

Obecná ekologie a ekologie lidského zdraví

Prof. RNDr. Milan Gelnar, CSc.

Ústav botaniky a zoologie, PŘF MU, Brno
Čtvrtek 8.00 – 10.00

Prof. RNDr. Milan Gelnar, CSc.



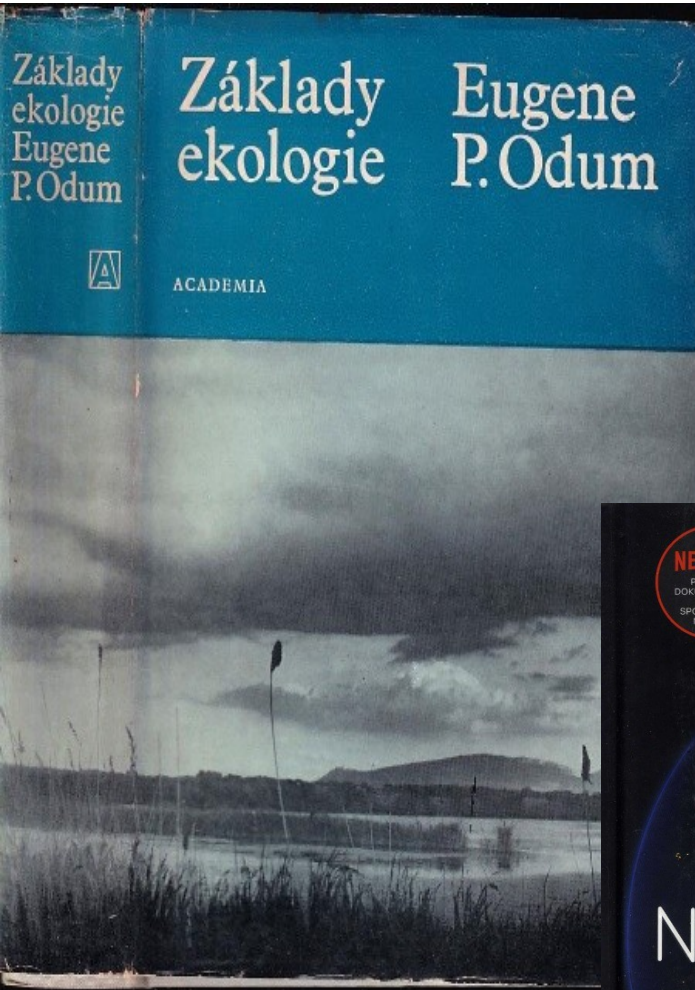
Obecná ekologie – sylabus 2024

- **Základní pojmy**, hraniční obory, ekologické faktory, biosféra
- **Voda**, chemismus, druhy a zdroje, ekologické faktory, adaptace
- **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.
- **Organismus** jako prostředí, parazitismus jako ekologický fenomén, vztahy parazit a hostitel, prostředí parazitů: buňky, tkáně, orgány, manipulační hypotéza
- **Populace**, základní pojmy, kvantitativní a kvalitativní charakteristiky, růst, dynamika populací, vnitrodruhové vztahy, životní strategie
- **Typy biologických interakcí**, produkce a ekologická účinnost, potravní ekologie, teritoriální chování
- **Společenstva a biodiverzita**, prostorové vztahy a gradienty, sukcese, klimax, nika, kompetice ve společenstvu, analýza diverzity
- **Ekosystémy**, biomasa, primární a sekundární produktivita, toky energie, potravní řetězce, bilance živin v ES, geochemické cykly, vliv člověka (P,N,S,C)
- **Biomy a Biosféra Země**, definice, základní typy biomů,
- **Evoluční ekologie**, životní strategie, evoluční kompromisy, reprodukční strategie, allometrické vztahy, vliv velikosti.
- **Ekologie a životní prostředí**, destrukce a degradace životního prostředí, populační exploze lidstva, ekosystémové služby.
- **Ekotoxikologie**, chemie životního prostředí, znečištění, biomonitoring a bioindikace, ochrana životního prostředí, ekologie a lidské zdraví
- **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. Agroekologie

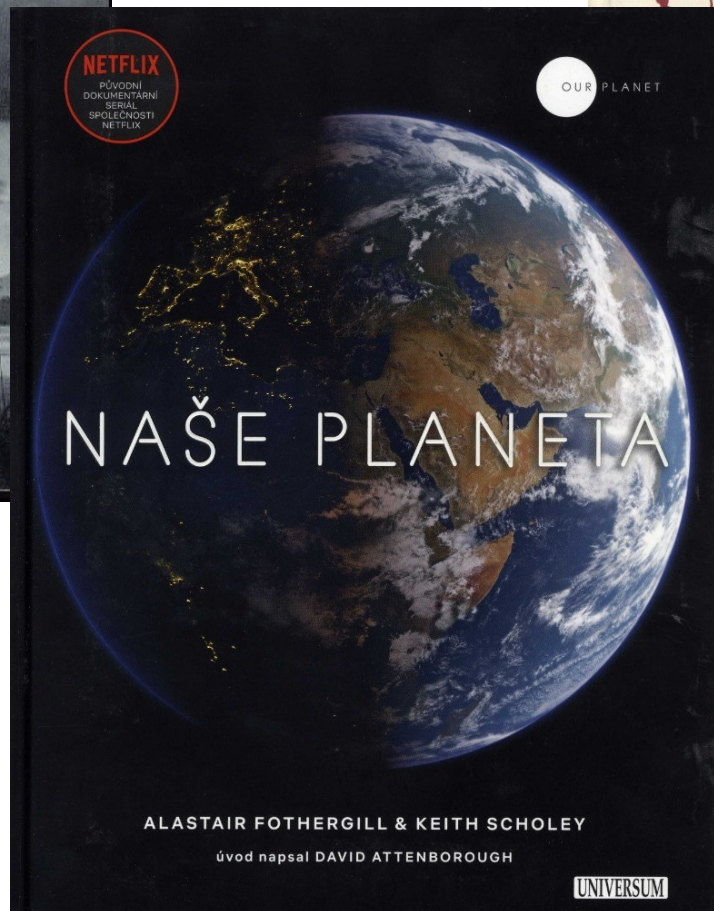
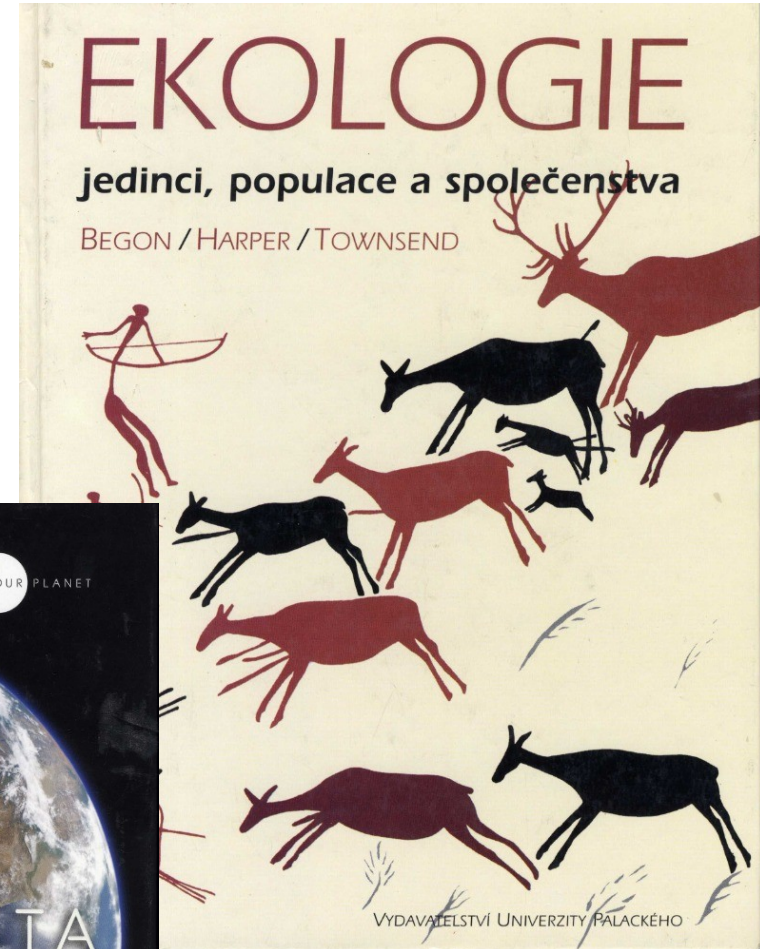
Přednáška č.1 - osnova

- Úvod a doporučená literatura
- Definice a cíle ekologie
- Ekologie a systém biologických věd
- Stručná historie ekologie
- Ekologie jako exaktní věda
- Základní metody výzkumu
- Hierarchie biologických systémů
- Autekologie, demekologie, synekologie, dělení ekologie
- Ekologická pravidla a zákonitosti (Bergmanovo, Allenovo, Hesseho, Glogerovo, Jordanovo) Teorie ostrovní geografie
- Systém vztahů v ekologii
- Organismy a jejich prostředí

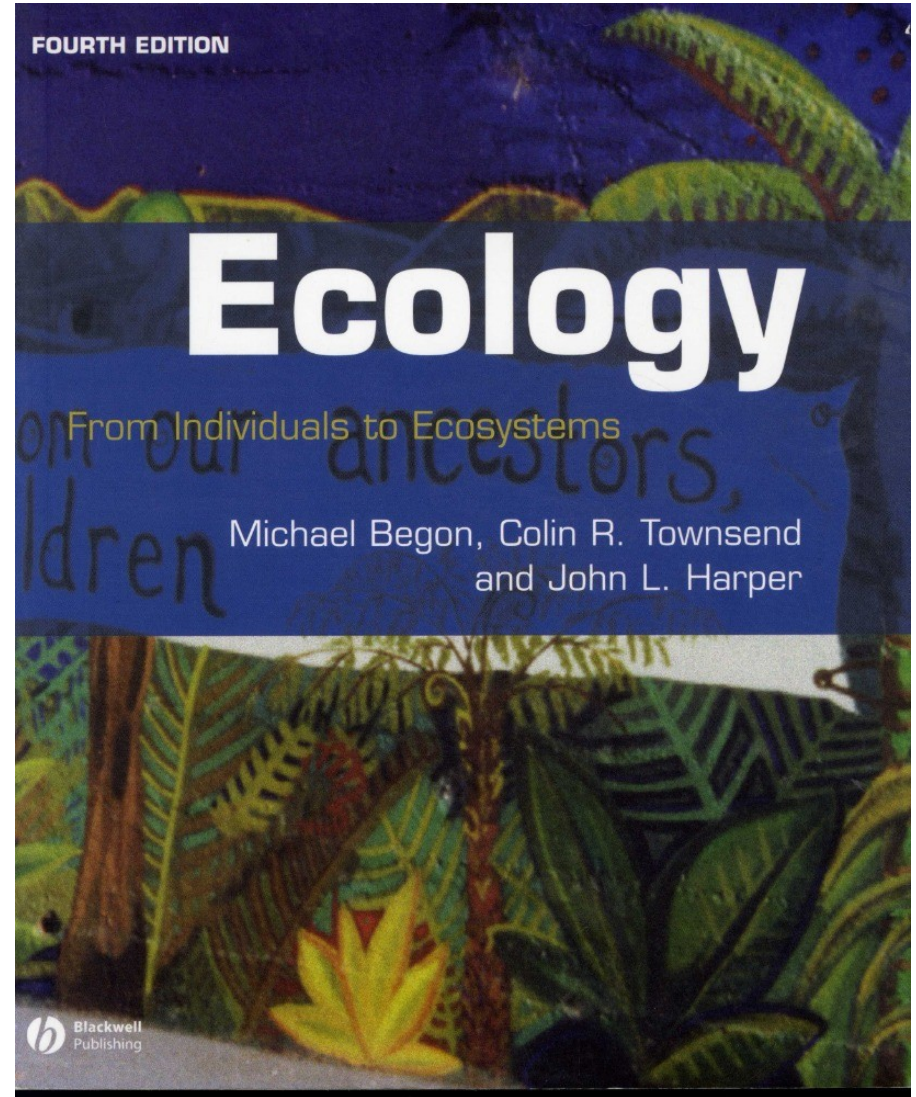
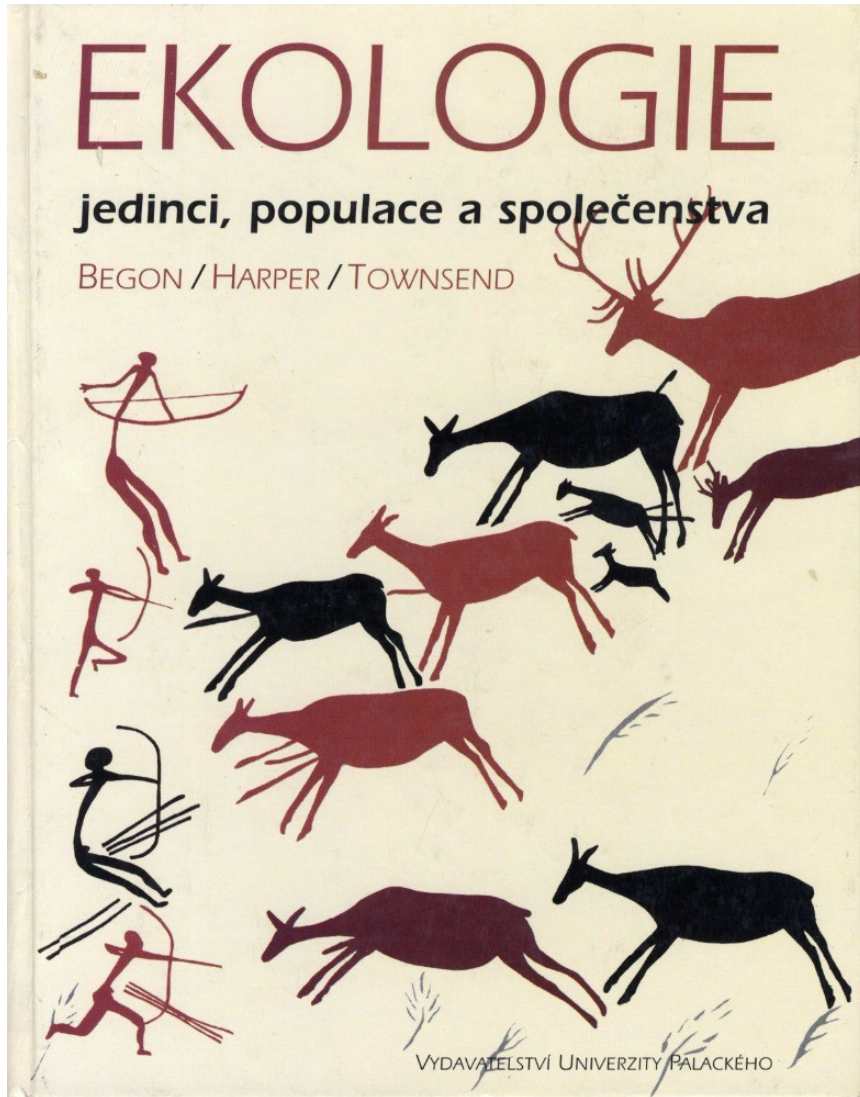
Doručená literatura



Doporučená studijní literatura



Doporučená studijní literatura

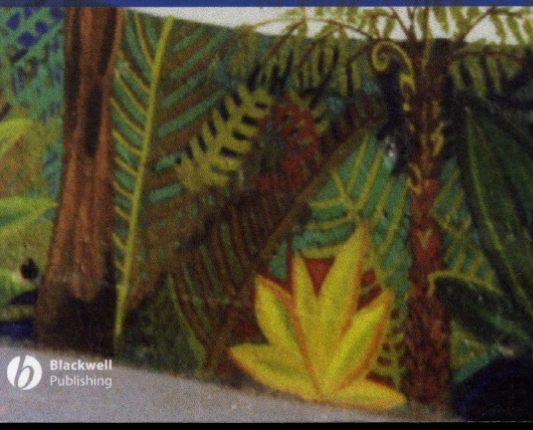


FOURTH EDITION

Ecology

From Individuals to Ecosystems

Michael Begon, Colin R. Townsend
and John L. Harper

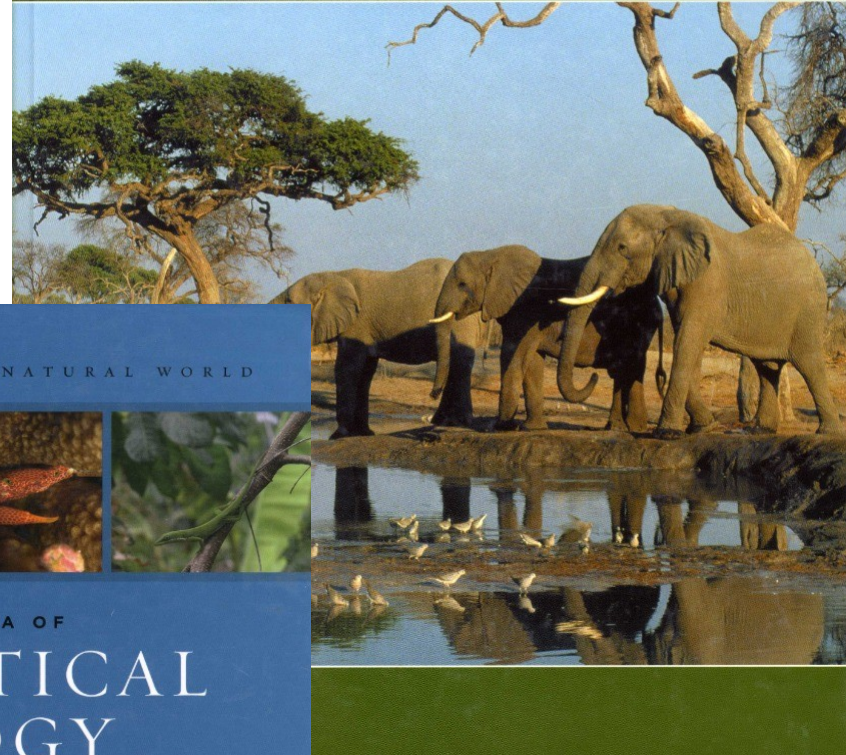


Blackwell
Publishing

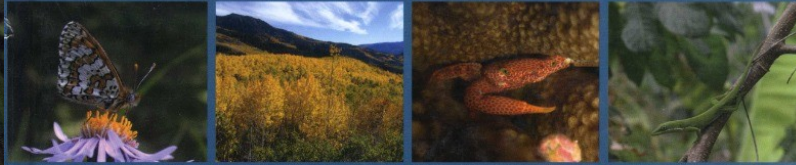
Doporučená studijní
literatura

ECOLOGY

MICHAEL L. CAIN
WILLIAM D. BOWMAN
SALLY D. HACKER



ENCYCLOPEDIAS OF THE NATURAL WORLD



ENCYCLOPEDIA OF

THEORETICAL ECOLOGY





Doporučená studijní
literatura



Pearson International Edition

Sixth Edition

ECOLOGY

Charles J. Krebs

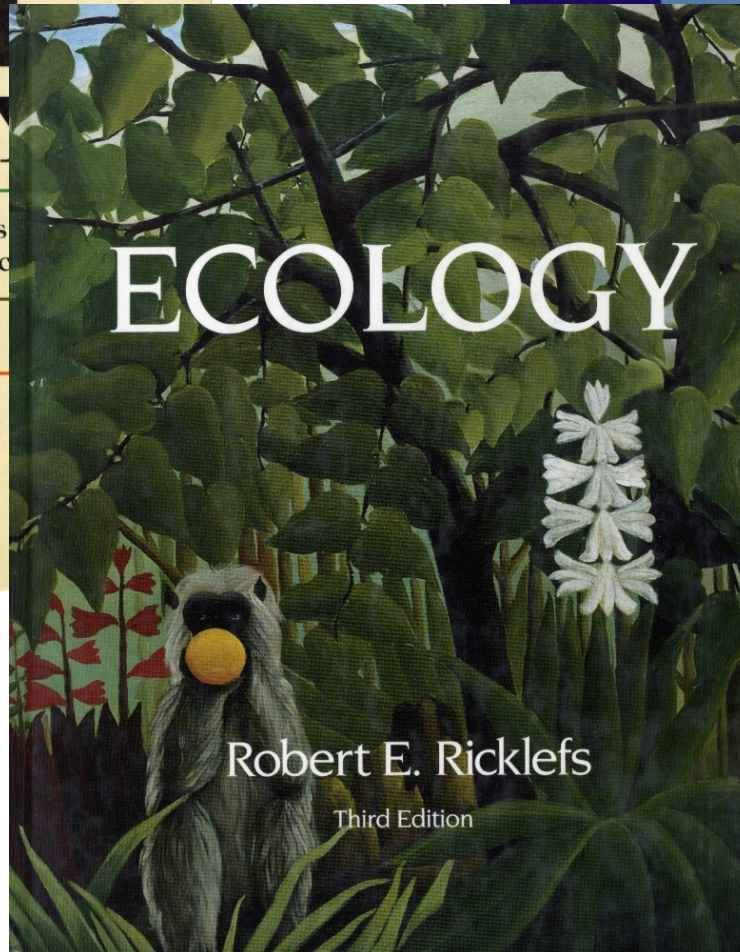


ECOLOGY

The Experimental Analysis
of Distribution and Abundance

Third Edition

Charles J. Krebs

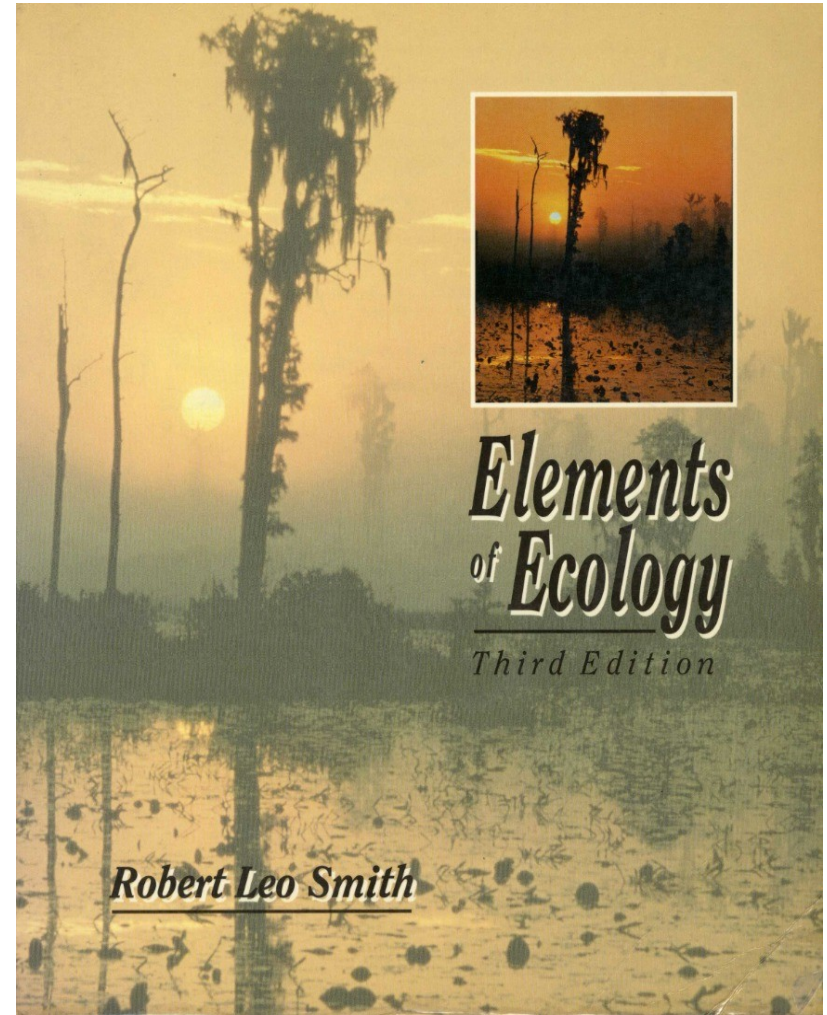
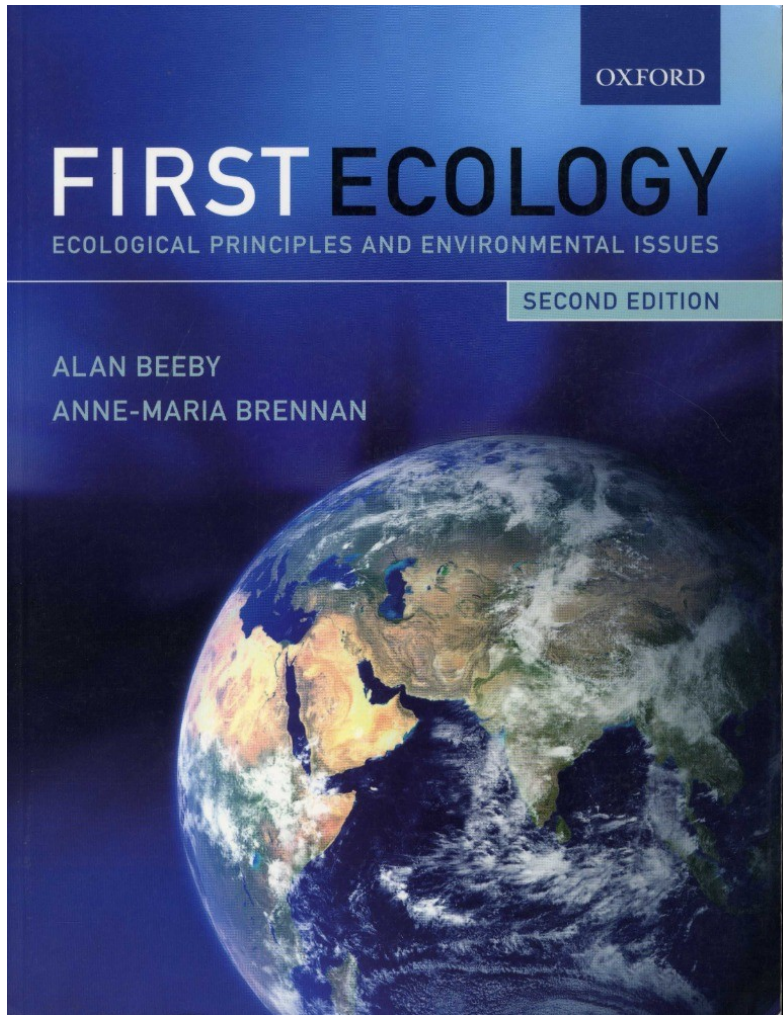


