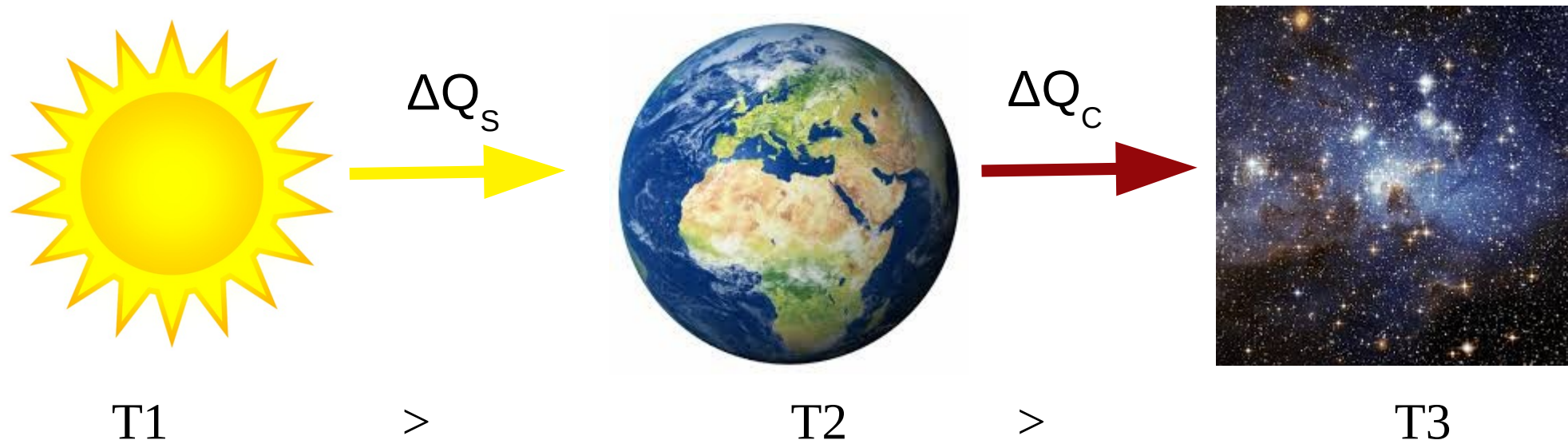




Jak człowiek wpływa na klimat i dlaczego Powinnismy ograniczyć globalne ocieplenie

