

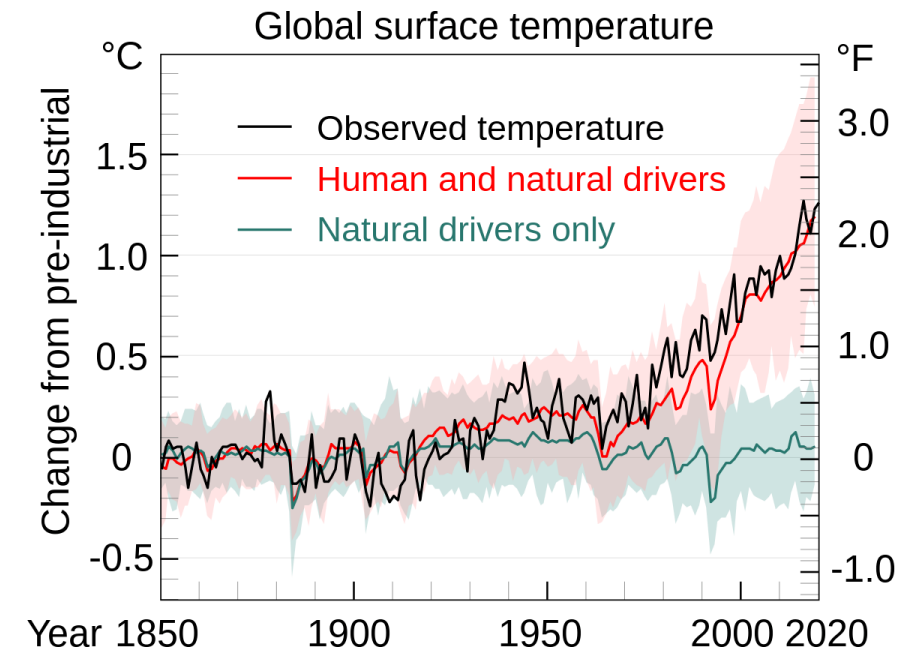
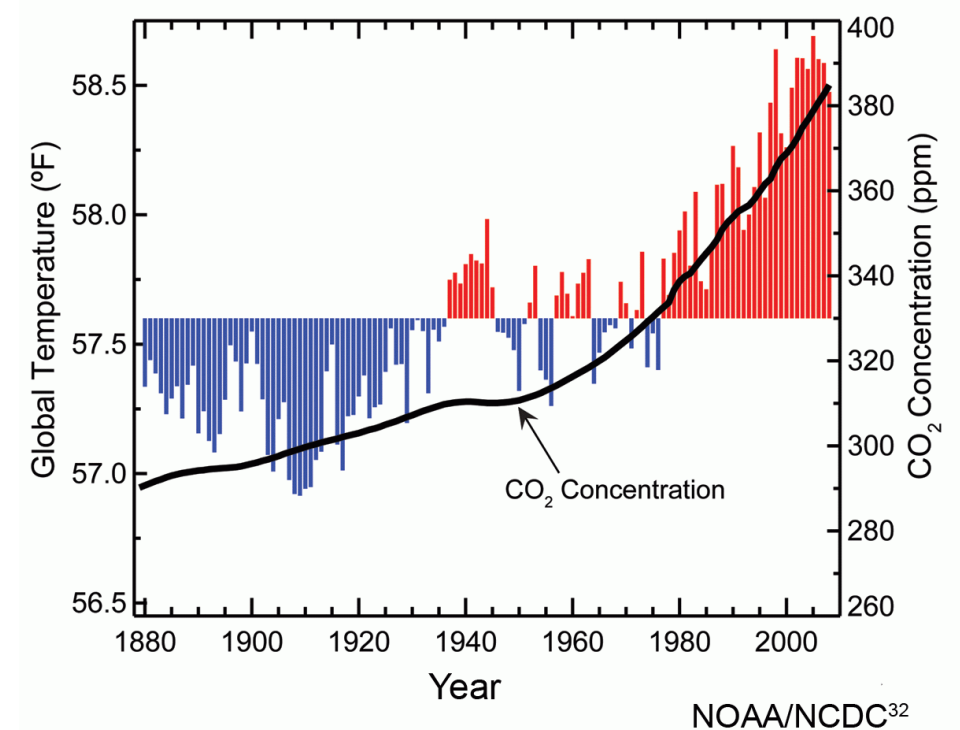


# Zmeny klímy

Mgr. Jozef Šupinský PhD.

# Zmeny klímy

- ▶ klíma Zeme kolíše v priebehu desaťročí a stáročí v dôsledku **prirodzených** a **ľudských** vplyvov
- ▶ prirodzené kolísanie klímy je v rôznom časovom meradle spôsobené pravidelnými cyklami a trendmi v obežnej dráhe Zeme, dopadajúcim slnečným žiarením, chemickým zložením atmosféry, morskými prúdmi, biosférou...
- ▶ **skleníkový efekt** - proces, pri ktorom dopadajúce slnečné žiarenie preniká atmosférou až k povrchu Zeme, ktorý je zohrievaný, **časť energie** sa spätne odrazí do vesmíru, ale jej určitá časť miesto toho, aby bola vyžiarená do vonkajšieho priestoru, je **absorbovaná** molekulami **skleníkových plynov**, čím sa **atmosféra ohrieva**
- ▶ prirodzený skleníkový efekt existoval aj v minulosti a umožnil vznik a rozvoj života na Zemi
- ▶ skleníkový efekt je v súčasnosti zosilnený produkciou emisií - **antropogénne navýšenie**

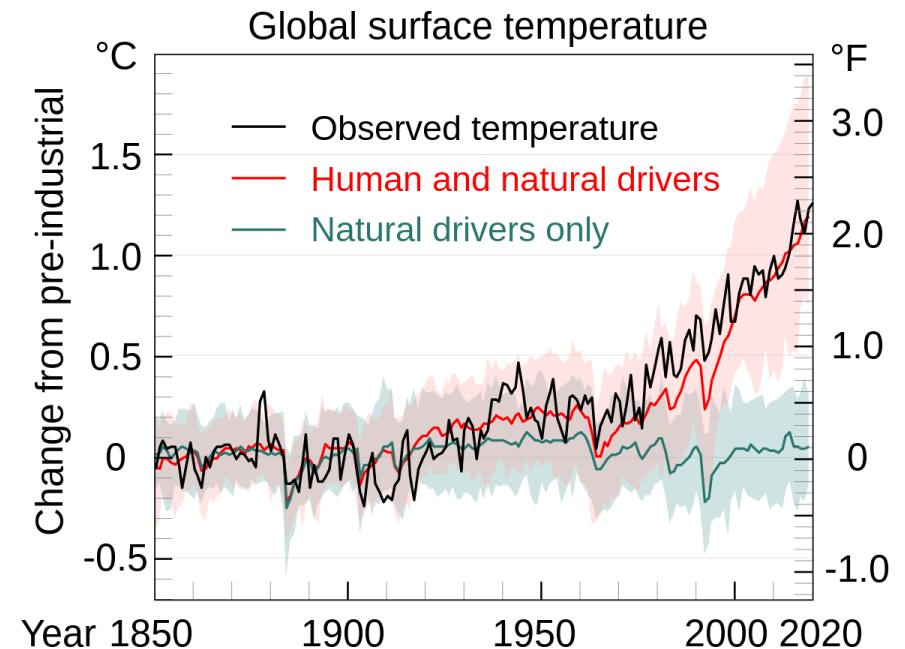
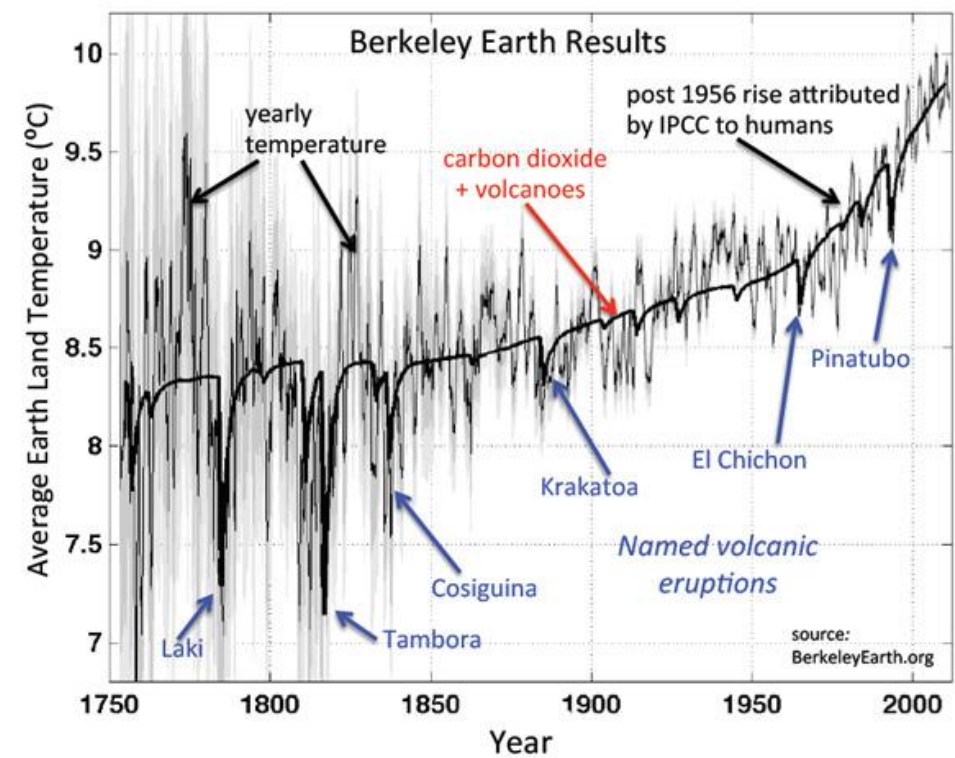
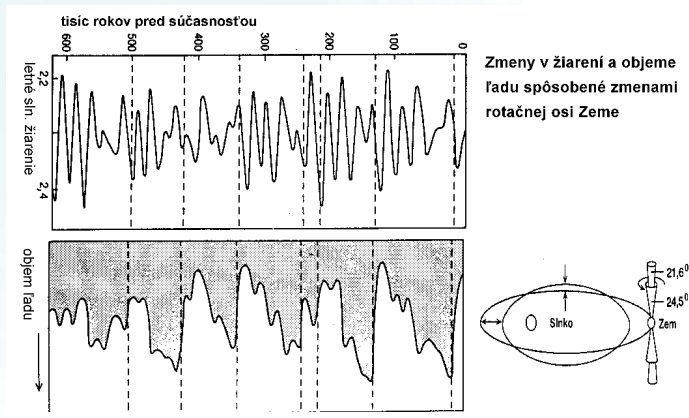


# Zmeny klímy

## ► zmeny klímy - zmeny prirodzeného charakteru:

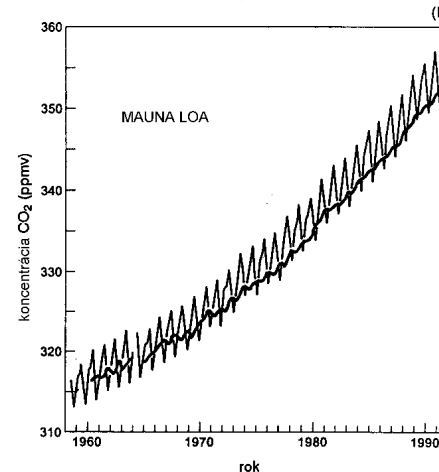
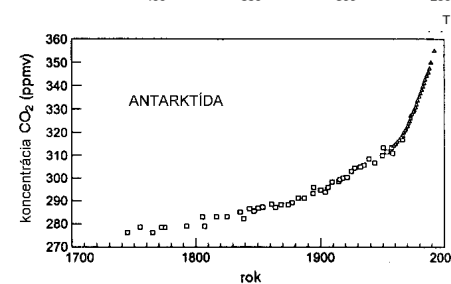
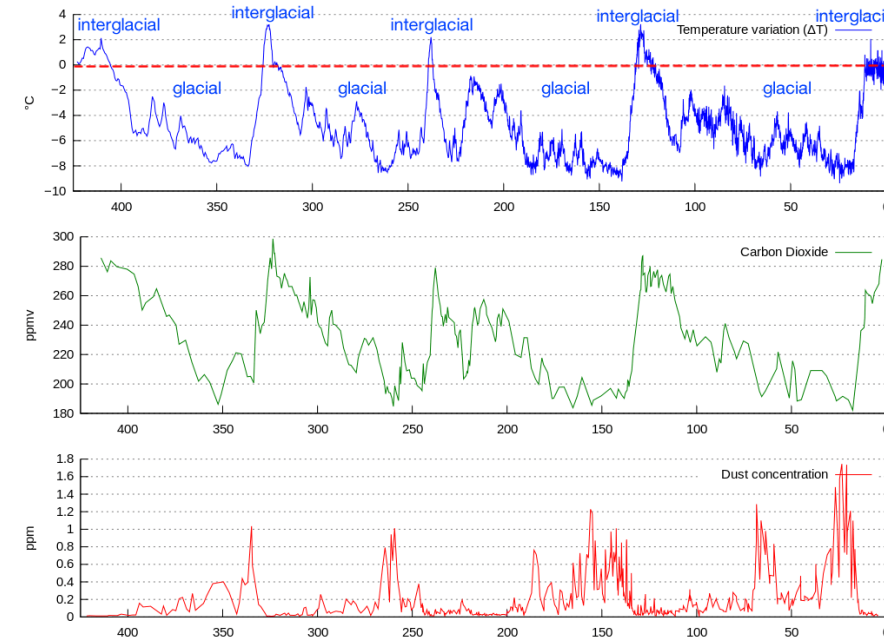
- zmeny v minulých geologických dobách Zeme
- ľadové doby
- sekulárne zmeny (stovky rokov)
- nízko-frekvenčné kolísanie klímy (desiatky rokov)
- zmeny v obežnej dráhe Zeme - Milenkovičove cykly

- **klimatická zmena – antropogénne podmienené** zmeny klímy súvisiace s rastom skleníkového efektu atmosféry od začiatku priemyselnej revolúcie v polovici 18. storočia
- od konca poslednej doby ľadovej (pred 12 tisíc rokmi) do roku 1750 sa zmenila koncentrácia skleníkových plynov minimálne, odvtedy významne rastie

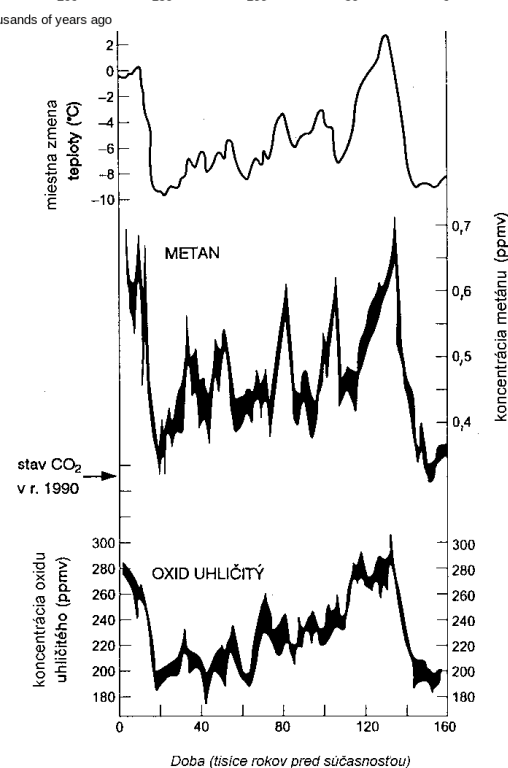


# Prírodné zmeny klímy

- ▶ rekonštrukciou podnebia pred priamymi meraniami a pozorovaniami sa zaoberajú **historická klimatológia** a **paleoklimatológia** - študujú stav a správanie klimatického systému v dobách, kedy jednoznačne prevažoval vplyv prírodných faktorov
- ▶ **porovnávanie** dnešnej **klímy** s historickou však **predstavuje problém**, pretože stále absentuje rad kvalitných a spoľahlivých údajov, taktiež rozdielne rozloženie pevnín a oceánov podmieňovalo iný systém morského prúdenia ako je súčasný, tým vznikali iné cirkulačné podmienky
- ▶ pre súčasné štúdium historickej klímy majú najväčší význam **štvrtohory**, počas ktorých dochádzalo k periodickému striedaniu chladných ľadových dôb (**glaciálov**) a teplejších medziľadových dôb (**interglaciálov**)
- ▶ priemerná globálna teplota vzduchu bola v období vrcholenia poslednej doby ľadovej oproti dnešnej rádovo nižšia o niekoľko stupňov (do 10 °C), polárne oblasti boli naposledy zreteľne teplejšie, než dnes v období zatiaľ posledného interglaciálu, pred 125 000 rokmi
- ▶ pri rekonštrukcii historickej klímy sa využívajú **proxy údaje** (nepriame), ktorých hodnoty dostatočne korešpondujú s klimatickými podmienkami a ich zmenami



