

Základy ekologie

Doc. RNDr. Milan Gelnar, CSc.

Doc. RNDr. Michal Hájek, PhD

Ústav botaniky a zoologie, PŘF MU, Brno
Čtvrtek 8.00 – 10.00 (distanční výuka – viz IS)

Základy ekologie - sylabus

- **Základní pojmy**, hraniční obory, ekologické faktory, biosféra
- **Voda**, chemismus, druhy a zdroje, ekologické faktory, adaptace
- **Organismus** jako prostředí, parazit a hostitel, prostředí parazitů, buňky, tkáně, orgány, P-H systémy
- **Populace**, základní pojmy, růst, dynamika, vnitrodruhové vztahy, životní strategie
- **Evoluční ekologie**, životní strategie, evoluční kompromisy, reprodukční strategie, allometrické vztahy, vliv velikosti.
- **Aplikované ekologie**, destrukce a degradace životního prostředí, populační exploze lidstva, ekotoxikologie, chemie životního prostředí, znečištění, biomonitoring a bioindikace, ochrana životního prostředí
- **Sluneční záření**, atmosféra, fotosyntéza, adaptace na diurnální a sezónní změny, teplotní gradienty, ekto a endotermní organismy, adaptace, rozšíření
- **Půda** a její složení, pedogenetické procesy, humus, edafon, půdní horizonty a typy půd.
- **Společenstva**, prostorové vztahy a gradienty, sukcese, klimax, nika, kompetice ve společenstvu, diverzita
- **Ekosystémy**, biomasa, primární a sekundární produktivita, toky energie, potravní řetězce, bilance živin v ES, geochemické cykly, vliv člověka (P,N,S,C)
- **Biomy** Země, definice, základní typy biomů,
- **Přehled ekosystému střední Evropy** (opadavé listnaté lesy, horské jehličnaté lesy, kosodřevina, křoviny, ES sladkých vod, skalní ES, písečné duny, moře, rašeliniště, louky, primární alpské bezlesí, kulturní step, synantropní ekosystémy)

Doc. RNDr. Milan Gelnar, CSc.



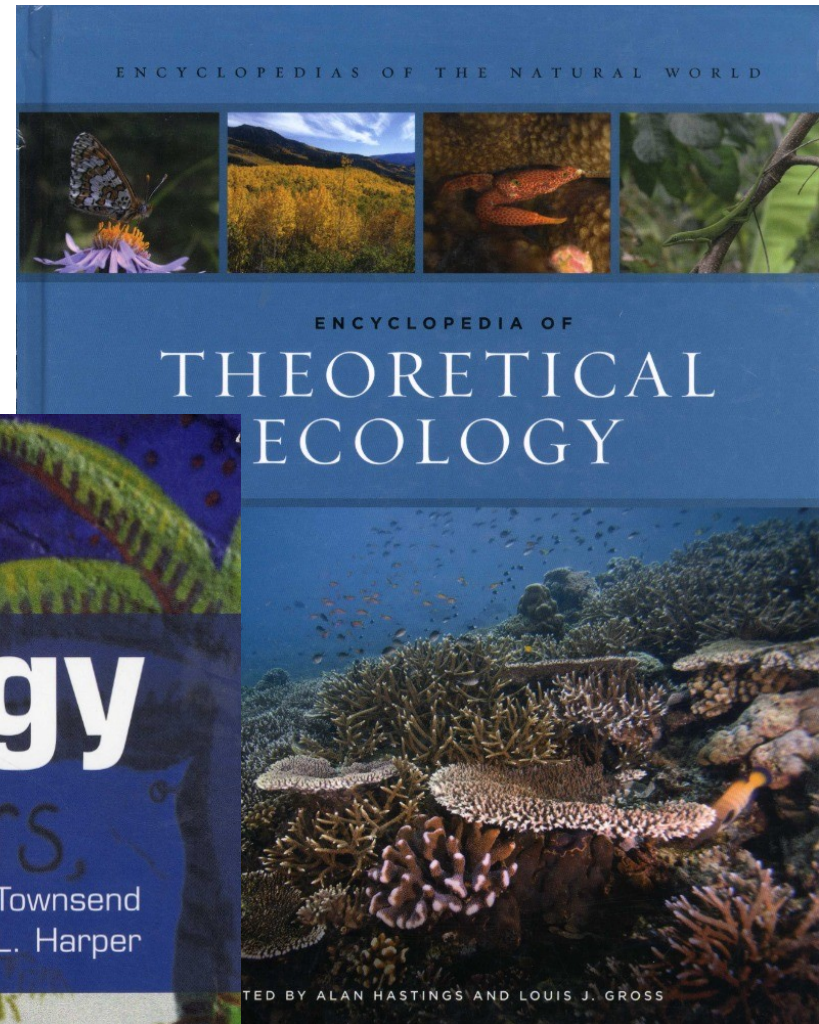
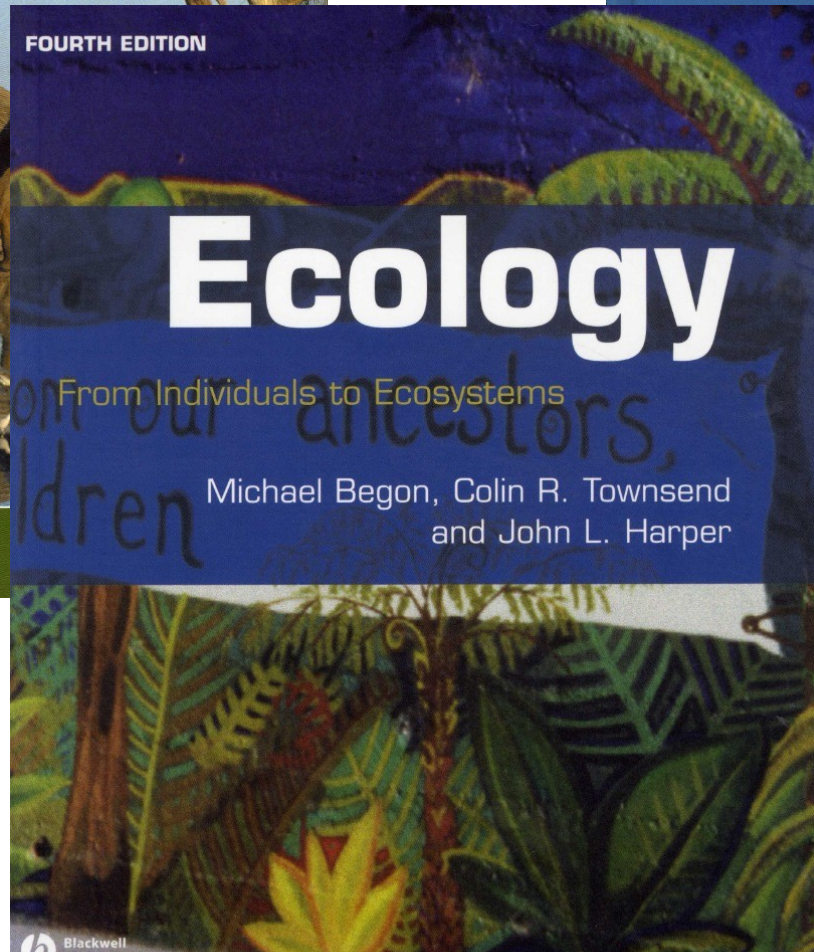
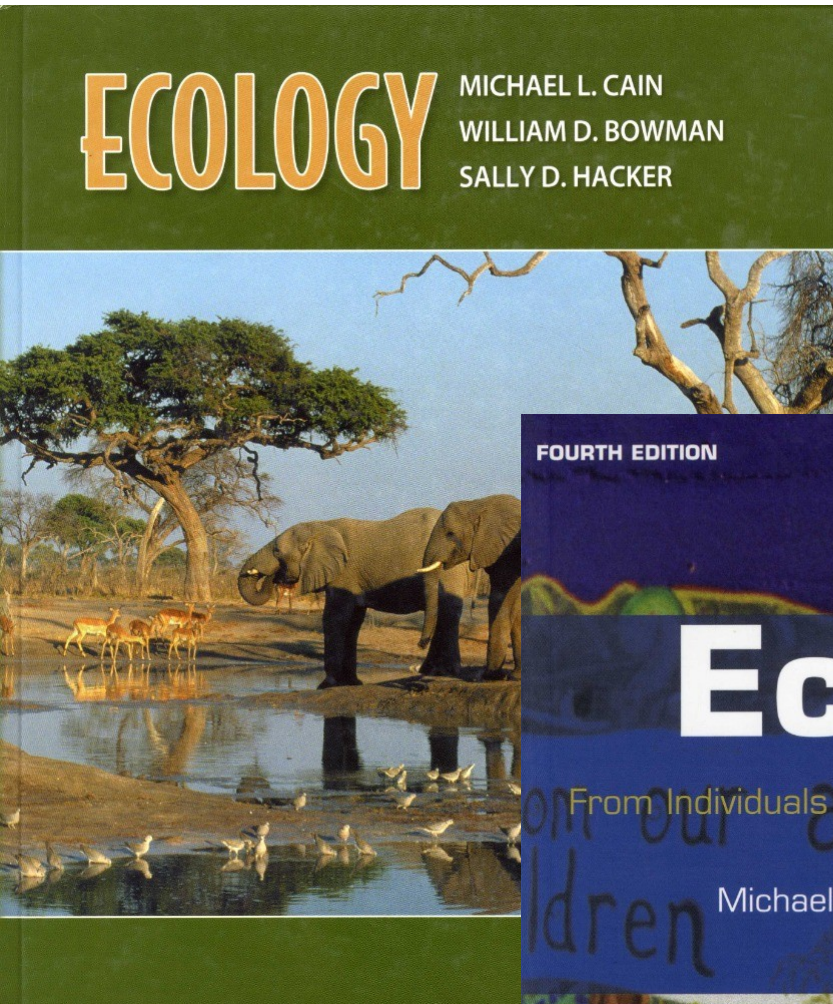
Doc. RNDr. Michal Hájek, PhD



Osnova přednášky

- Úvod – sylabus přednášky - vyučující
- Studijní literatura
- Co je a není ekologie ? Základní definice a pojmy
- Stručná historie ekologie
- Ekologie jako věda, metody ekologického výzkumu
- Základní koncept ekologie
- Ekologická hierarchie, ekologie jako komplexní věda
- Ekologické faktory
- Ekologie versus evoluce
- Adaptace a tolerance
- Ekologická valence a ekologická nika
- Evoluce a procesy speciace, divergence, konvergence

