
Otázka změny klimatu

Mgr. Lukáš Dolák, Ph.D.

Podzim 2021

Změna klimatu

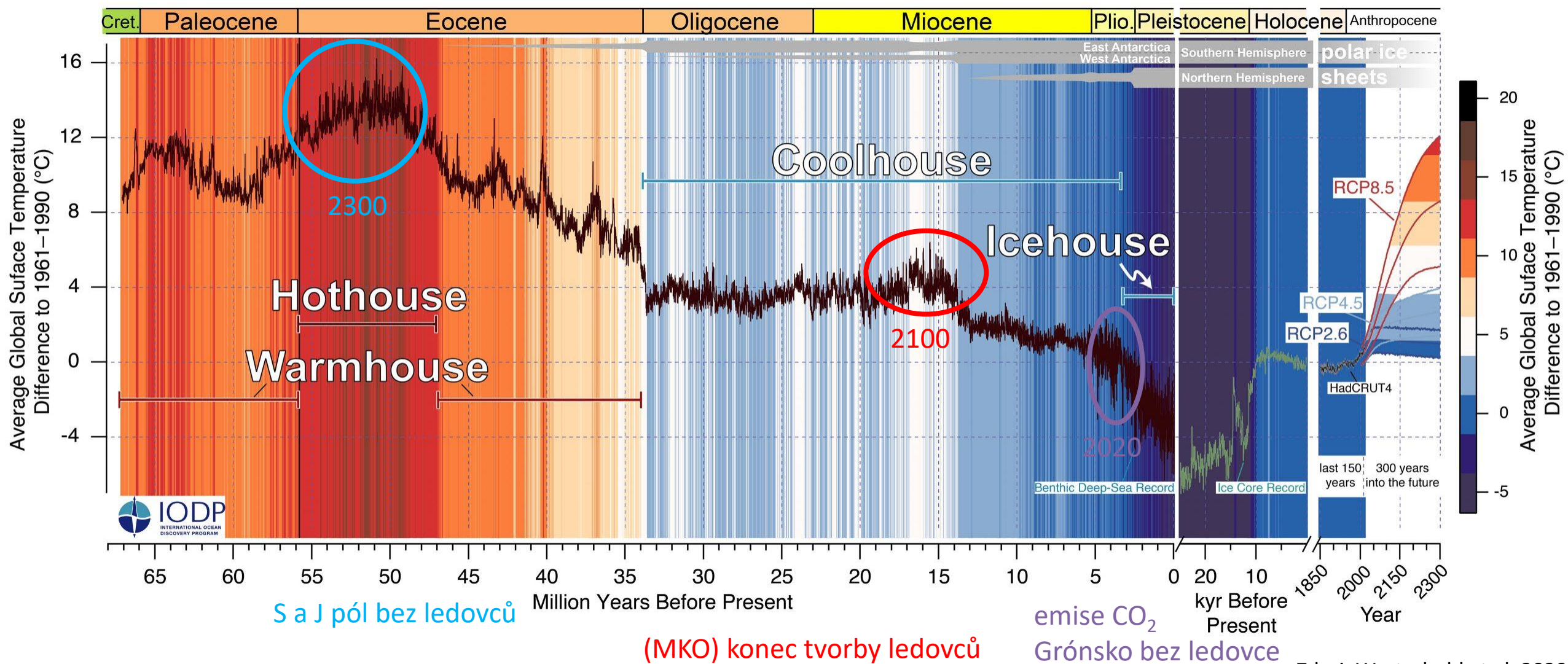
- Veškeré dlouhodobé změny způsobené jak přirozenou variabilitou klimatu, tak lidskou činností
- Hlavní projevy změn klimatu – globální oteplování a s ním související děje:
 - celosvětový růst průměrné teploty vzduchu,
 - růst hladiny světového oceánu,
 - změna frekvence a místa srážkových úhrnů,
 - rostoucí počet a intenzita živelných pohrom,
 - změny fenologických fází aj.

Vývoj klimatu v minulosti

Změny klimatu v minulosti

- 55 mil. let – paleocenní–eocenní teplotní maximum
 - > T o 5–8 °C/1000 let
 - vymření 75–96 % druhů na Zemi
- Zalednění Země
 - 34 mil.: zalednění Antarktidy
 - 3 mil.: zalednění Grónska
 - 2,6 mil.–9 700 let př. n. l.: cca 20 glaciálů o délce až 100 000–120 000 let a změně teploty až o 9 °C a interglaciálů s teplotou vyšší až 5 °C

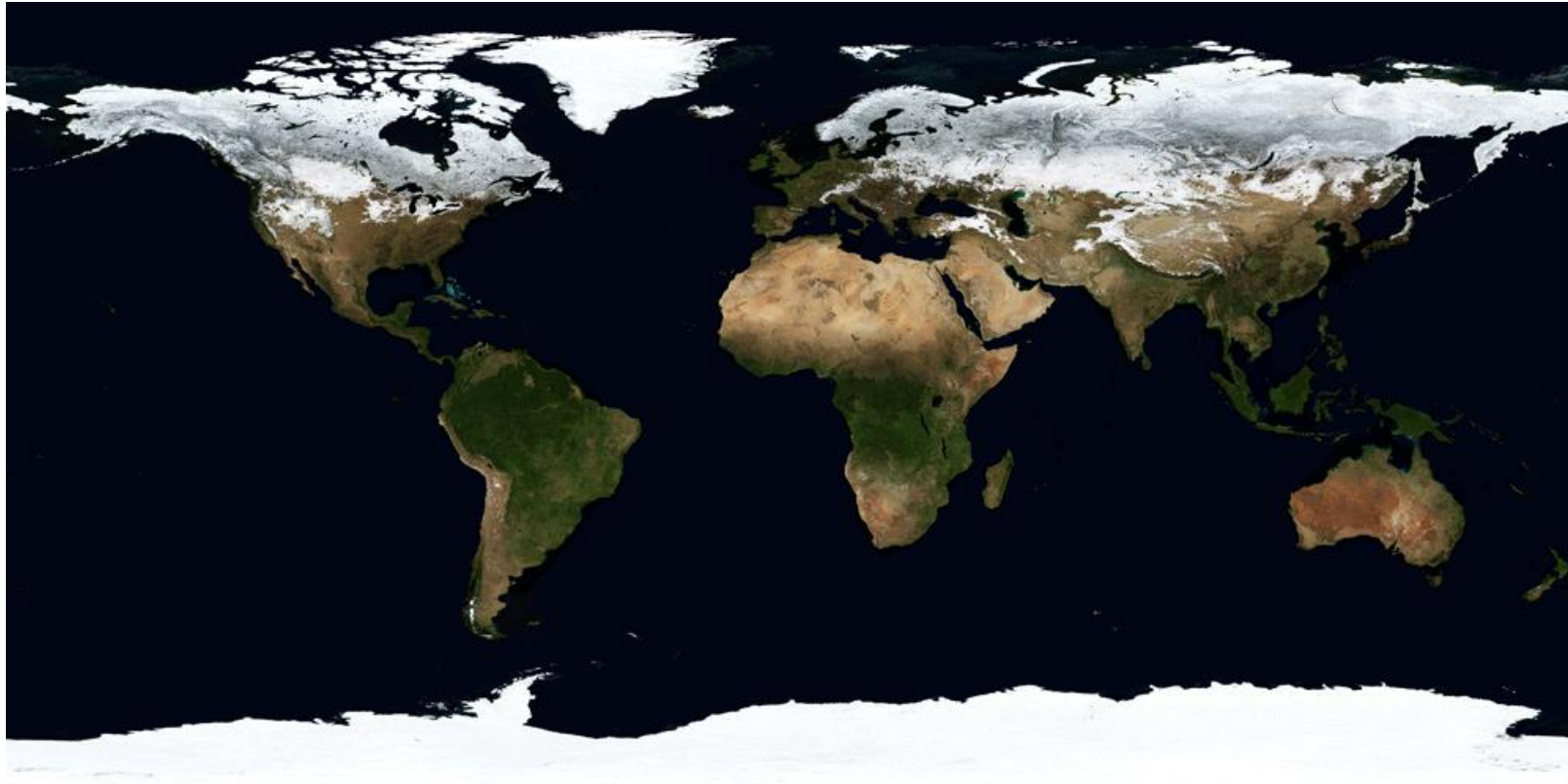
Kolísání teploty vzduchu v minulosti



Glaciály a interglaciály (2,6 Myr–9 700 let př. n. l.)

- Glaciály:
 - cca 20 glaciálů, délka 100 000–120 000 let
 - chladnější a sušší klima ($T < 5-6 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - změna mořských proudů, posun Golfského proudu k jihu
 - nárůst kontinentality ve stř. Evropě (zalednění Baltského a pokles hladiny Severního m.)
- Interglaciály:
 - teplejší a vlhčí klima ($T > 2-3 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - růst srážkových úhrnů opožděný oproti T

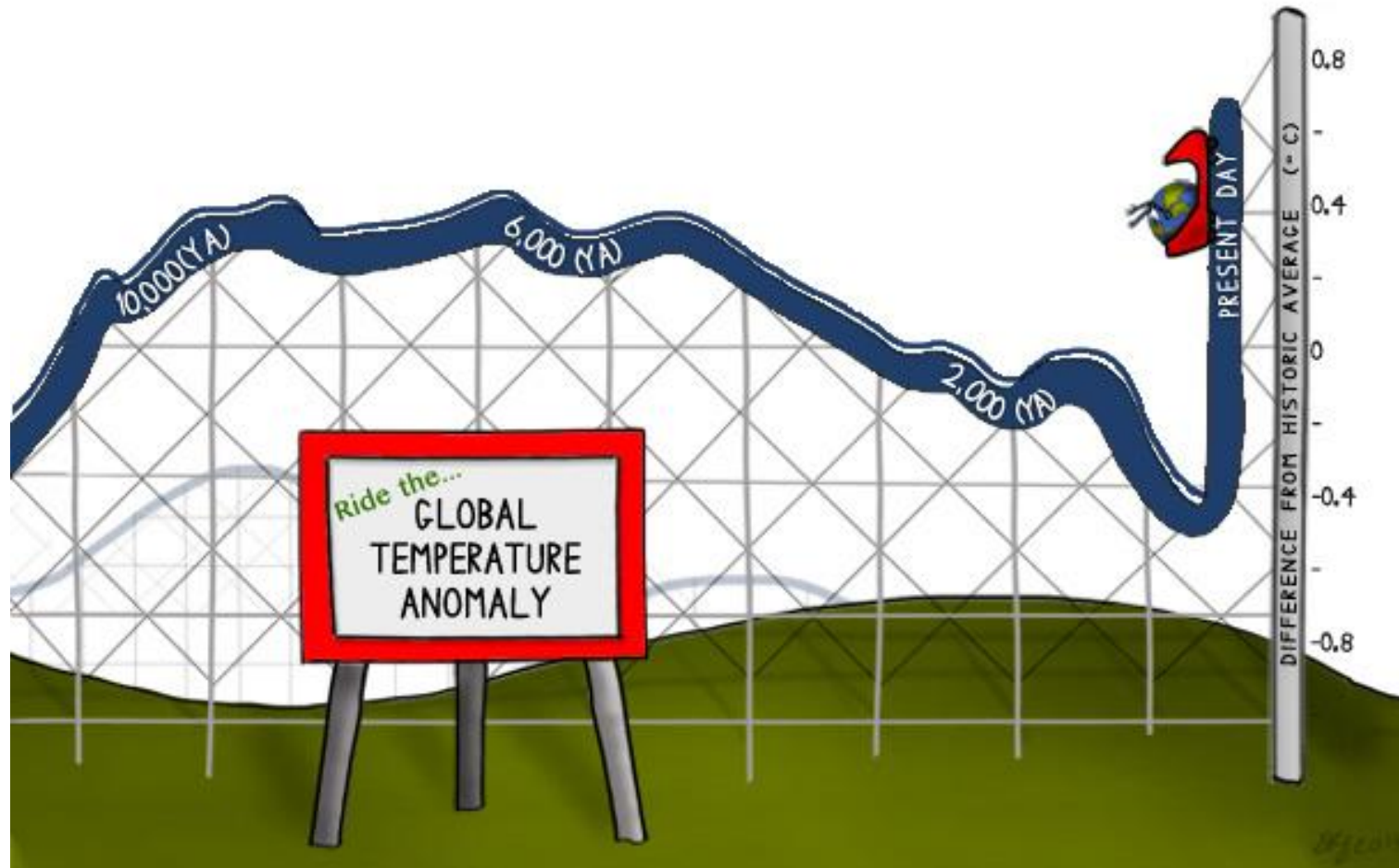
Rozsah maximálního zalednění před 20 000 lety



Změny v Evropě na přelomu würm/holocén

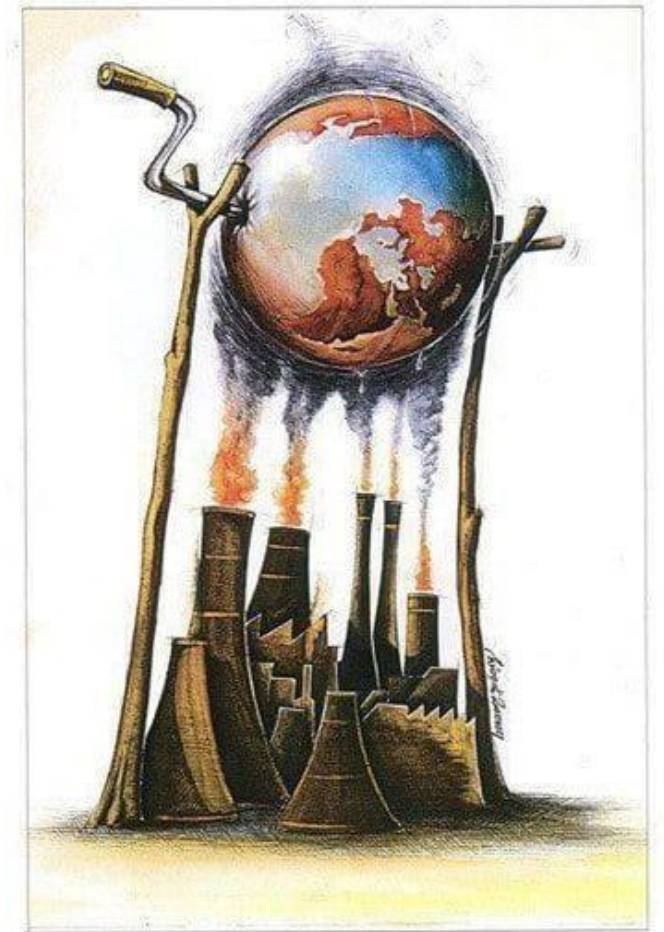
- 10 800 př. n. l.: náhlé ochlazení o 8 °C/6 měsíců (jez. Agassiz)
- 9 700 př. n. l.: náhlé oteplení o 8 °C/40 let
- Tání ledovců: růst zemské kúry, menší tlak na zemský plášť (častější vulkanická činnost?)
- Od 4000 př. n. l.: postupné ochlazování
- Holocén: stabilní klima s malými teplotními výkyvy
 - středověké klimatické optimum, malá doba ledová ...

Globální oteplování



Globální oteplování

- zvýšení průměrné teploty vzduchu od počátku průmyslové revoluce (ca. r. 1780) o 1,3 °C
- 97 % tepla zachyceno světovým oceánem, zbylá 3 % skleníkovými plyny
- s 99,9 % jistotou růst teploty vzduchu způsoben zesilováním tzv. skleníkového efektu kvůli zvyšování množství skleníkových plynů v atmosféře
- vliv člověka (spalování fosilních paliv, průmysl, doprava, zemědělství, odlesňování, růst populace aj.)

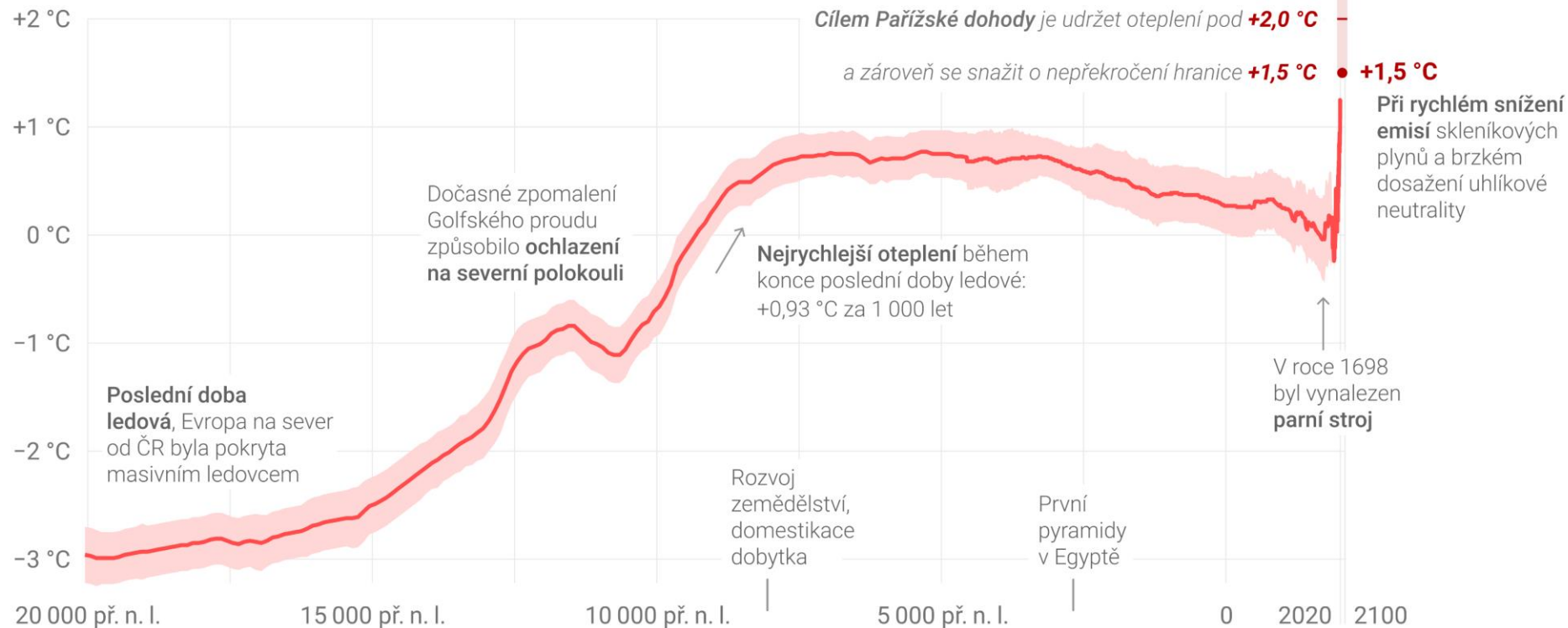


SVĚTOVÁ TEPLOTNÍ ANOMÁLIE ZA 22 000 LET

Současné oteplování je více než **10× rychlejší** než přirozené oteplení, které proběhlo na konci poslední doby ledové.

 Průměrná anomálie včetně pásu nejistoty

Teplotní anomálie je odchylka vůči průměrné teplotě na Zemi ve zvoleném referenčním období. Zde se jedná o tzv. předindustriální období, tedy léta 1850–1900.