Szymon Malinowski
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego



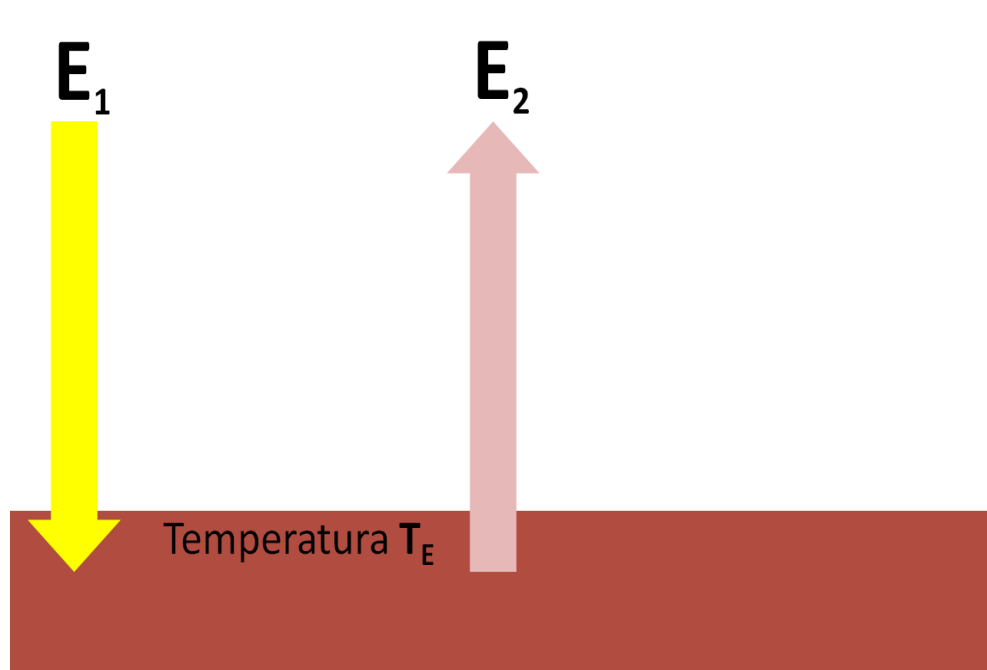


Temperatura Ziemi rośnie, gdy $\Delta Q_s > \Delta Q_c$

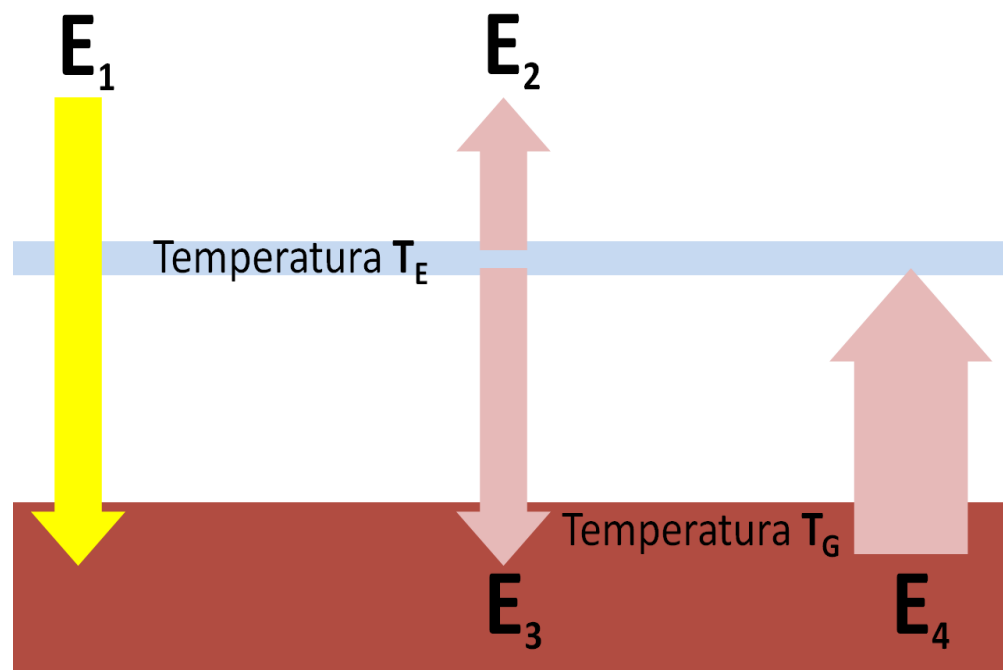
Temperatura Ziemi spada, gdy $\Delta Q_s < \Delta Q_c$



