

---



# Üvegházhatás és klímaváltozás

---

**Gyalai-Korpos Miklós**



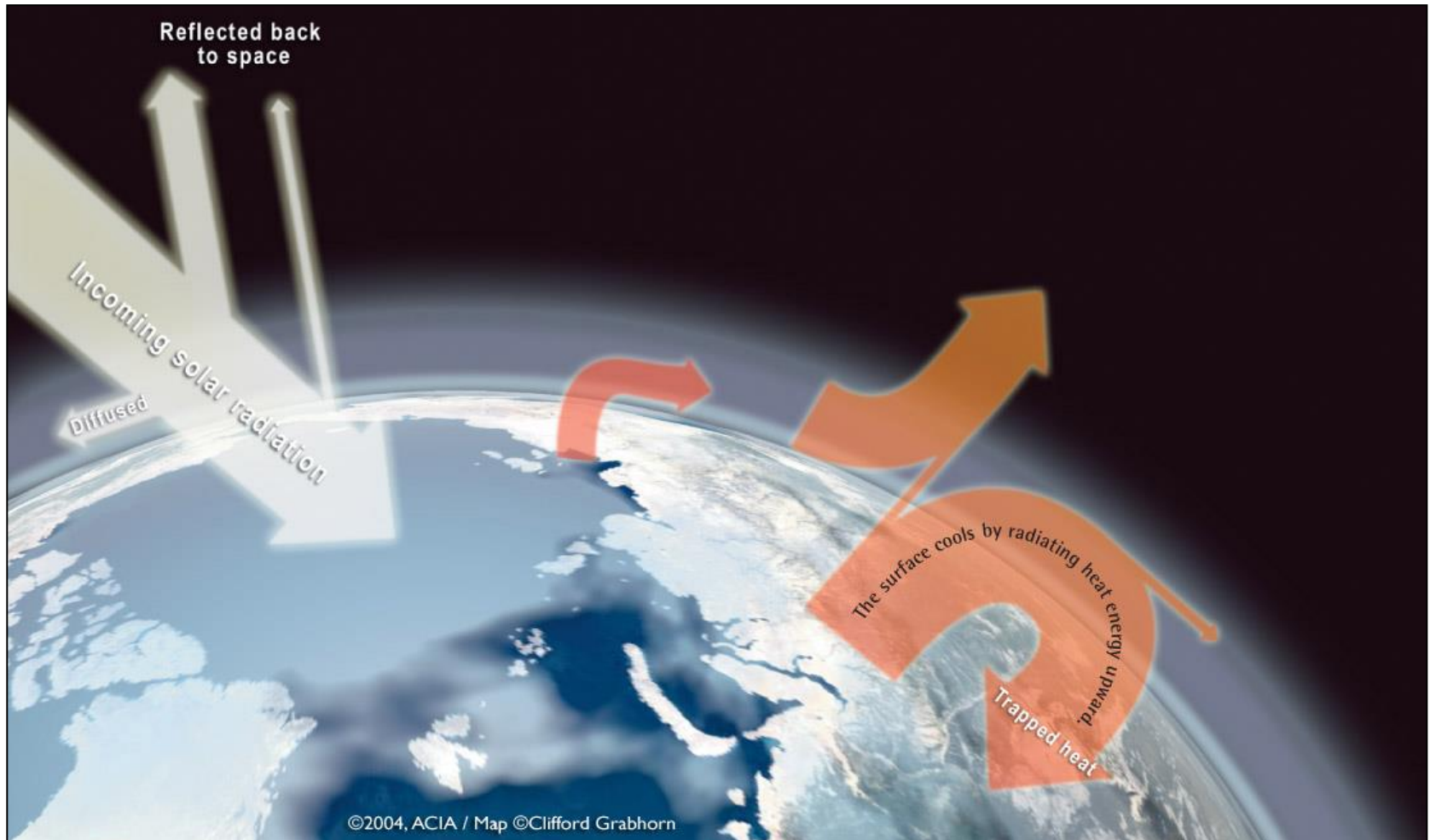
# Klíímaváltozás - tünetek

---

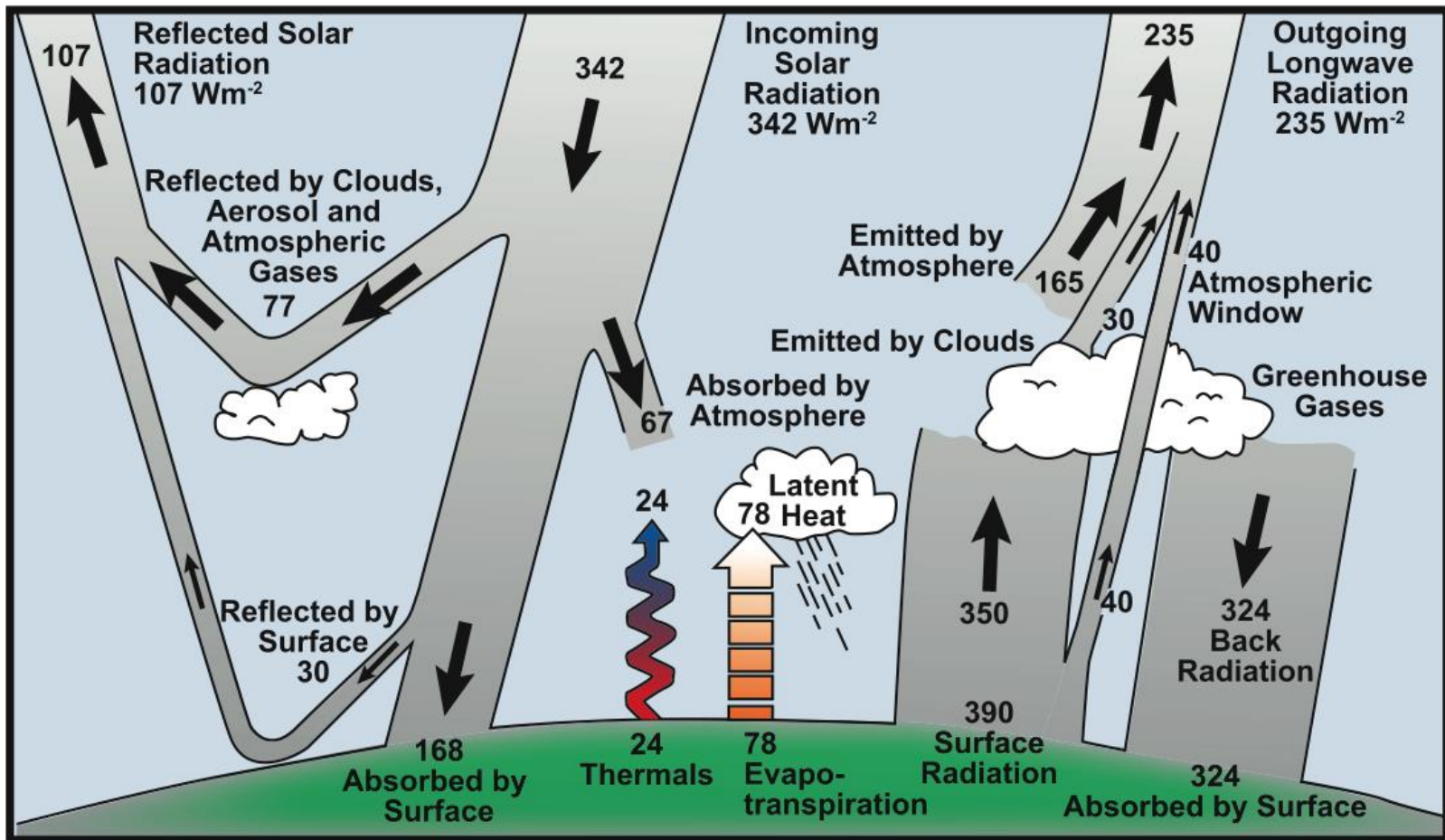
1. Üvegházhatás
2. Egy kis filozófia: változás?
3. Tünetek
4. Klímaváltozás – modellek
5. Mi az ok?



# Üvegházhatás



# Globális energiamérleg



Le Treut, H., R. Somerville, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson and M. Prather, 2007: Historical Overview of Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.



# Éghajlat vagy időjárás?

---

A Meteorológiai Világszervezet, a WMO (World Meteorological Organization) szerint:

- **éghajlat** az éghajlati rendszerek által véges időszak alatt felvett állapotok statisztikai sokasága. Az éghajlati rendszer az éghajlat kialakításáért felelős geofizikai közegek – **az atmoszféra (légkör), a hidroszféra (óceánok), a litoszféra (szárazföldek), a bioszféra (növény- és állatvilág) és a krioszféra (gleccserek, hó- és jégtakarók)** – összessége. Az éghajlat egy „elégé hosszú” (általában 30 év), de véges időintervallum alatt felvett összes légköri állapot együttese a Föld egészén, amelyet a különböző szférák is befolyásolnak.
- **időjárás** a légkör pillanatnyi állapotát jelenti egy adott helyen, amelyet a légkör fizikai állapotváltozóinak, például a hőmérsékletnek a légnyomásnak, a páratartalomnak, a szélnek a segítségével jellemezhetünk.

Az időjárás tehát egyik napról a másikra, vagy akár percről percre változhat, míg az éghajlat gyakorlatilag az időjárás (kevésbé változékony) időbeli és térbeli átlagát jelenti.

# Atmoszféra

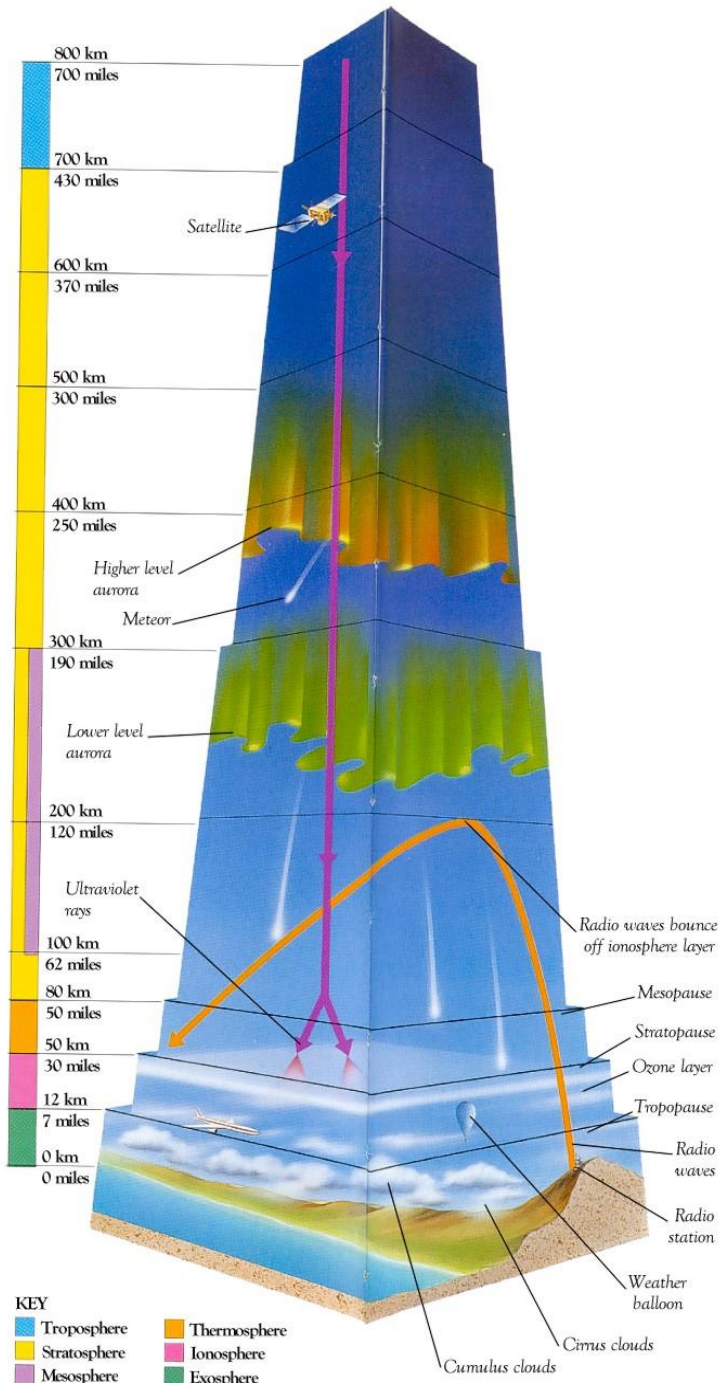


Image: courtesy of Roy Flockes

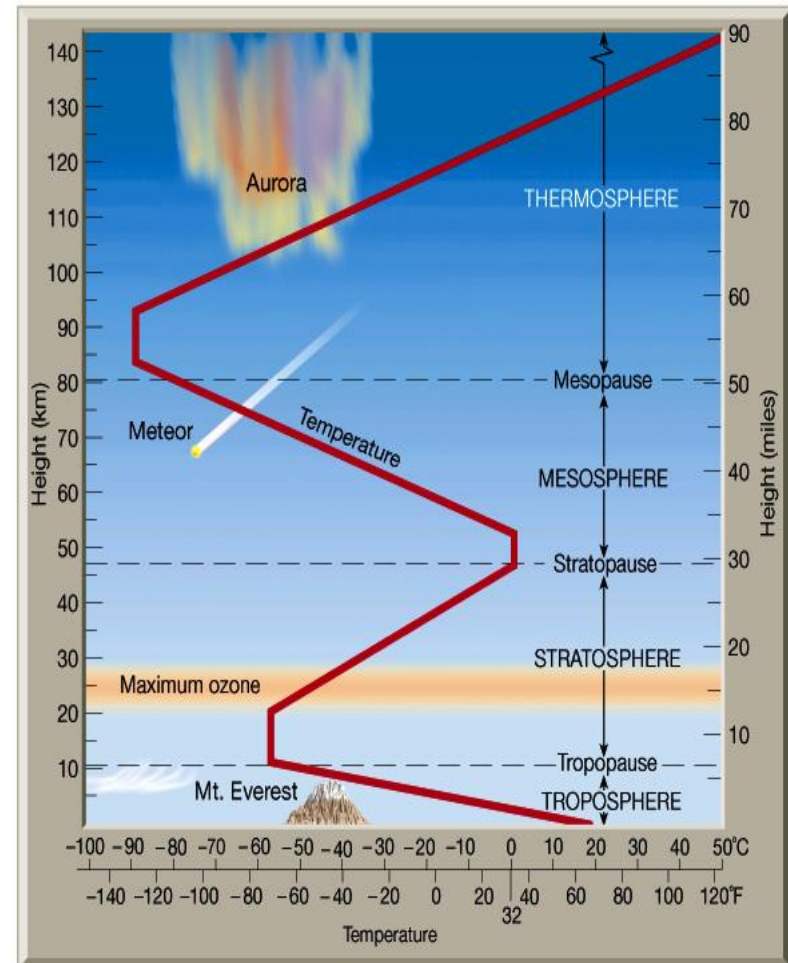
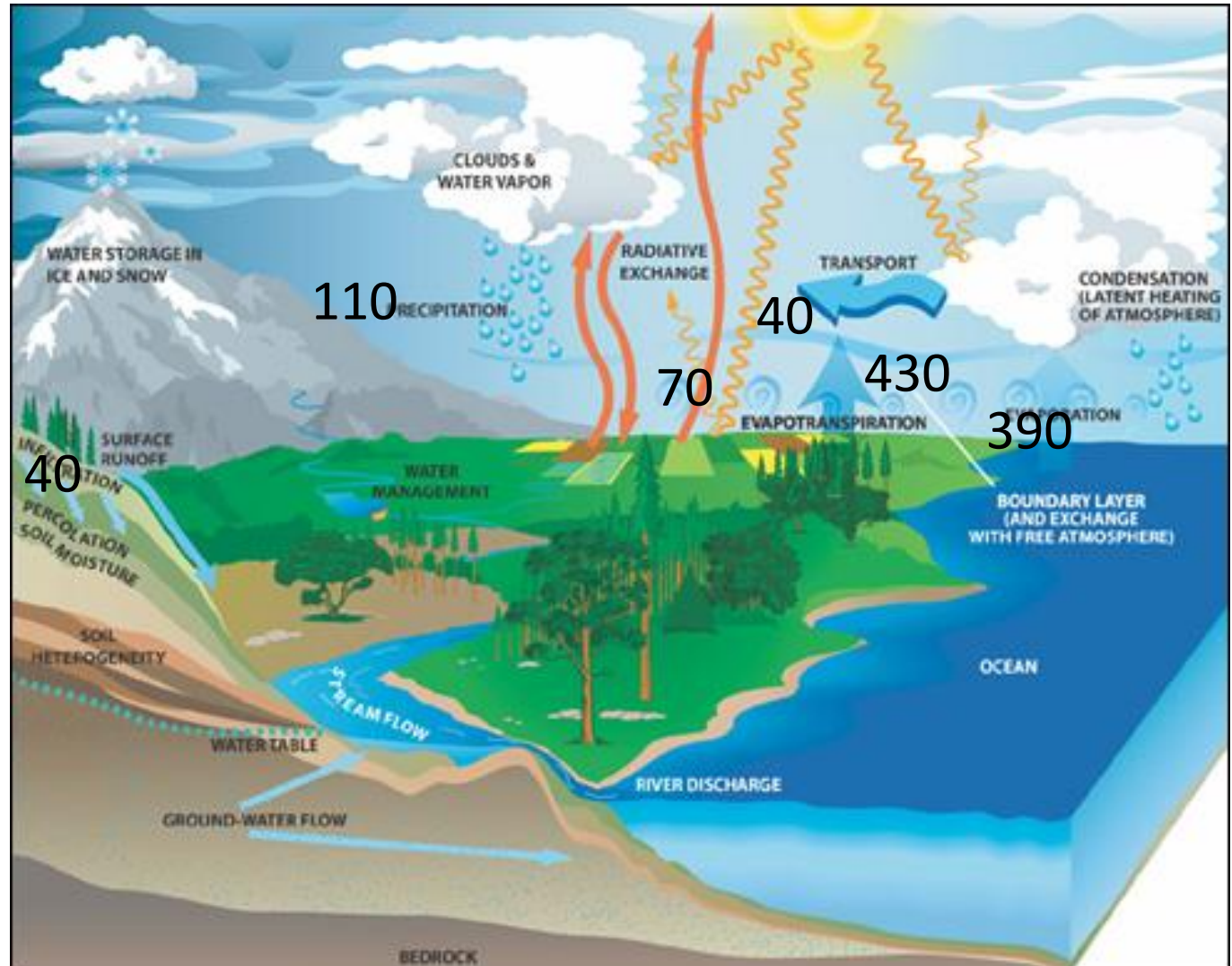


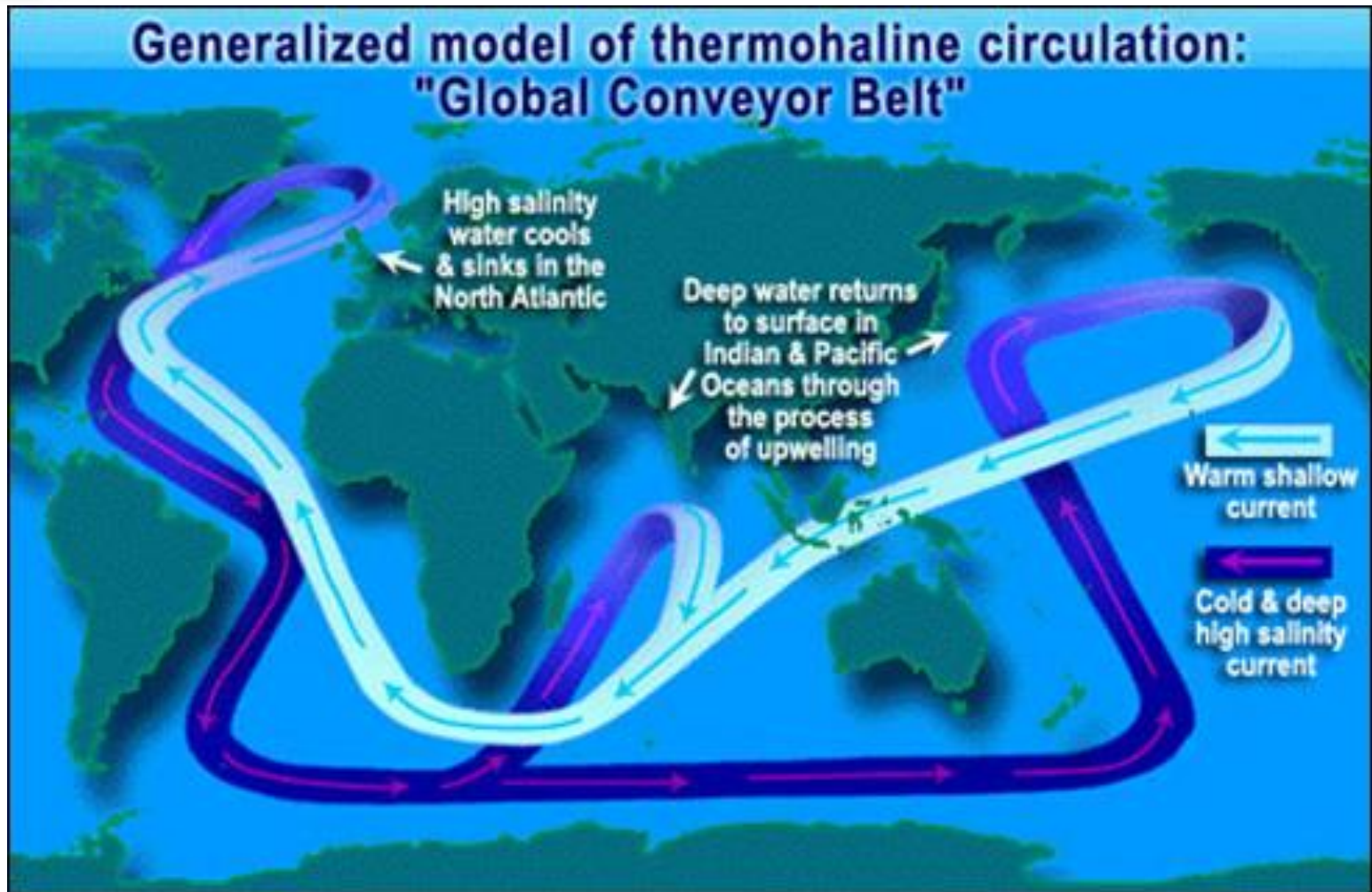
Figure 1-19, p. 20 in Lutgens and Tarbuck's *The Atmosphere*, 2001



# Víz körforgás



# Hidroszféra - áramlatok

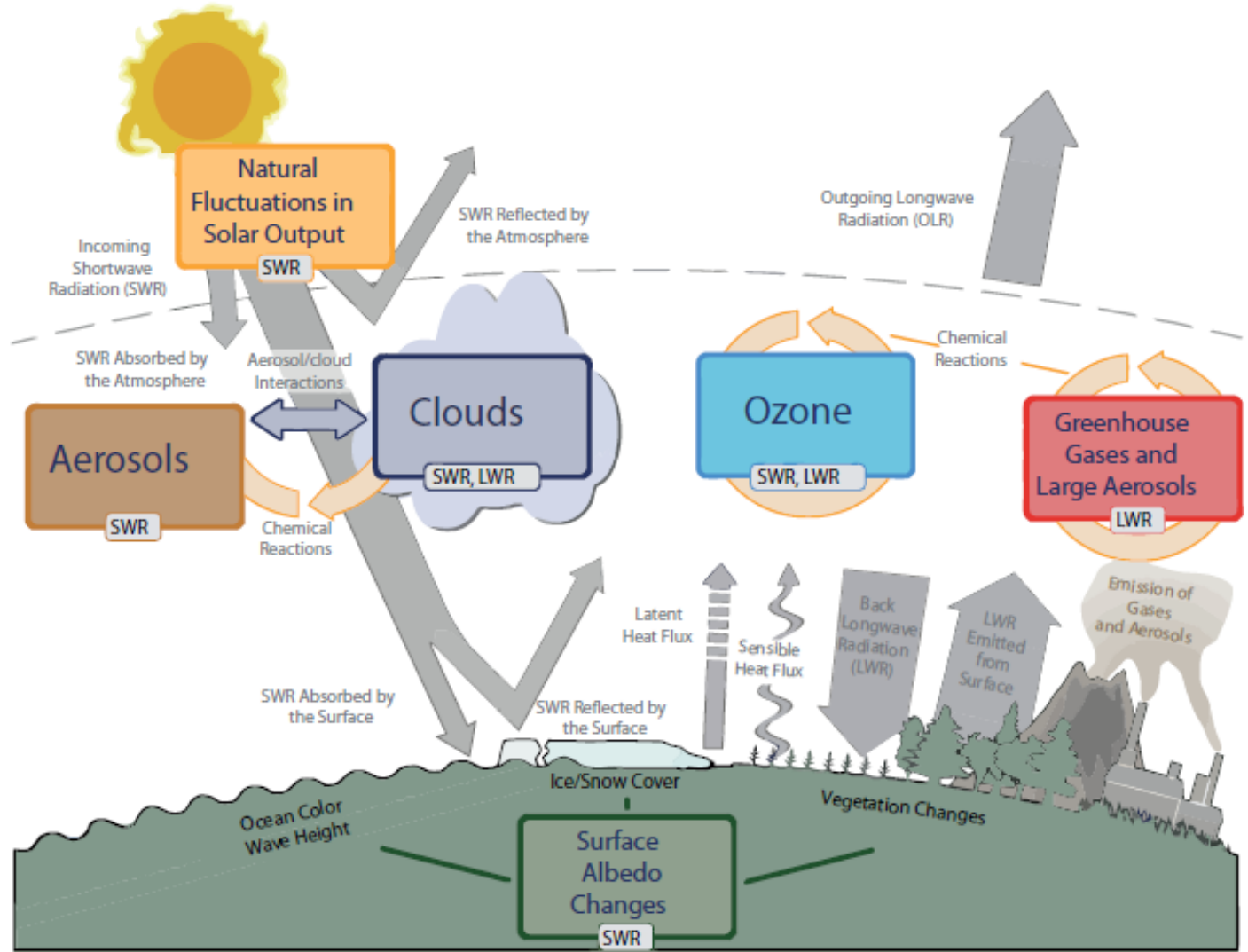






# Üvegházhatást befolyásoló elemek

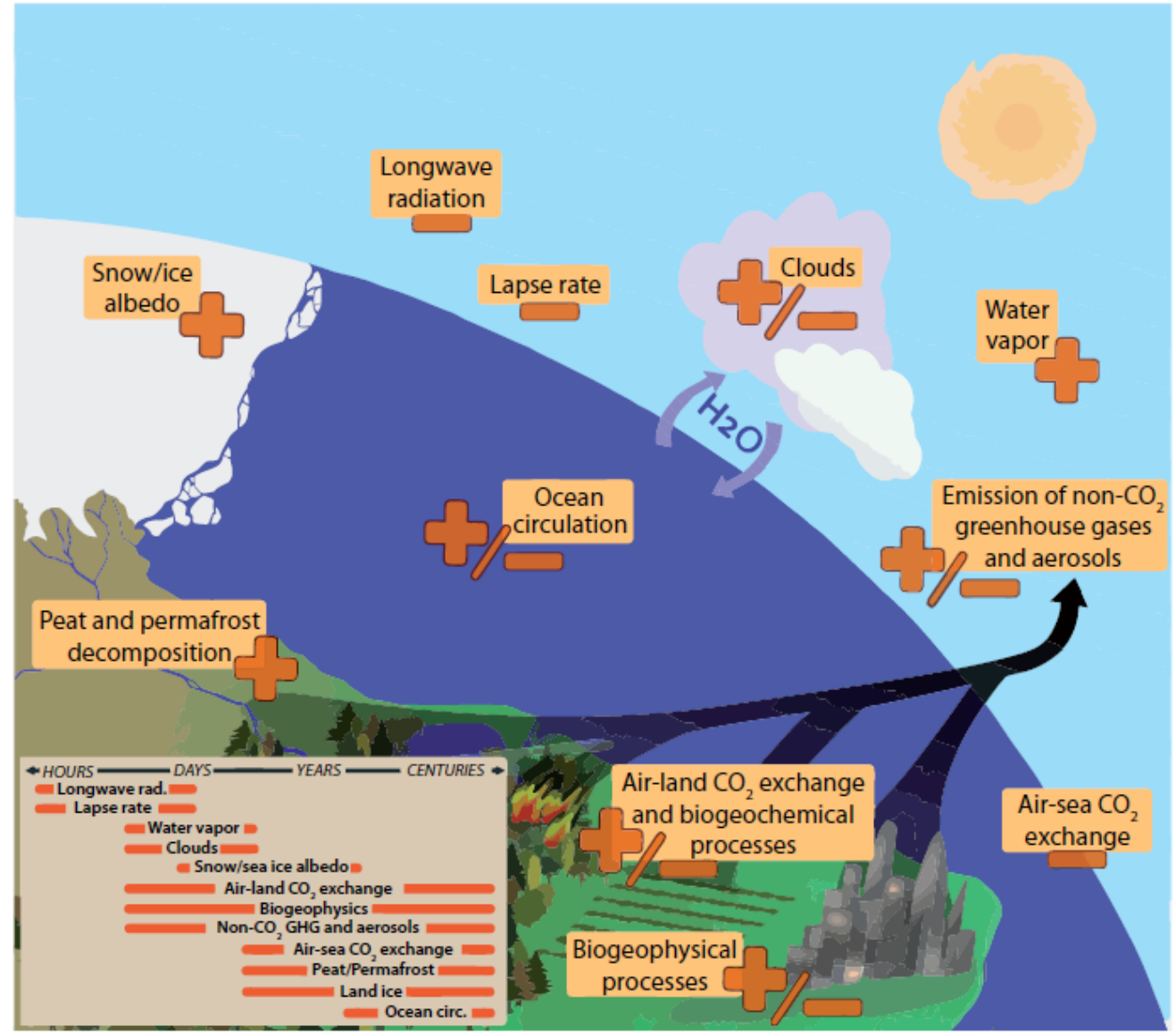
Cubasch, U., D. Wuebbles, D. Chen, M.C. Facchini, D. Frame, N. Mahowald, and J.-G. Winther, 2013: Introduction. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.





