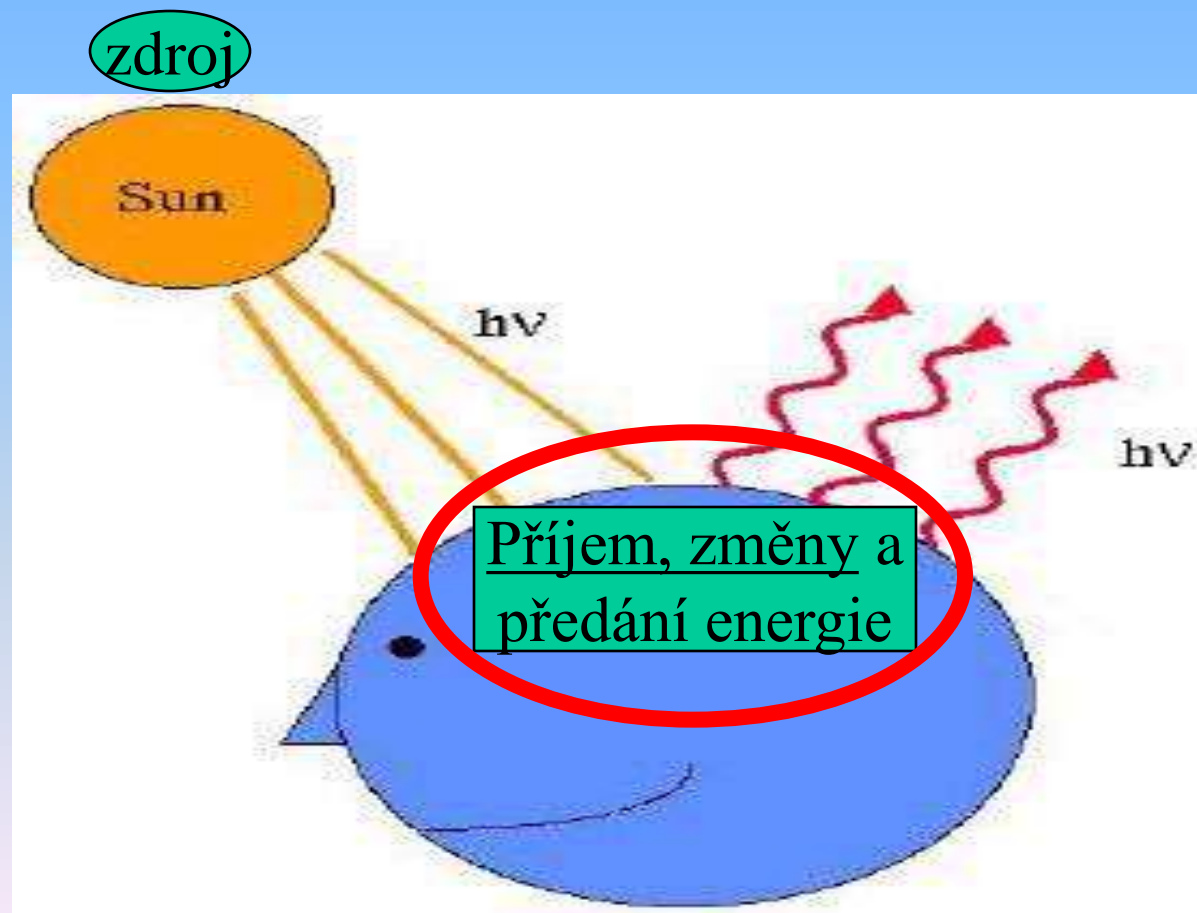


Přednáška 4/13

ENERGETICKÁ BILANCE

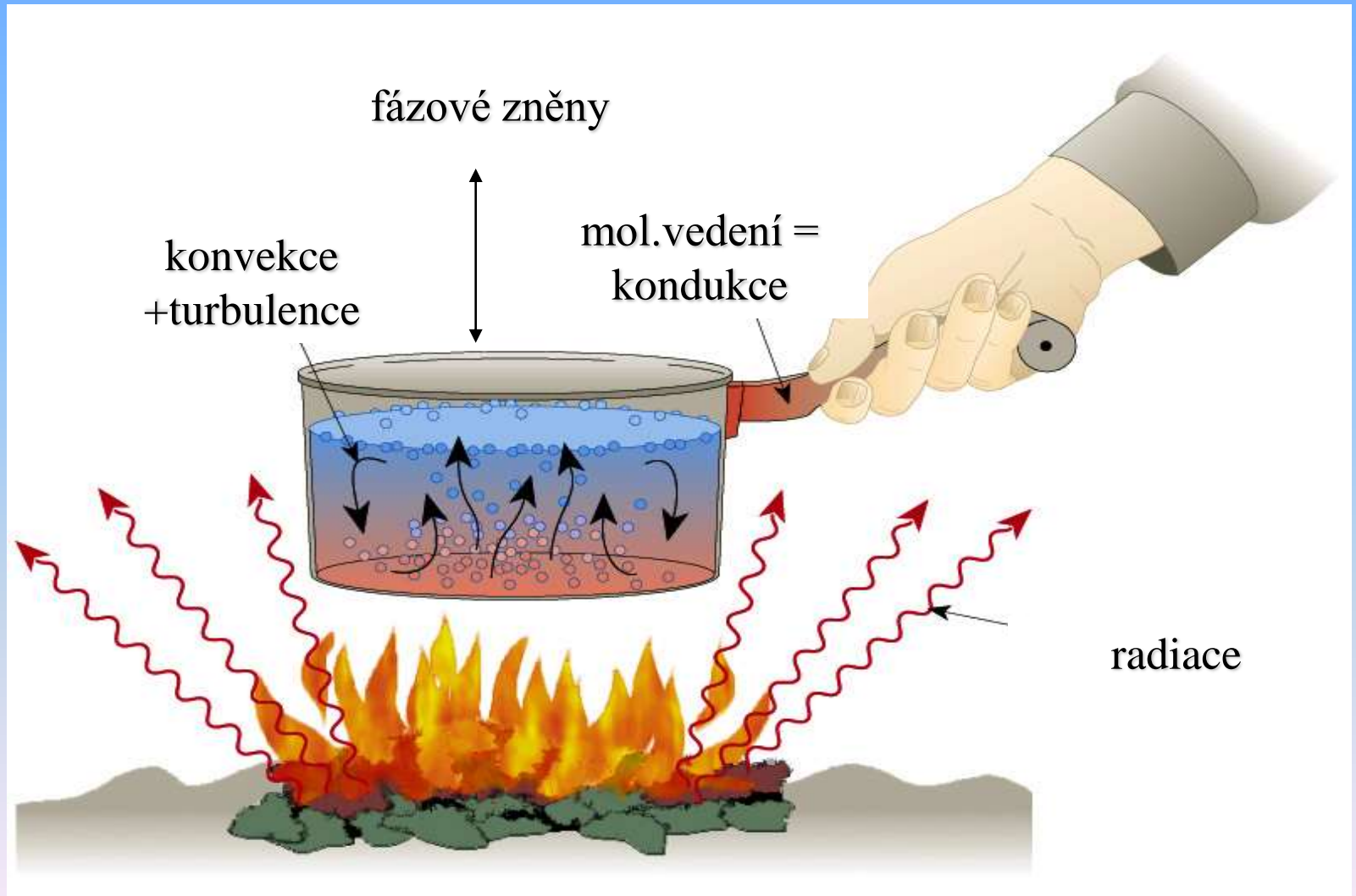
Změna klimatu a její dopady



Přenos energie

- radiace
- molekulární vodivost (kondukce)
- konvekce + turbulence
- latentní přenos (fázové přeměny)

Přenos energie



Energetická bilance

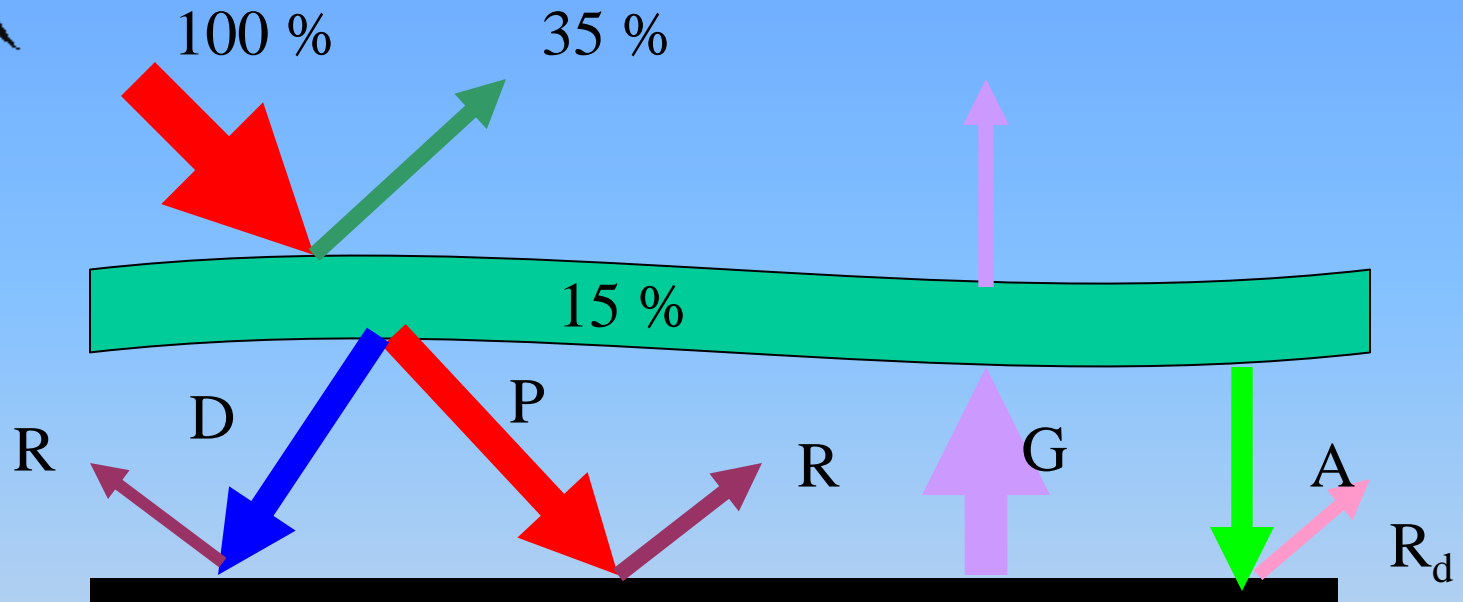
(aktivního povrchu)

$$**B_e = B \pm P \pm Q_p \pm LV**$$

- **B = radiační bilance**
- **P = tok tepla (výměna tepla) mezi atmosférou a zemským povrchem**
- **Q_p = tok tepla mezi zemským povrchem a jeho podložím**
- **LV = tok tepla spojený s fázovými přeměnami vody**

$$B_e = B \pm P \pm Q_p \pm LV$$

B - radiální bilance



$$Q = P + D$$

$$B_k = P + D - R \quad B_d = -G + A - R_d$$

$$B = B_k + B_d$$

$$B_e = B \pm P \pm Q_p \pm LV$$

P – tok tepla mezi atmosférou a zemským povrchem

1. povrch je **teplejší** než vzduch

2. povrch je **chladnější** než vzduch

Konvekce +
Turbulence

Mol. vedení =
konduktce



Energie směřuje do atmosféry,
povrch se ochlazuje

Energie směřuje k povrchu,
ten se otepluje

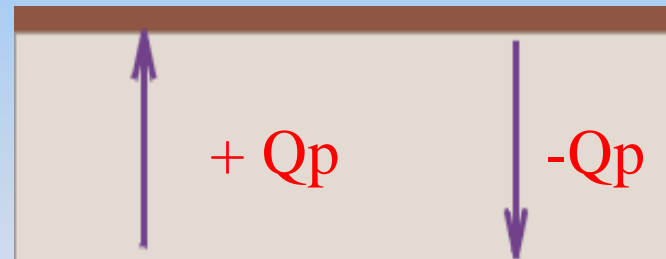
$$B_e = B \pm P \pm Q_p \pm LV$$

Q_p - Tok tepla do půdy

Q_p = záleží na typu podloží (**A**)

1. Povrch je chladnější než podloží

2. Povrch je teplejší než podloží



Molekulární vedení
= kondukce

Povrch se
otepluje

Povrch se
ochlazuje

Hodnoty koeficientu teplotní vodivosti „A“

Látka	teplota (°C)	A (W m ⁻¹ K ⁻¹)
Vzduch	10	0,025
Voda	10	0,59
Led	0	2,18
Led	-10	2,30
Sníh (500kg m ⁻³)	10	0,63
Jílové minerály	10	2,93
Křemen	10	8,79
Organický půdní materiál	10	0,25
Suchá půda	10	0,16 - 0,34
Vlhká půda	10	1,26 - 3,35

$$B_e = B \pm P \pm Q_p \pm LV$$

LV – tok tepla spojený s fázovými přeměnami vody

1. Povrch je **teplejší**
než vzduch

2. Povrch je **chladnější**
než vzduch

H₂O (voda) 2 500 J g⁻¹

H₂O (led) 2 835 J g⁻¹

latentní přenos

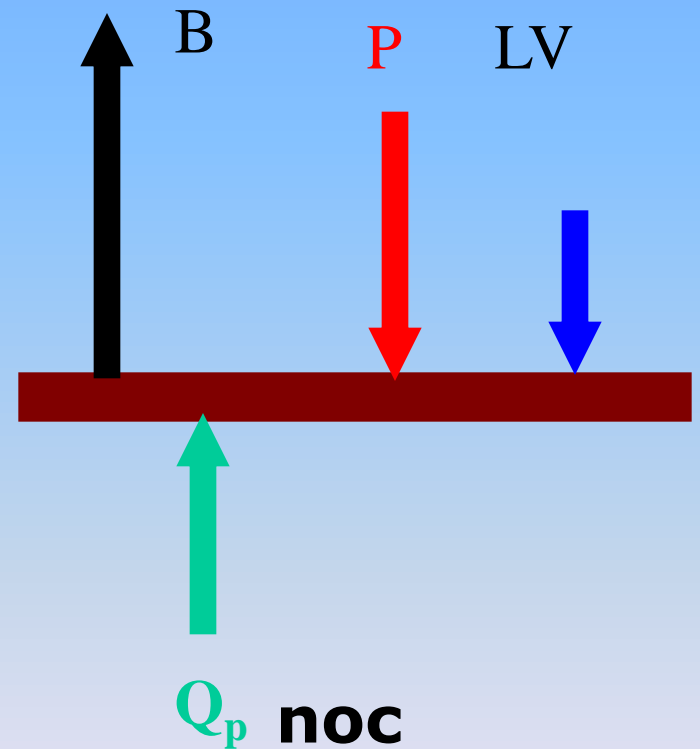
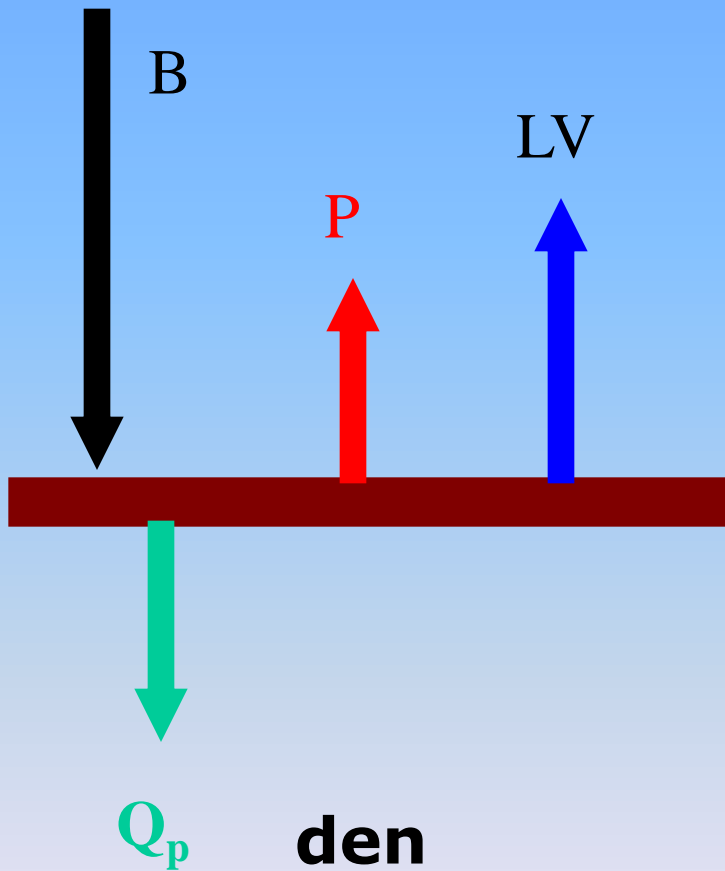


Povrch se **ochlazuje**
vzduch se nezahřívá

Vzduch se neochlazuje,
povrch se **zahřívá**

Energetická bilance

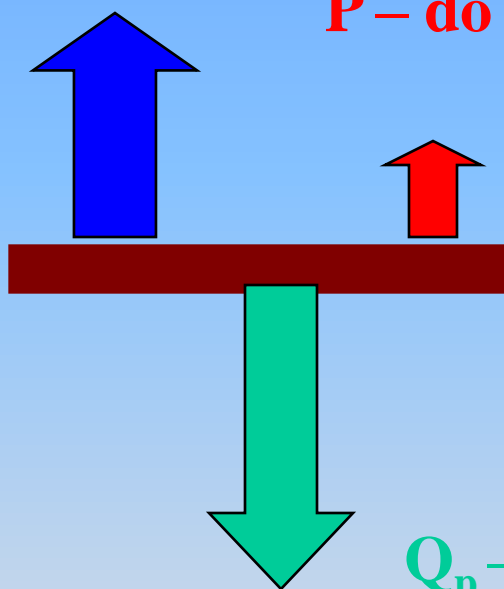
šipka = směr zisku energie



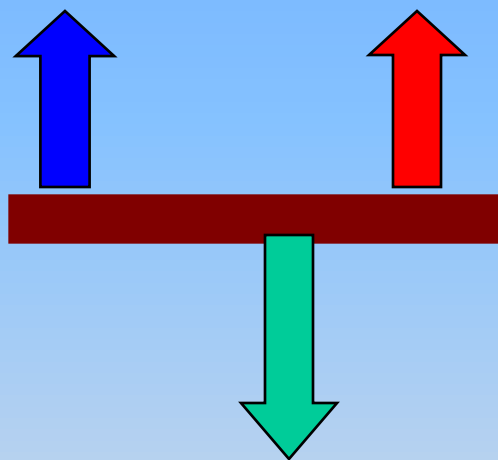
Urči typ povrchu (den) (B = stejné pro všechny povrchy)

LV – výpar

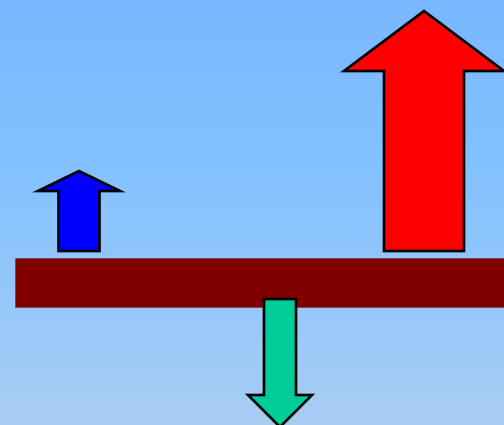
P – do vzduchu



Vodní hladina



Les



Poušť

UŽ VÍŠ PROČ....

Je přes den nad vodou chladněji?

A v noci naopak menší zima?

Proč se těžší půdy nazývají studené?

A nad lehkými půdami je větší nebezpečí jarních mrazíků?

