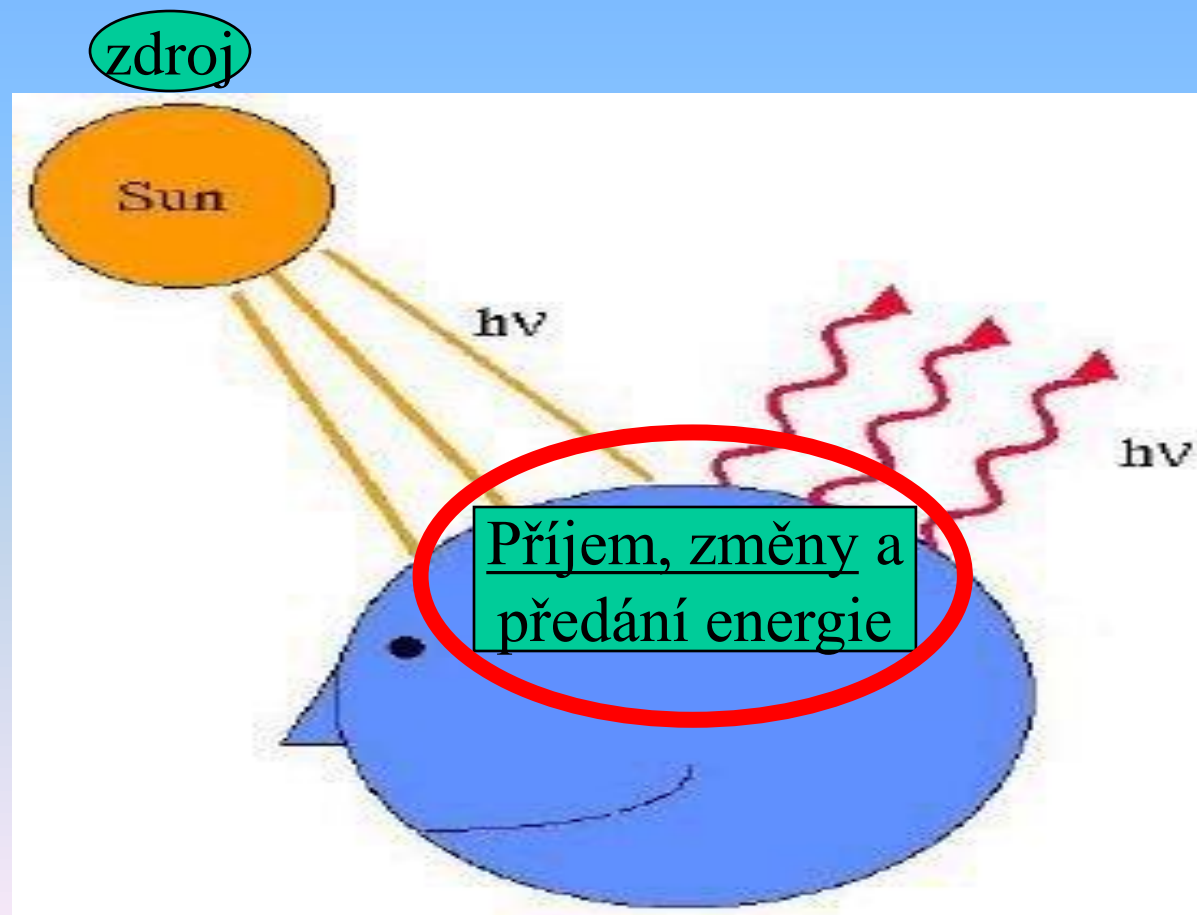


# Přednáška 4/13

## ENERGETICKÁ BILANCE

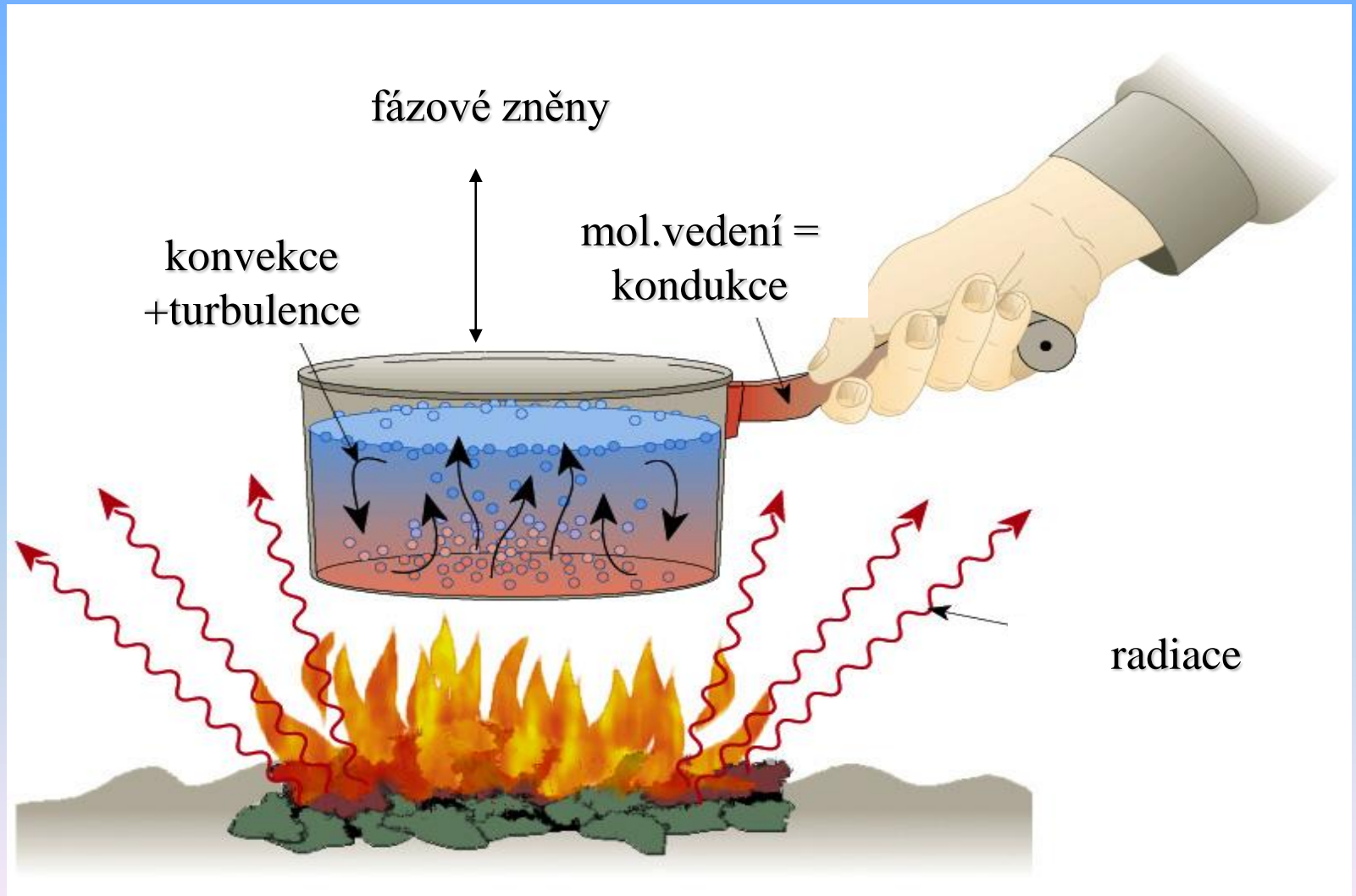
### Změna klimatu a její dopady



# Přenos energie

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

# Přenos energie



# **Energetická bilance**

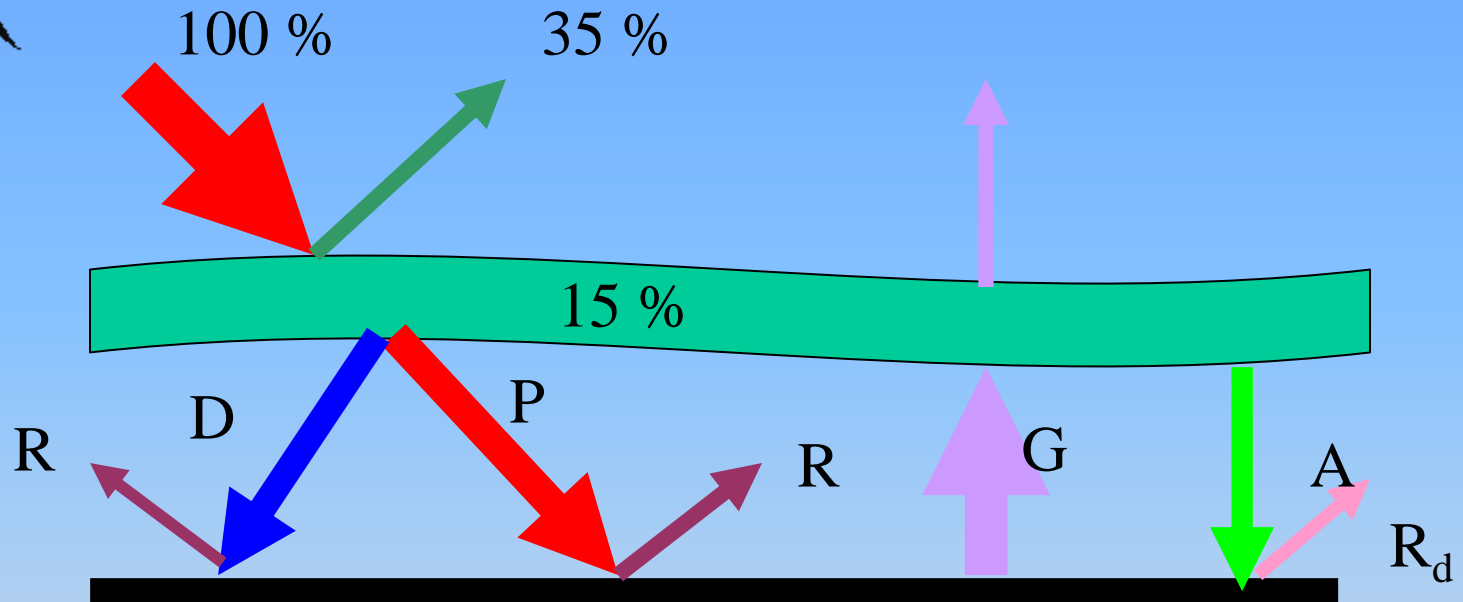
## **(aktivního povrchu)**

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

- **B = radiační bilance**
- **P = tok tepla (výměna tepla) mezi atmosférou a zemským povrchem**
- **Q<sub>p</sub> = 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**



$$Q = P + D$$

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

$$B = B_k + B_d$$

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

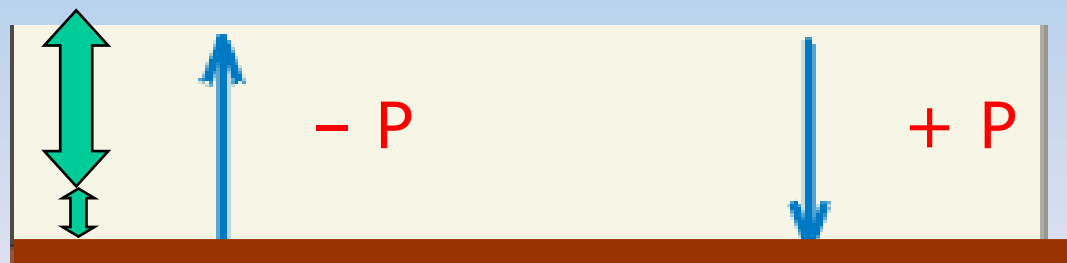
$P$  – tok tepla mezi atmosférou a zemským povrchem

1. povrch je **teplejší** než vzduch

2. povrch je **chladnější** než vzduch

Konvekce +  
Turbulence

Mol. vedení =  
kondukce



Energie směřuje do atmosféry,  
povrch se ochlazuje

Energie směřuje k **povrchu**,  
ten se otepluje

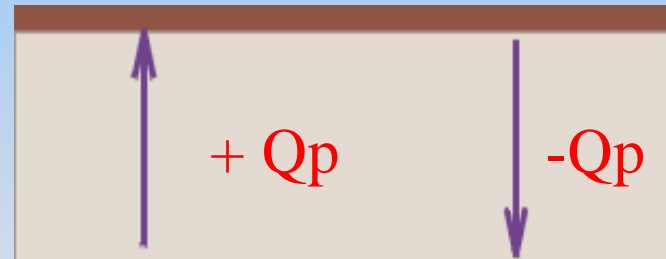
$$B_e = B \pm P \pm Q_p \pm LV$$

$Q_p$  - 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  
= kondukcce

Povrch se  
otepluje

Povrch se  
ochlazuje

# Hodnoty koeficientu teplotní vodivosti „A“

Látka	teplota (°C)	A (W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
<b>Vzduch</b>	<b>10</b>	<b>0,025</b>
<b>Voda</b>	<b>10</b>	<b>0,59</b>
Led	0	2,18
Led	-10	2,30
Sníh (500kg m <sup>-3</sup> )	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 premenami vody

**H<sub>2</sub>O (voda) 2 500 J g<sup>-1</sup>**

**H<sub>2</sub>O (led) 2 835 J g<sup>-1</sup>**

1. Povrch je teplejší  
než vzduch

2. Povrch je chladnejší  
než vzduch

latentní přenos

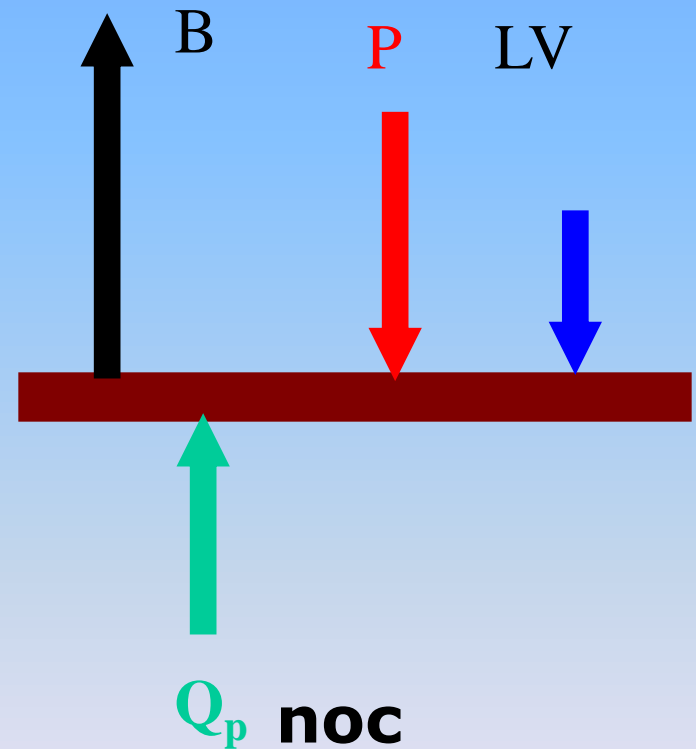
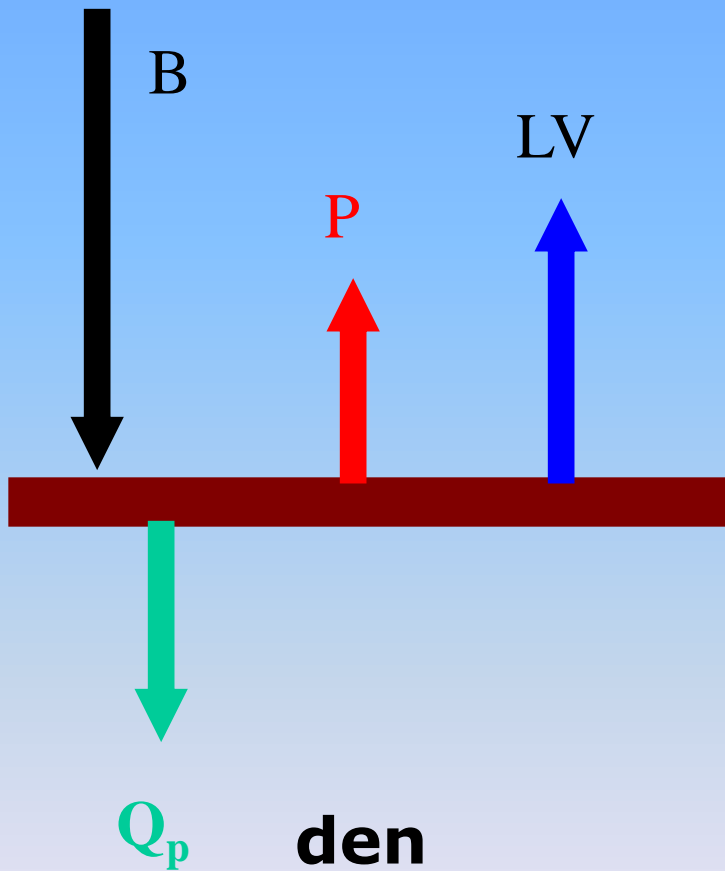


Povrch se ochlazuje  
vzduch se nezahřívá

Vzduch se neochlazuje,  
povrch se zahřívá

# Energetická bilance

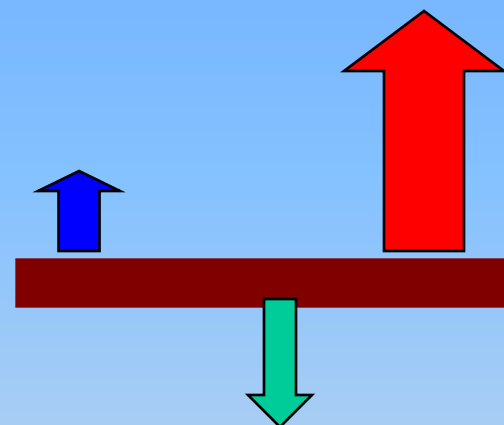
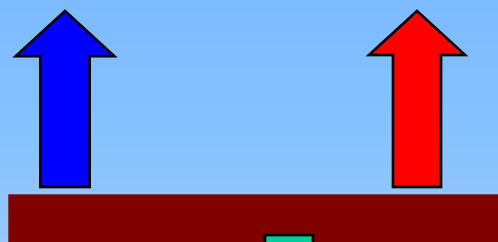
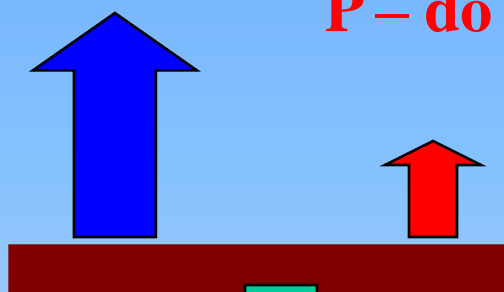
šipka = směr zisku energie



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

LV – výpar

P – do vzduchu



$Q_p$  – do půdy

**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?

.....