# Kölcsönhatások

Cubasch, U., D. Wuebbles, D. Chen, M.C. Facchini, D. Frame, N. Mahowald, and J.-G. Winther, 2013: Introduction. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.





# Üvegházhatás

---

- Az éghajlatot befolyásoló több, egymással kölcsönhatásban lévő komplex rendszer **egyik eleme**.
- Üvegházhatás nélkül nem lehetne élet a Földön.
- Fő okozói: vízgőz, CO<sub>2</sub>, metán, N<sub>2</sub>O, egyéb gázok
- A komplex rendszer egyik kis elemének változásai is rendszerszintű változásokat és kölcsönhatásokat gerjeszhetnek.

**Az éghajlatot többszörösen összetett rendszerek kölcsönhatása alakítja ki, sokszor nem egy időben, sőt hosszú távon jelentkező hatásokon keresztül.**

**Azaz egy adott változás, „zavarás” hatása az egész rendszert befolyásolja.**



# Változás?

---

Mi változik?

Jó ez? Rossz ez?

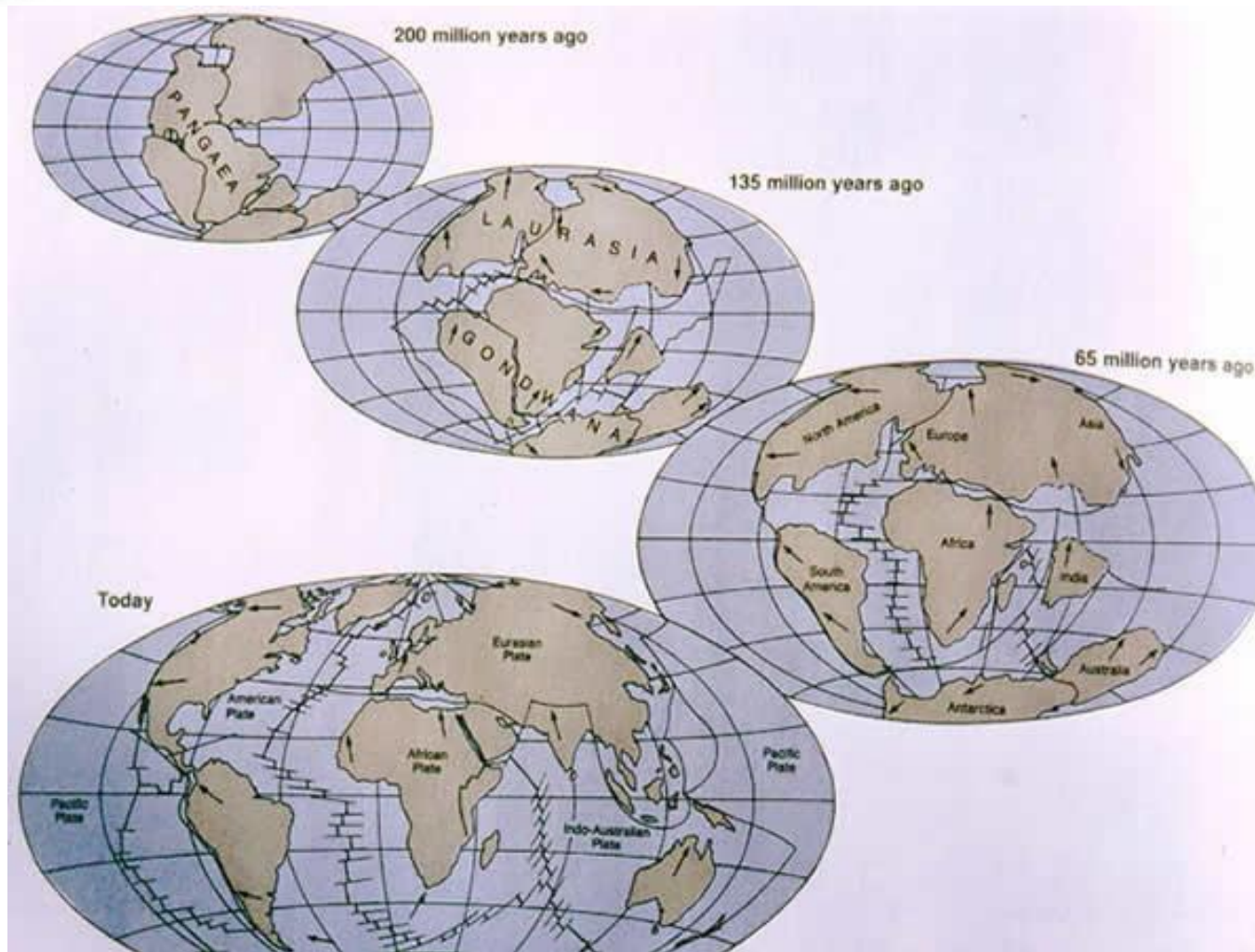
**Everything evolves**

**Everything changes**

Nem önmagában a változás ténye fontos, hanem annak sebessége!

Elég gyorsan tudunk-e alkalmazkodni?

# Globális változások





Updated and revised 2006 from National Geographic's

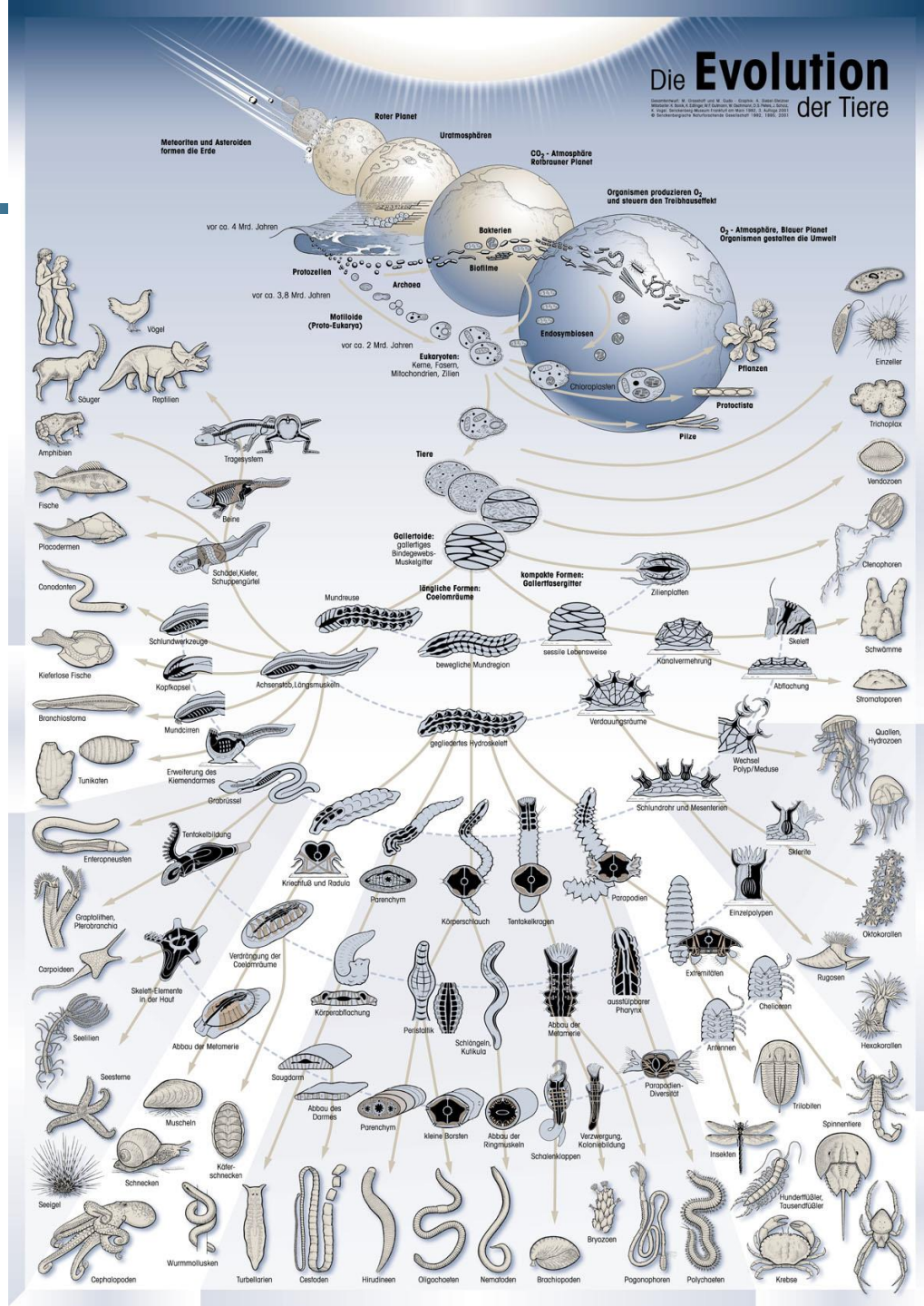
# THE EVOLUTION OF WHALES

With additional comments, by early whale expert and Paleontologists Dr. J.G.M. Thewissen and Dr. Phil Gingerich.

Overview of whale origins, and illustrations based on fossil progression in transitional whales and dolphins.



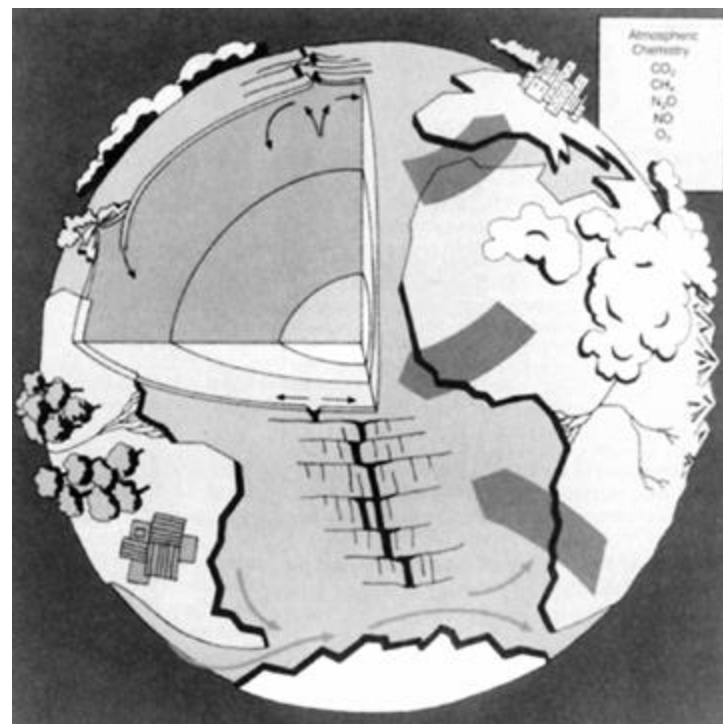
[www.edwardtbabinski.us/whales/evolution\\_of\\_whales](http://www.edwardtbabinski.us/whales/evolution_of_whales)





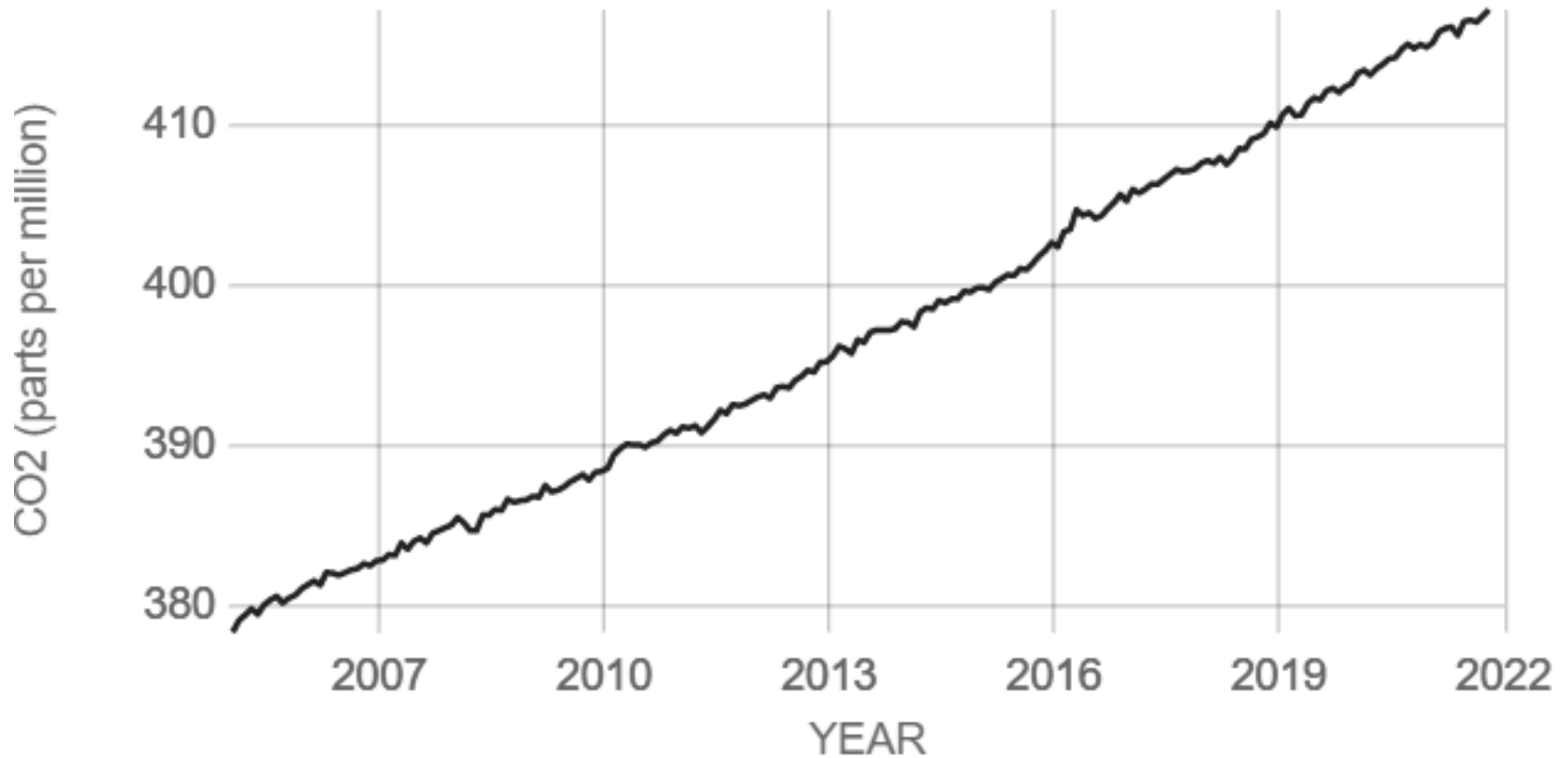
# Globális változások

A globális változások megértéséhez az éghajlatot befolyásoló minden elemet (atmoszféra, óceánok, bióta...) egy rendszerként kell kezelni és azon belül az elemek kölcsönhatásait vizsgálni – ez a szemlélet egybefoglalja és egyben meg is haladja a hagyományos tudományágakat





# Változás: CO<sub>2</sub> légköri koncentráció



Source: [climate.nasa.gov](https://climate.nasa.gov)





# Változik...és?

---

Változik...de mit okoz a változás?

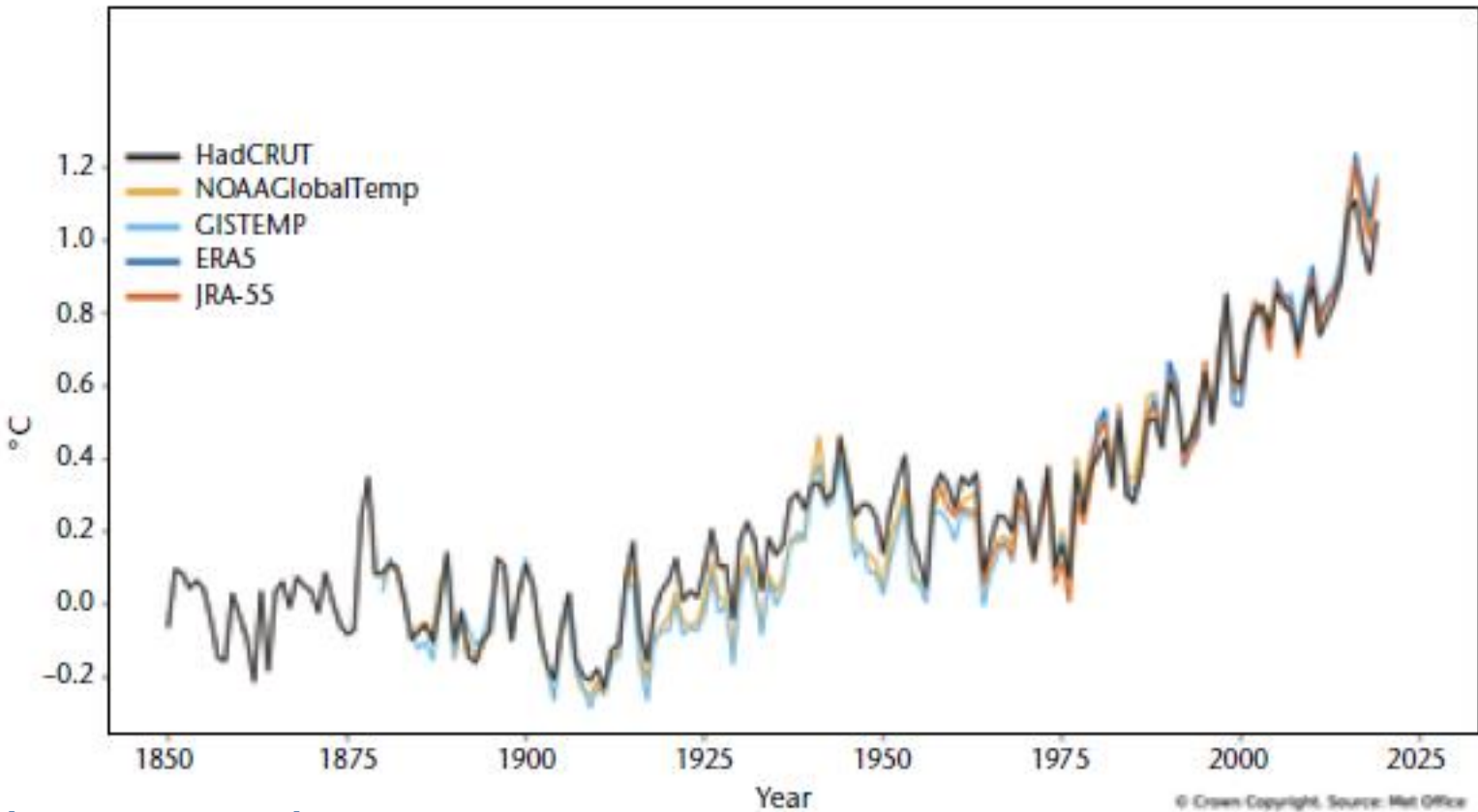
Meg tudjuk-e akadályozni?

Tudunk adaptálódni?

Vannak ehhez jó gyakorlatok?



# Tünetek



Forrás: WMO statement on the status of the global climate in 2019

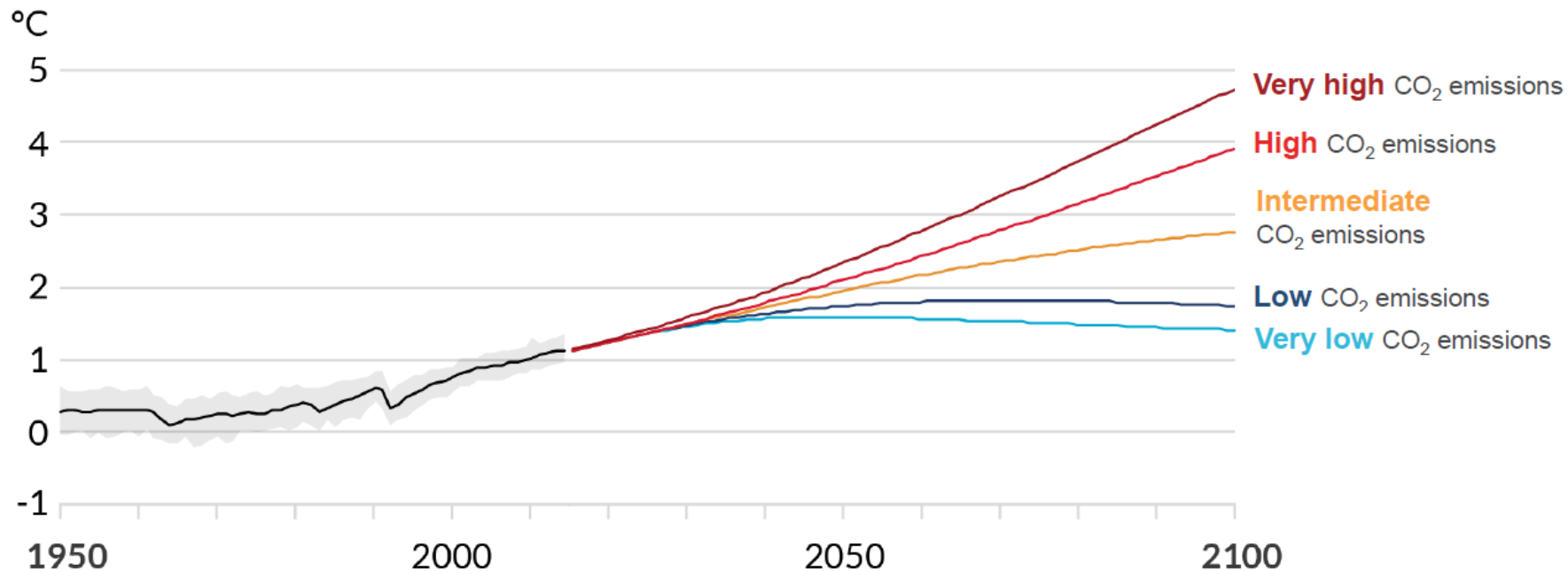
## A hőmérséklet emelkedése

Az Északi féltekén, főként a sarki régióban nagyobb mértékű a felmelegedés  
A szárazföldre melegedése gyorsabb ütemben zajlik, mint az óceánoké.

Gyakorlatilag az összes többi következmény ebből származtatható!



## Future emissions cause future additional warming

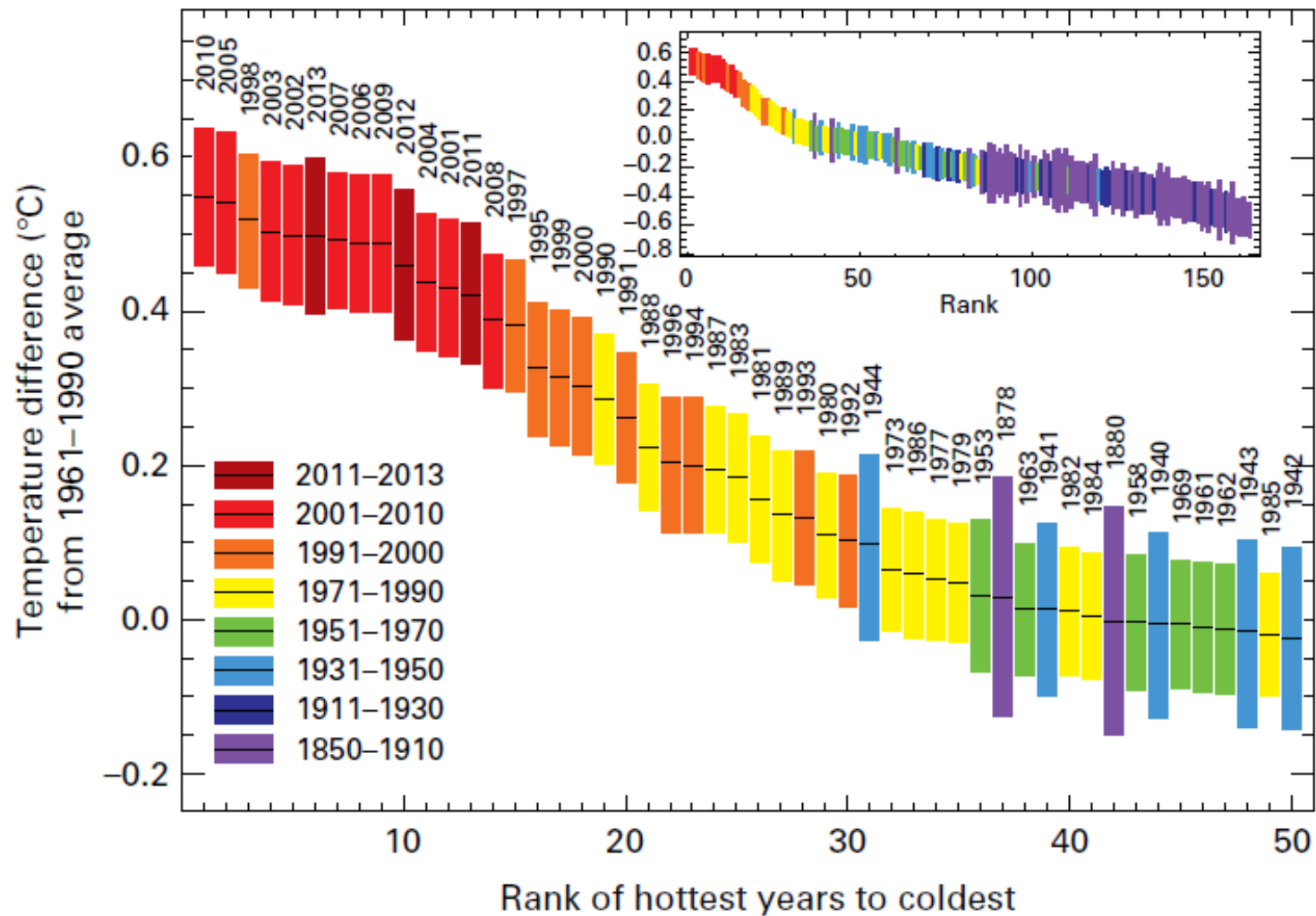


Forrás: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>



# Tünetek – időskálán?

Forrás: WMO statement on the status of the global climate in 2013

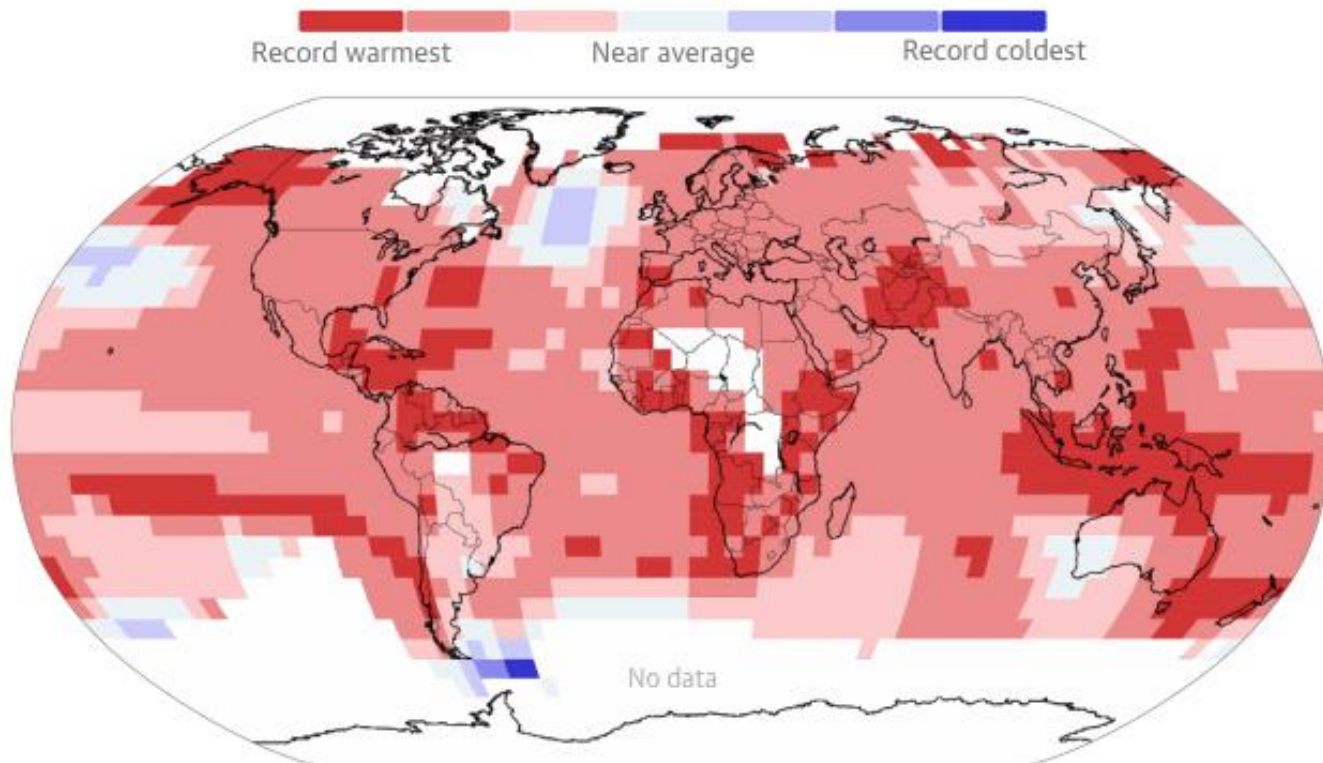




# Tünetek – időskálán?

**The science is in: 2016 was officially the hottest year ever**

<http://grist.org/article/the-science-is-in-2016-was-officially-the-hottest-year-ever/>





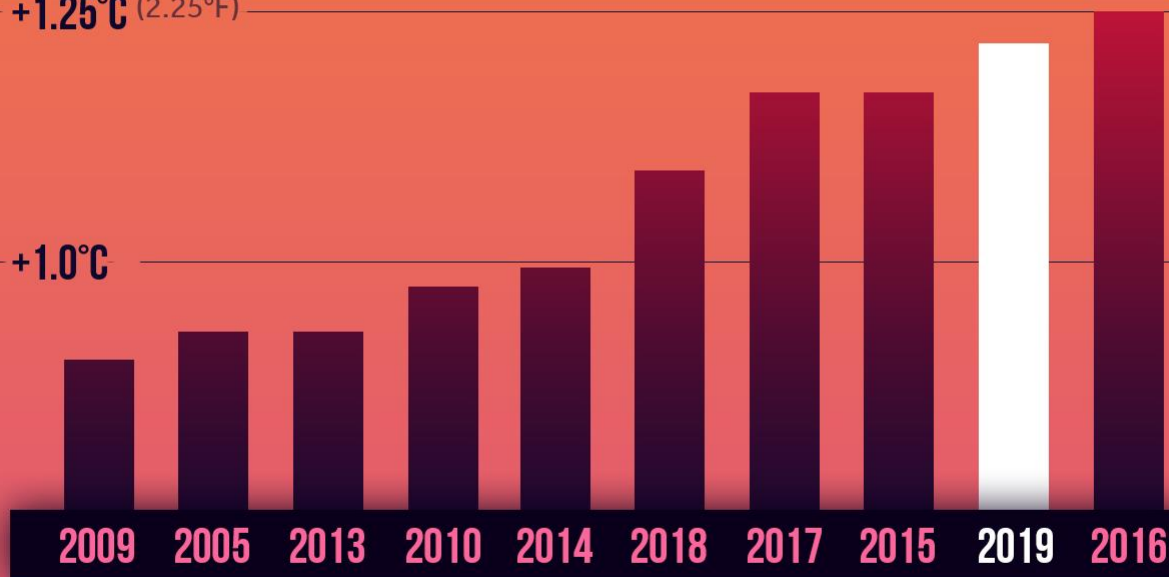
# Tünetek – időskálán?

