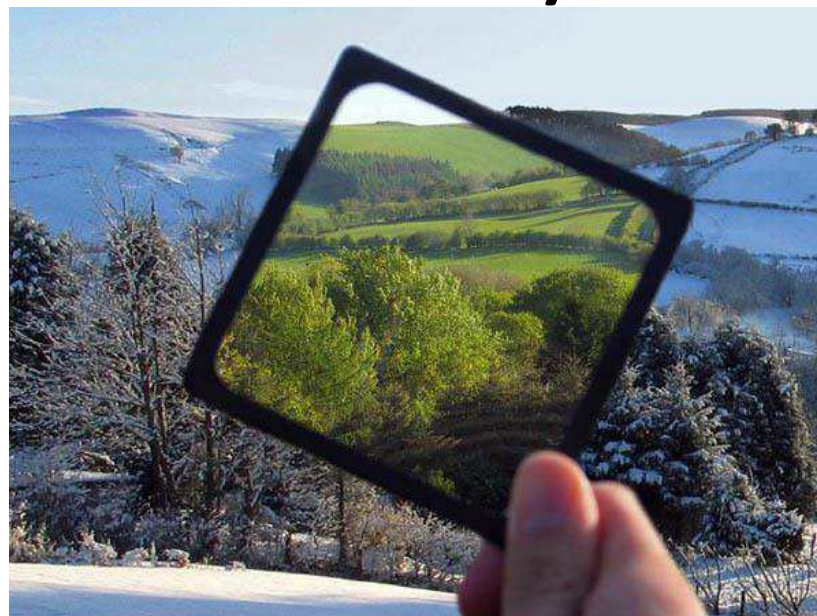


# Růst dřevin v podmínkách globální změny klimatu



Radek Pokorný



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

A close-up photograph of a tree trunk cross-section, showing distinct growth rings. The wood is light brown with a darker outer bark. The text is overlaid on the wood.

# **Růst dřevin v podmínkách globální změny klimatu**

*Radek Pokorný*

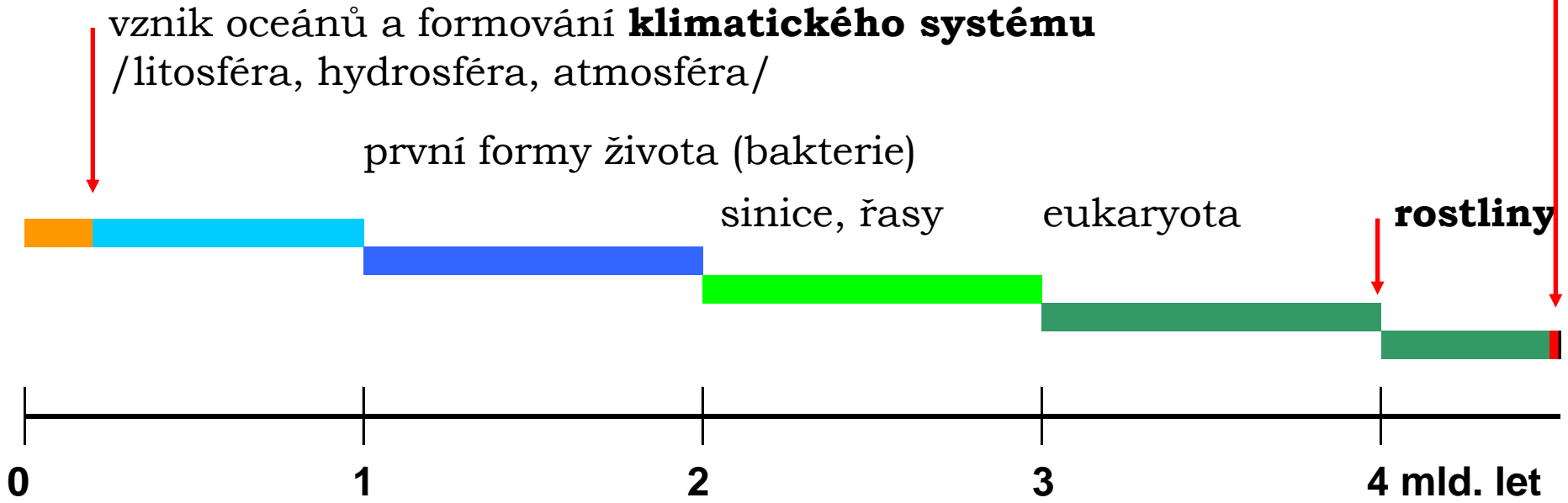
# Vysvětlení pojmů

- Růst
  - zvětšování množství hmoty a velikosti organismu v důsledku činnosti metabolismu.
  - jedním z hlavních projevů života.
  - ovlivněn geneticky a faktory prostředí
- Počasí
  - okamžitý stav atmosféry charakterizovaný meteorologickými prvky a atmosférickými jevy v daném čase a místě.
- Klima
  - průměrné počasí stanovené pro určité období roku, celý rok nebo několik let na základě dlouhodobých pozorování
  - utváří se na základě energetické bilance, cirkulací atmosféry ...



# Vznik a vývoj Země

**předchůdci - člověk**



## Klimatický systém Země (složky)

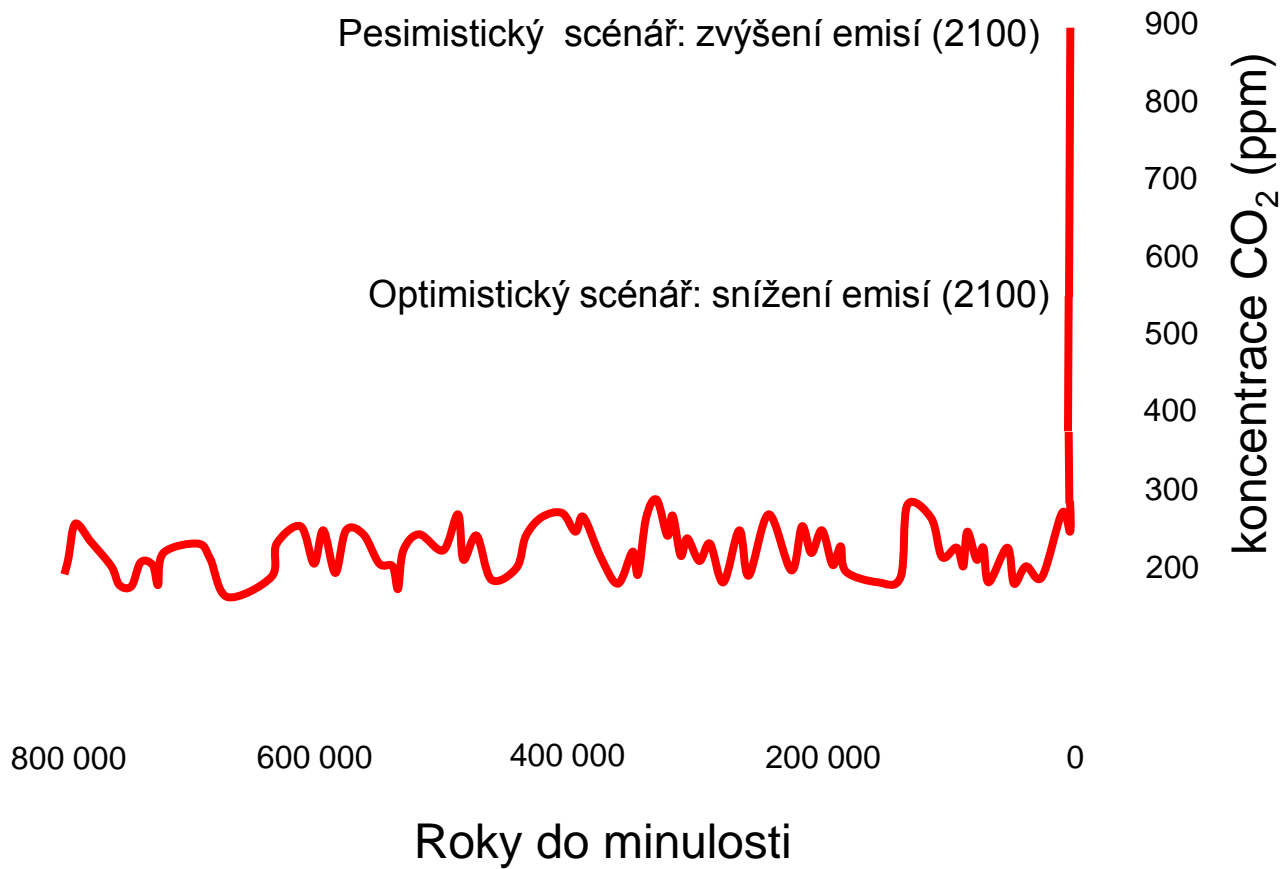
- atmosféra
- světový oceán
- kryosféra
- litosféra
- biosféra