Proč po dešti když vysvitne slunce teplota klesá?

Proč sucho přispívá k přehřátí krajiny?

Proč se městu říká tepelný ostrov? (Není tam voda, je jako poušť, v noci navíc produkuje teplo)

Klimatická změna a její důsledky



současnost



budoucnost...??

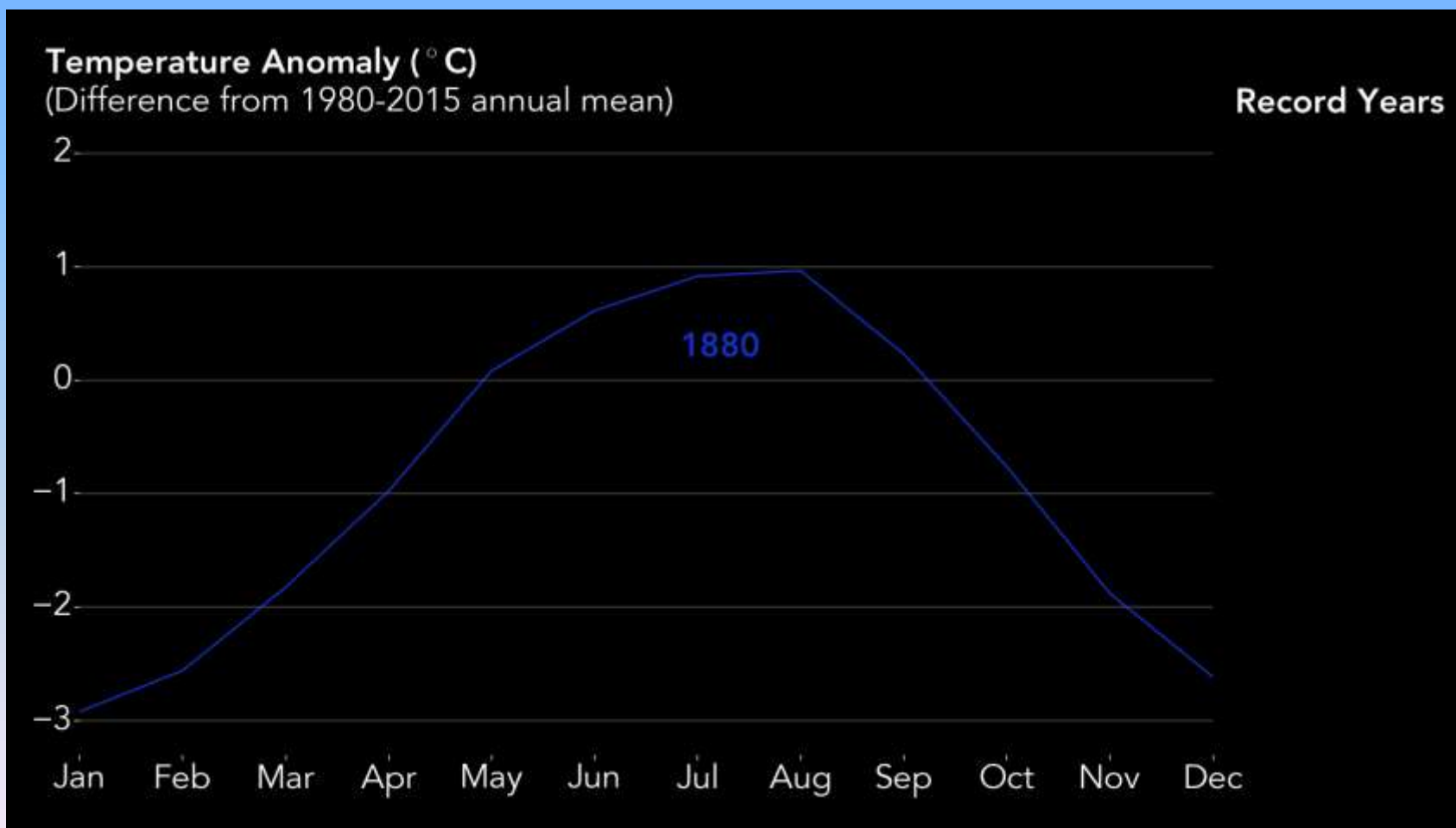
Příklad porušení radiační (energetické) bilance

Globální ekologické problémy

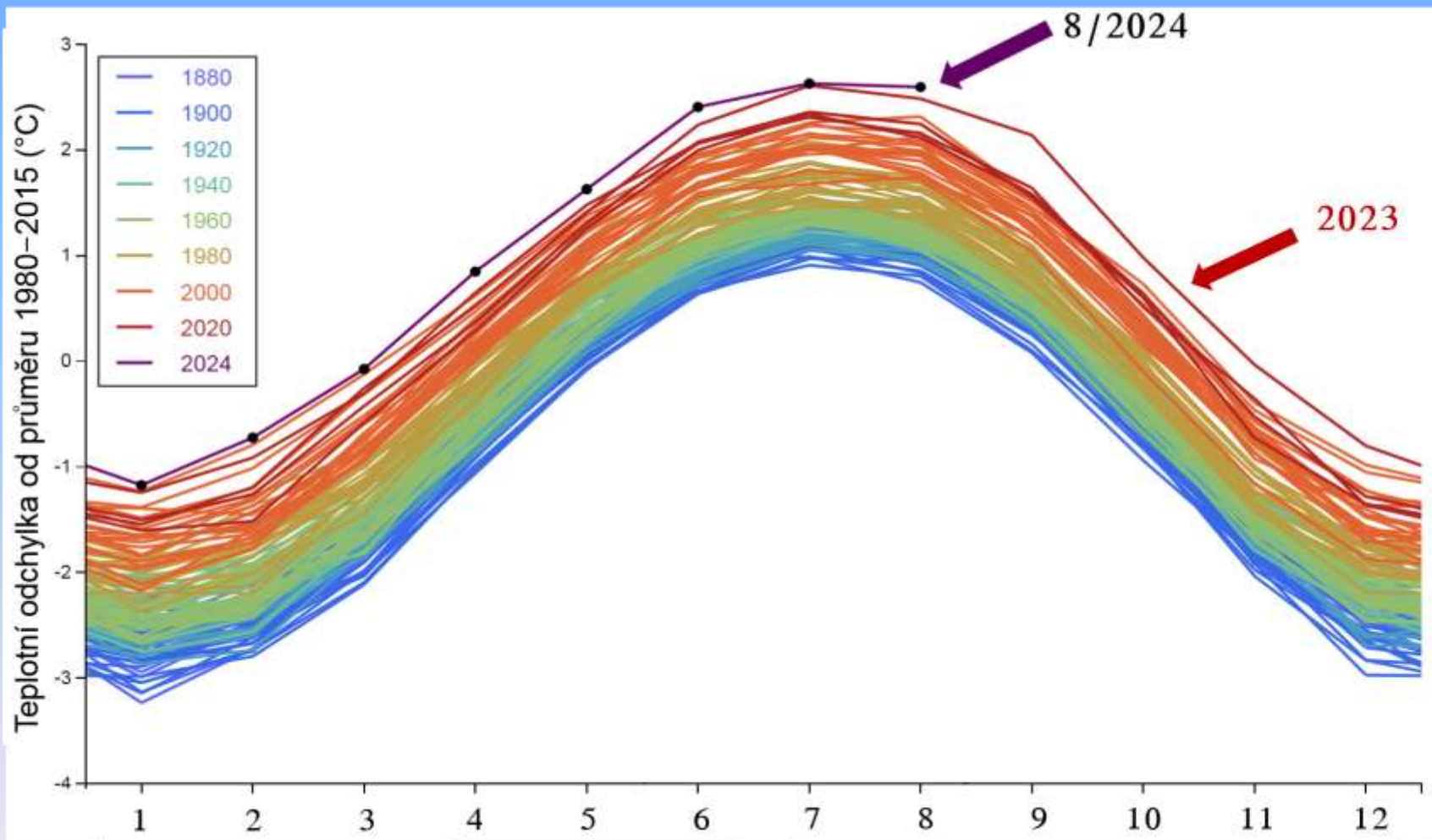
- Znečištění
- Snižování biodiverzity
- Ztenčování ozónové vrstvy
- Změna klimatu

Co se to děje?
Otepluje se!

Globální teplota Země

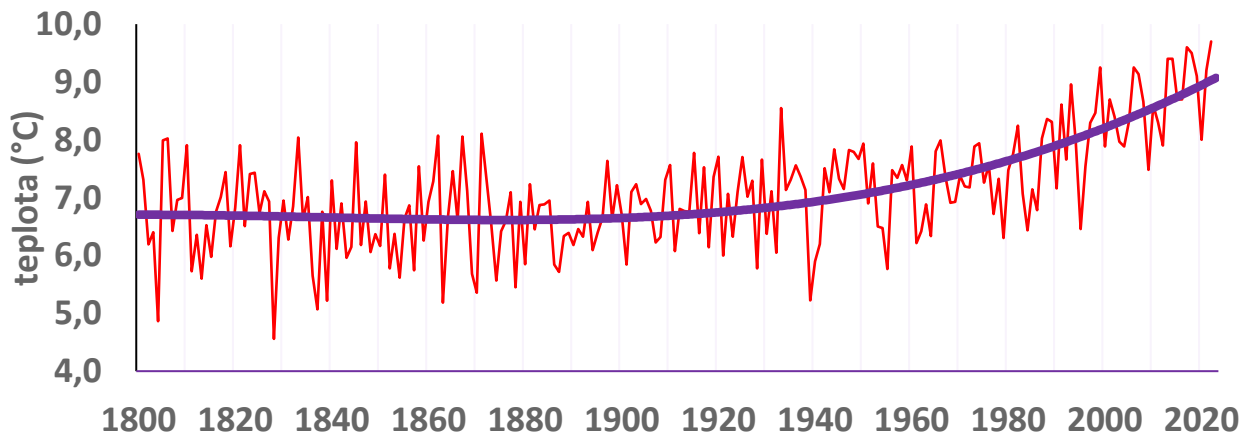


Globální teplota Země od 1880



Klimatická realita v ČR

Průměrná roční teplota v ČR (1800–2023)

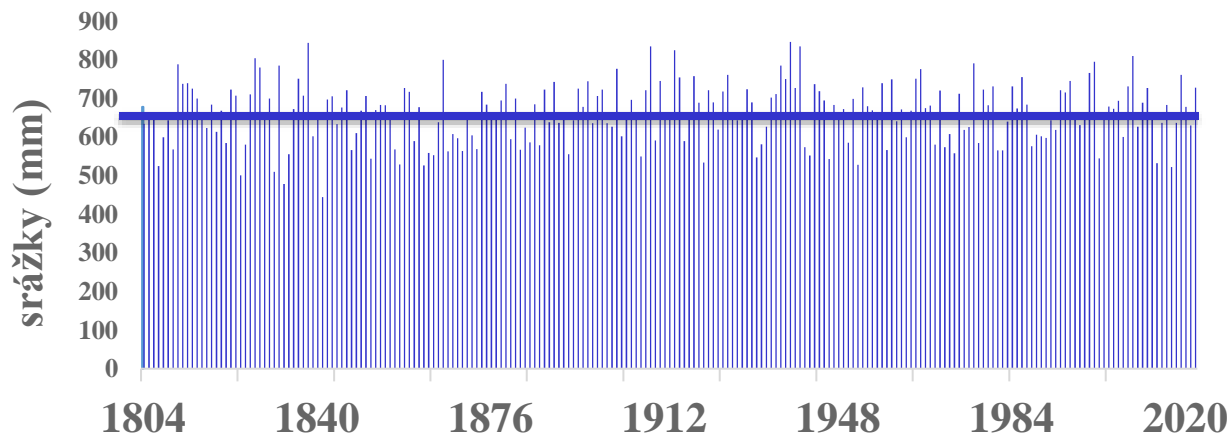


1800–1960 = 6,7 °C

2000–2023 = 8,7 °C

Rok 2023 = 9,7 °C

Průměrné roční srážky v ČR (1804–2023)



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

Proč se otepluje a mění
klíma?

Je to epizoda, výkyv...?

Jak to vlastně je?

Vždyť klima se přeci měnilo vždy!

uhlí (= subtropická vegetace)



ledovcové kary Krkonoše



Příčiny změn klimatu

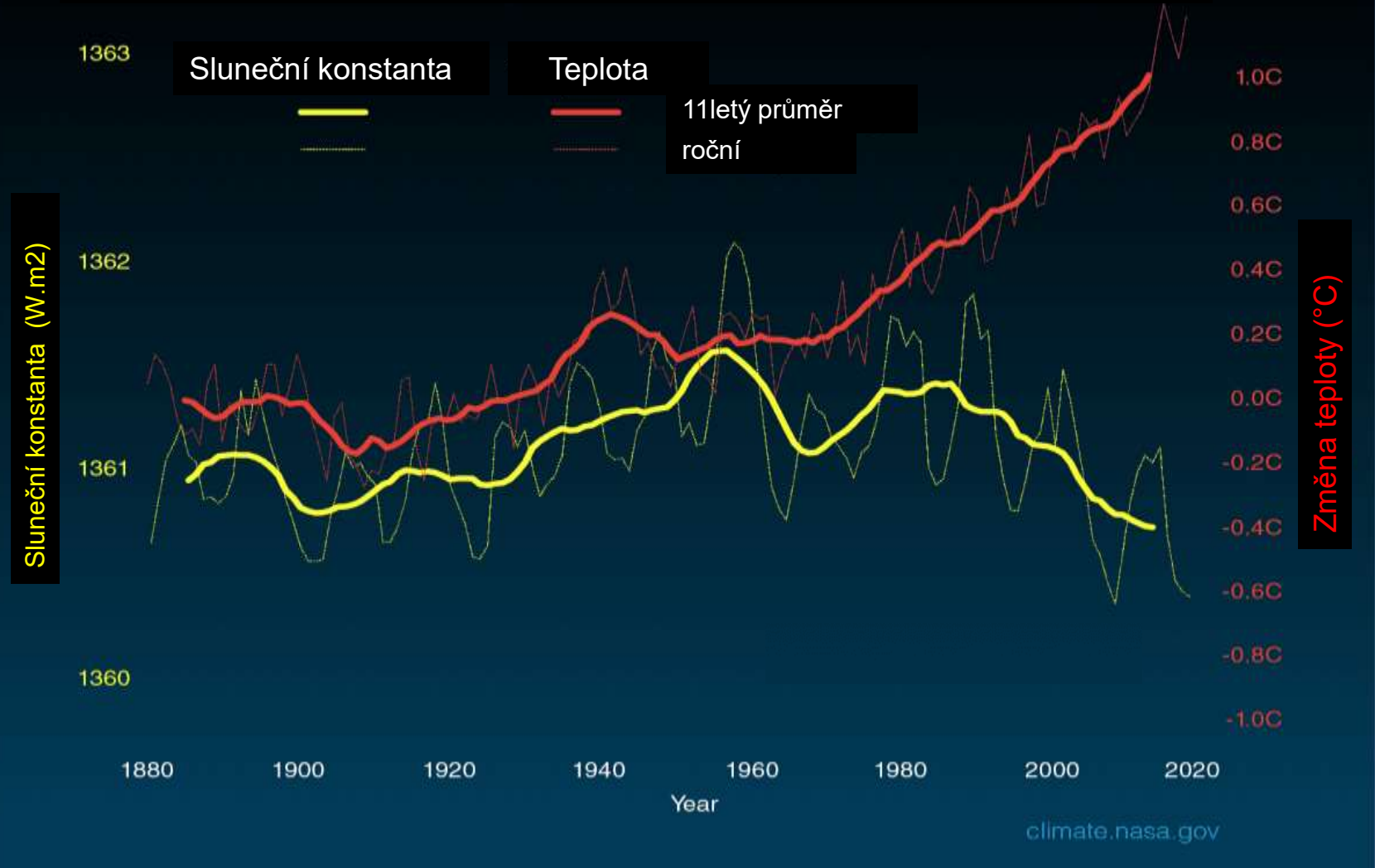
Evolve – Revoluce

Evolve (desetitisíce až miliony let)

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

Teplota a sluneční aktivita od 1880

Teplota vs. Sluneční aktivita (konstanta)




Příčiny změn klimatu

Evolve – Revoluce

Současná změna klimatu se blíží **revoluci**

HYPOTÉZA:

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



Zemský povrch vyzařuje energii do vesmíru

- 18 °C

Sluneční záření zahřívá zemský povrch

Teplota bez skleníkových plynů -18°C !!!

Zemský povrch vyzařuje energii do vesmíru

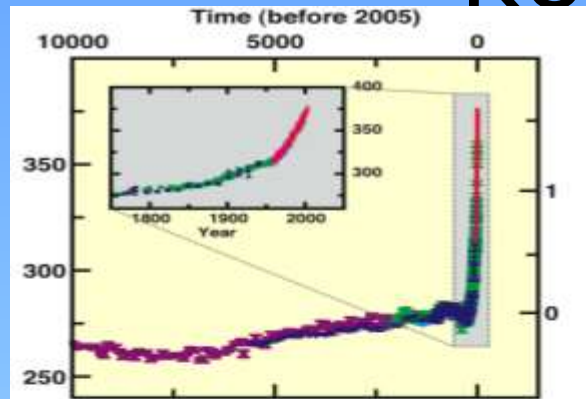
+ 15 °C

Sluneční záření zahřívá zemský povrch

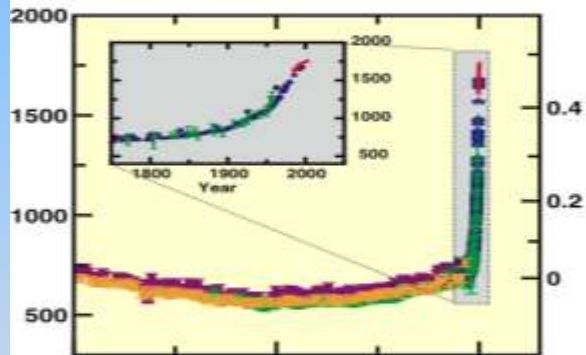
Teplota se skleníkovými plyny atmosféry = + 15 °C

