



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Stabilita a chaos v ekologii

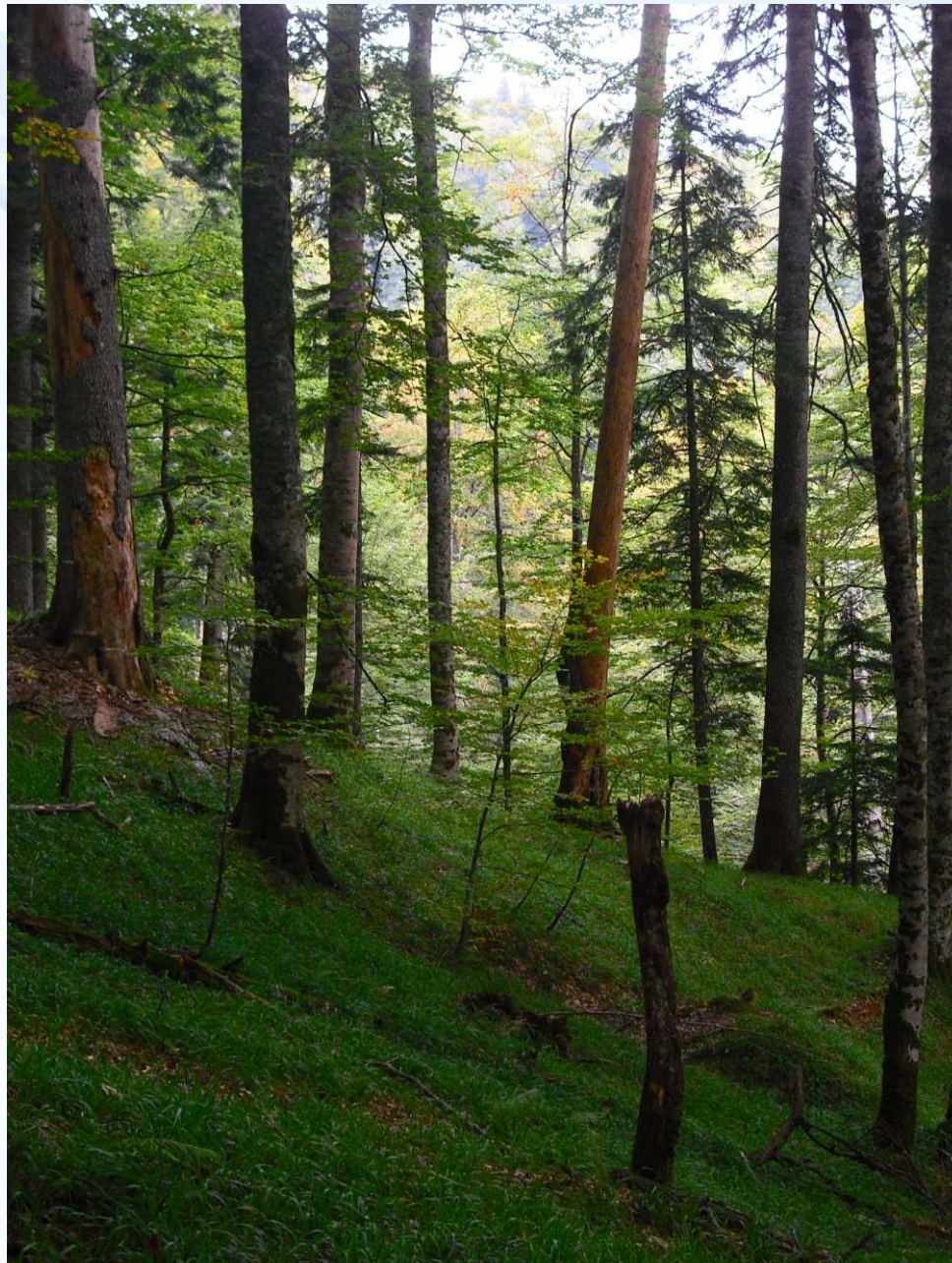
**Inovace a rozšíření výuky zaměřené
na problematiku životního prostředí na PŘF
MU (CZ.1.07/2.2.00/15.0213) spolufinancován
Evropským sociálním fondem a státním
rozpočtem
České republiky**



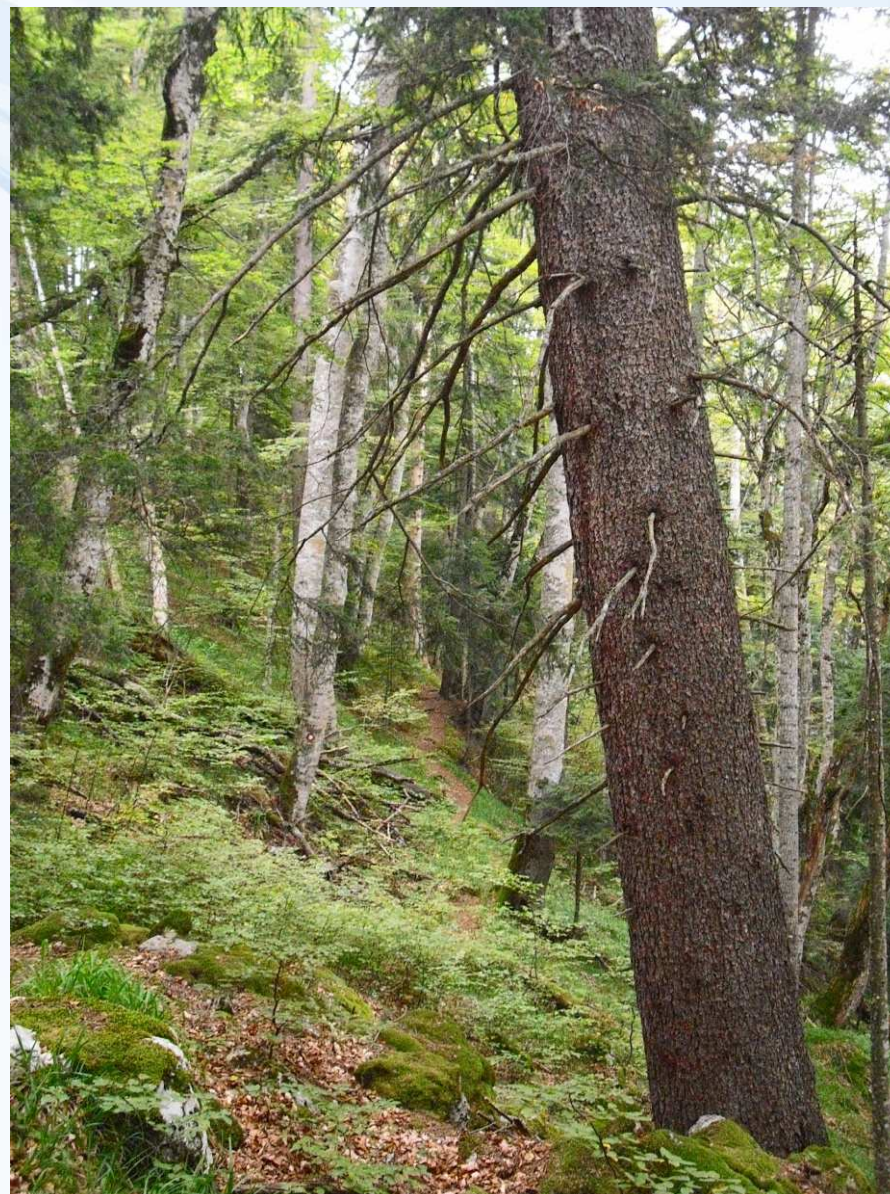
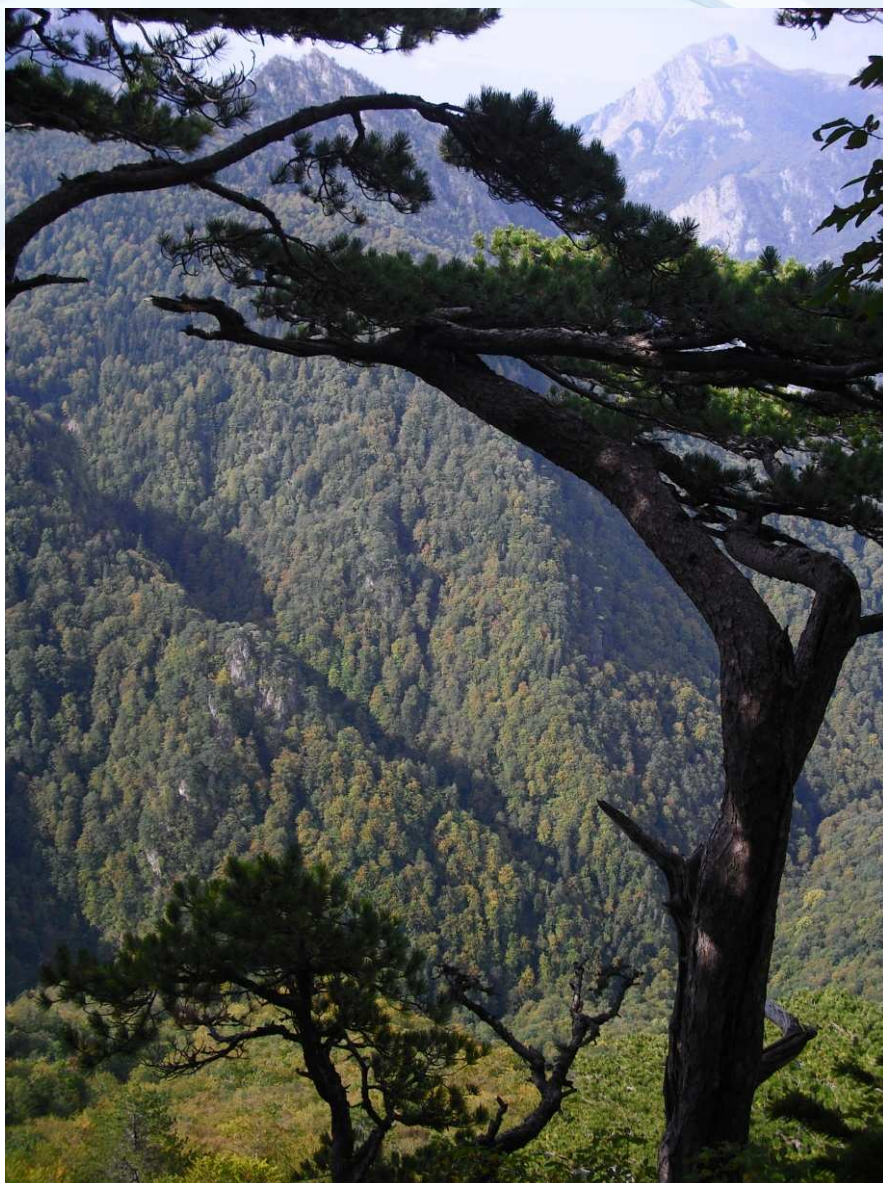
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Evolve a struktura ekosystému





Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

najdi 10 rozdílů?