# Klimatická změna a její důsledky



**současnost**



**budoucnost...??**

# **Příklad porušení radiační (energetické) bilance**


# Globální ekologické problémy

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

# HYPOTÉZA:

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



The image shows a cross-section of Earth from space. The Sun is in the top left corner, emitting a large yellow arrow pointing towards the Earth's surface. A red arrow points away from the Earth's surface towards the blackness of space. The Earth's surface is depicted with green landmasses and blue oceans, with white clouds. The sky is a deep blue with some stars visible.

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

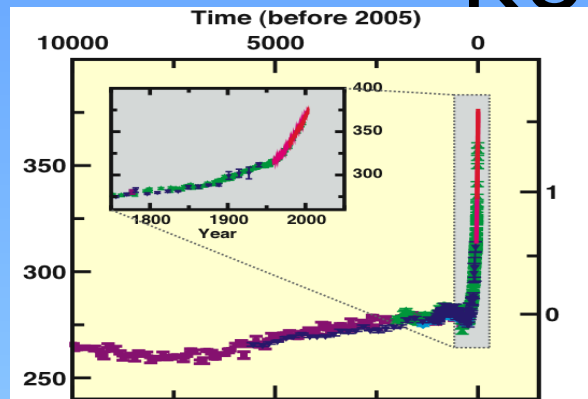
+ 15 °C

Sluneční záření zahřívá zemský povrch

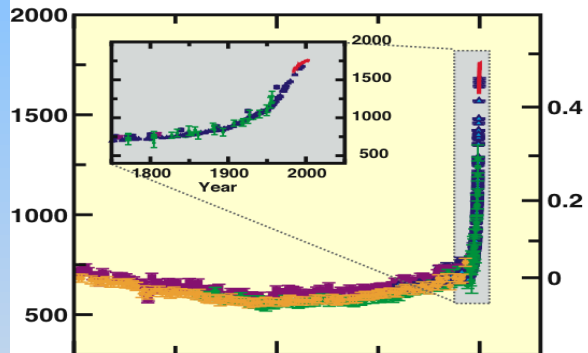
Teplota se skleníkovými plyny atmosféry = + 15 °C

# Skleníkové plyny a jejich koncentrace

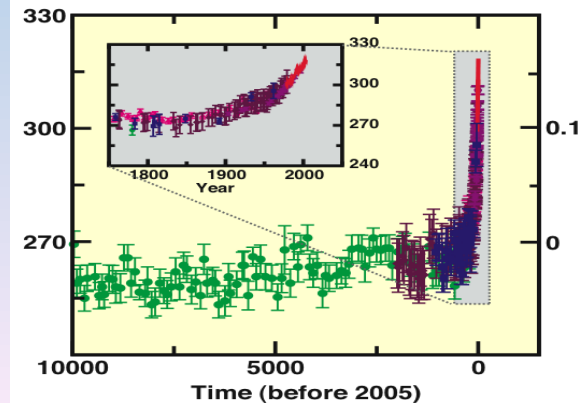
CO<sub>2</sub>



CH<sub>4</sub>



N<sub>2</sub>O

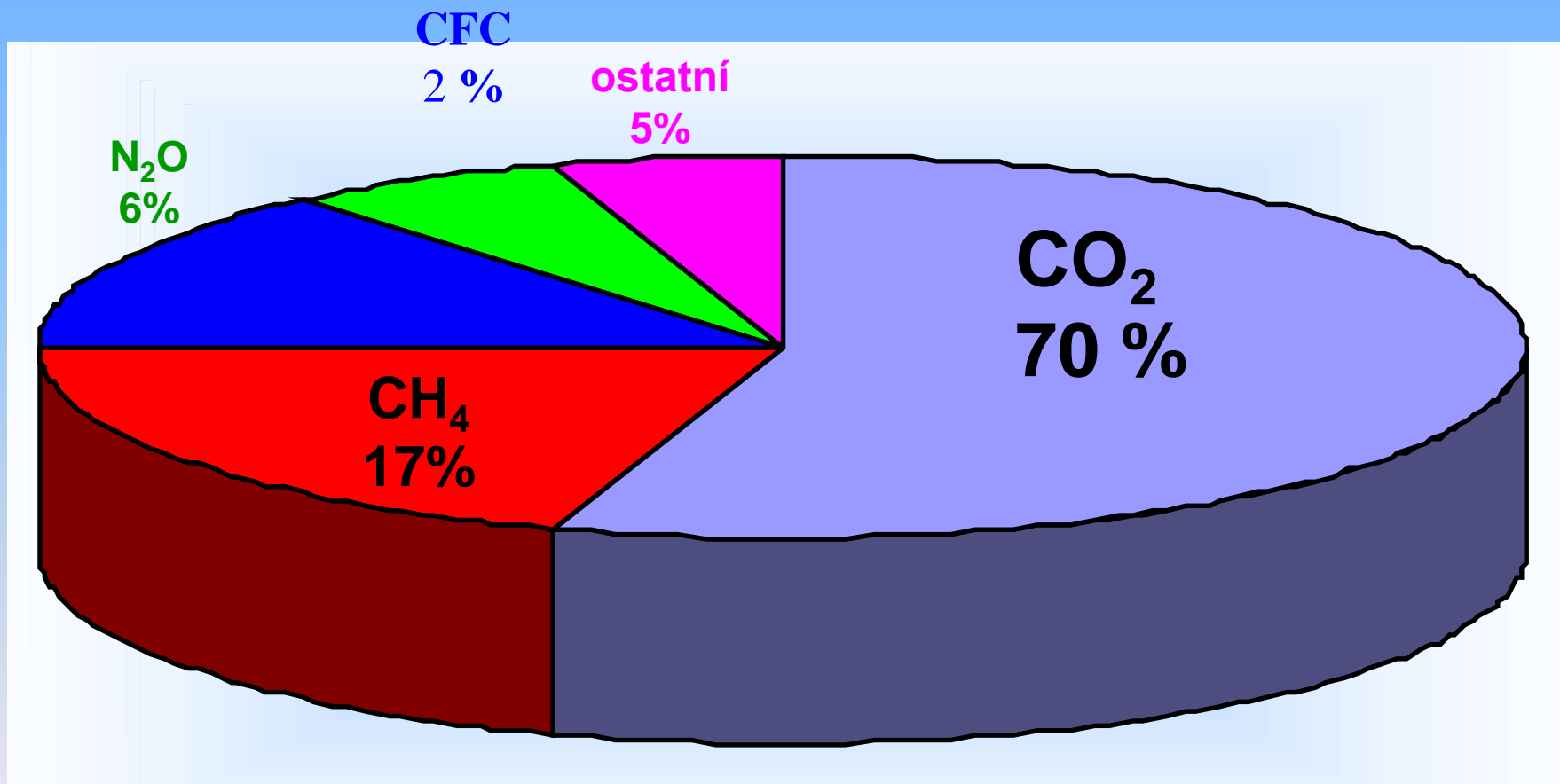


koncentrace (od cca 1750)

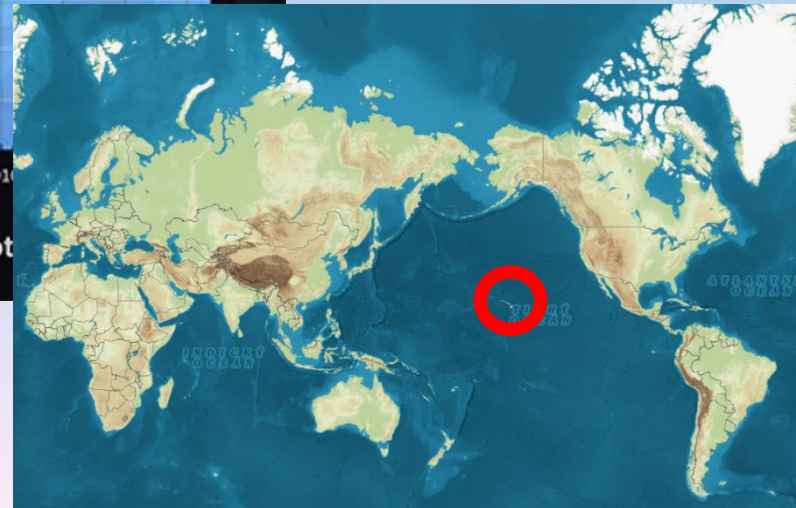
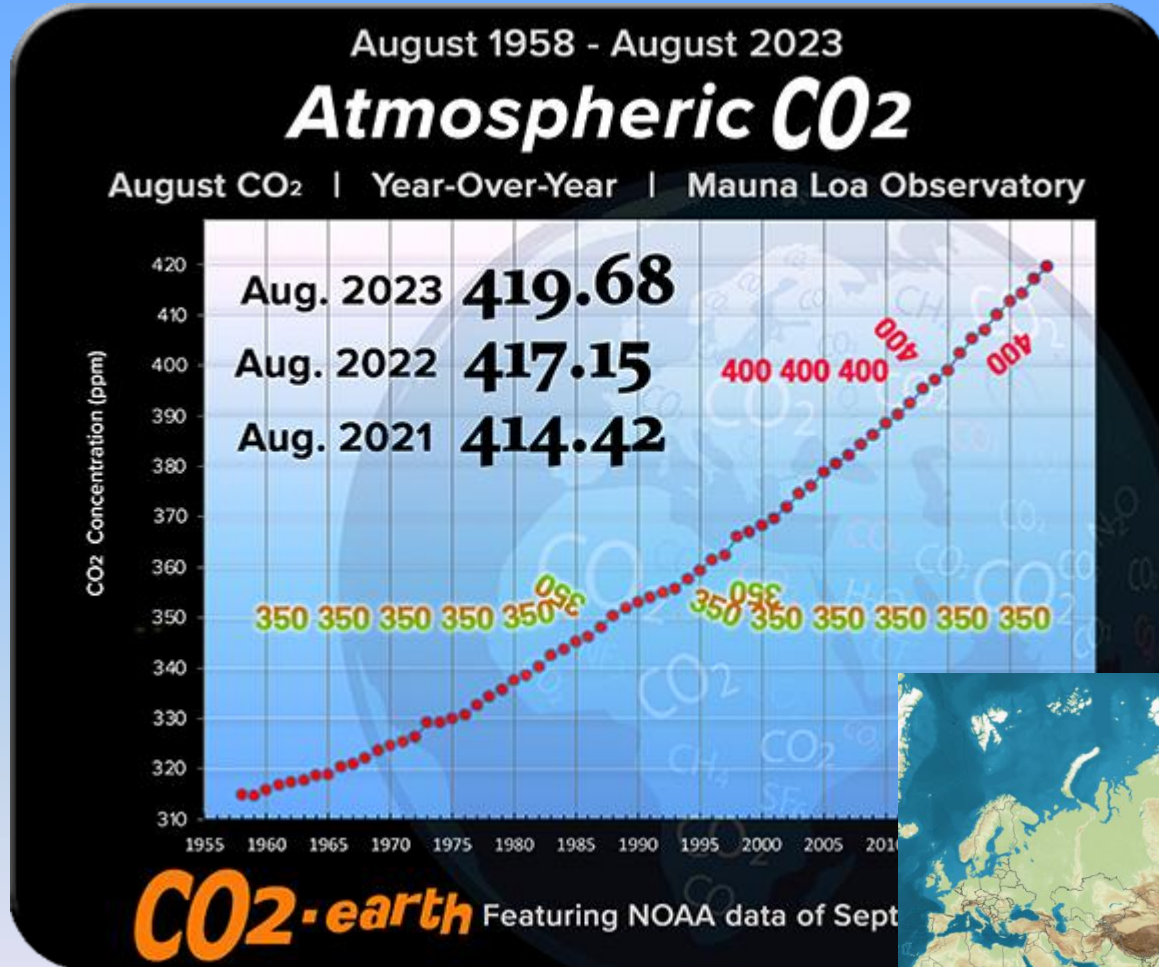
CO<sub>2</sub>  
CH<sub>4</sub>  
N<sub>2</sub>O  
Freony

50 %  
140 %  
20 %  
zcela nové!

# Podíl radiačně aktivních plynů na zesílení skleníkového efektu



# www.earth.co2

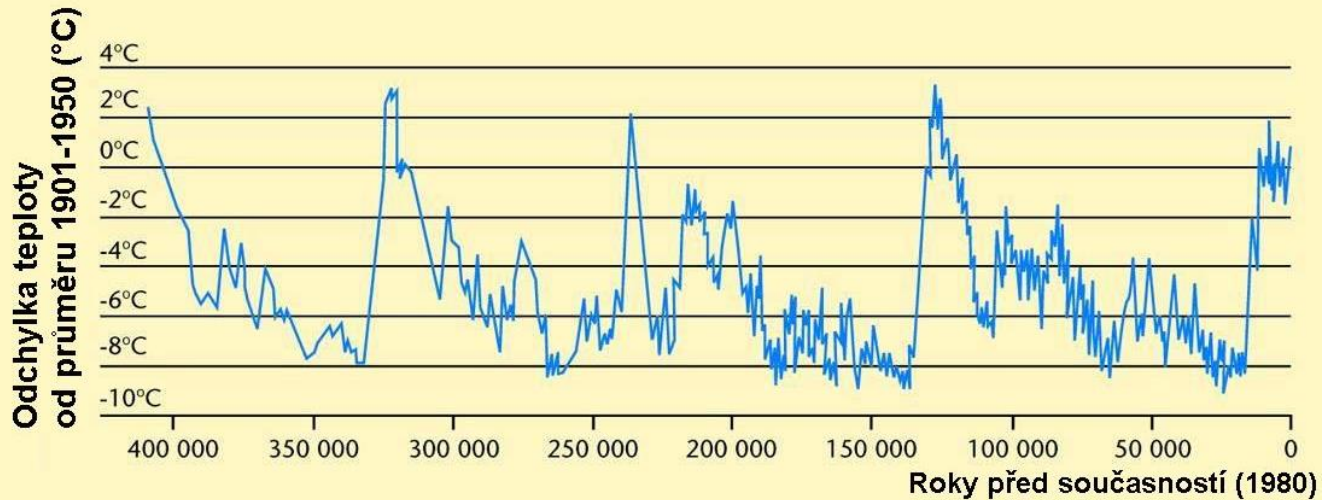
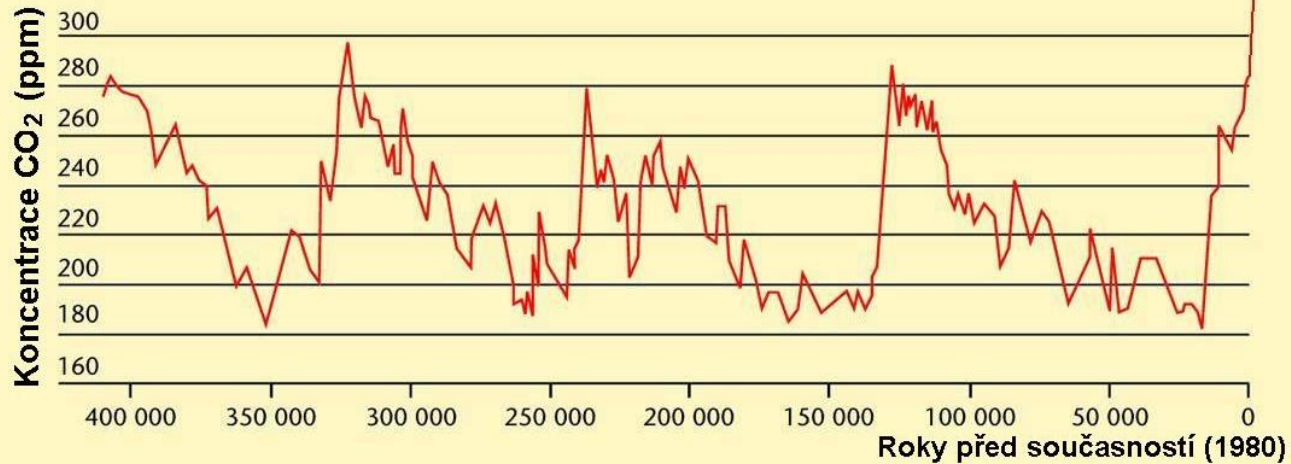


plyn	Antropogenní zdroj	Koncentrace v atmosféře		nárůst za rok	relativní účinnost	doba působení v letech
		rok 1780	současnost			
<b>CO<sub>2</sub></b>	spalování	280 ppm	420 ppm	0,5%	1	50-200
<b>CH<sub>4</sub></b>		0,70 ppm	1,8 ppm	0,9%	20	12
<b>N<sub>2</sub>O</b>		0,220 ppm	0, 339 ppm	0,8%	400	120
<b>CFC freony</b>		0	0, 0007 ppm	4 %	7500	12-100

A co vodní pára?

