

Obecná ekologie

Prof. RNDr. Milan Gelnar, CSc.

Ústav botaniky a zoologie, PŘF MU, Brno
Čtvrtek 12.00 – 14.00

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,
- **Základy Human ecology**, Co je Human ecology, Populace a systémy zpětné vazby, regulace populace, ekosystém a sociální systémy, koadaptace, udržitelné a neudržitelné interakce human – ekosystémů. Pojetí urban biodiverzity.

Prof. RNDr. Milan Gelnar, CSc.



Osnova přednášky

Část I

- Úvod – sylabus přednášky - vyučující
- Doporučená studijní literatura
- Stručná historie ekologie
- 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
- Vznik a vývoj vesmíru a planet
- Ekologické faktory – základní charakteristiky a klasifikace

Část II

- Ekologie versus evoluce
- Historie biologické evoluce – Charles Darwin
- Adaptace a tolerance
- Ekologická valence a ekologická nika
- Evoluce a procesy speciace, divergence, konvergence



ECOLOGY

The Experimental Analysis
of Distribution and Abundance

Third Edition

Charles J. Krebs

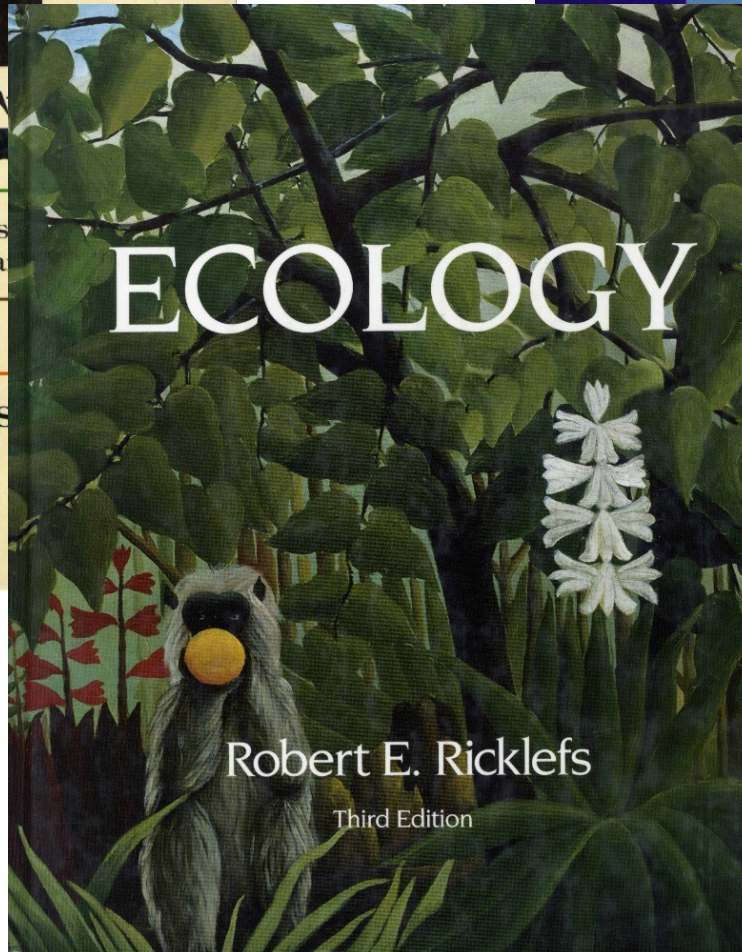


Pearson International Edition

Sixth Edition

ECOLOGY

Charles J. Krebs

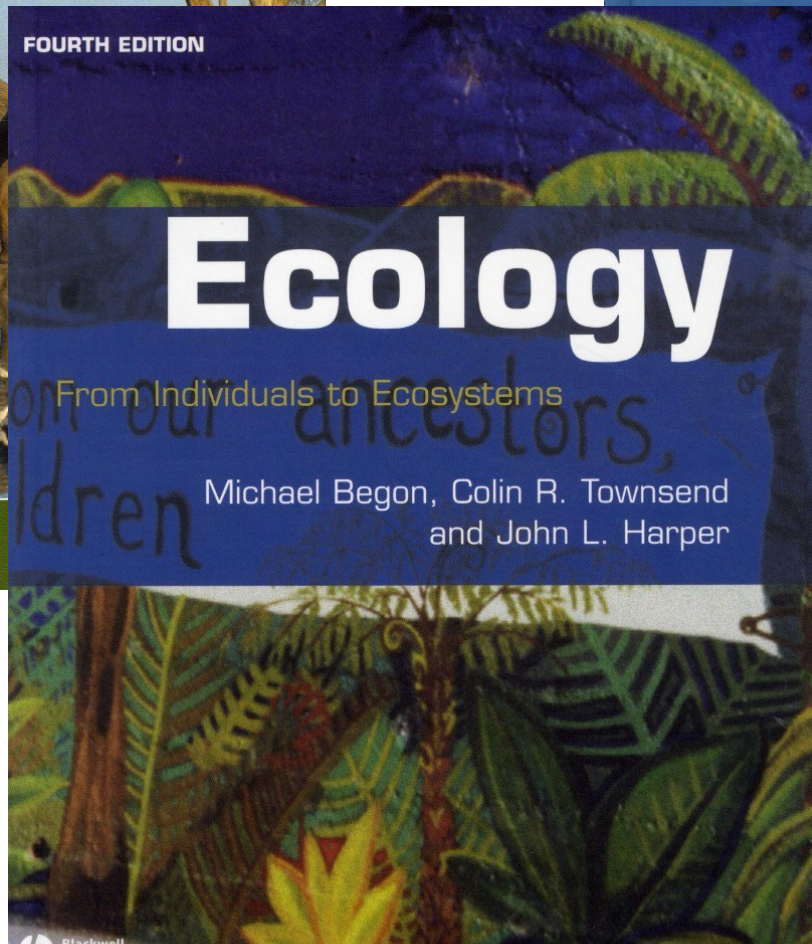
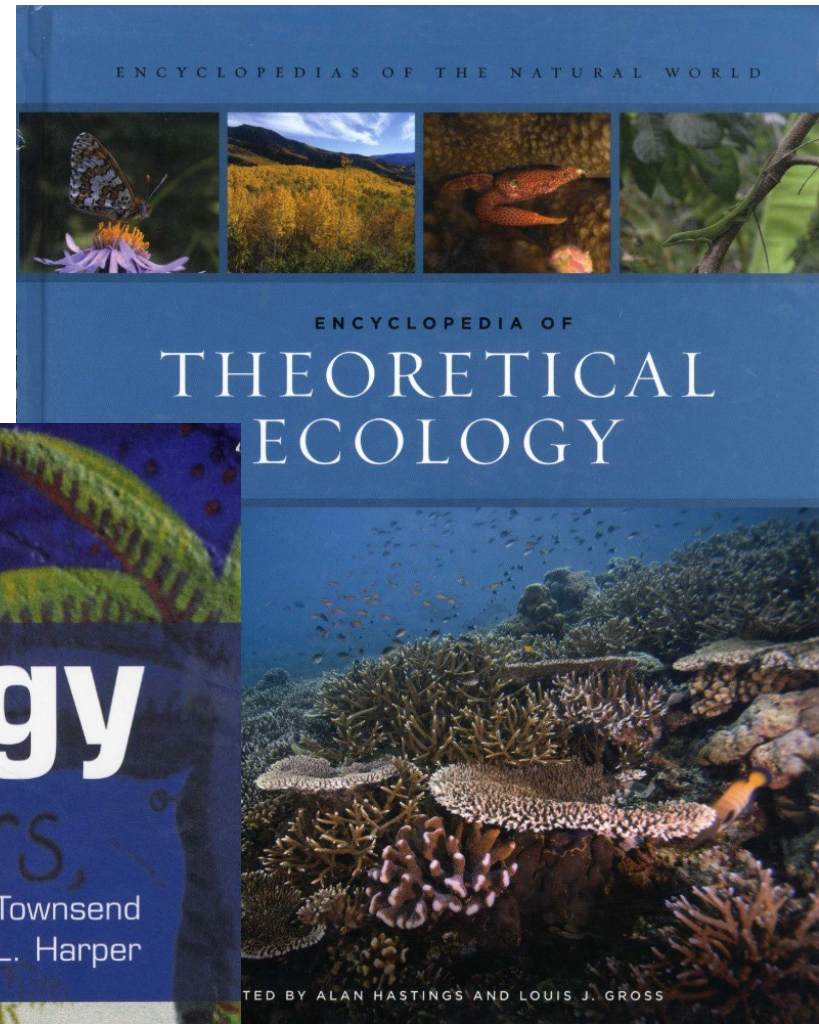
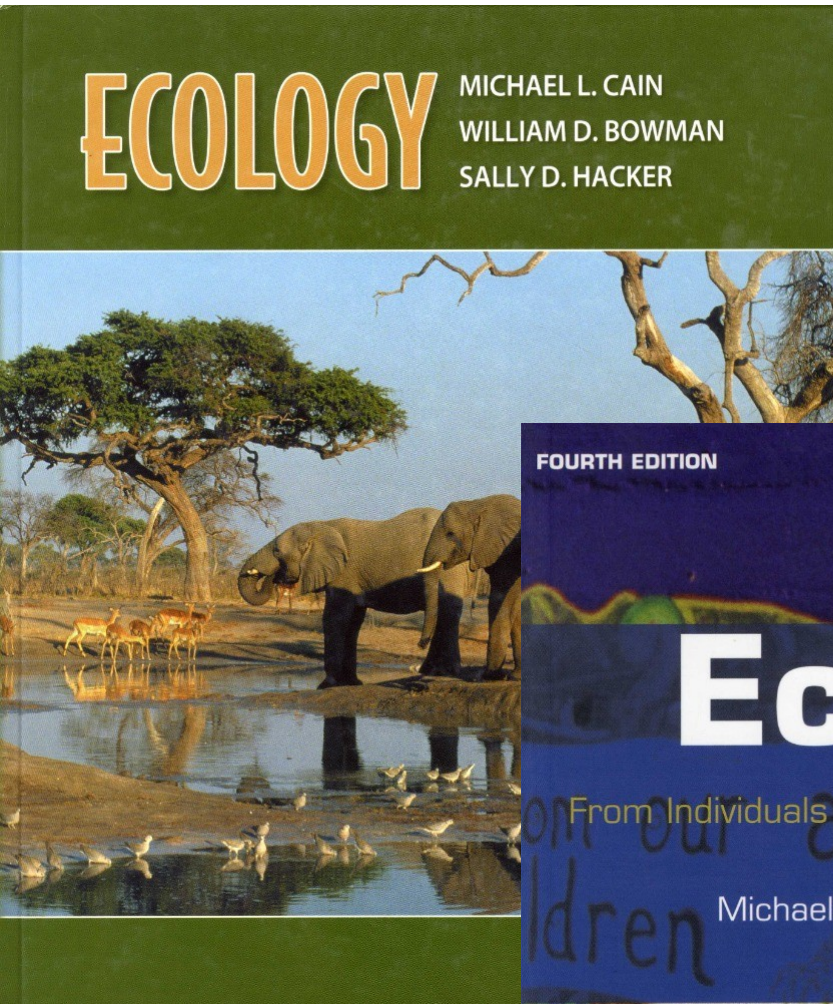