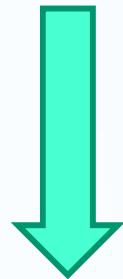




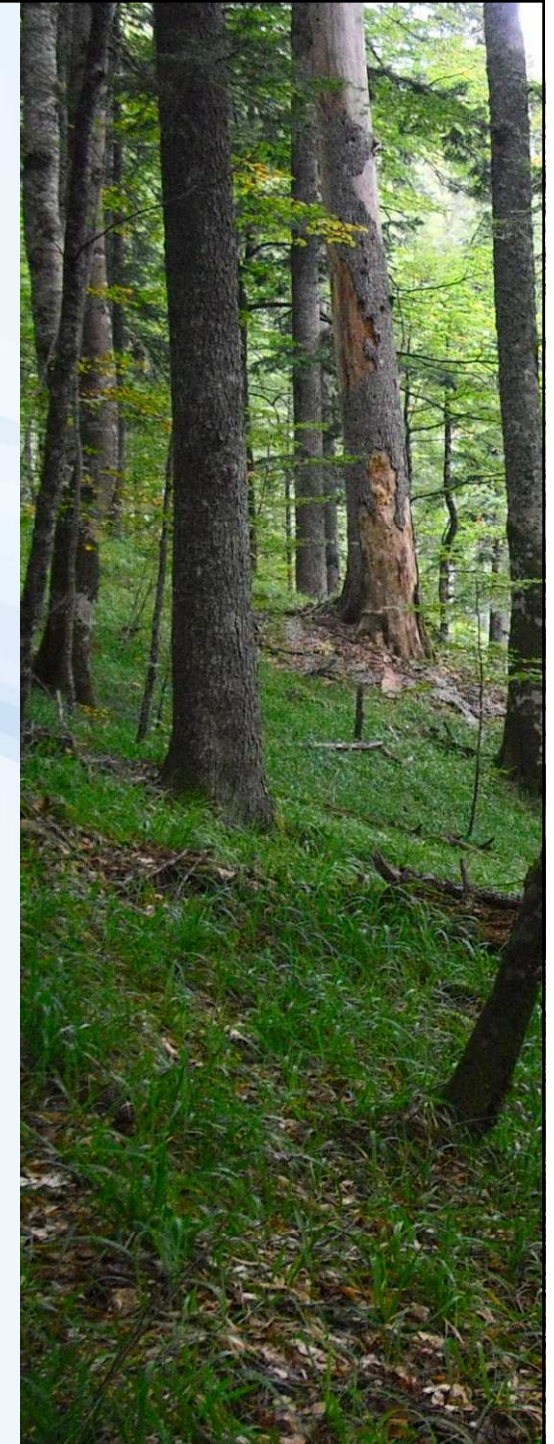
struktura

biodiverzita

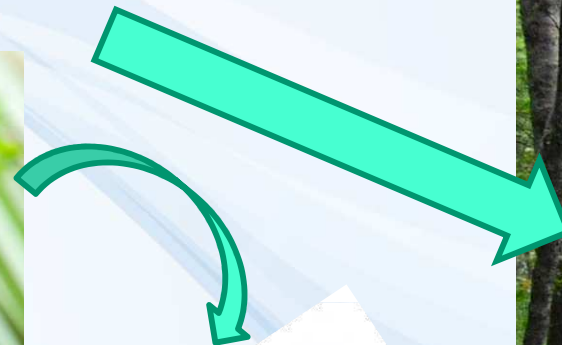
půdní
charakteristiky



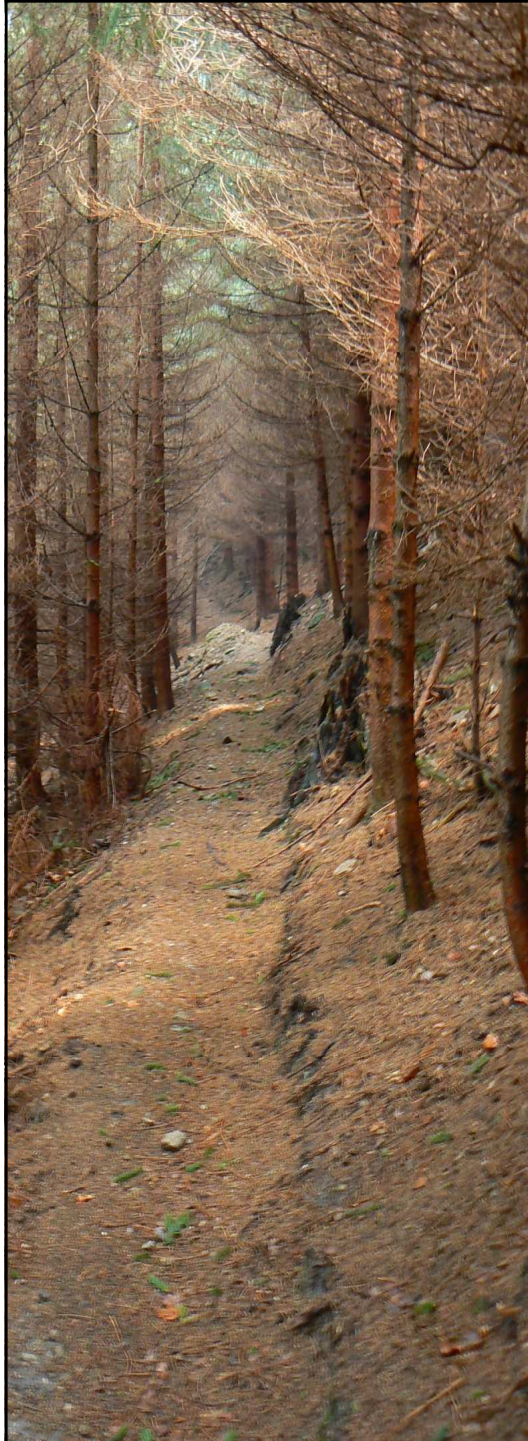
proč jsou tyto
vlastnosti právě
takové?



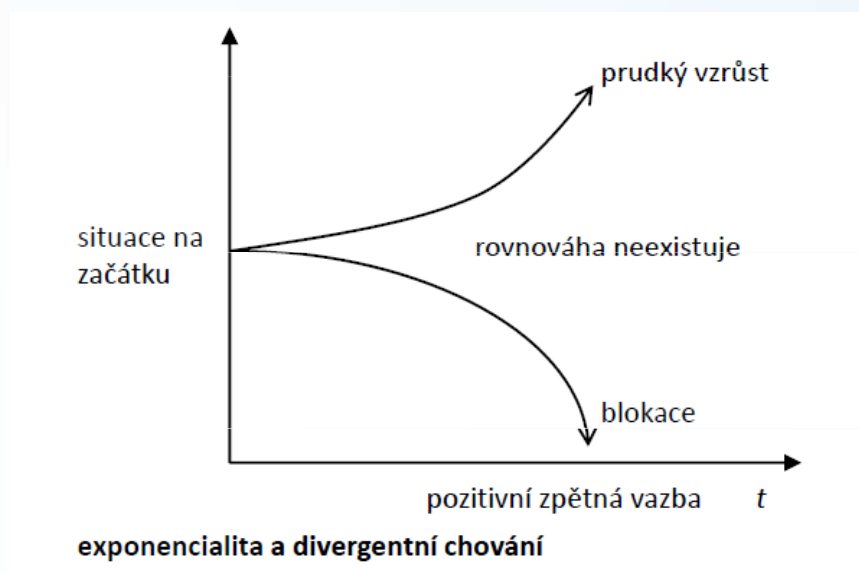
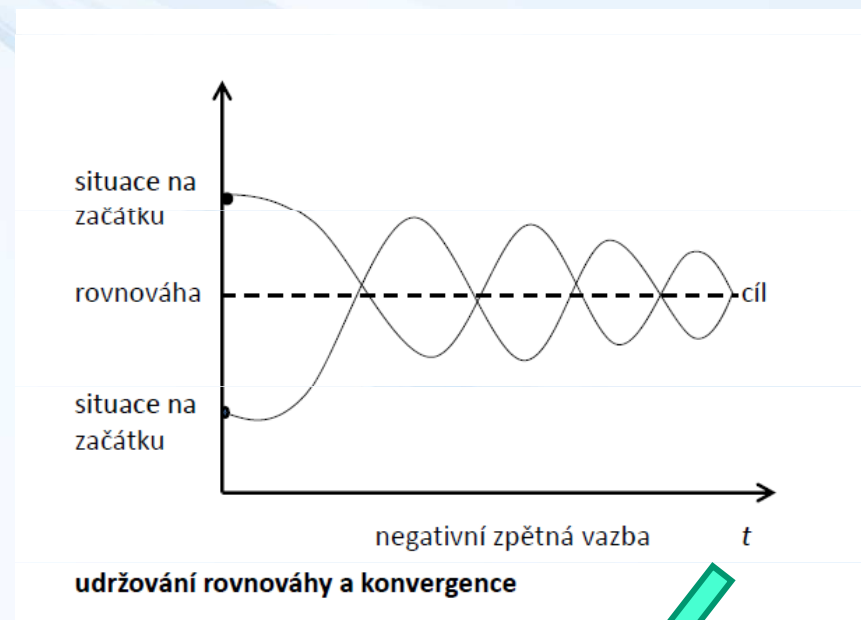
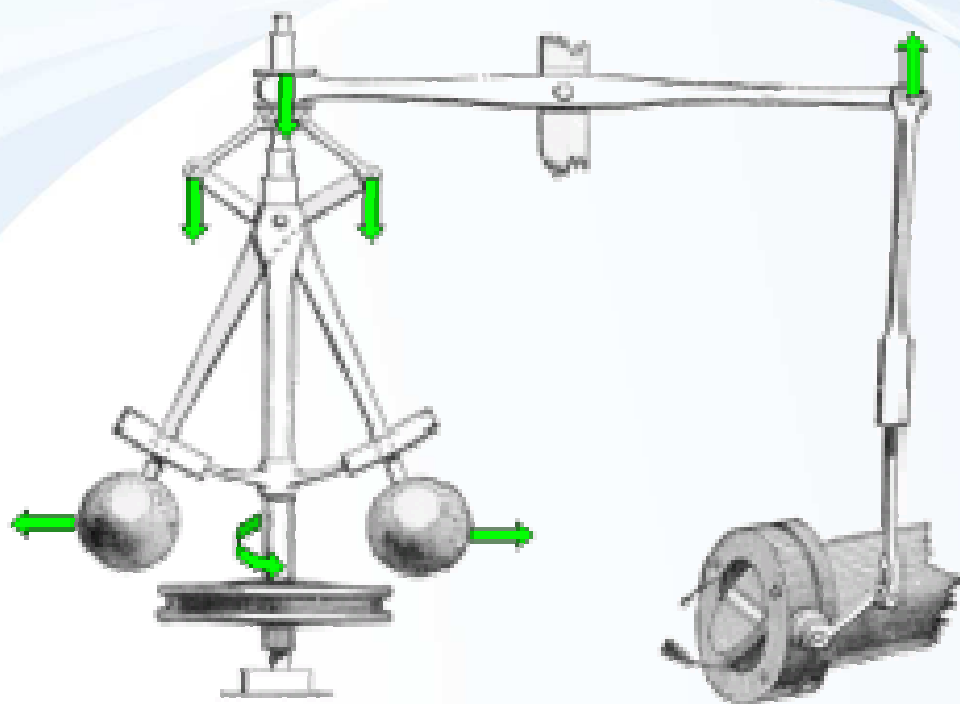
výsledek autoregulace



les vzniklý
autoregulací je jako
bota šitá na míru



autoregulace a zpětné vazby



je spojena s udržováním dynamické rovnováhy



zpětná vazba v evoluci



interakce s prostředím

vlastnost

fitness

jak slouží daná
vlastnost v prostředí?



jedinec...
superorganismus...

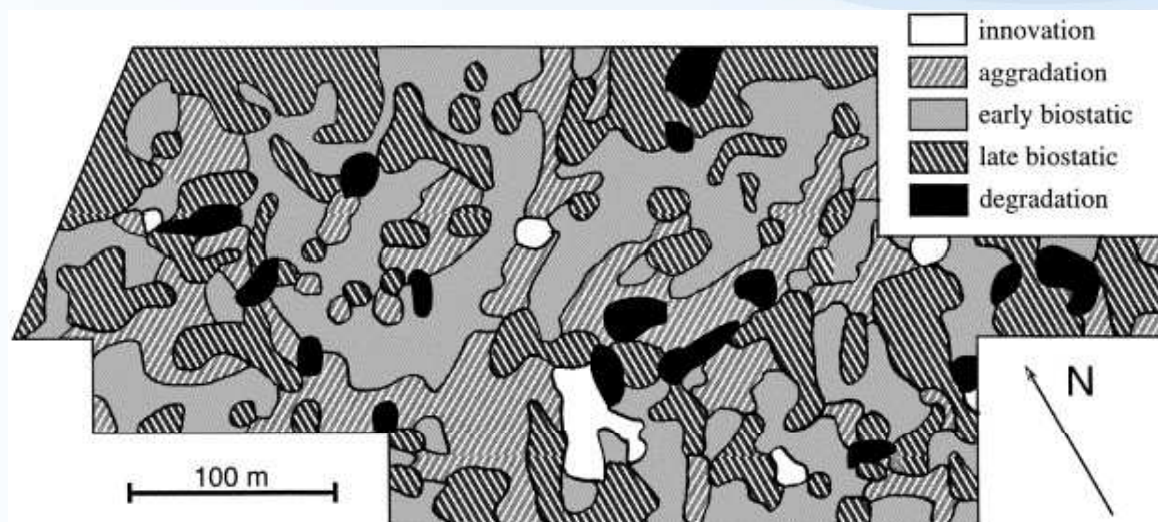


Autoregulace a struktura porostu...



velké požáry jsou díky struktuře ekosystému méně pravděpodobné, než požáry malé...

mozaikovitá struktura se projevuje přítomností různých věkových stádií v ekosystému...



mozaikovitá struktura
(polo)přirozené smrčiny
v NPR Kněhyně...



Autoregulace a genetická variabilita...