VERZE 2021-02-22 LICENCE CC BY 4.0

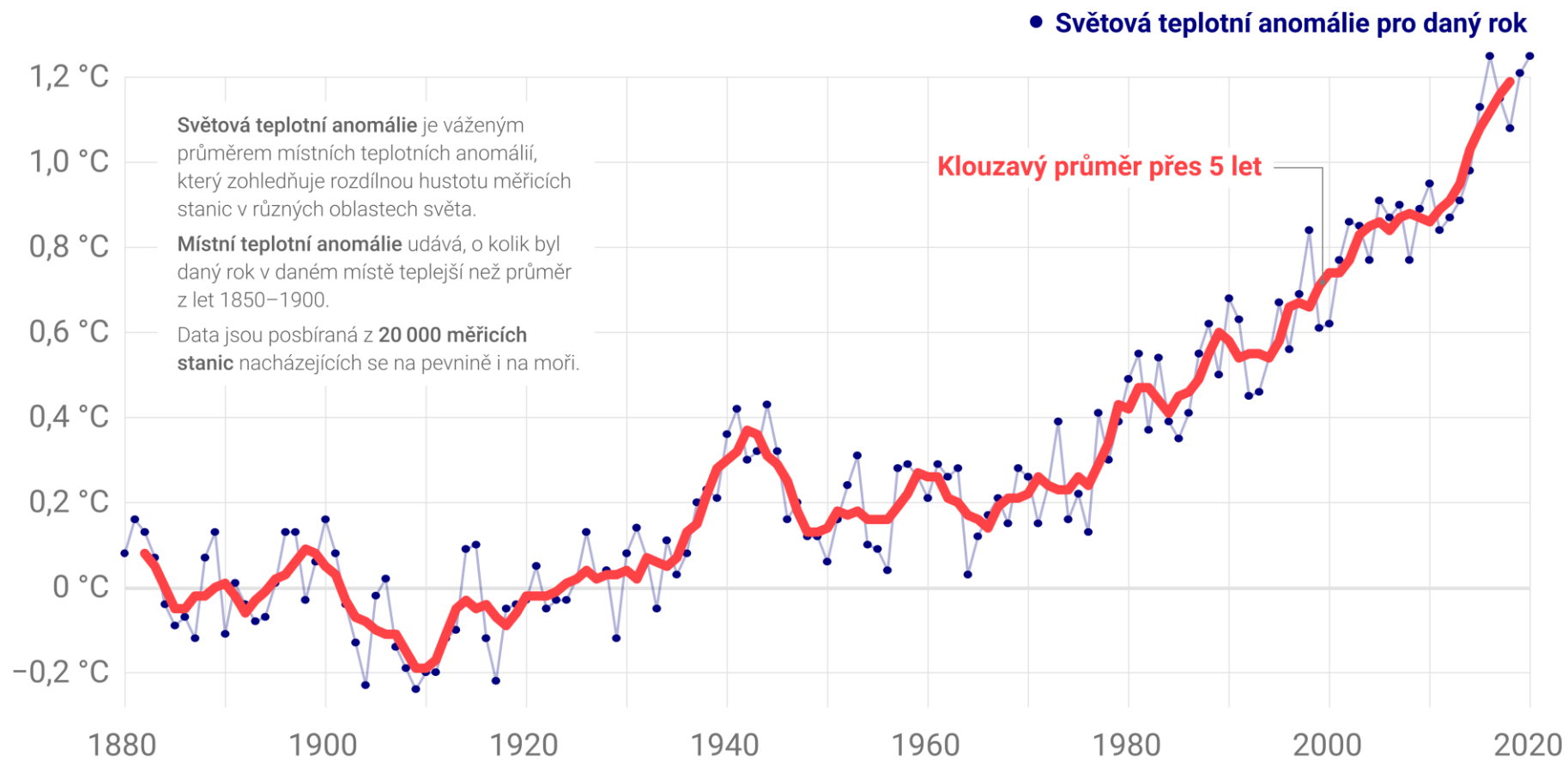
více info na faktaoklimatu.cz/teplota-22000-let

zdroj dat: Shakun (2012): 22 050–4 550 př. n. l., Marcott (2013): 4 540 př. n. l.–1860, NASA GISS: 1880–2020

<http://xkcz.cz/1732-casova-osa-teploty-na-zemi/>

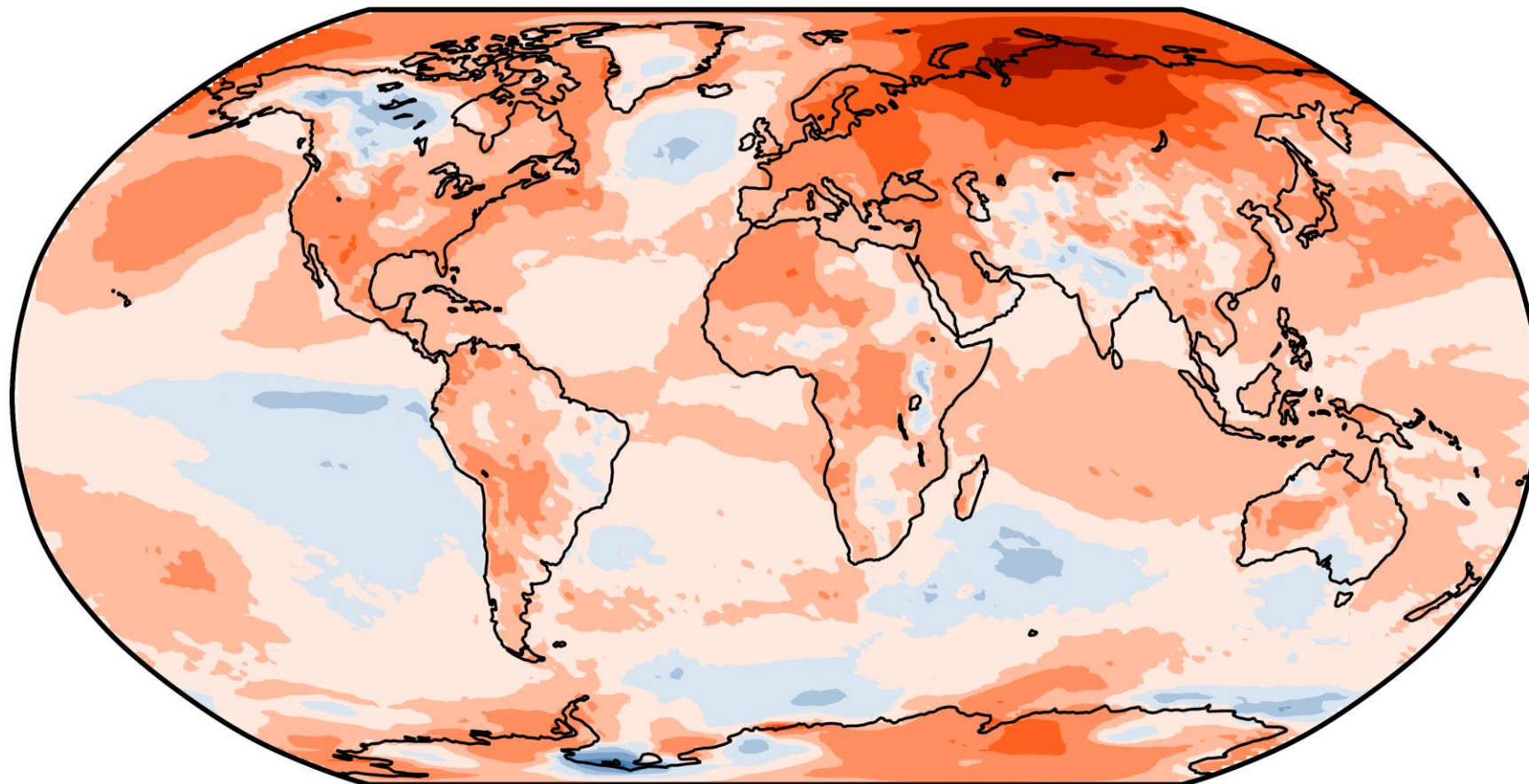
VÝVOJ SVĚTOVÉ TEPLOTNÍ ANOMÁLIE

Svět je nyní o **1,2 °C teplejší** než v letech 1850–1900.



Odchylka průměrné teploty vzduchu

Temperature difference 2020 and 1981-2010



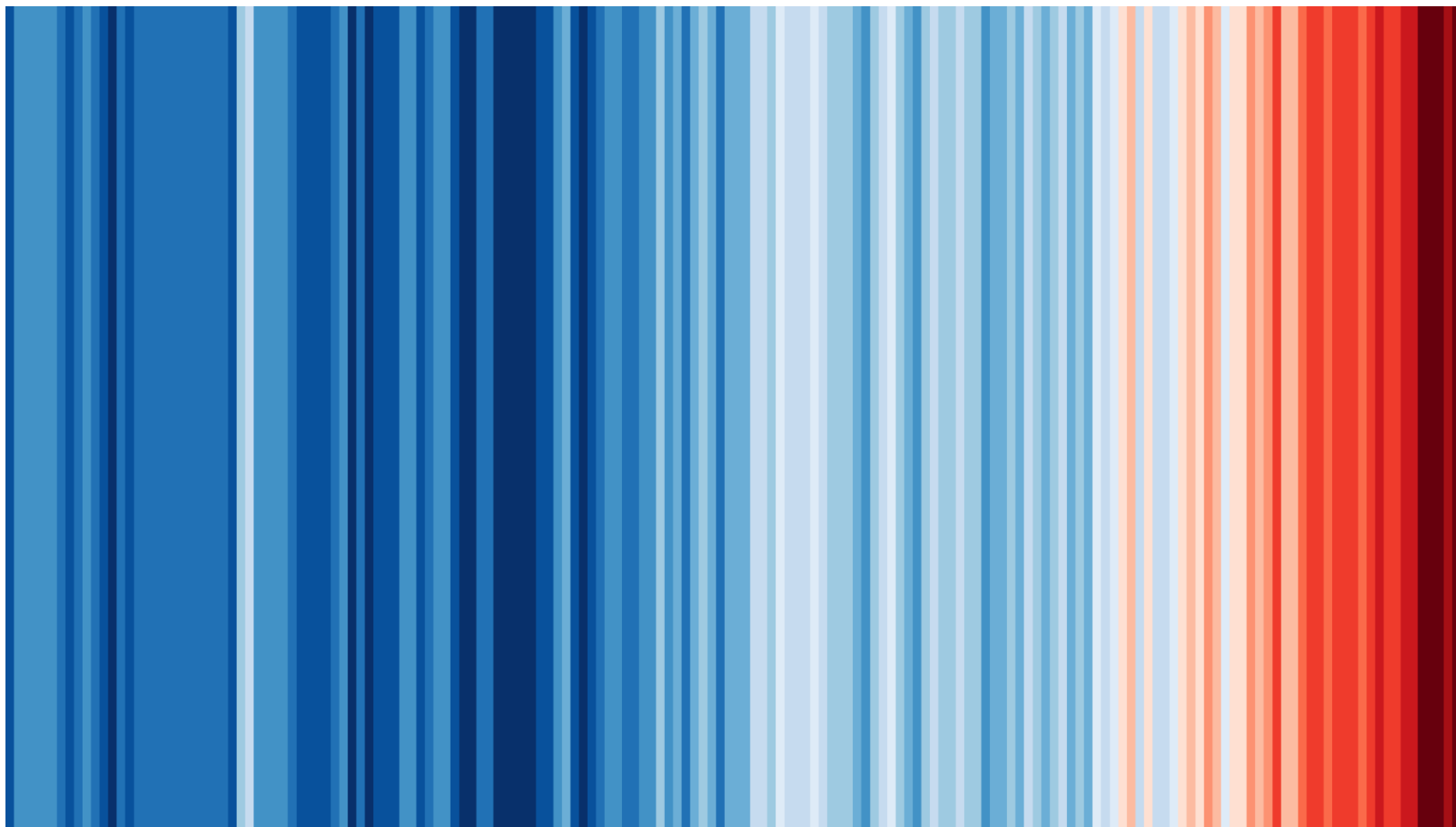
lidstvo 50 x
urychlilo růst
teploty vzduchu
v porovnání
s růstem teploty
mezi glaciálem a
interglaciálem



Data source: ERA5

Zdroj: WMO, 2021

Vývoj průměrné teploty vzduchu (1850–2020)



Příčiny změn klimatu

Skleníkový efekt

proces způsobující
oteplení Země
o 33 °C **přínosný**



Zdroje skleníkových plynů

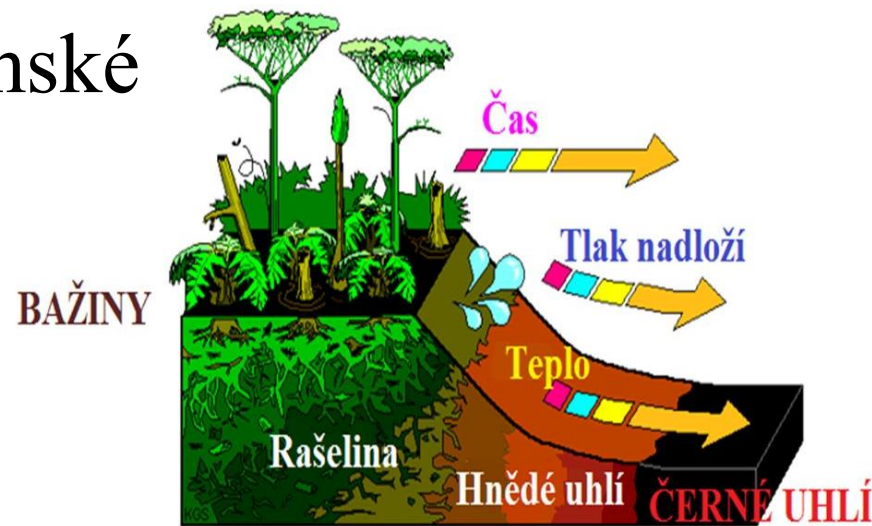
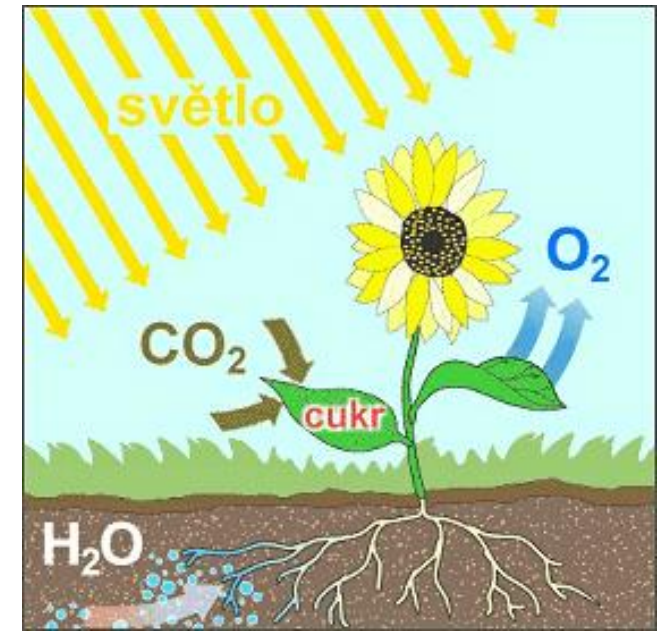
- Vodní pára (20 °C)
 - světový oceán, průmysl, vegetace
- CO₂ (7 °C)
 - fosilní paliva, průmysl, doprava, lesní požáry, sopečné erupce, oceány
- O₃ (2 °C)
- CH₄ (0,8 °C)
 - zemědělství, těžba fosilních paliv, tání permafrostu, oceány, spalování biomasy
- N₂O (>1 °C)
 - hnojiva, doprava, spalování fosilních paliv, raketové motory, hnací plyny
- Freony



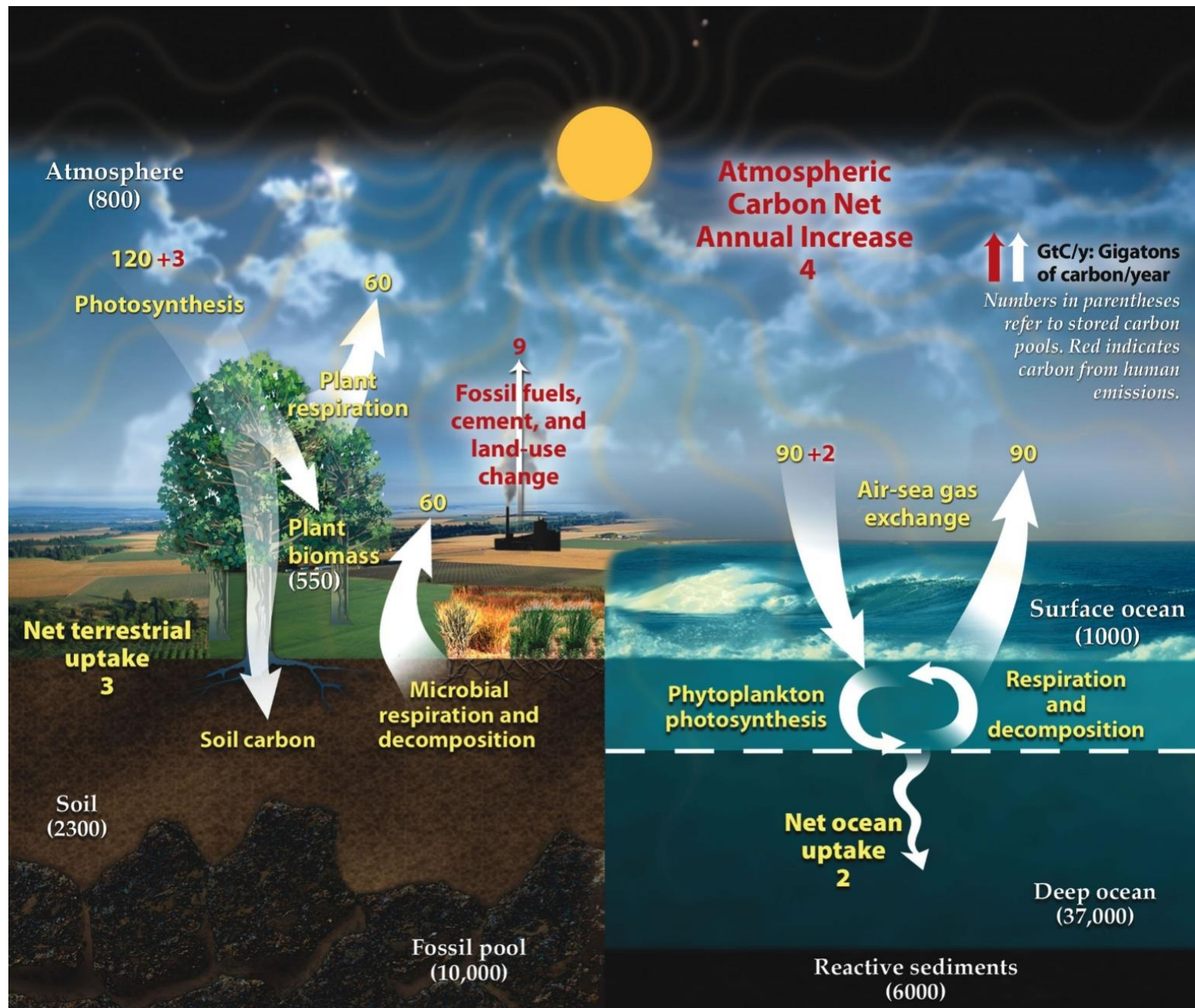
Uhlíkový cyklus, zdroje a emise CO₂

Uhlíkový cyklus

- Uhlík (C): základní stavební kámen organismů
- Proces fotosyntézy
- Ukládání uhlíku v zemské kůře – fosilní paliva
- Uvolňování uhlíku spalováním (CO_2)



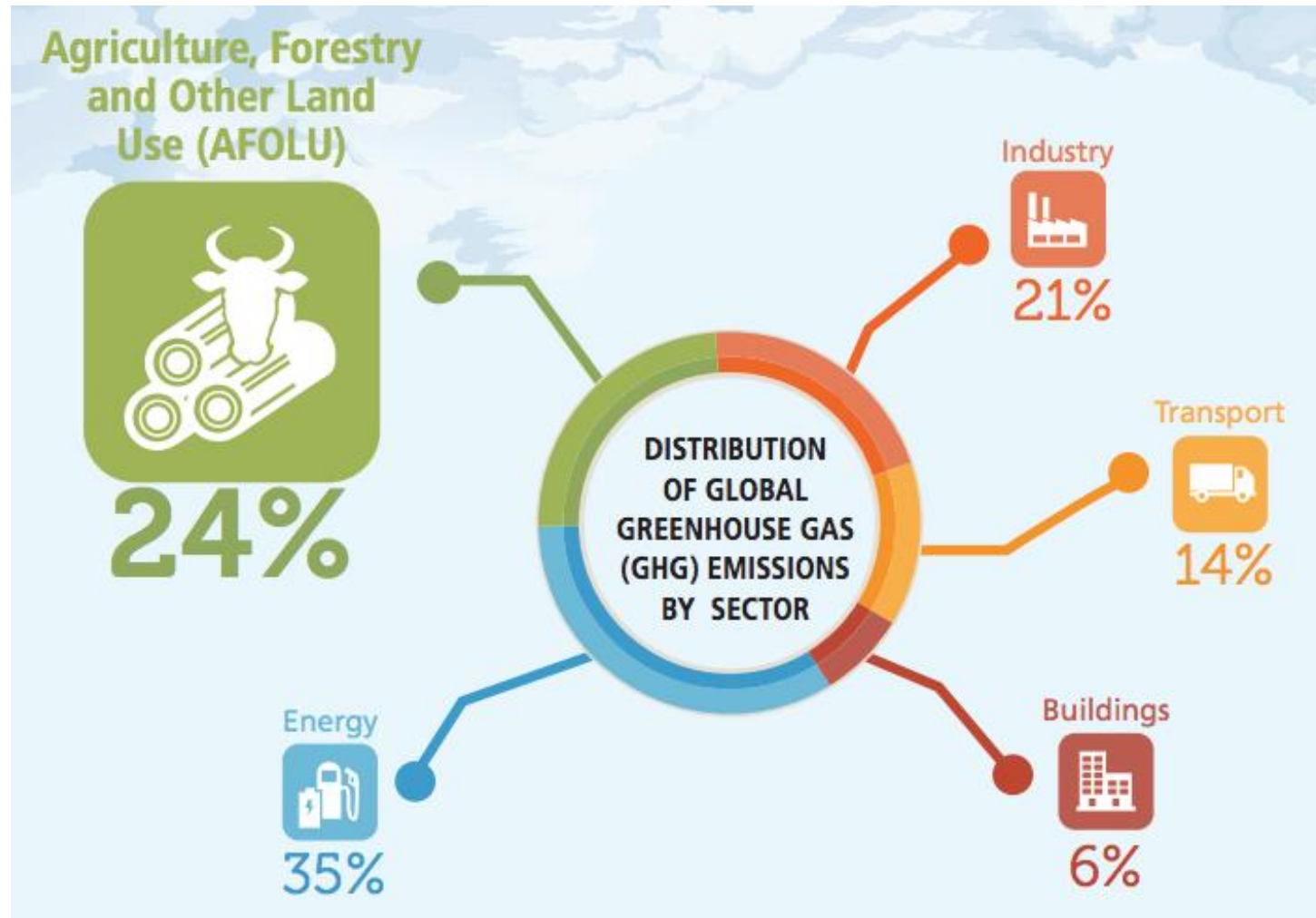
Uhlíkový cyklus



Zdroje přirozeného CO₂

- 1 Gt (*gigatuna*) = 1 mld. tun = 1 000 000 000 000 kg
- Zdrojem 96,5 % CO₂ příroda; 3,5 % lidstvo
- Zemská kůra, sedimenty, fosilní paliva, oceán, půda, lesy, sopky
 - činné sopky: 0,3 Gt/rok (0,8 % antropog. CO₂)
 - permafrost: 2x více C než v atmosféře (1440–1600 Gt)
 - půdní vzduch: 40–100x více CO₂ než v atmosféře
 - 1 ha rašeliniště v Indonésii: cca 20 t CO₂/rok
 - narušená rašeliniště: 6 % globálních emisí CO₂/rok