Skleníkové plyny a jejich koncentrace

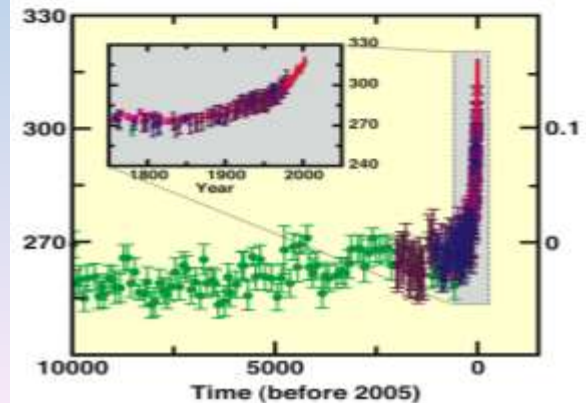
CO₂



CH₄



N₂O

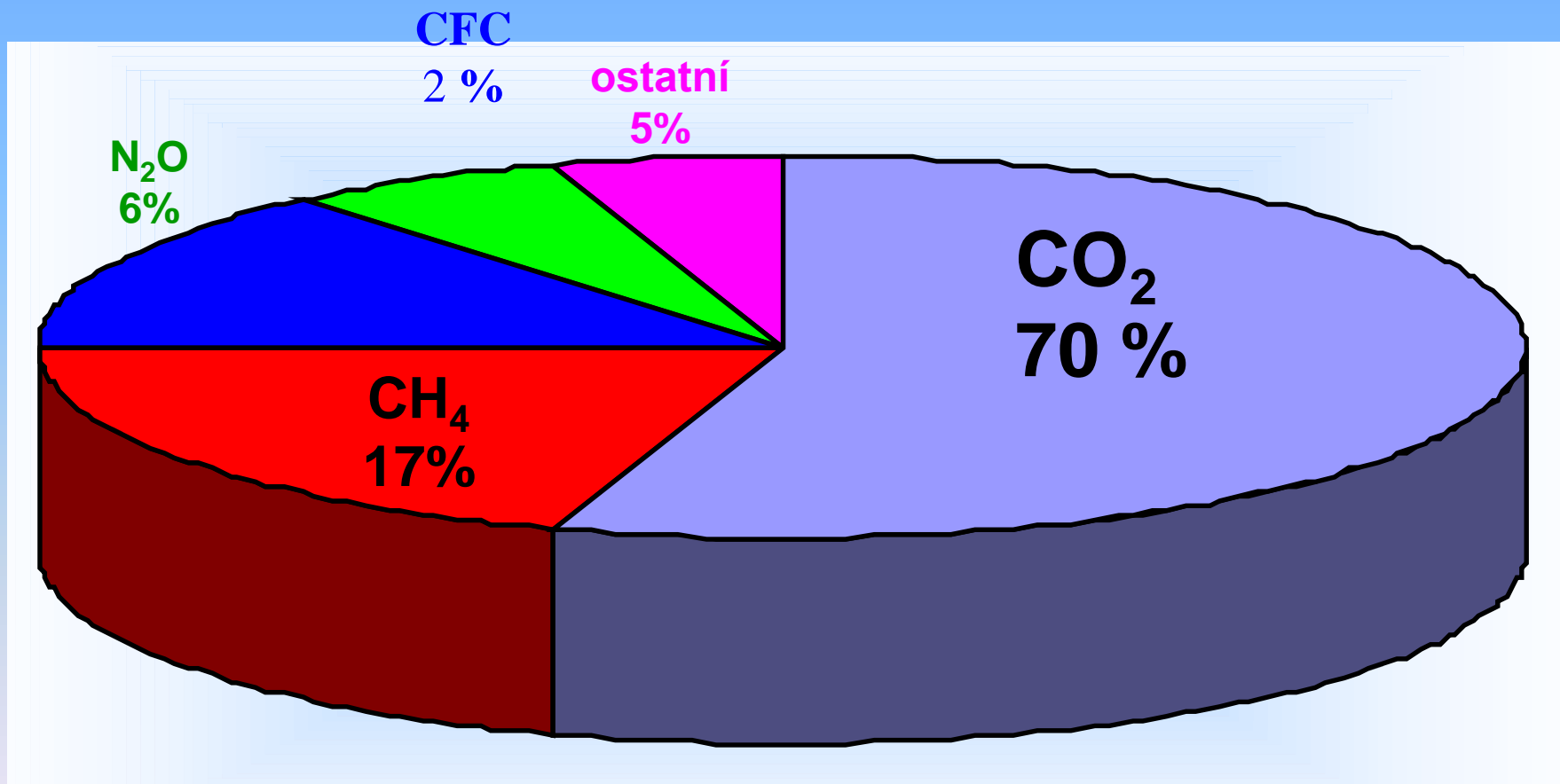


koncentrace (od cca 1750)

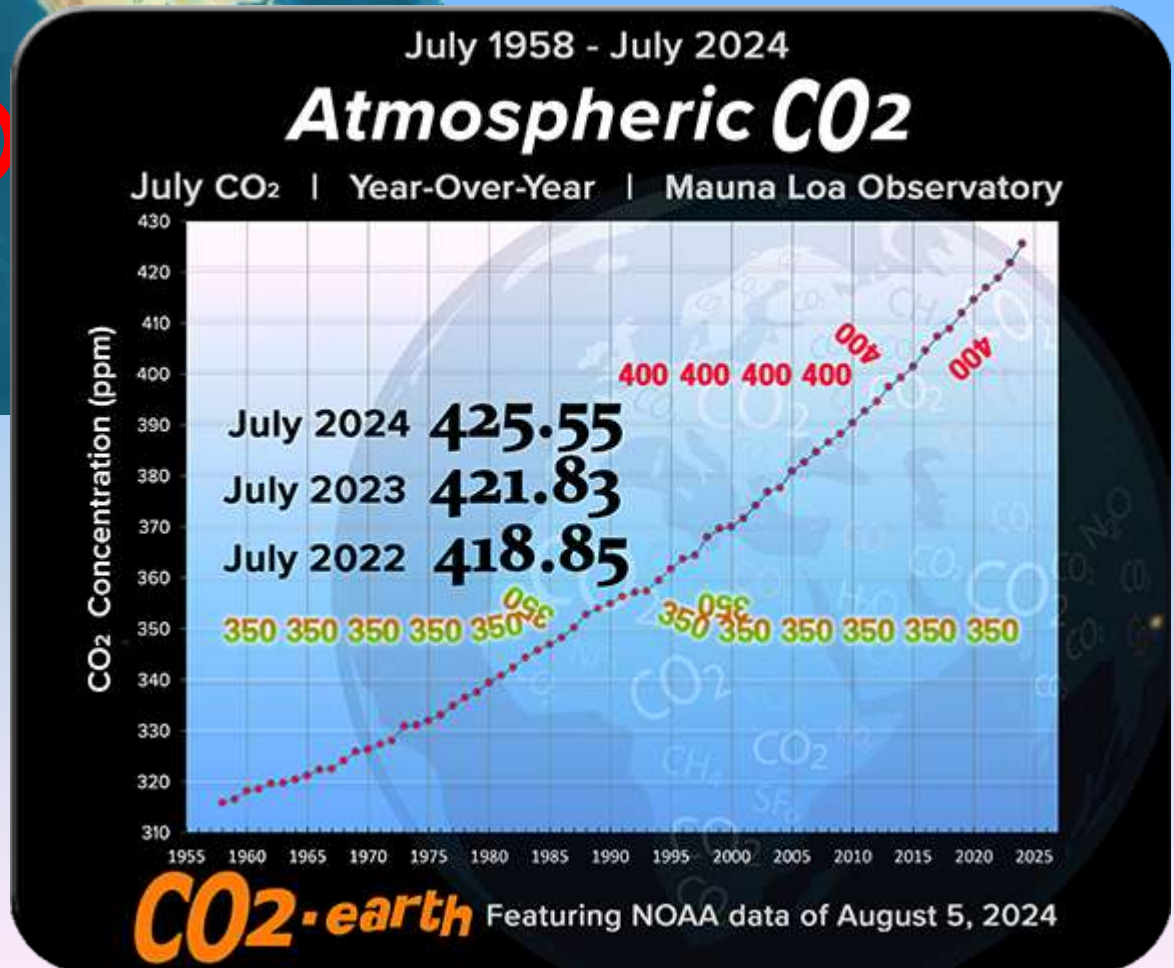
CO₂
CH₄
N₂O
Freony

50 %
140 %
20 %
zcela nové!

Podíl radiačně aktivních plynů na zesílení skleníkového efektu

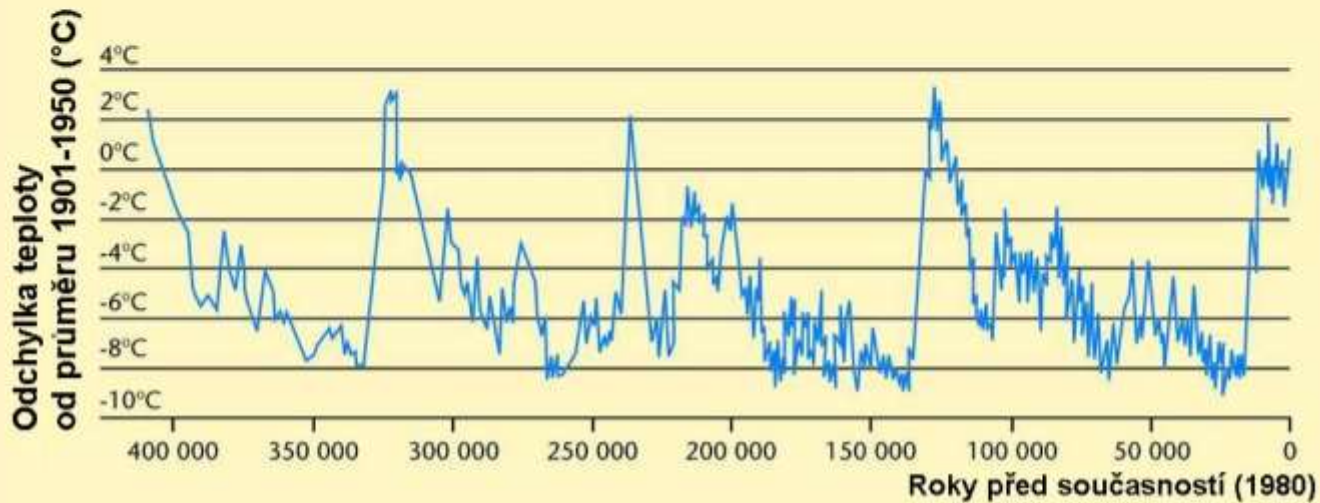
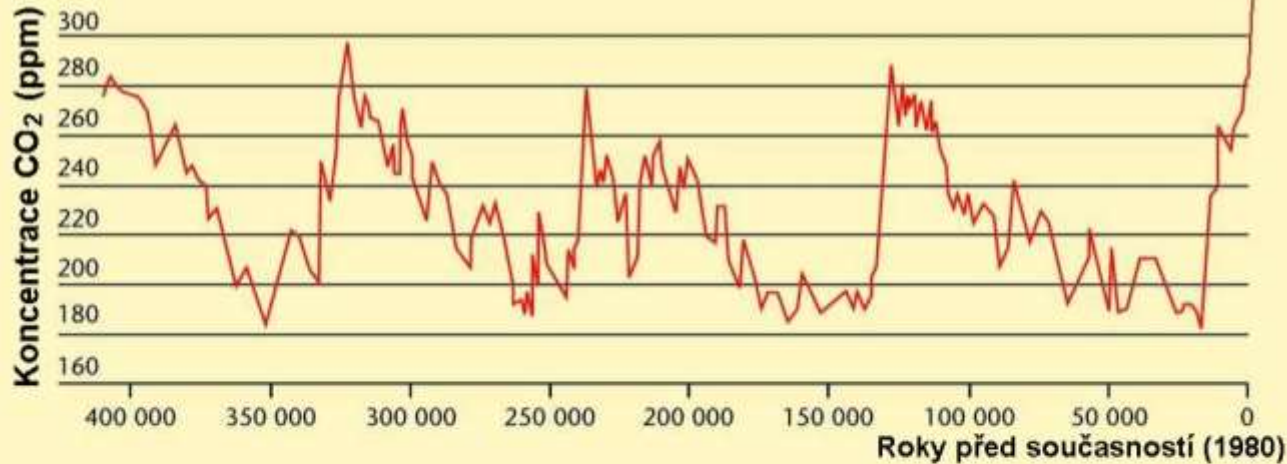


CO₂

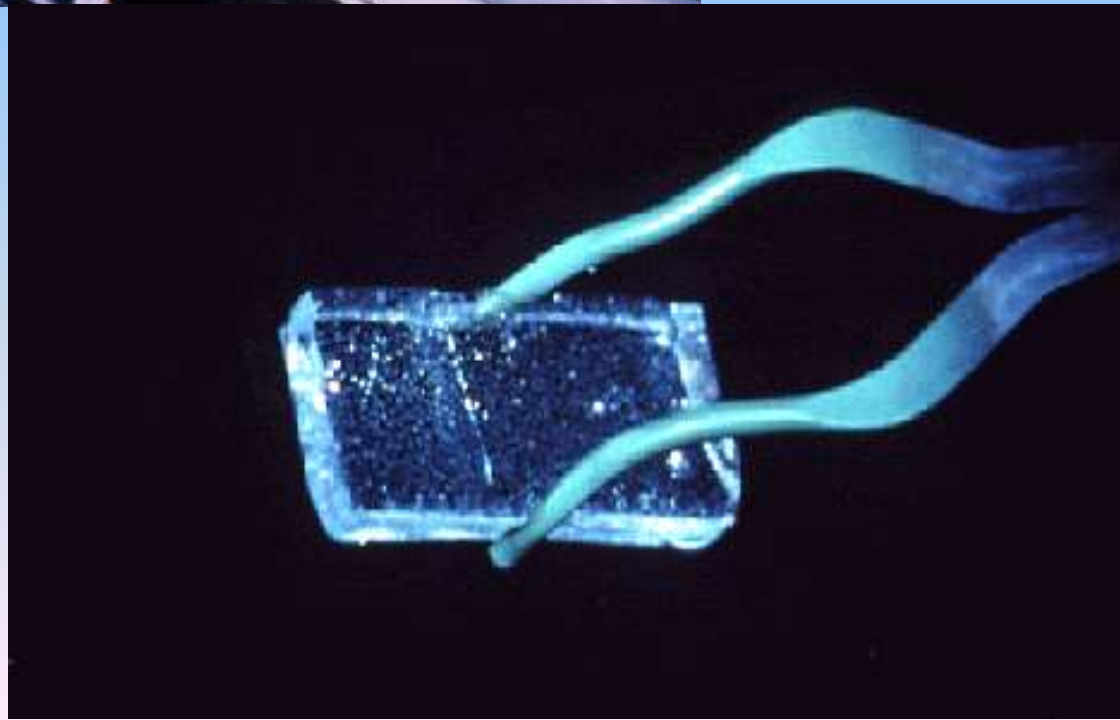


Vztah koncentrace CO₂ a teploty (analýza ledovcových tyčí stanice VOSTOK)

425
ppm

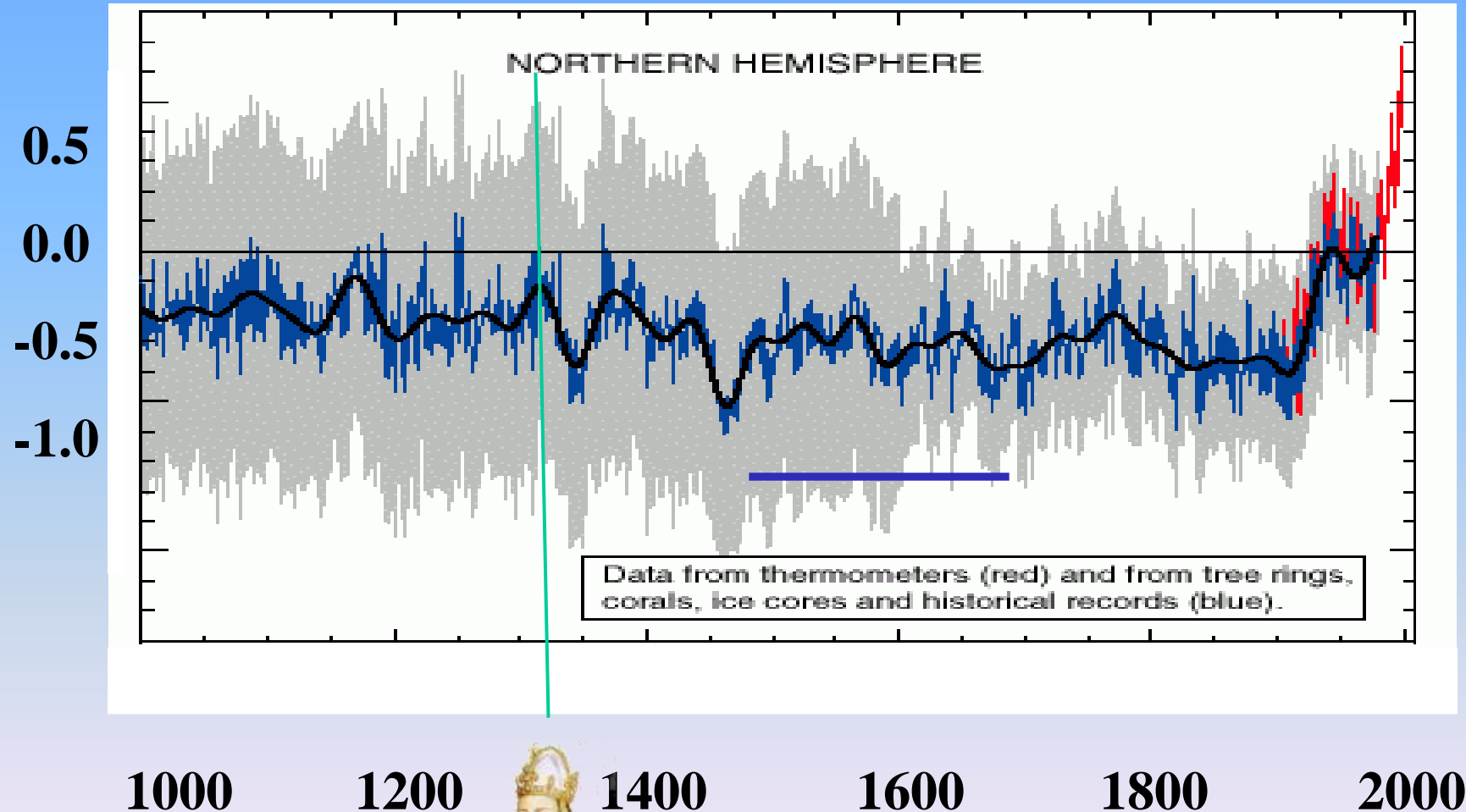


„Ledová jádra = klimaarchív naší atmosféry“



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

Odchylka od 1961-90



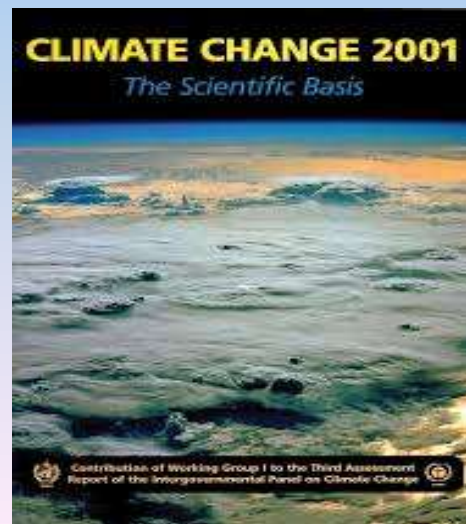
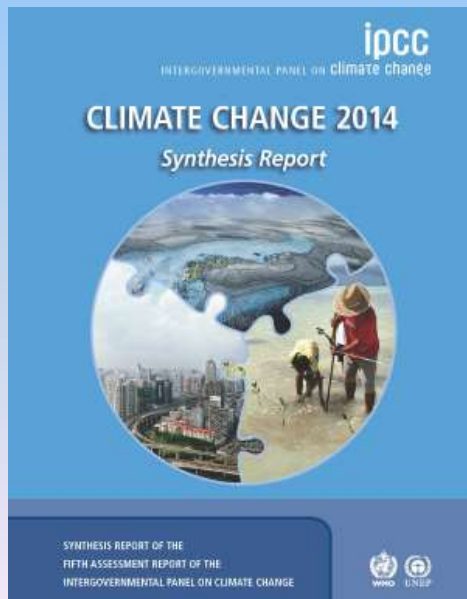
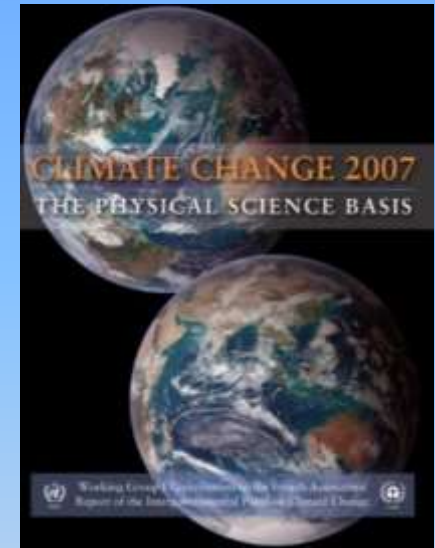
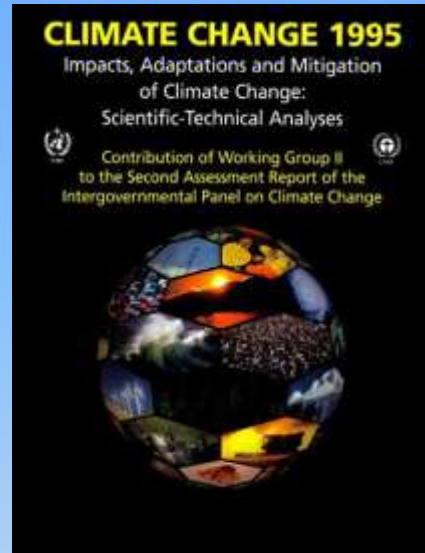
IPCC

