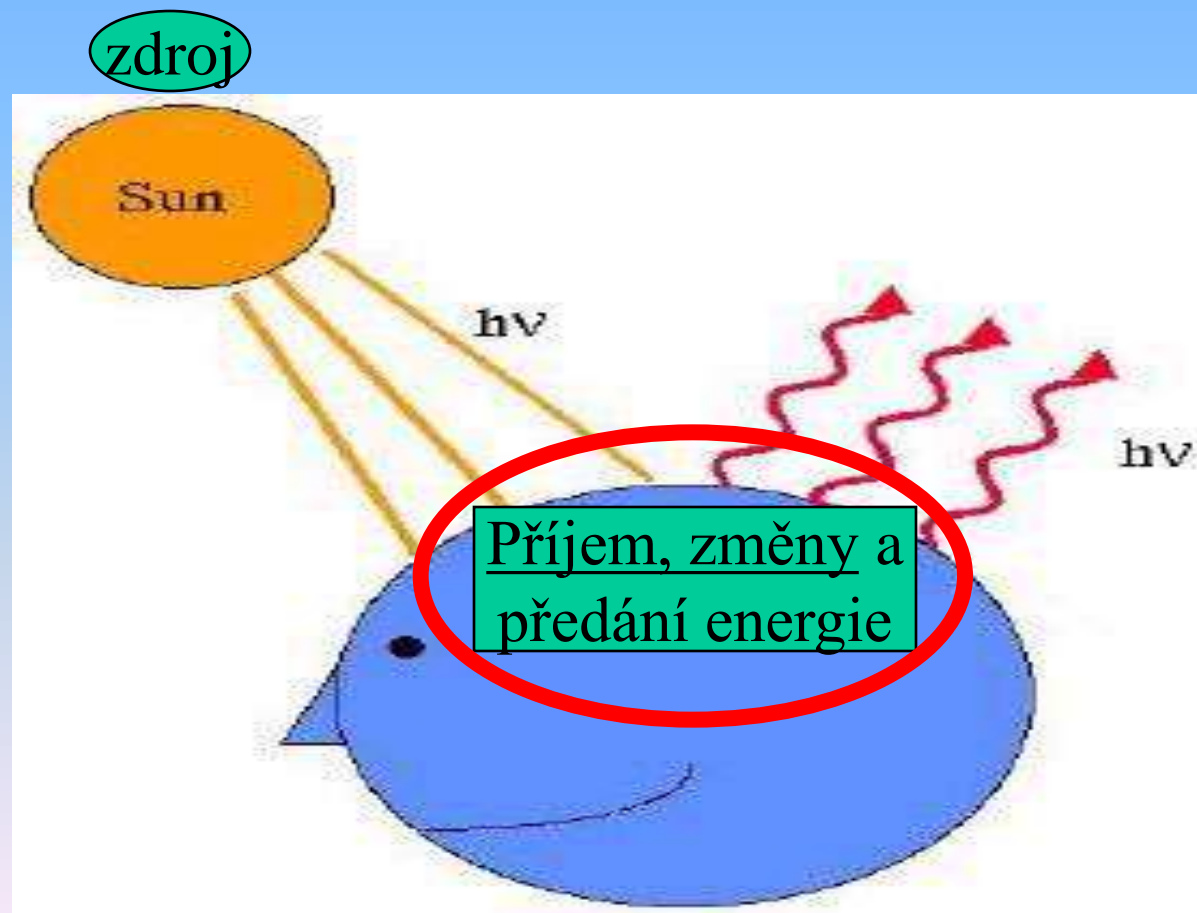


Přednáška 4/13

ENERGETICKÁ BILANCE

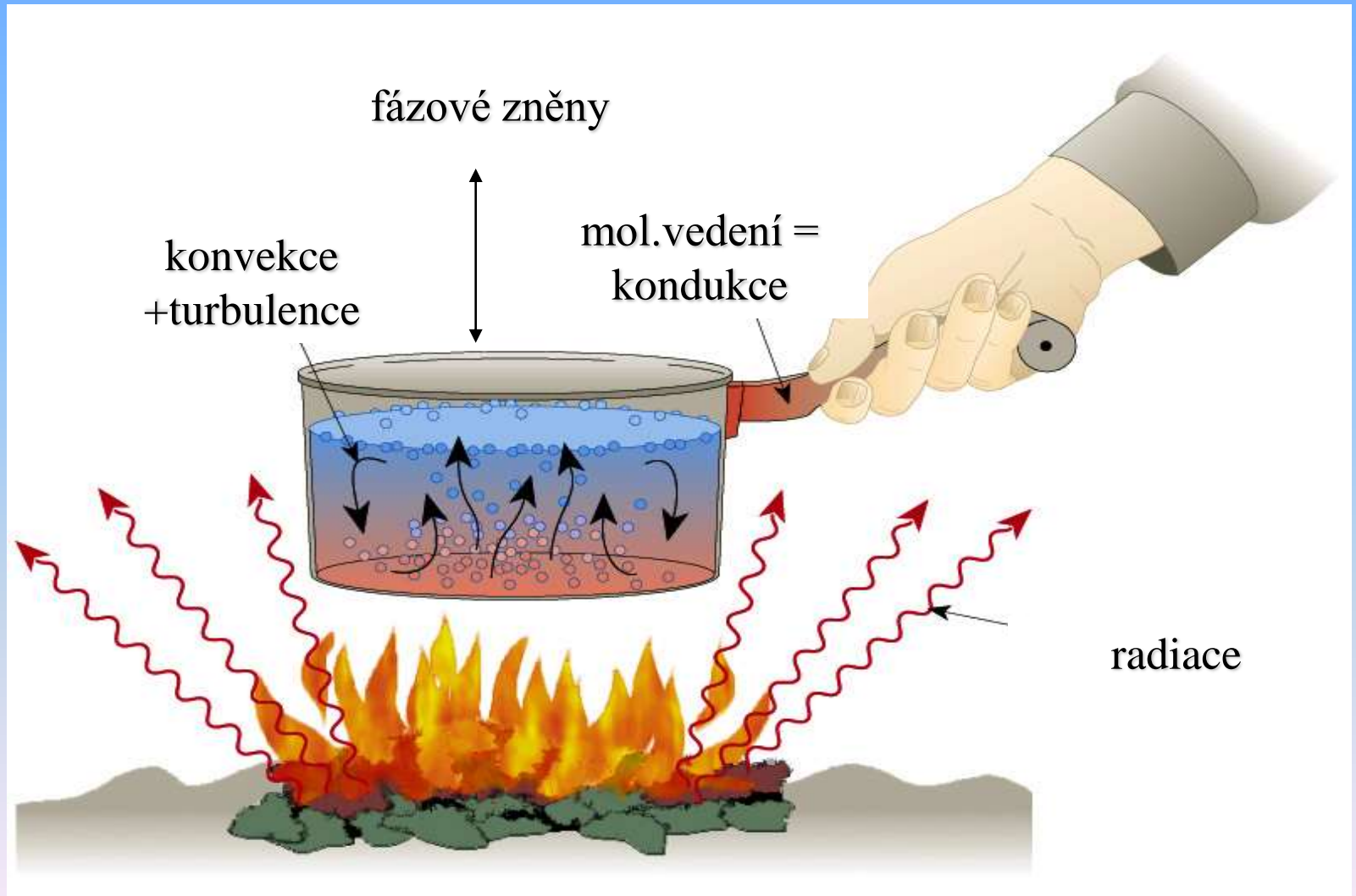
Změna klimatu a její dopady



Přenos energie

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

Přenos energie



Energetická bilance

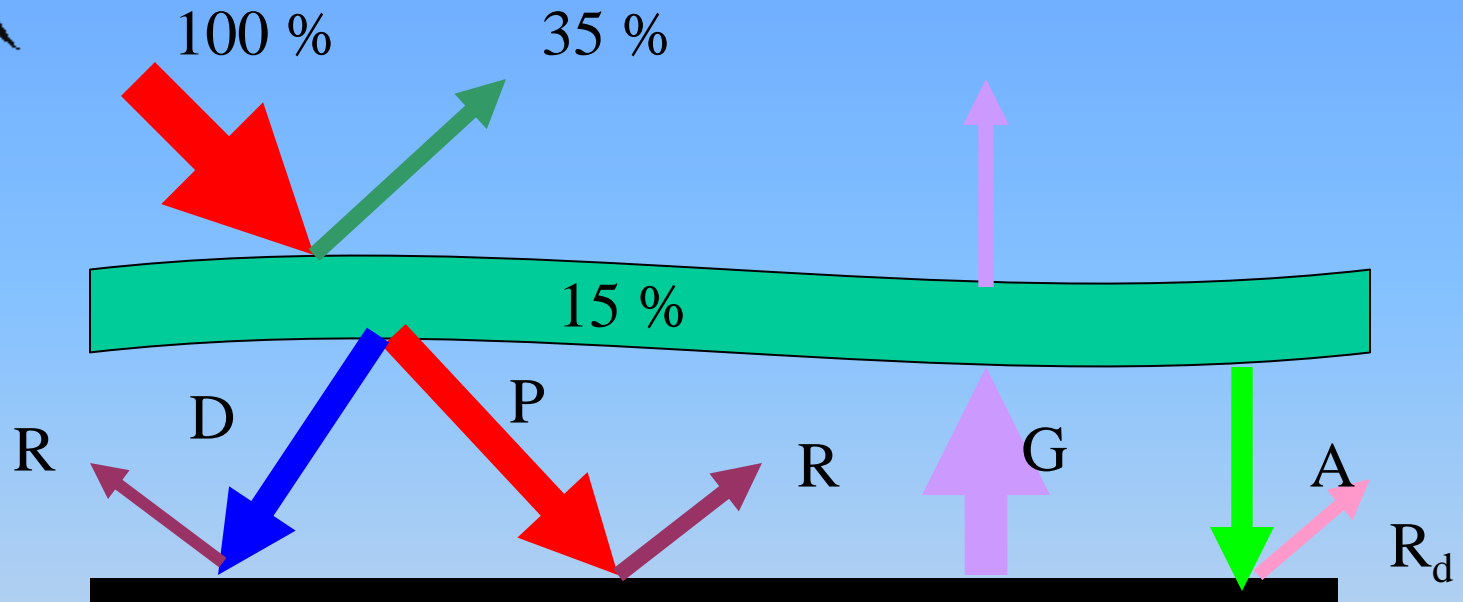
(aktivního povrchu)

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

- **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 =
kondukce



Energie směřuje do atmosféry,
povrch se ochlazuje

Energie směřuje k povrchu,
ten se otepluje

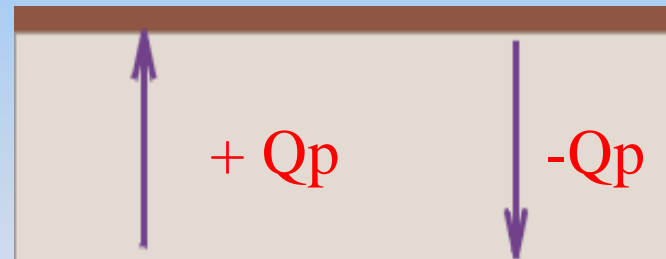
$$B_e = B \pm P \pm Q_p \pm LV$$

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 ⁻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 premenami vody

1. Povrch je **teplejší**
než vzduch

2. Povrch je **chladnejší**
než vzduch

H_2O (voda) 2 500 J g⁻¹

H_2O (led) 2 835 J g⁻¹

latentní přenos

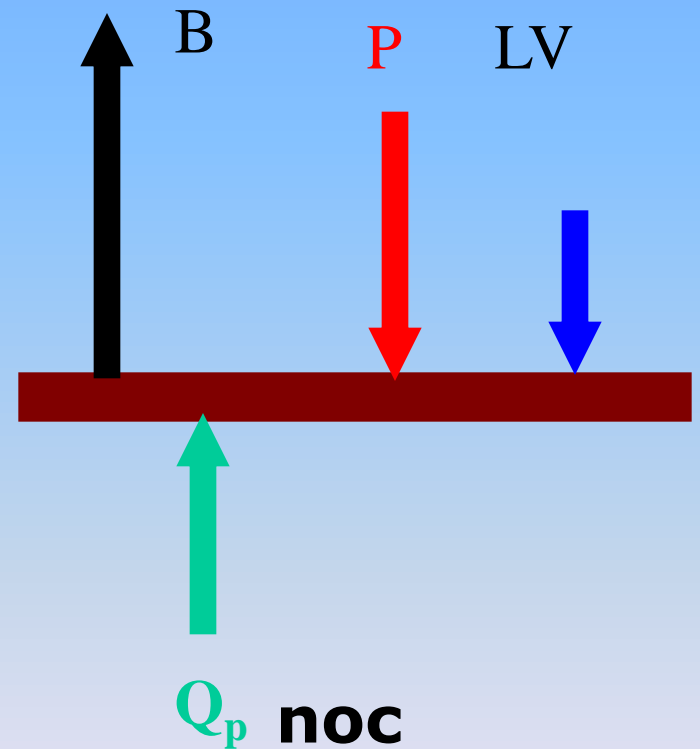
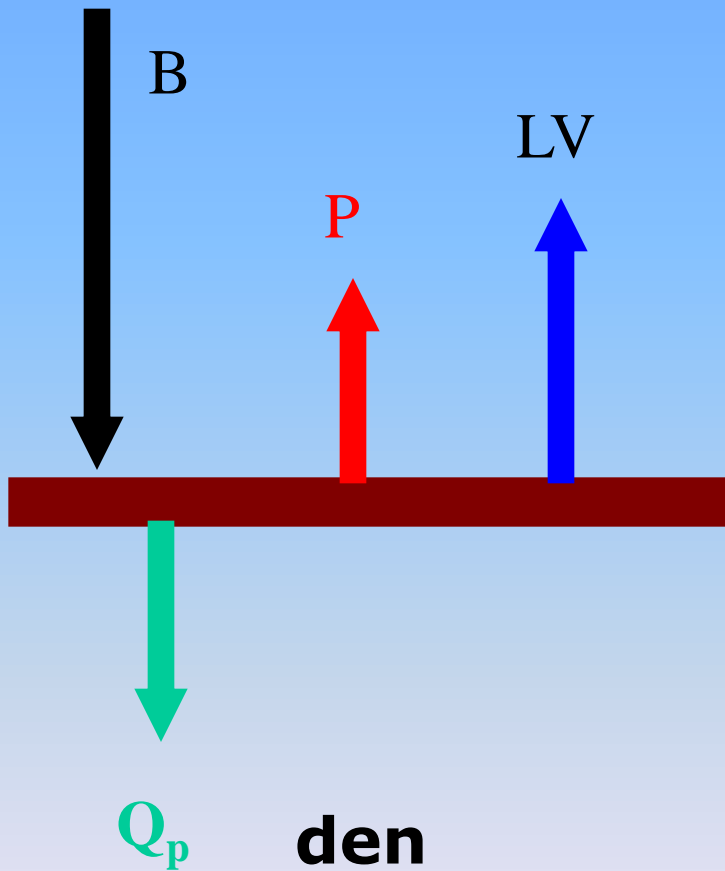


Povrch se **ochlazuje**
vzduch se nezahřívá

Vzduch se neochlazuje,
povrch se **zahřívá**

Energetická bilance

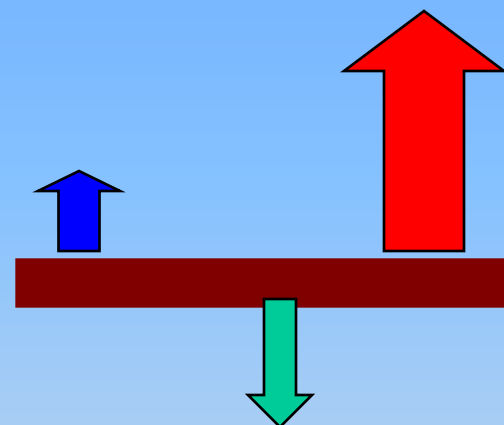
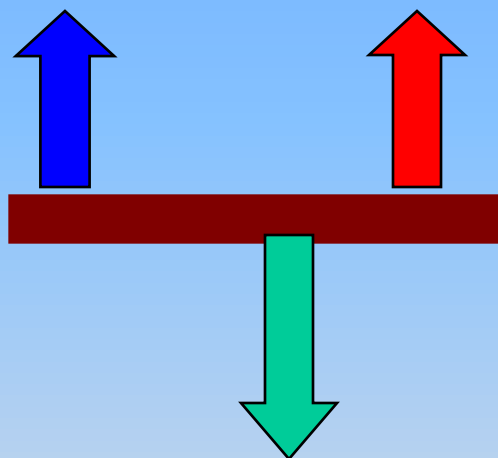
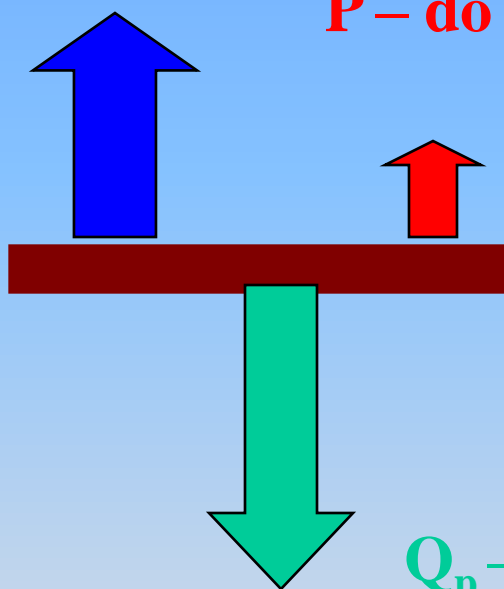
šipka = směr zisku energie



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

LV – výpar

P – do vzduchu



Vodní hladina

Les

Poušť

Q_p – do půdy

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...??