Efekt cieplarniany – jak to działa

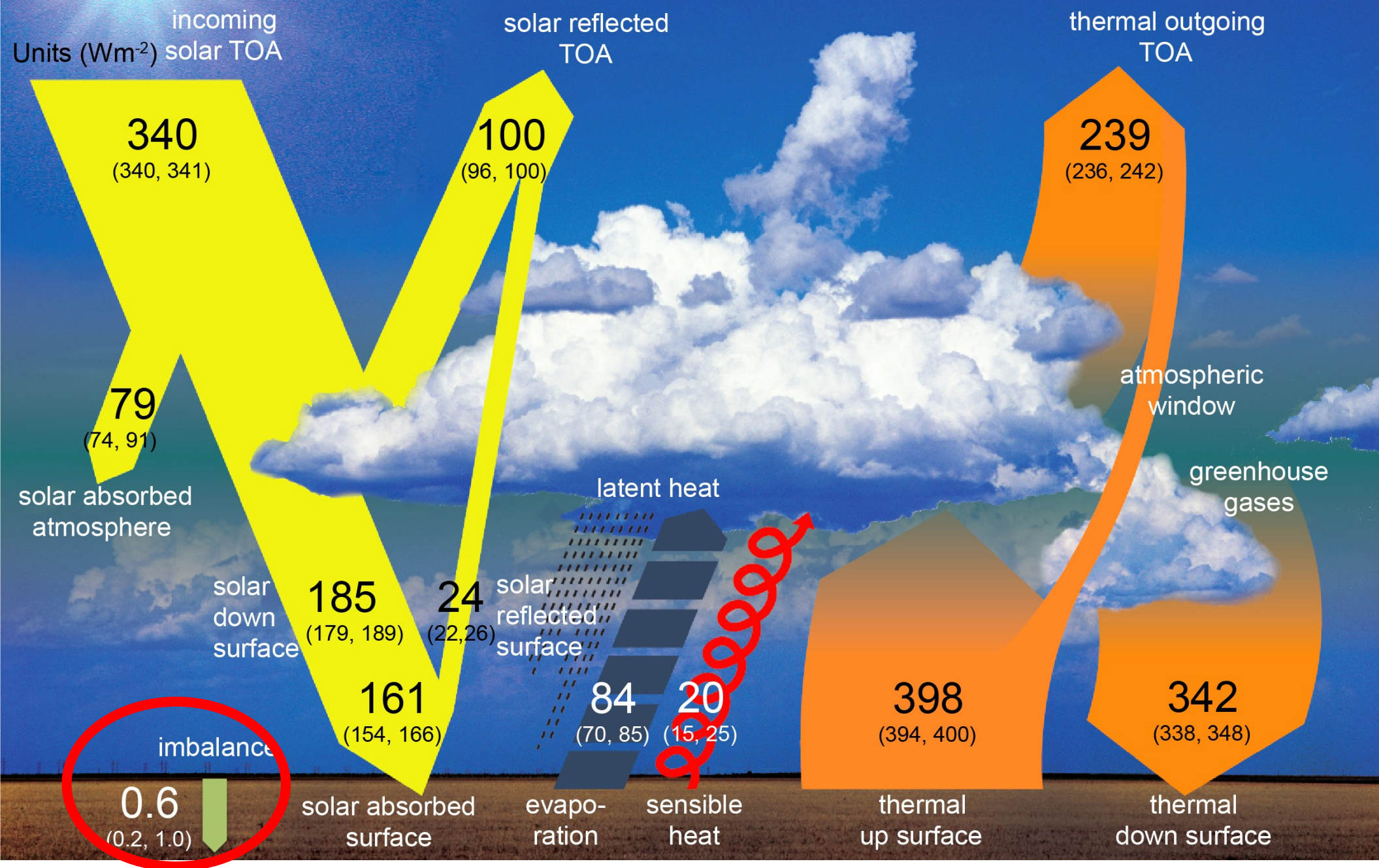


$$E_1 = E_2$$



$$E_1 = E_2 = E_3$$

$$E_4 = E_1 + E_3$$



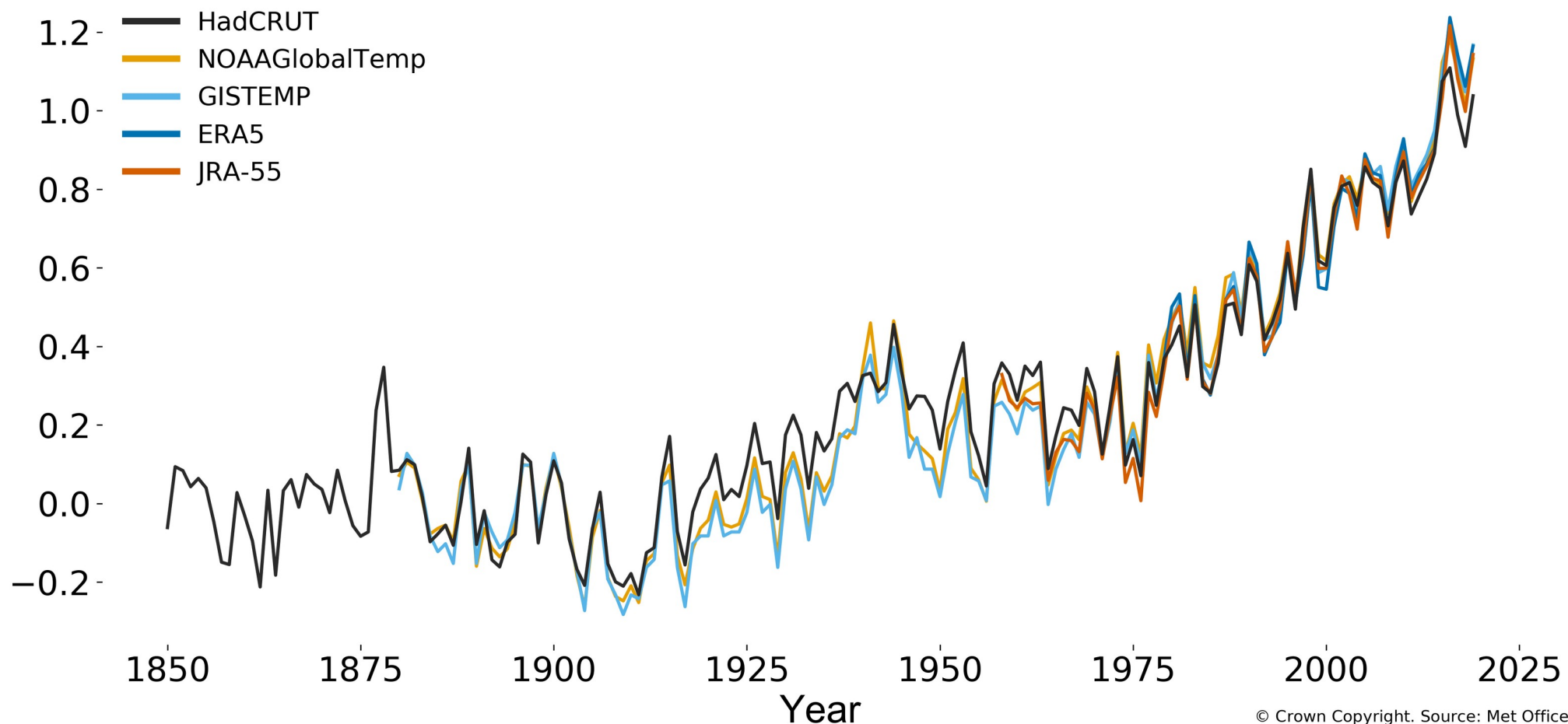
Uśredniony bilans energii systemu klimatycznego. Wartości w W/m^2 .
W nawiasach zakres niepewności i zmienności.

<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Dodatni bilans energii – temperatura powietrza przy powierzchni planety rośnie...