termodynamické otevřené systémy  
výměna hmoty a energie

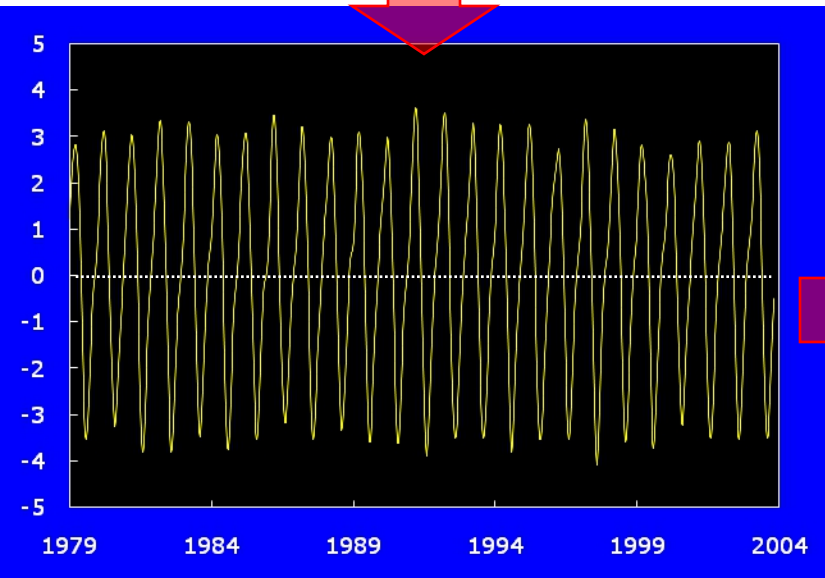
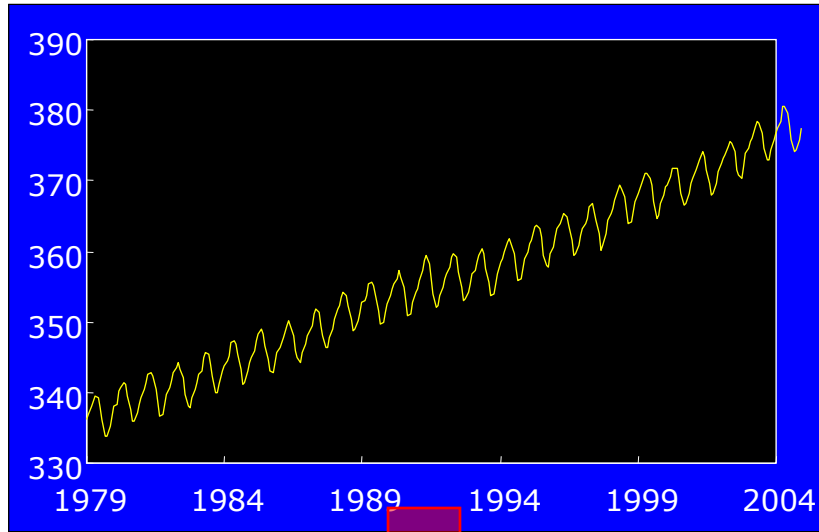
# Co je globální změna klimatu?

- Je to narůstající odchylka klimatických parametrů Země, např. teplot, srážek, rychlosti větru, od průměrů a trendů, které charakterizovaly naši planetu přibližně do počátku 20. století“