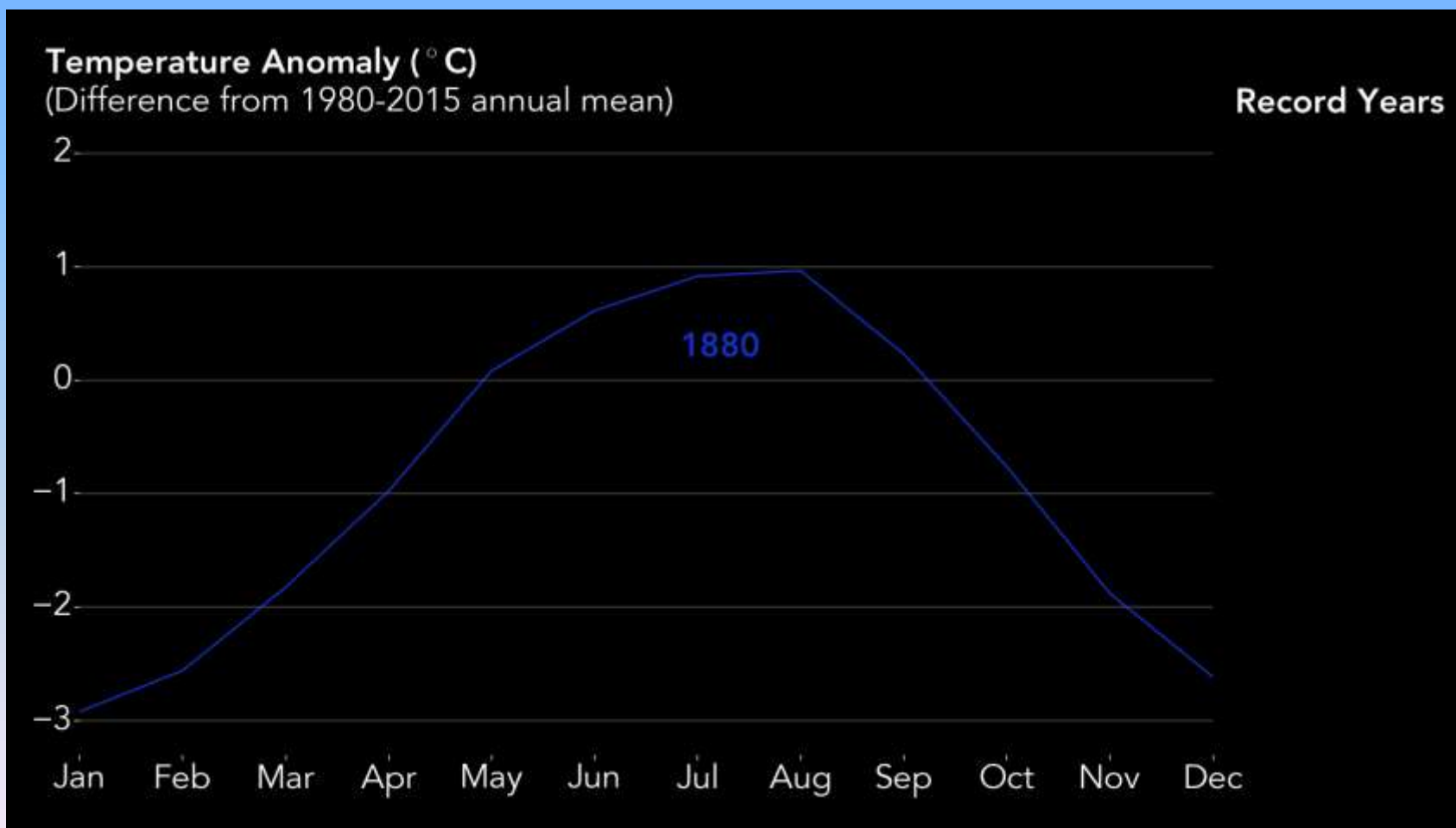
Příklad porušení radiační (energetické) bilance

Globální ekologické problémy

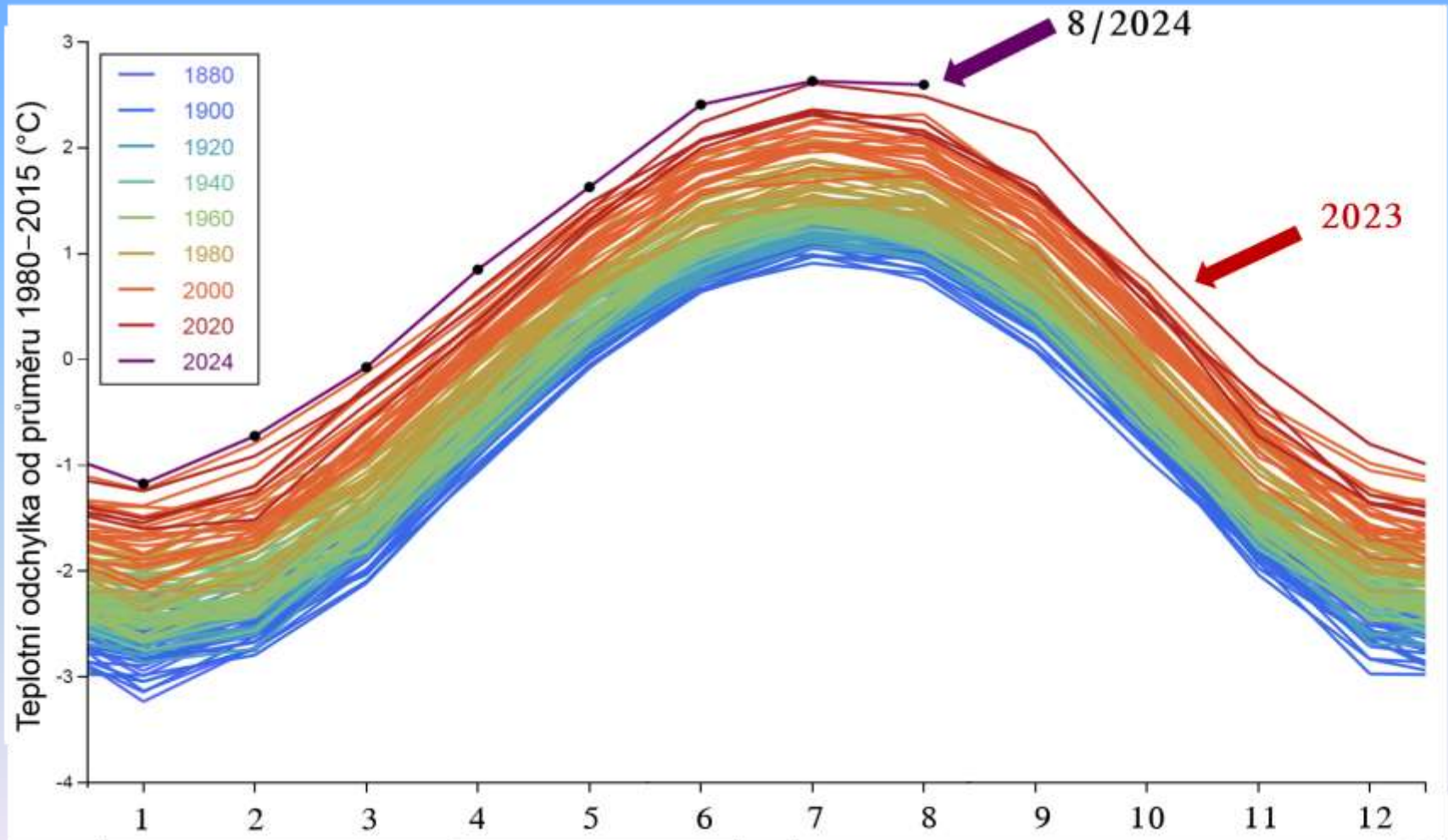
- Znečištění
- Snižování biodiverzity
- Ztenčování ozónové vrstvy
- Změna klimatu

Co se to děje?
Otepluje se!

Globální teplota Země

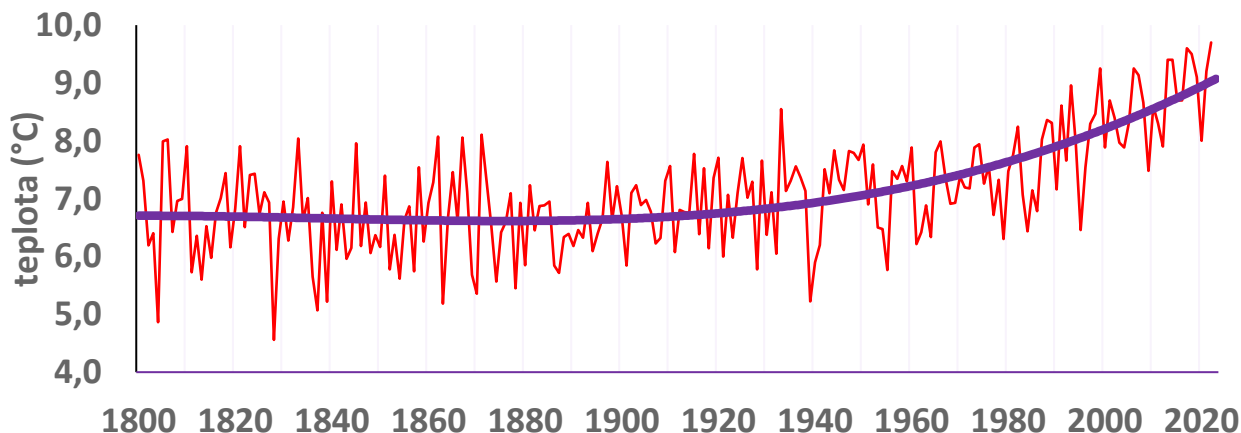


Globální teplota Země od 1880



Klimatická realita v ČR

Průměrná roční teplota v ČR (1800–2023)

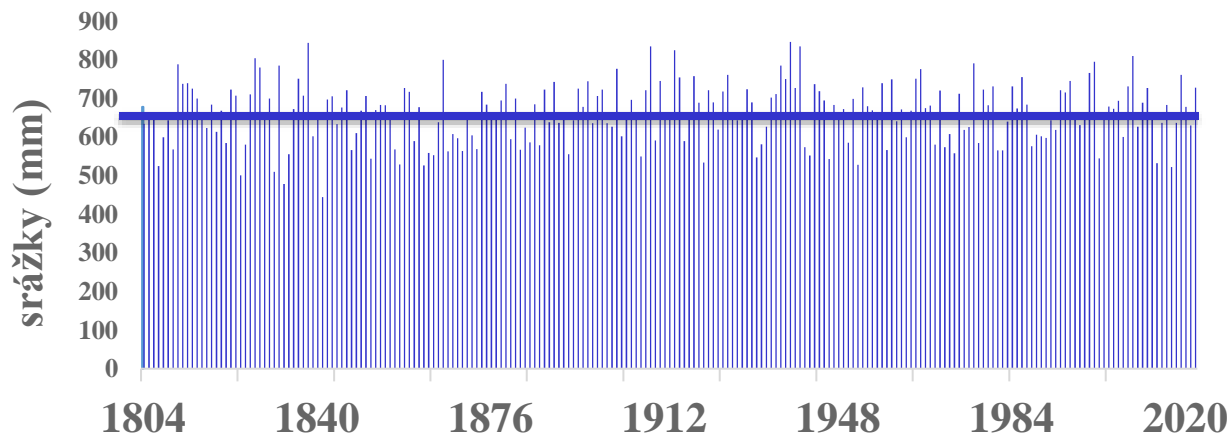


1800–1960 = 6,7 °C

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

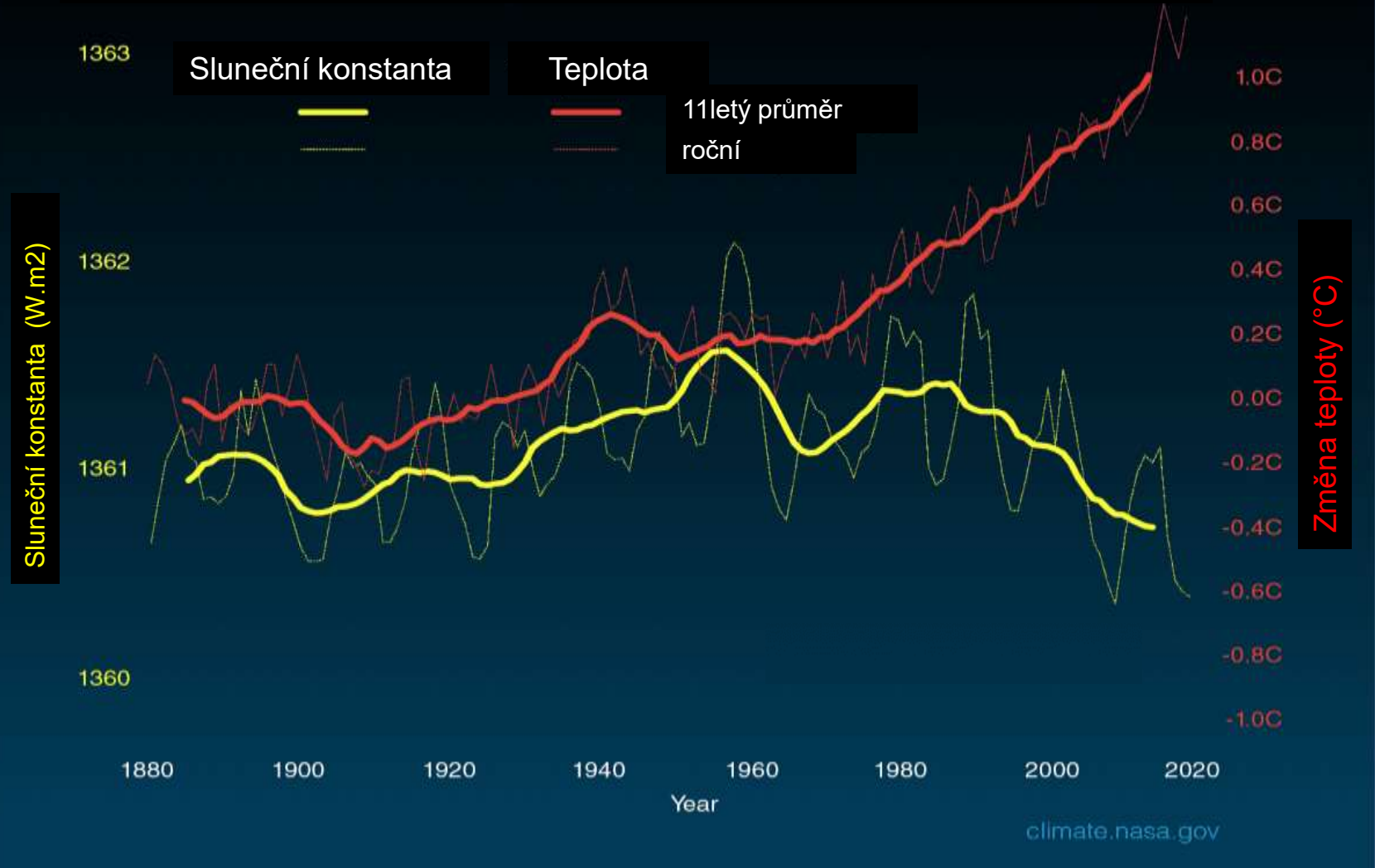
Evolve – Revoluce

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

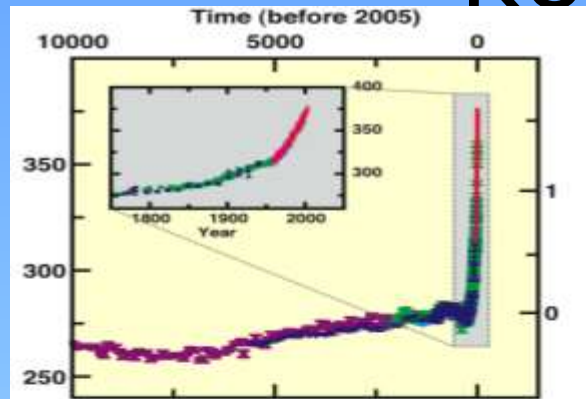
+ 15 °C

Sluneční záření
zahřívá zemský povrch

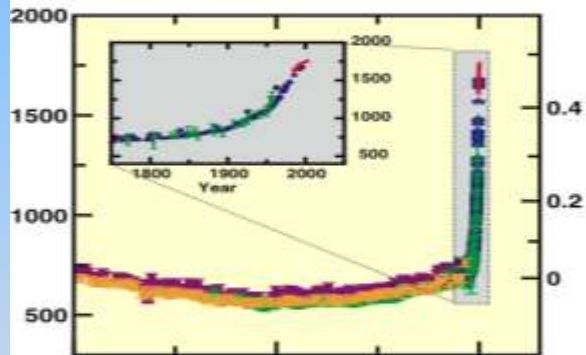
Teplota se skleníkovými
plyny atmosféry = + 15 °C