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 (2001-2020 x 1850-2019)
- nárůst extrémních roků, dnů

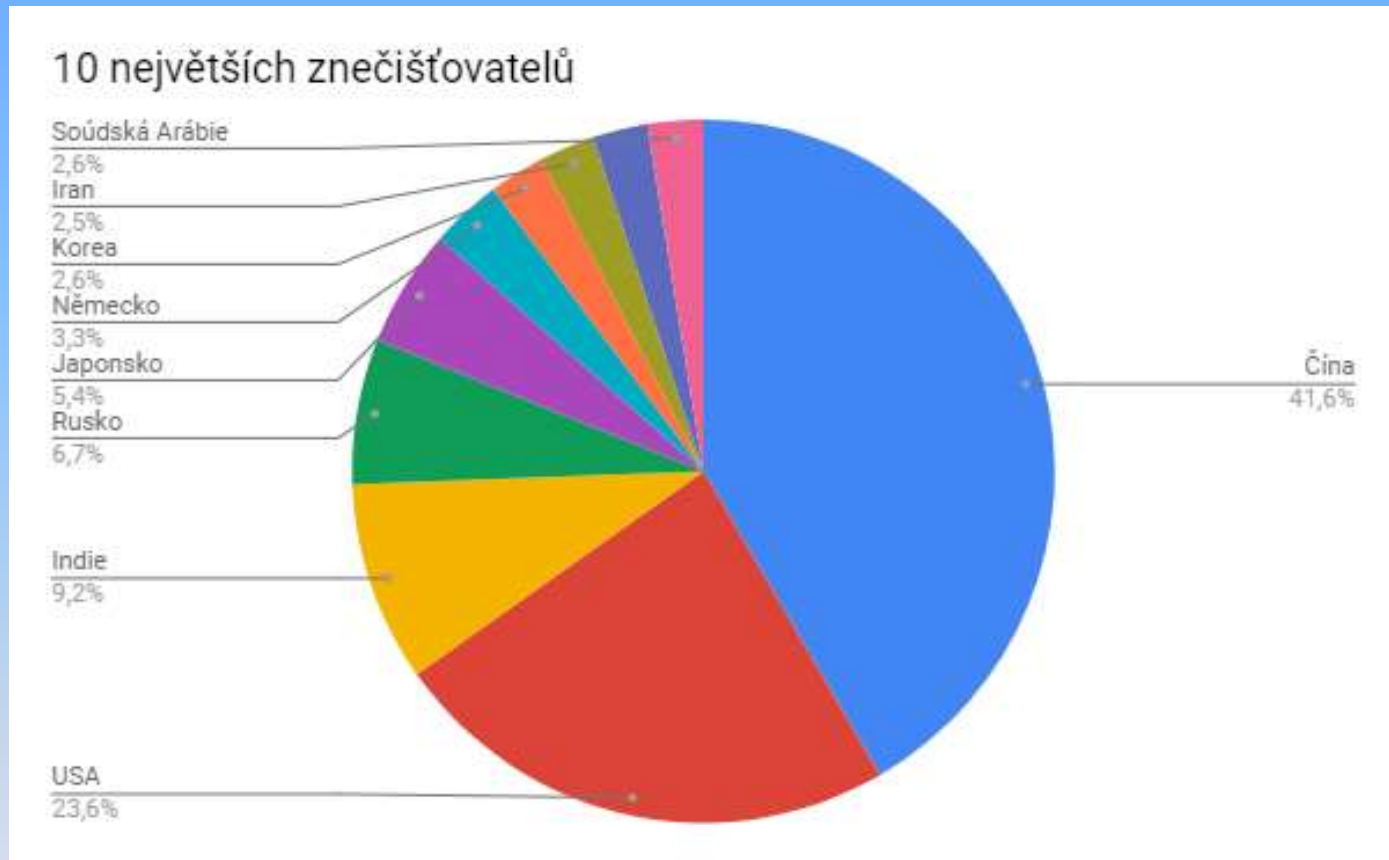
• Srážky ve 20. st.

- množství na severní polokouli se zvýšilo o 0,5 – 1%
- až o 5% se zvedl počet přivalových 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 stoupla od 1901 o 0,20 m
- byly zaznamenány první migrace obyvatel v souvislosti se zvýšením hladin oceánů

IPCC řekl KDO!

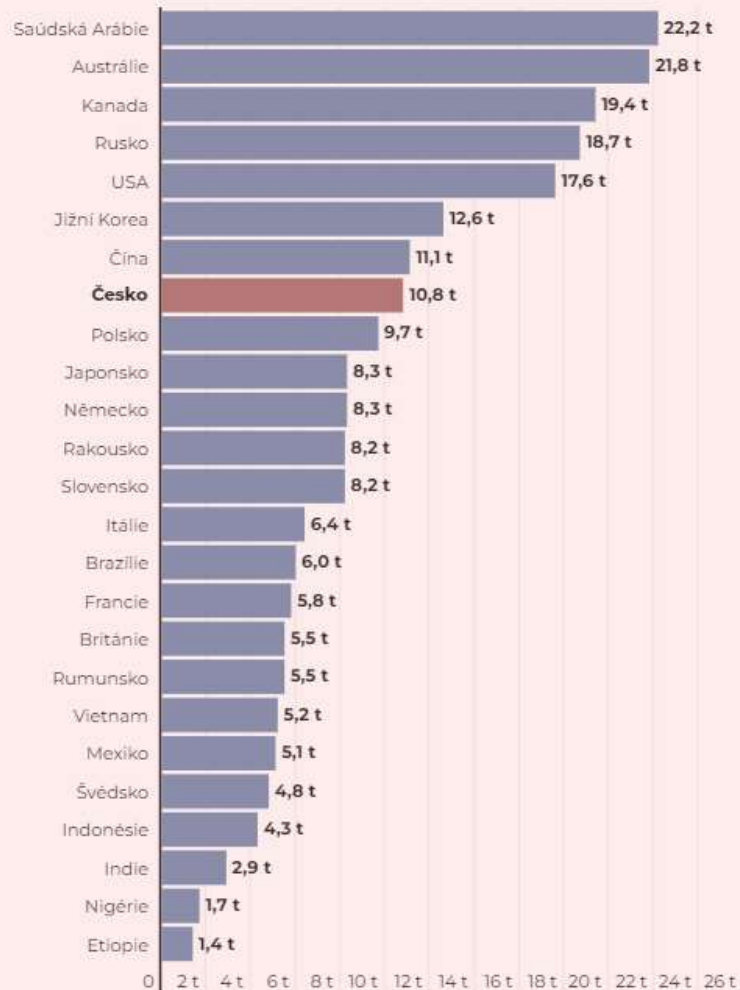


10 států = 66 % emisí CO₂

Na obyvatele

Emise na hlavu

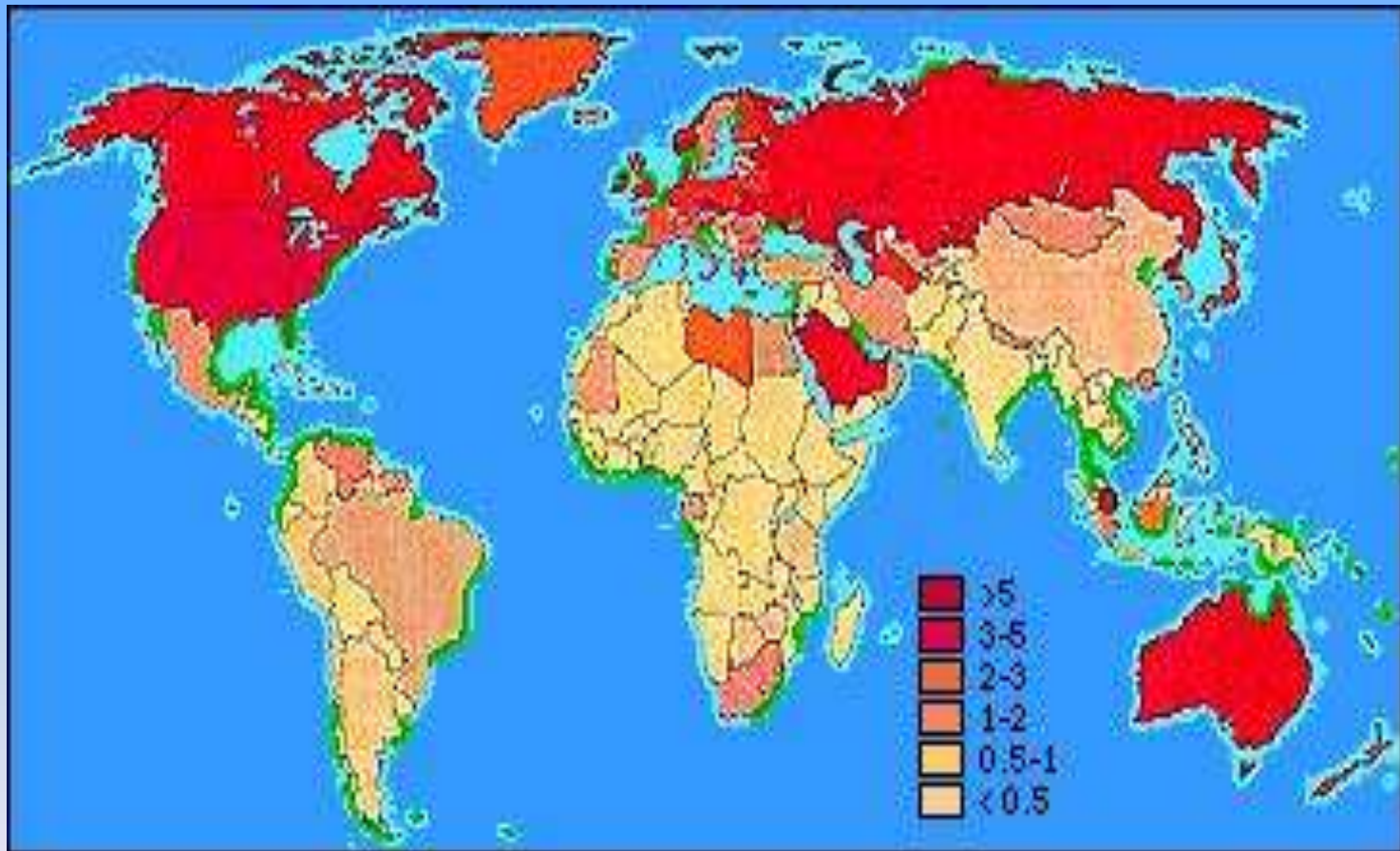
Produkce skleníkových plynů v tunách na obyvatele za rok 2023



Zdroj: Evropská komise, databáze EDGAR
(vybrané země podle zajímavosti)

Nejvýznamnější producenti CO₂

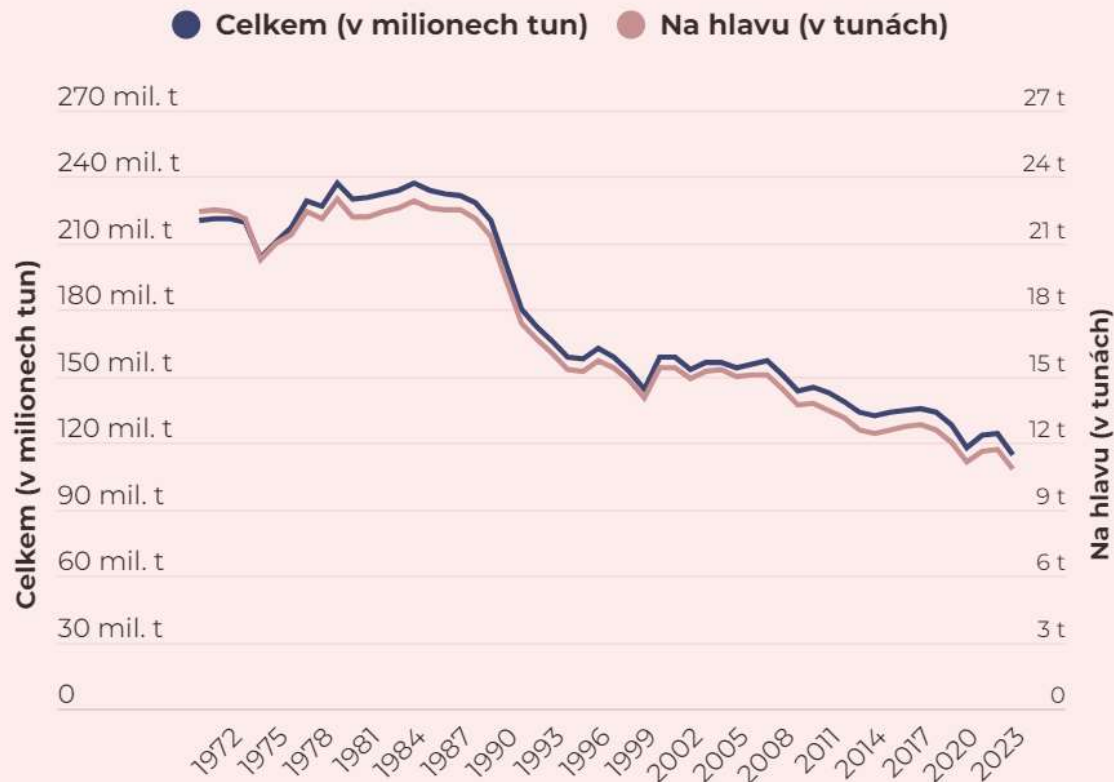
na obyvatele



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

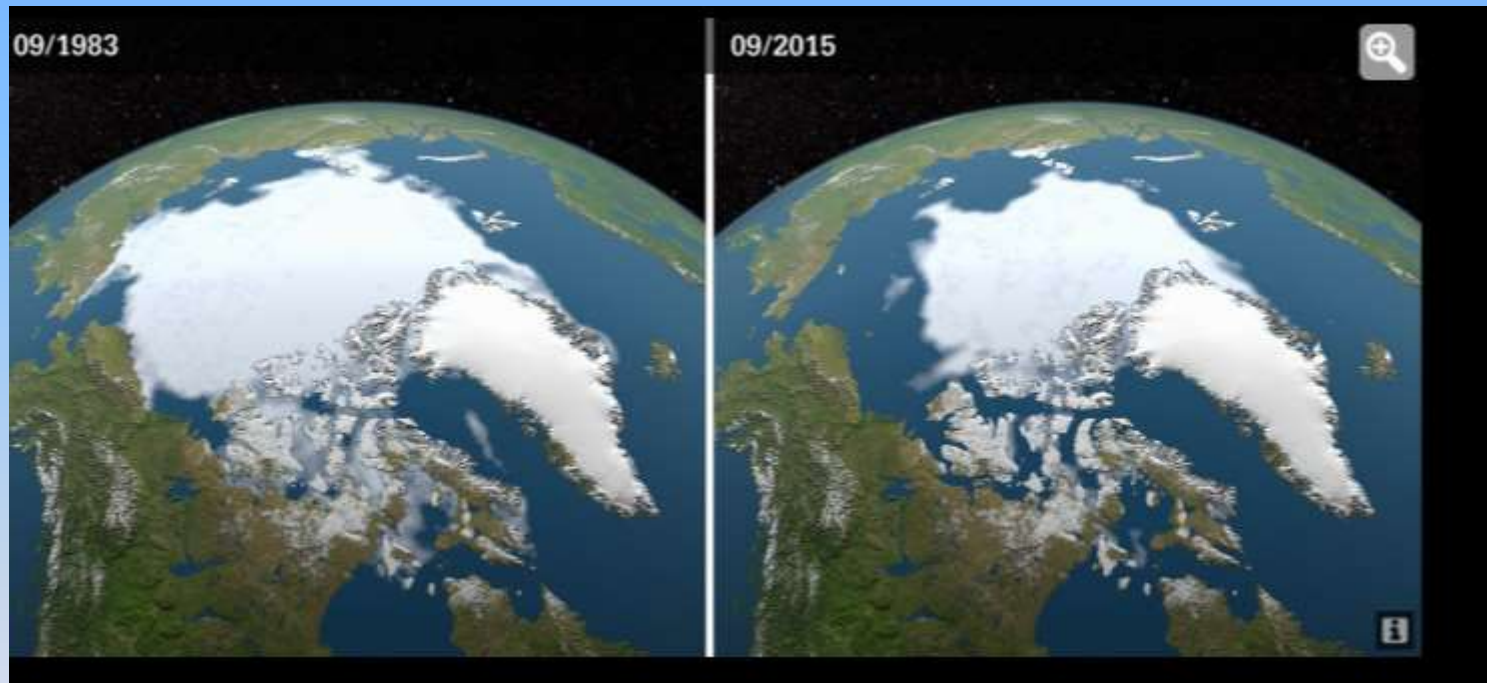


Realita

Ledovec Grónsko - Arktida

1983

2015



Ledovec Eyjafjallajökull - Island

09/1986



09/2014



Satelitní snímky z roku 1986 a 2014 porovnávají sněhovou pokrývku na islandském vulkánu Eyjafjallajökull. Ten v roce 2010 chrtil popel do atmosféry a komplikoval leteckou dopravu po celé Evropě.