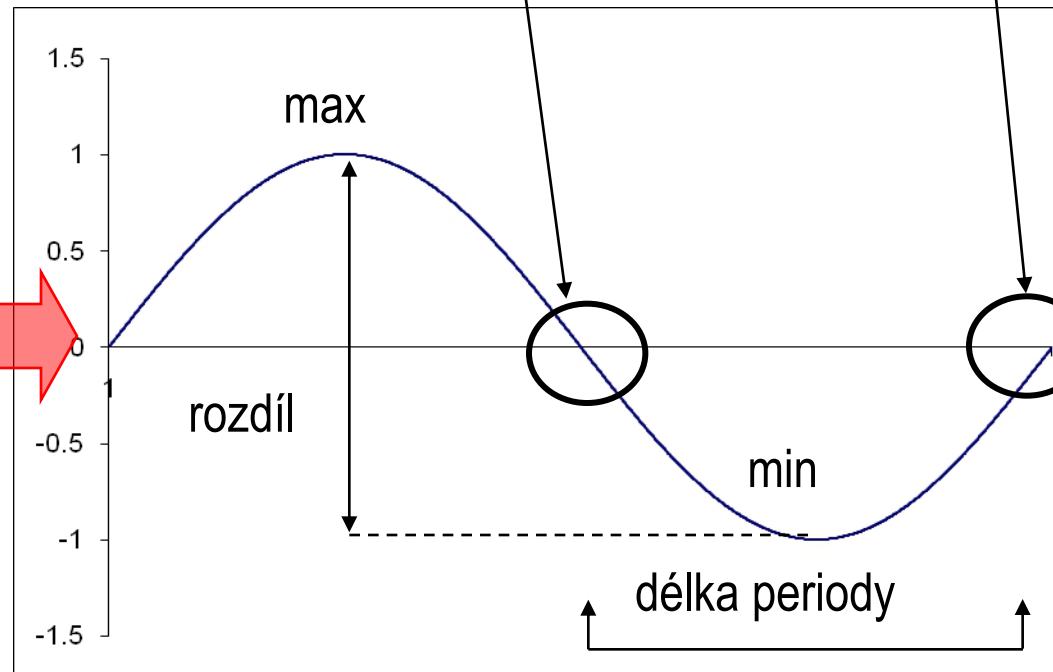


# Atmosférická koncentrace CO<sub>2</sub> dlouhodobé záznamy

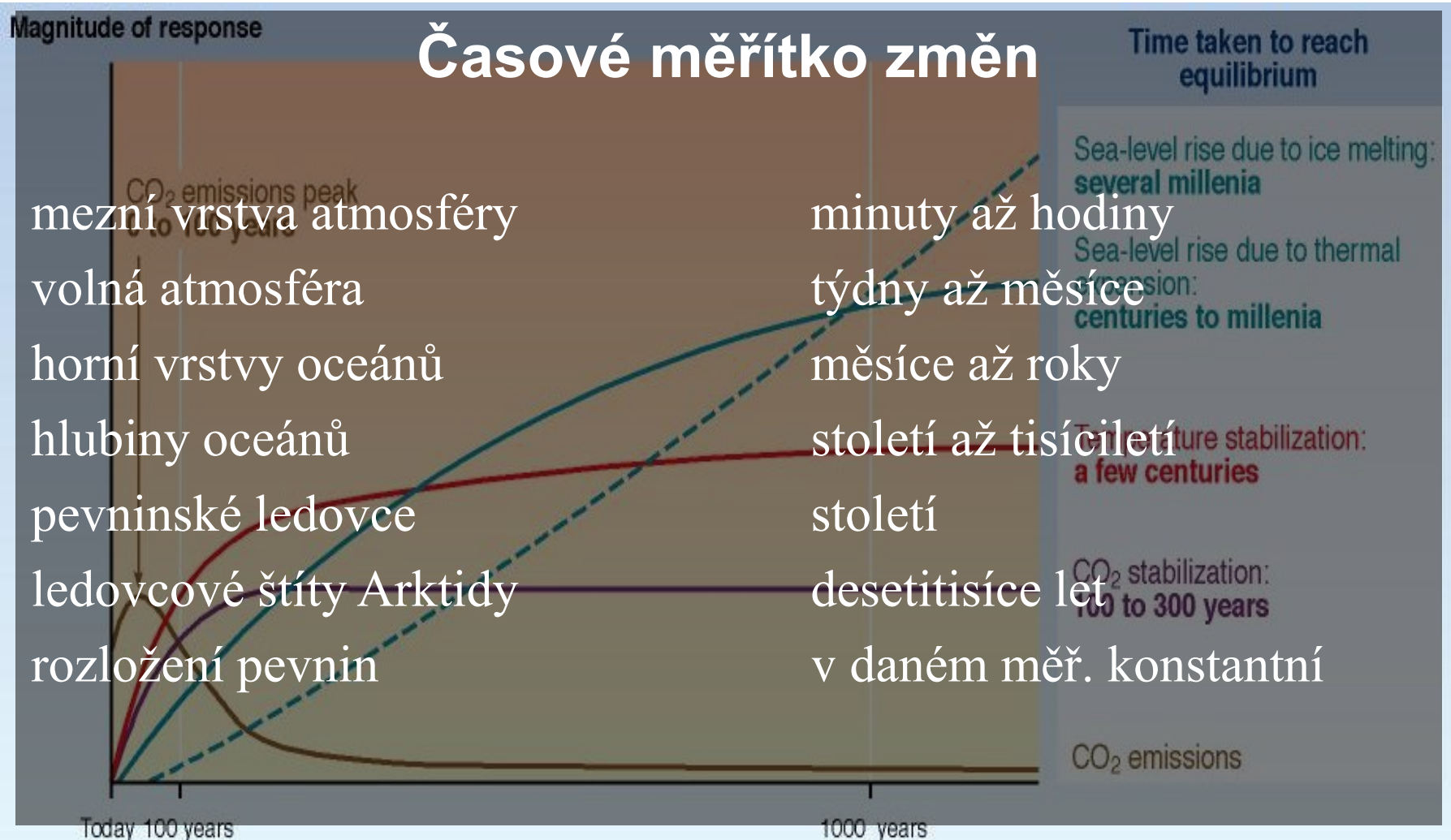


Přechod k minimu  
- jaro, časně léto

Přechod k maximu –  
podzim,  
časná zima

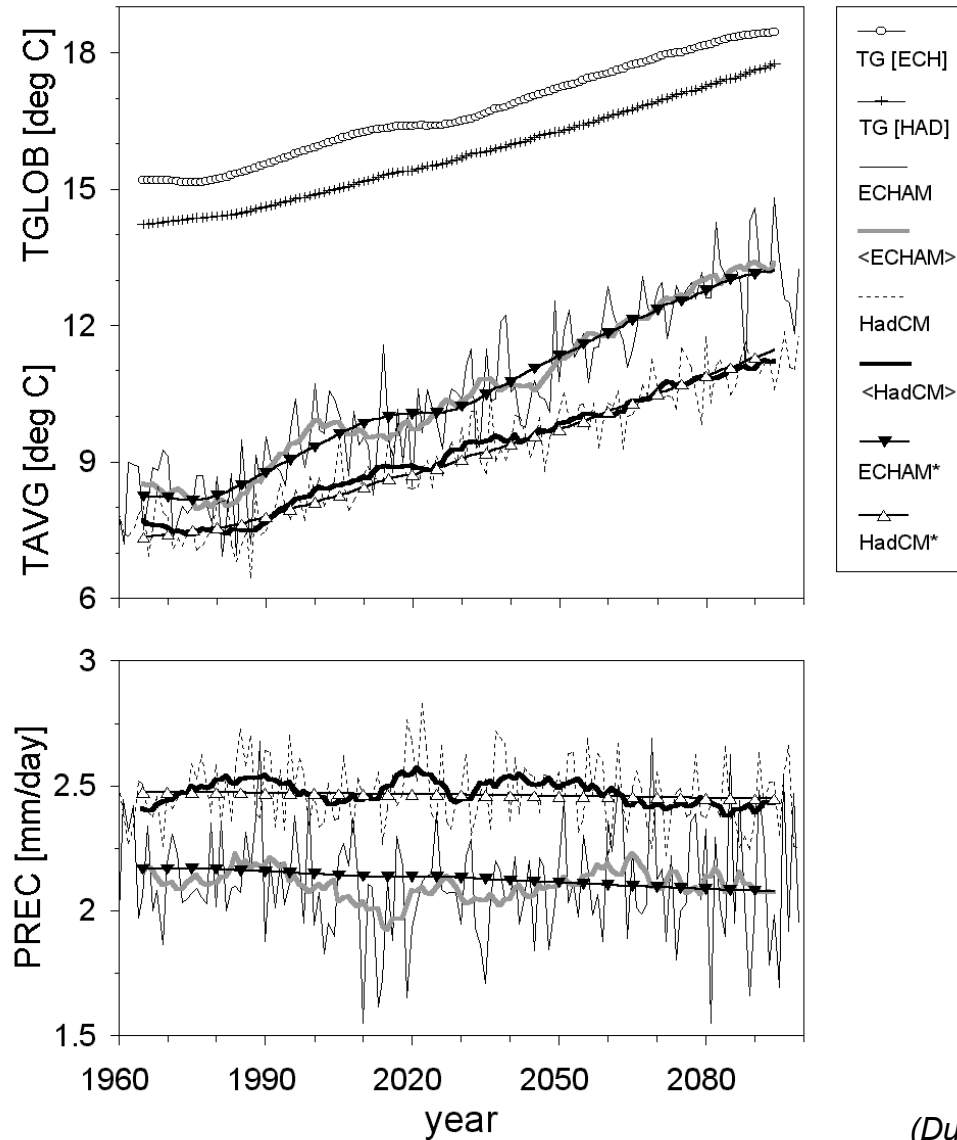


# Koncentrace CO<sub>2</sub>, teplota i hladina oceánů a moří se budou zvyšovat dlouho po redukci emisí





# Teplota a srážky



(Dubrovský a kol. 2005, Dubrovský a kol. 2011)

# Projektovaná (možná) změna teploty a srážek

## Časové rozložení trendů

- Statisticky významné jsou zejména teplotní klimatické extrémny
  - Roční extrémny denní maximální teploty a délky horkých období vykazují téměř na všech stanicích vzestupný trend (pouze na některých stanicích je trend statisticky významný)
- Trendy ročních extrémů denních minimálních teplot a délky studených období jsou statisticky nevýznamné
  - Trendy srážkových extrémů jsou většinou nevýznamné