ECOLOGY

Robert E. Ricklefs

Third Edition

Doporučená studijní literatura



Za Zemi jsou čtyři typy prostředí:



Ekologie

- Voda
- Půda
- Vzduch

Organismy

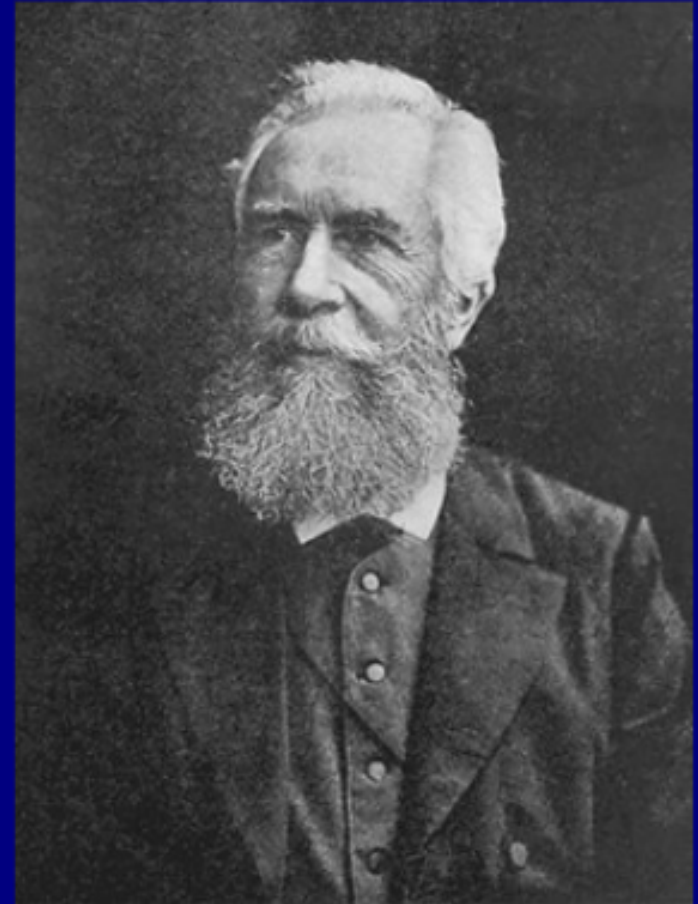
Parazitologie

Co je to EKOLOGIE a čím se zabývá ?

- Ekologie je věda, jež se zabývá **popisem, analýzou a studiem vztahů** mezi organismy a jejich prostředím.
- Je to **interdisciplinární obor**, který využívá poznatků mnoha vědních disciplín.
- Zahrnuje **studium interakcí organismů**, které mají jak mezi sebou navzájem, tak těch, jež mají mezi jinými organismy i těmi, které mají **s abiotickými složkami jejich prostředí**.
- Termín ekologie – **Ernst Haeckel (1869)** – z řeckého oikos – „domov“ a -λογία (*-logía*) "studium"

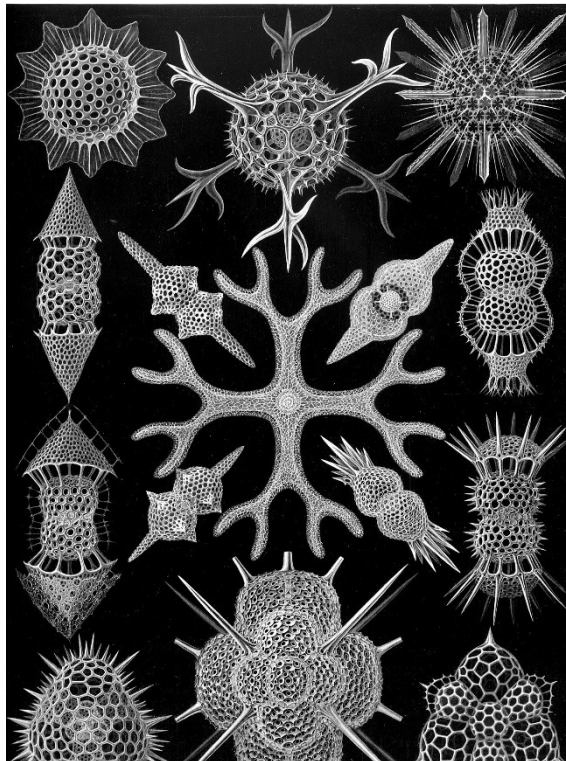
Ernst Heinrich Philipp August Haeckel

- 1834 – 1919
- autor biogenetického zákona a učení o fylogenezi ad.
- **velký stoupenec darwinismu** (bohužel i tzv. sociálního darwinismu → eugenika → nacismus...)

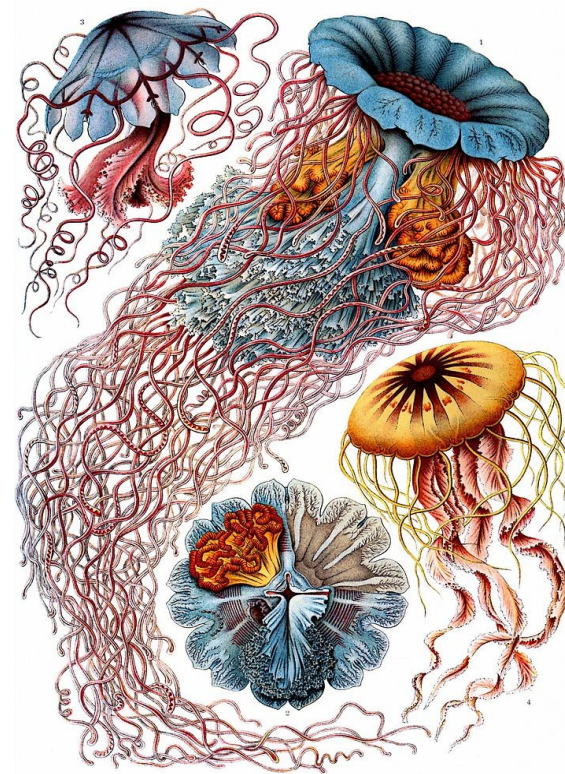




Gamochonia. — Schwämme.



Ukázka z díla Ernsta Haeckela



Co je to ekologie ?

- Ekologie je biologická věda , která se zabývá vztahem organismů a jejich prostředí a vztahem organismů navzájem (Haeckel, 1869)
- Ekologie je nauka o ekonomii přírody (Haeckel, 1879)
- Ekologie je nauka o struktuře a funkci přírody (E.P.Odum, 1963)

Další definice ekologie

Ekologie bývá definována různě, mezi nejznámější patří **Krebsova definice:**

*„Ekologie je vědecké studium procesů regulujících **distribuci a abundanci organismů a jejich vzájemné vztahy, a studium toho, jak tyto organismy naopak zprostředkovávají transport a transformaci energie a hmoty biosféře (především studium struktury a funkce ekosystémů).**“*

„Výzkum toho, kde se organismy nacházejí, kolik se jich tam vyskytuje a proč.“

Co je a není ekologie !

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

Ekologie úzce souvisí s řadou biologických disciplín: 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

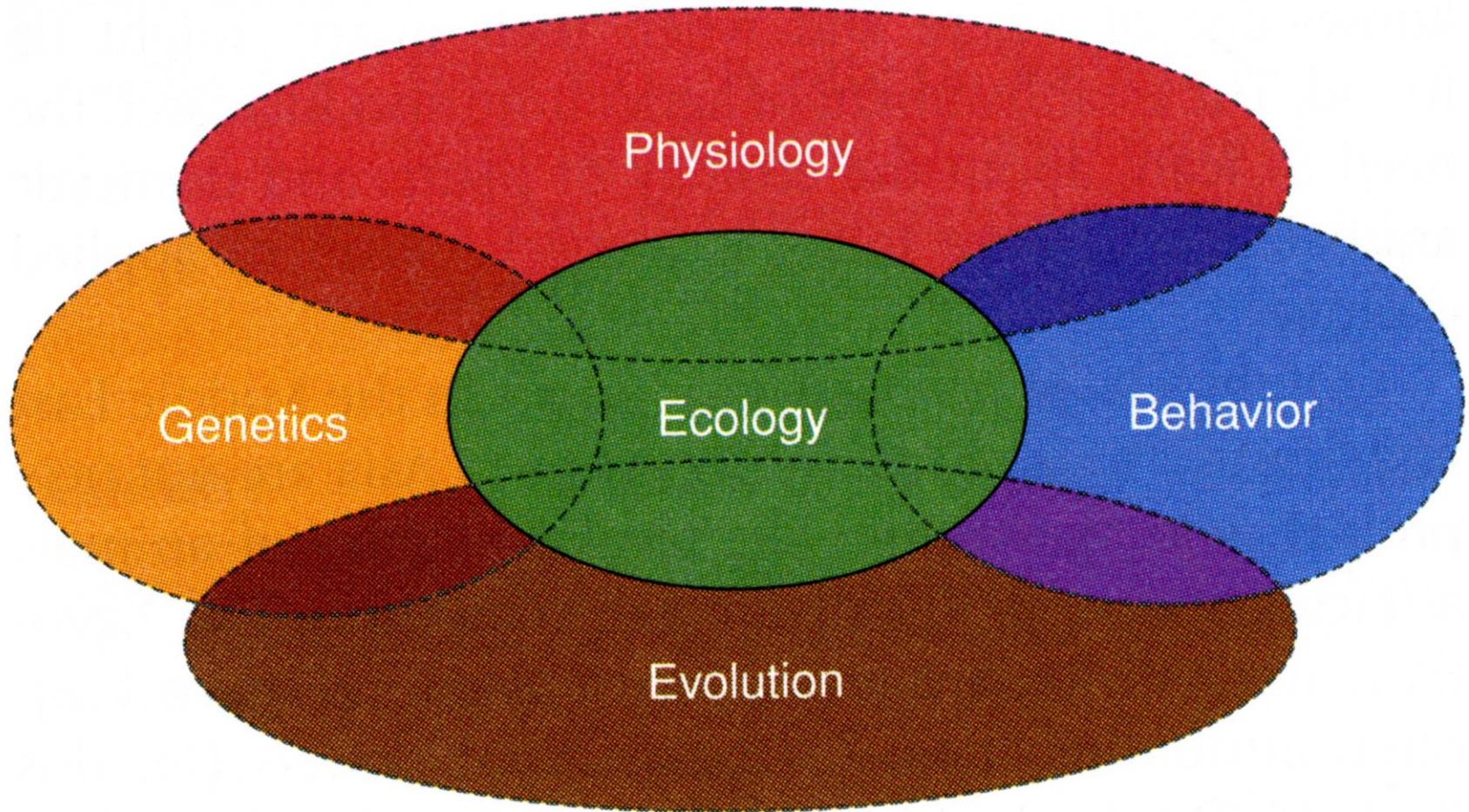
- Počet a distribuci organismů a biologickou rozmanitost v rámci životního prostředí

Jaké jsou cíle ekologie ?

- Účel ekologie: porozumět procesům probíhajícím v živé přírodě, která nás obklopuje resp. které jsme součástí
- Proto ekologie zahrnuje (využívá poznatky) i mnoho jiných věd – geologii, zoologii, botaniku, (evoluční) biologii, klimatologii, chemii, historii atd. → ekologie jako multidisciplinární obor!

Ekologie je multidisciplinární věda

(Biologické disciplíny blízce příbuzné ekologii)



Je libo biologický dost ?

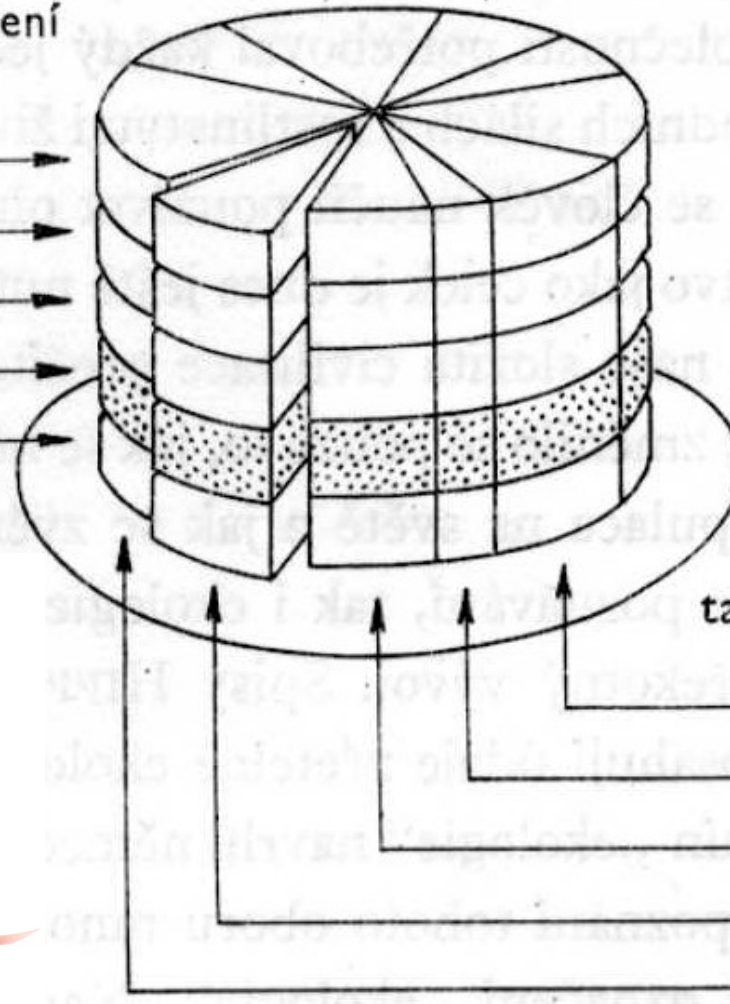


Postavení ekologie v systému biologických věd

Biologický dort – Odum (1977)

„vrstvy“ základního dělení

molekulární biologie
vývojová biologie
genetika
ekologie
jiné



Prof. Eugene Odum

„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.

Hraniční obory ekologie

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**.

Hlubinná (deep) ekologie

- Autorem tohoto pojmu (deep ecology) byl v roce 1973 norský filosof Arne Næss:

„Ekologie jako věda, která se zabývá fakty a jevy, nemůže dát odpověď na (filosofickou) otázku, jak bychom měli žít. Pro to potřebujeme „ekologickou moudrost“, ekosofii...“

- **Arne Dekke Eide Næss (1912-2009)**



Hlubinná (deep) ekologie

➤ **Hlubinná ekologie** je přesvědčení, že příroda neexistuje proto, aby sloužila lidem, ale naopak.

Člověka chápe jako součást přírody, člověk je jedním druhem mezi mnoha jinými... všechny biologické druhy mají stejné právo na existenci.

Základem je hodnota, podstatná pro rozvoj veškerého, nejen lidského života, tzv. **biodiverzita**, tedy jeho různorodost. Hlubinná

ekologie je nejen teoretický přístup, ale především **ekologické hnutí**.



Ekologie a globální politika

- IBP (International Biological Programme), od r. 1963 – v celosvětovém měřítku studována **přírozená produktivita** půd, sladkých vod a moří a **adaptabilita člověka** k měnícím se podmínkám prostředí
- MAB (Man and Biosphere), navazující výzkumný program UNESCO od r. 1971 – studuje strukturu a fungování biosféry a sleduje změny v biosféře, které vyvolal člověk svou činností; později koncept tzv. *Biosférických rezervací*

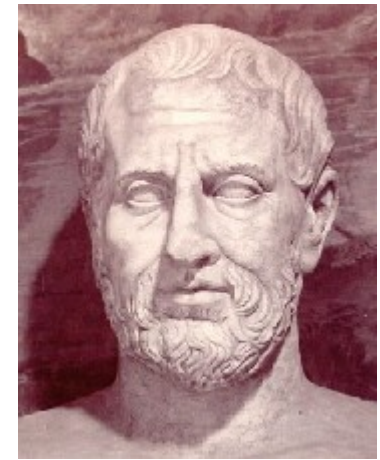


Ekologie a globální politika

- 1972: první mezinárodní konference OSN „**Conference on Human Environment**“ (Stockholm) → „*Think Globally, Act Locally*“
- 80. léta – rozvíjení koncepce biosféry a důležitosti biologické diverzity (oficiálně přijato na **Summitu Země v Rio de Janeiru, 1992**)
- 1997: **konference v Kjótu (Kjótský protokol)** – uvědomění si nebezpečí skleníkového efektu a jeho vlivu na změny klimatu

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

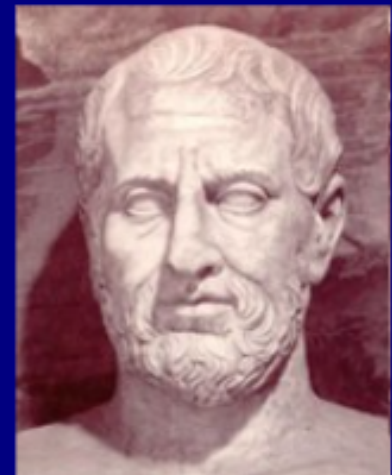


Druhá polovina 20. století – rozvoj ekologie:

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

Z historie ekologie

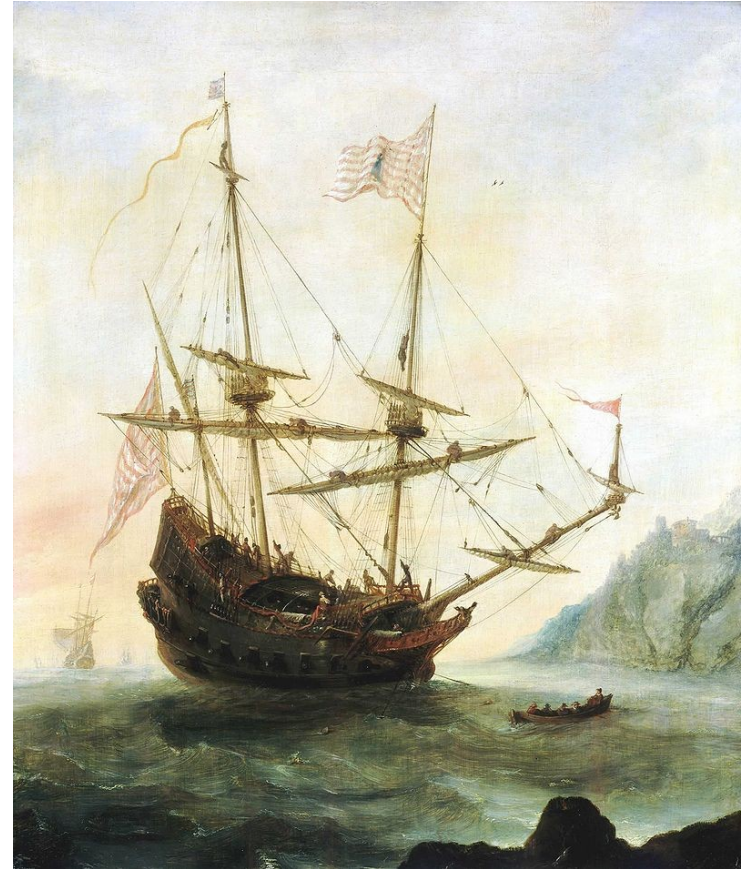
- Určitý **ekologický způsob uvažování** se objevoval dlouho předtím, než došlo k ustavení ekologie jako samostatného vědeckého oboru
- Principy ekologie se vyvíjely postupně, v úzké spojitosti s vývojem jiných biologických věd
- **Theophrastus** (asi 371 až 287 p.n.l.), žák Aristotela, **popisoval vztahy mezi zvířaty a mezi zvířaty a jejich prostředím** již ve 4. stol. p.n.l.



Ekologie a doba zámořských objevů



Mapa světa z roku 1459 (Benátky)



Španělská karaka na obraze
Andriese van Eertvelt z roku 1628

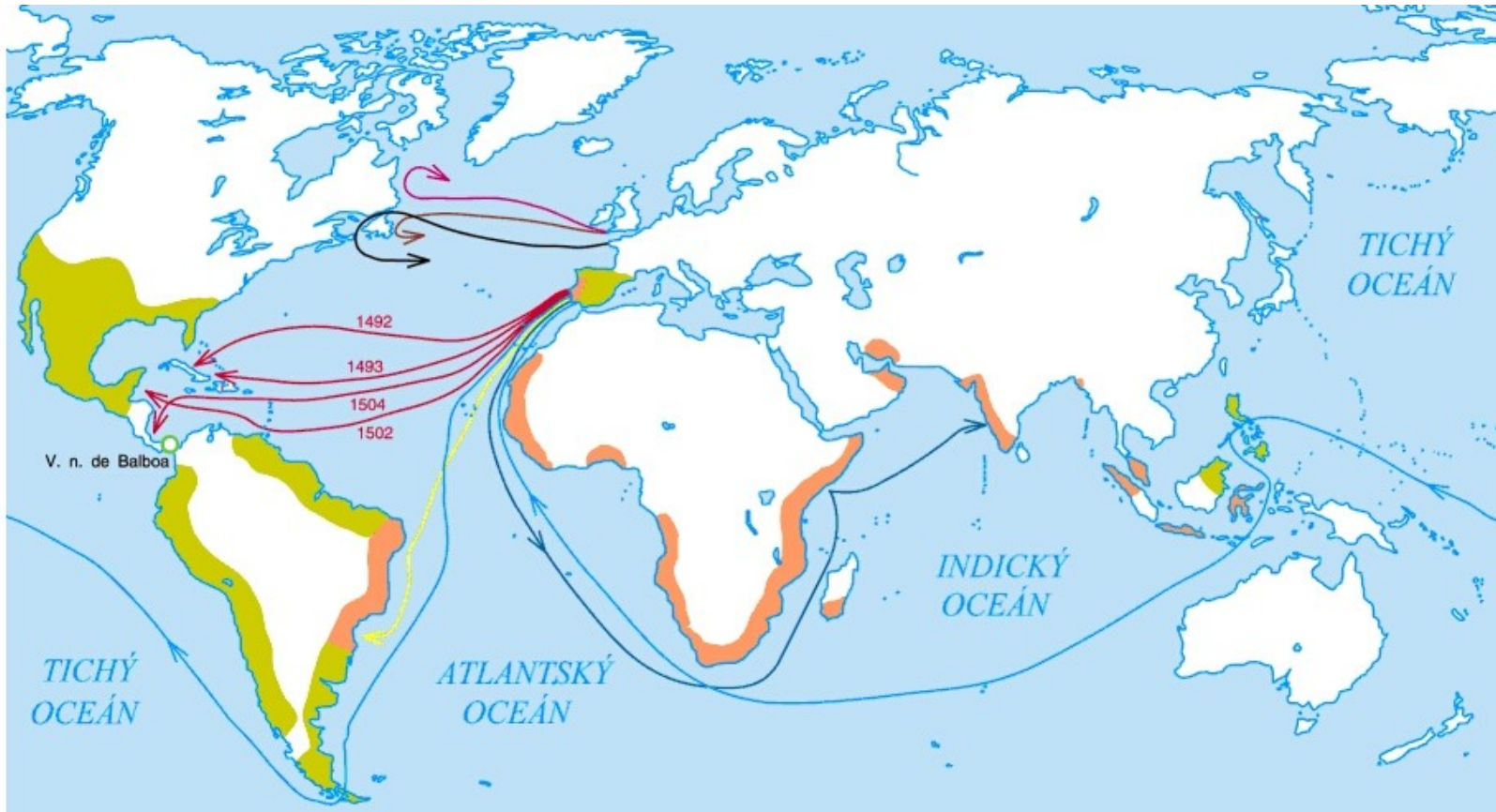
Z historie ekologie

- Zámořských objevitelských cest (18. století) se zúčastnilo též mnoho vědců, včetně např. **Alexandra von Humboldta** (1769 – 1859).
- Humboldt byl prvním, kdo soustavně **studoval vztah mezi organismy a jejich prostředím.** Popisoval vztahy mezi výskytem určitých druhů rostlin a klimatem nebo geologickým podložím; vymezil **vegetační zóny** pomocí zeměpisných šířek a délek a nadmořské výšky; **zakladatel geobotaniky.**