## 10 HOTTEST YEARS ON RECORD GLOBALLY

Last 5 = Hottest 5

+1.25°C (2.25°F)

+1.0°C



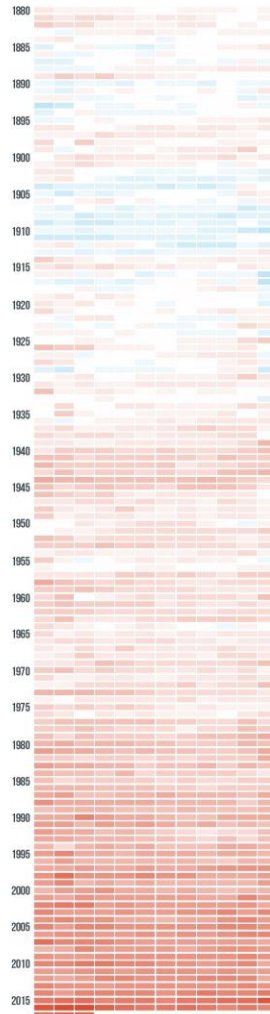
Source: NASA GISS & NOAA NCEI global temperature anomalies (°C) averaged and adjusted to early industrial baseline (1881-1910). Data as of 1/15/2020.

CLIMATE  CENTRAL



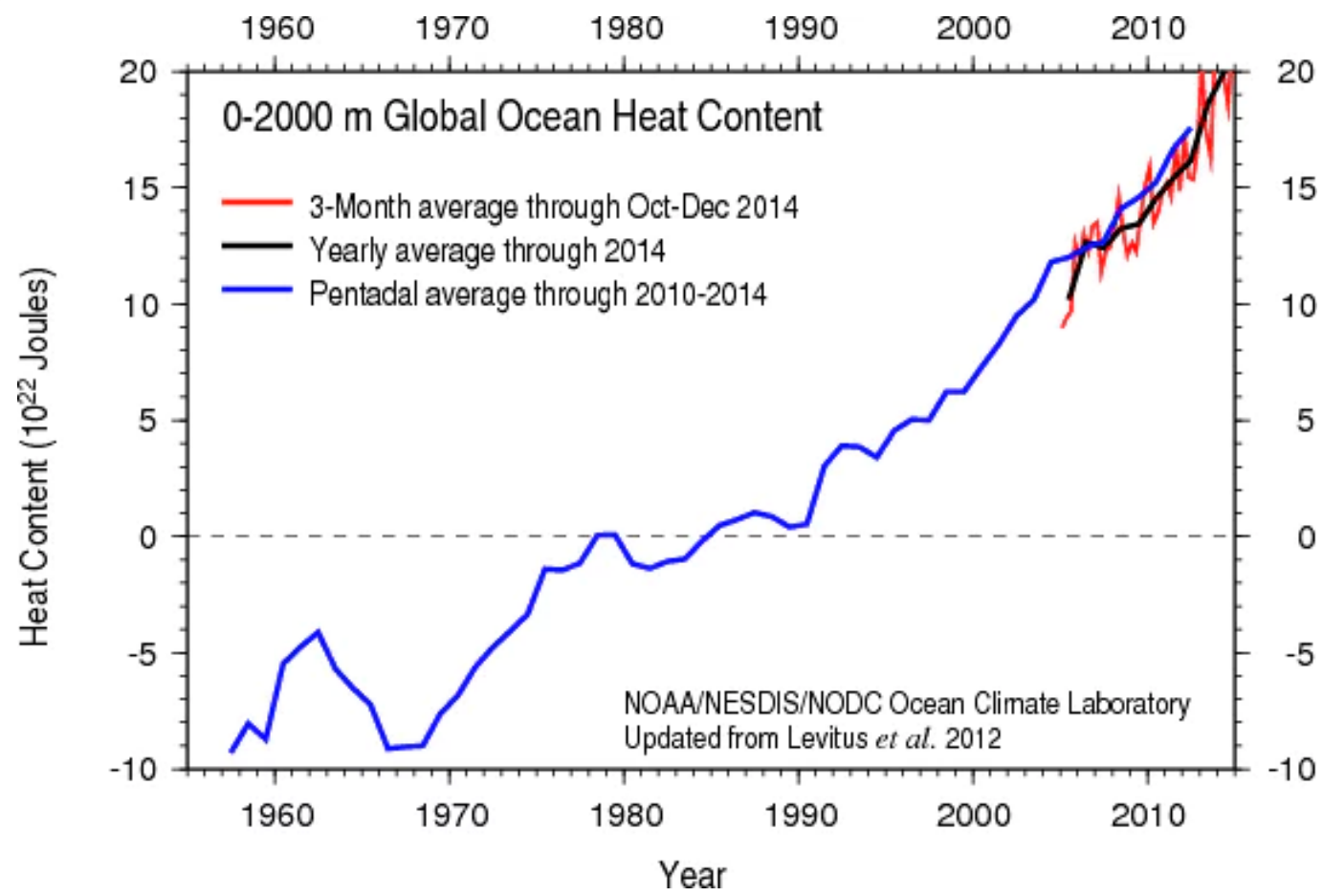
# Tünetek – időskálán?

**Climate Change is Rewriting History Books**  
There hasn't been a cool month in 628 months





# Tünetek – időskálán?



<https://www.theguardian.com/environment/climate-consensus-97-per-cent/2015/jan/22/oceans-warming-so-fast-they-keep-breaking-scientists-charts/>

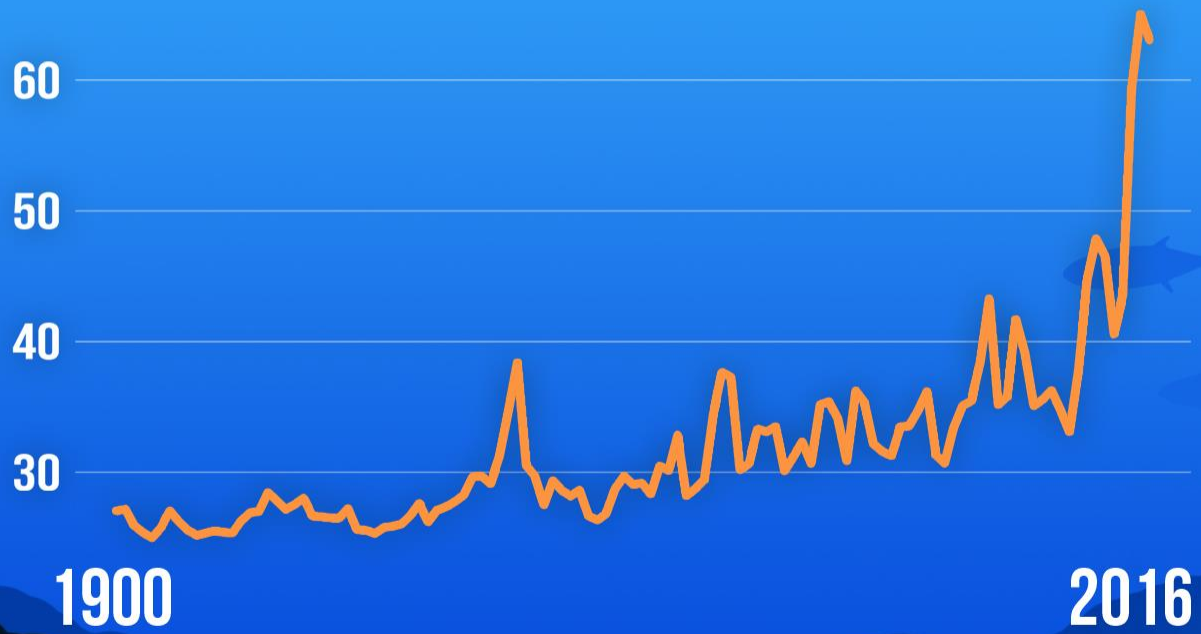




# Tünetek – időskálán?

## MORE OCEAN HEATWAVES

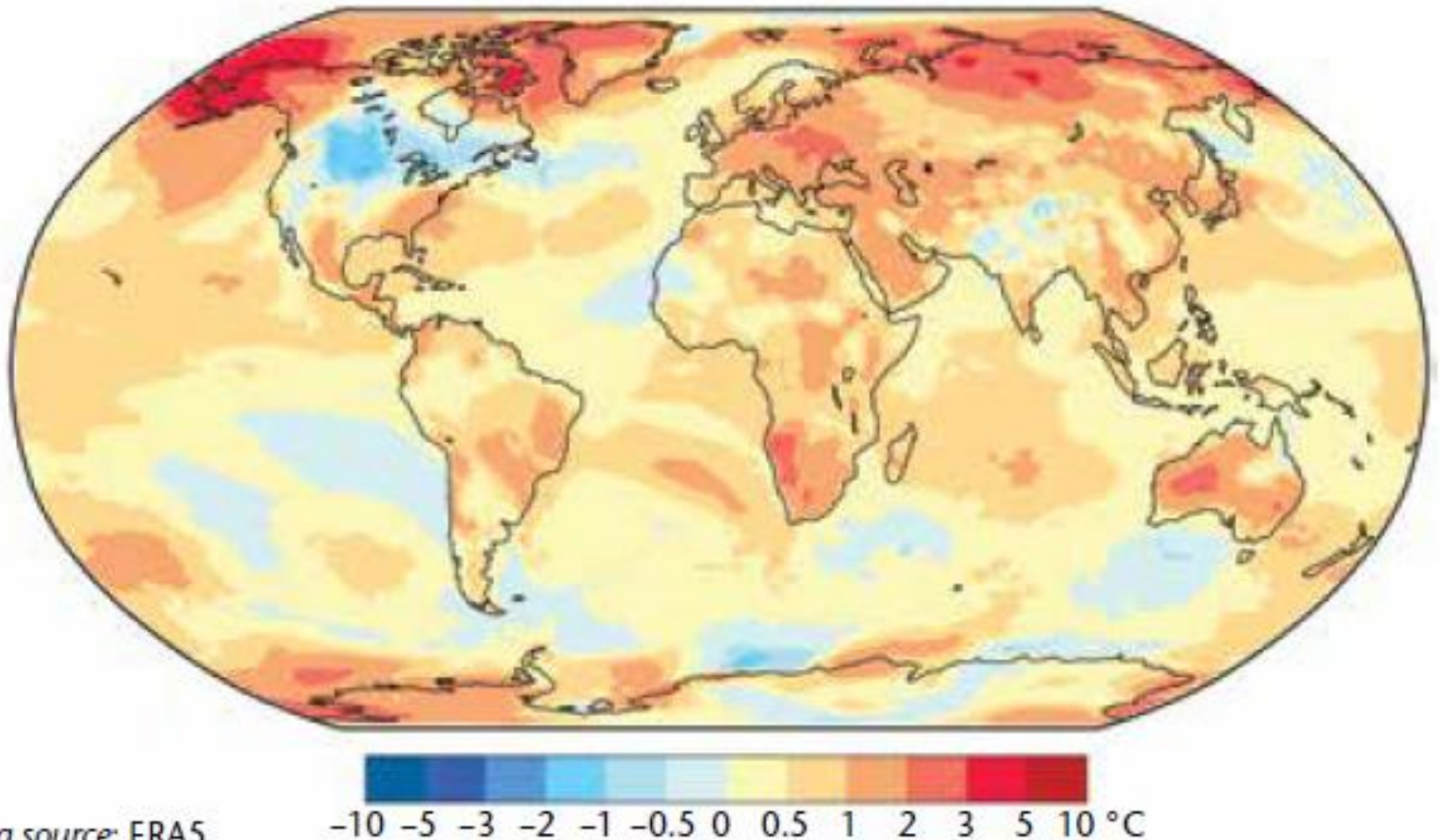
GLOBAL MARINE HEATWAVE DAYS 1900-2016



Average annual global marine heatwave days from 1900-2016  
(HadISST, CERA-20C, ERSST, SODA, and COBE sea surface temperature datasets)  
Source: Holbrook et al. 2020

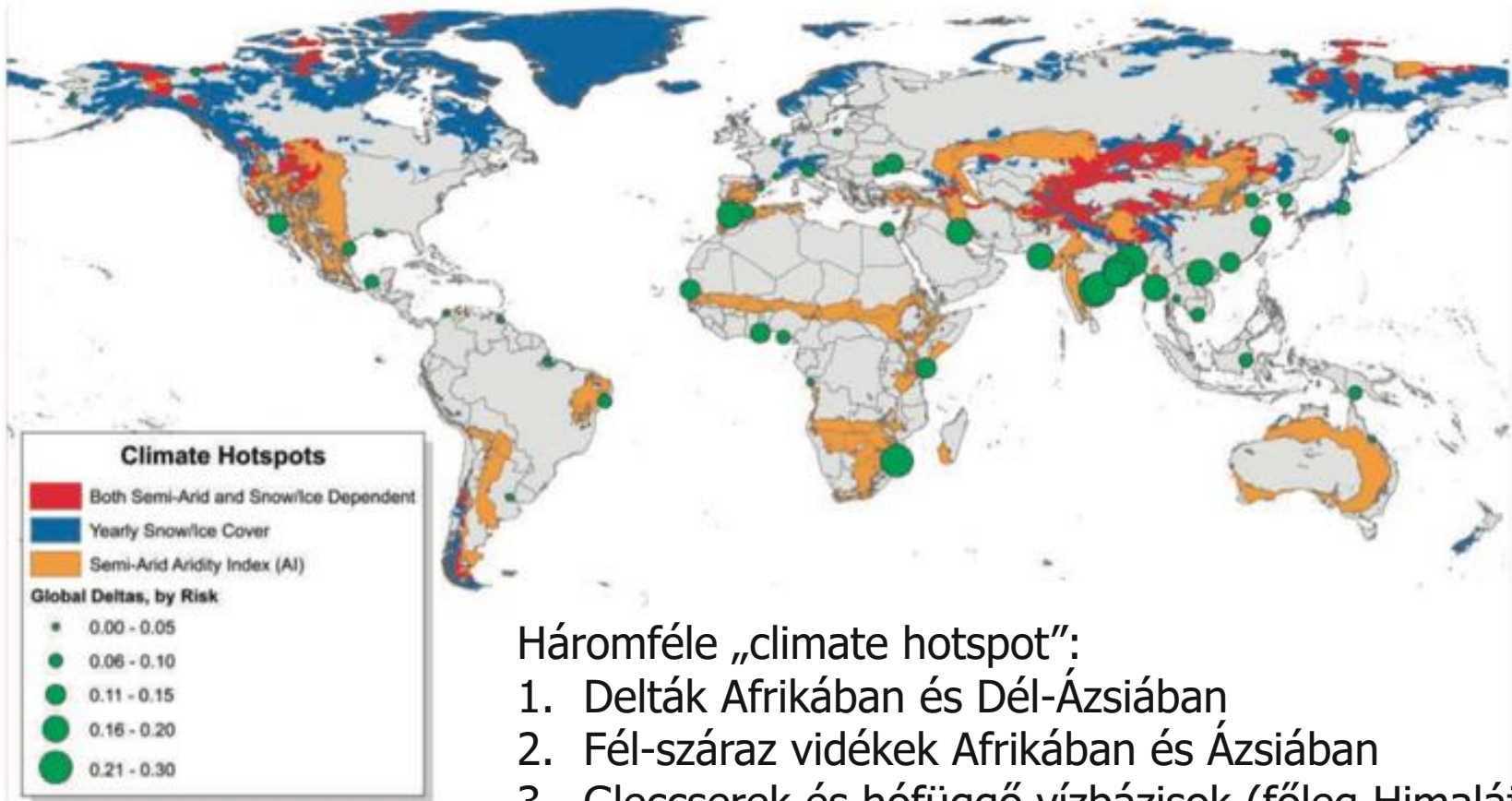
# Tünetek – földrajzilag?

Surface-air temperature anomaly for 2019  
with respect to the 1981–2010 average



Data source: ERA5

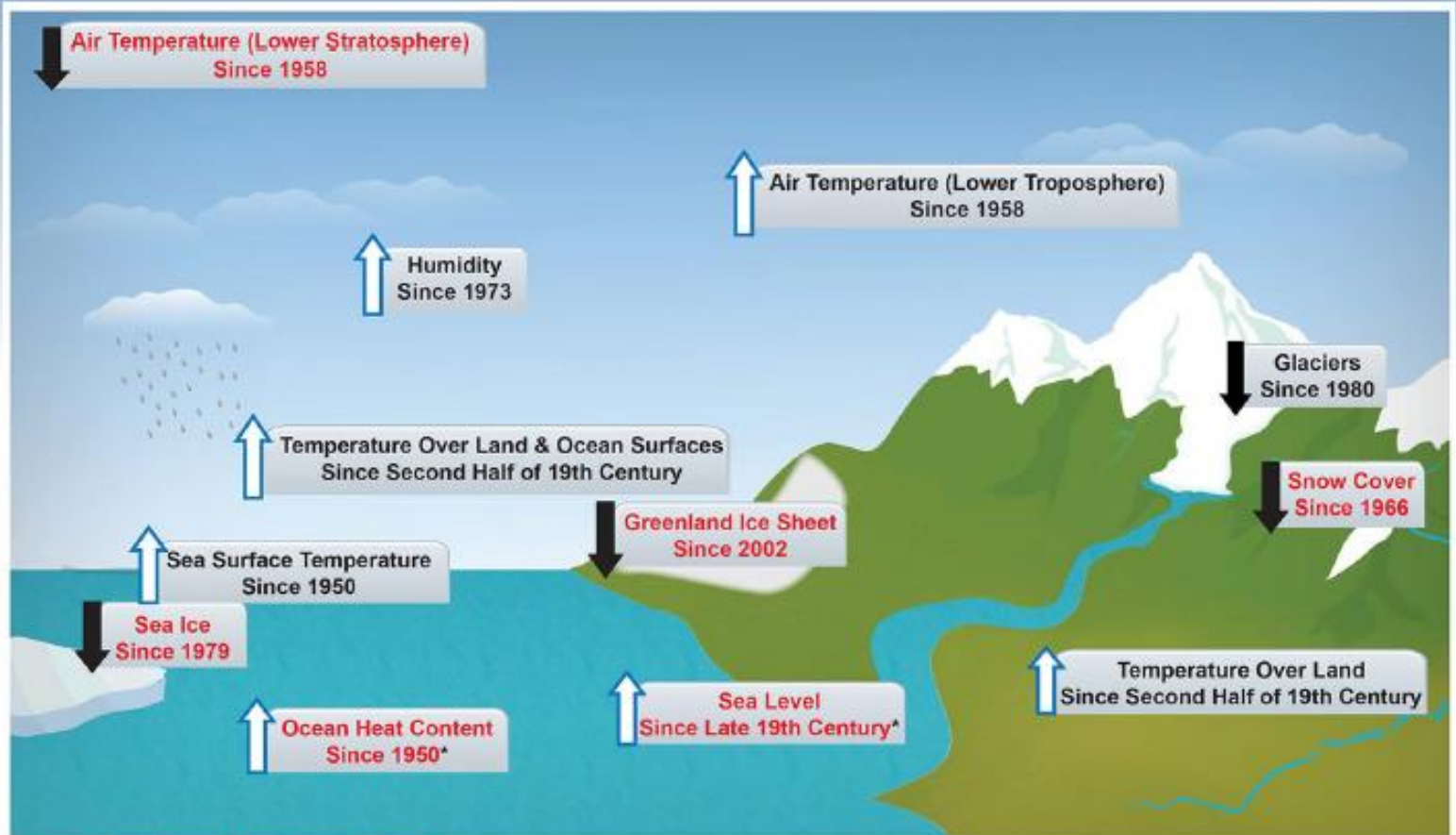
# Tünetek – földrajzilag?



Háromféle „climate hotspot”:

1. Delták Afrikában és Dél-Ázsiában
2. Fél-száraz vidékek Afrikában és Ázsiában
3. Gleccserek és hófüggő vízbázisok (főleg Himalája)

<https://www.weforum.org/agenda/2016/11/climate-change-hotspots-what-they-are-and-why-they-matter>



--Red indicates record or near-record levels

\*In report, analysis from 1993-2012

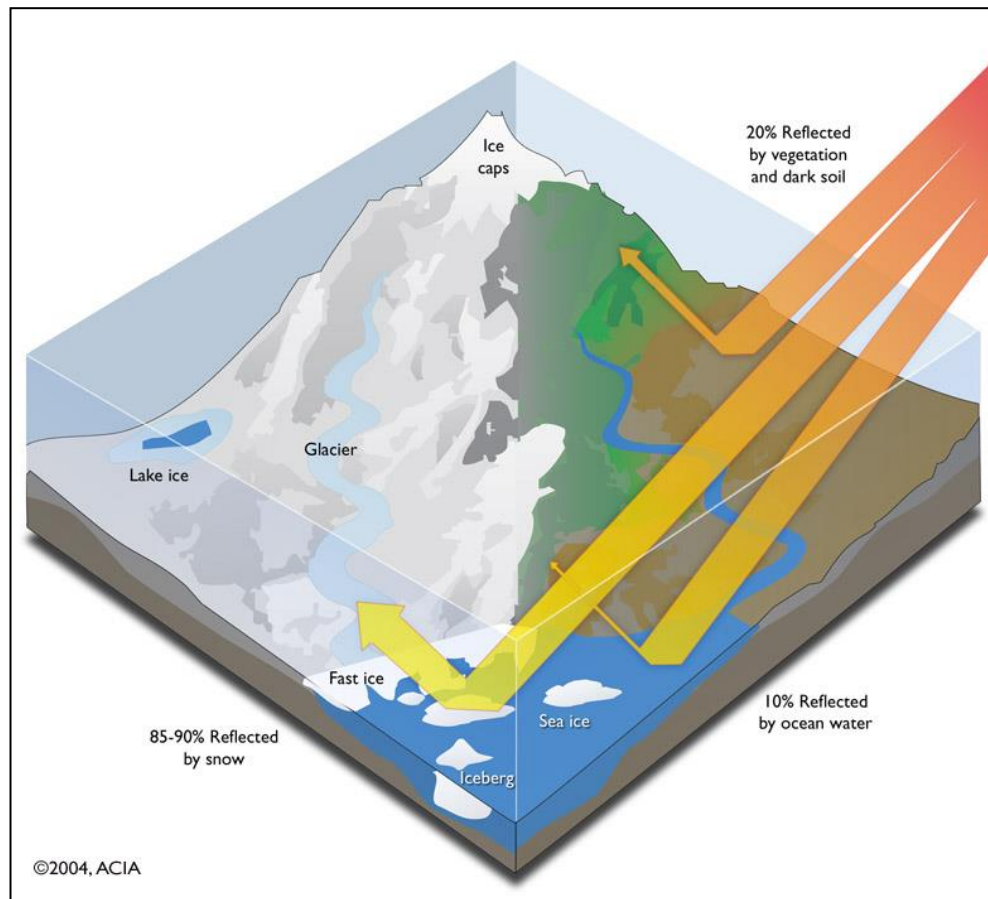




# Következmények: Északi Sarkkör

Az Északi sark környezetében a felmelegedés a legintenzívebb, melynek okai

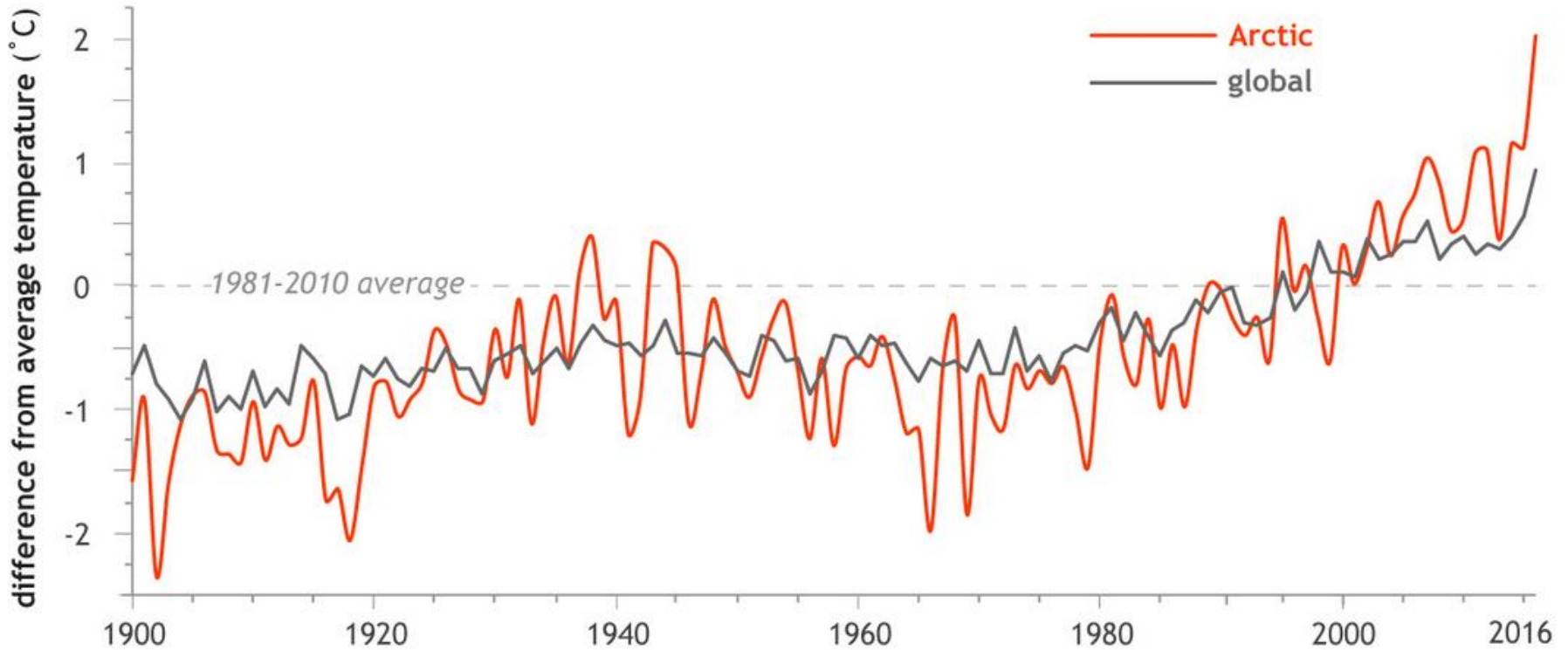
- A hó és jég eltűnésével a földfelszín színének változása – a sötétebb szín több hőt nyel el
- Vékonyabb felszín közeli atmoszféra réteg, mint a trópusokon
- A jég olvadásával felszabaduló óceán rengeteg hőt tud nyáron elnyelni, majd télen kiengedni





