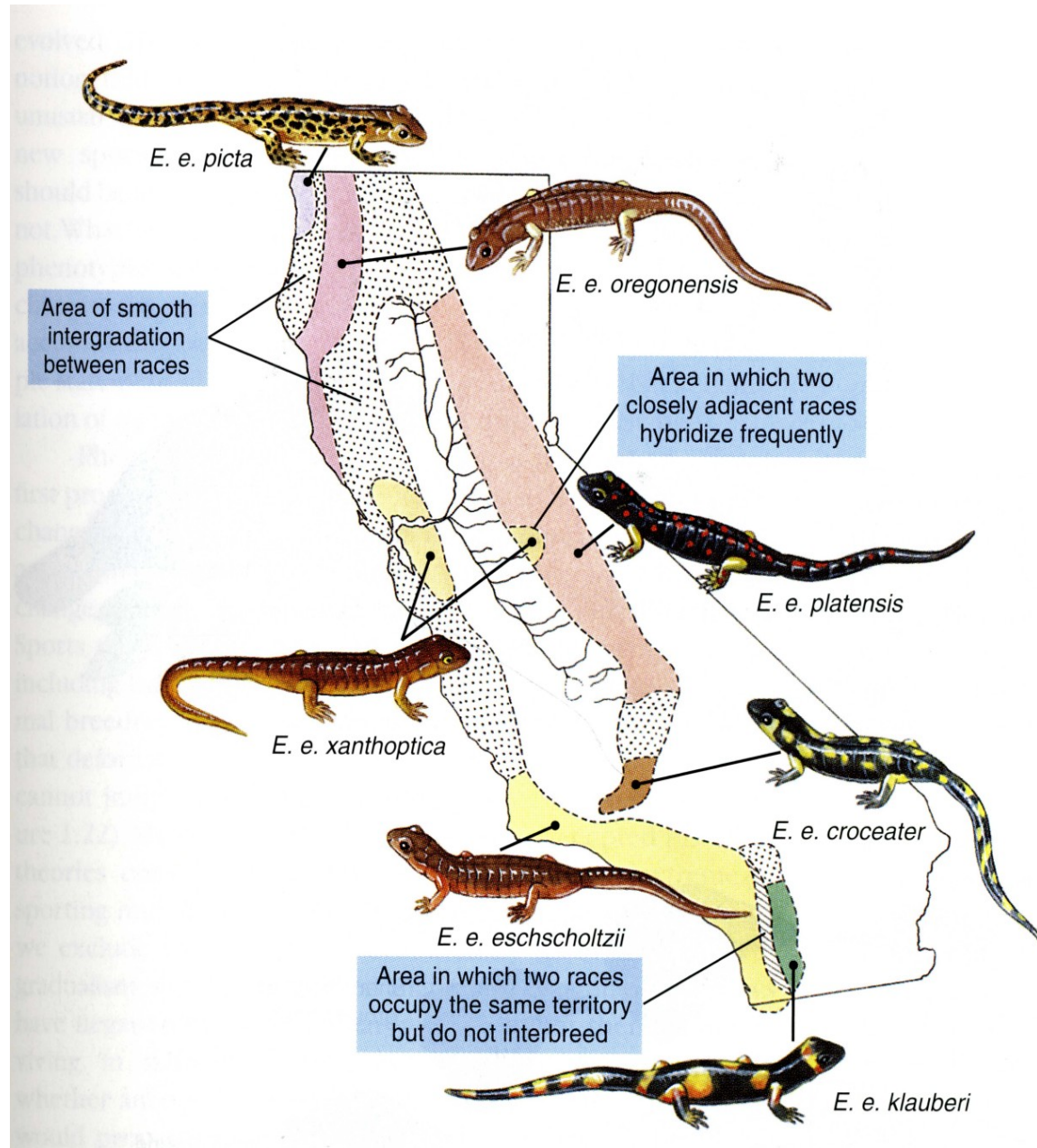
Adapted to heat through lightweight fur and long ears, legs, and nose, which give off more heat.