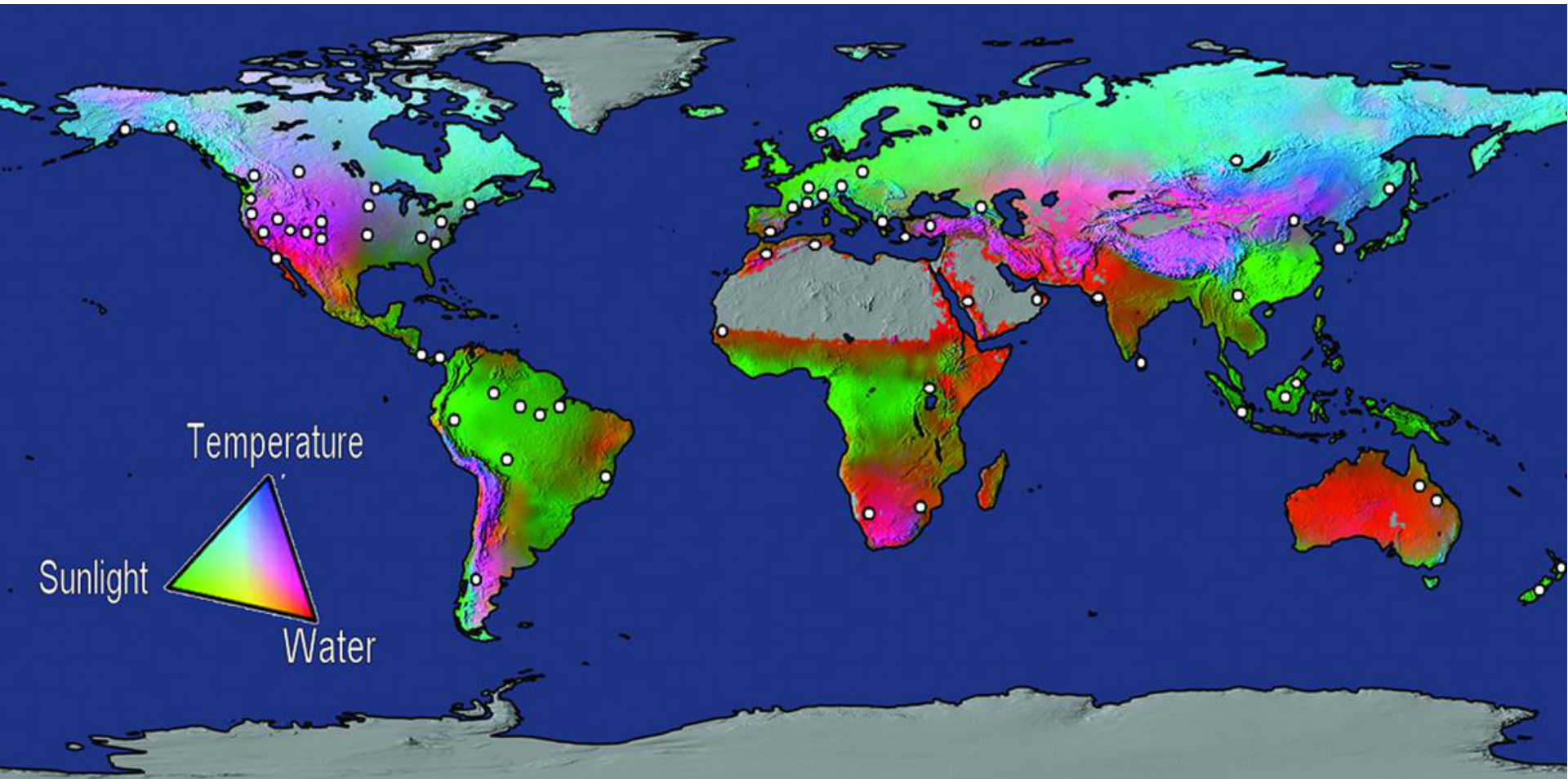
– Trend max. délky suchého období vykazuje spíše negativní trend

## Prostorové rozložení trendů

- Trend maximální délky horkého období se v severní části území jeví významnější než v jižní části
- Na východě republiky vykazuje max. délka suchého období významnější negativní trend, max. délka srážkového období a max. 5denní úhrn srážek významnější pozitivní trend.

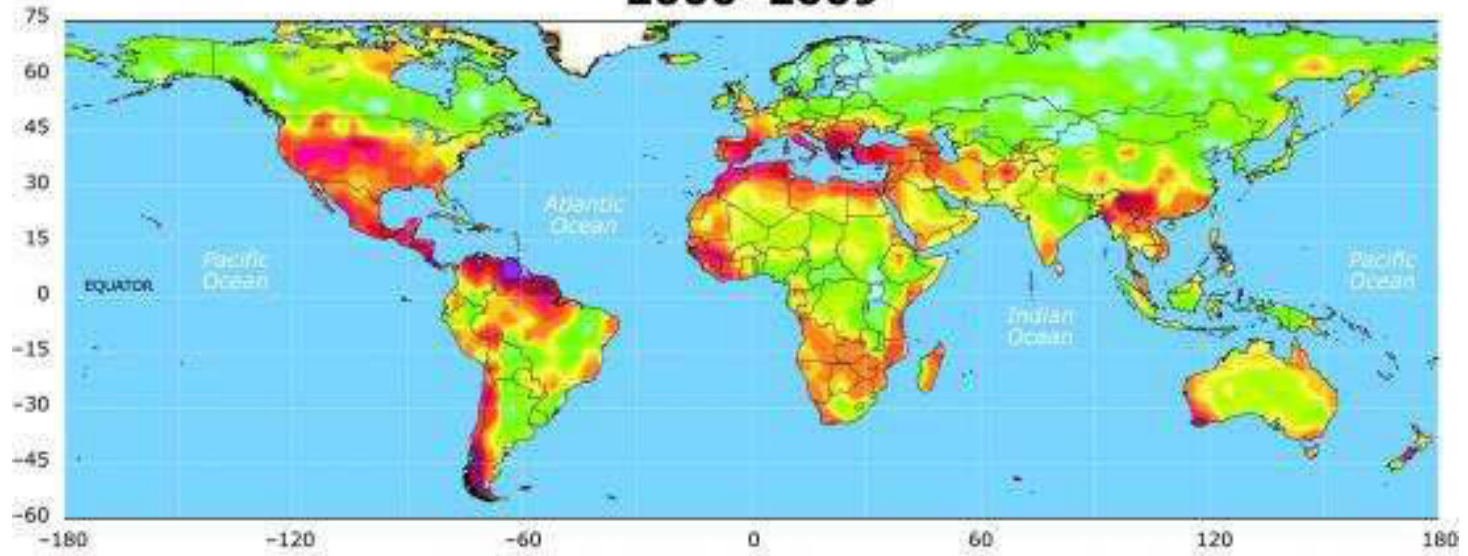
Modelový příklad situace teplotních a srážkových poměrů (vyjádřené pomocí ročních průměrů) na 45 stanicích v roce 2050 (vpravo) v porovnání se současnými podmínkami (vlevo) za předpokladu platnosti scénáře podle modelu HadCM3 a střední klimatické citlivosti.