NASA / LANCE / DNEG

1856



1856

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

1998



1998



Budoucnost - realita

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

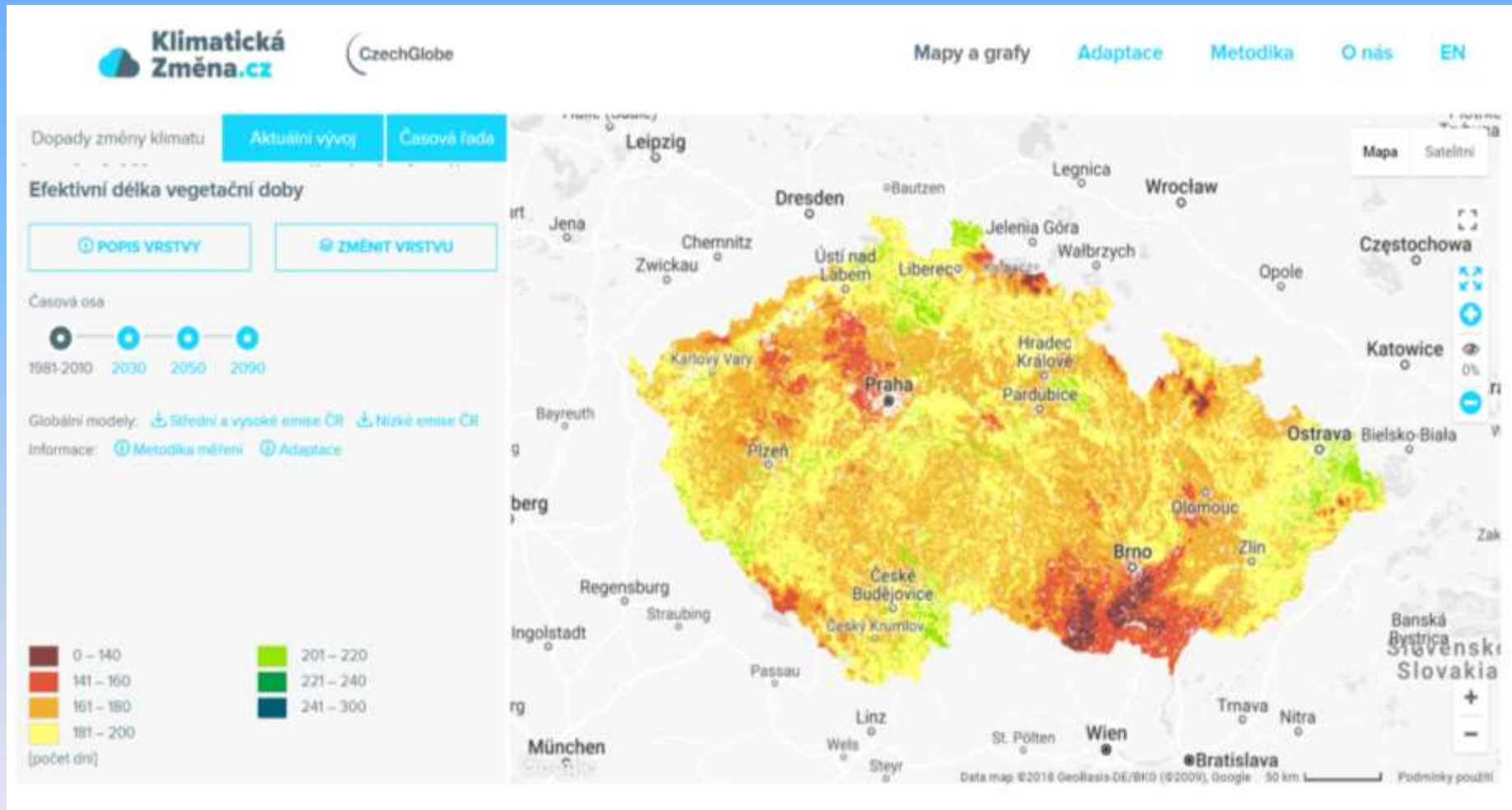
Hladina oceánů

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

! Nárůst extrémních meteorologických událostí !

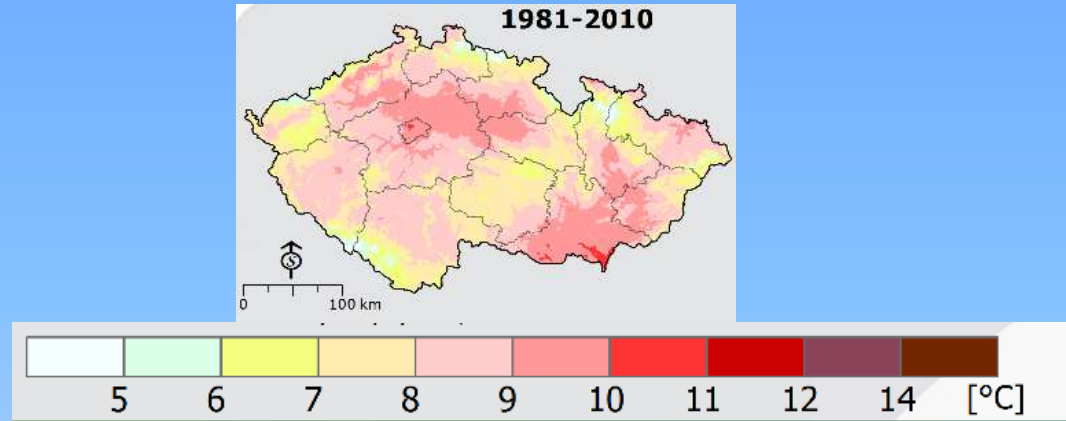
Budoucnost v ČR

www.klimatickazmena.cz



Průměrná roční teplota vzduchu (°C)

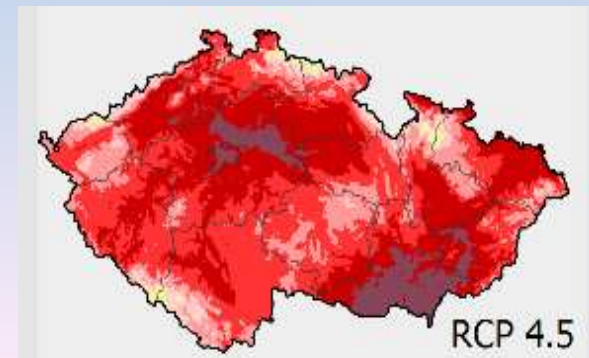
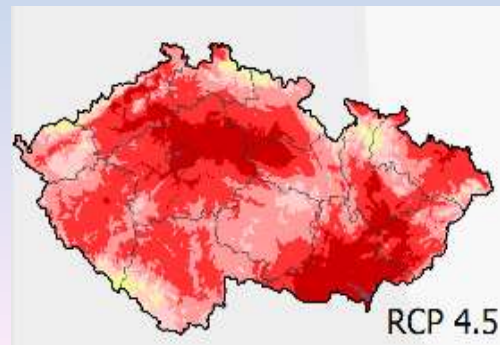
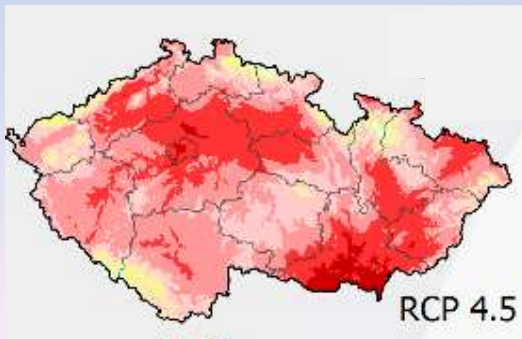
výskyt sucha



2030
+1,2 °C

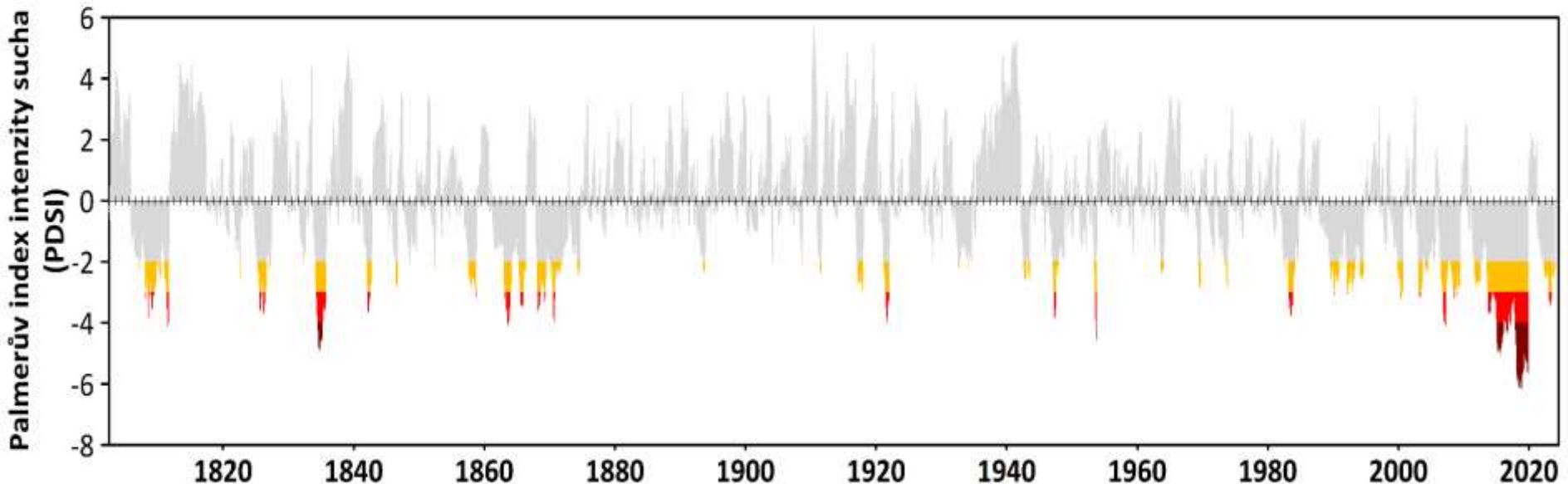
2050
+ 2,3 °C

2090
+ 3,1 °C



Suché epizody v ČR 1803-2024 měsíční PDSI

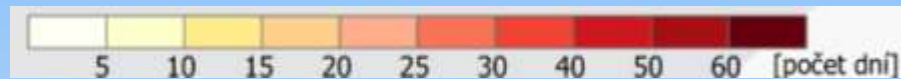
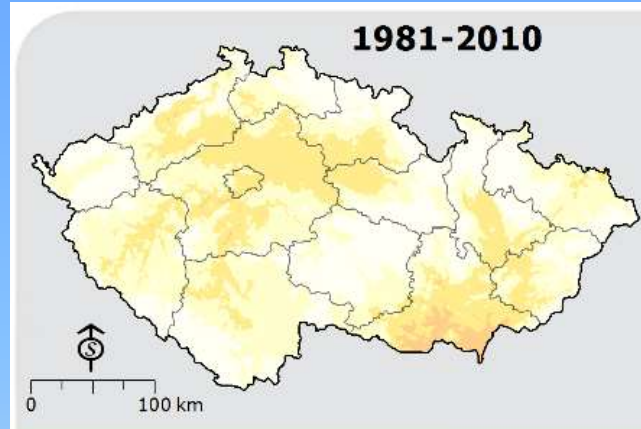
Intenzita sucha v ČR - 1803-2024



■ extrémní sucho ■ silné sucho ■ slabé sucho

Počet tropických dnů

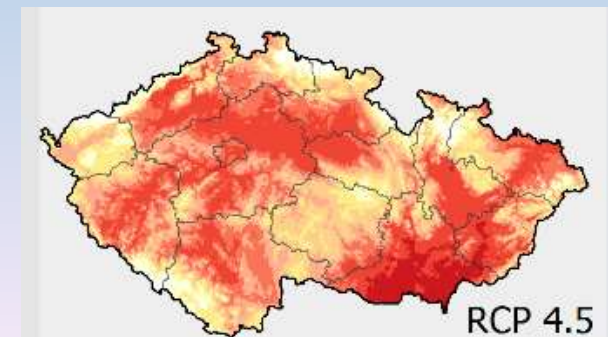
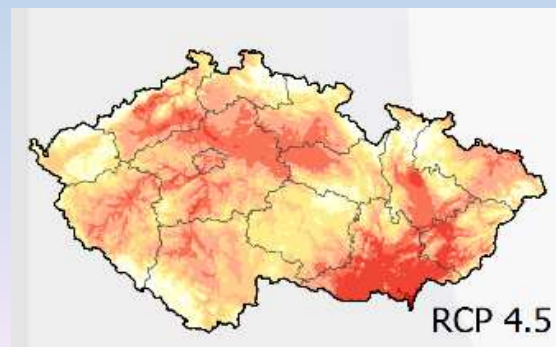
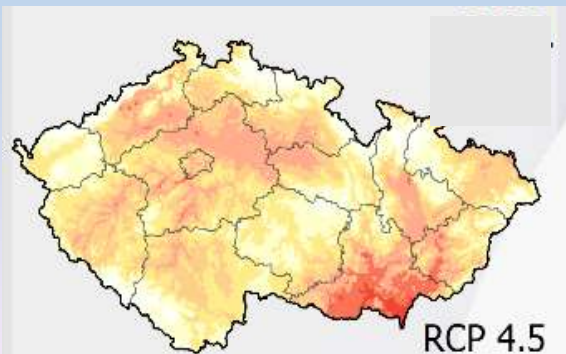
teplotní stres



2030
+10 dnů

2050
+20 dnů

2090
+35 dnů



Rok 2023

Rekordní vedro zabilo 47 tisíc Evropanů. A mohlo jich být ještě mnohem víc

29.6.2021

Příští vlny veder mohou zabít miliony lidí

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



Skot již při 22 °C /vyšší vlhkost



Snížení příjmu
potravy

Snížená dojivost

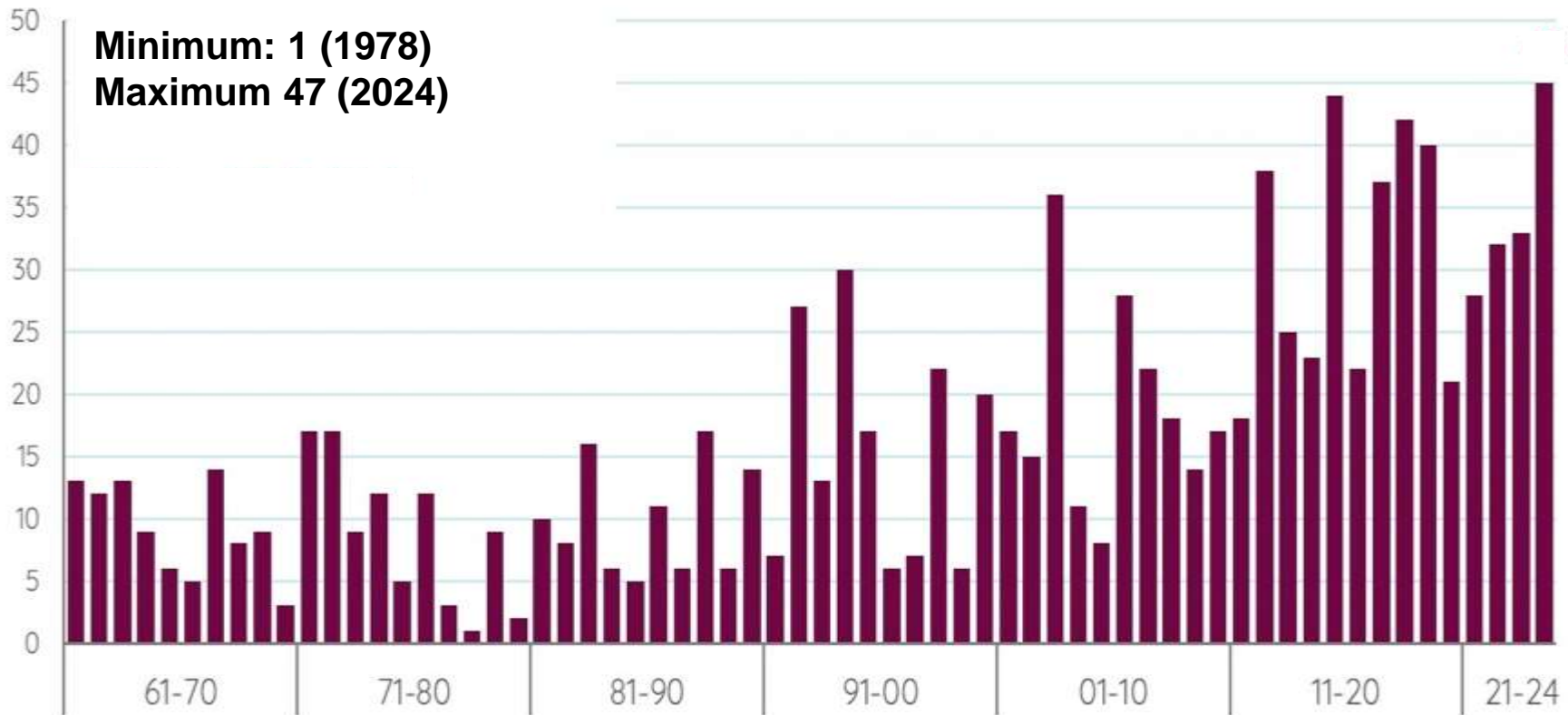
Problémy s
reprodukcí

Nárůst tropických dní (1961-2024)

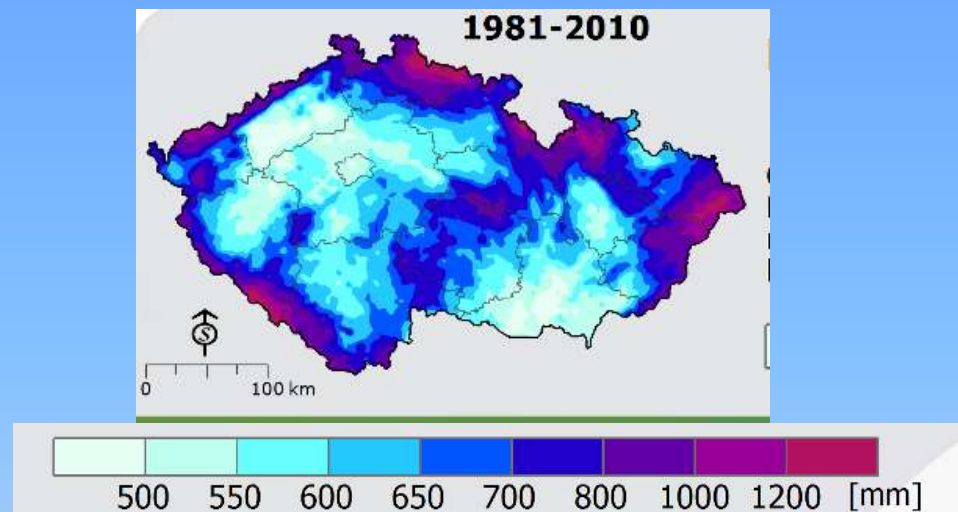
3x více

Počet tropických dní

Počet tropických dní na stanici Strážnice
1961-2024



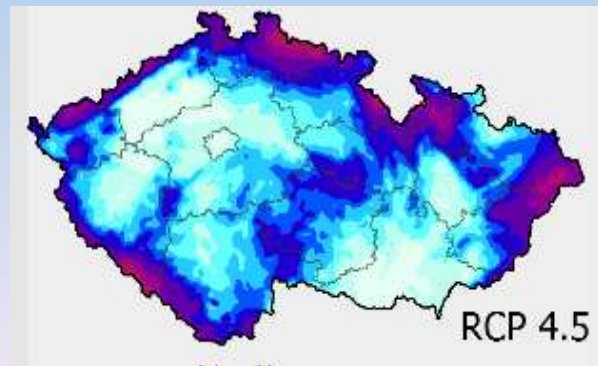
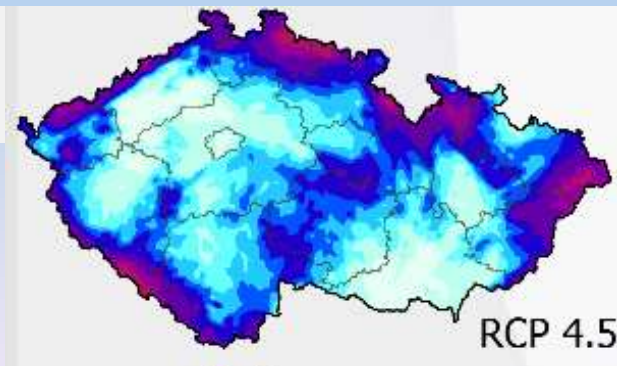
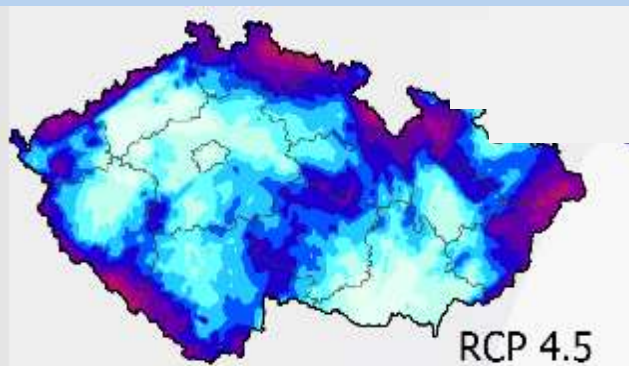
Roční úhrn srážek (mm)