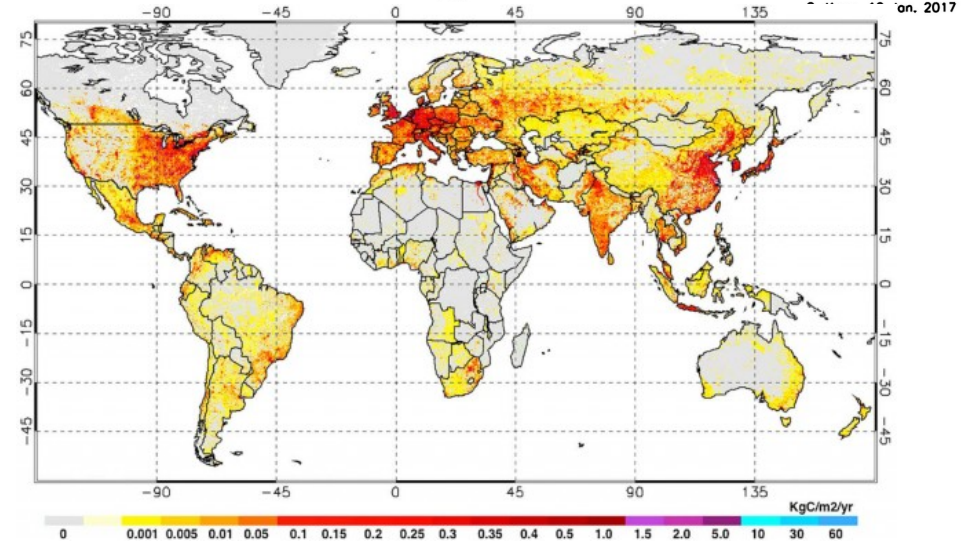
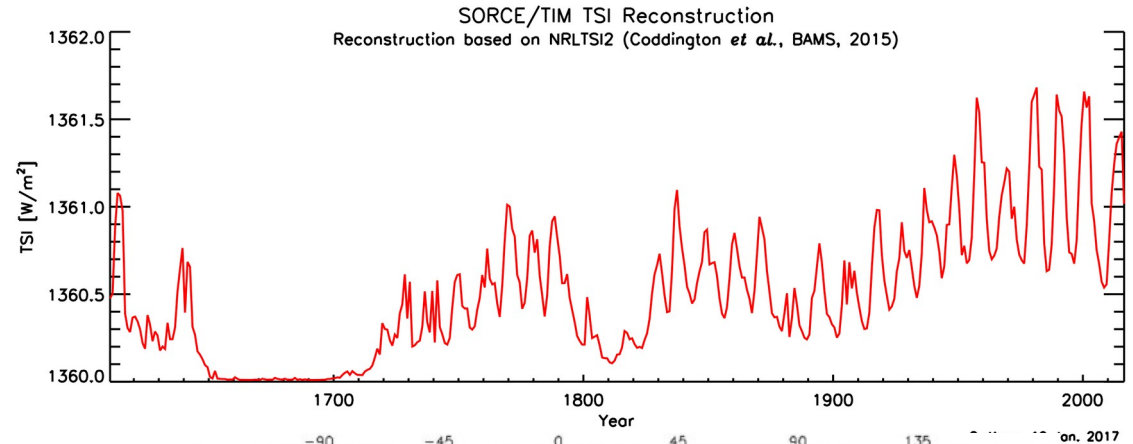
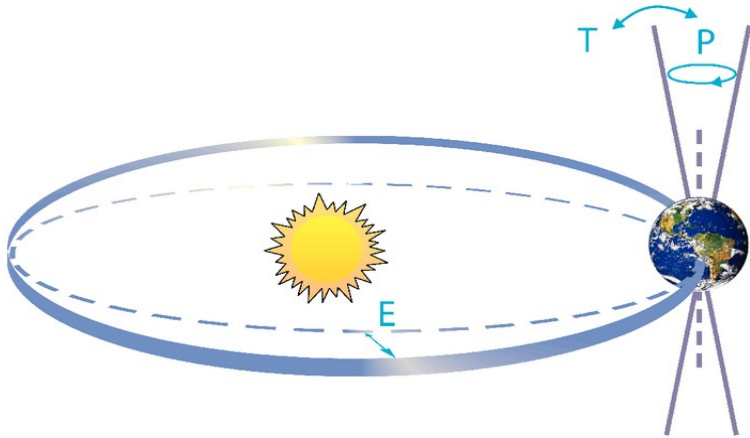
 **Met Office**

Global mean temperature difference from 1850-1900 (° C)



Wymuszenia i sprzężenia w systemie klimatycznym.

Wymuszenia inicjują zmiany klimatu.



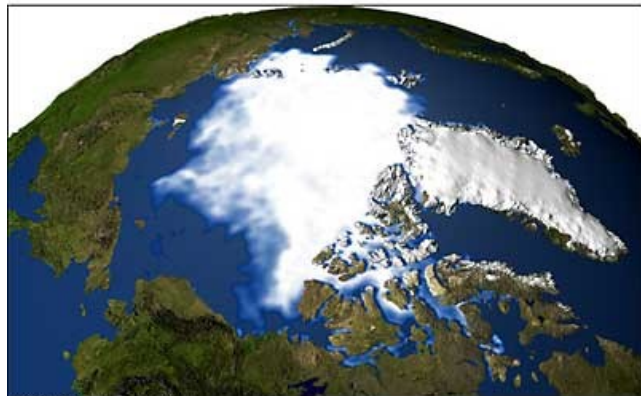
Przykłady: aktywność słoneczna, zmiany orbitalne, antropogeniczne i wulkaniczne emisje gazów czy aerozoli.