ECOLOGY

Robert E. Ricklefs

Third Edition

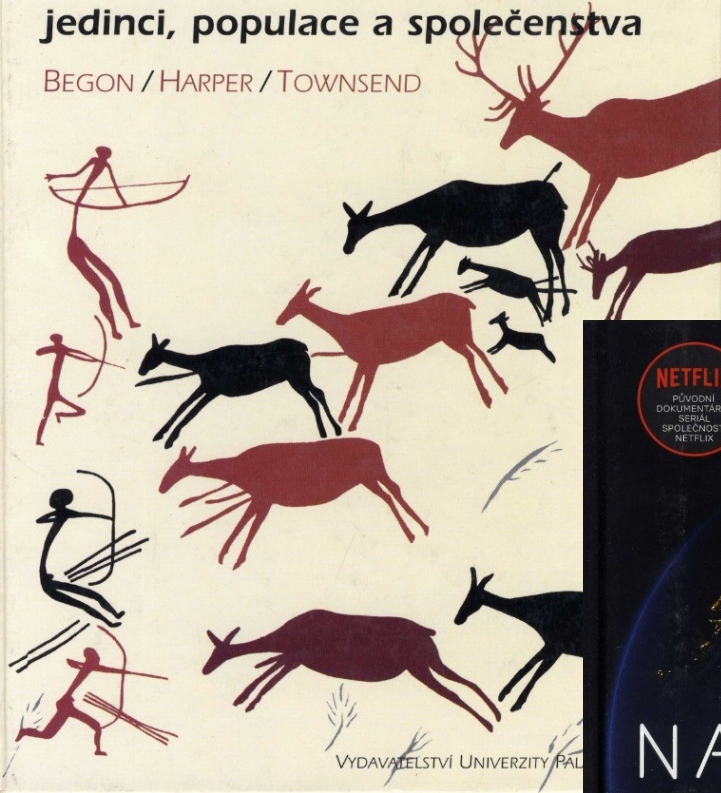
Doporučná literatura



EKOLOGIE

jedinci, populace a společenstva

BEGON / HARPER / TOWNSEND



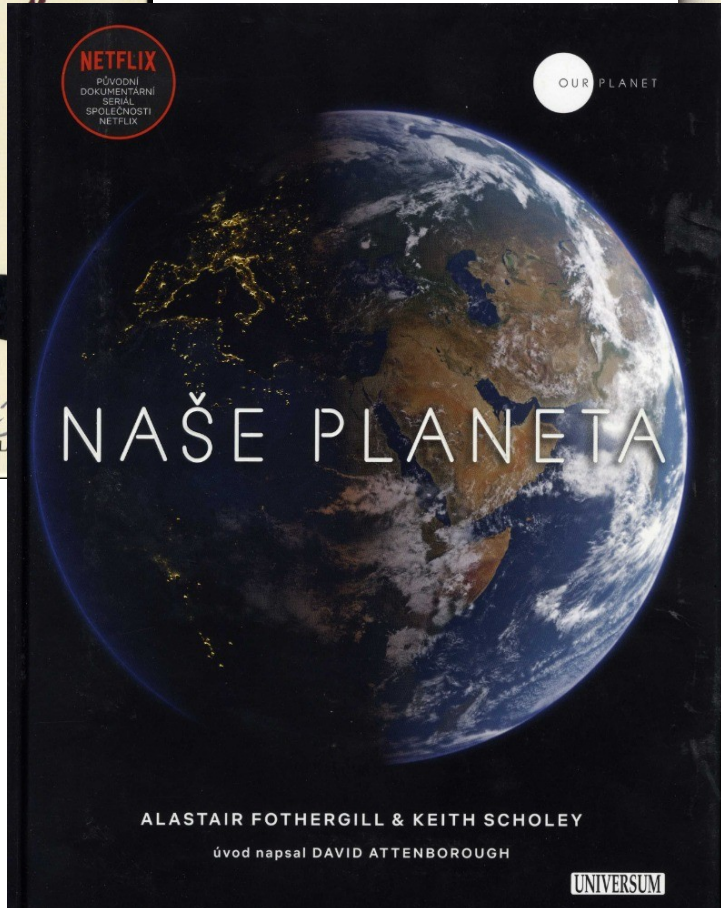
Základy ekologie

EUGENE P. ODUM

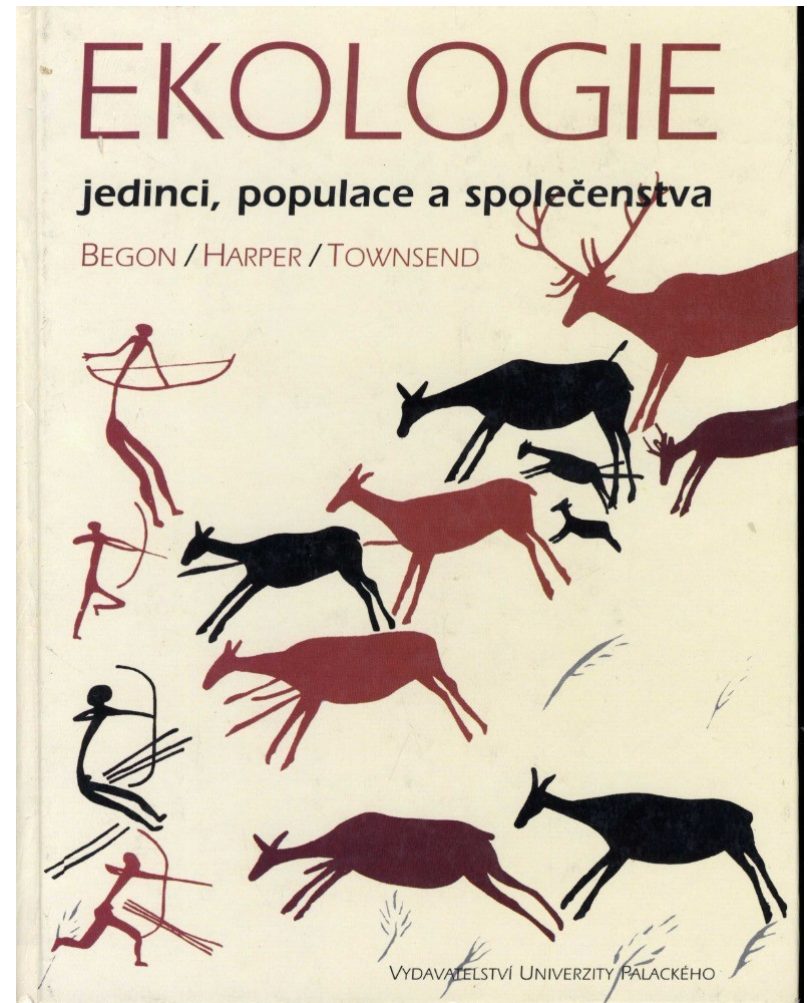
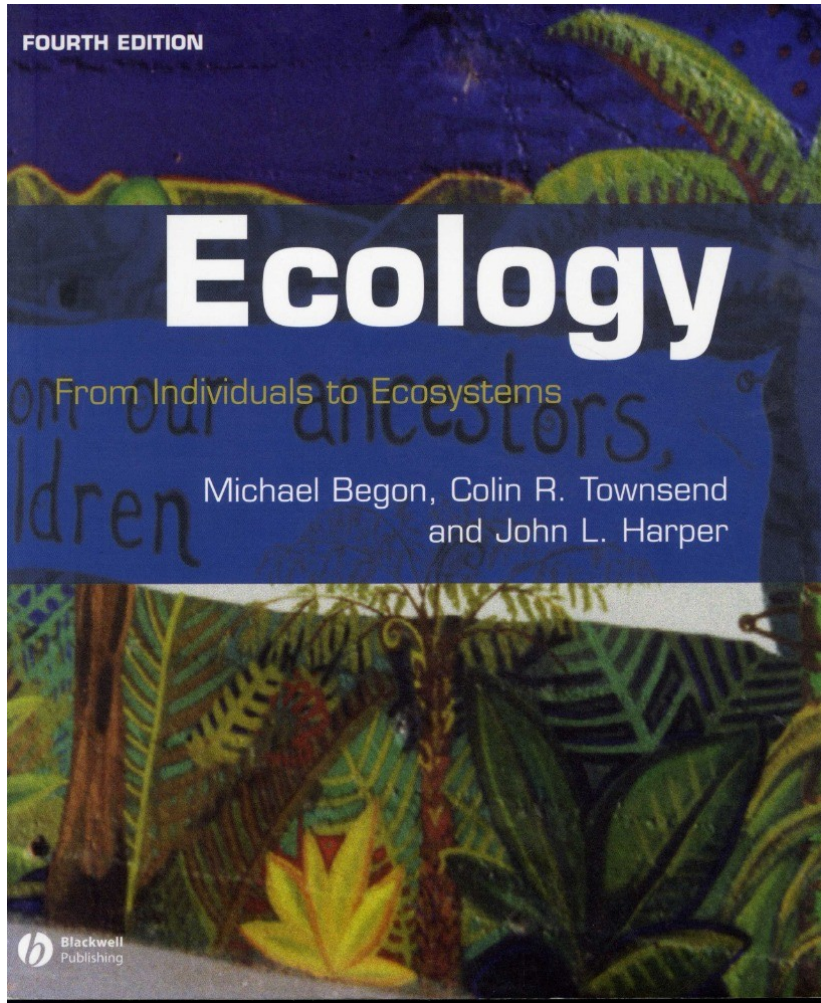
Přeložil
R. Obrtel a kolektiv

ACADEMIA / PRAHA 1977

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



Doporučená studijní literatura



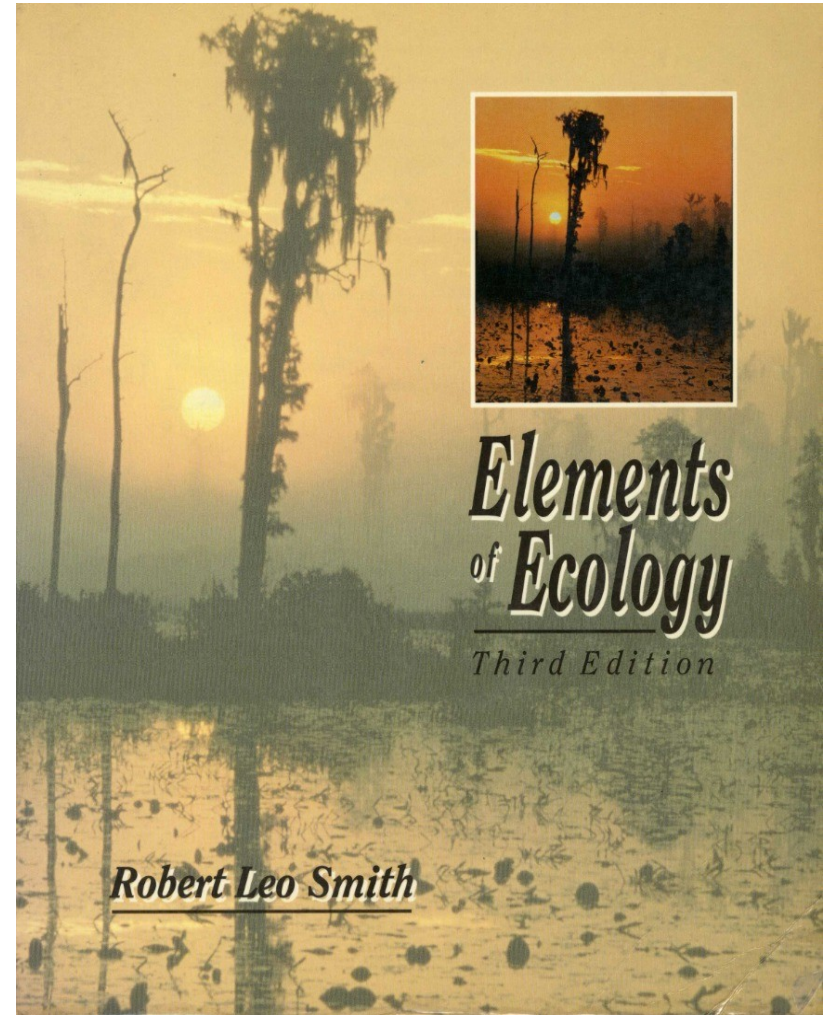
OXFORD

FIRST ECOLOGY

ECOLOGICAL PRINCIPLES AND ENVIRONMENTAL ISSUES

SECOND EDITION

ALAN BEEBY
ANNE-MARIA BRENNAN



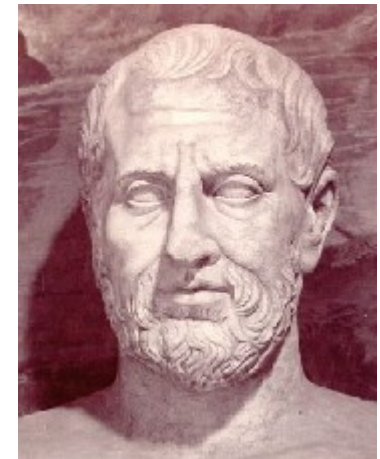
Elements of Ecology

Third Edition

Robert Leo Smith

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 Möbius – 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

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.