Skleníkové plyny a jejich koncentrace

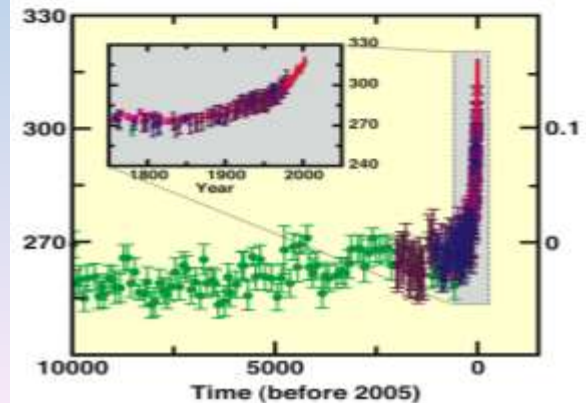
CO₂



CH₄



N₂O



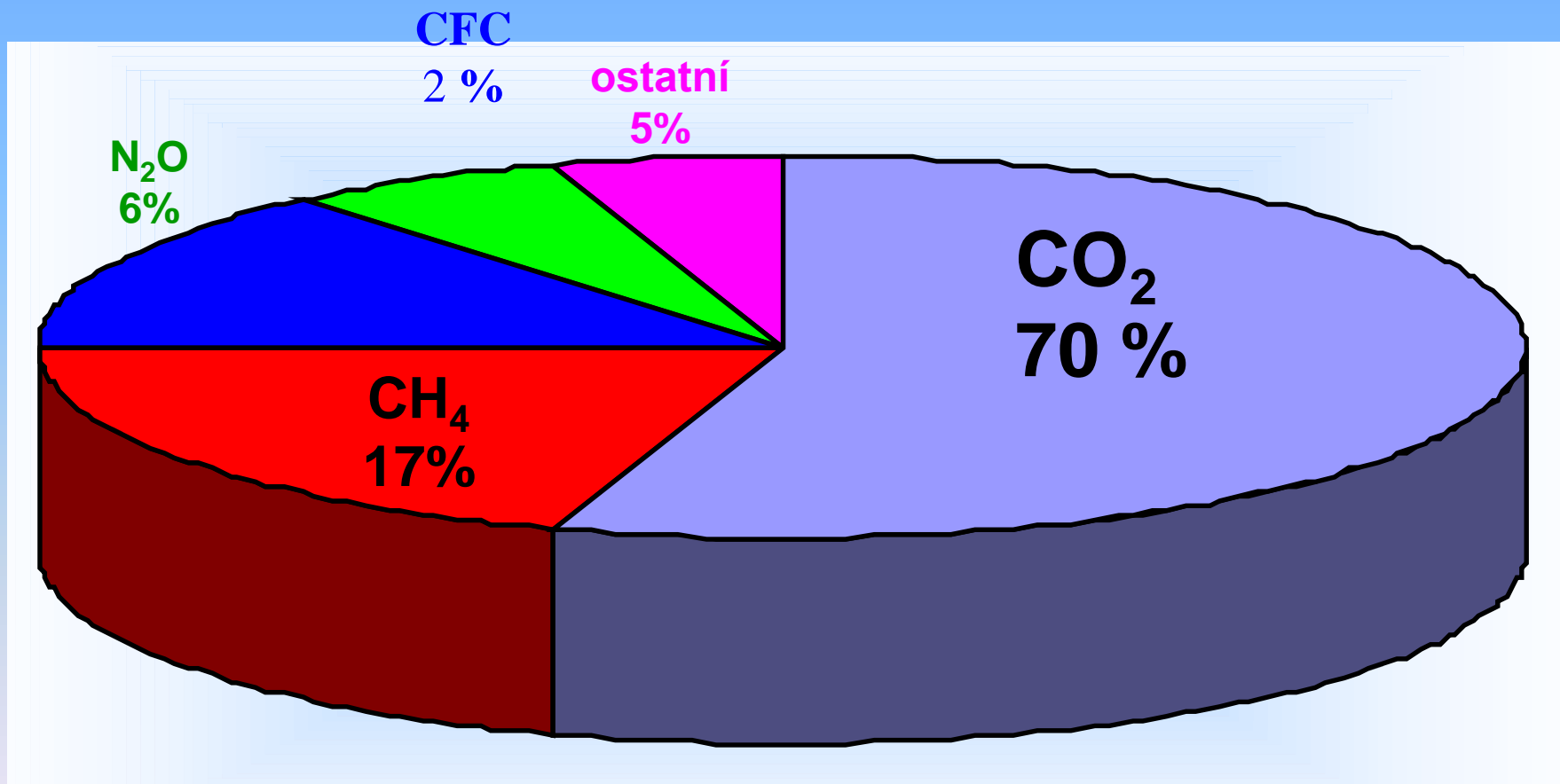
koncentrace (od cca 1750)

CO₂
CH₄
N₂O
Freony

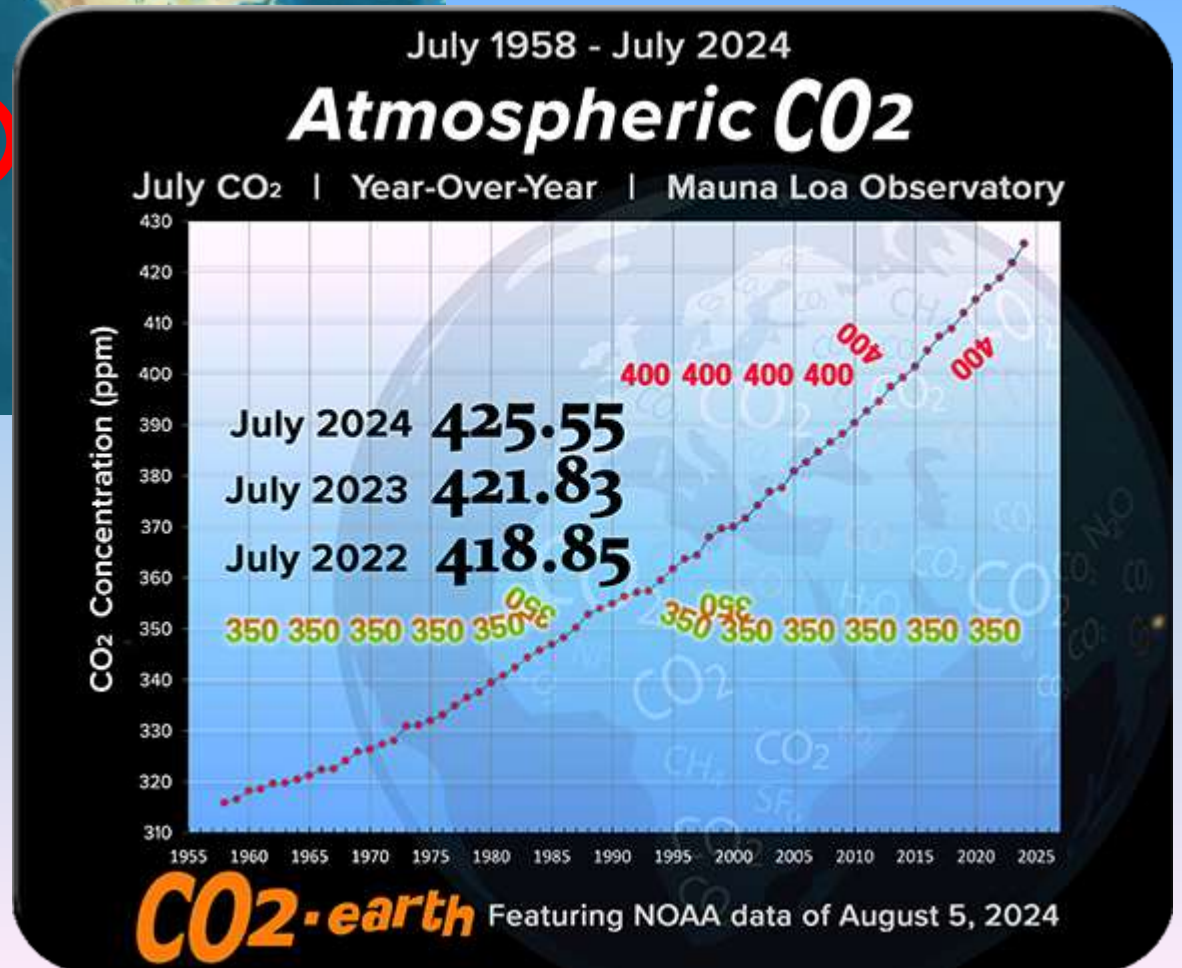
50 %
140 %
20 %
zcela nové!

plyn	Antropogenní zdroj	Koncentrace v atmosféře		nárůst za rok	relativní účinnost	doba působení v letech
		rok 1780	současnost			
CO ₂	[Antropogenní zdroj]	280 ppm	425 ppm	0,5%	1	50-200
CH ₄		0,7	CO ₂ ekv			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

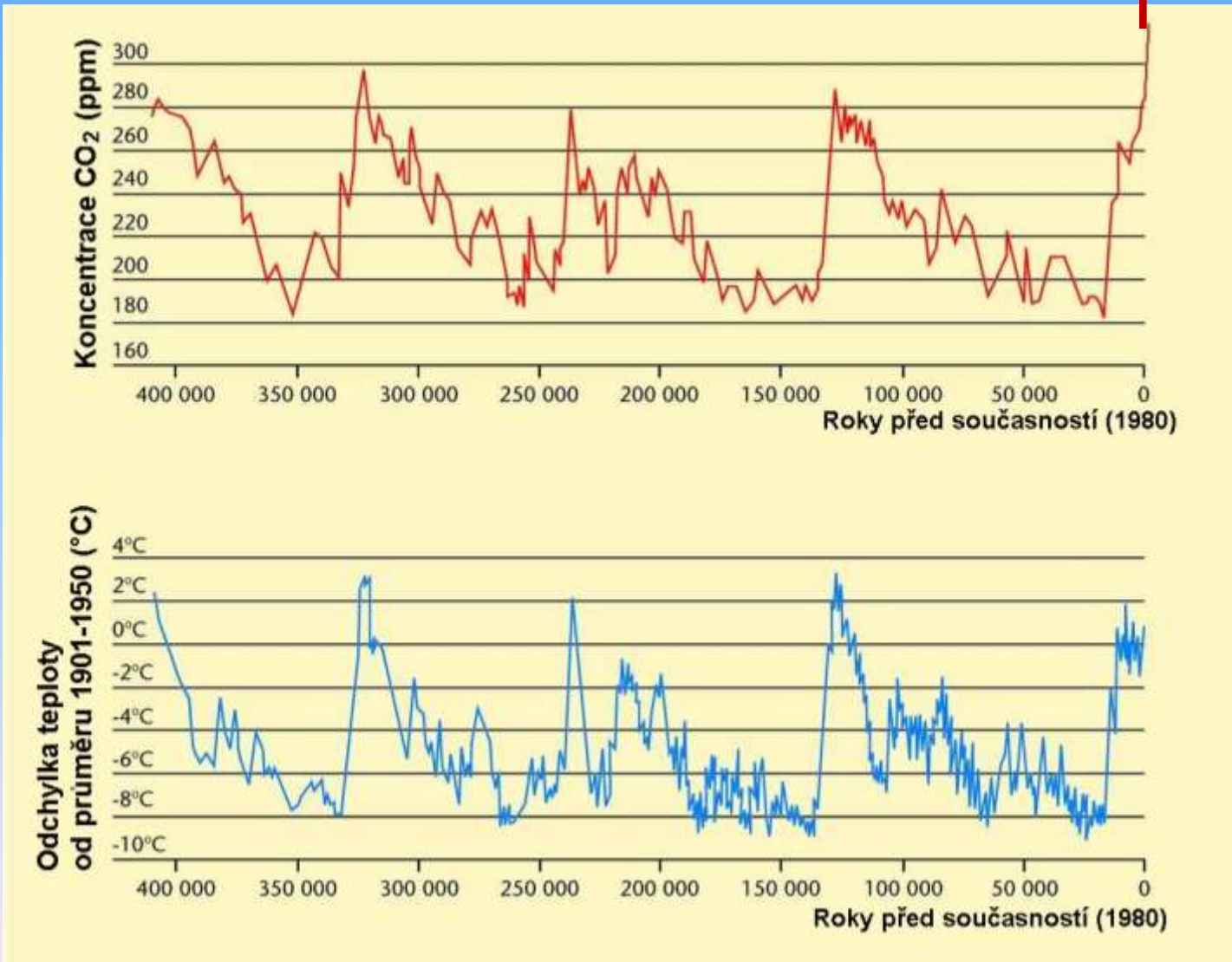


CO₂

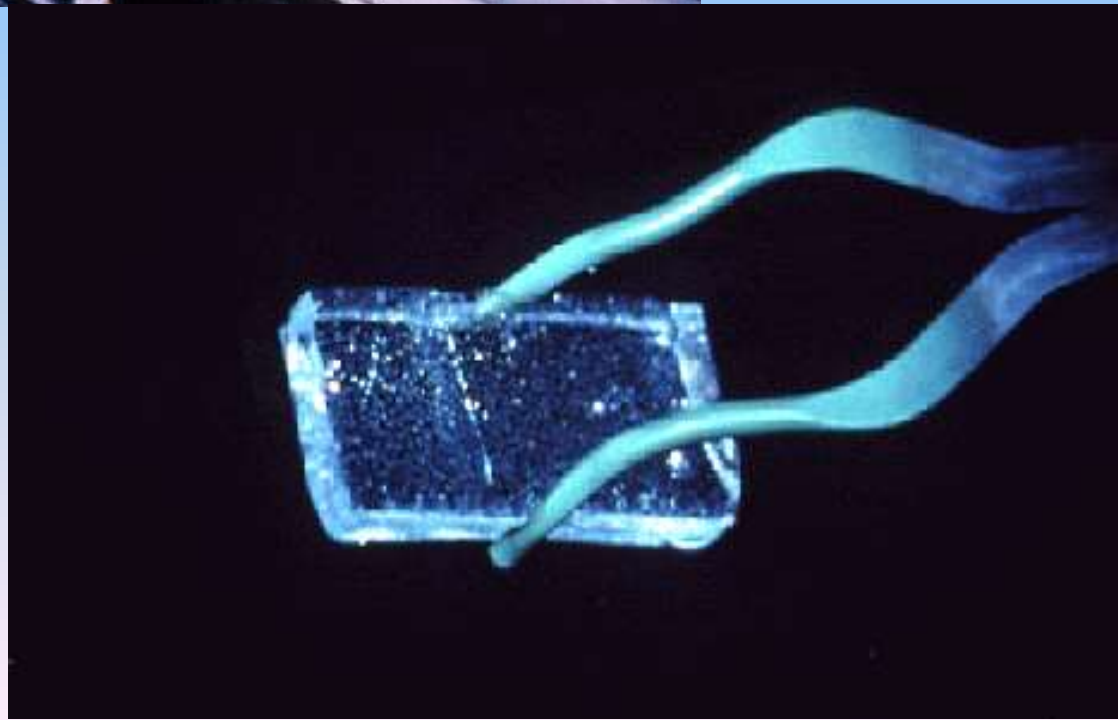


Vztah koncentrace CO₂ a teploty (analýza ledovcových tyčí stanice VOSTOK)