2030

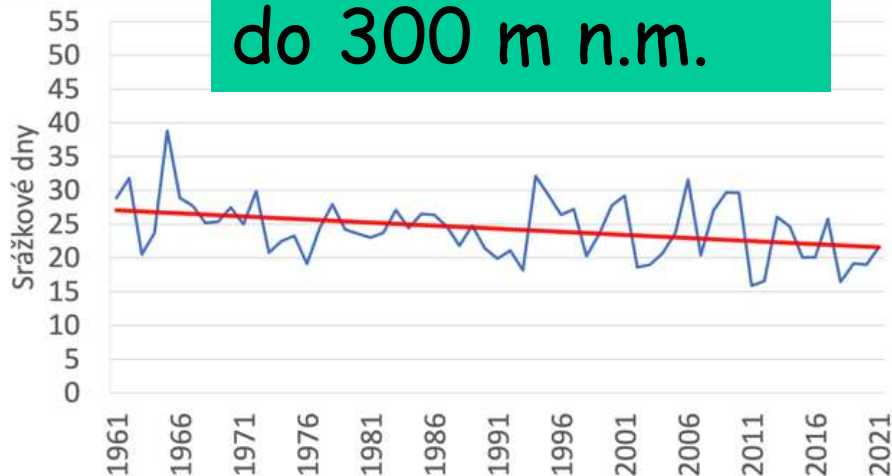
2050

2090

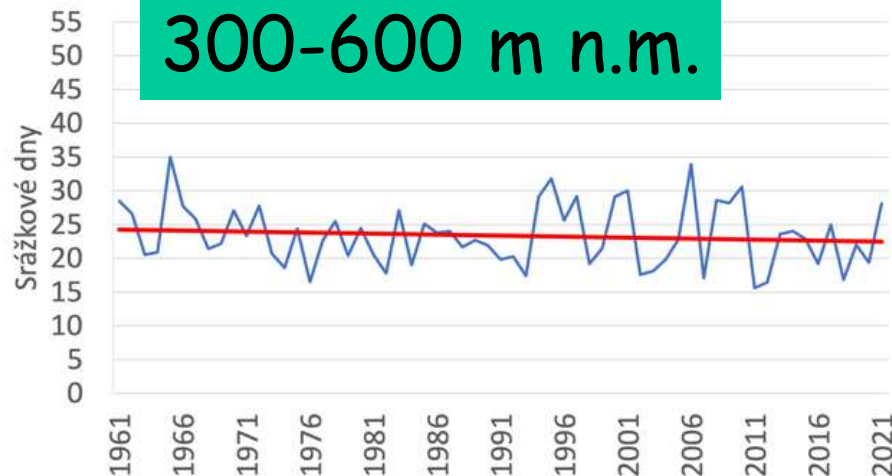


Jaro (BDK) - pokles počtu dní se srážkami (1961-2021)

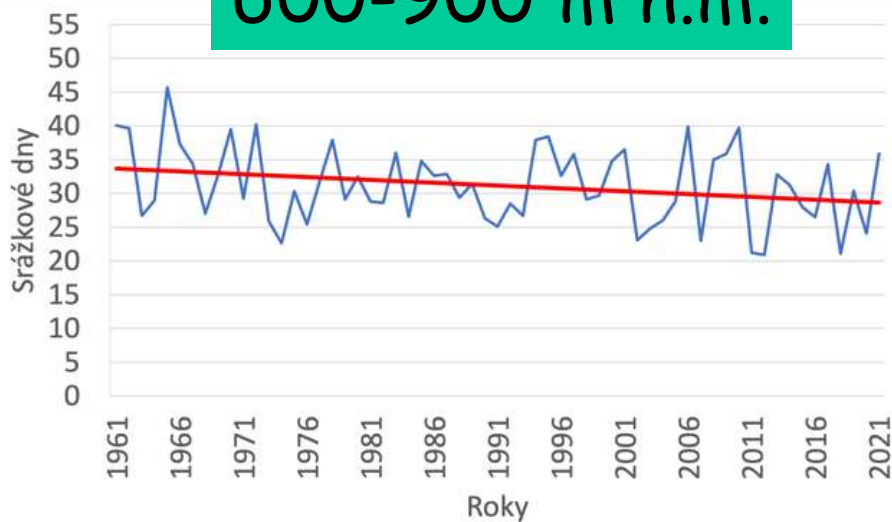
do 300 m n.m.



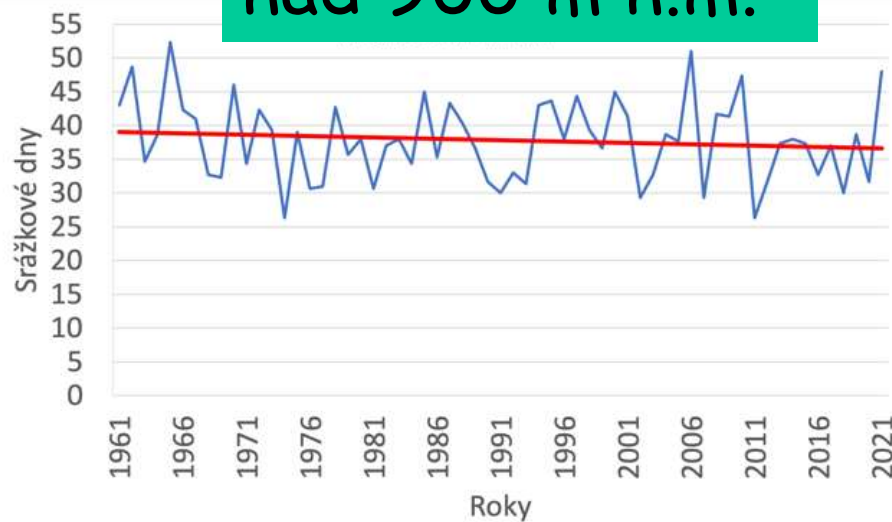
300-600 m n.m.



600-900 m n.m.

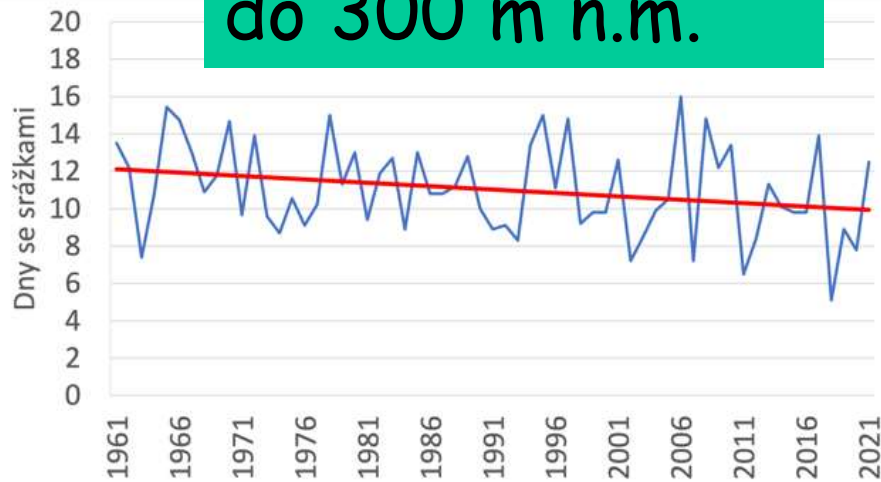


nad 900 m n.m.

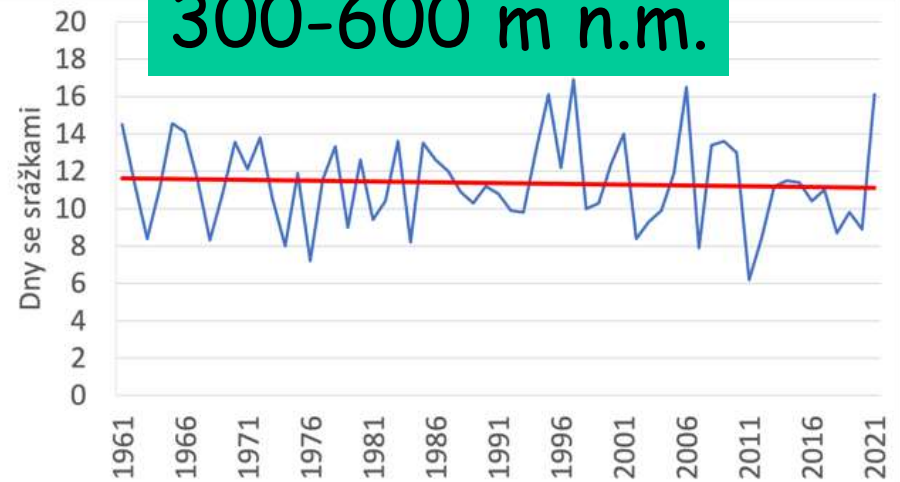


Jaro (BDK) - Počet dnů se srážkami do 3 mm (1961-2021)

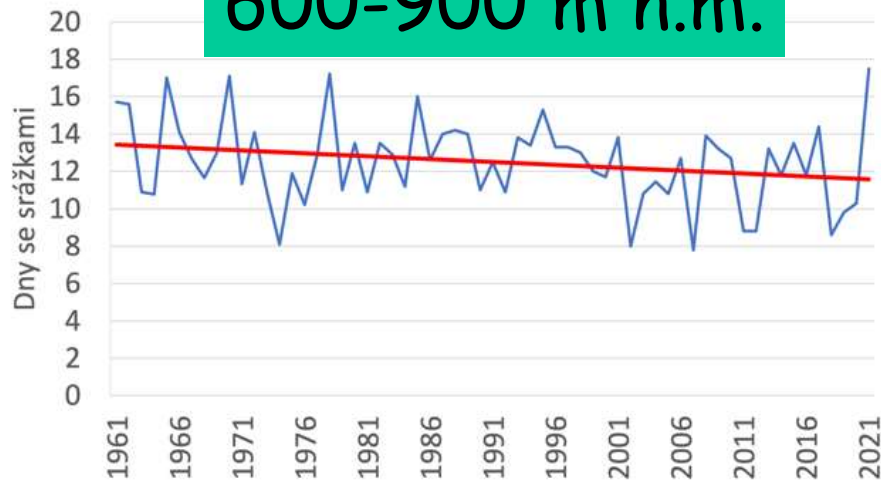
do 300 m n.m.



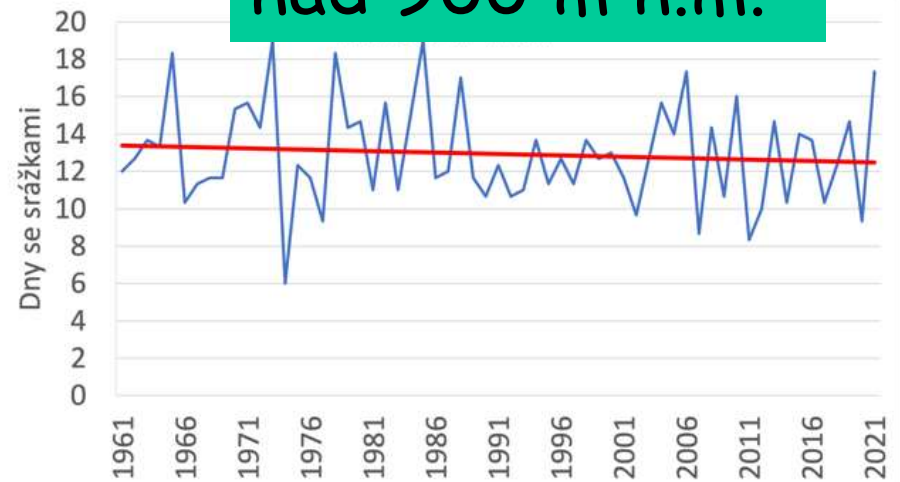
300-600 m n.m.



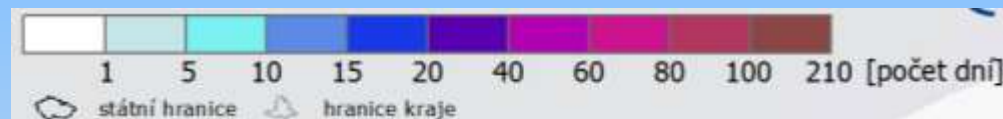
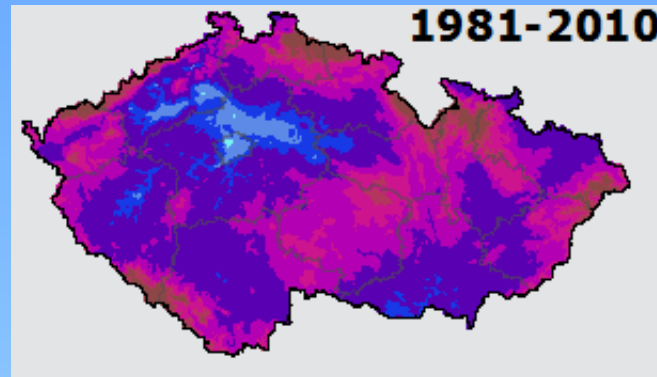
600-900 m n.m.



nad 900 m n.m.



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



2030

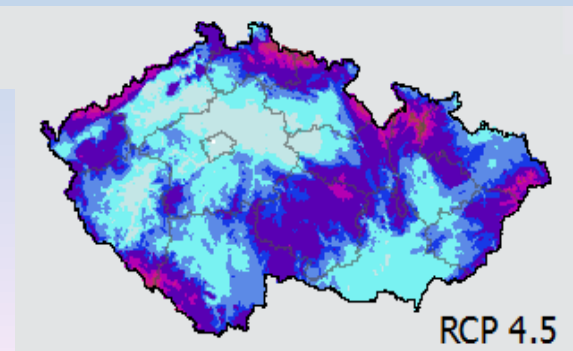
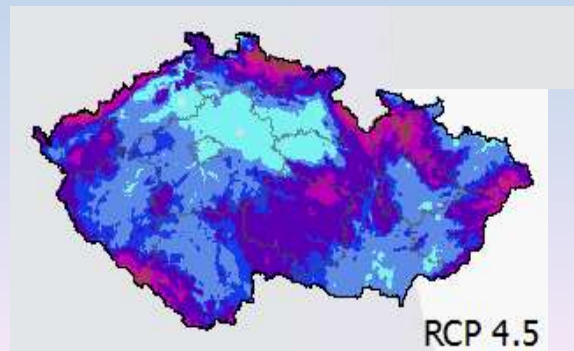
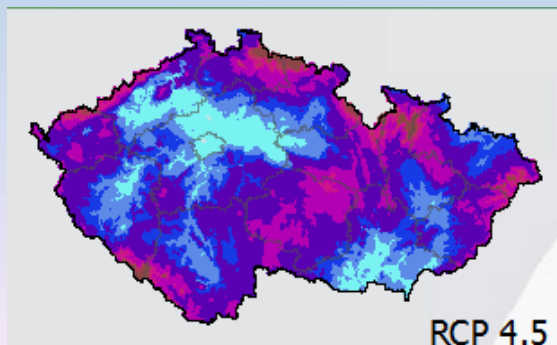
-8 dní

2050

-13 dní

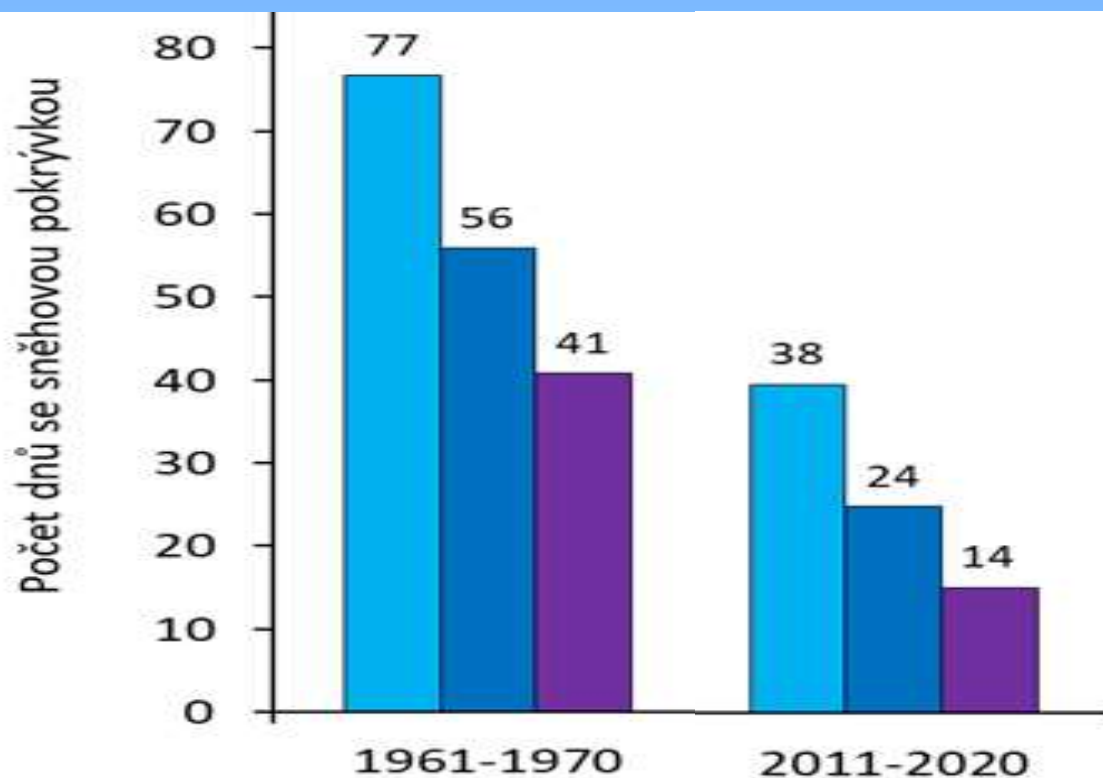
2090

-25 dní



Vyšší teplota v zimě = méně dnů se sněhovou pokrývkou

■ 1cm a více ■ 5 cm a více ■ 10 cm a více

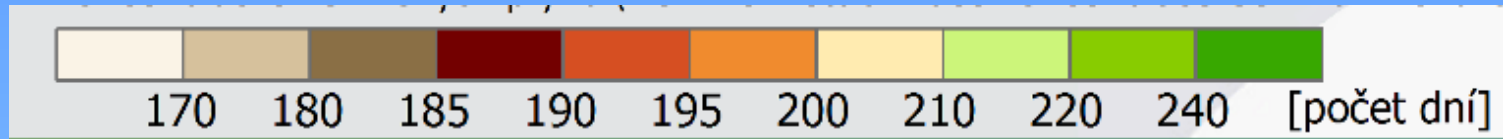


z (Zdroj dat: ČHMÚ)

Další dopady zesíleného skleníkového jevu – sucho je již za námi

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

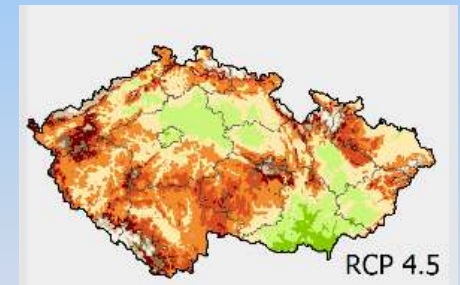
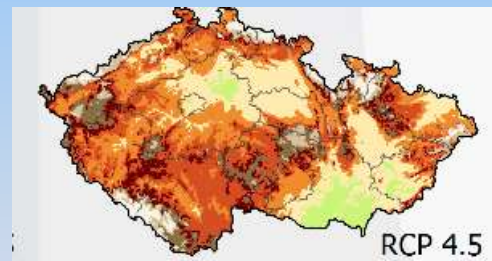
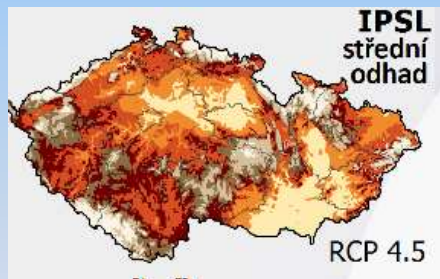
Výrazně se prodlouží vegetační období



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 1961-2022

Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.

