

Přednáška 3/10

Klimatická změna a její dopady



současnost



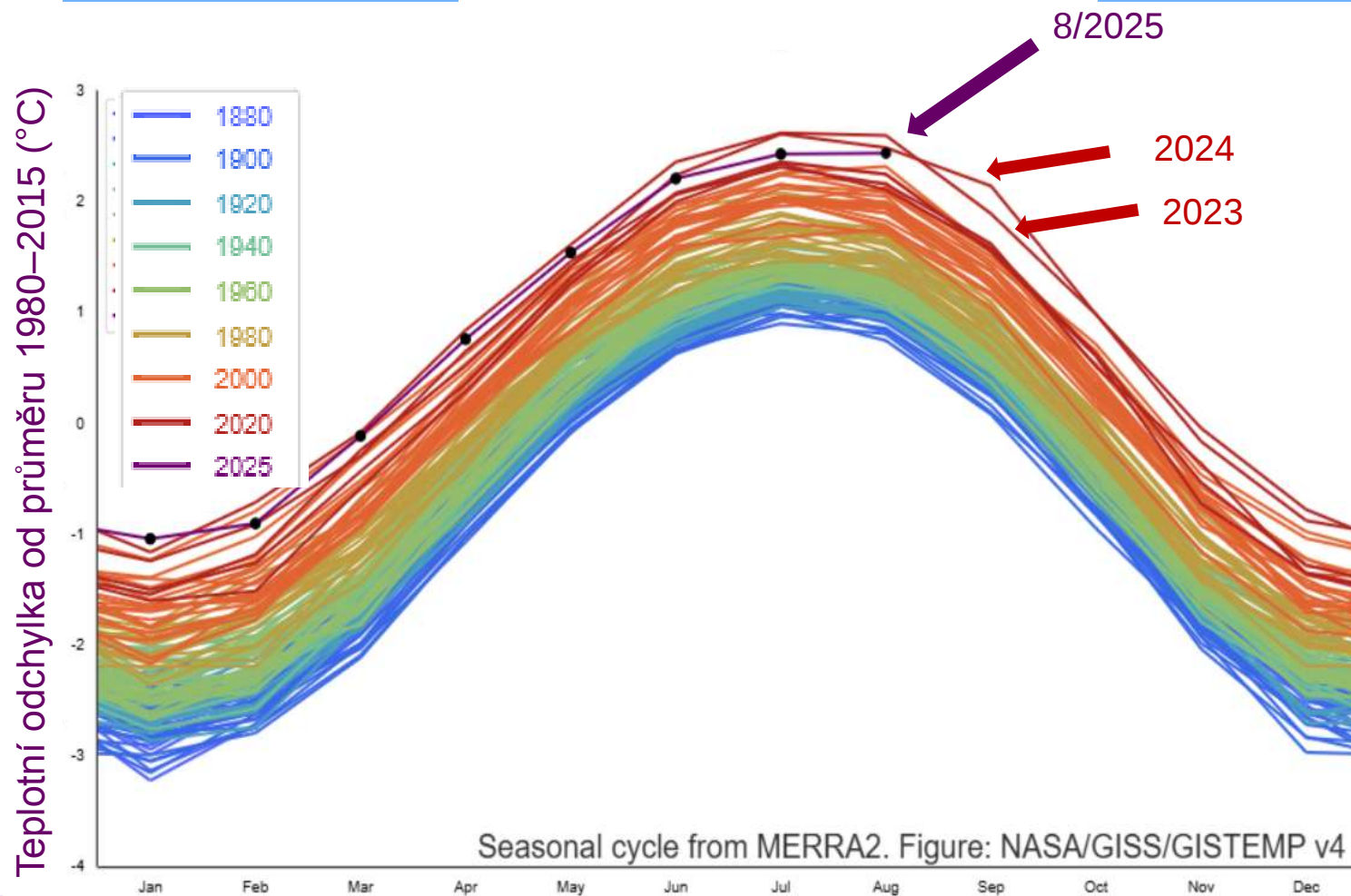
budoucnost...??

Globální ekologické problémy

- Znečištění
- Snižování biodiverzity
- Ztenčování ozónové vrstvy
- Změna klimatu

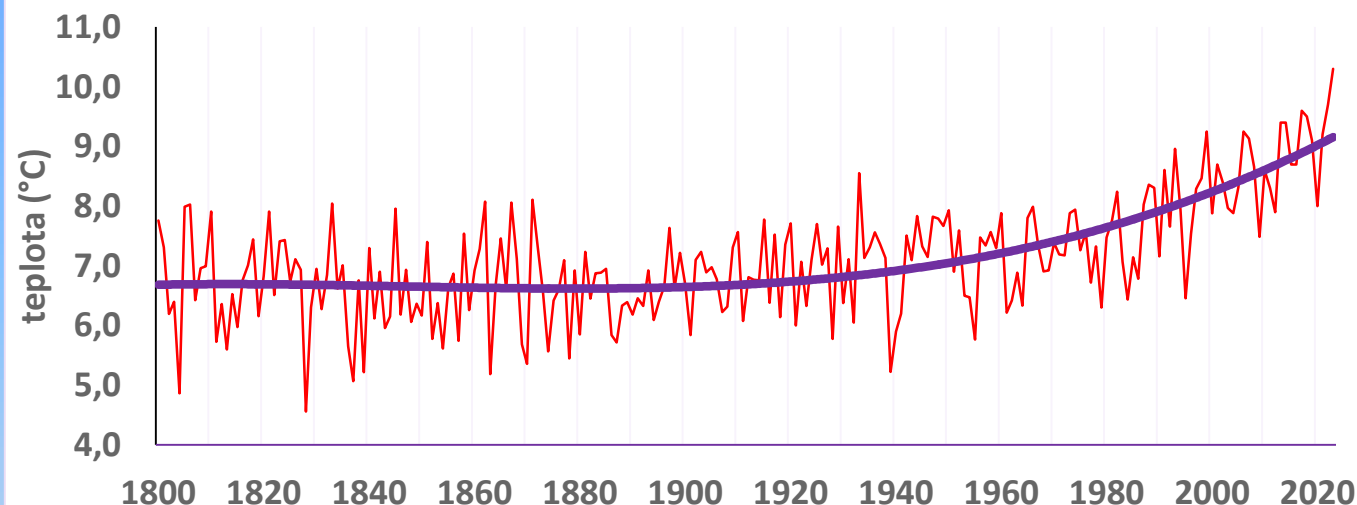
Co se to děje?
Otepluje se!

Globální teplota Země od 1880



Klimatická realita v ČR

Průměrná roční teplota v ČR (1800–2024)



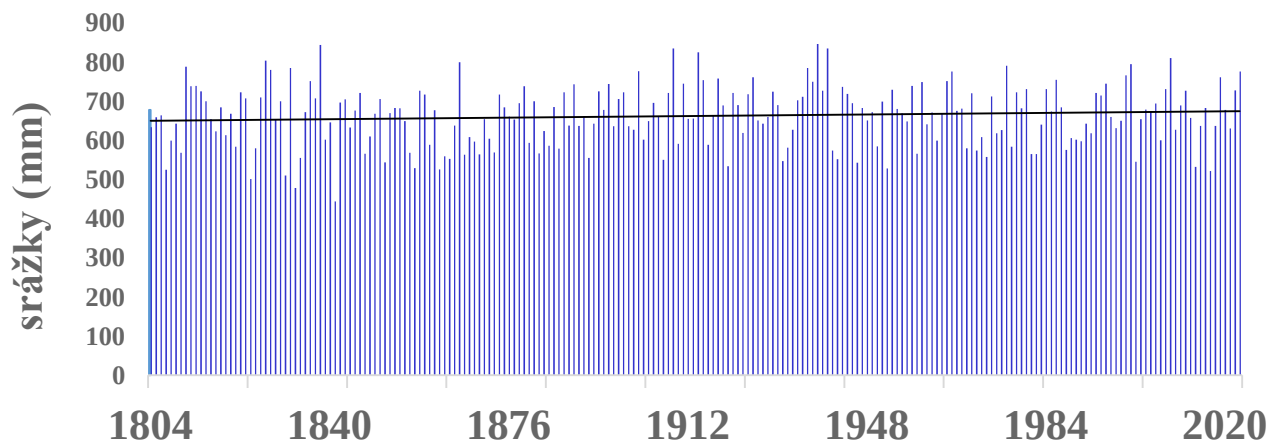
1800–1960 = 6,6 °C

2000–2024 = 9,0 °C

2023 = 9,7 °C

2024 = 10,3 °C

Průměrné roční srážky v ČR (1804–2024)



+2 °C =
úbytek cca 100 mm !!
srážek za rok
kvůli výparu

Proč se otepluje a mění
klima?

Je to epizoda, výkyv...?

Jak to vlastně je?

Vždyť klima se přeci měnilo vždy!

uhlí (= subtropická vegetace)



ledovcové kary Krkonoše



Příčiny změn klimatu

Evolve – **Revoluce**

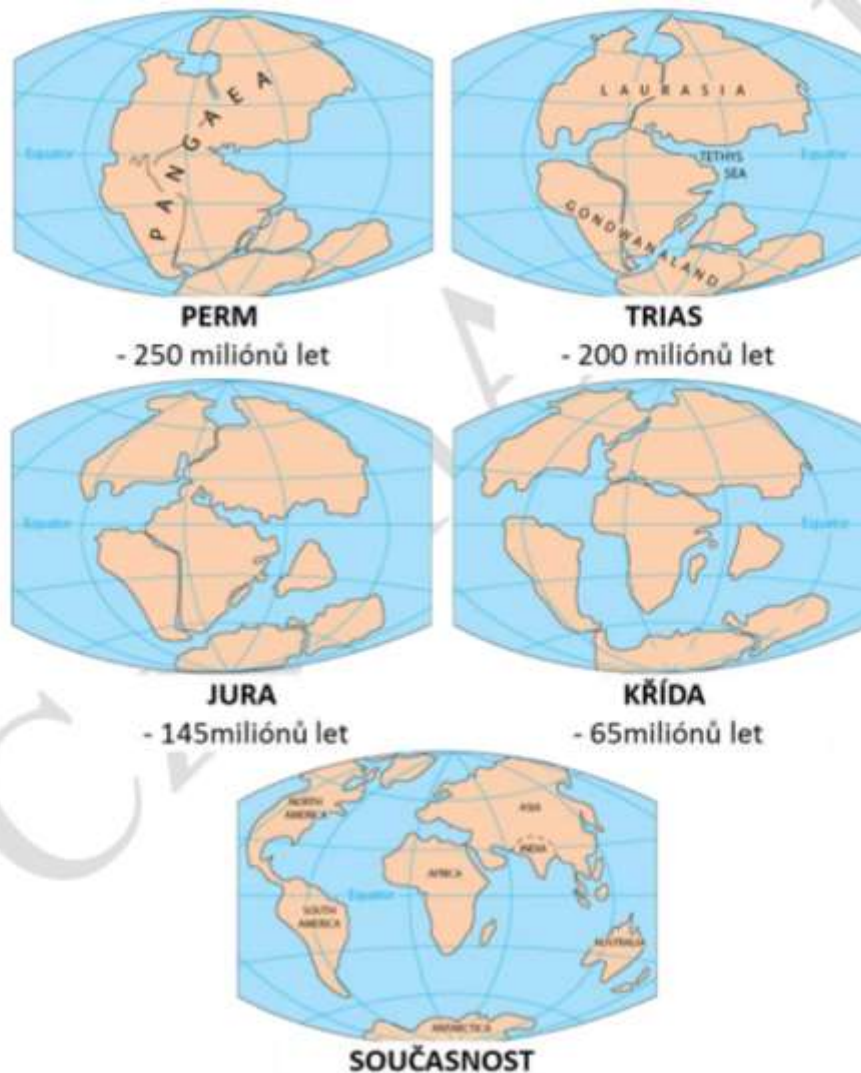
Evolve (desetitisíce až miliony let)

- tektonika (pohyb, deformace) zemských desek

Tektonické desky

Perm
končí prvohory

Trias, Jura, Křída
druhohory



dnes
čtvrtohory
Holocén
-12 000 let

Obr. 3.1: Přibližná poloha kontinentů od mladších prvohor do současnosti (zdroj: <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/historical.html>)

Příčiny změn klimatu

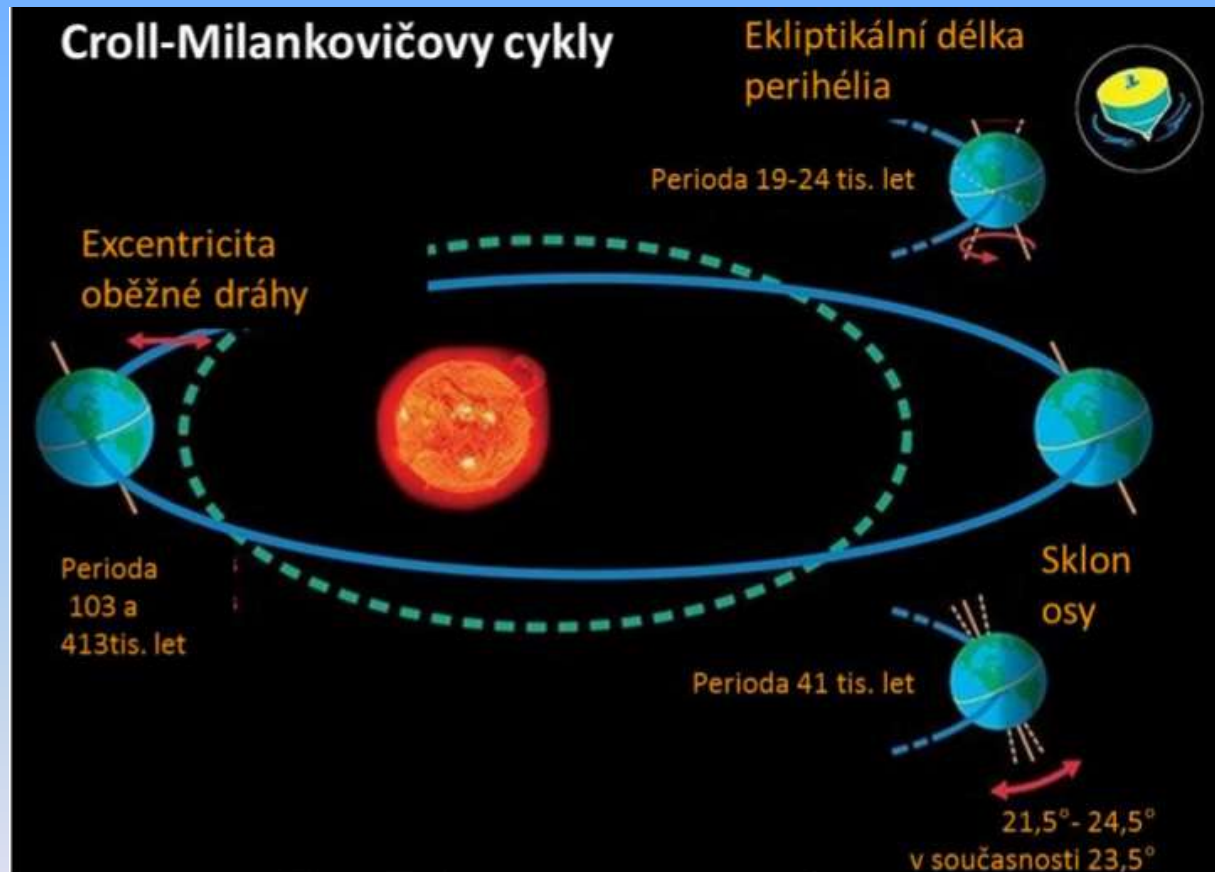
Evolve – Revolve

Evolve (desetitisíce až miliony let)

- tektonika (pohyb, deformace) zemských desek
- orbita (oběžná dráha) Země kolem Slunce
- osa Země

Oběžná dráha – zemská osa Croll

– Milankovičovy cykly



Obr. 3.5: Základní komponenty Croll-Milankovičových cyklů a jejich perioda. Tj. změna ekliptikální délky perihélia (tzv. *precese*), excentricity oběžné dráhy (z prakticky kruhové na mírně eliptickou) a změna náklonu zemské osy. Zdroj: Lee, J. (2012). Milankovitch cycles. <http://www.eoearth.org/view/article/154612>

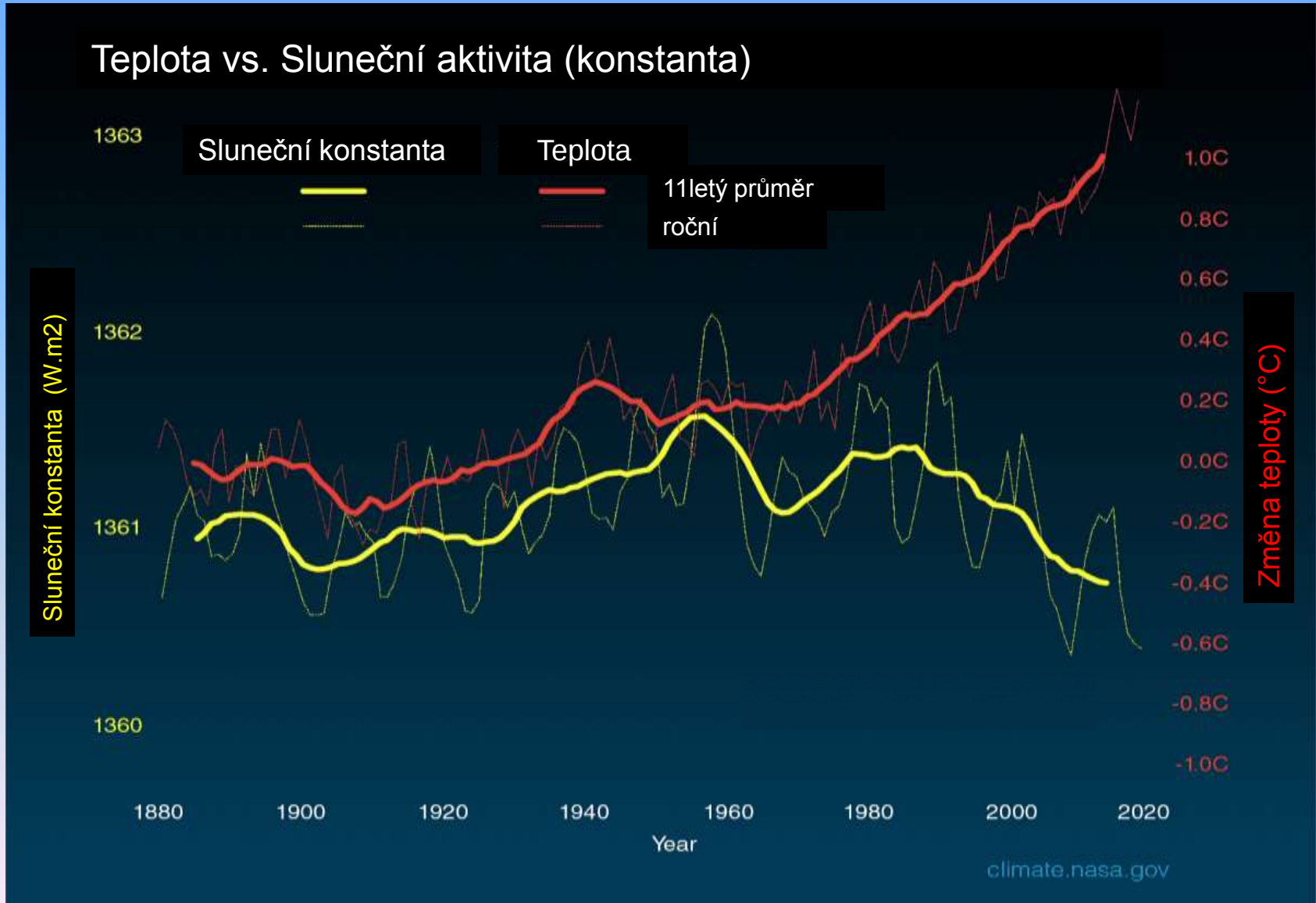
Příčiny změn klimatu

Evolve – Revolve

Evolve (desetitisíce až miliony let)

- tektonika (pohyb, deformace) zemských desek
- orbita (oběžná dráha) Země kolem Slunce
- osa Země
- sluneční aktivita

Teplota a sluneční aktivita od 1880



Příčiny změn klimatu

Evolve – Revolve

Evolve (desetitisíce až miliony let)

- tektonika (pohyb, deformace) zemských desek
- orbita (oběžná dráha) Země kolem Slunce
- osa Země
- sluneční aktivita

Revolve (roky až desítky let)

- asteroid (65 mil. let)
- sopka (1883 – Krakatoa)

Příčiny změn klimatu

Evolve – **Revoluce**

Současná změna klimatu se blíží **Revoluci**

HYPOTÉZA:

*Porušení
radiační bilance
Země způsobené zesílením
skleníkového jevu
vede ke
změně klimatu.*