Zdroje antropogenního CO₂

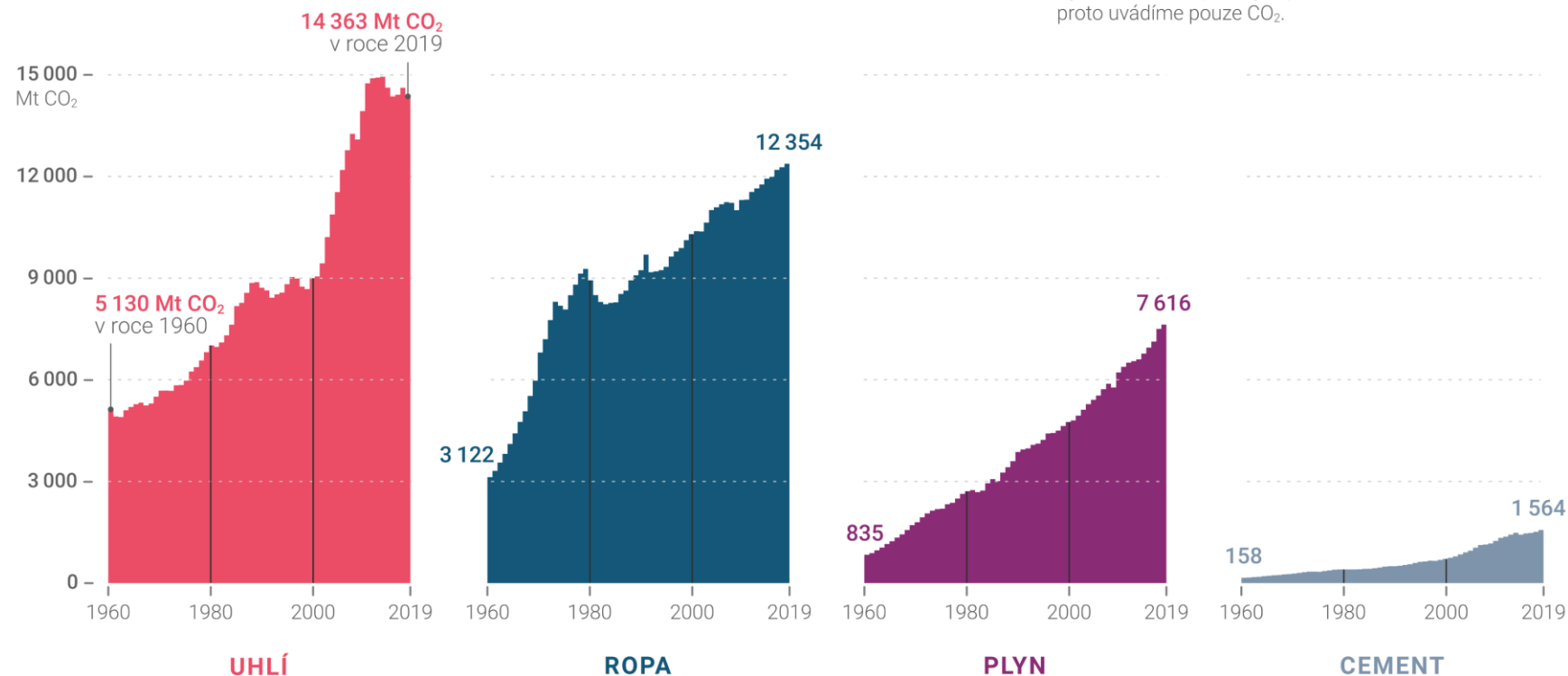


Zdroje antropogenního CO₂ (2019)

SVĚTOVÉ EMISE CO₂ Z FOSILNÍCH PALIV A VÝROBY CEMENTU

Emise CO₂ ze spalování fosilních paliv a výroby cementu byly v roce 2019 téměř 4× vyšší než v roce 1960. Dosáhly hodnoty 36 miliard tun CO₂.

Emise skleníkových plynů běžně zobrazujeme přepočtené na CO₂ ekvivalent (kvůli přítomnosti dalších plynů), tedy v jednotce CO₂eq. Zde jde přímo o emise oxidu uhličitého, proto uvádíme pouze CO₂.



VERZE 2021-02-16 LICENCE CC BY 4.0
více info na faktaoklimatu.cz/emise-fosilni-paliva

zdroj dat: Global Carbon Project

Zdroje antropogenního CO₂

- Doprava:
 - osobní auto: 100–150 g/km (<http://www.ekoblog.cz/?q=emise>)
 - 15 největších lodí světa emituje více emisí CO₂ více než všechny automobily na světě (cca 800 mil. ks)



Zdroje a uložiště antropogen ního CO₂

EMISE UHLÍKU DO OVZDUŠÍ VLIVEM LIDSKÉ ČINNOSTI

88% 7.7 billion metric tonnes per year



photo credit: Kodda

Fossil Fuels & Cement

2000
to
2009

12% 1.1 billion metric tonnes per year



Land Use Change

2000
to
2009

KAM JE ČLOVĚKEM PRODUKOVANÝ UHLÍK UKLÁDÁN

47% 4.1 billion metric tonnes per year



photo credit: Gagephoto

Atmosphere

2000
to
2009

27% 2.4 billion metric tonnes per year



photo credit: J. Nien-Beeke

Land

2000
to
2009

26% 2.3 billion metric tonnes per year



photo credit: JAA

Oceans

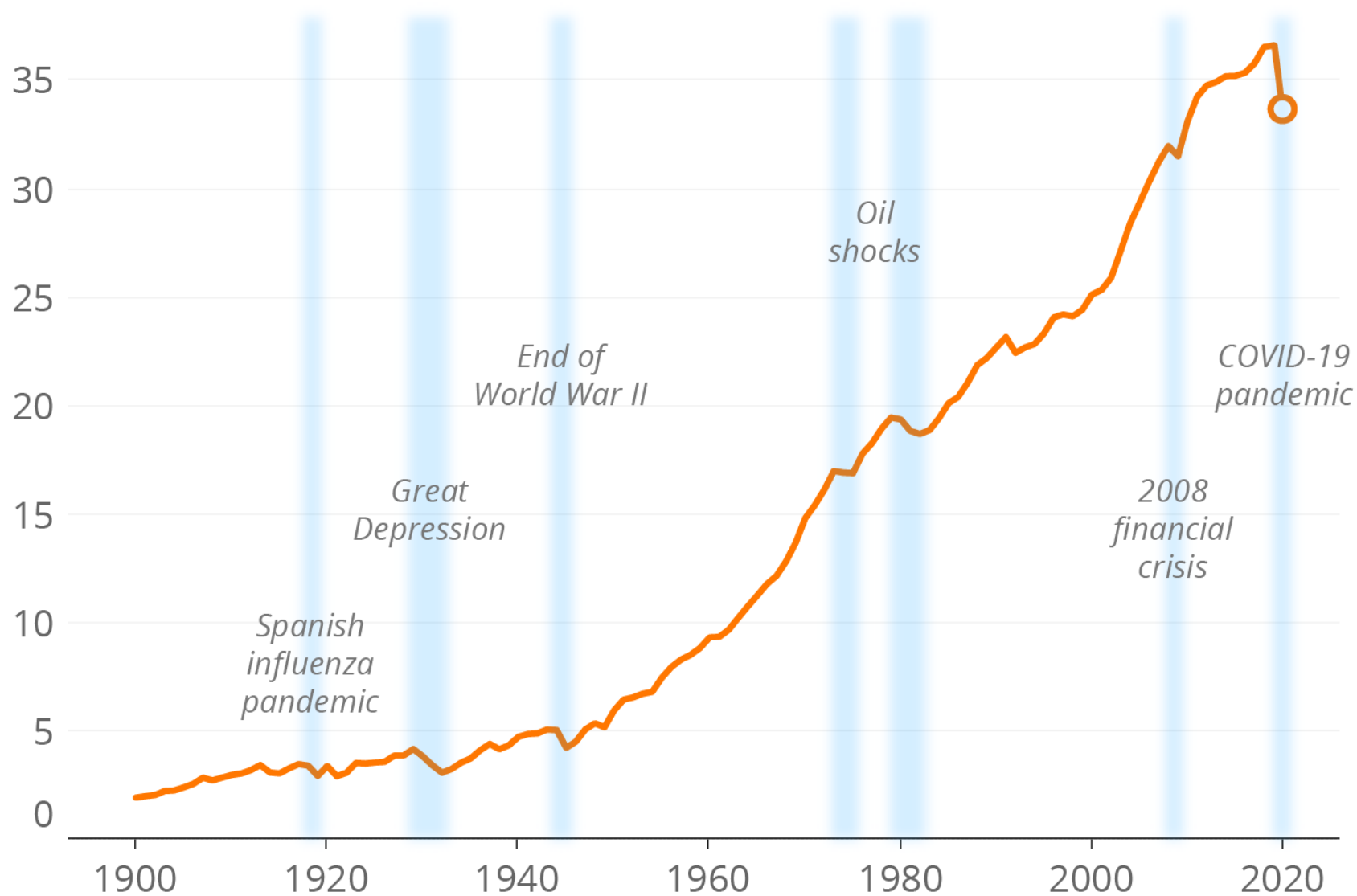
2000
to
2009

Data published Nov. 21 2010 at Nature Geoscience + GlobalCarbonProject.org

Graphic Production: **CO2Now.org**

Roční emise CO₂ – svět (1900–2020)

Annual global fossil emissions, billion metric tons of CO₂



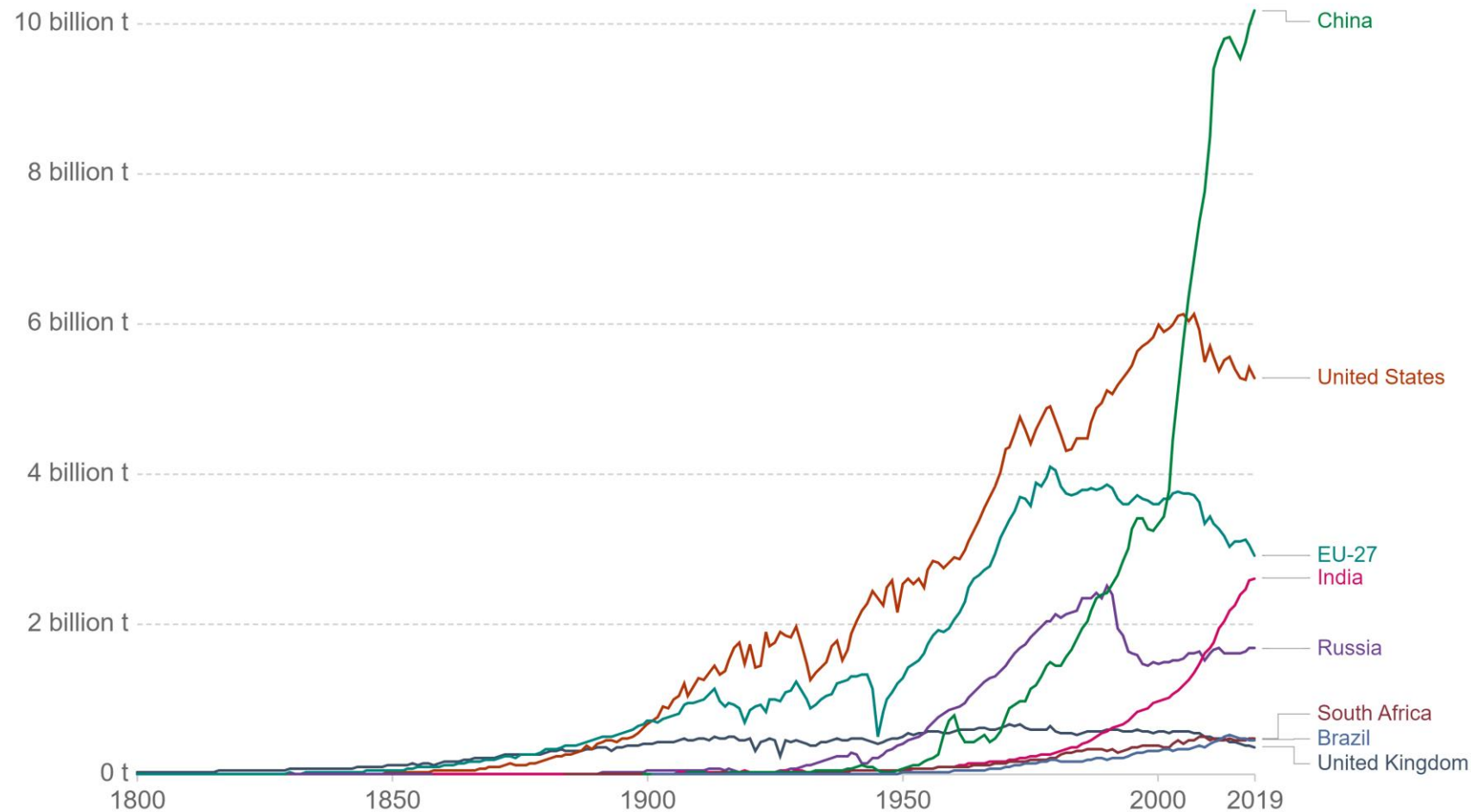
Source: Global Carbon Project

Roční emise CO₂ – vybrané státy (1800–2019)

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from the burning of fossil fuels for energy and cement production. Land use change is not included.

Our World
in Data

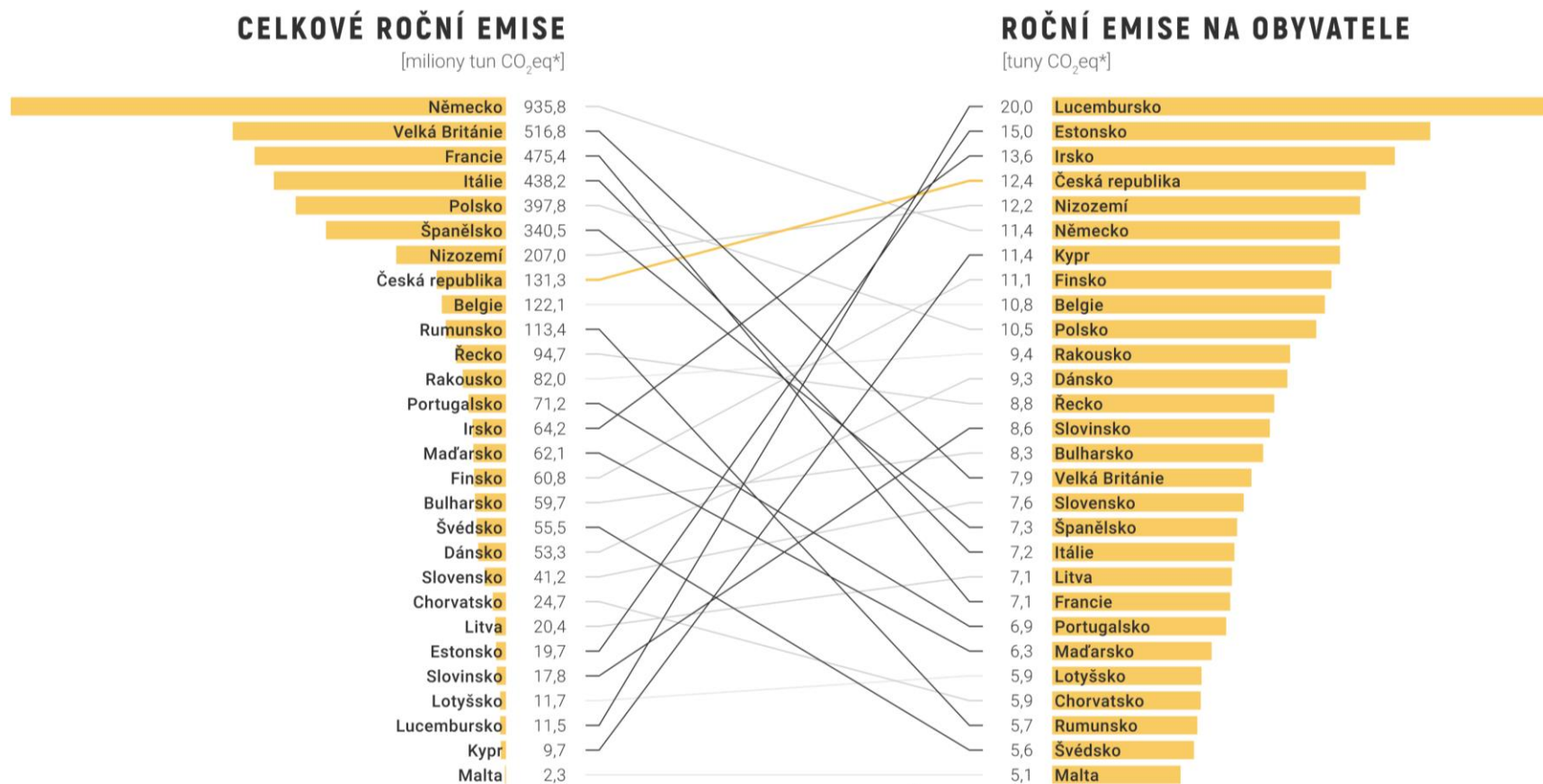


Source: Global Carbon Project; Carbon Dioxide Information Analysis Centre (CDIAC)

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/ • CC BY

Note: CO₂ emissions are measured on a production basis, meaning they do not correct for emissions embedded in traded goods.

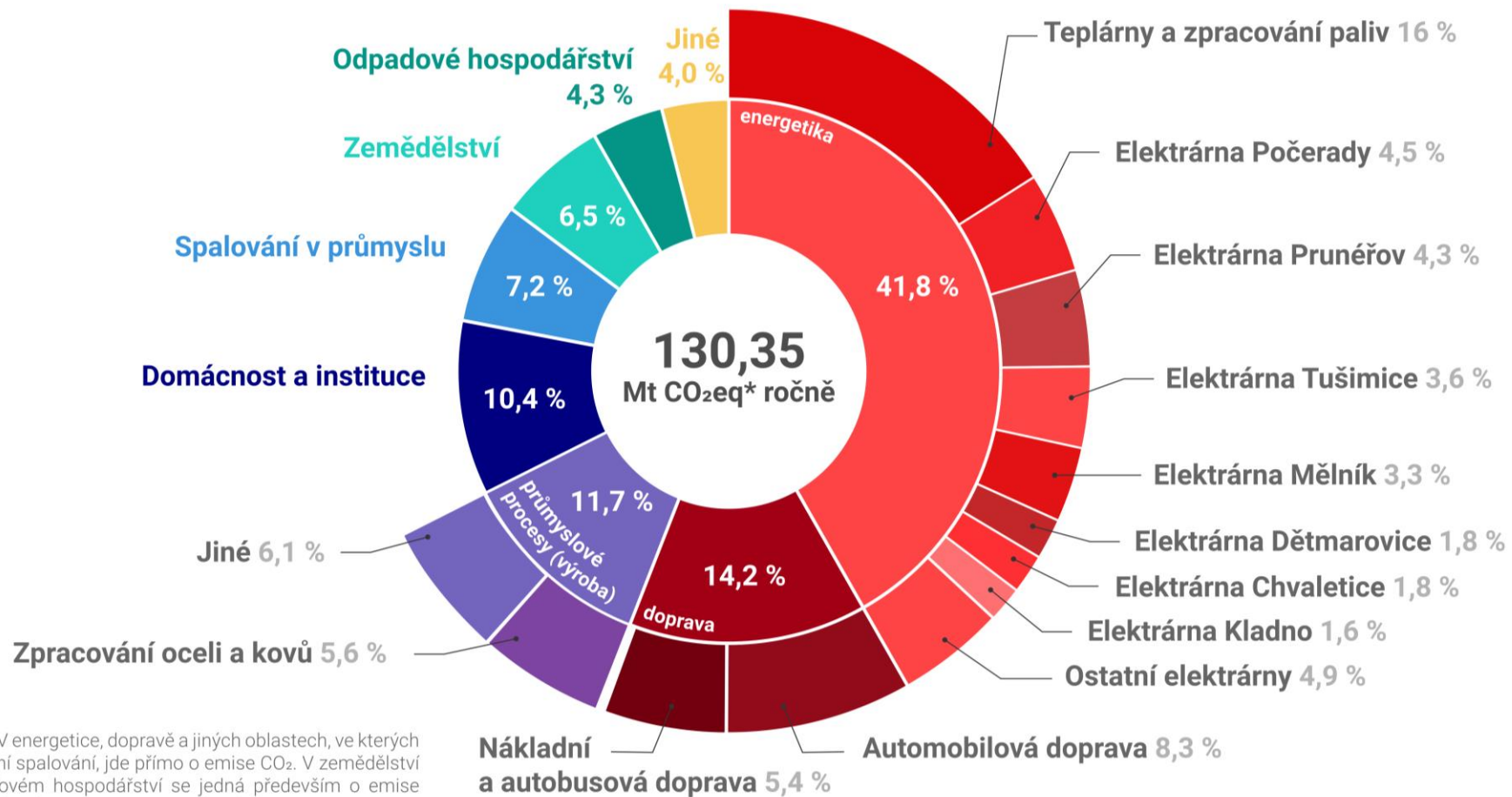
Pořadí států EU podle emisí skleníkových plynů (2016)



*Jednotka CO₂eq označuje emise CO₂ + emise methanu, N₂O a dalších skleníkových plynů přepočtené na ekvivalentní množství CO₂.

Sytější barva line odpovídá výraznější změně v pořadí státu.

Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů (2016)

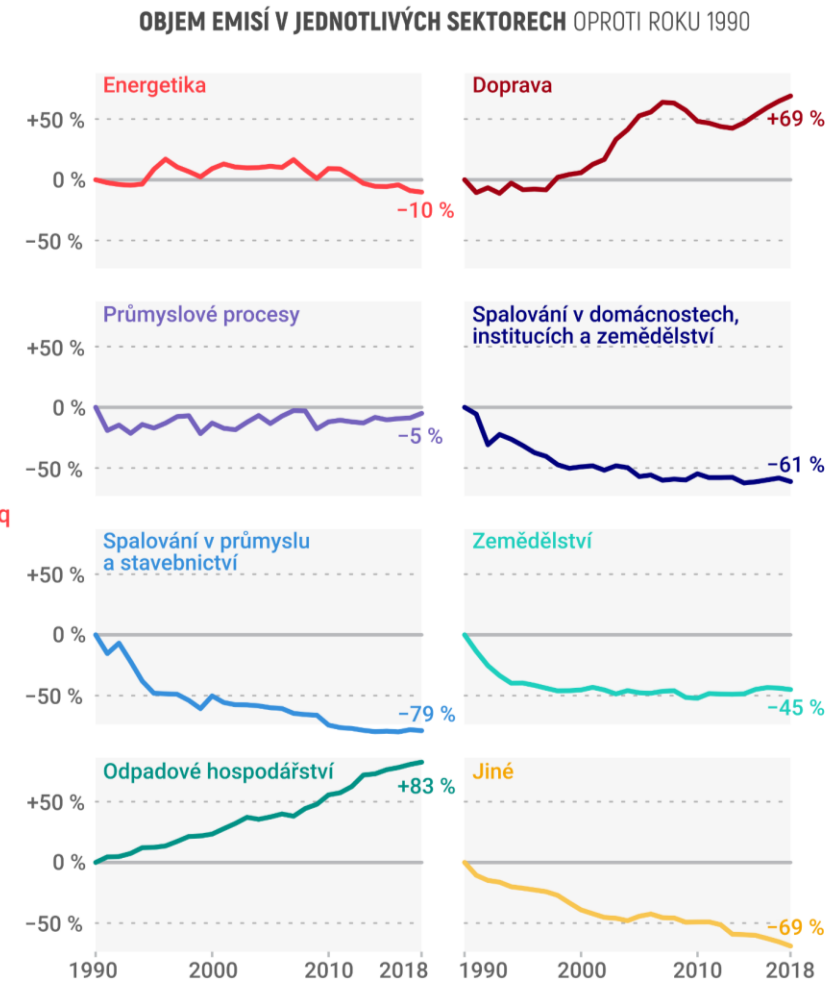
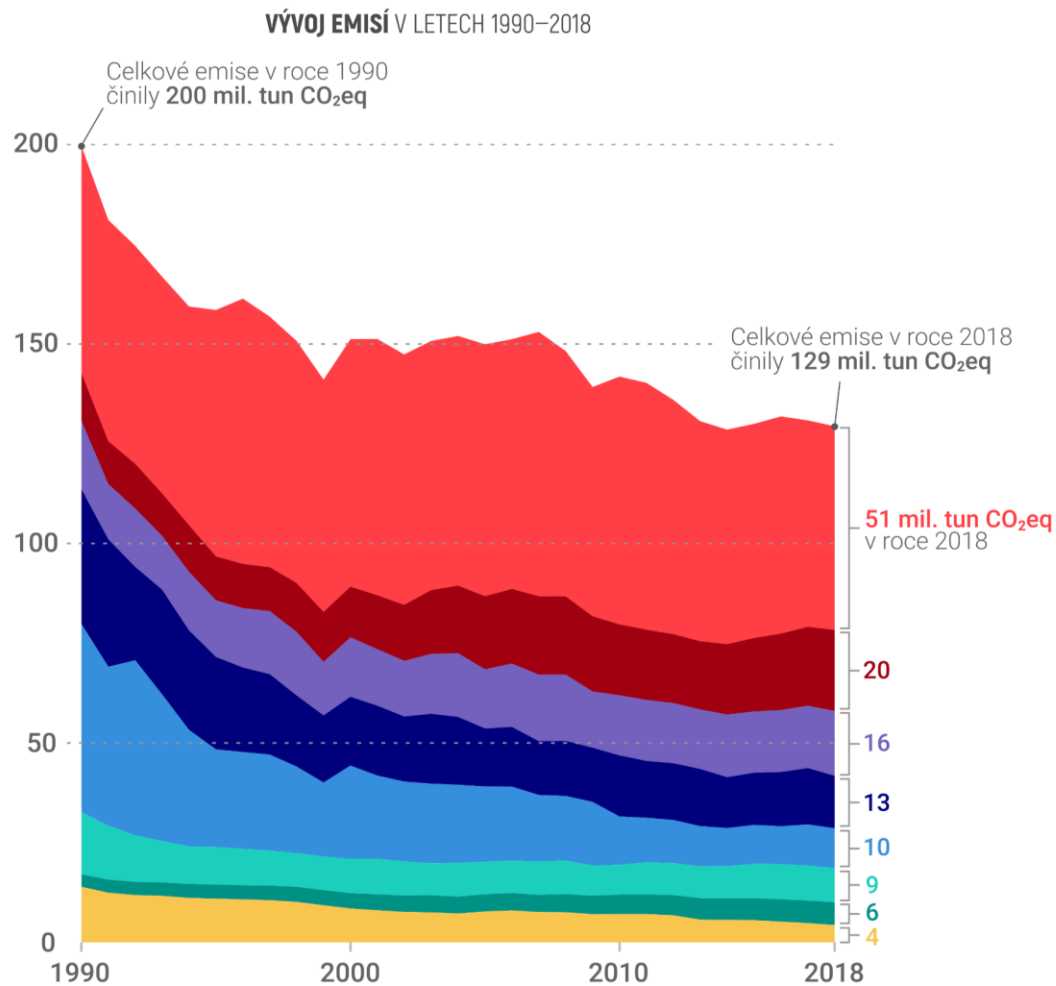


*CO₂eq: V energetice, dopravě a jiných oblastech, ve kterých je zásadní spalování, jde přímo o emise CO₂. V zemědělství a odpadovém hospodářství se jedná především o emise metanu (CH₄) a oxidu dusného (N₂O) přepočtené na CO₂, které by mělo stejný oteplovací efekt.

Emise CO₂ekv – ČR (1990–2018)

Emise **nejvíce klesaly v 90. letech** díky opouštění těžkého průmyslu. Od roku 2000 spíše stagnují.

■ Energetika
 ■ Doprava
 ■ Průmyslové procesy
 ■ Spalování v domácnostech, institucích a zemědělství
 ■ Spalování v průmyslu a stavebnictví
 ■ Zemědělství
 ■ Odpadové hospodářství
 ■ Jiné



VERZE 2020-10-23 LICENCE CC BY 4.0
více info na faktaoklimatu.cz/emise-cr-vyvoj

zdroj dat: Eurostat

Vývoj CO₂

Vývoj CO₂



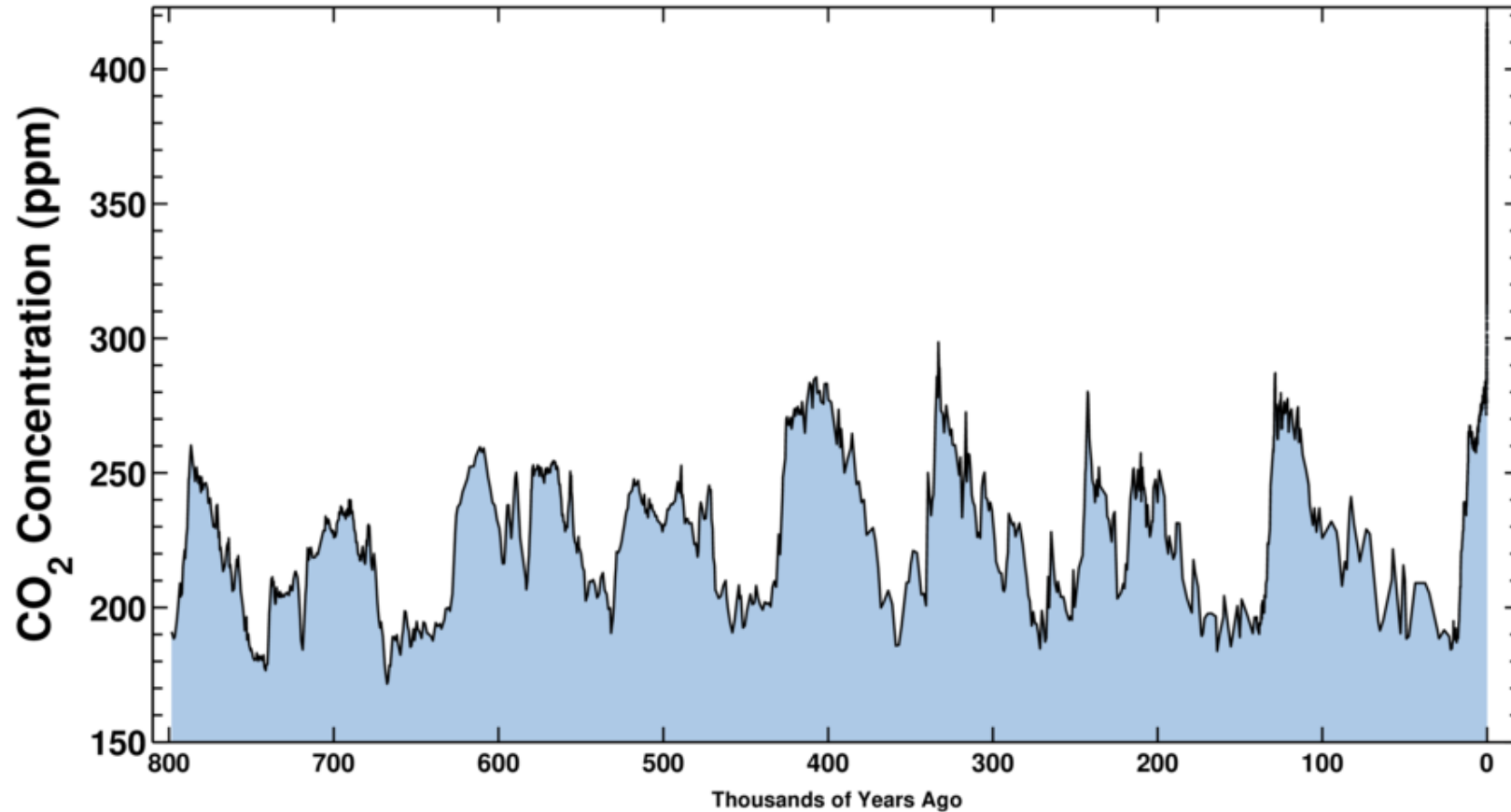
- Měřeno v ppm (parts per million)
- Období 800 000 let před průmyslovou revolucí: 180–280 ppm (0,028 %)
- r. 1993: 360 ppm (0,036 %)
- 13.11.2021: 414,67 ppm (0,044 %) = pliocén (před 3 mil. let)
- Každoroční nárůst: cca 2–3 ppm
- Prognóza 2100: 900 ppm
- Bezpečná hladina CO₂: 350 ppm

Nov. 13, 2021	414.67 ppm
Nov. 13, 2020	412.86 ppm
1 Year Change	1.81 ppm (0.44%)

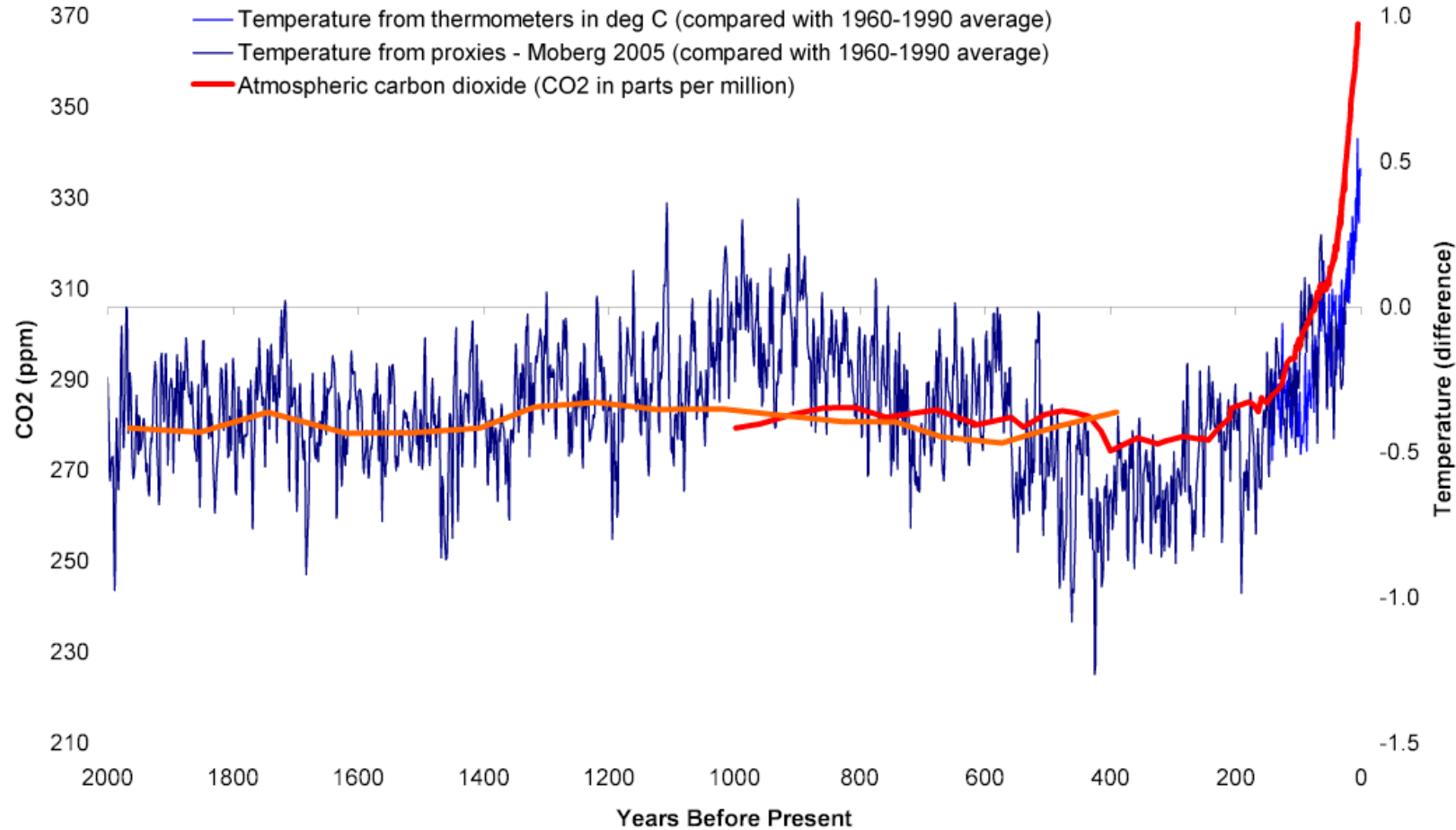
Vývoj CO₂

March 25, 2021

Carbon dioxide concentration at Mauna Loa Observatory



Vývoj CO₂ a průměrné teploty vzduchu (0–2017)



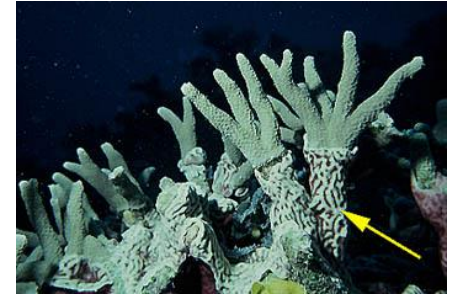
Další příčiny změn klimatu

- Sluneční aktivita
 - 1,3–14 % vliv na změnu teploty
- Vulkanická činnost
 - krátkodobý vliv
- Milankovičovy cykly
 - změna intenzity slunečního záření dopadajícího na Zemi následkem gravitačního působení Slunce a planet na Zemi
- Zpětné vazby
- ENSO

Negativní dopady změn klimatu

Negativní dopady změn klimatu

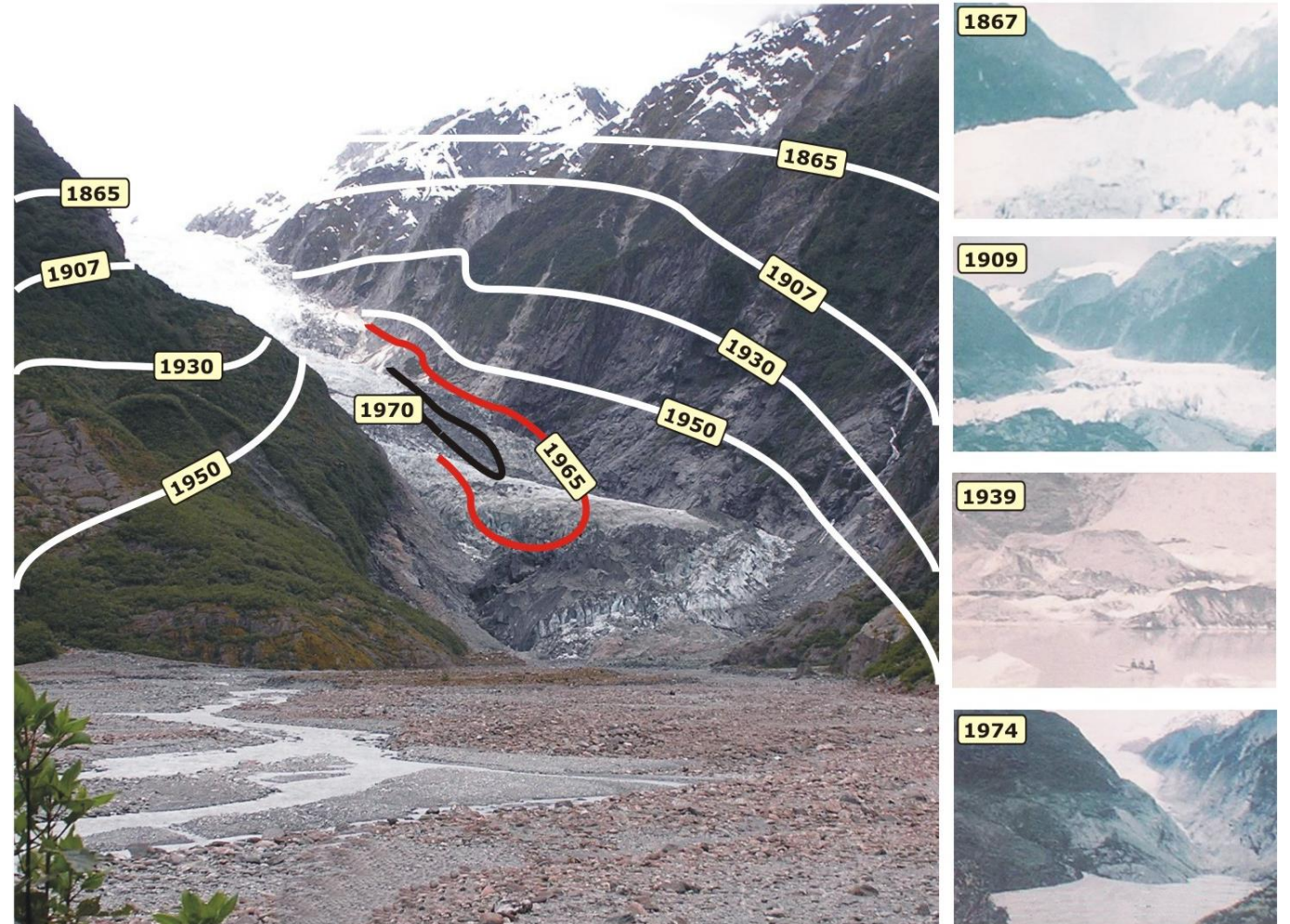
- Tání ledovců, sněhové pokrývky a permafrostu
- Růst hladiny světového oceánu
- Oteplování (úbytek O_2) a okyselování (bělení korálů, úbytek ryb a změna jejich velikosti) oceánů
- Změna směru a rychlosti oceánských proudů
- Častější a silnější projevy živelních pohrom



Ústup horských ledovců



ledovec Rongbuk Glacier pod Mount Everestem v roce 1921 a 2007

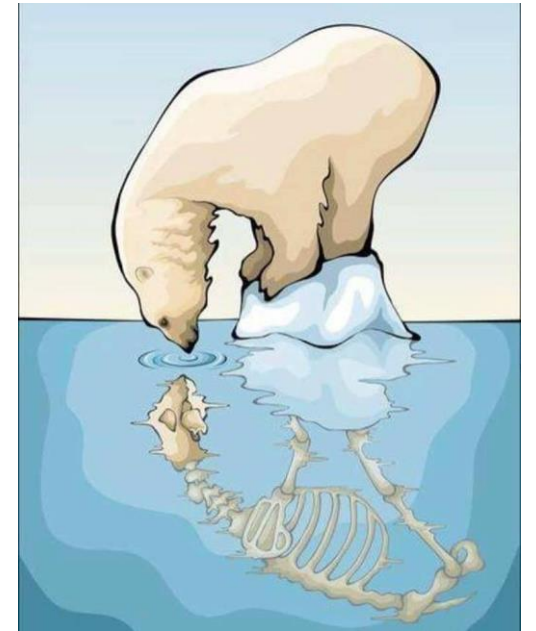


Tání Antarktidy

- Oteplení Z Antarktického pol.: 2,4 °C (+- 1,2 °C) 1958–2010
- Od r. 1957 úbytek přes 28 000 km² ledovcových šelfů
- Západoantarktický ledovcový štít: od r. 1992 ztráta cca 65 mil. t ledu/rok
- Období 1992–2017: ztráta 6,4 bil. tun ledu v Grónsku a Antarktidě (růst HSO o 1,8 cm)
- Se stejným tempem tání růst HSO do r. 2100 o dalších 17 cm
- Do r. 2200 ztráta 50–60 % ledu (vyrovnání minima z posledního interglaciálu – před 130 000–116 000 let)