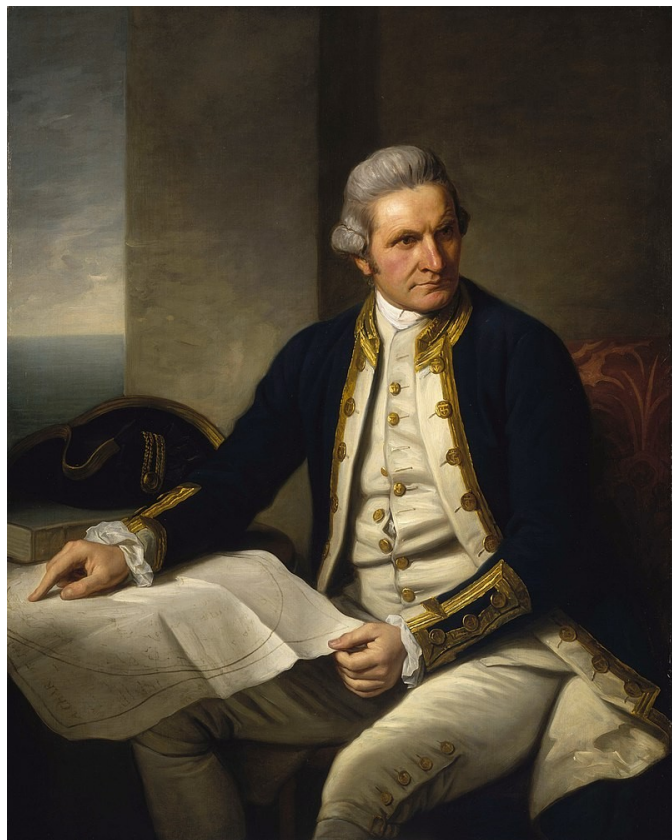


Zámořské cesty Portugalců a Španělů

- Španělsko a jeho kolonie
- Portugalsko a jeho kolonie
- K. Kolumbus
- G. Caboto
- S. Caboto
- J. Cartier
- P. Cabral
- V. de Gama
- F. Magalhães
- V. N. de Balboa

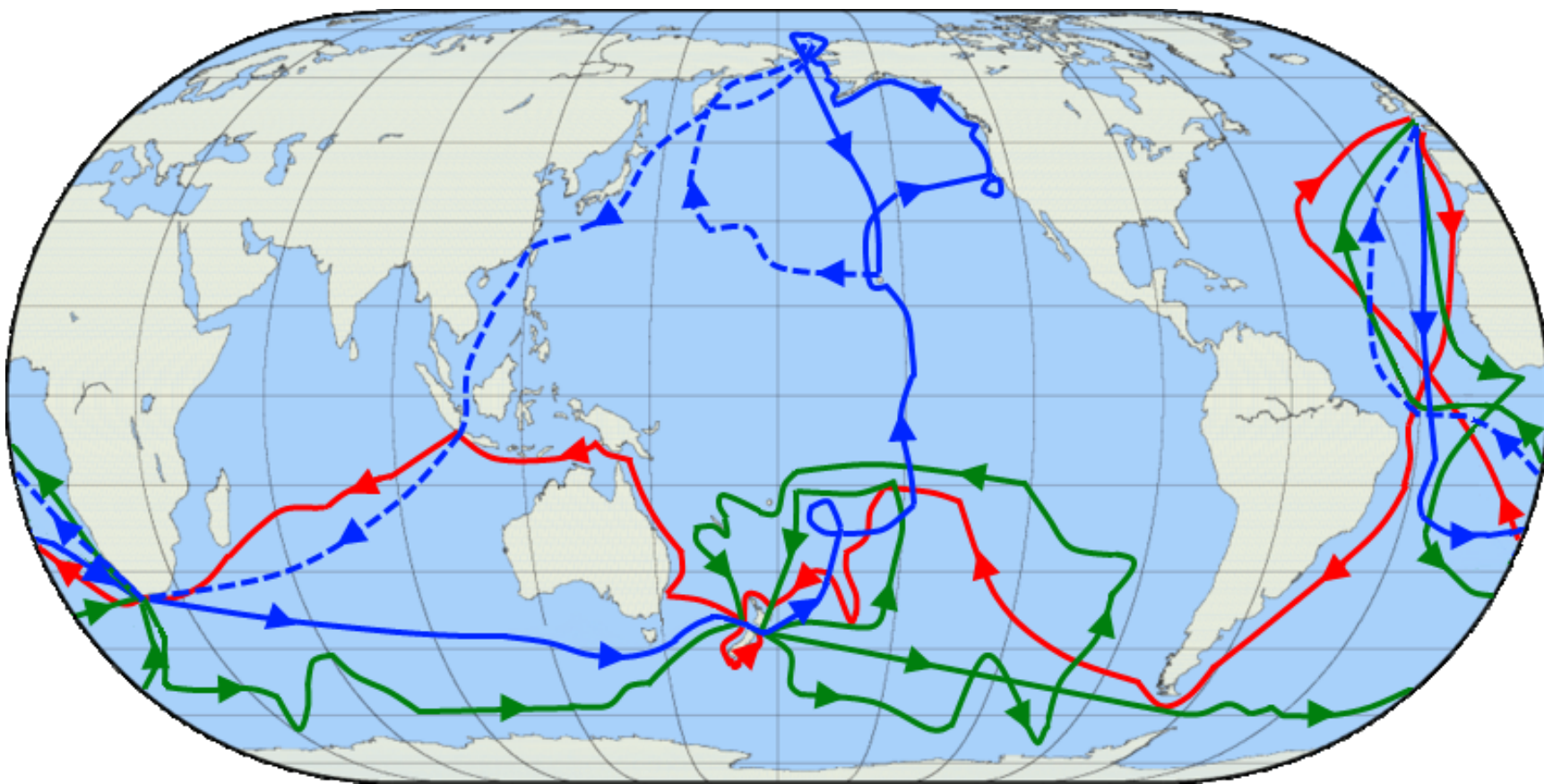


Kapitán **James Cook** (7. listopadu 1728 – 14. února 1779) byl britský cestovatel, kartograf a námořní důstojník, který se proslavil svými třemi plavbami v letech 1768 až 1779 v Tichém oceánu, zejména na Nový Zéland a do Austrálie.



Trasy plaveb kapitána Jamese Cooka.

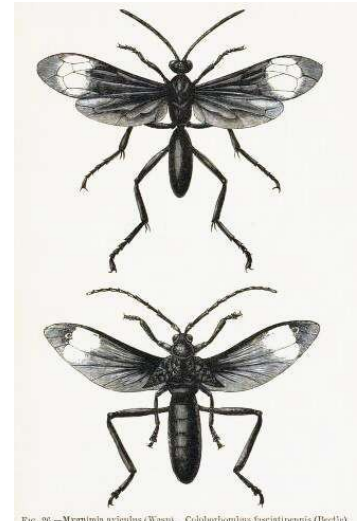
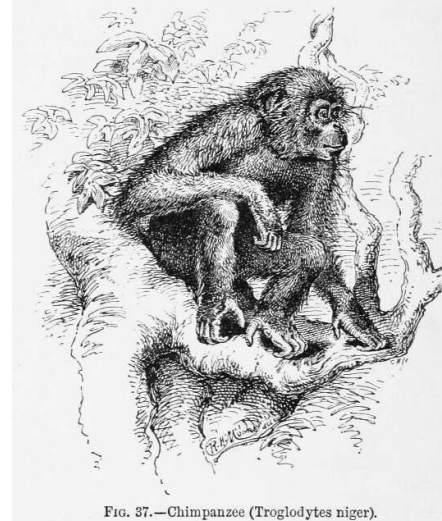
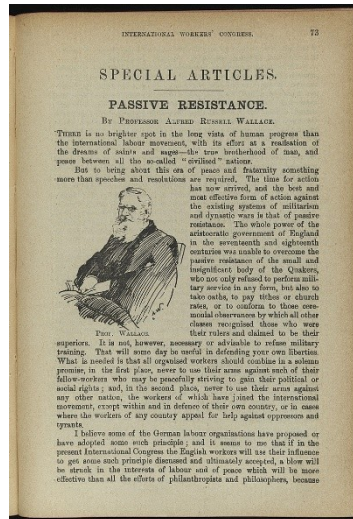
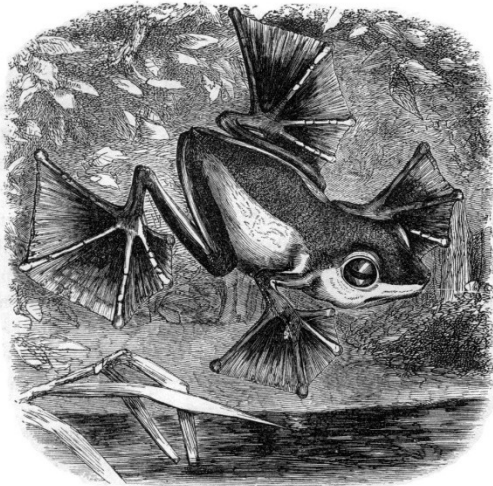
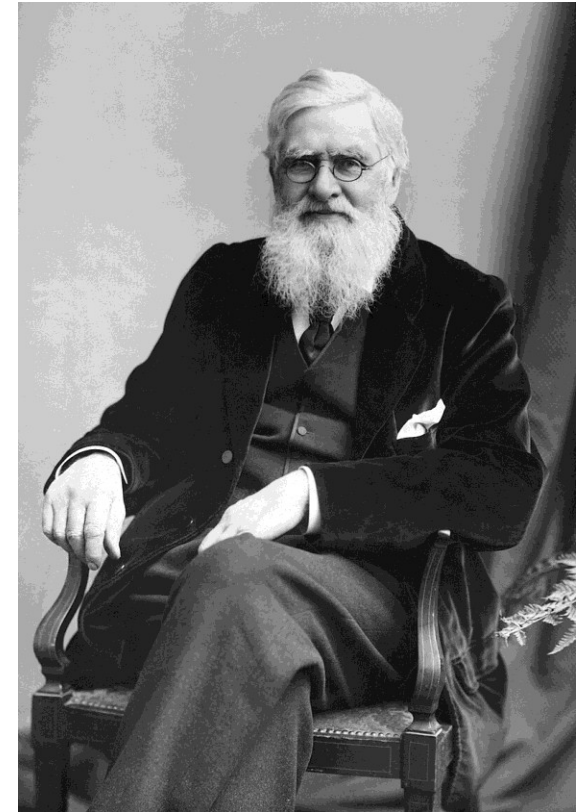
První plavba je zobrazena **červeně**, druhá plavba v roce - **zelená** a třetí plavbu v roce - **modrá**. Trasa Cookovy posádky po jeho smrti je znázorněna přerušovanou modrou



Z historie ekologie

- **Alfred Russel Wallace** (1823-1913), současník a soupeř Darwina, byl první, kdo vážně studoval **geografii živočišných druhů**.
- V témže období prohlašuje více badatelů, že jednotlivé druhy (zvířat, rostlin) nejsou na sobě nezávislé, a řadí je do určitých skupin, resp. společenstev živých bytostí neboli biocenóz.
- Pojem **„biocenóza“** poprvé použil zřejmě německý zoolog **Karl Möbius** (1825-1908) v roce 1877, který m.j. studoval ekologii ústřicových lavic.

Alfred Russel Wallace

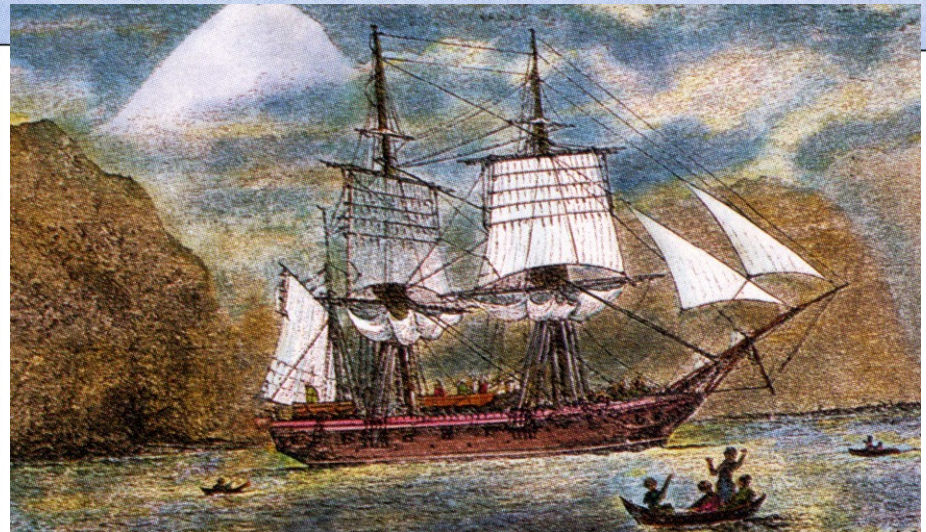
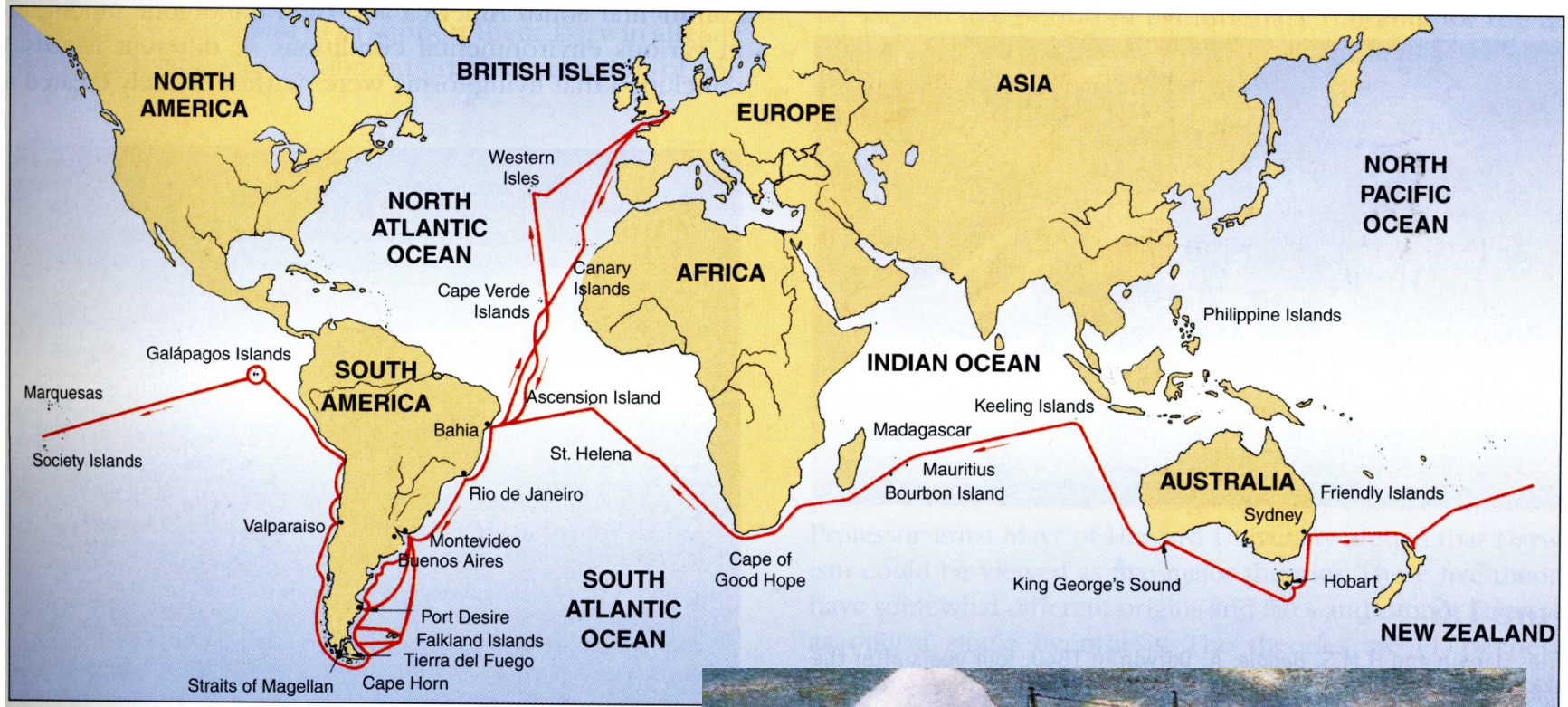


Z historie ekologie

- **Charles Darwin** (1809-1882) přispěl jako **zakladatel evoluční biologie** (viz např. dílo *O původu druhů*) ke vzniku oboru ekologie, ale sám ten termín nikdy nepoužil a Ipěním na **přírodním a pohlavním výběru** jako hlavní determinantě vývoje druhů byl v opozici převládajícímu názoru té doby, že morfologie a fyziologie organismů je ovlivněna hlavně abiotickými faktory neboli environmentálním výběrem



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



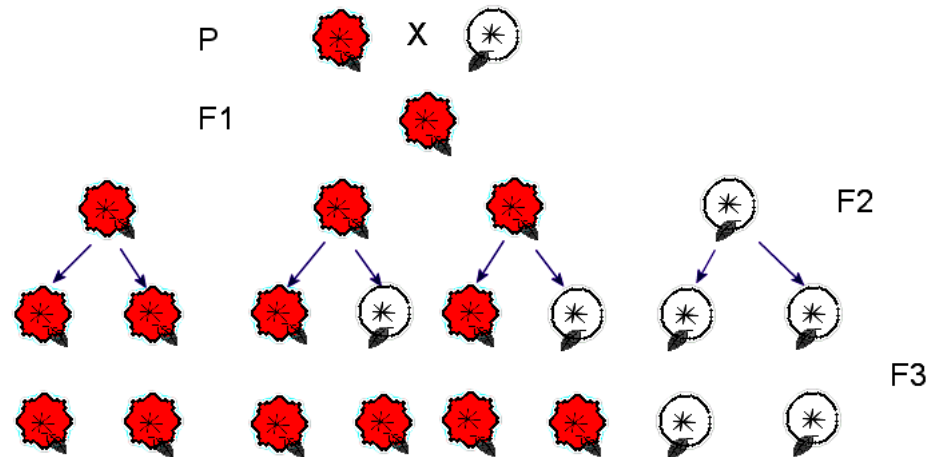
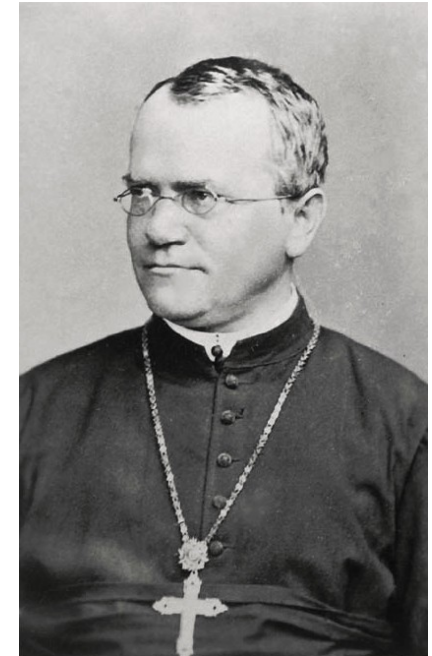
Gregor Mendel

(1822 – 1884)

Gregor Johann Mendel (česky též *Řehoř Jan Mendel*, byl *Mendel*, byl moravský přírodovědec německého původu.

Zakladatel genetiky a objevitel základních zákonů o dědičnosti, biolog, matematik, botanik, zajímal se také o meteorologii.

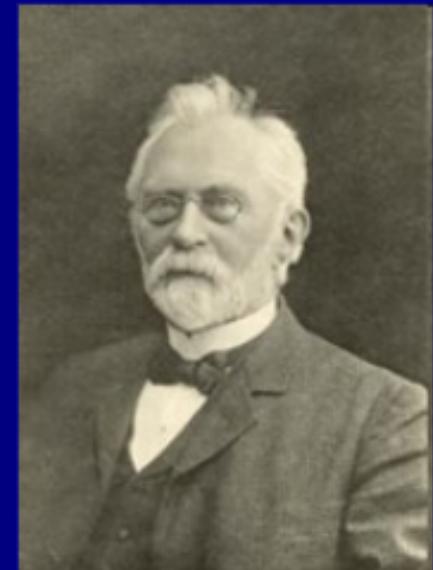
Byl učitelem, mnichem, knězem a později opatem augustiniánského kláštera na Starém Brně.



Dědičnost barvy květu (hrách setý) podle Mendela

Z historie ekologie

- K předním zastáncům studia abiotických faktorů – např. sucho, oheň, sůl, klima – na utváření společenstev patřil a zakladatelem biogeografie byl dánský botanik **Eugen Warming** (1841-1924), autor široce rozšířené a do mnoha jazyků rozšířené knihy *Plantefundament* (*Oecology of Plants*).
Dnes považován za jednoho ze zakladatelů oboru ekologie.



Z historie ekologie

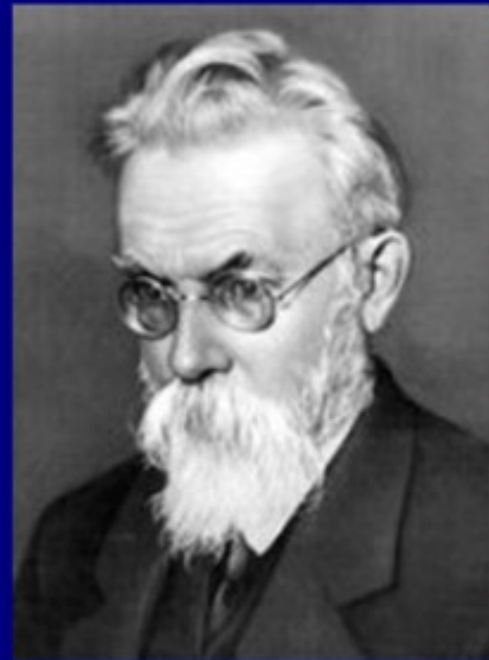
- Překotný vývoj mnoha biologických oborů (např. chemie – objev dusíkového cyklu) v 19. století přispěl též k formování a vývoji ekologie.
- Poznání, že životní formy se vyvíjejí jen v určitých částech atmosféry, hydrosféry a litosféry, vedlo rakouského geologa **Eduarda Suesse** k návrhu pojmu „**biosféra**“ (1875) (Gondwana, Tethys), který později rozvedl ruský vědec **Vladimír I. Vernadský** ve své knize *Biosféra* (1926): „**biosféra jako suma všech ekosystémů**“.
Vernadský byl zakladatelem několika nových vědních oborů, např. **biogeochemie**.

Z historie ekologie

➤ E. Suess
(1831-1914)



➤ V. I. Vernadský
(1863-1945)



Z historie ekologie

- Rozvoji ekologie – a jejímu pozdějšímu, konečnému společenskému uznání jako vědy – napomohly rozsáhlé „**ekologické škody**“ působené člověkem na přírodě/ životním prostředí:
- Rozsáhlé **odlesňování** v souvislosti s rozvojem zámořských kolonií (od 18. století)
- Rozsáhlé **znečištění** prostředí odpady z průmyslu (od průmyslové revoluce, resp. od 19. stol.)
- Rozsáhlé znečištění prostředí v důsledku **měnícího se životního stylu** člověka (od 20. stol.)