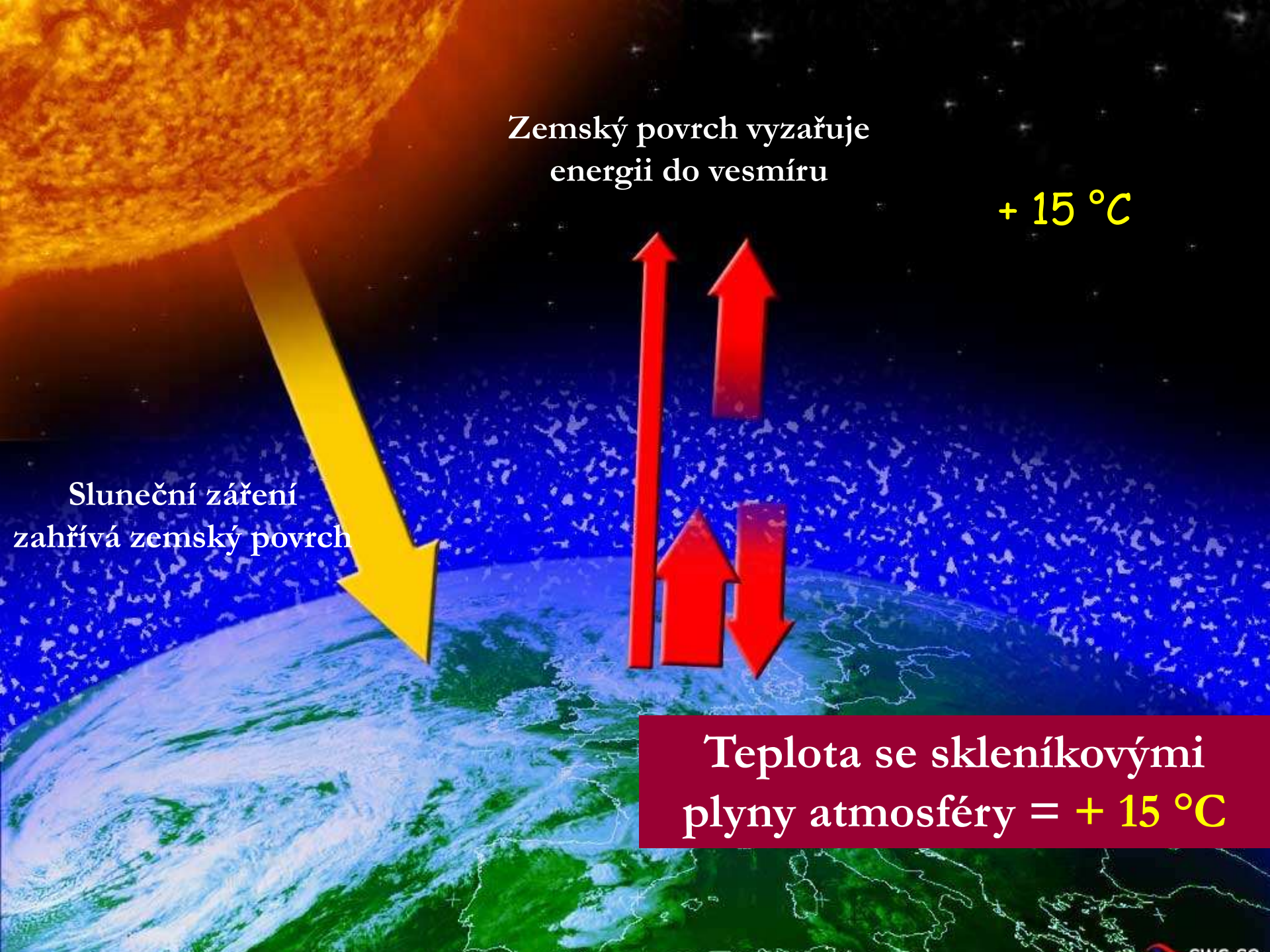
A diagram illustrating the Earth's energy balance. In the top left corner, a large, glowing orange and yellow sun is partially visible. A thick yellow arrow points from the sun towards the Earth's surface. On the right side, a thick red arrow points upwards from the Earth's surface towards space. The Earth is shown as a blue and green sphere with white clouds, occupying the bottom half of the image. The background is a dark blue space filled with small white stars.

Zemský povrch vyzařuje
energii do vesmíru

- 18 °C

Sluneční záření zahřívá
zemský povrch

Teplota bez skleníkových
plynů -18°C !!!

A diagram illustrating the greenhouse effect. In the top left, a portion of the Sun is visible, emitting a large yellow arrow representing solar radiation that points towards the Earth. The Earth is shown from space, with blue oceans and green landmasses. Two red arrows originate from the Earth's surface: one points upwards away from the planet, and the other points downwards back towards the surface. Text labels in Czech explain these processes and the resulting temperature.

Zemský povrch vyzařuje
energii do vesmíru

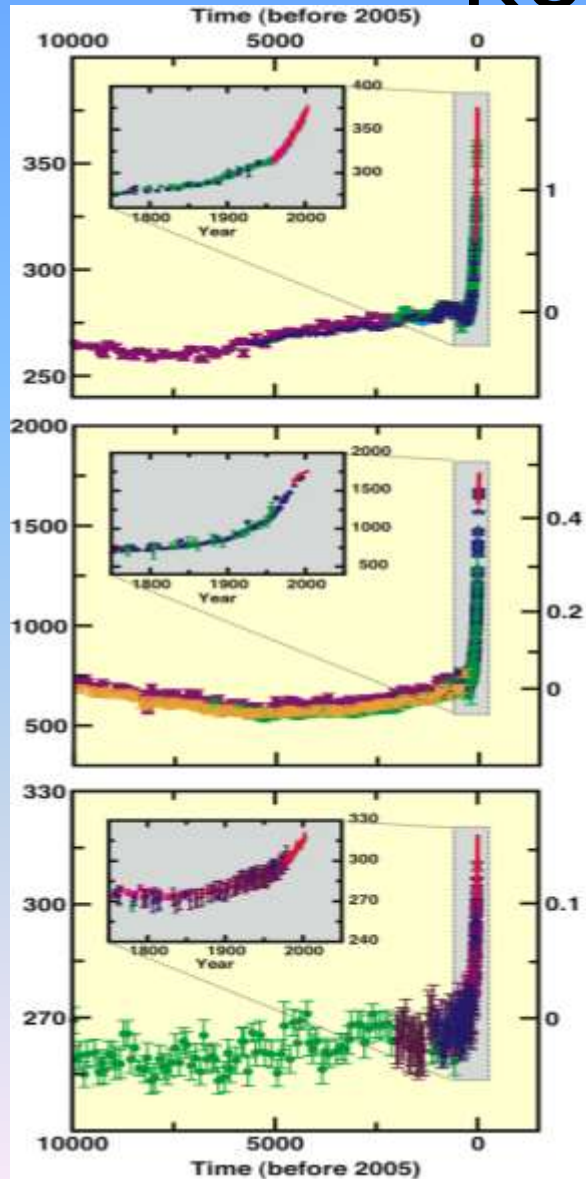
+ 15 °C

Sluneční záření
zahřívá zemský povrch

Teplota se skleníkovými
plyny atmosféry = + 15 °C

Skleníkové plyny a jejich koncentrace

CO₂



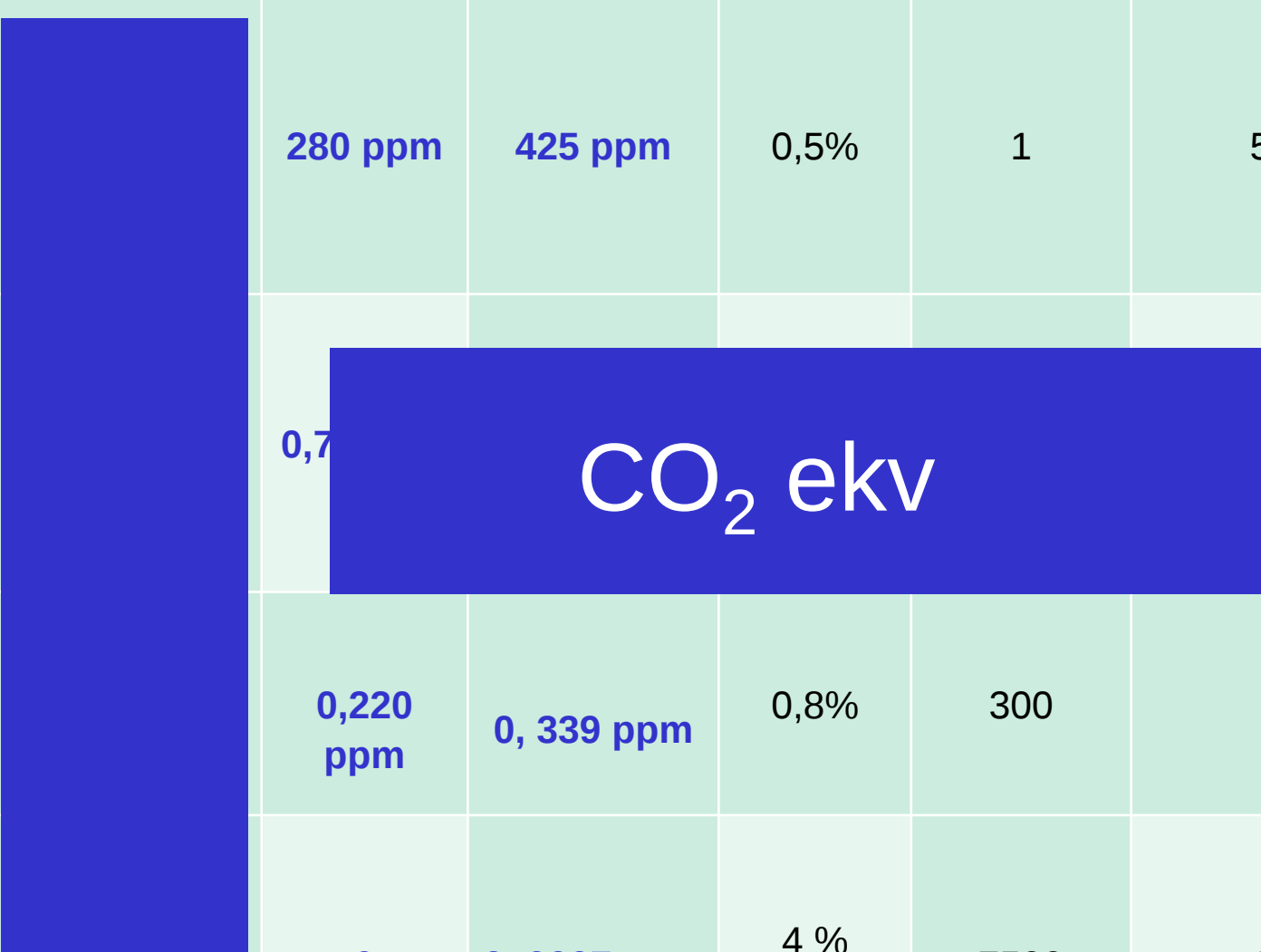
CH₄

N₂O

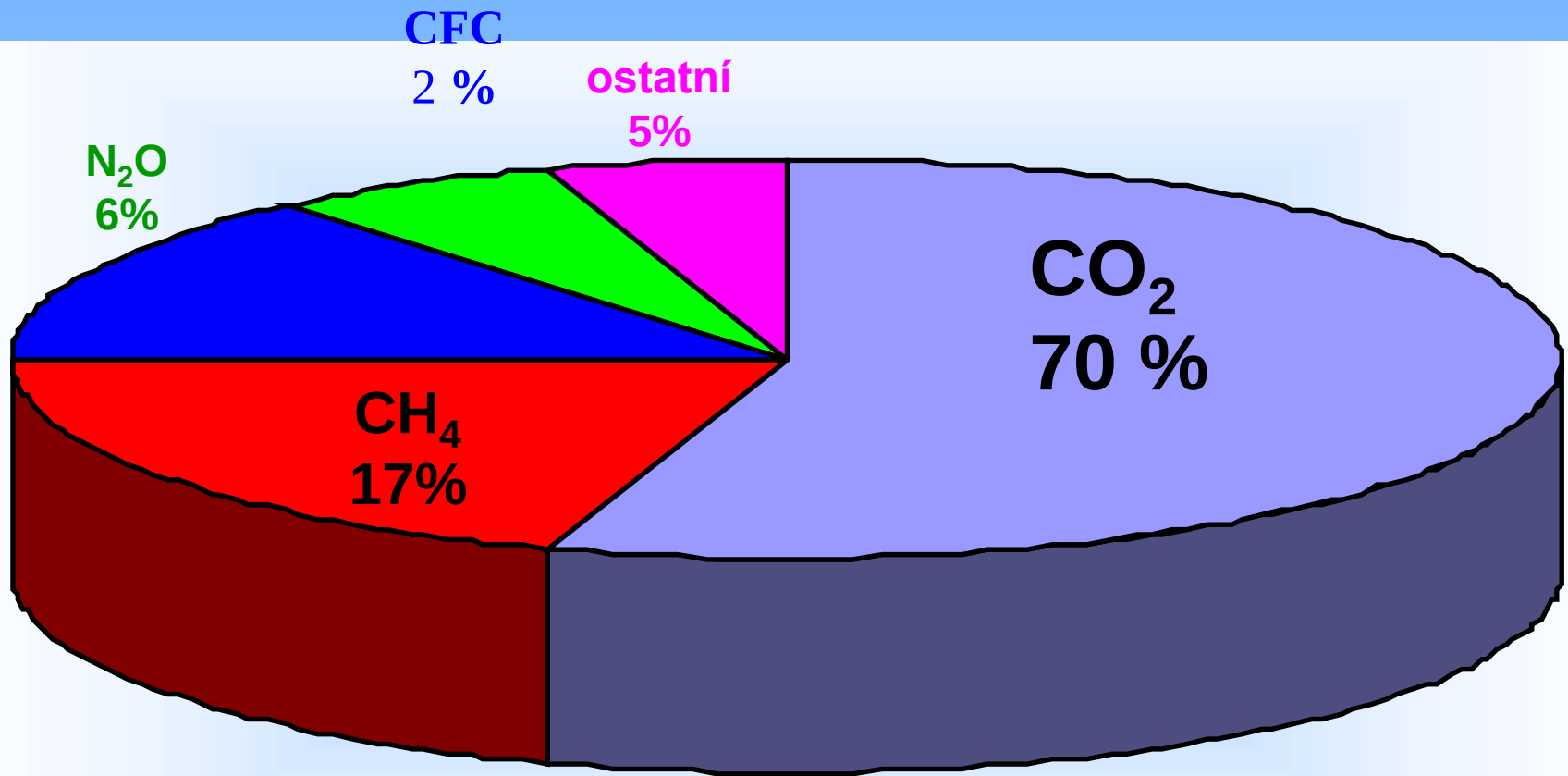
Nárůst koncentrace (od
cca 1750)

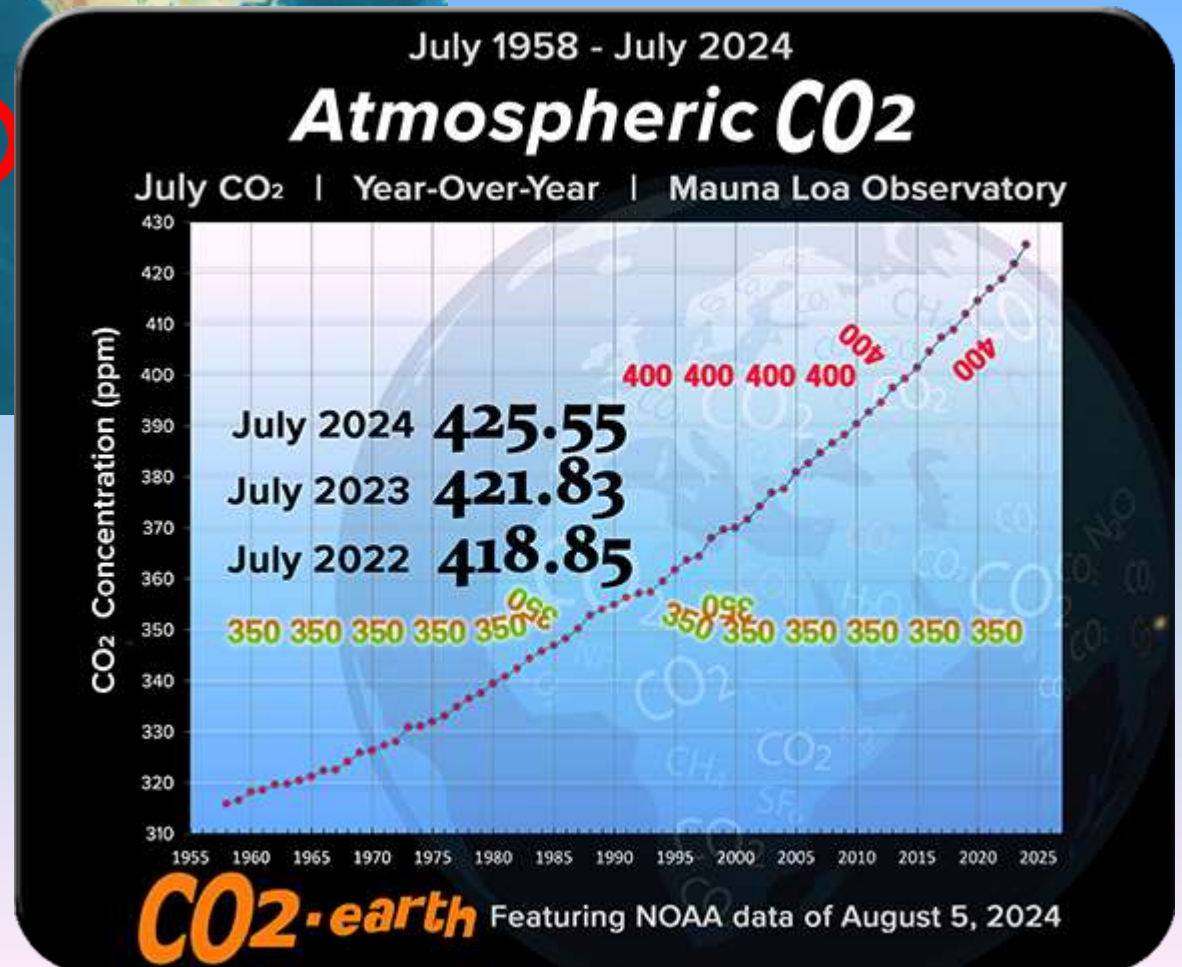
CO₂
CH₄
N₂O

50 %
140 %
20 %

plyn	Antropogenní zdroj	Koncentrace v atmosféře		nárůst za rok	relativní účinnost	doba působení v letech
		rok 1780	současnost			
CO ₂		280 ppm	425 ppm	0,5%	1	50-200
CH ₄		0,7				28
N ₂ O		0,220 ppm	0, 339 ppm	0,8%	300	120
CFC (freony)		0	0, 0007 ppm	4 %	7500	12-100

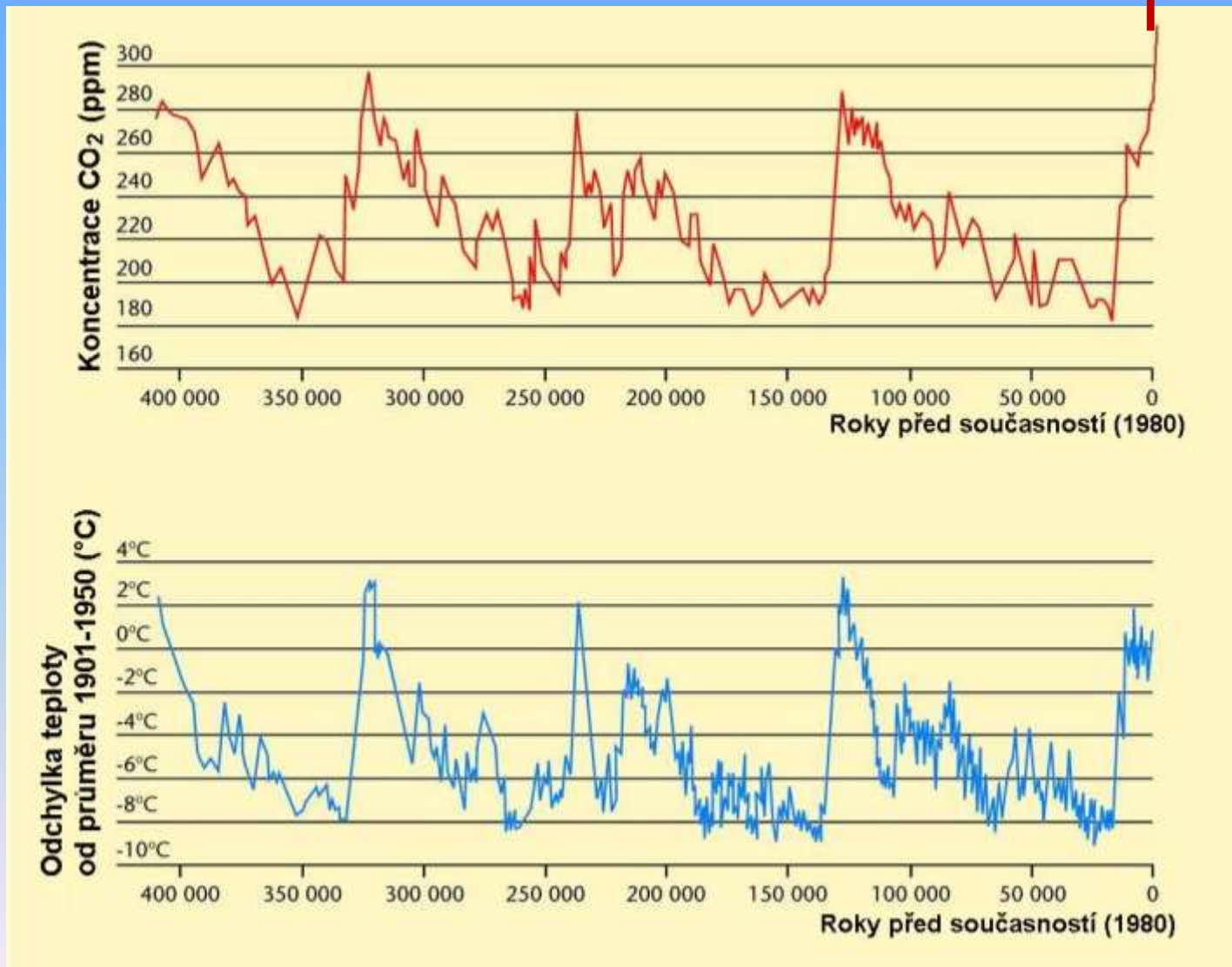
Podíl radiačně aktivních plynů na zesílení skleníkového efektu