Ekologie úzce souvisí s řadou biologických disciplin: evoluční biologie, genetika, etologie, fyziologie - 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:

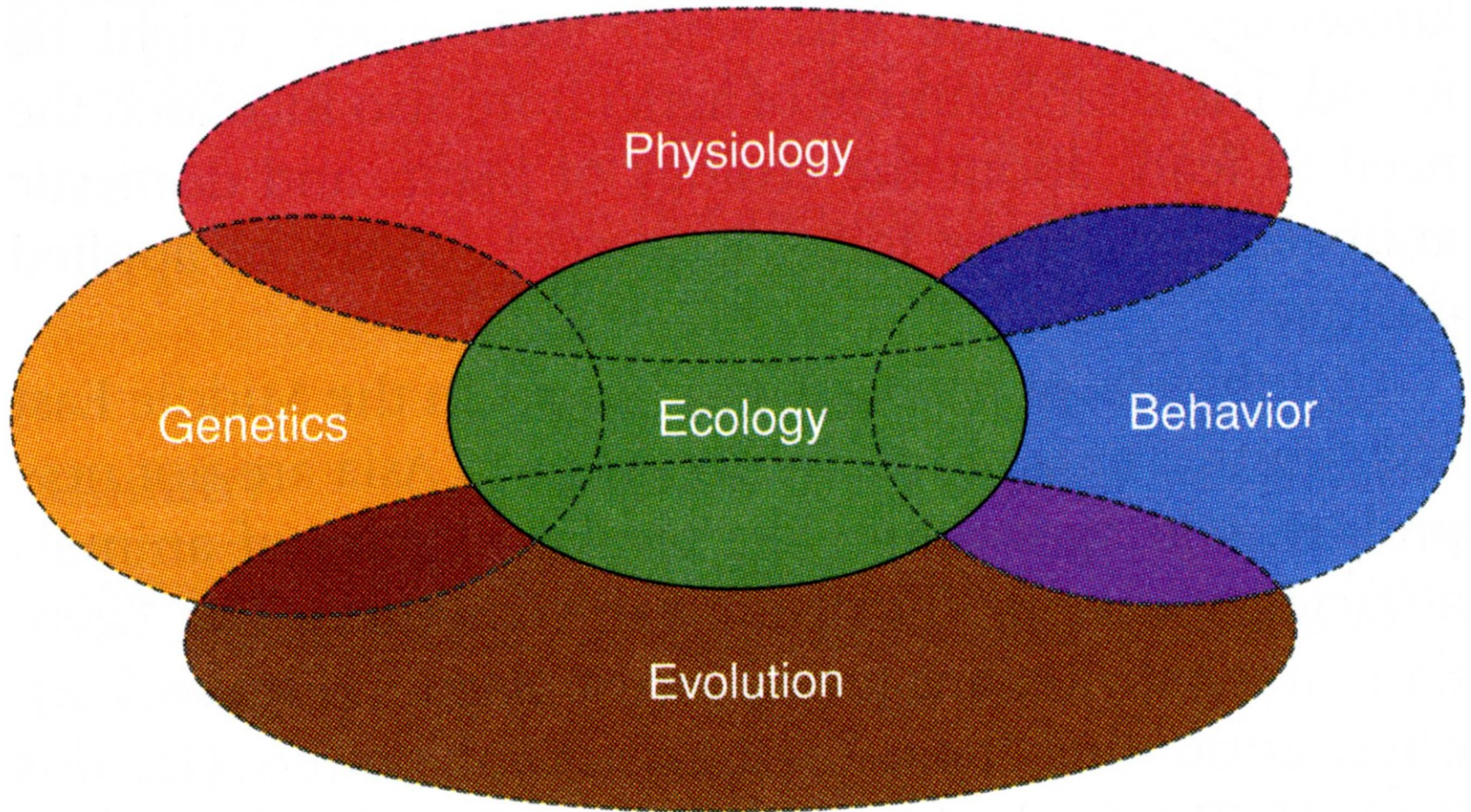
- Životní procesy, interakce a adaptace organismů

- Pohyb materiálu a energie prostřednictvím živých společenství

- Sukcesi a rozvoj ekosystémů

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

Biologické disciplíny blízce příbuzné ekologii

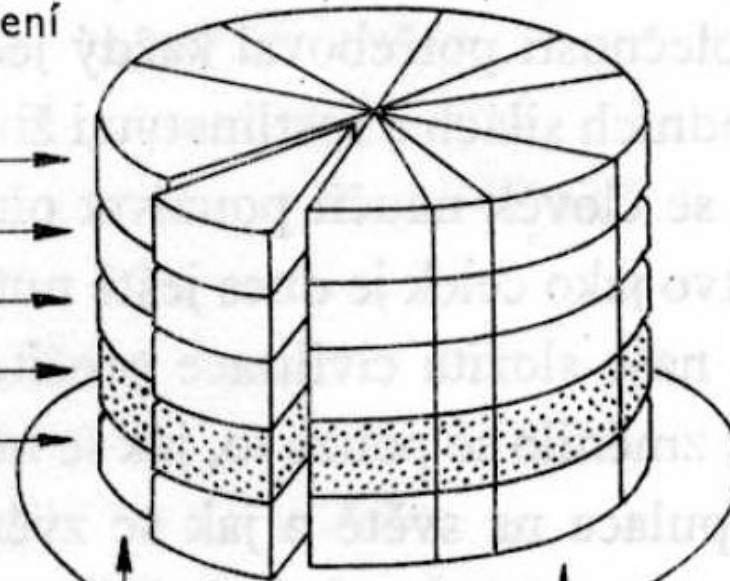


Ekologie a systém biologických věd

Biologický dort – Odum (1977)

„vrstvy“ základního dělení

molekulární biologie
vývojová biologie
genetika
ekologie
jiné



„řezy“
taxonomického dělení

bakteriologie
ornitologie
botanika
entomologie
jiné

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).
- aplikovaná ekologie: zabývá se praktickou aplikací ekologických poznatků
- produkční ekologie: zabývá se produkční analýzou trofických úrovní a koloběhem hmoty a energie v ekosystému
- ekologie globální: souvislosti a změny na celé planetě Zemi a jejich vliv na život.

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

Ekologie vychází a čerpá z řady vědních disciplín: biologie, meteorologie, klimatologie, geologie, geografie, fyzika, chemie, antropologie, lékařské vědy (hygiena), ekonomie, právo, historie, psychologie, technické vědy.

Aplikace ekologického myšlení

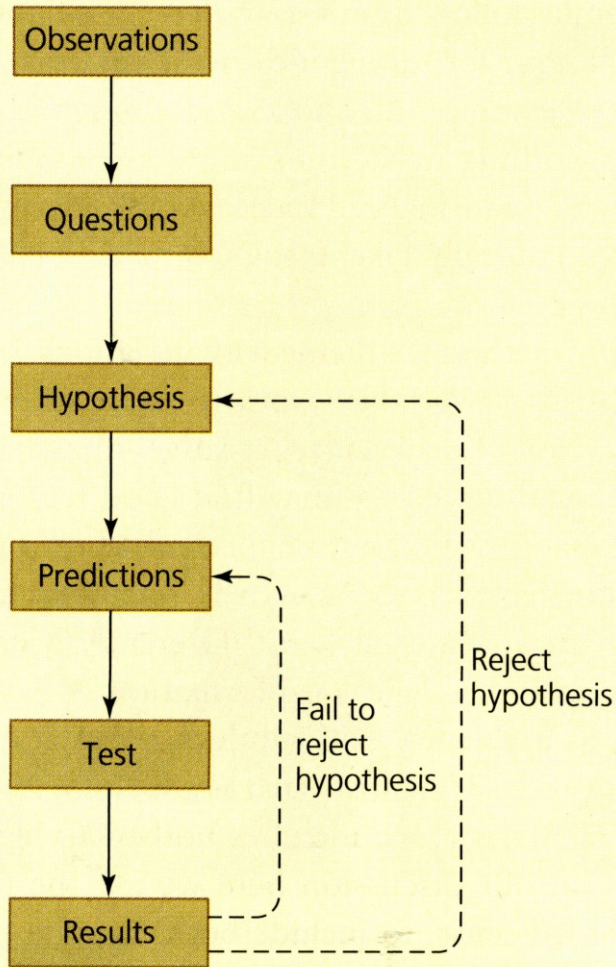
- Existuje mnoho praktických aplikací ekologického myšlení v **ochraně přírody, řízení přírodních zdrojů** (např. **agroekologie, zemědělství, lesnictví, agrolesnictví, rybolov**), urbanismu (**ekologie města**), komunitním zdraví, ekonomii, základní a aplikované vědě, stejně jako v lidských **sociálních 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.
- **Pojem ekologie se 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 jako exaktní věda

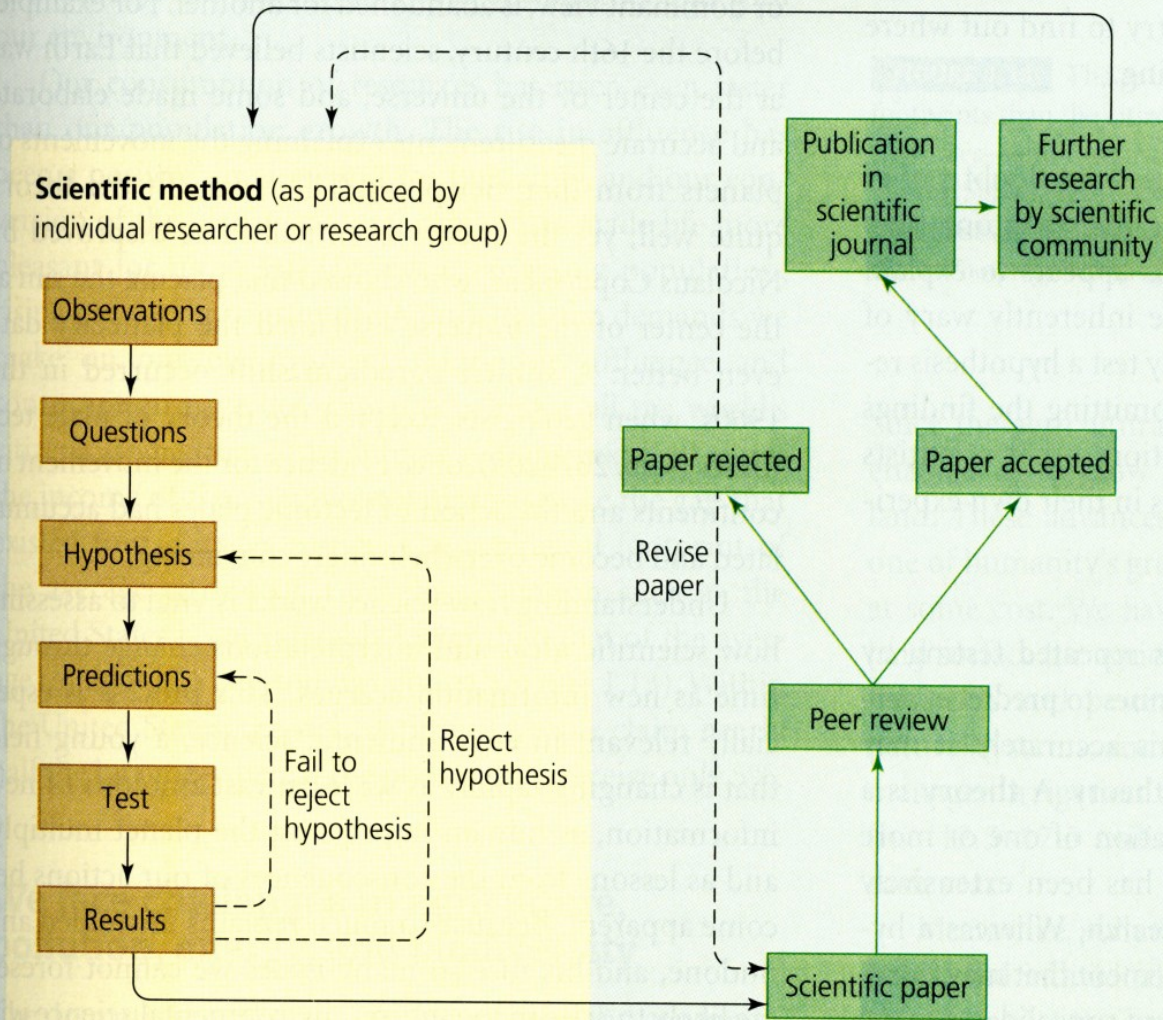
Metody ekologického výzkumu

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

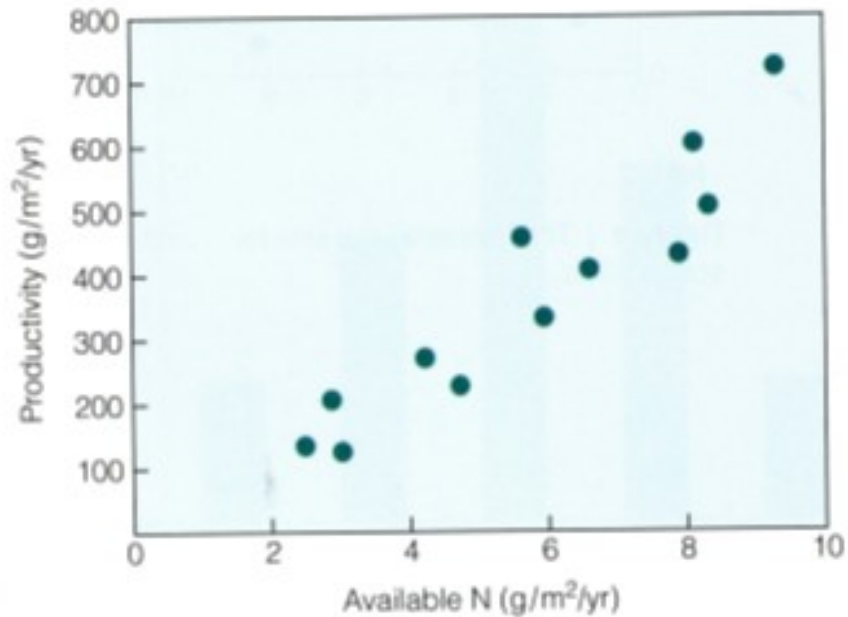
Pozorování by mělo být verifikovatelné

Nutnost kontroly

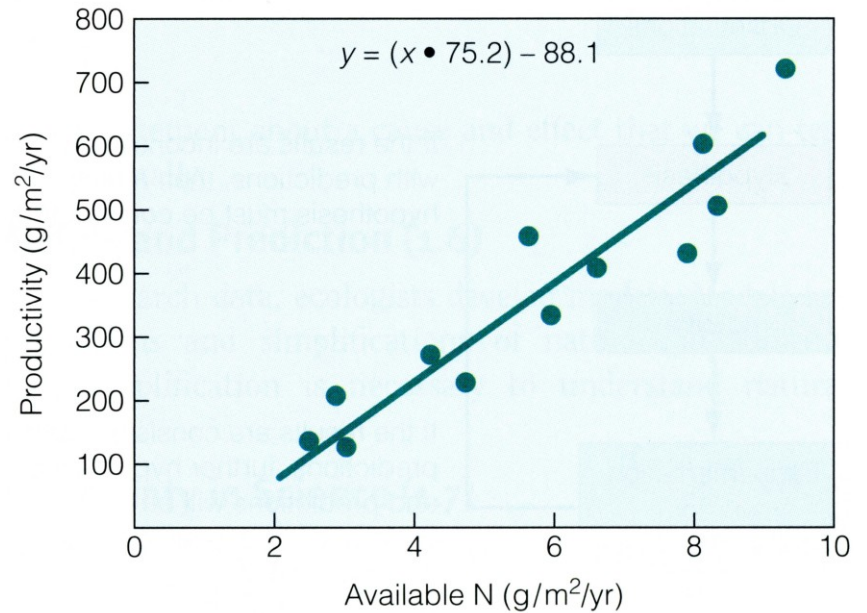
Správná interpretace výsledků – velikost studovaného vzorku - statistika