Wymuszenia i sprzężenia w systemie klimatycznym.

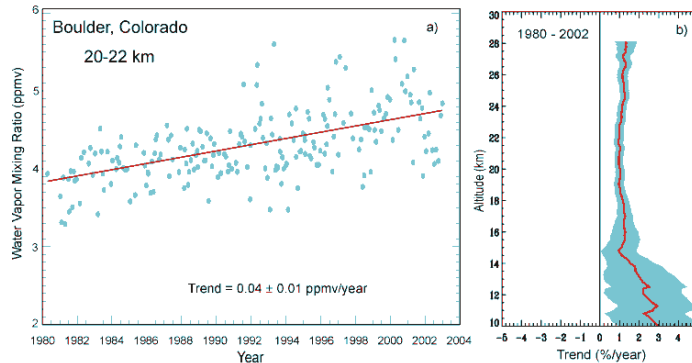
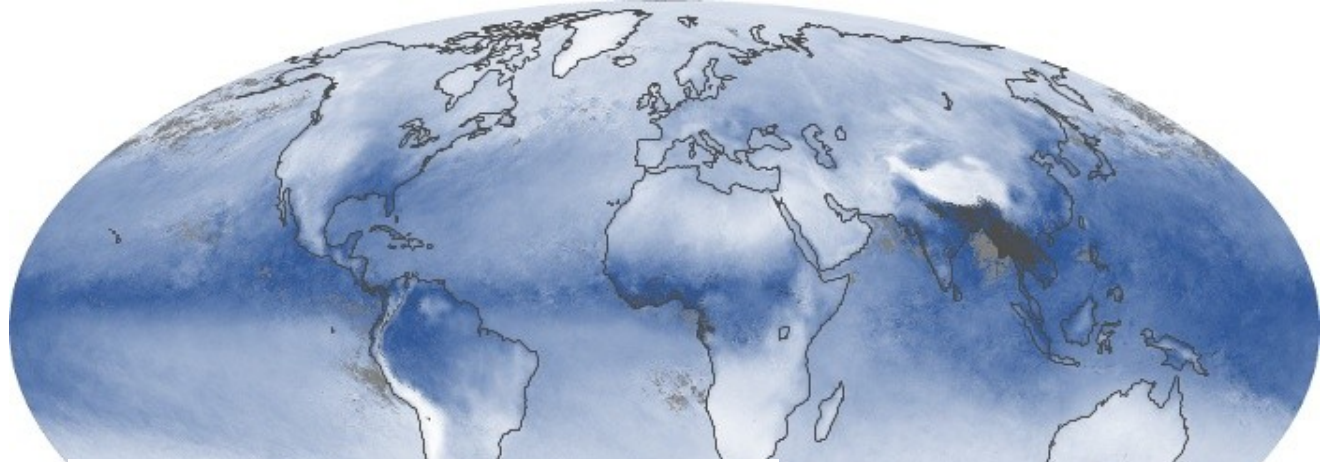
Sprzężenia to procesy zachodzące wewnątrz systemu klimatycznego, które **skutkują dalszymi zmianami klimatu**.