Arktida – negativní dopady

- Úbytek mořského ledu
- Tání permafrostu
- Škody na infrastruktuře a sídlech
- Změna krajinného rázu (termokras)
- Riziko průmyslových havárií a ekologických škod
- Nárůst migrace některých živočichů dále na sever
- Zvýšení pobřežní eroze v Beringově a Čukotském moři (přesun vesnic do vnitrozemí)



Arktida – růst teploty vzduchu

- Oblast největšího nárůstu teploty vzduchu na Zemi ($> 3,5$ °C)
- 2x (léto) až 3x (zima) rychlejší nárůst teploty vzduchu v porovnání s jinými oblastmi
- R. 2100: nárůst teploty vzduchu o 4–6 °C (RCP 4.5) až 10–12 °C (RCP 8.5)

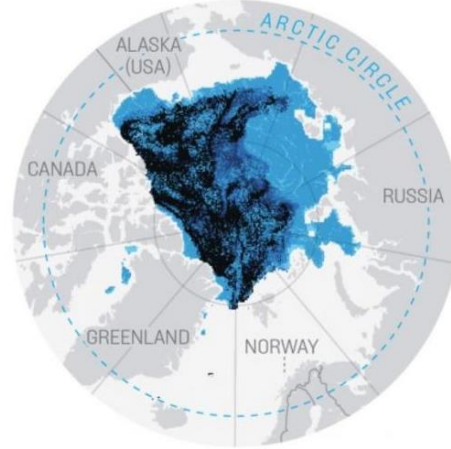
Arktida – úbytek mořského ledu

SEA ICE AGE (years) ● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5+

September 1986



September 1996



September 2006

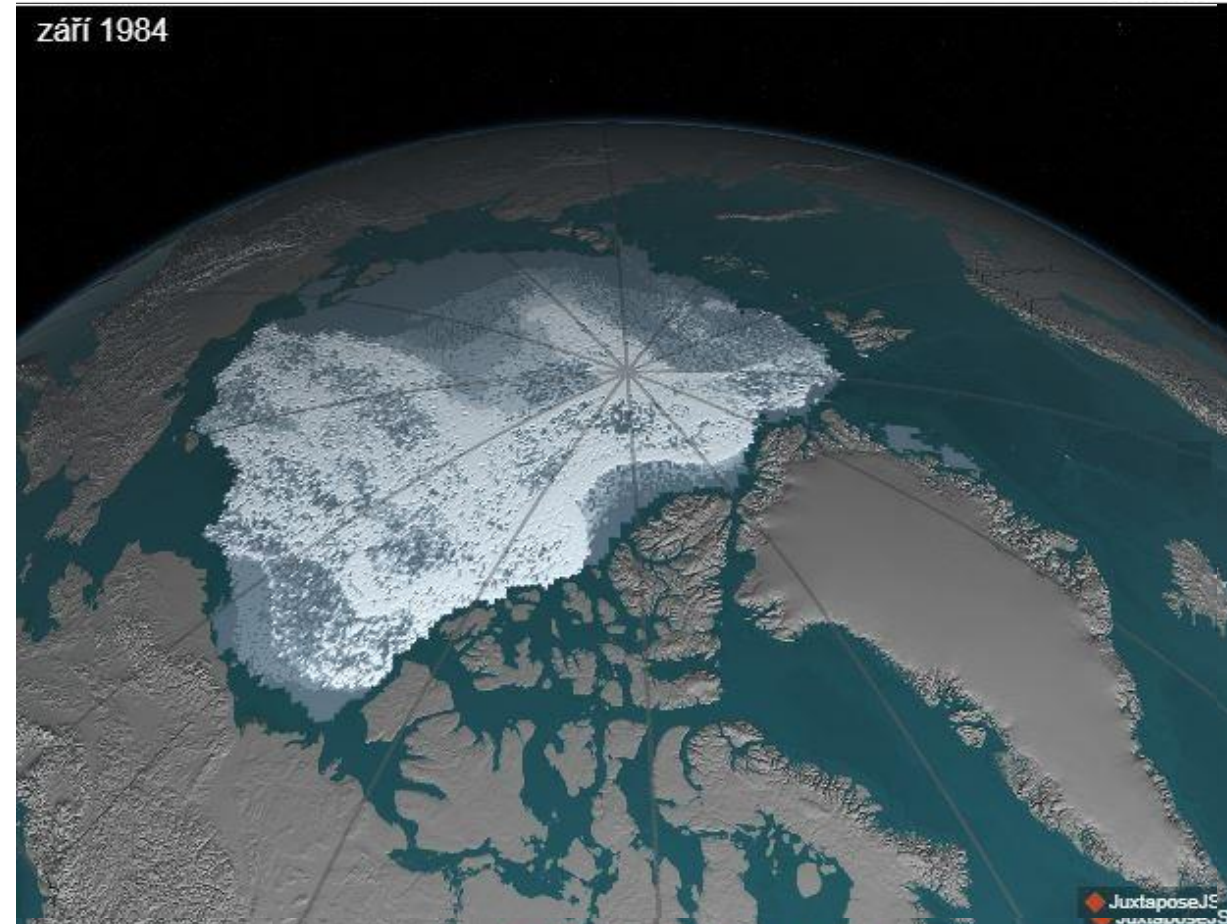


September 2016



SOURCE: U.S. NATIONAL SNOW AND ICE DATA CENTER

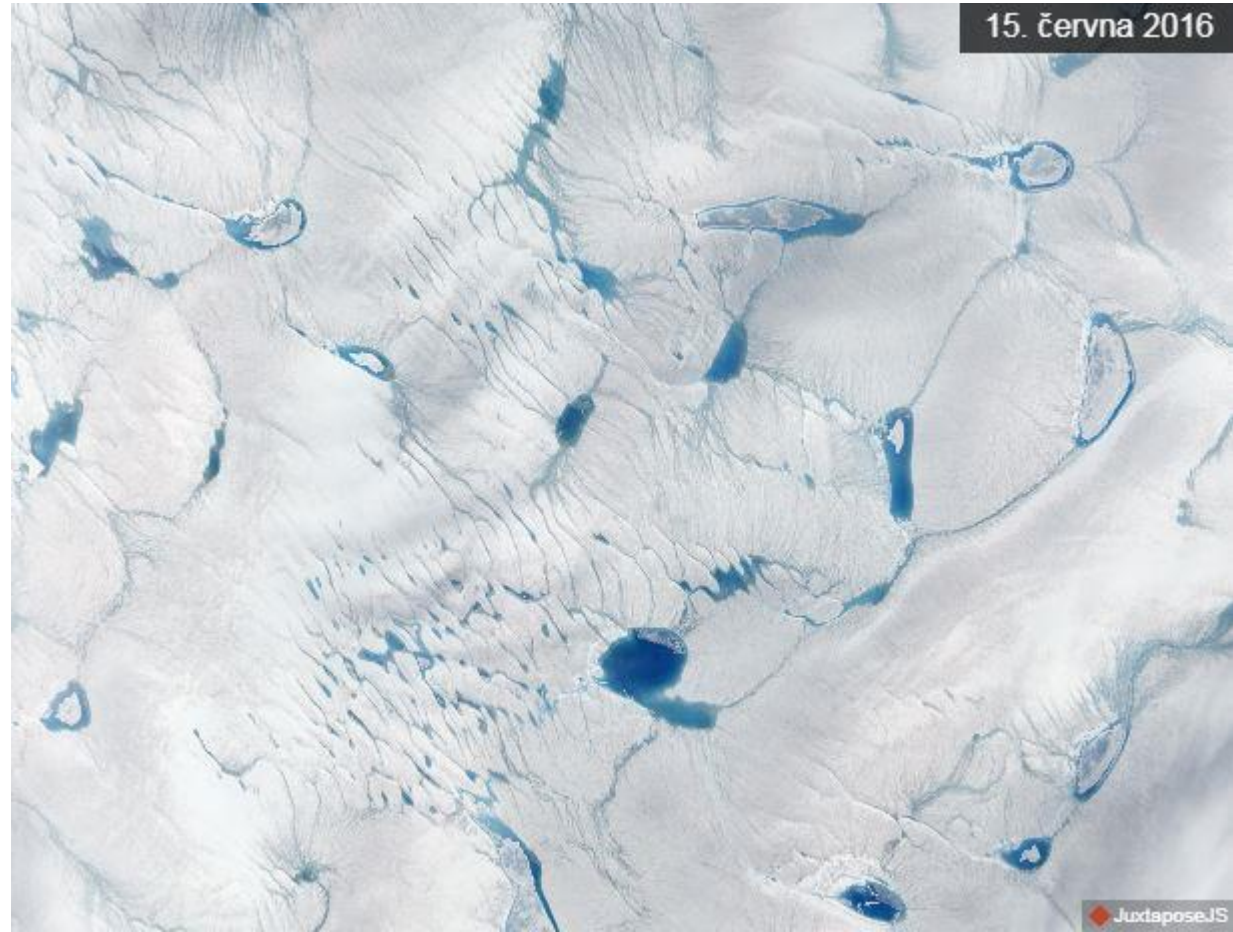
září 1984



Zdroj: NASA Earth Observatory, 2017

Arktida – úbytek mořského ledu

Grónsko a
dominový efekt
jezer, mechů, řas a
lišejníků



Tání permafrostu – následky

- Vznik bažin a kráterů na Sibiři (urychlení tání deforestací)
- Úbytek zemědělské půdy a snižování stavu chované zvěře
- Větší a delší období povodní (zvýšené průtoky)
- Pokles teploty vody v menších vodních tocích v létě
- Nárůst počtu environmentálních uprchlíků prchajících do měst
- Růst nelegální těžby mamutoviny (80 t/2017)
- Potencionální bod zlomu klimatického systému

Tání Arktidy – změna krajinného rázu

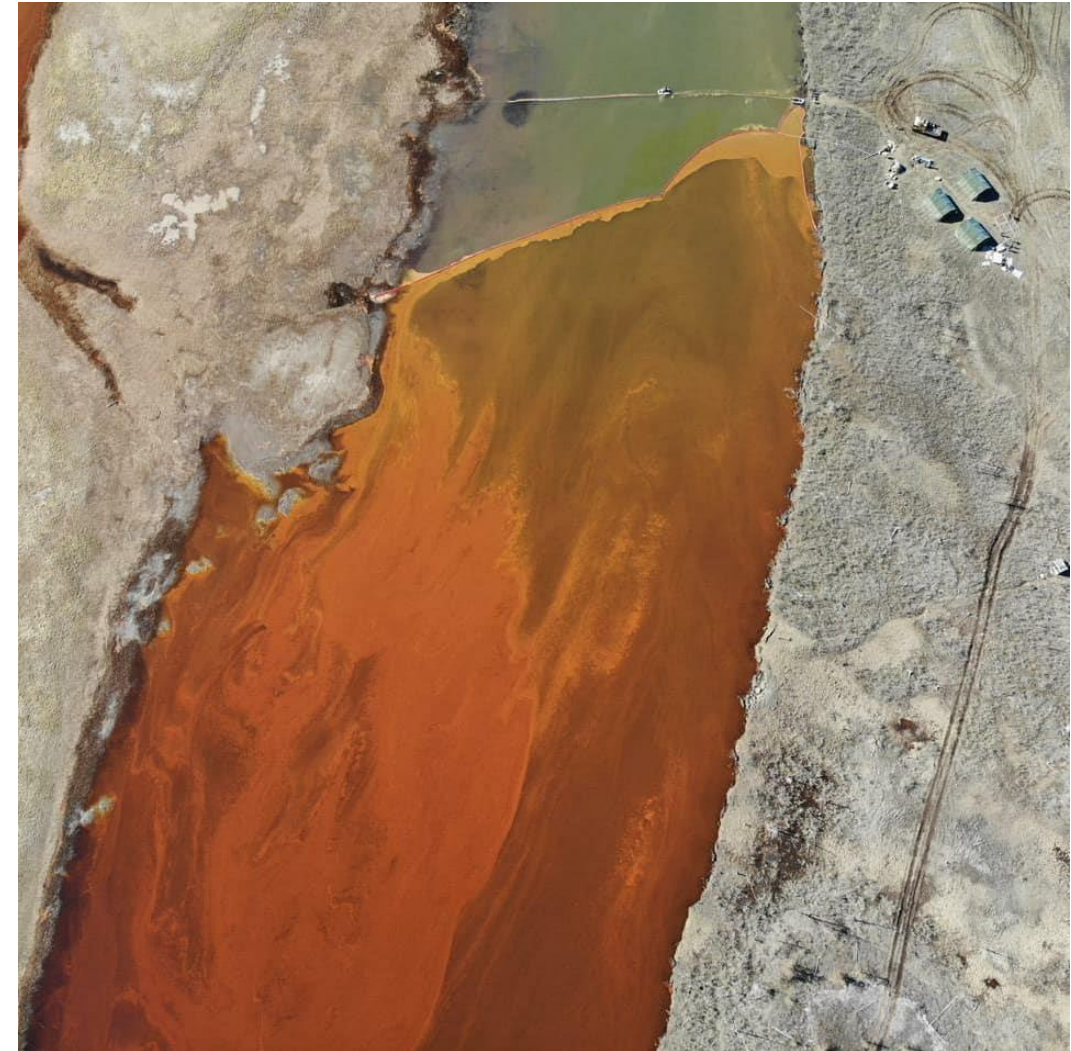
Vznik termokrasu

15 % zemského
povrchu (23 mil. km²)
tvořeno permafrostem

Množství uhlíku v
permafrostu =
množství uhlíku v
atmosféře



Tání Arktidy – ekologické havárie (Norilsk)



Tání Arktidy – ekologické havárie (Norilsk)



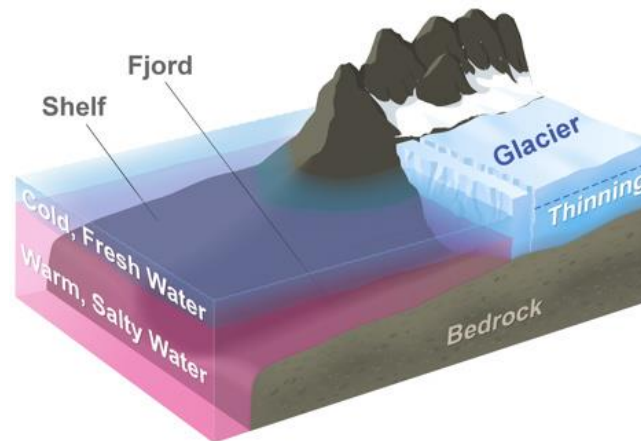
Tání Arktidy

■ Grónsko:

- ledovec o ploše 1 799 000 km² a objemu 2 850 000 km³
- ztráty ledu: 2019: 532 Gt; dlouhodobý průměr: 280 Gt/rok



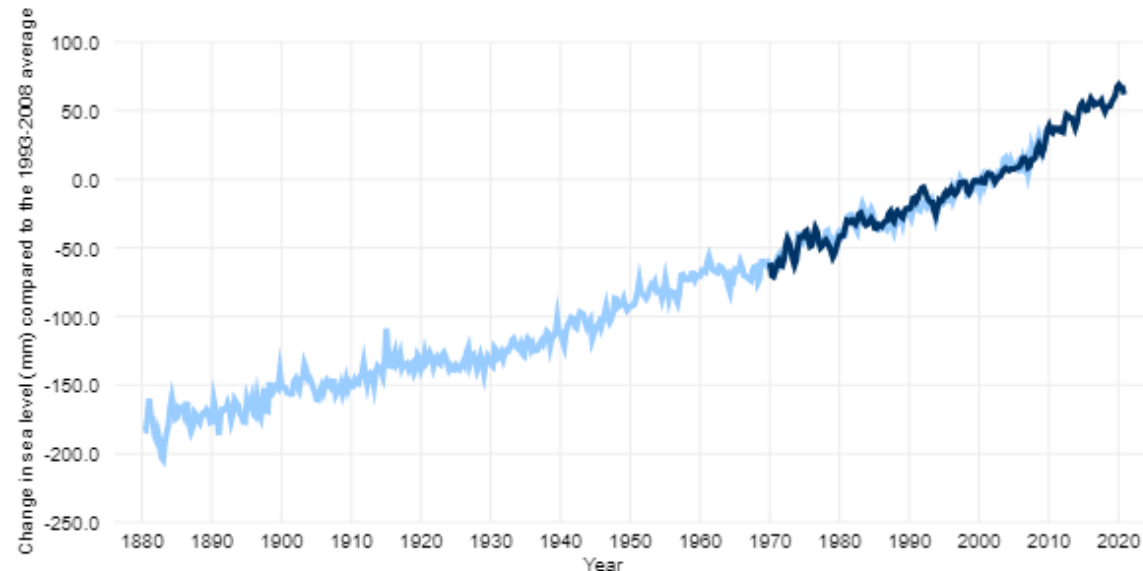
2002–2003



Zdroj: Mathieu Morlighem/UC Irvine, 2014; scpr.org, 2016; skepticalscience.com, 2010; <http://tothedeathmedia.com>

Tempo růstu hladiny světového oceánu

- Do r. 1870: **0,4–1** mm/rok
- Od r. 1870: **1,4** mm/rok
- Od r. 1993: **3,2** mm/rok
- 2010–2015: **4,1** mm/rok
- 2016–2020: **4,8** mm/rok



- Nárůst od r. 1901: cca 178 mm
- Pravděpodobný scénář v r. 2100: nárůst o 100 cm při nárůstu $T = 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Růst hladiny světového oceánu

- 30 z 50 největších měst světa postaveno na pobřeží
- V současnosti ohroženo HSO až 600 mil. lidí
- Nejohroženější lokality:
 - delty největších řek (Nil, Ganga, Brahmaputra, Jang -c'-t'iang)
 - Indonésie, V USA, Nizozemí, S Německo, JV Anglie
- Dopady růstu HSO o 100 cm:
 - delta Nilu: 6 mil. postižených osob, 4500 km² zaplaveného území

Růst hladiny světového oceánu

Kiribati



Růst hladiny světového oceánu

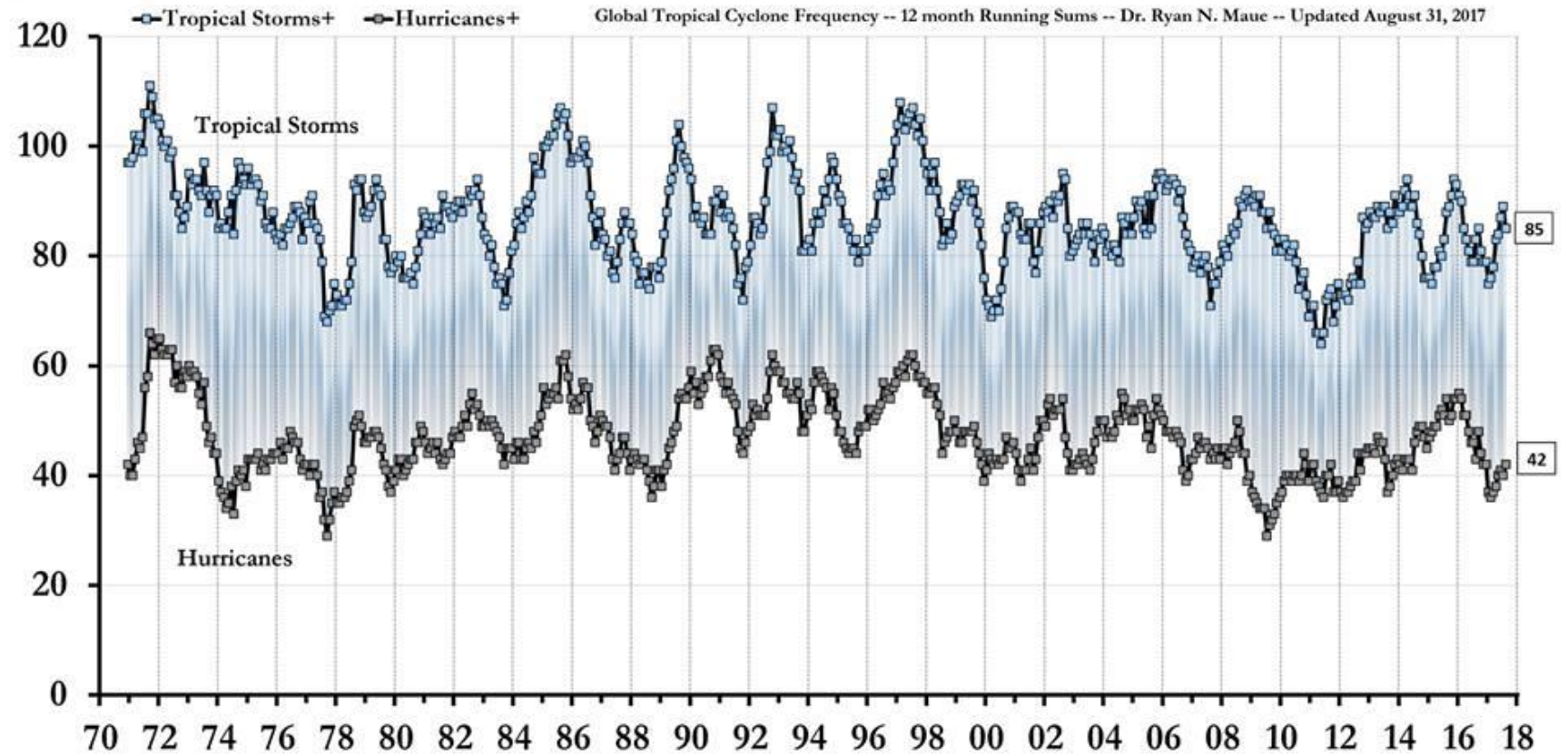


do r. 2050 může zaniknout
až 50 % písčných pláží



Vývoj počtu tropických bouří a hurikánů v SA (1970–2017)

oblasti nejvyššího
očekávaného nárůstu
počtu hurikánů:
Madagaskar,
Melanésie, Japonsko,
V Čína, JZ USA,
Karibiku