# Limity životního prostředí lesů – světlo, teplo, voda

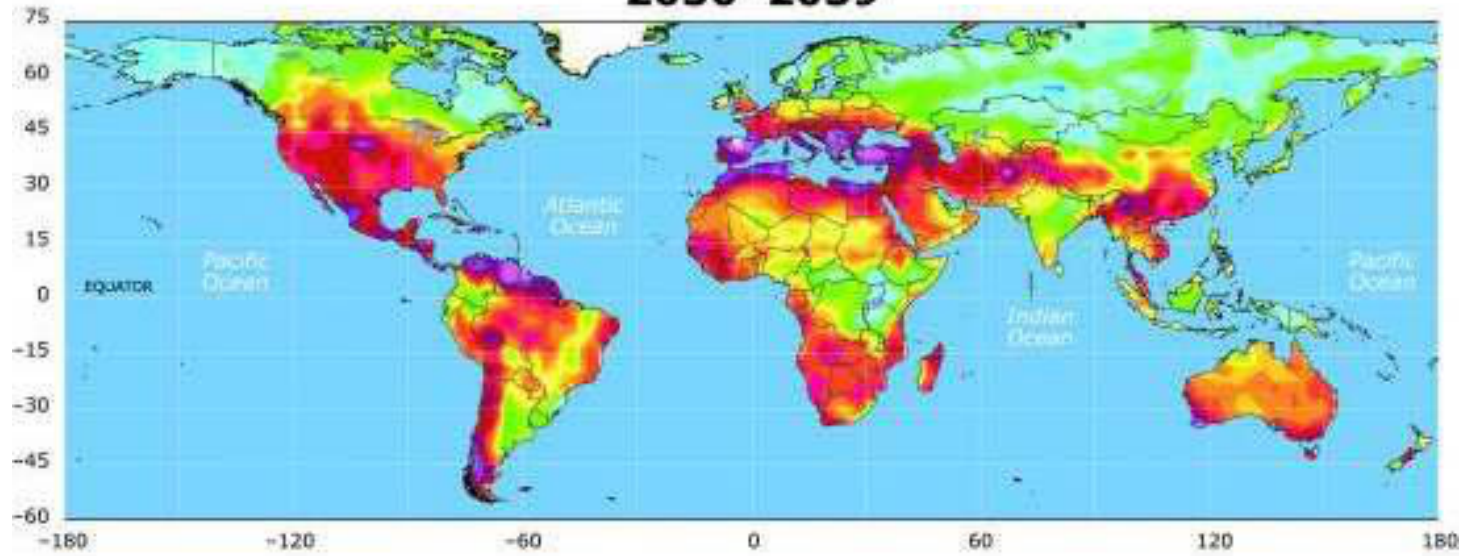


- Klimatický stres – sucho, vysoká teplota

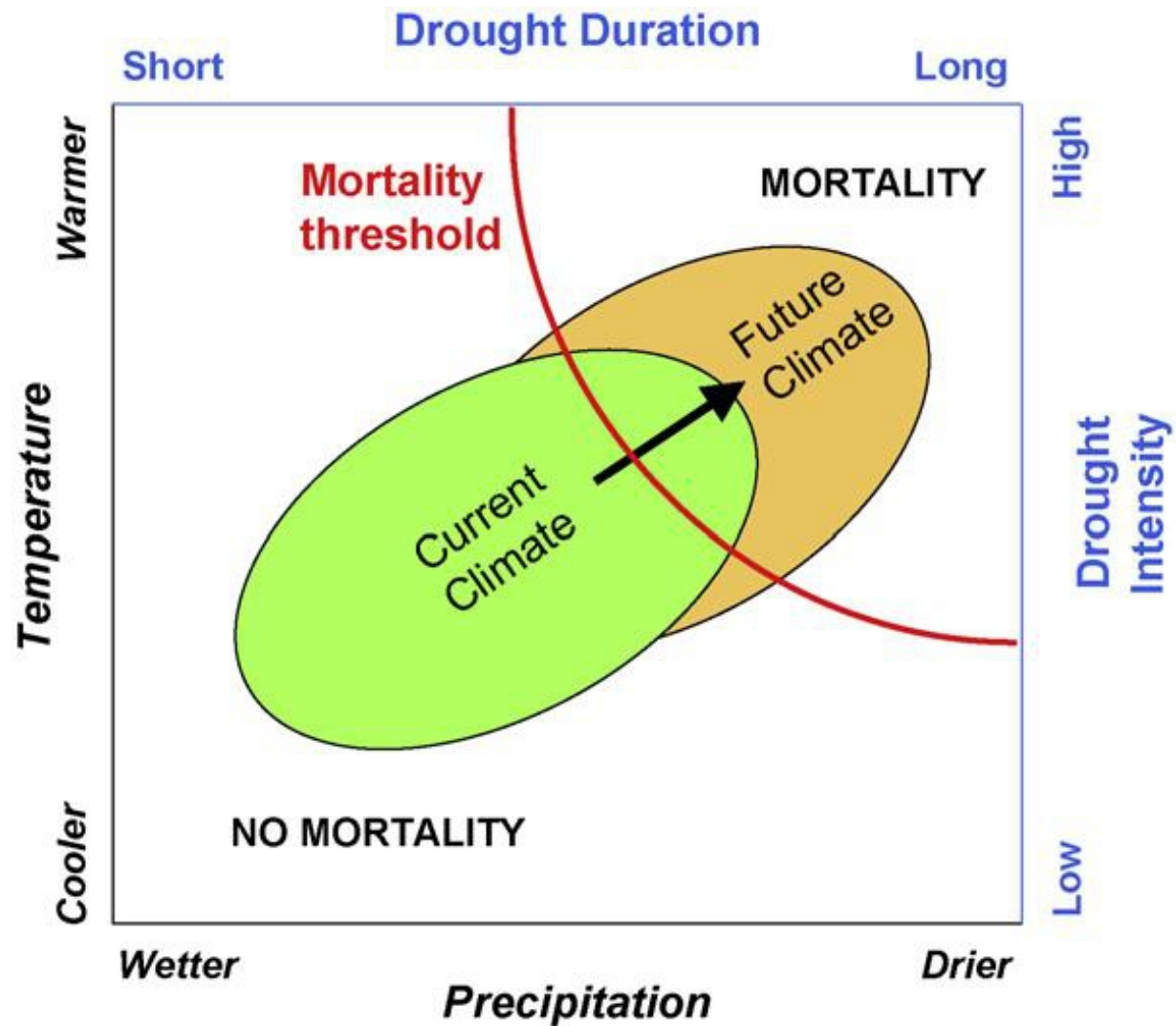
### 2000-2009



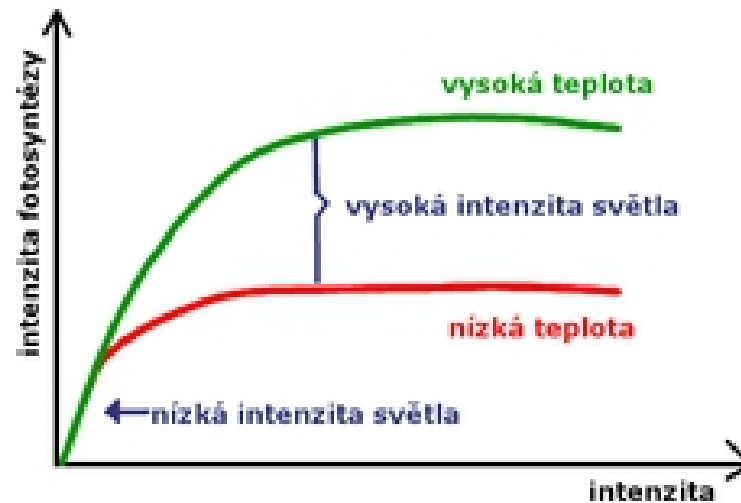
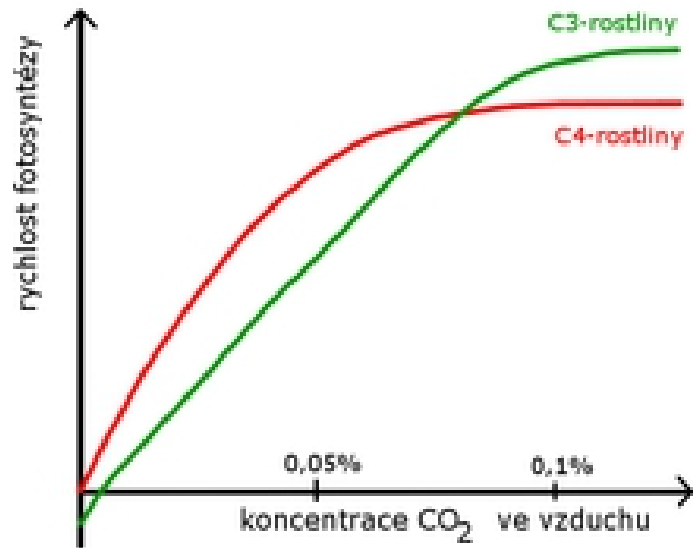
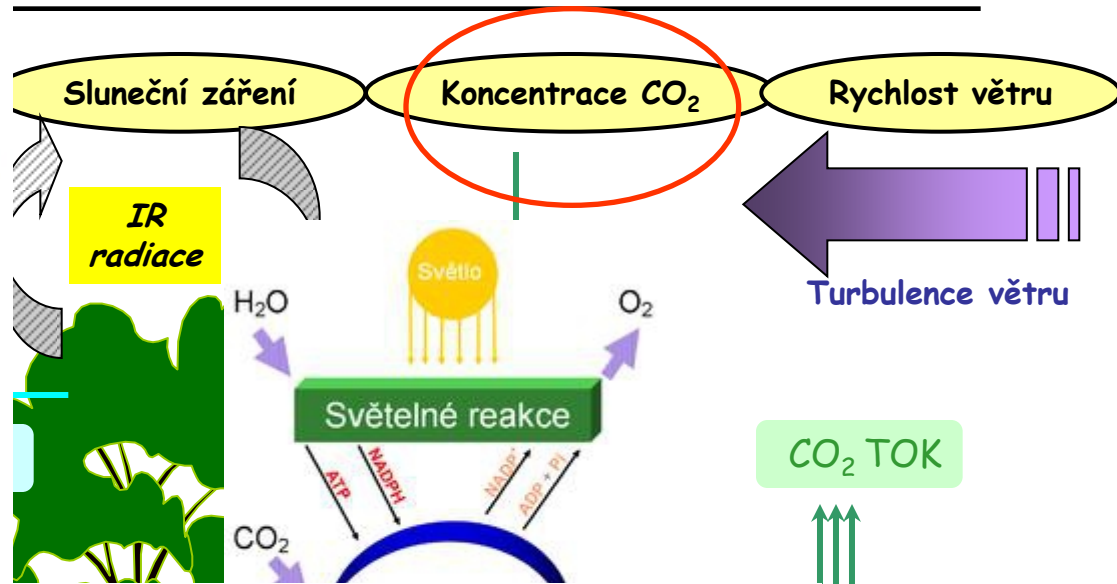
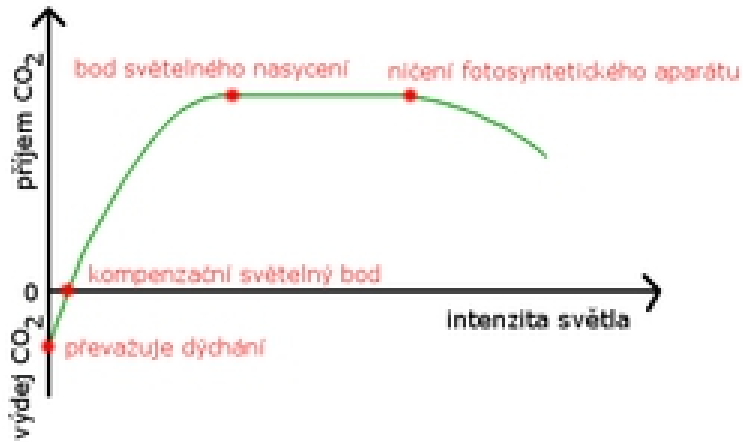
### 2030-2039