Nárast atmosférického CO<sub>2</sub> z vrtných jadier v ľade Antarktídy a priame meranie na Havajských ostrovoch



Údaje z vrtnov v Antarktíde na stanici Vostok za posledných 160 tis. rokov

# Prirodzené zmeny klímy

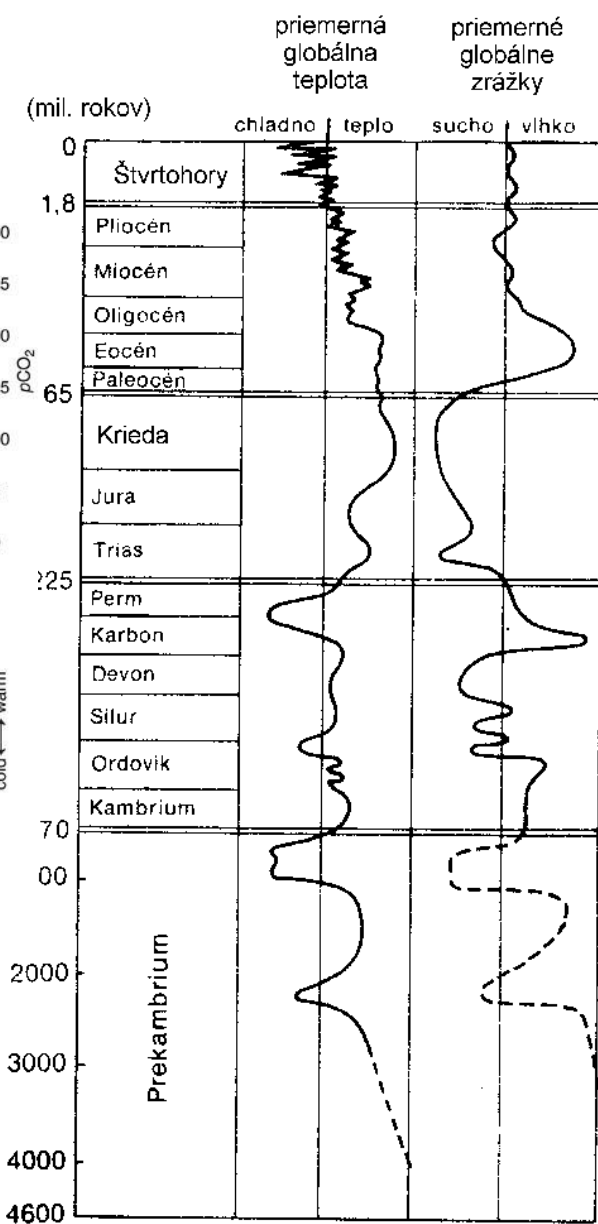
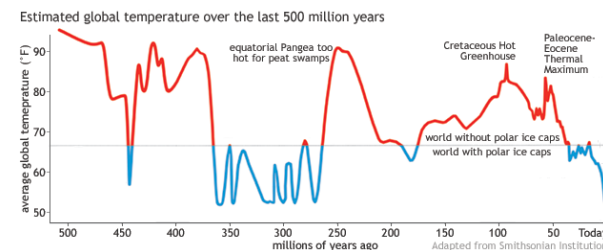
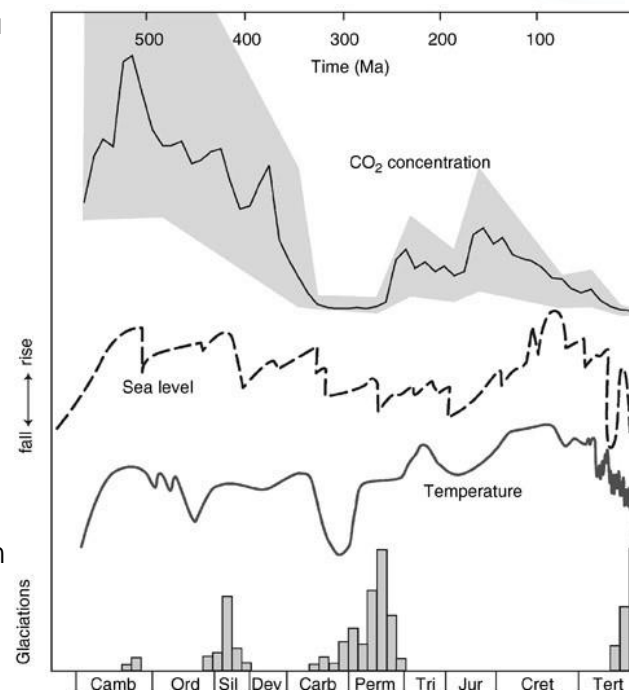
► na rekonštrukciu klímy slúžia:

- **ľadovcové jadrá** - najvýznamnejšie zdroje informácií o historickej klíme, umožňujú určiť priemerné teploty vzduchu, množstvo zrážok, chemické zloženie vzduchu až 800 000 rokov dozadu, analyzujú sa vrty z kontinentálnych ľadovcov, ktoré vznikli akumuláciou snehových zrážok, v ich vnútri sa nachádza vzácny klimatický archív, napr. **vzduchové bubliny**, ktoré sú pozostatkom chemického zloženia vtedajšej atmosféry Zeme
- **Oceánske vrty** - sedimenty z hĺbky cca 5000 m poskytujú nenahraditeľné informácie o dávnych podmienkach povrchových vôd oceánov, predovšetkým o teplote vody a jej salinite (pomocou analýzy pomeru izotopov kyslíka  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  a  $^{18}\text{O}$  v karbonátoch lastúr a vápnitých schránok dierkavcov)
- **Záznamy letokruhov stromov** (dendrochronológia) – jedny z najspoľahlivejších proxy záznamov, hrúbka novovytvoreného dreva v kmeni stromu priamo závisí od poveternostných podmienok počas vegetačného obdobia (v suchých regiónoch sveta závisí hrúbka nového dreva od veľkosti zrážok, naopak v chladných regiónoch závisí viac od letných teplôt)
- **Jazerné sedimenty** - významné zdrojové údaje predovšetkým v oblastiach bývalého zaľadnenia so zreteľným striedaním suchších a vlhkejších sezón, počas ktorých v minulosti dochádzalo k zmenám sedimentačnej činnosti riek a vodných tokov
- **Peľové zrnká (palynológia)** - objektom palynologických analýz sú rôzne sedimentačné oblasti (napr. nivné a terasové akumulácie vodných tokov, akumulácie spraší, piesku a pod.), najstaršie peľové zrná na rašeliniskách (datovanie pomocou rádiokarbónovej metódy), pri analýze sú najdôležitejšie peľové zrnká drevín a skupina nestromových peľových zrníek – na základe zloženia teplejšie / chladnejšie obdobia
- **Koraly** - veľmi citlivé na podmienky, v ktorých žijú, napr. na teplotou morskej vody, salinitu... prítomnosť koralových schránok v danej horninovej vrstve dokazuje, že v období prislúchajúcemu danej vrstve prevládalo veľmi teplé podnebie
- **Paleoaerosóly** - častice sedimentované v paleopôdach uchovaných v horninovom prostredí sedimentárnych vrstiev - poskytujú dôležité informácie o klimatických a poveternostných podmienkach ich vzniku a uloženia
- **Geomorfologické útvary** - vytváranie a pôvod charakteristických tvarov reliéfu poskytuje významný informačný kľúč k identifikácii dlhodobých klimatických podmienok, počas ktorých tieto formy reliéfu vznikali (napr. glaciálne formy reliéfu)
- **Staré kroniky a záznamy** - dôležitý zdroj informácií, obsahujú záznamy o mimoriadnych javoch počasia a klímy, o stave riek či úrody, najstaršie údaje pochádzajú z nástenných kresieb na Sahare (pred 5000 rokmi)



# Prírodné zmeny klímy

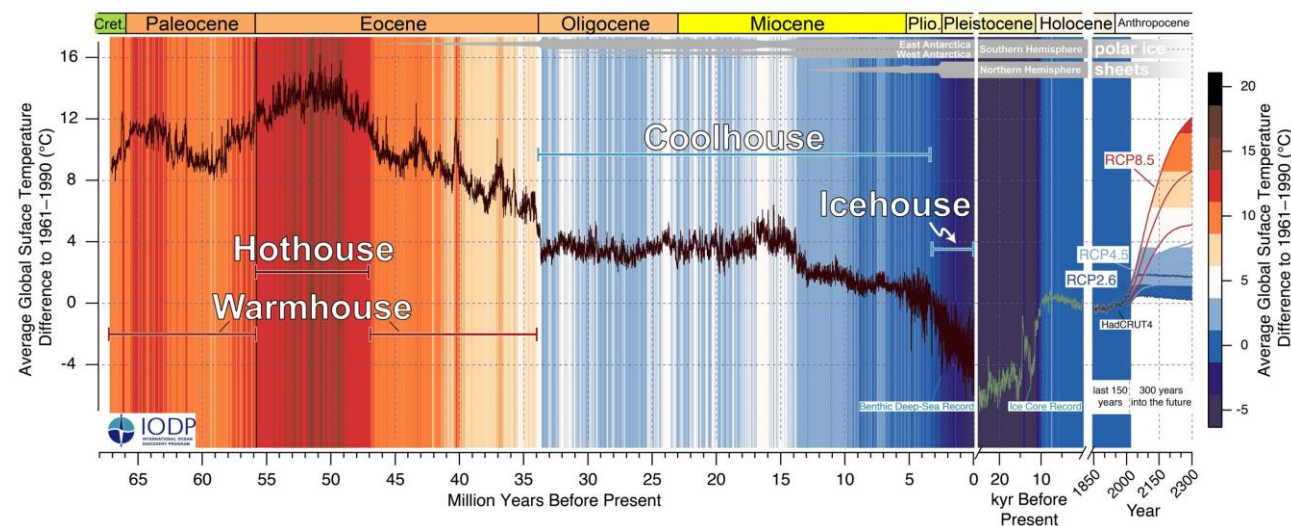
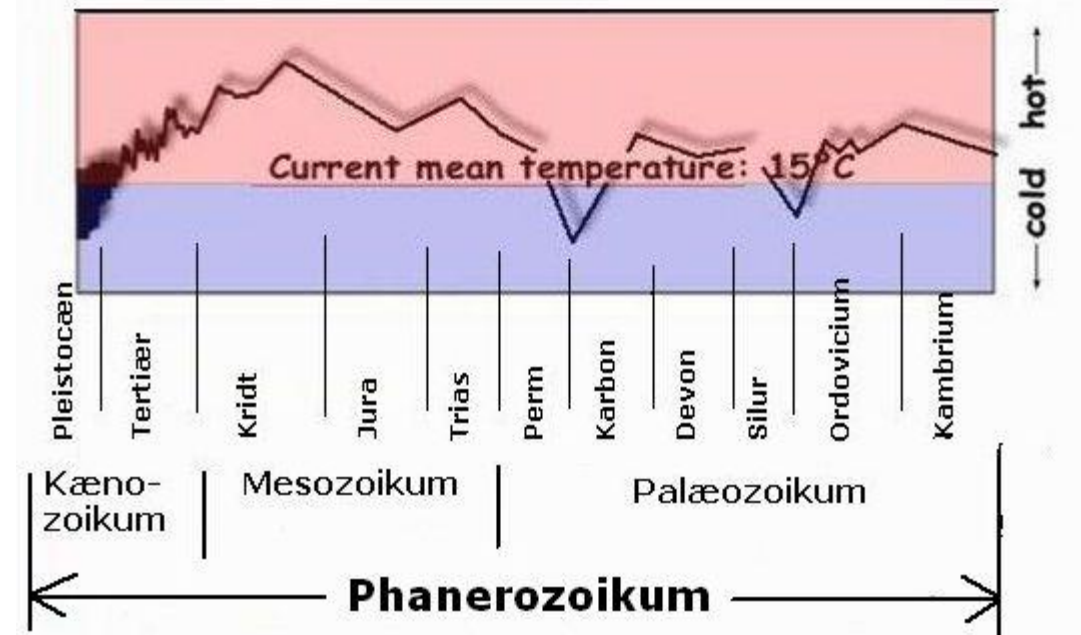
- ▶ v najstarších geologických dobách - stabilné klimatické podmienky na Zemi a globálne ľadové doby - teplota vzduchu a iné klimatické prvky podliehali dlhodobým cyklom zmien
- ▶ geologické informácie a proxy údaje v podobe **sedimentárnych hornín a skamenelín**
- ▶ **prekambrické obdobie** (pred 4,7 mld. - 615 mil. rokov) - klimatické pomery známe len približne, v najstaršom období neexistovala tečúca voda ani žiadna forma života, v mladšom období sa zo sedimentov usudzuje, že sa na Zemi striedali veľmi teplé obdobia a obdobia zaľadnení (prekambrické zaľadnenie pred 950 mil. - 615 mil. rokov bolo pravdepodobne najchladnejším obdobím v histórii Zeme a zasiahlo všetky kontinenty)
- ▶ **prvohory** (paleozoikum) – počiatok sa vyznačoval vysokými globálnymi teplotami vzduchu (prevládalo tropické podnebie a dochádzalo ku chemickému zvetrávaniu hornín), vysoké globálne teploty vzduchu boli spôsobené najmä vysokými koncentráciami CO<sub>2</sub> v zemskej atmosfére, 4 až 6 zaľadnení regionálneho charakteru (ordovik doba ľadová pred 450-430 mil. rokov - postihlo väčšiu časť vtedajšieho tropického pásma v rámci superkontinentu Gondwana), ďalšie obdobie ochladenia nasledovalo na rozhraní geologických období karbónu a permu (Permo-karbónske zaľadnenie pred 300 mil. rokov)



Generalizovaný chod teploty vzduchu a zrážok v geologickej histórii (Frakes L, 1979)