Příklad analýzy ekologického vztahu

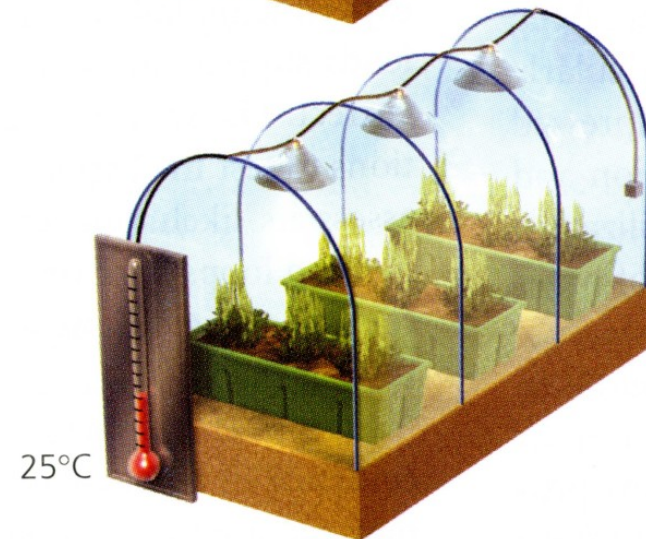
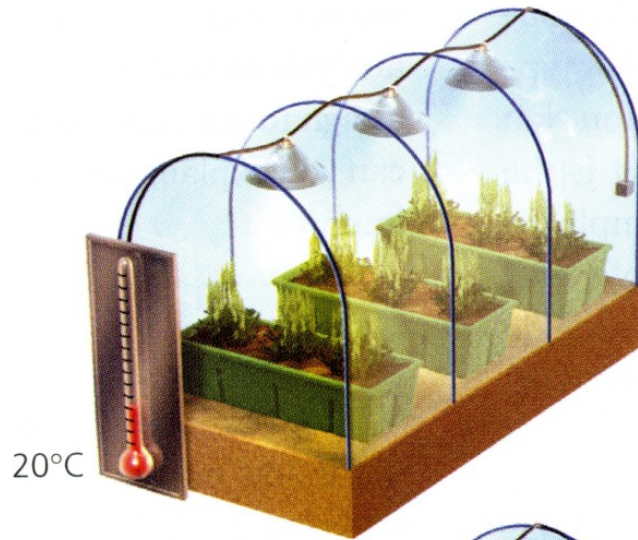
Pozitivní vztah mezi N a produkcí



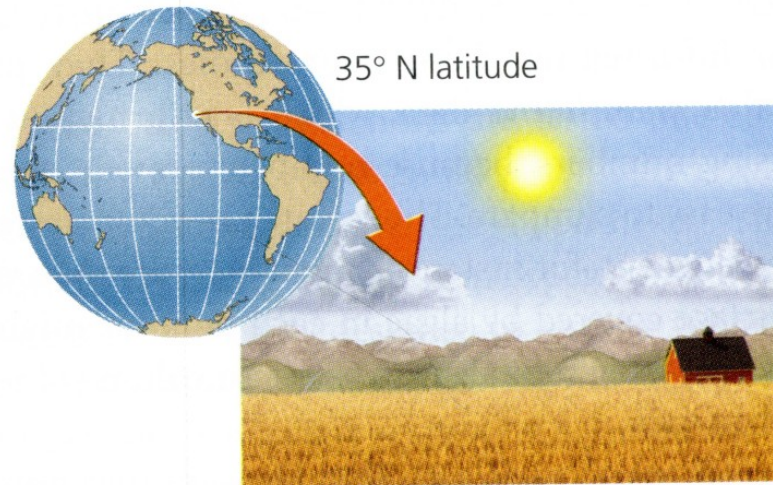
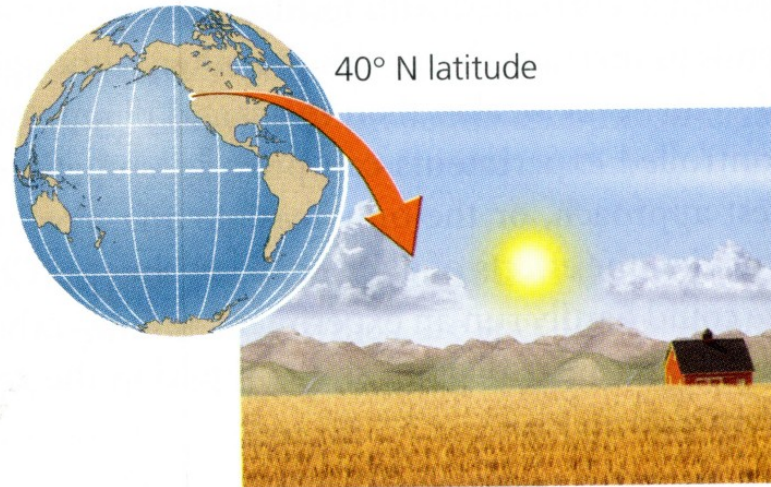
Jednoduchý model lineární regrese



Ekologie jako experimentální věda

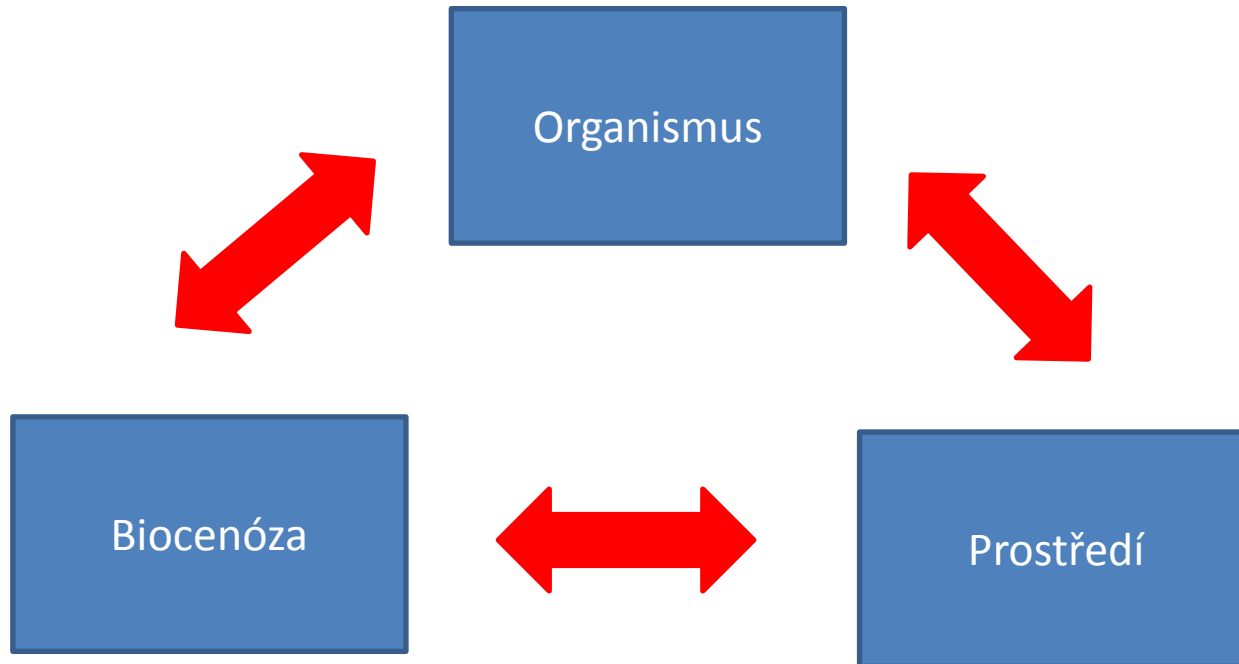


(a) Manipulative experiment



(b) Natural experiment, or correlational study

Základní ekologický koncept



Vztah mezi organismy a jejich prostředím

Prostředí: abiotické versus biotické

Rozmístění druhů v prostředí:
nenáhodné, nehomogenní

Jaké jsou příčiny rozmístění druhů ?

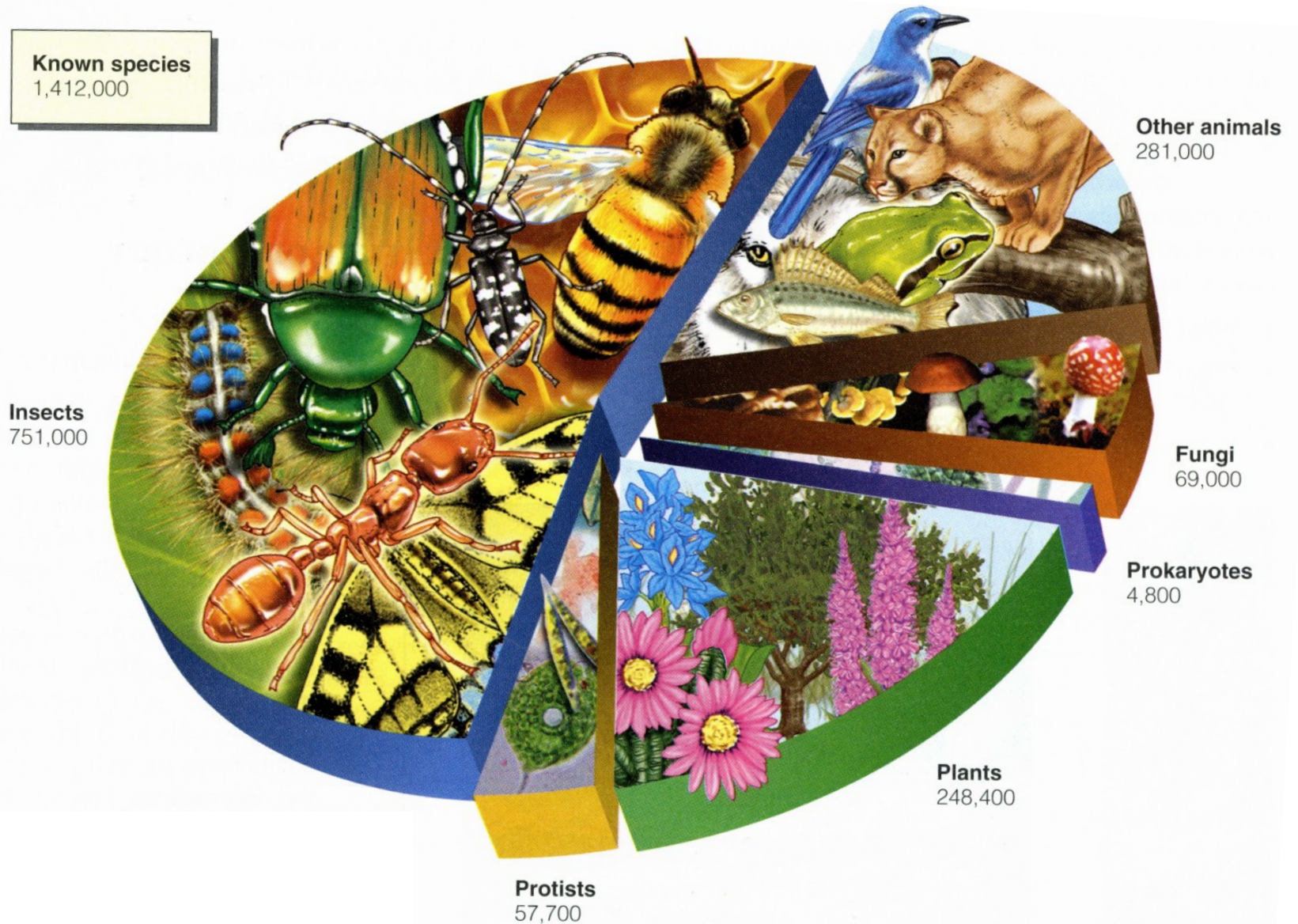
Které vlastnosti umožňují druhu žít v daném prostředí a které ho vylučují ?