Negativní dopady změn klimatu

- Změna rozložení tlakových útvarů nad S Atlantikem a Evropou (rozložení srážek, Medard)
- Posun výskytu letních a zimních monzunů v J Asii, nárůst intenzity dešťů o 5 %/1 °C a jejich variability
- Rostoucí plocha území s teplotami vzduchu >50 °C (neobyvatelnost)
 - nárůst počtu a intenzity vln veder
- Rostoucí desertifikace (Sahel, Blízký Východ, Velké planiny)
- Snížení zásob pitné vody v období sucha až pro 1/6 obyvatel do r. 2100 (Indie, Čína, Andy)

Negativní dopady změn klimatu

- Růst sociálního napětí, ozbrojených konfliktů, dopady na světovou ekonomiku, energetiku a zdroje vody, války, uprchlíci, humanitární krize
 - 23 % ozbrojených konfliktů v etnicky roztržštěných zemích ovlivněno změnou klimatu (sucho, vlny veder)
 - 40 % válečných konfliktů od r. 1950 o vodu a nerostné suroviny
- Nárůst napětí mezi státy nárokuje si nová pobřežní pásma v Arktidě
- Posun klimatických pásů (biota, škůdci, nemoci)
 - růst plochy vhodné pro výskyt škůdců a nemocí (malárie)



Negativní dopady změn klimatu

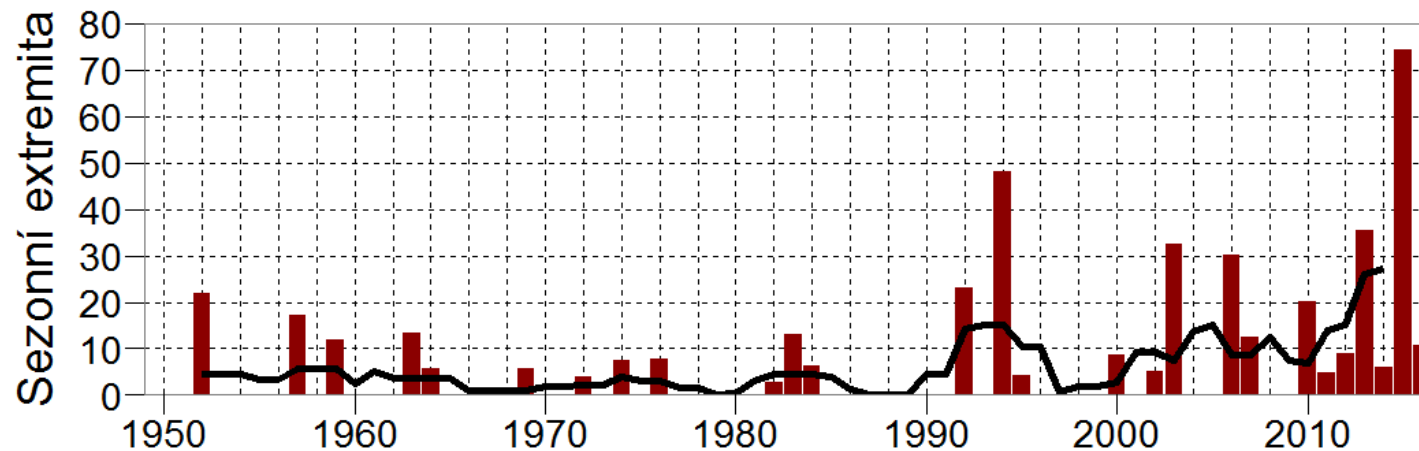
- Snížení výnosů hlavních plodin (kukuřice, pšenice, rýže a sóje) po r. 2030 o 9 %, po r. 2050 až o 23 %
- Posun nebo vyhynutí některých rostlinných a živočišných druhů
 - od r. 1980 pokles počtu žijících živočišných druhů o 50 %
 - při oteplení o 2 °C očekávané vymření 99 % korálů v tropických mořích (80–90 % biomasy tropických moří)
- Změny v bilanci CO₂ a nové zdroje skl. plynů
 - tropické pralesy, tundra, oceány
- Riziko úniku bakteriálních nemocí z permafrostu

Negativní dopady změn klimatu

- Změny podmínek pro šíření virových onemocnění v zimních měsících a dřívější nástup alergenů
- Prodloužení pylové sezóny
- Znečištění ovzduší následkem spalování fosilních paliv
 - uhelné elektrárny v EU příčinou 19 500 předčasných úmrtí a 41 000 případů bronchitidy u dětí (2015)
 - externí náklady na životní prostředí a zdraví – 54 mld. EUR
- Vyšší spotřeba el. energie nutné k fungování klimatizací

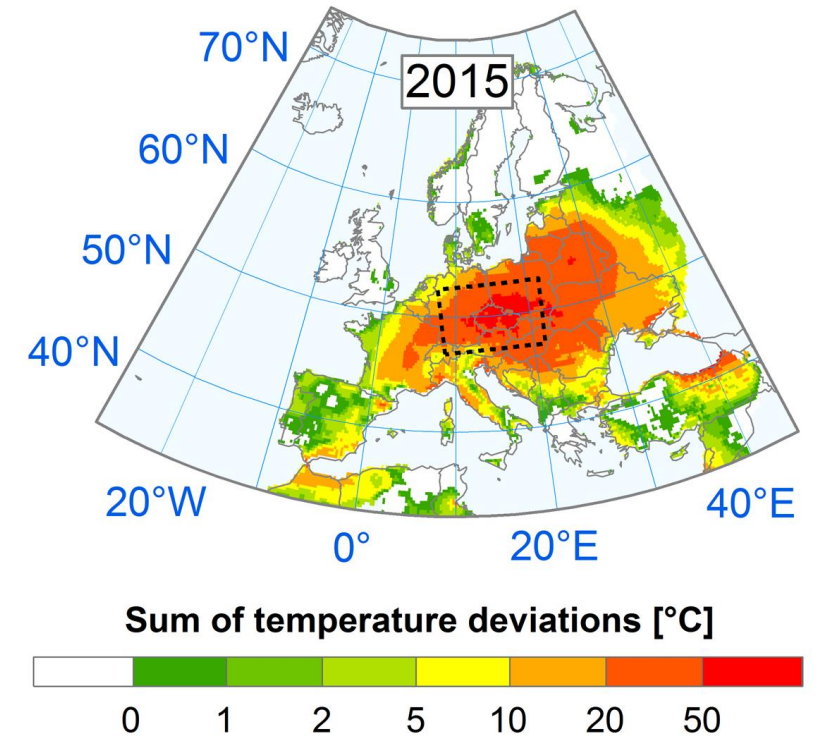
Vlny veder

- Několikadenní období (3–5) spojené s mimořádně vysokou teplotou vzduchu
- Příčiny:
 - 1) příliv velmi teplého vzduchu z východního směru
 - 2) prohřívání zemského povrchu slunečním zářením za jasných dnů
 - 3) nedostatek vody v krajině a s ním související snížený ochlazovací efekt výparu



Vlny veder

- Příklady:
 - červen 2003: Z Evropa cca 30 000 obětí
 - červenec 2010: V Evropa cca 55 000 obětí
 - léto 2015: J Asie cca 3500 obětí
- Nárůst počtu dnů s $T_{max} > 35$ °C/rok v období 1985–2005 oproti r. 2100:
 - Washington: 7/29 dnů
 - Madrid: 8/43 dnů
 - Dillí: 102/200 dnů
 - nejvyšší nárůst teploty během vlny veder: Praha, Vídeň (2–14 °C)

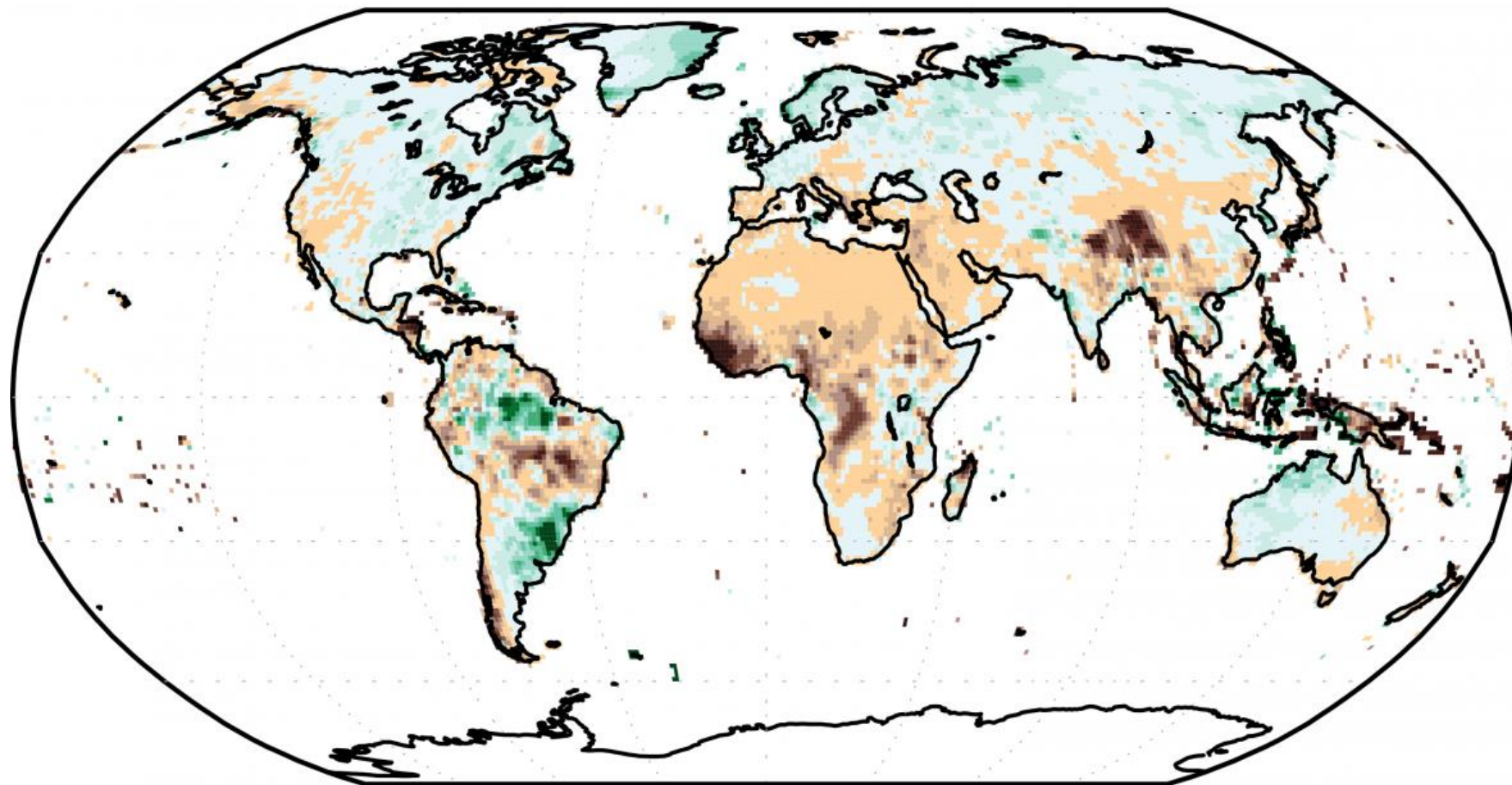


Riziko sucha

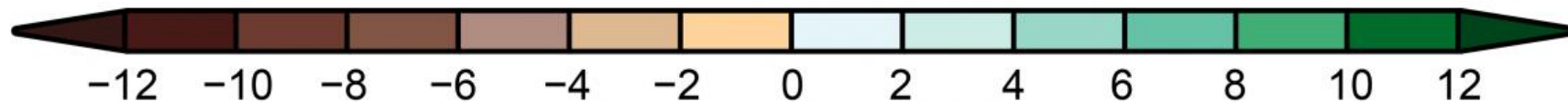
- Vysychání zdrojnic řek (Himaláje, Tibet) zásobující regiony v Pákistánu, severní Indii a Číně
- Nárůst četnosti epizod sucha ve Středomoří, na Blízkém Východě a pobřeží Guinejského zálivu
- Nárůst rozdílu v množství srážek mezi severem a jihem Evropy
- Na kontinentech v r. 2100 bez přispění lidí 15–20 % oblastí s výskytem sucha, s přispěním lidí až 50 %
- Rostoucí riziko konfliktů o vodu

Annually-averaged Precipitation Trends

Změna
srážkových
úhrnů v
období
1986–2015
(oproti
1901–1950)



Change in Precipitation (inches)



Predikce půdní vláhhy v SA (2000–2100)

podíl půdy v
neustálém suchu:

r. 2018: 2 %

r. 2050: 10 %



Pozitivní dopady změny klimatu

Pozitivní dopady změny klimatu

- Šíření nových (ekonomicky prospěšných) druhů (lanýž)
- Zrychlení růstu vegetace (tundra)
- Střední šířky:
 - rychlejší rozvoj listnatých lesů
 - růst výnosů plodin (vliv zvýšeného CO₂ (+12 %))
 - prodlužování vegetačního období (+ cca 18 dní/30 let)
- Pokles počtu mrazových, ledových a arktických dnů
- Snížení nákladů na vytápění v zimní sezoně
- Nižší náklady na údržbu komunikací v zimě



Pozitivní dopady změny klimatu

- Prodloužení (letní) turistické sezóny
- Zvýšená dostupnost vody v ledovcových řekách
- Snižování GHG - pokles emisí SO₂ a polétavého prachu, zlepšení ŽP
- Archeologie ledovců
- Vyšší rybářské úlovky v S Atlantikem následkem stěhování druhů na S
- Nové vhodnější podmínky pro chov včel ve městech
- Pokles počtu některých parazitů a škůdců?

Arktida – pozitivní dopady

- Prodloužení využití mořských cest loděmi bez doprovodu ledoborců
- Nová naleziště nerostných surovin v Arktidě
 - předpokládané zásoby ropy a zemního plynu v Arktidě (2018):
 - 97 mld. barelů ropy
 - 47 mld m³ plynu (80 % v území nárokovaném Ruskem)
- Nová naleziště mamutoviny pod tajícím permafrostem na Sibiři
- Růst ploch tundry s vegetací a její hustoty (nové zdroje potravy)
- Nárůst úlovků typicky atlantických ryb (makrela, treska) za polárním kruhem