Doporučná literatura





ECOLOGY

The Experimental Analysis
of Distribution and Abundance

Third Edition

Charles J. Krebs

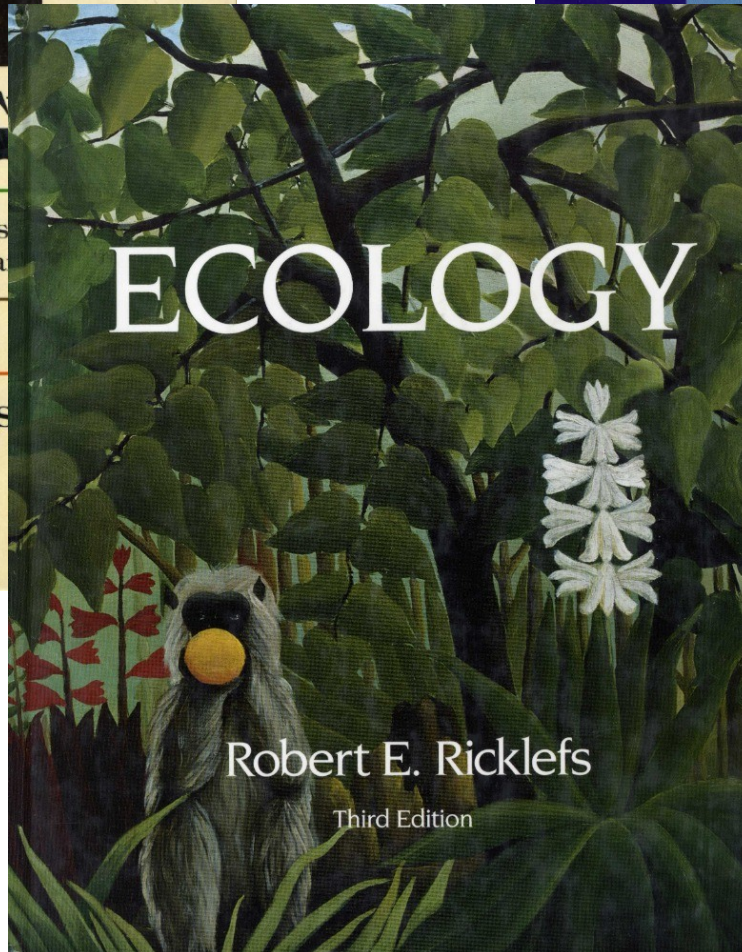


Pearson International Edition

Sixth Edition

ECOLOGY

Charles J. Krebs



ECOLOGY

Robert E. Ricklefs

Third Edition

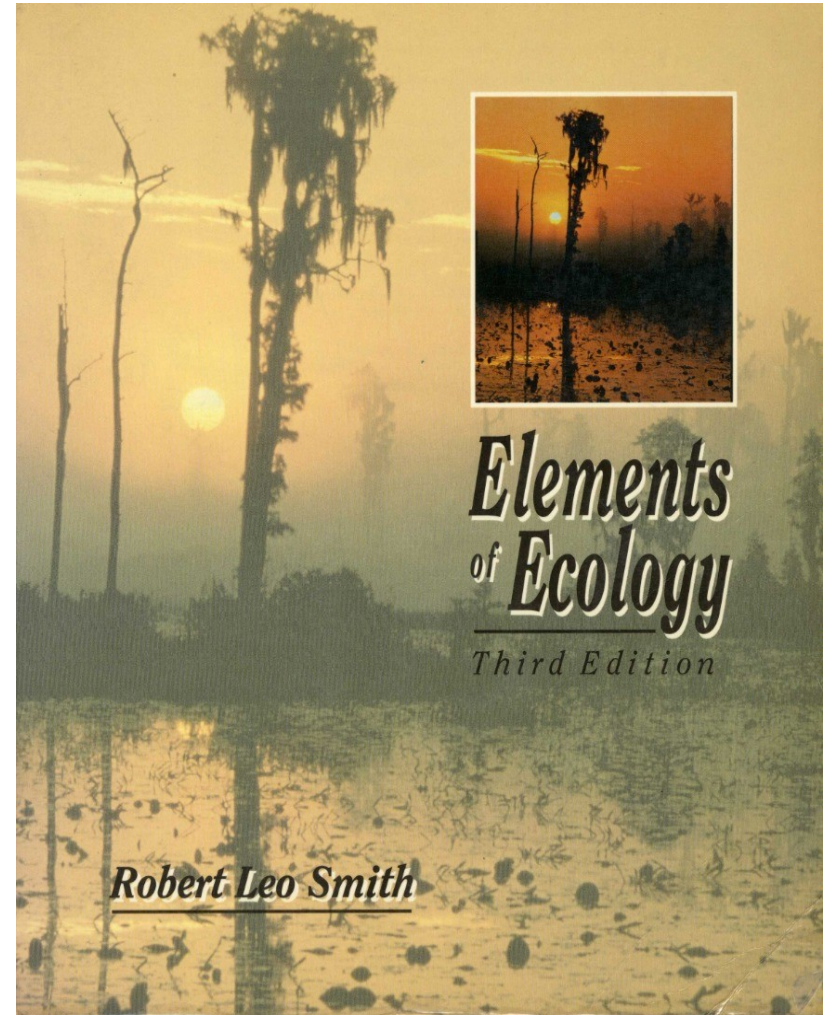
OXFORD

FIRST ECOLOGY

ECOLOGICAL PRINCIPLES AND ENVIRONMENTAL ISSUES

SECOND EDITION

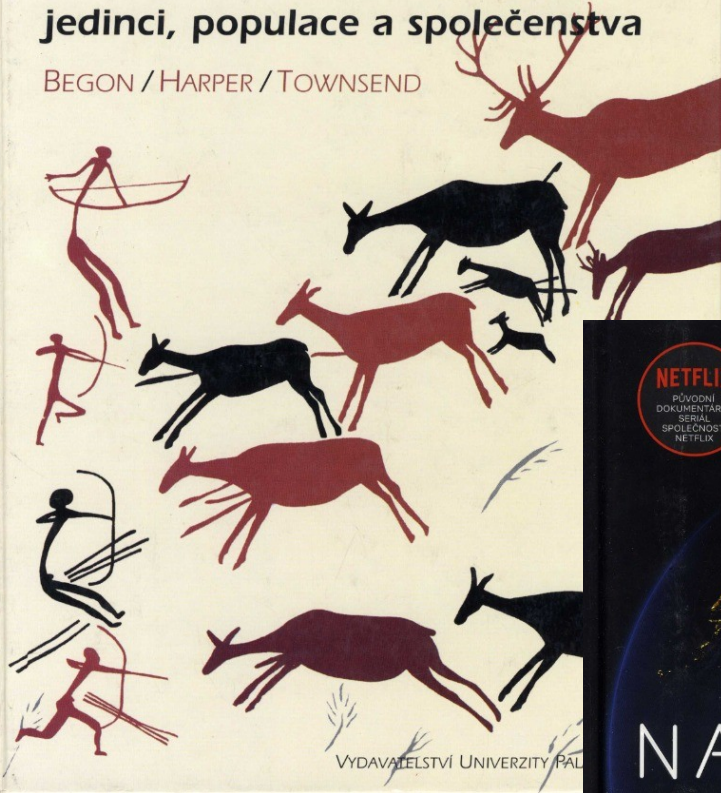
ALAN BEEBY
ANNE-MARIA BRENNAN



EKOLOGIE

jedinci, populace a společenstva

BEGON / HARPER / TOWNSEND



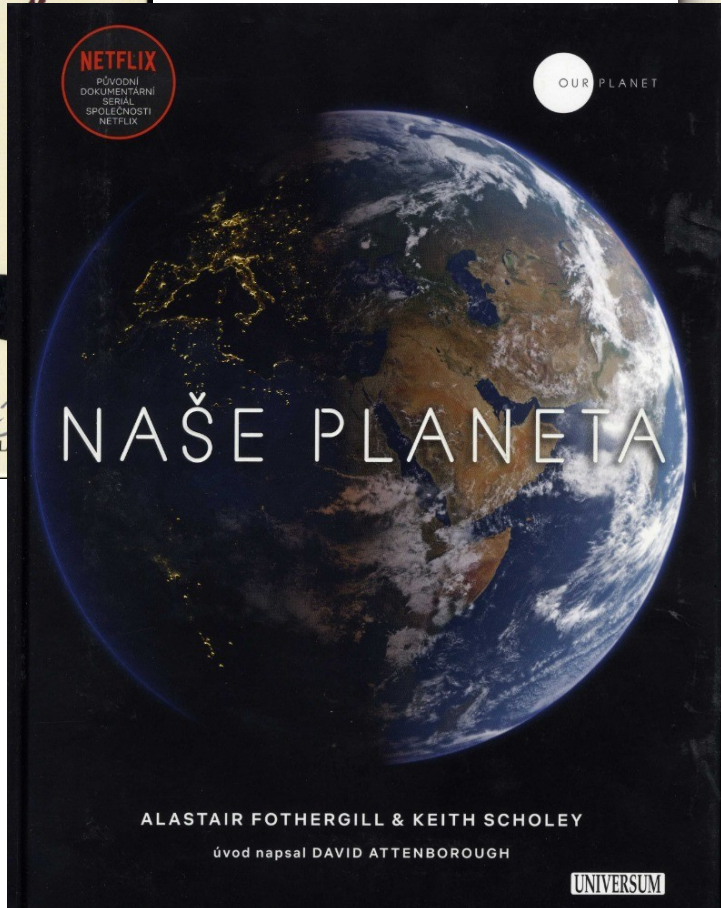
Základy ekologie

EUGENE P. ODUM

Přeložil
R. Obrtel a kolektiv

ACADEMIA / PRAHA 1977

Faint, illegible text from the book's pages, likely the preface or introduction.



Co je to 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.

Co je a není ekologie

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

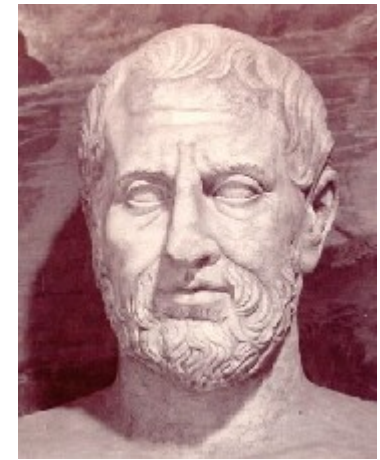
- Pohyb materiálu a energie prostřednictvím živých společenství

- Sukcesi a rozvoj ekosystémů

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

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:

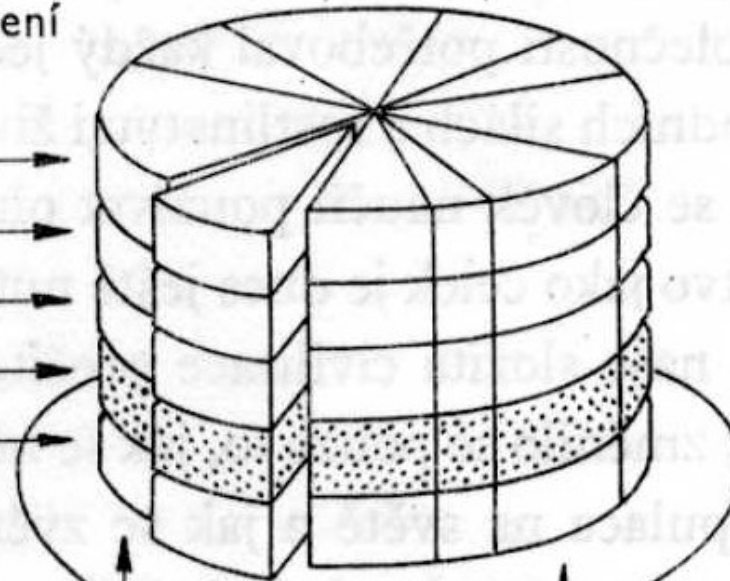
- Populační ekologie
- Evoluční ekologie
- Ekologie společenstev
- Fyziologická ekologie
- Behaviorální ekologie
- Krajinná ekologie
- Globální ekologie
- Teoretická ekologie
- Ekologická statistika
- Imunoekologie
- Molekulární ekologie

Ekologie a systém biologických věd

Biologický dort – Odum (1977)

„vrstvy“ základního dělení

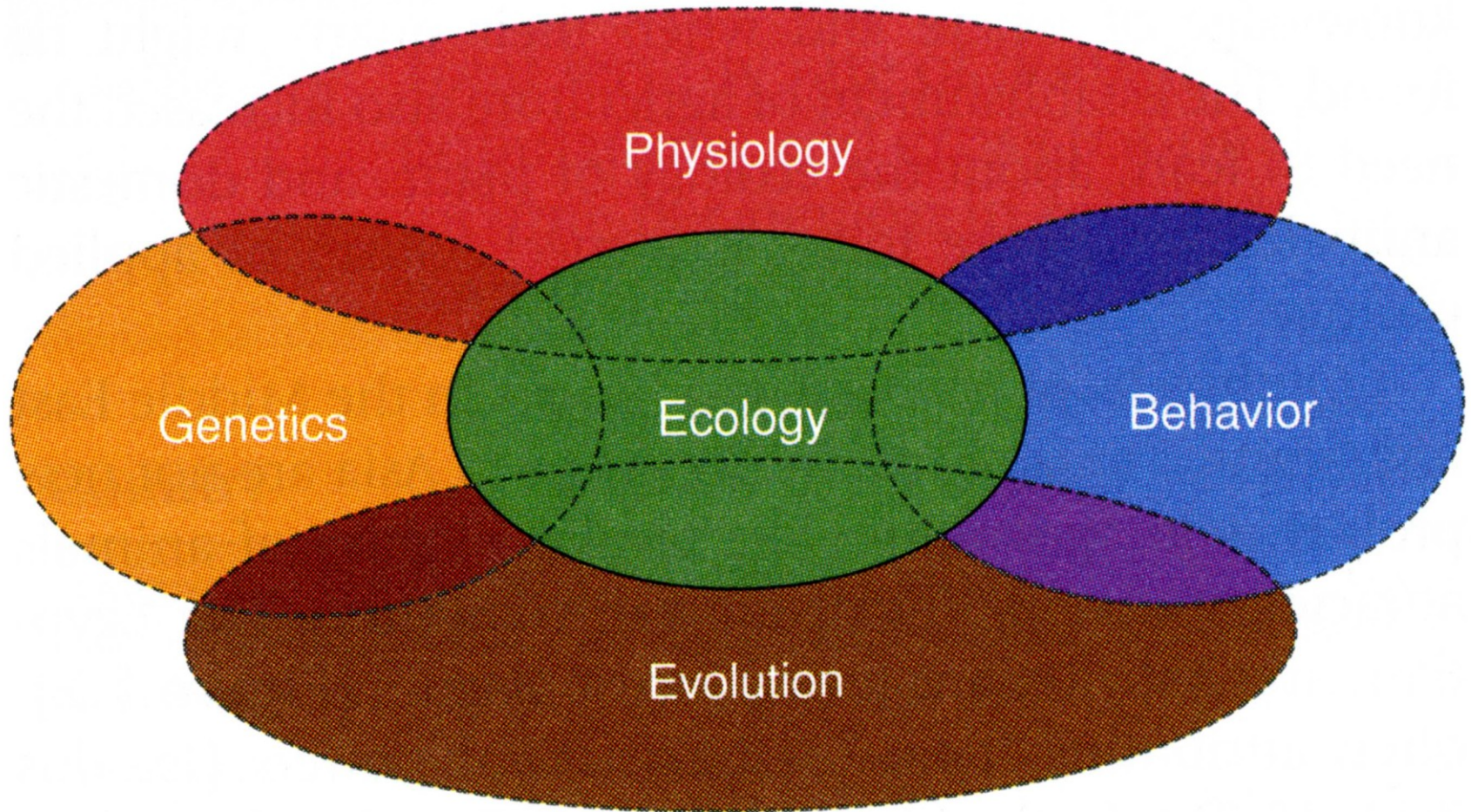
molekulární biologie
vývojová biologie
genetika
ekologie
jiné



„řezy“
taxonomického dělení

bakteriologie
ornitologie
botanika
entomologie
jiné

Biologické disciplíny blízce příbuzné ekologii



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.](#)
- [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](#).
- [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; [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 součástí [ekosystému](#).
- [paleoekologie](#): používá data z fosilií a subfosilií k rekonstrukci ekosystémů minulosti.