Rozmanitost druhů:

Co je příčinou druhové rozmanitosti ?

Jak došlo a dochází k diverzifikaci druhů ?

Předpokládané počty druhů



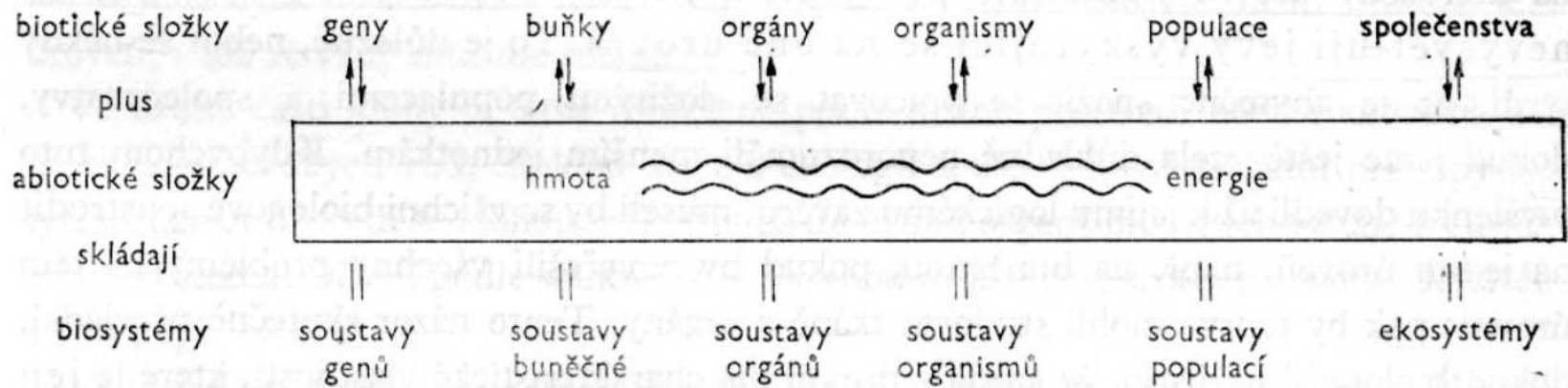
Různé biologické funkce organismů

- **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.

Základní koncepty studia ekologie

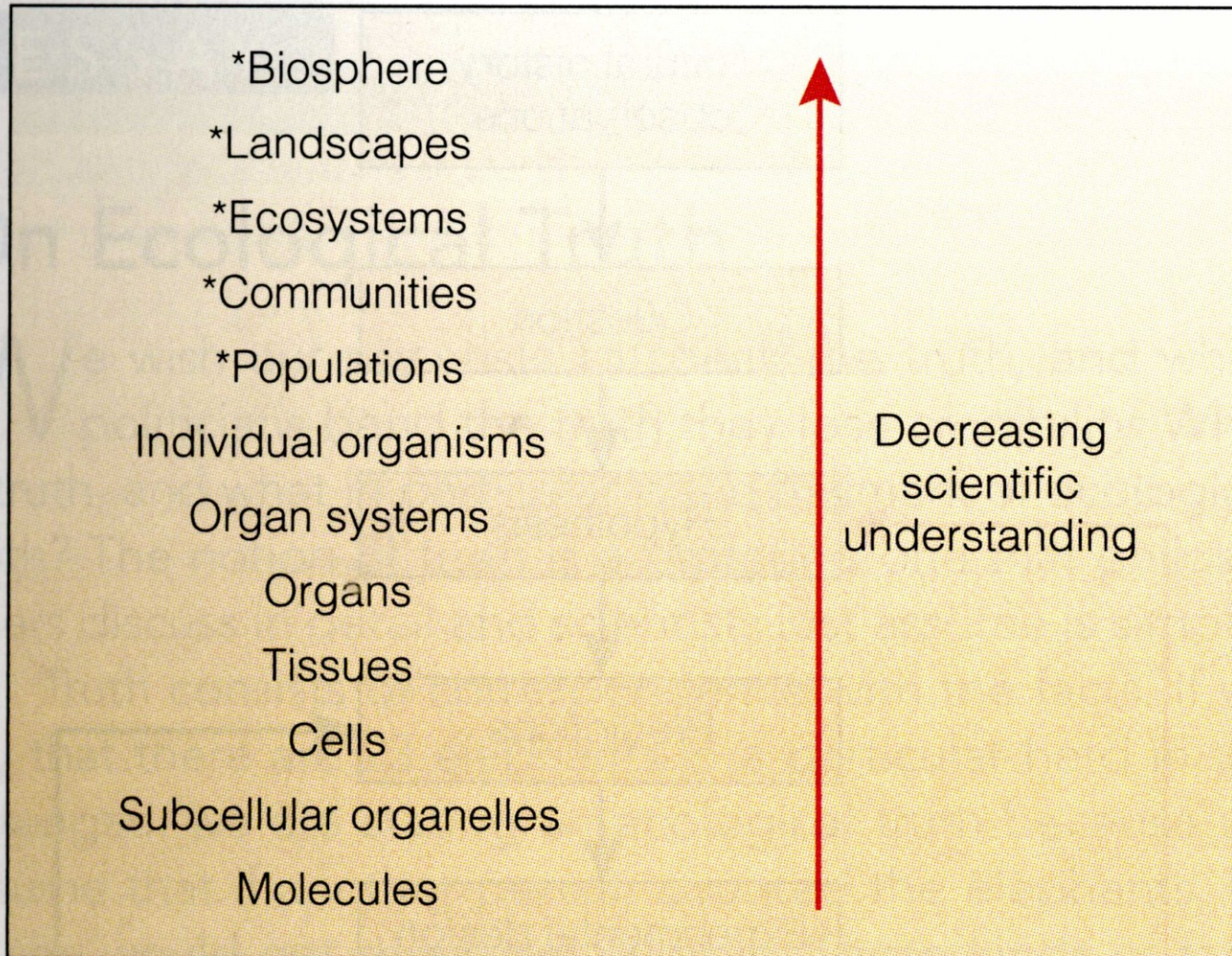
- Studované ekologické systémy mohou být tak malé jako je **velikost určitého organismu** a tak velké jako je celá biosféra
- Ekologové studují přírodu vždy na různých úrovních – **biologické systémy jsou hierarchické**
- Ekologické systémy a procesy mají vždy svůj charakteristický **rozměr v prostoru a čase**
- 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 jsou řízeny na základě **fyzikálních a biologických principů** – (např. zákony termodynamiky)
- 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**

Hierarchie biologických systémů



Princip enkapse

Úroveň porozumění procesům biologické integrace



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

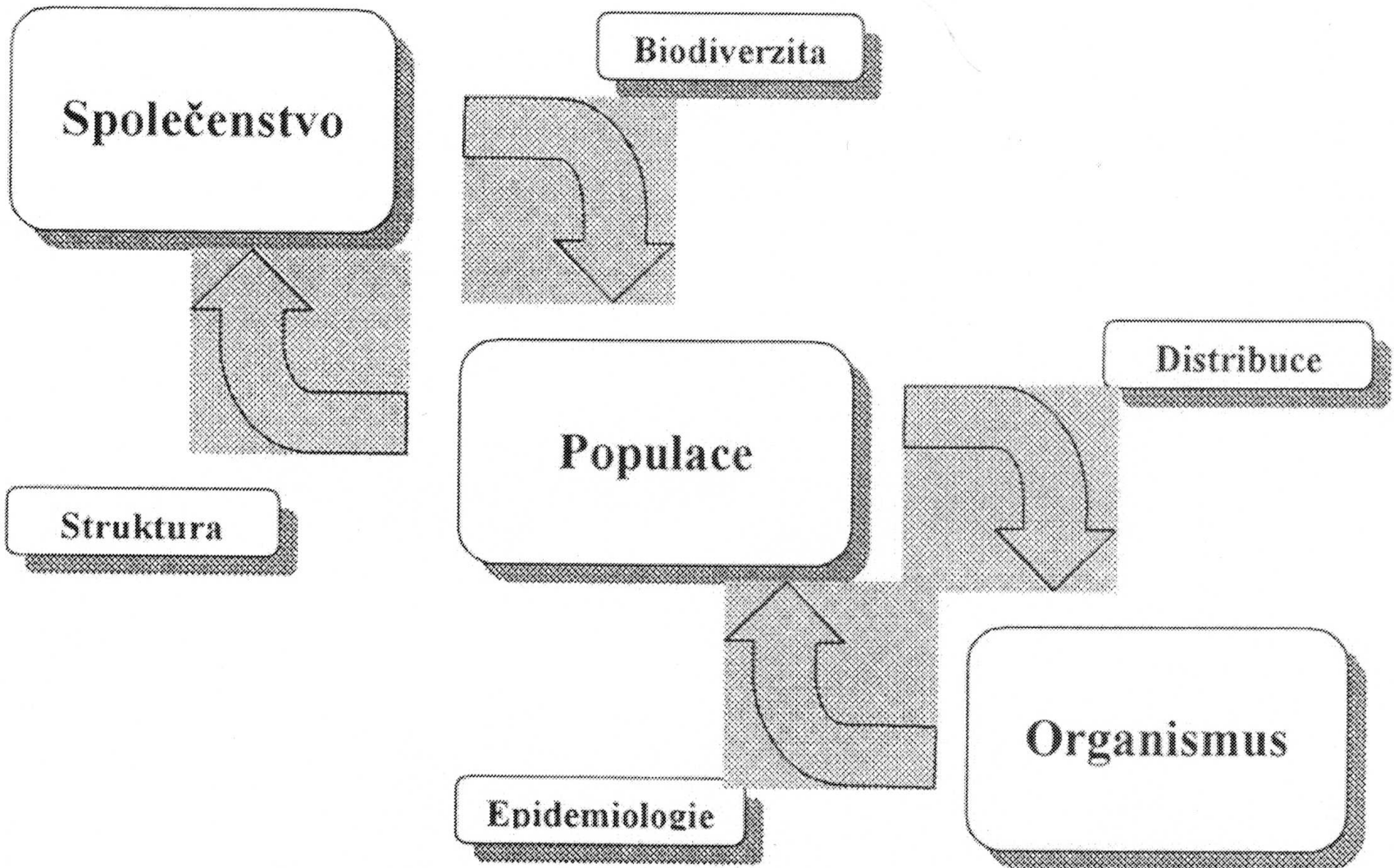
3 základní jednotky:
organismus, populace, společenstvo

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



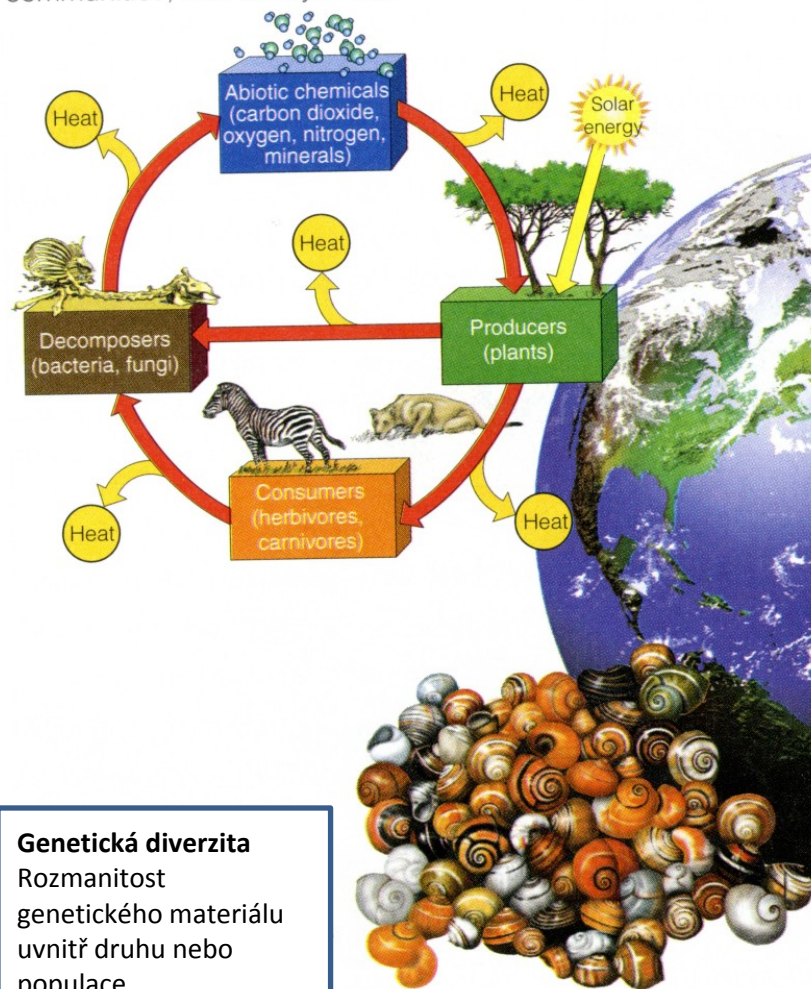
Studium ekologie podle hierarchické úrovně zkoumaných objektů