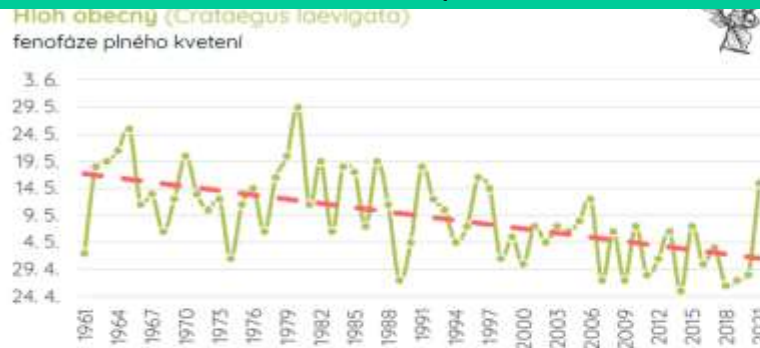
Změny ve fenofázích

1961-2021 Vranovice, Česká republika



sasanka prysk - kvetení

hloh obecný - kvetení



Trend

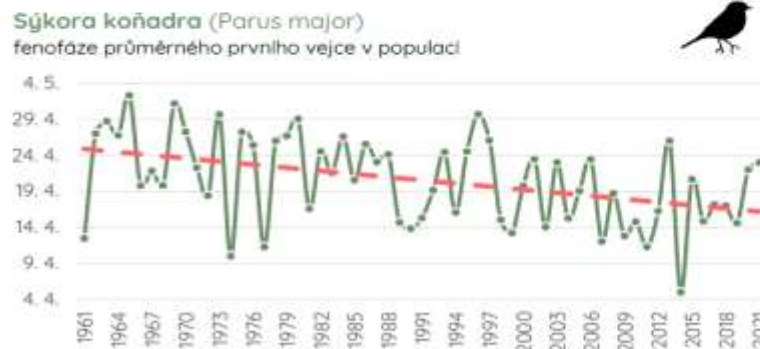
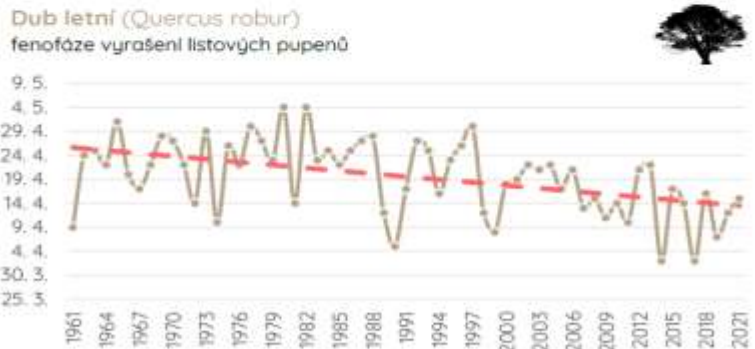
V případě všech fenofáze vlevo je pozorován trend posunu výskytu těchto jevů směrem k začátku roku.

Posun fenofáze v období 1961-2021 směrem k počátku roku

- Sasanka pryskyřníkovitá 11,1 dne
- Hloh obecný 15,4 dne
- Dub letní 11,9 dne
- Sýkora koňadra 8,5 dne

dub letní - rašení listů

sýkora koňadra - 1.vejce



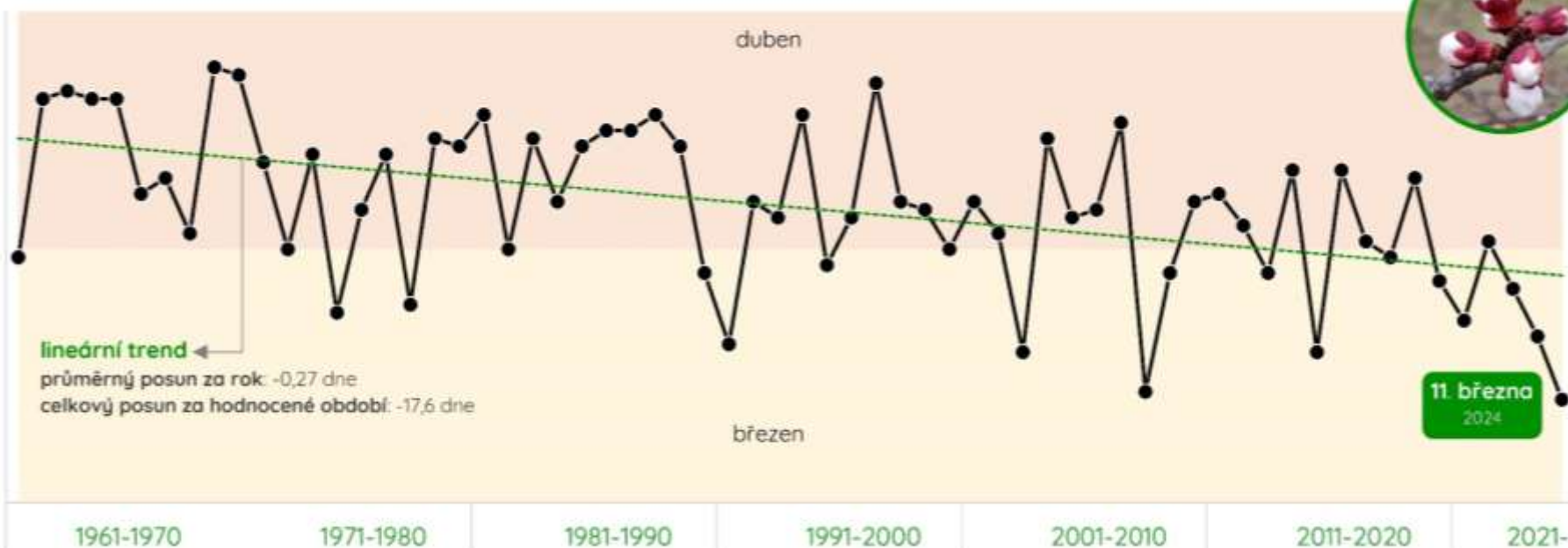
Fenologická fáze (zkráceně fenofáze) představuje určitý konkrétní projev živých organismů, který se pravidelně opakuje. Jednat se může například o určité fáze vývoje nadzemních orgánů rostlin či fáze životního cyklu. Tyto projevy jsou více či méně vázány na faktory vnějšího prostředí a je proto možné sledovat dlouhodobé změny načasování těchto projevů.

A pak přijdou jarní mrazíky

Dřívější start vegetace? Meruňka (1961-2024)

Meruňka: rekordní výskyt prvních květů

1961-2024, Lednice



A pak přijdou jarní mrazíky

Dopady na ovocnářství

Rok 2019

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

11. 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](#) 1 02

3

Letošní „zima“ 26.2.

Broskvoň



Meruňka



Vegetační mrazy BV - 19.3.2024



Dopady zesíleného skleníkového jevu

II.

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

Dopady na lesy

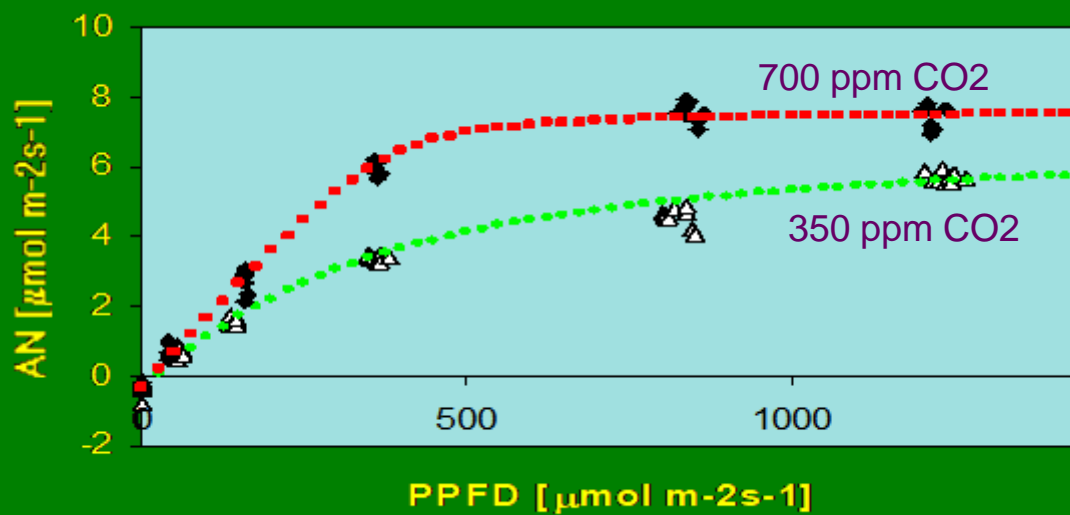


- míra alokace CO_2 v biomase
- popis fotosyntézy v podmínkách $1\times\text{CO}_2$ a $2\times\text{CO}_2$
- změna energetické bilance v podmínkách $2\times\text{CO}_2$

Vliv CO₂ na fotosyntézu



Světelná křivka fotosyntézy SM
pro dvě koncentrace CO₂
(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 %

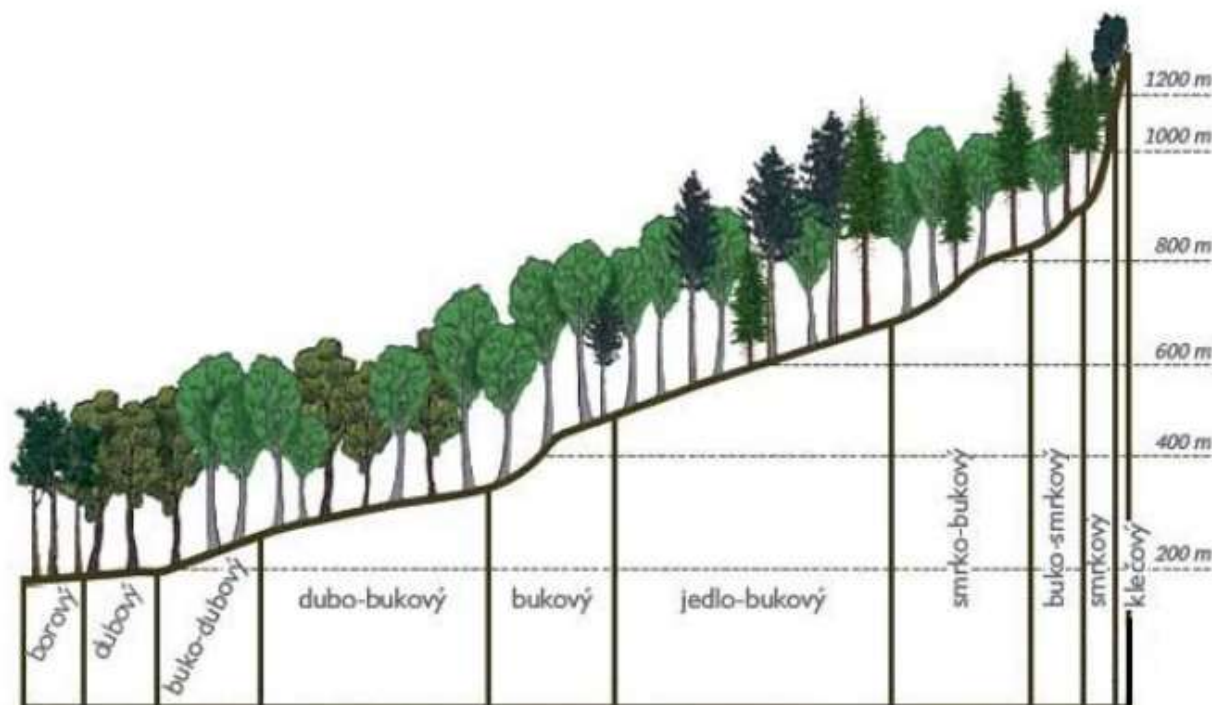
Limitující faktory: půda (živiny, voda),
dřevina,
kompetice,
uspořádání experimentu



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

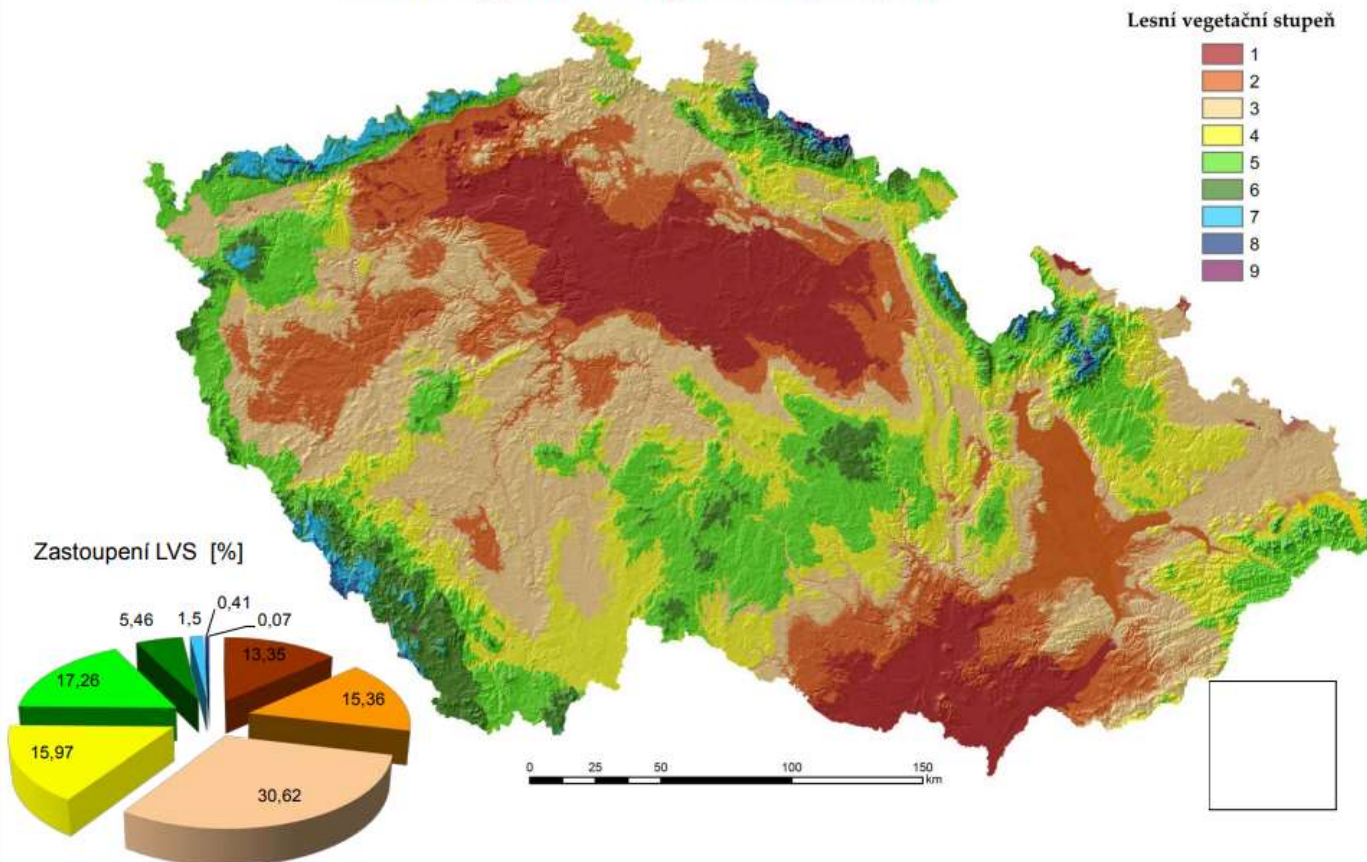


1961- 1990

Ing. Petr Vahalík

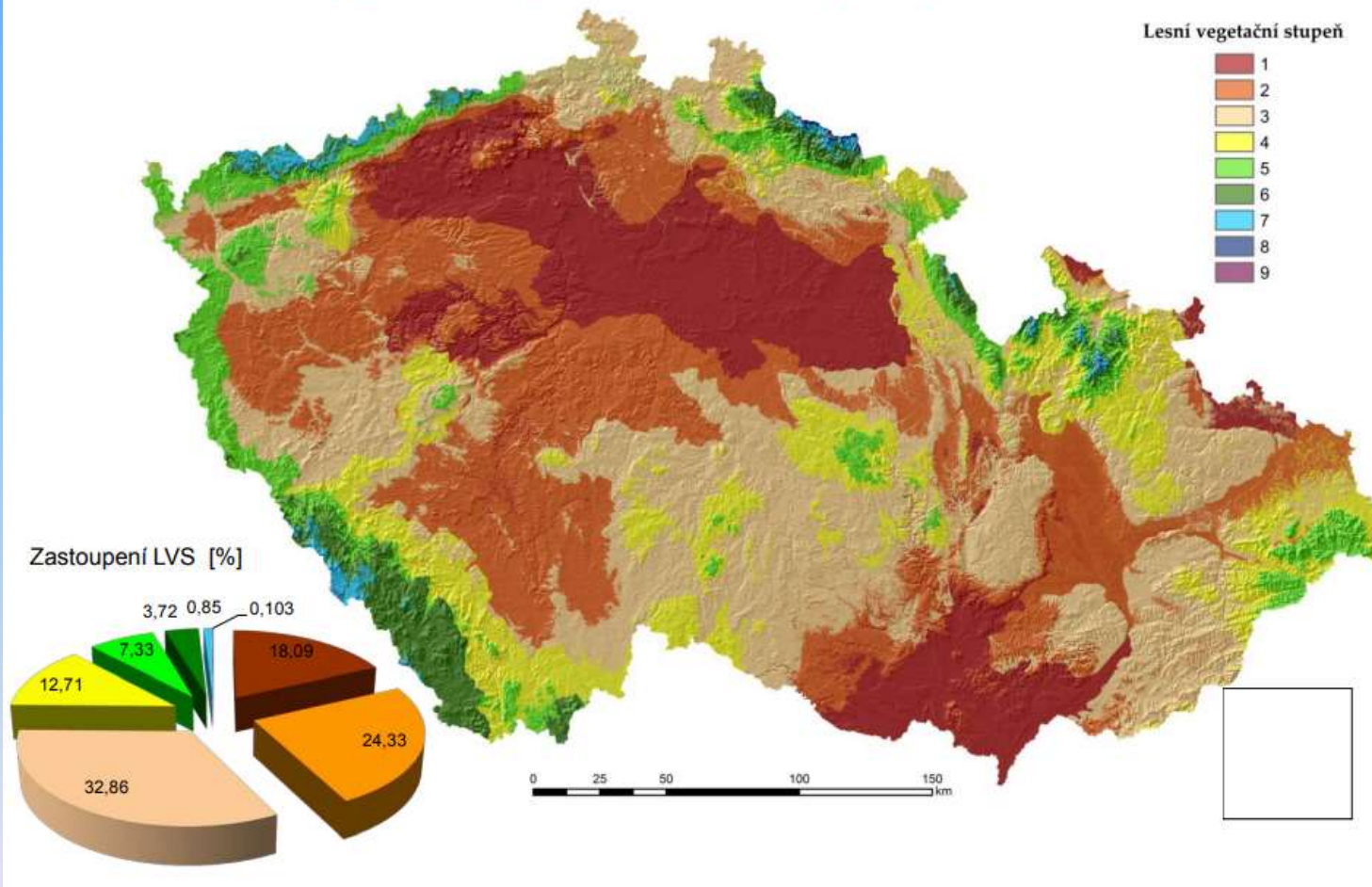
Možnosti modelování lesní vegetační stupňovitosti pomocí geoinformačních analýz