Aplikace ekologického myšlení

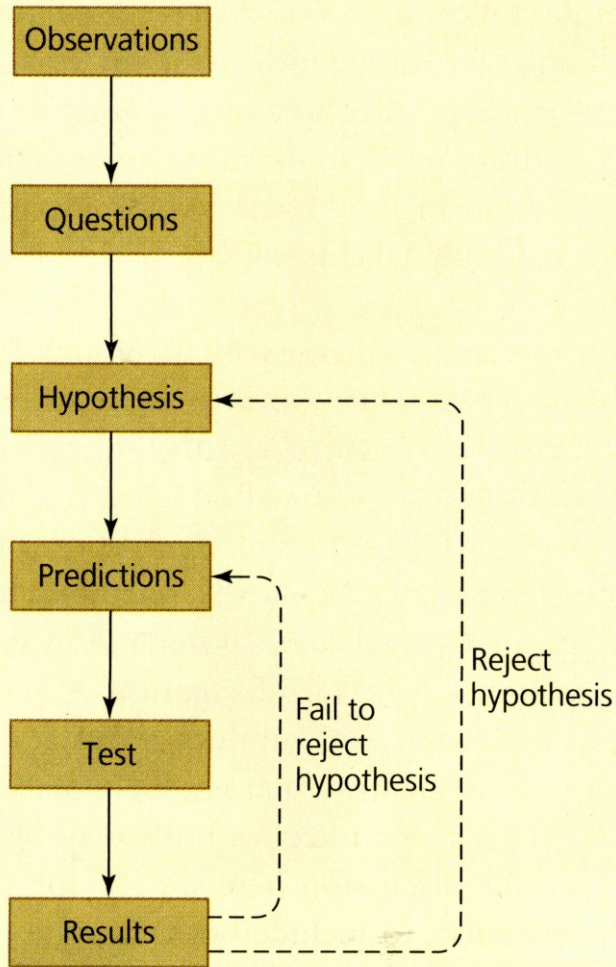
- Existuje mnoho praktických aplikací ekologického myšlení v **ochraně přírody, řízení přírodních zdrojů** (např. **agroekologie, zemědělství, lesnictví, agrolesnictví, rybolov**), urbanismu (**ekologie města**), komunitním zdraví, ekonomii, základní a aplikované vědě, stejně jako v lidských **sociálních 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 pojem 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 a čerpá z řady vědních disciplín: biologie, meteorologie, klimatologie, geologie, geografie, fyzika, chemie, antropologie, lékařské vědy (hygienu), ekonomie, právo, historie, psychologie, technické vědy.

Ekologie jako exaktní věda

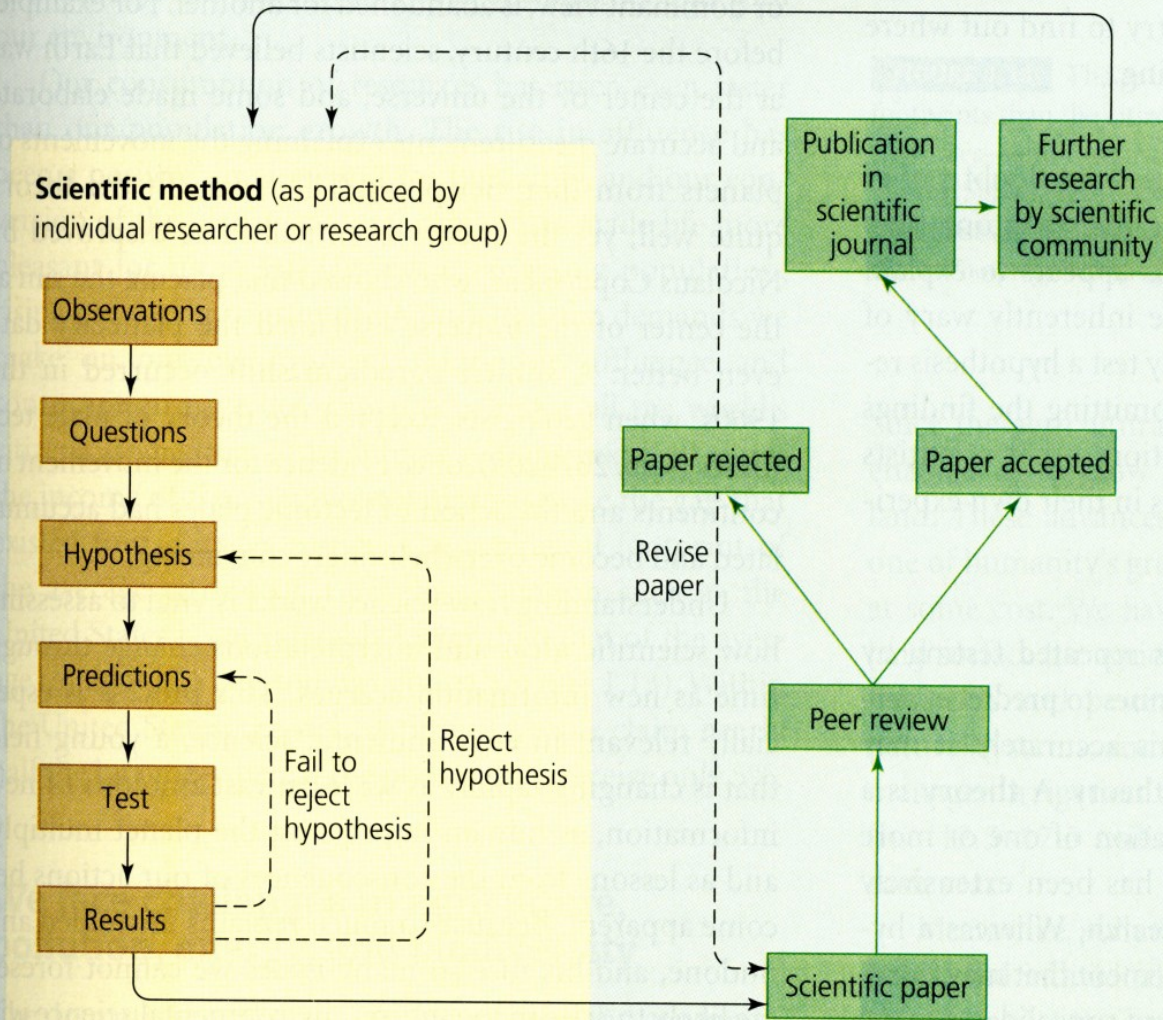
Metody ekologického výzkumu

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

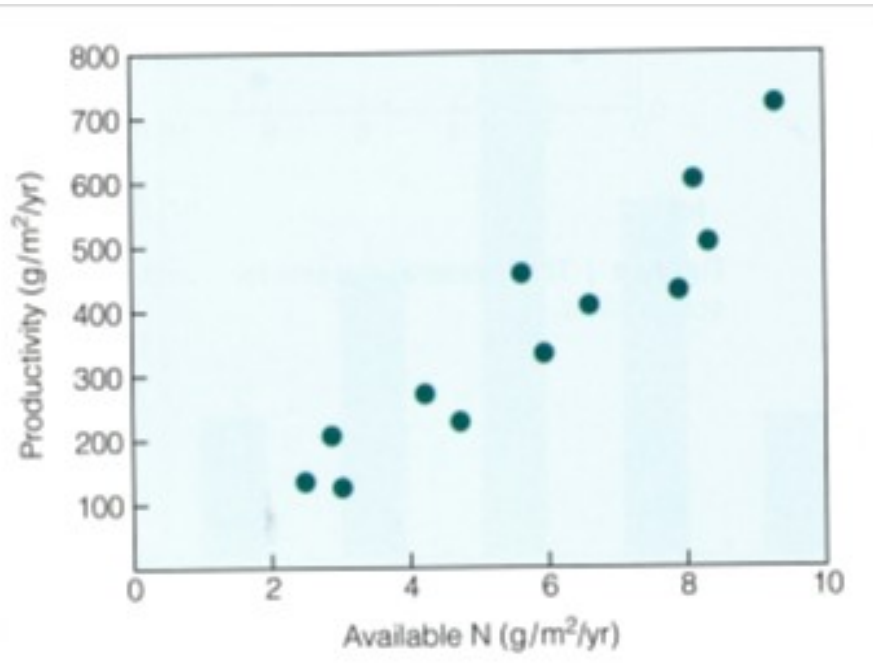
Pozorování by mělo být verifikovatelné

Nutnost kontroly

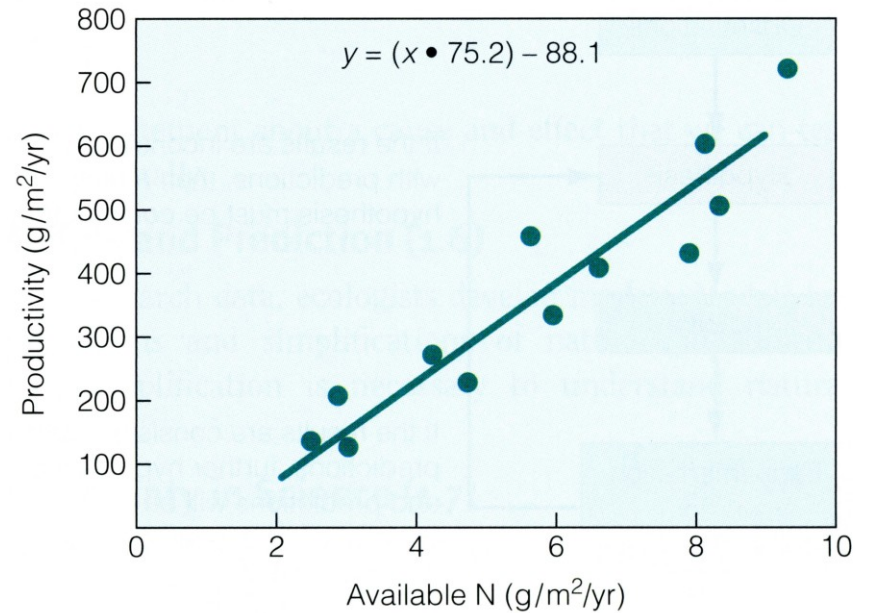
Správná interpretace výsledků – velikost studovaného vzorku - statistika