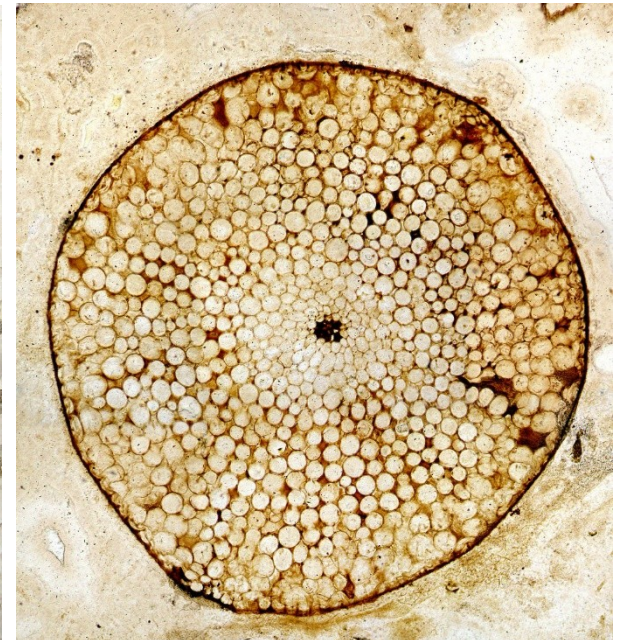
Sir Arthur Tansley

(1871 – 1955)

Tansleyho rané publikace se zaměřovaly na **paleobotaniku**, zejména na evoluci kapradin. Tansley založil v roce 1902 botanický časopis ***New Phytologist***, aby sloužil jako "médium snadné komunikace a diskuse mezi britskými botaniky o všech záležitostech . . . včetně metod výuky a výzkumu". **Zavedl pojem ekosystém !**



Zkamenělina listu *Betula leopoldae* (bříza), Washington



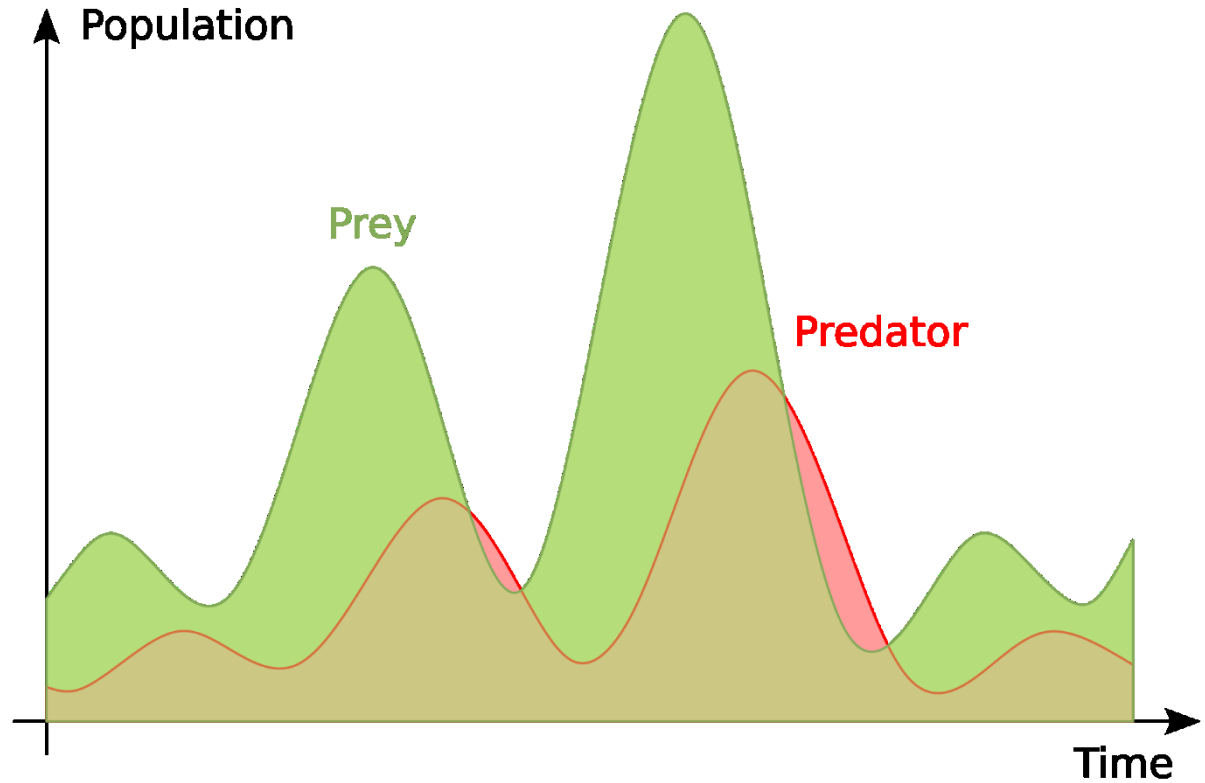
Rhynie ze spodního devonu, Skotsko



Alfred James Lotka

(1880 – 1949)

byl polsko americký matematik fyzikální chemik a statistik, známý svou prací v oblasti populační dynamiky a energetiky. Biofyzik Lotka se nejvíce proslavil svým návrhem **modelu predátor-kořist**, který byl vyvinut současně, ale nezávisle na Vitovi Volterrovi. Lotka–Volterrovův model je stále základem mnoha modelů používaných při analýze populační dynamiky v ekologii.



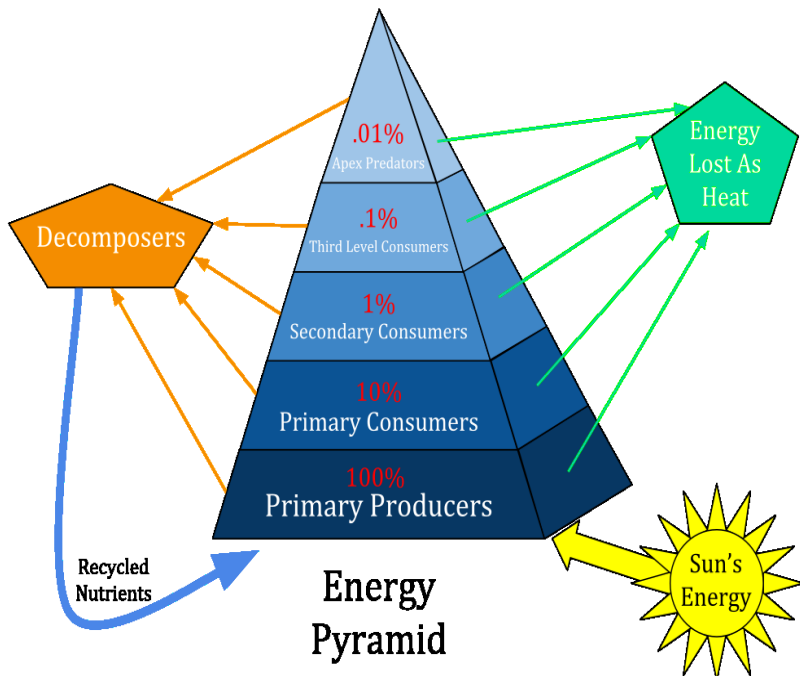
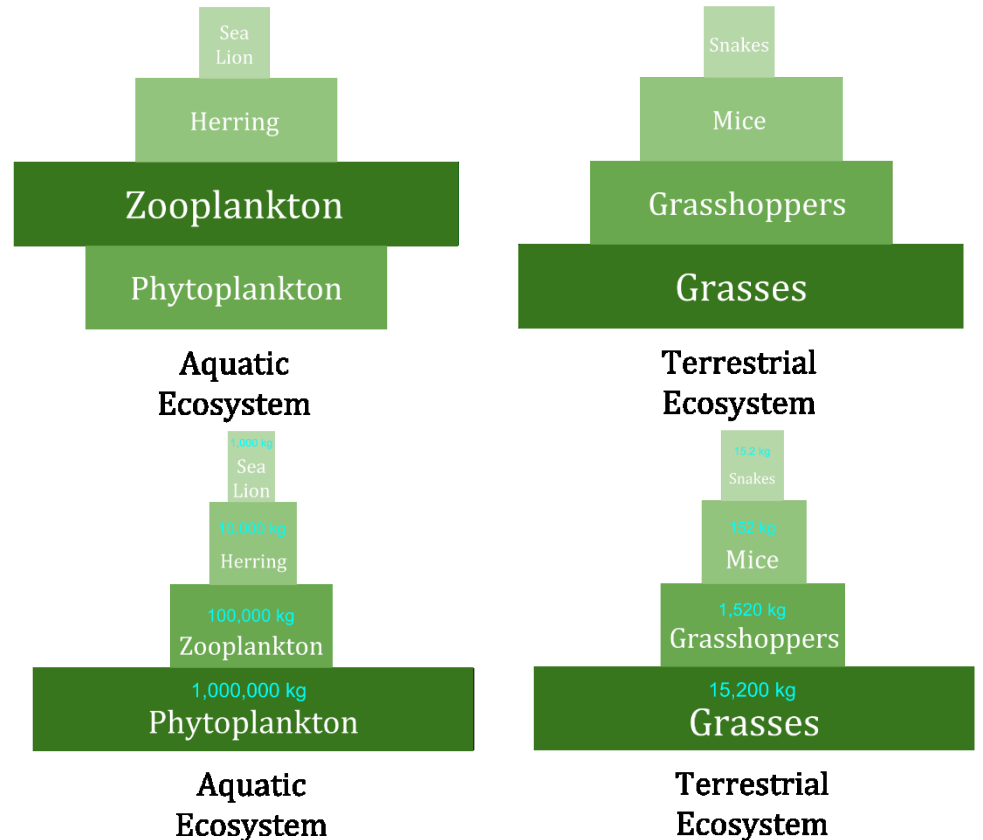
$$\frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 \left(1 - \left(\frac{x_1 + \alpha_{12} x_2}{K_1} \right) \right)$$
$$\frac{dx_2}{dt} = r_2 x_2 \left(1 - \left(\frac{x_2 + \alpha_{21} x_1}{K_2} \right) \right) .$$

Lotka–Volterrový model předpovídá související oscilace v populacích predátor a kořist



Charles Sutherland Elton

(1900 – 1991) byl anglický zoolog a ekolog, pracoval v oboru populační ekologie a ekologie společenstev. Je autorem konceptu tzv. – eltonovy ekologické pyramidy



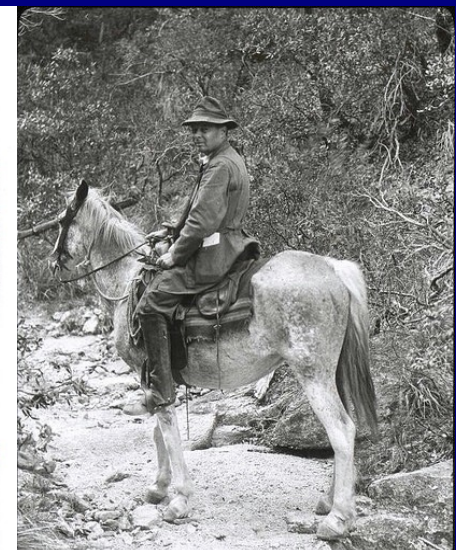
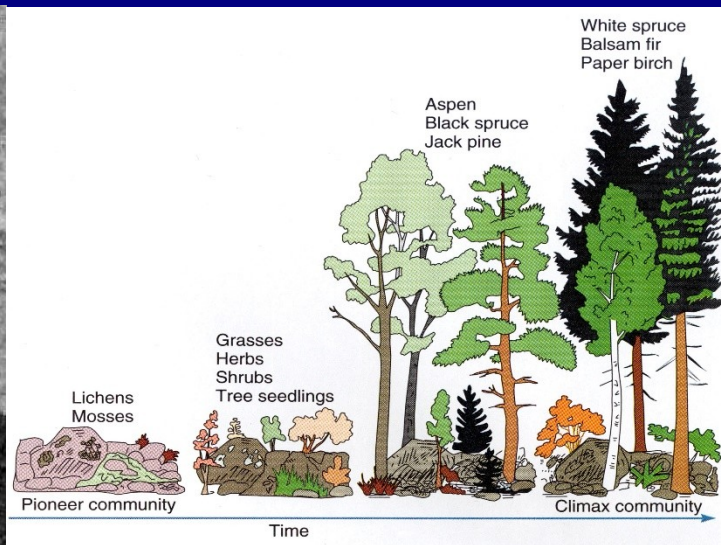
Z historie ekologie

- Tansleyho pojem „ekosystém“ dále rozvíjel americký biolog **Eugene P. Odum** (1913-2002), který – částečně se svým bratrem Howardem Odumem – po r. 1953 sepsal první učebnice ekologie (např. *Fundamentals of Ecology*, *Ecology*, *Basic Ecology* ad.) a ovlivnil nejméně jednu generaci nastupujících ekologů (nejen v Americe).
- Odum EP: *Základy obecné ekologie*. Akademia, Praha 1977.



Z historie ekologie

- Americký botanik a průkopník ekologie **Henry Chandler Cowles** (1869-1939) studoval vegetaci na pískových dunách Indiana Dunes u jezera Michigan → „**ekologická sukcese**“; spoluzakladatel dynamické ekologie



Z historie ekologie

- **Ekologie člověka** (počátky ve 20. letech 20. století – **studium změn městské vegetace v Chicagu**, samostatný obor od 70. let 20. století) = uznání skutečnosti, že **člověk je na Zemi hlavním ekologickým faktorem**: modifikuje prostředí skrze rozvoj sídel, intenzivní exploataci /těžba dřeva, rybolov/ či vedlejšími účinky zemědělství, těžby nerost. surovin a průmyslové činnosti).
- Vedle ekologie a biologie využívá e.č. řadu jiných věd: antropologii, etnologii, demografii, územní plánování, ekonomii, architekturu, lékařství, psychologii ad.
- Ekologie člověka → sociologie

Z historie ekologie

- Po 2. světové válce, spolu se zhoršujícím se životním prostředím, tlak na ekologii, aby se stala aplikovanou, pomocnou vědou pro řešení problémů souvisejících se zhoršováním ŽP.
- Dvě události pomohly zachovat (a posílit) ekologii také jako teoretickou vědu – Manhattan Project a kniha *Silent Spring* ⇒ ⇒

Z historie ekologie

- **Manhattan Project** – po skončení 2. světové války rozhodla americká Nuclear Energy Commission o rozsáhlém a bohatě dotovaném výzkumném projektu o **vlivu výroby a použití jaderných zbraní na životní prostředí a přírodu** (ekologie se stala „big science“...)

Projekt Manhattan

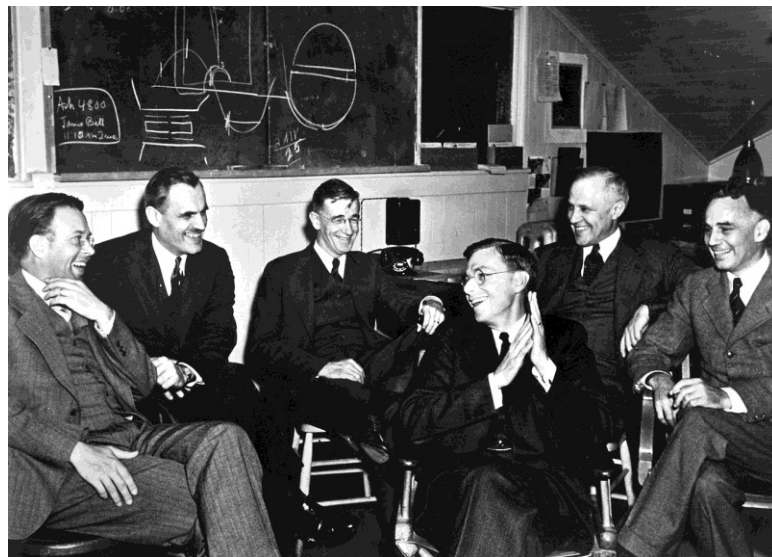
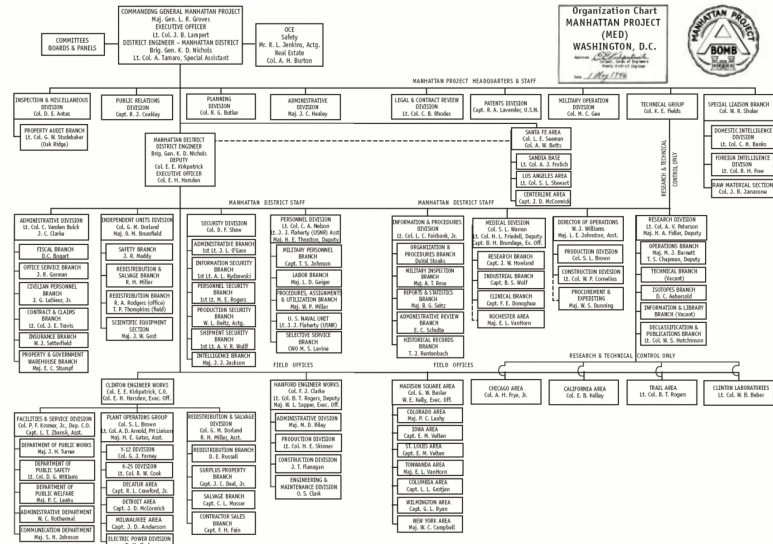
Organizační schéma projektu

Projekt Manhattan byl výzkumný a vývojový program realizovaný během druhé světové války s cílem vyrobit první jaderné zbraně.

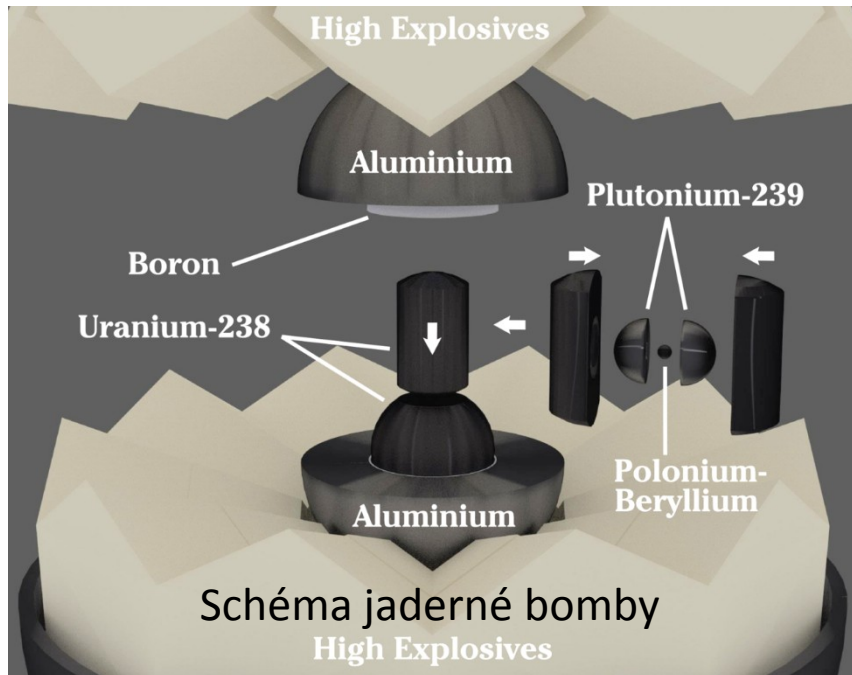
Vedla jej Spojené státy ve spolupráci se Spojeným královstvím a Kanadou.

V letech 1942 až 1946 byl projekt řízen generálmajorem **Lesliem Grovesem** z **U.S. Army Corps of Engineers**.

Robert Oppenheimer byl ředitelem laboratoře v Los Alamos.



Projekt Manhattan



Z historie ekologie

- V roce 1962 vyšla kniha americké bioložky Rachel Carsonové ***Silent Spring***, která poprvé podrobně dokumentovala a veřejnosti srozumitelnou formou ukázala, že nekontrolované a (do té doby nezkoumané) použití perzistentních látek typu pesticidů (DDT) škodí nejen divokým zvířatům, ale i člověku. ⇒ Velká vlna zájmu o otázky ekologie a životního prostředí. V roce 1972 zákaz použití DDT v USA (s výjimkou kontroly malárie).



Z historie ekologie



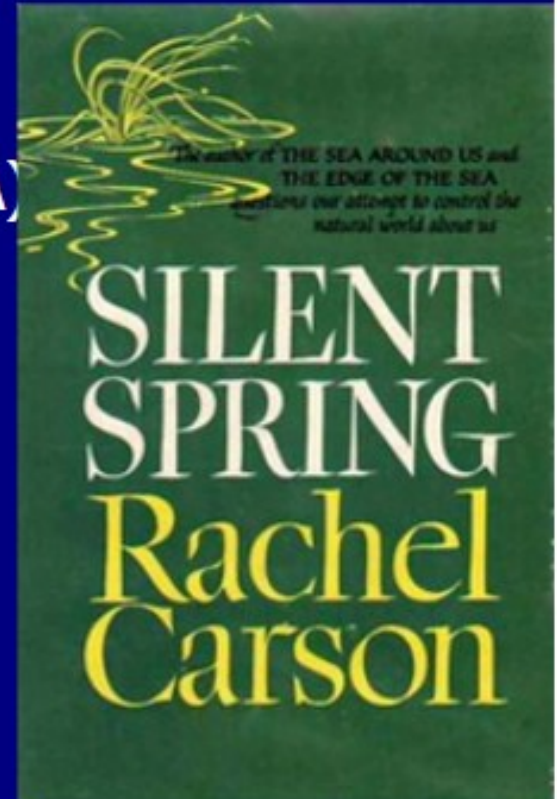
Rachel Louise Carson

(1907-1964)

Silent Spring (1962)

(Mlčící jaro,

1972 zákaz DDT v USA)



Z historie ekologie

➤ Kritický stav ŽP v 60. letech...

Symbolem znečištění a bezprostředním podnětem se stal požár na řece Cuyahoga (Cuyahoga River Fire) v Clevelandu, Ohio, 22.6.1969...



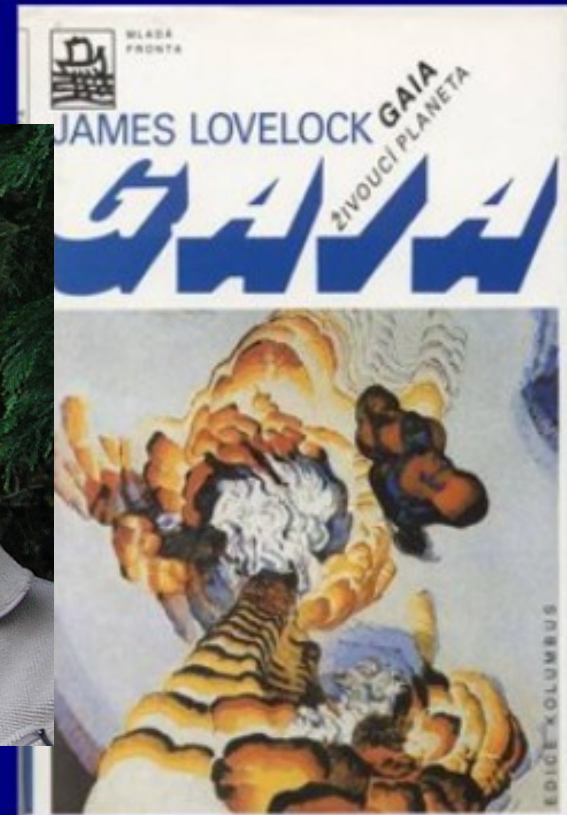
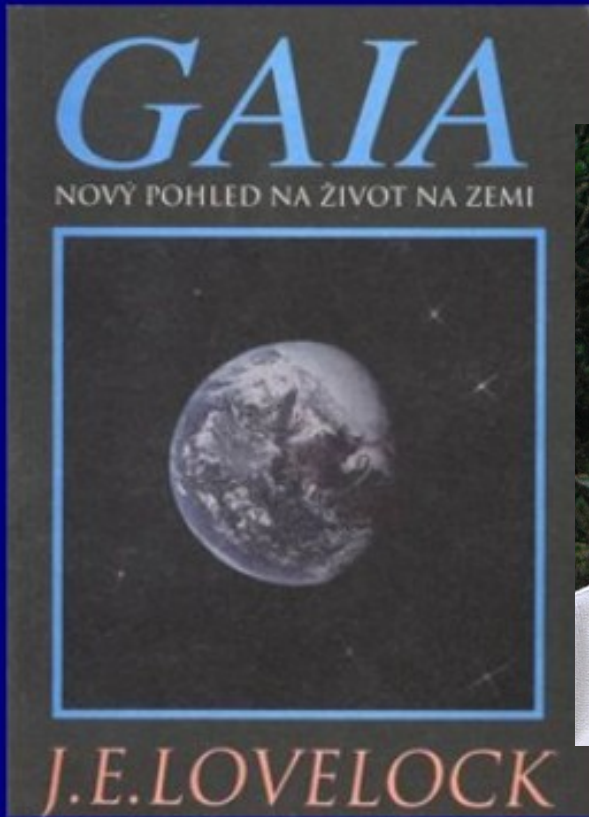
- ... vedl k přijetí řady účinných zákonů na jeho ochranu, včetně požadavků na odborné posouzení stavu ŽP (např. National Environmental Protection Act, USA 1970) – „legitimizace ekologie“ jako vědy i jako nástroje na ochranu životního prostředí

Z historie ekologie

- **James E. Lovelock** (*1919) a hypotéza „**Gaia**“
- Britský biolog a lékař pracující pro NASA
- **Holistický přístup** - opačný směr oproti dílčí specializaci
- Hypotéza „**Gaia**“ (Gaia = řecká bohyně Země; odtud též kořen slov „geologie“ či „geografie“) považuje Zemi za **jeden obrovský živý (makro)organismus** → Země a život na ní je systém se schopností regulovat teplotu a složení zemského povrchu a udržovat jej ve stavu příznivém pro živé organismy; autoregulace systému je aktivním procesem, poháněným volnou energií, kterou dodává Slunce

Z historie ekologie

- **James E. Lovelock** (1919) **Gaia** hypothesis - biosphere is a self-regulating entity with the capacity to keep our planet healthy by controlling the chemical and physical environment. „Gaia“



Fotografie planety Země, kterou 7. prosince 1972 pořídila posádka Apollo 17 ze vzdálenosti zhruba 29 400 kilometrů.