1979 SSM/I Composite Data

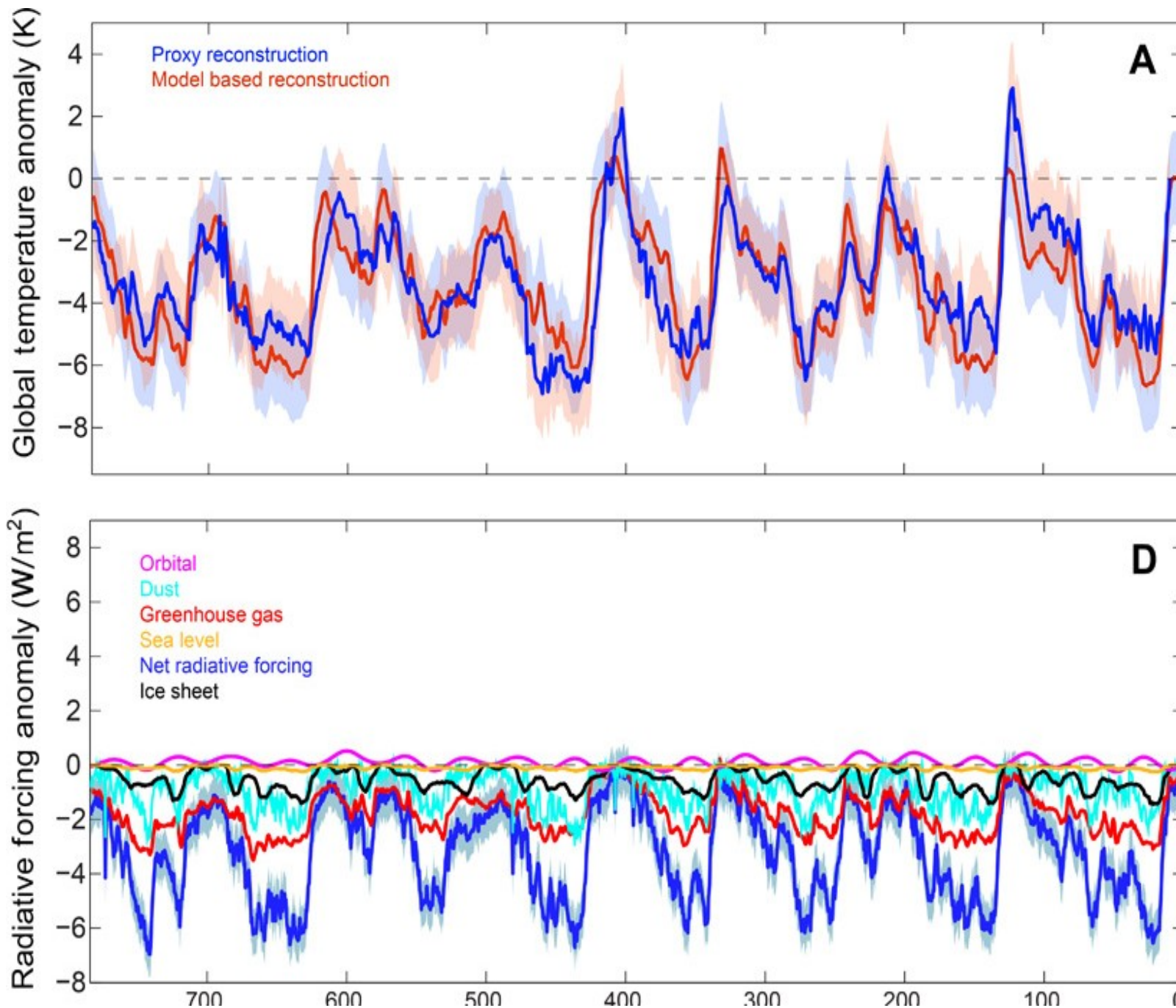


2003 SSM/I Composite Data



Przykłady: zmiany albedo wskutek zmian zlodzenia czy zmiany zawartości pary wodnej w powietrzu wskutek zmian temperatury.

Wymuszenia i sprzężenia w ostatnich 800tys.lat



A: Globalne anomalie temperatur, niebieskie – proxy, czerwone – modele.