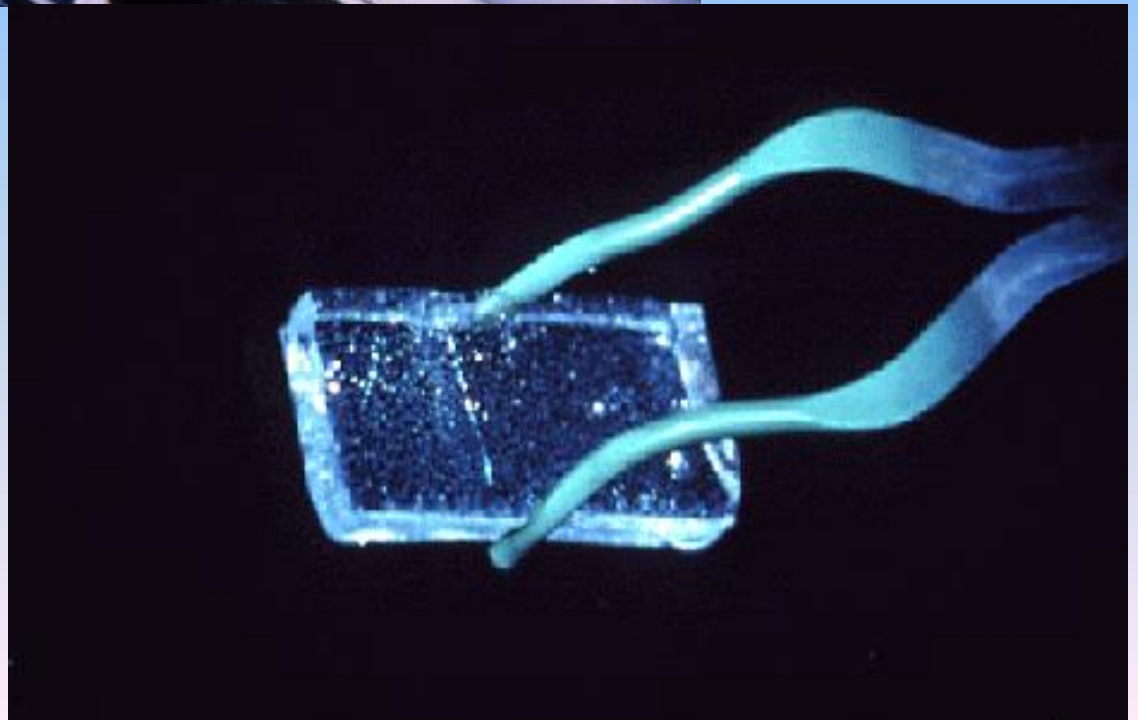
# Vztah koncentrace CO<sub>2</sub> a teploty (analýza ledovcových tyčí stanice VOSTOK)

420  
ppm



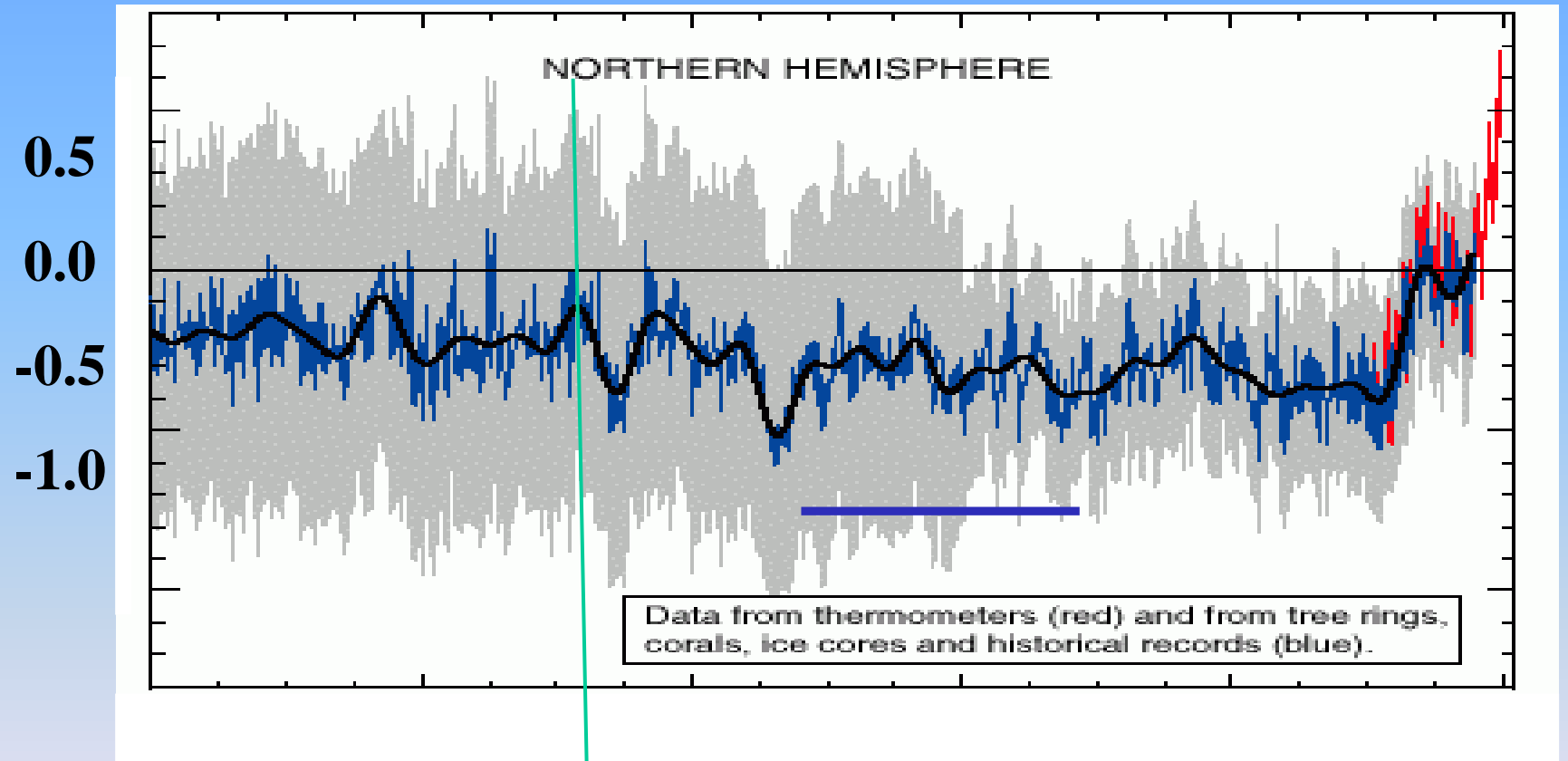


„Ledová jádra = klimaarchív naší atmosféry“



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

Odchylka od 1961-90



1000

1200



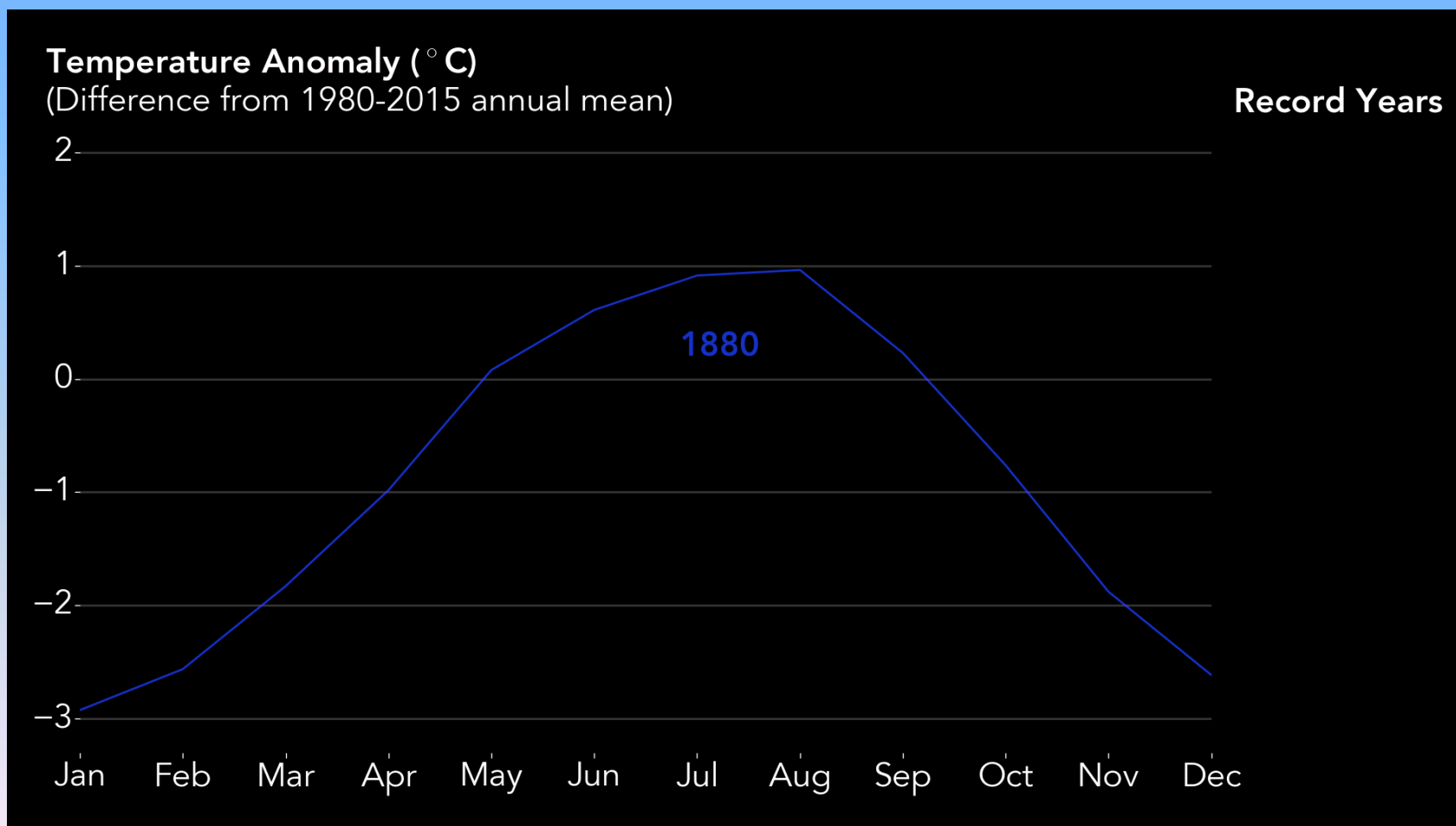
1400

1600

1800

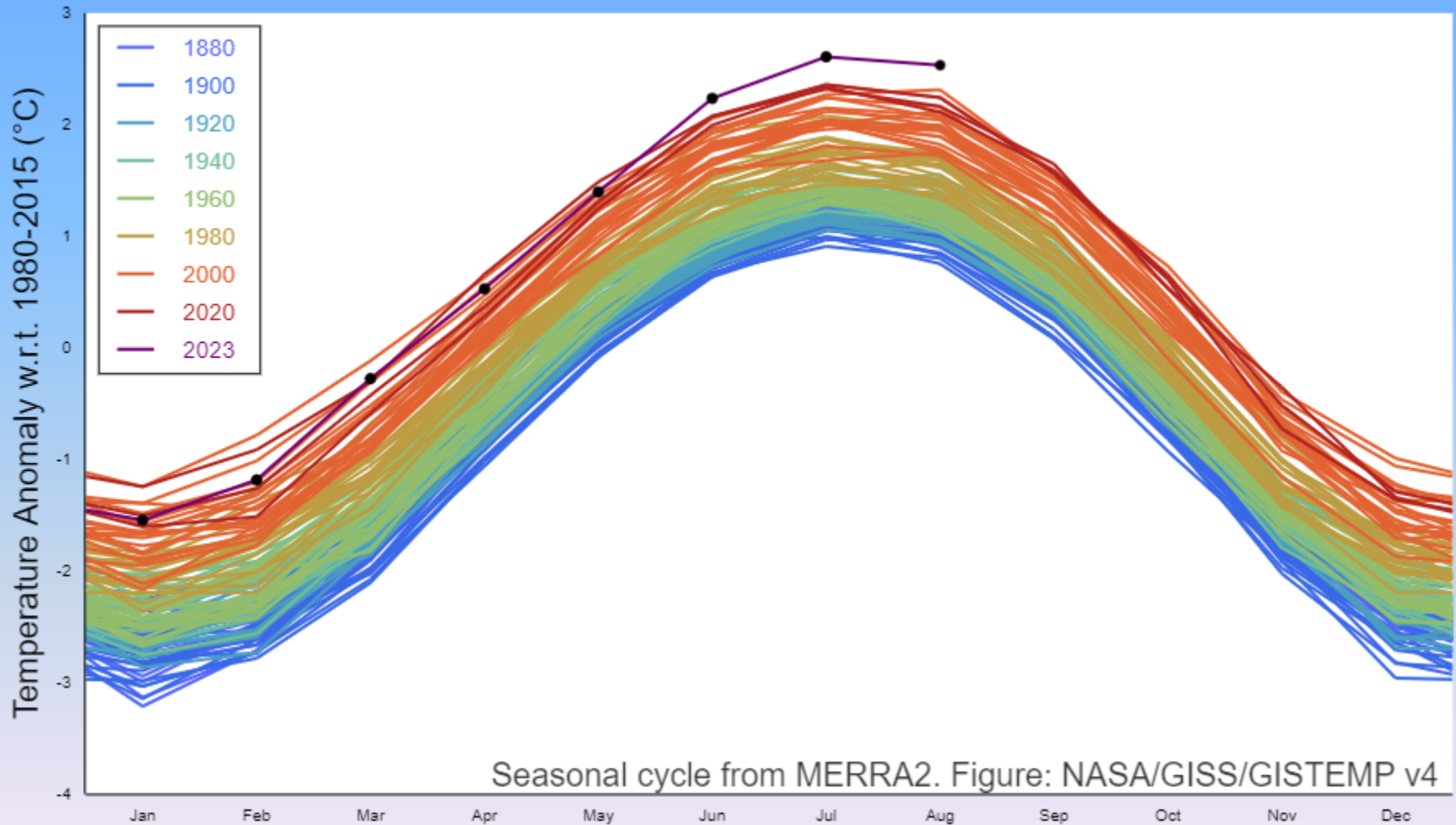
2000

# Globální teplota Země



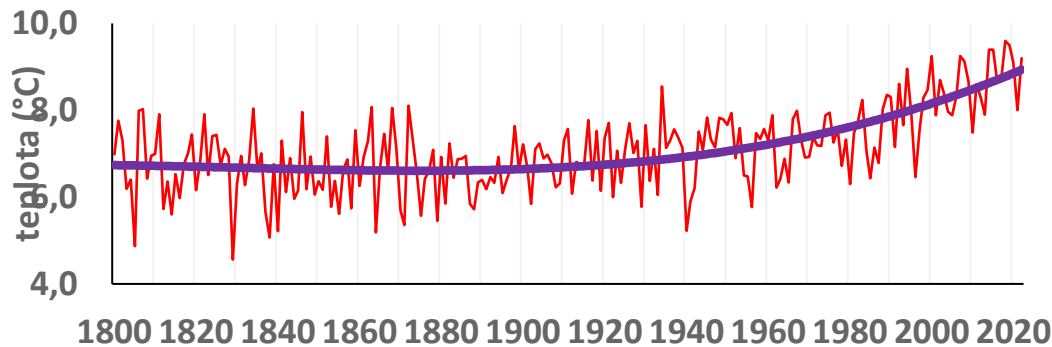
# Globální teplota Země

GISTEMP Seasonal Cycle since 1880

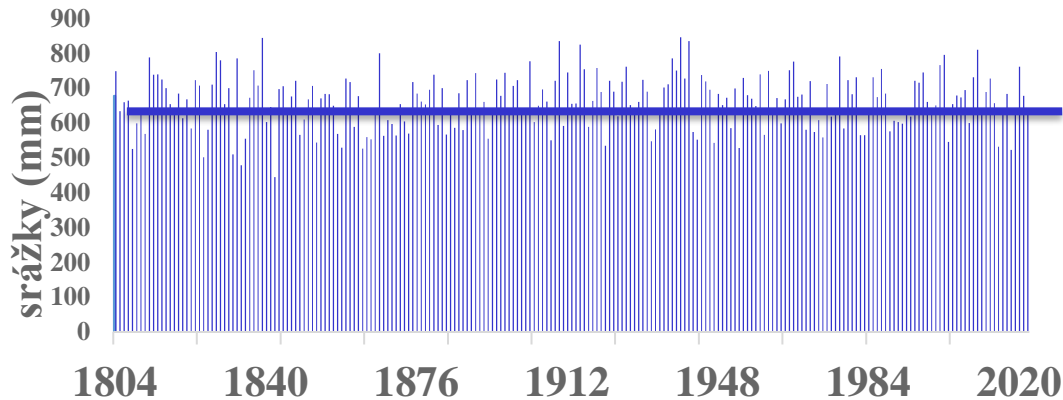


# Klimatická realita v ČR

Průměrná roční teplota v ČR (1800-2022)



Průměrné roční srážky v ČR (1804-2022)



Rok 2022 =  
9,2 °C

+2 °C = faktický  
úbytek cca 100 mm  
(!!)  
srážek za vegetační  
sezónu  
kvůli výparu

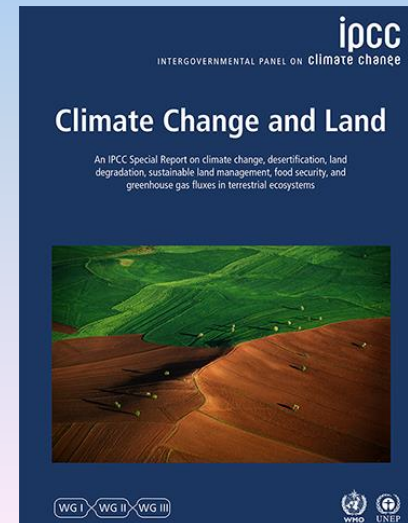
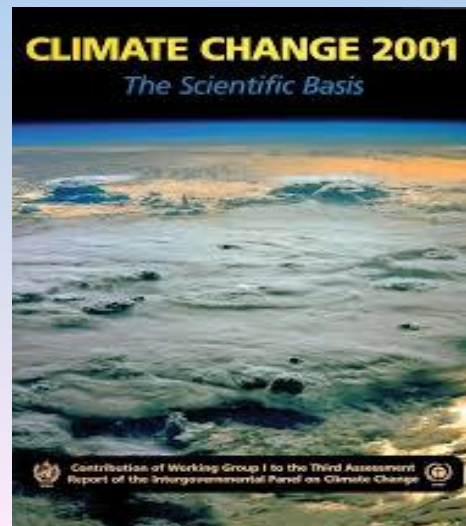
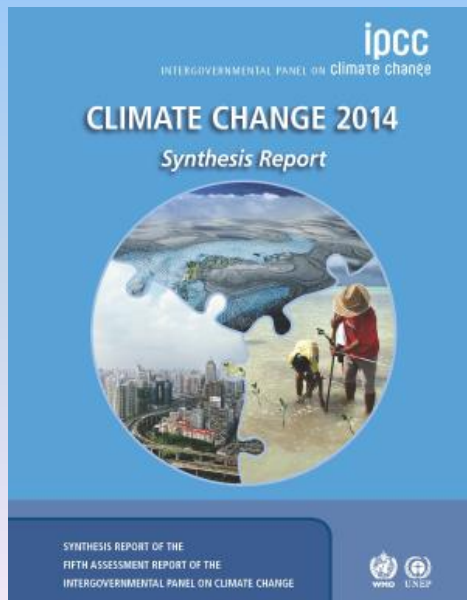
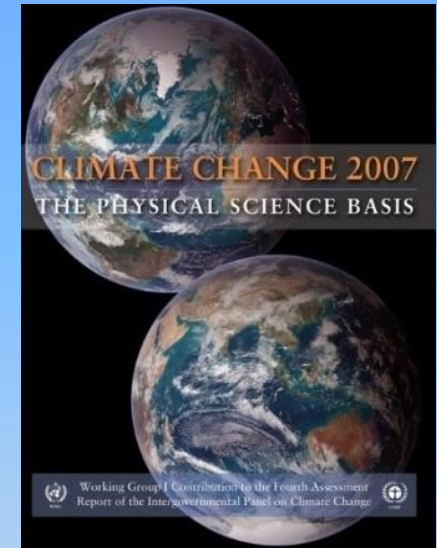
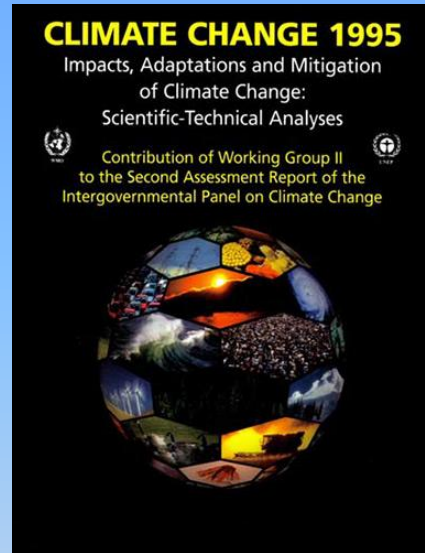
# IPCC