Ekologie jako exaktní věda

Metody ekologického výzkumu

Metody ekologického výzkumu

Pozorování v přírodě (v terénu)

Experimentální studium **v přírodě**

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

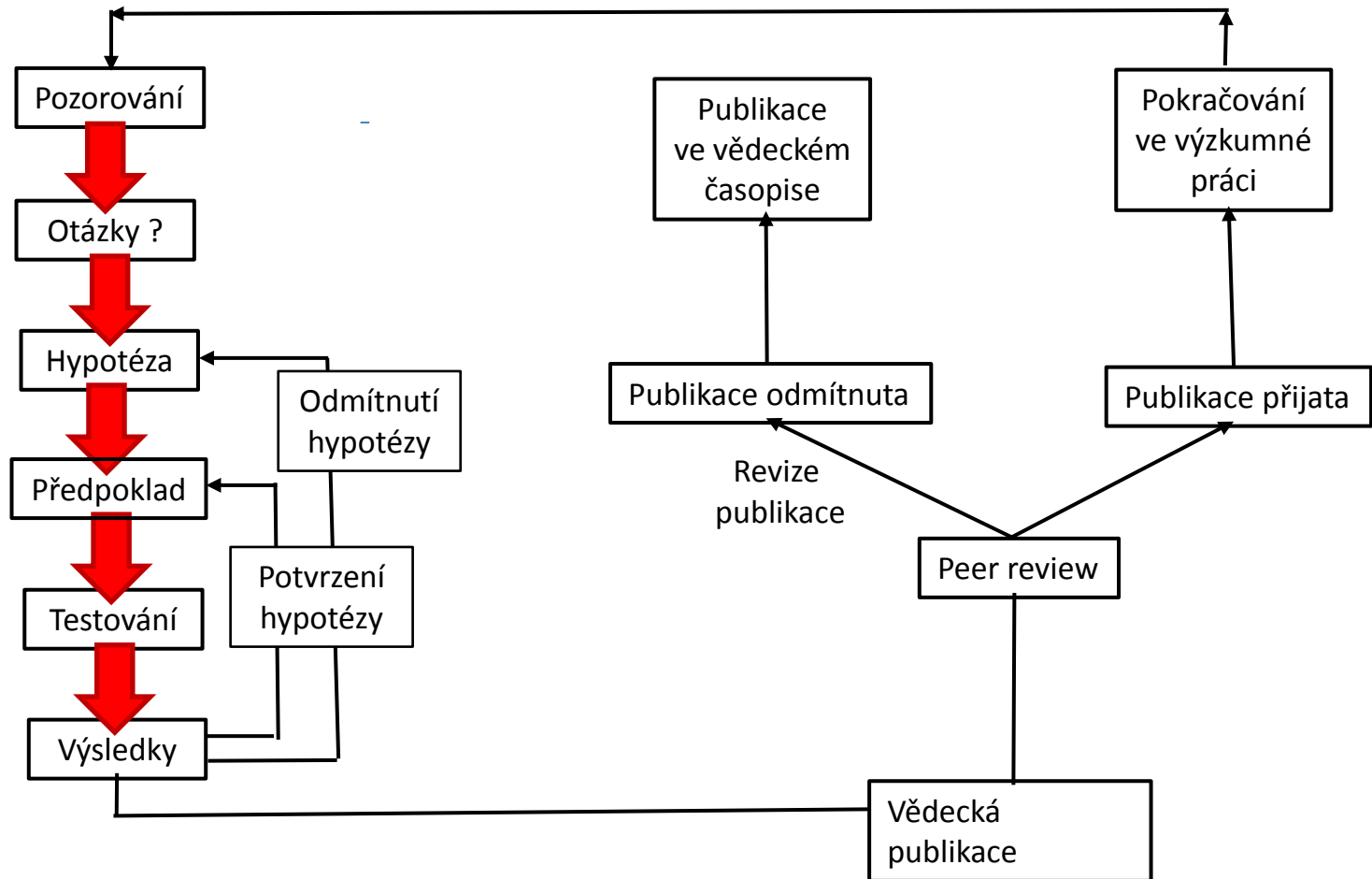
Správná interpretace výsledků – velikost studovaného vzorku - statistika

Potřeba klást správné otázky !

- Ekologie se zabývá obrovským množstvím procesů, týkajících se všech skupin organismů a probíhajících ve všech typech prostředí a v různých časových i prostorových měřítkách...
... a proto nemá jednotnou metodologii získávání základních údajů
- Způsob získávání dat musí být vždy podřízen účelu výzkumu – na jakou otázku chceme odpovědět.

Ekologie jako exaktní věda

Zásady vědecké práce



Ekologické vědecké časopisy



Klíčový je sběr dat !

Ekologická metodologie

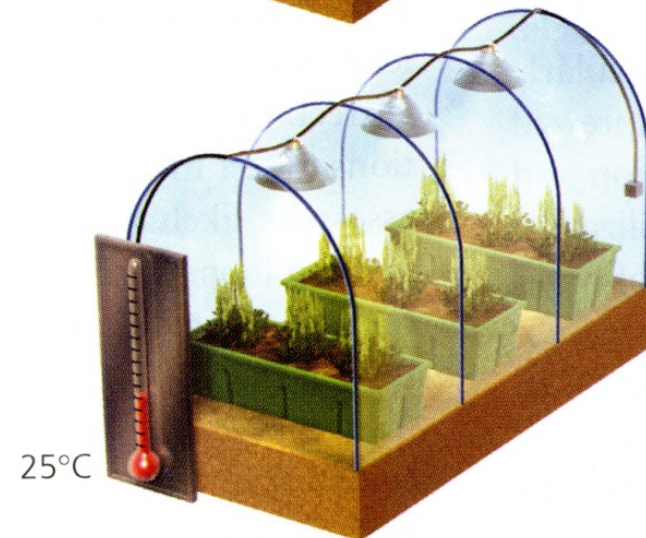
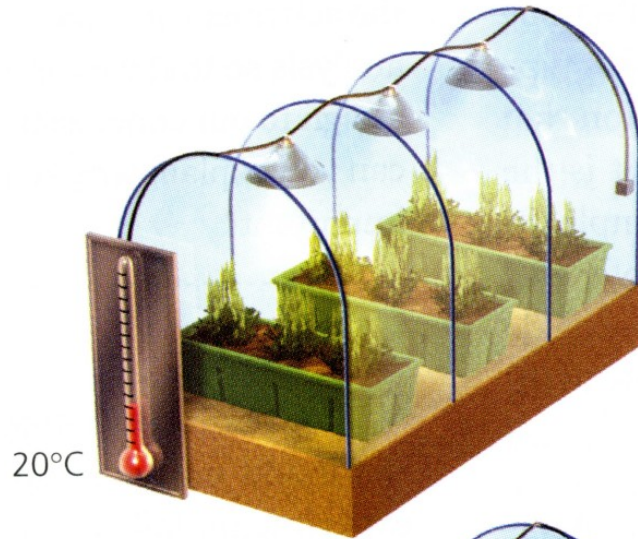
- **Metody zpracování** získaných údajů jsou – na rozdíl od metod jejich sběru – poměrně **jednotné**, protože se jedná o obecné postupy využívané ve vědě ⇒ zpracování dat pomocí **statistiky** a jiných matematických přístupů (korelace, regrese, analýza variance atd.)
- Testování hypotéz...

Pozorování v přírodě

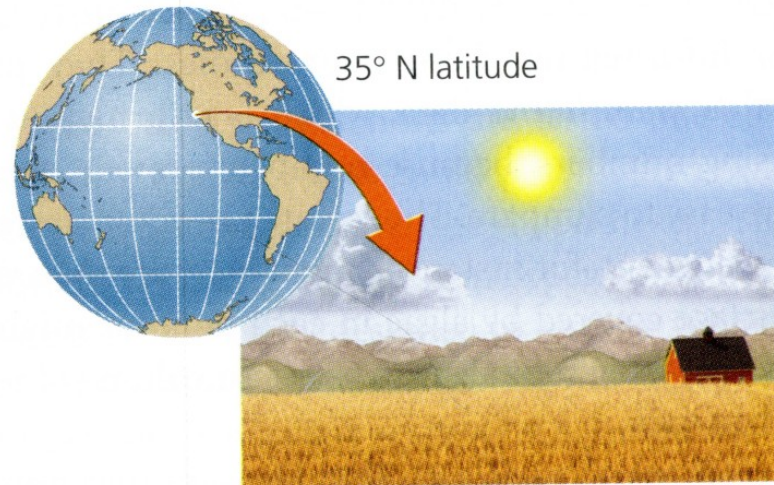
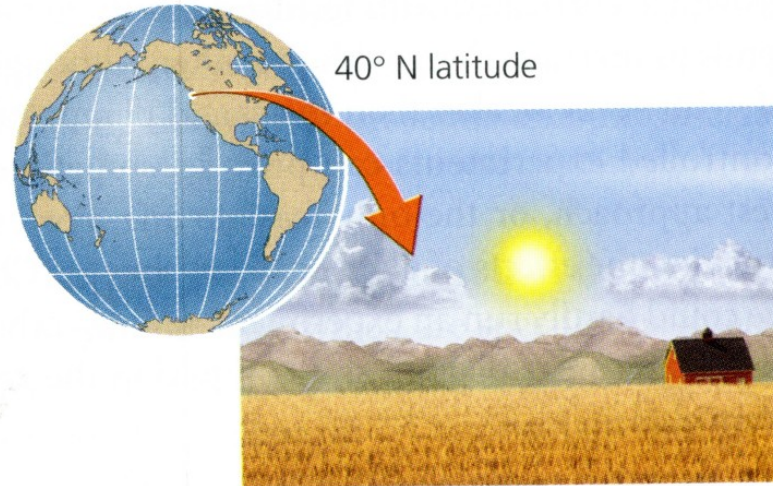




Ekologie jako experimentální věda



(a) Manipulative experiment



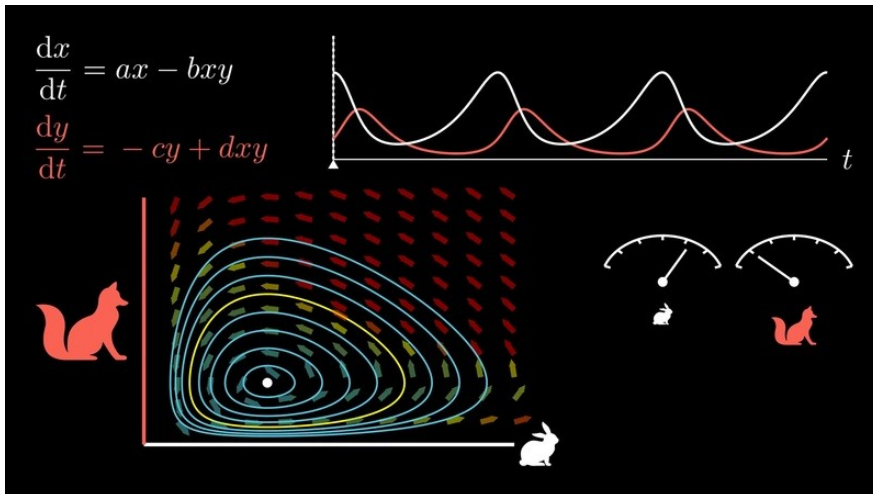
(b) Natural experiment, or correlational study

Základní modely populační ekologie

Populační ekologie je součástí ekologie zabývající se modelováním vývoje populací. Základním vyjadřovacím jazykem jsou diferenciální rovnice nebo jejich diskrétní obdoba, kdy se čas mění po skocích, diferenční rovnice. Málokdy uvažujeme jedinou populaci, většinou studujeme bohatší ekosystémy, což vede na soustavy rovnic. Dva nejklasičtější si zde stručně uvedeme.

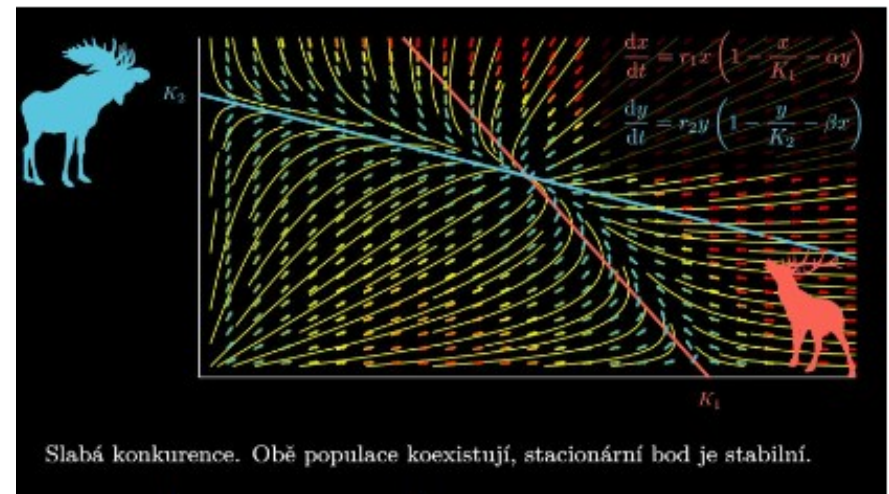
Model dravce a kořisti

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= xr(1 - ax) - V(x)y, \\ \frac{dy}{dt} &= y(-\alpha + kV(x)).\end{aligned}$$

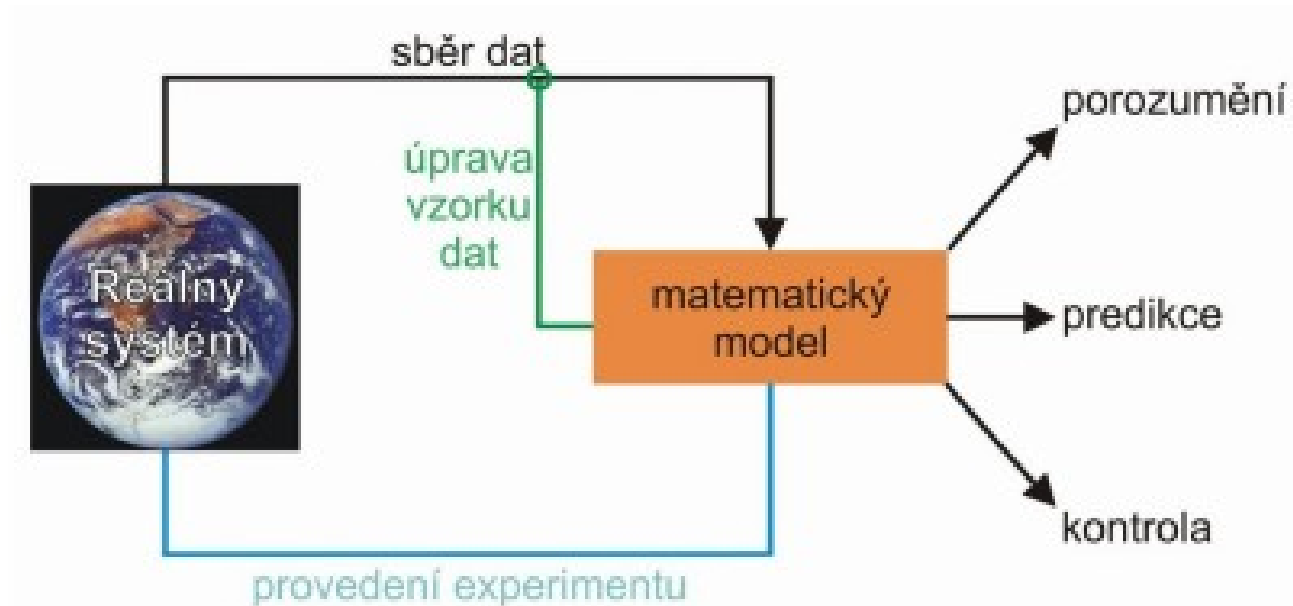


Model konkurence dvou druhů

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= r_1x \left(1 - \frac{x}{K_1}\right) - axy, \\ \frac{dy}{dt} &= r_2y \left(1 - \frac{y}{K_2}\right) - bxy.\end{aligned}$$



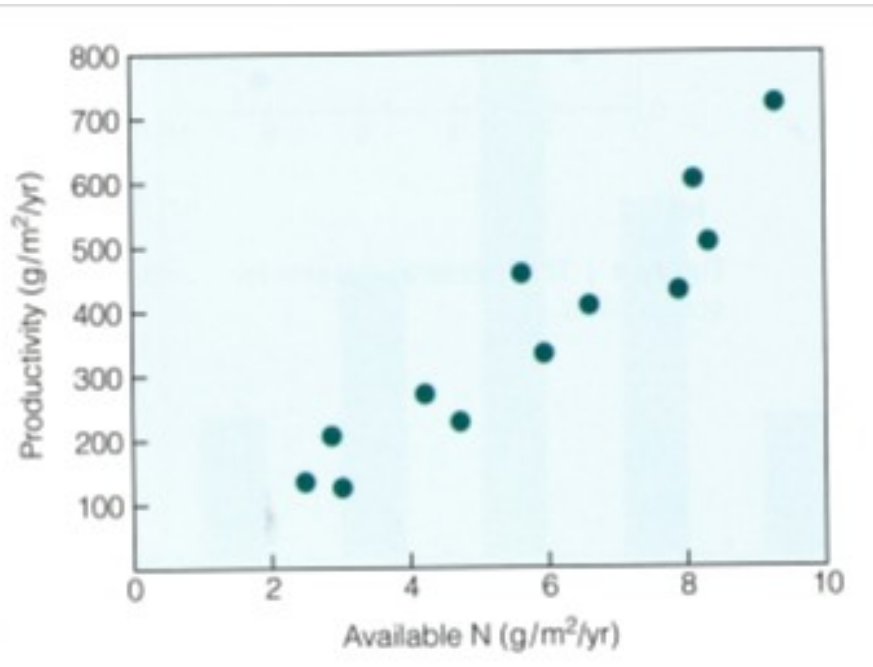
Proces studia systému



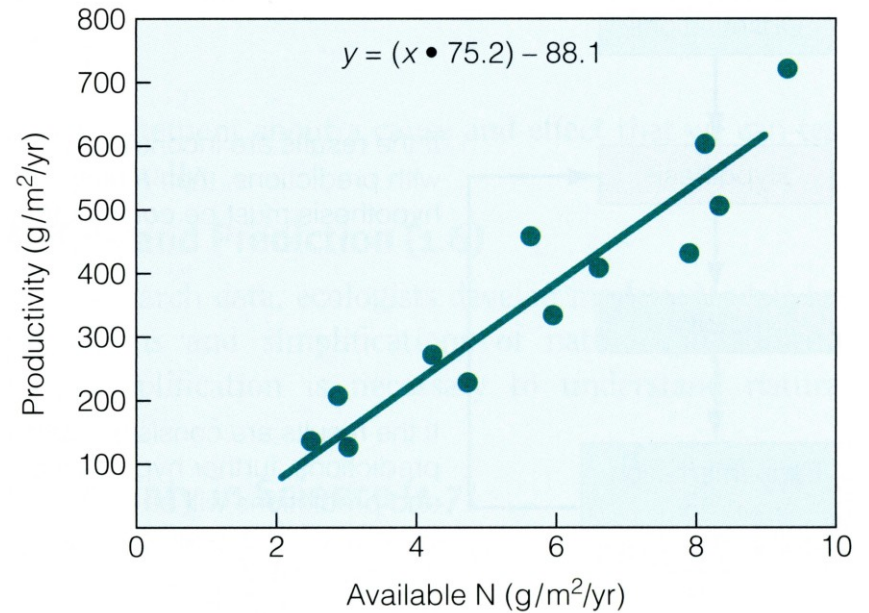
Je zde znázorněn proces zkoumání systému s využitím matematického modelování, který začíná sběrem dat o systému (jeho monitoringem), pokračuje **jejich vstupem do matematického modelu** a na základě **analýzy výsledků řešení** tohoto modelu (porozumění, predikce a kontrola jeho chování), je **provedena jeho případná úprava a přizpůsobení sběru dat o zkoumaném systému**. Pokud tento postup nevede k uspokojivému řešení, provedou se na zkoumaném systému nové experimenty, případně se modifikuje matematický model.

Příklad analýzy ekologického vztahu

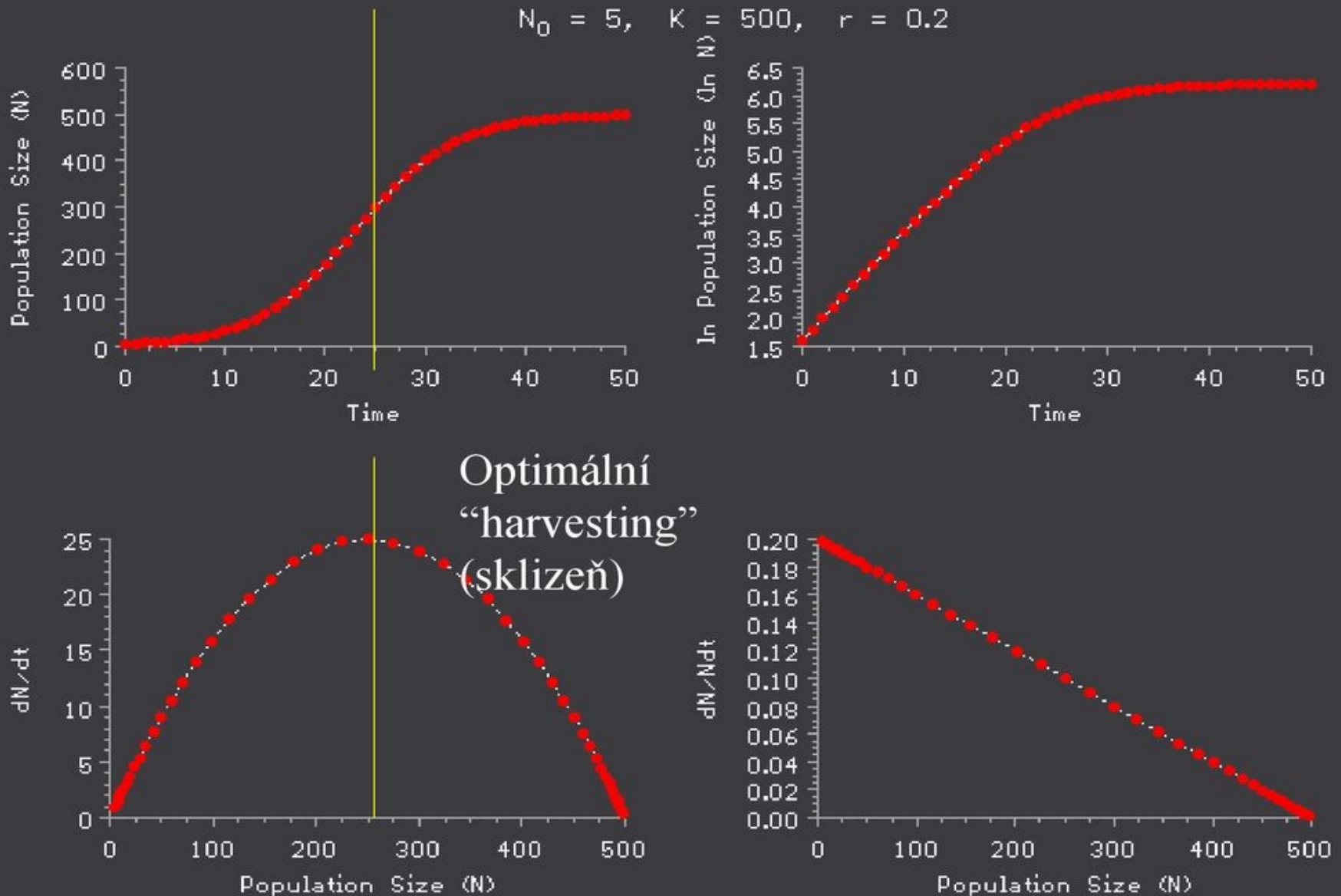
Pozitivní vztah mezi N a produkcí



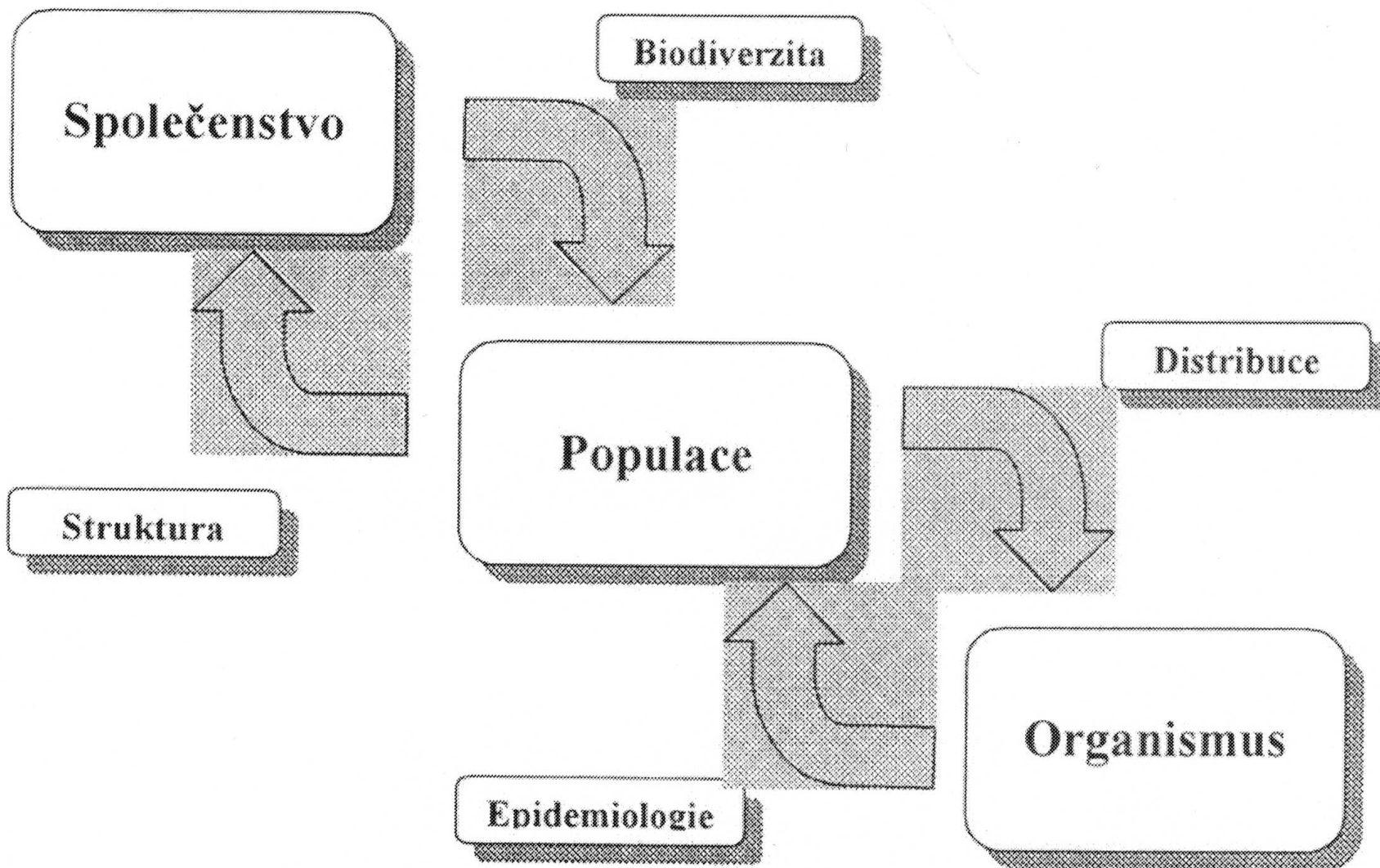
Jednoduchý model lineární regrese



Matematické modely v ekologii



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.