# Északi Sarkkör

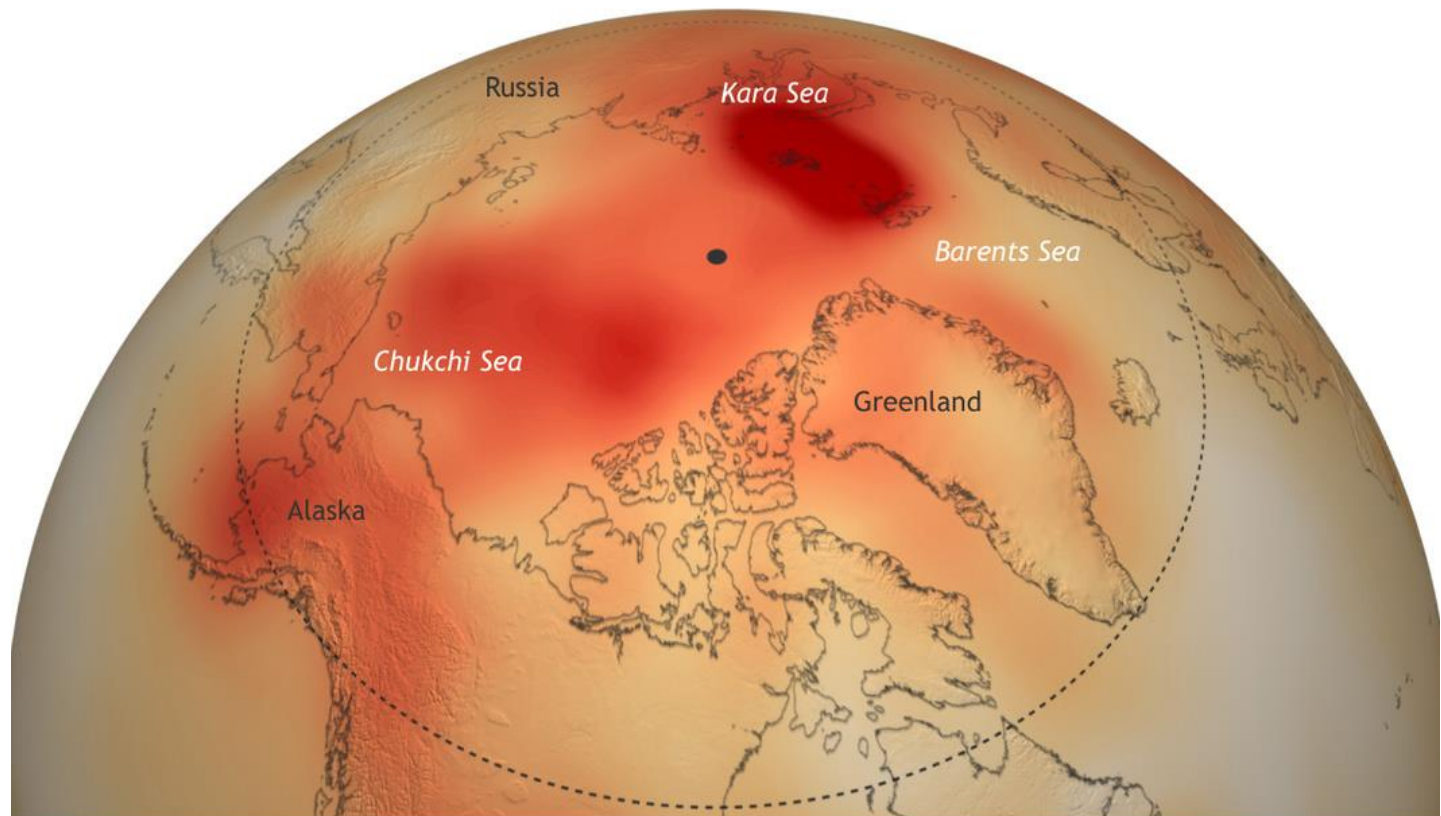
ARCTIC IS WARMING TWICE AS FAST AS THE GLOBAL AVERAGE





# Északi Sarkkör

## ARCTIC HAD WARMEST YEAR ON RECORD



Oct 2015-Sep 2016

difference from average temperature





# Északi Sarkkör

## ARCTIC SEA ICE MINIMUM

NEAR RECORD LOW EXTENT

MILLION SQUARE MILES

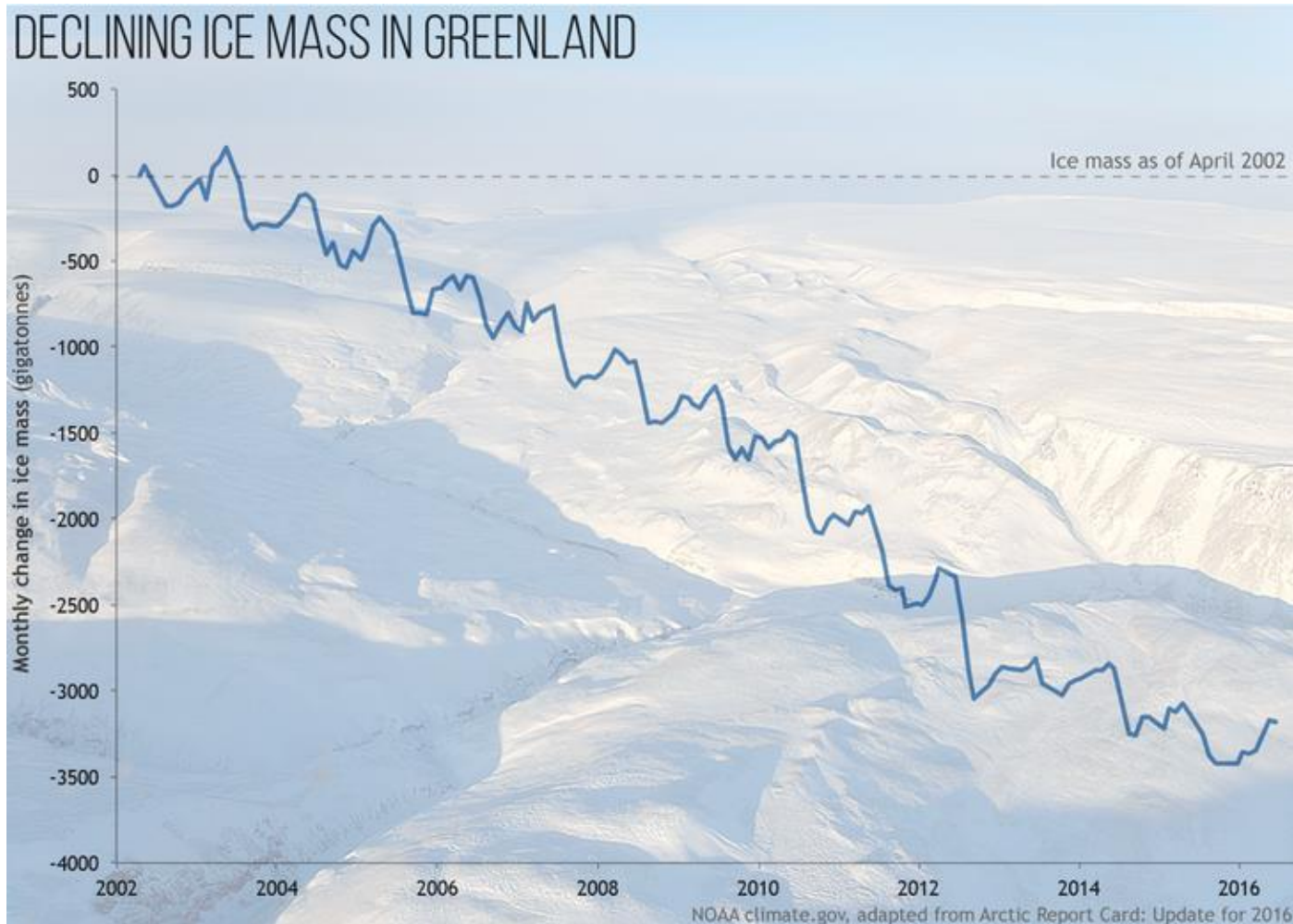


1981-2010 average. Produced 9/21/2020.  
Source: NSIDC





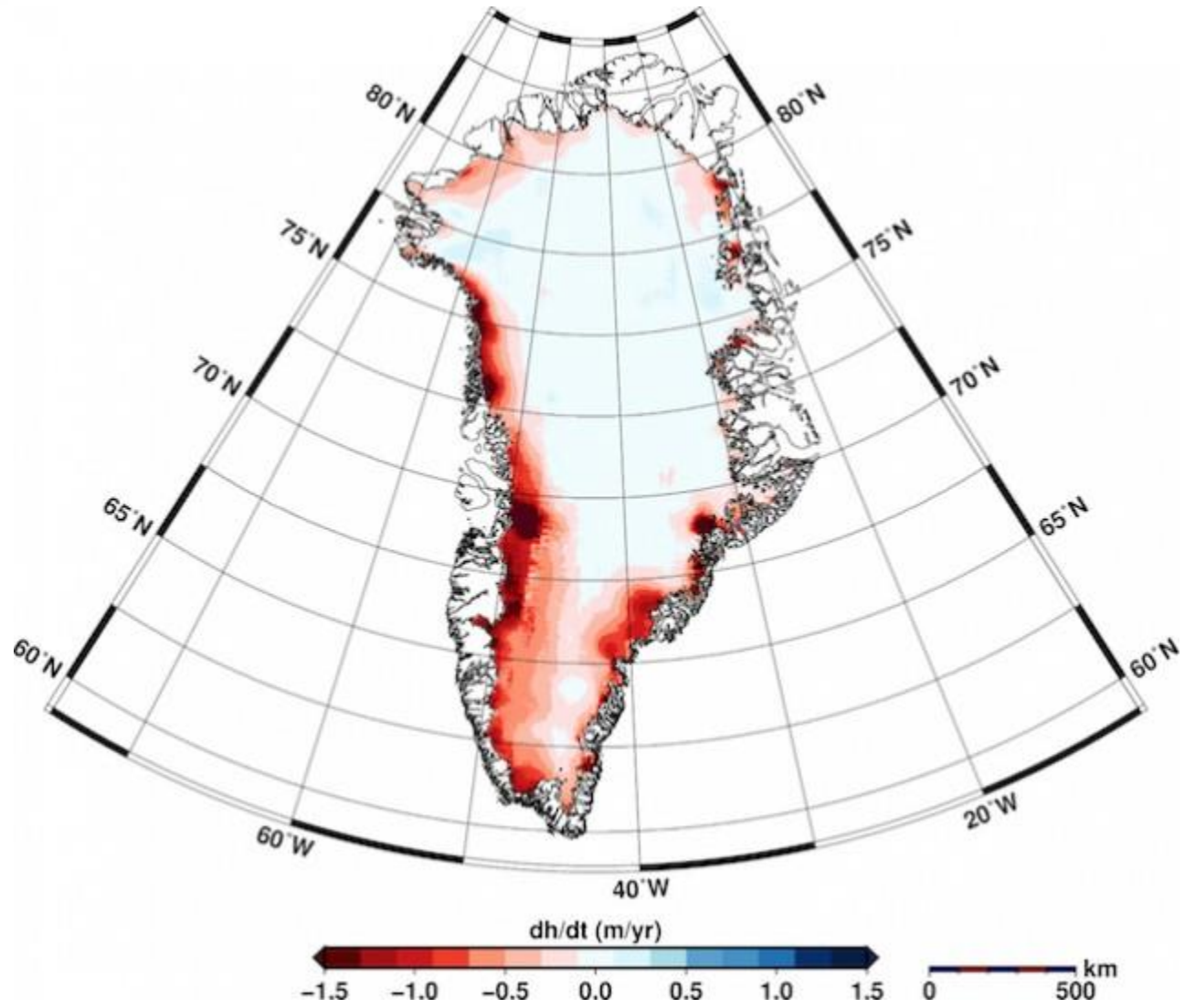
# Északi Sarkkör





# Északi Sarkkör

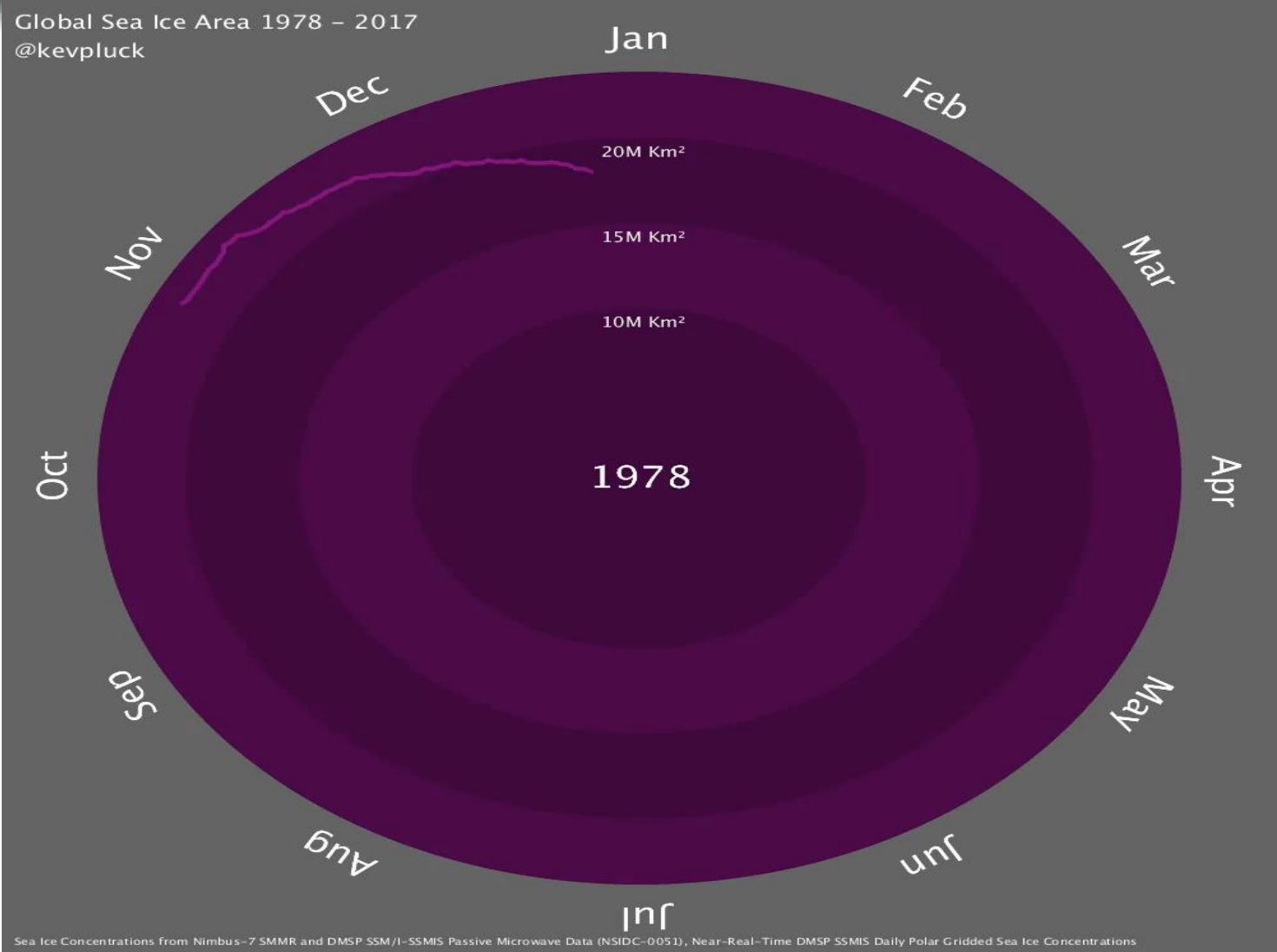
<http://thinkprogress.org/climate/2014/08/22/3474657/greenland-west-antarctic-ice-sheet-loss/>



# Északi Sarkkör



Global Sea Ice Area 1978 - 2017  
@kevpluck



<https://imgur.com/5jOn3XV>

Sea Ice Concentrations from Nimbus-7 SMMR and DMSP SSM/I-SSMIS Passive Microwave Data (NSIDC-0051), Near-Real-Time DMSP SSMIS Daily Polar Gridded Sea Ice Concentrations

# Északi Sarkkör



<https://www.weforum.org/agenda/2017/05/the-arctic-could-be-ice-free-by-2040>

Nemcsak a jég, hanem a szárazföld hóborítása is csökken! Valamint az örök fagy birodalma is összebb húzódik, **ami mocsarak kialakulásával jár.**



# Északi Sarkkör



**Jason Box**

@climate\_ice

 Follow

If even a small fraction of Arctic sea floor carbon is released to the atmosphere, we're f'd.

5:43 PM - 29 Jul 2014

1,129 RETWEETS 426 FAVORITES



[http://motherboard.vice.com/en\\_ca/read/if-we-release-a-small-fraction-of-arctic-carbon-were-fucked-climatologist](http://motherboard.vice.com/en_ca/read/if-we-release-a-small-fraction-of-arctic-carbon-were-fucked-climatologist)

# Északi Sarkkör



- Helyszín: Yamal félsziget, Szibéria
- Időpont: 2014 nyár
- Ok: metán szivárgás (9.6% metán koncentráció a kráterben, levegő: 0.000179% metán)

Az eddig örök fagy birodalma olvad:

- 2012 és 2013 nyara 5°C-kal melegebb volt az átlagnál
- Az elmúlt 20 évben az örökfagy talaja 20 méter mélyen 2°C-ot melegedett a melegebb levegőnek köszönhetően

A szibériai fagyott talajban és tengerfenékben metán van bezárva, metán hidrát formájában, ami az olvadással kilép a légkörbe!



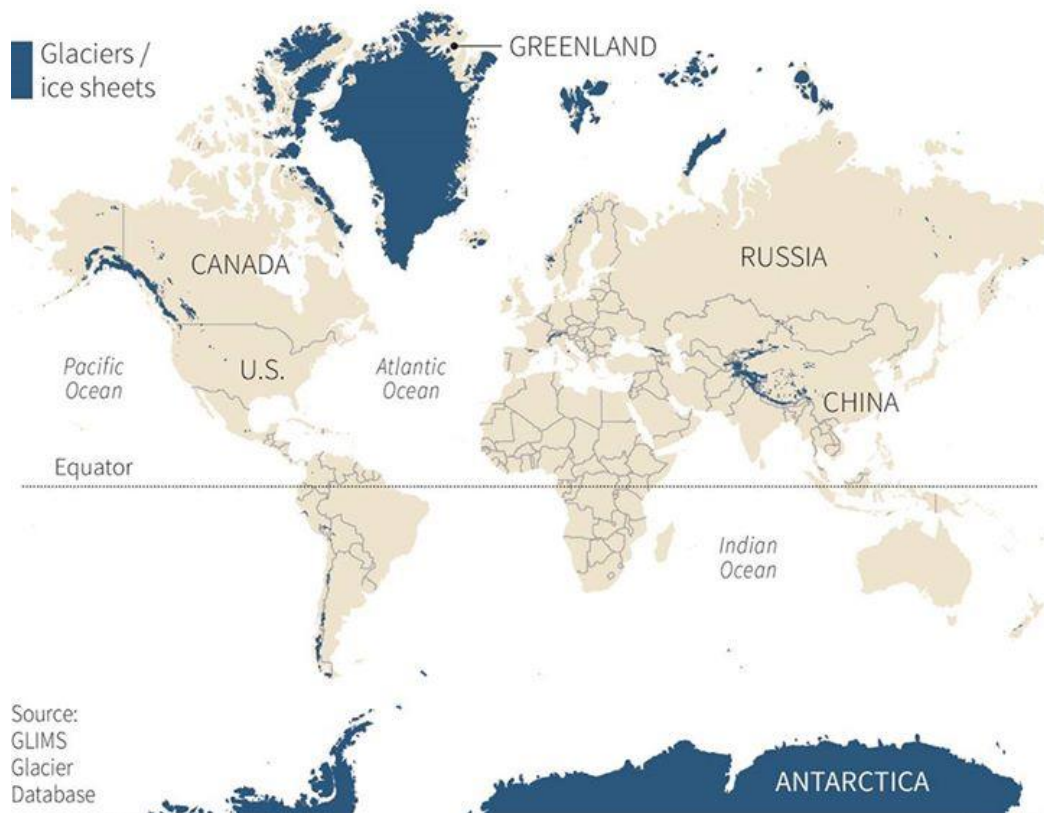


# Gleccserek

- A globális vízkészletek 1% van gleccserekben, de sok helyen ez az egyetlen édesvíz forrás
- Ezért oladásuknak súlyos hatásuk van a lokális gazdaságra és globális a tengerszintek emelkedésére
- Marzeion et al. (2014): 1851-2010 között az emberi tevékenység a gleccser oladás 25%-ért felelős, az elmúlt két évtizedben viszont 69%-áért

## Distribution of glaciers and ice

Glaciers are highly sensitive indicators of climate change, their area and volume are affected by near- and long-term temperature and precipitation.

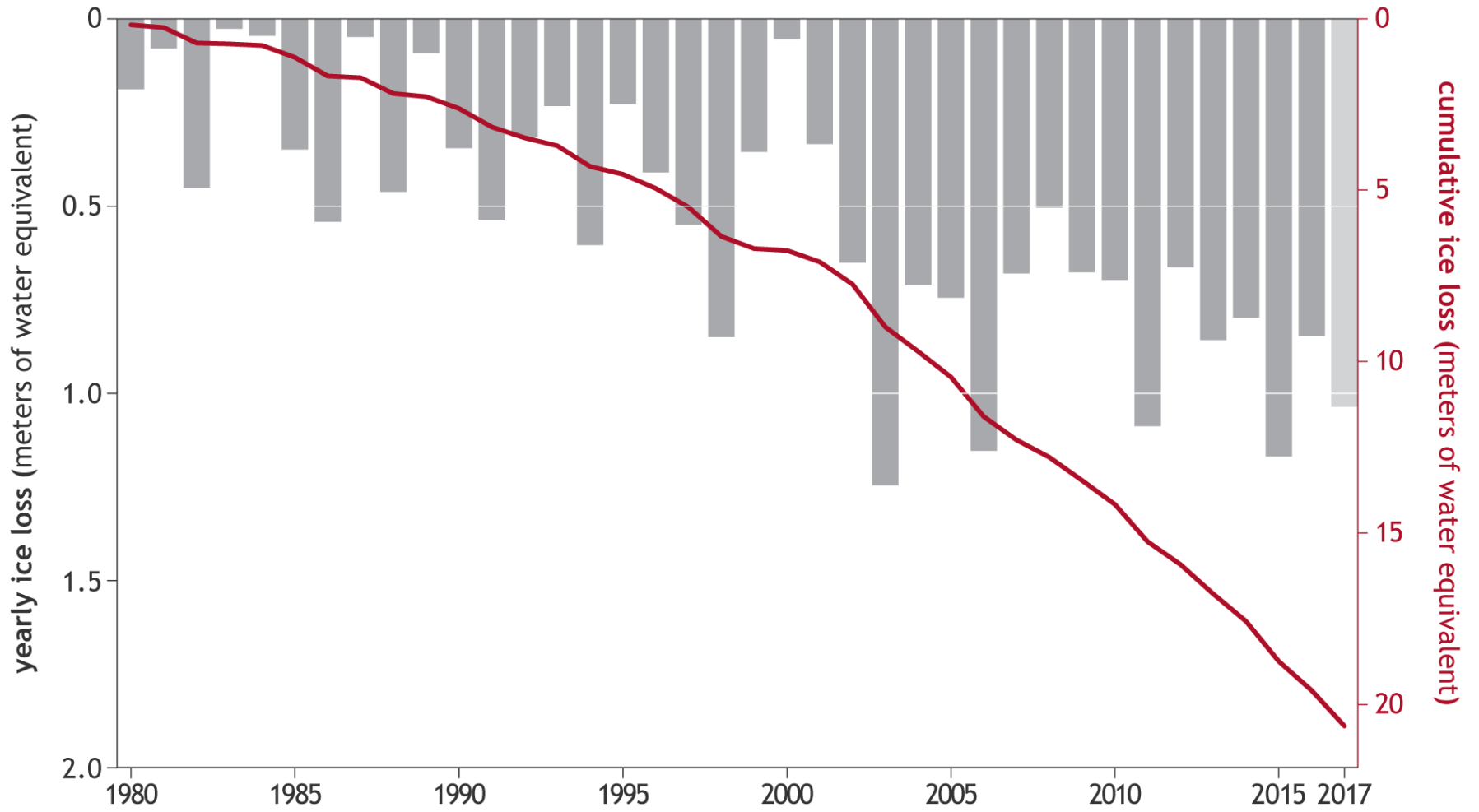


W. Foo, 15/05/2013



# Gleccserek

## MELTING OF MOUNTAIN GLACIERS HAS ACCELERATED SINCE 2000



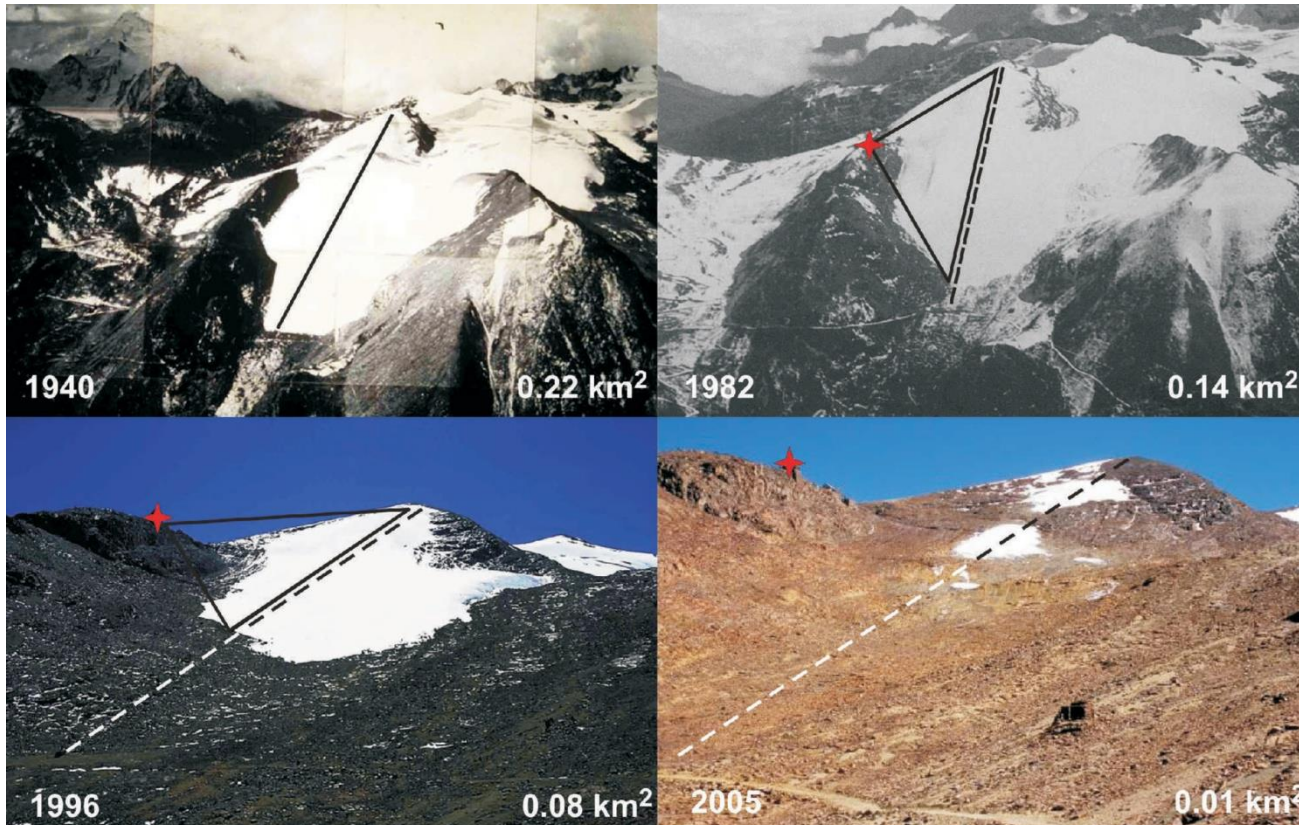




# Gleccserek

## Gleccserek olvadása:

- Európa alpesi gleccsereinek hossza 1850 óta a felére csökkent
- Chacaltaya gleccser, Bolívia – környék víz ellátásában és turizmusban nagy szerepet játszott – beláthatatlan hatások.