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



# **Analýza minulosti**



# 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.

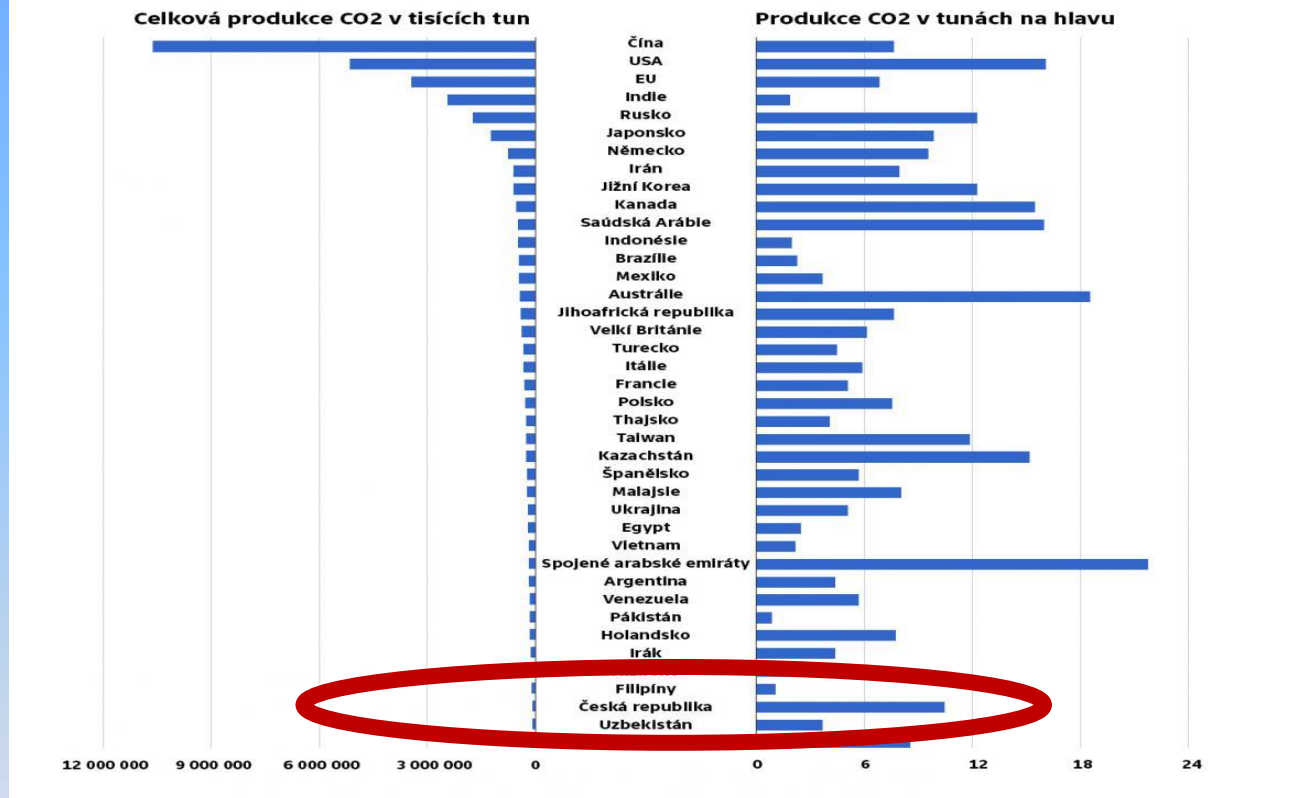
- množství na severní polokouli se zvýšilo o 0,5 – 1%
- až o 5% se zvedl počet přivalových srážkových případů na sev. polokouli
- o 10 % klesla plocha pokrytá ledem a sněhem (výchozí stav: 1960)
- horské ledovce - úbytek na obou polokoulích o ca 20-30% (od 80.let)

## 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

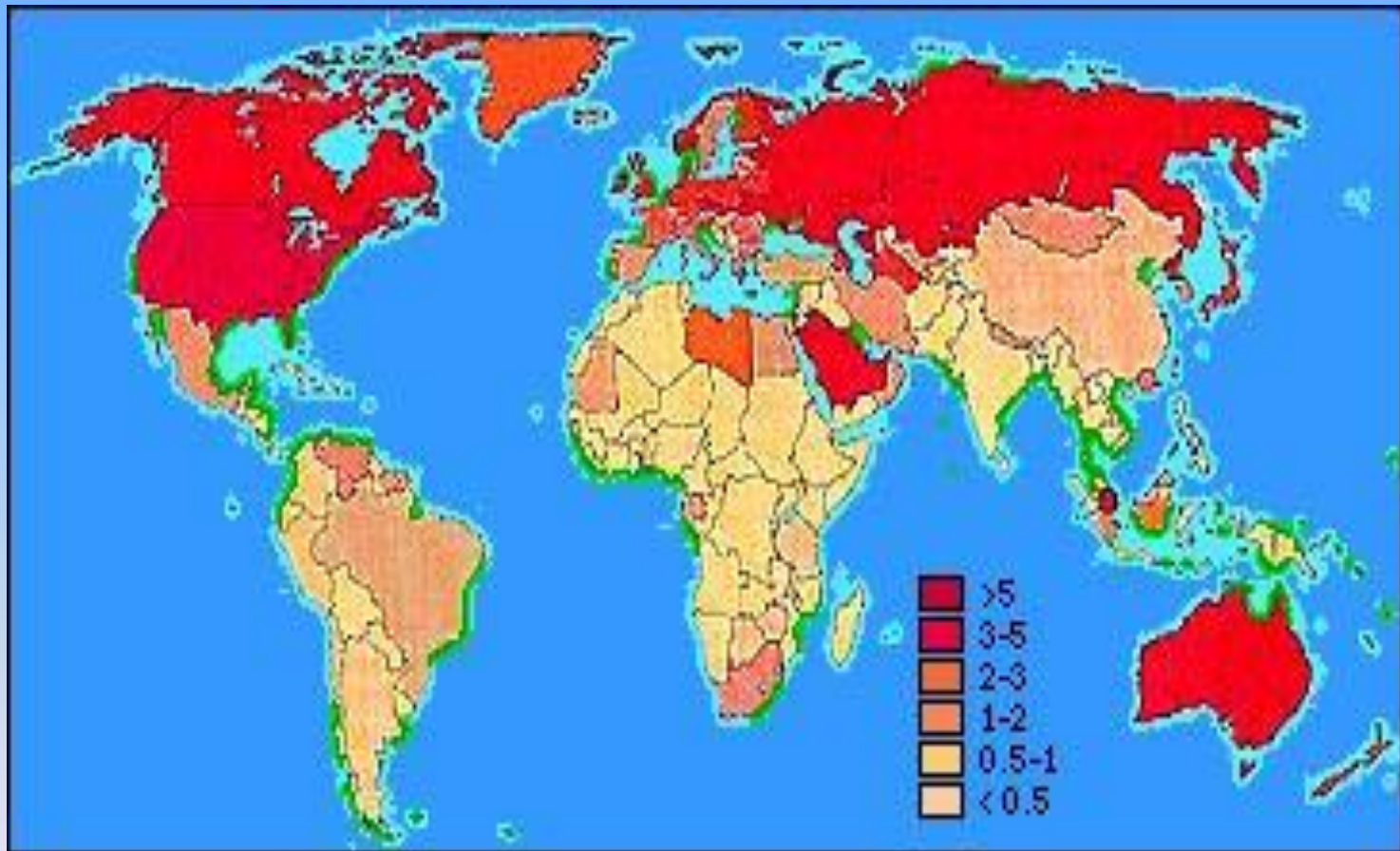
# Kdo?

## Produkce CO<sub>2</sub> za rok 2015 podle zemí



USA má ~4% světové populace a vypouští ~25% světového CO<sub>2</sub> (Čína 40 %)

# Nejvýznamnější producenti CO<sub>2</sub>



## Skleníkové plyny a ČR

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

**na obyvatele 4x více než světový průměr**

**v EU 5. a ve světě 20. největší emitent/osobu/rok**

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

Nás všechny zajímají  
dopady!

# 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 (sci-fi)

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



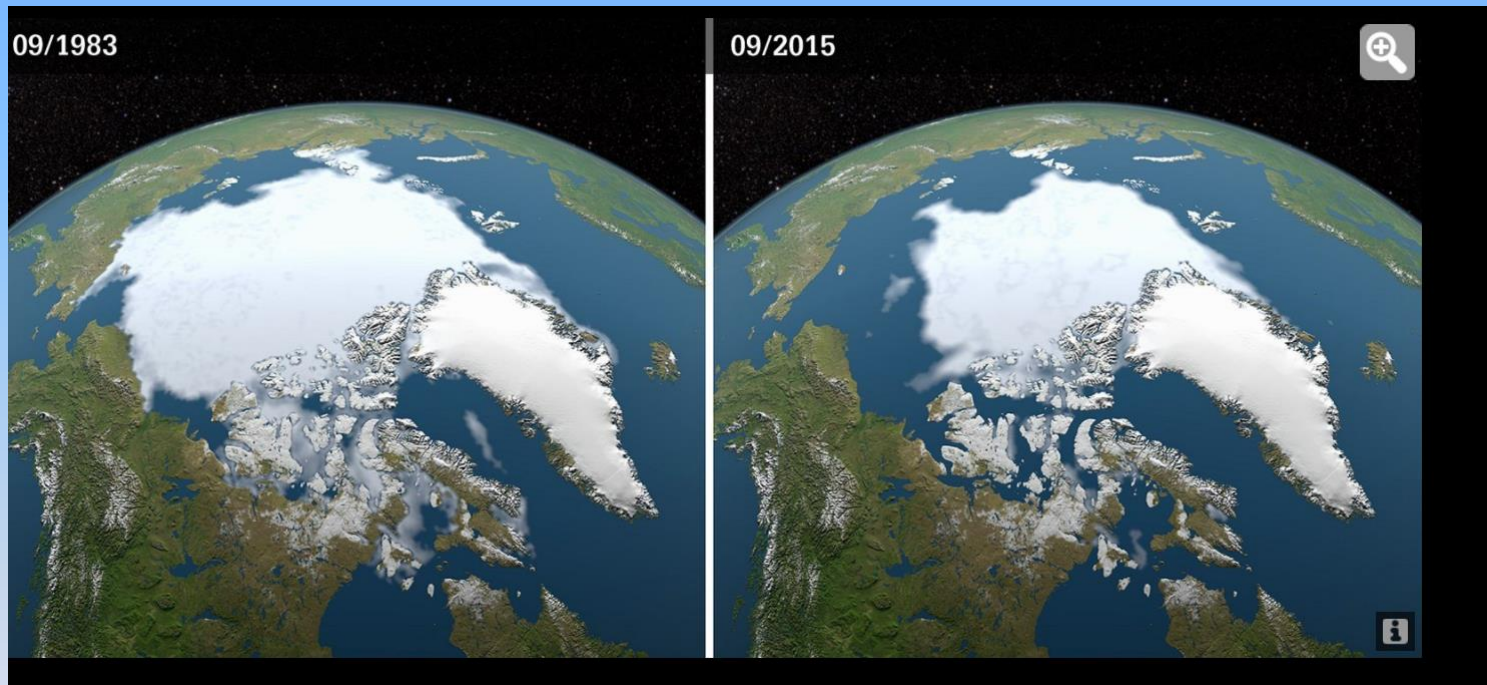


**Realita**

# Ledovec Grónsko - Arktida

1983

2015



# Ledovec Eyjafjallajökull - Island

09/1986



09/2014



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

NASA / Landsat / DNEC

1856



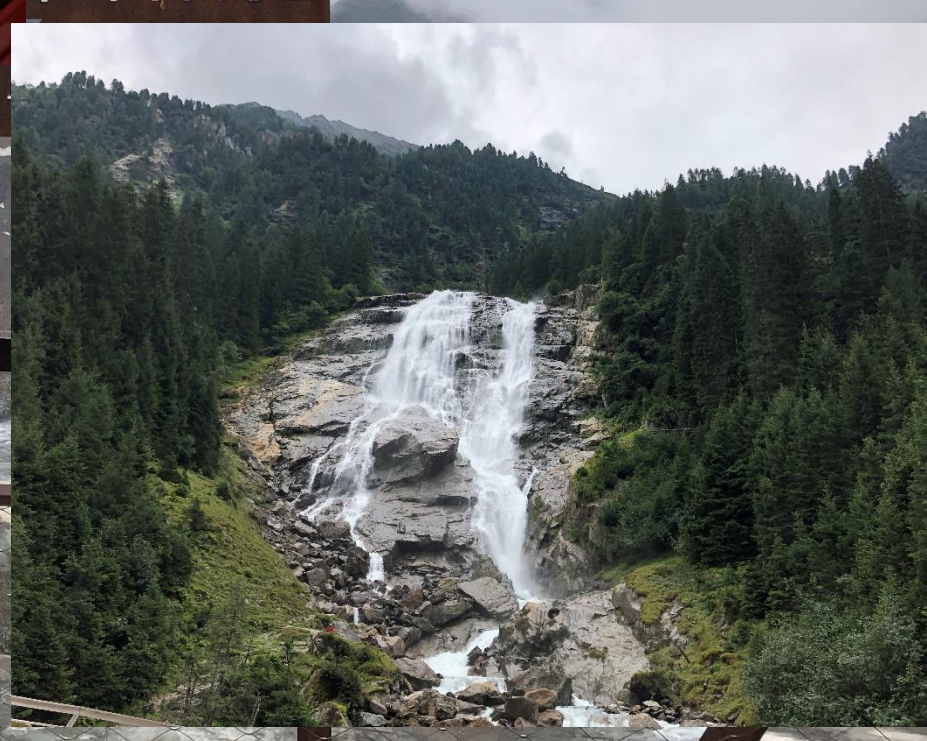
Změny v poloze  
ledovce Rhone  
(Švýcarsko) v letech  
1856 a 1998

1998



1856

1998



Budoucnost v ČR

Dopady změny klimatu

Aktuální vývoj

Časová řada

## Efektivní délka vegetační doby

POPIS VRSTVY

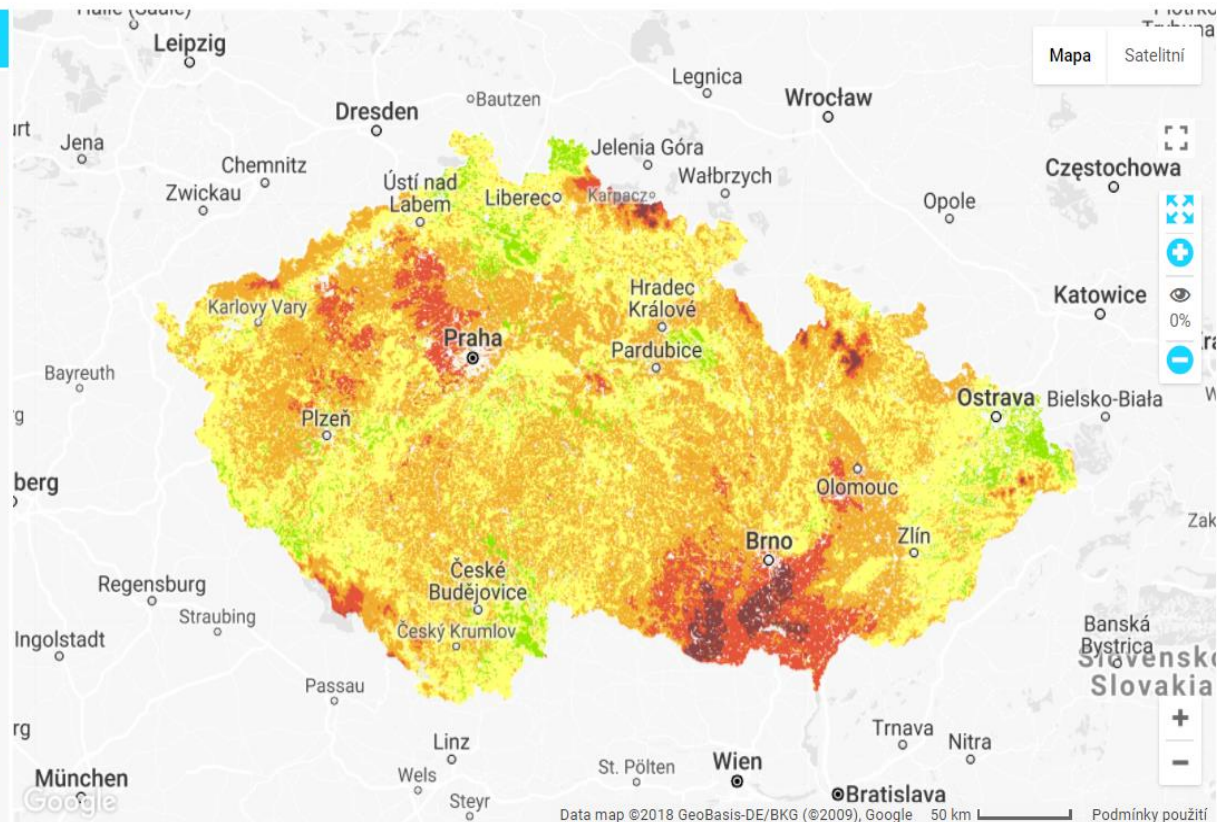
ZMĚNIT VRSTVU

Časová osa



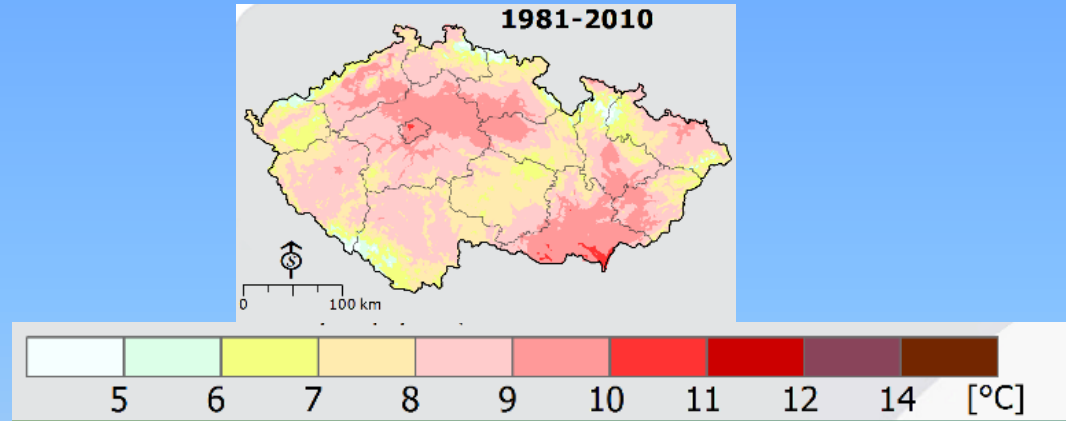
Globální modely: [Střední a vysoké emise ČR](#) [Nizké emise ČR](#)