## Proces allopatrické speciace: geografické barevné variace mloků rodu *Ensatina*

Populace mloků rodu *Ensatina* z  
geografické oblasti Central Valley v  
Kalifornii

Rozrůzněné populace původního  
druhu *E. e. eschscholtzii* žijící v oblasti  
jsou izolovány geografickou bariérou

Druhy *E. e. eschscholtzii* a *E. e. klauberi*  
lze již považovat za samostatné druhy,  
které se nekříží





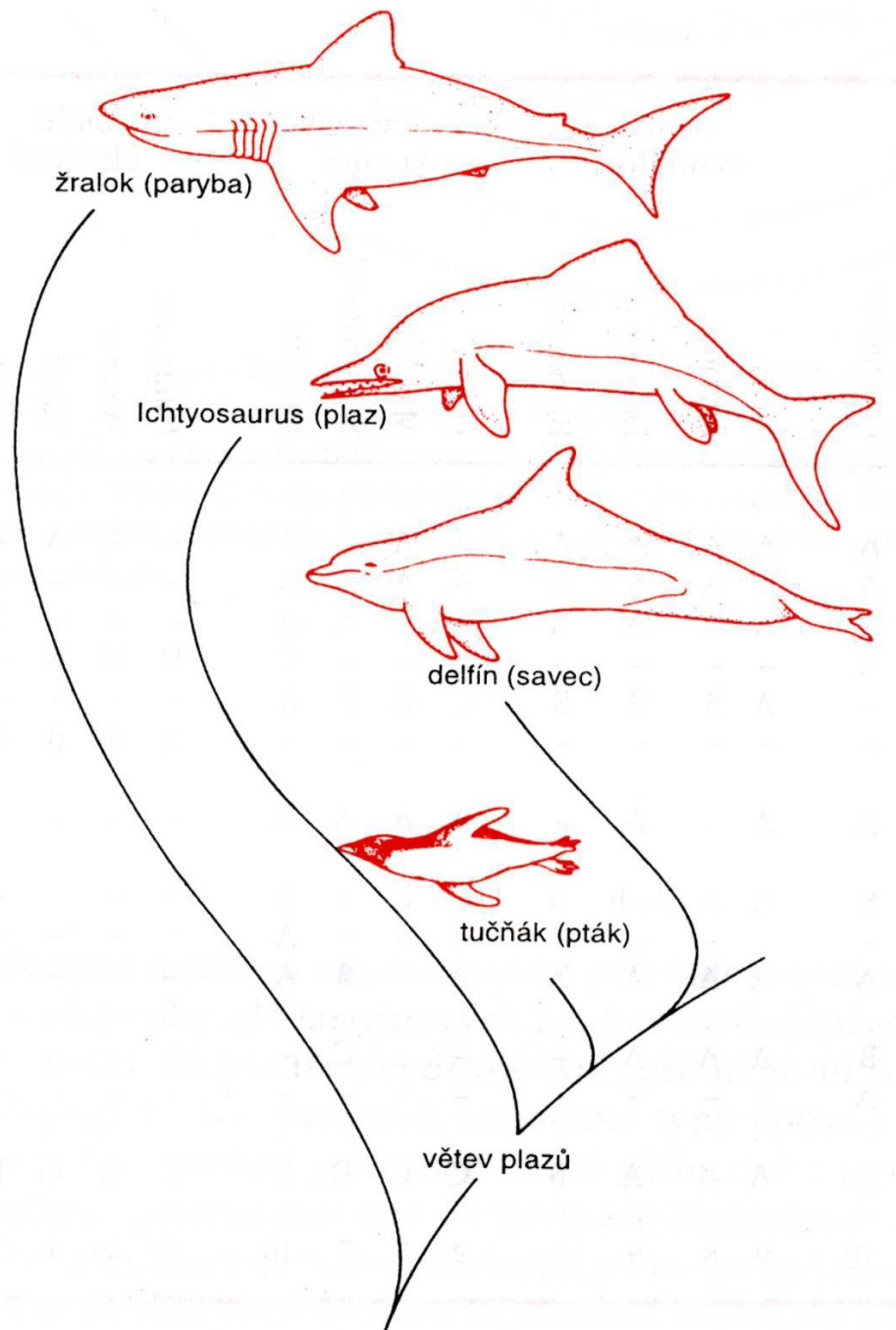
## KONVERGENCE

### Příklad konvergentního vývoje tvaru těla u velkých mořských masožravců

Shodu mezi povahou organismů a jejich prostředím můžeme vnímat jako podobnost tvaru a chování organismů, které žijí v podobném prostředí, ale patří k rozdílným evolučním liniím.