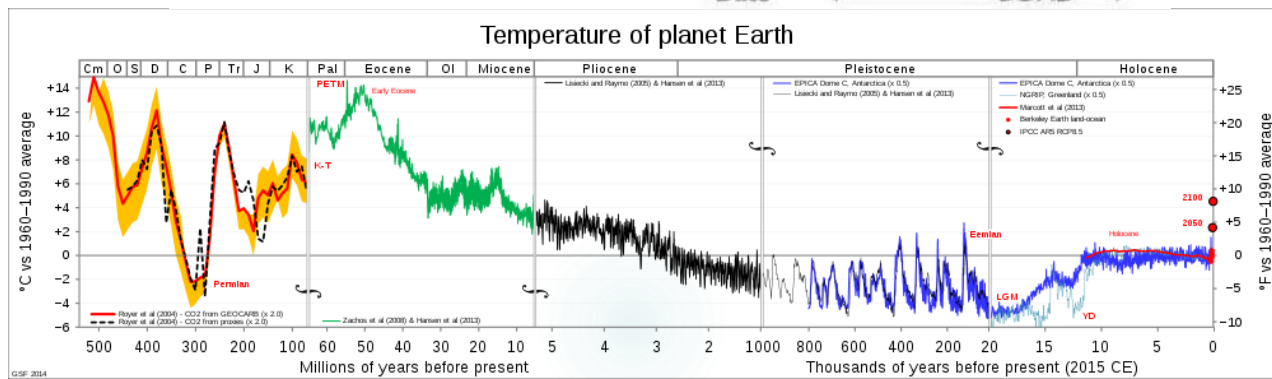
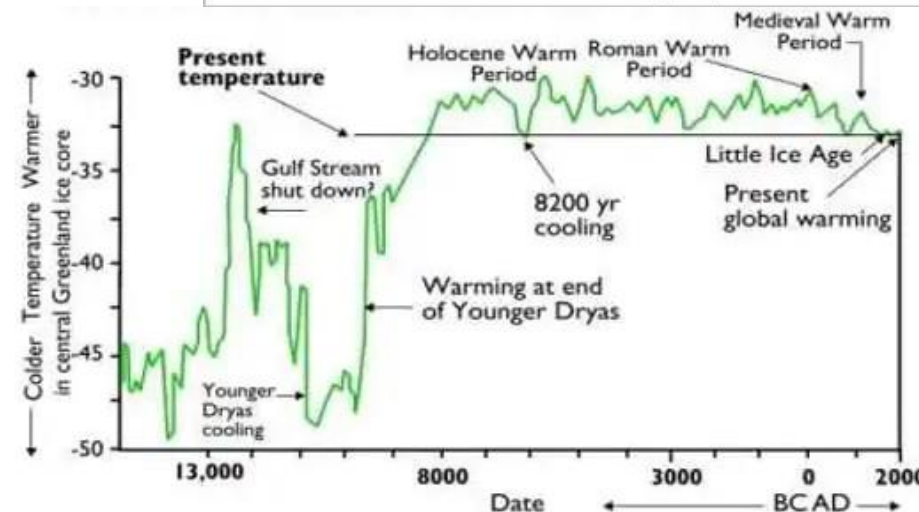
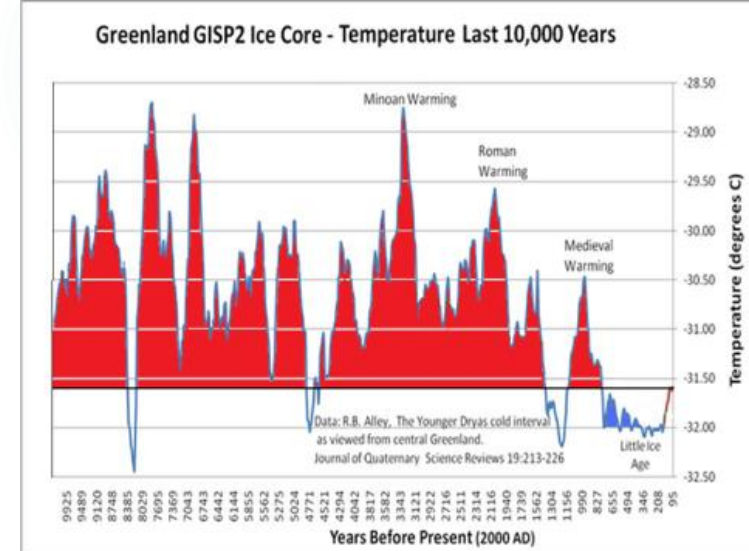
# Prirodzené zmeny klímy

- klíma **druhohôr** (mezozoika) - prevažne teplý a suchý charakter spôsobený najmä rýchlou výmenou oceánskych vôd medzi rovníkom a pólmi (nevznikali cirkumpolárne morské prúdy), obdobie kriedy bolo pravdepodobne jedným z **najteplejších a najsuchších** období od konca prekambria, kedy bola priemerná globálna teplota asi **o 10 °C vyššia** ako dnes, na konci mezozoika sa objavuje a postupne narastá teplotný gradient medzi polárnymi a tropickými oblasťami
- klíma **treťohôr** (kenozoikum/terciér) – na začiatku paleogénu veľmi teplá a vlhká klíma, pred 55 mil. rokov, v eocéne sa začalo postupné ochladzovanie a pred cca 35 mil. rokov vzniklo prvé významnejšie **zaľadnenie Antarktídy**
- v miocéne bolo v nízkych a stredných zemepisných šírkach veľmi teplé **tropické alebo subtropické** podnebie, počas stredného miocénu (okolo 15 až 10 mil. rokov) došlo k prvému zaľadneniu okolo severného pólu a Grónska
- v období pliocénu, pred približne 5 mil. rokov, sa južná pologuľa ďalej ochladzovala až do dnešnej podoby a **vzniklo zaľadnenie v horských oblastiach** (Himaláje, Alpy, Kaukaz, Altaj, Pamír)



# Prírodné zmeny klímy

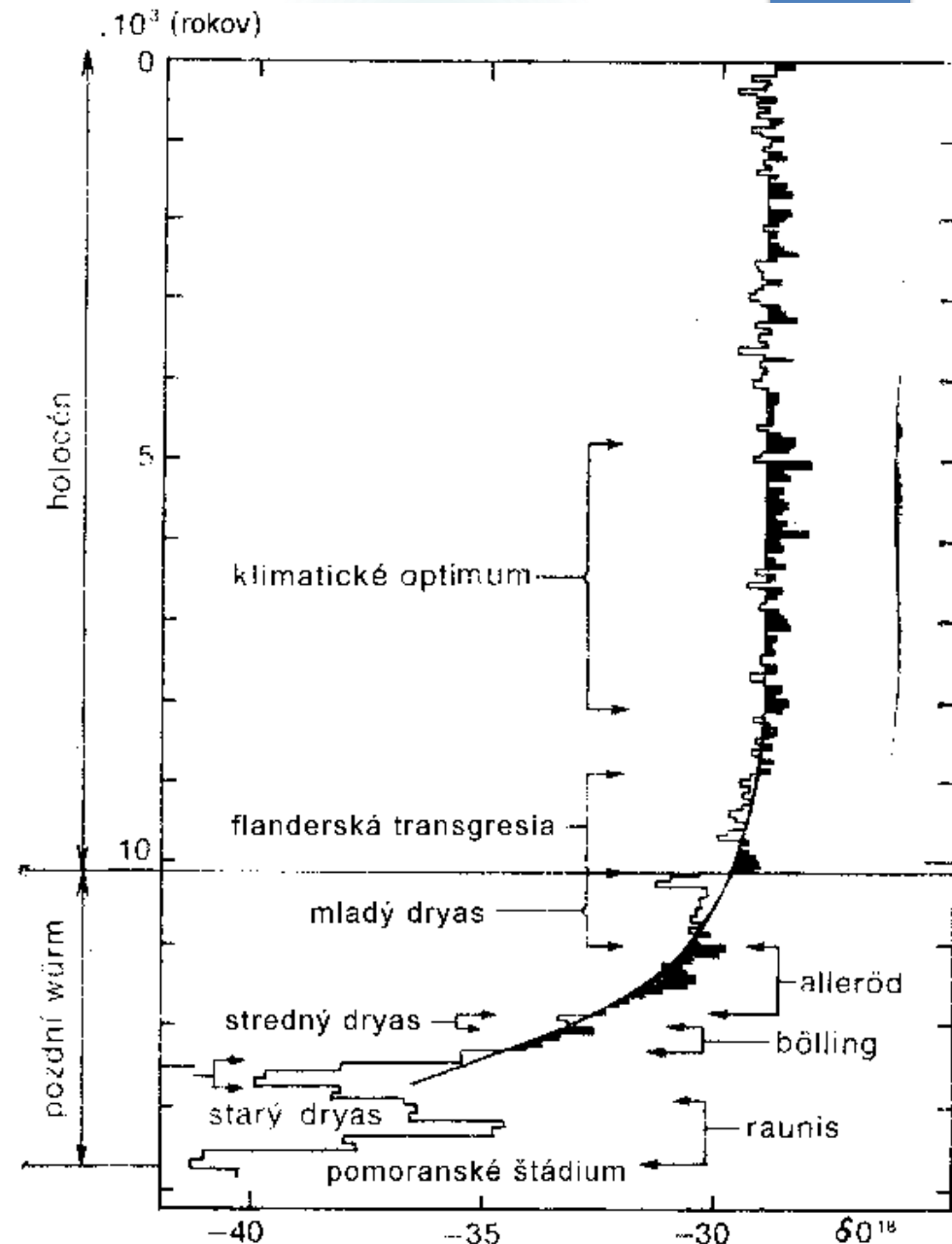
- ▶ počas **štvrtohôr** (pleistocén a holocén) došlo najmä na severnej pologuli k cyklickému striedaniu chladnejších a teplejších období
- ▶ oteplenie v **Dryase**, ktoré sa uskutočnilo za veľmi krátku dobu svedčí o tom, že i mimo antropogénnych vplyvov sa môžu uskutočniť prevratné klimatické zmeny (súvislosť s morskými prúdmi?)
- ▶ posledný interglaciál **eemsky** pred 125 tisíc rokmi, **holocén** súčasný
- ▶ **holocén** (posledných 10 200 r) - výraznejšie výkyvy klímy, nastúpilo intenzívne otepľovanie kedy došlo k ústupu pevninských ľadovcov a zvýšilo sa množstvo zrážok
- ▶ obdobie **atlantika** sa všeobecne označuje ako **klimatické optimum** doby poľadovej, kedy teploty dosiahli holocénne maximum a vlhkostné pomery podnebia boli veľmi priaznivé pre všetky živé organizmy - vznikali oblasti so súvislým osídlením v Egypte a Mezopotámii, najchladnejším bolo obdobie 950 až 400 rokov pr.n.l.
- ▶ **stredoveká teplá perióda** (1000 – 1300) - priemerná ročná teplota vzduchu v Európe asi o 1°C vyššia ako v súčasnosti, Kelti pestovali vinič v Škótsku
- ▶ **malá doba ľadová** (1400 – 1850) - výrazné ochladenie, zväčšila sa plocha ľadu v oceánoch a pohoriach - priemerná teplota v Európe bola asi o 1°C nižšia ako dnes
- ▶ za posledných cca 700 000 rokov bolo globálne na Zemi rovnako teplo alebo ešte teplejšie ako dnes len v priebehu 8 % času





# Prirodzené zmeny klímy

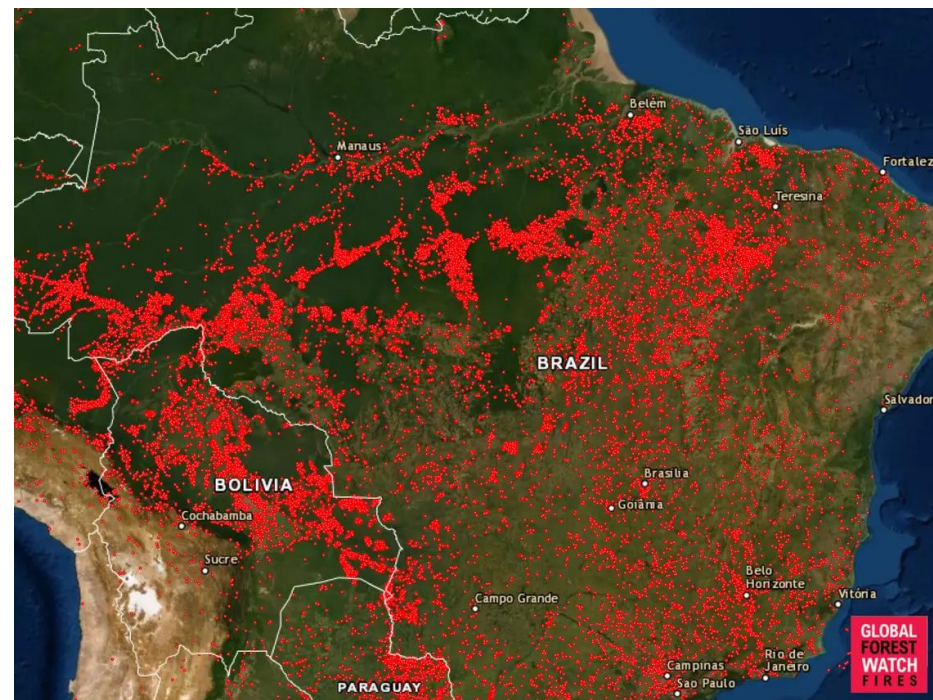
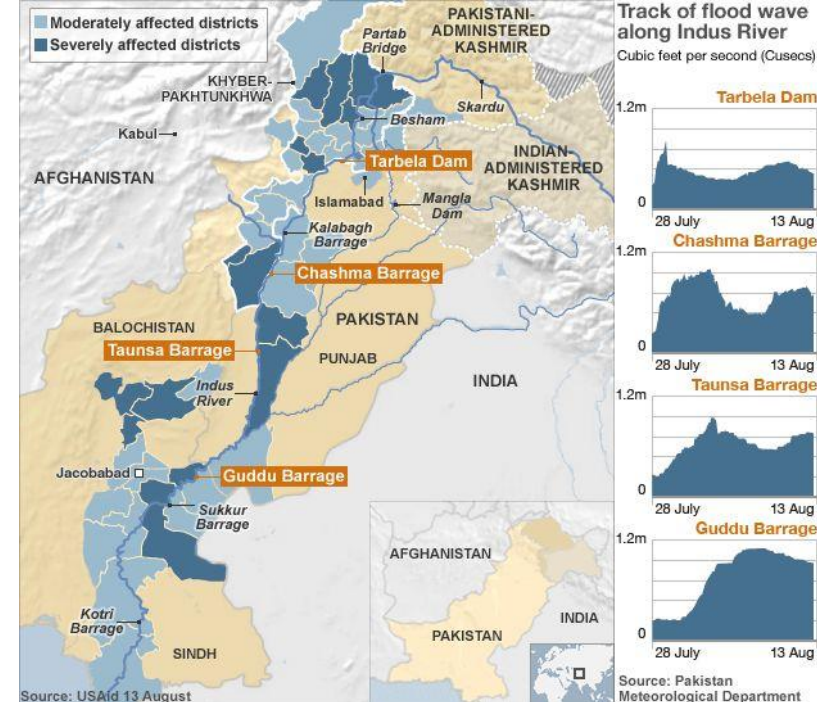
- ▶ počas **štvrtohôr** (pleistocén a holocén) došlo najmä na severnej pologuli k cyklickému striedaniu chladnejších a teplejších období
- ▶ oteplenie v **Dryase**, ktoré sa uskutočnilo za veľmi krátku dobu svedčí o tom, že i mimo antropogénnych vplyvov sa môžu uskutočniť prevratné klimatické zmeny (súvislosť s morskými prúdmi?)
- ▶ posledný interglaciál **eemsky** pred 125 tisíc rokmi, **holocén** súčasný
- ▶ **holocén** (posledných 10 200 r) - výraznejšie výkyvy klímy, nastúpilo intenzívne otepľovanie kedy došlo k ústupu pevninských ľadovcov a zvýšilo sa množstvo zrážok
- ▶ obdobie **atlantika** sa všeobecne označuje ako **klimatické optimum** doby poľadovej, kedy teploty dosiahli holocénne maximum a vlhkostné pomery podnebia boli veľmi priaznivé pre všetky živé organizmy - vznikali oblasti so súvislým osídlením v Egypte a Mezopotámii, najchladnejším bolo obdobie 950 až 400 rokov pr.n.l.
- ▶ **stredoveká teplá perióda** (1000 – 1300) - priemerná ročná teplota vzduchu v Európe asi o 1°C vyššia ako v súčasnosti, Kelti pestovali vinič v Škótsku
- ▶ **malá doba ľadová** (1400 – 1850) - výrazné ochladenie, zväčšila sa plocha ľadu v oceánoch a pohoriach - priemerná teplota v Európe bola asi o 1°C nižšia ako dnes
- ▶ za posledných cca 700 000 rokov bolo globálne na Zemi rovnako teplo alebo ešte teplejšie ako dnes len v priebehu 8 % času