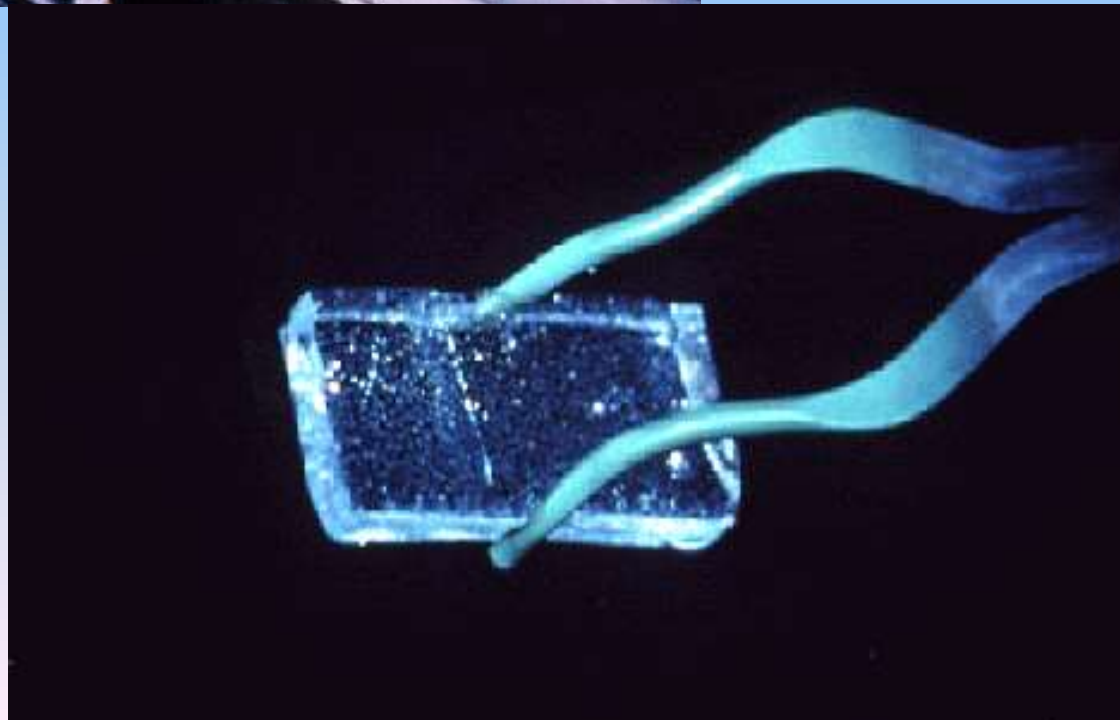


Vztah koncentrace CO_2 a teploty (analýza ledovcových tyčí stanice VOSTOK)

425
ppm

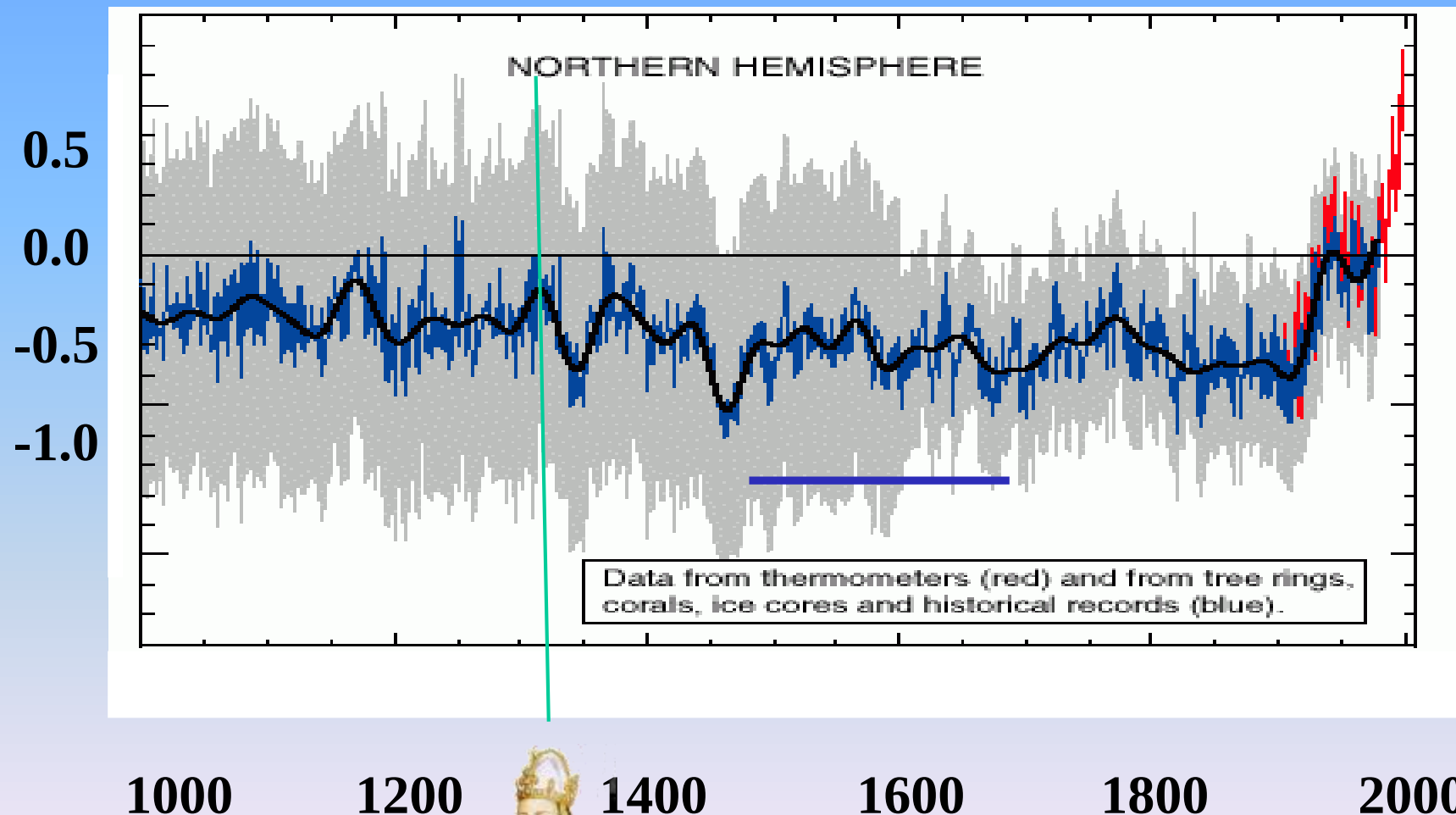


„Ledová jádra = klimaarchív naší atmosféry“



Teplota severní polokoule za posledních 1000 let (IPCC, 2014)

Odchylka od 1961-90



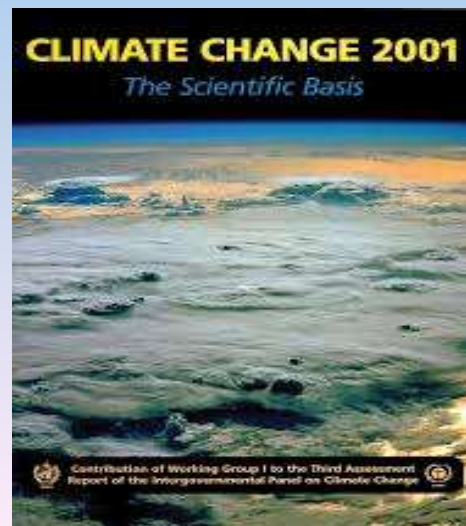
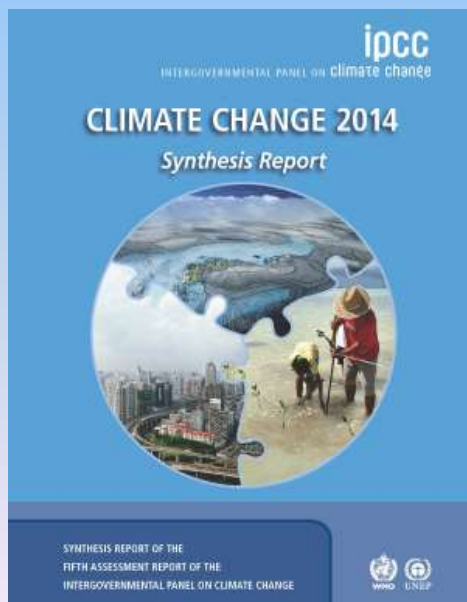
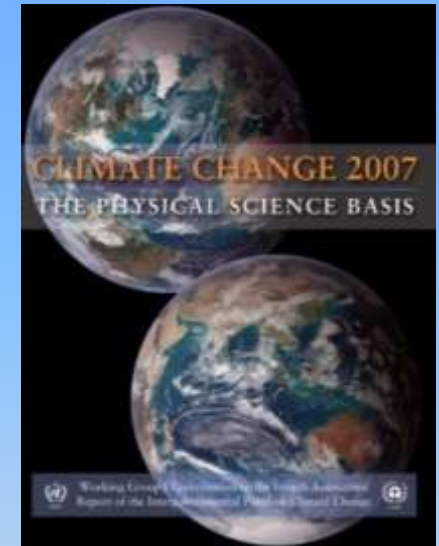
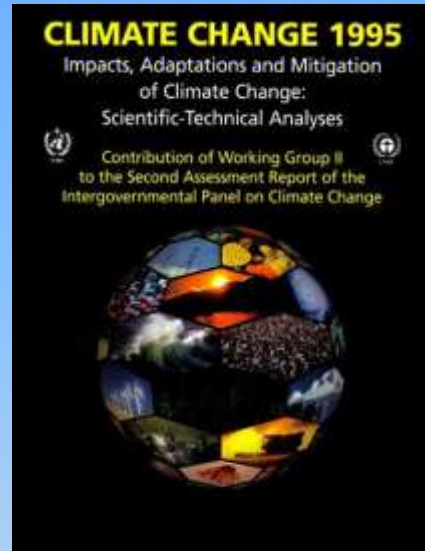
IPCC

Intergovernmental Panel on Climate Change, 1988

- **aspekty** klimatického systému a změny klimatu (*cíl: studium příčin, mechanismů, vazeb*)
- **zranitelnost** socio - ekonomických a přírodních systémů (*cíl: dopady*)
- **limity** skleníkových plynů (*cíl: doporučení omezení*)

IPCC zprávy

1990 pak 1995 2001 2007 2014 2021



Minulost

Zpráva IPCC 2020 (Fakta o minulosti)

• Teplota

- se zvýšila o 1,0 °C**
- nárůst extrémních roků, dnů**

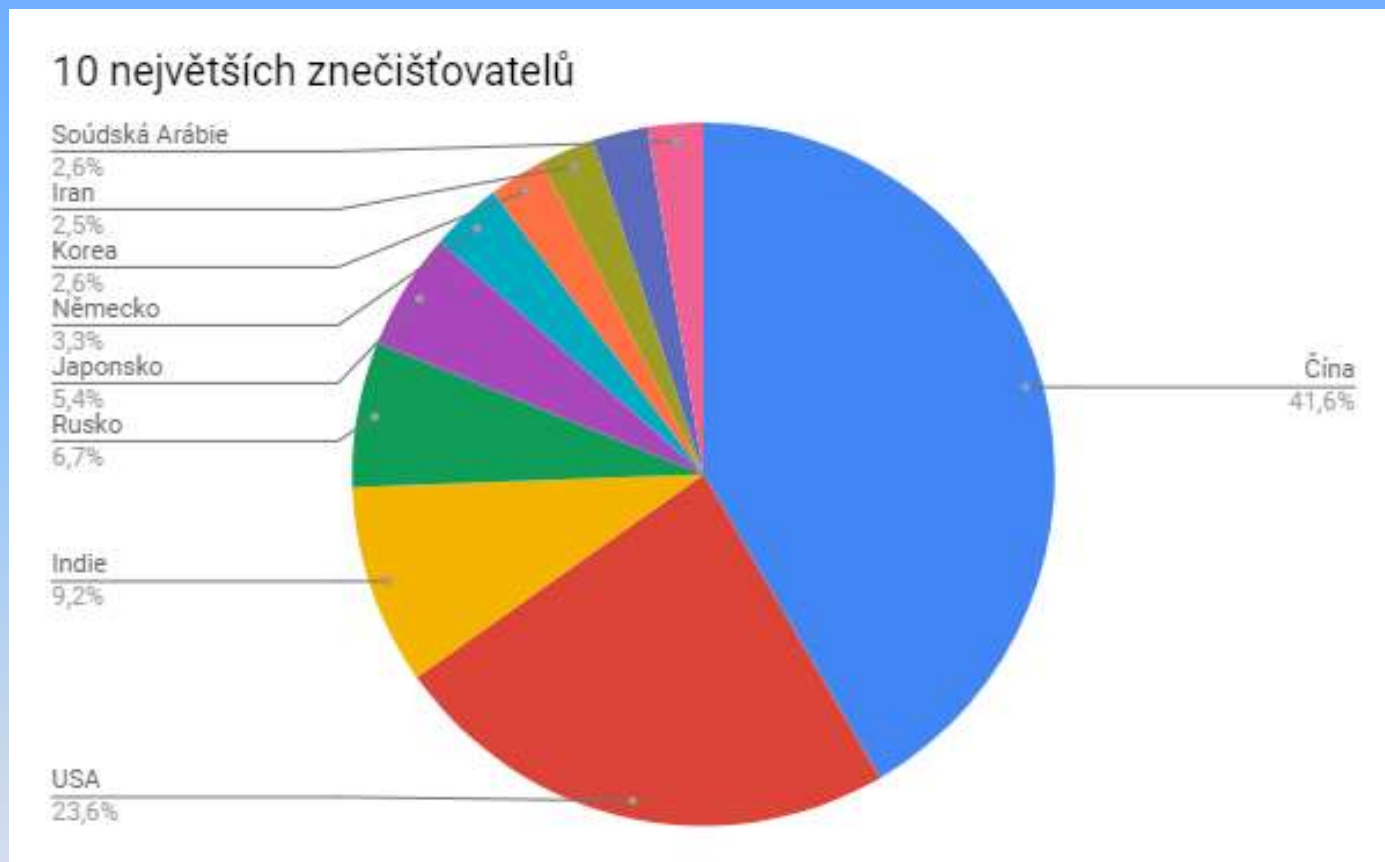
• Srážky ve 20 st.

- množství na severní polokouli se zvýšilo o 0,5 – 1%**
- až o 5% se zvedl počet přívalových srážkových případů na sev. polokouli**
- o 10 % klesla plocha pokrytá ledem a sněhem (výchozí stav: 1960)**
- horské ledovce - úbytek na obou polokoulích o ca 20-30% (od 80.let)**

Hladina oceánů ve 20.st.

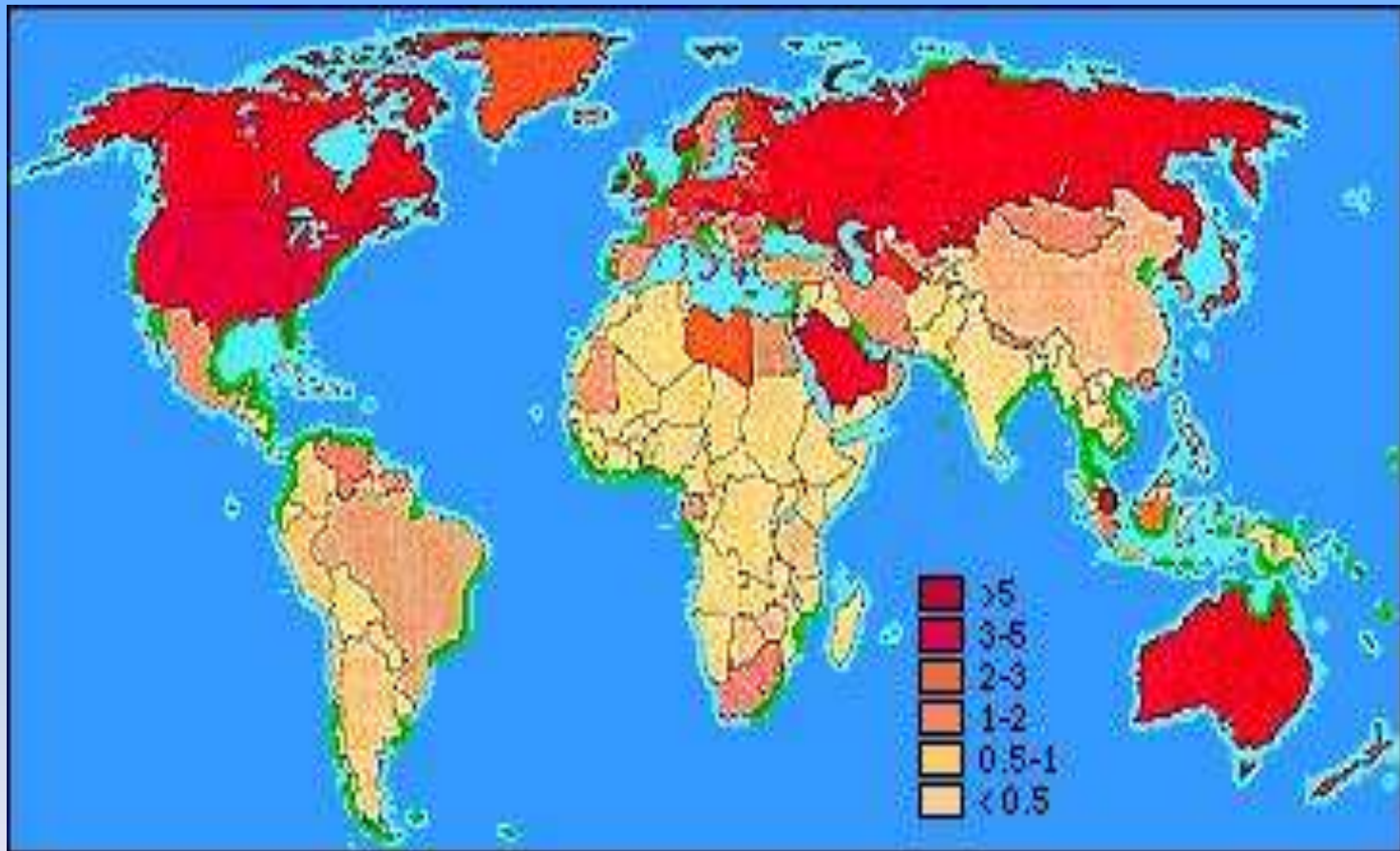
- průměrná výška stoupala od 1901 o 0,20 m**
- byly zaznamenány první migrace obyvatel v souvislosti se zvýšením hladin oceánů**

IPCC řekl KDO!