Ekologické zákonitosti

Relationship between Body Size & Temperature

Bergmann's Rule

Allen's Rule

Hesse's Rule

CSIRNET GATE IITJAM TIFR NEET CLASS 12 BSc MSc

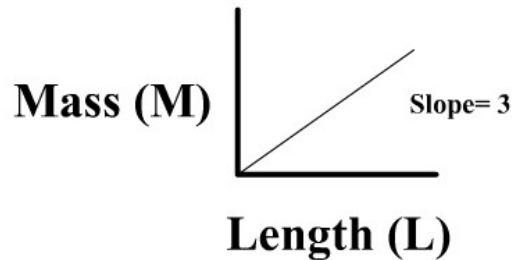
Ecology



Ekologické zákonitosti

Allometrie - Allometrická rovnice

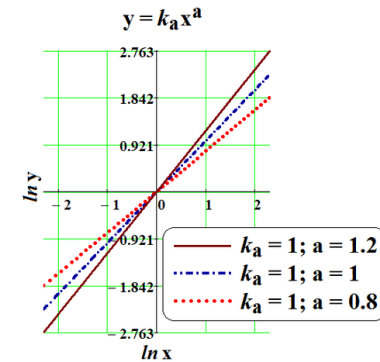
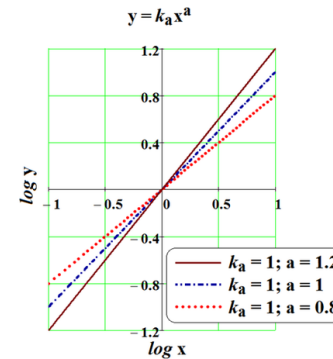
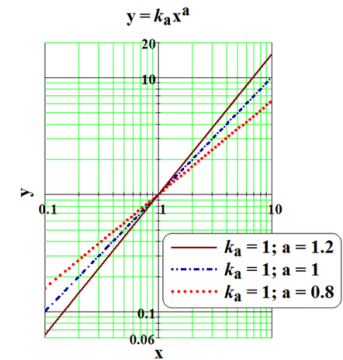
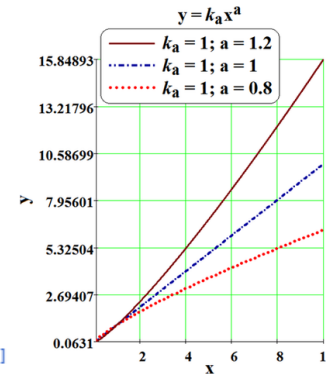
Allometrie je **studium vztahů proporcí velikosti těla a jeho tvaru** z hlediska **anatomie, fyziologie, a chování**. Poprvé byla tato zákonitost formulována Otto Snellem v roce 1892 a posléze upřesněna D'Arcym v roce 1917 v díle „Growth and Form“ Julianem Huxleym v roce 1932.



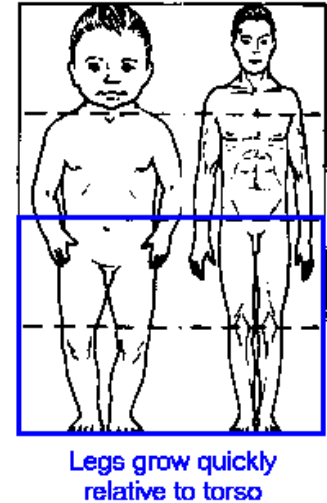
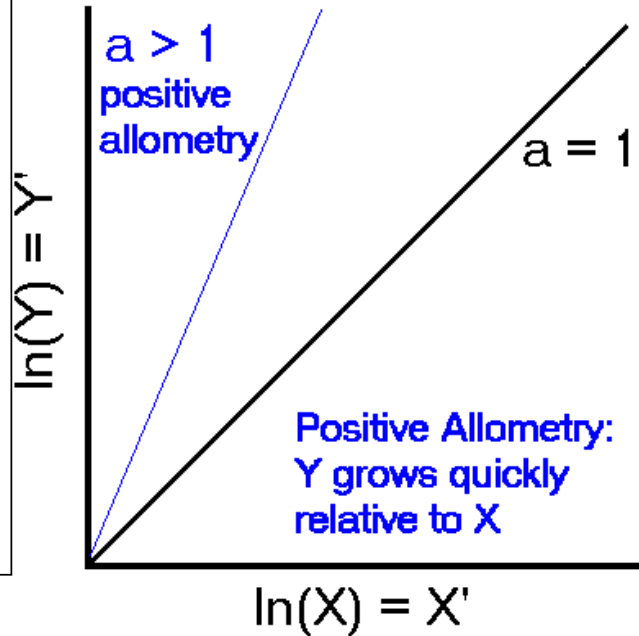
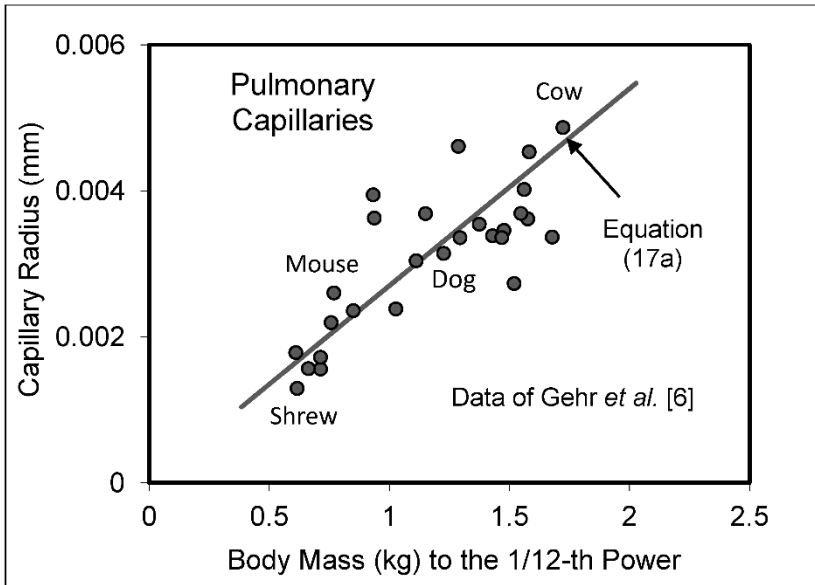
Explanation: Mass=Volume=L³
Mass/Length= 3/1=3. Expected slope should be 3.

Scaling range for different organisms^[11]

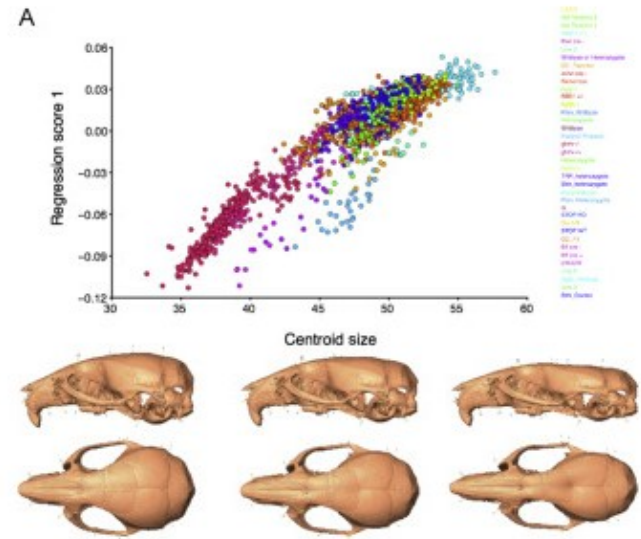
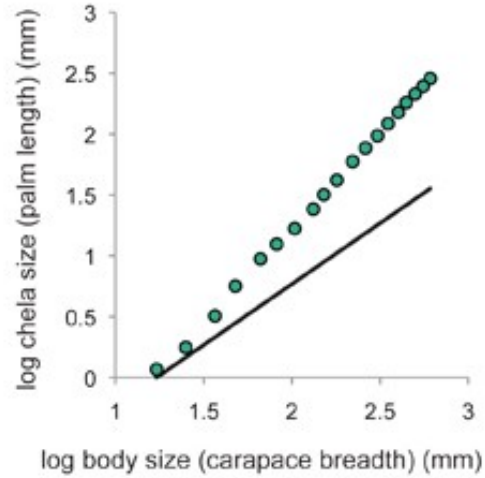
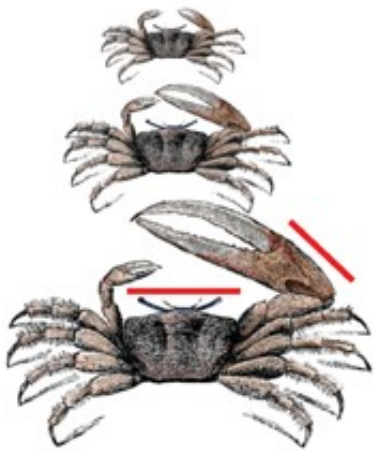
Group	Factor	Length range
Insects	1000	10 ⁻⁴ to 10 ⁻¹ m
Fish	1000	10 ⁻² to 10 ⁺¹ m
Mammals	1000	10 ⁻¹ to 10 ⁺² m
Vascular plants	10,000	10 ⁻² to 10 ⁺² m
Algae	100,000	10 ⁻⁵ to 10 ⁰ m



Příklady alometrických závislostí

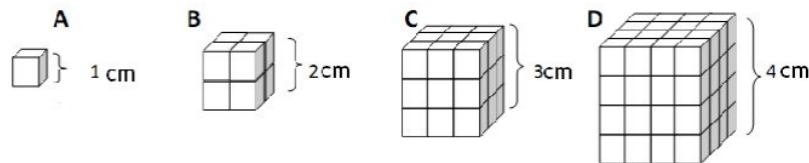


Biologické škálování



Zákonitost vztahu povrchu *versus* objem

Pokud objekt prodělává proporciální změnu své velikosti, jeho nová povrchu se bude zvětšovat s kvadraticky (x^2) a následně jeho objem kubicky (x^3).



OBR.	n počet krychlíček	plocha S	objem V	S/V
A	1	6	1	6
B	8	24	8	3
C	27	54	27	2
D	64	96	64	1.5



$$\frac{A_S}{V} = \frac{24}{8} = 3$$



$$\frac{A_S}{V} = \frac{34}{8} = 4.25$$



$$\frac{A_S}{V} = \frac{28}{8} = 3.5$$

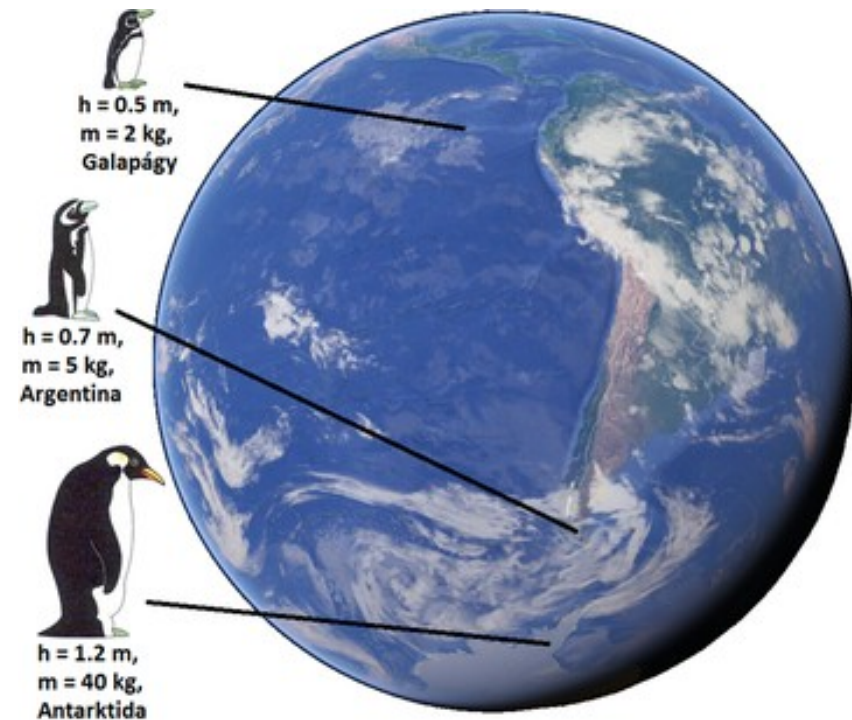
Tři pravoúhlé hranoly se skládají z osmi Jednotkových kostek. Kompozitní kostka o straně 2 má objem 8 jednotek ale plocha pouze 24 jednotek. Obdélníkový hranol široký dvě krychle, jedna krychle dlouhá a čtyři krychle vysoký má stejný objem, ale povrchovou plochu 28 jednotek. Jejich naskládání do jednoho sloupce dává 34 jednotek.

Bergmanovo pravidlo

BP - je ekogeografické pravidlo, které říká, že v rámci široce rozšířeného taxonomického kladu se populace a druhy větší velikosti nacházejí v chladnějším prostředí, zatímco populace a druhy menší velikosti se nacházejí v teplejších oblastech. Toto pravidlo je odvozeno ze vztahu mezi velikostí v lineárních rozměrech, což znamená, že **výška i objem se v chladnějším prostředí zvětší**. Bergmannovo pravidlo **popisuje pouze celkovou velikost zvířat, ale nezahrnuje tělesné proporce jako Allenovo pravidlo**.



Bergmannovo pravidlo ilustrované Lišky obecné ze severních a jižních populací



Kaiser-Pinguin

120 cm

40 kg

Antarktida

-19 °C



Magelan-Pinguin

70 cm

5 kg

Argentina

8 °C



Galapagos-Pinguin

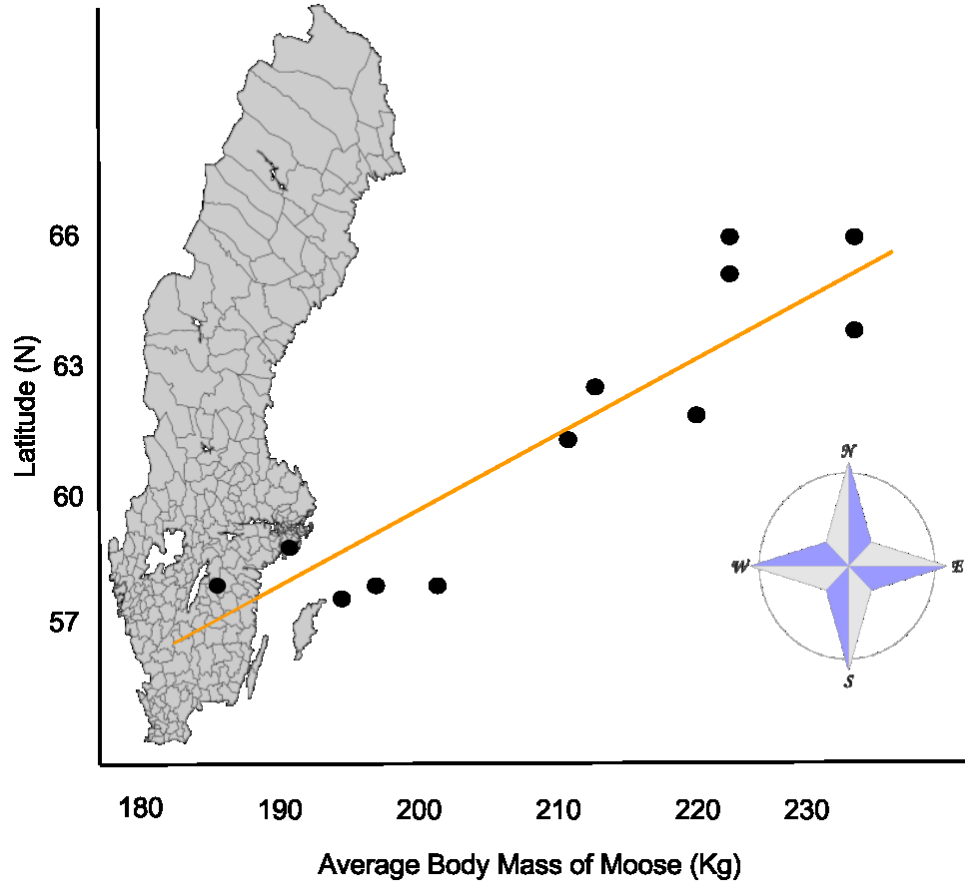
50 cm

2 kg

Galapágy

24 °C

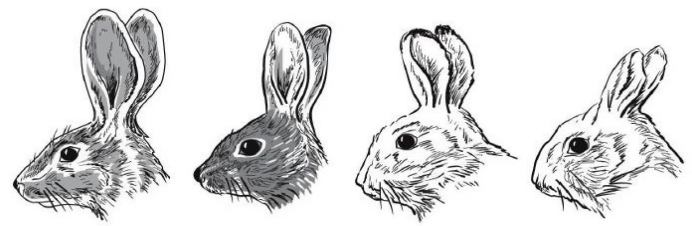
Bergmanovo pravidlo – příklad (*Alces alces*)



Aplikace v letectví :-)

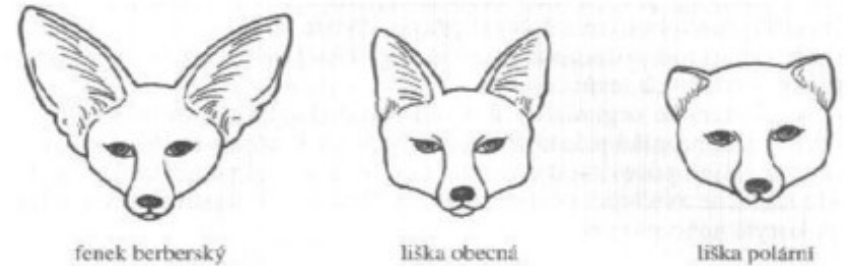
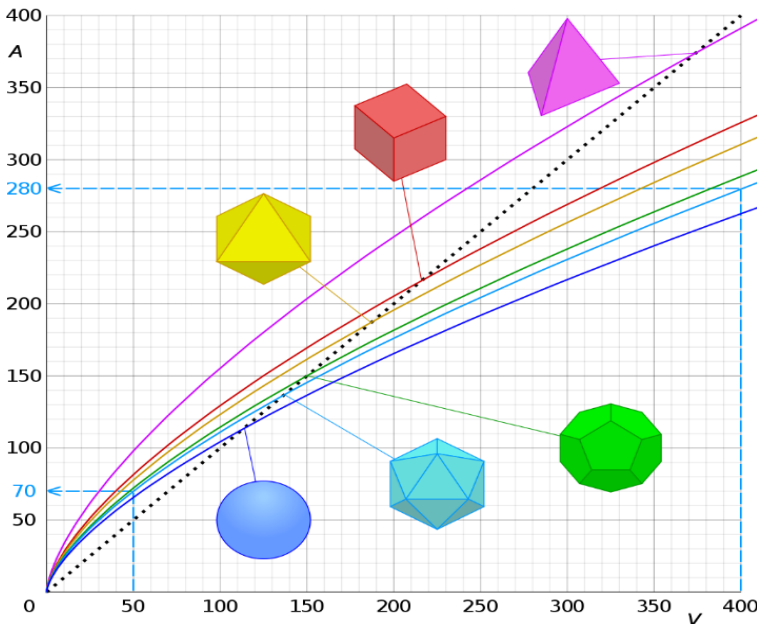
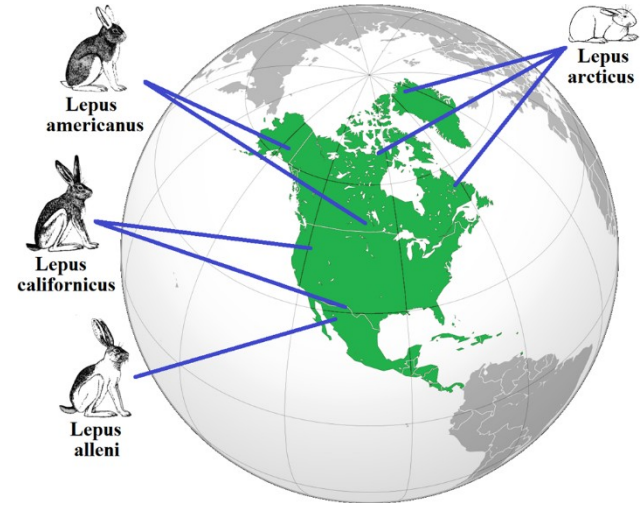


Allenovo pravidlo



AP - je ekogeografické pravidlo formulované **Joelem Asafem Allenem v roce 1877**, které obecně říká, že **zvířata přizpůsobená chladnému podnebí mají kratší a silnější končetiny a tělesné výrůstky, než zvířata přizpůsobená teplému podnebí.**

Přesněji řečeno uvádí, že **poměr plochy povrchu těla k objemu homeotermních zvířat se mění s průměrnou teplotou prostředí, na které jsou přizpůsobeni (tj. poměr je nízký v chladném podnebí a vysoký v horkém podnebí).**



Grafy plocha, A proti objem, V platónských h těles a koule, což ukazuje, že **kulatější tvary se stejným objemem mají menší povrchovou plochu !**

Hesseho pravidlo – příklad medvědovití



Hesseho pravidlo

HR – udává, že druhy **obývající oblasti s chladnějším klimatem** mají **ve vztahu ke hmotnosti větší srdce**, pravděpodobně z důvodu potřeby většího množství energie a aerobní kapacity.



Glogerovo pravidlo

endotermové žijící ve vlhkých oblastech jsou zpravidla tmavší, než jejich příbuzní ze suchých oblastí

- celkem platí pro ptáky a ± savce (např. sudokopytníci, šelmy, zajícovce, primáty)
- platí pro populace jednotlivých druhů či blízce příbuzné
- nejasná příčina
 - pigmenty (např. melanin) zlepšují odolnost tělního povrchu proti bakteriálnímu rozkladu (intenzivnějšimu ve vlhku)
 - ochranné zbarvení (tmavé lesy X světlá poušť)
 - protekce proti UV záření (asi neobecně)



TABLE 2. Selection pressures that may contribute to the evolution of dark coloration among species of birds living in climates with high relative humidity.