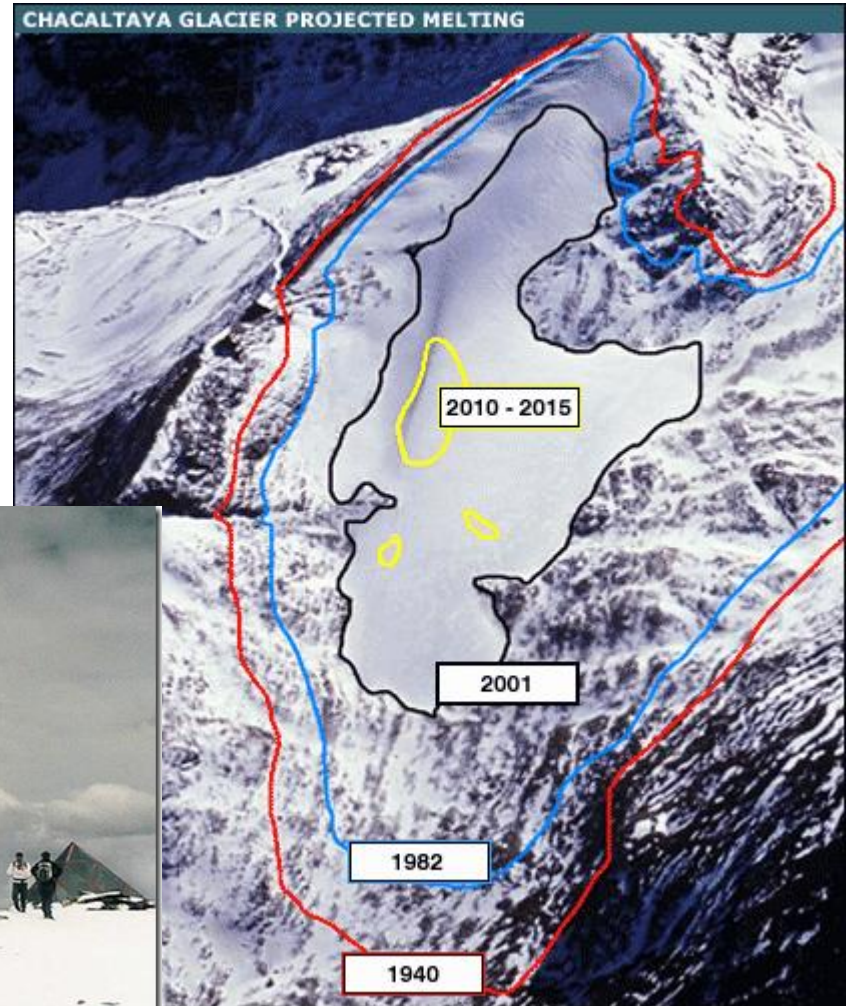




# Gleccserek

The World's Highest Elevation Ski Resort = Chacaltaya, Bolivia  
@ 17,785-Feet | Closed Due to "Unprecedented" Glacial Retreat

<https://snowbrains.com/the-worlds-highest-ski-resort-chacaltaya-bolivia-17785-foot-photo-tour/>



<https://www.theguardian.com/environment/2016/nov/28/shrinking-glaciers-state-of-emergency-drought-bolivia/>



## Shrinking glaciers cause state-of-emergency drought in Bolivia

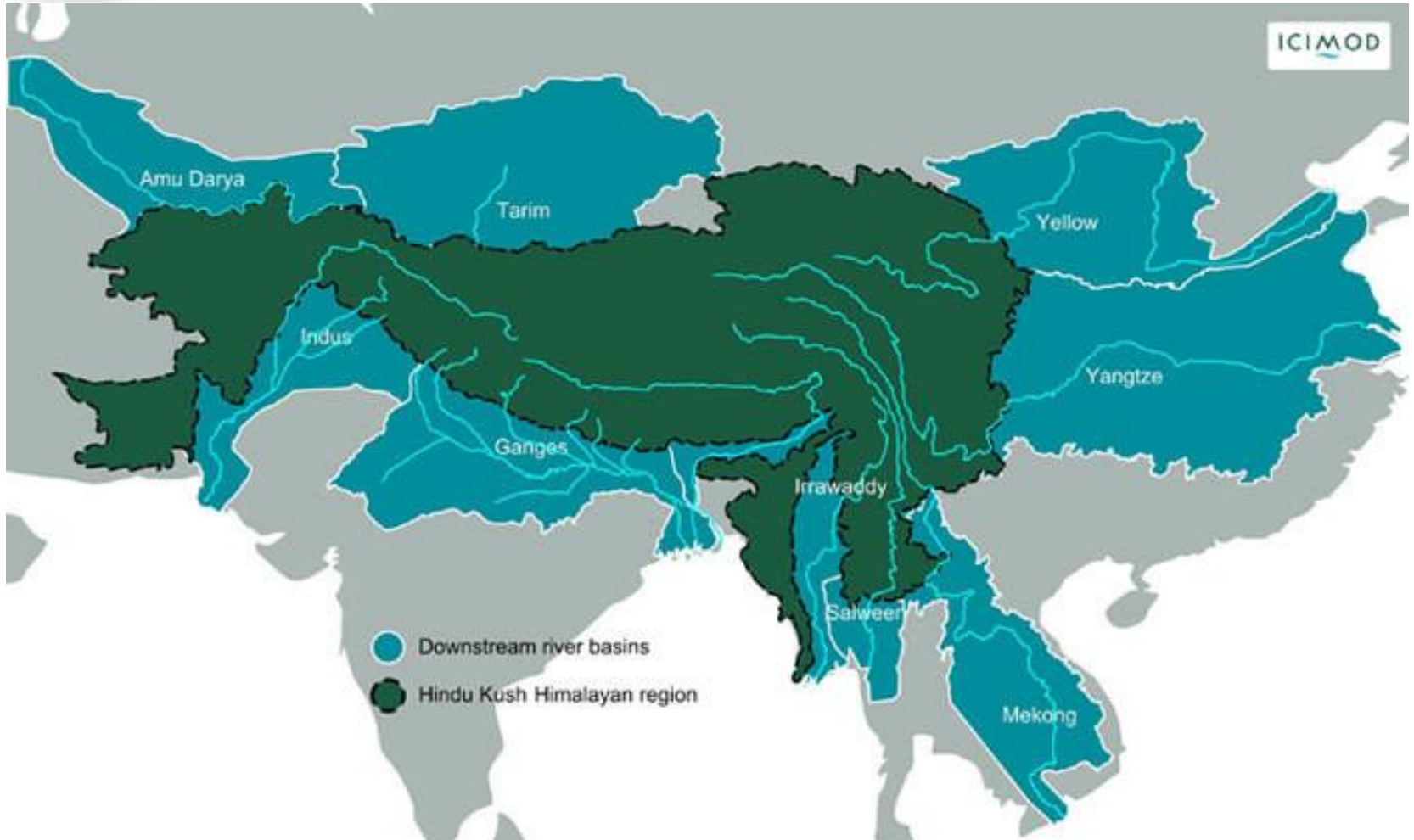
Climate News Network: Three main dams supplying water to La Paz and El Alto are no longer fed by Andean glaciers and have nearly run dry



 Bolivians in La Paz fetch water from a tanker truck provided by officials of the Bolivian public water company



# Gleccserek



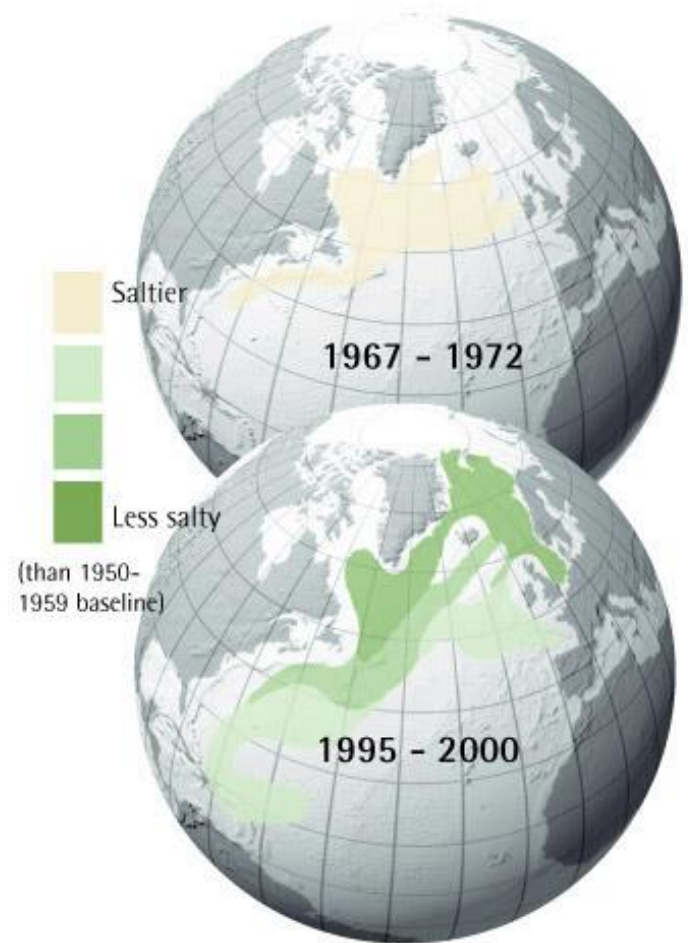
<https://www.weforum.org/agenda/2016/08/the-third-pole-what-it-is-and-how-it-could-affect-the-lives-of-a-billion-people>



# Következmények

Ilyen mennyiségű jég elolvadásának az egész bolygóra nézve súlyos következményei lehetnek:

- Tengerszintek emelkedése
- Élővilágra gyakorolt hatás – flóra összetétel változás, vándorlási szokások megváltozása, fajok eltűnése
- Tengervíz sótartalmának változása – tengeráramlatok módosulása
- Sarkkörön belül: csapadék mennyiség nő, folyók hozama nő, hóborítás csökken, örökfagy határa délebbre húzódik
- Szén körforgás megváltozik



# Tengerszint emelkedés



## Tengerszintek emelkedése:

- a tengerek szintje 10-25 cm-rel emelkedett
- a hullámok magassága 50%-kal nőtt
- előrejelzés: 2100-ra a tengerek szintje jelentősen emelkedhet (Velence, Tokió, Kiotó, Banglades, Florida)



# Tengerszint emelkedés



„Solomons town first in Pacific to relocate due to climate change”

- Solomon szigetek: Choiseul (1000 lakos) Taro szigetén (korall atoll) kevesebb, mint 2 méterrel van a tengerszint felett
- Sérülékenység: viharok, tsunamik és a tengerszint emelkedése
- Egy szakértői csapat megvizsgálta az adaptáció lehetőségeit és ezt találta a legjobbnak.
- Egy teljesen új várost építenek egy nagyobb, biztonságosabb szigeten
- Finanszírozás?

<http://www.reuters.com/article/2014/08/15/us-foundation-climatechange-solomons-idUSKBN0GF1AB20140815>

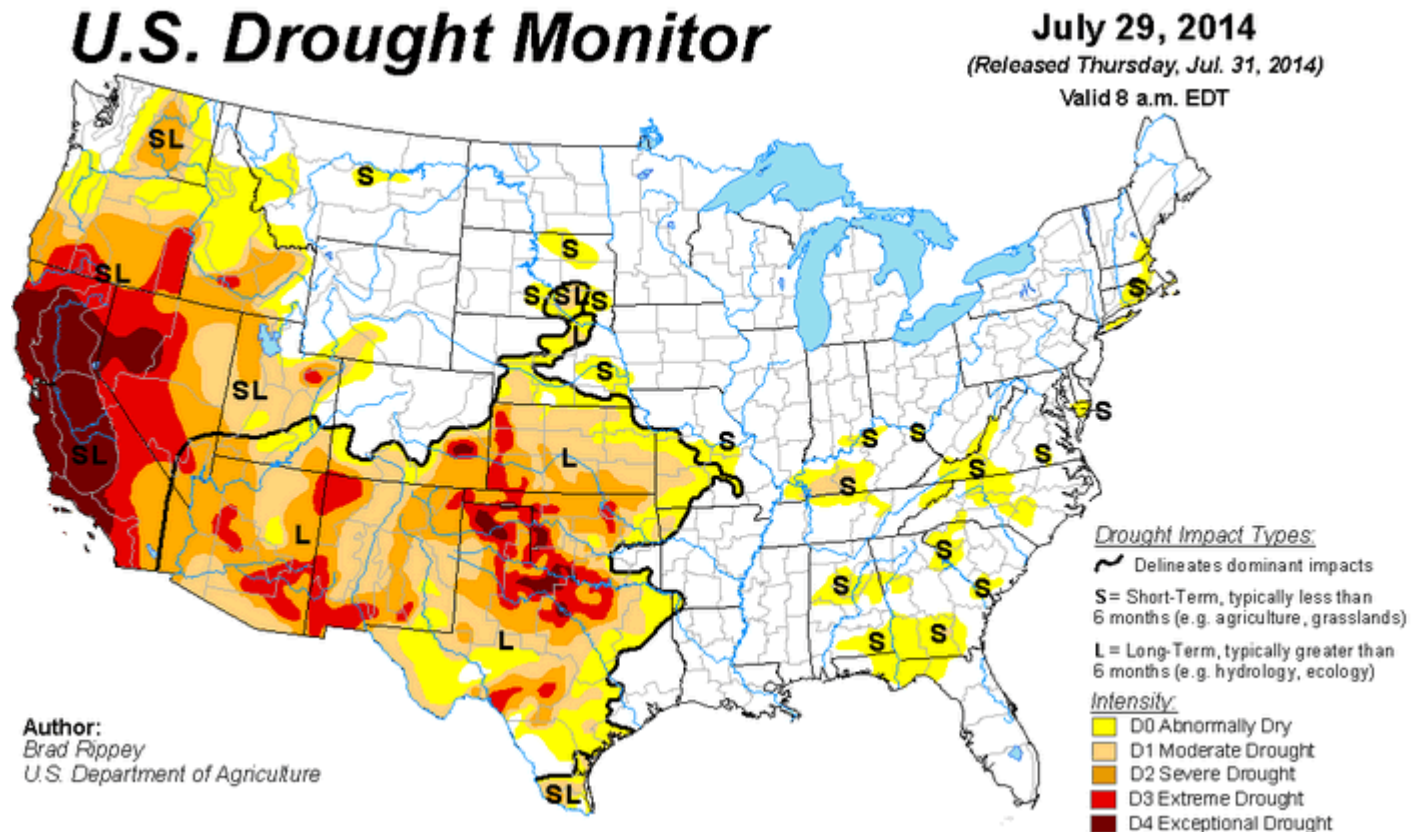


# Extrém időjárási események



## Bloomberg: „California Drought Transforms Global Food Market”

<http://www.bloomberg.com/news/2014-08-11/california-drought-transforms-global-food-market.html>





# Egészségügyi hatások

- szívroham, légúti megbetegedések (hőhullám)
- trópusi betegségek már nem csak az „eredeti helyeken” ütik fel a fejüket, a vektorok képesek új területeket is meghódítani
- Például Dengue láz – szúnyog által:

<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/14/781>

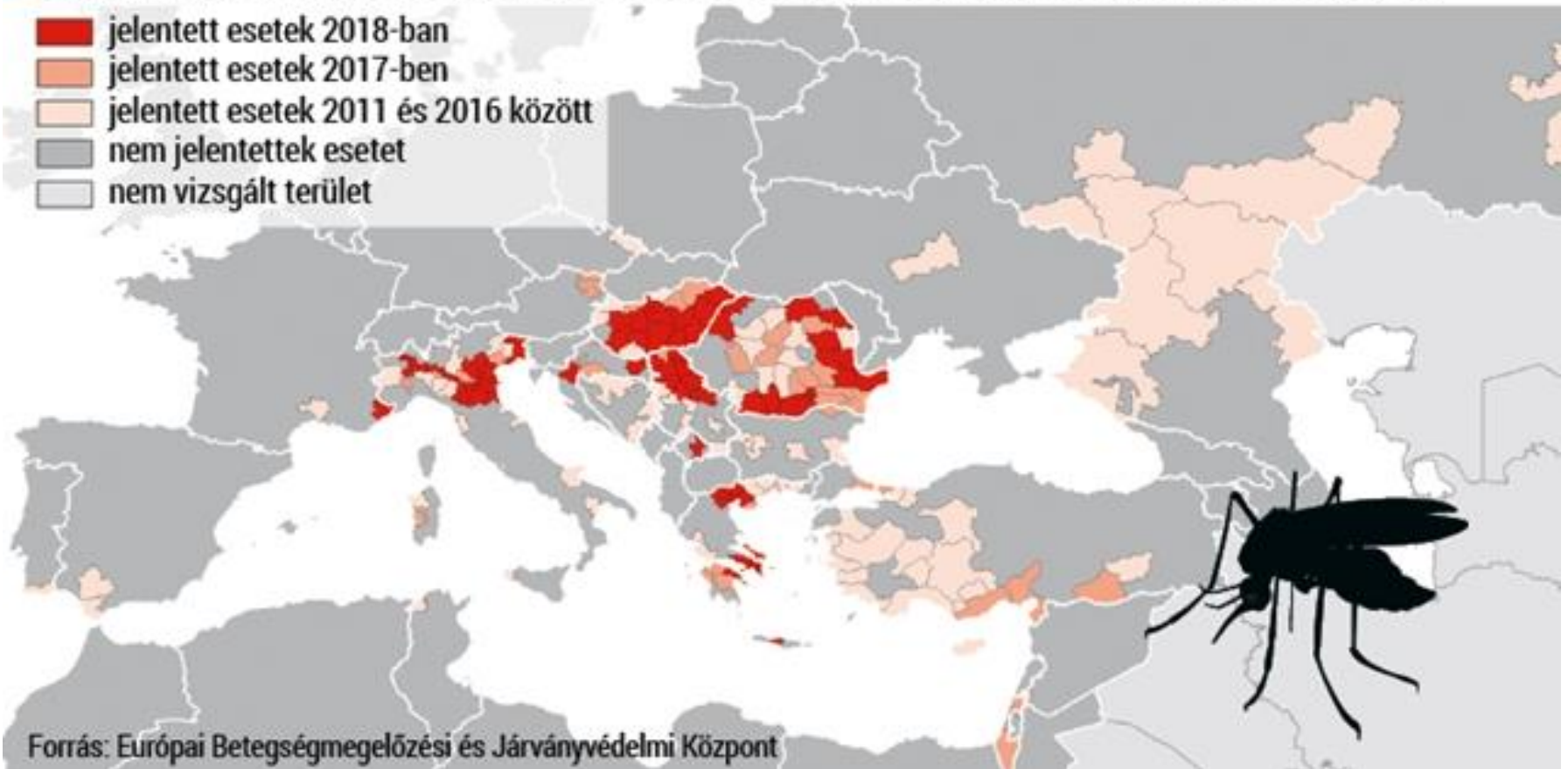




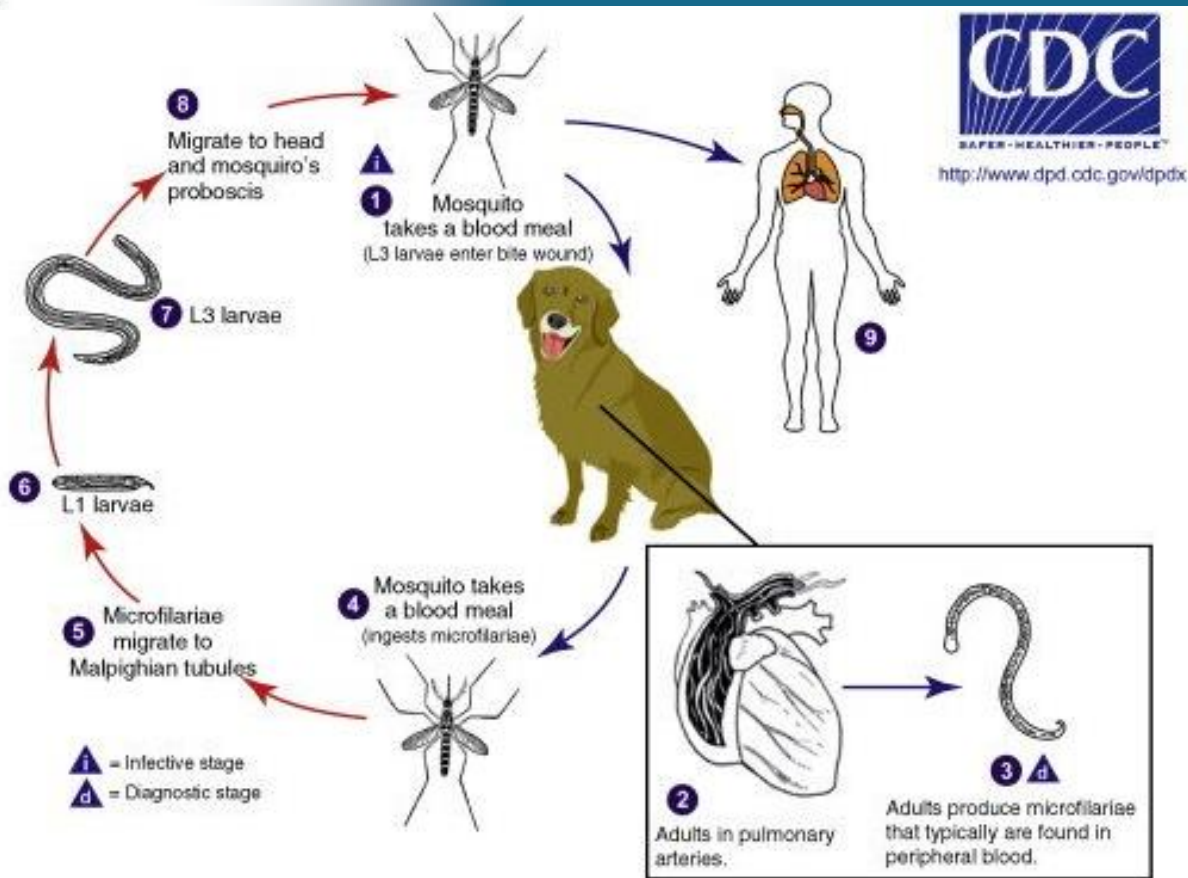
# Egészségügyi hatások

## ■ A nyugat-nílusi lázas megbetegedések előfordulása augusztus közepén Európában

- jelentett esetek 2018-ban
- jelentett esetek 2017-ben
- jelentett esetek 2011 és 2016 között
- nem jelentettek esetet
- nem vizsgált terület



# Egészségügyi hatások



- A ragadozók szívférgességét a *Dirofilaria immitis* nevű fonálféregfaj okozza. A fereg kifejlett egyedei átlagosan 12-30 cm hosszúak, főként a szívben és a tüdő ereiben élőködnek.
- A betegség korábban jellemzően a trópusi, szubtrópusi területeken volt elterjedt, az első itthon fertőződött kutyáról 2009-ben számoltak be. Az elmúlt 2-3 évben ugrásszerűen megnőtt a hazai esetek száma.

<https://kutyabarathelyek.hu/hu/hirek/reszletek/mindent-a-szivfergessegről/>

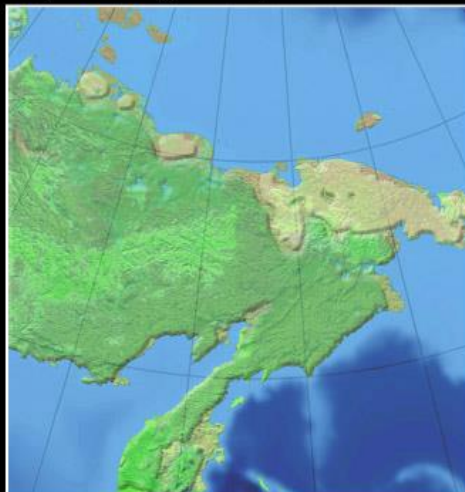
# Élővilágra gyakorolt hatások



Current Arctic Vegetation



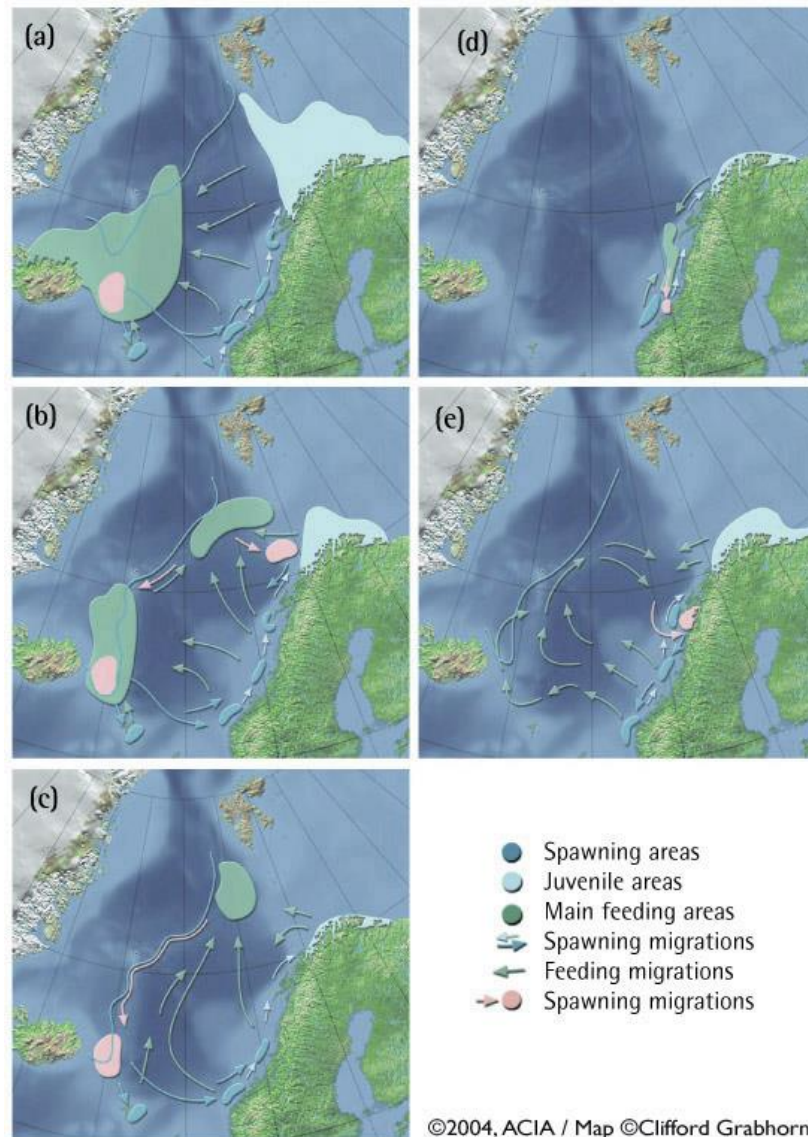
Projected Vegetation, 2090-2100



©2004, ACIA / Map ©Clifford Grabhorn

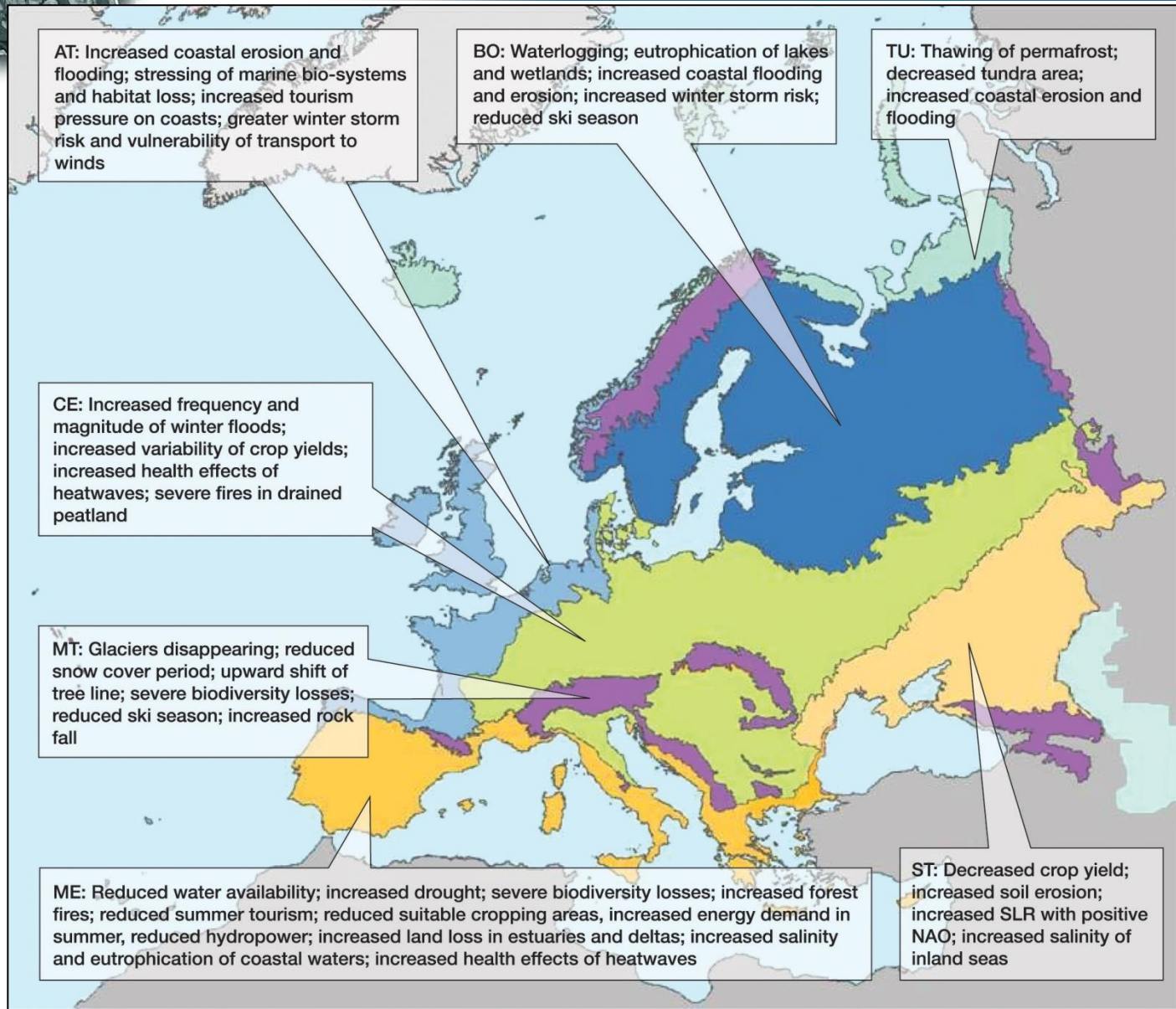
- Ice
- Polar Desert / Semi-desert
- Tundra
- Boreal Forest
- Temperate Forest
- Grassland

És még: fajok kihalása, valamint nem őshonos fajok megjelenése (invazív fajok).