10 států = 66 % emisí CO₂

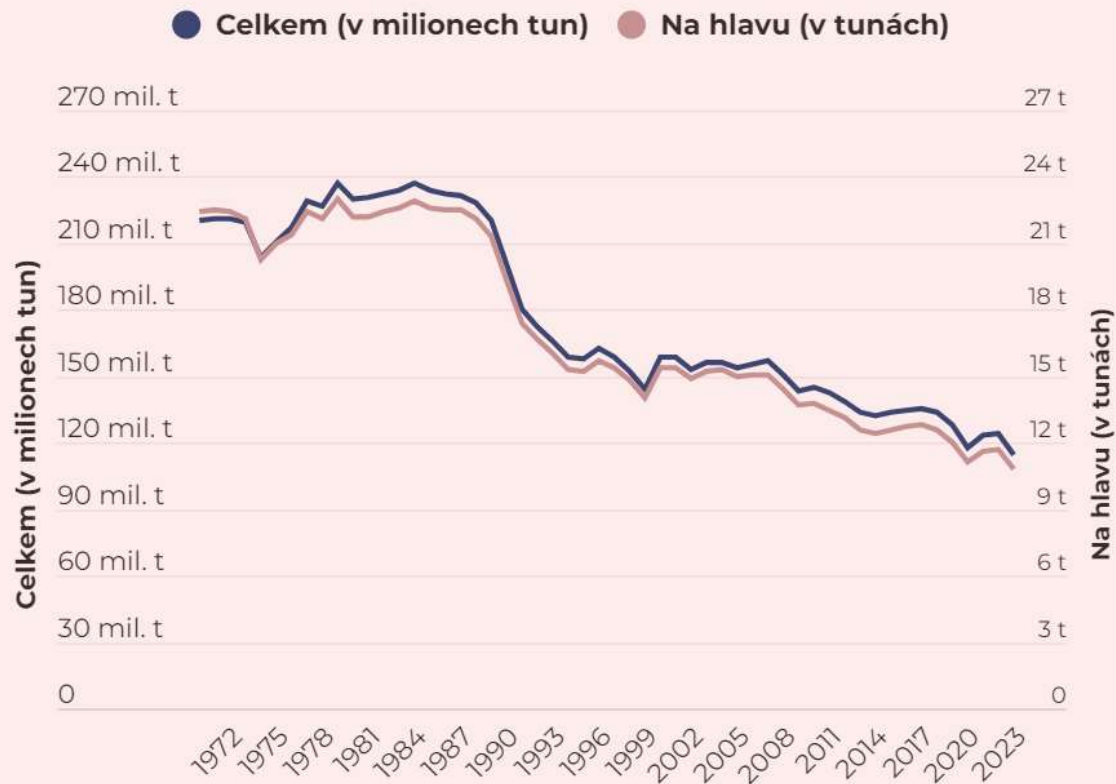
Nejvýznamnější producenti CO₂ na obyvatele



Emise v ČR klesají

Skleníkové plyny v ČR

Emise za celou zemi a v přepočtu na jednoho obyvatele



Zdroj: Evropská komise, databáze EDGAR

SZ BYZNYS

Ale pořád...

**ČR: 0, 13 % světové populace
0, 53 % světových emisí**

na obyvatele 4x více než světový průměr

v EU 4. a ve světě 35. největší emitent/osobu/rok

Zdroj: Evropská agentura pro životní prostředí (EEA), populace OSN

Nás všechny zajímají
dopady!

Budoucnost (sci-fi)

Teplota 26,6 °C
ledovce nejsou = 65 m nárůst

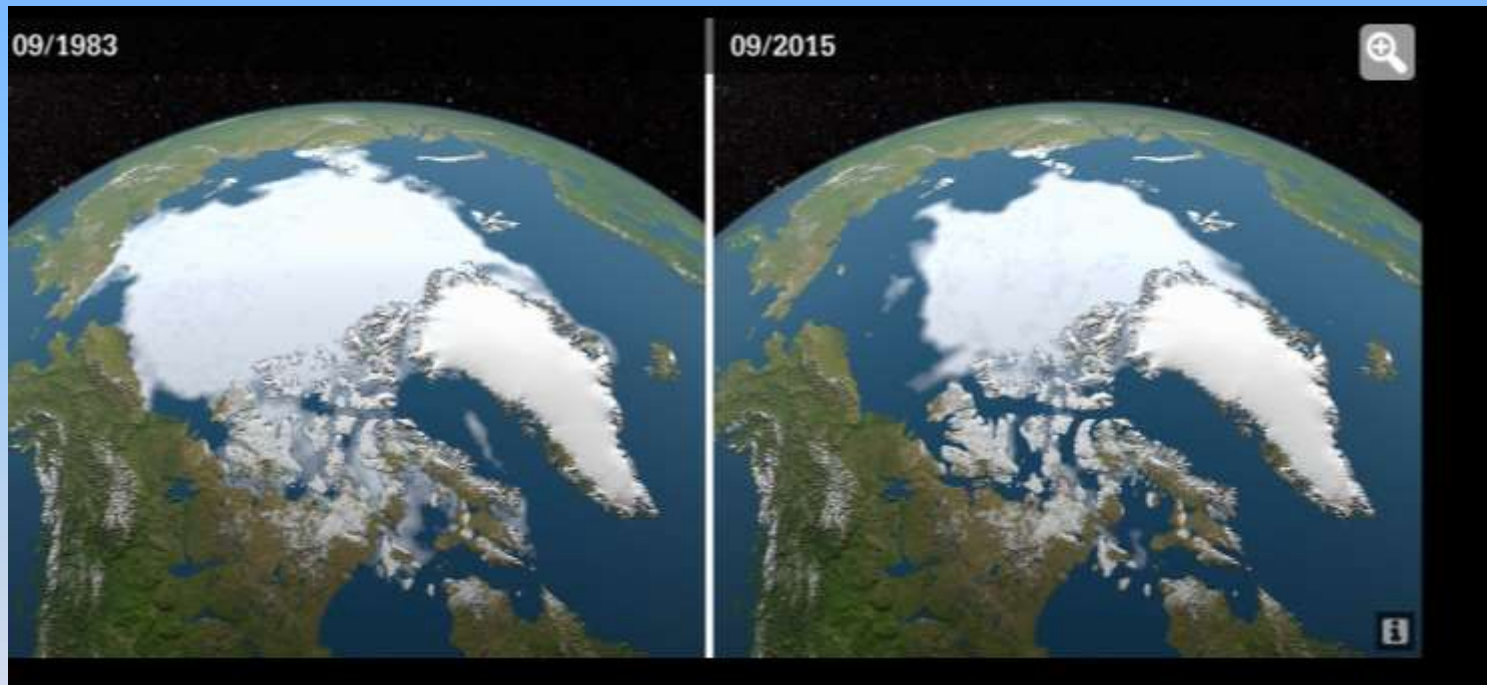


Realita

Ledovec Grónsko - Arktida

1983

2015



1856



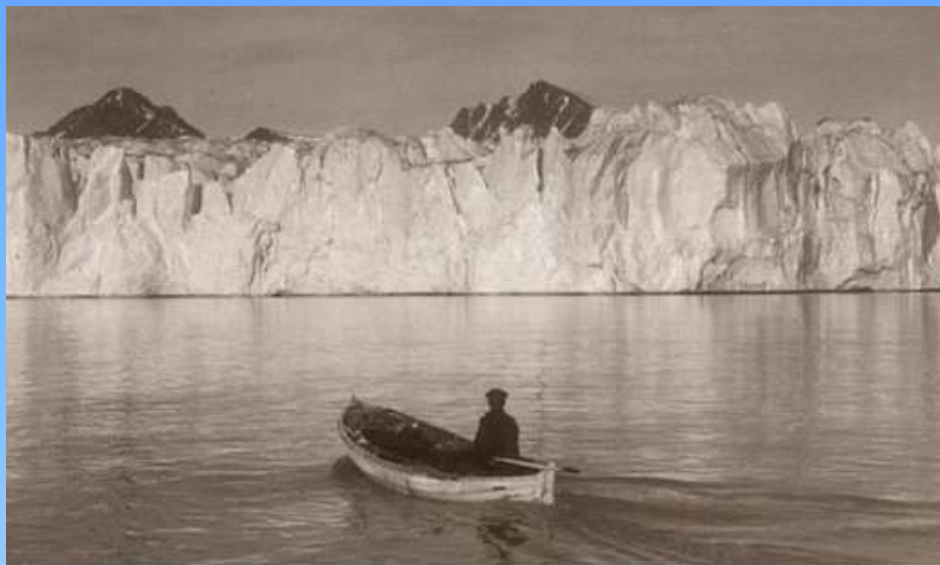
1856

Změny v poloze
ledovce Rhone
(Švýcarsko) v letech
1856 a 1998

1998



1998



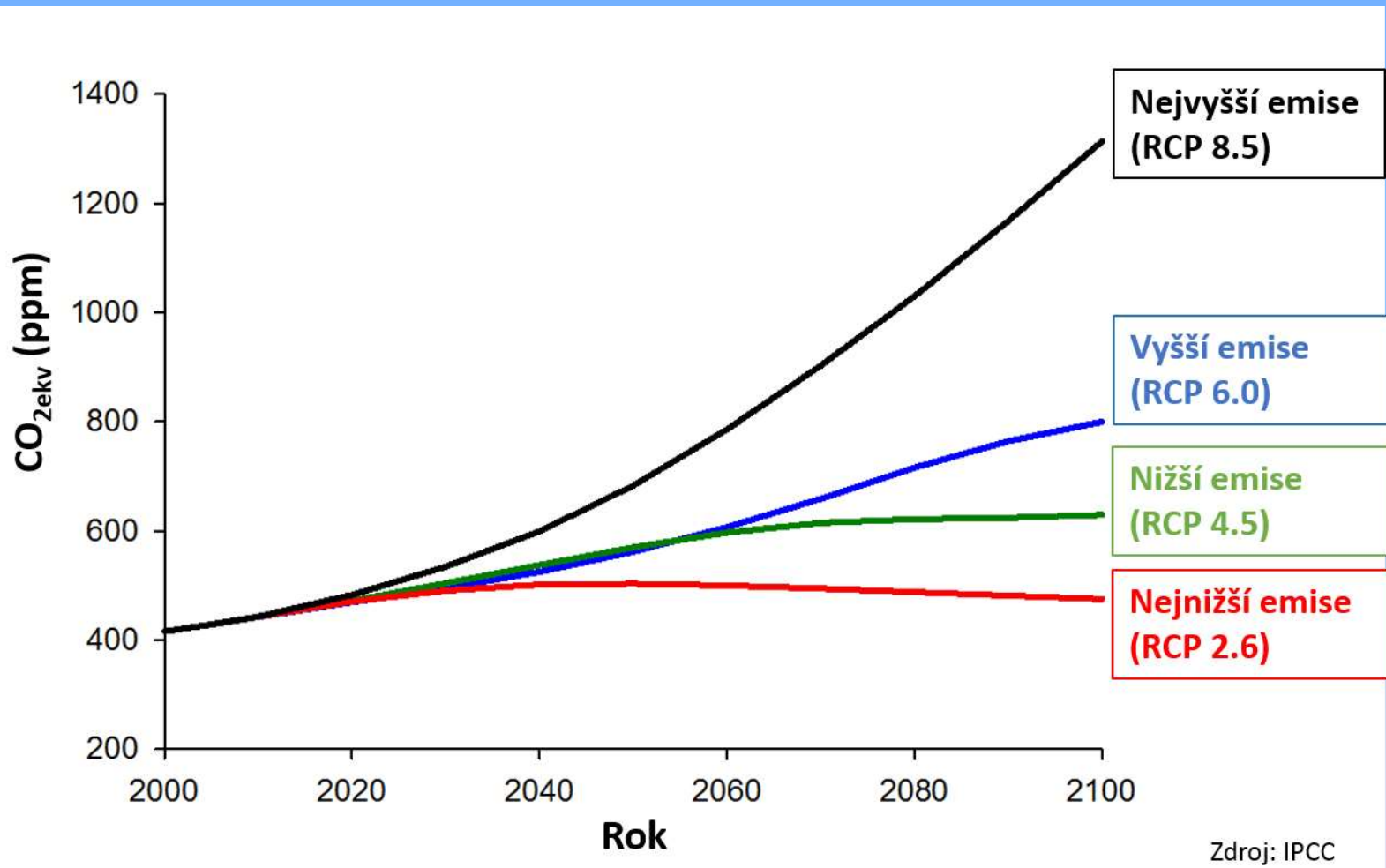
103letý rozdíl



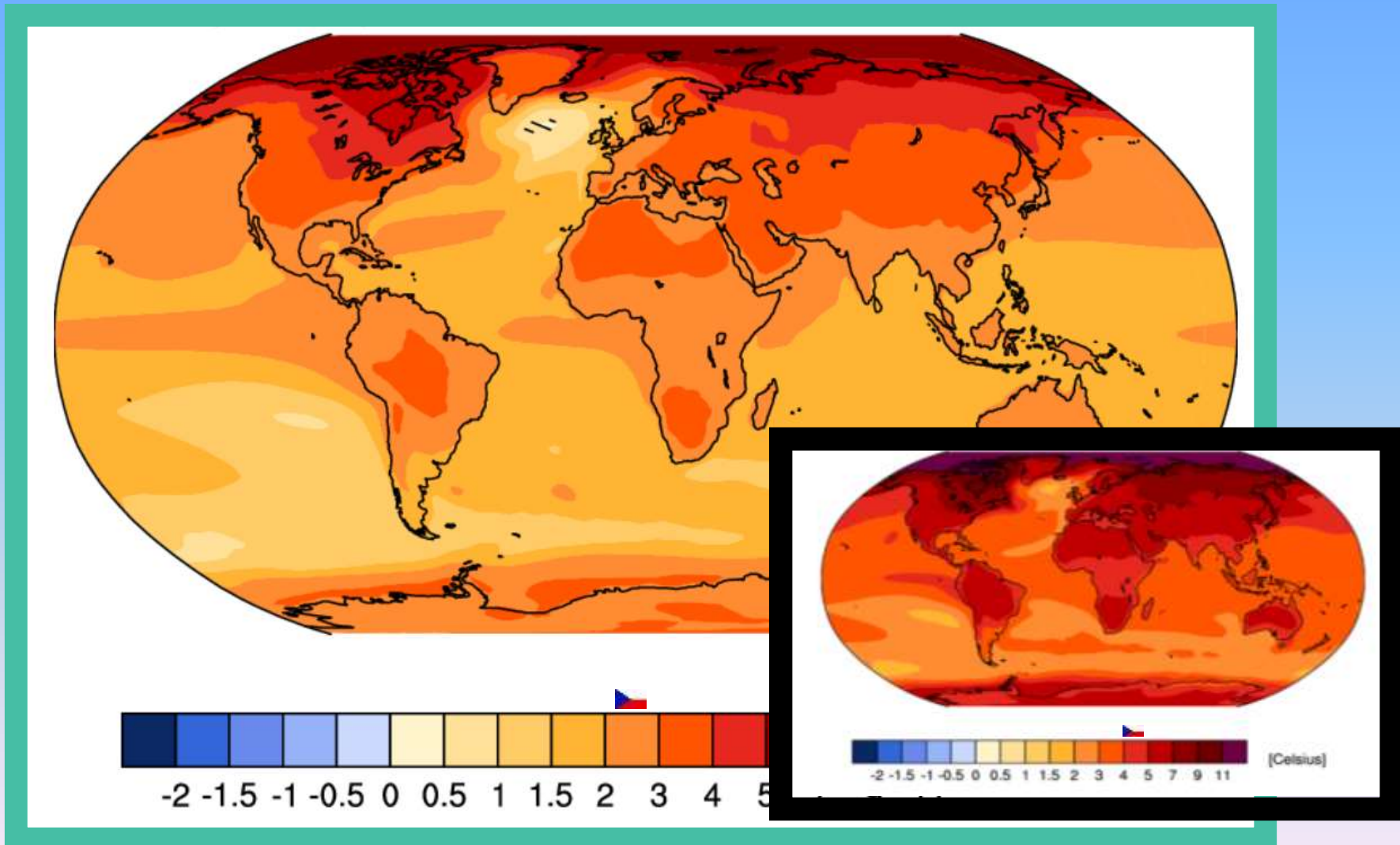


**Jak se bude vyvíjet
klima?**

Emisní scénáře



Multimodelová projekce pro 2090 (2081-2100) (zelený scénář) srovnání s 1995 (1981-2010)



Zdroj: WMO 2024

European Climate Assessment & Dataset

Dopady zesíleného skleníkového jevu

I. na klima - cílový rok 2100

Teplota

- vzestup o 0,3 až 4,8°C
- vyšší zeměpisné šířky se budou oteplovat rychleji než nižší

Srážky

- planeta celkově vyšší množství srážek
- výrazná změna v rozdělení srážek během roku

Hladina oceánů

- vzestup hladiny oceánů a moří o 0.28 do 1,88 m

! Nárůst extrémních meteorologických událostí !

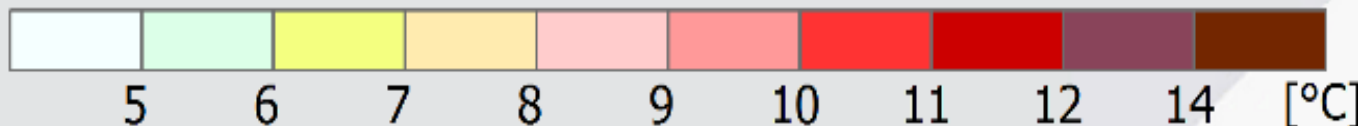
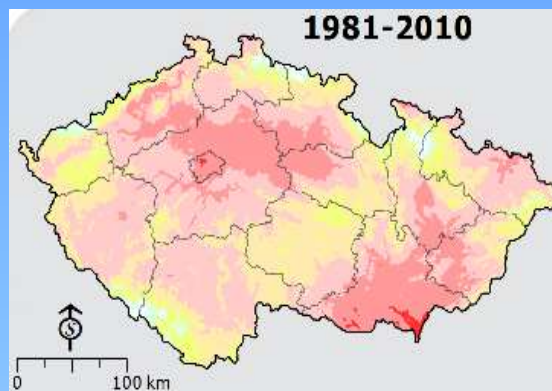
Budoucnost v ČR

Klima: www.climrisk.cz

Dopady: www.klimatickazmena.cz

Průměrná roční teplota vzduchu zelený scénář (°C)

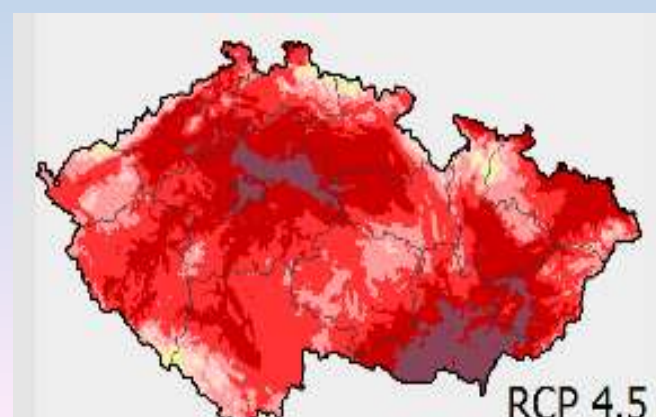
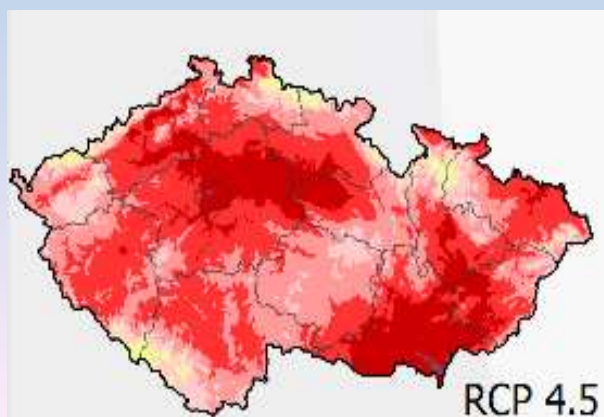
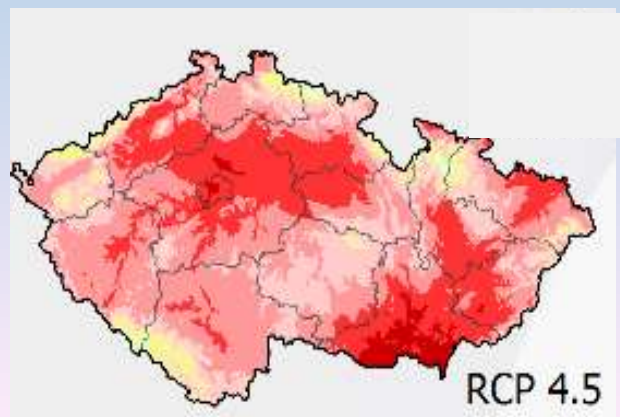
výskyt sucha