Selection pressure	Source
Background matching	Zink and Remsen 1986
Enhanced drying	Burt 1981
Environmental plasticity	James 1991
Physiological constraints	Buxton 1923
Resistance to bacterial degradation	This study
Thermoregulation	Walsberg 1983

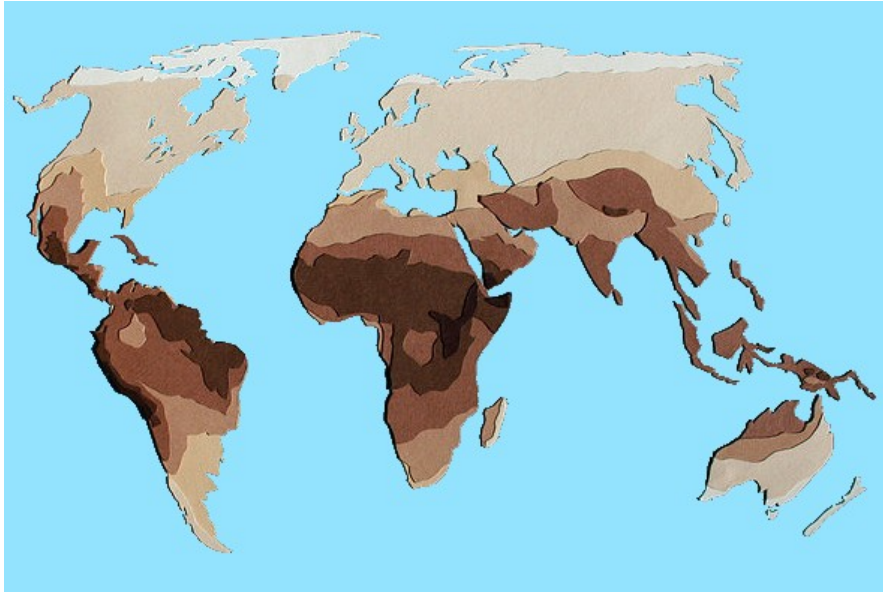
The Condor 106:681–686

<http://animals.nationalgeographic.com/animals/birding/bewicks-wren/>



Hall 1951

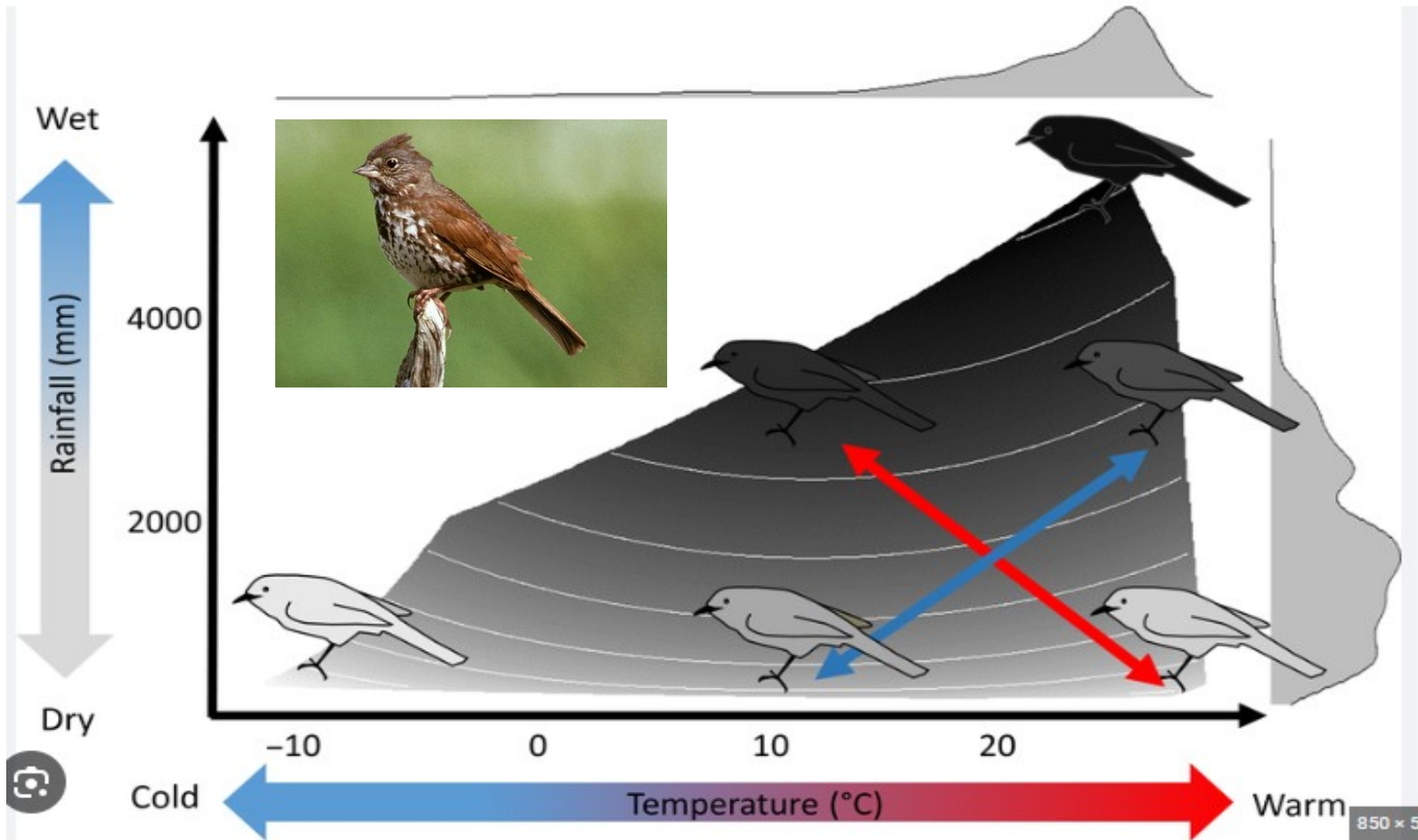
Glogerovo pravidlo – pigmentace lidské kůže



Glogerovo pravidlo říká, že **tmavost kůže** nebo **peláž** (měřitelná jako nízká odrazivost) **koreluje s vlhkostí prostředí**, která se obvykle vyskytují v rovníkových zónách. **Lidé (*Homo sapiens*) jsou ve vlhkém tropickém prostředí tmavší a lehčí než v sušším prostředí severních a jižních mírných prostředí.**

Uvedená galerie je hodnocena podle Pantoneho stupnice používaná k popisu odstínu pleti při fotografování. Odpovídá situaci na Zemi zhruba před 20 000 lety

Glogerovo pravidlo - Příklad (Strnavec liščí)



GP - je biologické adaptační pravidlo, které tvrdí, že **živočichové v suchých oblastech mají obvykle světlejší zbarvení než jejich protějšky ve vlhkých regionech**. Za příklad se dává **strnavec liščí (*Passerella iliaca*)**, který ve vlhkých oblastech na východě USA je červený, zatímco v suchých horách na západě mají světle šedé zbarvení. Podobné rozdíly ve zbarvení vykazuje i zajíc tmavoocasý (*Lepus californicus*). Pravidlo však neplatí zdaleka vždy a všude. [\[1\]](#)

Glogerovo pravidlo

V teplejších a vlhčích oblastech jsou živočichové téhož druhu
nebo příbuzní tmavší



[3]

liška obecná

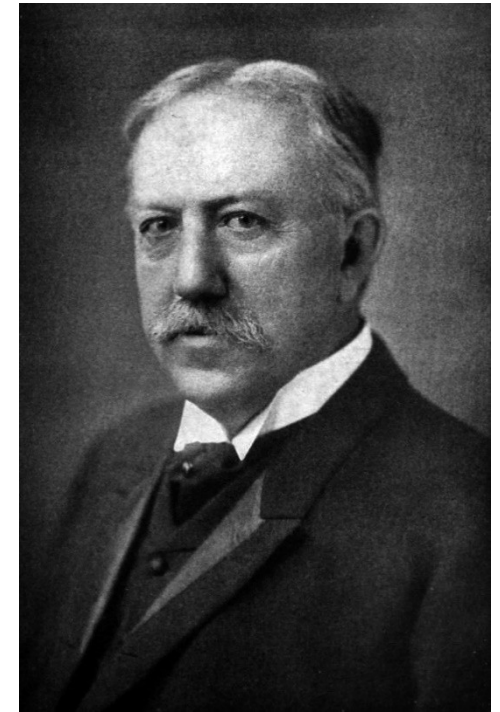
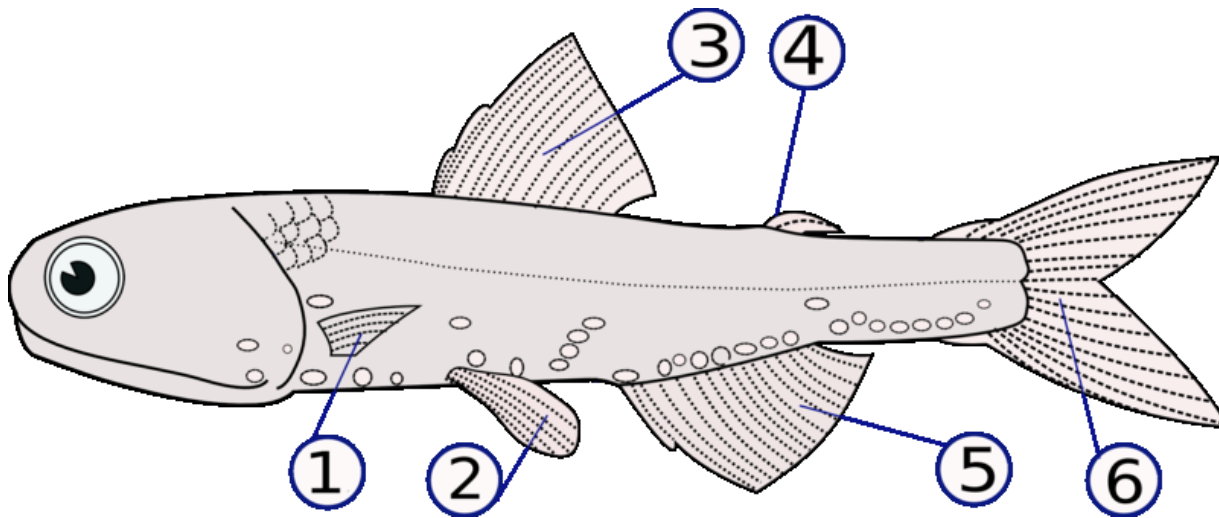


[4]

liška polární

Jordanovo pravidlo

JP - je ekogeografické pravidlo, které popisuje **inverzní vztah mezi teplotou vody a meristickými vlastnostmi u různých druhů ryb**. Nejčastěji pozorovaný vztah je, že **počet paprsků ploutví, obratlů nebo šupin se zvyšuje s klesající teplotou**.

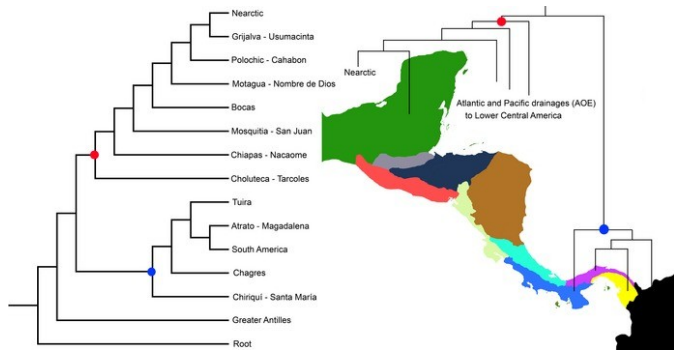
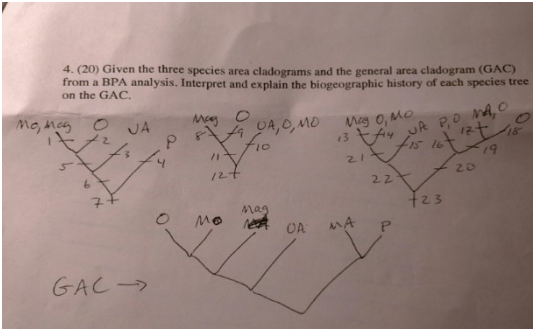
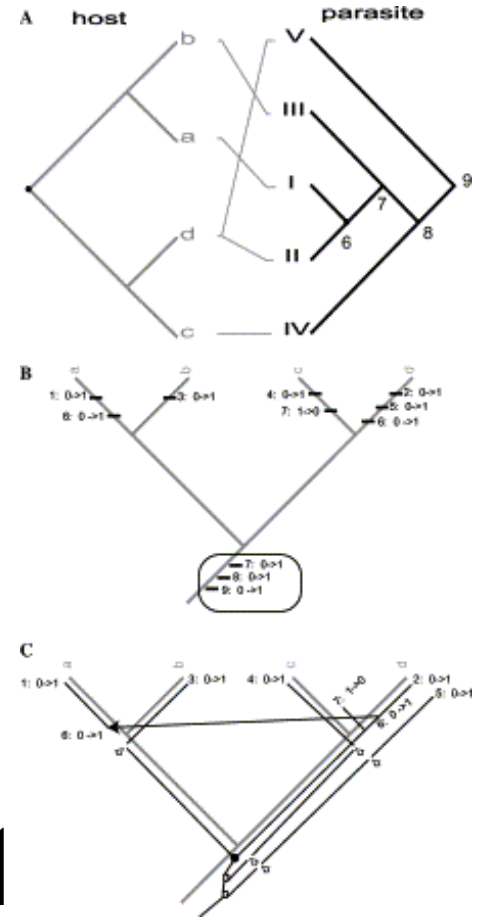
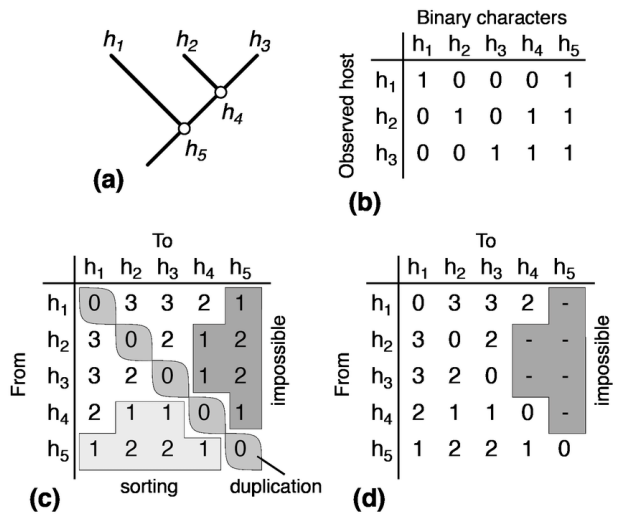


David Starr Jordan (1851 – 1931) byl zakládající prezident Stanfordovy univerzity, ve funkci v letech 1891 až 1913. Během své výzkumné kariéry byl ichtyologem.

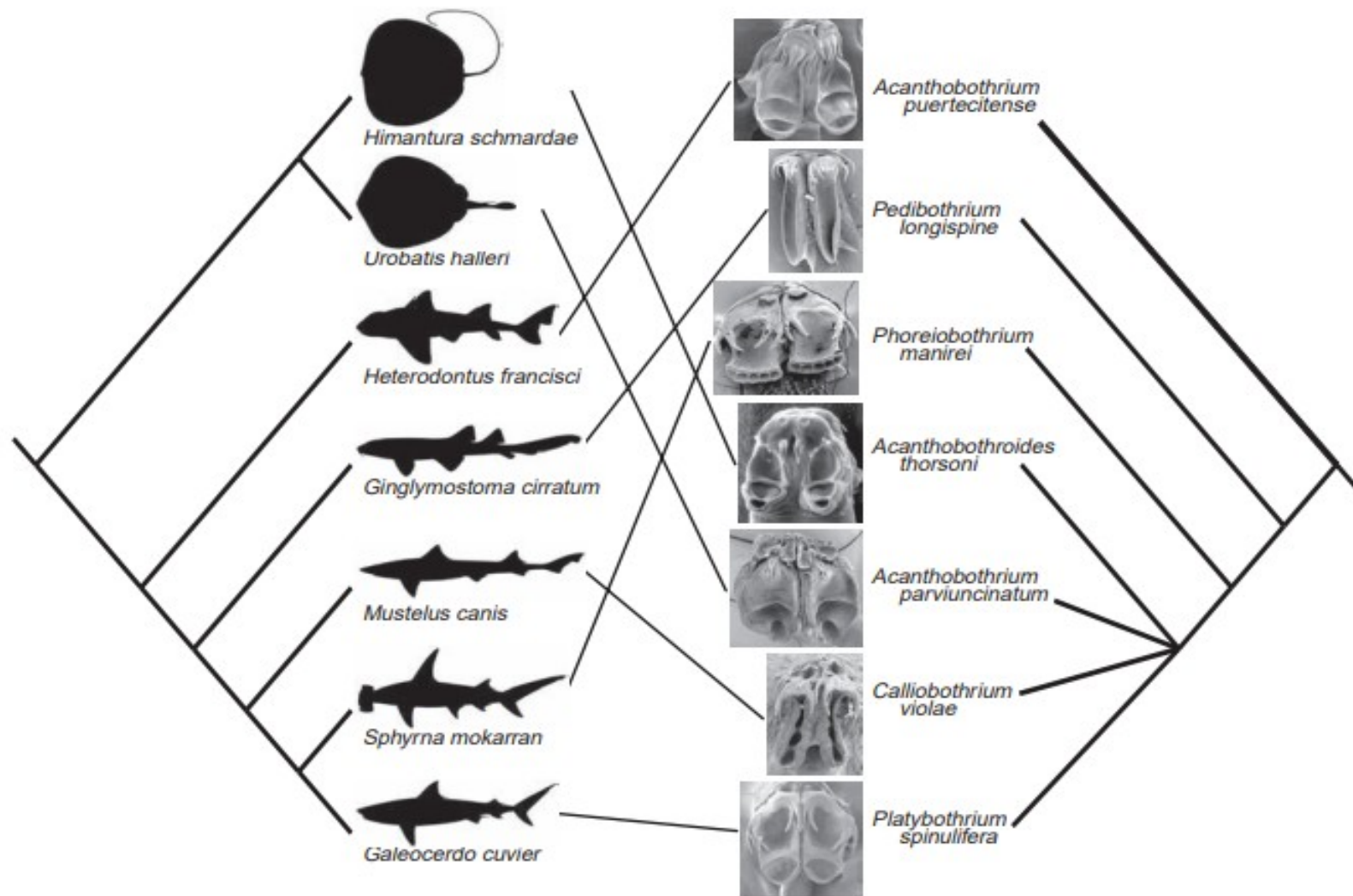
Metoda - Brooks Parsimony Analysis !



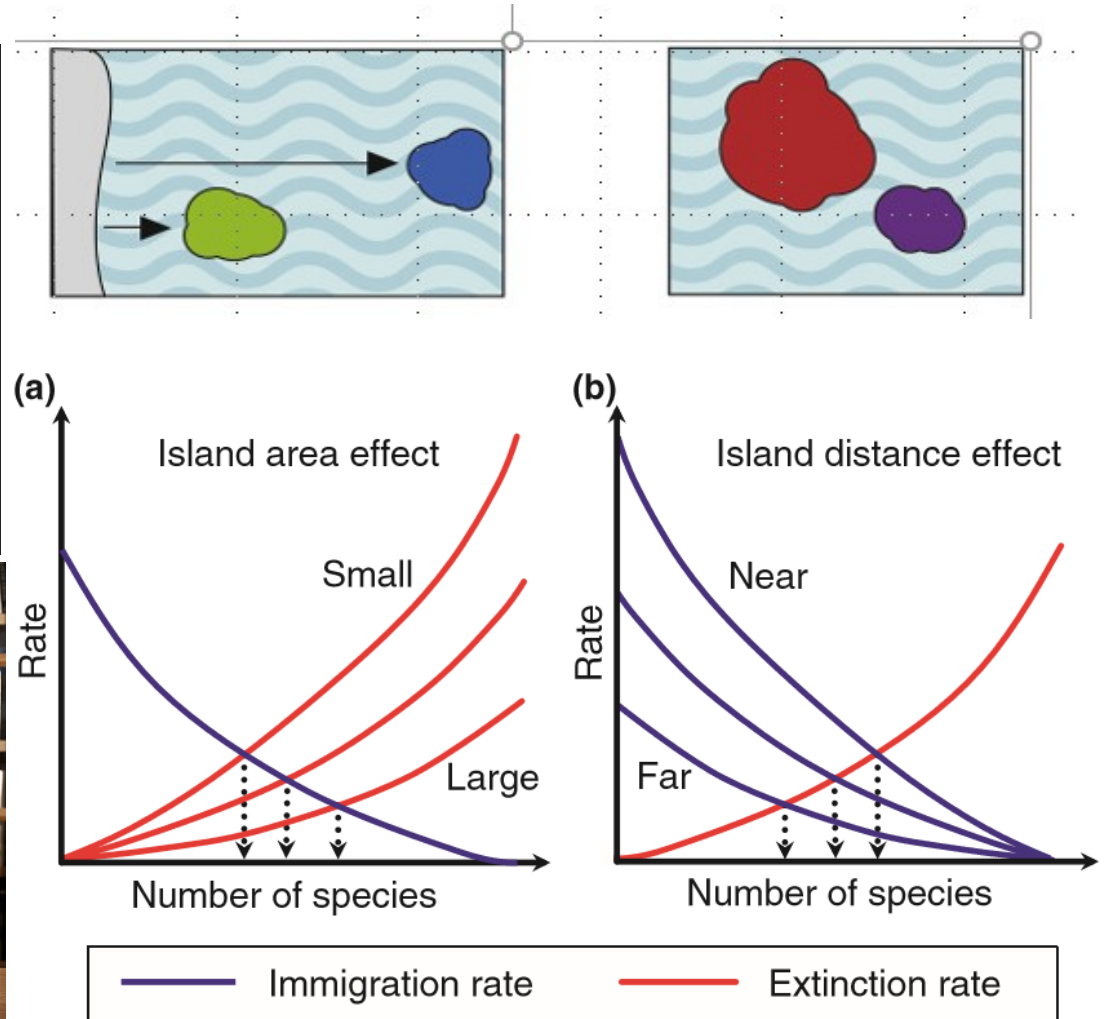
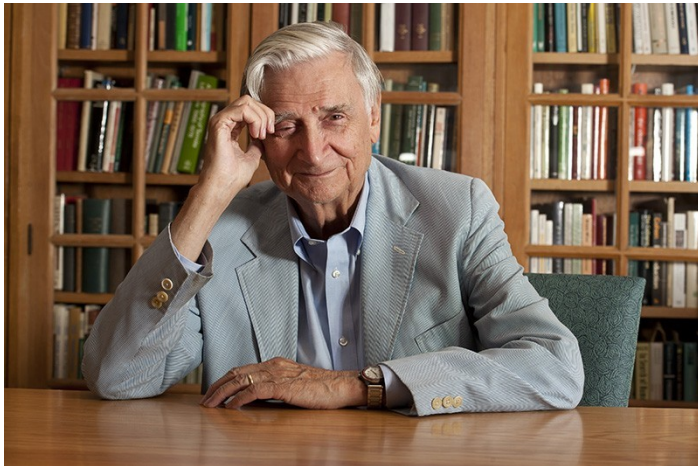
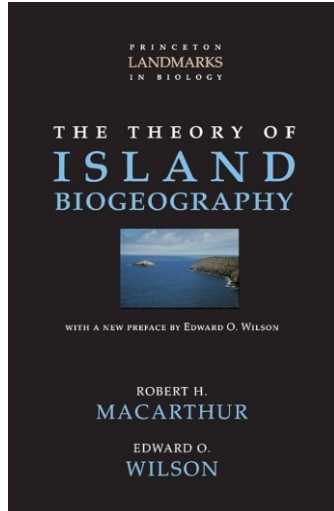
Prof. Daniel Brooks
Brooks Parsimonimic Analysis



Fylogenetický vztah mezi onchobothriidními tasemnicemi a jejich chrupavčitými hostiteli (Elasmobrancha)



Teorie ostrovní geografie



Zesnulý Robert H. Mac Arthur (nahoře) a E.O. Wilson

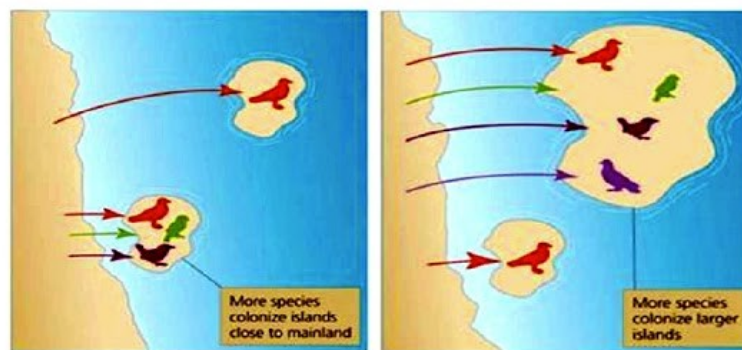
Teorie ostrovní biogeografie

Equilibrium theory of Island Biogeography

Popisuje teoretický vztah mezi imigrací a emigrací druhů na ostrov v závislosti na jeho velikosti a vzdálenosti od mateřské pevniny.