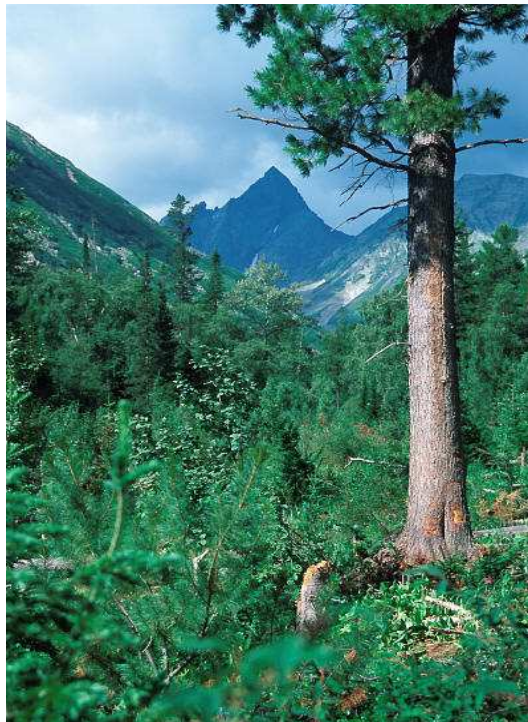
„ten umí to a ten zas tohle...“



Autoregulace a *K*-strategie a *r*-strategie...

rezistence (rigidita) \approx

K-strategie

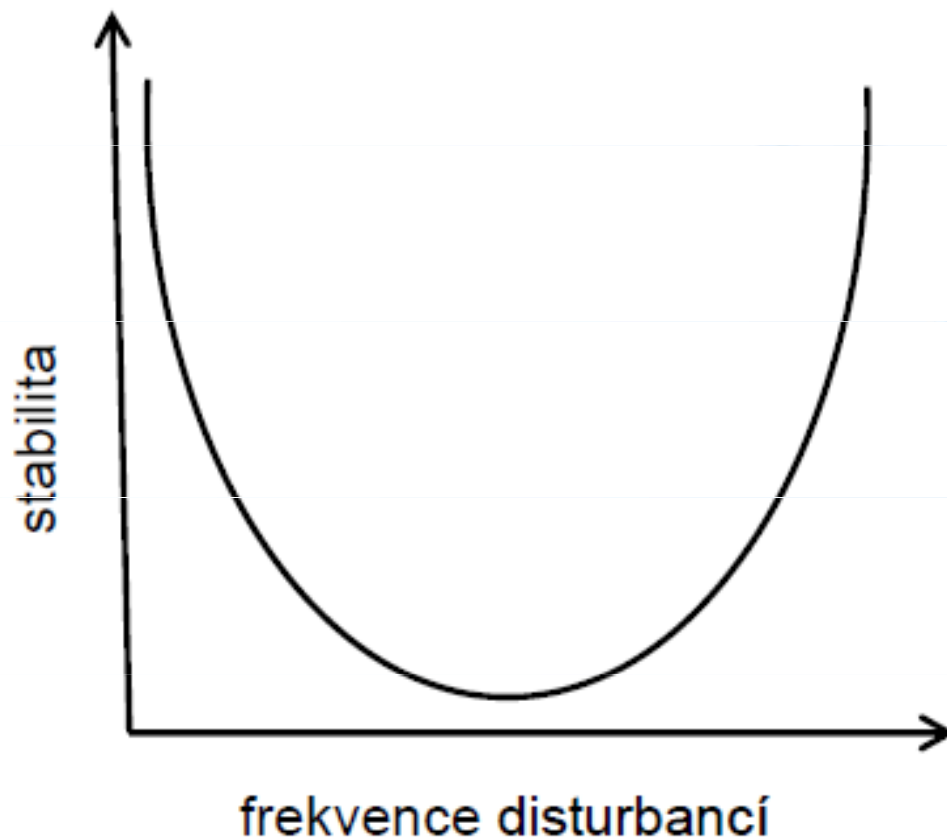


\approx resilience (flexibilita)

r-strategie



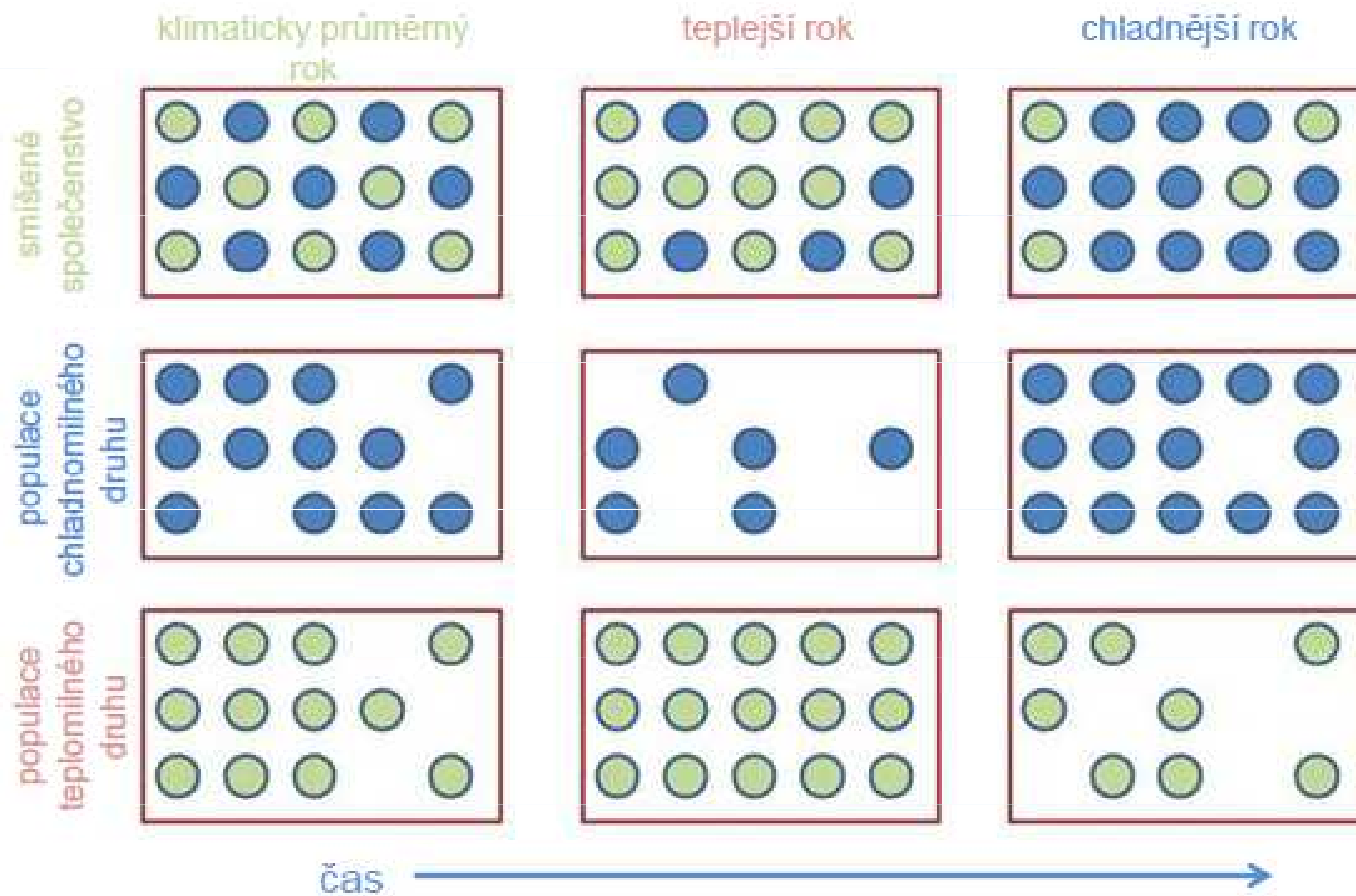
mozaikovitá dynamika obecně umožňuje koexistenci *r*-stratégů a *K*-stratégů...



to vede k vyšší stabilitě...



... vyšší stabilitě ve smyslu funkční odolnosti ekosystému vůči narušení...



asynchronní odpověď





Domů **Živé vysílání** Pořady ČT24 Kauzy Sport Počasí 6/10 °C

Domáci Regiony Ekonomika Svět Kultura Média Cestování Relax Poradna Exkluzivně Kalendárium

Parazit likviduje lesy v Krušných horách



Nejsledovanější v rubrice

- 4. 11. 2013 22:38 **Lubomír Zaorálek o odstoupení Michal Haška ze stranických funkcí**
- 3. 11. 2013 20:17 **Václav Bělohradský a Martin Stropnick OVM (2. část)**
- 3. 11. 2013 20:17 **Václav Bělohradský a Martin Stropnick OVM (1. část)**
- 4. 11. 2013 13:02 **Politolog Lubomír Kopeček o povolební situaci**
- 4. 11. 2013 10:54 **Brifink ČSSD - rozkol v ČSSD a povolební jednání**
- 3. 11. 2013 21:49 **Místopředseda ČSSD Milan Chovanec hostem Otázek Václava Moravce**

Nejnovější videa



Prezident Zeman k rozkolu v ČSSD pro Právo
5. 11. 2013 15:22



Problémy Šumavy...



Problémy Šumavy...

1998



2004

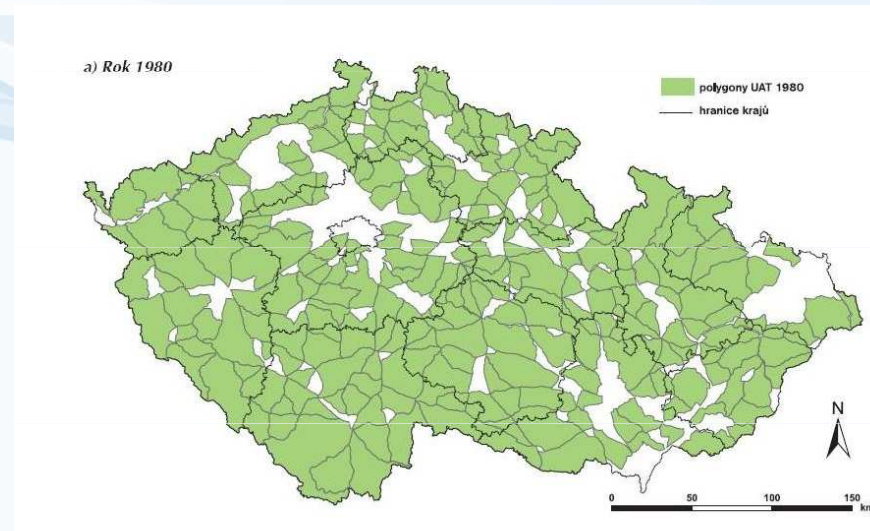
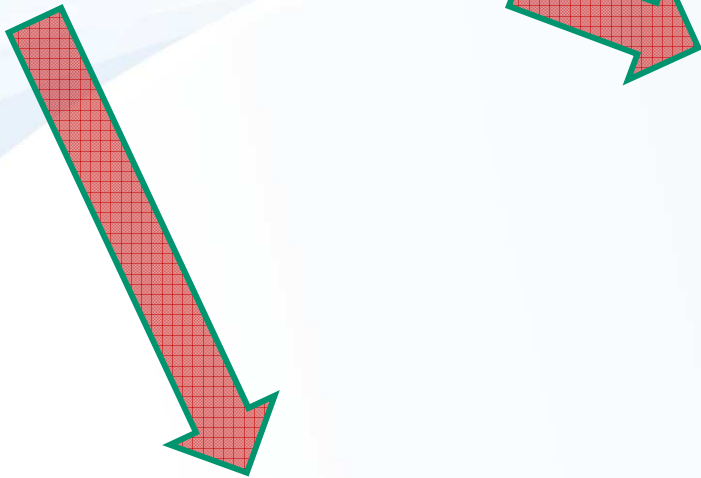


2008

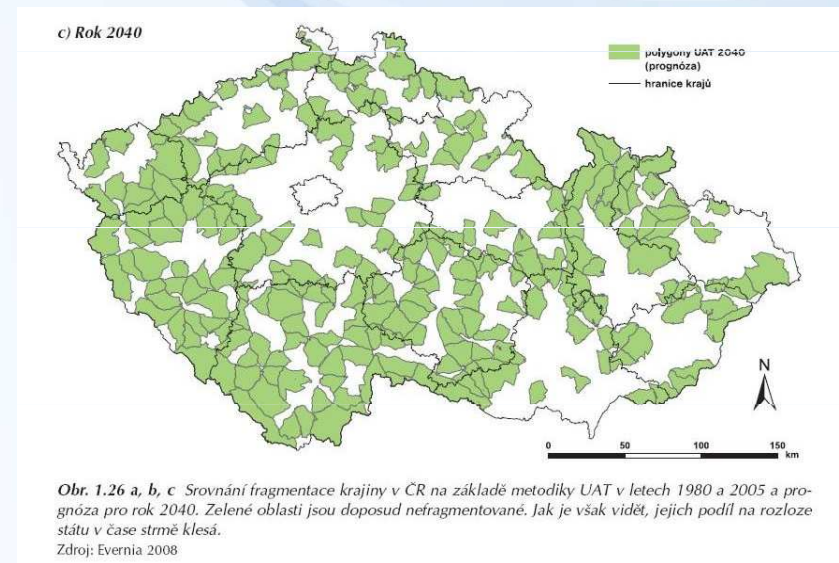


fragmentace...

problémy



homogenizace...



snižování variability v
zrnech a jejich zmenšování



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Zpětná vazba v evoluci



interakce s prostředím

vlastnost

fitness

jak slouží daná
vlastnost v prostředí?



jedinec...
superorganismus...