©2004, ACIA / Map ©Clifford Grabhorn

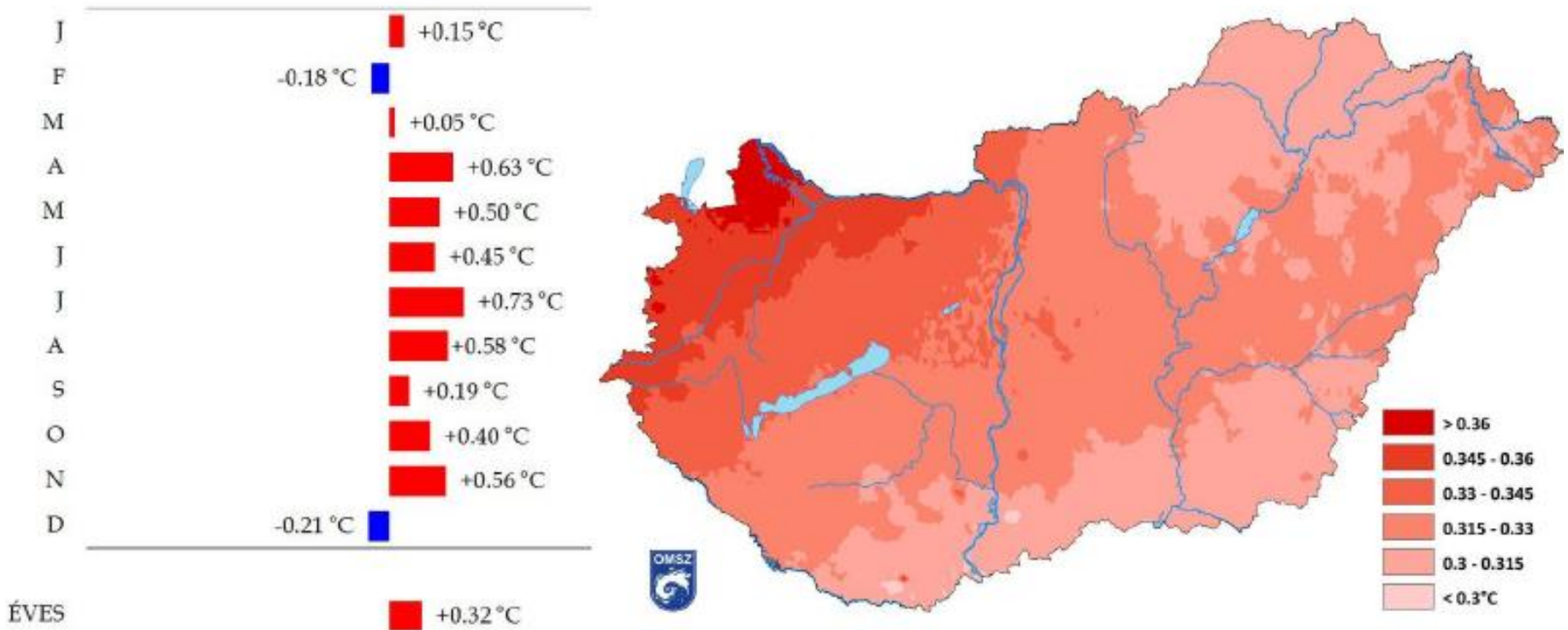
# Európa éghajlata





# Magyarország éghajlata

1970-2000 vs. 1980-2010

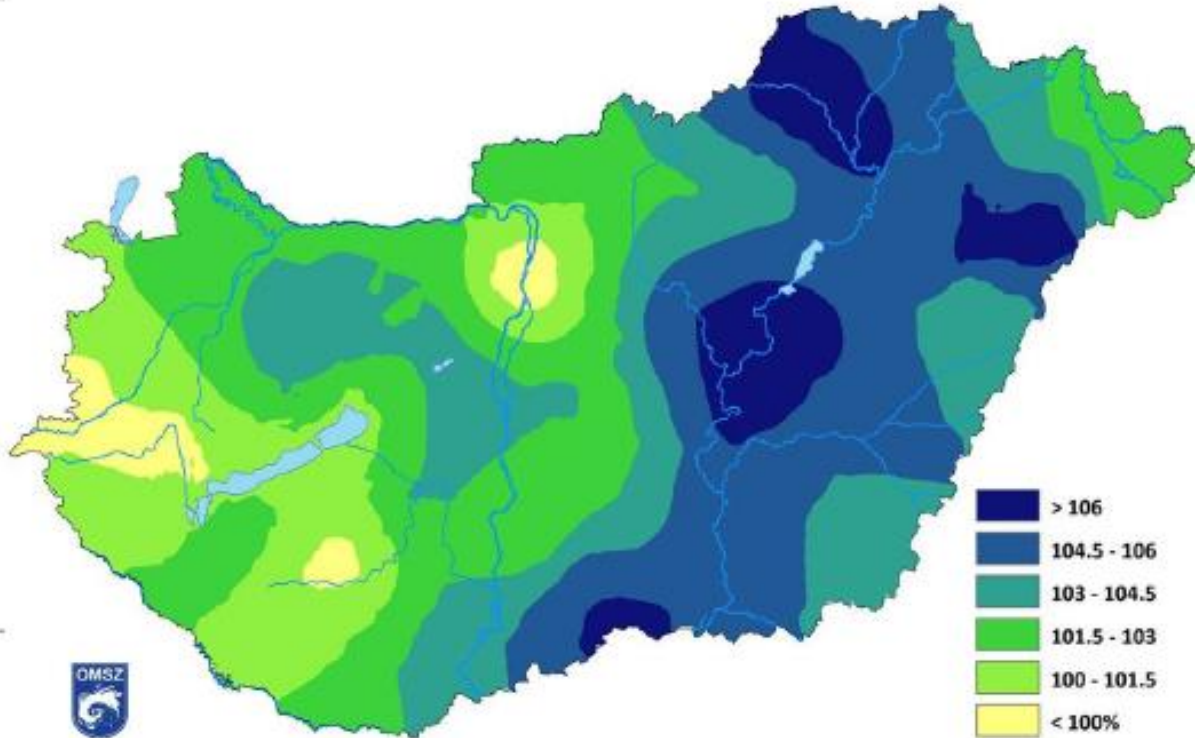
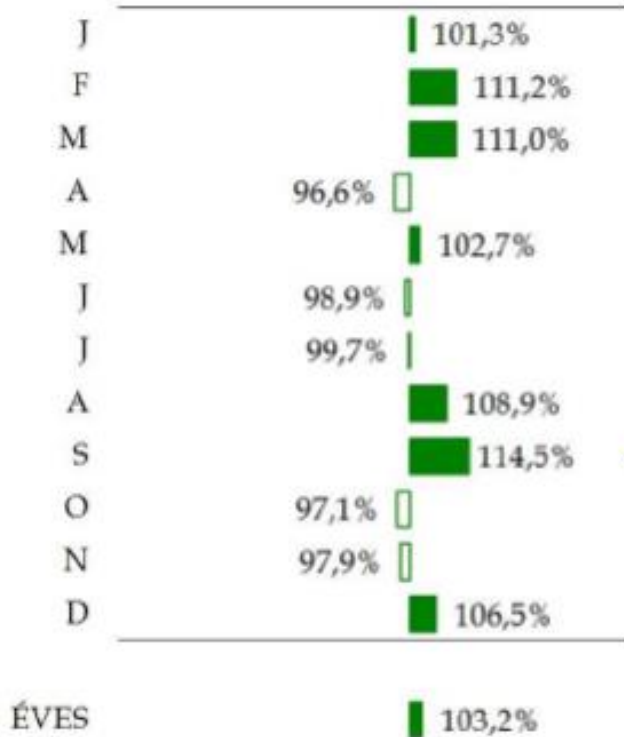


[http://www.met.hu/omsz/OMSZ\\_hirek/index.php?id=1308&hir=Atallas\\_az\\_1981%E2%80%932010-es\\_eghajlati\\_normalra](http://www.met.hu/omsz/OMSZ_hirek/index.php?id=1308&hir=Atallas_az_1981%E2%80%932010-es_eghajlati_normalra)



# Magyarország éghajlata

1970-2000 vs. 1980-2010



[http://www.met.hu/omsz/OMSZ\\_hirek/index.php?id=1308&hir=Atallas\\_az\\_1981%E2%80%932010-es\\_eghajlati\\_normalra](http://www.met.hu/omsz/OMSZ_hirek/index.php?id=1308&hir=Atallas_az_1981%E2%80%932010-es_eghajlati_normalra)



# Összefoglalás

---

- Emellett még számos közvetett hatása van, amíg összefüggő hálózatot alkotnak, kihatva élővilágra és társadalomra egyaránt.
- Mérséklése országok közti együttműködést kíván.
- Fontos felkészülni az alkalmazkodásra is, ami földrajzi helytől függően más és más teendőket takar.
- Lényeges a folyamatok és trendek megértése, és ezáltal megbízhatóbb előrejelzések ismerete a felkészüléshez.



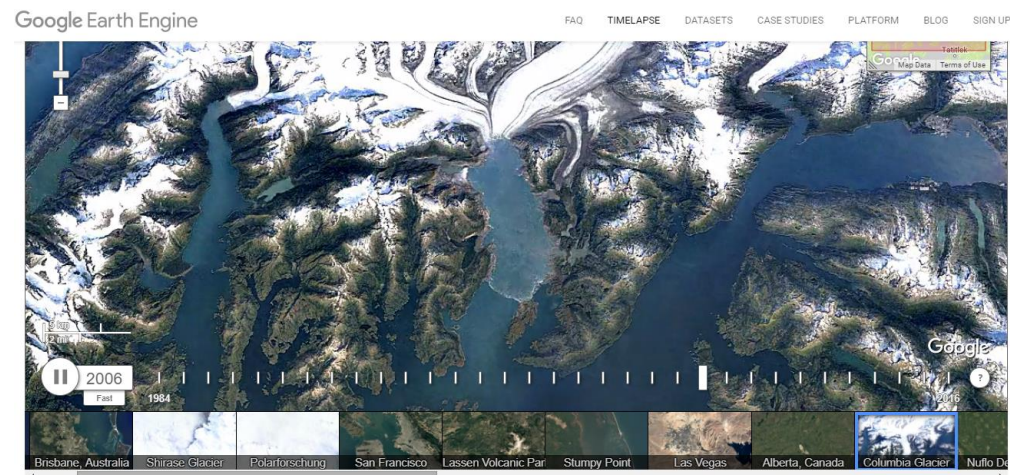


# Összefoglalás

NASA Climate Time Machine <http://climate.nasa.gov>



Google Earth Timelapse <https://earthengine.google.com/timelapse/>





# Indikátorok

European Environment Agency



- CSI012/CLIM001/CLIM003: Global and European temperature
- CLIM002: Mean precipitation
- CLIM005: Storms
- CLIM007: Glaciers
- CLIM008: Snow cover
- CLIM009: Greenland ice sheet
- CLIM010: Arctic and Baltic sea ice
- CLIM011: Permafrost
- CLIM012: Global and European sea level rise
- CLIM013: Sea surface temperature
- CLIM043: Ocean acidification
- CLIM044: Ocean heat content
- CLIM045: Storm surges



# Indikátorok

NOAA Climate.gov  
science & information for a climate-smart nation

News & Features Maps & Data Teaching Climate About Contact FAQs Site Map What's New? • E I N

Featured on Climate.gov 1 2 3 4 5

2017 Arctic sea ice minimum comes in at eighth smallest on record  
September 21, 2017  
Filed in: News & Features



NEWS & FEATURES

## International report confirms 2016 was warmest year on record for the globe

Last year marked the 3rd consecutive year of record warmth

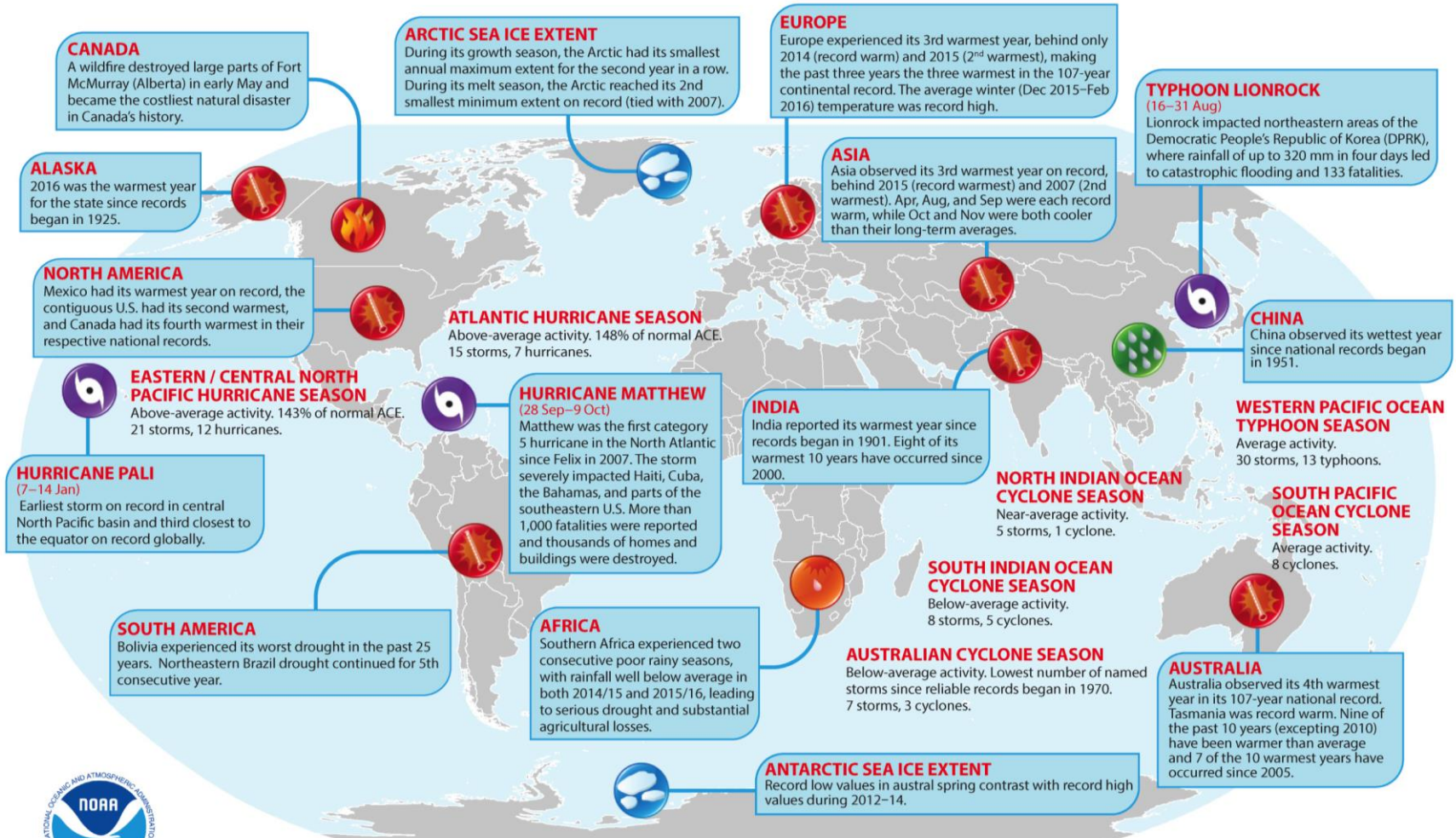
- Havi és éves klíma beszámoló (,,State of the climate 2016")
- Adatbázisok és térképek (hőmérséklet, aszály, glecser, tengerszint...)
- Szélsőséges időjárás térkép

<http://www.noaa.gov/climate>

<https://www.climate.gov/maps-data>

# Indikátorok

MIÉRT  
AUGUSTUS 2017



Please Note: Material provided in this map was compiled from NOAA's NCEI State of the Climate Reports, the WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2016 (WMO-No. 1189), and authorship for this report. For more information please visit: <https://www.nccd.noaa.gov/sotc>

Fig. I.1. Geographical distribution of selected notable climate anomalies and events in 2016.



# És a jövő?

---

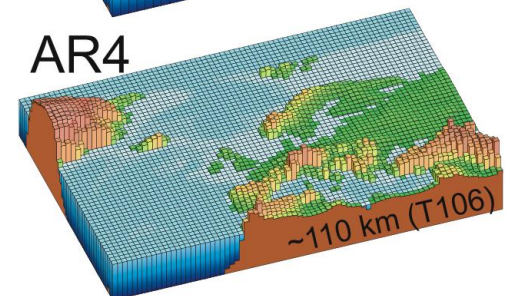
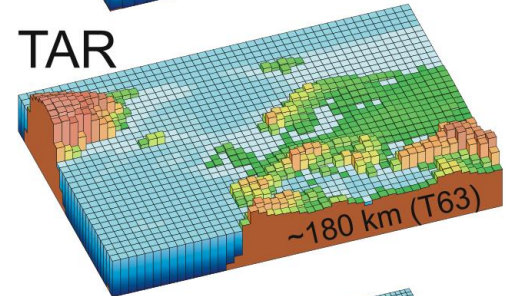
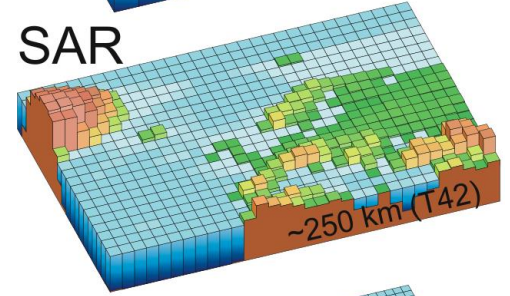
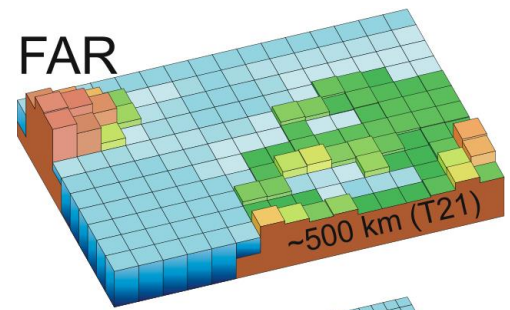
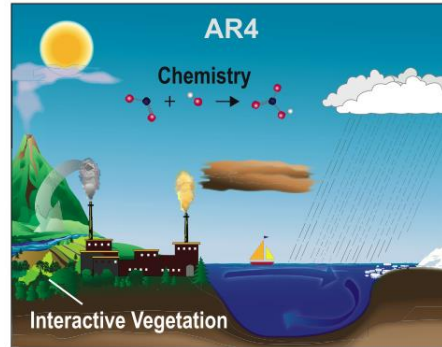
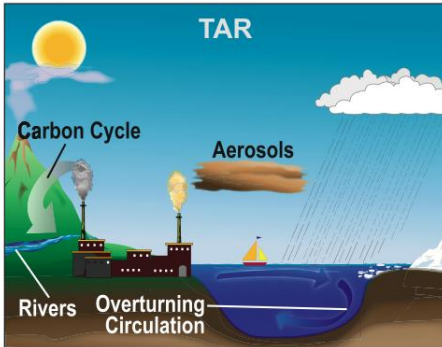
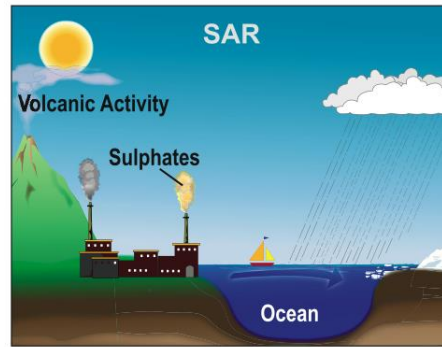
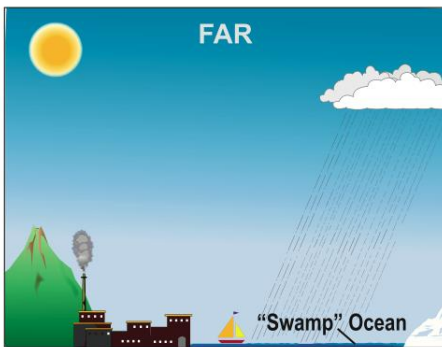
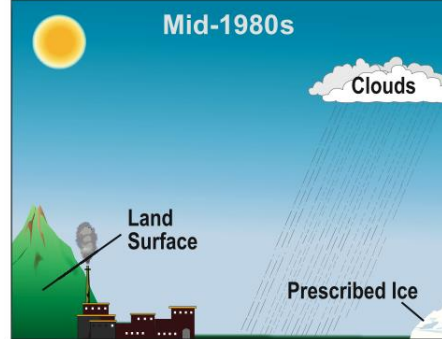
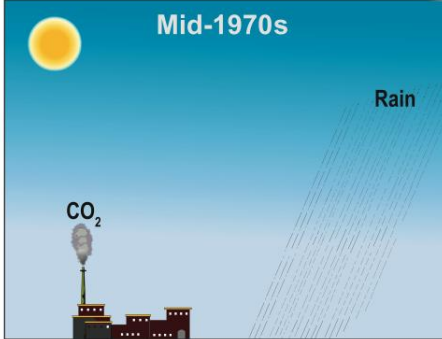
Klímamodellek segítenek megérteni a folyamatokat és okozatokat.  
Folyamatos fejlődés...

- Mérések pontosabbak és részletesebbek
- Adatfeldolgozás gyorsabb



# Klíma modellek

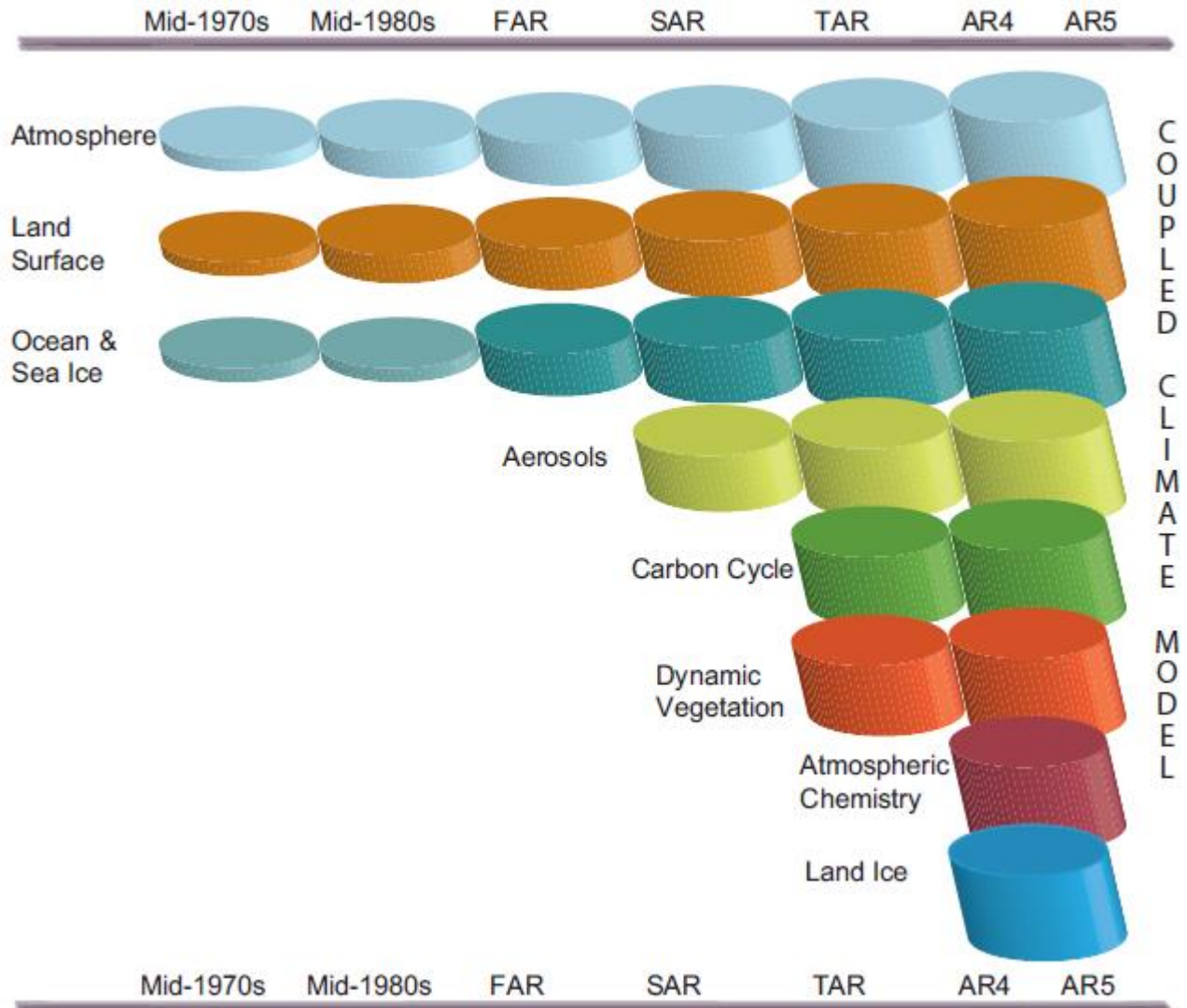
## The World in Global Climate Models





# Klíma modellek

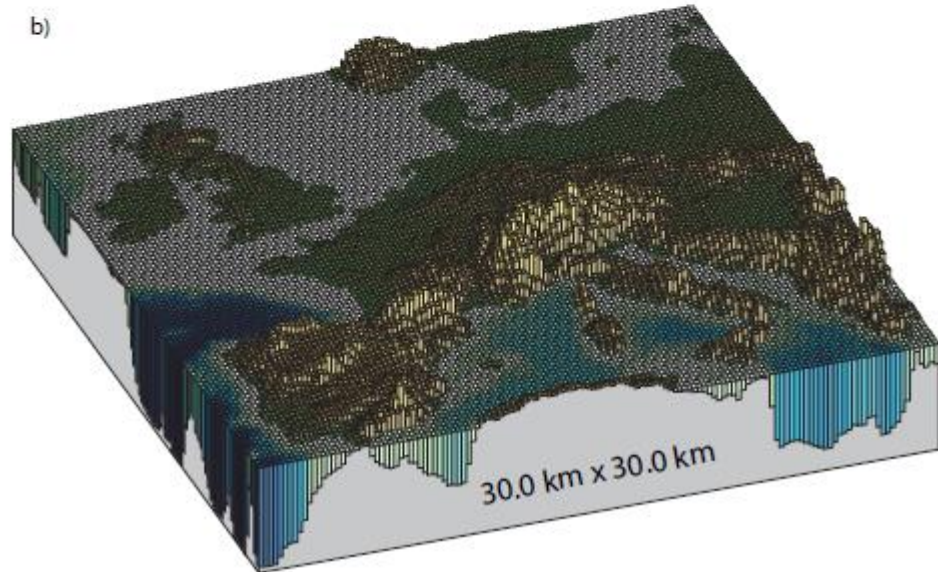
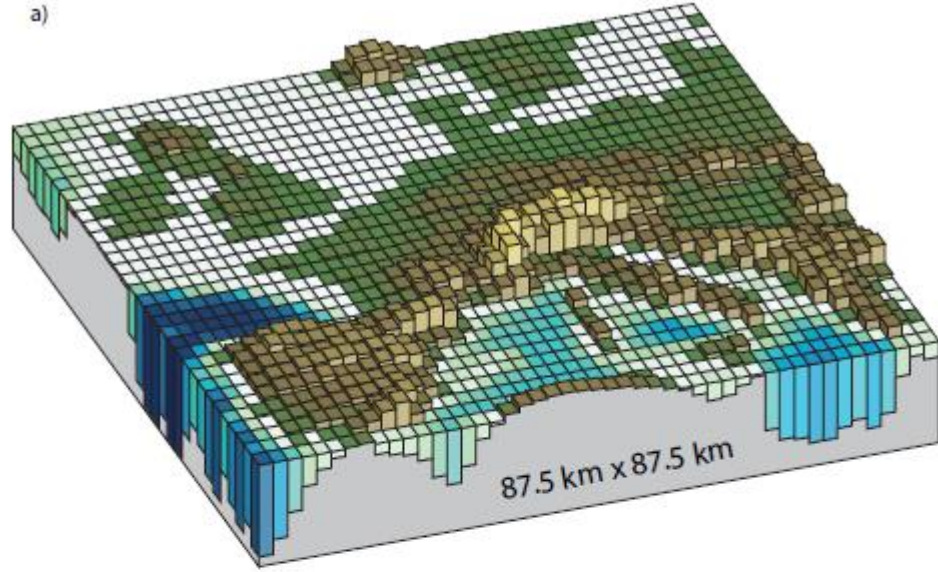
Cubasch, U., D. Wuebbles, D. Chen, M.C. Facchini, D. Frame, N. Mahowald, and J.-G. Winther, 2013: Introduction. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.