2030
+1,2 °C

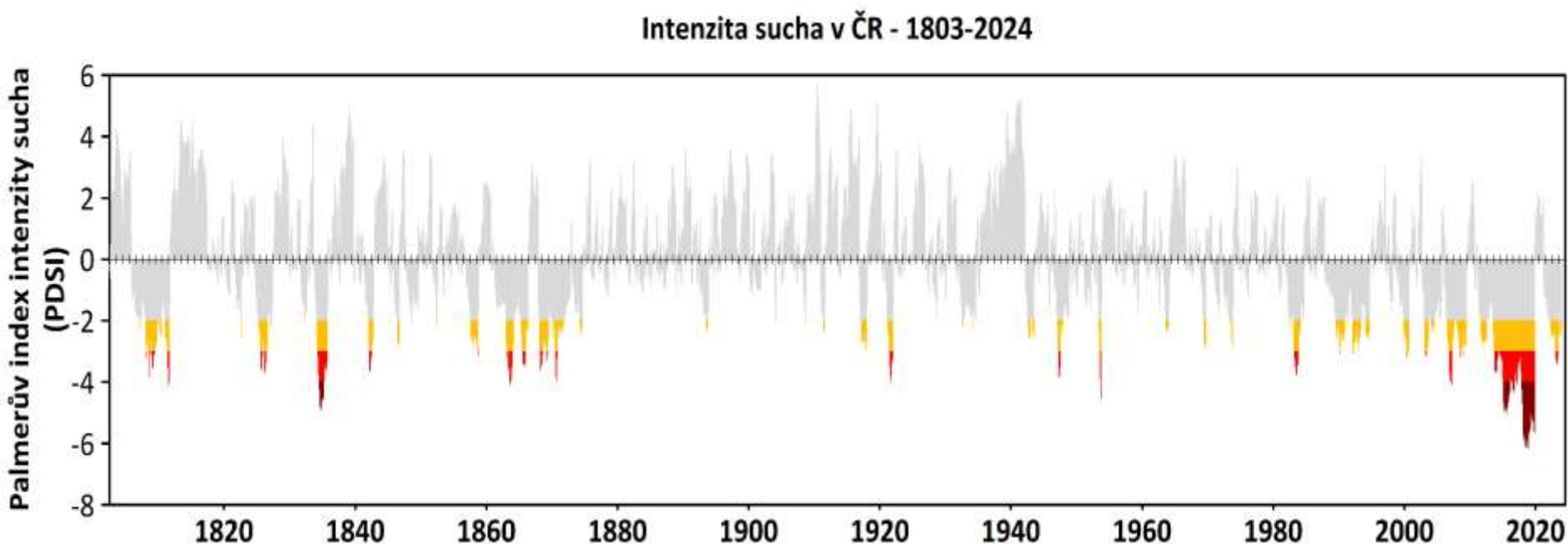
2050
+ 2,3 °C

2090
+ 3,1 °C



Suché epizody v ČR

1803-2024 měsíční PDSI



■ extrémní sucho ■ silné sucho ■ slabé sucho

Vodní bilance (mm): srážky - výpar

a) 1961–1990

b) 1991–2020

c) Rozdíl mezi obdobími

a, b) Vodní bilance za rok [mm]

Průměrný rozdíl mezi úhнем srážek a potenciální evapotranspirací za rok

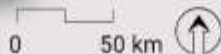


c) Odchylka vodní bilance

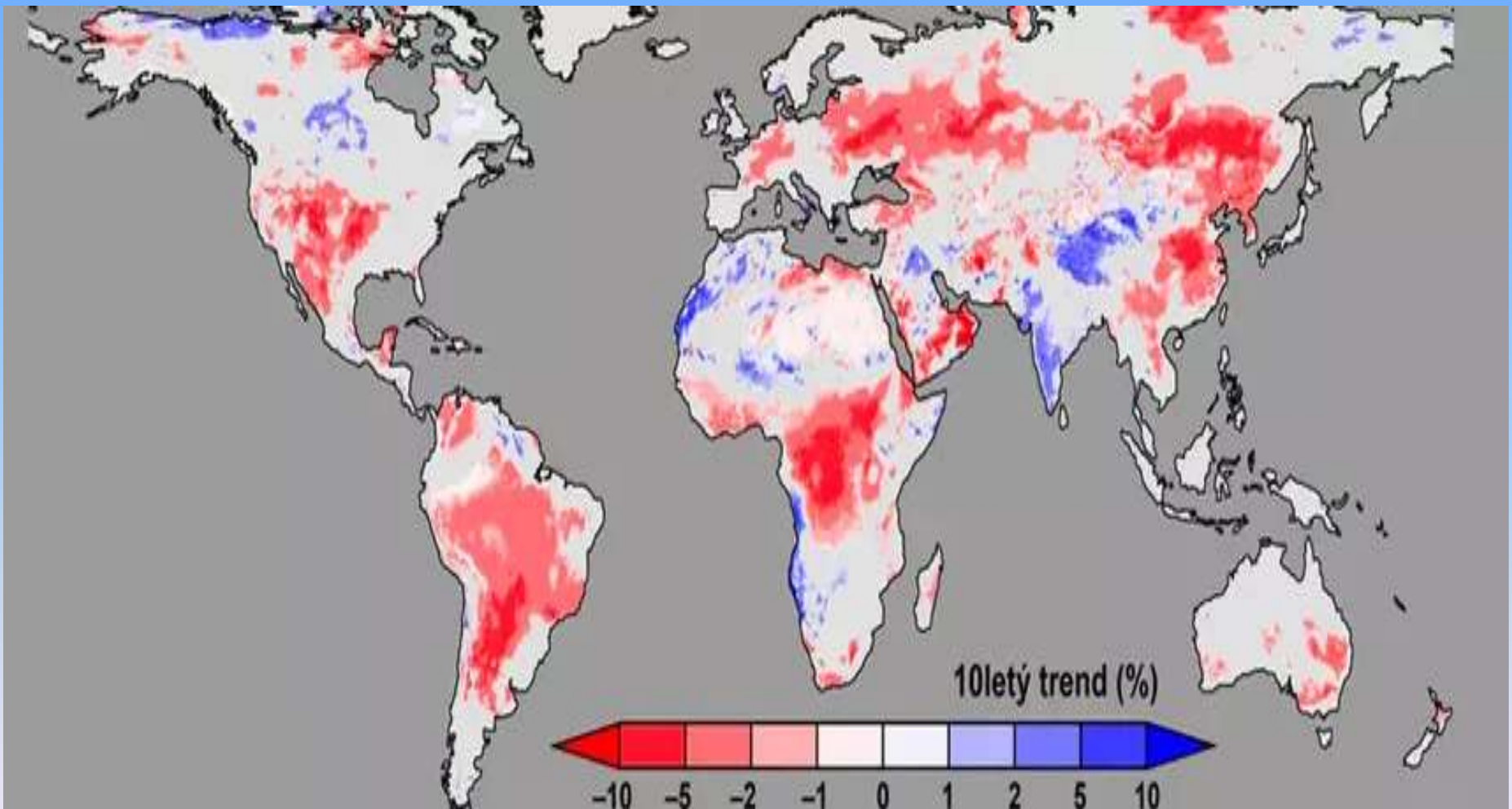
v porovnání s obdobím 1961–1990 [mm]



Zdroj dat: ČHMÚ

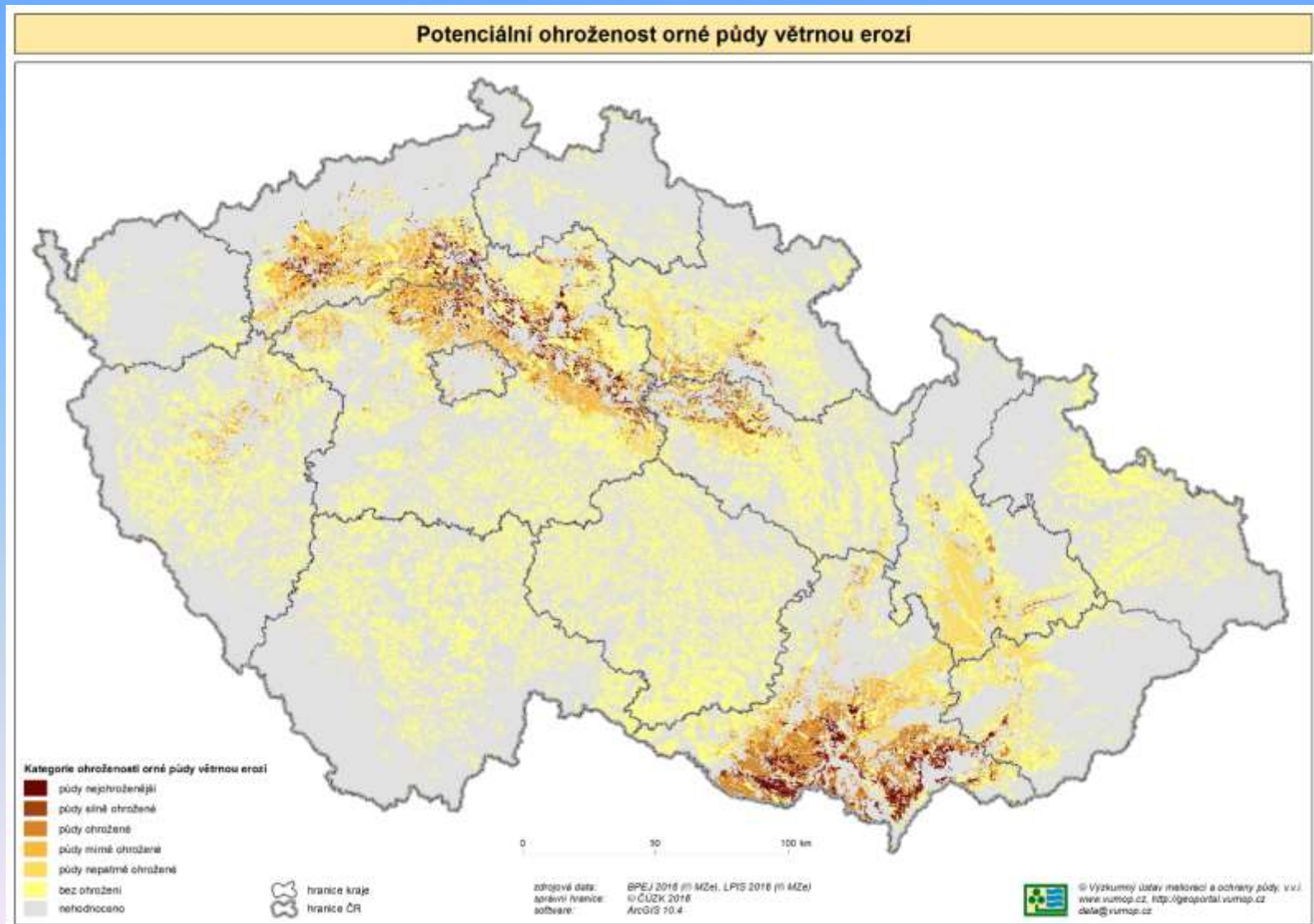


Změna vodní bilance 1981-2021



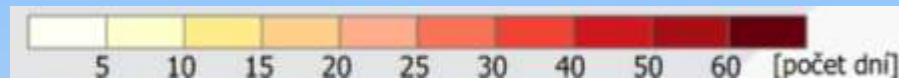
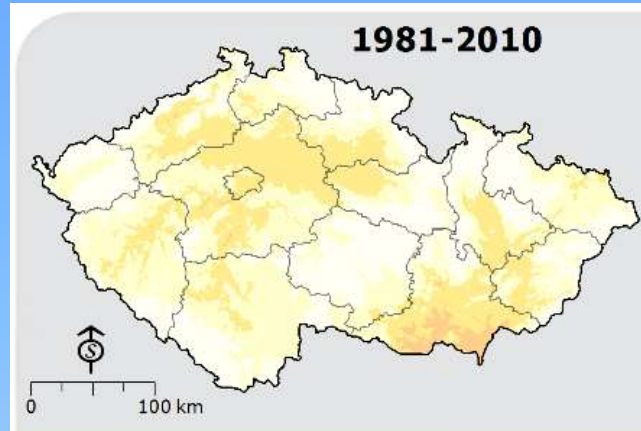
Nárůst sucha = nárůst větrné eroze

2000 – 10 % půd x 2020 – 20 % půd



Počet tropických dnů **zelený scénář**

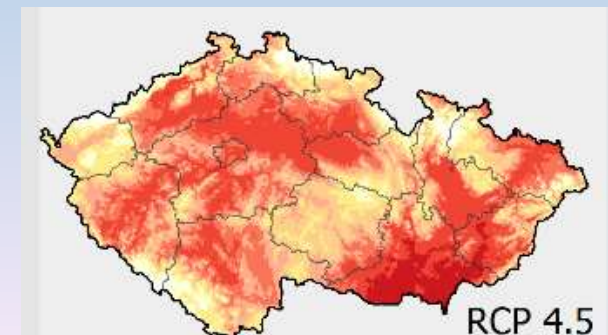
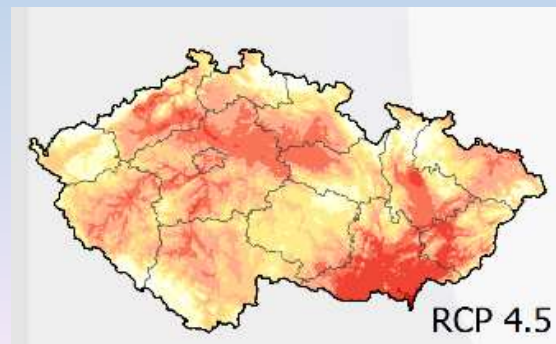
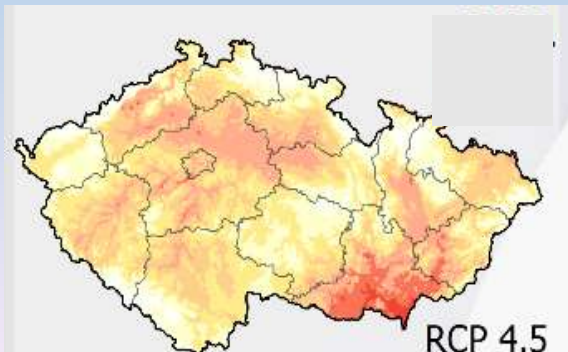
teplotní stres



2030
+10 dnů

2050
+20 dnů

2090
+35 dnů

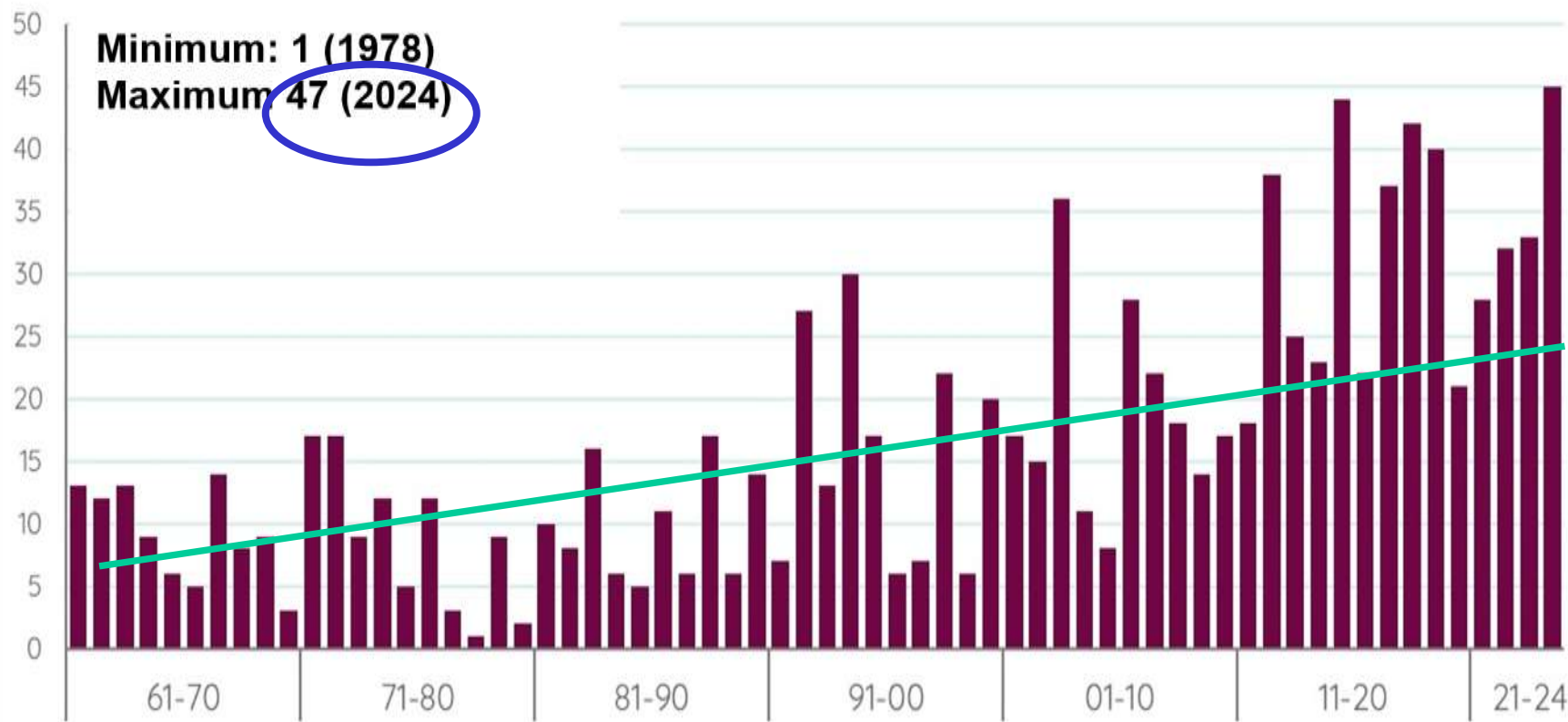


Nárůst tropických dní (1961–2024)

3krát více

Počet tropických dní

Počet tropických dní na stanici Strážnice
1961–2024



Rok 2025

Vedro v Česku zabíjí ročně po stovkách. A rok od roku je to mnohem horší

Autor: rat

23. září 2025 17:57

Léto 2024 bylo v Evropě nejteplejší v historii měření. Za poslední tři léta kvůli vlnám veder zemřelo 180 tisíc lidí. Vyplývá to z nové studie vědců z výzkumného centra ISGlobal a centra RECETOX Masarykovy univerzity. V České republice byl právě rok 2024 z hlediska počtu úmrtí souvisejících s horkem daleko nejhorší za poslední tři roky, zemřelo 544 lidí.



Příští vlny veder mohou zabít miliony lidí

47 | Příroda | Ladislav Loukota | Diskuze:  4/4 nových



29.6.2021



Skot již při 22 °C /vyšší vlhkost



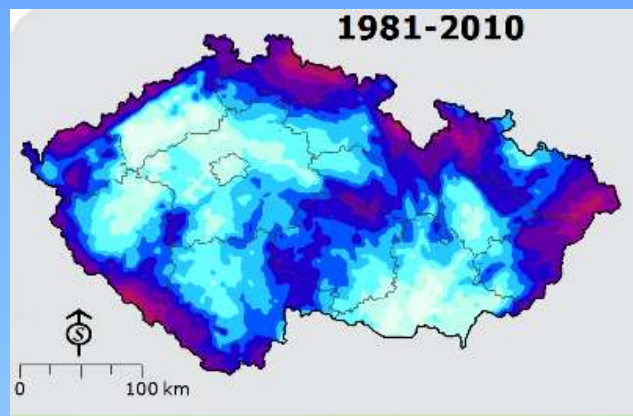
Snížení příjmu
potravy

Snížená dojivost

Problémy s
reprodukcí

Roční úhrn srážek (mm) **zelený scénář**

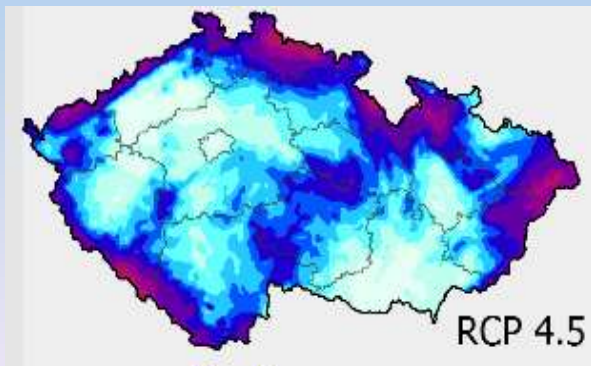
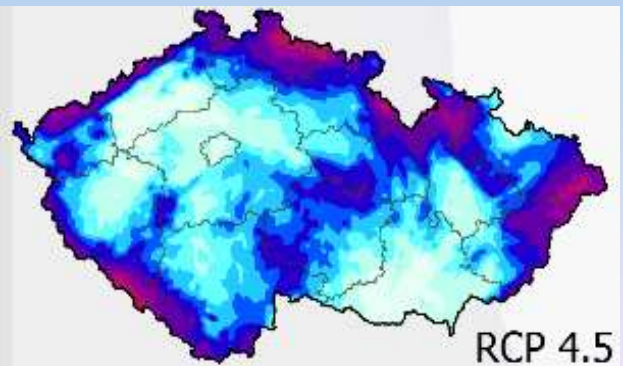
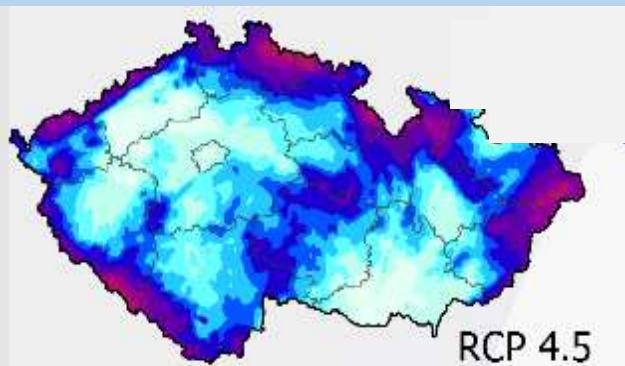
rozložení srážek, extrémní srážky s erozním efektem