# Schematický efekt posunu klimatu na mortalitu lesů

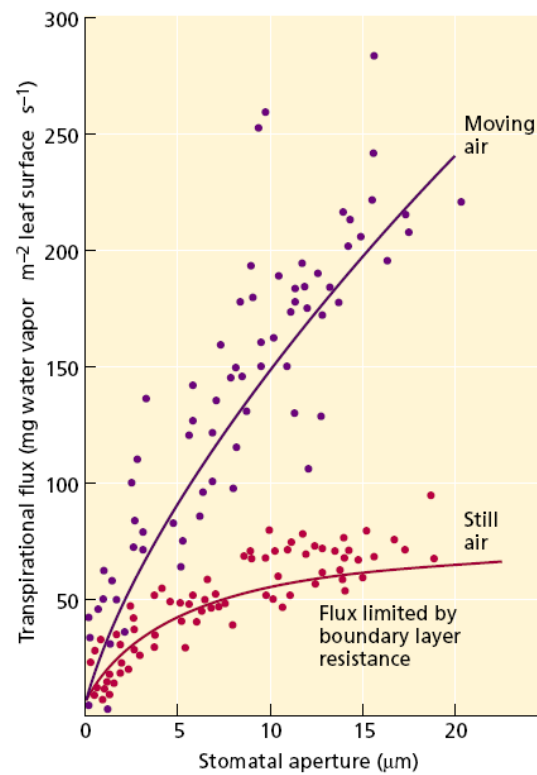
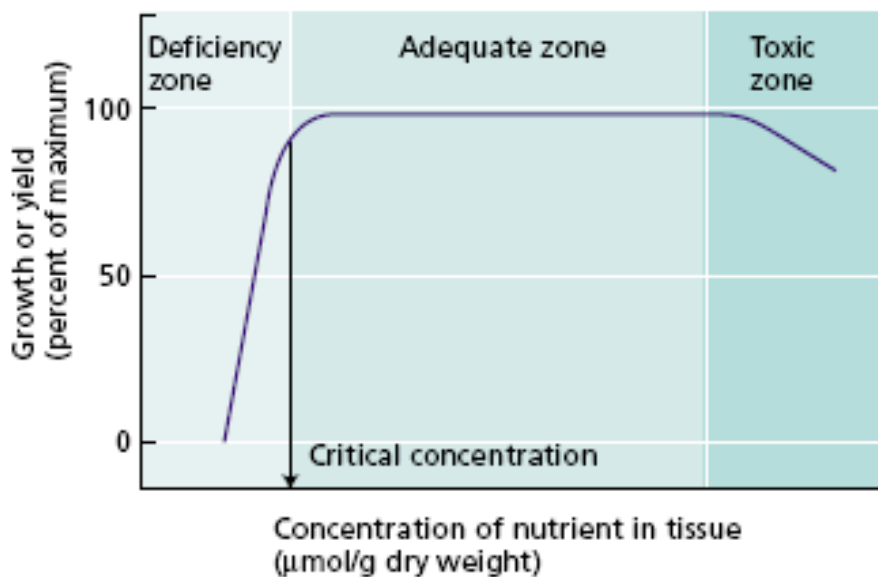
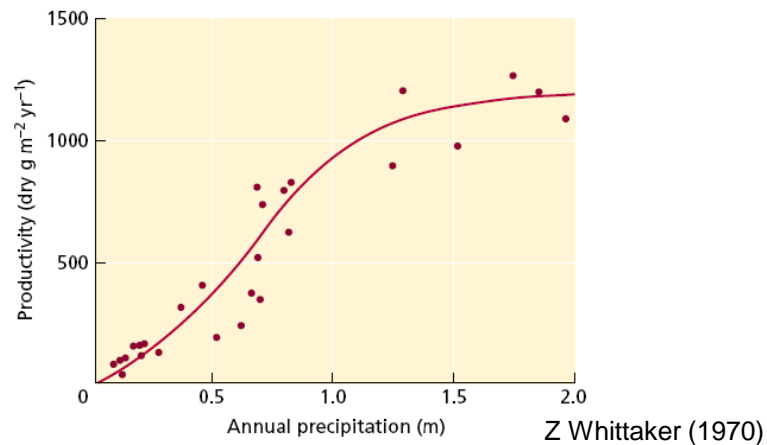
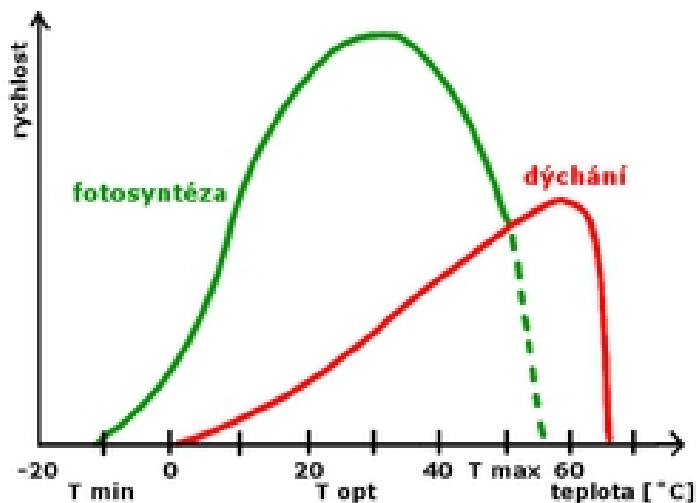


# Globalní ekosystémový model ORCHIDEE



lance

# Fotosyntéza/ produkce vs teplota a srážky



Závislost transpirace na stomatální vodivosti (dle Bange 1953).