# Klíma modellek

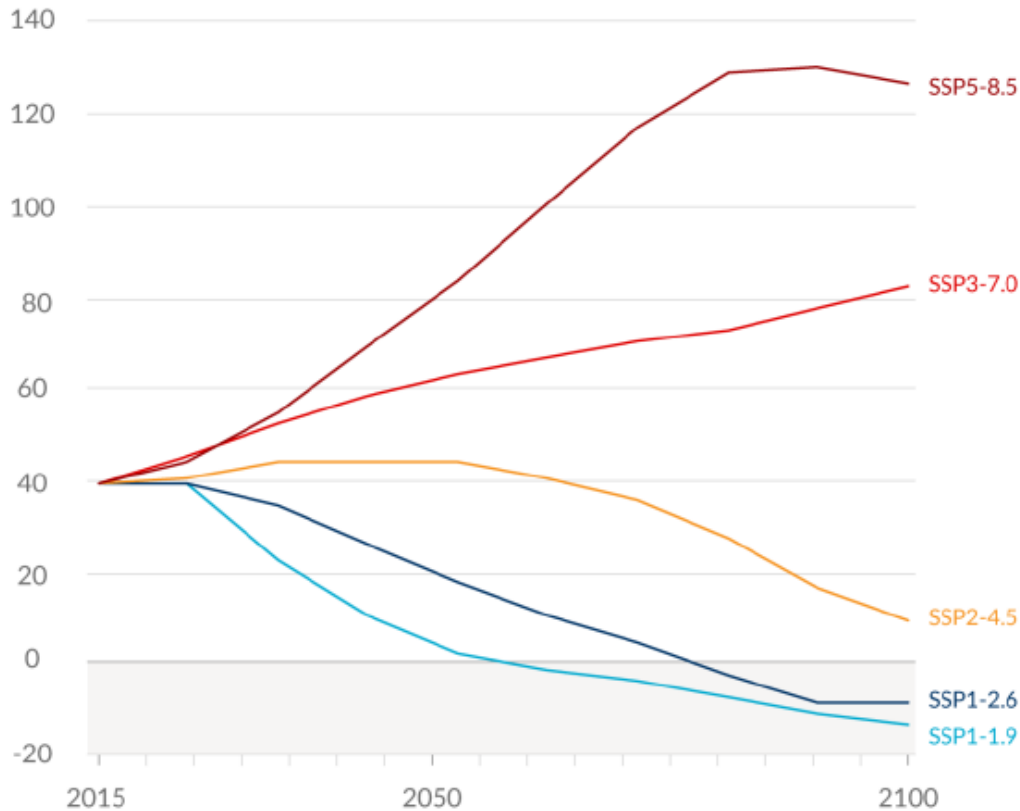
Cubasch, U., D. Wuebbles, D. Chen, M.C. Facchini, D. Frame, N. Mahowald, and J.-G. Winther, 2013: Introduction. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.





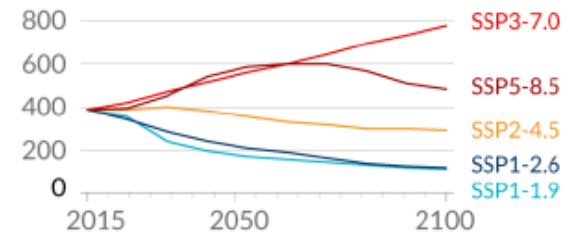
# Változás: CO<sub>2</sub> kibocsátás

Carbon dioxide (GtCO<sub>2</sub>/yr)

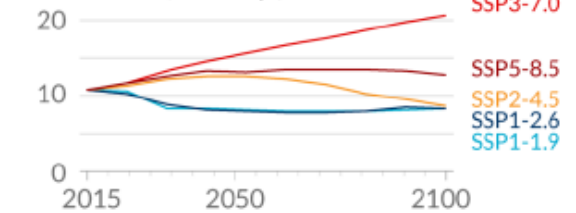


Selected contributors to non-CO<sub>2</sub> GHGs

Methane (MtCH<sub>4</sub>/yr)

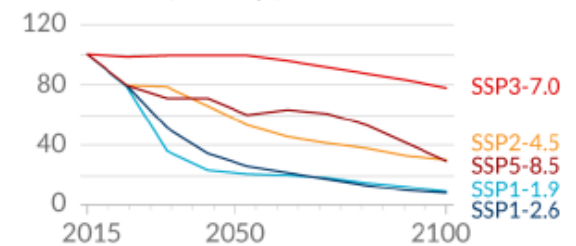


Nitrous oxide (MtN<sub>2</sub>O/yr)



One air pollutant and contributor to aerosols

Sulfur dioxide (MtSO<sub>2</sub>/yr)



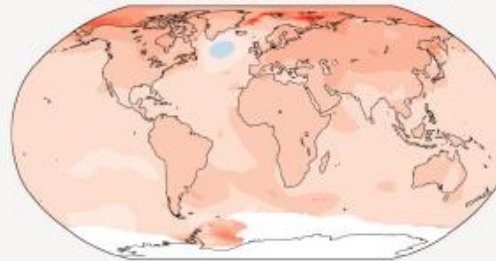
Forrás: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

# Klíma modellek eredményei

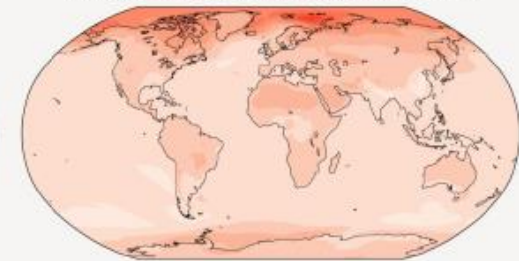
## a) Annual mean temperature change (°C) at 1 °C global warming

Warming at 1 °C affects all continents and is generally larger over land than over the oceans in both observations and models. Across most regions, observed and simulated patterns are consistent.

Observed change per 1 °C global warming



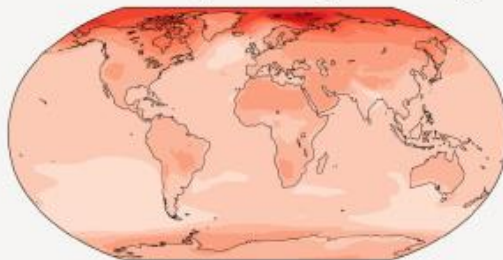
Simulated change at 1 °C global warming



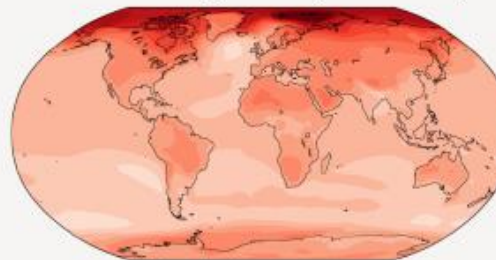
## b) Annual mean temperature change (°C) relative to 1850-1900

Across warming levels, land areas warm more than oceans, and the Arctic and Antarctica warm more than the tropics.

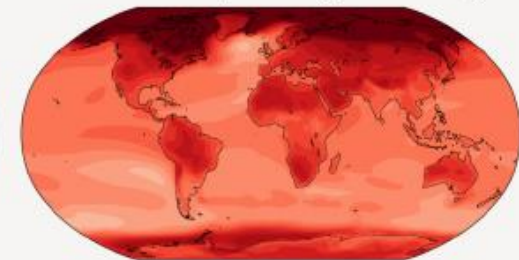
Simulated change at 1.5 °C global warming



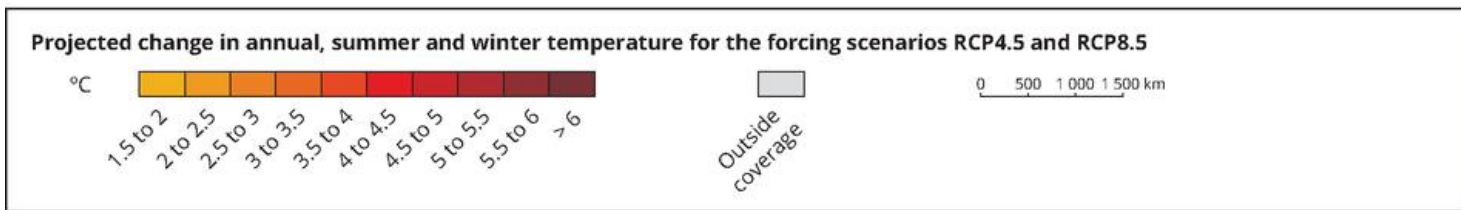
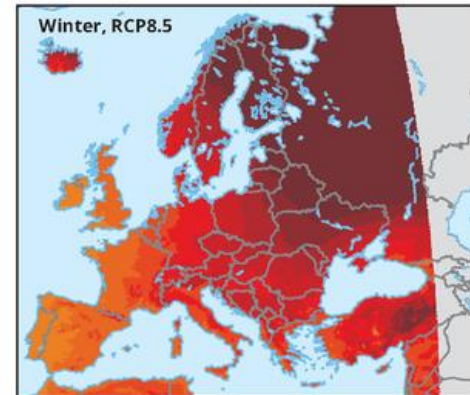
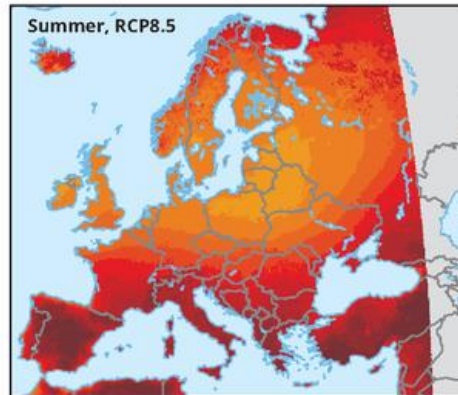
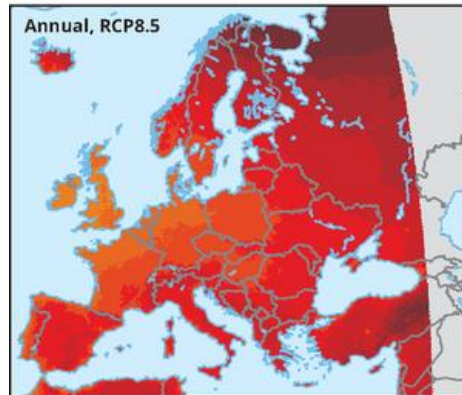
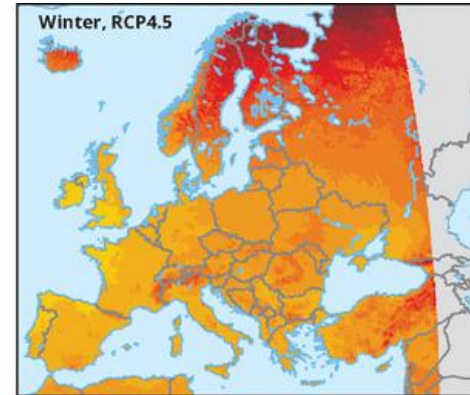
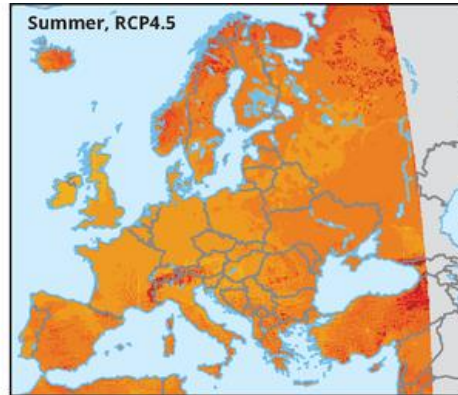
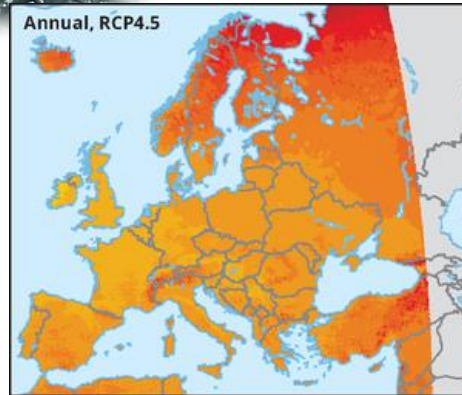
Simulated change at 2 °C global warming



Simulated change at 4 °C global warming

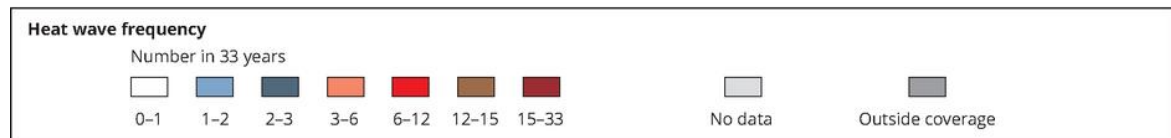
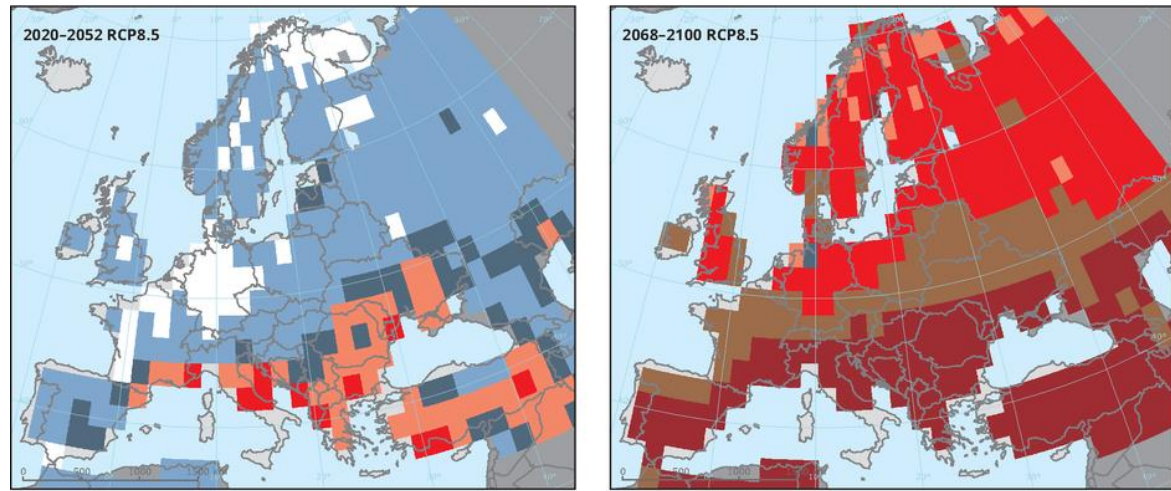
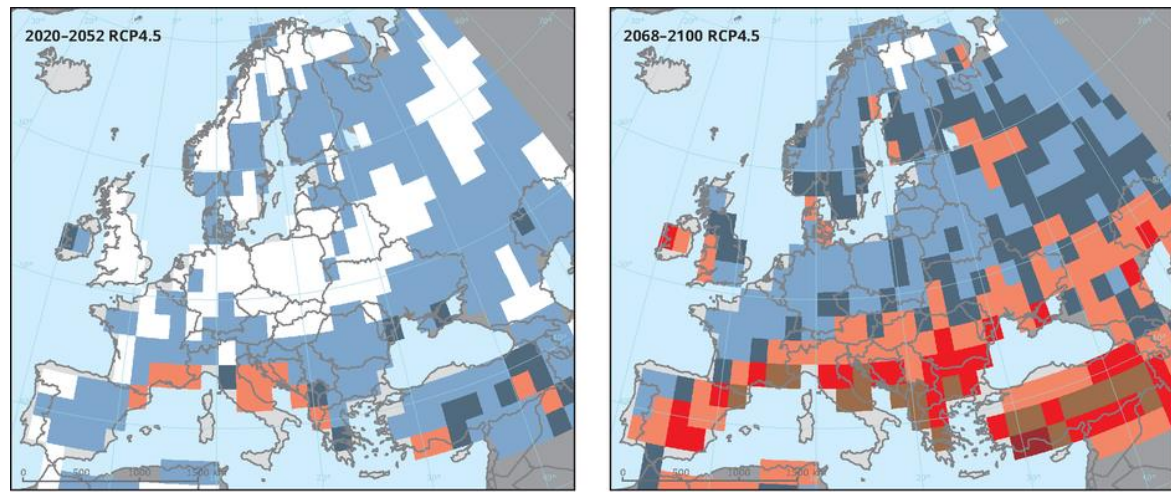


# Klíma modellek eredményei



<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-4/assessment>

# Klíma modellek eredményei



<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-4/assessment>

# Klíma modellek eredményei



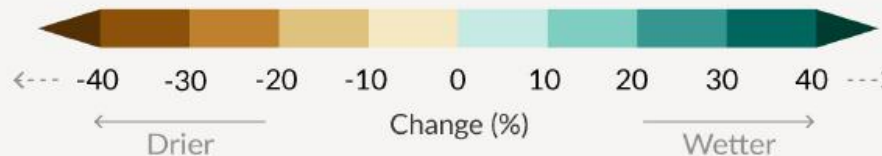
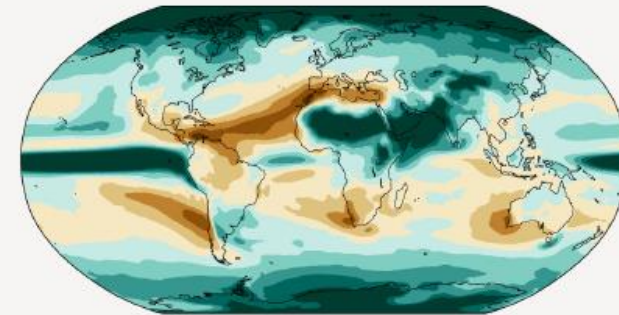
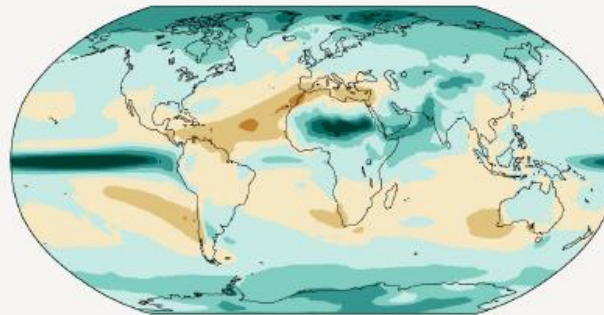
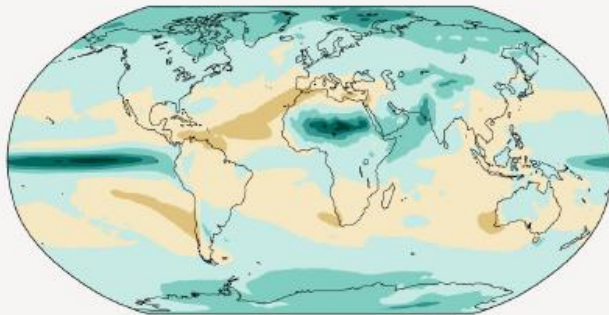
## c) Annual mean precipitation change (%) relative to 1850-1900

Precipitation is projected to increase over high latitudes, the equatorial Pacific and parts of the monsoon regions, but decrease over parts of the subtropics and in limited areas of the tropics.

Simulated change at 1.5 °C global warming

Simulated change at 2 °C global warming

Simulated change at 4 °C global warming



Relatively small absolute changes may appear as large % changes in regions with dry baseline conditions

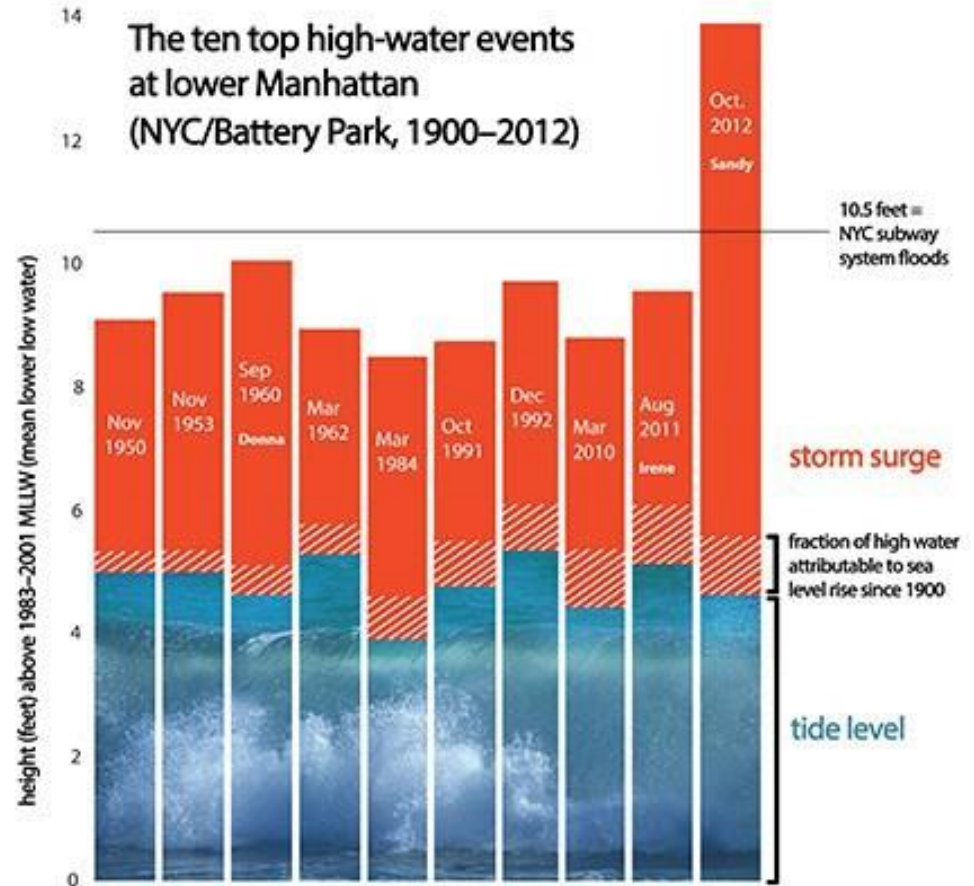


# Attribution science

„Hozzárendelés tudomány” –  
szélsőséges események okáért  
mennyiben felelős a  
klímaváltozás, miért fejlődik?

1. Több szélsőséges esemény:  
egyszerűbb  
megkülönböztetni a jelet a  
háttér zajtól.
2. Jobb adatok
3. Gyorsabb számítógépek

<https://thinkprogress.org/link-weather-climate-change-ab7d056f6628/#.x46659jx1>

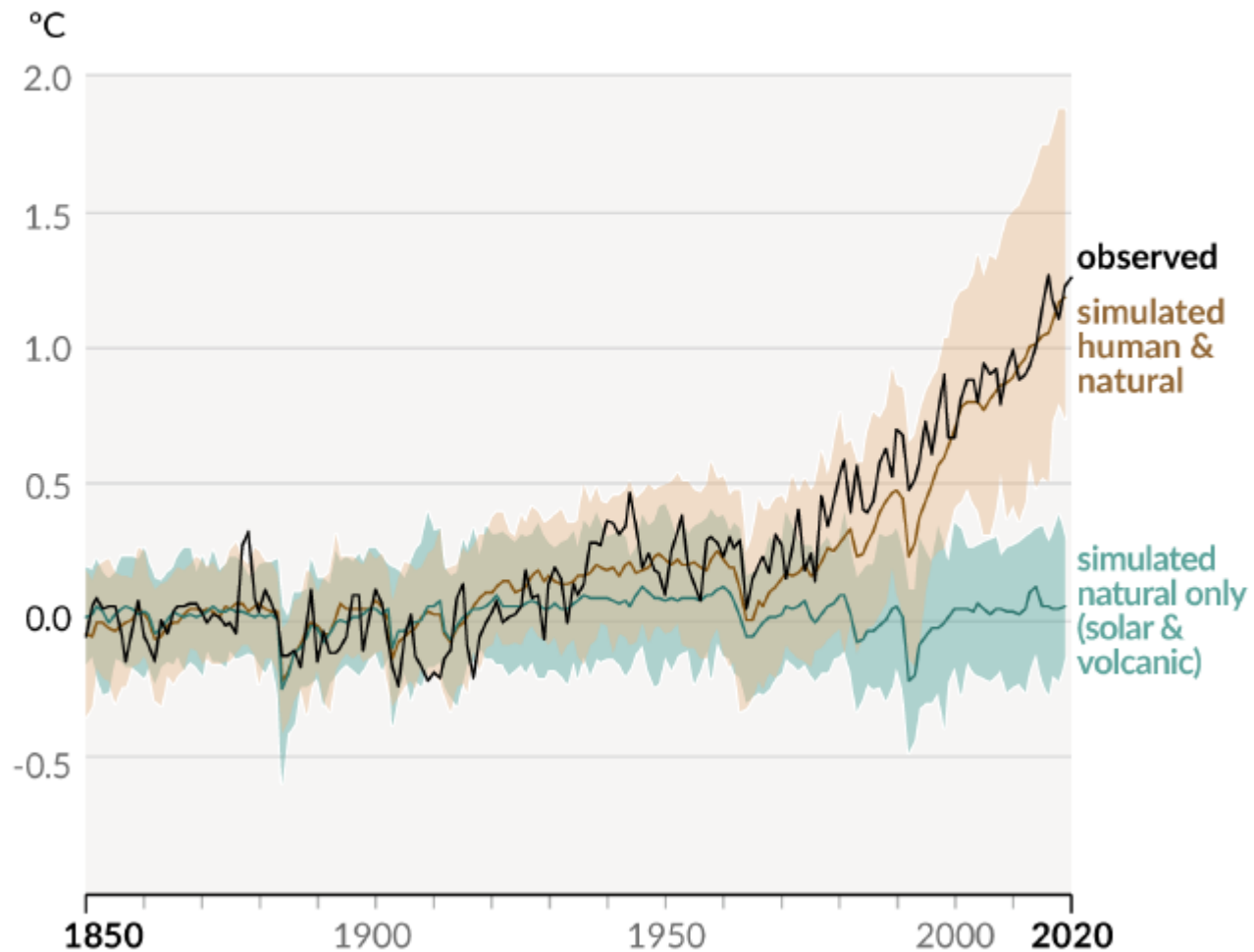


Forrás: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>



# Attribution science

b) Change in global surface temperature (annual average) as observed and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850-2020)





# Miért változik?

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

2013/20/PR

IPCC PRESS RELEASE

27 September 2013

## Human influence on climate clear, IPCC report says

STOCKHOLM, 27 September - **Human influence on the climate system is clear. This is evident in most regions of the globe, a new assessment by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) concludes.**

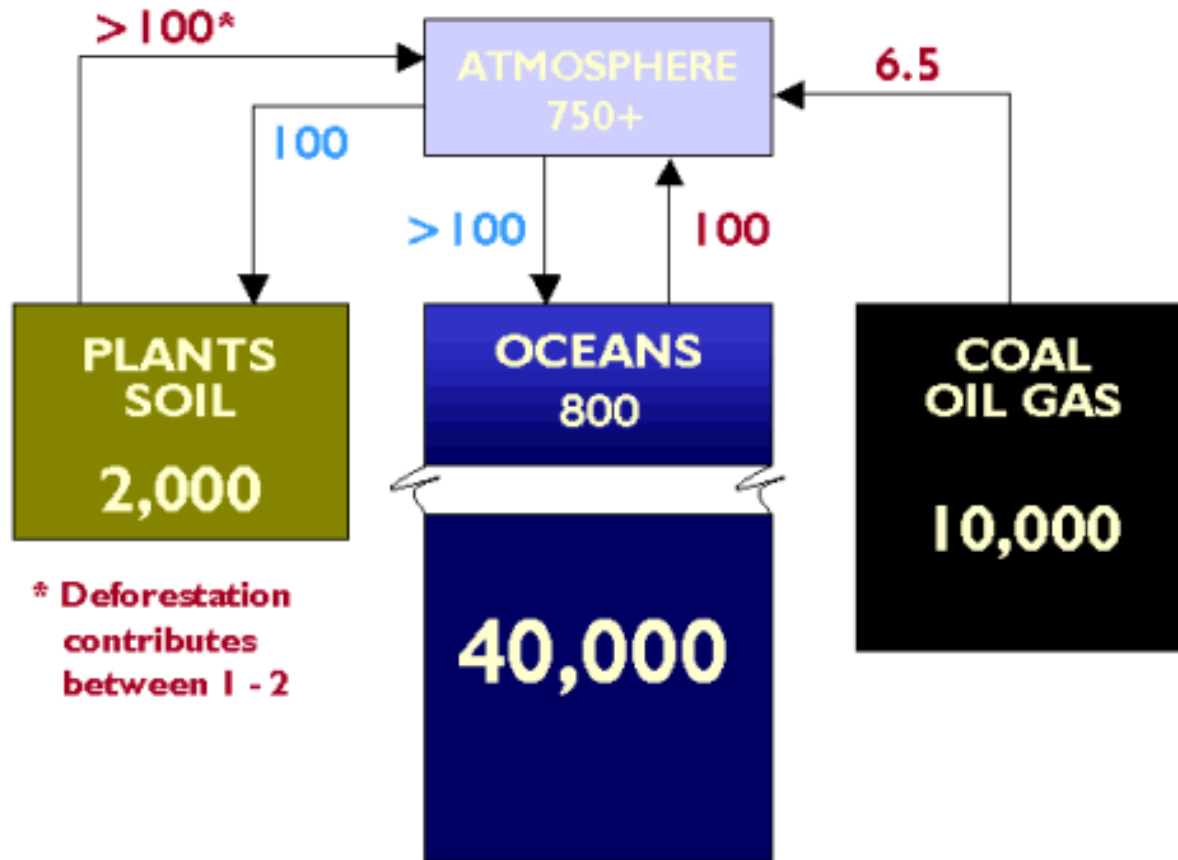
It is **extremely likely** that human influence has been the dominant cause of the observed warming since the mid-20th century. The evidence for this has grown, thanks to more and better observations, an improved understanding of the climate system response and improved climate models.