- **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

Funkční diverzita

Biologické a chemické procesy jak např. toky energie a hmoty a její recyklace nezbytná pro přežívání druhů společenstev a ekosystémů



Ekologická diverzita

Rozmanitost terestrických a akvatických ekosystémů vyskytujících se na jednotce plochy nebo na planetě



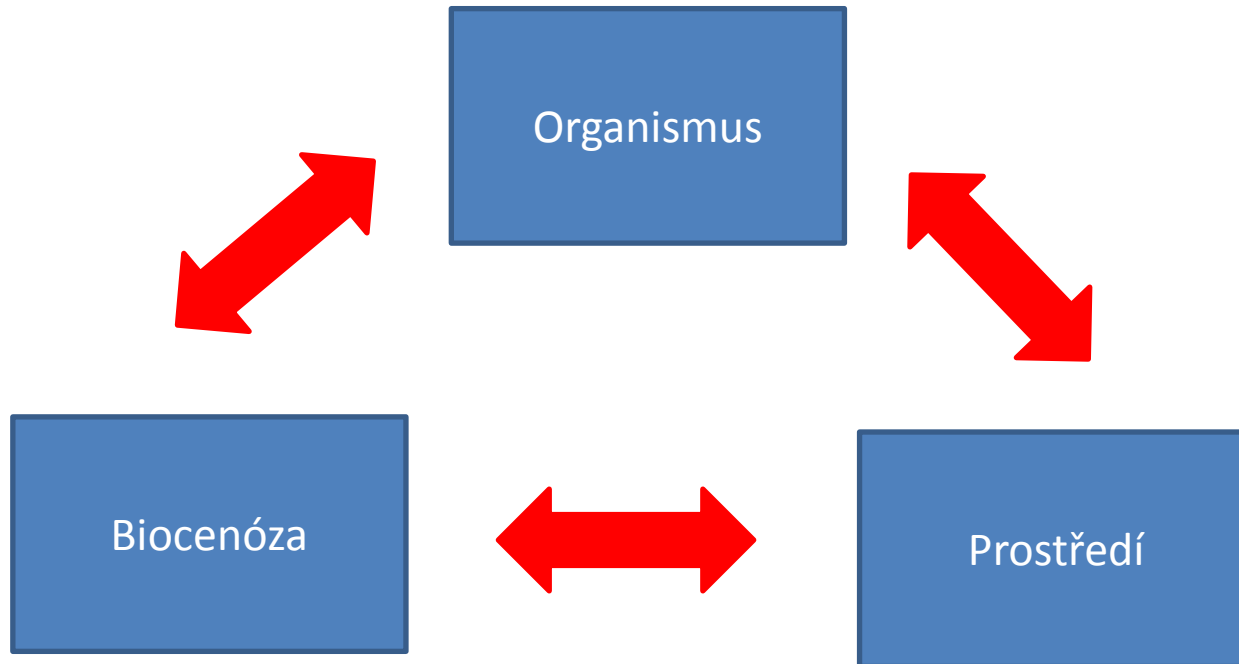
Genetická diverzita

Rozmanitost genetického materiálu uvnitř druhu nebo populace

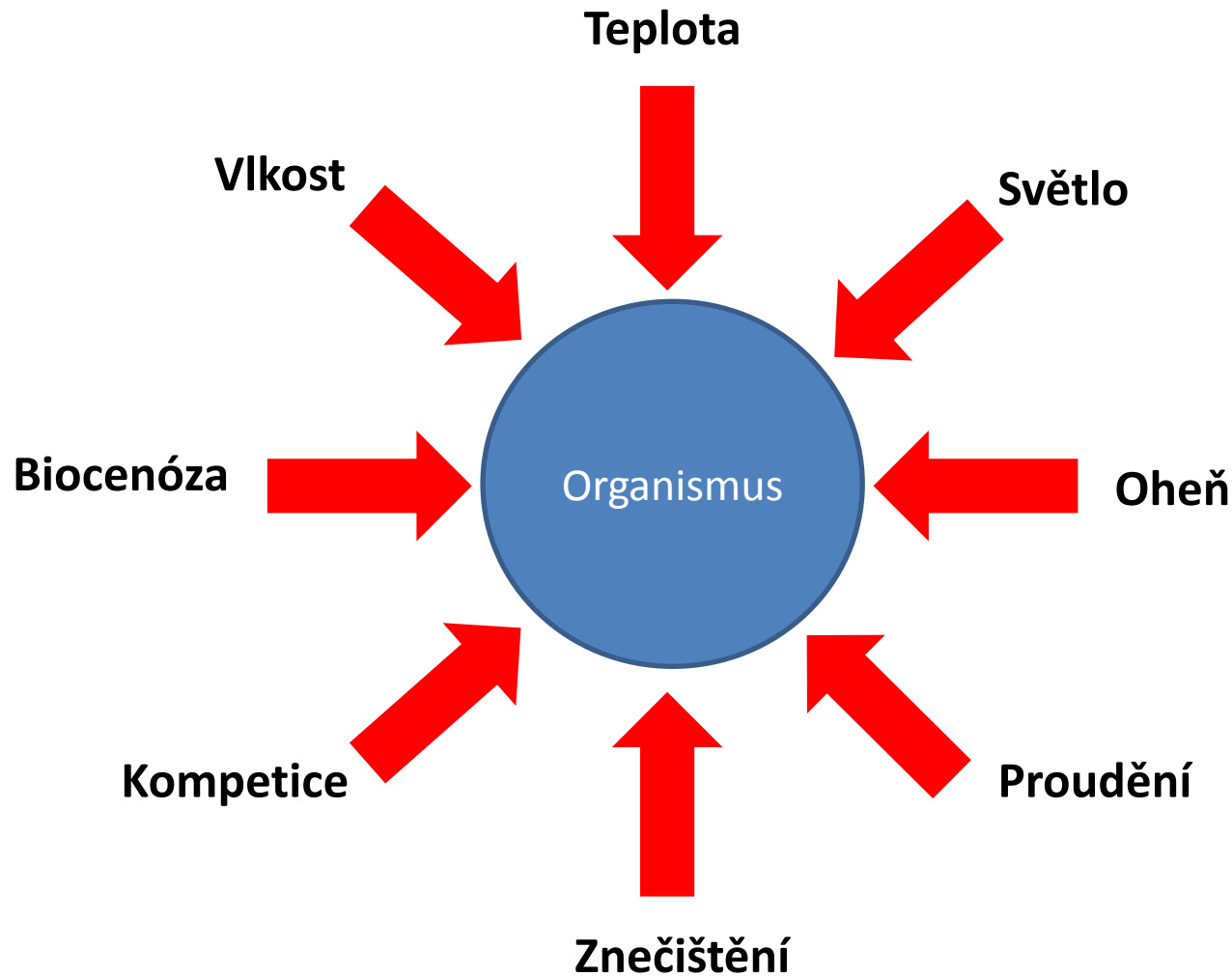
Druhá diverzita

Počet druhů v vyskytujících se v různých habitatech

Ekologie – věda o souvislostech, o vzájemném působení organismů a prostředí.
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?

Co je to ekologický faktor ?

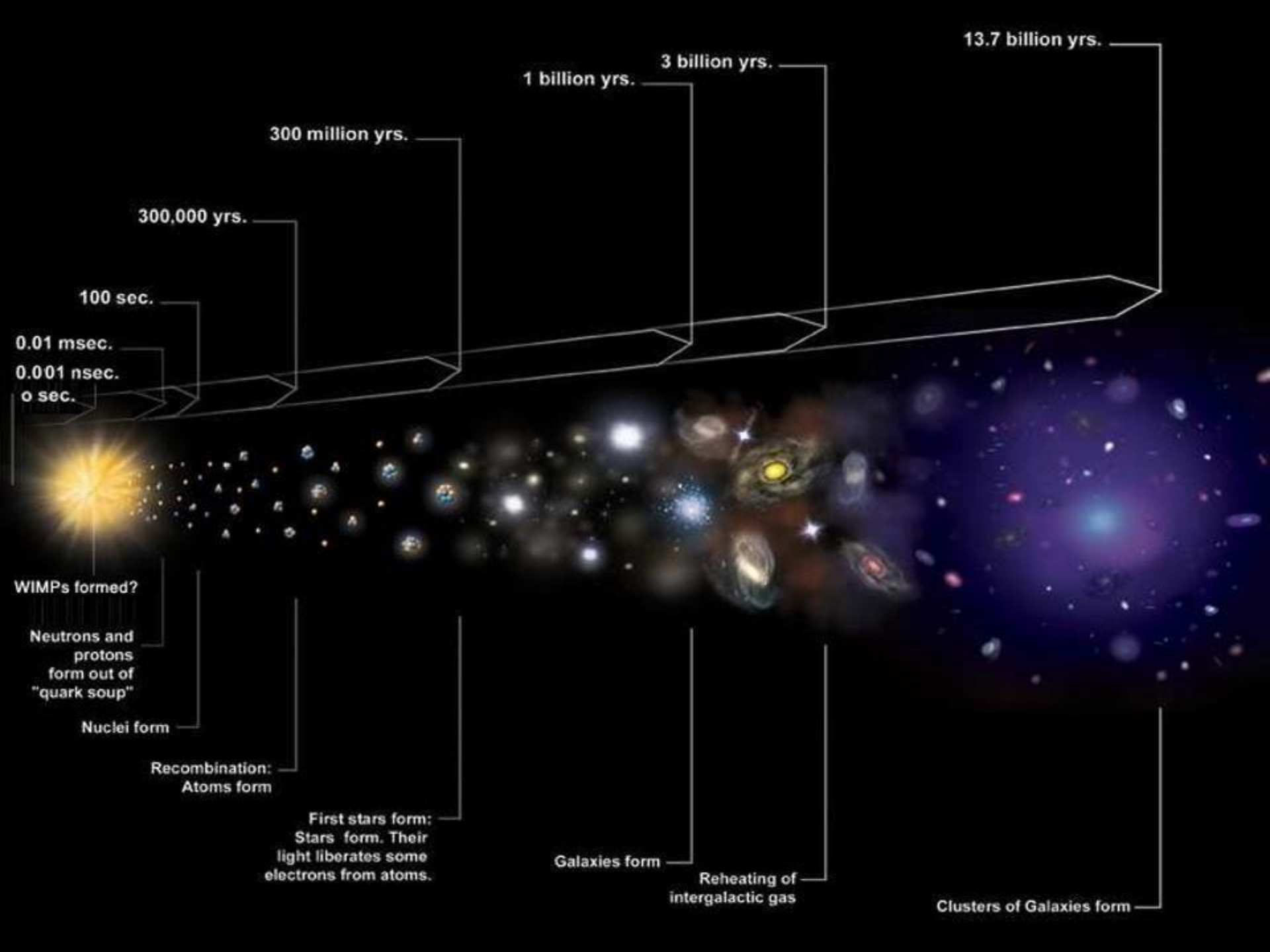
- **Ekologické faktory** – vymezení pojmu, rozdělení: soubor všech podmínek, které umožňují organismu žít, vyvíjet se a rozmnožovat, tvoří jeho přírodní prostředí (les, step, rybník, tělo hostitele pro parazita, rozkládající se organická hmota pro saprofága), ve vztahu k člověku a jeho populaci používáme termín životní prostředí.
- **Ekologické faktory** jsou všechny složky vnějšího prostředí, rozdělení faktorů:
 - 1) abiotické** (neživotné) fyzikální a chemické, složení vzduchu, vody, horniny, klimatické faktory, záření, zvuk,
 - 2) biotické** (životné) podstatou je působení jiných organismů
 - 2a) vztahy vnitrodruhové**, intraspecifické, homotypické, (vlivy působené příslušníky téhož druhu, vztahy sexuální a asexuální)
 - 2b) vztahy mezidruhové**, interspecifické, heterotypické, (potravní vztahy, predace, pastva, parazitizmus)

A na počátku byl ekologický faktor ?