Příklad analýzy ekologického vztahu

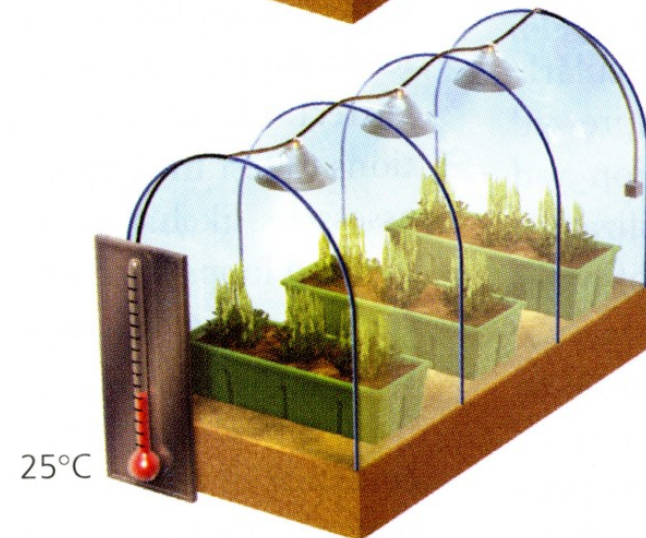
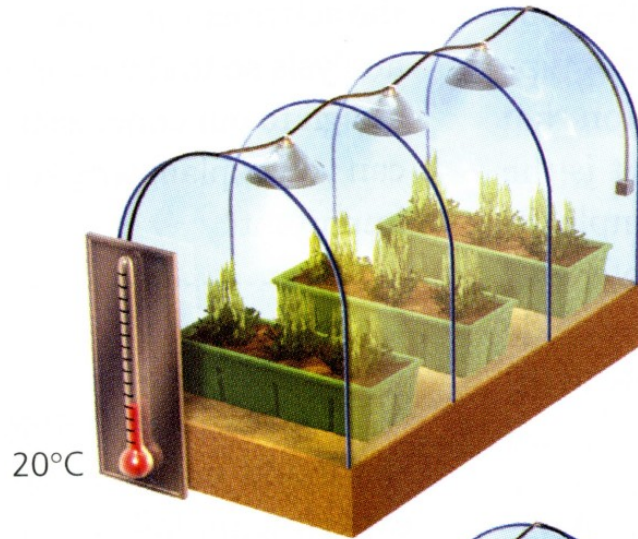
Pozitivní vztah mezi N a produkcí



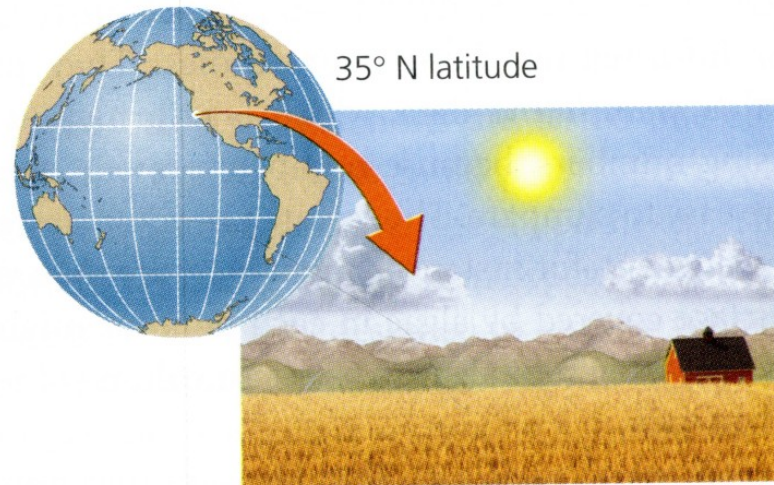
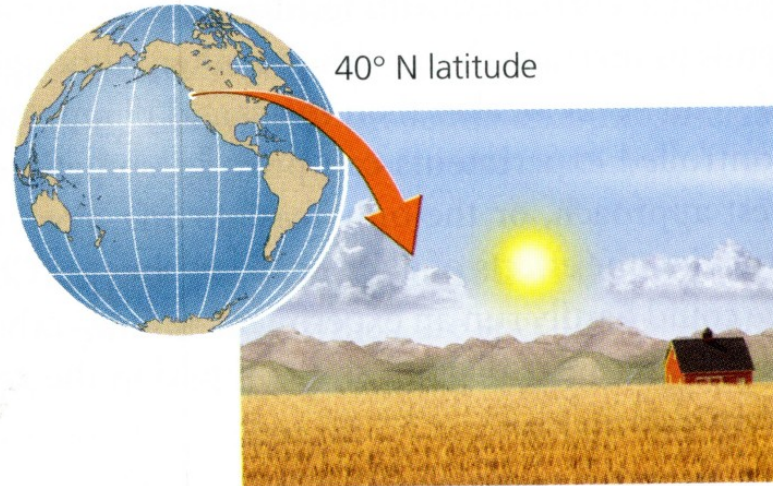
Jednoduchý model lineární regrese



Ekologie jako experimentální věda

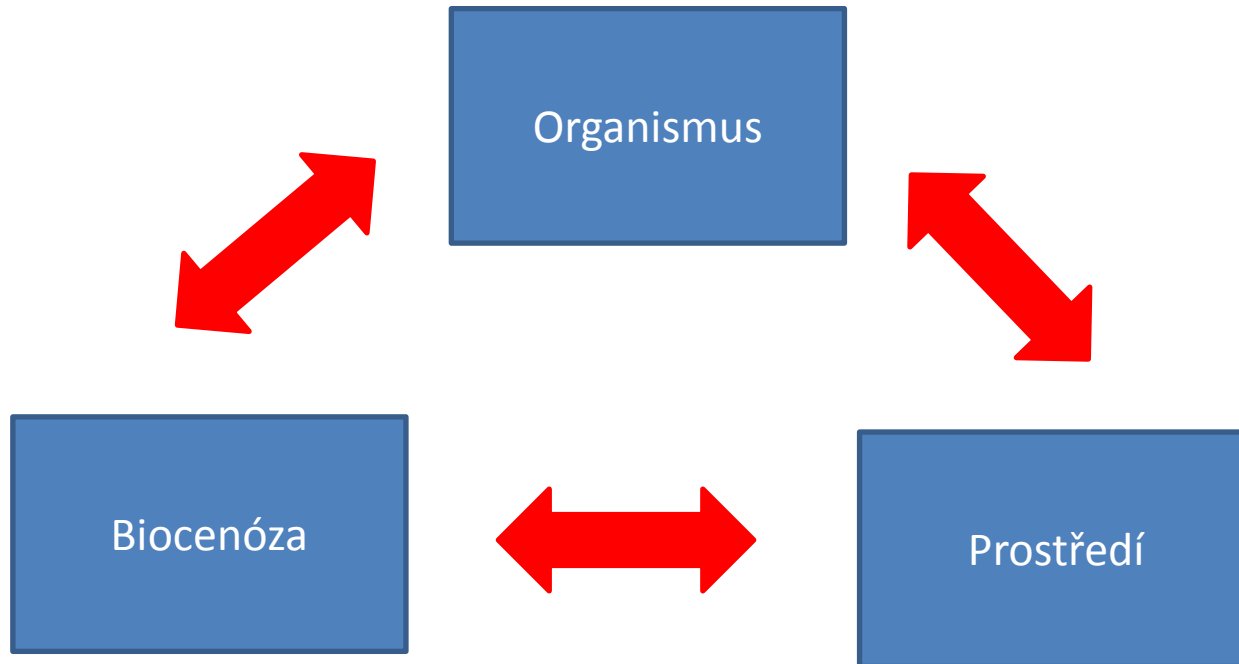


(a) Manipulative experiment



(b) Natural experiment, or correlational study

Základní ekologický systém



Základní koncepty studia ekologie

- Studované ekologické systémy mohou být tak malé jako je velikost určitého organismu a tak velké jako je celá biosféra
- Ekologové studují přírodu vždy na různých úrovních
- Rostliny, živočichové a mikroorganismy hrají v ekologických systémech vždy různé/rozdílné role
- Pojem habitat definuje místo, kde organismus žije, nika pak jeho funkci
- Ekologické systémy a procesy mají vždy svůj charakteristický rozměr v prostoru a čase
- Ekologické systémy a procesy jsou řízeny na základě fyzikálních a biologických principů
- Ekologové studují přírodu vždy metodami založenými na pozorování a nebo na experimentu
- Člověk (lidská společnost) tvoří významnou část biosféry
- Vliv člověka na přírodu má v ekologii stále větší význam

Vztah mezi organismy a jejich prostředím

Prostředí: abiotické versus biotické

Rozmístění druhů v prostředí:
nenáhodné, nehomogenní

Jaké jsou příčiny rozmístění druhů ?

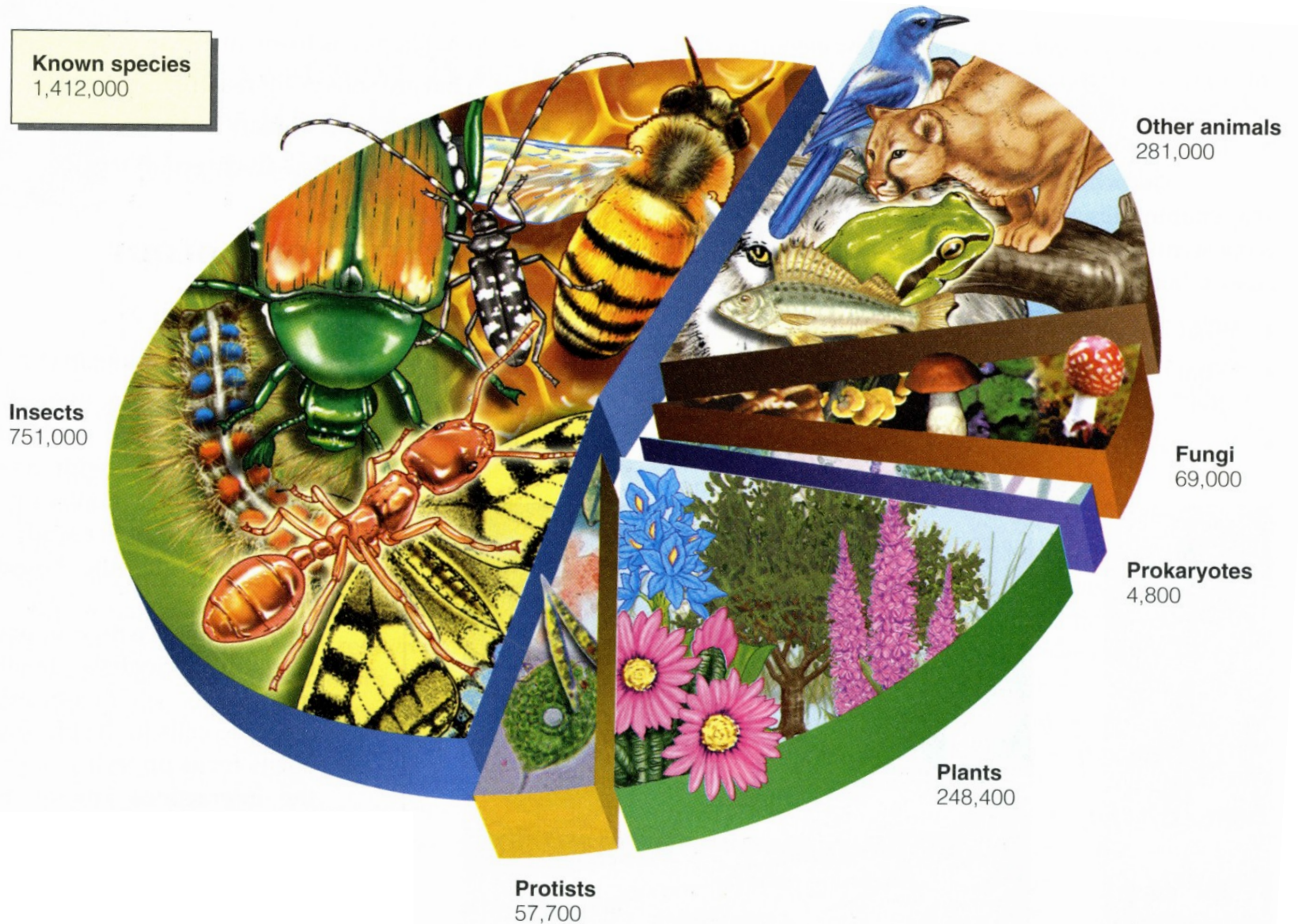
Které vlastnosti umožňují druhu žít v daném prostředí a které ho vylučují ?

Rozmanitost druhů:

Co je příčinou druhové rozmanitosti ?

Jak došlo a dochází k diverzifikaci druhů ?