Lesní vegetační stupně na území ČR



+1 °C

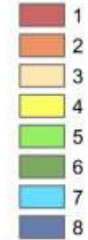
Lesní vegetační stupně na území ČR po oteplení o +1 C



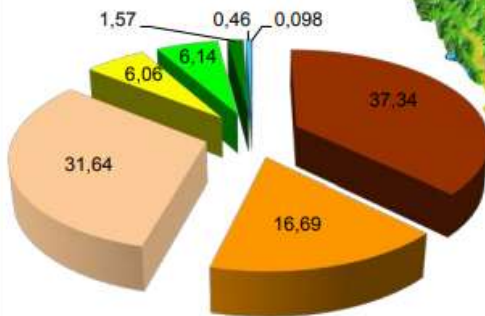
+2 °C

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

Lesní vegetační stupeň



Zastoupení LVS [%]

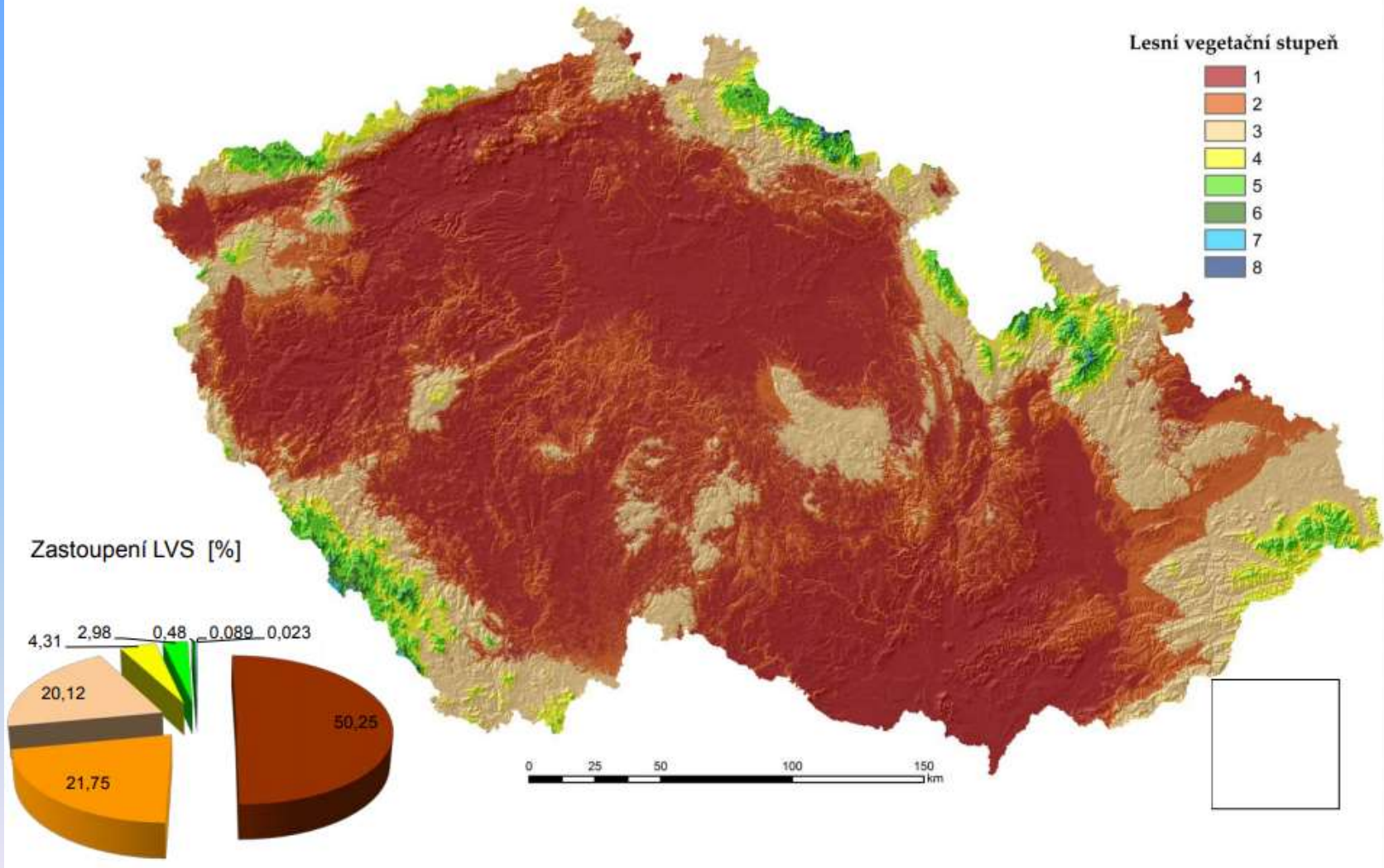


0 25 50 100 150 km

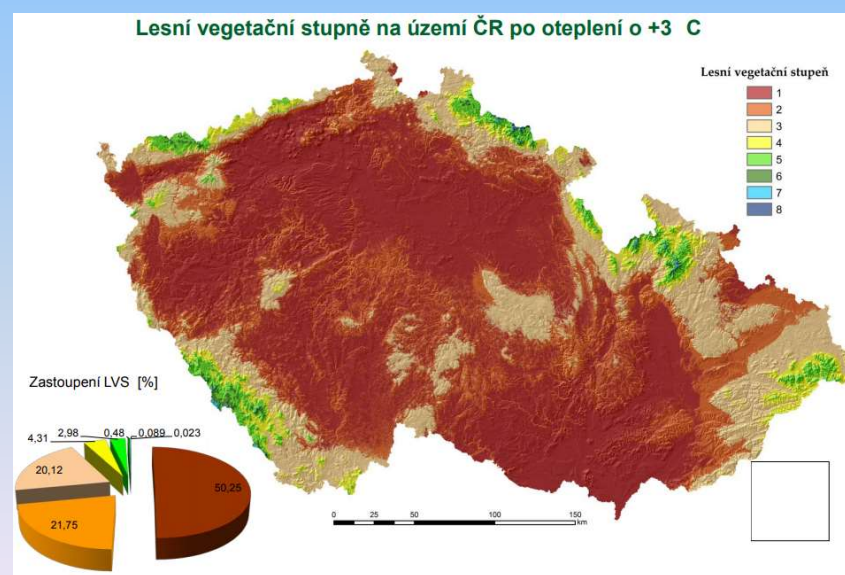
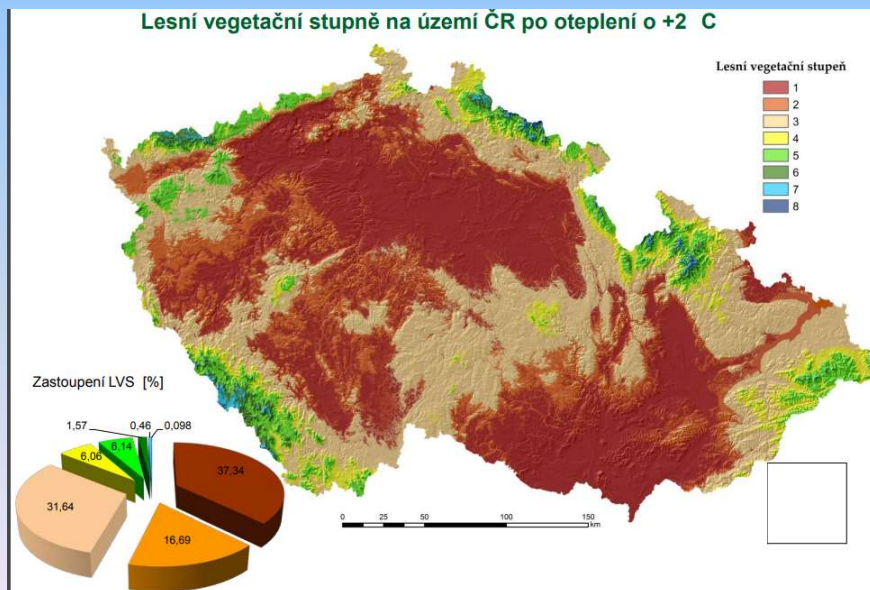
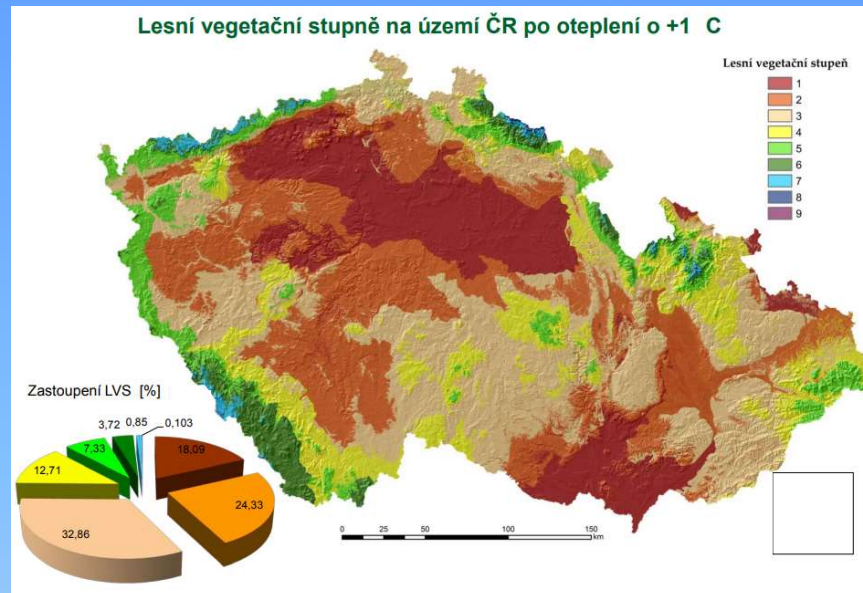
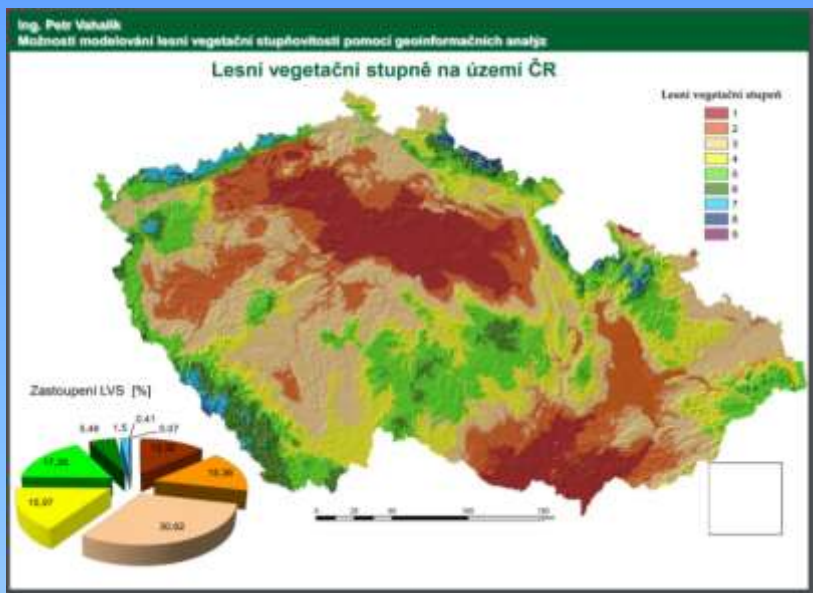


+3 °C

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**

Viděli jsme v první přednášce,
ale ještě jednou!!!

Sucho a lýkožrout x lesy

rok	celková těžba	z toho nahodilá těžba	nahodilá těžba
	mil m ³	mil m ³	%
2015	16,2	8,2	50
2016	17,6	9,4	53
2017	19,4	11,7	60
2018	25,7	23,0	89
2019	32,6	31,0	95
2020	35,6	33,8	95
2021	30,3	26,3	87
2022	25, 0	19,8	79
2023	18,5	11,0	59

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

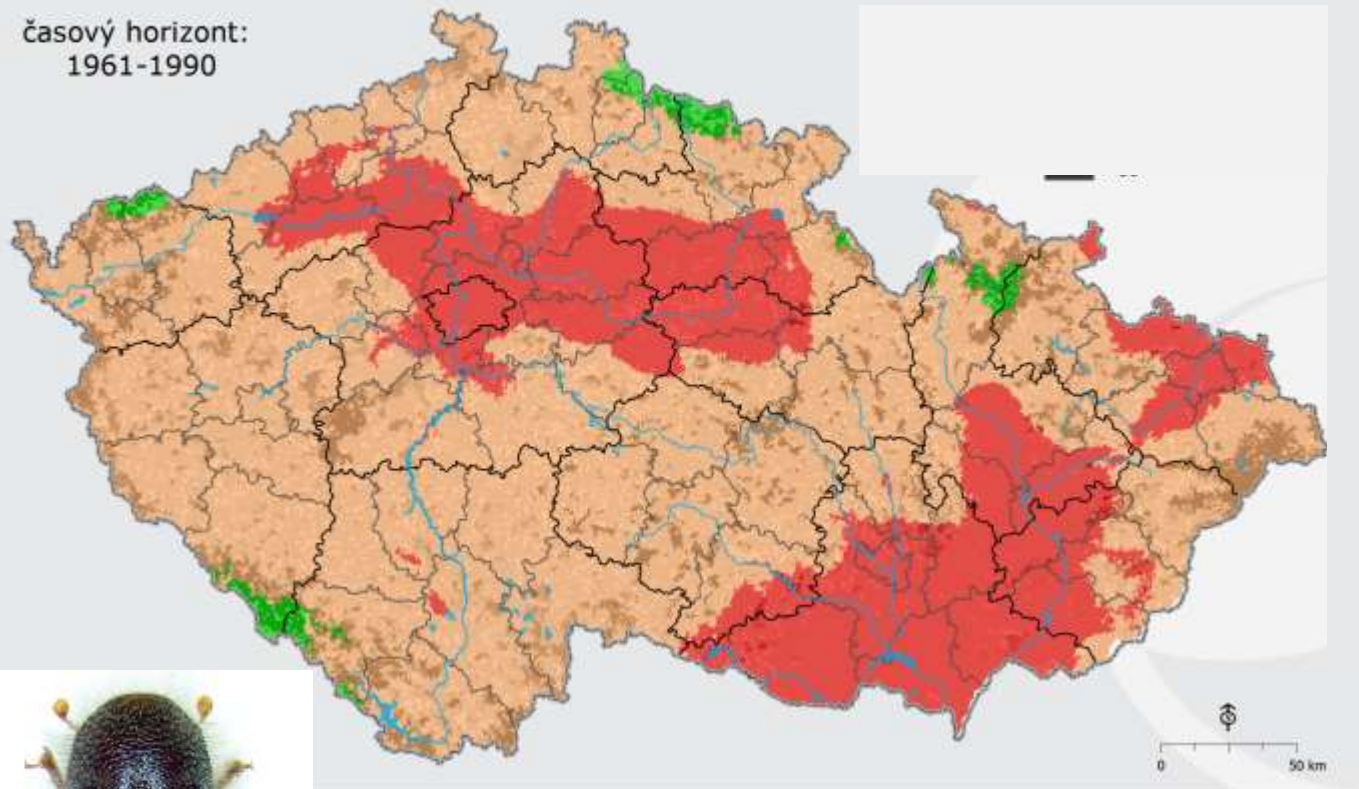
Není to jen o kůrovci!!



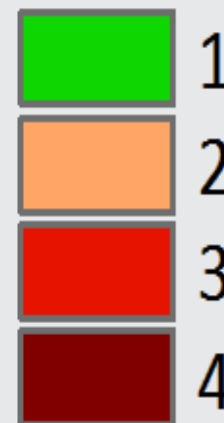
Vliv teploty na počet generací

POČET GENERACÍ LÝKOŽROUTA SMRKOVÉHO na podkladě současného rozšíření smrku

časový horizont:
1961-1990



Počet generací



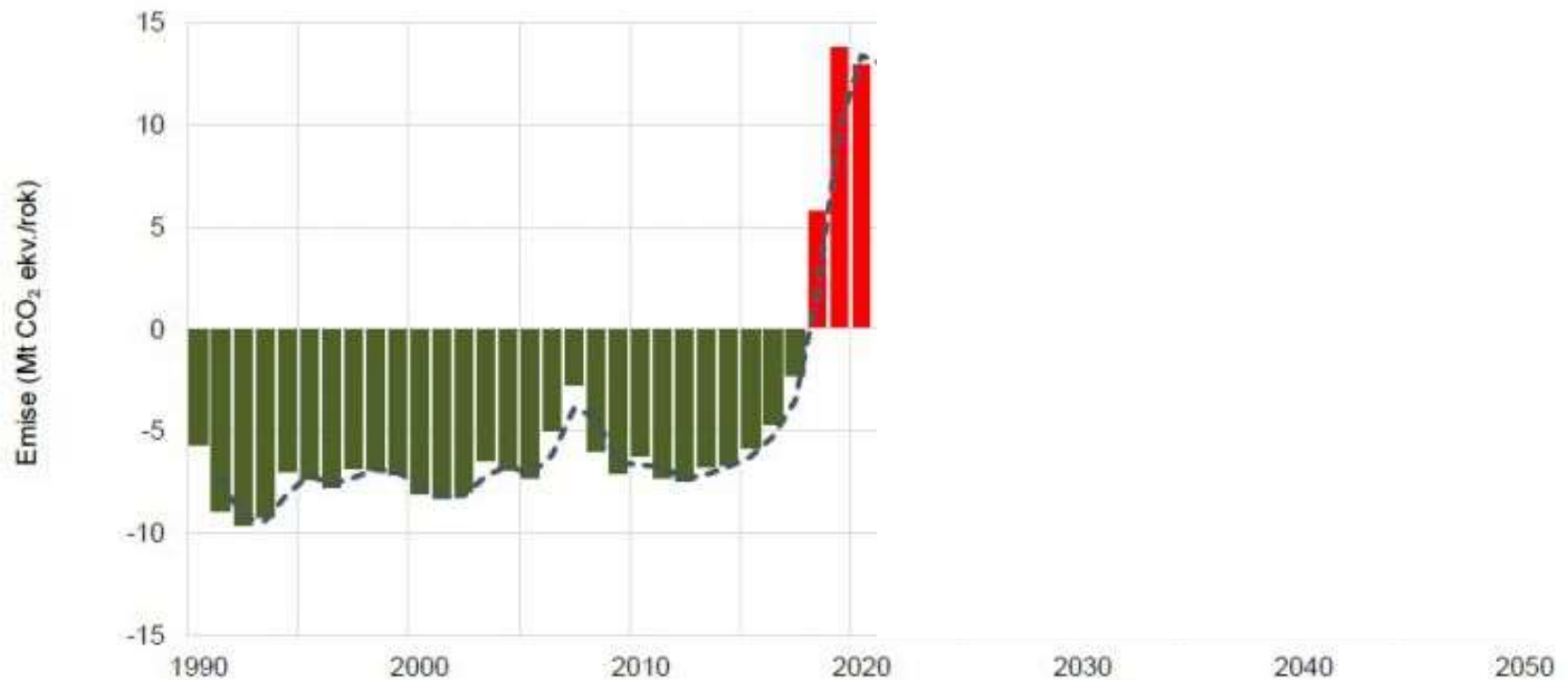
Sucho a lýkožrout x lesy



POŠKOZENO TĚMĚŘ 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 obmýtí 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 ca. 800 m n m., jinde jako příměs podle místních podmínek

Adaptace

Zalesňování (podle typu dřevin)



2011

51 %

jehličnaté

36 %

49 %

listnaté

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