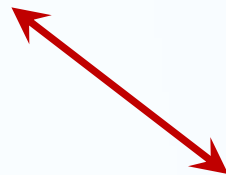


vývoj ekosystému a přírodní výběr

v popisu stability ekosystému je velmi zajímavá myšlenka analogie mezi organismem a ekosystémem

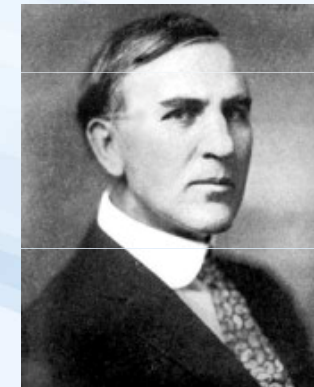


- endosymbiotická teorie
- recyklace nutričně důležitých prvků v ekosystému
- sukcese ekosystémů



vývoj ekosystému = sukcese

sukcese je zákonité střídání biocenóz probíhající v průběhu vývoje daného ekosystému, mění se během ní druhové složení ekosystému a rovněž energo-materiálové toky



proti základní myšlence *superorganismu* stojí myšlenka *individuální selekce*

podle tohoto názoru musí být základem popisu ekosystému vlastnosti a evoluce jeho jasně „geneticky“ definovaných objektů: organismů.

ukážeme si, že skupina organismů v ekosystému může být přirozeným výběrem organizována podobně jako probíhá organizace jedince.

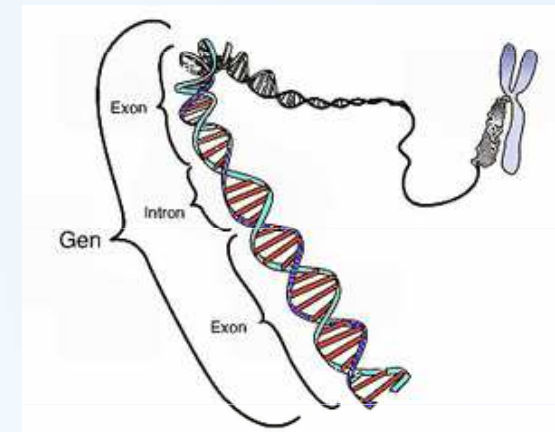
každý koncept má jisté meze své aplikovatelnosti (Popper)...

krajní názor pramenící z konceptu individuální selekce tvrdí, že základní jednotkou živých systémů je *gen*



ale...

z pohledu nerovnovážné termodynamiky, která se zabývá popisem složitých systémů a jejich evolucí je gen pouhou vysoce organizovanou molekulou, neschopnou samostatné existence...



přirozený výběr na úrovni organismu a ekosystému

organismy se musí lišit ve svých vlastnostech, aby prošly „sítím“ prostředí s různou úspěšností



lépe adaptovaný organismus je lépe přizpůsoben podmínkám prostředí, jeho potomstvo má vyšší pravděpodobnost přežití, mají vyšší fitness

víme, že přenos vlastností na potomstvo umožňuje existence genetického kódování informace

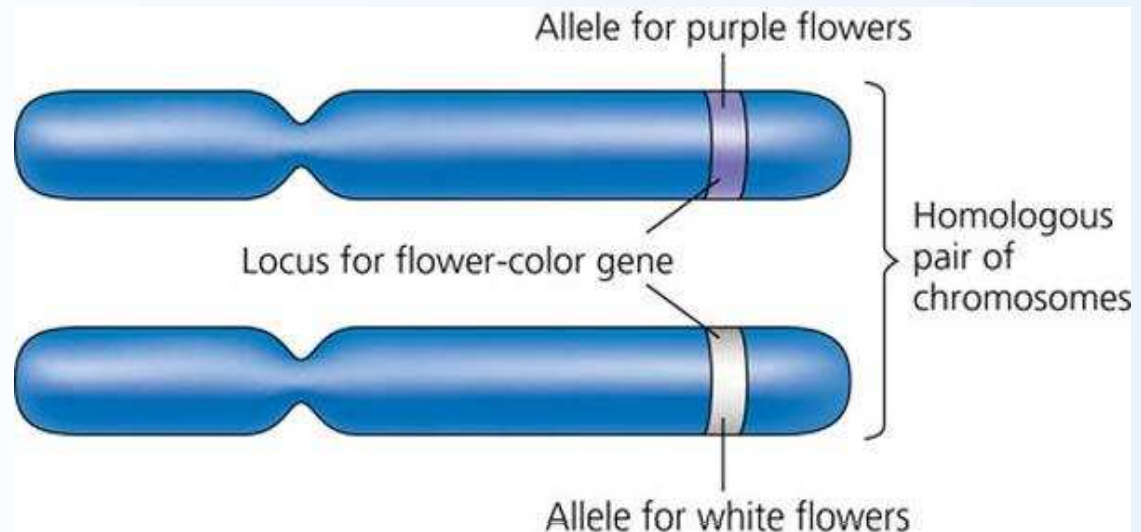


dědičnost je pro koncept superorganismu velmi důležitá
uvažujme následující myšlenkový experiment:

případ organismu: existují dvě alely (A a a) na jednoduchém lokusu

A -alela detoxikuje jistý metabolit v krevním oběhu, čímž zvyšuje fitness organismu, v němž se A -alela vyskytuje

nositelé A -alely jsou tedy přirozeným výběrem vyzdvihováni



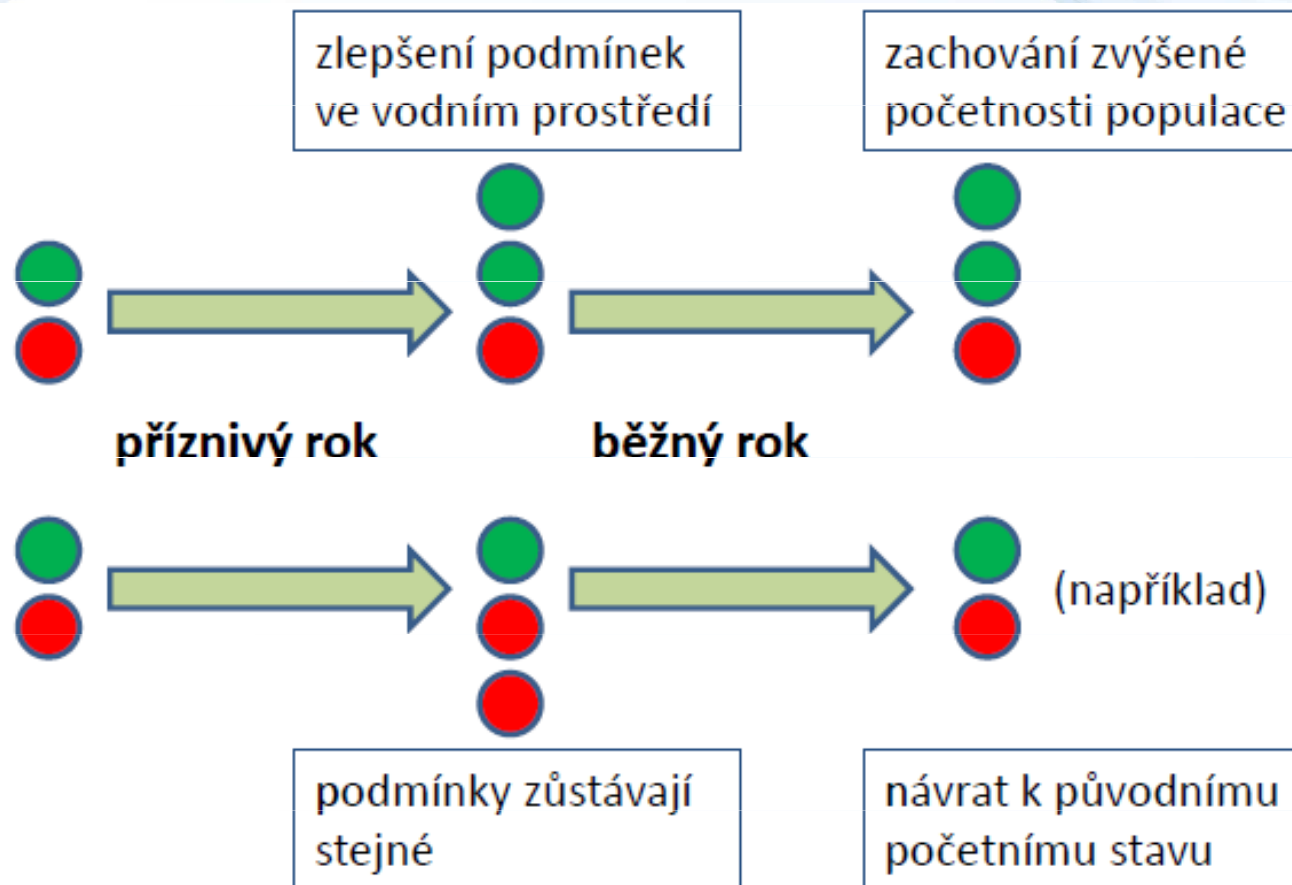
případ superorganismu: asexuální jedinec jistého druhu hmyzu klade svá vajíčka do rybníku se stojatou vodou

existují dva typy jedinců (*A* a *a*):

jedinci typu *A* dokáží odbourat toxickou sloučeninu, kterou je ekosystém rybníka kontaminován, to zvyšuje fitness jejich potomků



- ➔ budou jedinci typu A zvýhodněni přírodním výběrem, který můžeme v tomto případě označit jako skupinovou selekci?
- ➔ bude ekosystém rybníka s převahou jedinců typu A zvýhodněn přirozeným výběrem?



ekosystém s jedinci typu A má vyšší ekosystémovou fitness



vývoj ekosystému má tedy jednoznačný směr: posilování zastoupení jedinců typu A až po nosnou kapacitu prostředí...

Společenstvo rybníka s vyšším zastoupením jedince typu A bude schopno „investovat“ více energie do reprodukce



rybník obsahující největší podíl jedinců typu *a* bude nejvíce náchylný ke změně struktury a imigraci jedinců typu *A* z okolních rybníčních ekosystémů



Příklady superorganismů

včely, vosy, mravenci, termiti:

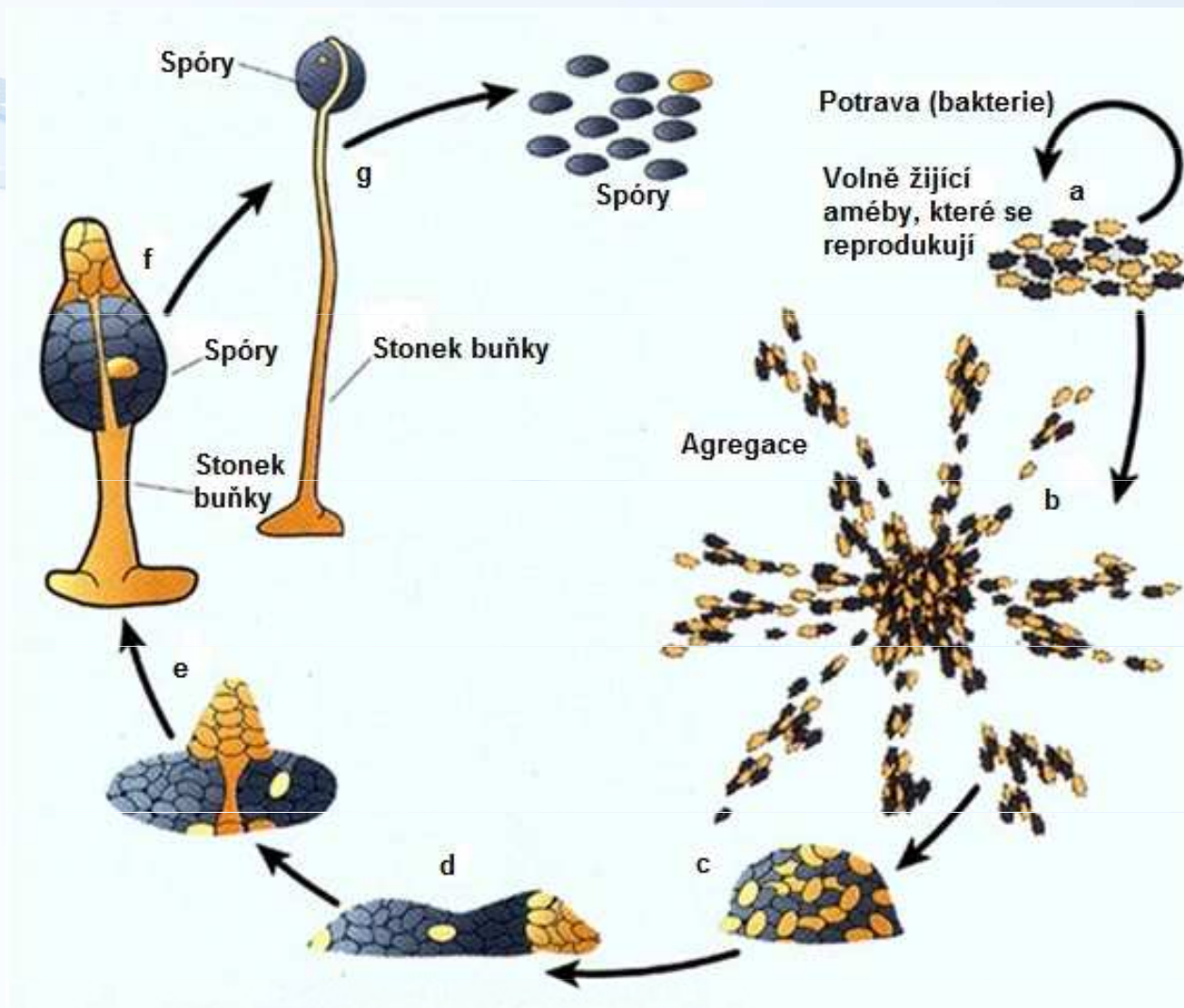
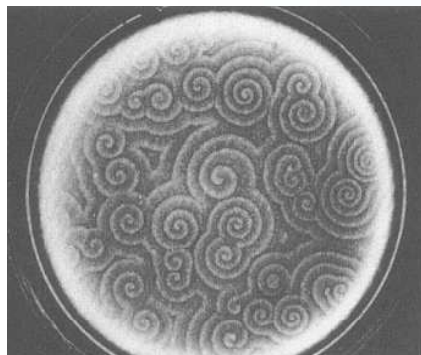
vyskytují se v nich sterilní kasty
se specializovanými funkcemi

termoregulace na úrovni kolonie

síť informačních toků, která
připomíná jednoduchý mozek



některé druhy hlenek...



a hlavně ekosystémy...