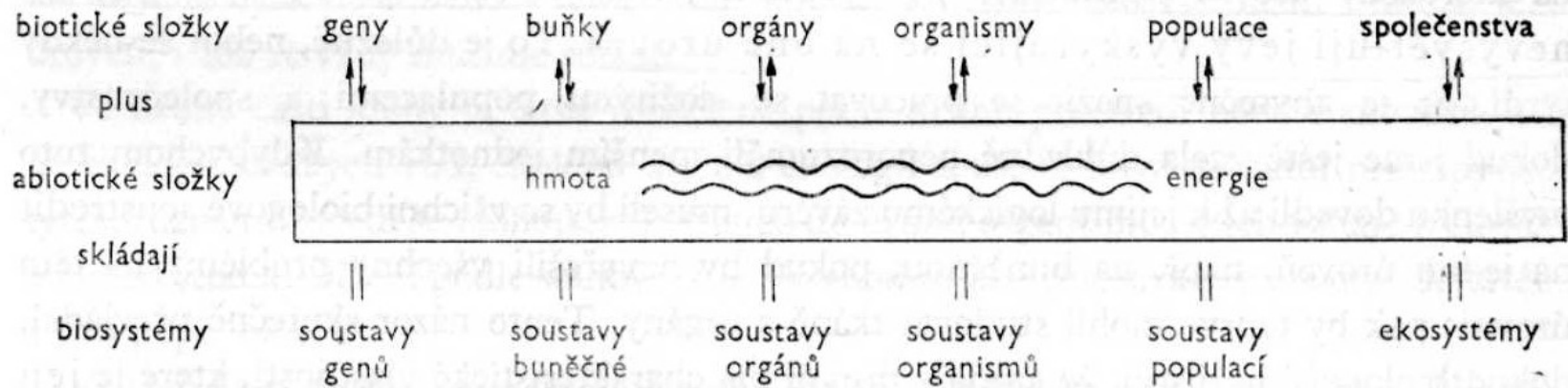
Předpokládané počty druhů



Různé biologické funkce organismů

- **Prokaryota** (Archaeobacteria, Eubacteria) – jednoduché organismy bez buněčného jádra, vysoká rozmanitost chemických reakcí, mají obrovský ekologický význam jako součást elementárních cyklů v ekosystému
- **Protista** – extrémně rozmanitá skupina většinou jednobuněčných organismů majících buněčnou membránu a jiné buněčné organely
- **Zelené řasy** – jedna z linií fotosyntetizujících protistů, odpovídají za většinu biologické produkce ve sladkovodních ekosystémech
- **Zelené rostliny** – komplexní, primárně terestrické fotosyntetizující (autotrofní) organismy, fixují většinu organického uhlíku v biosféře
- **Houby** – primárně terestrické heterotrofní organismy obrovského významu jako rozkladači recyklující organický odpad v ekosystému. Mnoho patogenních a symbiotických forem.
- **Živočichové** – akvatické a terestrické heterotrofní organismy živící se jinými formami života nebo jejich organickými zbytky. Jejich komplexita a mobilita vedla k obrovské diversifikaci jejich životních forem.

Hierarchie biologických systémů



Princip enkapse

Hierarchie biologické systémů

- Ekologie je zabývá především těmito základními stupni biologické organizace/hierarchie:
 - Jednotlivým organismem
 - Populací složenou z jedinců téhož druhu
 - Společenstvem – složeným z většího či menšího počtu populací
 - Ekosystémy – složenými z většího či menšího počtu společenstev

Hierarchické úrovně ekologie

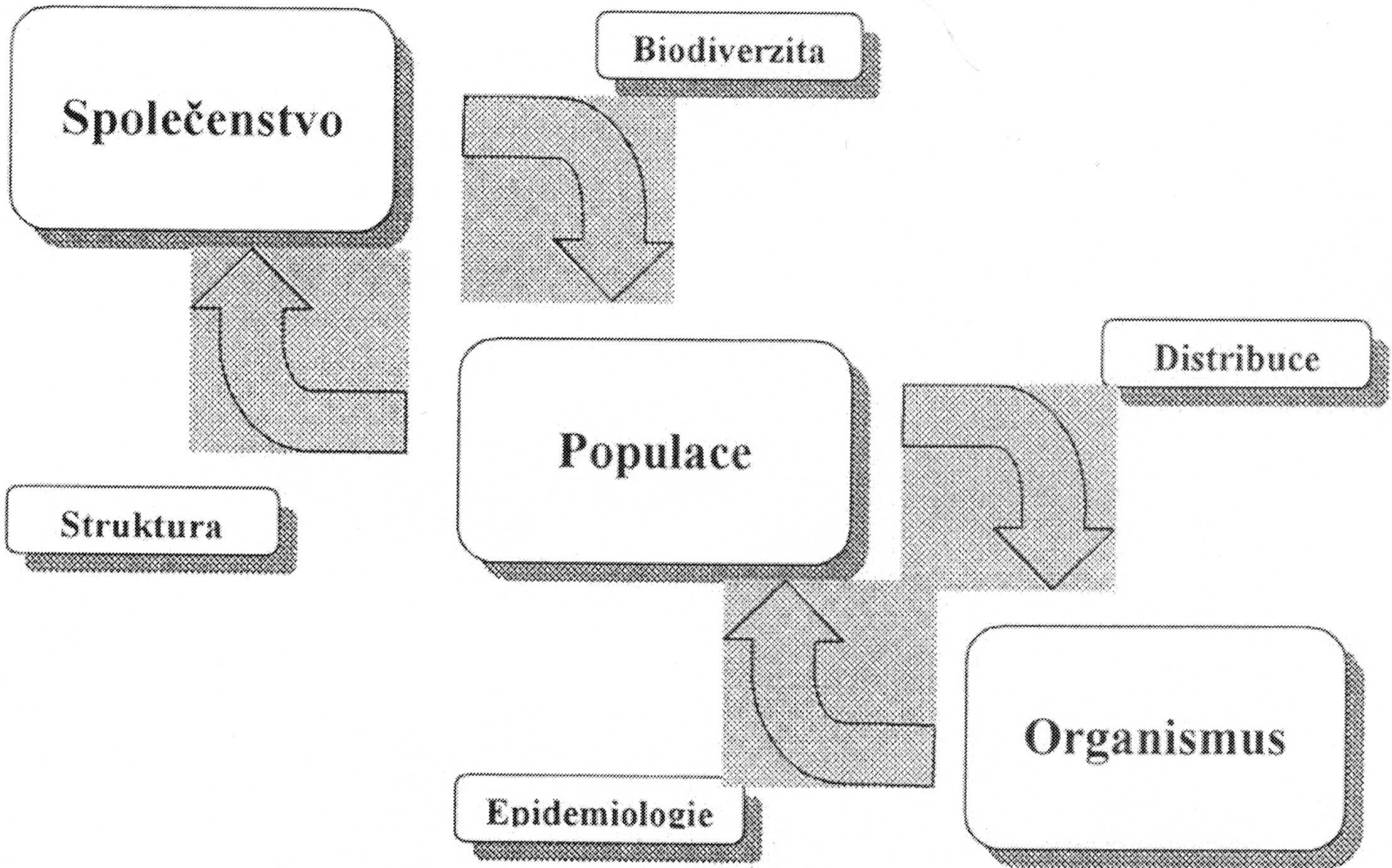
3 základní jednotky:
organismus, populace, společenstvo

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

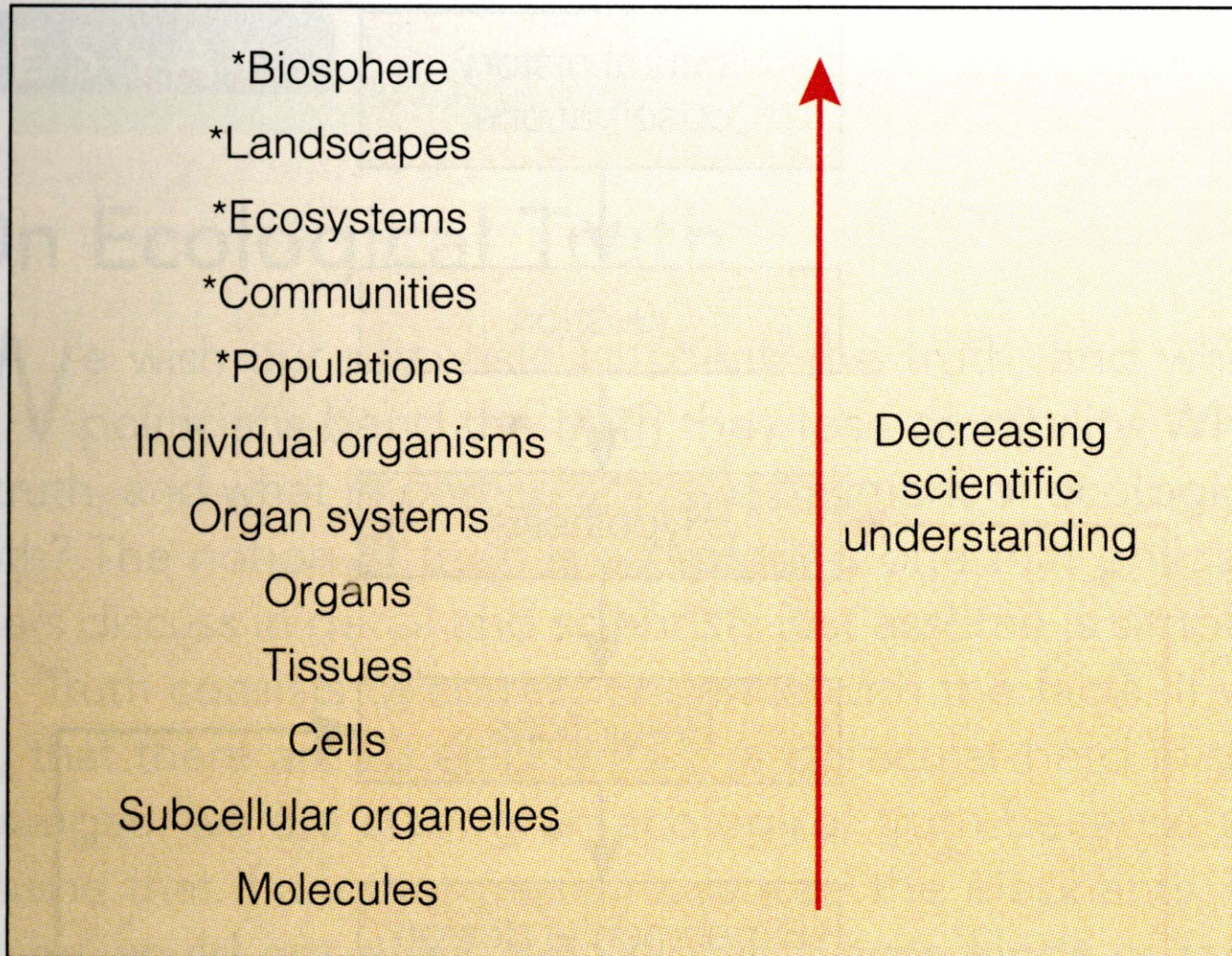
Demekologie – jedinci jedné populace ve vztahu k faktorům prostředí

Synekologie – skupina organismů ve vztahu k faktorům prostředí

Hierarchické/metodické úrovně ekologie



Úroveň porozumění procesům biologické integrace



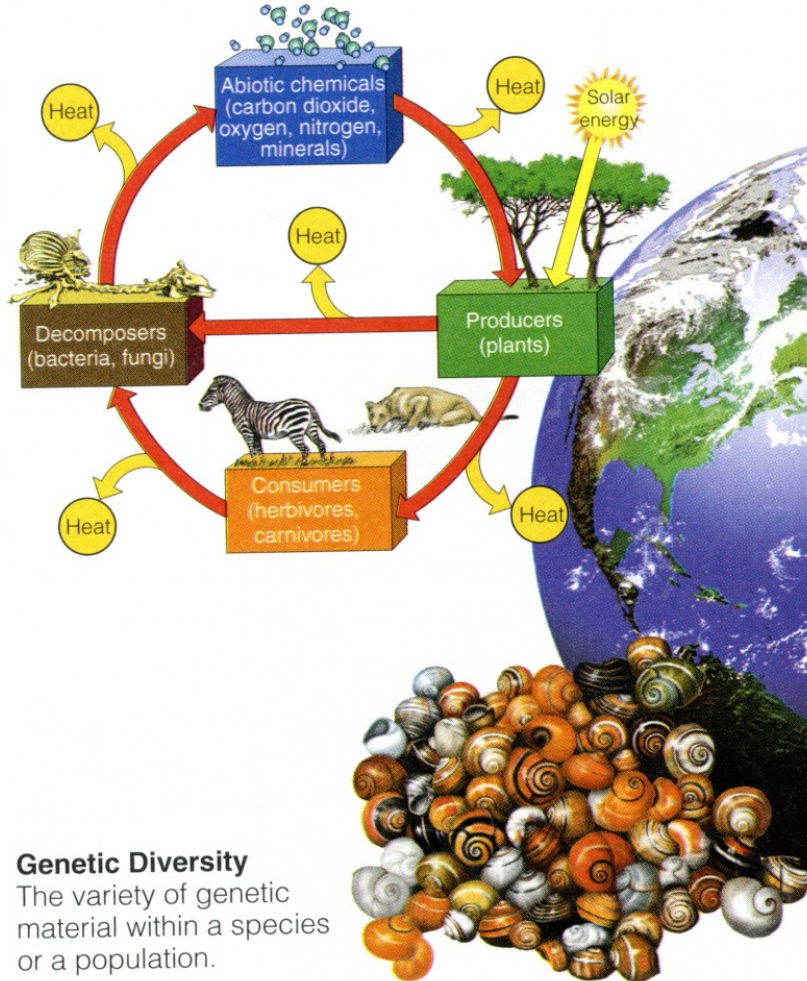
Studium ekologie podle hierarchické úrovně zkoumaných objektů

- **Úroveň jedince** (autekologie): nejužší pojem, týká se pouze vztahu jednoho konkrétního jedince k ostatním jedincům, nebo k okolnímu prostředí. Výměna energie a látek s prostředím, přežívání a rozmnožování, základní jednotka přírodního výběru, chování. Příklad: ekologie zajíce
- **Úroveň populace** (demekologie): zabývá se vztahy mezi soubory jedinců stejného druhu (populace) a prostředím. Dynamika populace v prostoru a čase, základní jednotka evoluce. Příklad: ekologie zaječí populace, osídlující podhorské louky v Pošumaví.
- **Úroveň společenstva** (synekologie): se zabývá vztahy mezi souborem jedinců různých druhů pobývajících na jednom stanovišti (společenstvo). Interakce mezi populacemi, základní jednotka biodiversity. Příklad: ekologie bukového lesa.
- **Úroveň ekosystému** (ekologie biomu): zabývá se nejvyšší úrovní přírodních objektů (biom), je blízce příbuzná biogeografii, tedy nauce o rozmístění organismů na Zemi. Tok energie látek v prostředí. Příklad: ekologie středoevropských opadavých lesů.
- **Úroveň biosféry** (globální ekologie): studuje procesy v biosféře, zabývá se globálními ekologickými, ale i sociálními problémy, které s ekologií souvisí. Různé části/komponenty biosféry jsou vzájemně propojeny pohyby vzduchu, vody a organismů. Globální ekologie je blízká globalistice.