Struktury zcela odlišného evolučního původu zde plní obdobné role – jsou tedy **analogické**, na rozdíl od struktur **homologických**, kdy dochází ke vzniku odpovídajících struktur ze společného předka.

Hovoříme tedy o **konvergentní evoluci**.



# Příklad homologního vývoje předních končetin



Human

Bat

Porpoise

Horse

Frog

## Konvergence a paralely

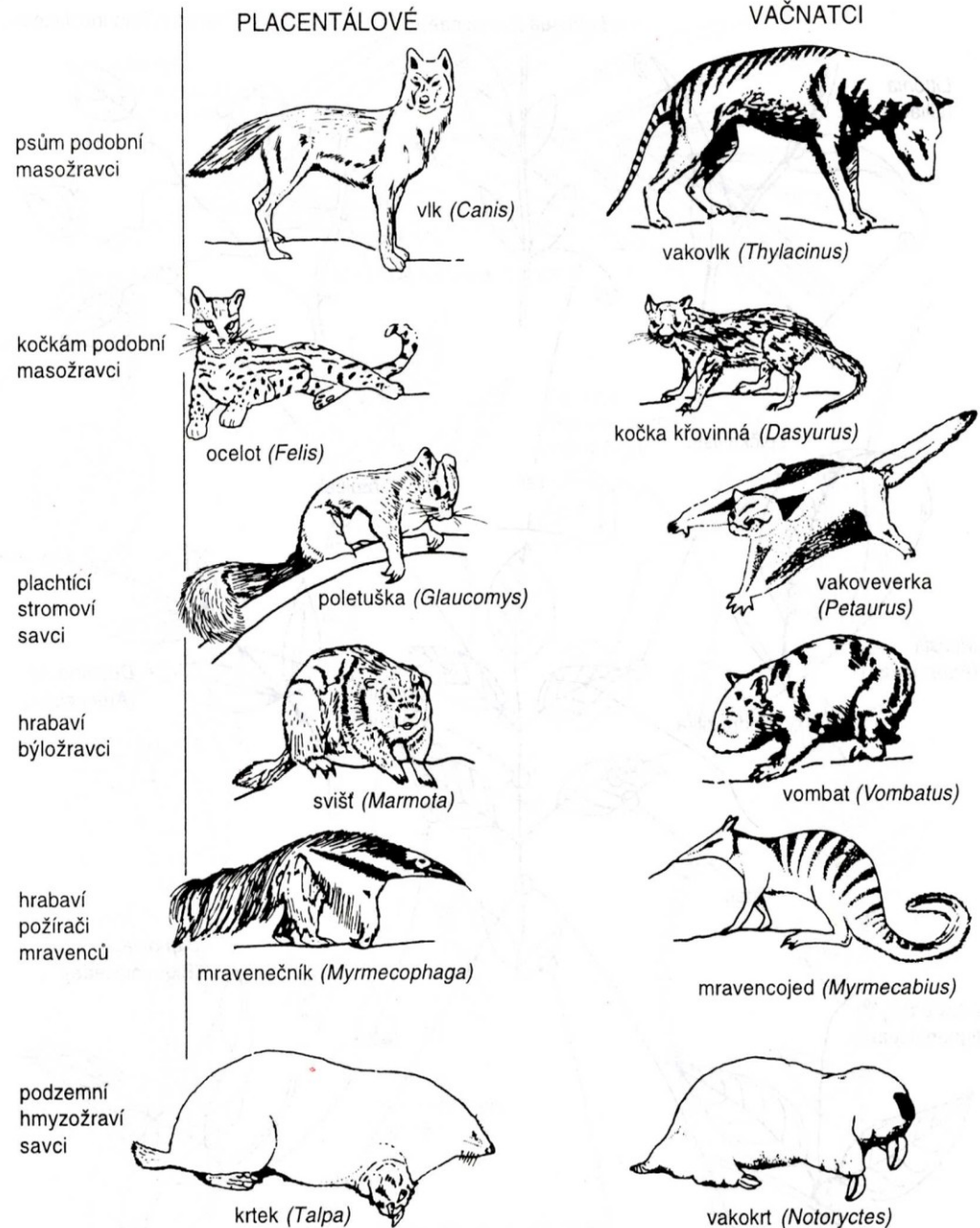
Klasickým příkladem paralelní evoluce je evoluční radiace placentárních savců a vačnatců.