„i tis one of the wonders of natural history that when a mouse dies in the forest, within hours it becomes the resource for a diverse specialized community that has been evolving for millions of years“

Wilson and Knollenberg

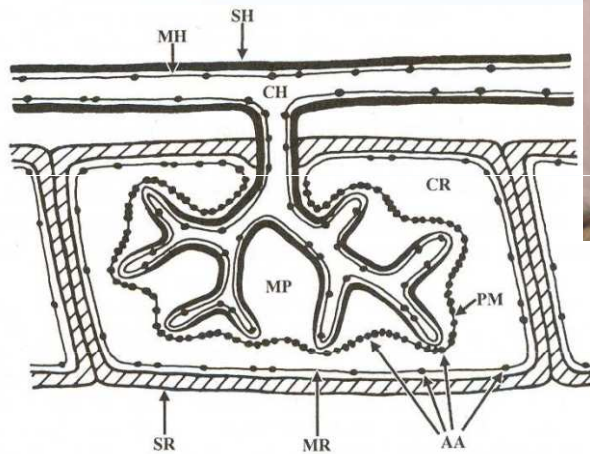


můžeme předpokládat, že rostlinná společenstva, tedy společenstva organismů s omezenou mobilitou se postupně organizují do spolupracující mutualistické sítě

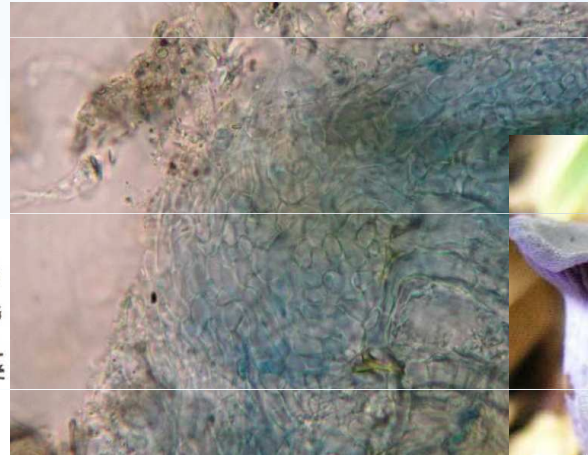


mykorhizní symbióza a les jako superorganismus

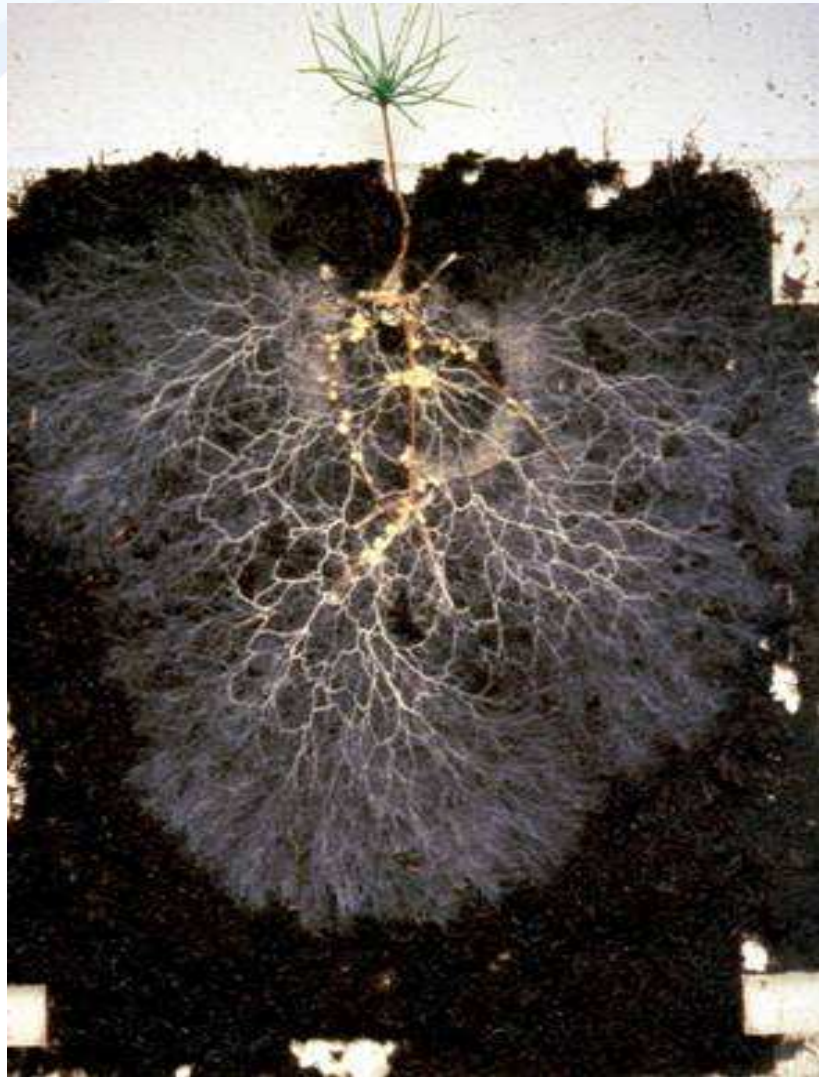
mykorhizní houby účinně propojují kořenový systém
hostitelské rostliny s prostředím



Obr. 12 Schéma arbuskuly: SR – buněčná stěna hostitelské rostlinné buňky, MR – cytoplazmatická membrána rostlinné buňky, CR – cytoplazma rostlinné buňky, CH – cytoplazma buňky houby, MH – cytoplazmatická membrána buňky houby, SH – buněčná stěna buňky houby, PM – periarbuskulární membrána (= vchlípená cytoplazmatická membrána rostlinné buňky), MP – mezilehlý prostor, AA – lokalizace ATPázové aktivity.



příklady vlivu mykorhizní symbiózy na ekosystémovou fitness...



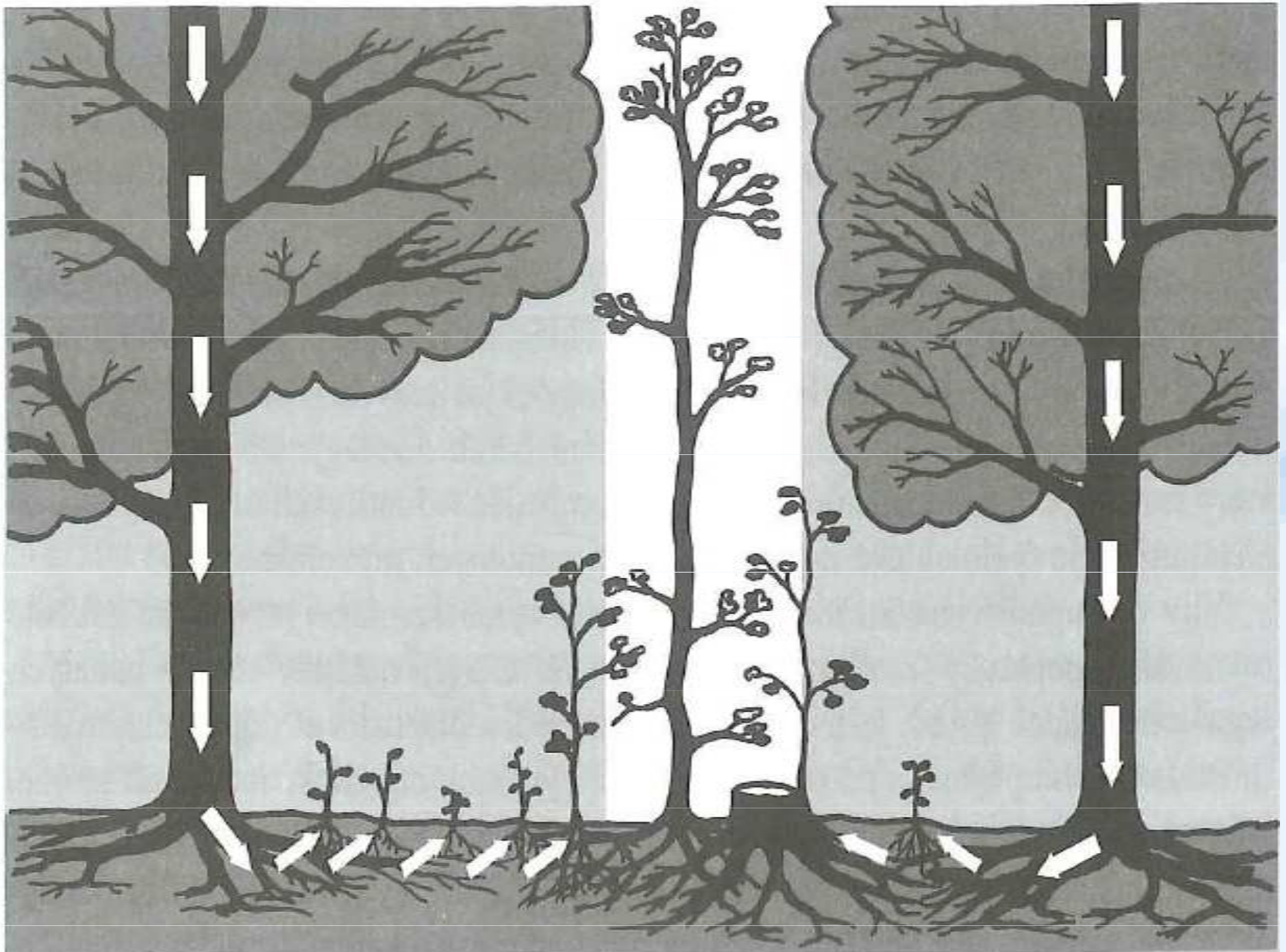
zpřístupnění
minerálních látek
(především N a P)

„potrubí“ rozvádějící
látky i mezidruhově

„efekt chůvy“

produkce glomalinu





Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

mutualismy tam, kde bychom je nečekali...

ekosystém
savany v
Serengeti

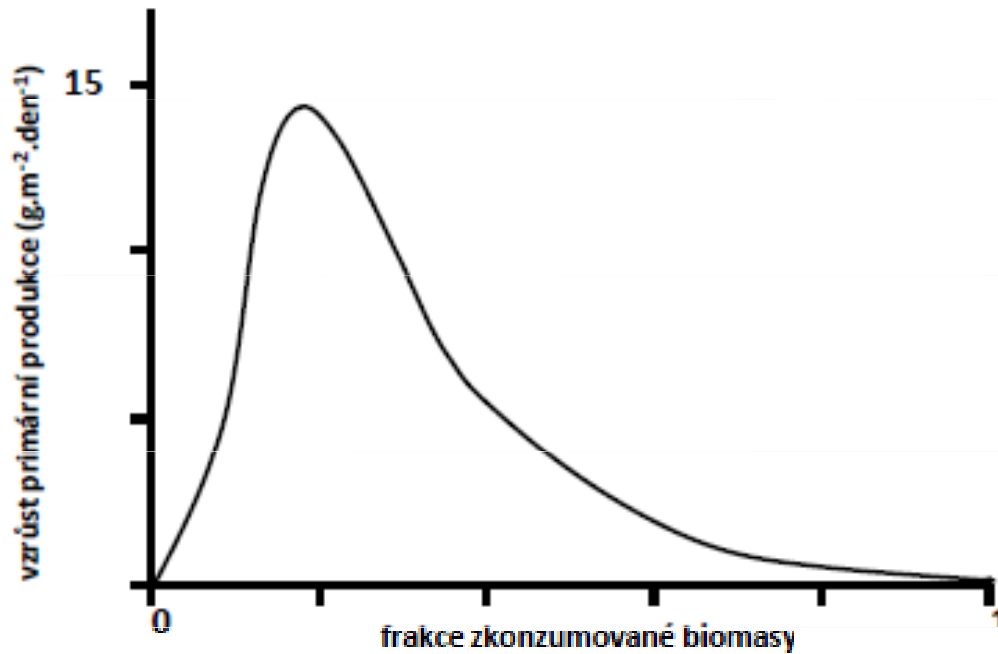


jaký je vztah mezi zebrou a trávou?
(herbivorem a primárním producentem)?