Informace: [Metodika měření](#) [Adaptace](#)



# Průměrná roční teplota vzduchu (°C)

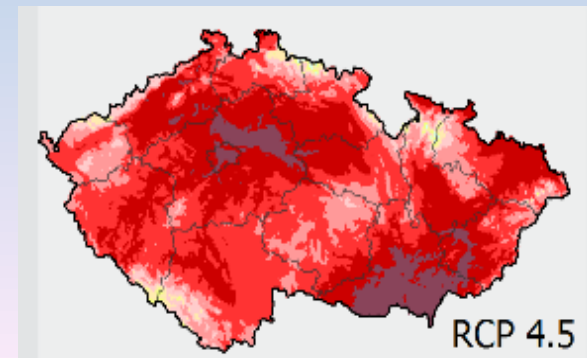
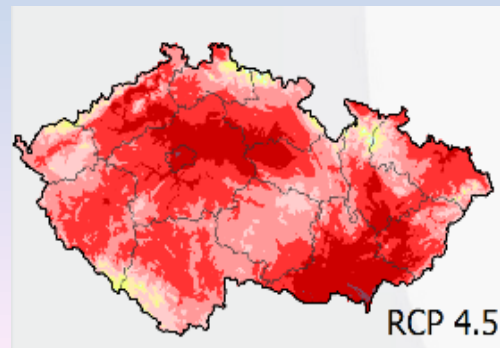
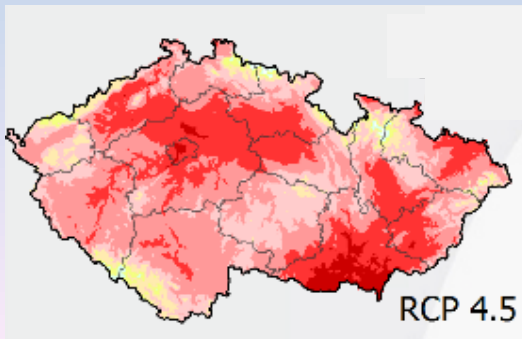
## výskyt sucha



**2030**  
**+1,2 °C**

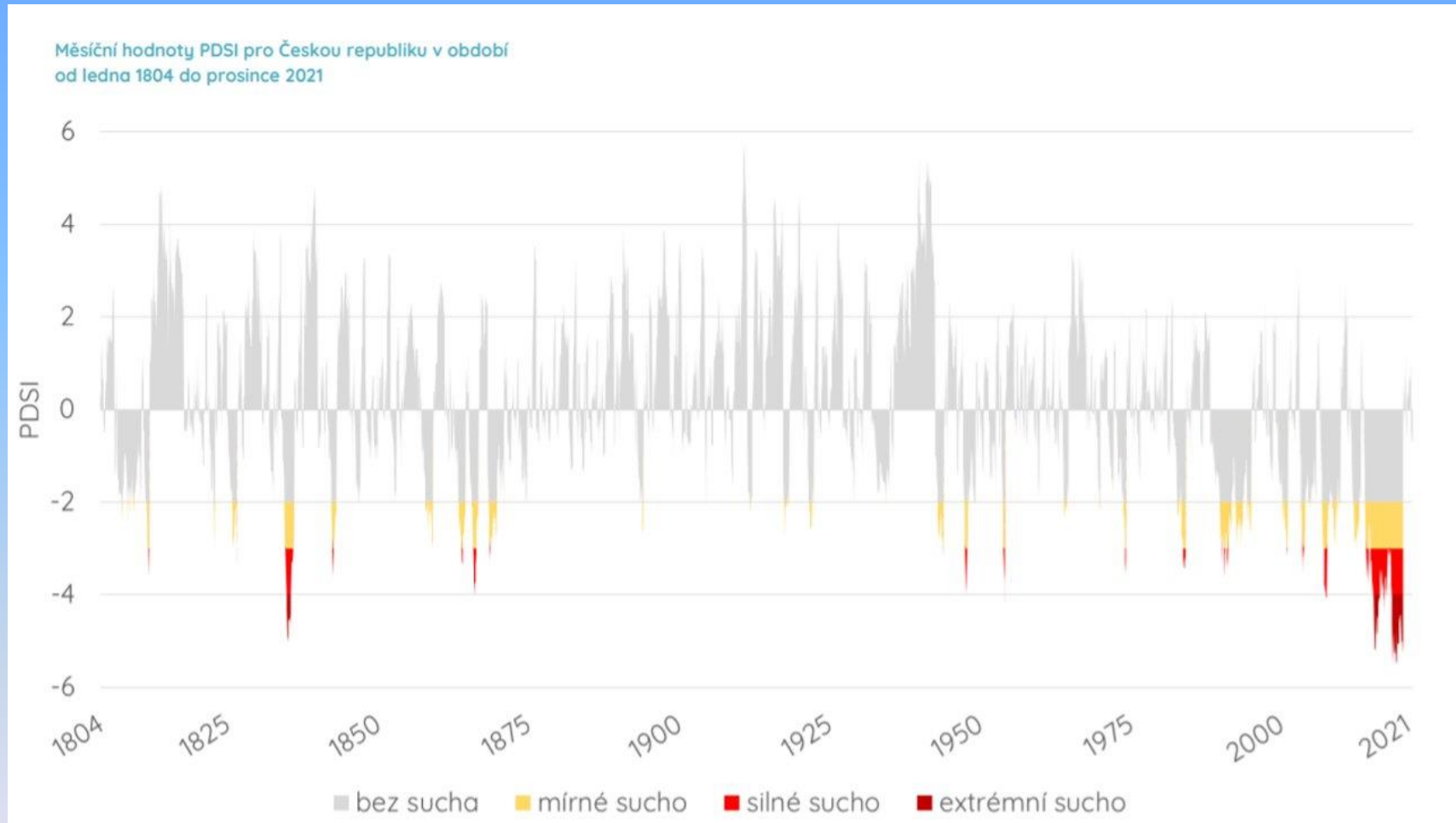
**2050**  
**+ 2,3 °C**

**2090**  
**+ 3,1 °C**





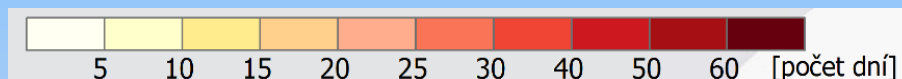
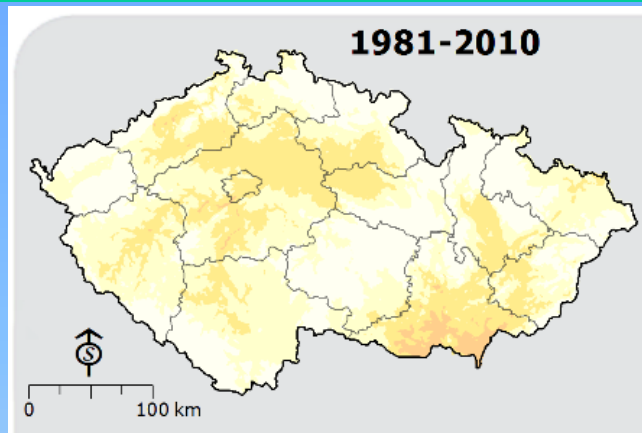
# Suché epizody 1804-2022



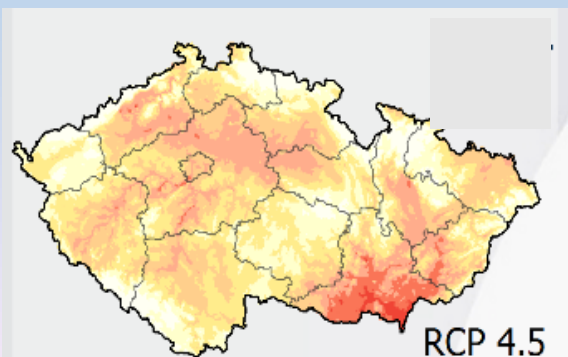
■ extrémní sucho ■ silné sucho ■ slabé sucho

# Počet tropických dnů

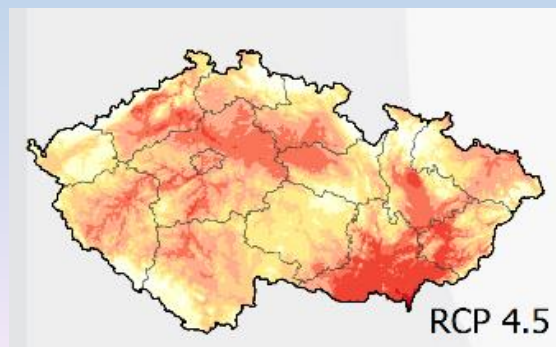
## teplotní stres



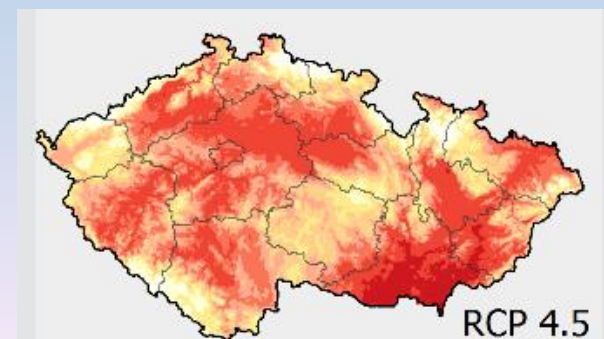
**2030**  
**+10 dnů**



**2050**  
**+20 dnů**



**2090**  
**+35 dnů**



# Rok 2022

## Letošní vlny veder zabily nejméně 15 tisíc Evropanů

7. 11. 2022

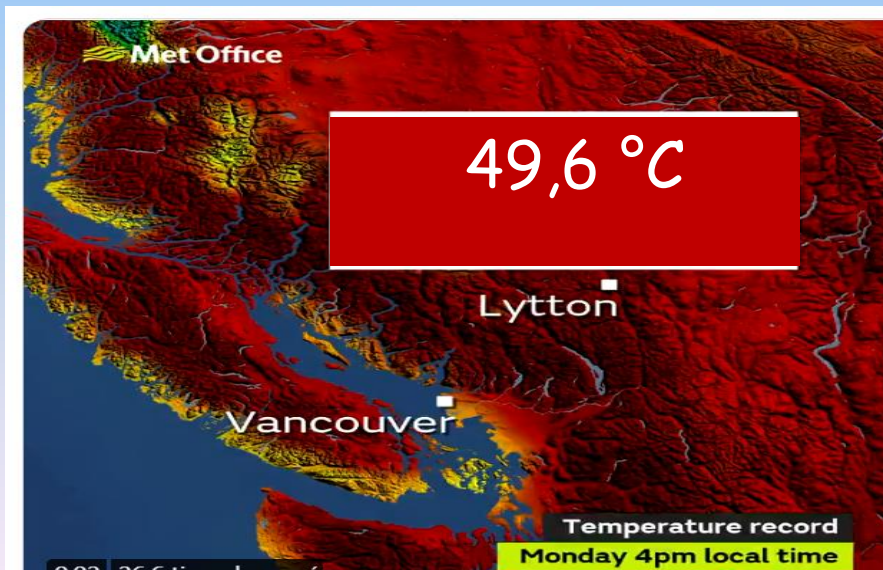
V den, kdy [začal v Egyptě klimatický summit](#), zveřejnila Světová zdravotnická organizace nová data o tom, jak smrtící vliv má změna klimatu na Evropany.

### Příští vlny veder mohou zabít miliony lidí

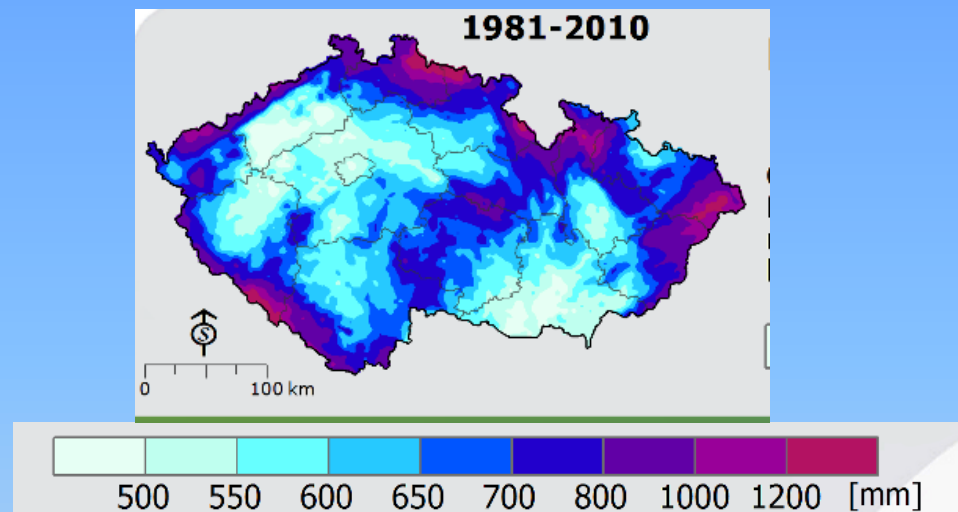
47 | Příroda | Ladislav Loukota | Diskuze: 4/4 nových



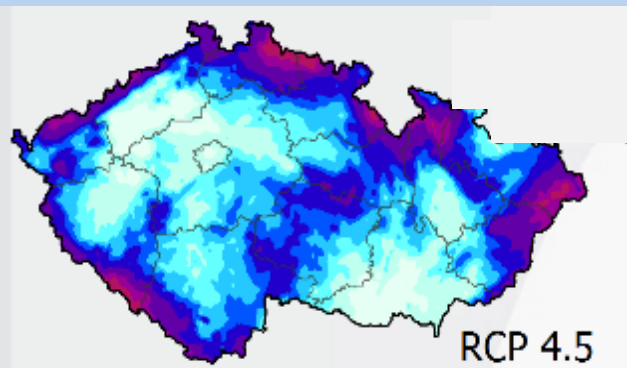
# 29.6.2021



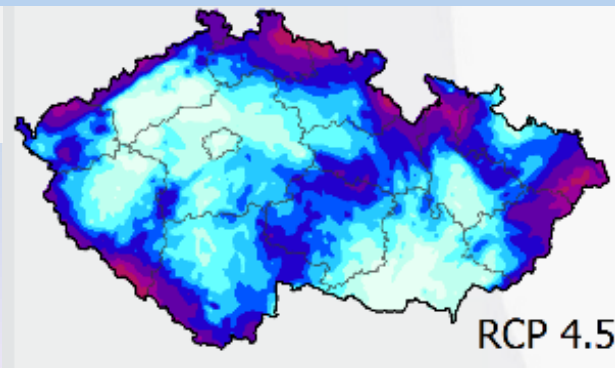
# Roční úhrn srážek (mm)



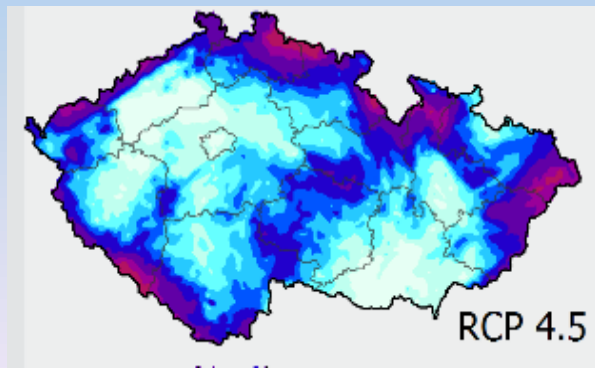
2030



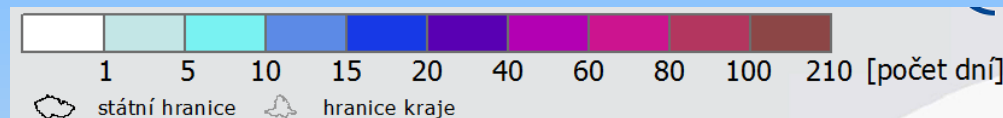
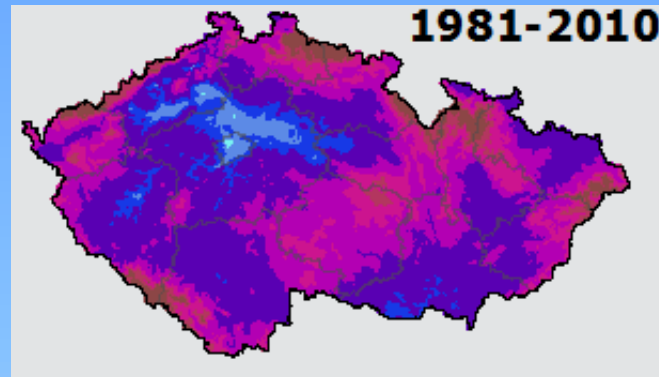
2050