2030

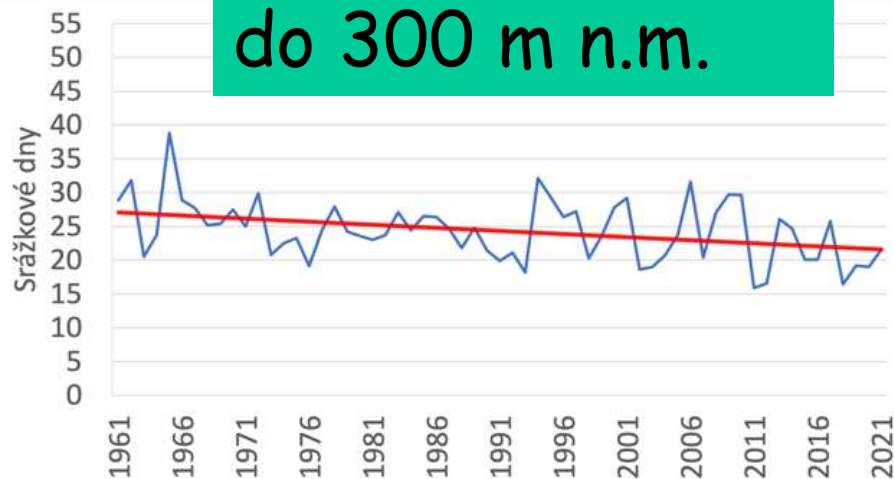
2050

2090

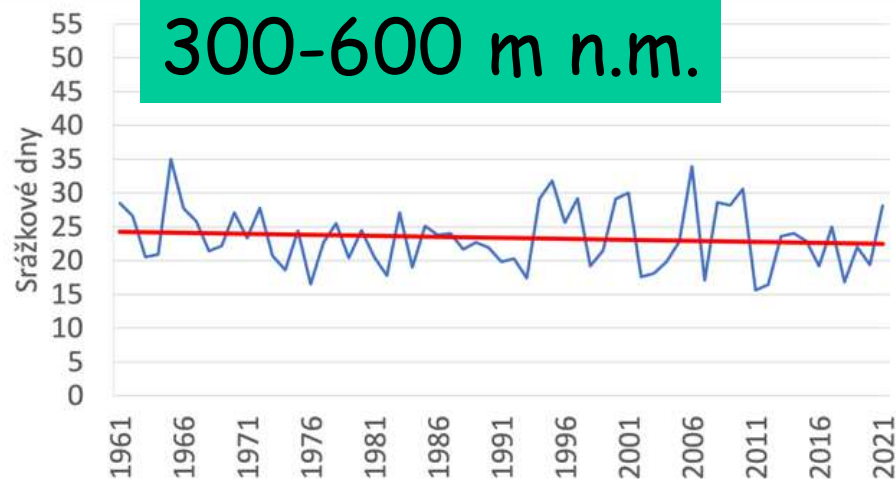


Jaro (BDK) - pokles počtu dní se srážkami (1961-2021)

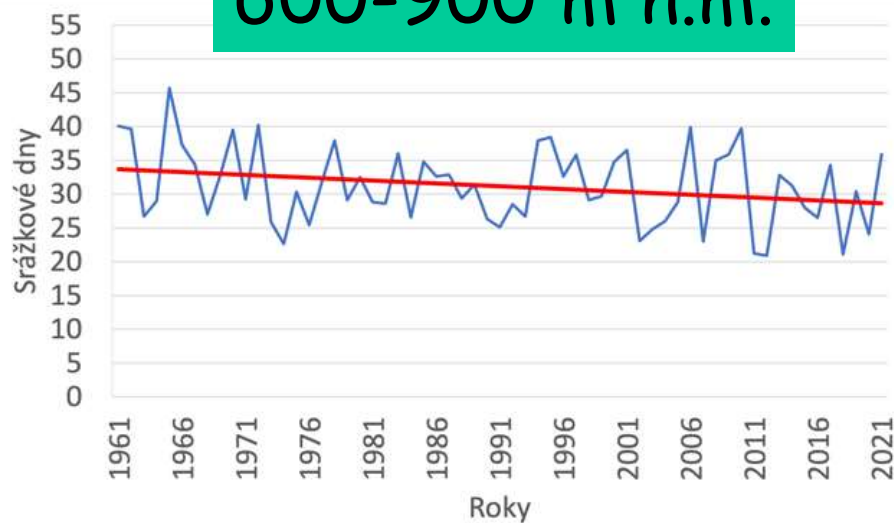
do 300 m n.m.



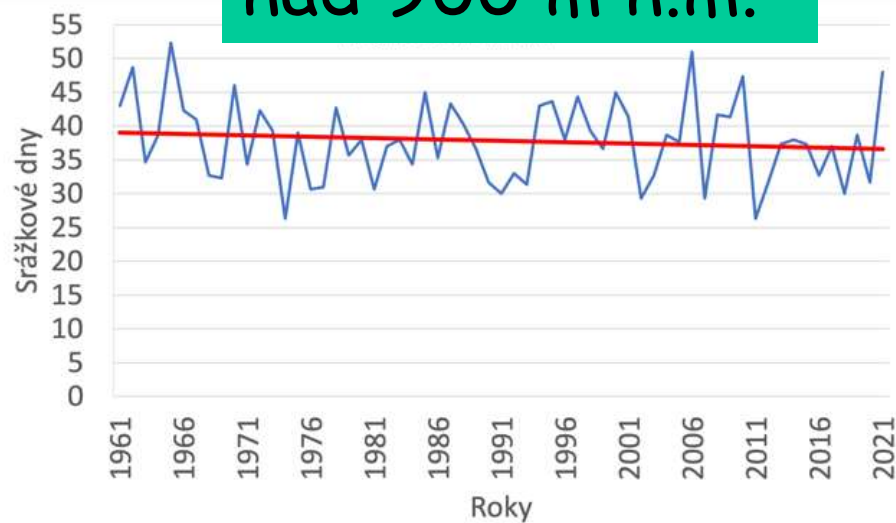
300-600 m n.m.



600-900 m n.m.

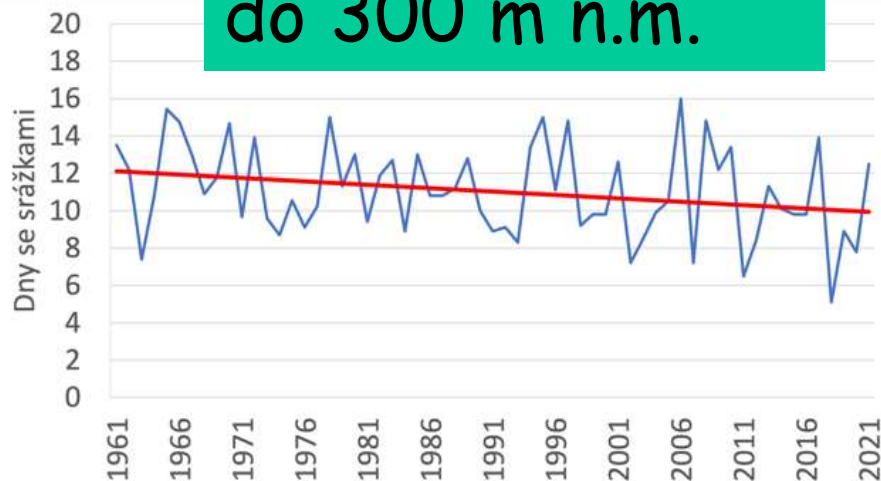


nad 900 m n.m.

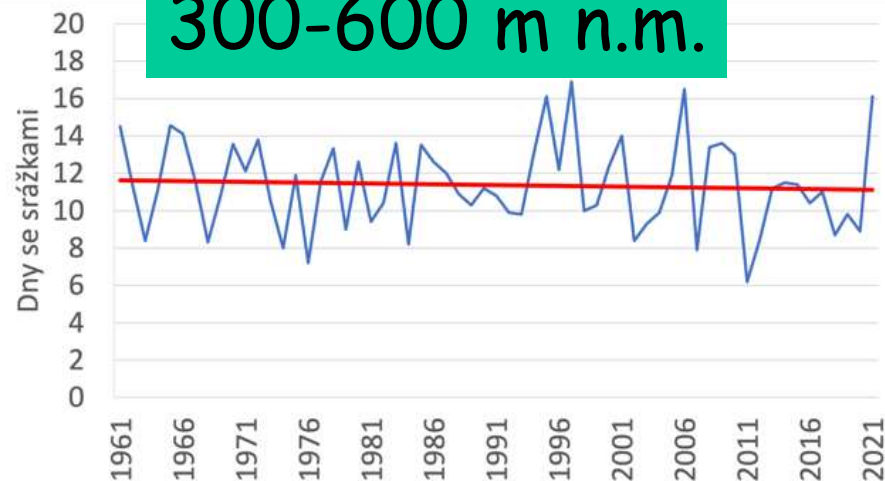


Jaro (BDK) - Počet dnů se srážkami do 3 mm (1961-2021)

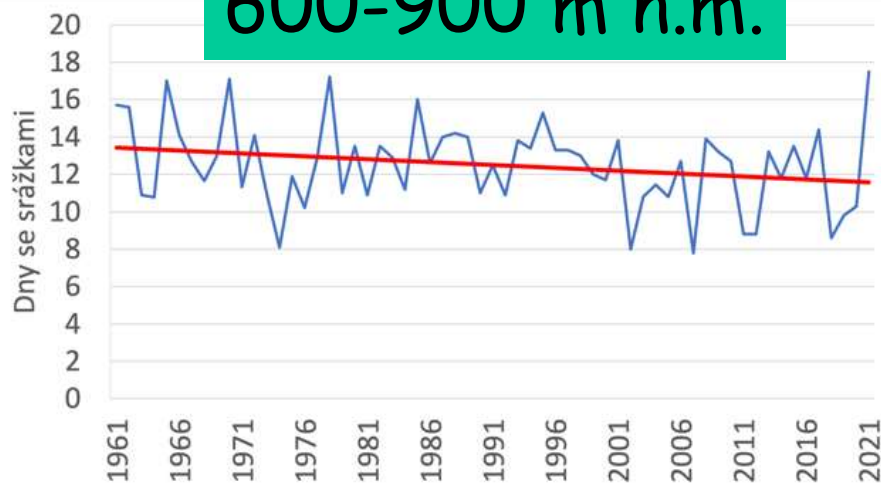
do 300 m n.m.



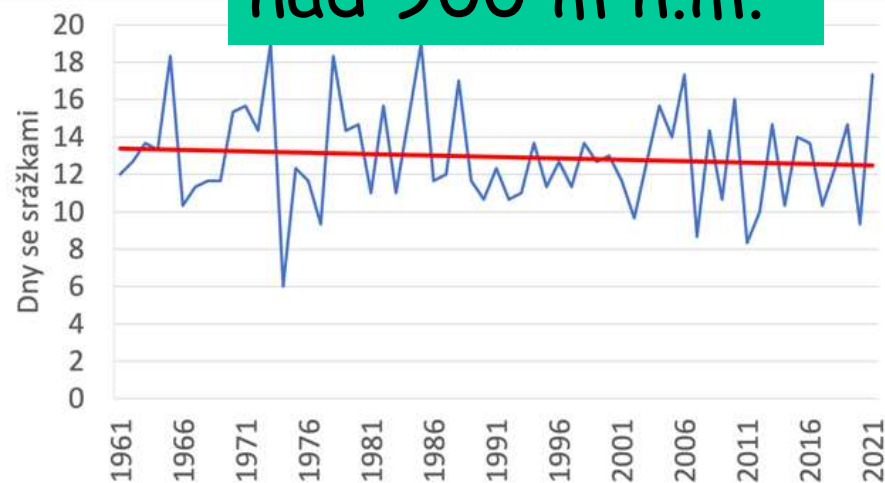
300-600 m n.m.



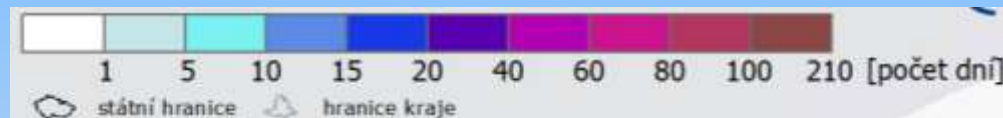
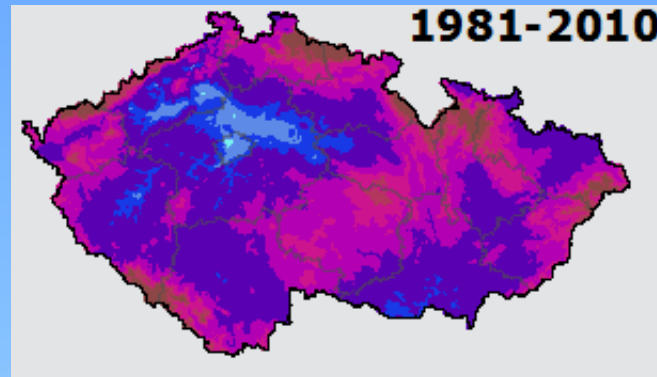
600-900 m n.m.



nad 900 m n.m.



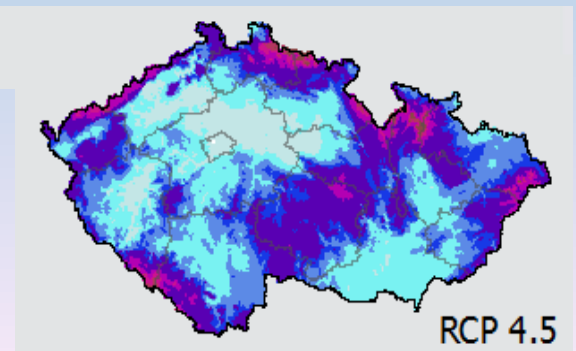
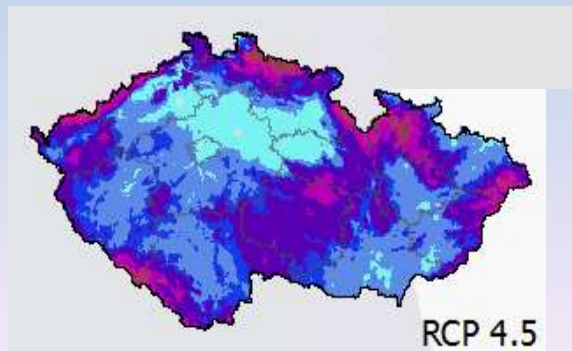
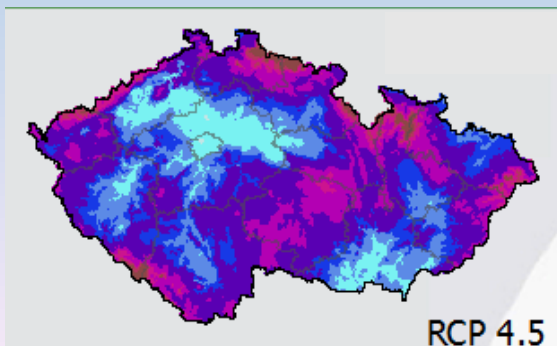
Počet dnů se sněhem nad 10 cm dopad na vymrzání, jarní růst, podzemní vody



2030
-8 dní

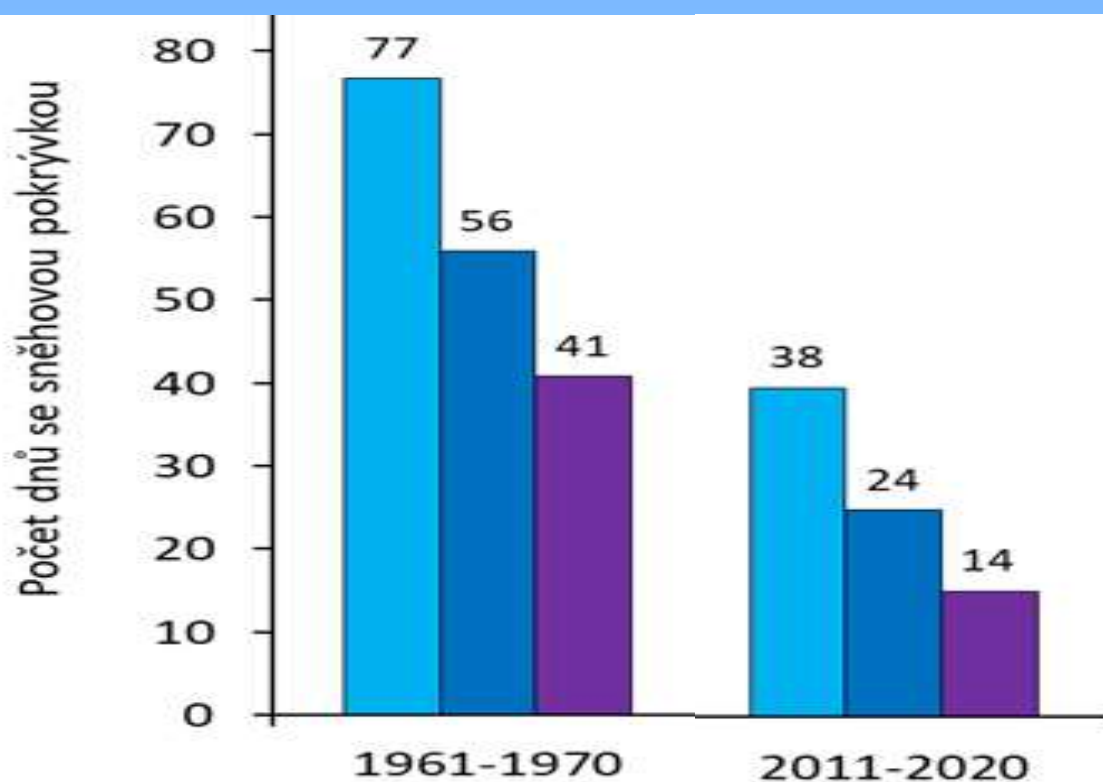
2050
-13 dní

2090
-25 dní



Vyšší teplota v zimě = méně dnů se sněhovou pokrývkou

1cm a více 5 cm a více 10 cm a více

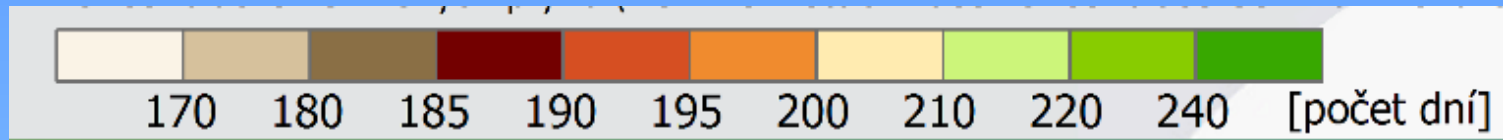


z (Zdroj dat: ČHMÚ)

Další dopady zesíleného skleníkového jevu – sucho je již za námi

- **na vegetační období**
- **na lesy (vegetační stupně)**
- **na choroby a škůdce**

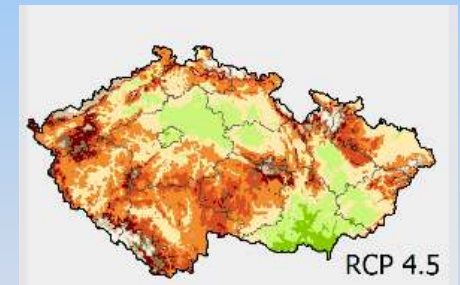
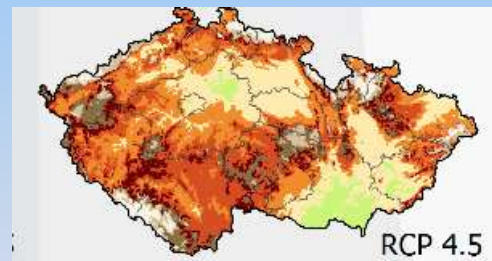
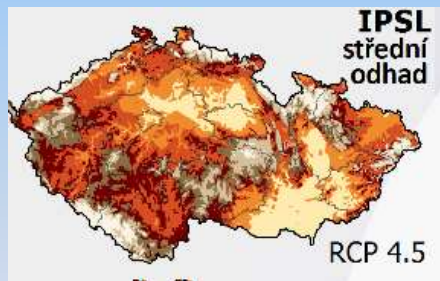
Výrazně se prodlouží vegetační období



**2030
+10**

**2050
+25**

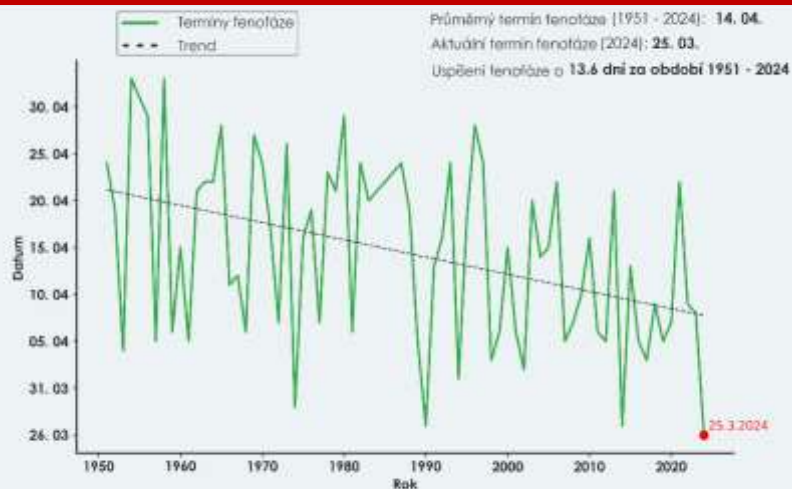
**2090
+40**



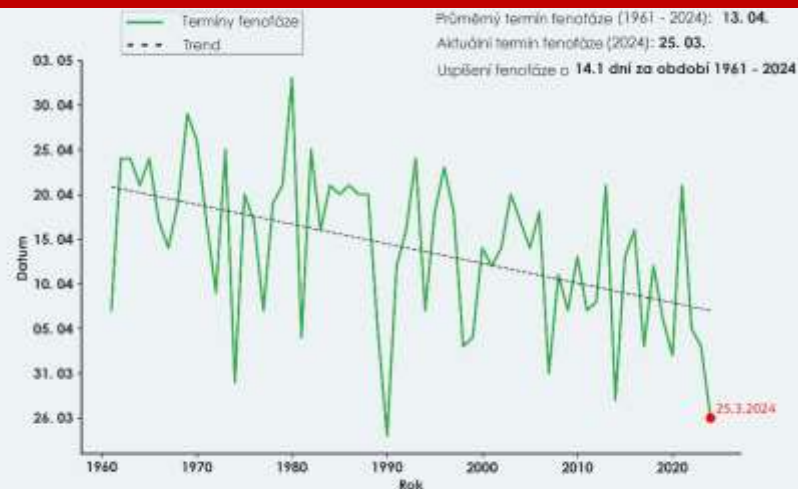
- Doba vegetace se do roku 2050 prodlouží o 20-30 dní
- Zkrácení přechodných období
- Předčasné vyčerpání vody