Zmeny teploty vzduchu podľa zmien izotopu  $\delta^{18}\text{O}$  z vrstiev v grónskom ľadovci

# Súčasná zmeny klímy

- ▶ začiatok 21. storočia bol **najteplejším desaťročím** od začiatku moderných meteorologických pozorovaní, čo viedlo k nadpriemerným zrážkam, vrátane roku 2010, ktorý prelomil všetky doterajšie rekordy
- ▶ toto obdobie bolo tiež poznačené **dramatickými zmenami klímy** a poveternostnými extrémami (vlny horúčav v Európe, povodne v Pakistane, požiare v Grécku, hurikán Katrina v Spojených štátoch, cyklón Nargis v Barme či dlhodobé sucho v Amazónii, Austrálii a východnej Afrike)
- ▶ už v roku 1844 Alexander von **Humbolt** povedal, že rúbanie lesov a uvoľňovanie plynov z priemyselnej výroby spôsobí zmenu klímy
- ▶ v roku 1847 vystúpil americký diplomat George **Perkins Marsh** so svetoznáμου prednáškou o vplyve človeka na otepľovanie a varoval vládu pred zlým manažmentom prírodných zdrojov
- ▶ v roku 1859 John **Tyndall** upozornil na akumuláciu tepla v zemskej atmosfére a popísal skleníkový efekt
- ▶ Svante **Arrhenius** v roku 1986 upozorňoval, že priemysel bude mať v konečnom dôsledku vplyv na svetovú klímu
- ▶ výstavba veľkých fabriek, veľkovýroba a mechanizácia v poľnohospodárstve so sebou priniesli produkciu skleníkových plynov





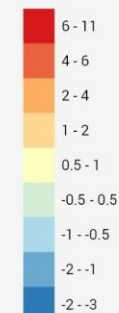
# Súčasná zmeny klímy

- ▶ v súčasnosti je v atmosfére:
  - ▶ o 40 % viac CO<sub>2</sub> ako pred rokom 1750
  - ▶ o 158 % viac metánu
  - ▶ do atmosféry prenikli freóny a halóny, ktoré pred rokom 1930 vôbec neexistovali a dnes sa významne podieľajú na skleníkovom efekte
- ▶ približne 20 % obyvateľov Zeme žijúcich v najvyspelejších krajinách je zodpovedných za vyše 80 % nárastu skleníkových plynov v atmosfére
- ▶ v USA pripadá na jedného občana približne 5 t emisií fosílného uhlíka, na Slovensku cca 1,8 t, v Číne približne 1,5 t (2015)
- ▶ podľa Svetovej meteorologickej organizácie bolo prvé desaťročie 21. storočia najteplejším od začiatku moderných meteorologických pozorovaní od roku 1850 - dôvodom je pravdepodobne **zmena morskej** ako aj **atmosférickej cirkulácie**
- ▶ v minulom storočí **vzrástla** priemerná ročná **teplota vzduchu** v Európe približne o 0,8°C, pričom najväčšie oteplenie bolo v severnej a strednej časti európskej časti Ruska (nárast až o 3 °C), na Pyrenejskom polostrove, či v južnej a strednej časti Francúzska (nárast o 2 °C), v JV Európe a v Grécku, sa naopak mierne **ochladilo**,
- ▶ priemerné ročné **úhrny zrážok vzrástli** od 10 % do 50 % v severnej časti Európy (oblasť severne od Álp po severnú Škandináviu), v južnej časti Európy od Stredozemného mora cez strednú Európu po Ukrajinu a európsku časť Ruska bol zaznamenaný **poklesu** atmosférických zrážok o 20 %

## Summer\* temperature change in Europe (°C)

Difference between mean temperature in 1988–2017 vs. 1948–1977

Source: NOAA/NCEP CPC (GHCN CAMS)



\* June, July and August

@NaytaData

## Summer\* precipitation change in Europe (%)

Difference between mean precipitation in 1988–2017 vs. 1948–1977

Source: PRECL Precipitation data by NOAA



\* June, July and August

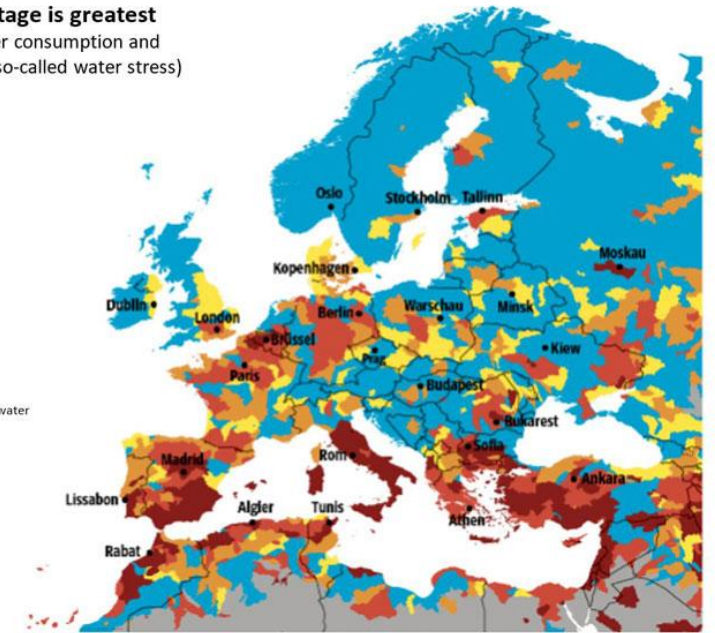
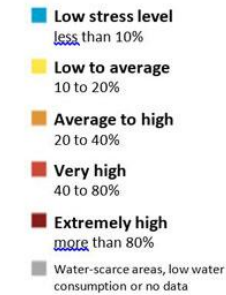
@NaytaData



# Súčasná zmeny klímy

- Globálne zvyšovanie teploty má za následok množstvo ďalších procesov:
  - **výrazný ústup a deštrukcia horských ľadovcov**, v dôsledku čoho sa bude zhoršovať dostupnosť vody v riekach
  - **výrazný ústup rozšírenia morského polárneho zaľadnenia Arktídy**, a to najmä v letných mesiacoch severnej pologule, ďalším negatívnym dôsledkom je znižovanie hrúbky morského ľadu
  - **roztápanie kontinentálnych ľadovcov** (Antarktída, Grónsko) a zvyšovanie teploty morskej vody má za následok nárast hladiny svetového oceánu (v súčasnosti o viac ako 3 mm ročne)
  - **zhoršenie dostupnosti vodných zdrojov** v miernych zemepisných šírkach a v suchých subtrópoch, na druhej strane sa zväčší množstvo dostupnej vody vo vyšších zemepisných šírkach a vlhkých oblastiach tropického pásma

Where the shortage is greatest  
Ratio between water consumption and  
existing resources (so-called water stress)



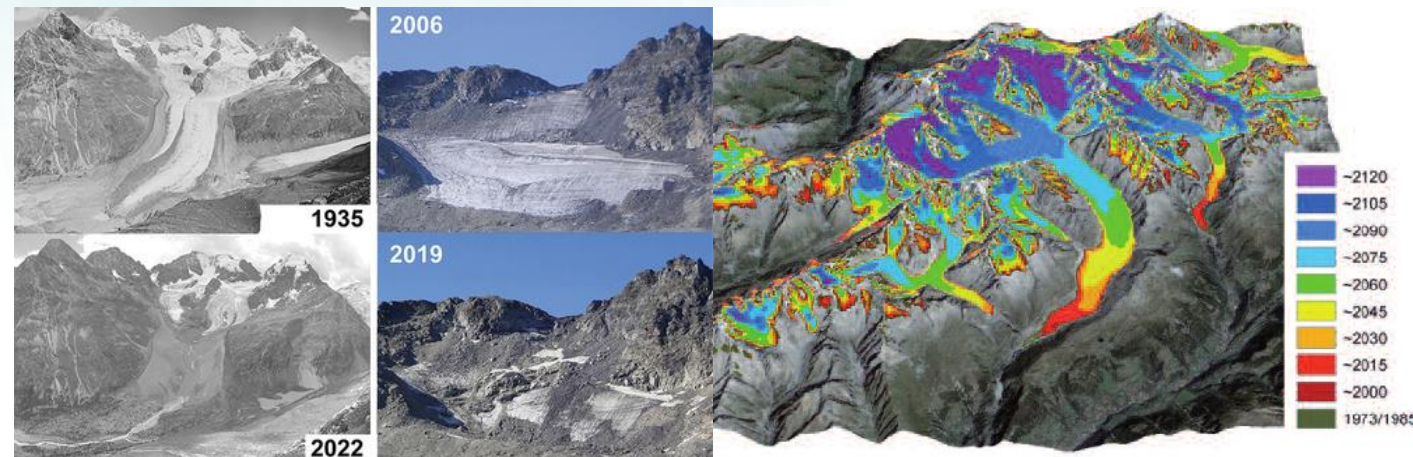
SZ MAP; SOURCE: WORLD RESOURCES INSTITUTE



1917



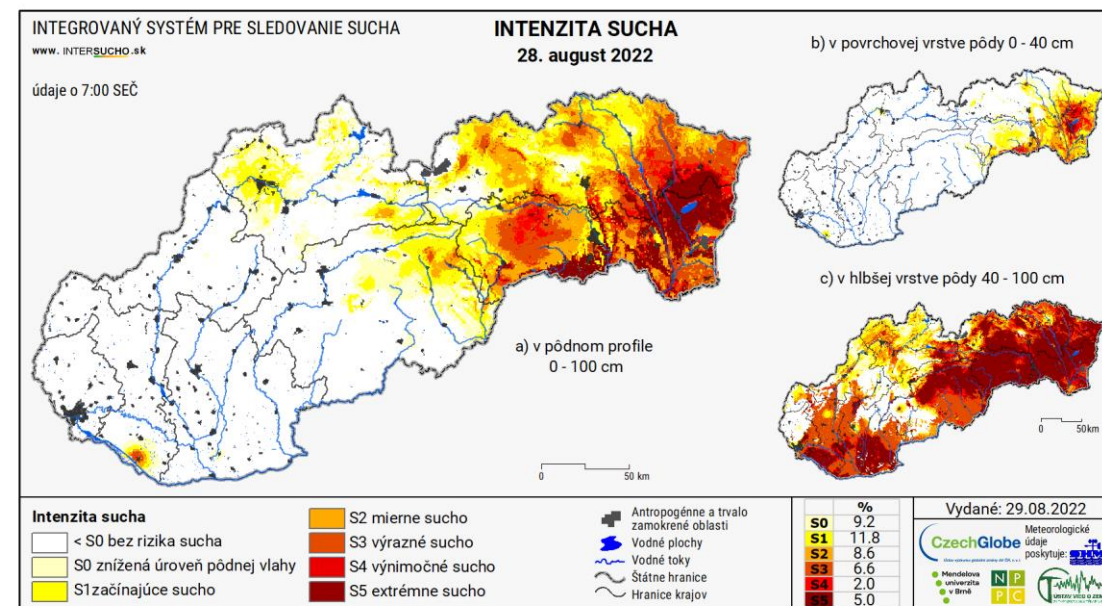
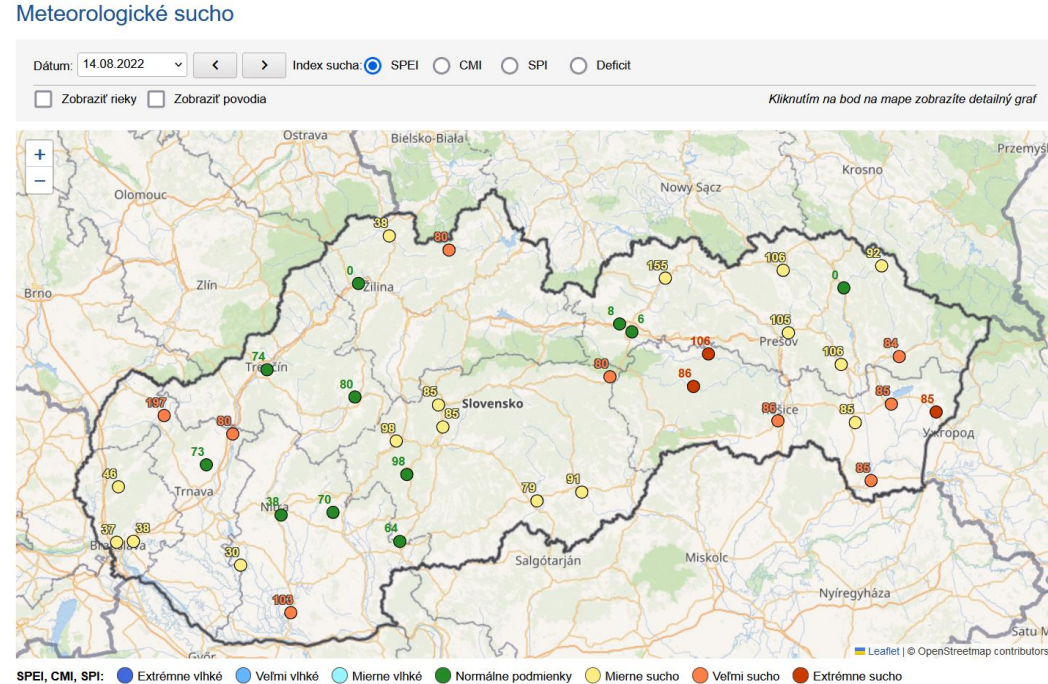
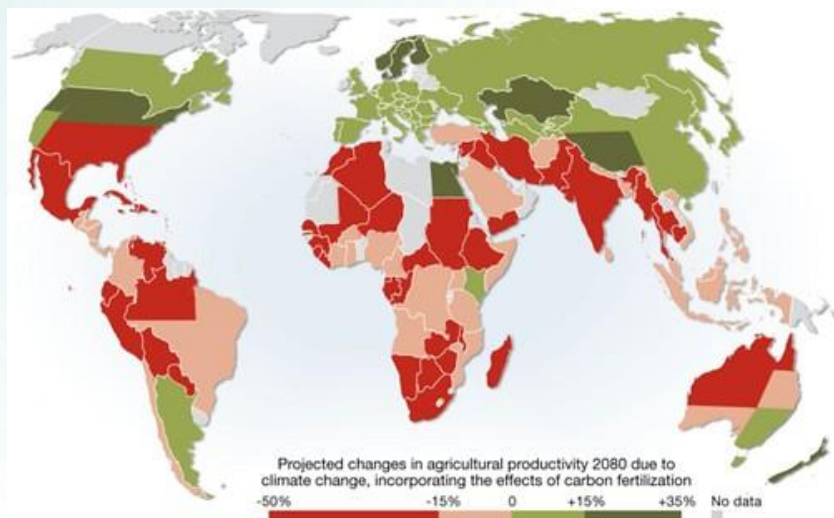
2005