Australští vačnatci dospěli na tento kontinent v křídě (cca před 90 MIL), kdy jediní v této době přítomní savci byli podivní vejcorodí savci z řádu ptakořitých (dnes pouze ježury a ptakopysci).

Došlo k evolučnímu rozrůznění a tento proces v mnoha směrech stejný jako u jiných savců na jiných kontinentech.

Dokonalá shoda jak v podobě organismů a jejich způsobu života je tak mimořádně nápadná.

Jsou to tzv. **ekologicky ekvivalentní druhy**.







**Děkuji za pozornost**



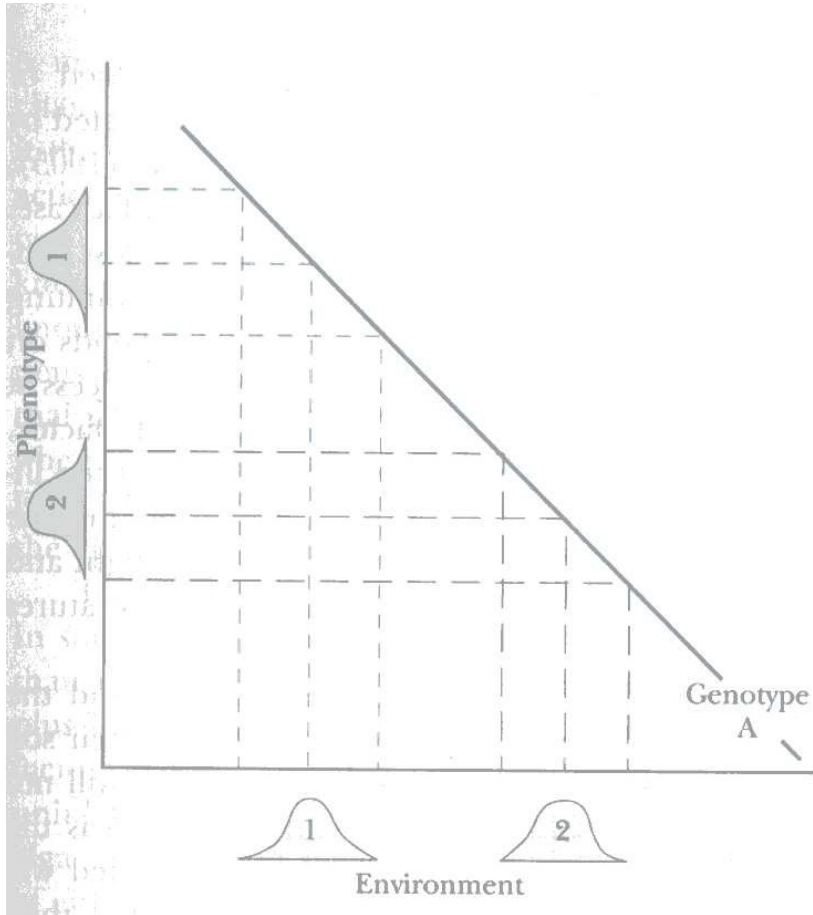


Děkuji za pozornost



# Prostředí – Fenotyp - Genotyp

## Rozdílné prostředí



## Rozdílný genotyp