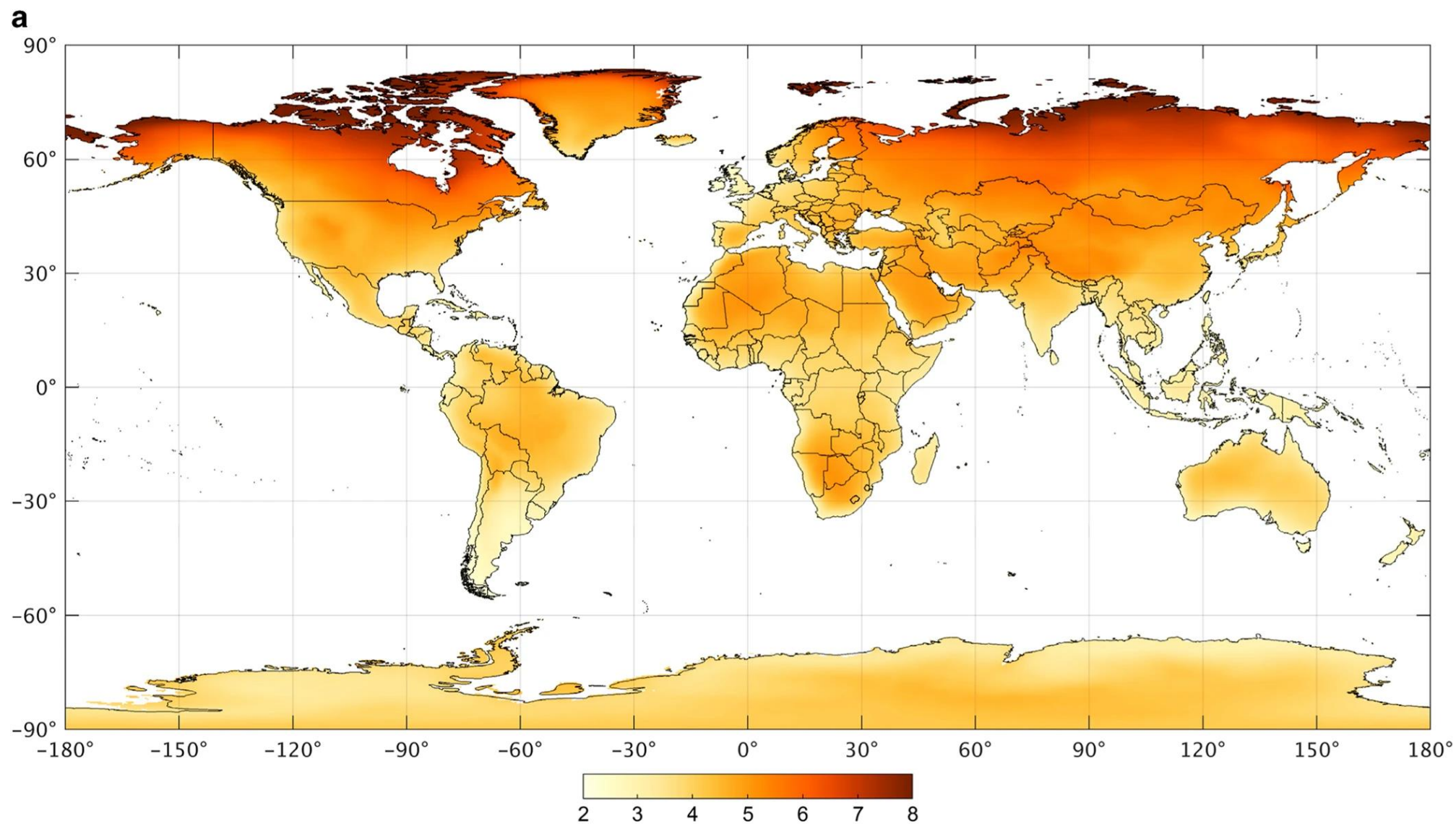
Arktida – Severovýchodní cesta

- Severovýchodní (Severní/Arktická) cesta: 23 dní
- Jižní cesta: 34 dní



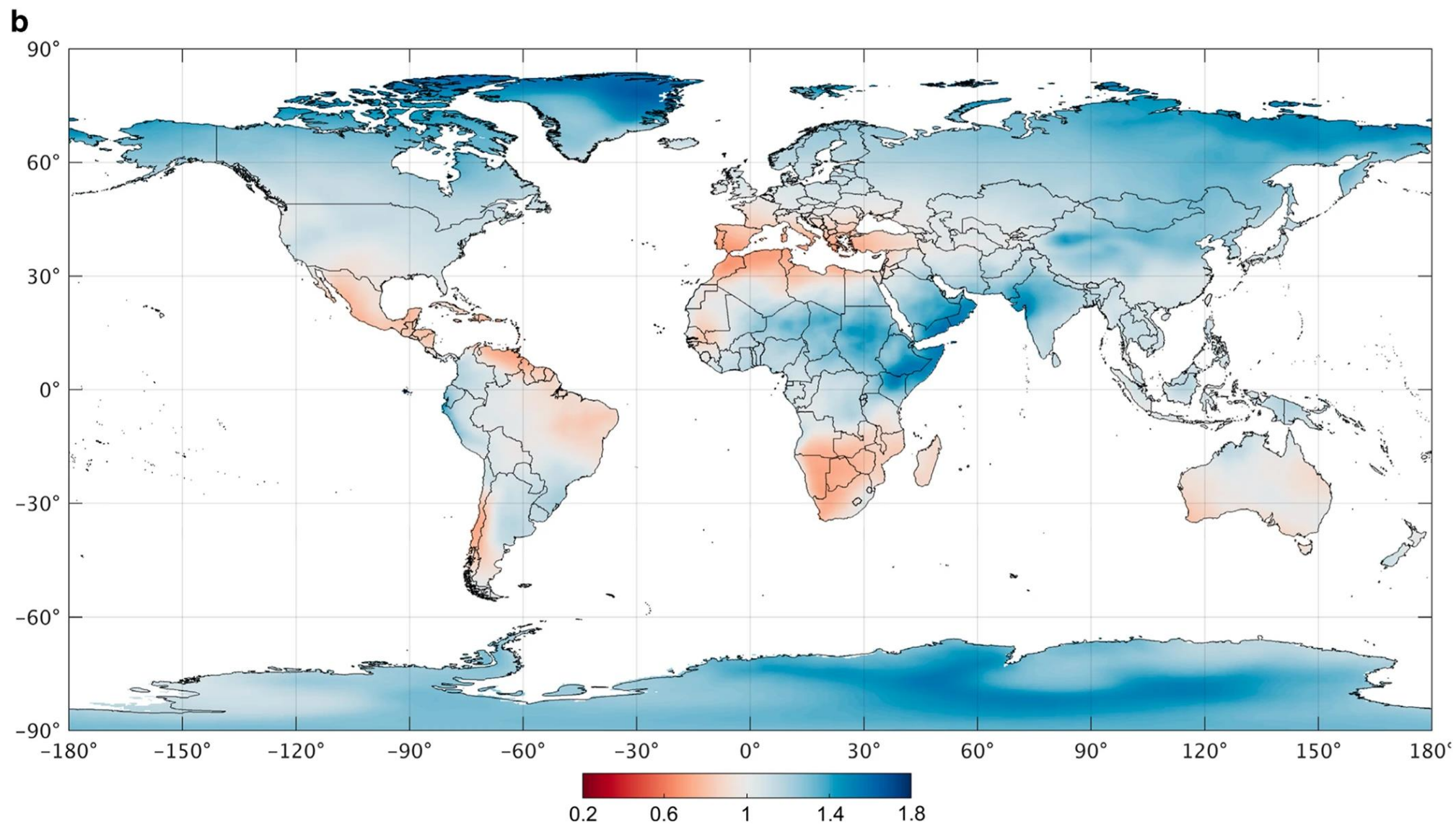
Očekávané dopady změn klimatu

Budoucí změna teploty vzduchu



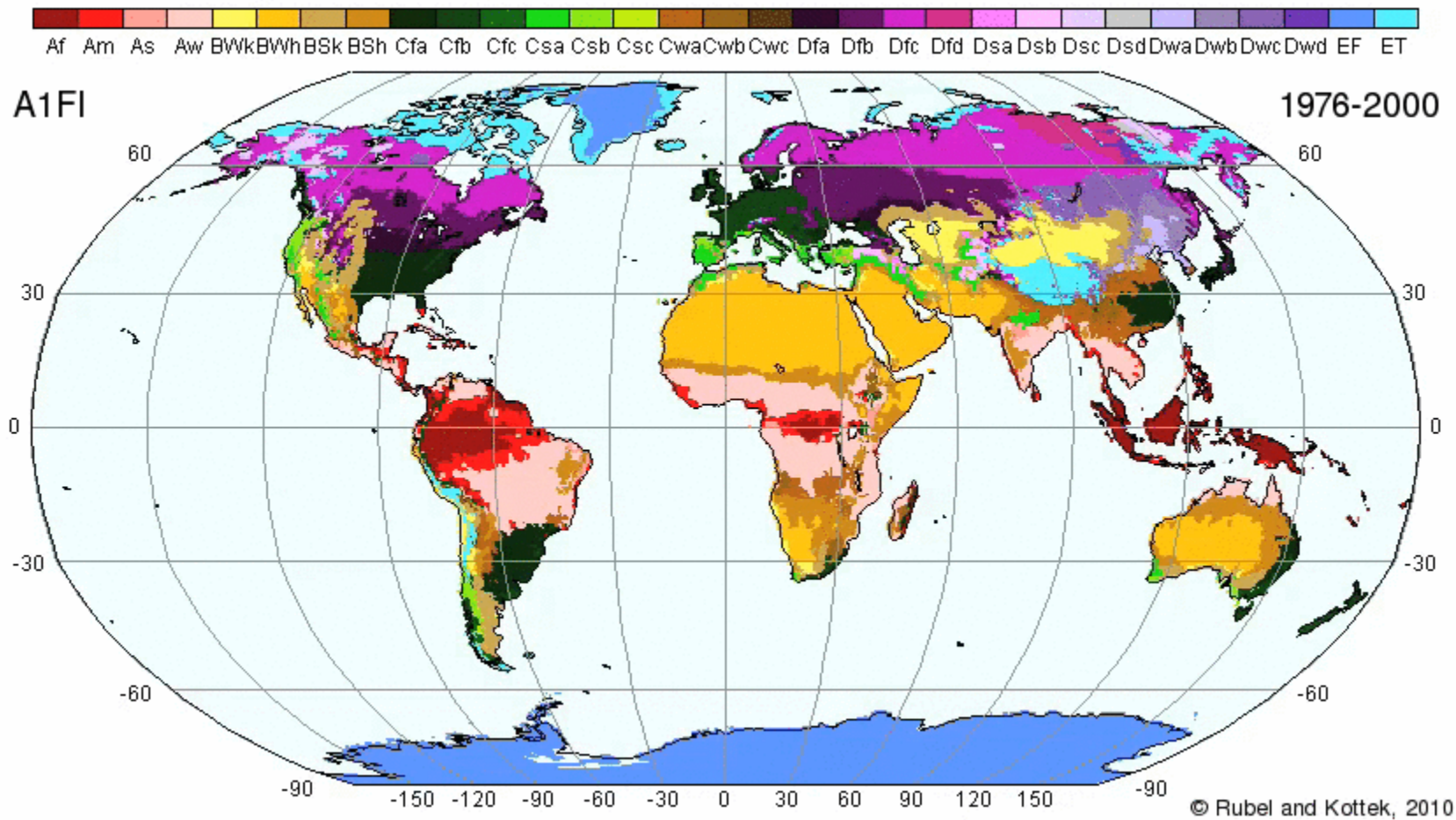
vývoj v období 2071–2100 oproti 1980–2016

Budoucí změna srážek

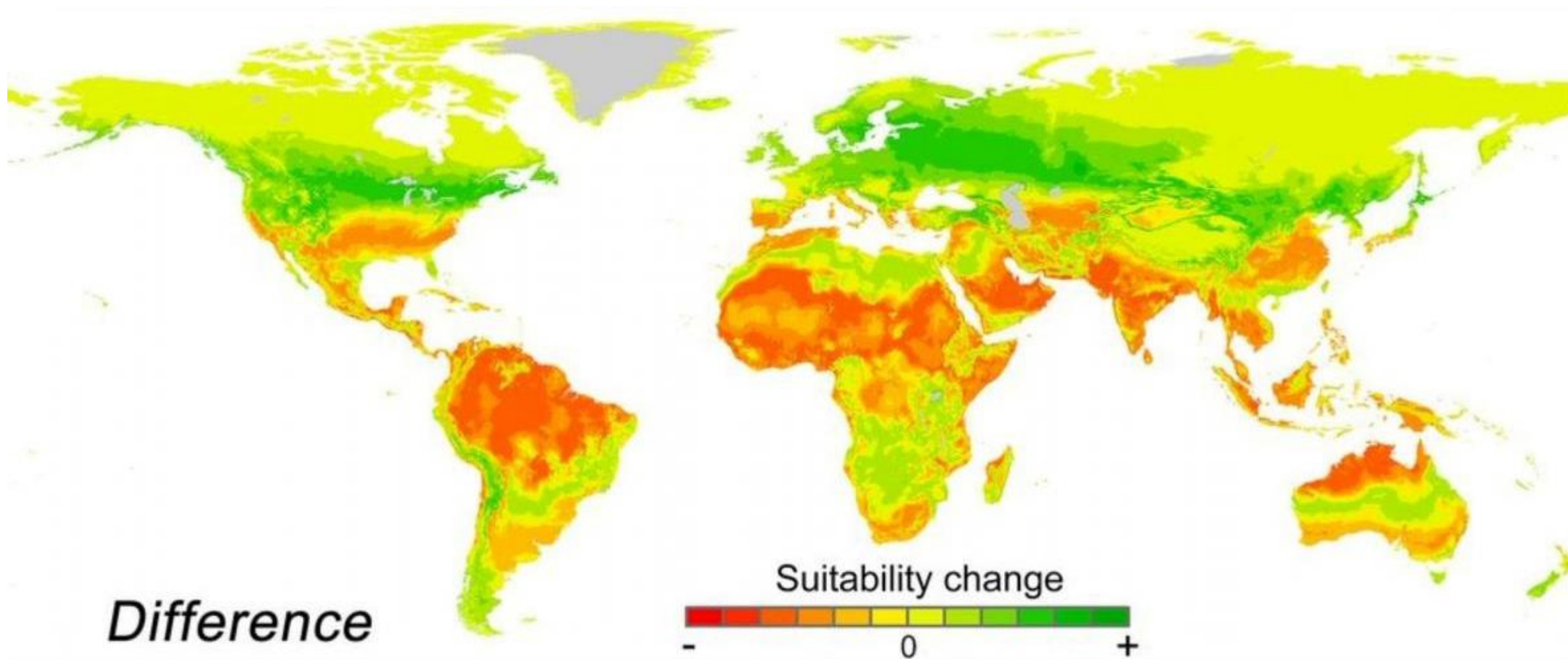


vývoj v období 2071–2100 oproti 1980–2016

Změna klimatických pásů dle Köppen-Geigerovy klimatické klasifikace

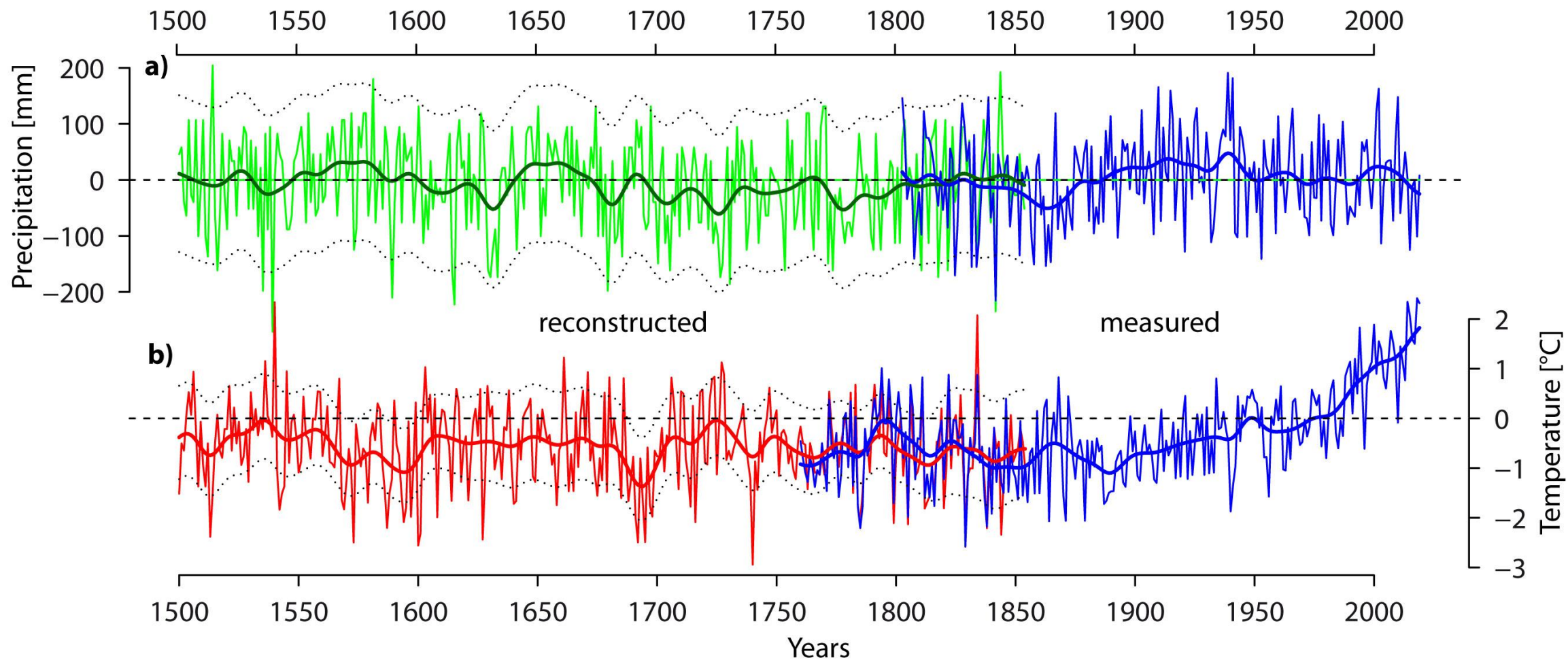


Změna podmínek pro život v období 2071–2100



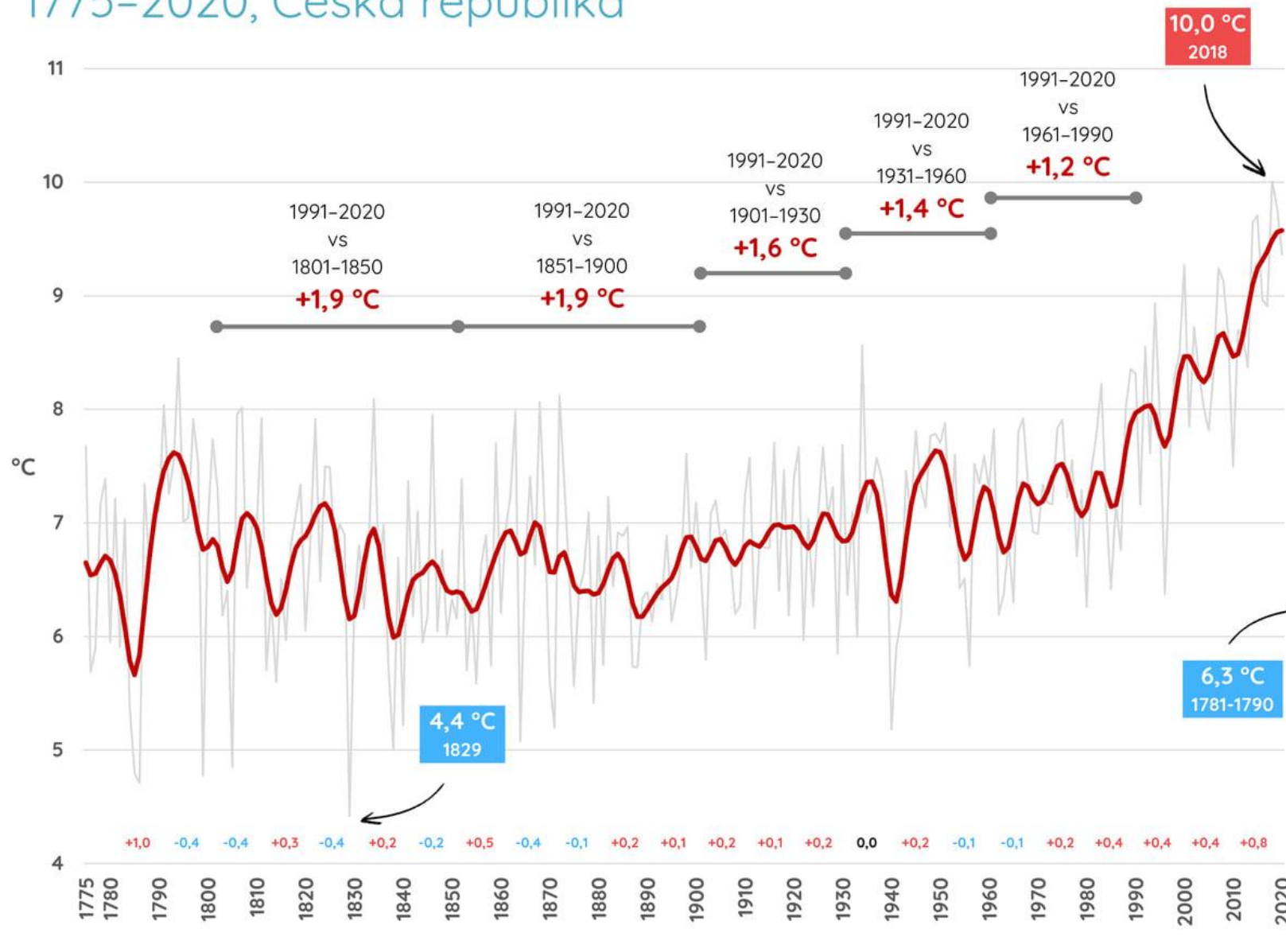
Změny klimatu v ČR

Variabilita srážek a teploty vzduchu v ČR (1500–2010)



Průměrná roční teplota vzduchu

1775–2020, Česká republika



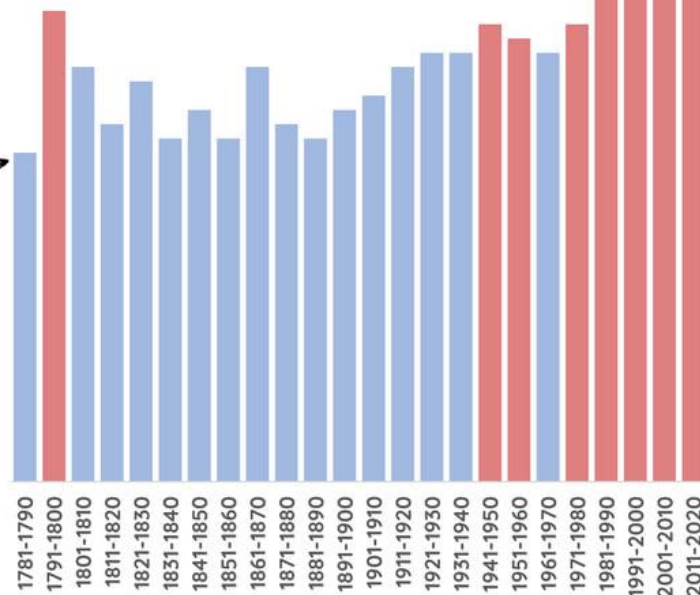
Roky s nejvyššími ročními hodnotami:

2018, 2019, 2015, 2014, 2020

Roky s nejnižšími ročními hodnotami:

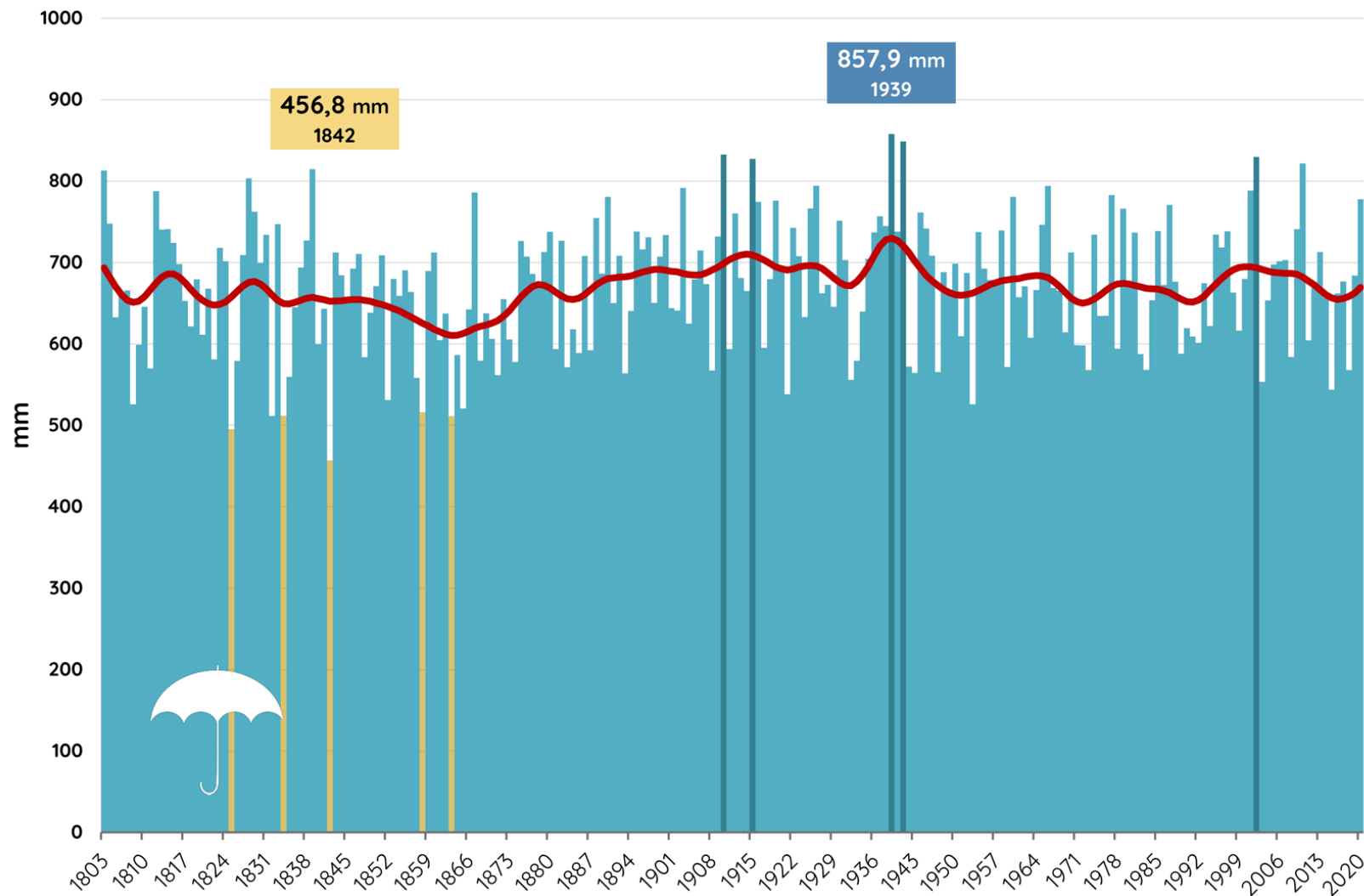
1829, 1786, 1799, 1785, 1805

Barva dekády vyznačuje nadprůměrné (červená) a podprůměrné (modrá) dekády, ve srovnání s celkovým průměrem za období 1785 až 2020 (7,03 °C).