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

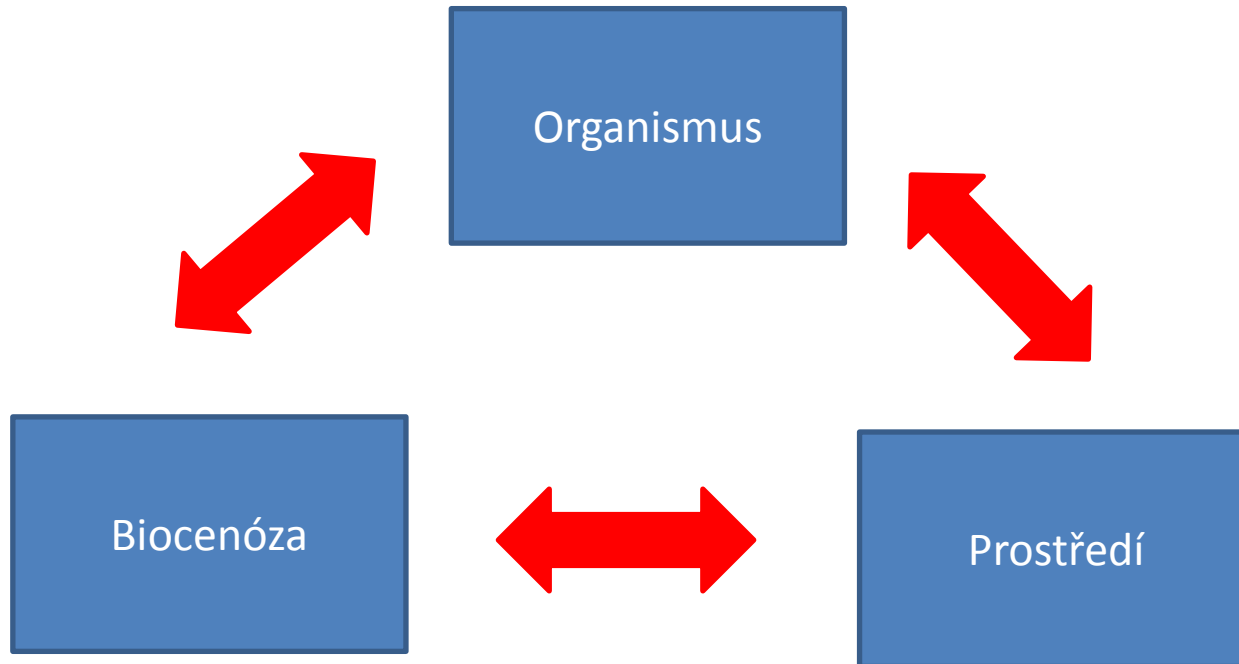
The variety of terrestrial and aquatic ecosystems found in an area or on the earth.



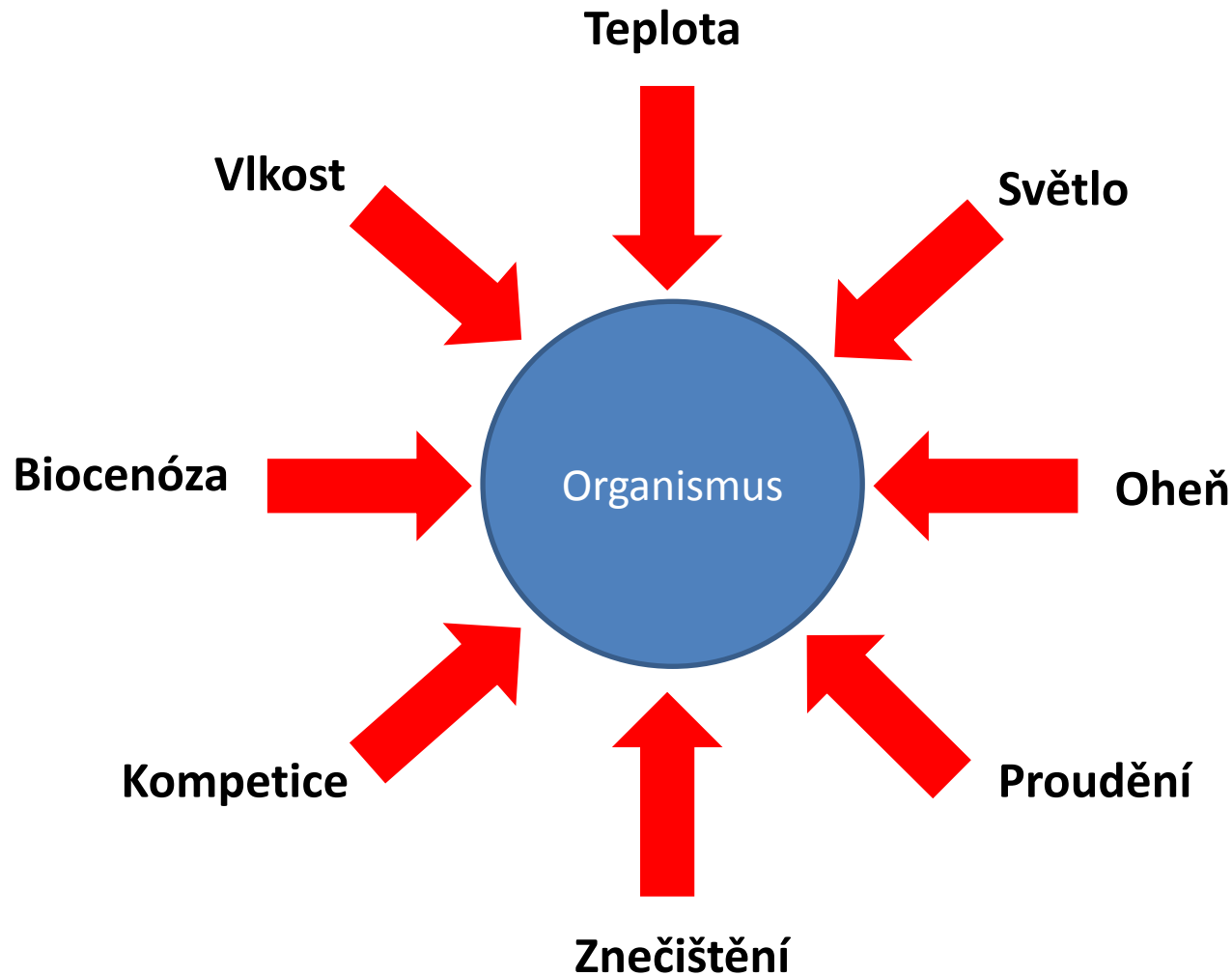
Species Diversity

The number of species present in different habitats

Co to jsou ekologické faktory a jak působí ?



Jak působí ekologické faktory na organismus ?



Jaké jsou základní ekologické faktory ?

Co je a není ekologický faktor ?

Můžeme tyto faktory nějak členit/klasifikovat ?

Podle povahy působení ?

Fyzikální, chemické, klimatické, environmentální, akvatické, terestrické, edafické, etologické, sociologické atd. atd.

Odtud např.:

- Abiotické *versus* Biotické
- Podmínky *versus* Zdroje

Na co všechno působí tyto faktory ?

Jak tyto faktory vůbec vznikají ? Co je generuje ?

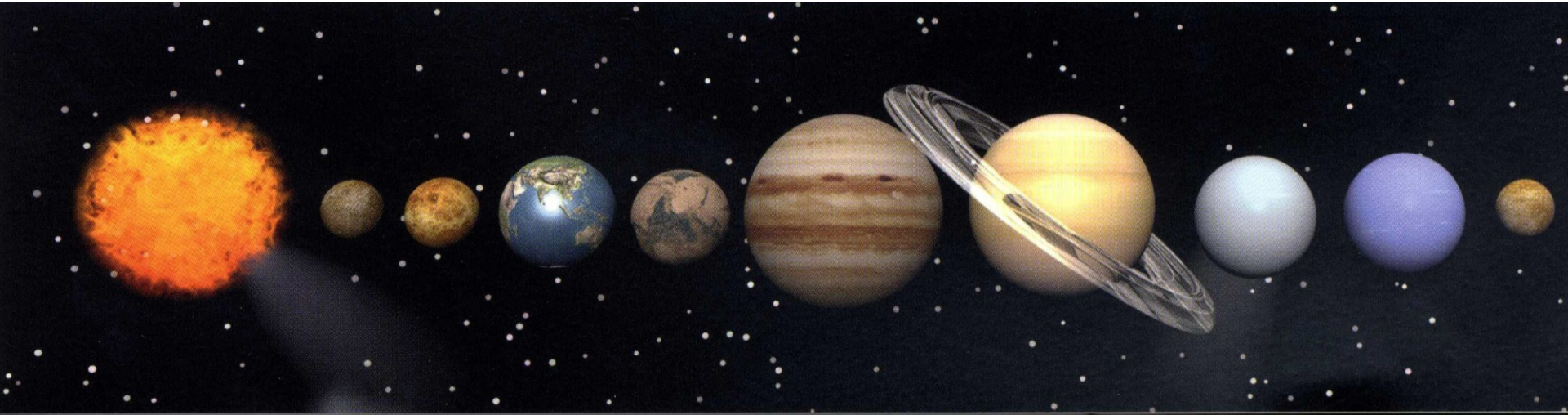
Mohou mezi nimi být nějaké souvislosti/interakce?

Vítejte ve Vesmíru.