425 ppm

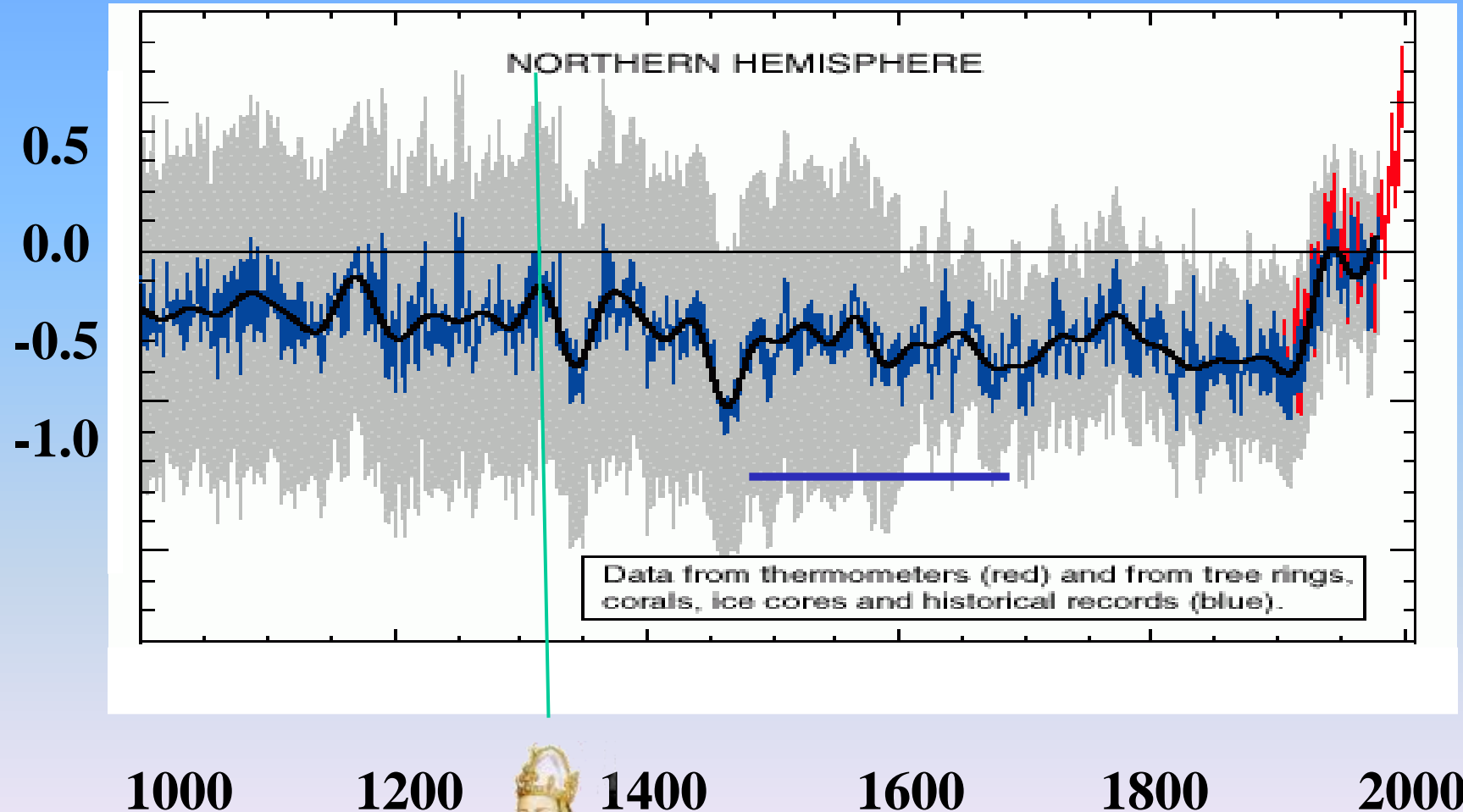


„Ledová jádra = klimaarchív naší atmosféry“



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

Odchylka od 1961-90



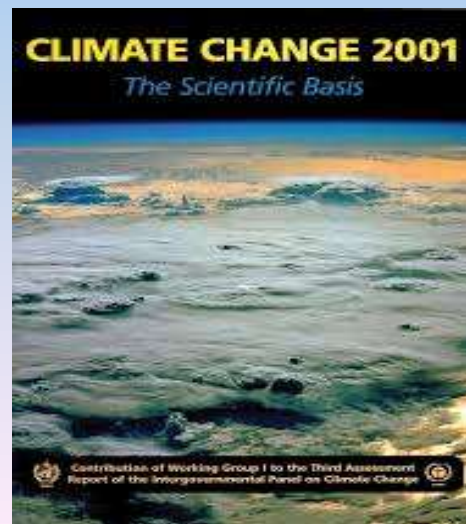
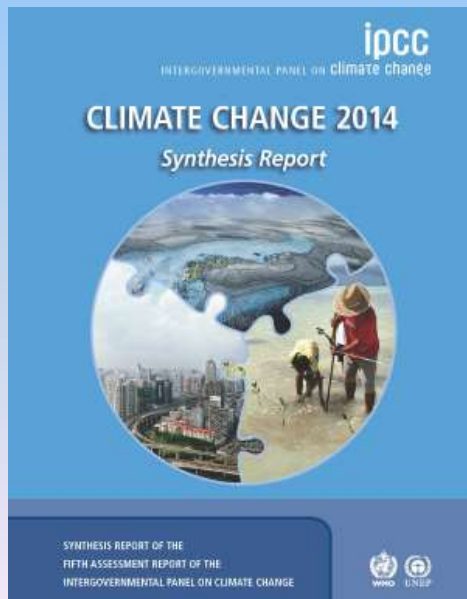
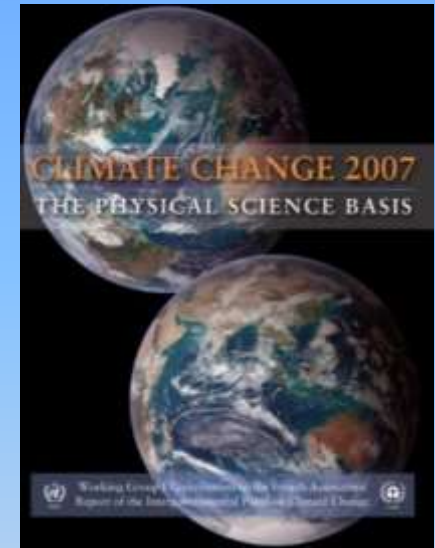
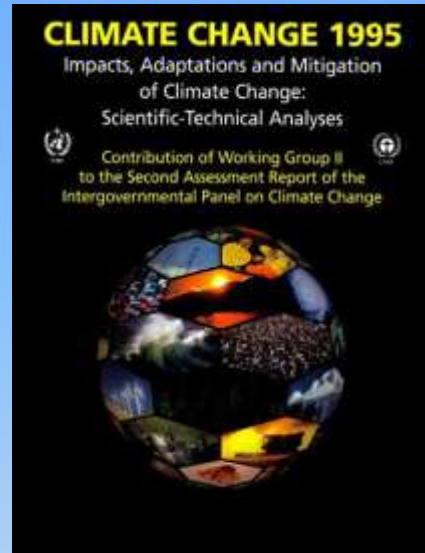
IPCC

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



Analýza minulosti

Zpráva IPCC 2020 (Fakta o minulosti)

• Teplota

- se zvýšila o 1,0 °C (2001-2020 x 1850-2019)
- nárůst extrémních roků, dnů

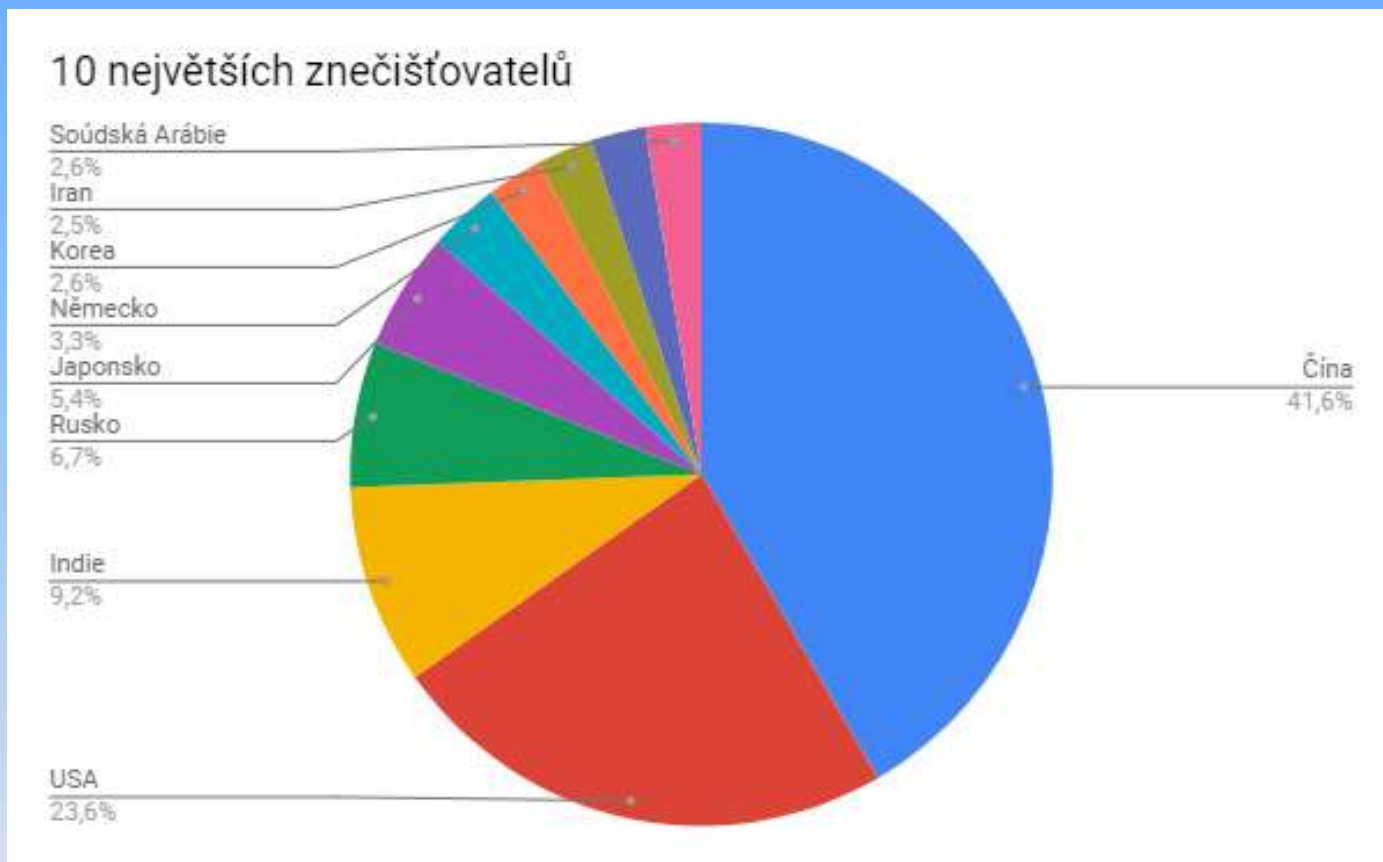
• Srážky ve 20 st.

- 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

IPCC řekl KDO?

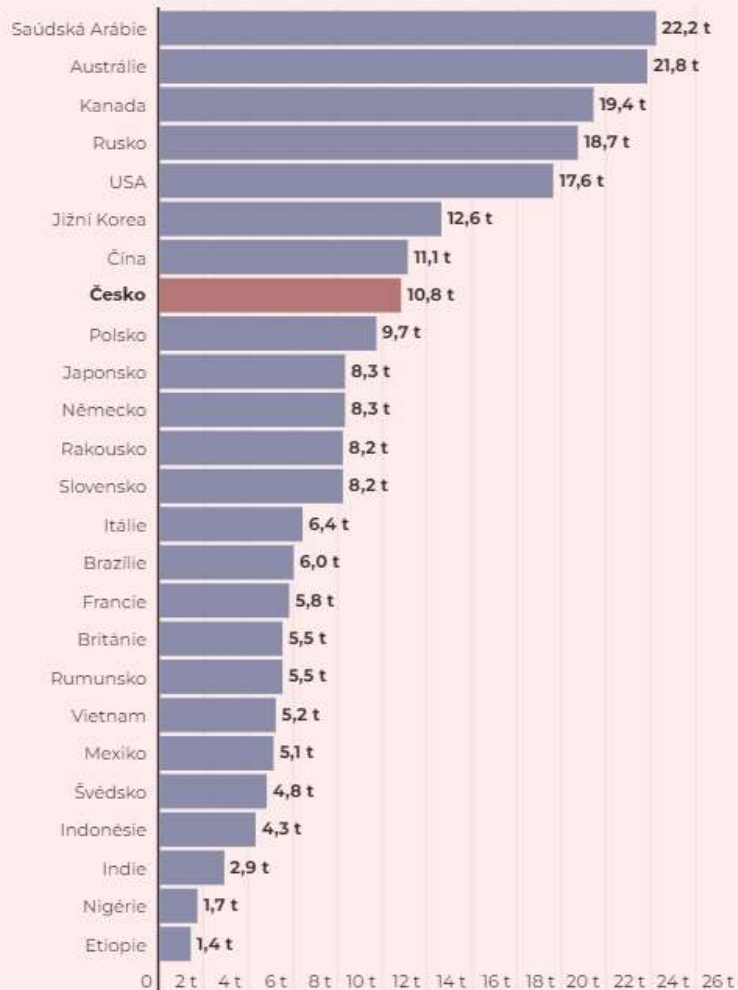


10 států = 66 % emisí $\text{CO}_{2\text{ekv}}$

Na obyvatele

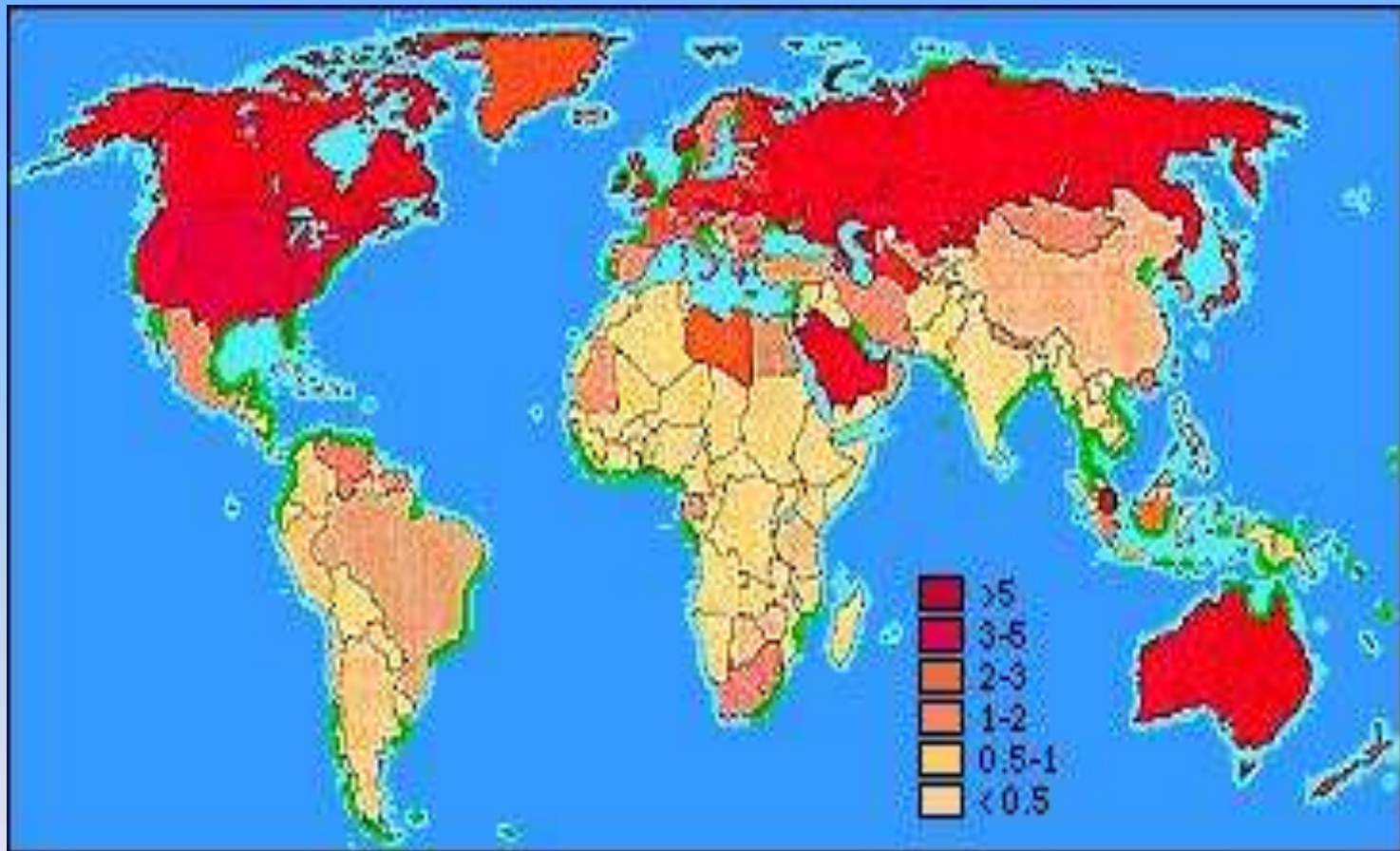
Emise na hlavu

Produkce skleníkových plynů v tunách na obyvatele za rok 2023



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

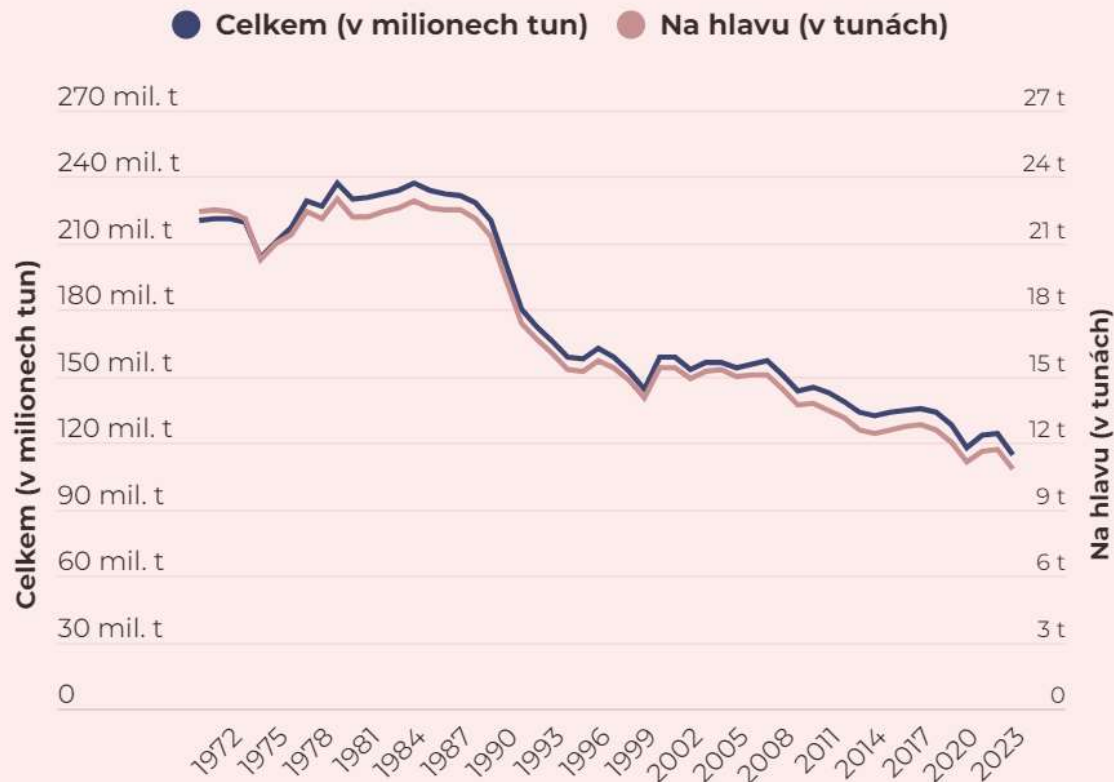
Nejvýznamnější producenti CO₂ekv na obyvatele



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

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

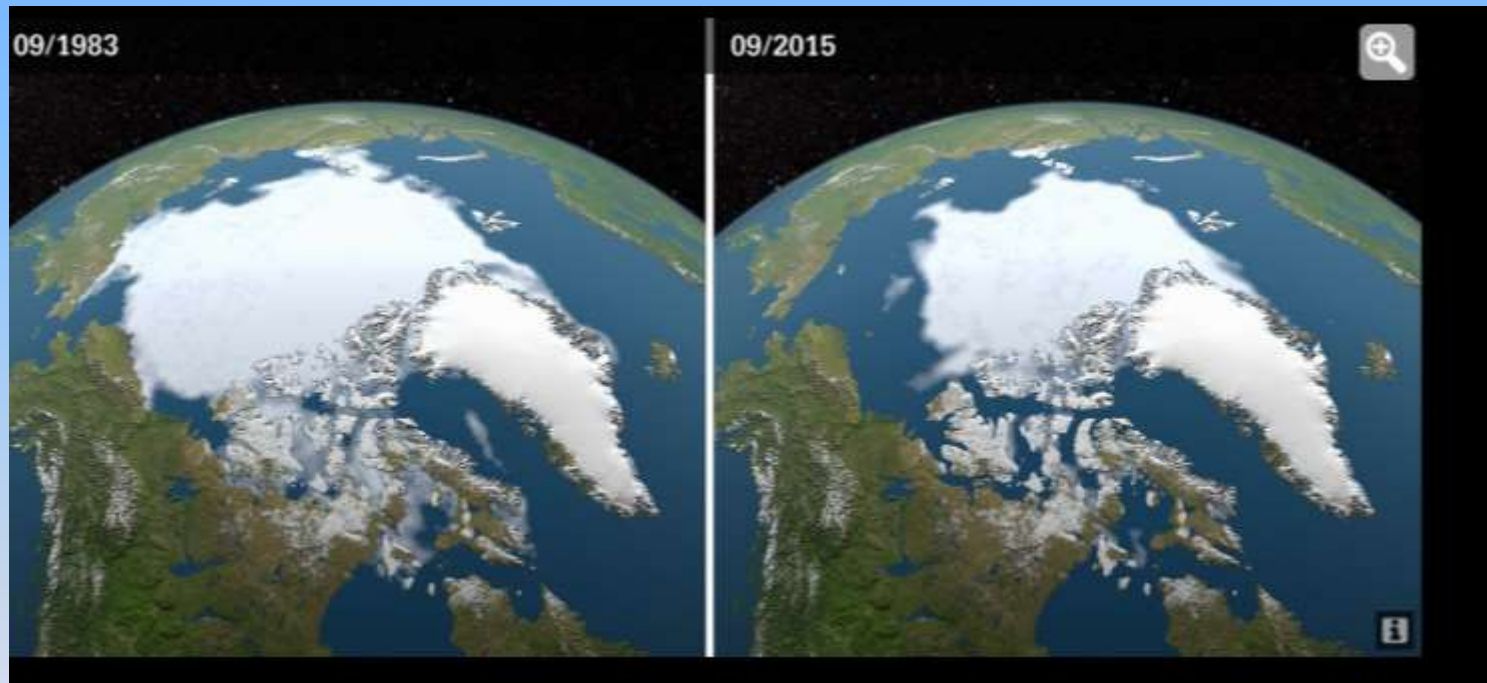


Realita

Ledovec Grónsko - Arktida

1983

2015



Ledovec Eyjafjallajökull - Island

09/1986



09/2014



Satelitní snímky z roku 1986 a 2014 porovnávají sněhovou pokrývku na islandském 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