2090



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



2030

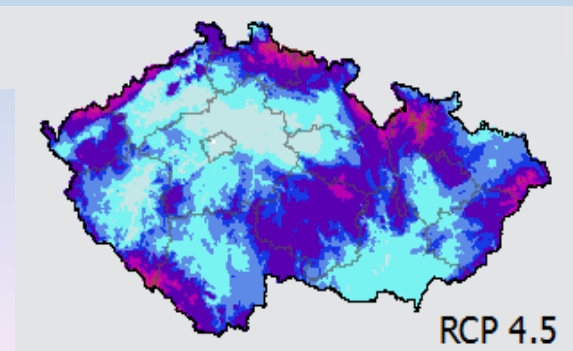
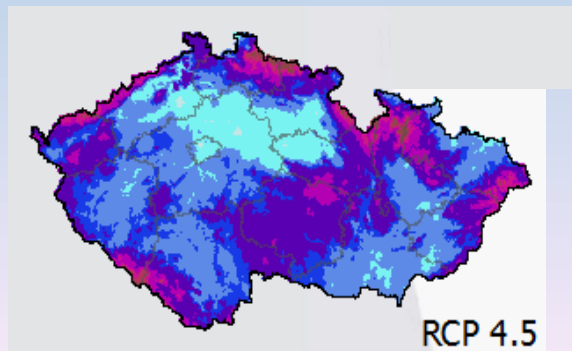
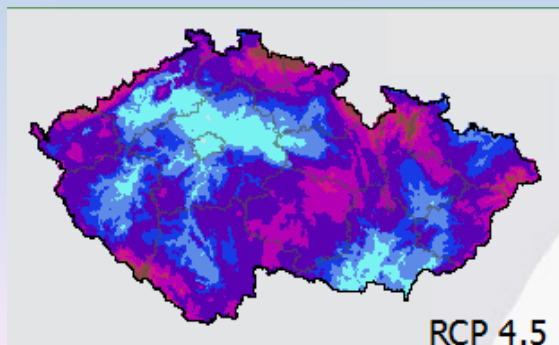
-8 dní

2050

-13 dní

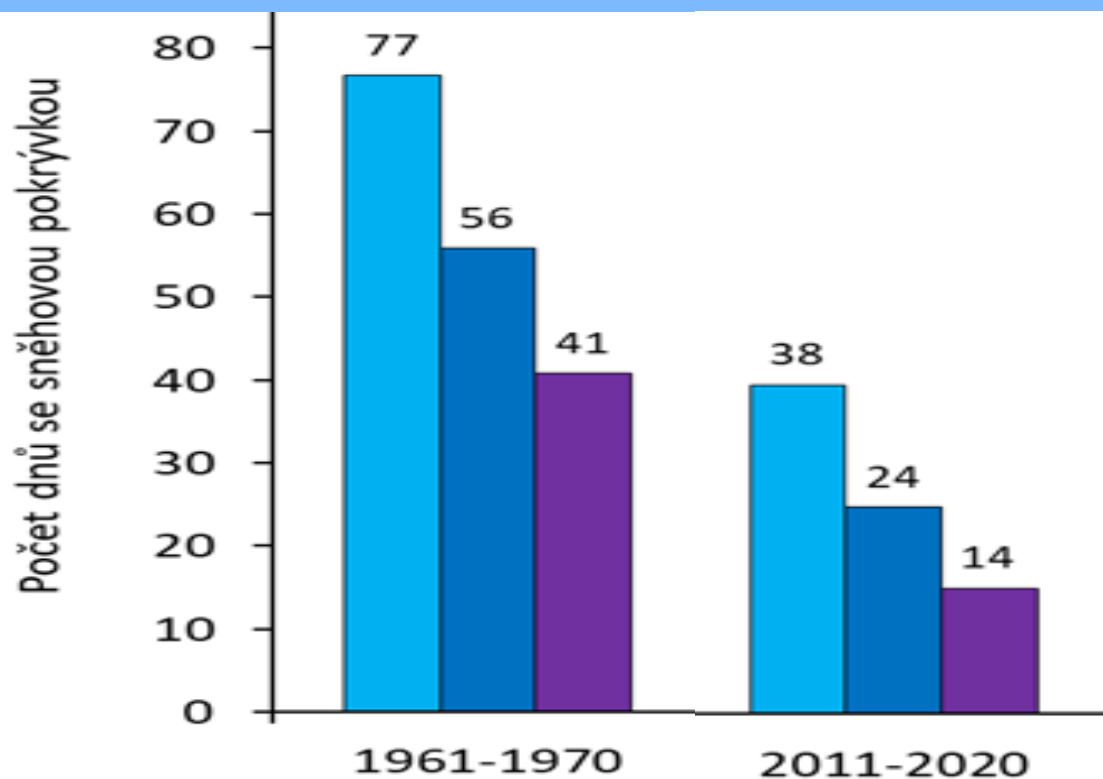
2090

-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: ČHMU)

# Další dopady zesíleného skleníkového jevu – sucho je již za námi

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

# Městské klima – město jako tepelný ostrov – proč?





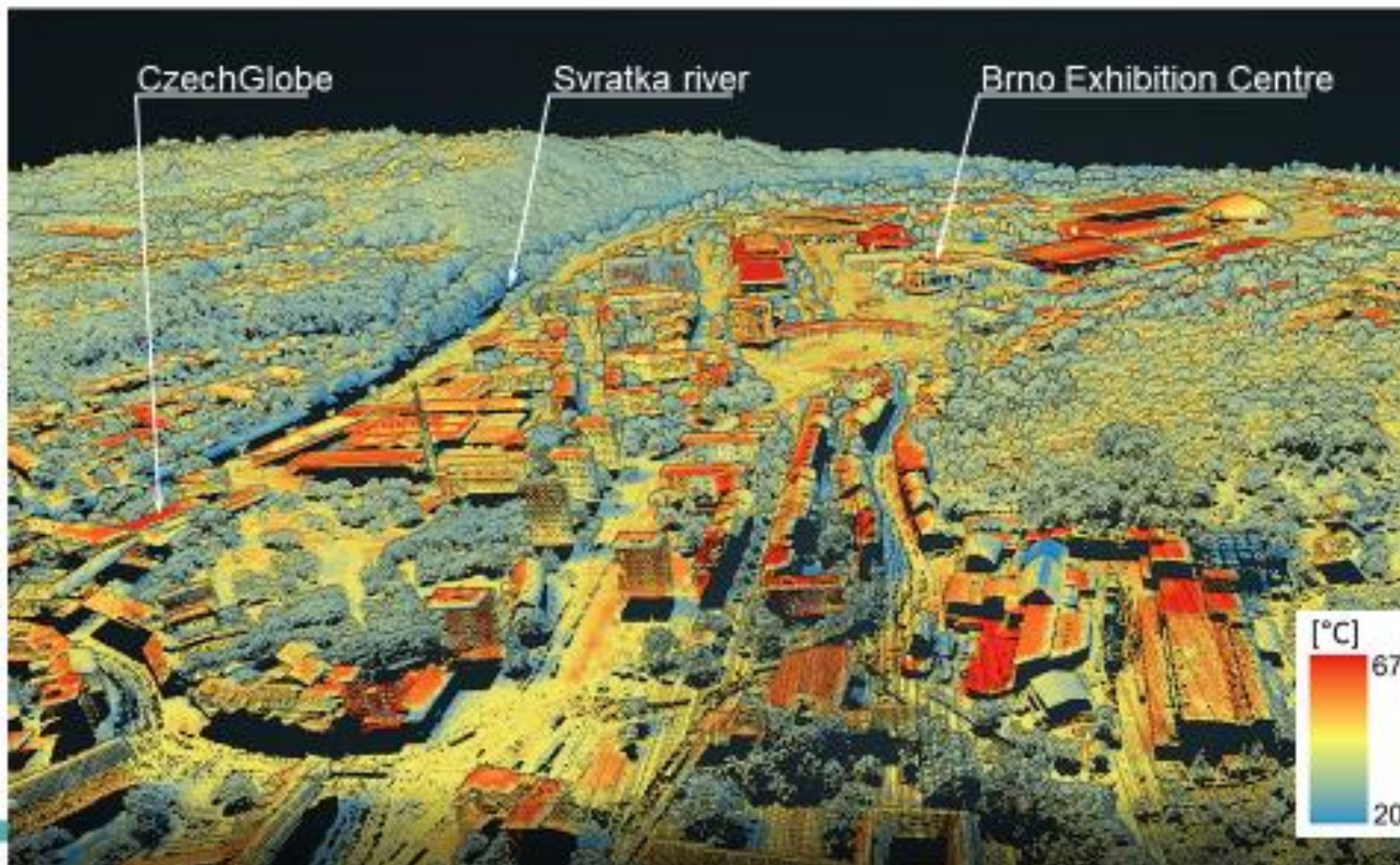
# Městské klima





## MĚSTA A KLIMATICKÁ ZMĚNA

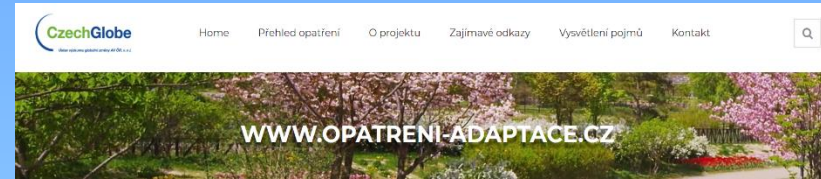
3D mapa povrchové teploty v Brně, léto 2019 ( kombinace Lidarových a termálních dat)



# Adaptační opatření – vlny horka

## ➤ Technická řešení

- Odrazivé materiály a povrchy (plochy střech, fasád)
- Sběr a nakládání s dešťovou vodou
- Stínící prvky (dočasné konstrukce)



## ➤ Přírodě blízká řešení

- Výsadba stromů – prokořenitelné boxy
- Jezírka na dešťovou vodu, dešťové kanály, dešťové zahrádky
- Komunitní zahrady (vnitrobloky)
- Zelené střechy a vertikální zeleň

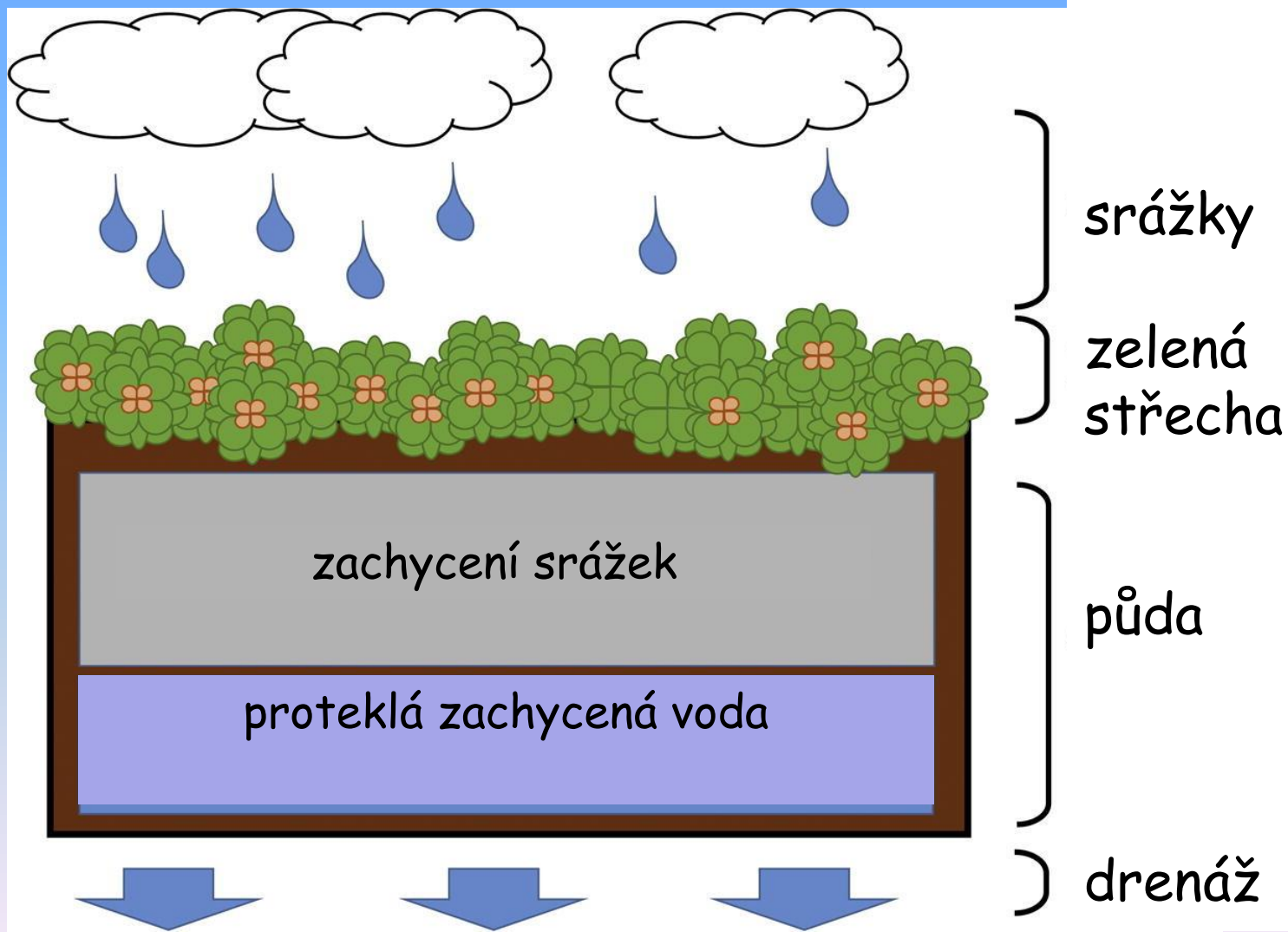
## ➤ Měkká opatření (informační kampaně, environ. vzdělávání)



# Zelené střechy



# Zelené střechy



# Campus MUNI – v létě ochlazení, podzim okrasa!



# BTW: Dnešní zpráva

## Sucho zničilo stromy v lesoparku, při obnově se využijí odolnější rostliny

🕒 25. října 2023 8:07



Litoměřice plánují revitalizaci lesoparku na Mostné hoře. Radnice došla k závěru, že je se zdejší zelení, na které se dlouhodobě negativně podepisuje sucho, potřeba něco udělat. Na proměnu zhruba za dvě desítky milionů se snaží získat dotaci. Nedaleká Roudnice se pak chystá vybudovat lesopark zcela nový.