# Súčasná zmeny klímy

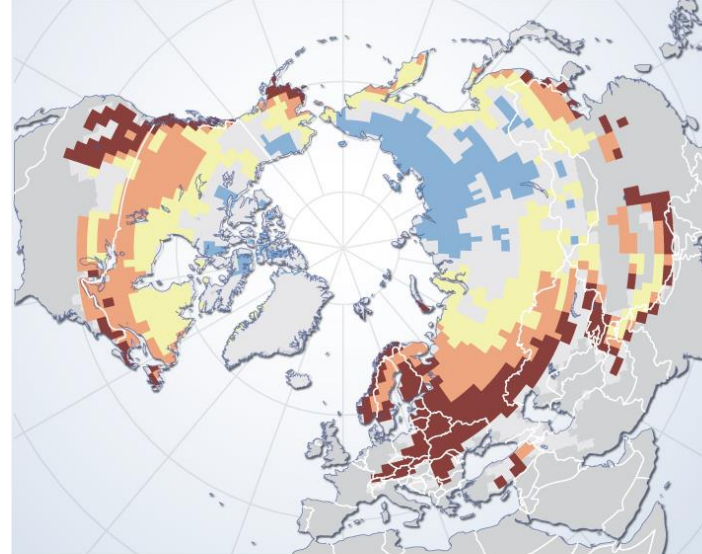
- Globálne zvyšovanie teploty má za následok množstvo ďalších procesov:
  - postupné zväčšovanie plochy územia pravidelne postihovaného **suchom a extrémnymi zrážkami**, povodňami
  - vyššia intenzita a pravdepodobne aj vyššia početnosť výskytu **extrémnych a nebezpečných javov počasia**, akými sú búrky, povodne, víchrice, prípadne tropické cyklóny
  - **poľnohospodárske výnosy** sa vo vyšších zemepisných šírkach, pri náraste globálnej teploty o 1-3 °C, zväčšia (pri výraznejšom náraste teploty však poklesnú aj tam); poľnohospodársku produkciu však celkovo znížia najmä častejšie záplavy a dlhšie obdobia sucha
  - v teplejšom podnebí možno očakávať **väčšie rozšírenie infekčných chorôb**, zväčšia sa zdravotné riziká v dôsledku častejšieho výskytu horúčav, sucha a povodní



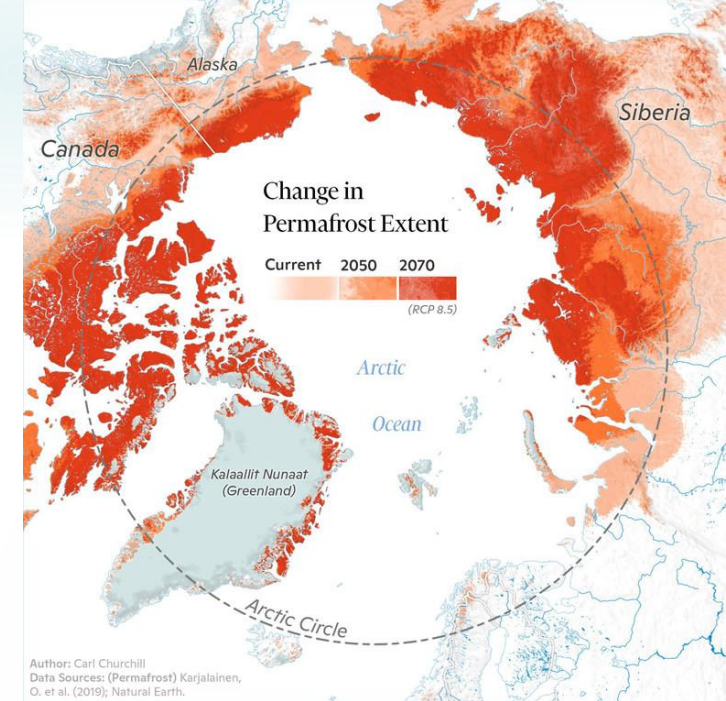


# Súčasná zmeny klímy

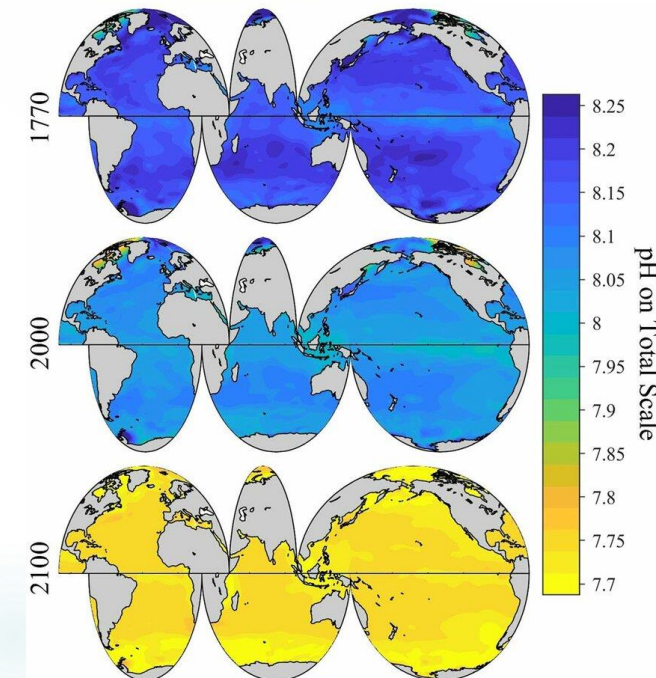
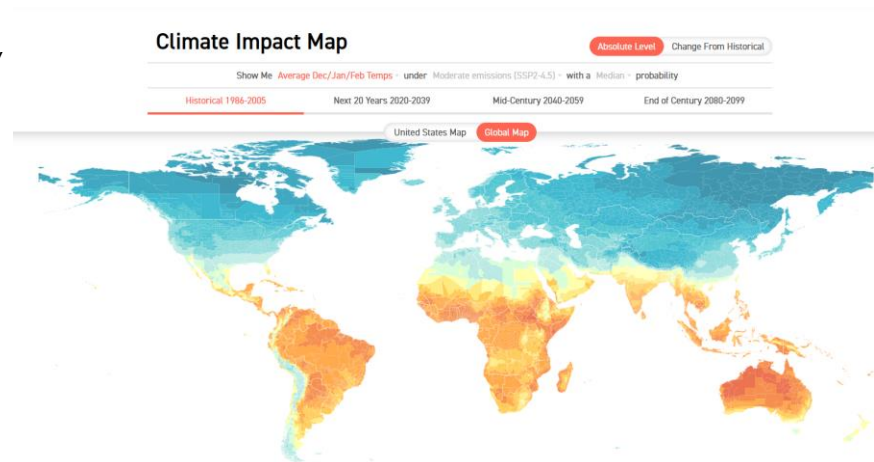
- Globálne zvyšovanie teploty má za následok množstvo ďalších procesov:
  - v dôsledku väčšieho teplotného stresu dôjde k celkovému **zníženiu stability prírodných spoločenstiev**, napríklad aj v dôsledku častejších požiarov a pod.
  - očakávaná **vyššia kyslosť oceánov** bude mať zásadný - negatívny vplyv na morské spoločenstvá
  - **zmeny v kvalite ekosystémov** budú mať priamy dopad na pokles druhovej rozmanitosti; pri zvýšení priemernej globálnej teploty vzduchu o 1,5 až 2,5 °C hrozí bezprostredné vymretie približne 20-30 % druhov rastlín a živočíchov
  - **rýchlejší ústup a deštrukcia permafrostu** zväčšuje nestabilitu pôdy, v ktorej sa obnovujú hnilobné procesy vedúce k nárastu emisií metánu (prevažne v oblasti lesov severného mierneho a subarktického pásma)
  - **ústup rozšírenia trvalej snehovej pokrývky** zhoršuje hydrologický režim (najmä dostupnosť vody v priebehu roka) v mnohých oblastiach sveta
  - **predlžovanie dĺžky vegetačného obdobia**, jarné obdobie nastupuje čoraz skôr, zrýchľuje sa migrácia mnohých živočíšnych druhov



Projected % change in SWE between 1981-2000 and 2081-2100 by the ECHAM5 model (scenario SRES A2)



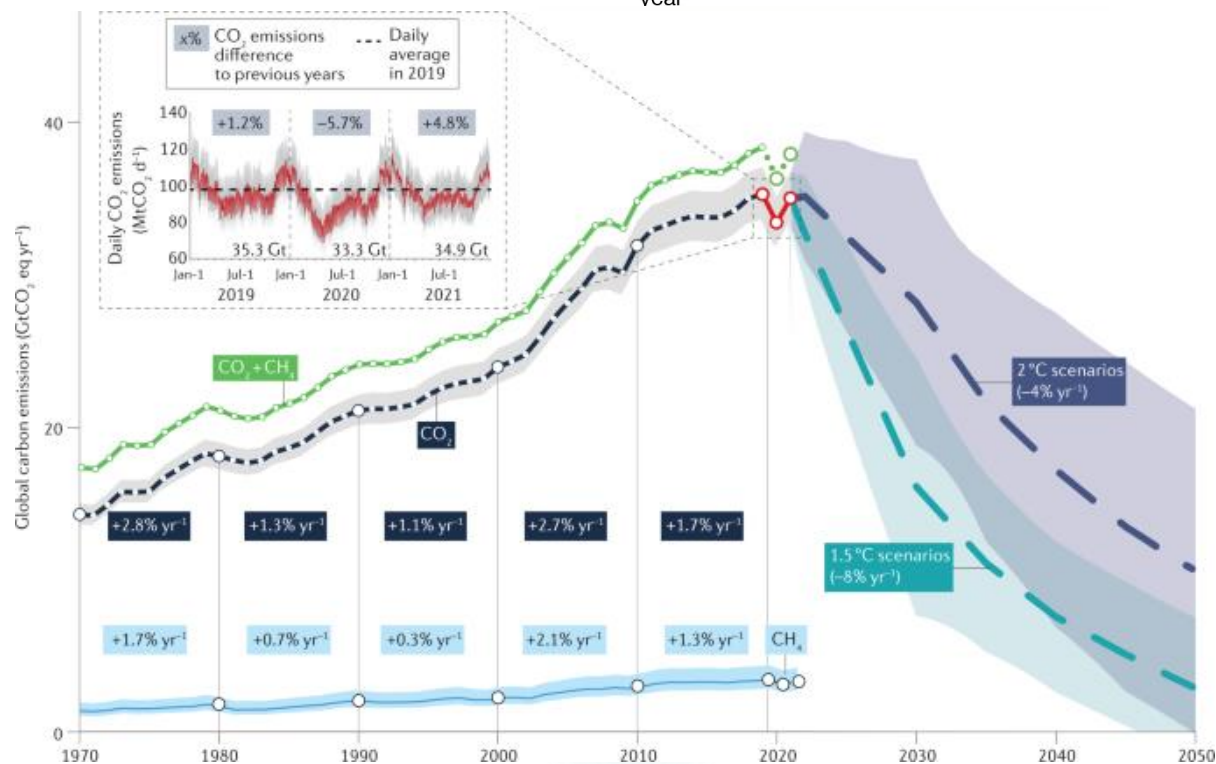
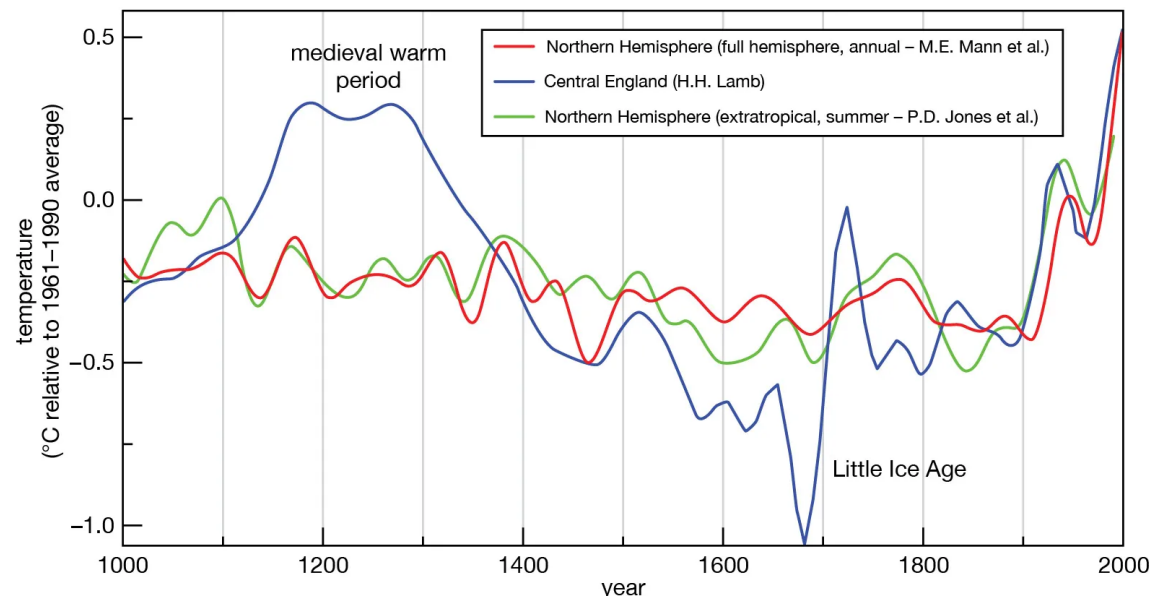
Author: Carl Churchill  
Data Sources: (Permafrost) Karjalainen, O. et al. (2019); Natural Earth.



# Súčasná zmeny klímy

- ▶ v dôsledku nárastu teploty je v súčasnosti v Arktíde najmenej plávajúceho ľadu za celú históriu meraní, úbytok arktického ľadu je príkladom **pozitívnej klimatickej väzby** (zvyšuje nestabilitu)
- ▶ predpokladá sa, že ak by ľad v Arktíde celkom zmizol, dlhé obdobie sucha by sa striedalo s krátkymi obdobiami výrazných zrážok, znížením západného prúdenia sa zvlí polárny front a zlepšia sa tak podmienky pre **meridionálne prúdenie** (hlboké vpády studeného vzduchu od severu a vpády teplého vzduchu na sever)
- ▶ dôkazom prevládajúceho meridionálneho prúdenia je napr. **extrémne počasie** aké sa vyskytlo v roku 2010, kedy boli zaznamenané **nadpriemerné zrážky**, nopak Moskva a mnohé ďalšie miesta na severnej pologuli zaznamenali **rekordné horúčavy**, ktoré vznikali v dôsledku prevládajúceho južného prúdenia a anticyklónálneho počasia
- ▶ očakáva sa posun suchej oblasti subtropického pásma zo severnej Afriky, južnej Európy a strednej Ázie severnejšie - v lete bude čoraz **suchšie**, pričom teplý vzduch zo Stredomoria bude viac prúdiť do strednej Európy
- ▶ za života tejto generácie pravdepodobne extrémne nestúpne hladina oceánov ani nenastane doba ľadová - **oblasť neurčitosti** je veľmi široká a predvídanie vzdialených javov **nespolahlivé**
- ▶ sú príčiny kolísania klímy nevyhnutne antropogénne?
- ▶ aký vývoj klímy nás čaká?