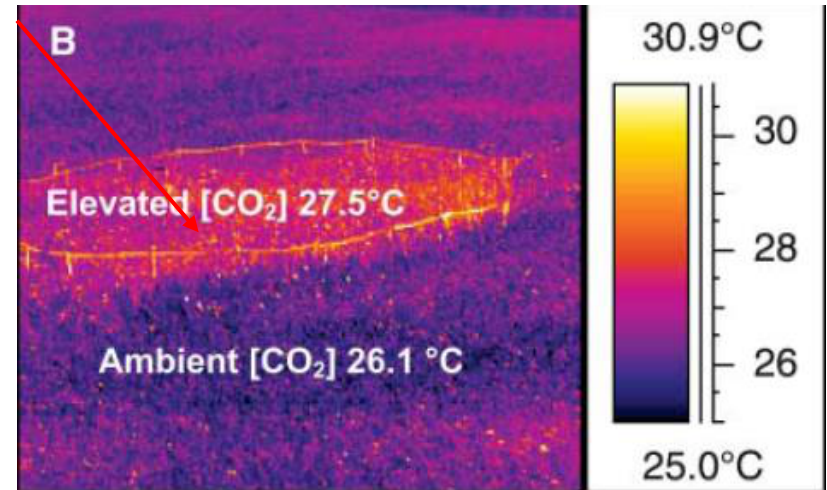
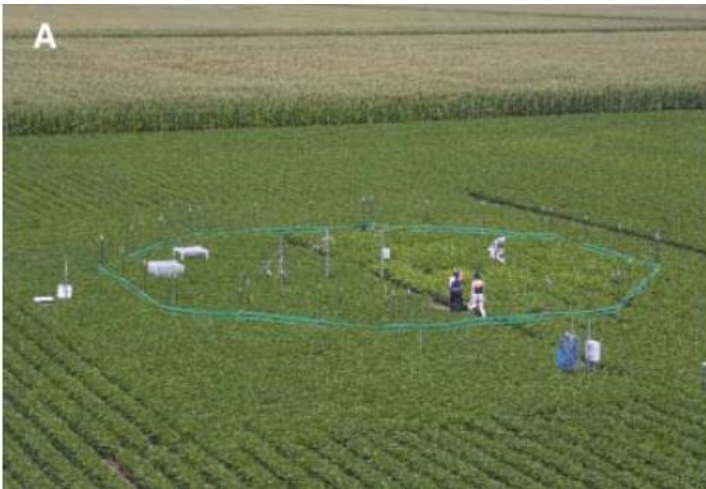
# Zvýšená CO<sub>2</sub> a teplota listu

Nižší stomatální vodivost,  
Nižší transpirace



Nižší tolerance k mrazu (jako  
důsledek pomalejší aklimace)

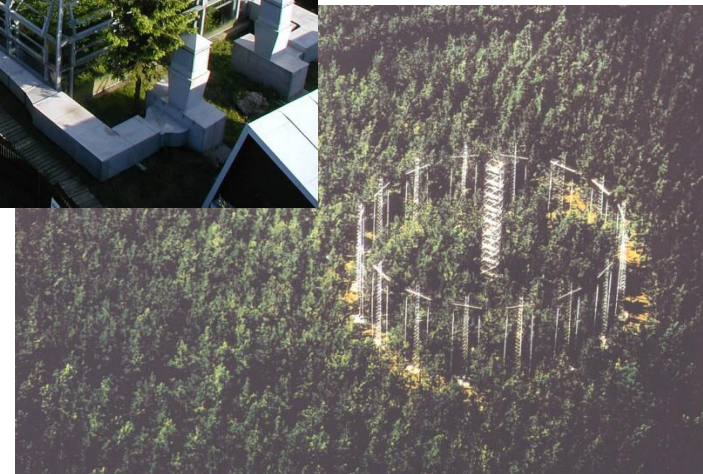
(Loveys et al. 2006)





# Způsoby výzkumu vlivu zvýšené [CO<sub>2</sub>] na rostliny

Časové měřítko



Prostorové měřítko

# Časová odezva úrovně ekosystému na změnu faktoru prostředí (CO<sub>2</sub>)

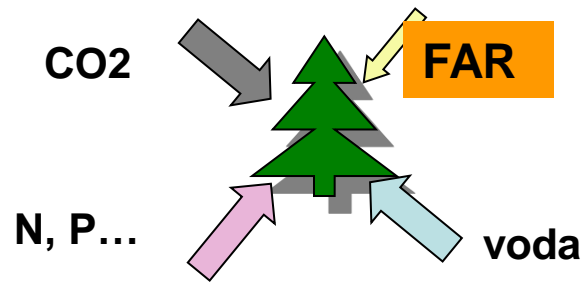
	Sekundy/ minuty	Hodiny/ dny	Týdny/ měsíce	Roky/ desetiletí	Století
<b>Buňka</b>	aktivace enzymů, fluorescence, karboxylace	kinetika enzymů, struktura organel	aklimace buněčných procesů		
<b>List/ výhon</b>		asimilace, transpirace, stomatální reakce	aklimace asimilace, fenologie		
<b>Strom</b>			růst, alokace C, přísun živin, kořen/výhon	vlastnosti koruny, větvení	
<b>Porost</b>		fotosyntetické, transpirační a radiační vlastnosti korunové vrstvy	přísun živin, WUE, produkce	struktura korun.vrstvy, kompetice, těžební index	
<b>Eko- systém</b>				výnos, obmýtí, WUE	přir. výběr, využití půdy, druh skladba

*primární*  
*sekundární*  
*terciární*

## Limitní faktor

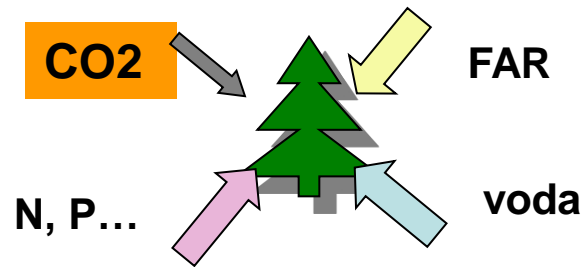
stanoviště

Odezva na zvýšení CO<sub>2</sub>



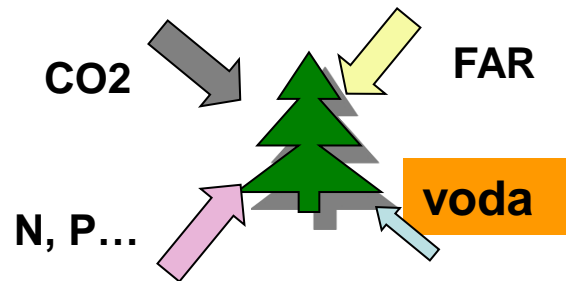
zastínění

zvýšení produkce,  
nárůst listoví



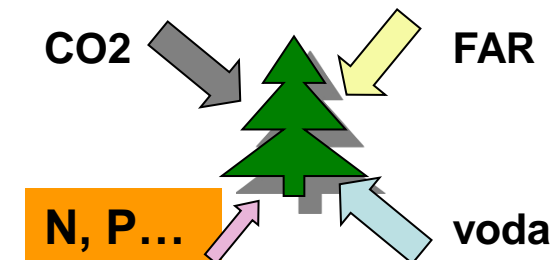
současná  
koncentrace

celkové zvýšení produkce,  
saturace již při nižší FAR



sucho

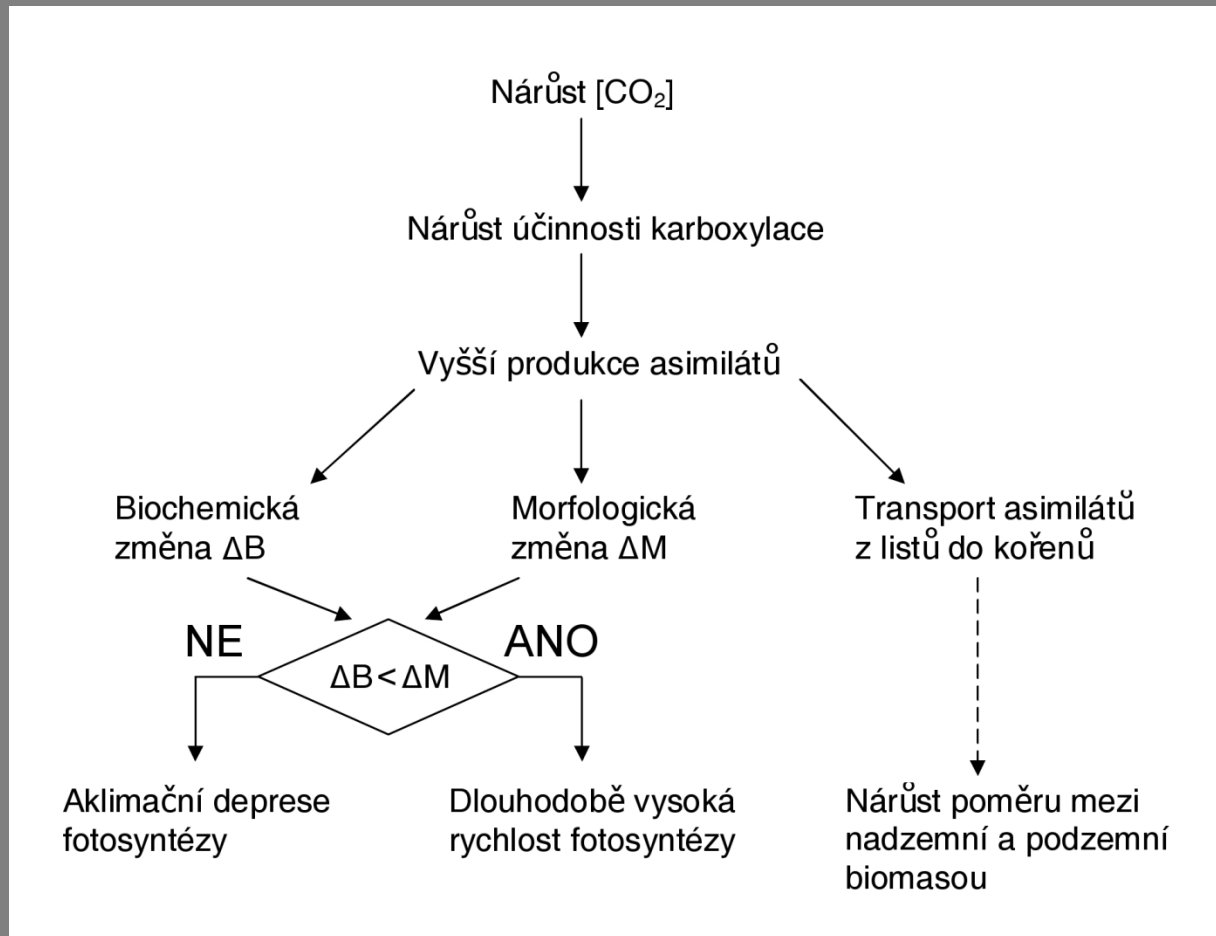
inhibice nadzemní biomasy,  
nárůst kořenů,  
nižší LAI