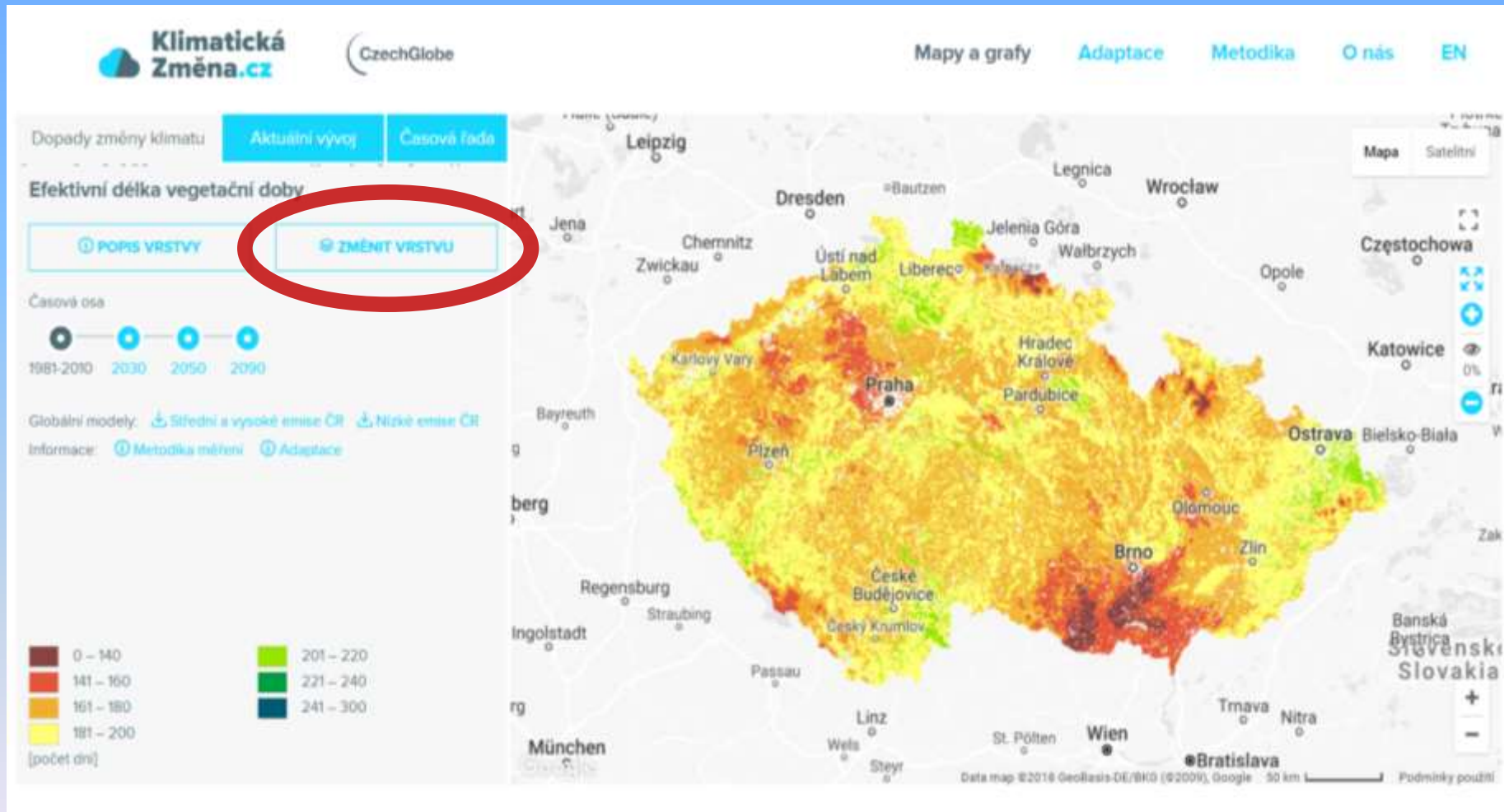


1998



Budoucnost v ČR

www.klimatickazmena.cz



Klimatická Změna.cz CzechGlobe Mapy a grafy Adaptace Metodika O nás

Dopady změny klimatu **Aktuální vývoj** Časová řada

Adaptivní kapacita (AK)

POPIS VRSTVY **ZMĚNIT VRSTVU**

Časová osa
●
1981-2010

[Metodika měření](#) [Adaptace](#)

Vyberte si novou mapovou vrstvu

- Zemědělství**
 - Efektivní délka vegetační doby
 - Počet dní s vysokou potenciální produktivitou
 - Délka vegetační sezóny
 - Více vrstev...
- Vodní režim**
 - Změny vodní bilance v krajině
 - Vliv biomasy na povrchový odtok
 - Sucho_stres suchem v ornici
 - Více vrstev...
- Extrémy a klima**
 - Teplotní poměry: Průměrná roční teplota
 - Srážky: Roční suma srážek
 - Extrémy_pocet dní v horké vlně
 - Více vrstev...
- Krajina**
 - Predikce využití území
- Lesnictví**
 - Lesní požáry_střední riziko

Legenda:

téměř žádná AK	nadprůměrná AK
velmi nízká AK	dobrá AK
nízká AK	velmi dobrá AK
mírná AK	vysoká AK
střední AK	velmi vysoká AK

Klimatická Změna.cz CzechGlobe Mapy a grafy Adaptace Metodika O nás

Dopady změny klimatu **Aktuální vývoj** Časová řada

Adaptivní kapacita (AK)

[POPIS VRSTVY](#) [ZMĚNIT VRSTVU](#)

Časová osa

●

1981-2010

[Metodika měření](#) [Adaptace](#)

Vyberte si novou mapovou vrstvu

Zemědělství

- Efektivní délka vegetační doby
- Počet dní s vysokou potenciální produktivitou
- Délka vegetační sezóny
- Více vrstev...

Vodní režim

- Změny vodní bilance v krajině
- Vliv biomasy na povrchový odtok
- Sucho_stres suchem v ornici
- Více vrstev...

Extrémy a klima

- Teplotní poměry: Průměrná roční teplota**
- Číslo dní s mrazem
- Roční suma srážek
- Extrémy_pocet dní v norce vine
- Více vrstev...

Krajina

- Predikce využití území

Lesnictví

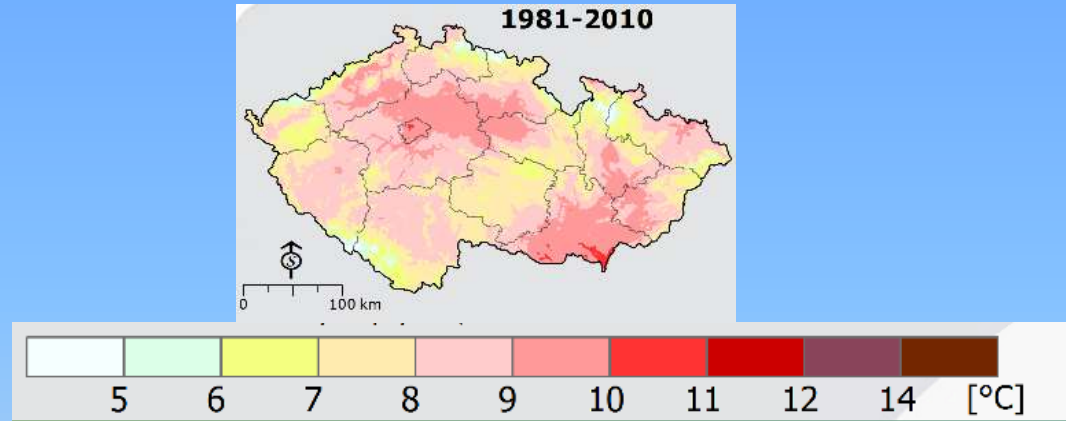
- Lesní požáry_střední riziko

Legenda:

	téměř žádná AK		nadprůměrná AK
	velmi nízká AK		dobrá AK
	nízká AK		velmi dobrá AK
	mírná AK		vysoká AK
	střední AK		velmi vysoká AK

Průměrná roční teplota vzduchu (°C)

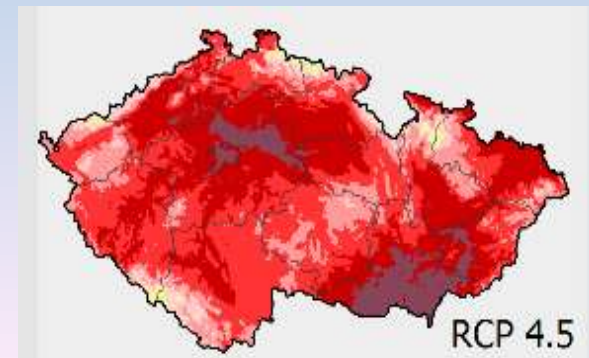
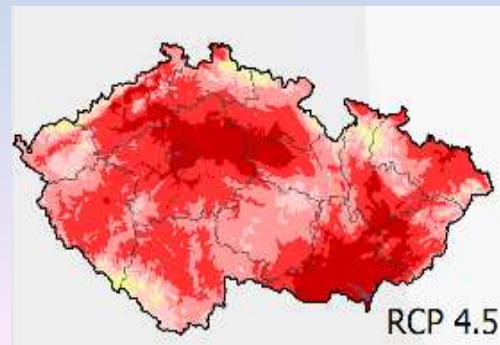
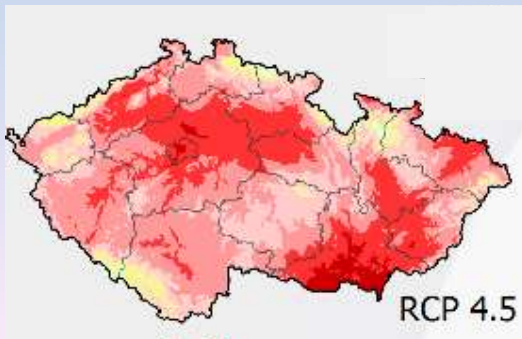
výskyt sucha



2030
+1,2 °C

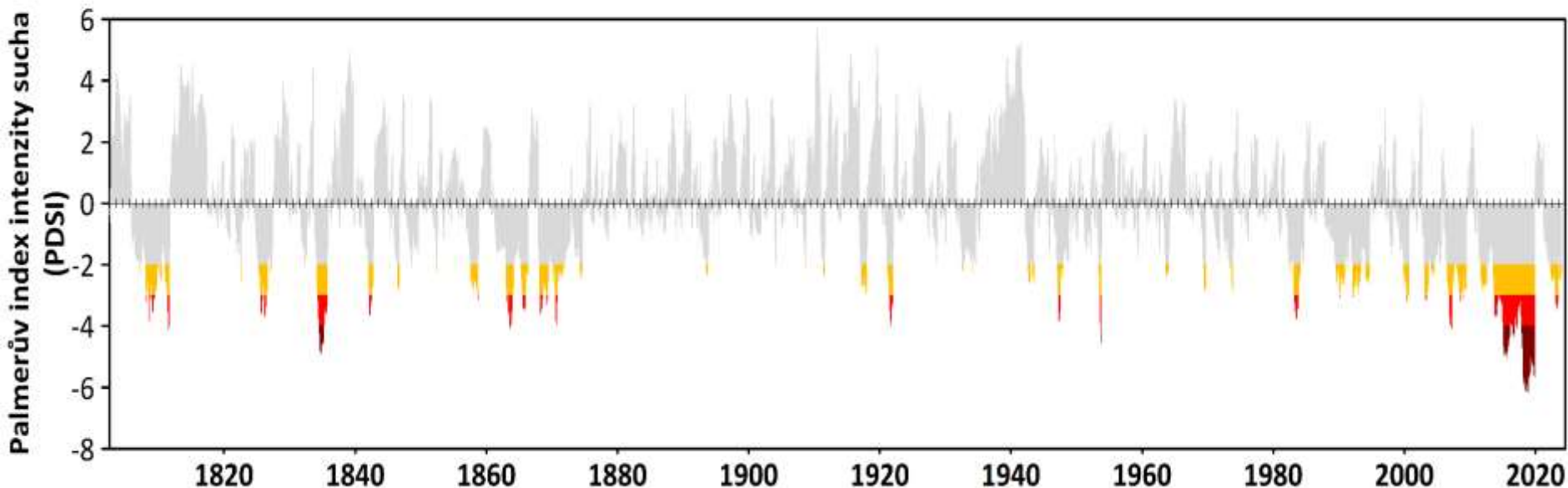
2050
+ 2,3 °C

2090
+ 3,1 °C



Suché epizody v ČR 1803-2024 měsíční PDSI

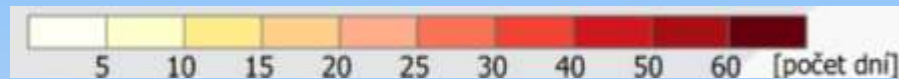
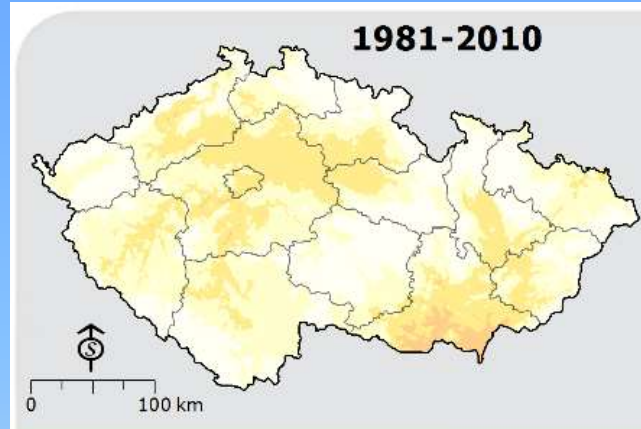
Intenzita sucha v ČR - 1803-2024



■ extrémní sucho ■ silné sucho ■ slabé sucho

Počet tropických dnů

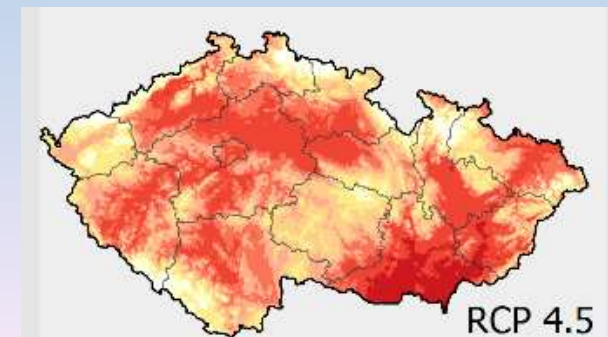
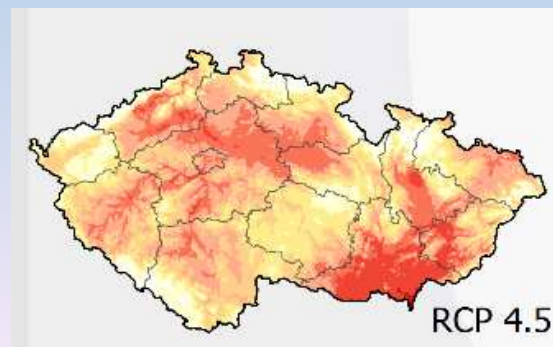
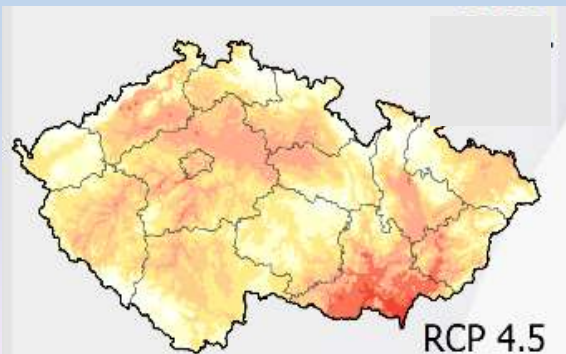
teplotní stres