Estimated temperature variations for the Northern Hemisphere and central England (1000–2000 CE)





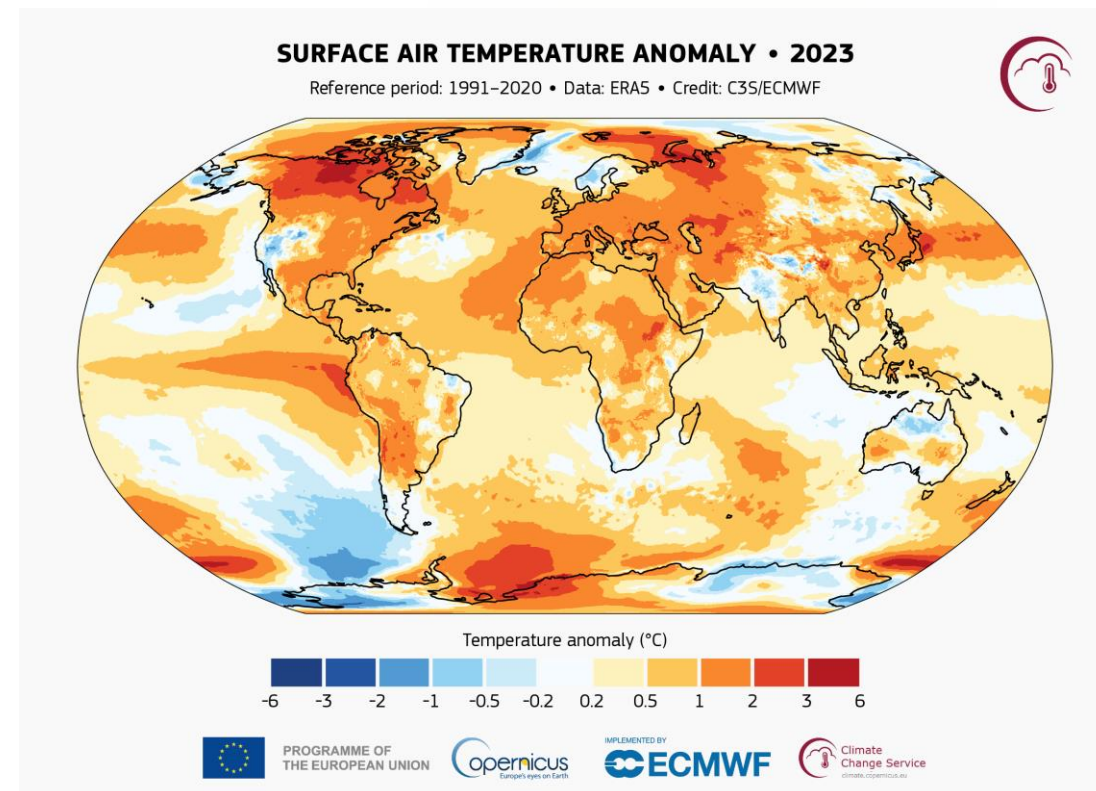
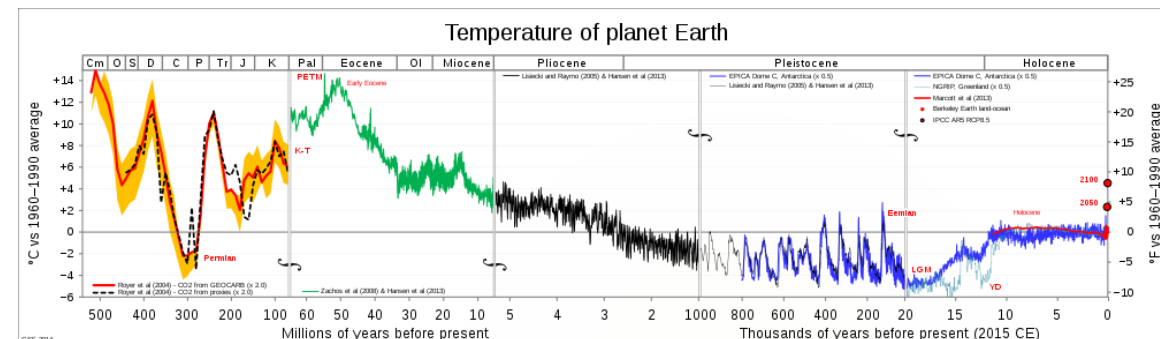
# Mýty o klimatickej zmene

## ► Klíma Zeme sa menila vždy:

- Je pravda, že v priebehu 4,5 miliardy rokov histórie Zeme sa klíma menila
- Ale rýchle otepľovanie, ktoré pozorujeme sa nedá vysvetliť prirodzenými cyklami otepľovania a ochladzovania
- Zmeny, ktoré by prebiehali dlhodobo, sa dejú skokovo v priebehu desaťročí

## ► Globálne otepľovanie nie je skutočné, pretože je stále chladno

- Globálne otepľovanie spôsobuje zvýšenie priemernej povrchovej teploty Zeme, čo následne spôsobuje zmeny v prirodzených klimatických systémoch
- Tieto zmeny zvyšujú pravdepodobnosť a závažnosť všetkých druhov extrémnych poveternostných udalostí vrátane intenzívnejších období sucha, vln horúčav a hurikánov, ale aj opačný efekt závažnejších prejavov chladného počasia





# Mýty o klimatickej zmene

## ► Horúčavy a požiare nemajú nič spoločné so zmenou klímy

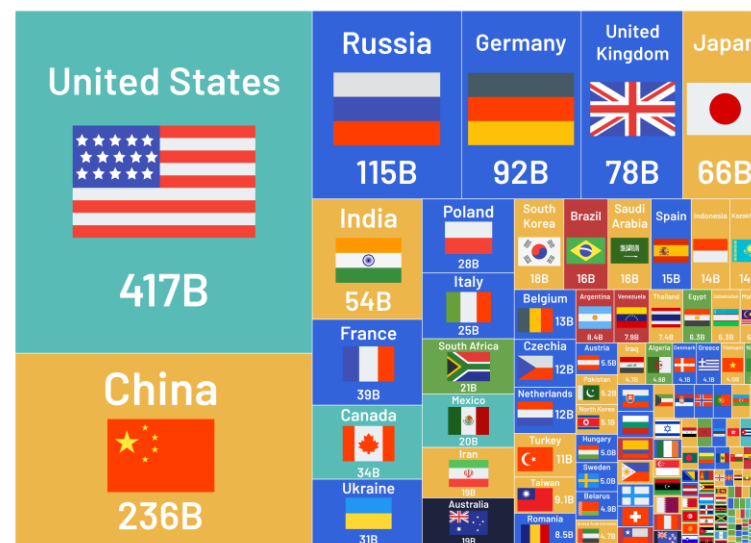
- Klimatické zmeny spôsobujú častejšie prejavy extrémneho počasia - vlny horúčav, požiare, záplavy
- S akceleráciou globálneho otepľovania sa extrémny naďalej zväčšujú
- V dôsledku vyšších teplôt a dlhších období sucha sa predlžuje globálna sezóna lesných požiarov

## ► Za klimatické zmeny je zodpovedná Čína

- Hodnotenie toho, kto je dnes najväčším producentom skleníkových plynov, je prílišné zjednodušenie
- Veľké množstvo produktov vyrobených v Číne putuje aj na Európsky trh a tak len prenášame emisie skleníkových plynov do krajín, ktoré produkujú rôzne tovary
- Problém je komplexný a všetky krajiny musia spolupracovať na inovovaní výrobných procesov a implementovaní uhlíkovej neutrality



Cumulative CO2 emissions in tons by country (1750 - 2020)



# Mýty o klimatickej zmene

## ► Rastliny potrebujú oxid uhličitý

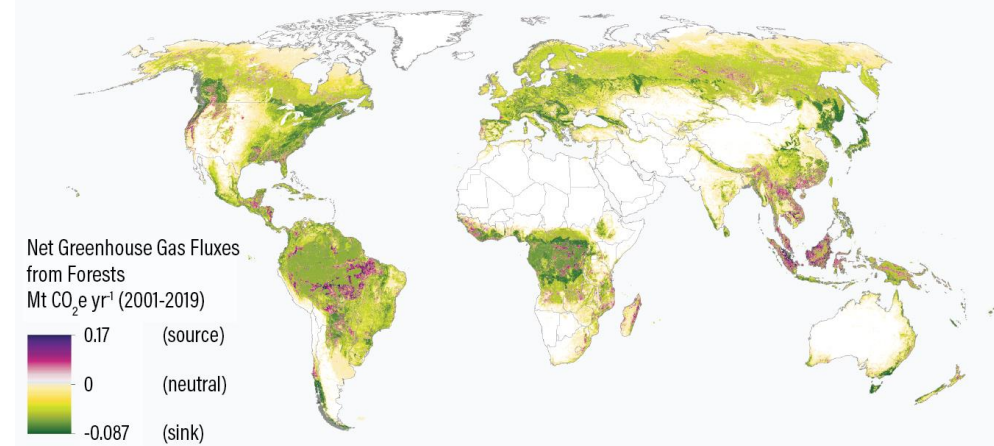
- Rastliny potrebujú k životu oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ). Rastliny a lesy každoročne odstraňujú a ukladajú obrovské množstvo oxidu uhličitého z atmosféry
- Problém je v tom, že je tu len toľko oxidu uhličitého, ktorý dokážu absorbovať, a toto množstvo sa znižuje, keďže proces deforestácie napreduje

## ► Zvieratá sa prispôbia klimatickým zmenám

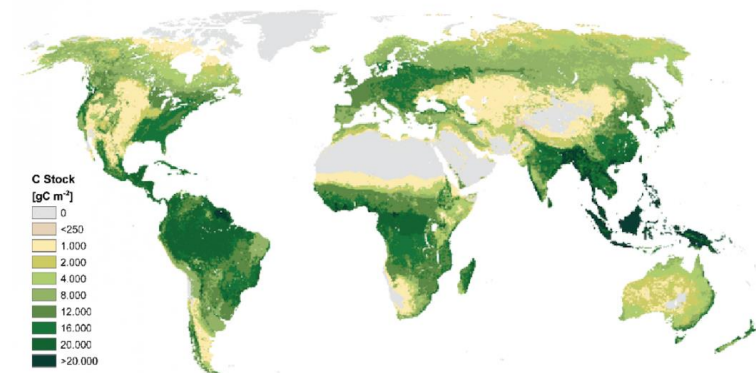
- Niektoré rastliny a zvieratá sa prispôbia, no nie všetky
- Aby prežili, rastliny a zvieratá, ktoré sú konfrontované s klimatickými zmenami sa presunú alebo prispôbia

## ► Počet ľadových medvedí sa zvyšuje

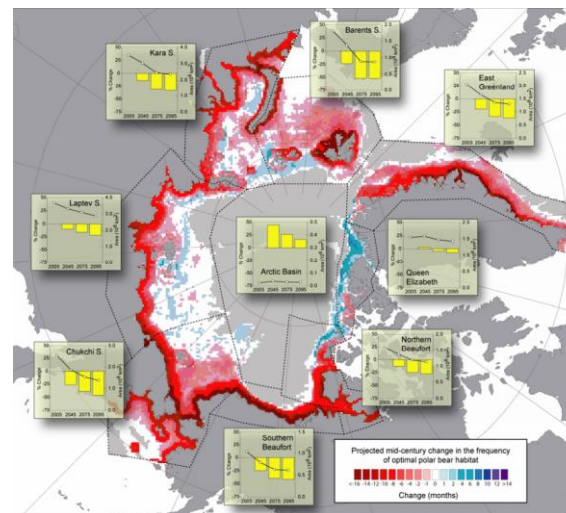
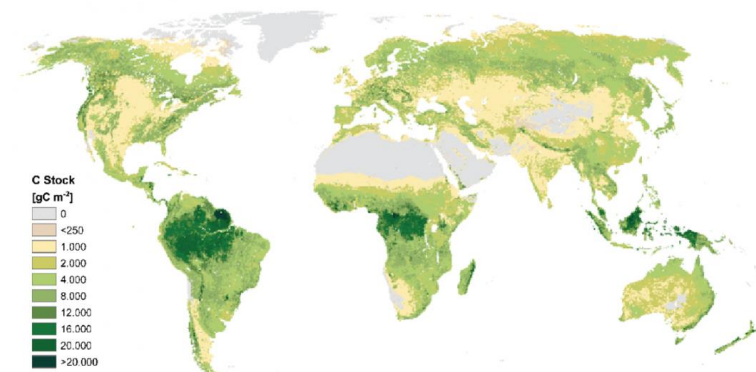
- Arktída sa otepľuje zhruba štyrikrát rýchlejšie ako zvyšok sveta, čo spôsobuje, že sa morský ľad každý rok topí skôr a tvorí sa neskôr
- Predpokladá sa, že populácia ľadových medvedí sa do polovice tohto storočia zníži o 30 %



## POTENTIAL BIOMASS STOCKS



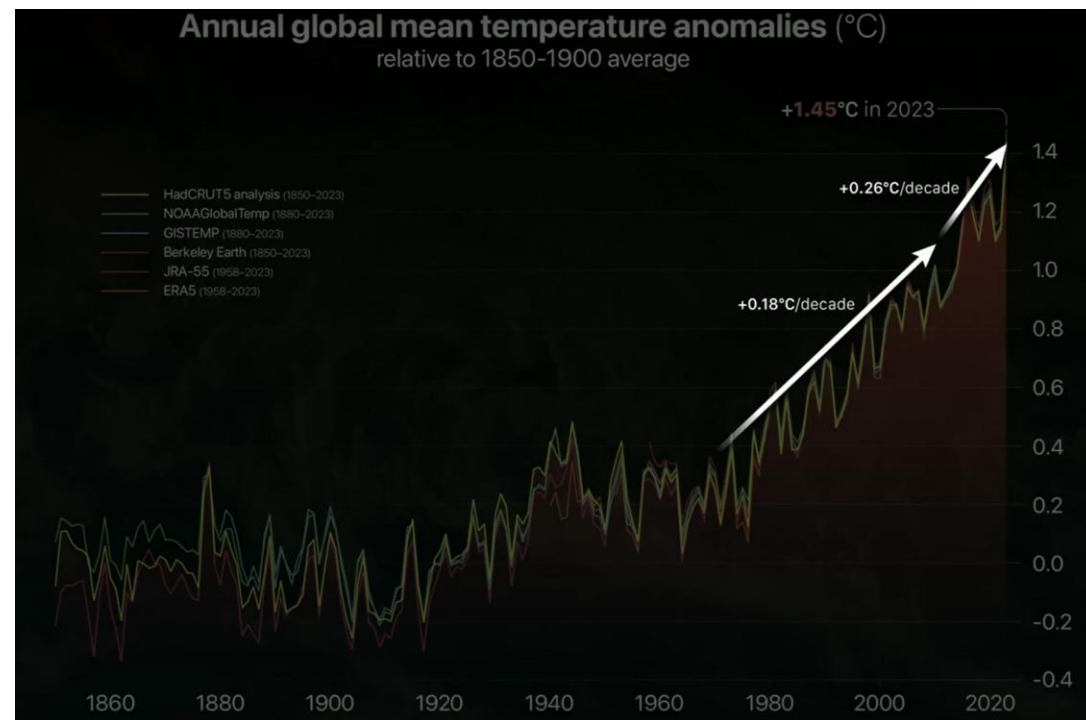
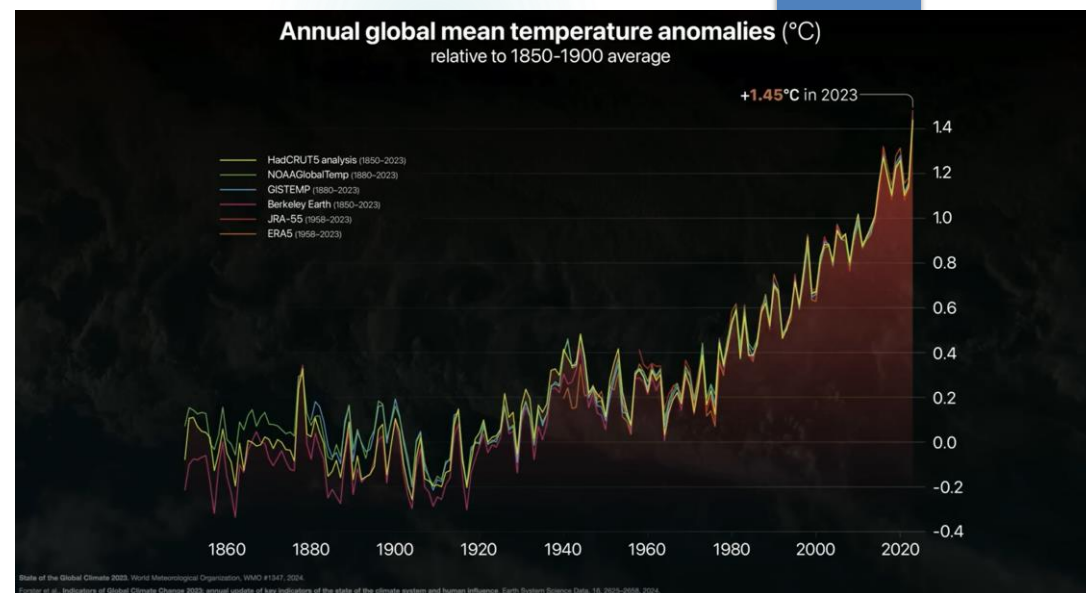
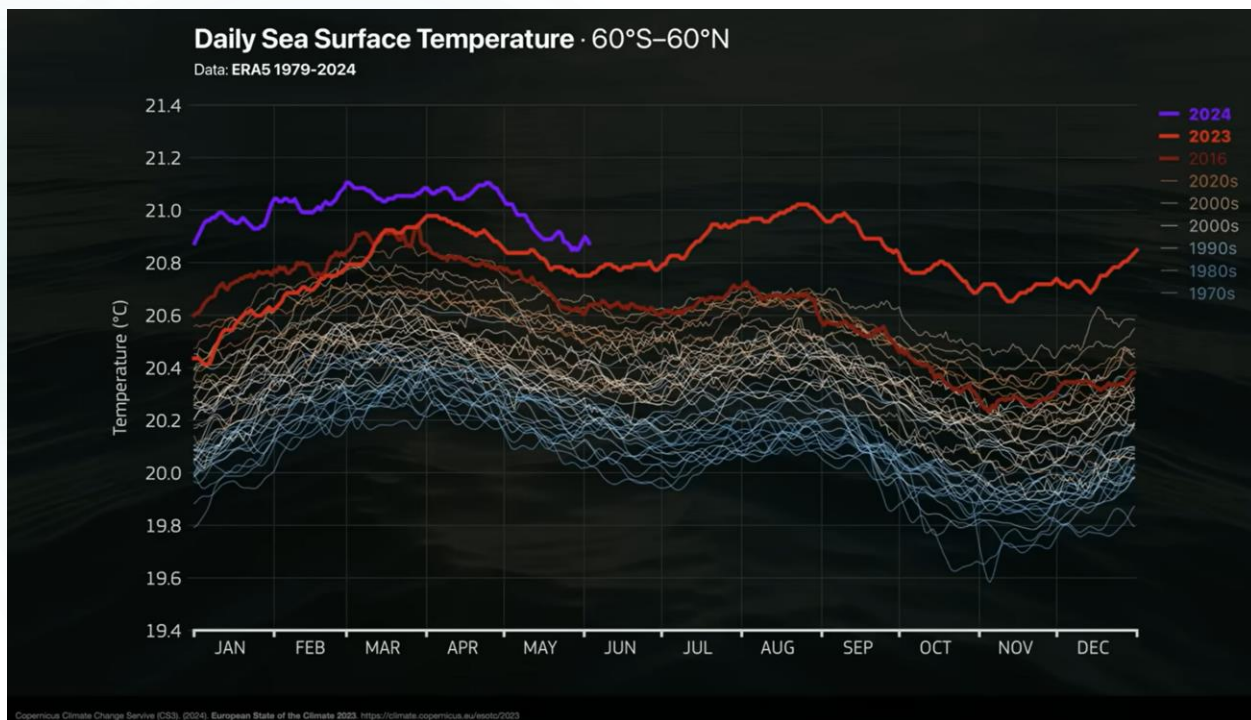
## ACTUAL BIOMASS STOCKS