chudá půda

inhibice nadzemní biomasy,  
nárůst kořenů,  
nižší LAI

# Model vývoje aklimační deprese fotosyntézy v atmosféře se zvýšenou koncentrací CO<sub>2</sub>. (Upraveno dle Luo a kol. 1999. )



Na utváření aklimační deprese se podílí zvýšená koncentrace asimilátů v listech. Je-li morfologická změna vyvolaná těmito asimiláty větší než změna biochemická, pak dochází k dlouhodobému udržení vysokých rychlostí asimilační kapacity. V opačném případě dochází k jejímu poklesu.

# Výsledky působení zvýšené koncentrace CO<sub>2</sub>

- krátkodobá aplikace (dny až týdny)
  - stimulace fotosyntézy (20 až 300%)
- dlouhodobá aplikace (měsíce až roky)
  - snížení stimulačního efektu
  - kapacita asimilace nižší - tzv. aklimační deprese (do 55%)
- trvalé udržení vysokých rychlostí asimilace
  - tvorba nových aktivních spotřebičů (tj. tvorba nových pletiv, internodálních větví, sekundárního větvení, kořenů)
  - listnáče - každoroční nahrazení listové plochy
- vyšší dlouhodobý profit ze zvýšeného CO<sub>2</sub> pro listnáče

# Účinky vysoké koncentrace CO<sub>2</sub>

- zvýšení efektivity využití vody
  - uzavírání průduchové štěrbin - snížení transpirace
  - vyšší nárůst biomasy po období sucha
- vyšší nároky na minerální výživu (zejména N)
  - nedostatek prohlubuje aklimační depresi
  - nepřímé komplikace - odčerpání N heterotrofními mikroorganismy v půdě
- hromadění asimilátů - vyšší výskyt savého hmyzu

# Výsledky pěstování lesních dřevin ve zvýšené koncentraci CO<sub>2</sub>

## jehličnany

biomasa	+ 38 %	(0 % až 95 %)
rychlost fotosyntézy	+ 40 %	
asimilační plocha	+ 24 %	(- 14 % až + 81 %)
kořen/výhon	+ 10 %	(- 10 % až + 57 %)

## listnáče

biomasa	+ 63 %	(0 % až + 290 %)
rychlost fotosyntézy	+ 61 %	
asimilační plocha	+ 33 %	(- 67 % až + 132 %)
kořen/výhon	+ 9 %	(- 35 % až + 74 %)

# Borovice (*Pinus sylvestris*)

- Rašení o 6-9 dnů dříve /Teplota – dříve přírůst, delší doba růstu/
- Stimulace fotosyntézy, zvýšení LUE, pokles f. kapacity (N), pokles R
- EC – větší absolutní i relativní D přírůst
  - Přírůst celkové biomasy ca 55%, biomasy a objemu kmene (49% a 38%)
  - LA, LMA, Lsh, Nsh
  - Výrazný přírůst jemných kořenů
  - Struktura jehlic ovlivněna (+tl., -počet průduchů)
  - Struktura dřeva: + větší přírůst jarního d., méně pryskyřičných kanálů, hustota neovlivněna, menší pevnost
  - Struktura koruny neovlivněna (Nb, LAD)



# Buk (*Fagus sylvatica*)

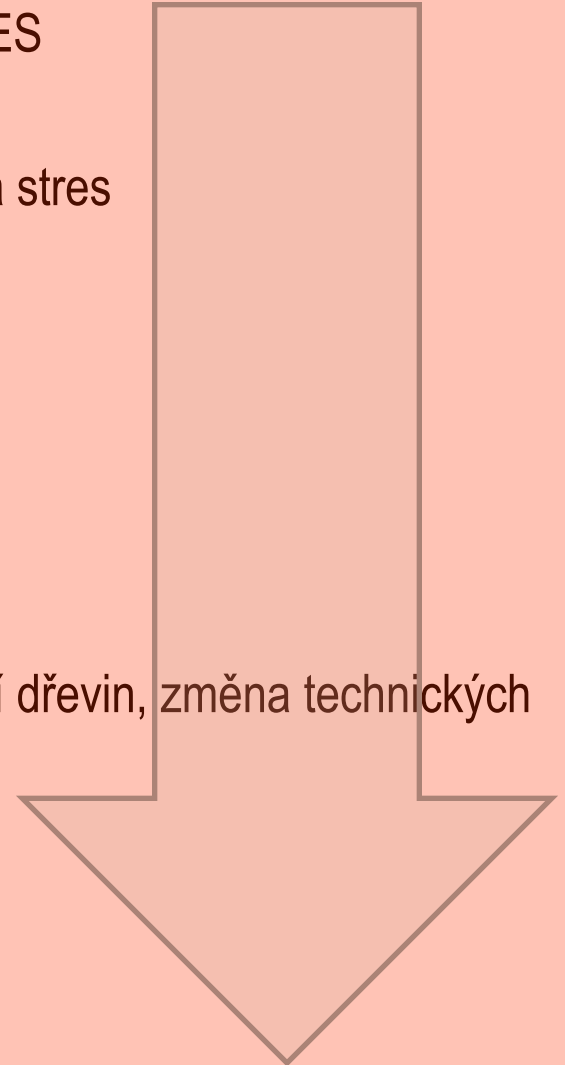
- Rašení, doba olistění, opad - neovlivněny (dříve – žloutnutí)
- Stimulace fotosyntézy, pokles respirace, (pokles) stomatální vodivosti
- Tvorba jánských výhonů
- Výškový i tloušťkový přírůst stimulován (sinergický efekt s teplotou)
- Menší přírůst hrubých kořenů
- Nižší nárůst biomasy, nižší LAI na kyselých půdách (+N), větší na bazických

# Stimulace růstu je v rukou lesníka

- Druhová skladba (výběr dřeviny)
- Prostorová struktura (modifikace růstového prostoru, konkurence..)
- Věková (podpora vybrané růstové fáze)
- Funkční (podpora stability)

# Co lze očekávat?

- Změna faktoru (růstových podmínek) prostředí = STRES
- Reakce na stres – vyhnoutí se stresu nebo adaptace na stres
  - Časové měřítko (fyziologie, morfologie, chemické složení..)
  - Prostorové měřítko (buňka – ekosystém)
- Genetika, šlechtění, introdukce
- Změna druhového složení, změna růstových vlastností dřevin, změna technických aj. vlastností dřevin
- Změna kvantity - kvality produkce





***Děkuji za pozornost 😊***