**Warming in the climate system is unequivocal** and since 1950 many changes have been



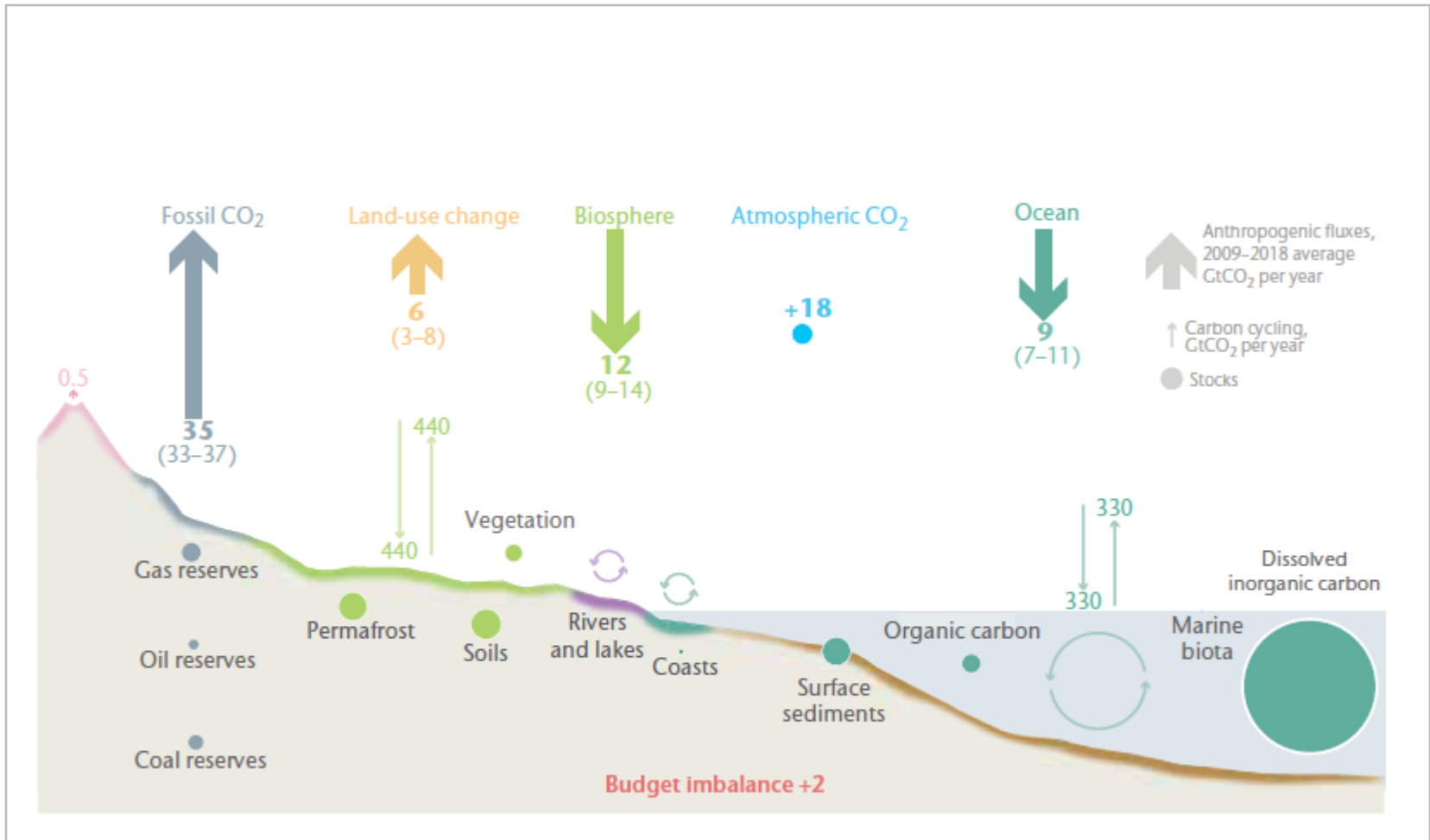
# Globális szén körforgás

## Global Flows of Carbon (Petagrams of Carbon/Year)



Pg: a unit of mass equal to 1,000,000,000,000,000 grams.

# Globális szén körforgás



Forrás: WMO statement on the status of the global climate in 2019

<sup>5</sup> Friedlingstein, P. et al., 2019: Global Carbon Budget 2019. *Earth System Science Data*, 11, 1783–1838, <https://www.earth-syst-sci-data.net/11/1783/2019/>.



# Üvegházhatású gázok

Gáz	Szektor	Ok	CO <sub>2</sub> ekvivalens
CO <sub>2</sub>	Energiatermelés Közlekedés Épületek Ipar Mezőgazdaság	Fosszilis energiahordozó égetés Technológia	1
CH <sub>4</sub>	Mezőgazdaság Hulladékkezelés Bányászat/energetika	Szerves vegyületek bomlása (biogáz) Fugitív	21
N <sub>2</sub> O	Mezőgazdaság	Műtrágyázás	Kb. 300



# IPCC

ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the leading international body for the assessment of climate change.

Established by **UNEP** and WMO in **1988** to provide the world with a clear scientific view on the current state of knowledge in climate change and its potential environmental and socio-economic impacts.

The IPCC is a **scientific body**. It reviews and assesses the most recent scientific, technical and socio-economic information produced worldwide relevant to the understanding of climate change. **It does not conduct any research nor does it monitor climate related data or parameters.**

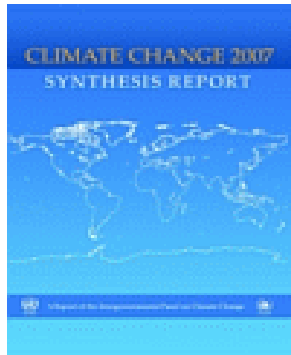
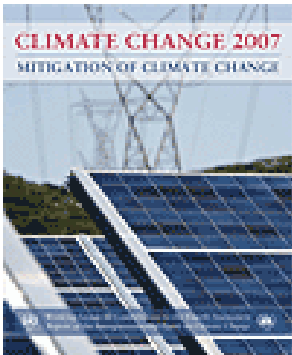
The main activity of the IPCC is to provide at regular intervals Assessment Reports of the state of knowledge on climate change.



# IPCC – 4th assessment report, 2007

---

- Working Group I:
  - "The Physical Science Basis"
- Working Group II Report
  - "Impacts, Adaptation and Vulnerability"
- Working Group III Report
  - "Mitigation of Climate Change"
- The AR4 Synthesis Report





# Nobel békedíj, 2007

---

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change - éghajlatváltozási kormányközi testületet 1988)
- klímaváltozás éghajlattani vonatkozásai, hatásai, megelőzése, a hozzá való alkalmazkodás lehetősége, módszertanok kidolgozásával amelyekkel megbecsülhető az üvegházhatású gázok kibocsátásának és elnyelésének mértéke
- tudományos bebizonyították, hogy a cselekvés tovább nem halogatható
- bebizonyították, hogy számos olyan megoldási lehetőség van, amelynek bevezetése nem csökkenti a fejlődést: házak szigetelésével, az energiahatékonyság növelésével
- Ürge-Vorsatz Diána



# IPCC – 5th assessment report, 2014

Three Working Group (WG) Reports and a Synthesis Report

- WG I: The Physical Science Basis
- WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability
- WG III: Mitigation of Climate Change
- AR5 Synthesis Report (SYR) - October 2014

More than 800 authors, selected from around 3000 nominations

<http://www.ipcc.ch/report/ar5/>





# IPCC – 6th assessment report, 2021

Sixth Assessment Report

**WORKING GROUP I**  
The Physical Science Basis

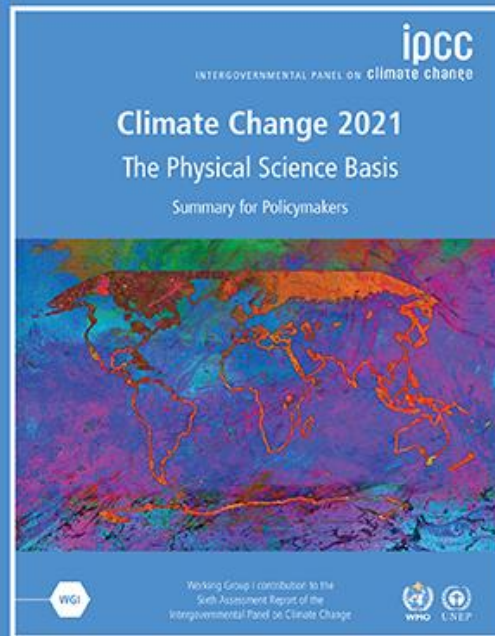
**Available  
to read  
now**

**#IPCC**

**#ClimateReport**

**ipcc**

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

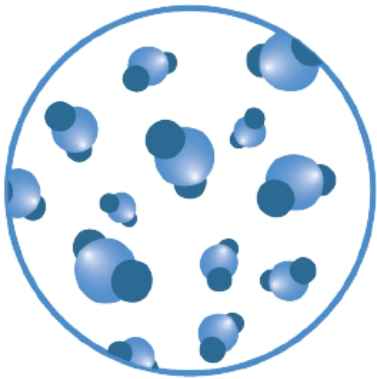






# IPCC – 6th assessment report, 2021

**CO<sub>2</sub>**  
concentration



**Highest**

in at least

**2 million years**

**Sea level**  
rise



**Fastest rates**

in at least

**3000 years**

**Arctic sea ice**  
area



**Lowest level**

in at least

**1000 years**

**Glaciers**  
retreat



**Unprecedented**

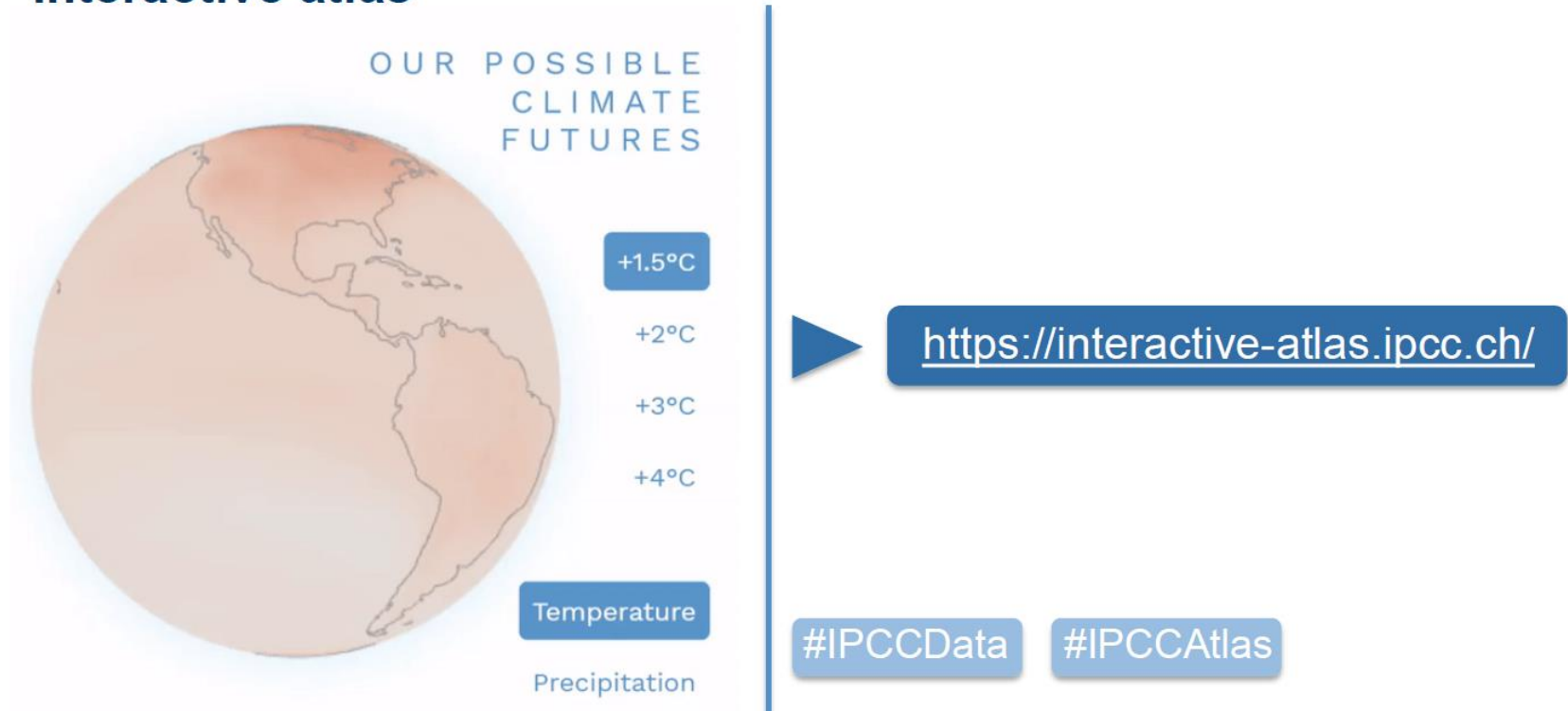
in at least

**2000 years**



# IPCC – 6th assessment report, 2021

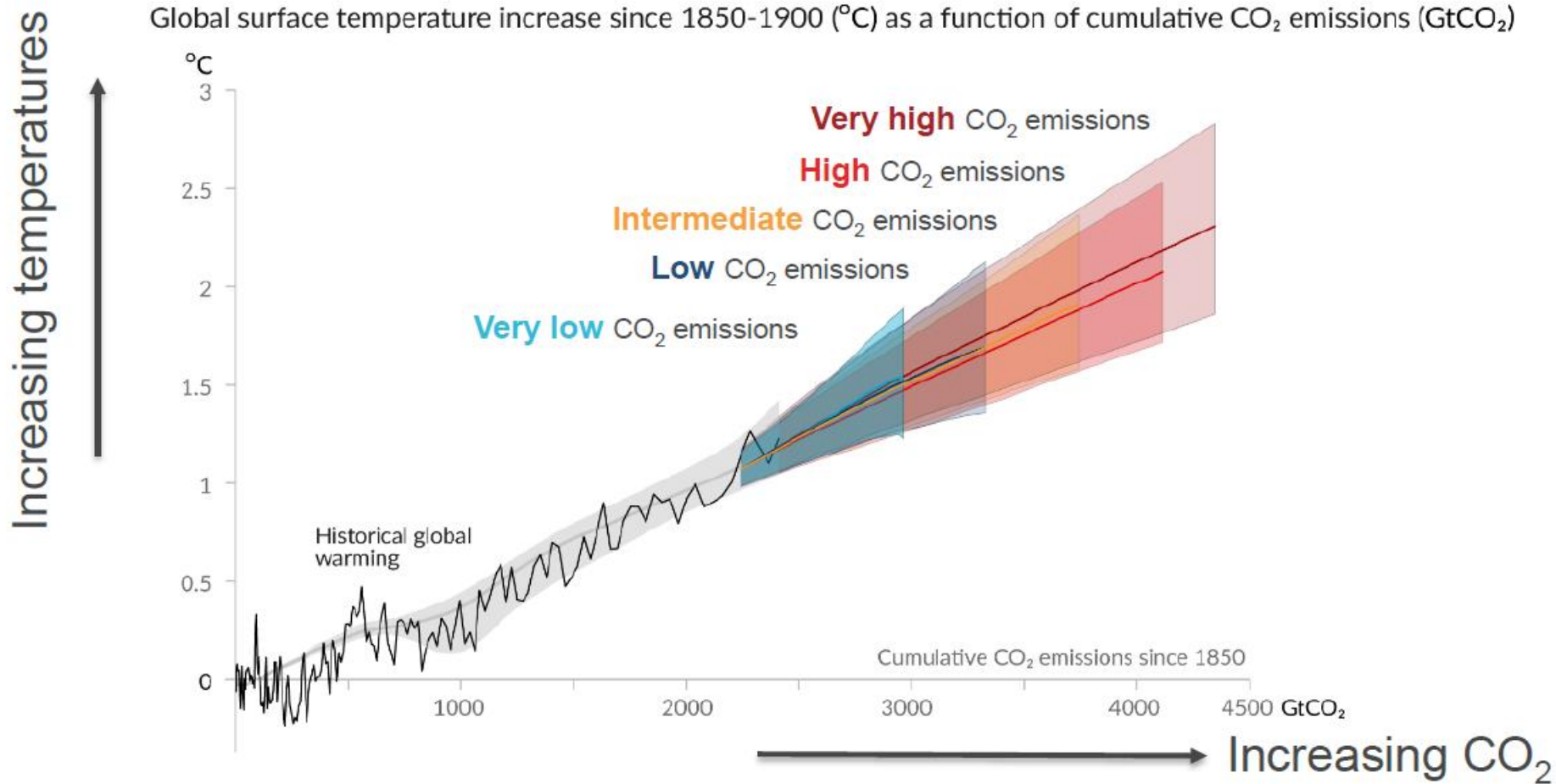
## Interactive atlas



Forrás: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>



# IPCC – 6th assessment report, 2021



Forrás: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>



- ENSZ éghajlat-változási keretegyezménye
- Rio de Janeiró, 1992 (Magyarország 1994-ben)
- 1994-ben lépett életbe, 197 ország írta alá
- Az aláírók elismerték, hogy az üvegházhatású gázok a Föld ökoszisztémáját megbontják.
- Cél: ÜHG légköri koncentráció stabilizálása, kapcsolatos tájékoztatás, kutatás és monitoring/jelentés
- Kibocsátás csökkentési célok, először Kiotóban fogalmazódtak meg (COP3) (Kyoto Protocoll)
- COP – Conference of Parties
- COP21 (2015) – Párizsi megállapodás, 1,5°C-os cél (NDC – Nationally determined contributions)
- Idén COP26 (Glasgow) – Párizsi megállapodás végrehajtása: 2030-ig legalább 45%-kal csökkenteni a kibocsátást, 2050-re karbon semlegesség



**United Nations** Framework  
Convention on Climate Change



## Forbes

COP26 | Nov 5, 2021, 07:08am EDT | 13,626 views

# 118 Private Jets Take Leaders To COP26 Climate Summit Burning Over 1,000 Tons Of CO<sub>2</sub>



**Ollie A Williams** Senior Contributor ⓘ

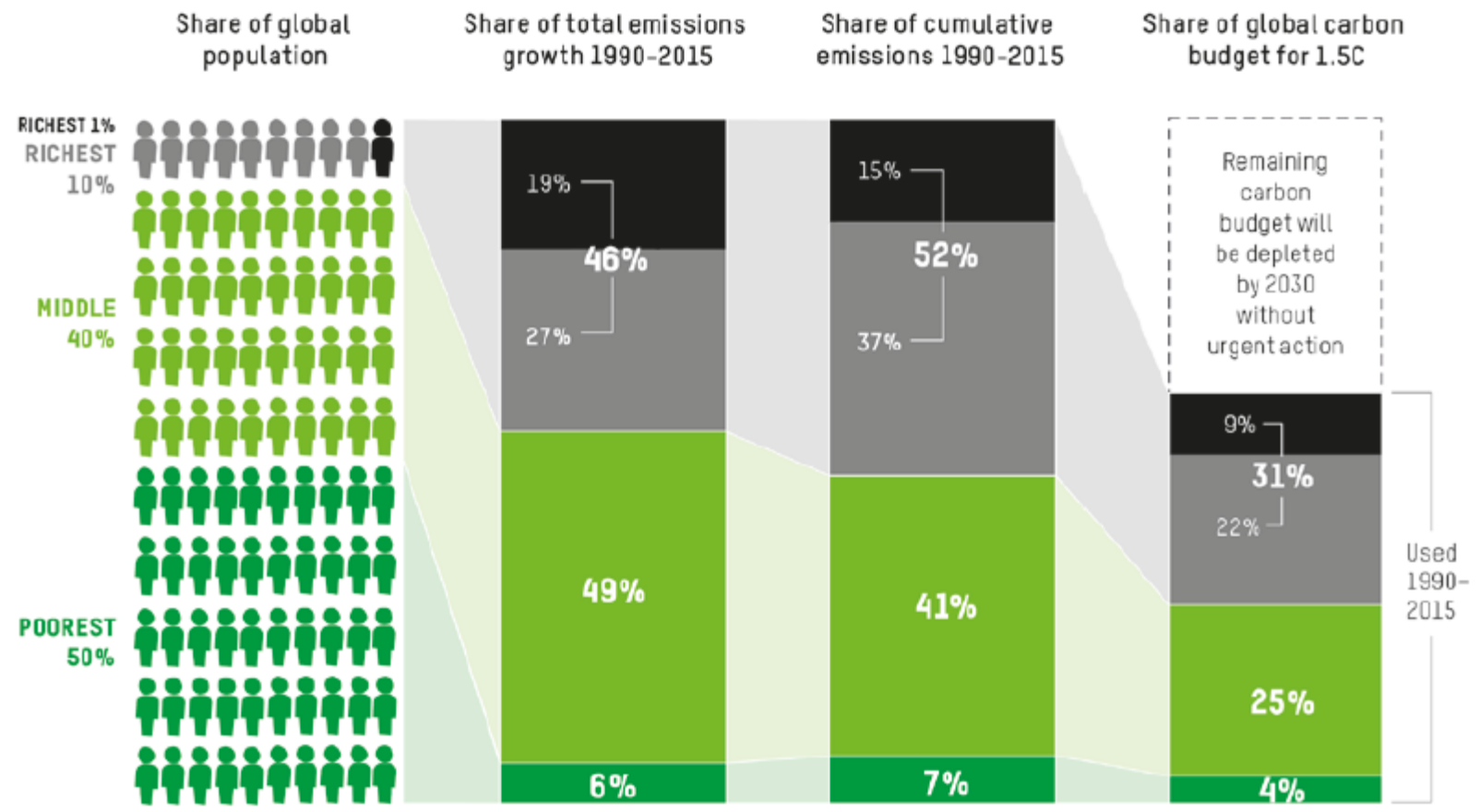
Wealth Management

*I cover European and global business news.*

Follow



# Carbon Inequality



Per capita income threshold (SPPP2011) of richest 1%: \$109k; richest 10%: \$38k; middle 40%: \$6k; and bottom 50%: less than \$6k.  
 Global carbon budget from 1990 for 33% risk of exceeding 1.5C: 1,205Gt.

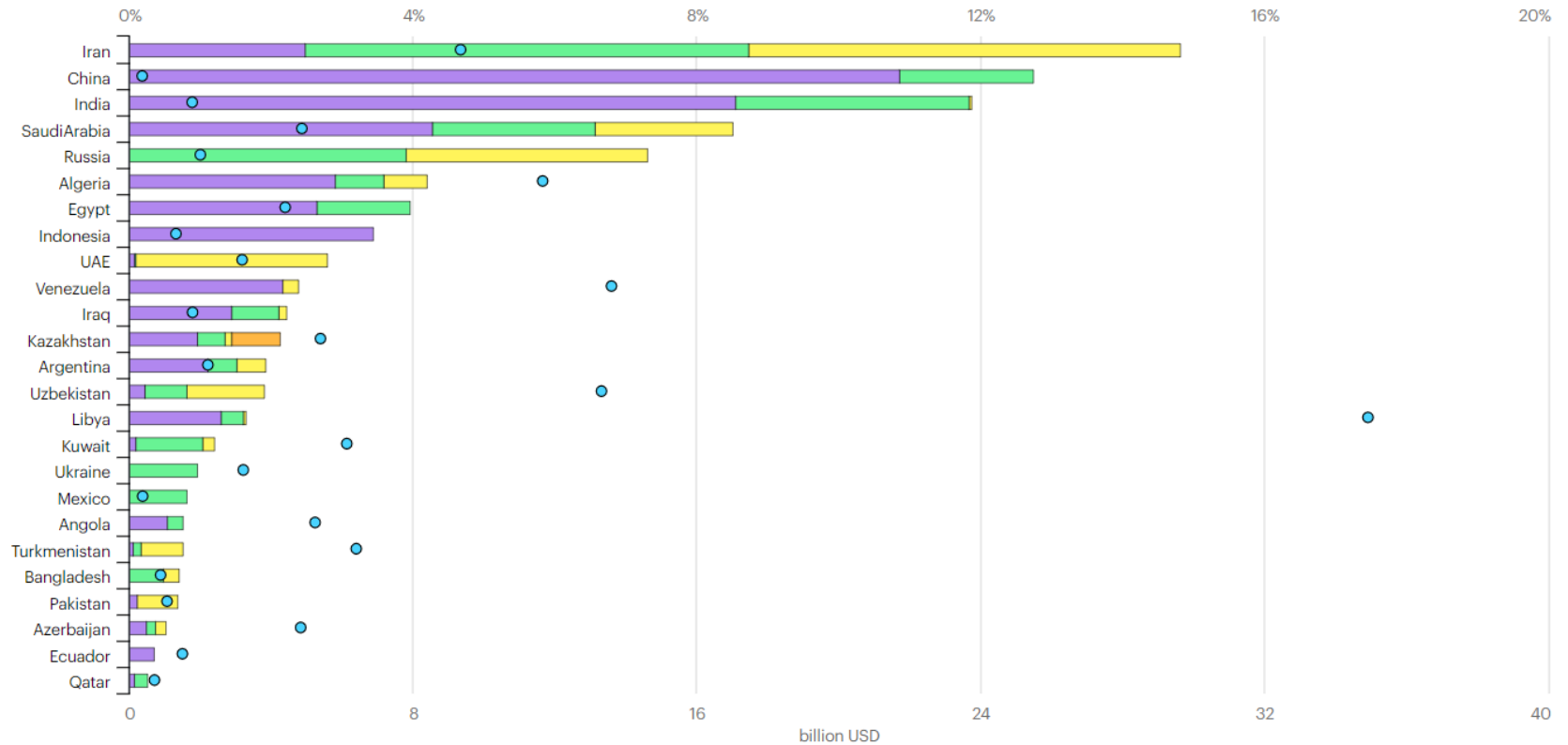


# Carbon Inequality





# Fossil subsidies



IEA. All Rights Reserved

● Total subsidies as % of GDP (MER) ● Oil ● Electricity ● Gas ● Coal

<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/value-of-fossil-fuel-subsidies-by-fuel-in-the-top-25-countries-2020>



## Climate change could drive 122m more people into extreme poverty by 2030

UN report warns that without measures, production could become impossible

**MOTHERBOARD**

**Extreme Weather Forces 26 Million People Into Poverty Each Year**

## Climate change to displace 15 million Bangladeshis by 2050

Tribune Online Report, Rehan Kabir | Published at 02:31 PM December 09, 2016  
Last updated at 05:37 PM December 09, 2016

<https://www.theguardian.com/global-development/2016/oct/17/climate-change-could-drive-122m-more-people-into-extreme-poverty-by-2030-un-united-nations-report>

[https://motherboard.vice.com/en\\_us/article/4xa5wn/extreme-weather-forces-26-million-people-into-poverty-each-year-world-bank](https://motherboard.vice.com/en_us/article/4xa5wn/extreme-weather-forces-26-million-people-into-poverty-each-year-world-bank)

[https://www.theguardian.com/sustainable-business/2016/nov/15/drought-floods-water-cost-study-morocco-climate-summit?CMP=share\\_btn\\_fb](https://www.theguardian.com/sustainable-business/2016/nov/15/drought-floods-water-cost-study-morocco-climate-summit?CMP=share_btn_fb)

<http://www.dhakatribune.com/bangladesh/2016/12/09/climate-change-displace-15-million-bangladeshis-2050/>





# Jövő?

**N** FILM  
**BREAKING BOUNDARIES**  
THE SCIENCE OF OUR PLANET

## Breaking Boundaries: The Science Of Our Planet

2021 | 7+ | 1h 14m | Documentary Films

David Attenborough and scientist Johan Rockström examine Earth's biodiversity collapse and how this crisis can still be averted.

Starring: David Attenborough, Johan Rockström