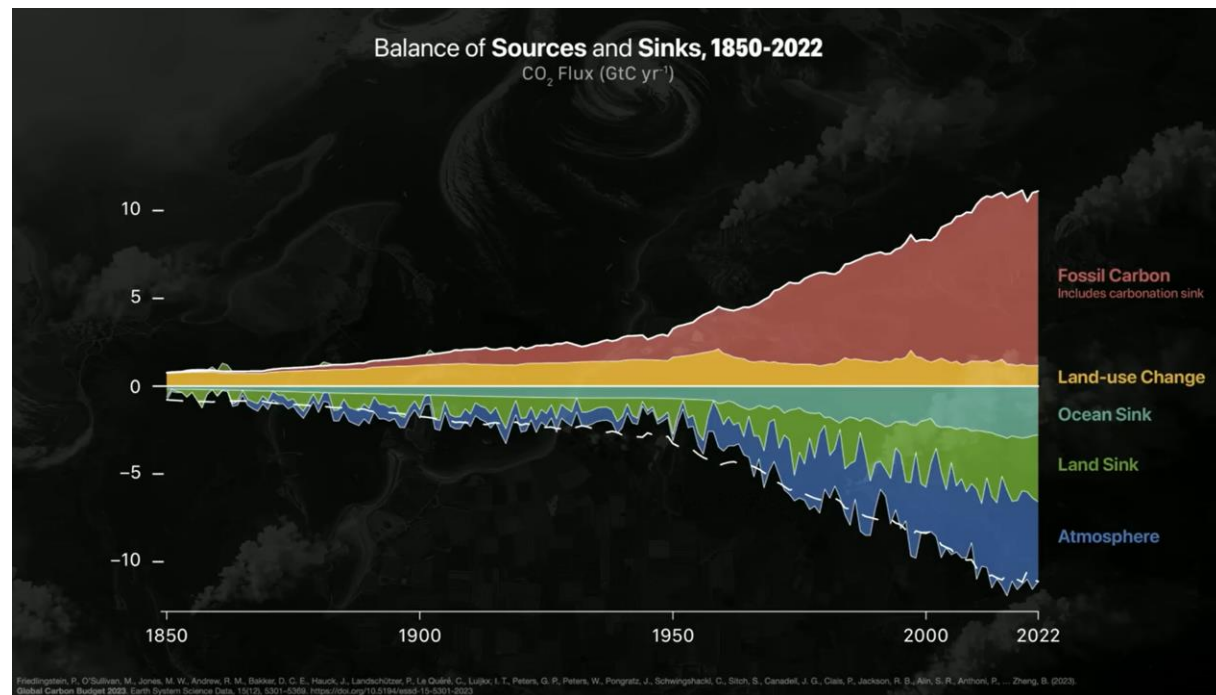
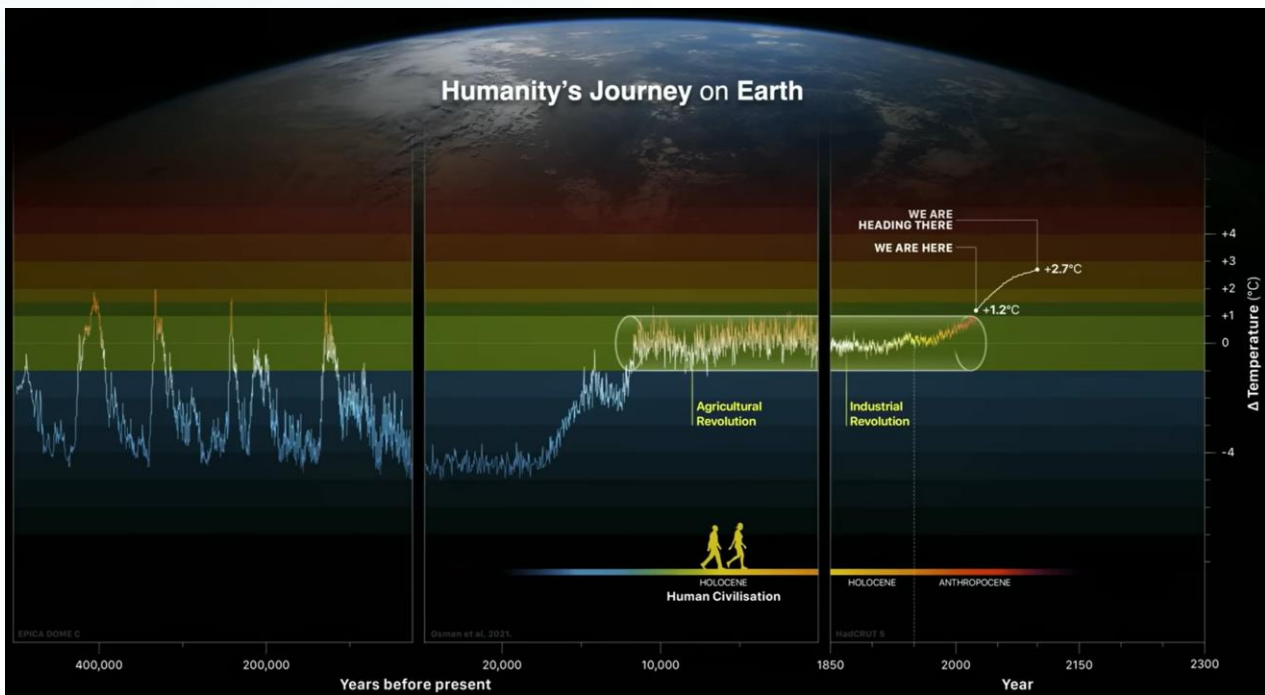
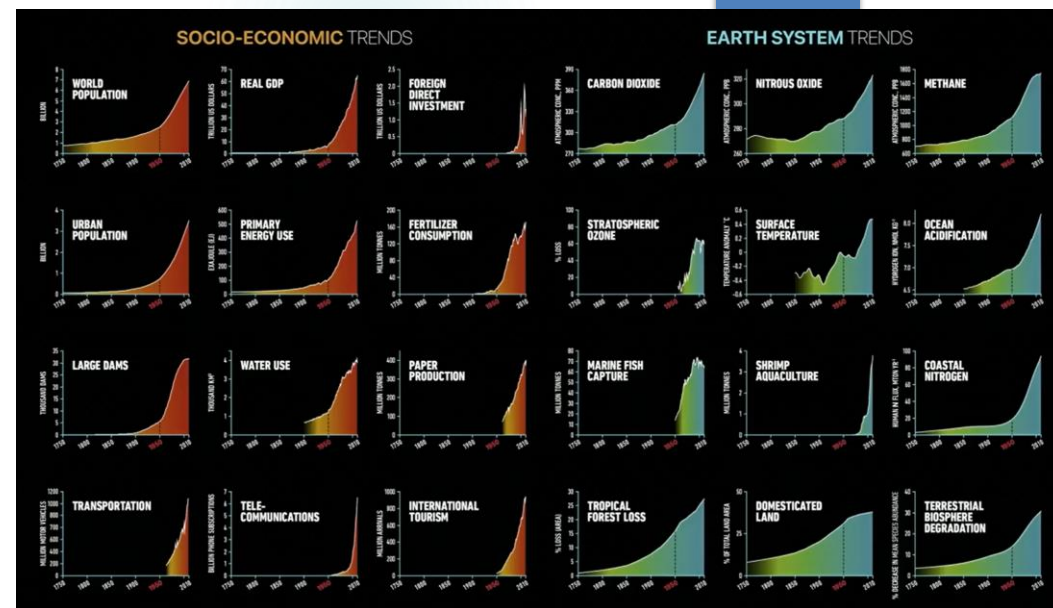
# Akcelerácia klimatickej zmeny

- Posledné roky sú opakovane prekonávané teplotné rekordy
- Bezprecedentný nárast priemernej povrchovej teploty oceánu
- Pri prekročení kritickej hodnoty ireverzibilné zmeny ekosystémov



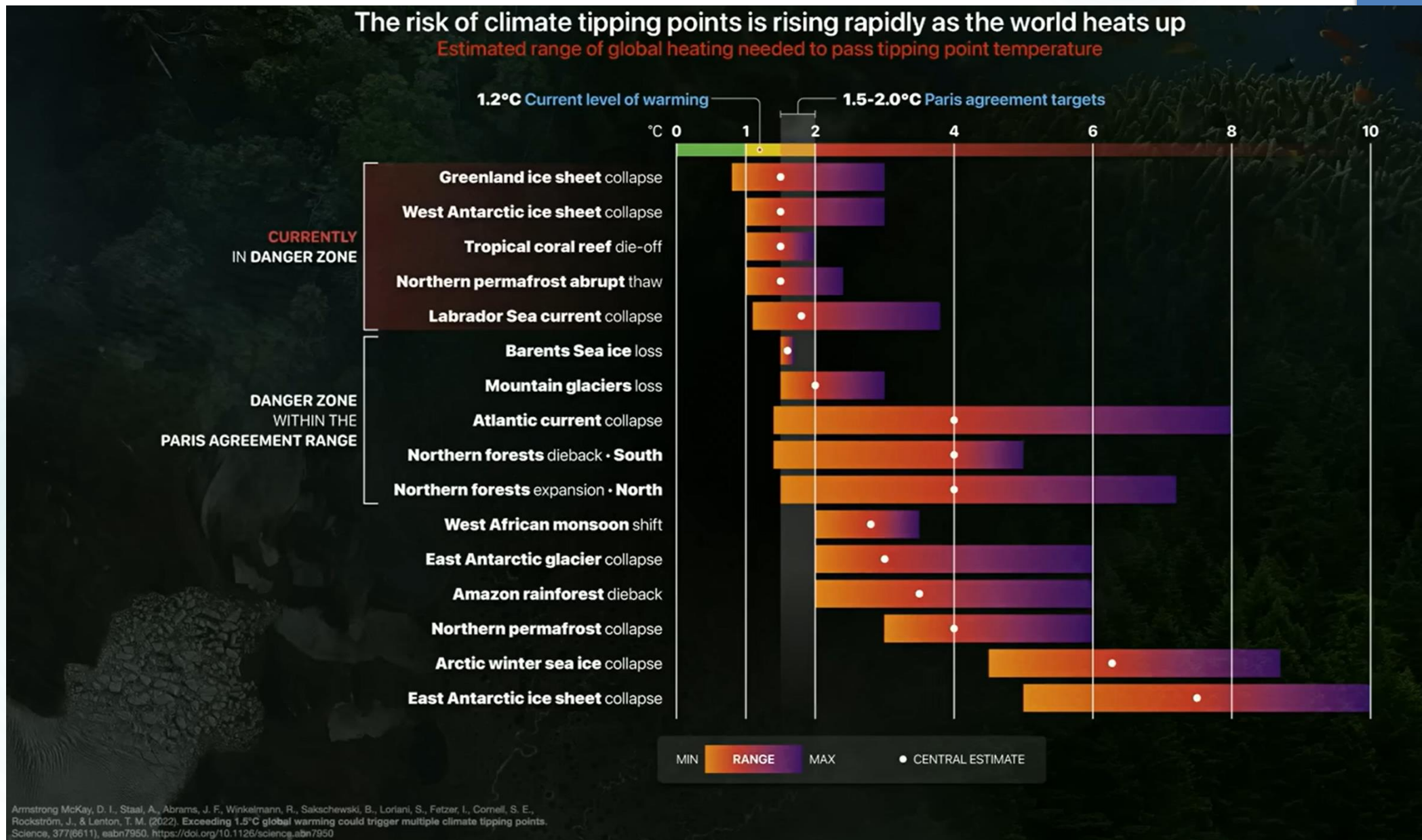
# Akcelerácia klimatickej zmeny

- ▶ Posledné roky sú opakovane prekonávané teplotné rekordy
- ▶ Bezprecedentný nárast priemernej povrchovej teploty oceánu
- ▶ Pri prekročení kritickej hodnoty ireverzibilné zmeny ekosystémov