Big Bang - teorie velkého třesku







TEORIE VELKÉHO TŘESKU

Počátek času

První sekunda

Současnost

Čas	10^{-43} sec.	10^{-32} sec.	10^{-8} sec.	3 min.	300,000 let.	1 miliarda let.	15 miliard let.
Teplota		10^{32} °C	10^{13} °C	10^{10} °C	$10,000$ °C	-200 °C	-270 °C

1 Vesmír prochází extrémně rychlou „inflací“, kdy se ve zlomku vteřiny rozepne z velikosti atomu do objemu grapefruitu.

2 Postinflace, vesmír tvoří kypící horká polévka z elektronů, kvarků a dalších částic.

3 Rychlé ochlazování vesmíru umožňuje, aby se kvarky shlukovaly do protonů a neutronů.

4 Jelikož jsou stále příliš horké na to, aby vytvořily atomy, neumožňují nabitě elektrony a protony vznik viditelného záření: vesmír tvoří nesmírně horká mlha.

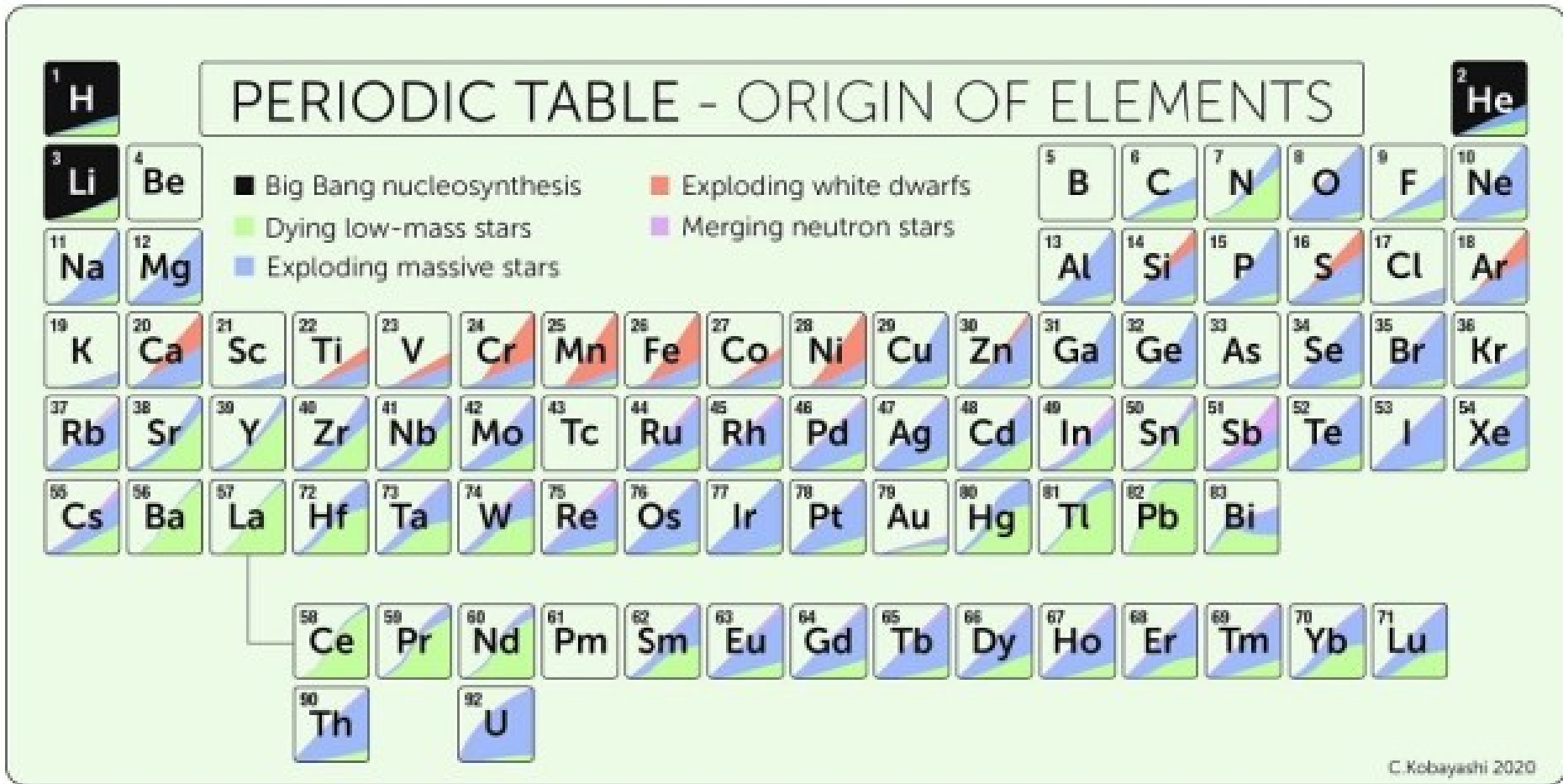
5 Elektrony se spojují s protony a neutrony a vytvářejí tak první atomy, většinou vodíkové a heliové. Vesmír se konečně rozsvěcuje.

6 Plynný vodík a helium se díky přitažlivosti shlukuje do obřích mračen, ze kterých vznikají galaxie; menší shluky plynů se pak smršťují a vytvářejí první hvězdy.

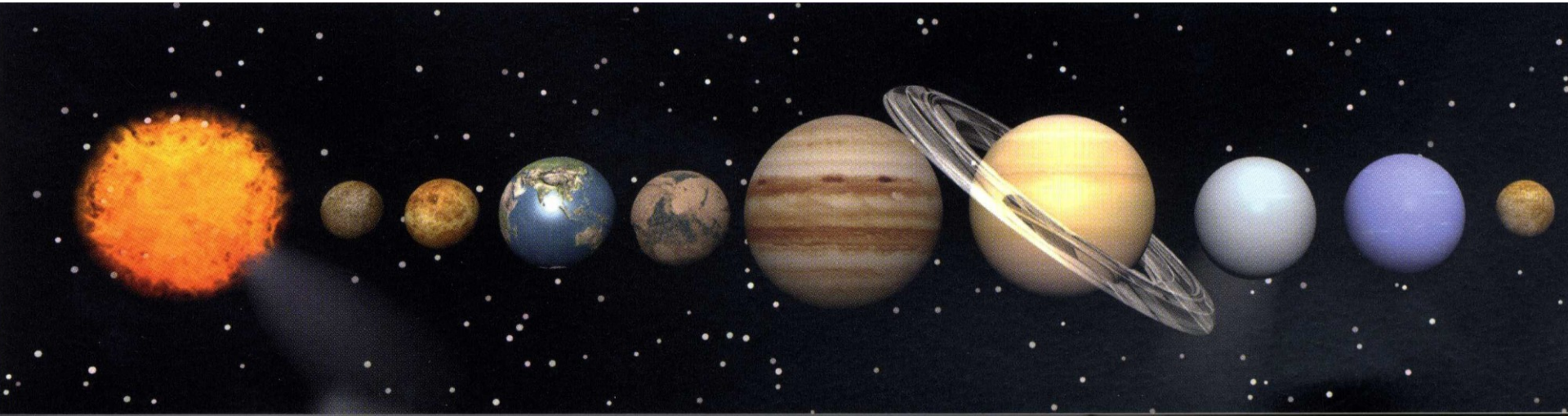
7 Jak se díky přitažlivosti galaxie shlukují, prvotní hvězdy umírají a chrlí do prostoru těžké prvky; z těch se nakonec vytvářejí nové hvězdy i planety.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Vznik a původ chemických prvků



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

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



Základní struktura planety Země

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

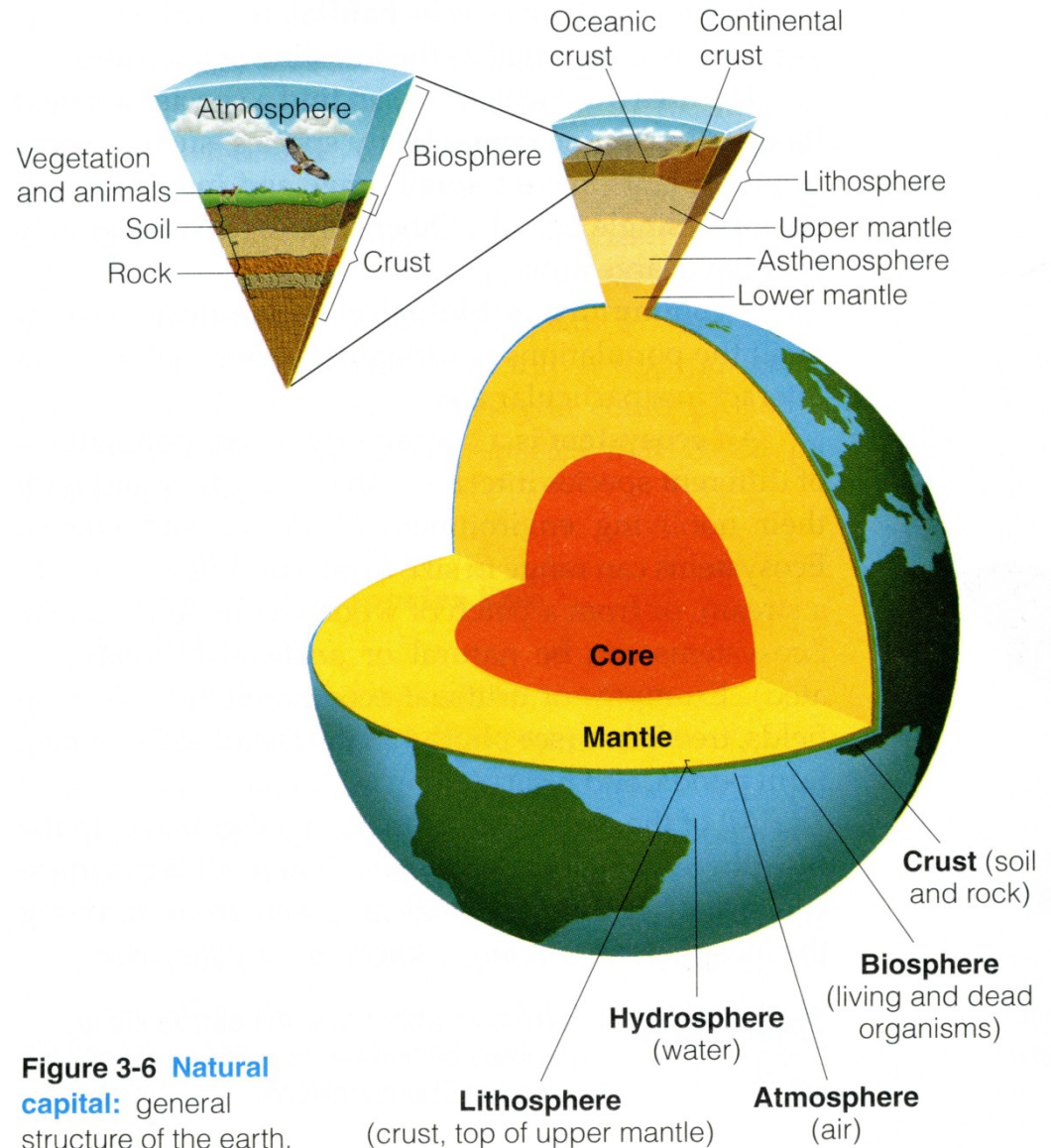
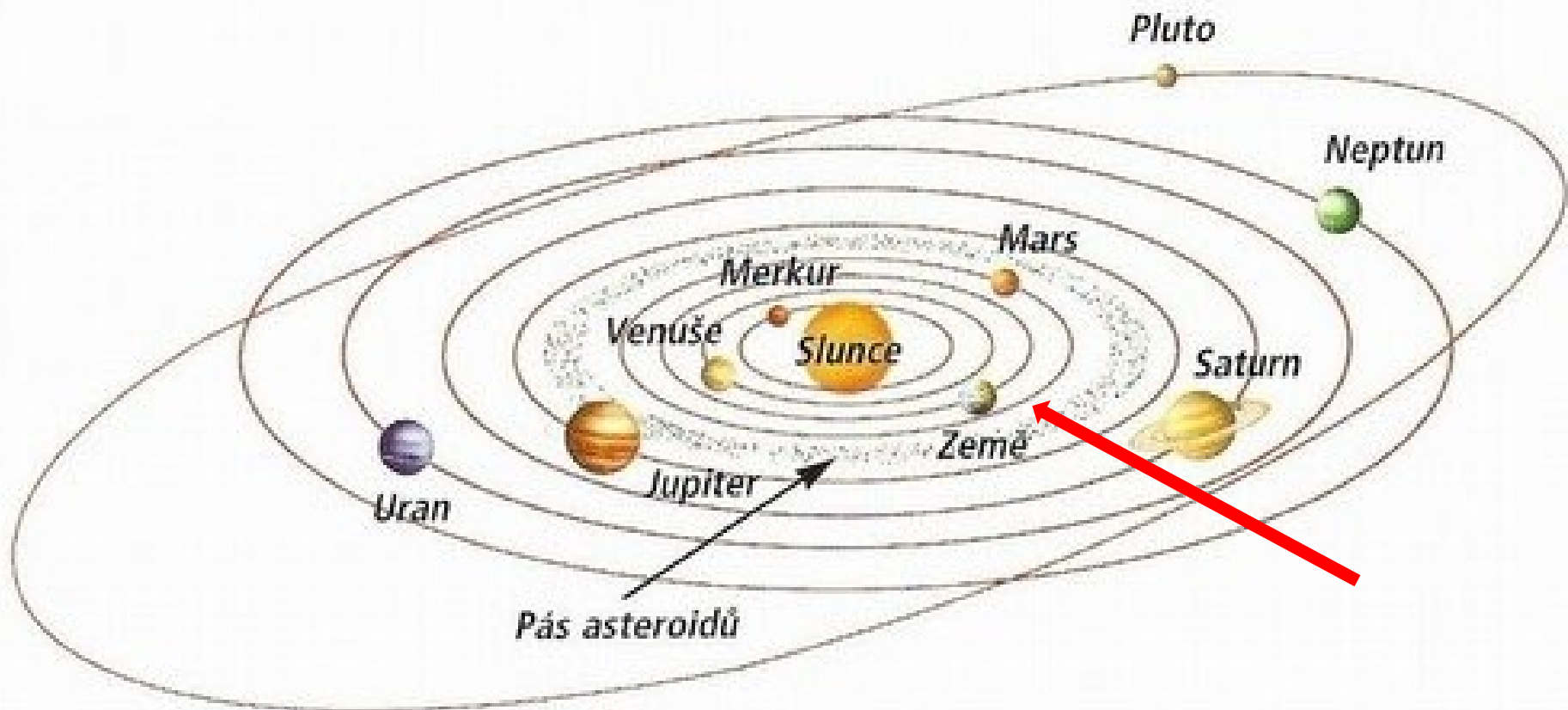


Figure 3-6 **Natural capital:** general structure of the earth.