2030
+10 dnů

2050
+20 dnů

2090
+35 dnů

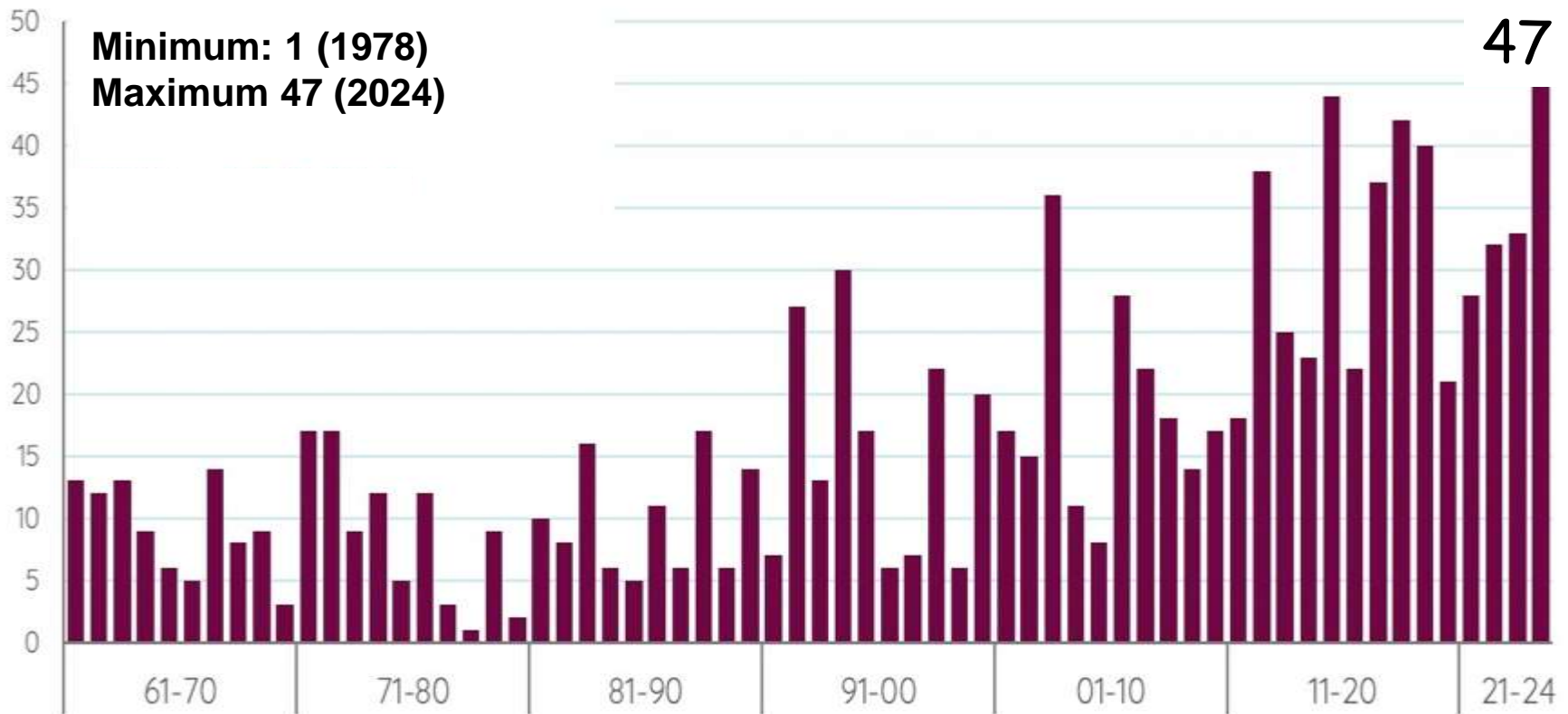


Nárůst tropických dní (1961-2024)

3x více

Počet tropických dní

Počet tropických dní na stanici Strážnice
1961-2024



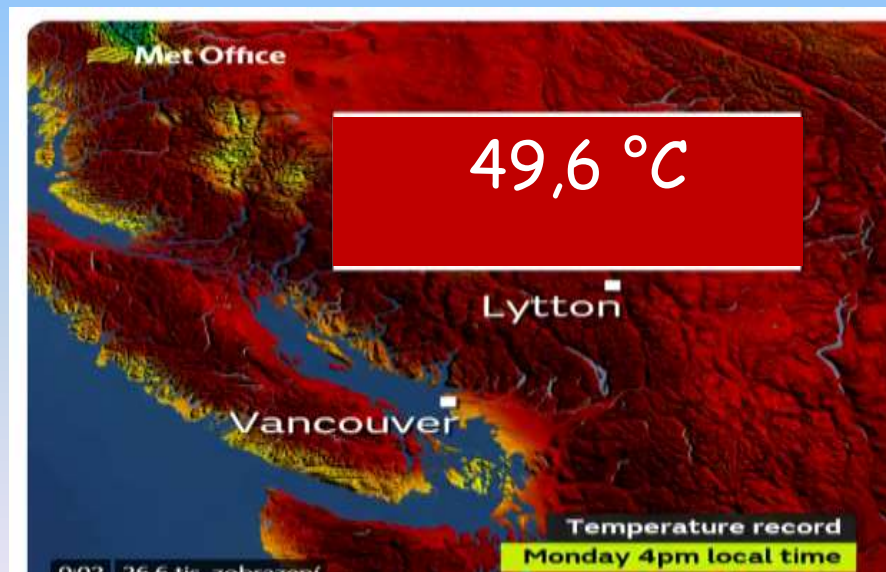
Rok 2023

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

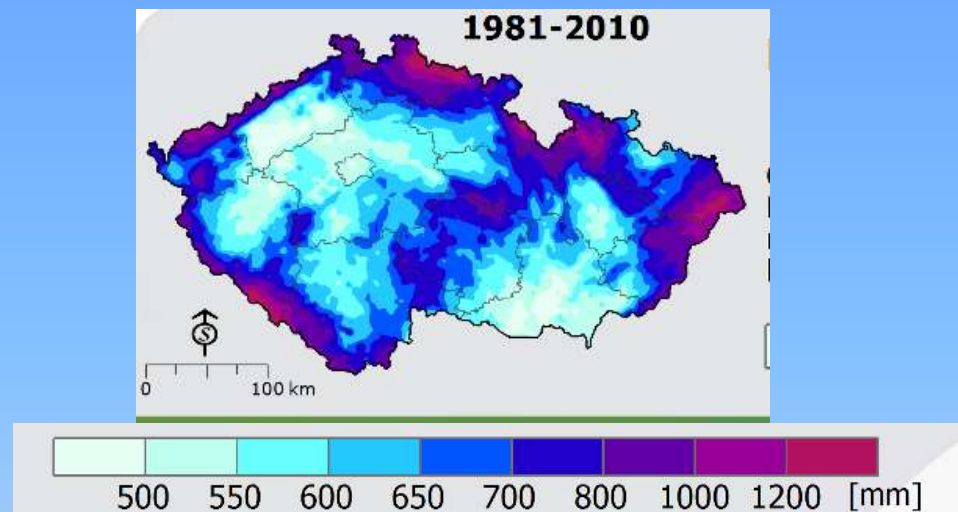
29.6.2021

Příští vlny veder mohou zabít miliony lidí

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



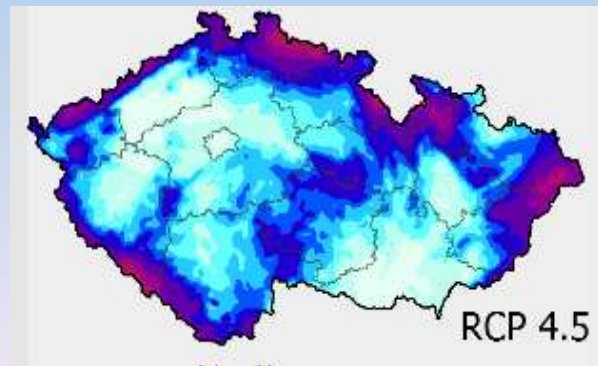
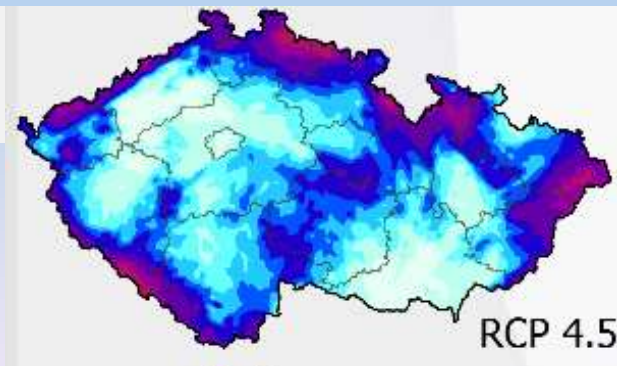
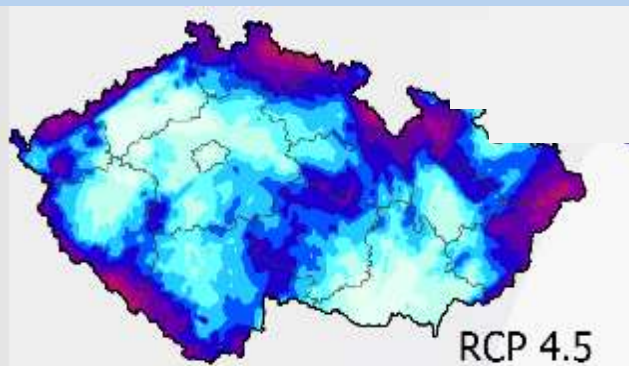
Roční úhrn srážek (mm)



2030

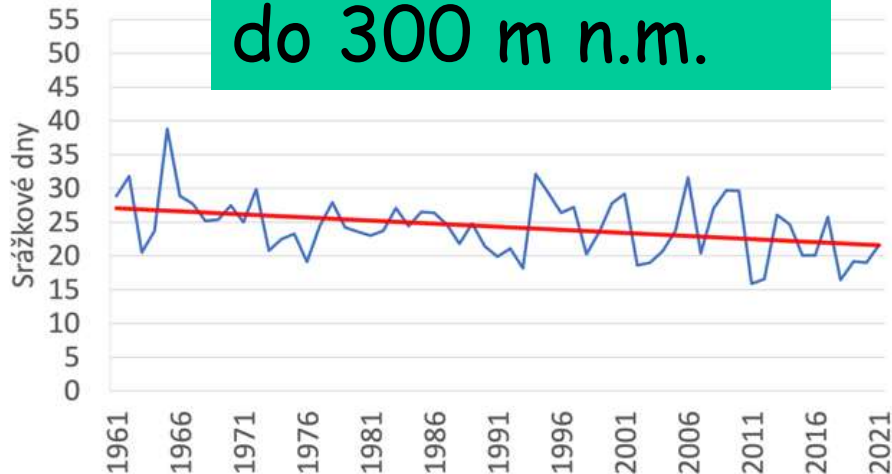
2050

2090

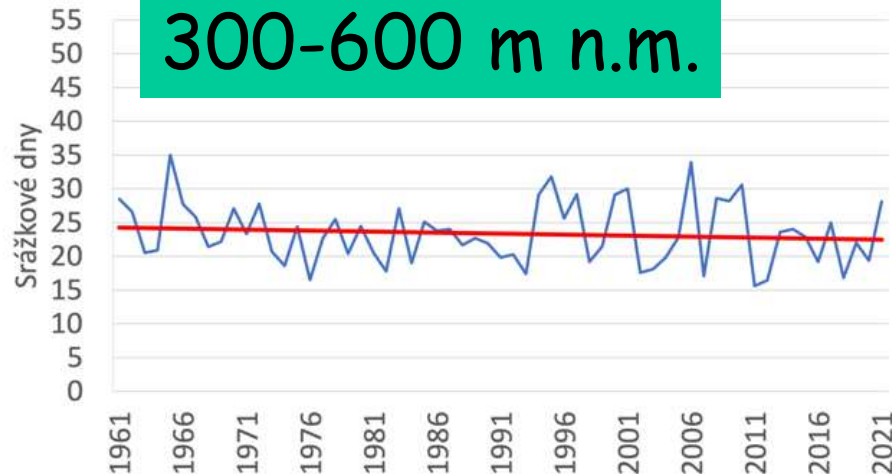


Jaro (BDK) - pokles počtu dní se srážkami (1961-2021)

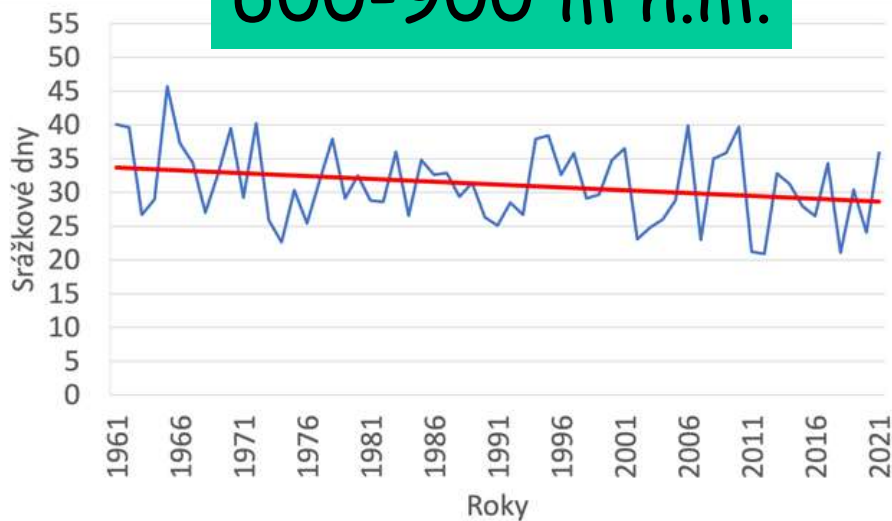
do 300 m n.m.



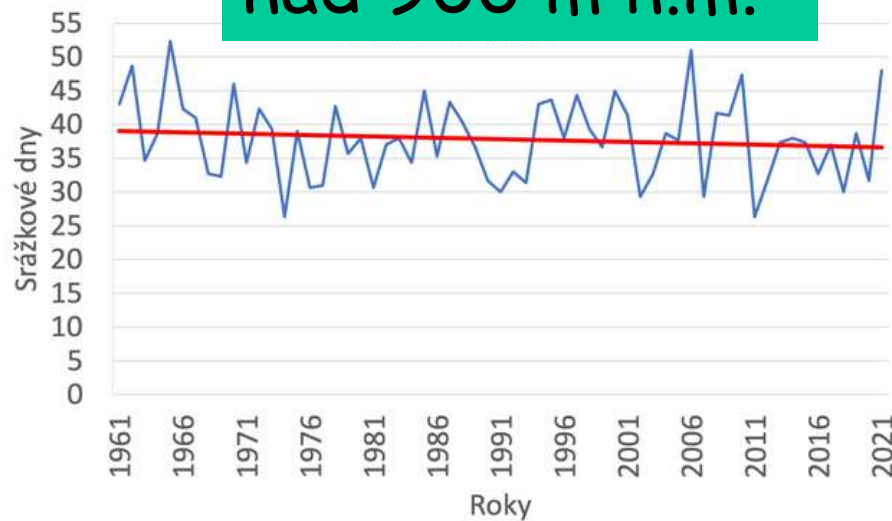
300-600 m n.m.



600-900 m n.m.

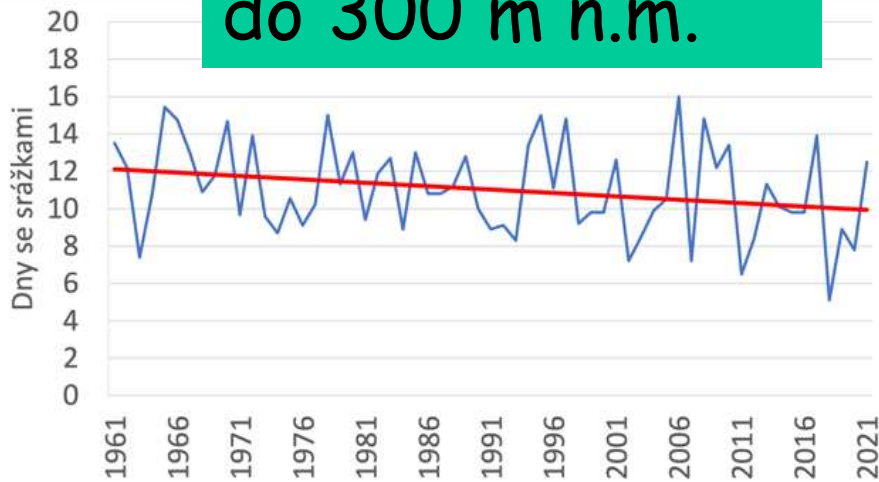


nad 900 m n.m.

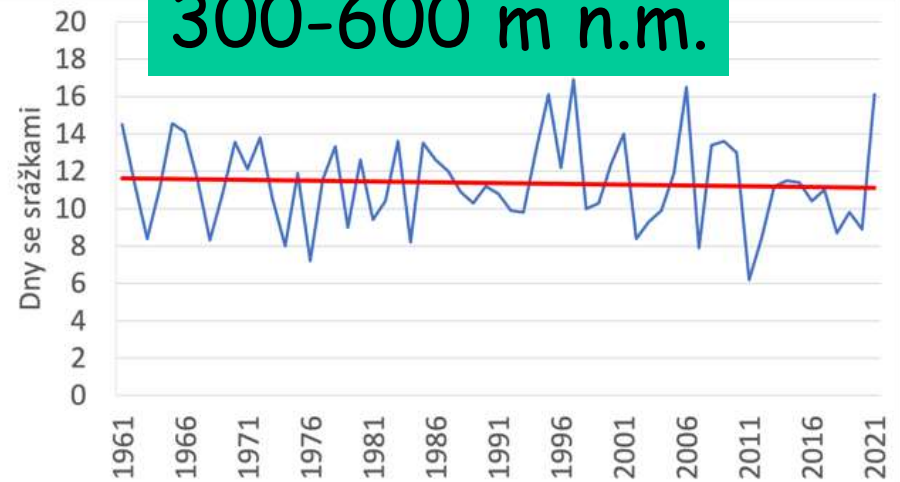


Jaro (BDK) - Počet dnů se srážkami do 3 mm (1961-2021)

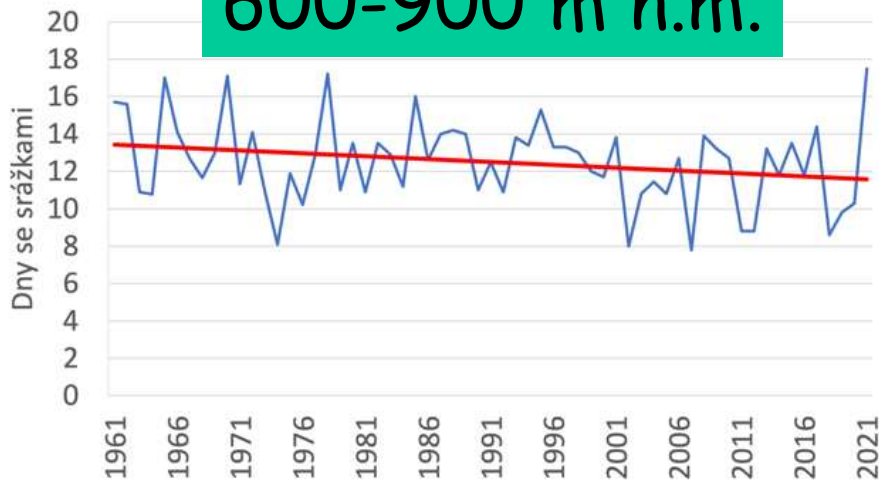
do 300 m n.m.