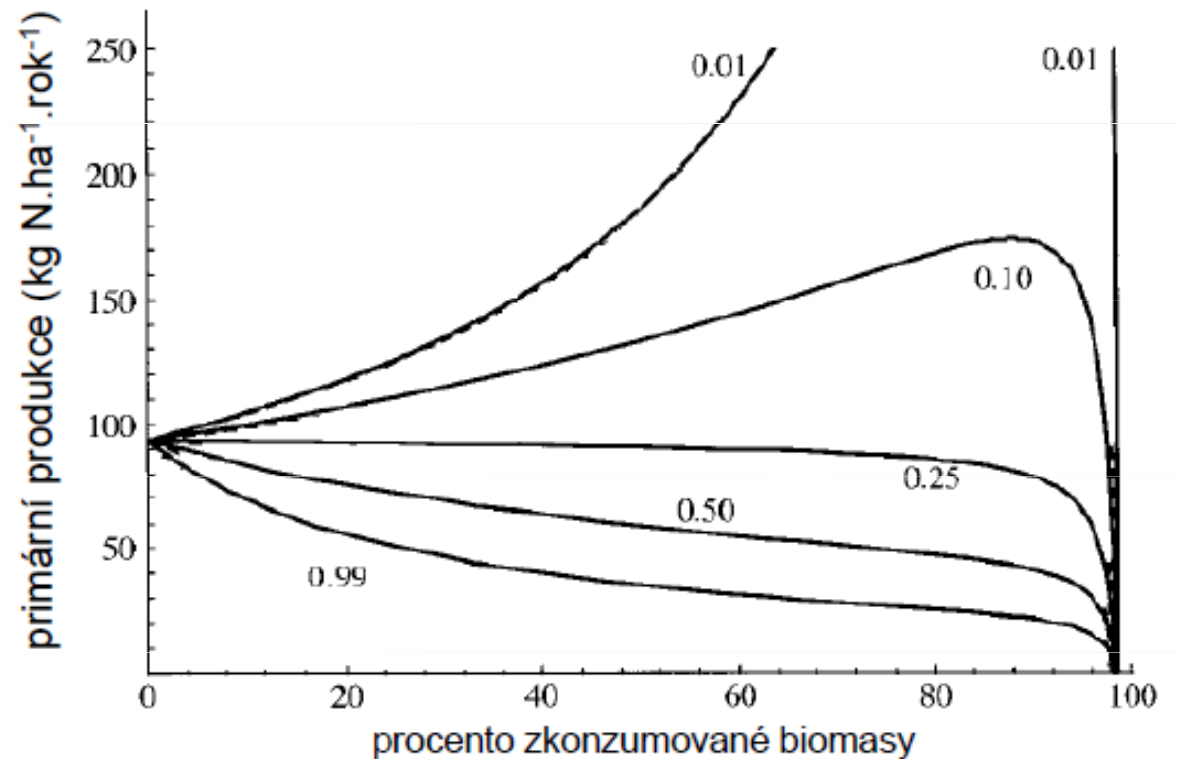


Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

ekosystém Serengeti: vztah herbivor-primární producent



přímá predace a
nepřímý mutualismus



Udržování homeostáze v podmínkách měnícího se prostředí: Gaia

Ekosystém má v průběhu evoluce tendenci zvyšovat svou fitness.

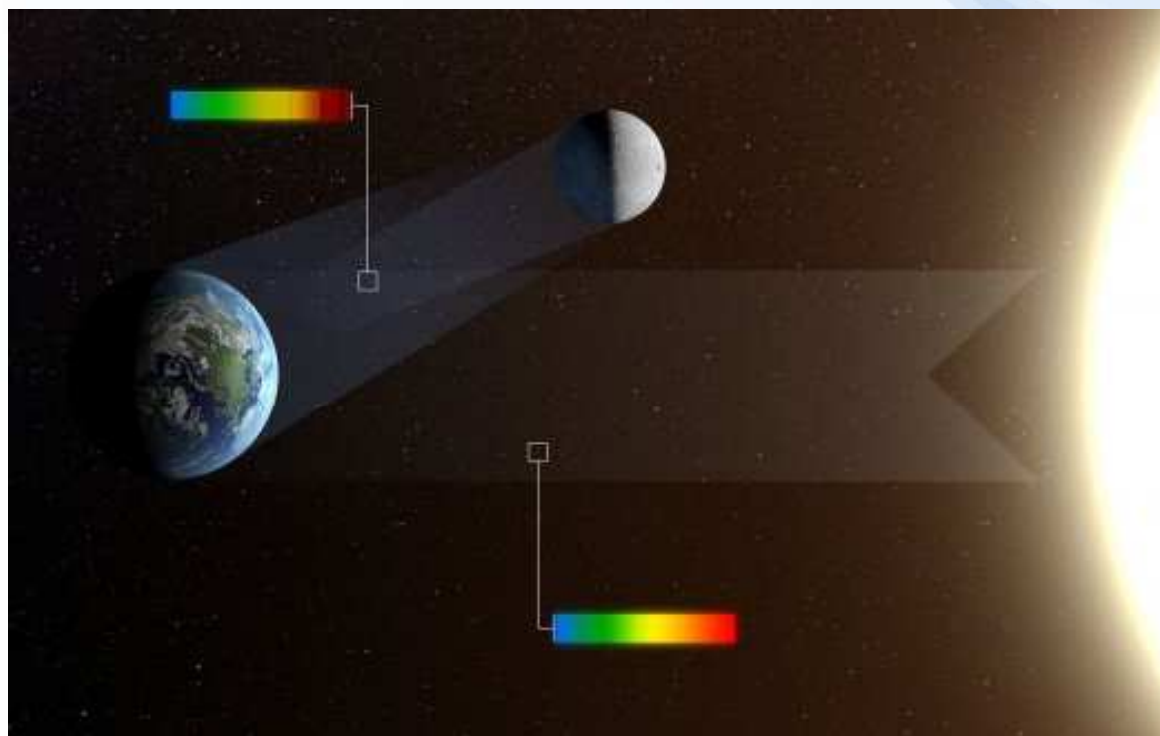
Homeostaze ekosystému může být udržována i v měnících se podmínkách prostředí.

Například od doby vzniku života stouplо množství tepla produkované sluncem o 25%, jak je možné, že na Zemi stále panují teplotní podmínky příznivé pro život?



Během 60 let 20. Století se NASA začala intenzivně zabývat existencí života, byť na „jednoduché“ úrovni, na jiných planetách.

Aby metoda k možné detekci života na jiné planetě mohla být použitelná, musela vycházet nejlépe z nějaké spektrální metody, tedy s určení chemického složení atmosféry této planety na základě spektrálního rozboru z ní docházejícího světla.



Lovelock, si podobně jako Prigogin uvědomil, že všechny živé systémy přijímají energii a látky a zbavují se odpadních látek.

Čím je složení atmosféry Země výjimečné?



všechny možné reakce již proběhly, molekuly se nacházejí ve stavu s minimem Gibsovy energie



stav vzdálený od termodynamické rovnováhy: co jej udržuje?



Tento zvláštní stav je totiž výsledkem právě přítomnosti Života na Zemi.

Rostliny trvale produkují kyslík a jiné organismy jiné plyny, takže se nerovnovážné složení atmosféry neustále obnovuje.

Lovelock pochopil, že zemská atmosféra je otevřeným systémem vzdáleným od rovnováhy, charakterizovaným stálým tokem látek a energie.

Složení atmosféry tedy vykazuje stabilitu ne díky tomu, že by se nacházelo v termodynamické rovnováze, ale díky působení globálního ekosystému.

Jaká je termodynamická definice organismu?



„Mně se Gaia zjevila zcela náhle, jako záblesk osvětlení ... hovořil jsem s kolegyní o článku, který jsme připravovali, ... v tom momentu jsem náhle pochopil, co je to Gaia. Napadla mě úžasná myšlenka:

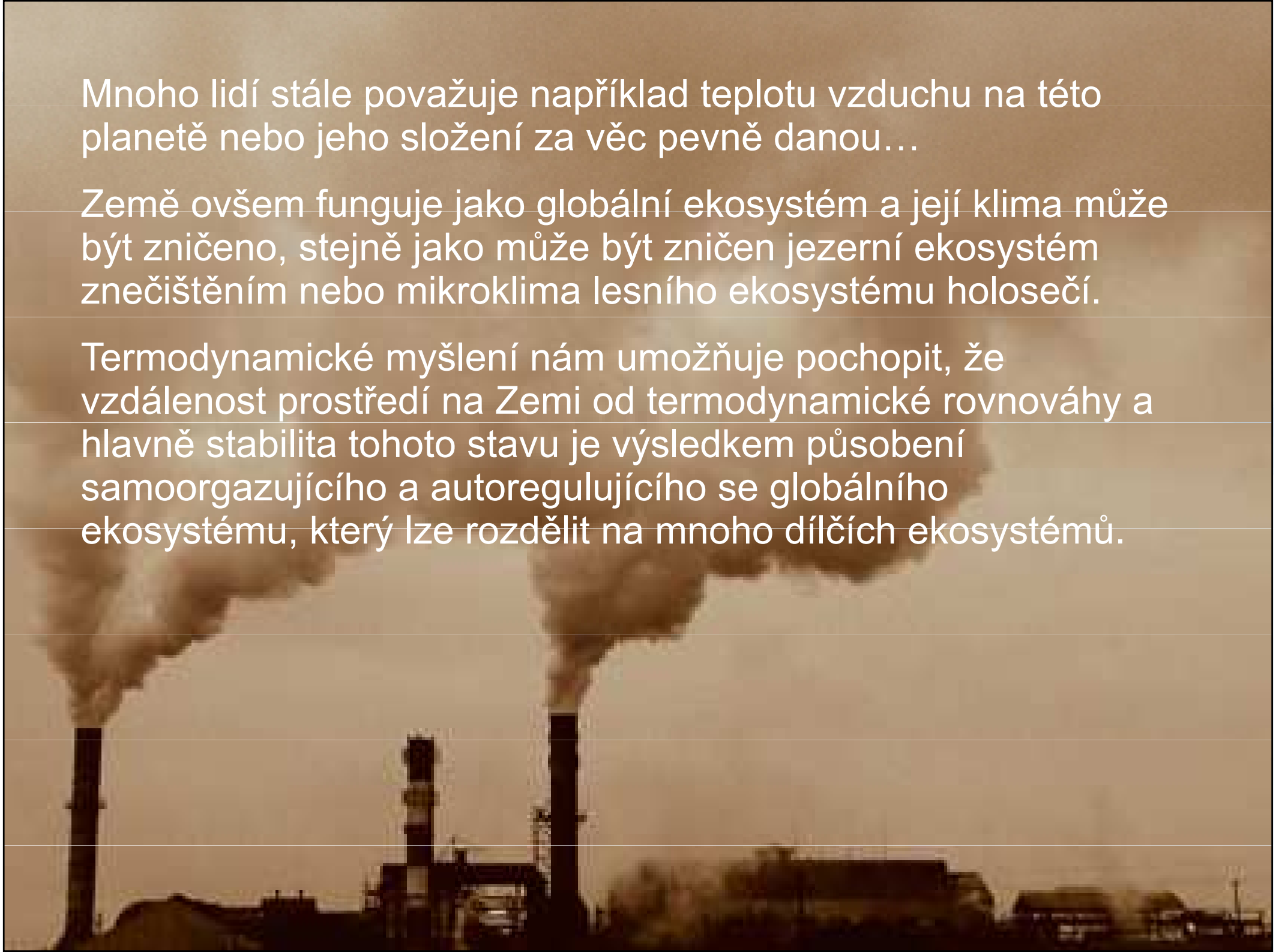
Zemská atmosféra je mimořádná a nestálá směs plynů, přestože jsme si vědomi toho, že má stálé složení po dlouhé časové období. Je možné, že život nejenom zemskou atmosféru vytvořil, ale že ji také reguluje – udržuje ji ve stálém složení a na úrovni příznivé pro organismy?“



Mnoho lidí stále považuje například teplotu vzduchu na této planetě nebo jeho složení za věc pevně danou...

Země ovšem funguje jako globální ekosystém a její klima může být zničeno, stejně jako může být zničen jezerní ekosystém znečištěním nebo mikroklima lesního ekosystému holosečí.