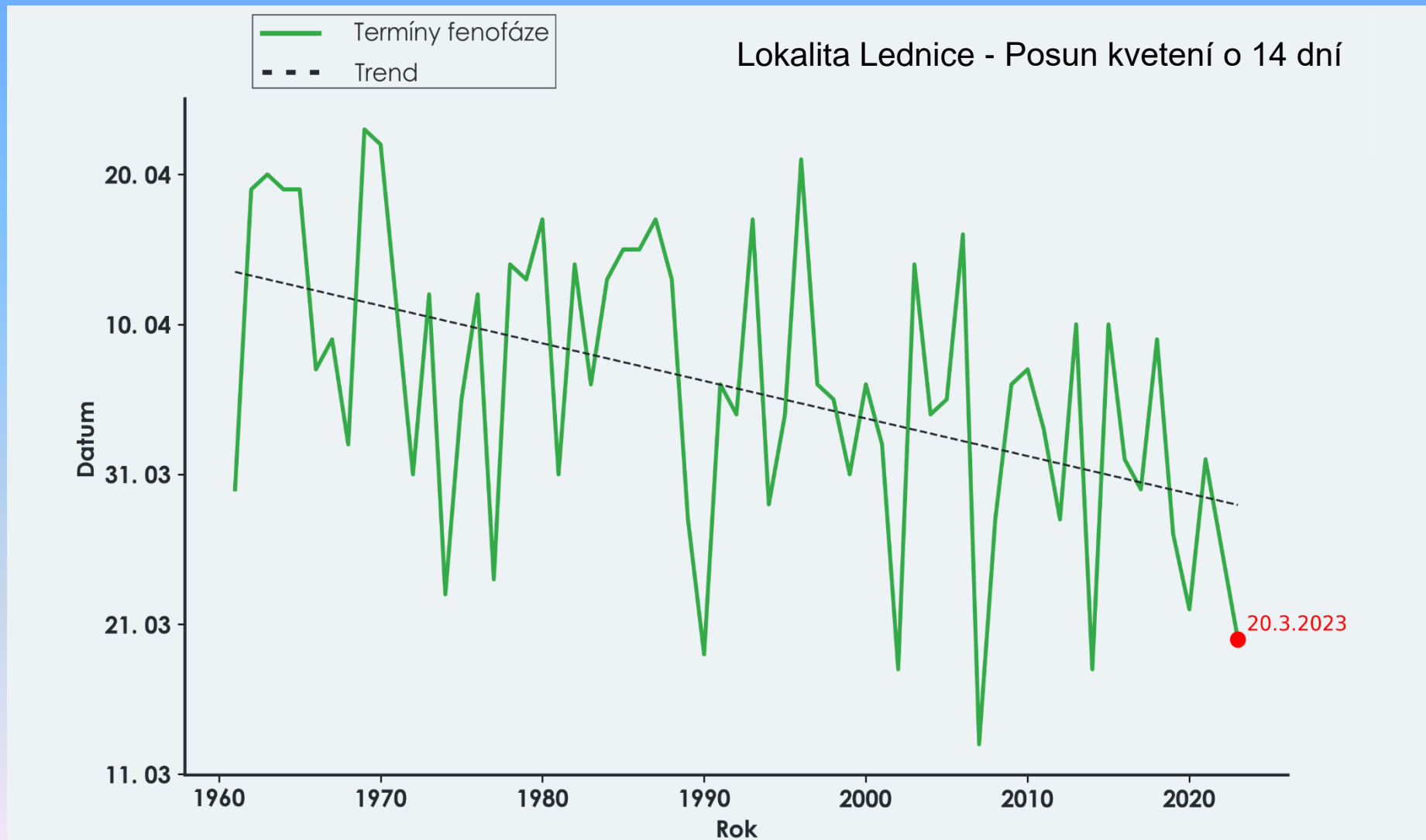


# Další dopady zesíleného skleníkového jevu – sucho je již za námi

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



# Dřívější start vegetace? Meruňka (1960-2023)



# Dřívější start fenofází 1961-2022

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

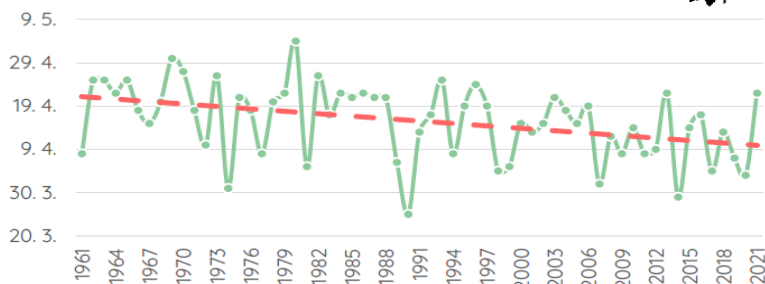
## Změny ve fenofázích

1961-2021 Vranovice, Česká republika



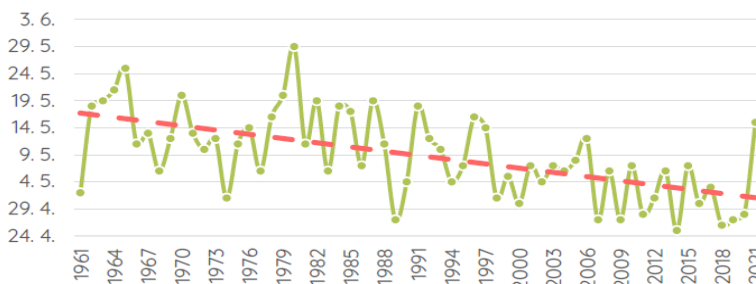
### sasanka prysk - kvetení

**Sasanka pryskyřníkovitá** (*Anemone ranunculoides*)  
fenofáze plného kvetení



### hloh obecný - kvetení

**Hloh obecný** (*Crataegus laevigata*)  
fenofáze plného kvetení



#### Trend

V případě všech fenofáz 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

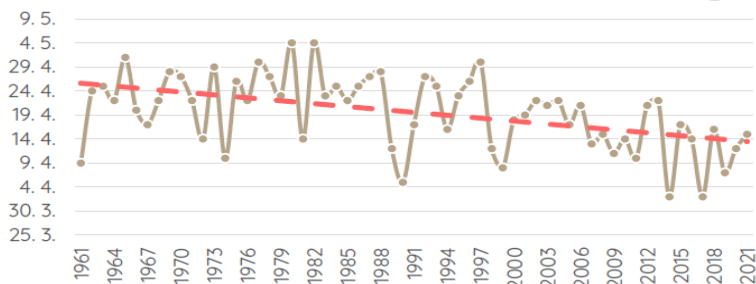
Hloh obecný  
15,4 dne

Dub letní  
11,9 dne

Sýkora koňadra  
8,5 dne

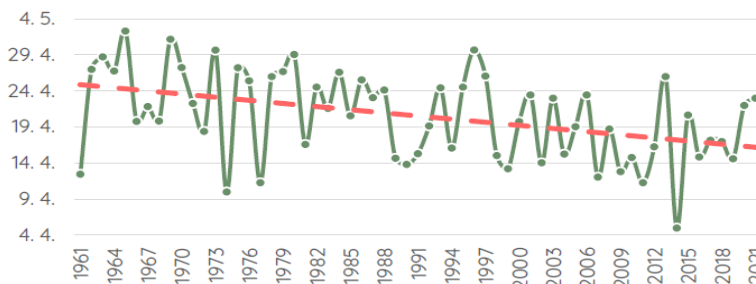
### dub letní - rašení listů

**Dub letní** (*Quercus robur*)  
fenofáze vyrašení listových pupenů



### sýkora koňadra - 1.vejce

**Sýkora koňadra** (*Parus major*)  
fenofáze průměrného prvního vejce v populaci



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 ....**

# Rok 2019

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

6. června 2019 13:27



Ovocnáři odhadují, že jarní mrazy, které přišly ve dvou vlnách v dubnu a v květnu, zanechají na ovoci škody ve výši 100 a více milionů korun. Největší škody budou na jablkách, řekl iDNES.cz Martin Ludvík, předseda Ovocnářské unie ČR.

# Rok 2020

**Mráz zničil úrodu ovoce! Nebudou meruňky, jablka ani třešně**



Zdroj: Thinkstockphotos

# Rok 2021

## Mrazy zatím postihly především meruňky. Sadaři počítají milionové škody

🕒 20. května 2021 13:49



Letošní jarní mrazy nadělaly ovocnářům pouze lokální škody. Postiženy byly například výsadby meruněk na jižní Moravě, ojediněle byly zasaženy i třešně.

# Rok 2022

## Články

ÚVOD

O UNIVERZITĚ

ÚŘEDNÍ DESKA

STUDUJ MENDELU

VĚDA A VÝZKUM

ZAHRANIČNÍ

SPOLUPRÁCE

PRO MÉDIA

KONTAKT

Pomoc

Ukrajině

Aktuálně k

COVID-19

## Úroda meruněk je opět v ohrožení

Dnes -

*Úroda meruněk a ostatních teplomilných peckovin je letos v důsledku extrémně sucha a rychlého nástupu jara počasně v ohrožení. Může za to až výjimečně rychlý výstup z období zimního klidu, negativní vliv má i aktuální počasí zahrnující...*



Podle Tomáše Nečase z Ústavu ovocnictví Zahradnické fakulty v Lednici u některých druhů meruněk skončilo období zimního klidu už v průběhu prosince. U dalších pak v průběhu ledna, což je také nezvykle brzy. Oproti loňsku pak v průměru o 15 až 20 dní dříve. Další negativní dopad na stromy a jejich budoucí plody má počasí, respektive kombinace nezvyklého sucha, kdy srážky od počátku roku dosahují kritické úrovně 26,3 mm (Lednice) oproti dlouhodobému normálu 73,0 mm



# Rok 2023

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

6.4.2023

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



PETR ZAPLETAL

12. 4. 2023, 22:04



# Kyjov

2.2.2018



13.10.2018



# Dopady zesíleného skleníkového jevu

## II.

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

# Dopady na stromy (lesy)

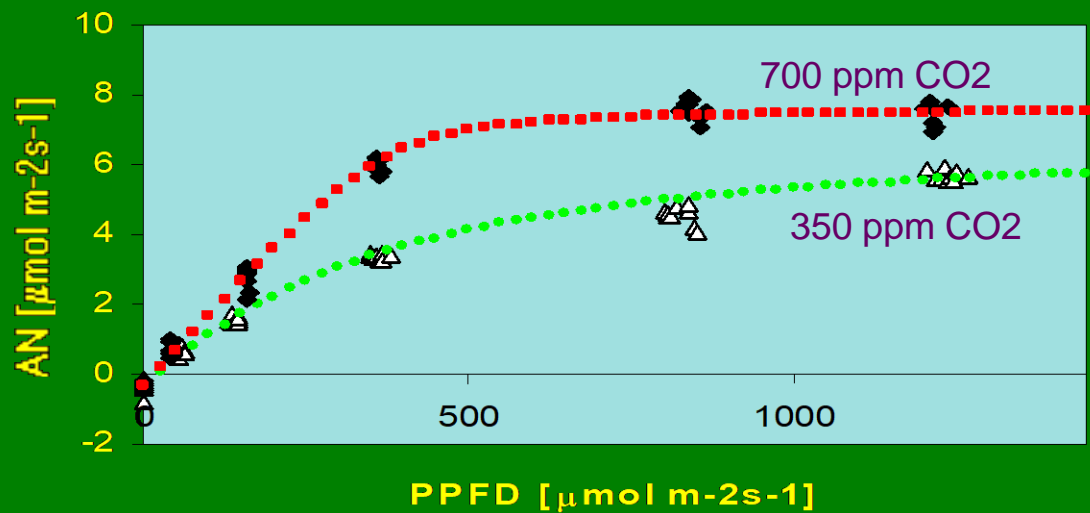


- míra alokace  $\text{CO}_2$  v biomase
- popis fotosyntézy v podmínkách  $1\times\text{CO}_2$  a  $2\times\text{CO}_2$
- změna energetické bilance v podmínkách  $2\times\text{CO}_2$

# Vliv CO<sub>2</sub> na fotosyntézu



Světelná křivka fotosyntézy SM  
pro dvě koncentrace CO<sub>2</sub>  
(Bílý Kříž)



(Bílý Kříž)

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

### jehličnany

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

### listnáče

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

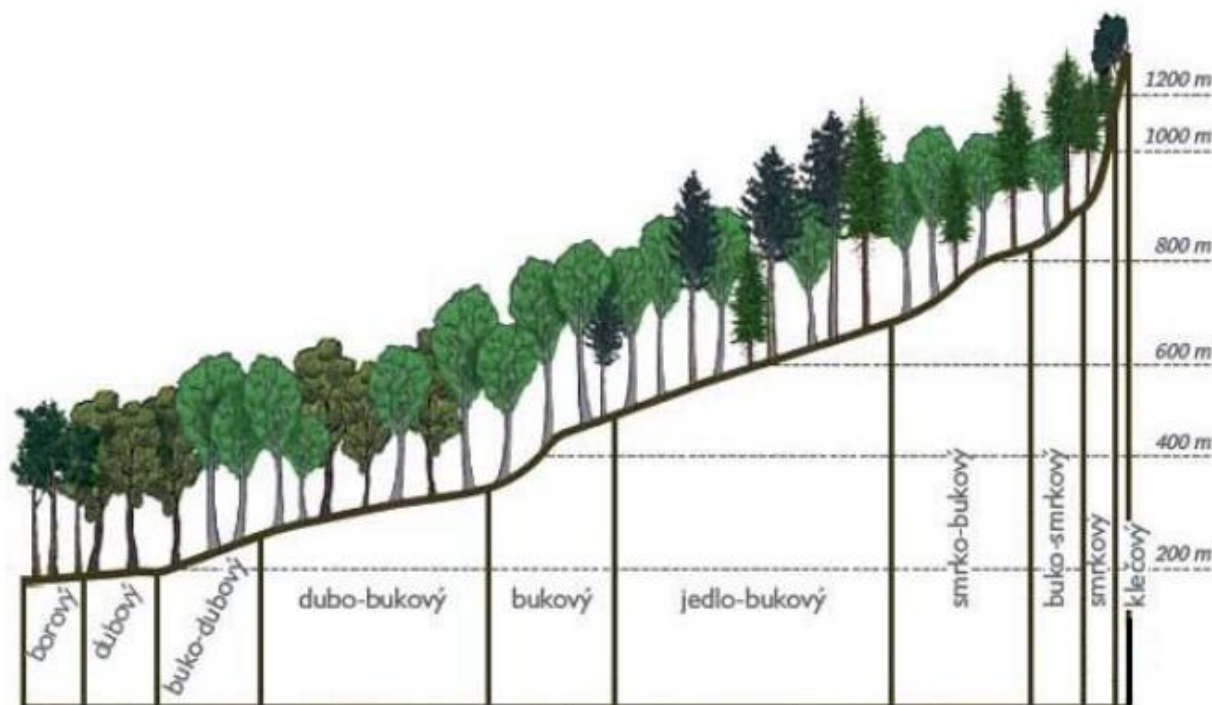
**Limitující faktory:** půda (živiny, voda),  
dřevina,  
kompetice,  
uspořádání experimentu



# 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

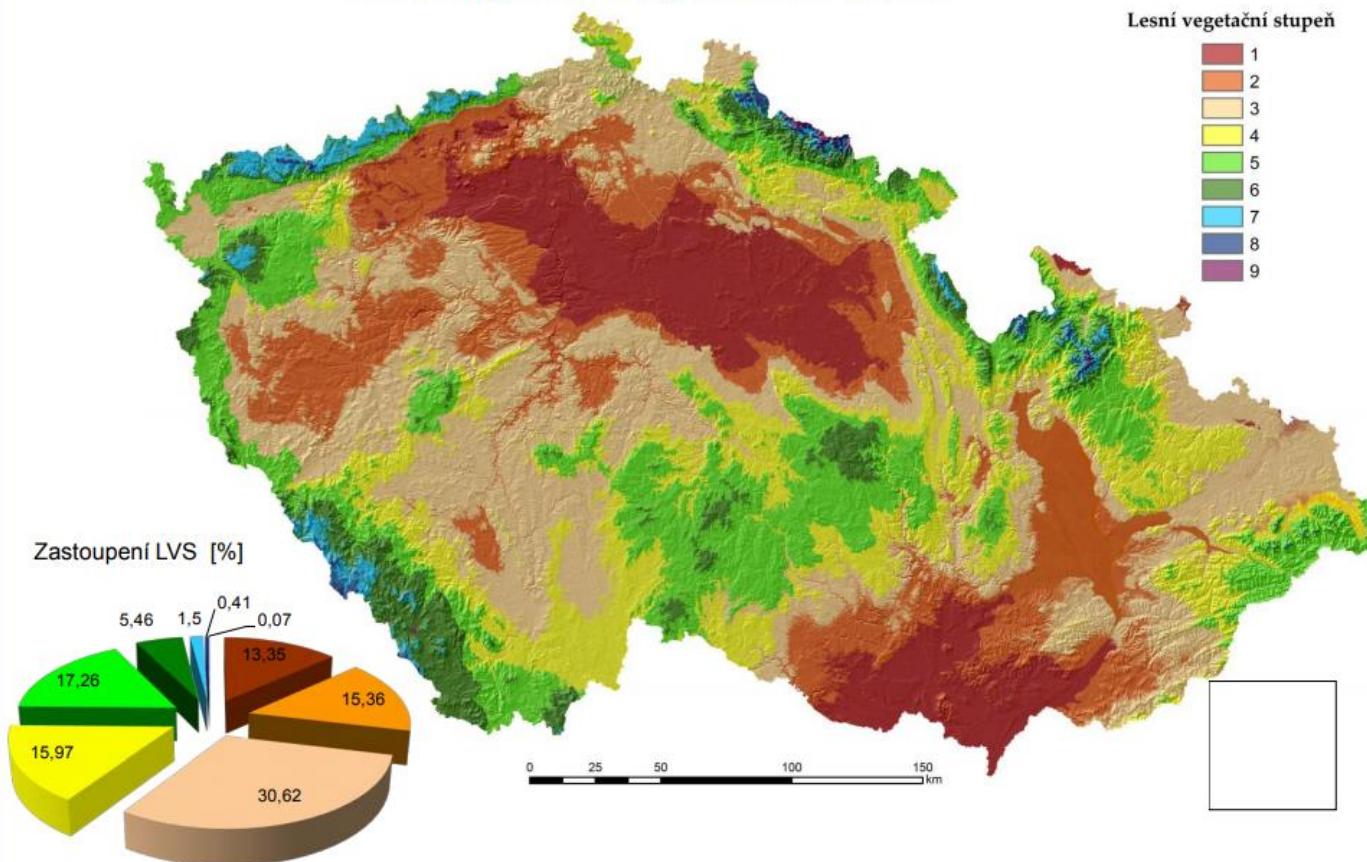


# 1961- 1990

Ing. Petr Vahalík

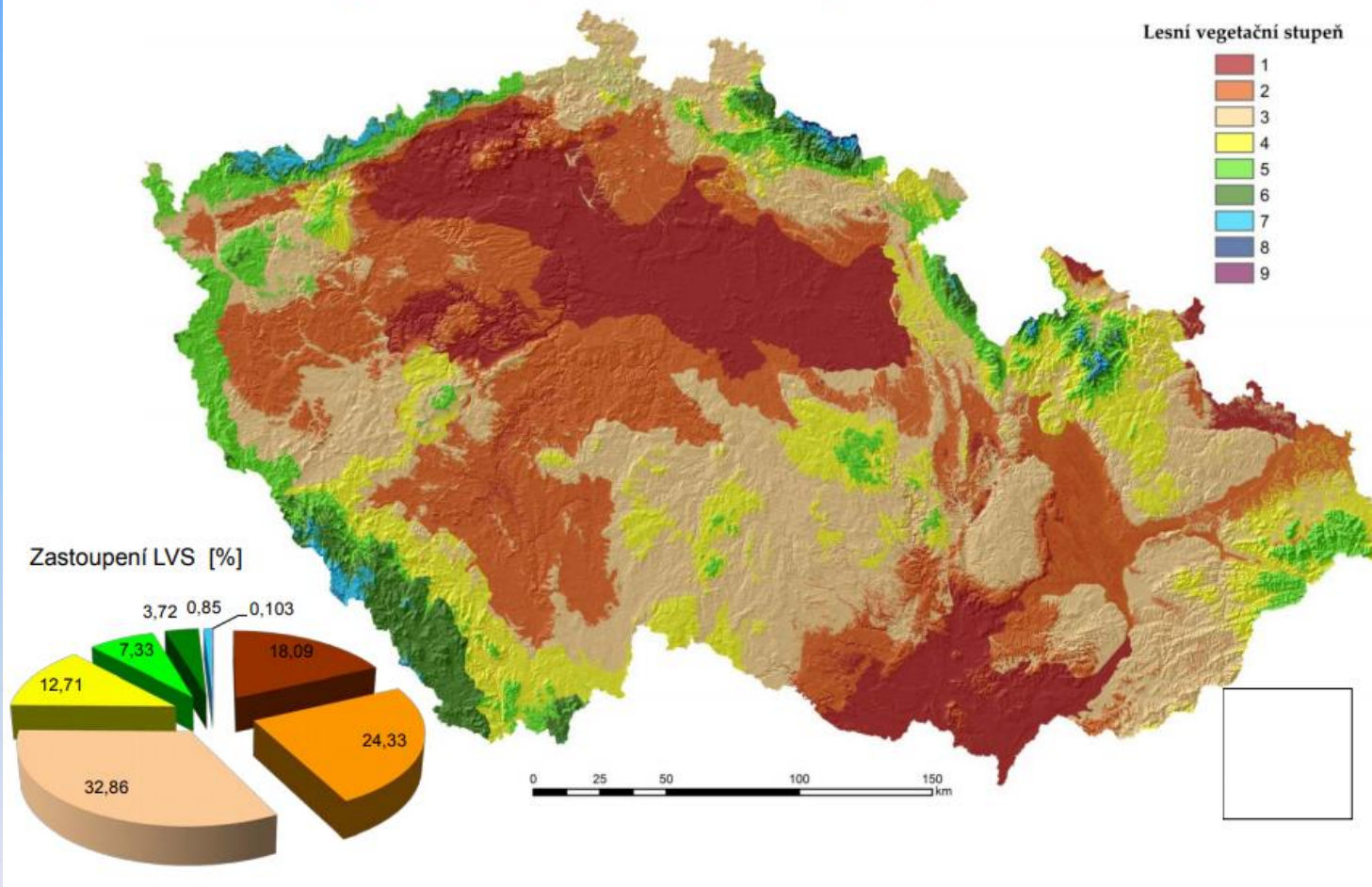
Možnosti modelování lesní vegetační stupňovitosti pomocí geoinformačních analýz