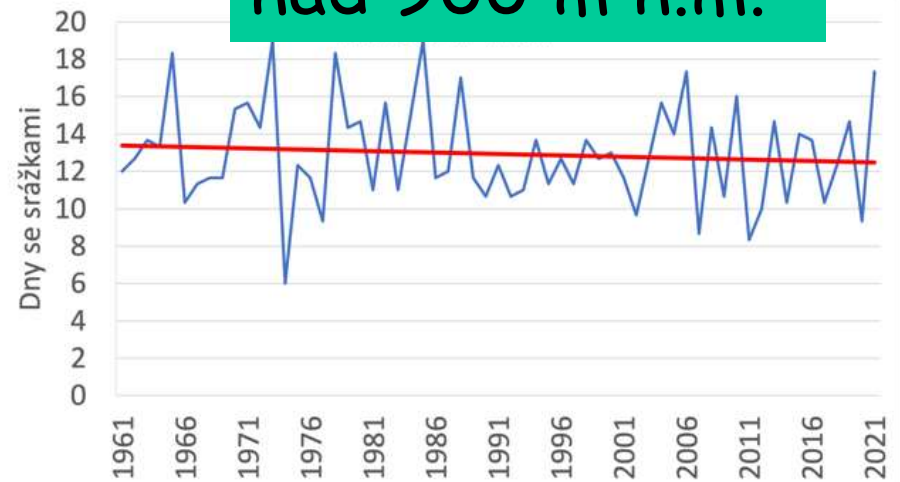
300-600 m n.m.



600-900 m n.m.



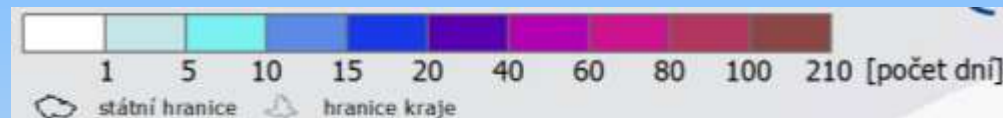
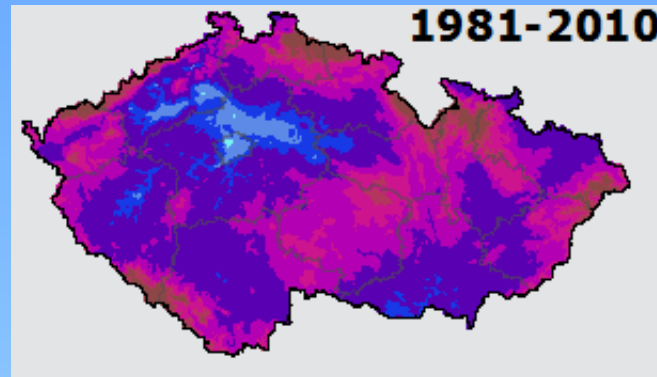
nad 900 m n.m.



Roky

Roky

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



2030

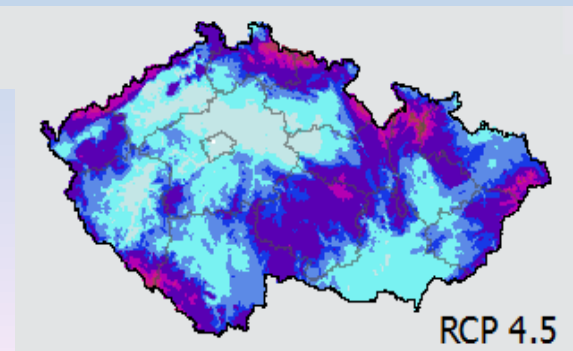
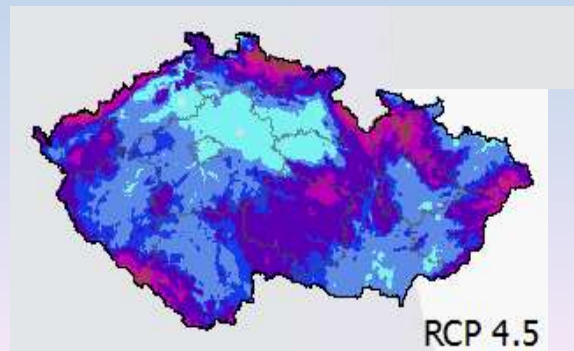
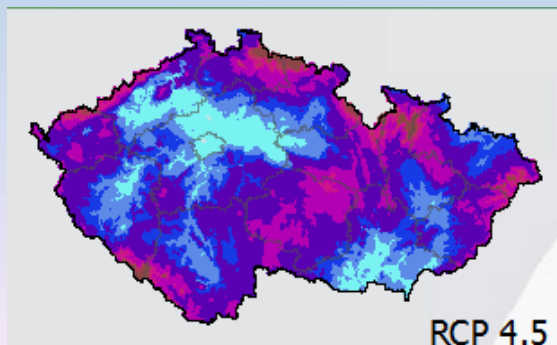
-8 dní

2050

-13 dní

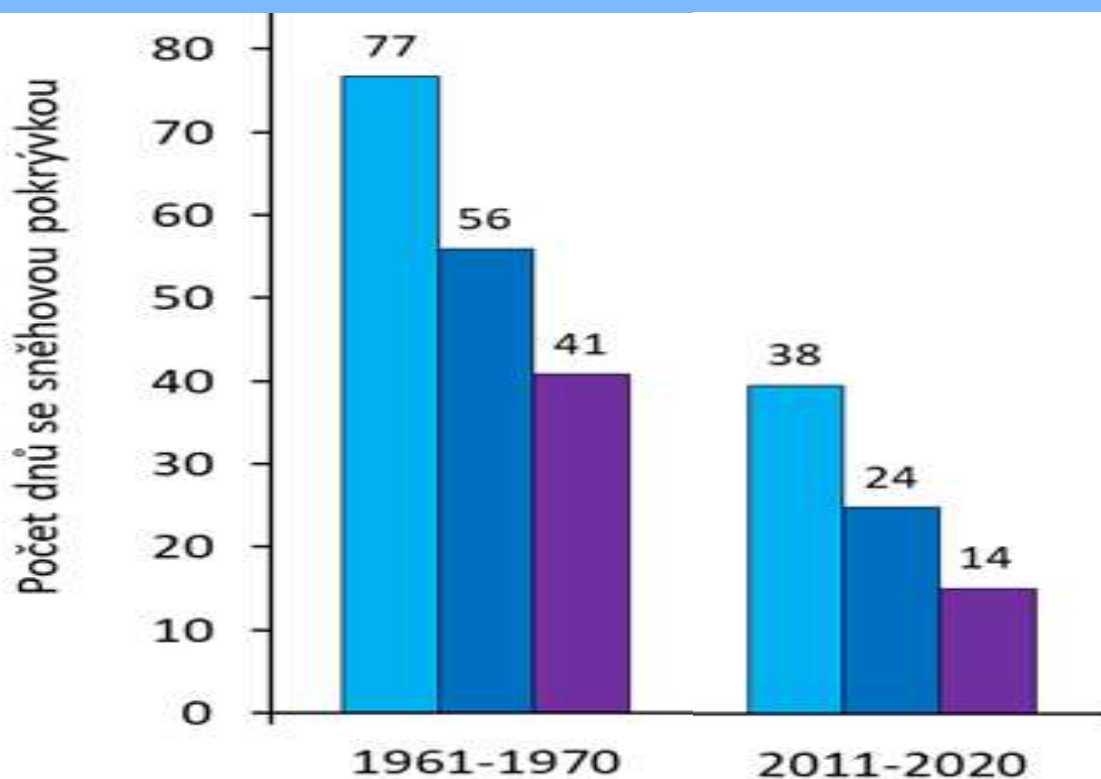
2090

-25 dní



Vyšší teplota v zimě = méně dnů se sněhovou pokrývkou

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

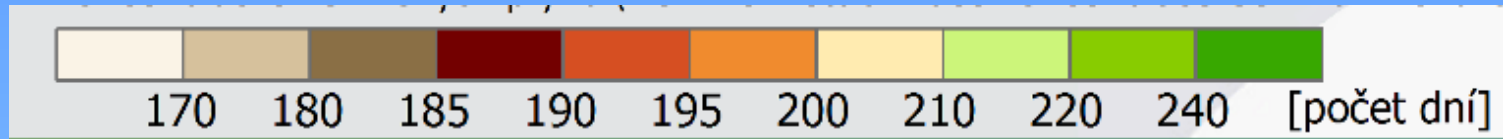


z (Zdroj dat: ČHMÚ)

Další dopady zesíleného skleníkového jevu – sucho je již za námi

- **na vegetační období**
- **na zeleň ve městech**

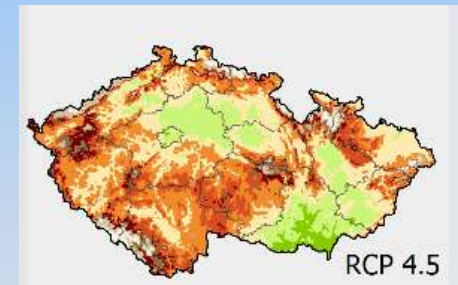
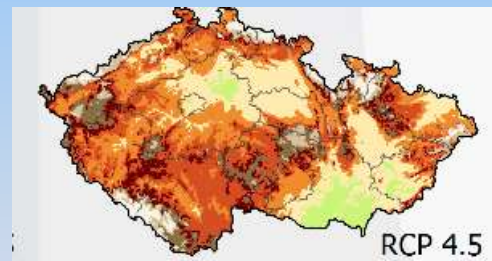
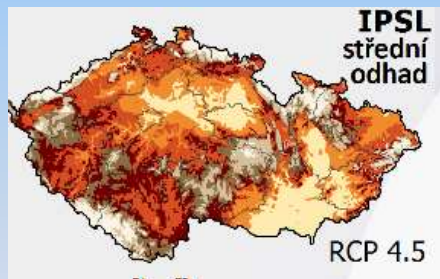
Výrazně se prodlouží vegetační období



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

Změny ve fenofázích

1961-2021, Vranovice, Česká republika

sasanka prysk - kvetení




hloh obecný - kvetení



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

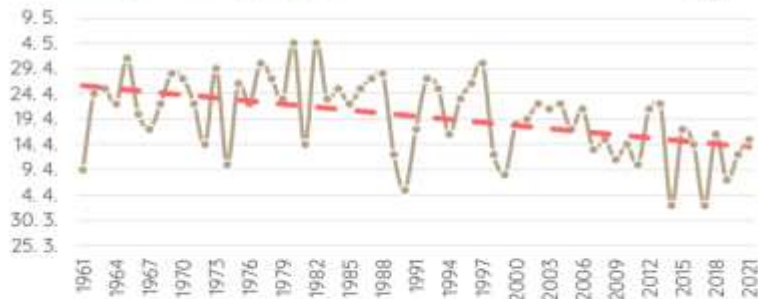
Posun fenofáze v období 1961-2021 směrem k počátku roku

 Sasanka pryskyřníkovitá
11,1 dne

 Hloh obecný
15,4 dne

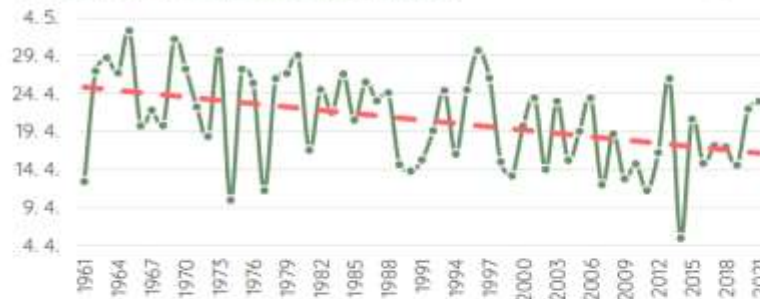
dub letní - rašení listů

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




sýkora koňadra - 1.vejce

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



 Dub letní
11,9 dne

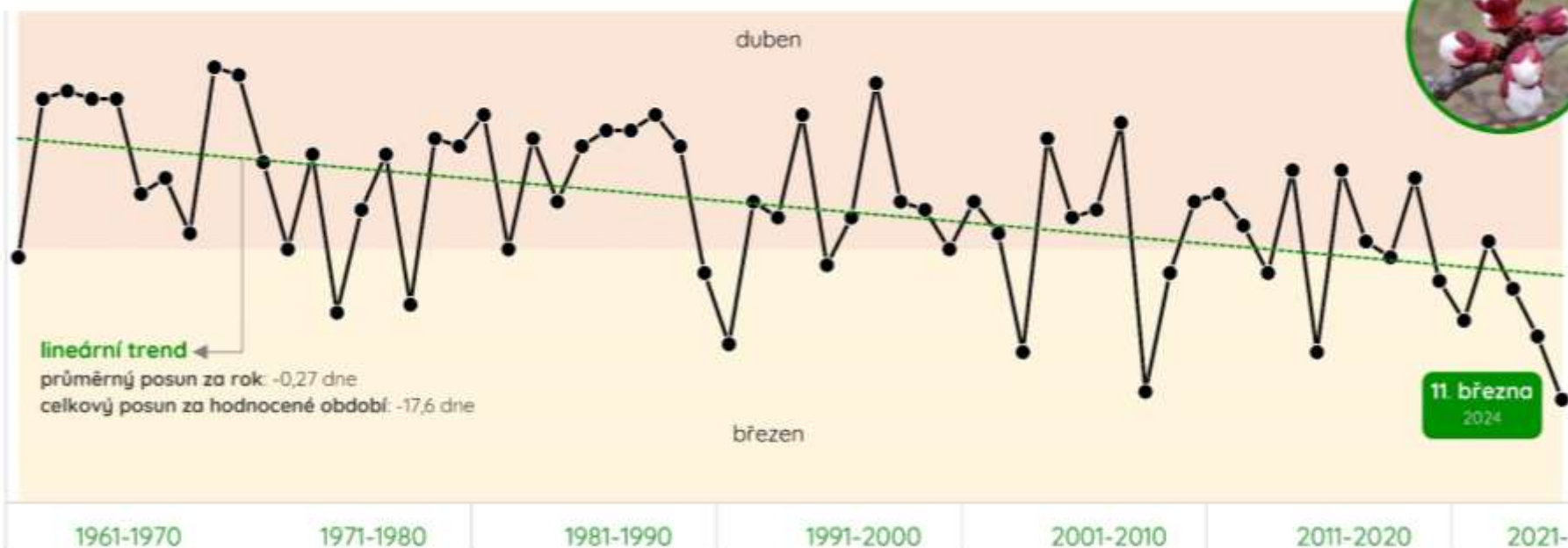
 Sýkora koňadra
8,5 dne

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.

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 autora ke sledování



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



Další dopady zesíleného skleníkového jevu

- **na vegetační období**
- **na zeleň ve městech**

Městské klima – město jako tepelný ostrov – proč - B_e ?