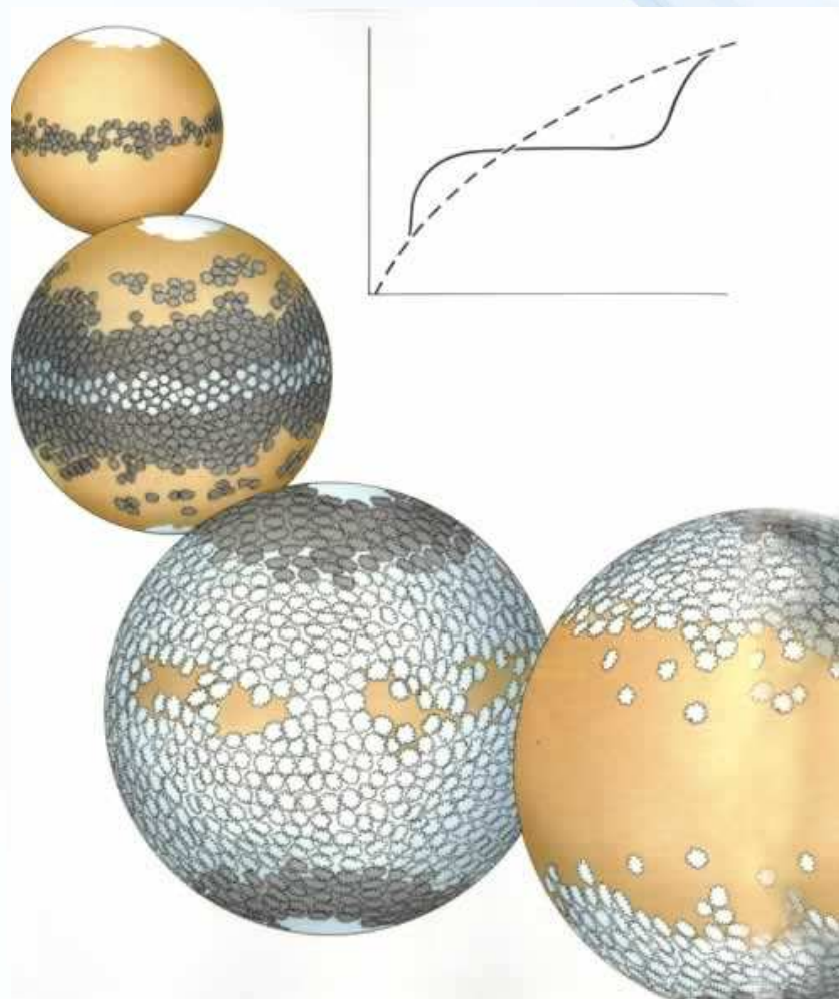
Termodynamické myšlení nám umožňuje pochopit, že vzdálenost prostředí na Zemi od termodynamické rovnováhy a hlavně stabilita tohoto stavu je výsledkem působení samoorganizujícího a autoregulujícího se globálního ekosystému, který lze rozdělit na mnoho dílčích ekosystémů.



Proces autoregulace je v Lovelockově ideji zásadní.

Produkce tepla Sluncem vzrostla o 25 procent od té doby, co vznikl Život na Zemi, ale přes tento vzestup zůstala teplota povrchu Země stálá na úrovni životu příznivé po celé čtyři miliardy let.

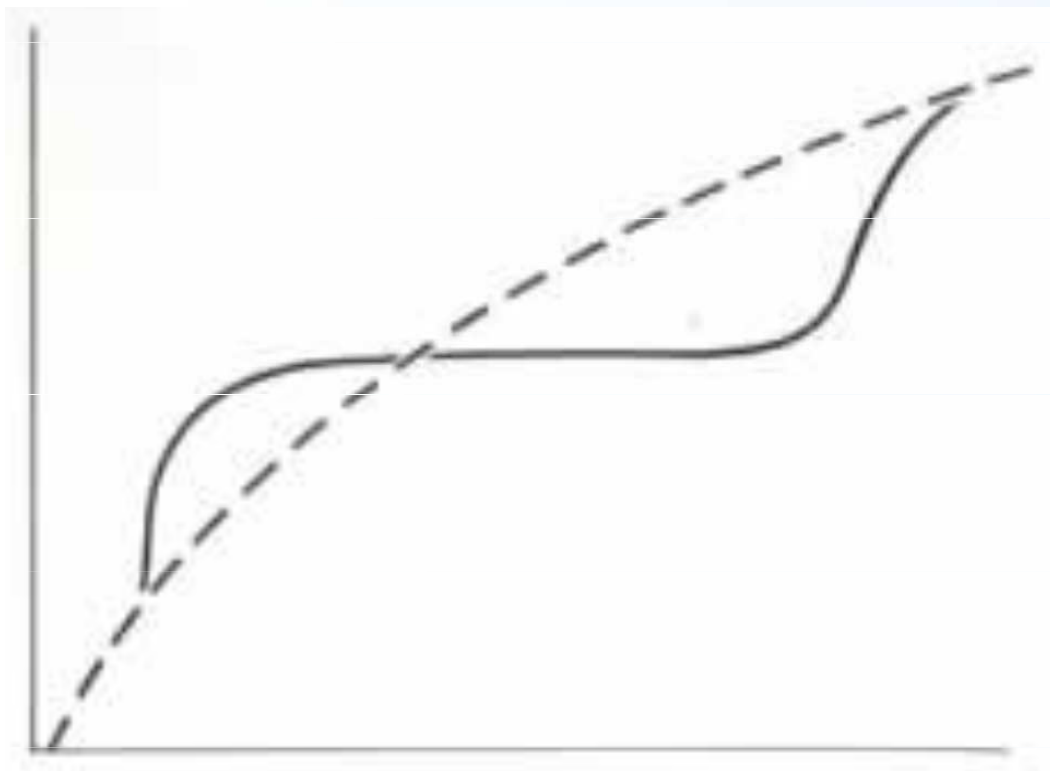
Jak je to možné?



we can explain it with model of Daisyworld



➔ Sedmikrásový svět bez jakéhokoliv předvídání nebo plánu reguluje svoji vlastní teplotu v rozsáhlém časovém rozmezí.



vyvíjející se systémy s autoregulací mají schopnost tlumit výkyvy jistých kritických parametrů (např. teplota, složení atmosféry)

to se může dít změnou struktury nebo rezistencí (záleží na míře integrace systému: organismus x ekosystém).



Milankovičovy cykly, připomenutí...

1. sklon zemské osy, měřen od vertikální kolmice na oběžnou dráhu, mění se v intervalu $21,8\text{--}24,4^\circ$, cyklus trvá zhruba 41 000 let;
2. změna excentricity eliptické oběžné dráhy Země: rozdíl úhrnu záření mezi perihelionem a aphelionem může činit až 30% (v současnosti 7 %) cyklus trvá asi 95 000 let;
3. precese zemské osy neboli pohyb, při němž zemská osa vytváří plášť dvojkužele, odehrává se v cyklech 19 až 23 tisíc let.

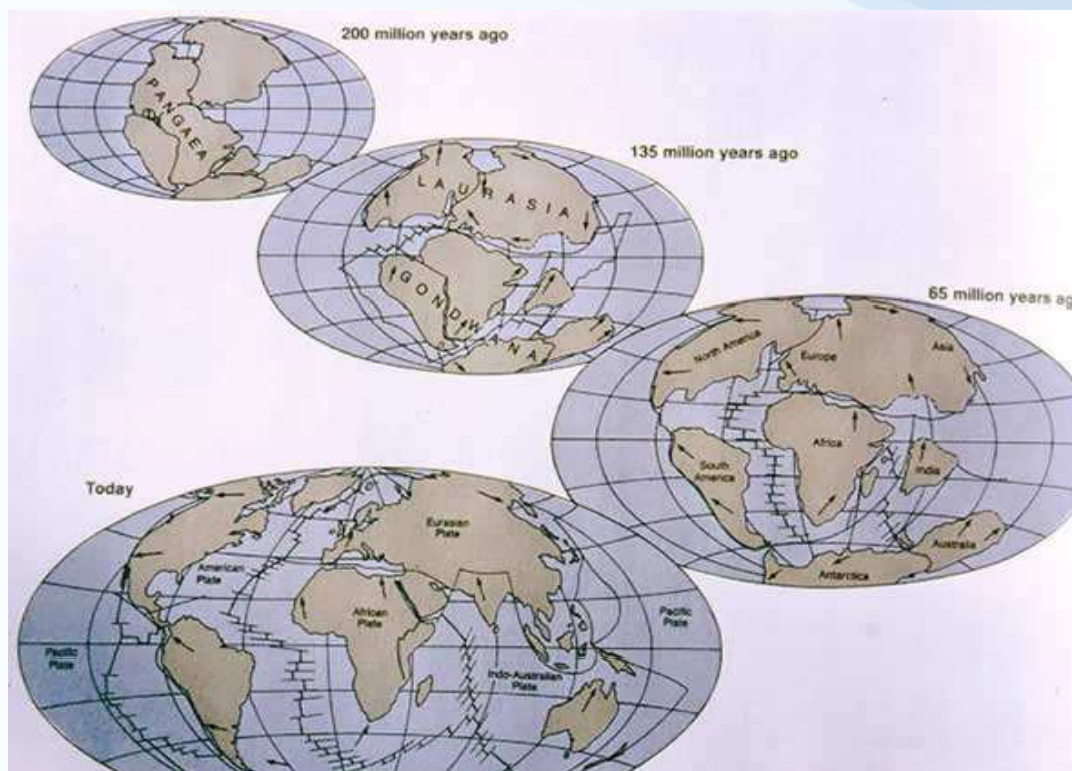


Zpětné vazby v globálním ekosystému

Albedo: bílý sníh odráží okolo 95 % slunečního záření zpět do kosmického prostoru

růst sněhových (ledových) ploch \Rightarrow růst albeda

tato zpětná vazba není spouštěčem, může však posílit, zeslabit nastolený trend, souvislost s kontinentální driftem



Vegetace a albedo – vegetace má nízké albedo, velmi dobrý absorpční koeficient slunečního záření, zachycená energie se velkou měrou spotřebuje na vznik vodní páry,

při kondenzaci (skupenská změna) vodní páry se teplo zpět uvolní, často v jiné oblasti – vysoké zeměpisné šířky mohou získávat až polovinu tepla tímto způsobem

vyvážení vodní páry do ledovců – omezení distribuce tepla a snížení skleníkového efektu = pozitivní zpětná vazba



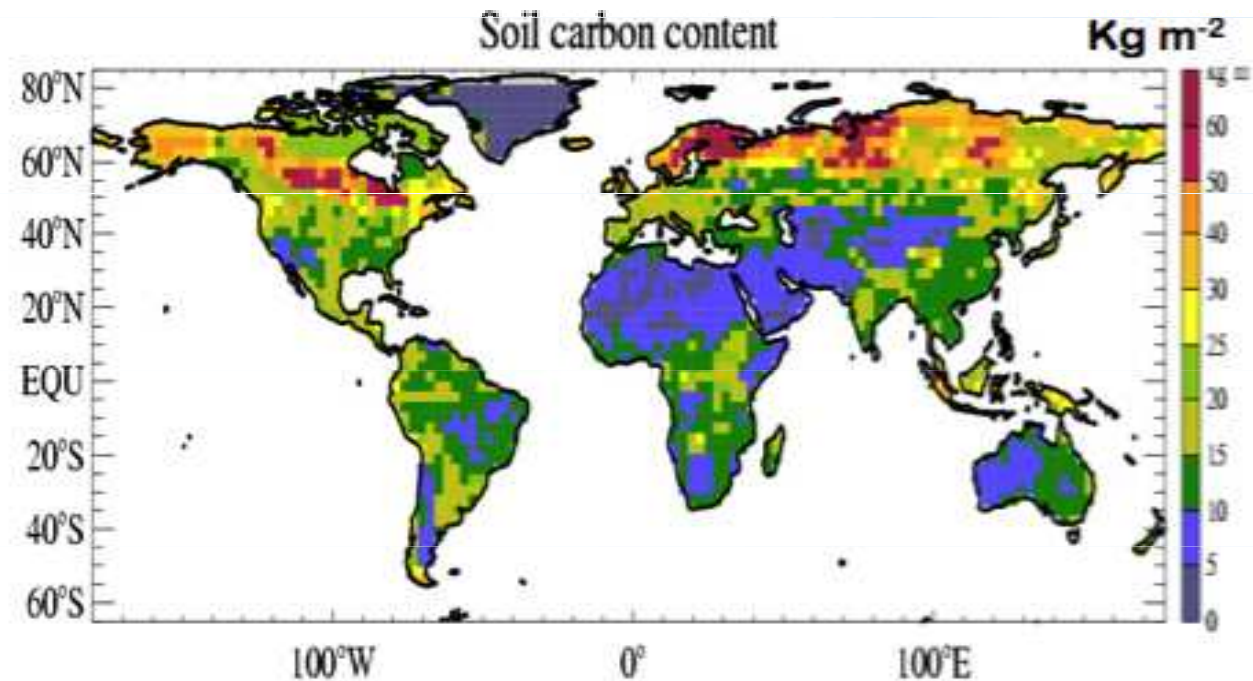
rozvoj vegetace – větší produkce vodní páry
– sílí skleníkový efekt