Dřívější start fenofází 1951–2024 Vranovice 20 km jižně od Brna

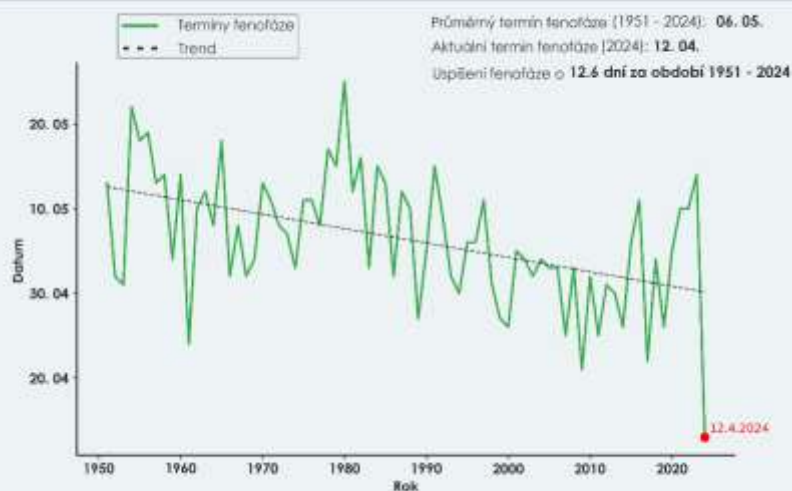
KEŘ – TRNKA OB., První květ



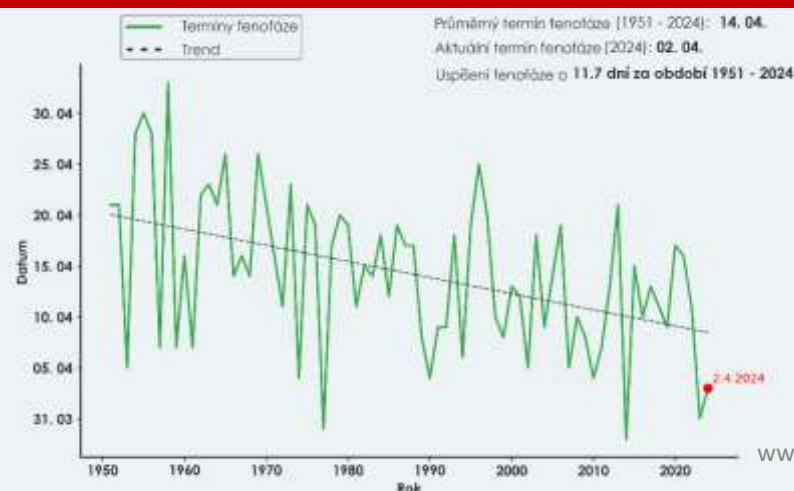
BYLINA – SASANKA PR., Plné kvetení



STROM – DUB LETNÍ., Plné olistění



PTÁCI – SÝKORA KOŇADRA., První vejce

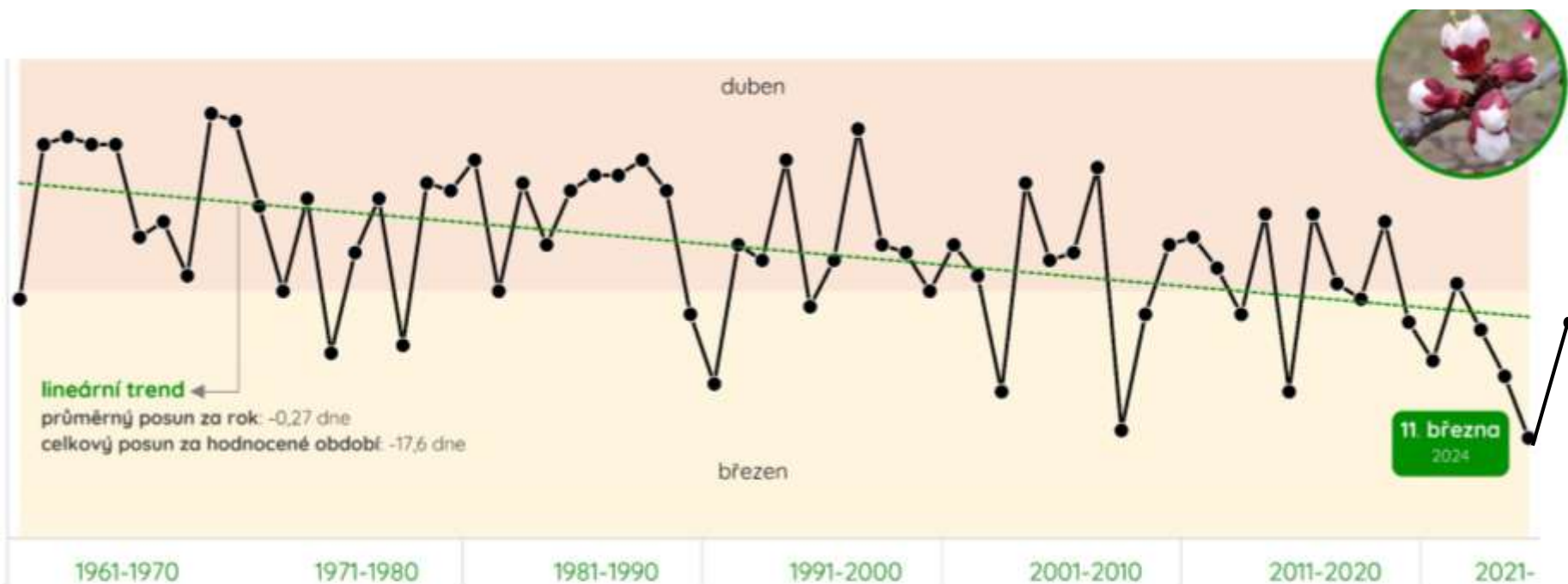


A pak přijdou jarní mrazíky

Dřívější start vegetace!

Meruňka (1961–2025)

Meruňka: výskyt prvních květů



posun o 18 dní

Dopady na ovocnářství

Rok 2019

Mrazy poškodily ovoce víc, než se čekalo. Odnesou to jablka, hrušky a třešně

8. června 2019 13:27



Rok 2020

Mráz zničil úrodu ovoce! Nebudou meruňky, jablka ani třešně

Rok 2021

Mrazy zatím postihly především meruňky. Sadaři počítají milionové škody

20. května 2021 13:49



Rok 2022

Mrazivý úder pro meruňkové sady. Situace je ještě horší než loni, zoufají sadaři

Rok 2023

Sadaři v Česku přišli o úrodu. Mráz zničil meruňky, pomrzly i broskve a třešně

Rok 2024

Fotky zkázy, kterou nikdo
nepamatuje. Mráz zničil ovocnářům
úrodu

Škody po mrazech jsou
2,1 miliardy, spočítali
vinaři



Adam Kahánek, ČTK

[vybrat autory ke sledování](#)

40

Mrazy napáchaly škody na jabloních i řepce, většina úrody ovocnářů je pryč

🕒 15. května 2024 9:22



Mráz schytaly i lesy.
Buky, duby i jedle
částečně pomrzly

ČTK

[+ sledovat](#) 62

3

Letošní meruňky BV - 1.4.2025



Dopady zesíleného skleníkového jevu

II.

- na vegetační období
- na lesy
- na choroby a škůdce

Dopady na lesy

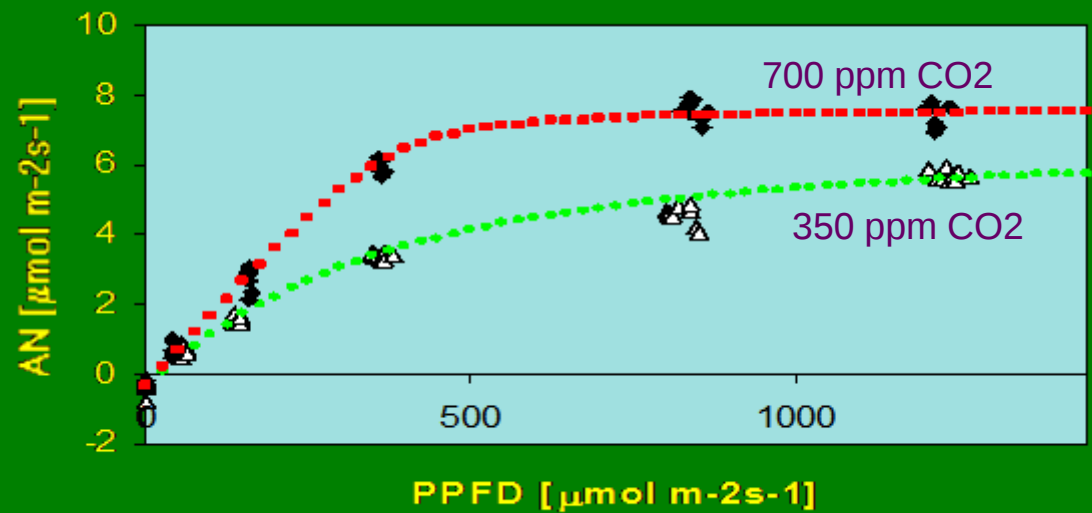


- míra alokace CO_2 v biomase
- popis fotosyntézy v podmínkách $1\times\text{CO}_2$ a $2\times\text{CO}_2$
- změna energetické bilance v podmínkách $2\times\text{CO}_2$

Vliv CO_2 na fotosyntézu



Světelná křivka fotosyntézy SM
pro dvě koncentrace CO_2
(Bílý Kříž)



(Bílý Kříž)

Výsledky pěstování lesních dřevin ve zvýšené koncentraci CO₂

jehličnany

biomasa	+ 38 %
rychlost fotosyntézy	+ 40 %
asimilační plocha	+ 24 %
kořen/výhon	+ 10 %

listnáče

biomasa	+ 63 %
rychlost fotosyntézy	+ 61 %
asimilační plocha	+ 33 %
kořen/výhon	+ 9 %

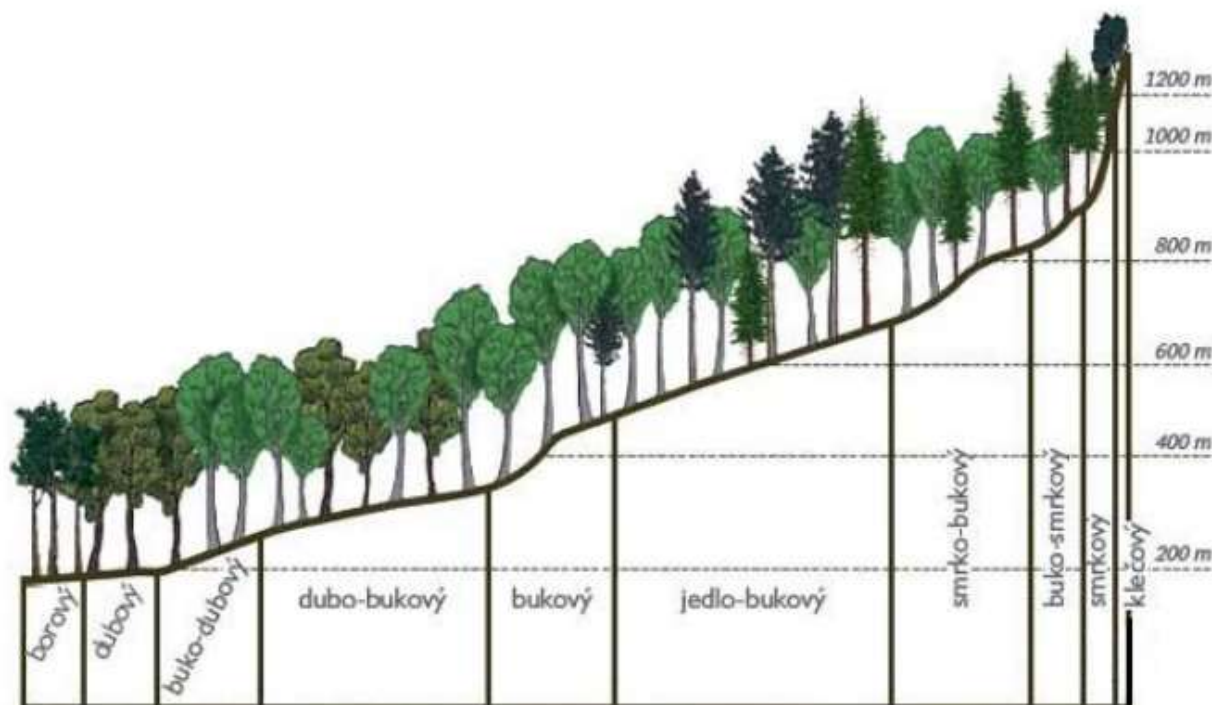
Limitující faktory: půda (živiny, voda),
dřevina,
kompetice,
uspořádání experimentu



Lesní vegetační stupně na území ČR

- Jsou v současnosti mapovány pomocí fytoecenologických studií s využitím bioindikačních rostlinných druhů
- Výskyt bioindikátorů je dán stanovištními abiotickými podmínkami
- Efektivním modelováním stanovištních abiotických podmínek lze návazně modelovat lesní vegetační stupňovitost

0. Borový lvs
1. Dubový lvs
2. Bukodubový lvs
3. Dubobukový lvs
4. Bukový lvs
5. Jedlobukový lvs
6. Smrkobukový lvs
7. Bukosmrkový lvs
8. Smrkový lvs
9. Klečový lvs

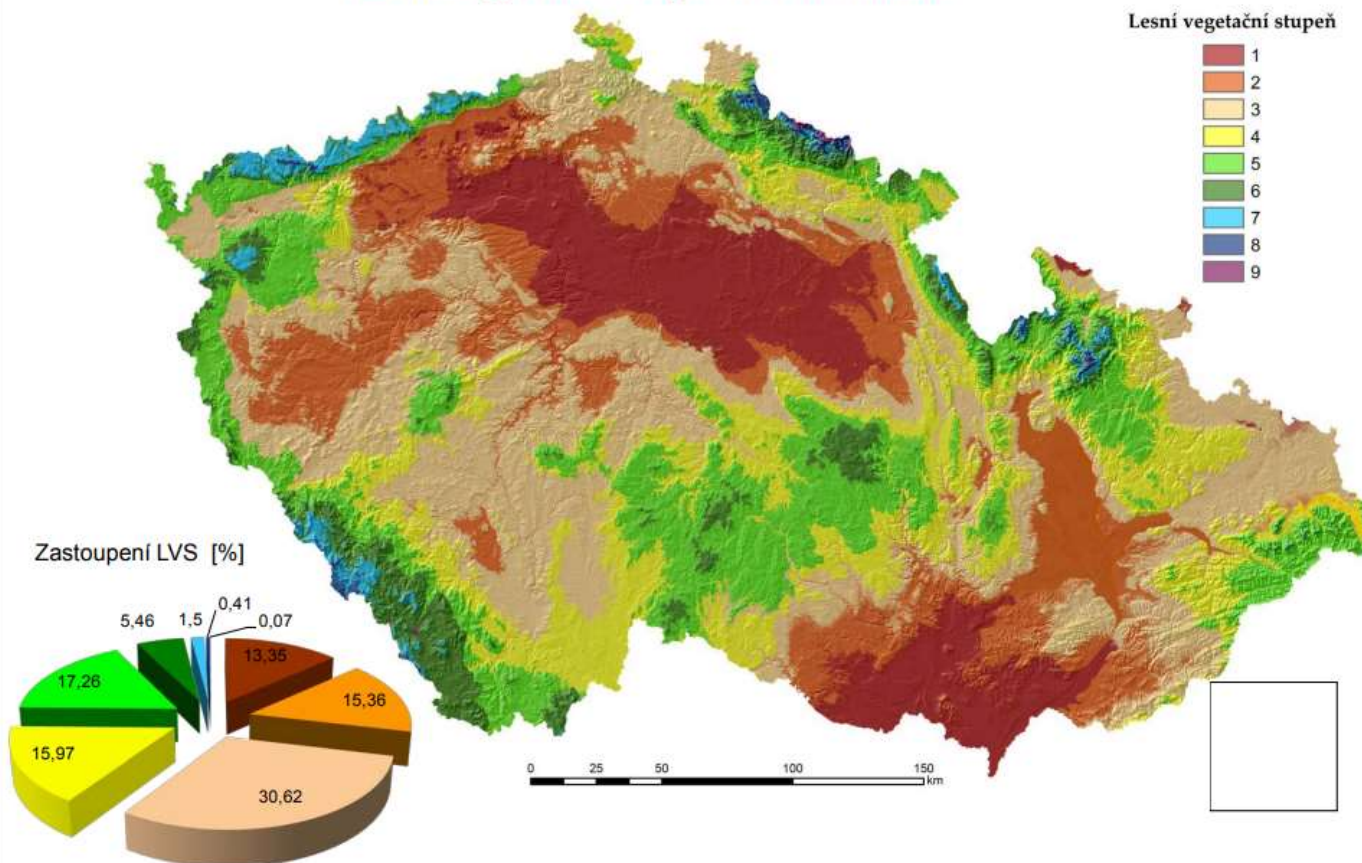


1961- 1990

Ing. Petr Vahalík

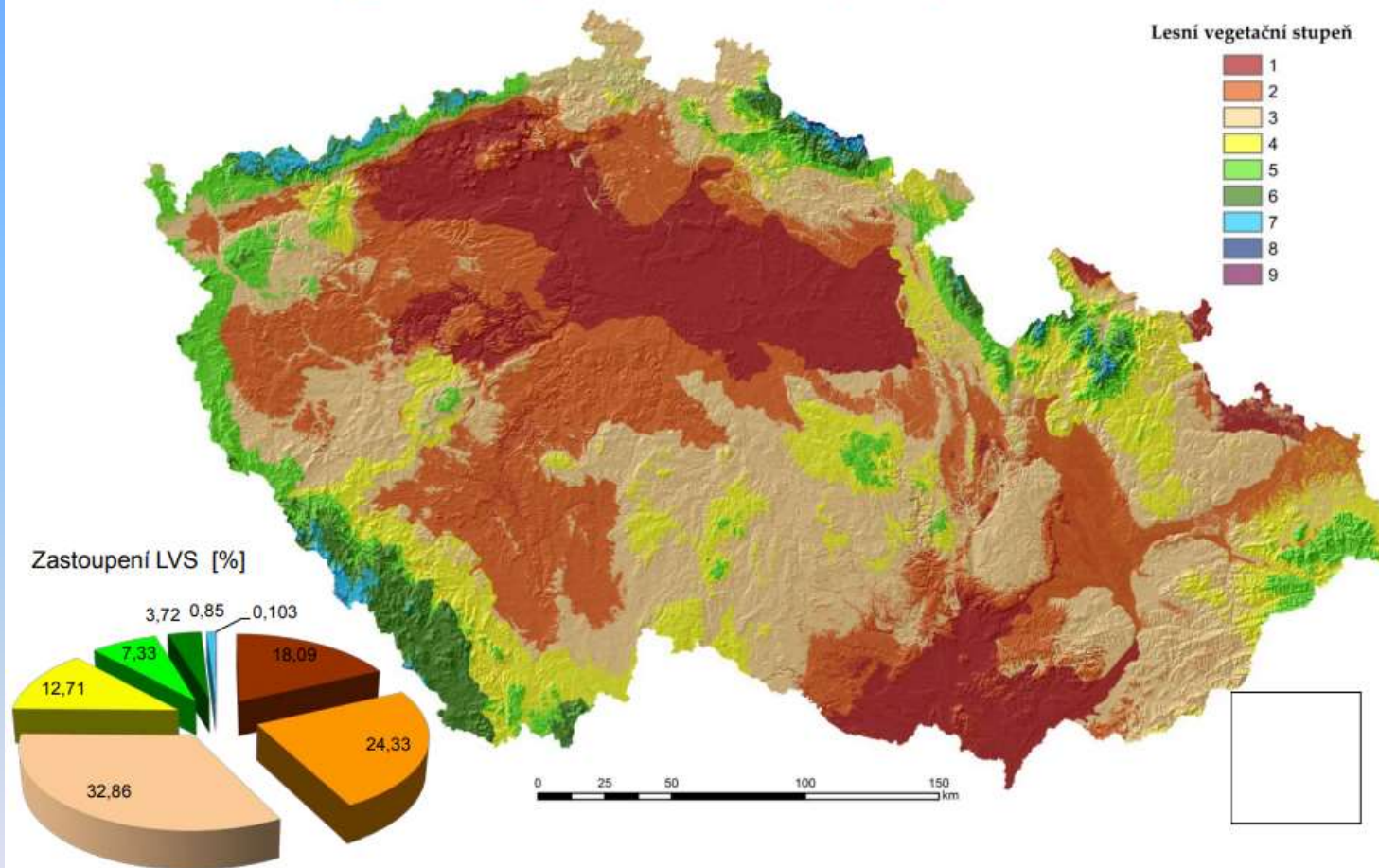
Možnosti modelování lesní vegetační stupňovitosti pomocí geoinformačních analýz