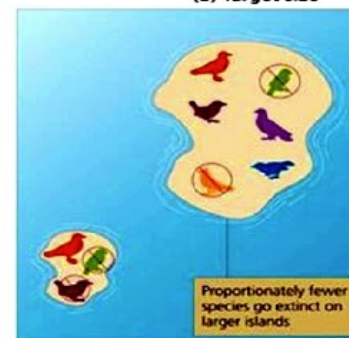
Jsou zde dvě hlavní proměnné ovlivňující míru extinkce a imigrace:

- 1) Velikost ostrova
- 2) Jeho vzdálenost od mateřské pevniny



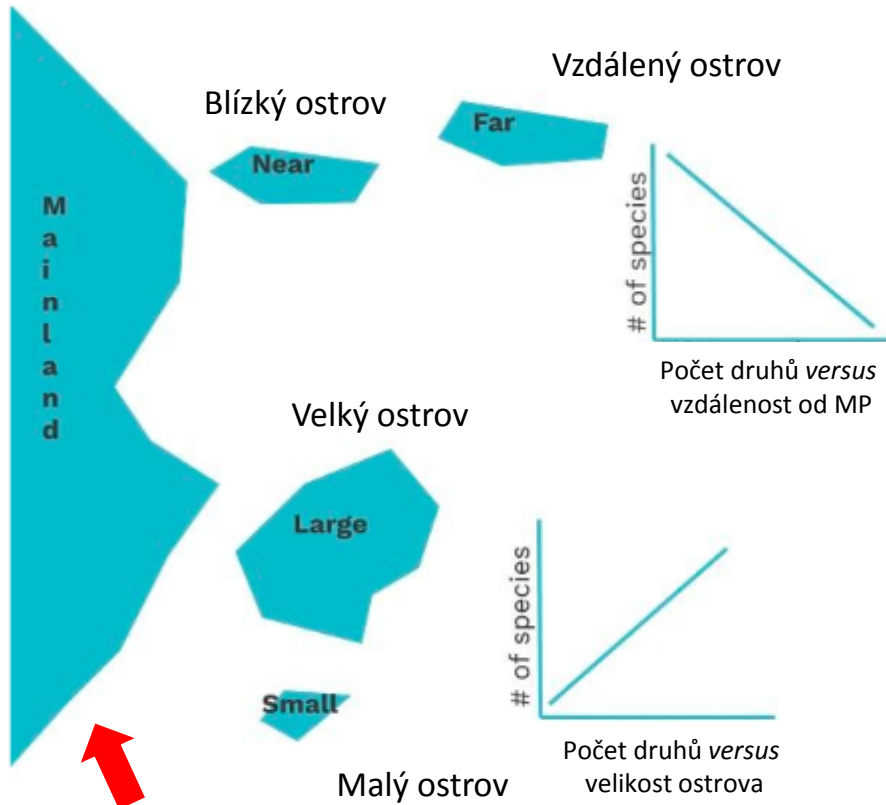
(a) Distance effect

(b) Target size



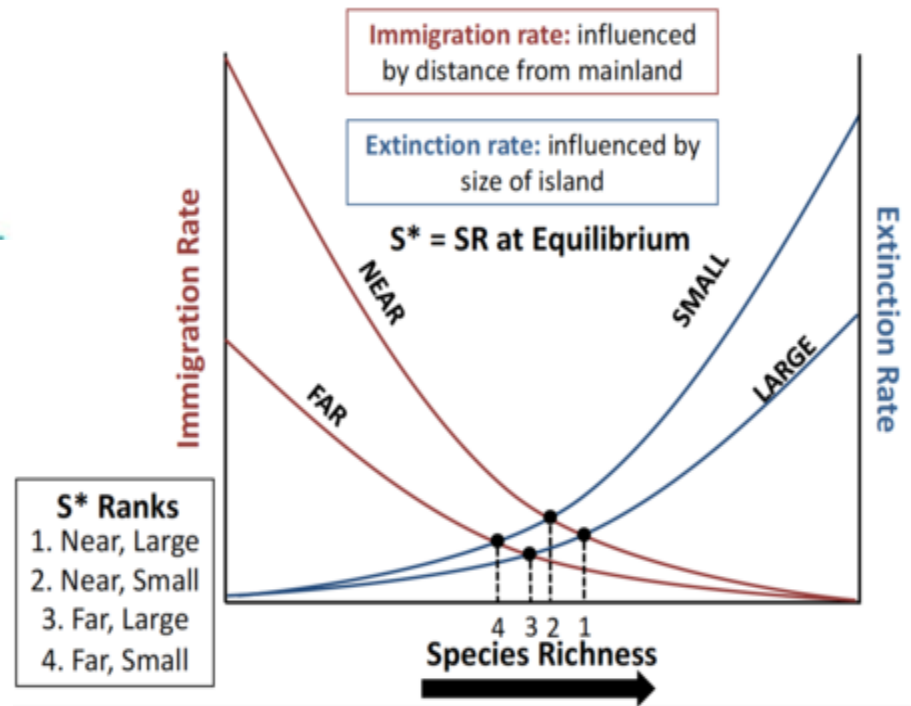
(c) Differential extinction

Teorie ostrovní biogeografie - model



Mateřská pevnina (MP) – zdroj infekce

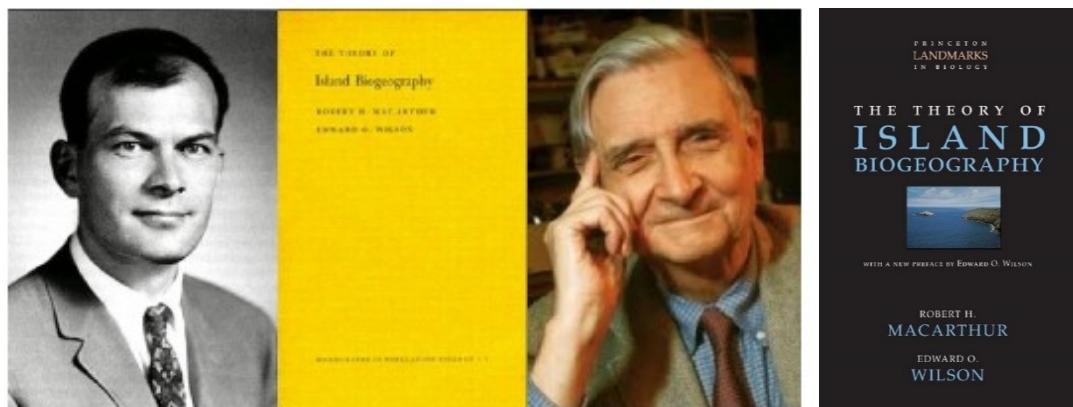
Equilibrium Model of Island Biogeography



Jak chápeme pojem ostrov v ekologii

Co vše může být chápáno jako ostrov:

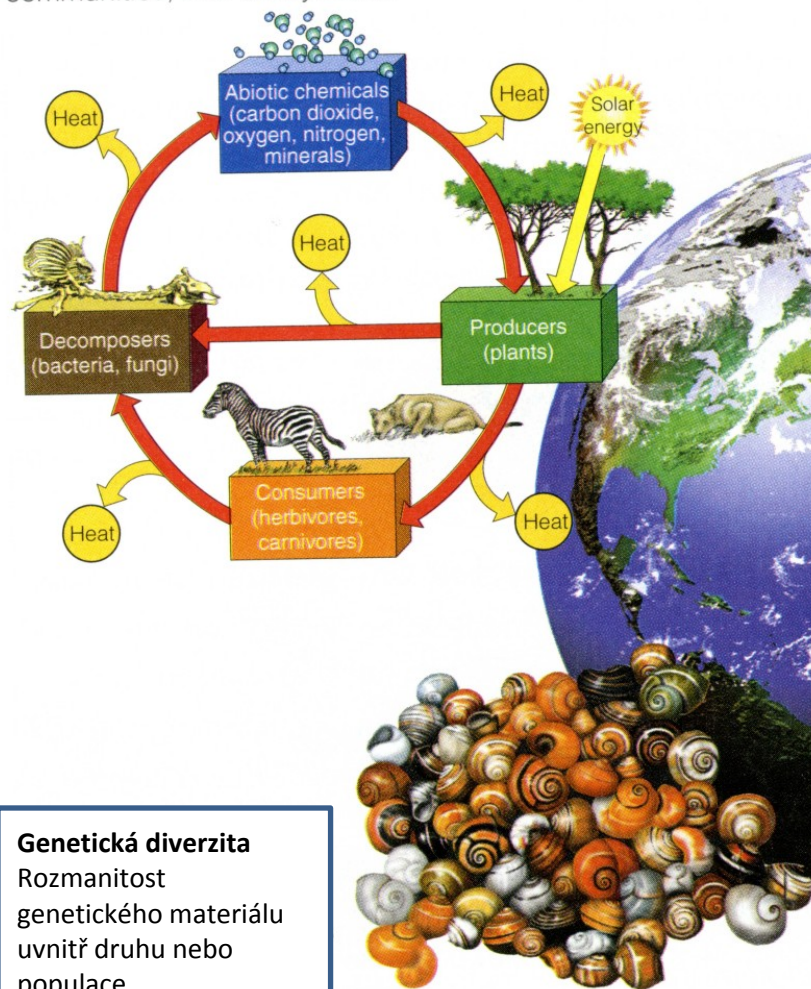
- Organismus hostitele jako jedinec (velikost, stáří)
- Populace hostitele, jako ostrov biomasy (abundance, hustota)
- Ostrov pevniny v moři vody
- Jezero v „moři“ souše
- Oáza v poušti (v moři písku)
- Vrchol hory
- Hluboká propast
- Podzemní jeskyně
- Tepelný ostrov – město
- Národní parky/rezervace



Ekologie a studium biodiverzity

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



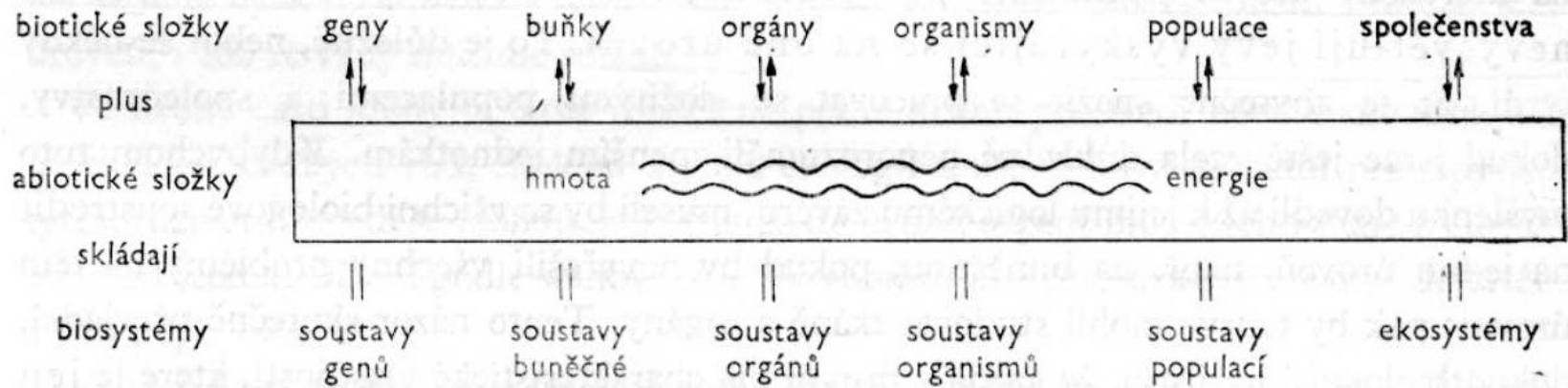
Genetická diverzita

Rozmanitost genetického materiálu uvnitř druhu nebo populace

Druhá diverzita

Počet druhů v vyskytujících se v různých habitatech

Hierarchie biologických systémů



Princip enkapse

Hierarchie biologické systémů

Ekologie se 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

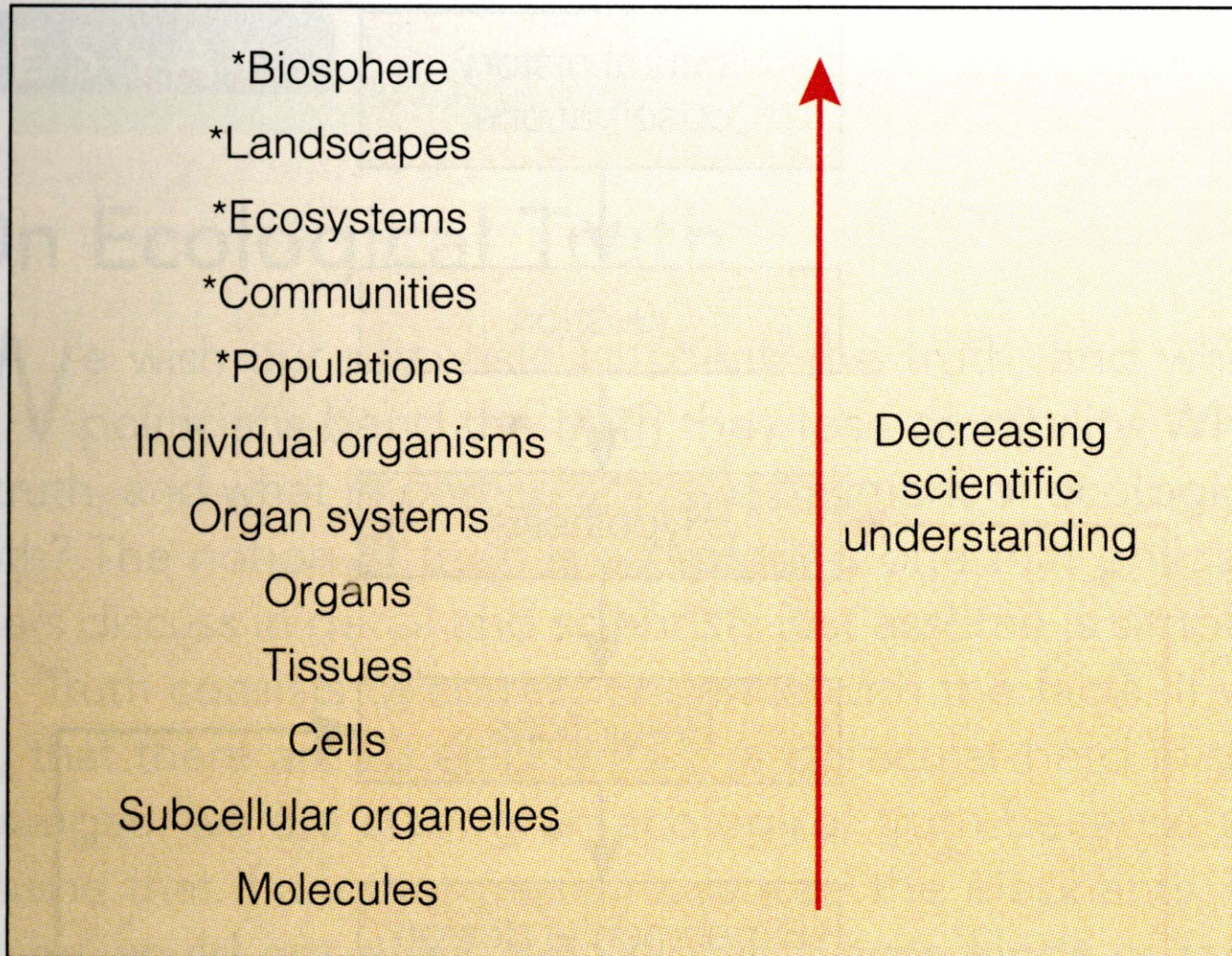
Tři úrovně ekologie

- **Autekologie** : část ekologie zabývající se vztahy mezi **prostředím a jedincem** jako představitelem druhu (jak na organismus působí jeho biotické a abiotické prostředí a jak na ně působí organismus) = *ekologie jedince* (např. *ekologie zajíce*)
- **Demekologie** : část ekologie, která studuje **populace a jejich vlastnosti** (vztahy populace k prostředí a populacím jiných druhů, funkce populace v ekosystému, množivost, úmrtnost, kolísání početnosti, poměr pohlaví, věková struktura apod.) = *ekologie populací* (např. *ekologie zaječí populace na podhorských loukách*)

Tři úrovně ekologie

- **Synekologie** : část ekologie studující **vztahy ekologických systémů vyšších než populace** (ekologické vztahy dvou nebo více druhových populací navzájem; složení a struktura společenstva, dráhy energie a látek; rozšíření druhu, primární produkce biomasy...) = *ekologie společenstev* (např. *ekologie bukového lesa*)
- **Ekologie biomů** : zabývá se **nejvyšší úrovní přírodních objektů** (biom), je blízcě příbuzná biogeografii (nauce o rozmístění organismů na Zemi); *např. ekologie střeoevropských opadavých lesů*

Úroveň porozumění procesům biologické integrace



Dělení ekologie - podobory

- **Obecná ekologie** : zabývá se obecně platnými ekologickými principy – objasňuje, třídí a shrnuje veškeré obecné zákonitosti o ekologických systémech a jejich prostředí; poznatky sestavuje do logické syntézy, tvořící nezbytný **základ** pro návazná specializovaná studia
- **Speciální ekologie** : na základě poznatků obecné e. studuje **vybranou ekologickou problematiku** mikroorganismů, vyšších rostlin, živočichů nebo člověka **na různých ekologických úrovních** (*např. ekologie hraboše polního*)

Dělení ekologie - podobory

- **Teoretická ekologie** : novější obor studující pomocí **matematických modelů** ekologické systémy
- **Aplikovaná ekologie** : zabývá se **praktickou aplikací ekologických poznatků**, zejména při **prevenci nebo nápravě znečišťování vody, ovzduší nebo půdy**, ale i **ochranou přírody** (genofondu rostlin i živočichů) a krajiny

Dělení ekologie - podobory

- **Ekologie moře (lesa...)** : zabývá se vztahy mezi příslušnými organismy a prostředím v mořích (lese...)
- **Ekologie krajiny** : obor se širokým překrytím ekologie a geografie, s návazností na ekonomiku i tvorbu a ochranu životního prostředí.
Studuje krajinu jako poměrně jednotný územní celek, tvořený souborem ekosystémů a všech lidských výtvorů i vlivů; hodnotí dopad anthropogenních zásahů... **Plánuje využití částí krajiny, jejich optimální ekonomickou i ekologickou funkci, zvýšení ekologické stability krajiny, úpravy pro zlepšení životního prostředí člověka...**

Dělení ekologie - podobory

- **Ekologie globální** : studuje souvislosti a změny na celé planetě Zemi a jejich vliv na život
- **Ekologie produkční** : studuje **produkci rostlinné a živočišné biomasy** v různých typech suchozemských i vodních ekosystémů + **koloběhy látek a toky energií**; ukazuje možnosti produkce biosféry, resp. prognostikuje její **využití pro lidstvo**

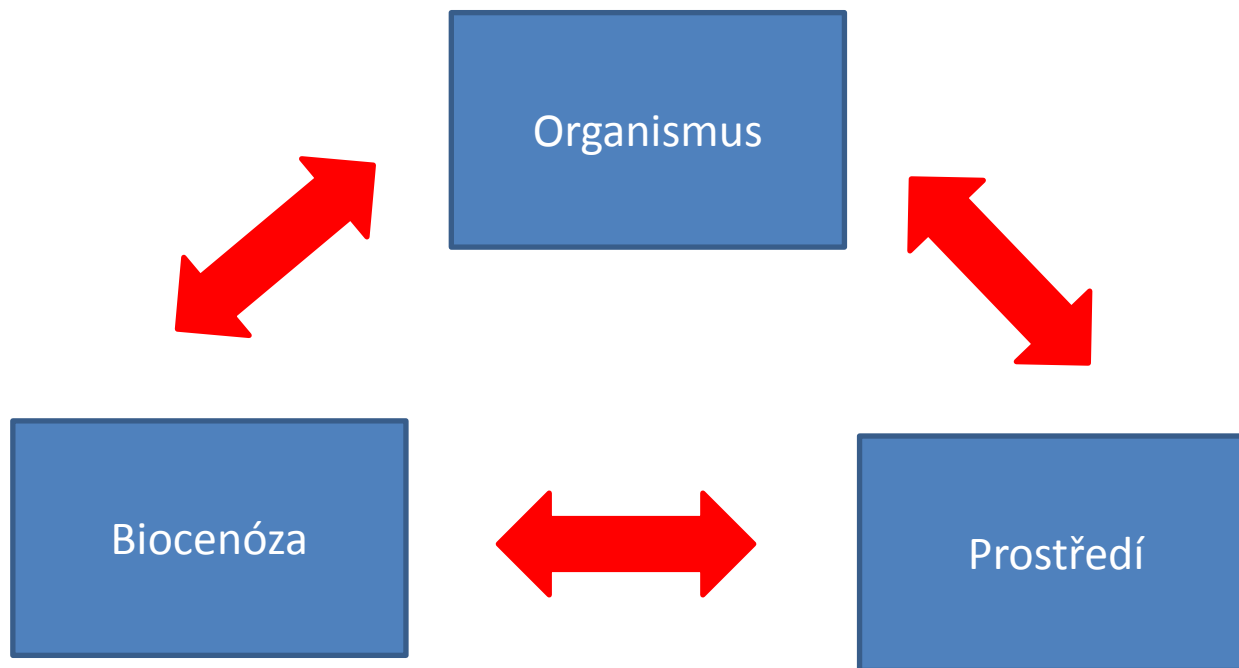
Dělení ekologie - podobory

- **Ekologie člověka** : nauka o vztazích člověka jako biologického druhu k jeho prostředí s uplatněním hledisek antropologických a lékařských. Sleduje nerovnoměrný růst lidské populace v různých částech světa, hlediska globálně demografická, nedostatek potravin, související problémy sociální a ekonomické; zabývá se prognostikou osudu lidské populace na Zemi
- V posledních letech se v některých zemích používá pojem „ekologie člověka“ (human ecology) jako synonymum pro hygienu, jak ji chápeme u nás (resp. ve Střední Evropě).

Hraniční obory ekologie

- **Ekofyziologie** (zabývá se studiem změn a adaptací fyziologických funkcí souvisejících se změnami prostředí)
- **Ekoimunologie** (sleduje vliv prostředí a jeho změn na funkci imunitního systému)
- atd.

System vztahů v ekologii



Rozmanitost typů prostředí



Ekologie - vztahy organismů k prostředí



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 ?

Ekologie – vztahy mezi organismy



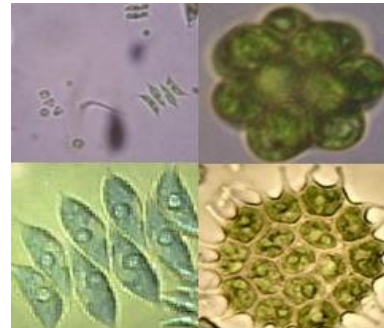
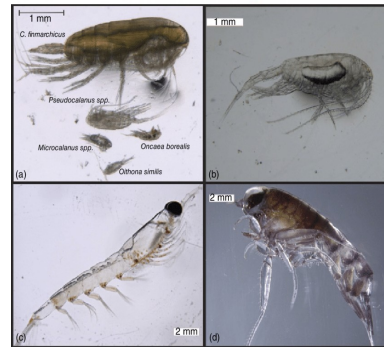
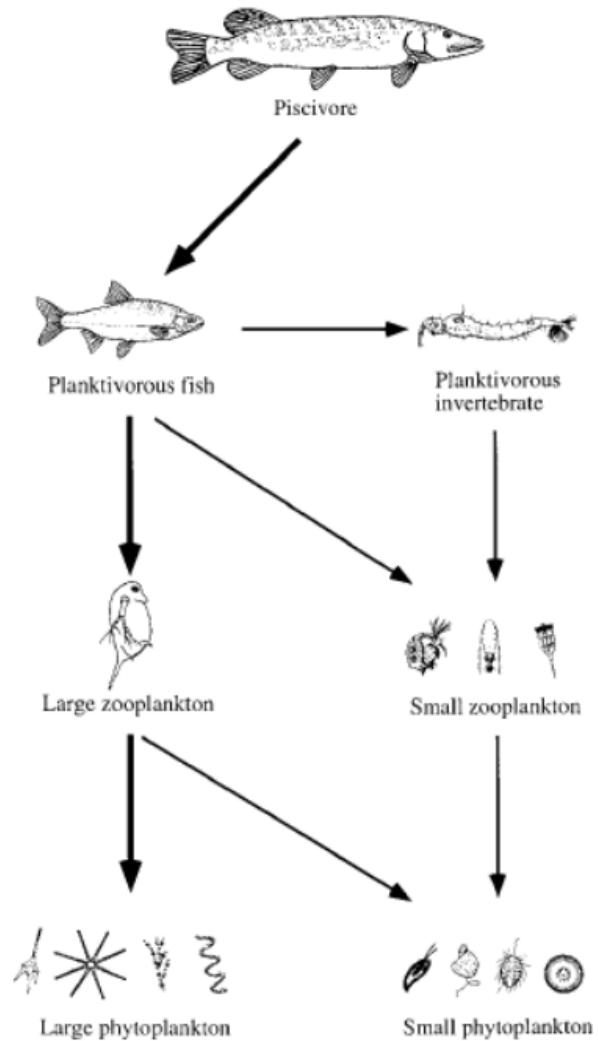
Vnitrodruhové



Mezidruhové



Příklad: vzájemný vztah organismů (Schéma potravního řetězce)



Děkuji za pozornost