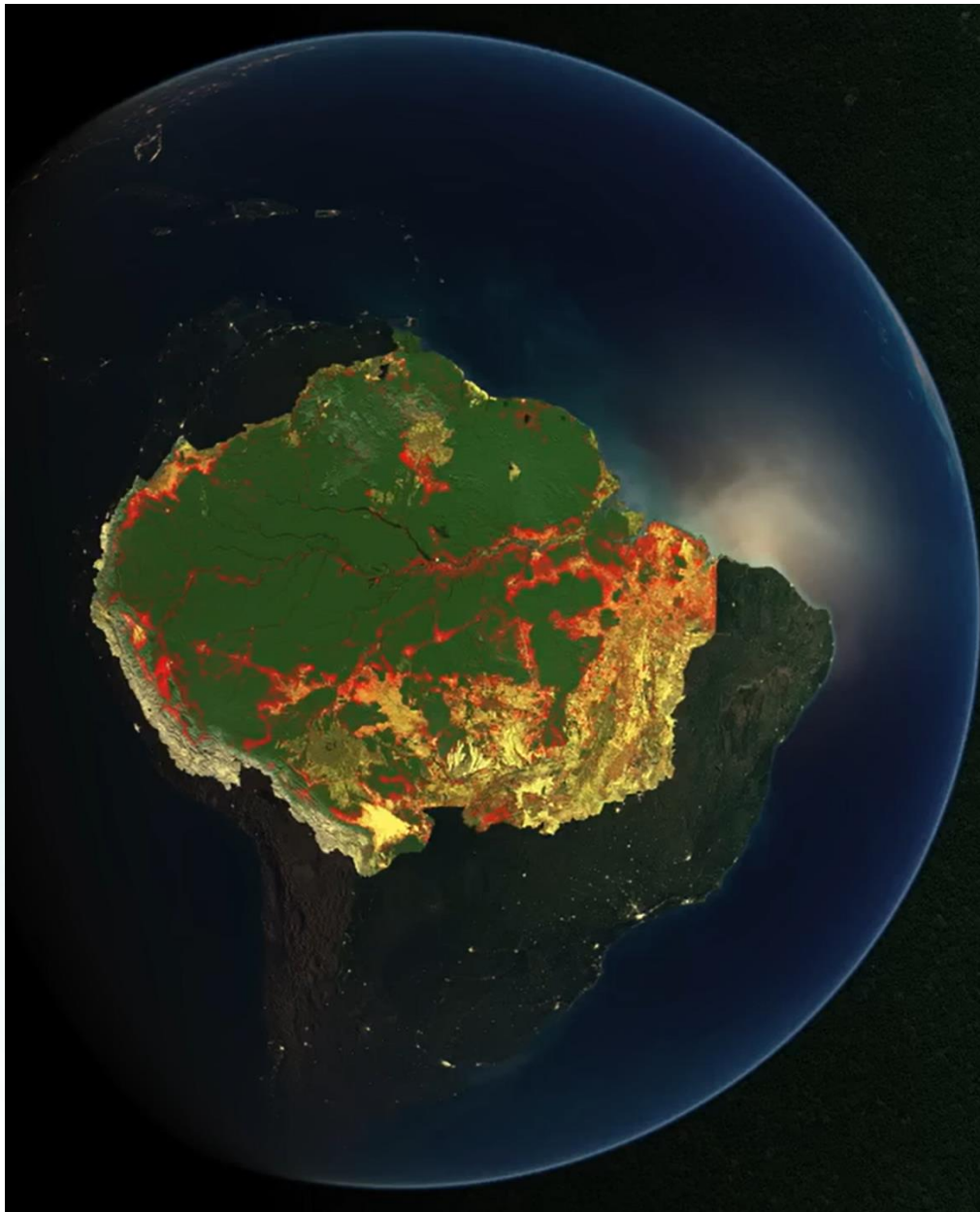


# Akcelerácia klimatickej zmeny





# Akcelerácia klimatickej zmeny



## Risk of **Amazon Tipping Point**

Closer than we thought?

CLIMATE RISK

**3-5°C**

CLIMATE & ECOLOGICAL RISKS

**1.5-2°C**

+ **20-25%**  
deforestation

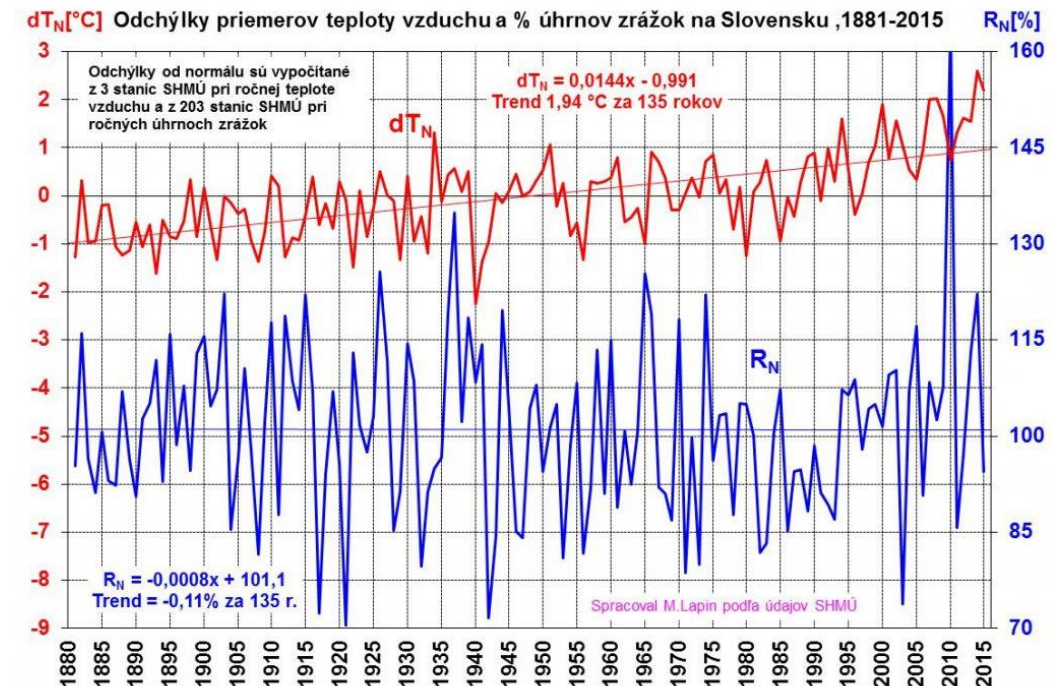
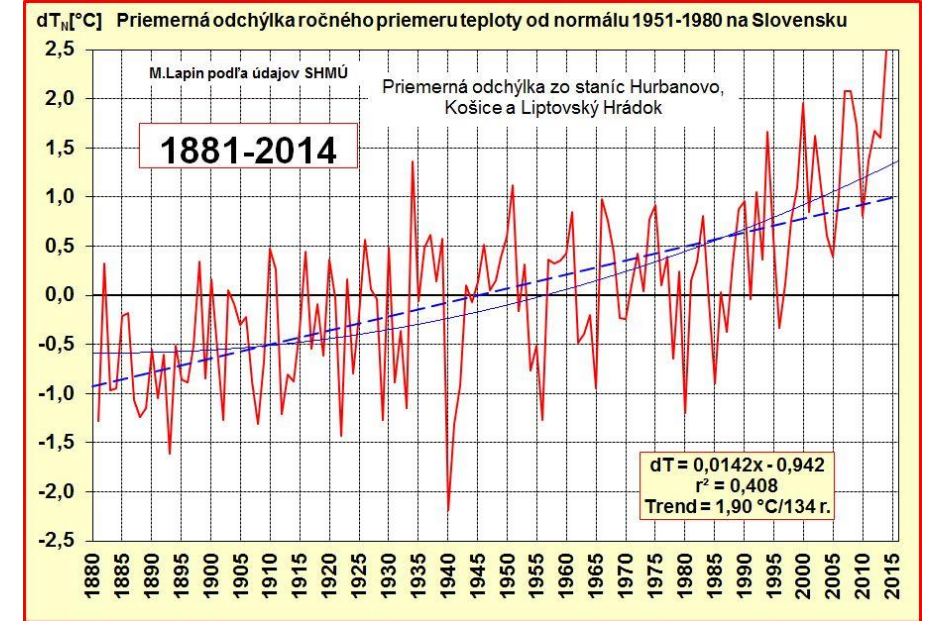
**TODAY**

**1.2°C** + **17%**



# Klimatická zmena na Slovensku

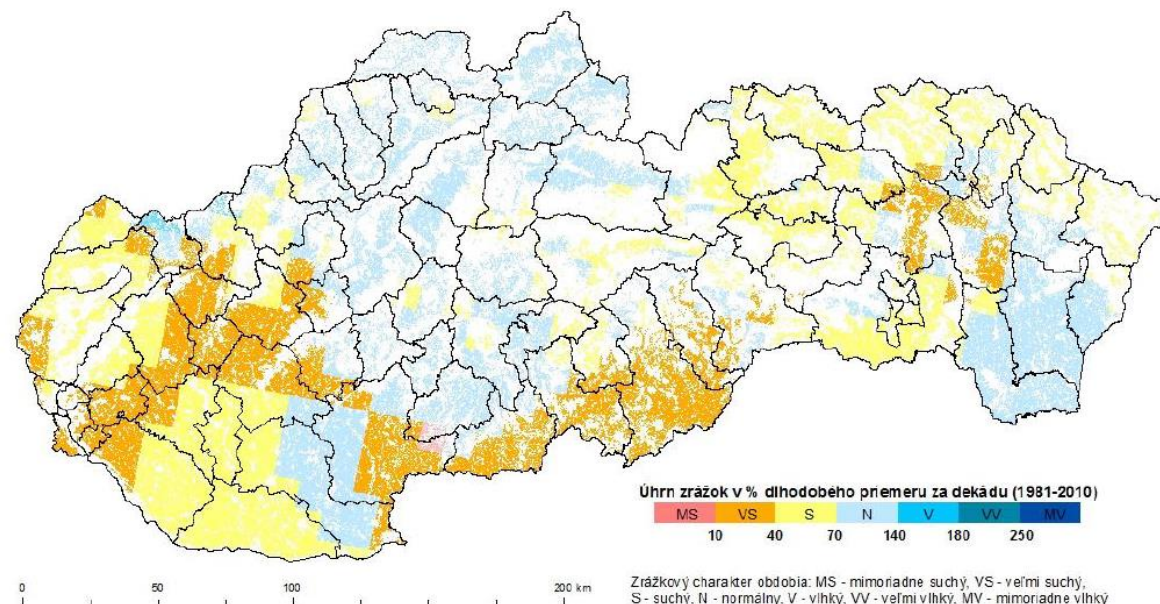
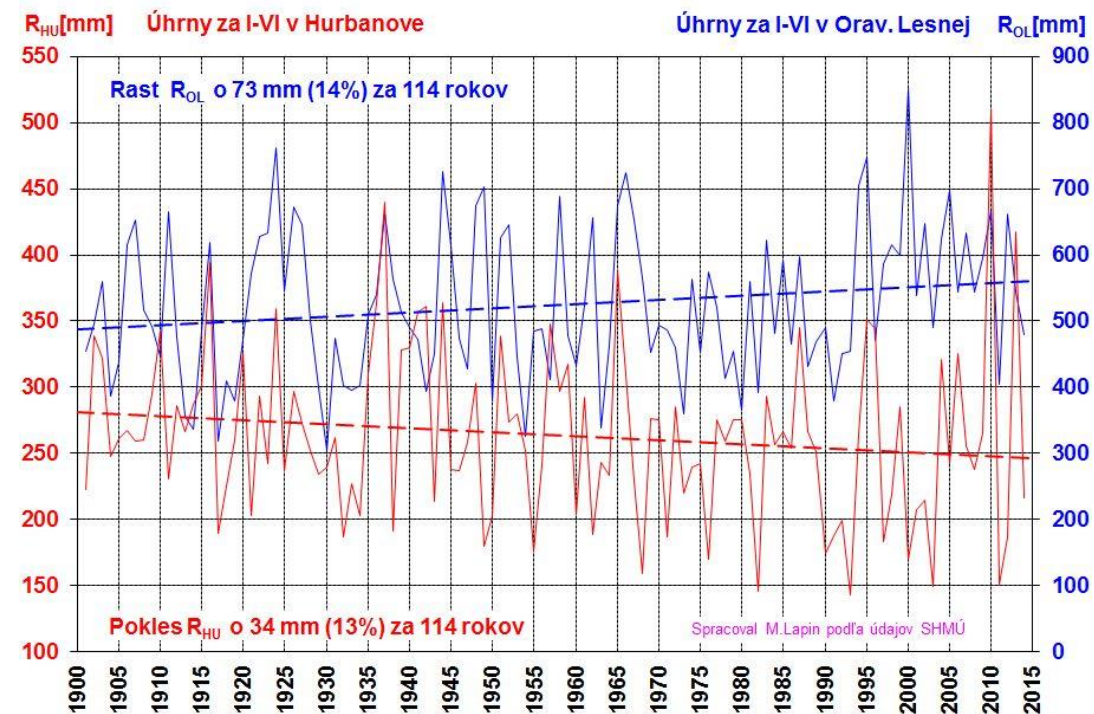
- ▶ Slovensko leží v severnom miernom klimatickom pásme - geografická pozícia v strednej Európe, **prúdenie vetra zo západu** a **nadmorská výška** sú kľúčovými faktormi, ktoré **ovplyvňujú klímu**
- ▶ celkovo je **počasie** na Slovensku **premenlivé**, pretože sa strieda vplyv suchého **kontinentálneho** vzduchu a vlhkého **oceánskeho** vzduchu
- ▶ aj na Slovensku sa výrazne prejavuje zmena klímy, ktorú je možné zaznamenať počas jednej generácie – pestovanie kukurice na Orave
- ▶ na Slovensku sa za posledných 100 rokov oteplilo o **1,1 °C (2015)** - klimatický rozdiel medzi Žilinou a Komáromom
- ▶ do konca storočia sa pravdepodobne oteplí o +2 až 4 °C ??





# Klimatická zmena na Slovensku

- **najteplejšie** obdobie na Slovensku bolo zaznamenané od začiatku 90-tych rokov, zároveň došlo k **poklesu zrážok** v priemere o 5,6 %, na juhu Slovenska bol pokles 10 %, kým na severe a severovýchode 5 %, došlo aj k **poklesu RH vzduchu** (do 5 %) a **snehovej pokrývky**
- zrážky v letných mesiacoch by mali aj **naďalej klesať**, očakávajú sa **dlhšie obdobia sucha**, ktoré budú striedať **dažde prívalového charakteru**
- je pravdepodobné, že klimatické zmeny na Slovensku negatívne ovplyvnia nielen vodnú bilanciu, ale aj biologické výroby ako sú **poľnohospodárstvo, lesné hospodárstvo a rybárstvo**, zvýšia **ohrozenie biodiverzity a ľudského zdravia**





# Zdroje prednášok

- ▶ **Balážovičová, L. 2015: Základy meteorológie a klimatológie pre geografov. Vysokoškolské skriptá. FPV UMB, Banská Bystrica, 148 s.**
- ▶ Dub, O., 1957: Hydrológia, hydrografia, hydrometria. SVTL, Bratislava.
- ▶ Kemel, M. 1996: Klimatologie, meteorologie, hydrologie, ČVUT Praha, 289 s.
- ▶ **Polčák, N. 2009: Základy klimatológie pre geografov. Vysokoškolské skriptá. FPV UMB, Banská Bystrica, 116 s.**
- ▶ **Ruda, A., 2014: Klimatologie a hydrogeografie pro učitele, Masarykova univerzita, Brno, 257 s.**
- ▶ Horník, S., a kol., 1986: Fyzická geografie II. SPN, Praha.
- ▶ Netopil R. a kol., 1986: Fyzická geografie I SPN Praha, 272 s.
- ▶ **Trizna, M., 2004: Klimageografia a hydrogeografia. PF UK Bratislava, 154 s.**
- ▶ <https://geodiode.com/climate/koppen-classification/>