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

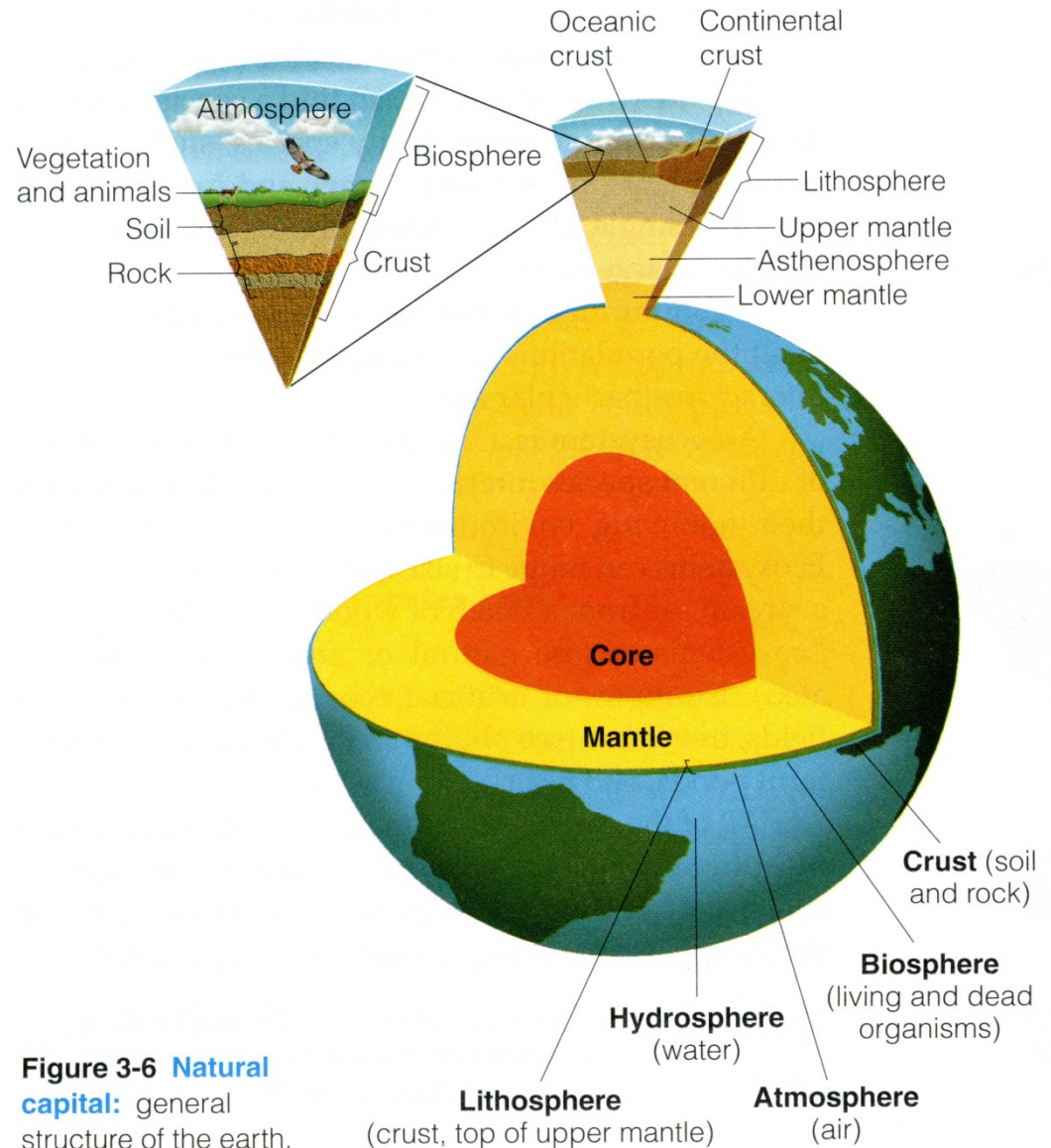
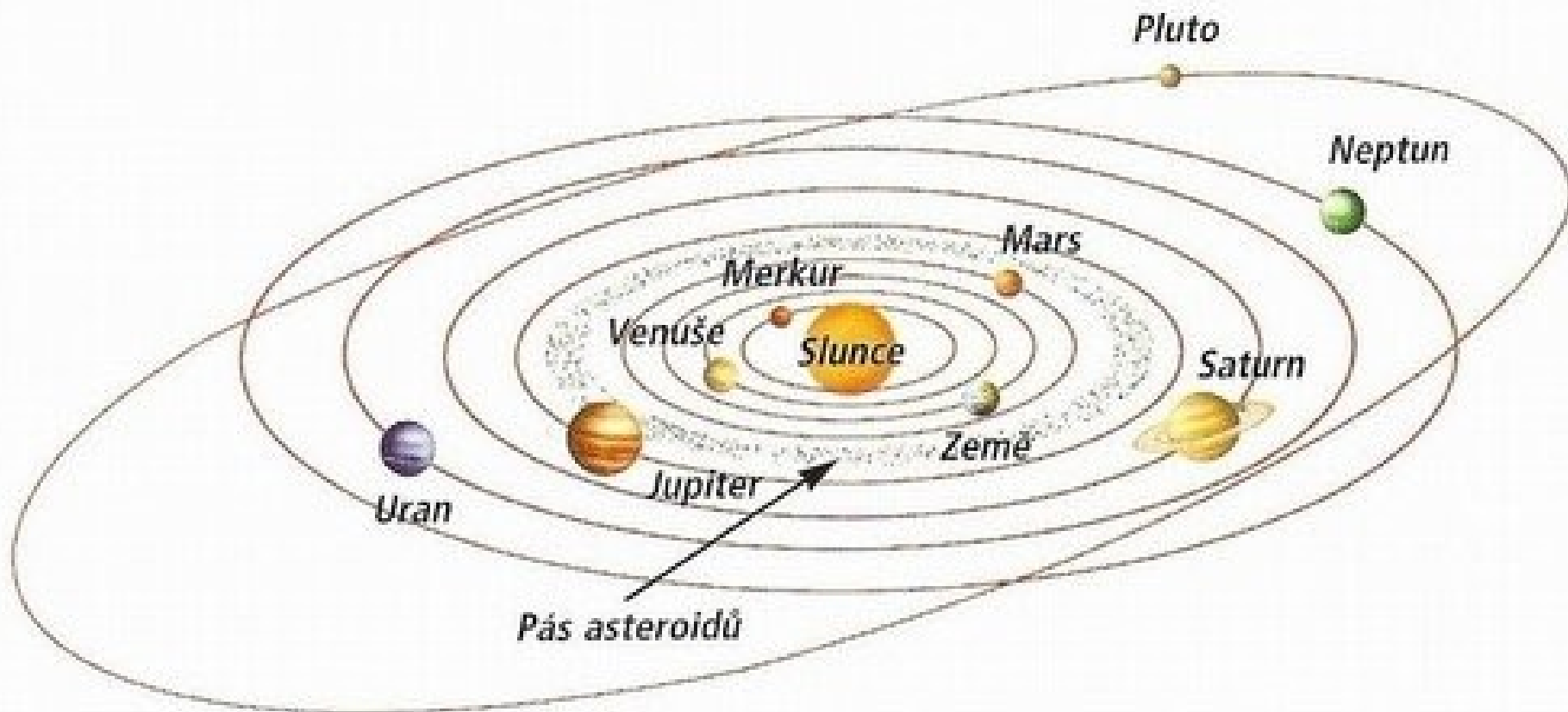


Figure 3-6 **Natural capital:** general structure of the earth.

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

Model sluneční soustavy

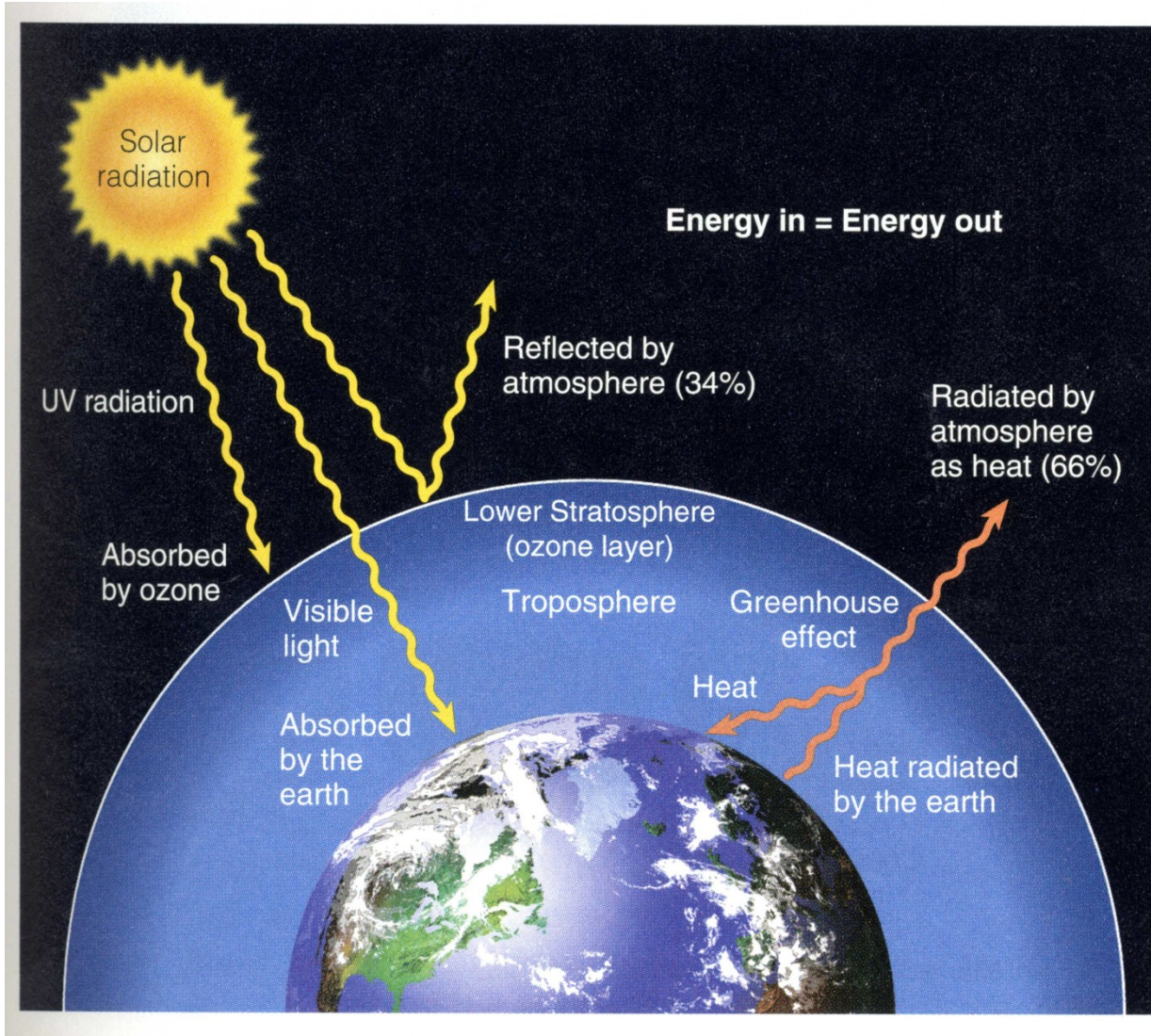


Ekologické faktory a planetární pohyby

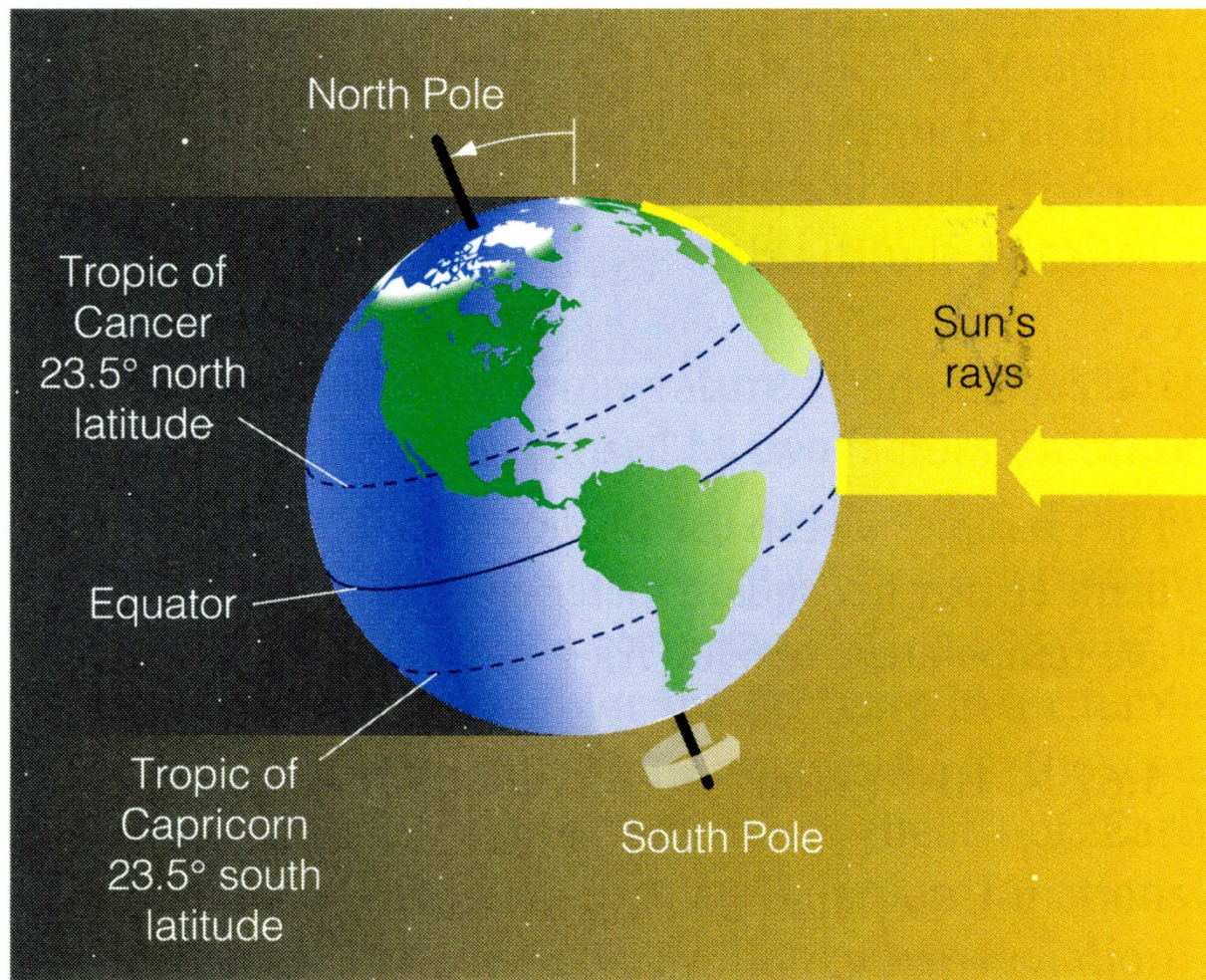
- **Rotace Země kolem Slunce** – roční cyklus – sezónnost – teplota, fotoperioda, délka světelného dne (např. jaro, léto, podzim, zima)
- **Rotace Země kolem své osy** – denní cyklus (střídání noci a dne)
- **Rotace Měsíce kolem Země** – měsíční cyklus – mořské dmutí (příliv a odliv)