Městské klima



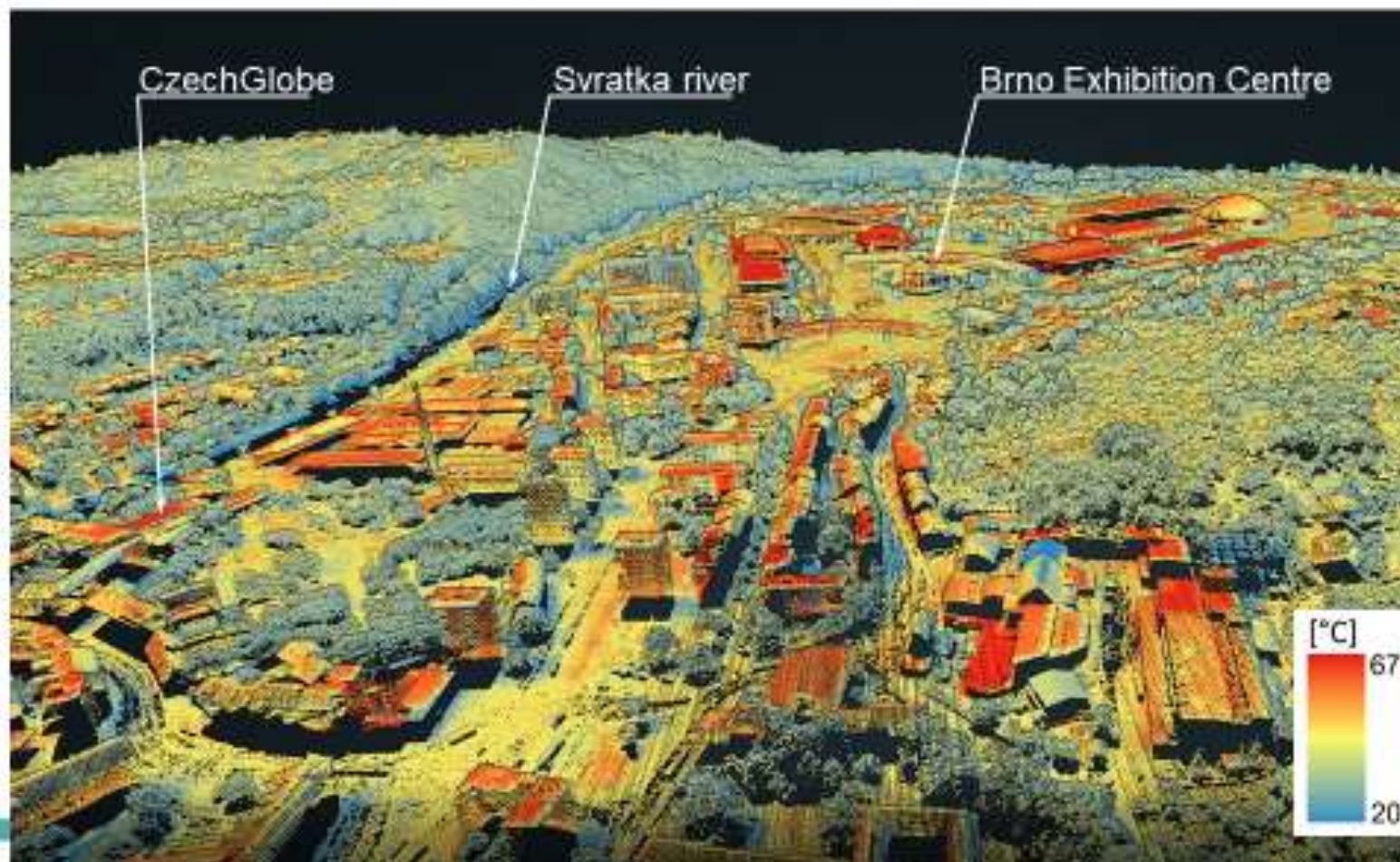
Některá města (čtvrtě) se snaží
aspoň krajině přiblížit



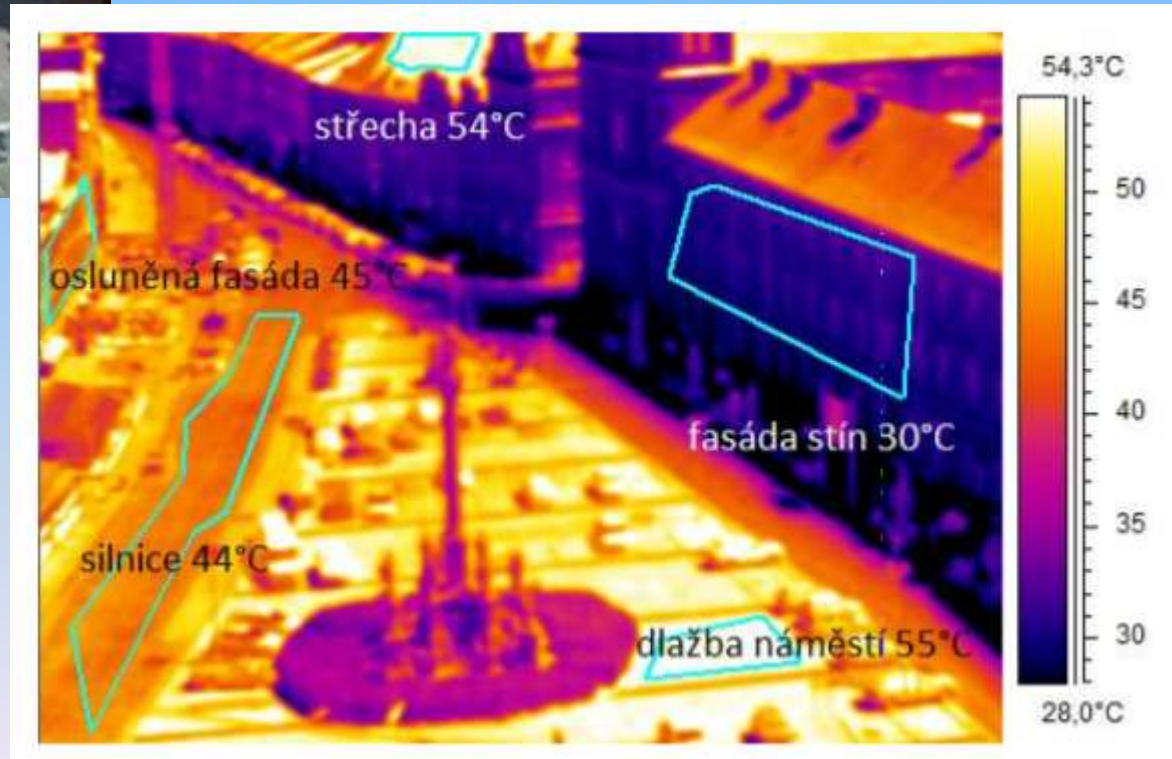


MĚSTA A KLIMATICKÁ ZMĚNA

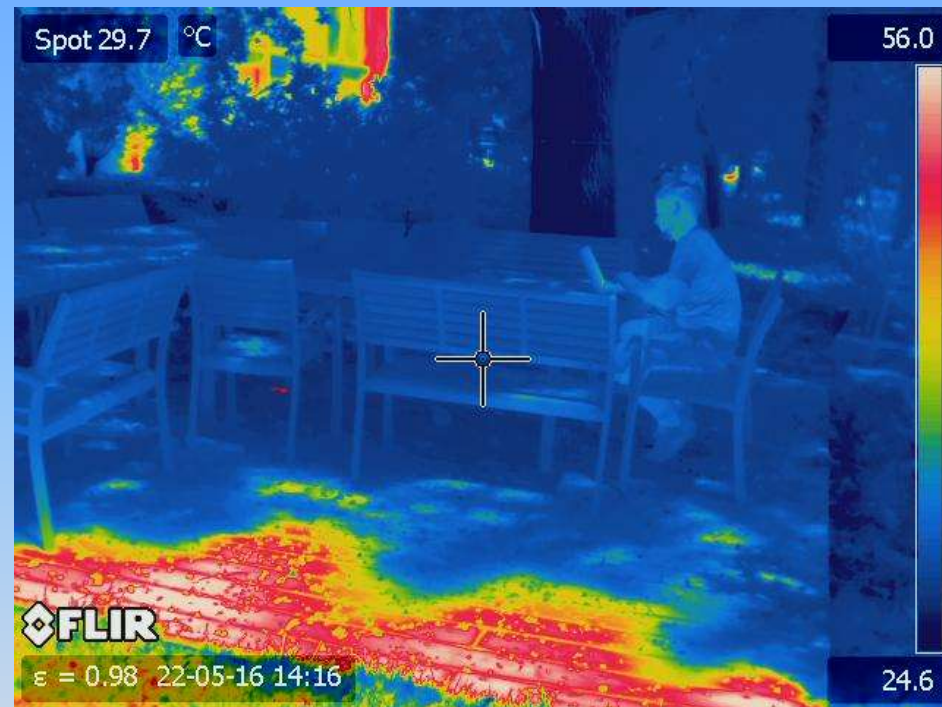
3D mapa povrchové teploty v Brně, léto 2019 (kombinace Lidarových a termálních dat)



Termovizní snímání teploty vzduchu v Hradci Králové dne 22. července 2015



Stínění vegetací - Povrchová teplota osluněných a zastíněných povrchů



Autor: Marian Pavelka, Daniel Kopkáně + CzechGlobe

Co s tím ve městech?? URBIS 2024

Význam: parky, izolovaná zeleň (stromy), vodní plochy



Co s tím ve městech??

Význam: parky, izolovaná zeleň (stromy), vodní plochy



Central park – New York

Kombinace – Moravské náměstí v Brně



Výběr stromů - obecně

- Spíše suchomilné
- S kůlovým kořenem
- Nealergenní
- Odolně proti znečištění
- Otázka prostoru pokud je pak.
- lípy, javory, jasaný, platany ...

Stromy problém č. 1

voda - zavlažování

Platany na Dominikánském náměstí nevydržely vedro. Tři uschly

Městská organizace reagovala prohlášením, že jsou mladé stromy na údržbu náročnější. Ujistila, že je považuje za prioritu. „Výsadbě jsme věnovali maximální pozornost. Na stromy jsme ale uplatnili reklamaci. Nicméně jedinou šancí, aby se to neopakovalo, je zalévání,“ uvedl ředitel Veřejné zeleně Jozef Kasala.



dděle
poleč
obál

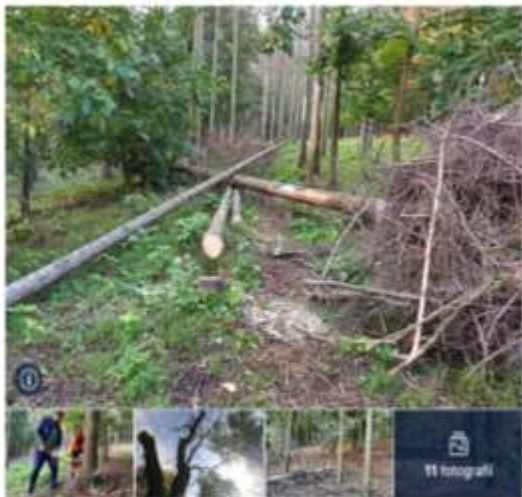
Litoměřice

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

© 25. října 2023 9:07



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.



Chytrá lavička se zahradou v Praze 6 uschla, nemá se o ni kdo starat



Stromy problém č. 1 - zavlažování



Postřik - náročné na práci a
na vodu



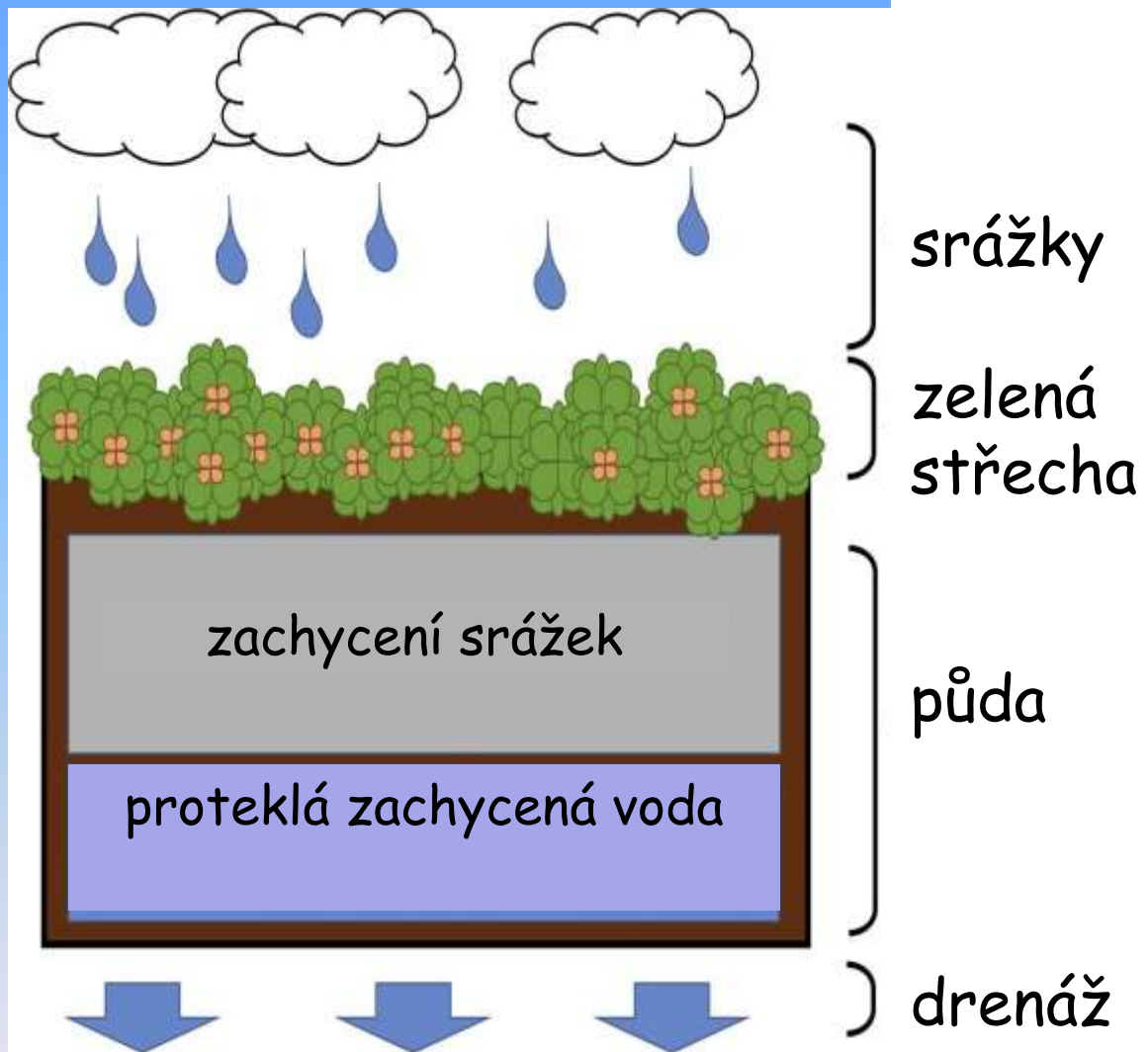
Kapková závlaha - Napojení
na zdroj vody



Riziko zavlažovacích vaků?

Nejen stromy...střechy, stěny?

Zelené střechy ?



Zlepšení
teplotních
poměrů v domě i
okolí

Díky zelené střeše
ušetříte za
vytápění i
klimatizaci.

Zelená střecha
dokáže zadržet
dešťovou vodu.

Zelené střechy ?



Drahé (někde dotace)

Údržba (sucho-zalévání)

Zelená střecha dokáže zadržet dešťovou vodu.

A co - zelené stěny!



Kampus MUNI kamenická, Bohunice – v létě ochlazení, podzim okrasa!



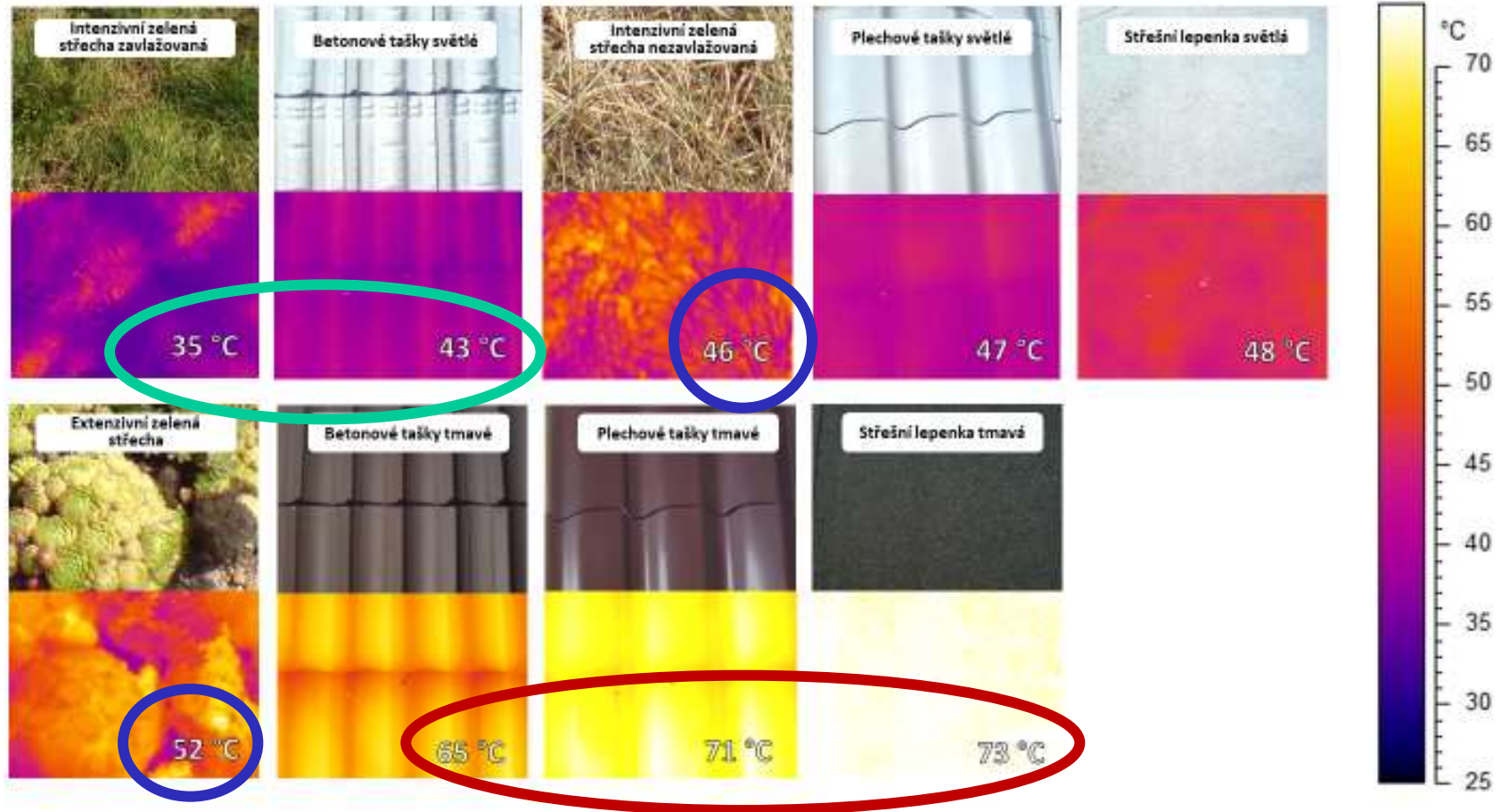
Zelené stěny – také údržba

**Zelená fasáda olomouckého unikátu
Green Wall ve vedru zvadla, rostliny
uschly**

**Uschlá unikátní „zelená“ fasáda v
Olomouci ožívá. Spor se vede o
náhradu škody**

Nebo stačí jen změna krytin?

Tepelné působení vybraných typů střešních krytin



Shrnutí - adaptační opatření – snížení vysoké teploty v době vln veder

➤ **Technická řešení**

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

➤ **Přírodě blízká řešení** (energetická bilance směrem k LV)

- Výsadba stromů (+ stín)
- Jezírka na dešťovou vodu, dešťové kanály, dešťové zahrádky
- Komunitní zahrady (vnitrobloky)
- Zelené střechy a vertikální zeleň (stěny)

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

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