Lesní vegetační stupně na území ČR



+1 °C

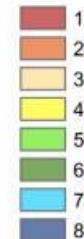
Lesní vegetační stupně na území ČR po oteplení o +1 C



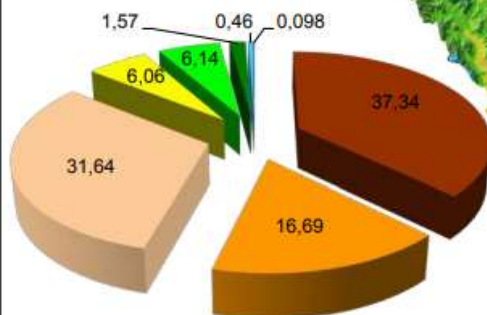
+2 °C

Lesní vegetační stupně na území ČR po oteplení o +2 C

Lesní vegetační stupeň



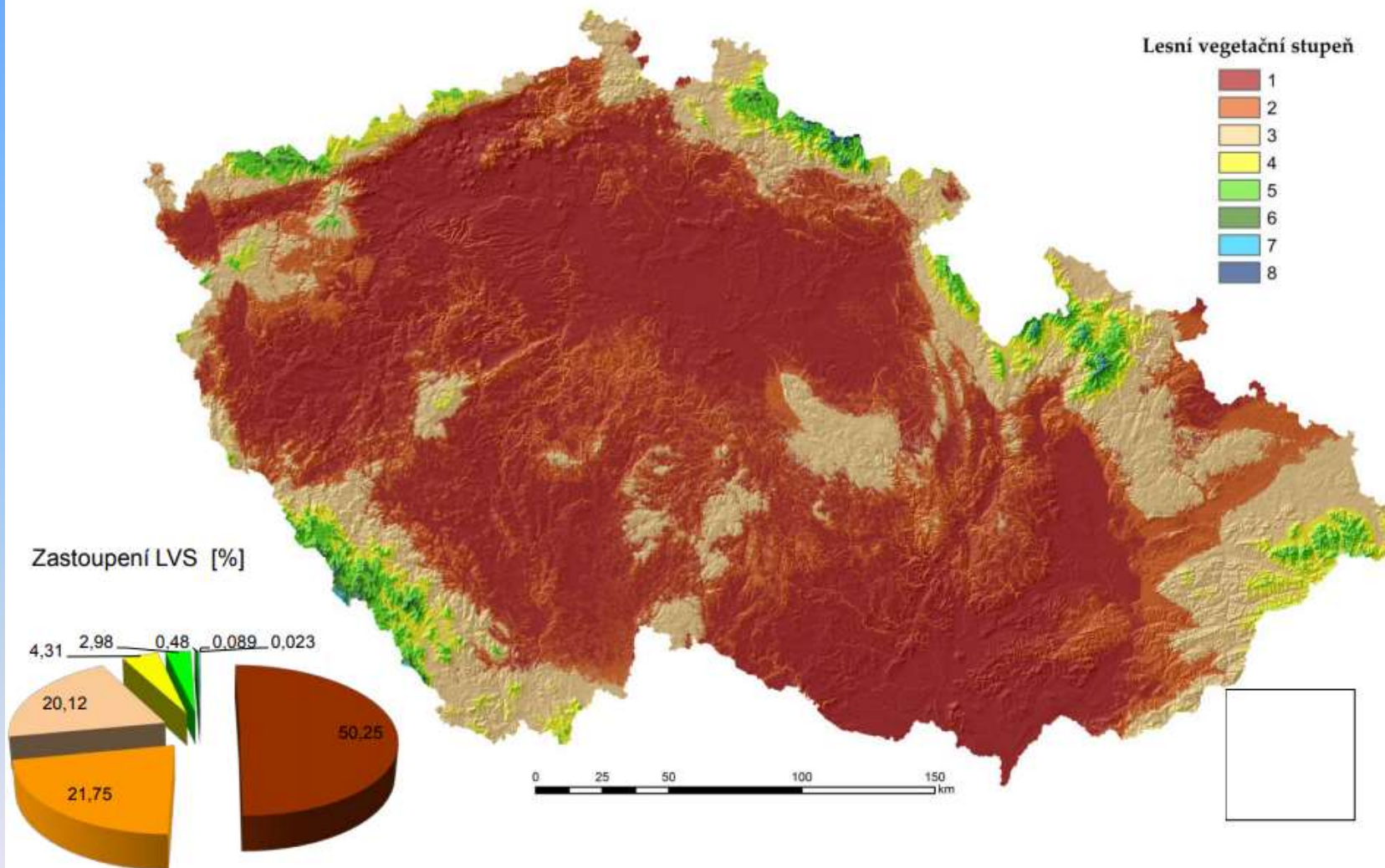
Zastoupení LVS [%]



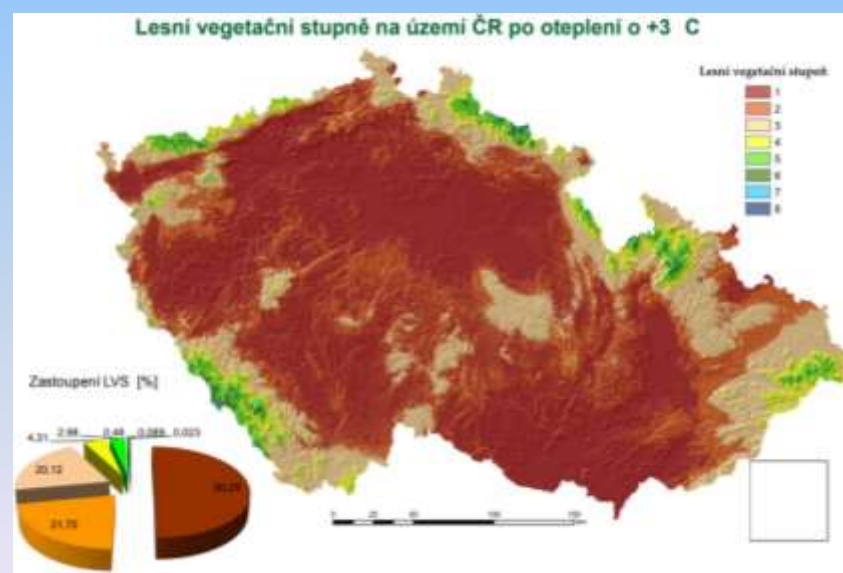
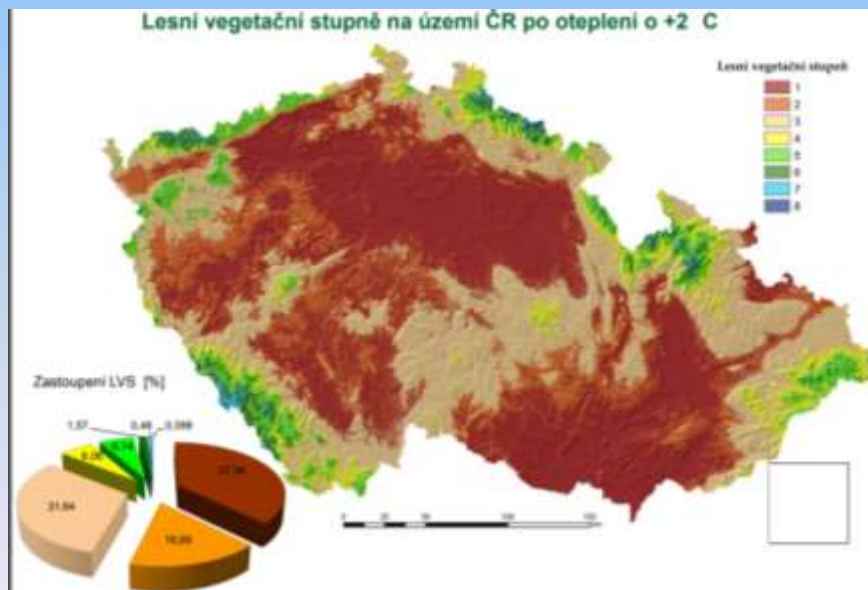
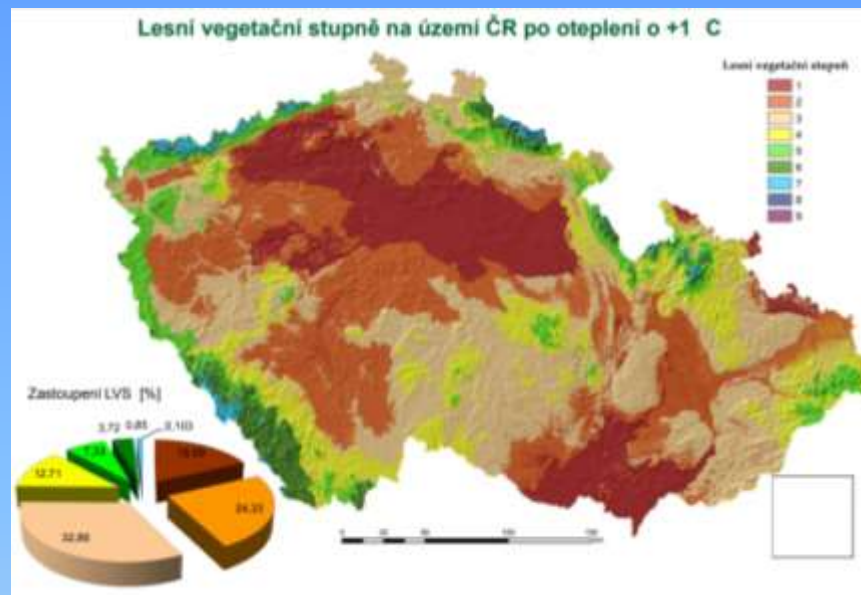
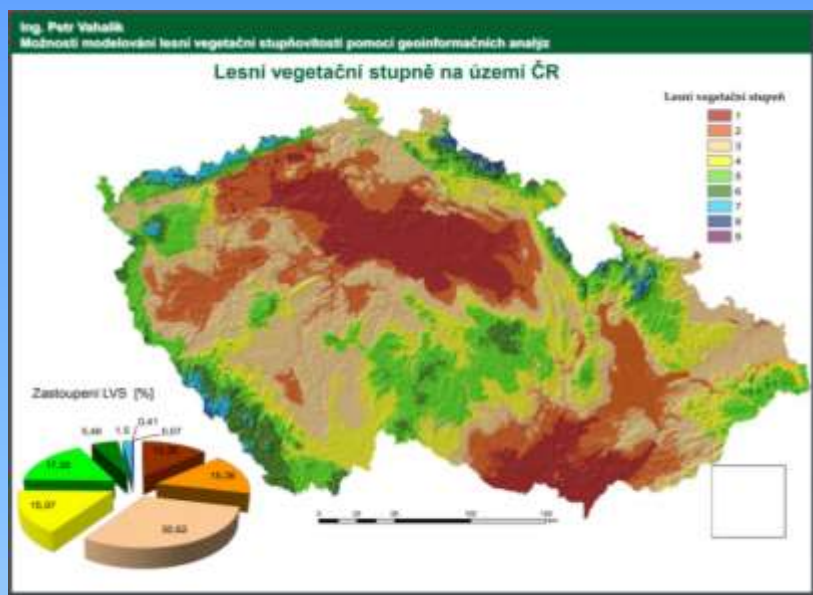
0 25 50 100 150 km

+3 °C

Lesní vegetační stupně na území ČR po oteplení o +3 C



1961- 1990



0. Borový **1.** dubový, **2.** buko-dubový, **3.** dubo-bukový, **4.** bukový, **5.** jedlobukový, **6.** smrkobukový, **7.** Bukosmrkový **8.** smrkový, **9.** klečový,

Dopady zesíleného skleníkového jevu

II.

- na vegetační období
- na lesy (vegetační stupně)
- na choroby a škůdce

Kůrovec likviduje české lesy. Můžeme ještě
zabránit totální devastaci, nebo už je příliš
pozdě?

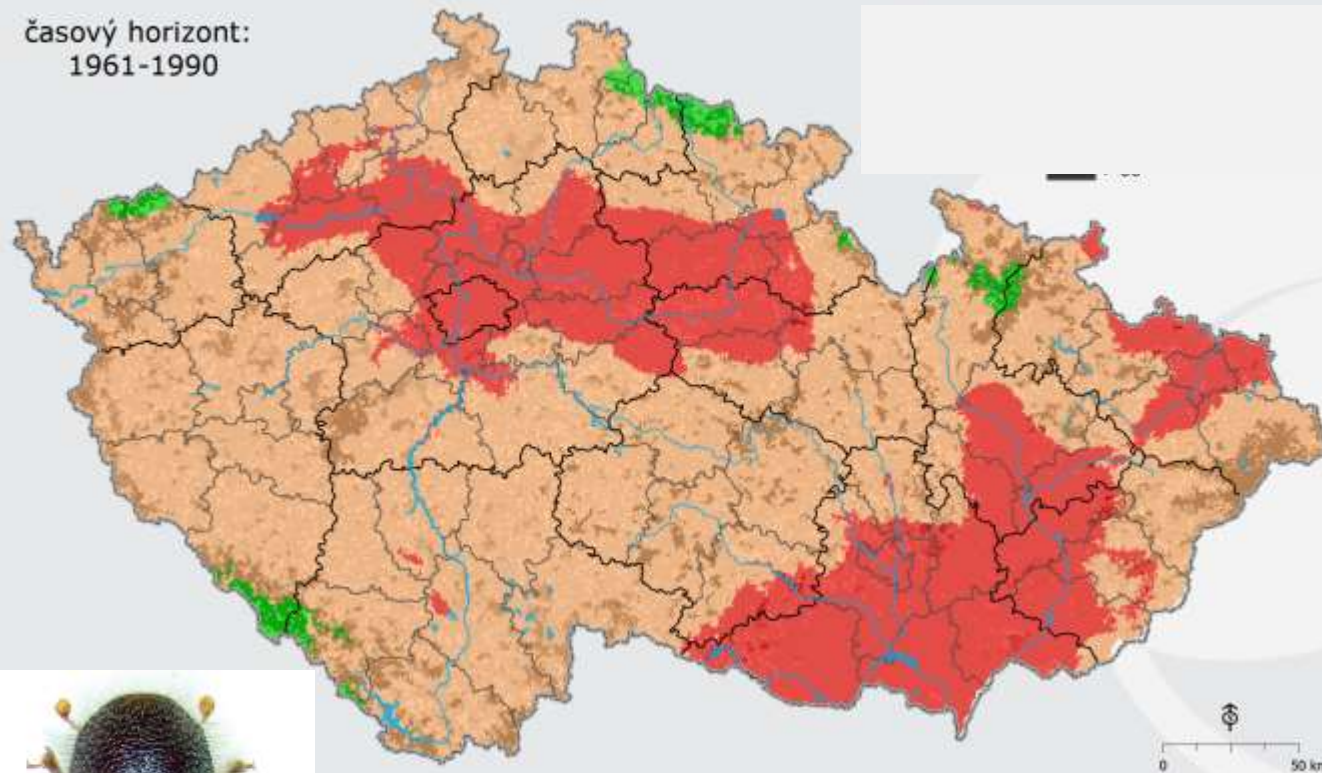
Není to jen o kůrovci!!



Vliv teploty na počet generací

POČET GENERACÍ LÝKOŽROUTA SMRKOVÉHO na podkladě současného rozšíření smrku

časový horizont:
1961-1990



Počet generací



1



2



3



4



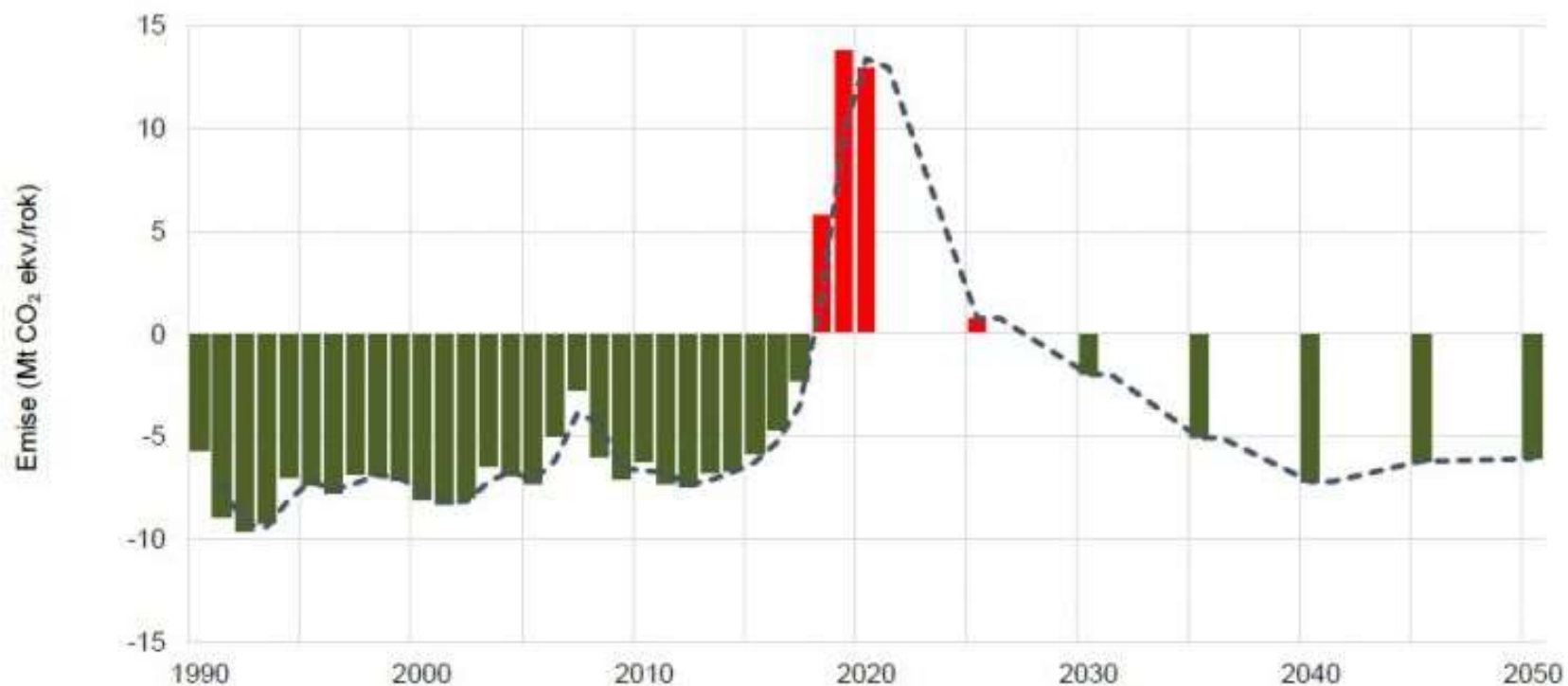
Sucho a lýkožrout x lesy



POŠKOZENO TÉMĚŘ 14% SMRKOVÝCH POROSTŮ

**TO ZNAMENÁ 20% ZTRÁTU
UKLÁDÁNÍ UHLÍKU V LESÍCH ČR**

Uhlíková bilance sektoru lesnictví v ČR (1990-2020) a výhled do 2050



Adaptace na změnu klimatu - les

- změna dřevinného složení (více listnatých) a zvýšení biodiverzity (i opatrná introdukce nových druhů – Douglaska tisolistá? Jedle?), tzv. řízená migrace suchovzdorných druhů - dub pýřitý šípák
- snížení doby obmýetí zranitelných dřevin
- využívání nepasečných (především výběrných a minoritně výmladkových) hospodářských způsobů – vyloučení holosečí
- posílení přirozené obnovy
- změna vodního režimu (omezení eroze)
- monitoringy sucha, chorob a škůdců – systémy včasného varování
- management zvěře – redukce především spárkaté jako předpoklad realizace předchozího opatření v lesích
- smrk dominantně od cca. 800 m n m., jinde jako příměs podle místních podmínek

Adaptace

Zalesňování (podle typu dřevin)



2011

51 %

49 %

jehličnaté

listnaté

36 %

64 %



2021

Zdroj: ČSÚ

Mýty o ZK

- Skleníkový efekt je špatný
- ZK = přináší jen oteplování
- ZK = úspora energie
- vždyť už to tu bylo....
- celosvětová katastrofa