Roční úhrn srážek

1803–2020, Česká republika

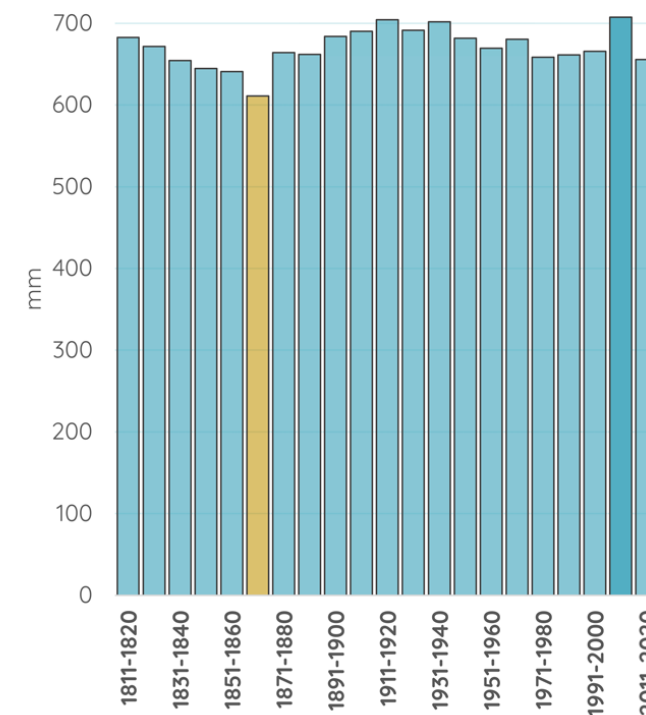


Roky s nejvyššími ročními úhrny

1939, 1941, 1910, 2002, 1915

Roky s nejnižšími ročními úhrny

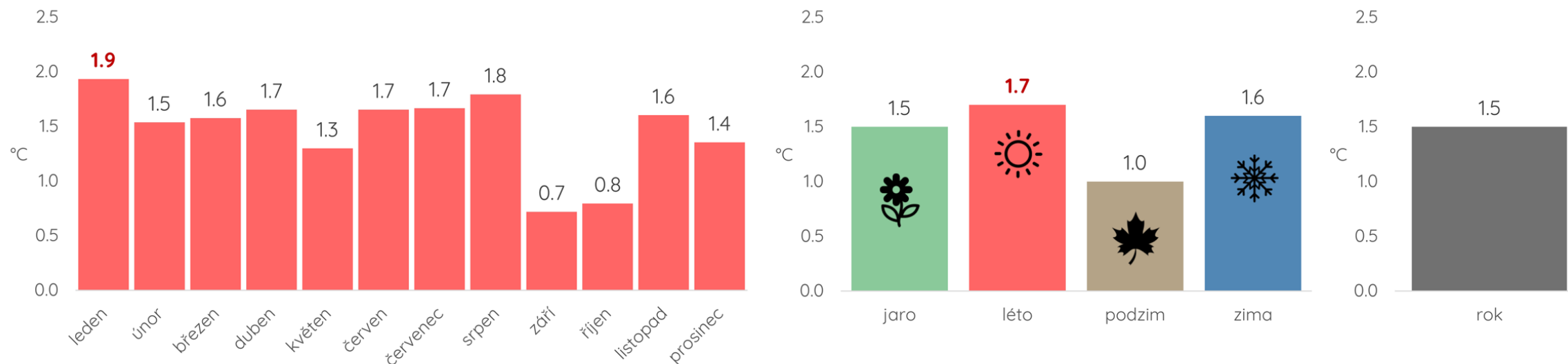
1842, 1825, 1863, 1834, 1858



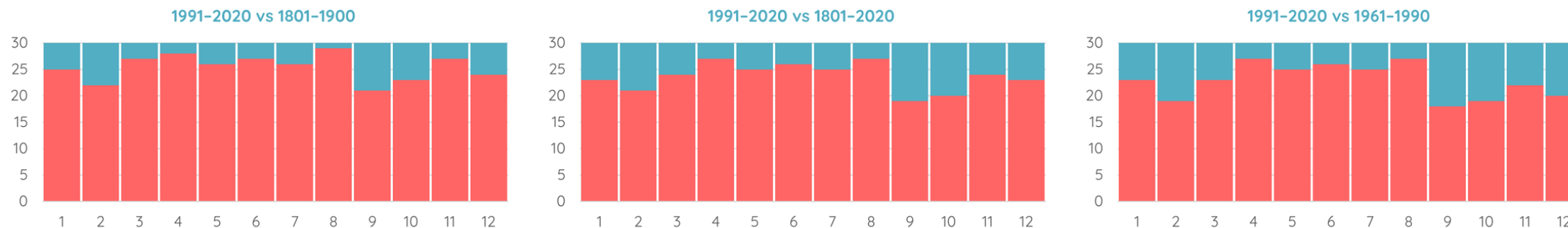
Srovnání průměrné teploty vzduchu

1801–2020, Česká republika

Rozdíl mezi průměrnou teplotou vzduchu v období 1991–2020 vůči celkovému 220letému průměru 1801–2020 pro jednotlivé měsíce, roční období a celý rok.



Počet let v období 1991–2020, kdy byla daný měsíc průměrná teplota vyšší (červeně) či nižší (modře) než průměr pro daný měsíc pro různá období.



Současné projevy změn klimatu v ČR

- Růst průměrné teploty vzduchu (1901–2000: + 1,1–1,3 °C)
- Rychlejší růst teploty vzduchu v létě, pomalejší na podzim
- Rok 2019:
 - červenec 2019 nejteplejším měsícem na Zemi od počátku měření teploty vzduchu
 - léto 2019: nejteplejší léto na stanici Praha-Klementinum od r. 1775 a v ČR od r. 1961 (19,5 °C)
- 11 z 20 nejteplejších roků v Klementinu se vyskytlo po r. 2000
- Nejchladnější rok v období 2008–2018 stejně chladný jako průměrně teplý rok v období 1961–1970
- Nárůst frekvence vln veder a zhoršení jejich dopadů ve městech

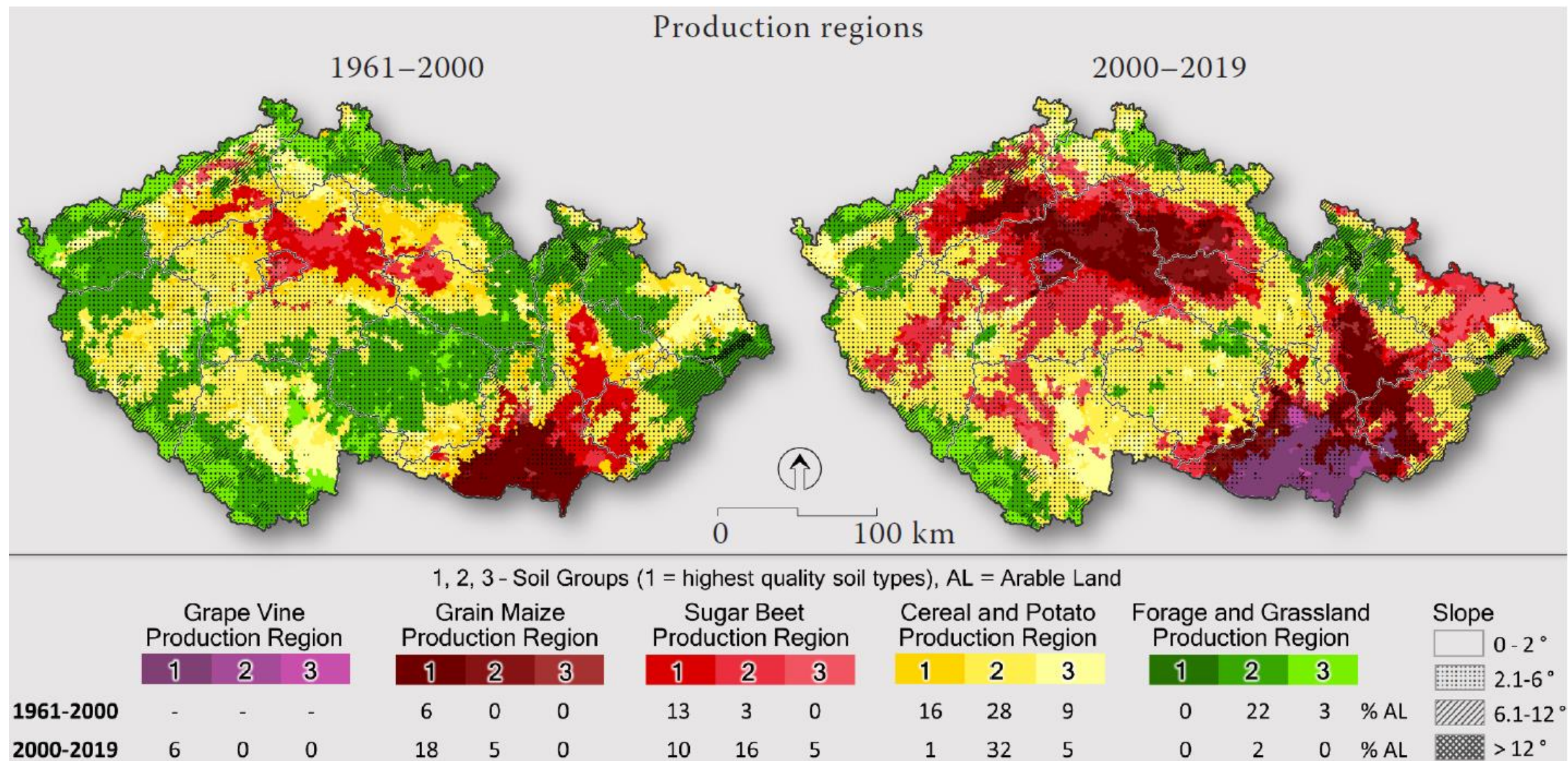
Současné projevy změn klimatu v ČR

- Změna ve frekvenci, intenzitě a rozmístění srážek (nížiny x pohoří)
- Nárůst srážek na Českomoravské vrchovině, pokles na jižní Moravě
- Úbytek srážek na jaře a na podzim a nárůst v zimě
- 1. pol. vegetačního období (duben–červen):
 - stabilní pokles množství srážek
 - nárůst počtu dnů s bezvýznamným deštěm ($<1 \text{ mm/m}^2$)
- 2. pol. vegetačního období (červenec–září):
 - nárůst počtu dnů s intenzivními srážkami ($>10 \text{ mm/m}^2$)

Současné projevy změn klimatu v ČR

- Prodloužení vegetačního období
 - dřívější kvetení některých bylin a stromů, posunutí doby hnízdění ptáků, větší prostor pro pozdní mrazy
- Změna podmínek pro růst rostlin
 - ústup pěstování obilnin z nížin a přechod do středních poloh (500 m n. m.)
 - vhodnější podmínky pro rostliny adaptované na suchu (kukuřice) a vyšší teploty (sója, čirok)
 - zvýšení variability výnosů v zemědělství
- Vyšší variabilita extrémů počasí (vlny veder, epizody sucha, přívalové povodně)
 - v letech 2012–2016 16 extrémů počasí, které způsobily škody v zemědělství (povodně, mrazy, holomrazy, sucho – 9x)

Posun ZVO (1961–2000/2000–2019)

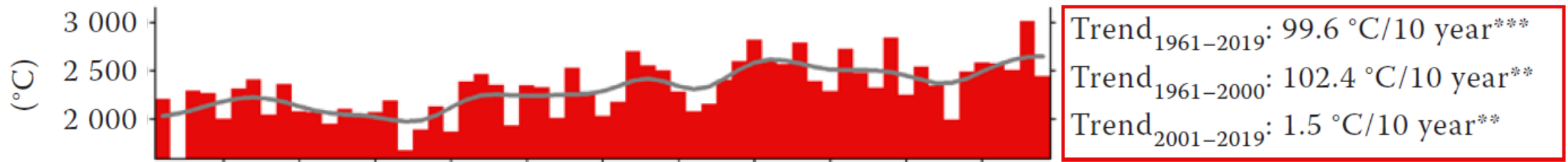


Současné projevy změn klimatu v ČR

- Zhoršení/zlepšení podmínek pro faunu (zavíječ kukuřičný) a floru (ústup smrku)
- Pokles počtu dnů se sněhovou pokrývkou (< 35 %, 2000–2020), mrazových a ledových dnů
- Rychlejší oteplování zimní sezóny než letní (zima v nížinách bez sněhu pravidlem)
 - problematika nepromrzání půdy (utužená půda)
- Zvýšené riziko sesuvné činnosti následkem intenzivních srážek

Změna vybraných klimatologických charakteristik

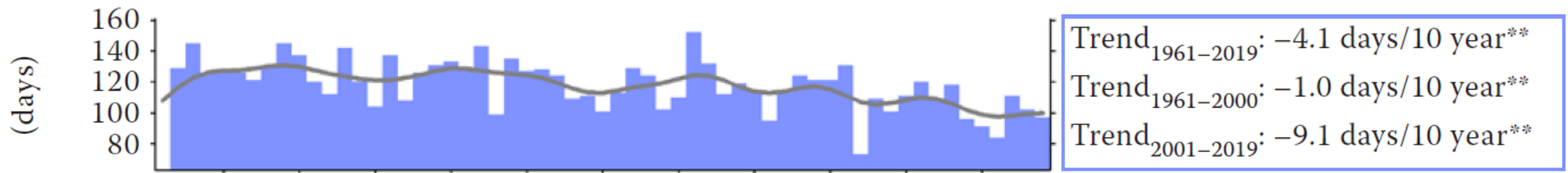
Temperature sums above 10 °C (TS10)



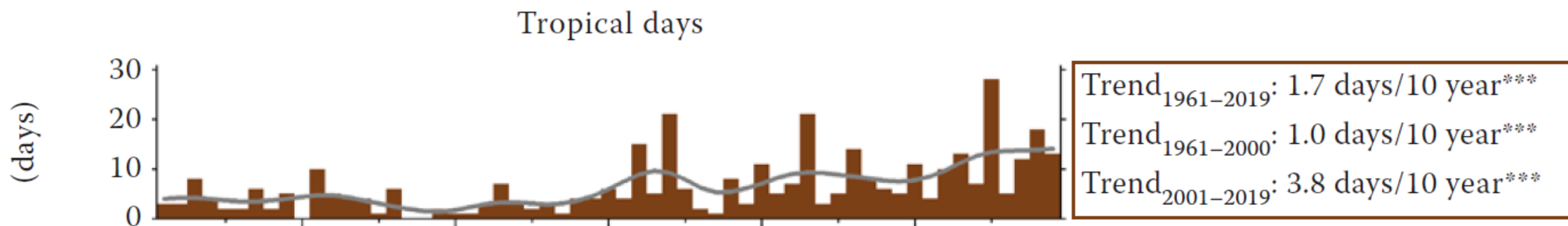
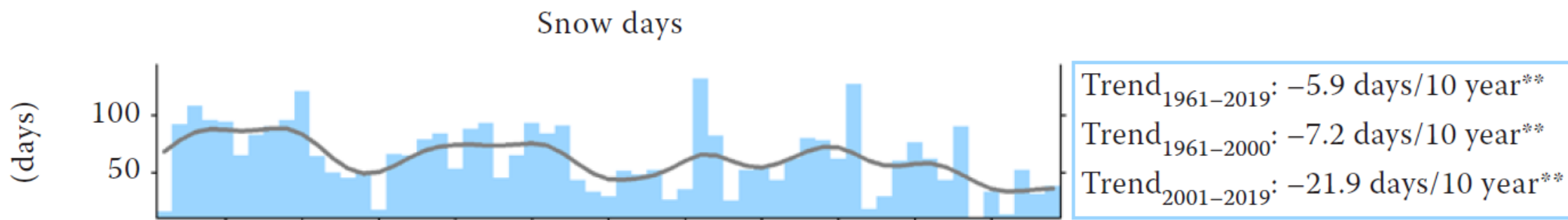
The soil water deficit June–August (K_{JJA})



Frost days



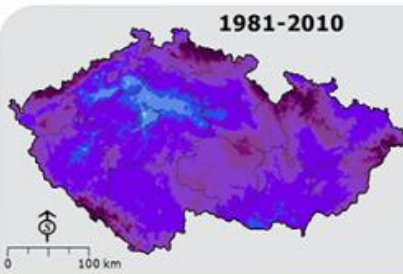
Změna vybraných klimatologických charakteristik



Očekávané dopady změn klimatu v ČR

Očekávané dlouhodobé dopady změny klimatu

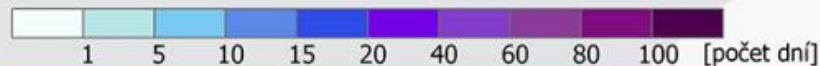
- 2021–2050:
 - nárůst teploty vzduchu o 1 °C
 - úbytek počtu dnů se sněhovou pokrývkou v nížinách o 66 % (z 24 na 8)
- Do r. 2100: nárůst teploty vzduchu o 2–4 °C podle výše emisí GHG
- Nárůst počtu tropických dnů do r. 2050 o 50 %
 - období 1981–2010: 20 dnů **léto 2019: až 39 dnů (Strážnice)**
- Do r. 2100 pokles počtu dnů s $T < 0$ °C v nížinách o 60 %
- Prodloužení vegetačního období o 40 dnů



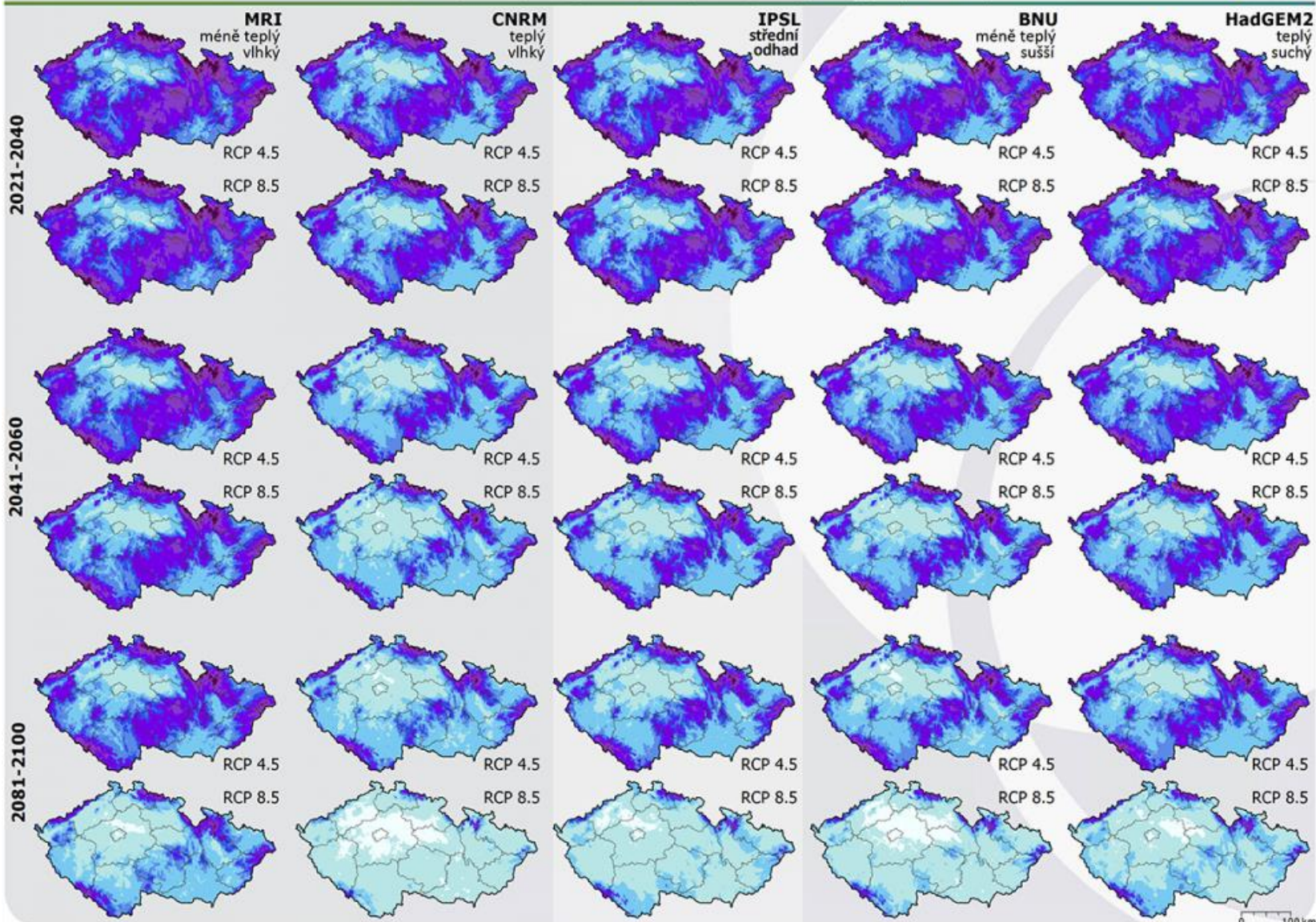
SNĚHOVÁ POKRÝVKA NAD 10 cm

Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou > 10 mm SWE (vodní hodnoty sněhu)

Odhad budoucího vývoje na základě očekávaných klimatických podmínek pro 3 časové horizonty. Rozpětí očekávaných klimatických podmínek reprezentuje 5 vybraných globálních cirkulačních modelů (v popisku kód modelu a jeho zjednodušená charakteristika na základě odhadu změny teploty a srážek pro území ČR) a 2 scénáře vývoje koncentrací skleníkových plynů (RCP 4.5 = stabilizace koncentrace CO₂ na nižší úrovni; RCP 8.5 = bez omezení emisí CO₂).



státní hranice
 hranice kraje



Očekávané dlouhodobé dopady změny klimatu

- Častější výskyt holomrazů a pozdních mrazů
 - do r. 2050 nárůst pravděpodobnosti výskytu pozdních mrazů na 60 % (současnost 30 %)
- Očekávaná stagnace úhrnů srážek
- Škody způsobené živelními pohromami převýší očekávané vyšší výnosy zemědělských plodin
- Náhlejší přechody mezi teplými a studenými dny v zimním období

Sucho v kontextu budoucí změny klimatu

- Do r. 2100 častější výskyt sucha, delší trvání a vyšší intenzita
- Nárůst frekvence epizod sucha na jaře a na podzim
- V době kvetení méně vody v půdě z důvodu vyšších teplot a nižších sněhových zásob
- Problémy v energetice
- Omezení rekreace u vodních ploch a vodních sportů

Děkuji za pozornost