## Lesní vegetační stupně na území ČR



# +1 °C

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

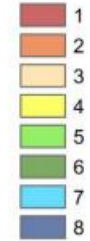




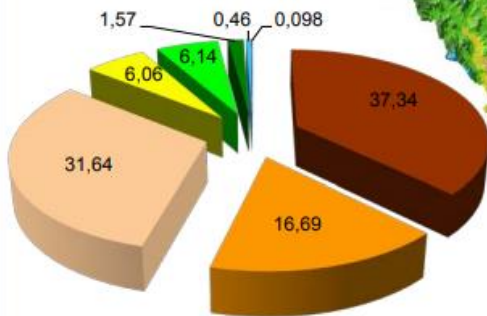
# +2 °C

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

Lesní vegetační stupeň

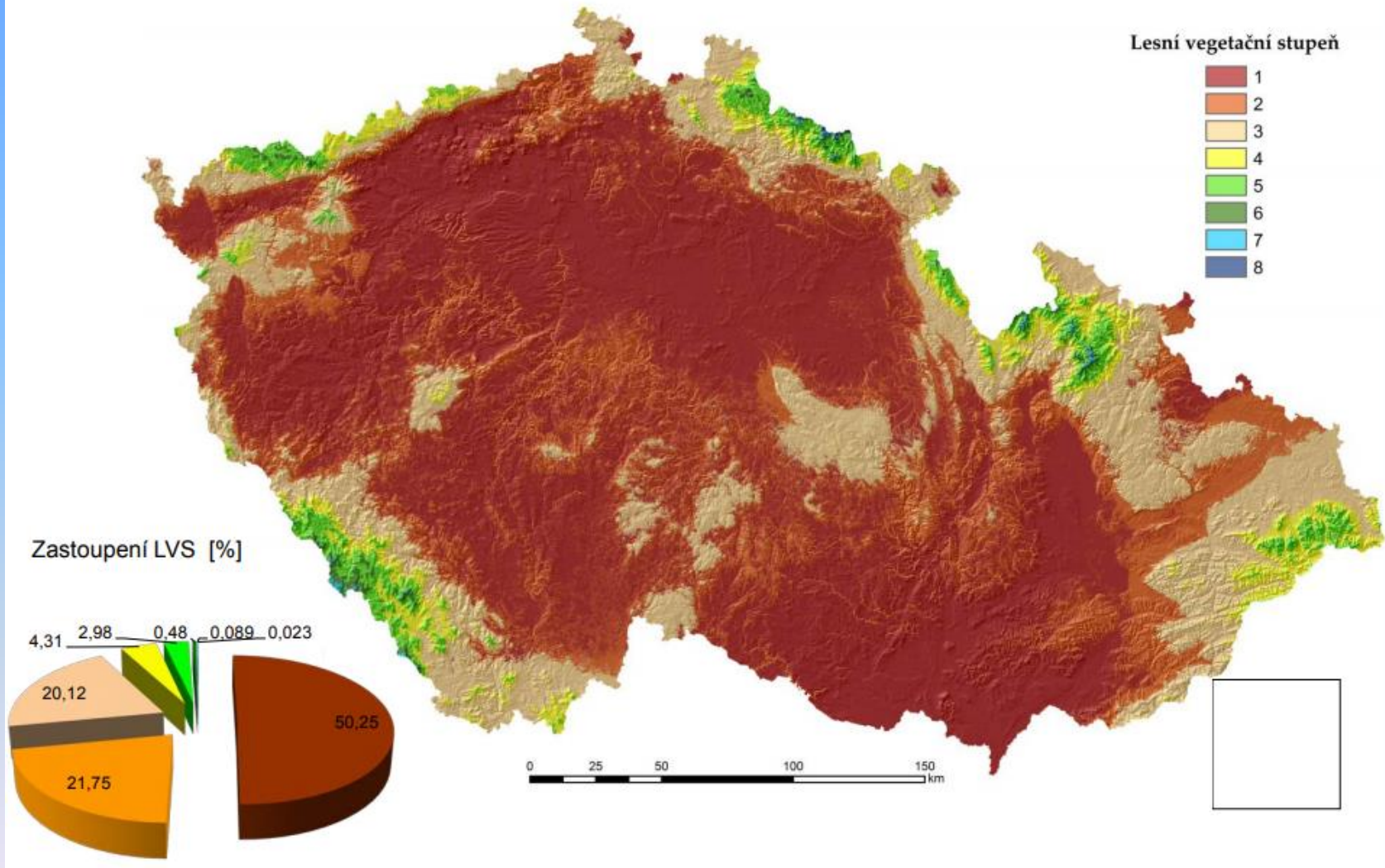


Zastoupení LVS [%]

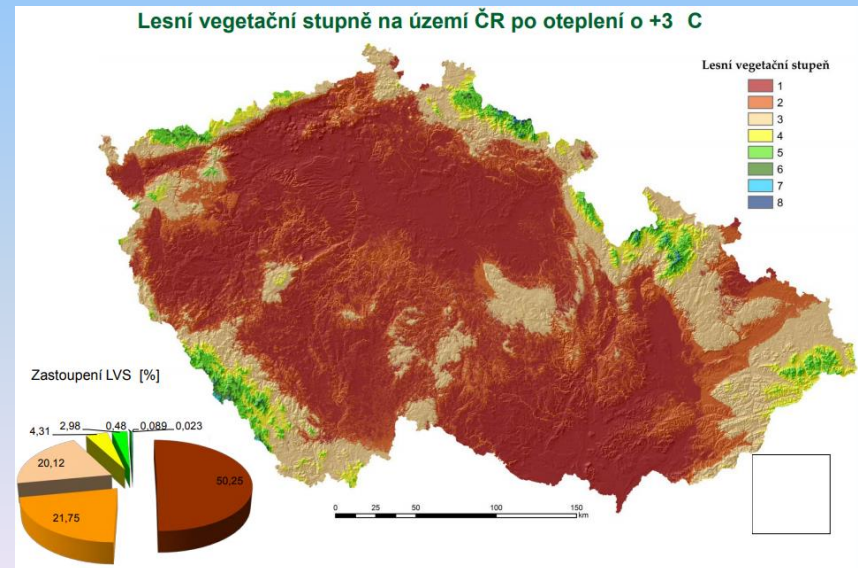
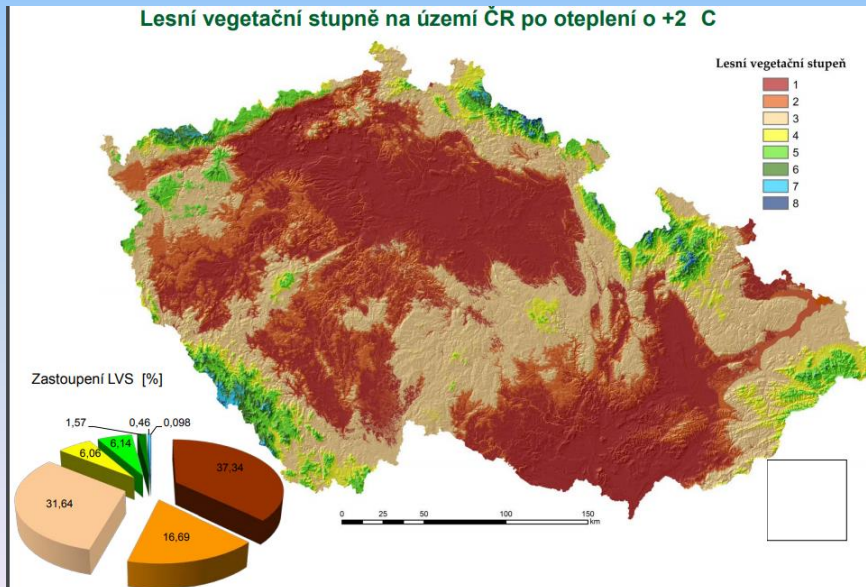
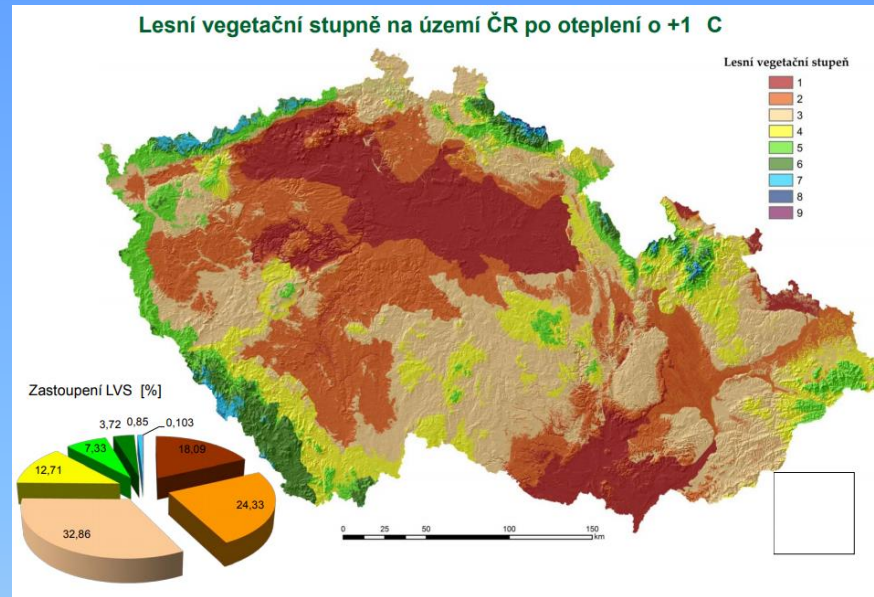
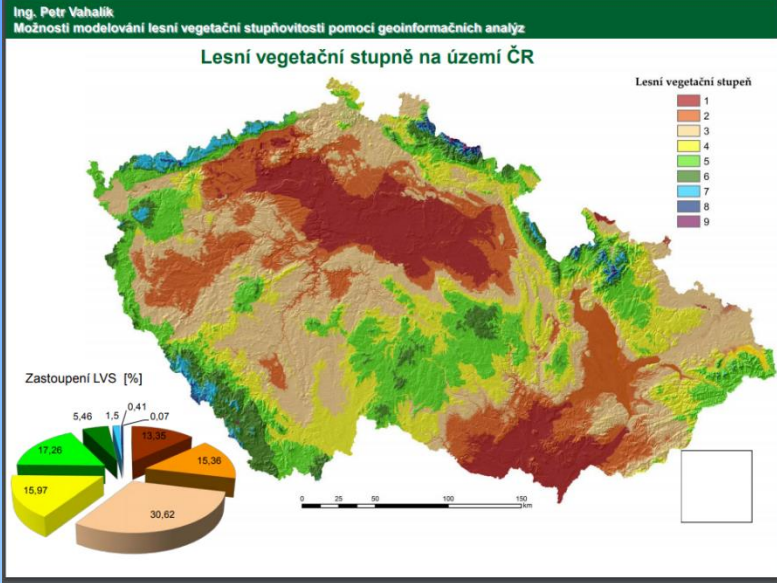


# +3 °C

## 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 města**
- **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 <sup>3</sup>	mil m <sup>3</sup>	%
<b>2015</b>	16,2	8,2	<b>50</b>
<b>2016</b>	17,6	9,4	<b>53</b>
<b>2017</b>	19,4	11,7	<b>60</b>
<b>2018</b>	25,7	23,0	<b>89</b>
<b>2019</b>	<b>32,6</b>	<b>31,0</b>	<b>95</b>
<b>2020</b>	<b>35,6</b>	<b>33,8</b>	<b>95</b>
<b>2021</b>	30,3	26,3	<b>87</b>
<b>2022</b>	25, 0	19,8	<b>79</b>

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

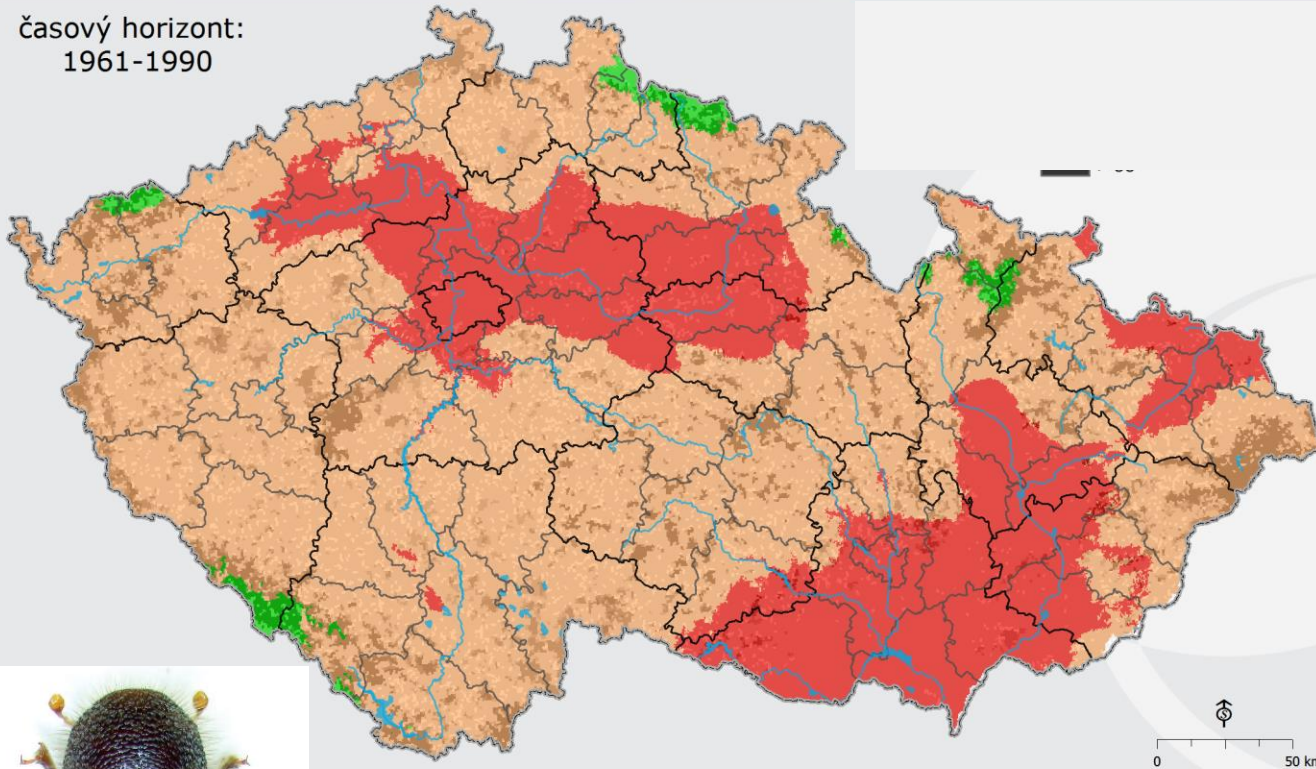
Není to jen o kůrovci!!



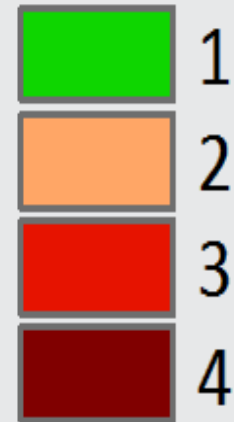
# Vliv teploty na počet generací

## POČET GENERACÍ LÝKOŽROUTA SMRKOVÉHO na podkladě současného rozšíření smrku

časový horizont:  
1961-1990



Počet generací





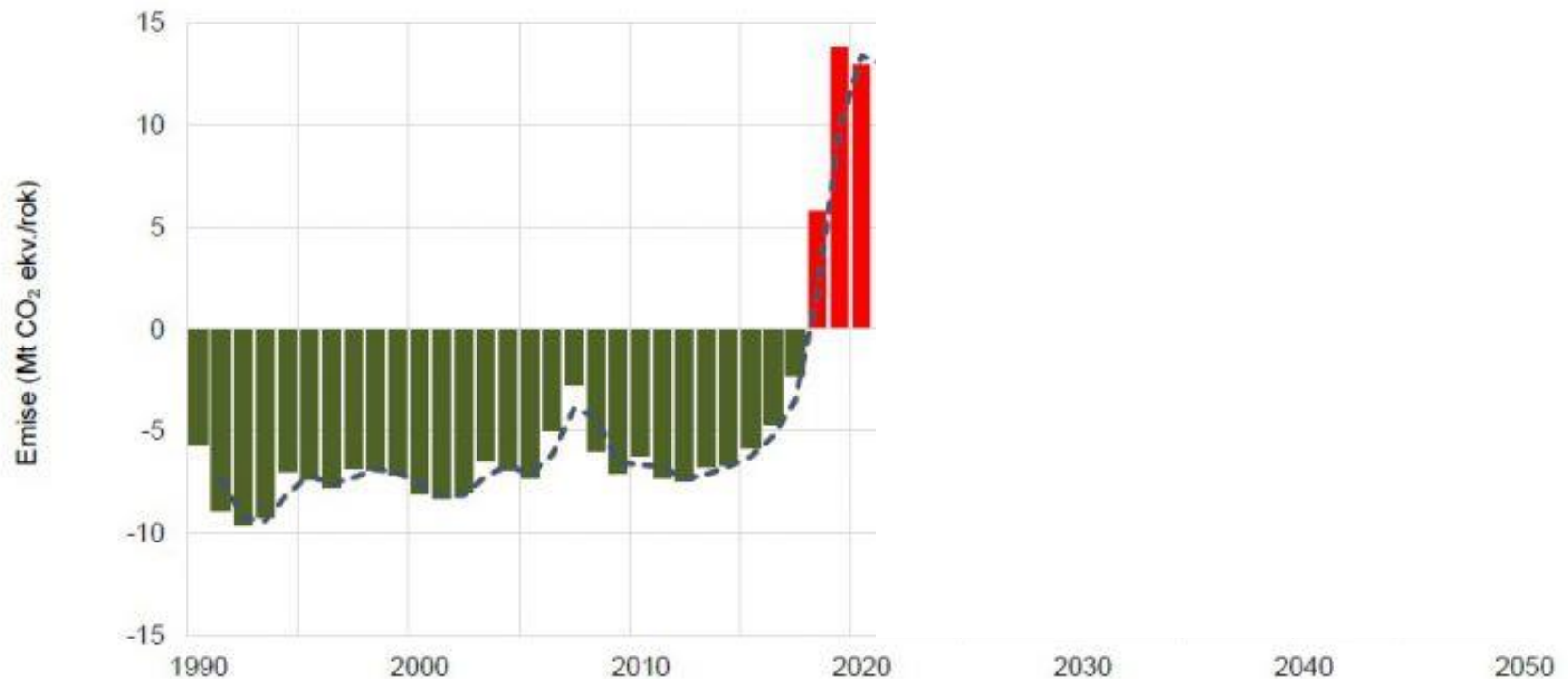
# Sucho a lýkožrout x lesy



**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

## ZMĚNY HOSPODAŘENÍ

- změna dřevinného složení (více listnatých) a zvýšení biodiverzity (i opatrná introdukce nových druhů – Douglaska tisolistá? Jedle?),
- snížení doby obmýetí zranitelných dřevin
- využívání nepasečných (především výběrných a minoritně výmladkových) hospodářských způsobů
- 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

## Mýty o ZK

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



# Adaptace

## Zalesňování (podle typu dřevin)

---



**2011**

**51 %**

**jehličnaté**

**36 %**

**49 %**

**listnaté**

**64 %**



**2021**

---

Zdroj: ČSÚ

**Příští téma:  
Teplota**