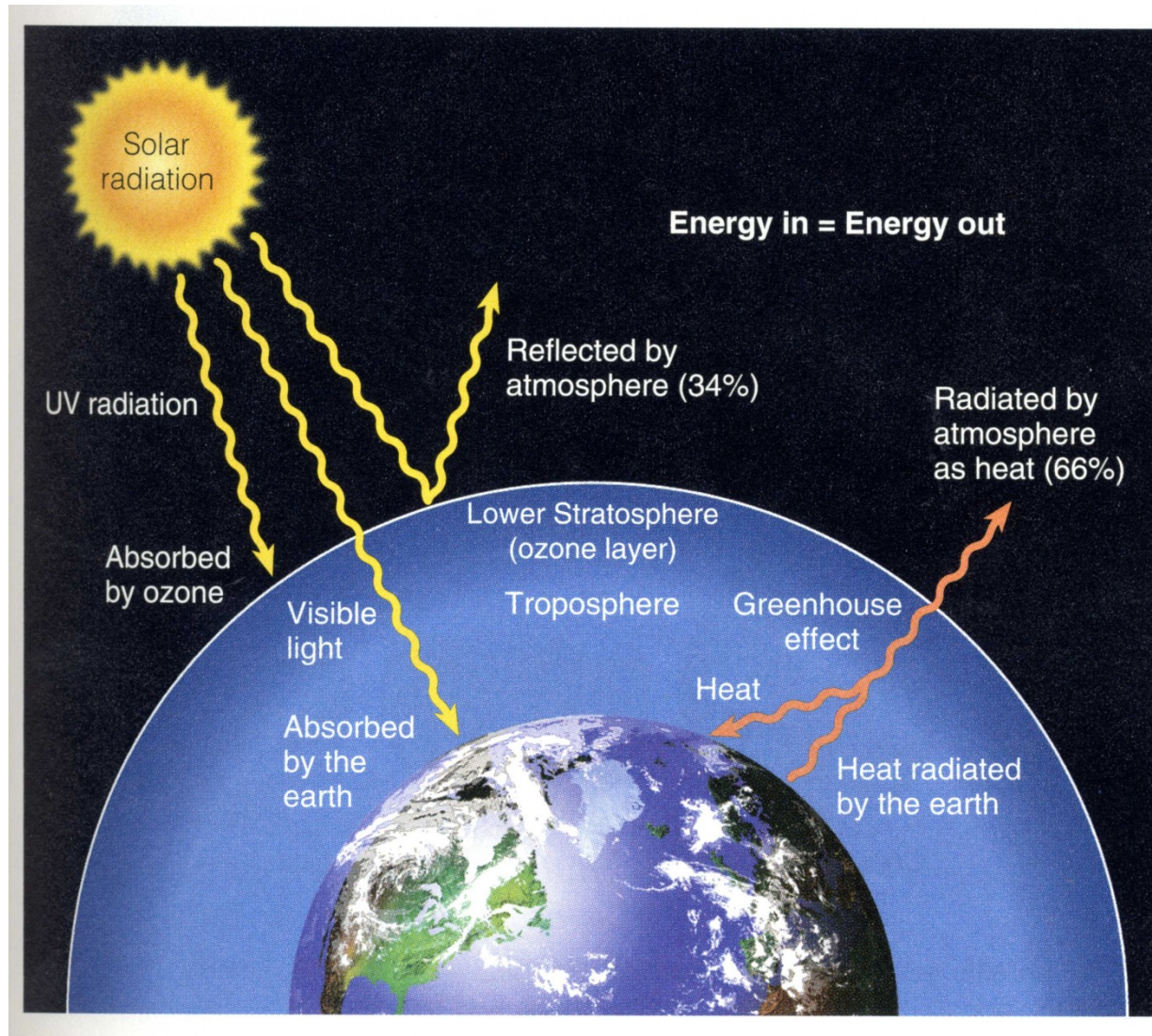
Model sluneční soustavy



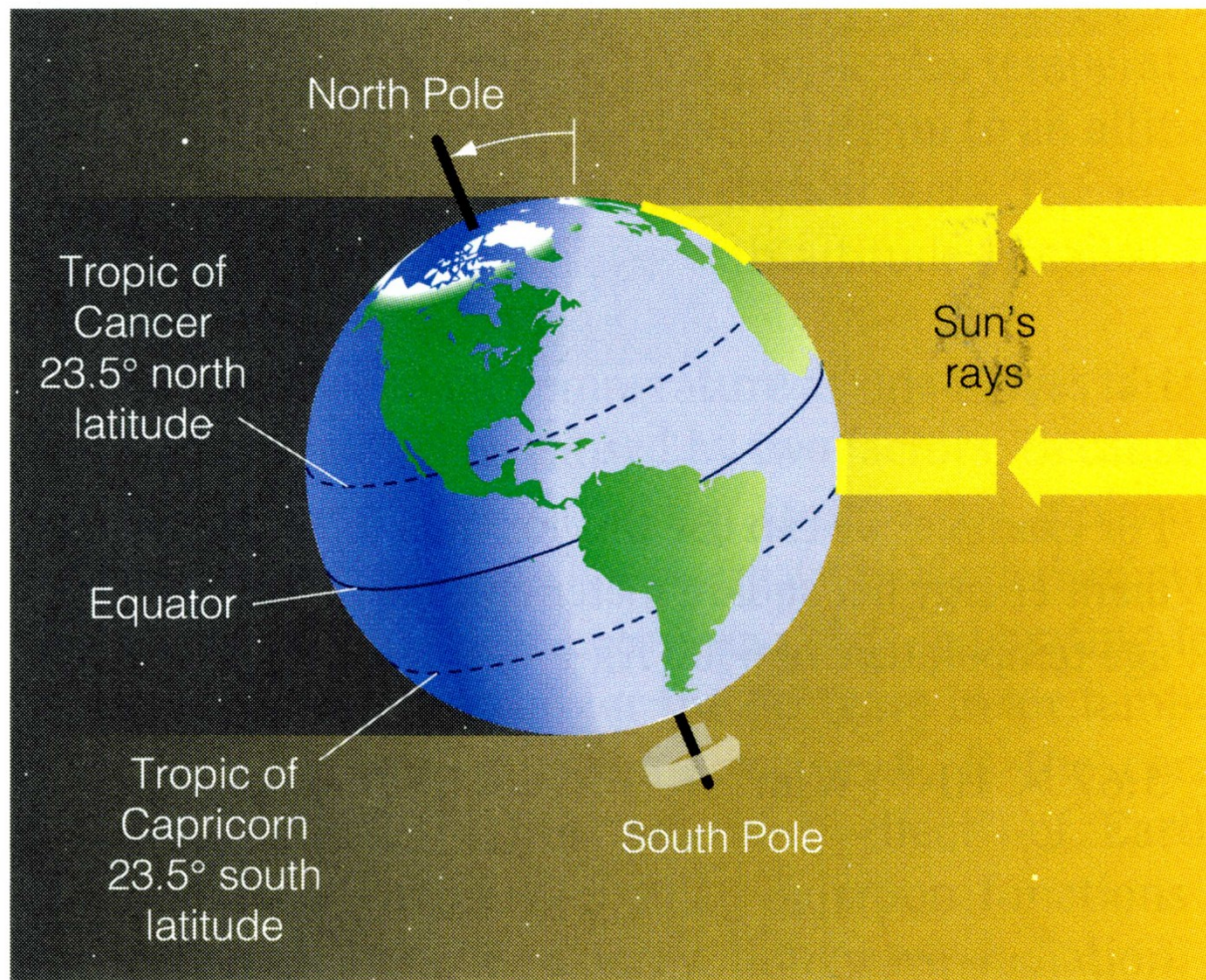
Ekologické faktory a planetární pohyby

- **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)

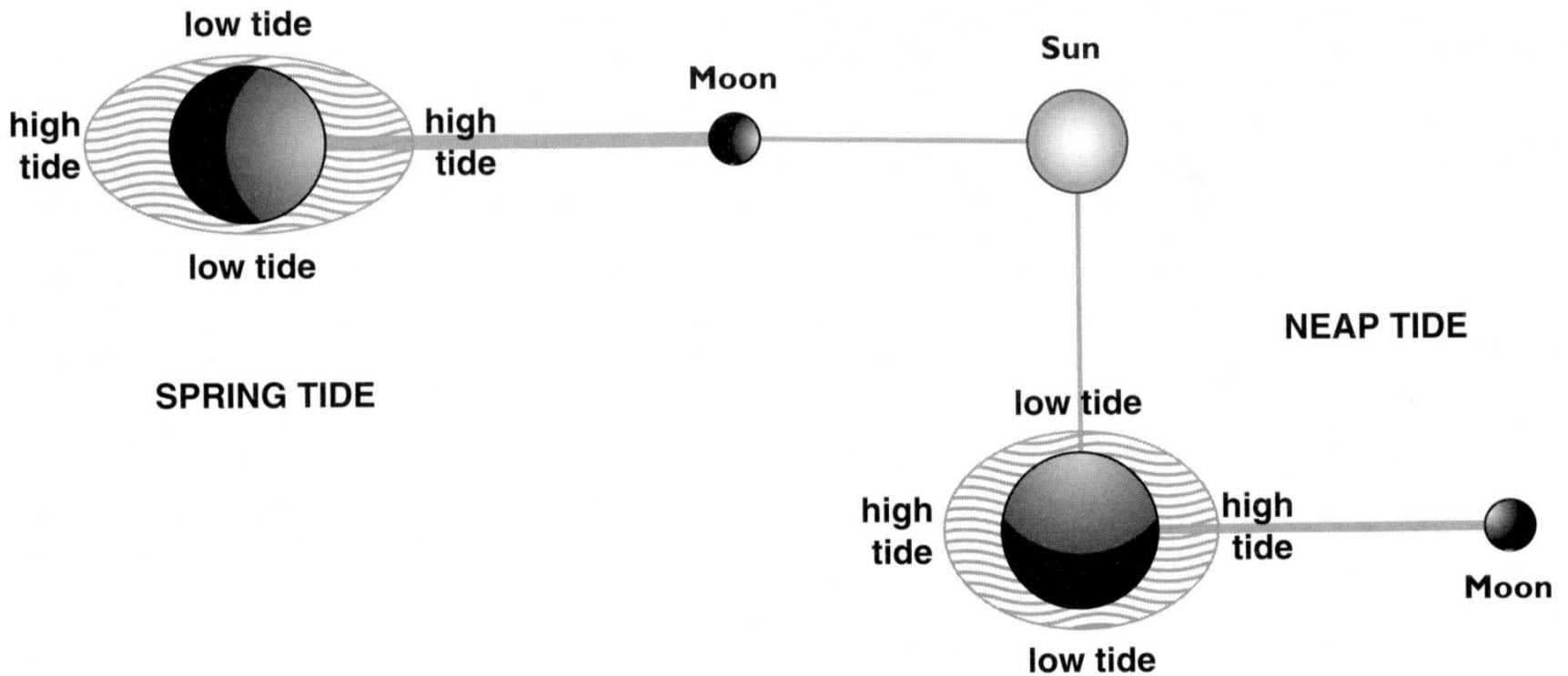
Tok energie ze Slunce na Zemi



Solární energie dopadající na Zemi



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



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

Abiotické

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

Biotické

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

Členění ekologických faktorů III

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

Pokračování - Ekologie úvod – část II

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