CO₂

oteplení vlivem zvýšené koncentrace, šíření vegetace do vyšších zeměpisných šířek a následné vevázání části atmosférického CO₂ do vegetace – negativní zpětná vazba

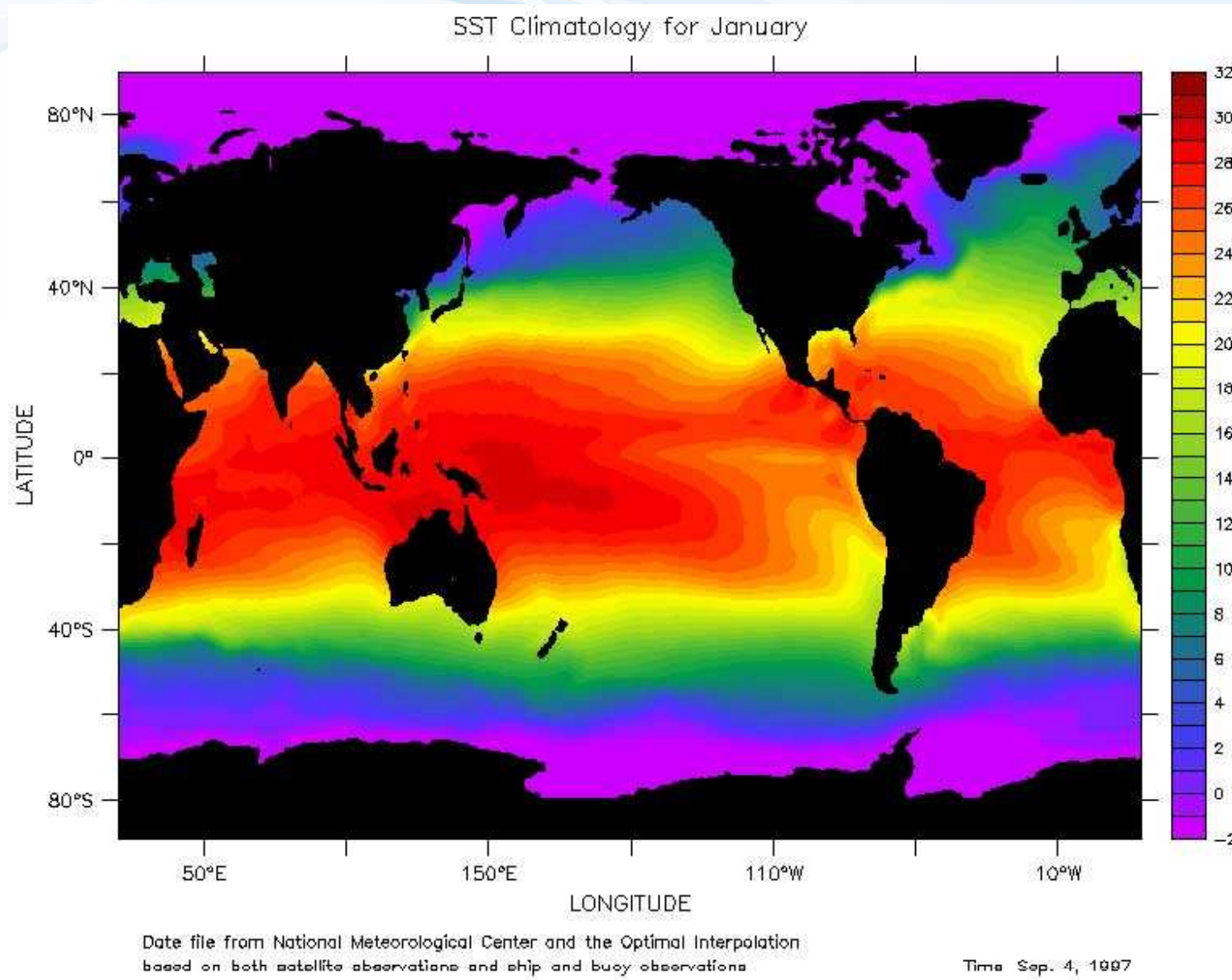
zvýšení koncentrace CO₂ rozmrzání permafrostu, zvýšení rozkladu mrtvé organické hmoty v oblastech tajgy – uvolňování CO₂, zpětná vazba



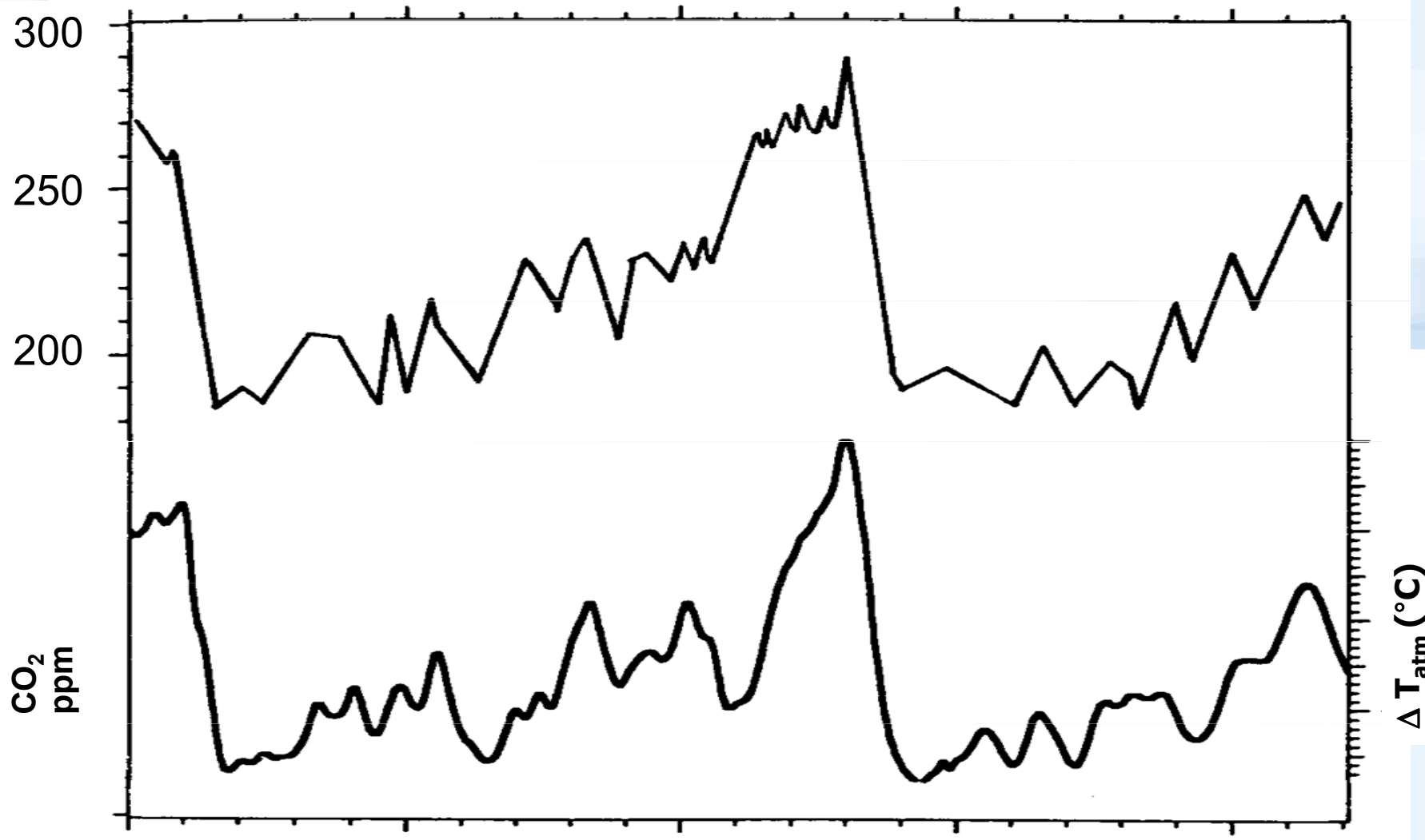
Estimate of the observed global distribution of soil organic matter
(Global Soil Data Task, 2000)

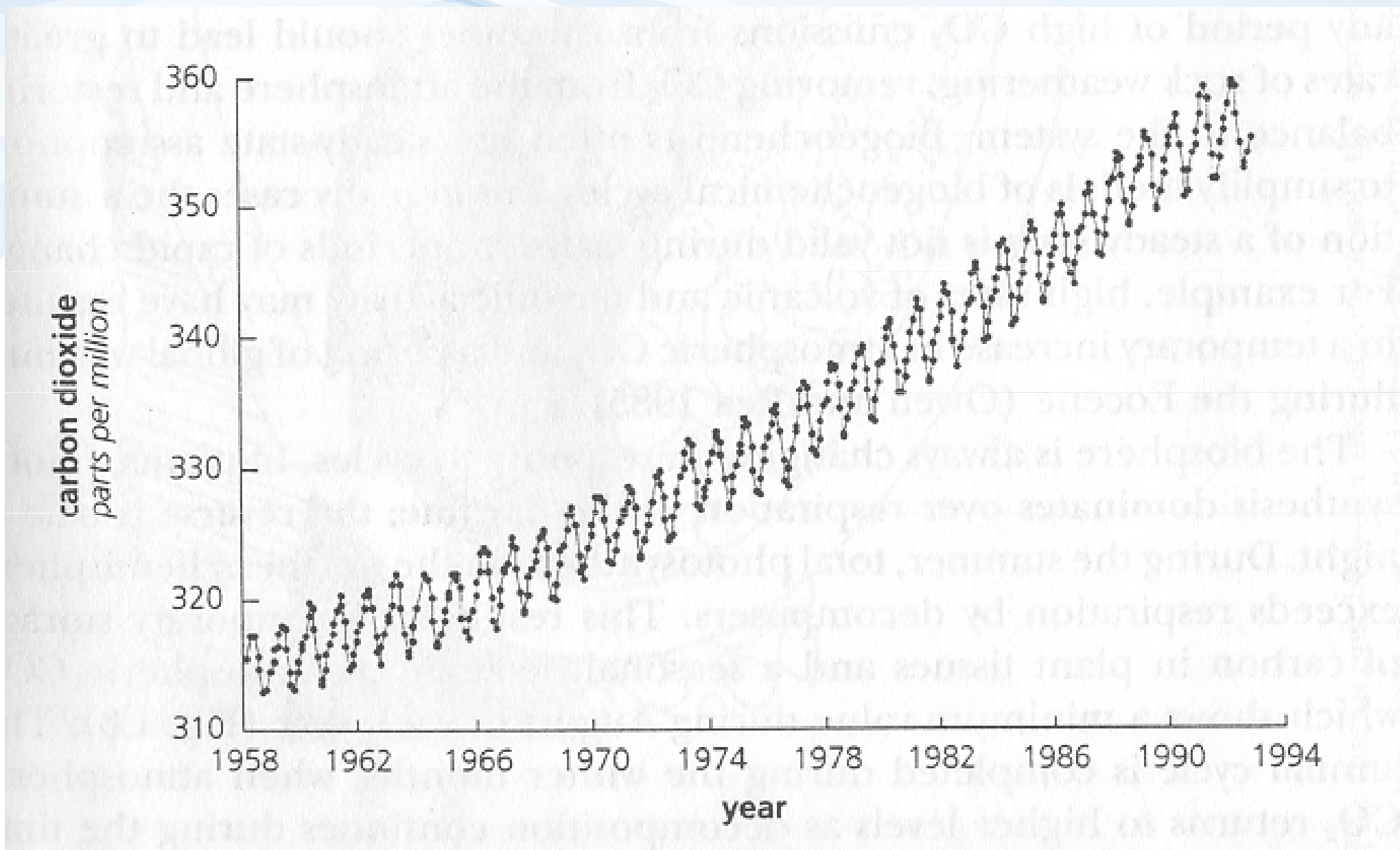


THC zvýšený skleníkový jev – tání kontinentálních ledovců, velké množství sladké vody do oceánu – může zastavit některé oceánické proudy



Stratigraficky doložená pozitivní korelace mezi koncentrací CO₂ a globální teplotou





Shrnutí přednášky:

přijmeme-li koncept superorganismu, pak bychom mohli říct, že stabilita ekosystému je výlučně spjata s udržováním hodnot některých veličin (různé energomateriálové toky, teplota, dostupnost vody atd.) v mezích daných určitým intervalem, podobně jako například stabilita organismu a jeho žití je neodlučně spojeno s udržováním koncentrace některých látek v jeho vnitřním prostředí v jistém intervalu, udržování tělesné teploty v jistém intervalu atd.

Jelikož organismus představuje zpravidla těsněji integrovaný celek než ekosystém, jsou i intervaly hodnot důležitých parametrů slučitelných s udržením života užší, než v případě ekosystému.