Rotace Země kolem Slunce

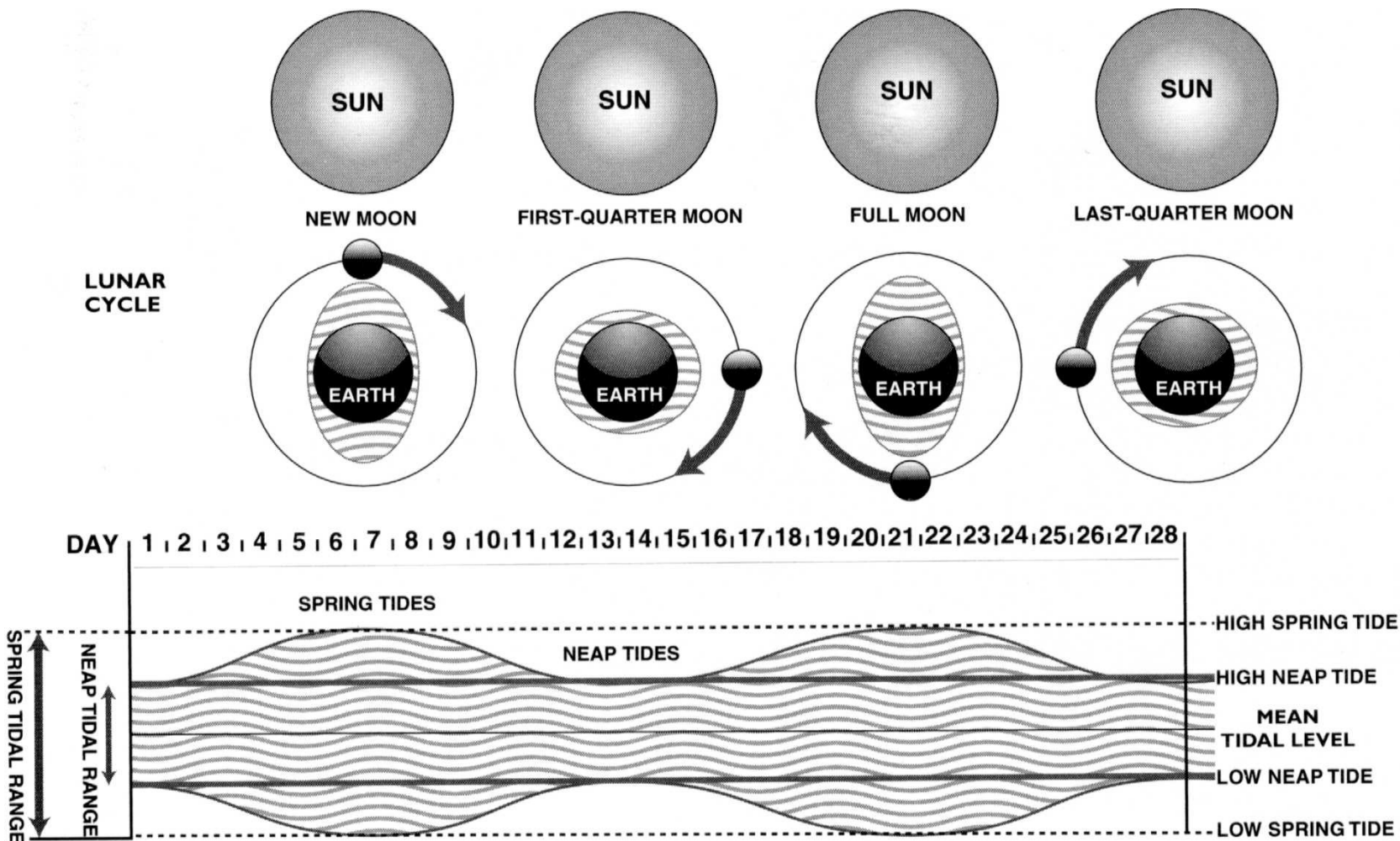
Tok energie ze Slunce na Zemi



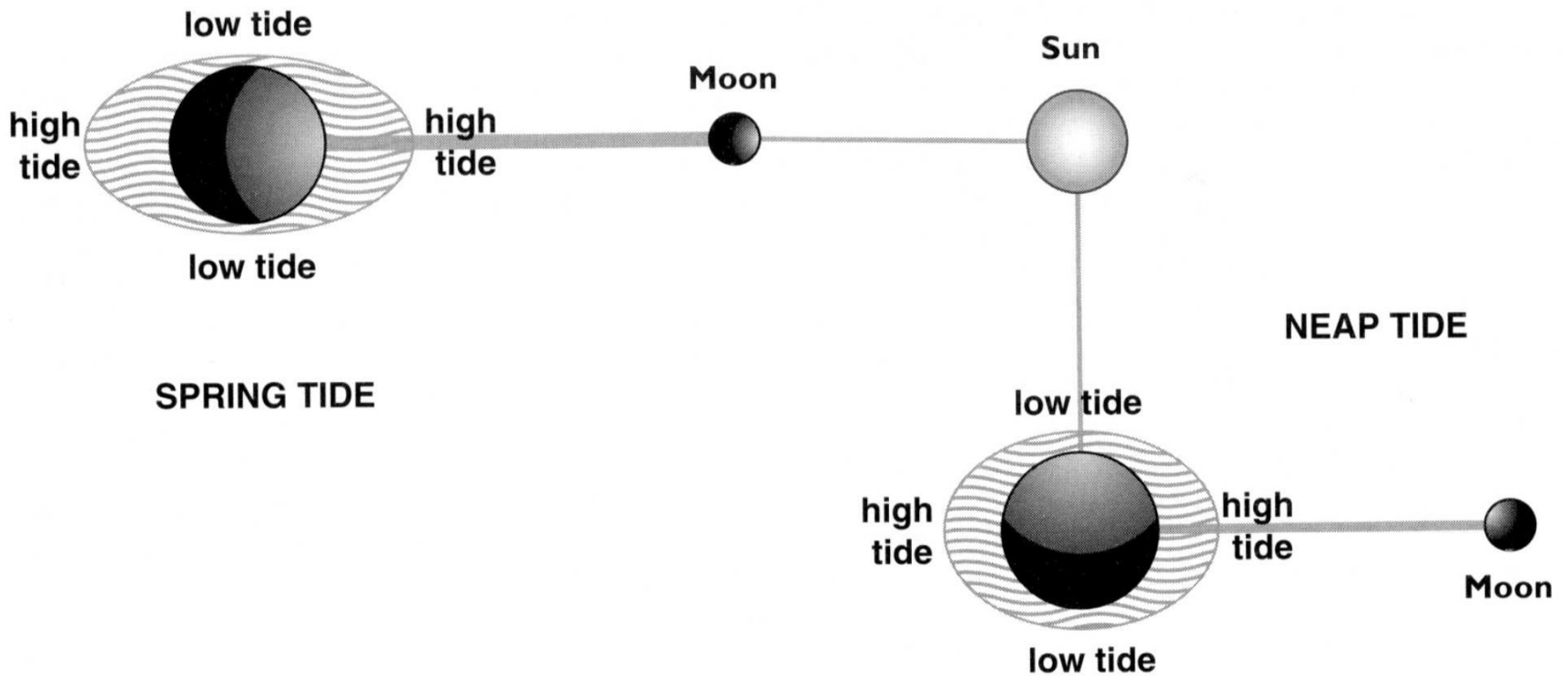
Solární energie dopadající na Zemi



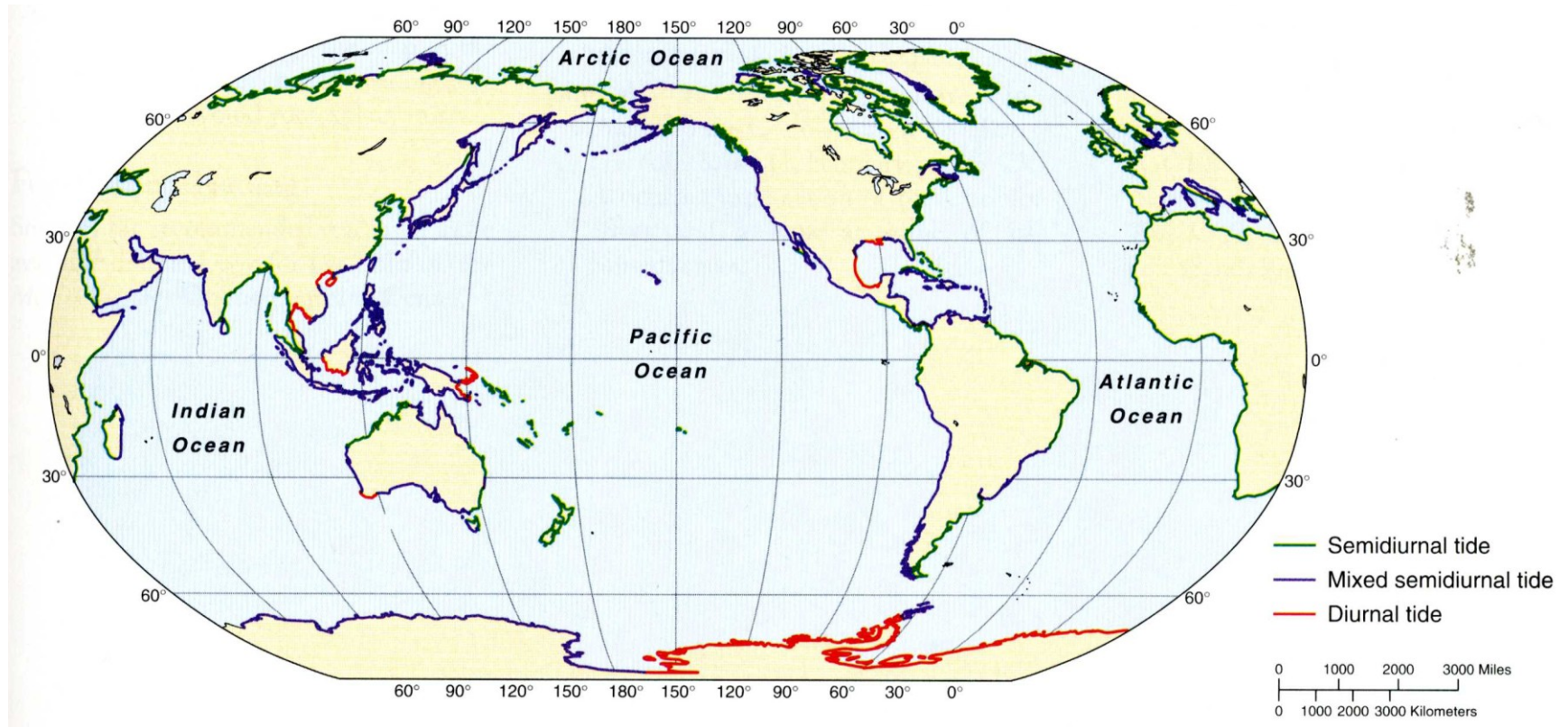
Cyklus Měsíce a průměrný měsíční příliv



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



Distribuce typů přílivů - semidiurnálního, smíšeného semidiurnálního a diurnálního



Planetární pohyby a cykličnost ekologických faktorů ?

Podle cykličnosti ?

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 I

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

Členění ekologických faktorů II

Podmínky

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

Zdroje

- Záření jako zdroj
- Anorganické molekuly jako zdroj (CO_2 , H_2O , O_2)
- Organismy jako zdroj (sezónnost, nutriční hodnota, počet samic)
- Prostor jako zdroj

Členění ekologických faktorů III

Abiotické

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

Biotické

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

Pokračování - Ekologie úvod – část II

- Evoluce versus ekologie
- Historie biologické evoluce – Charles Darwin
- Adaptace, valence, ekologická nika
- Divergence versus konvergence
- Procesy speciace