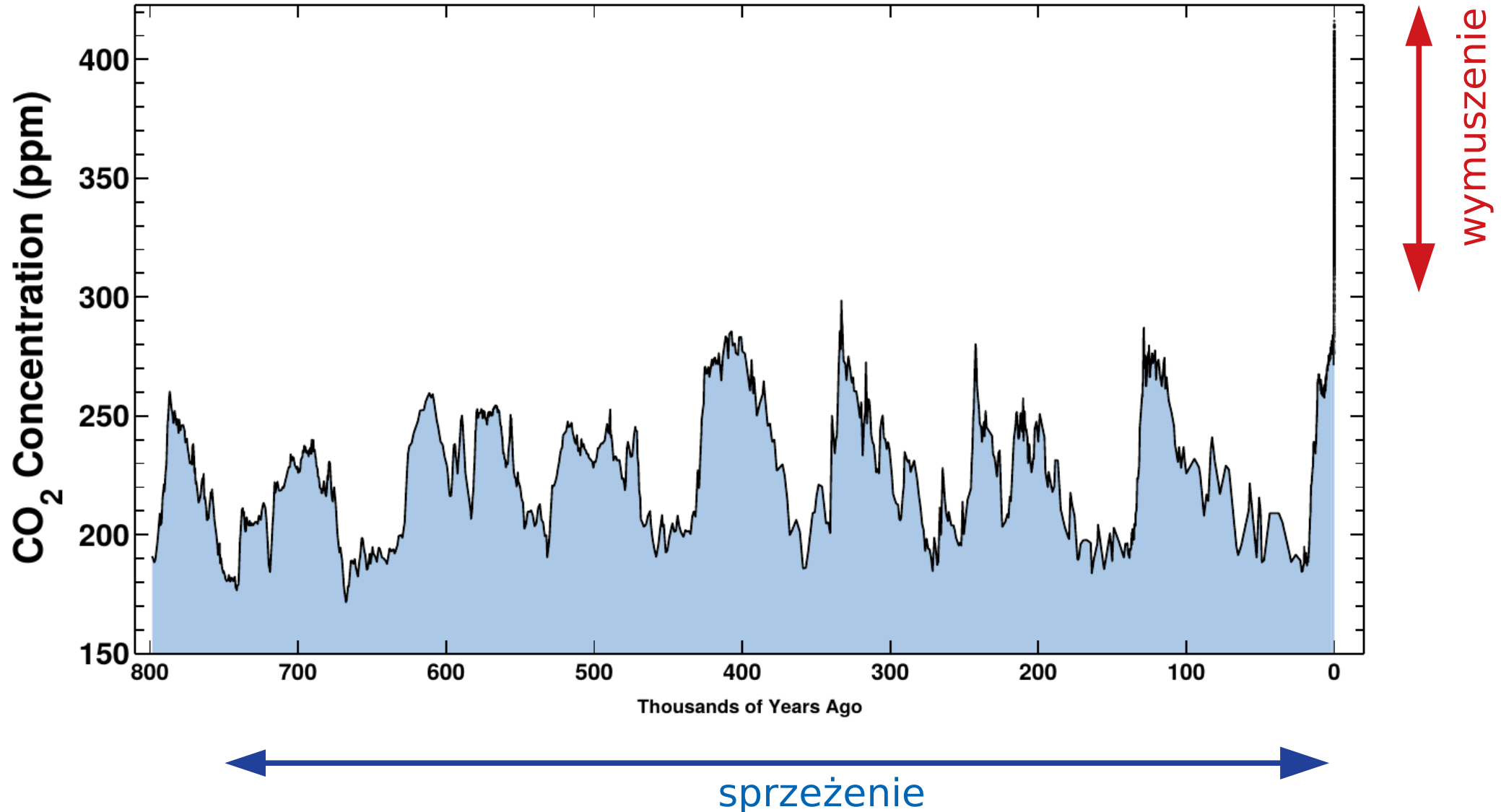
D: Anomalie radiacyjne, których suma jest odpowiedzialna za zmiany temperatury globu. Suma wymuszeń radiacyjnych: linia niebieska

Friedrich et al., Science Advances 09 Nov 2016: Vol. 2, no. 11, e1501923
DOI: 10.1126/sciadv.1501923

Zmiany CO₂: kiedyś sprzężenie, dziś wymuszenie.

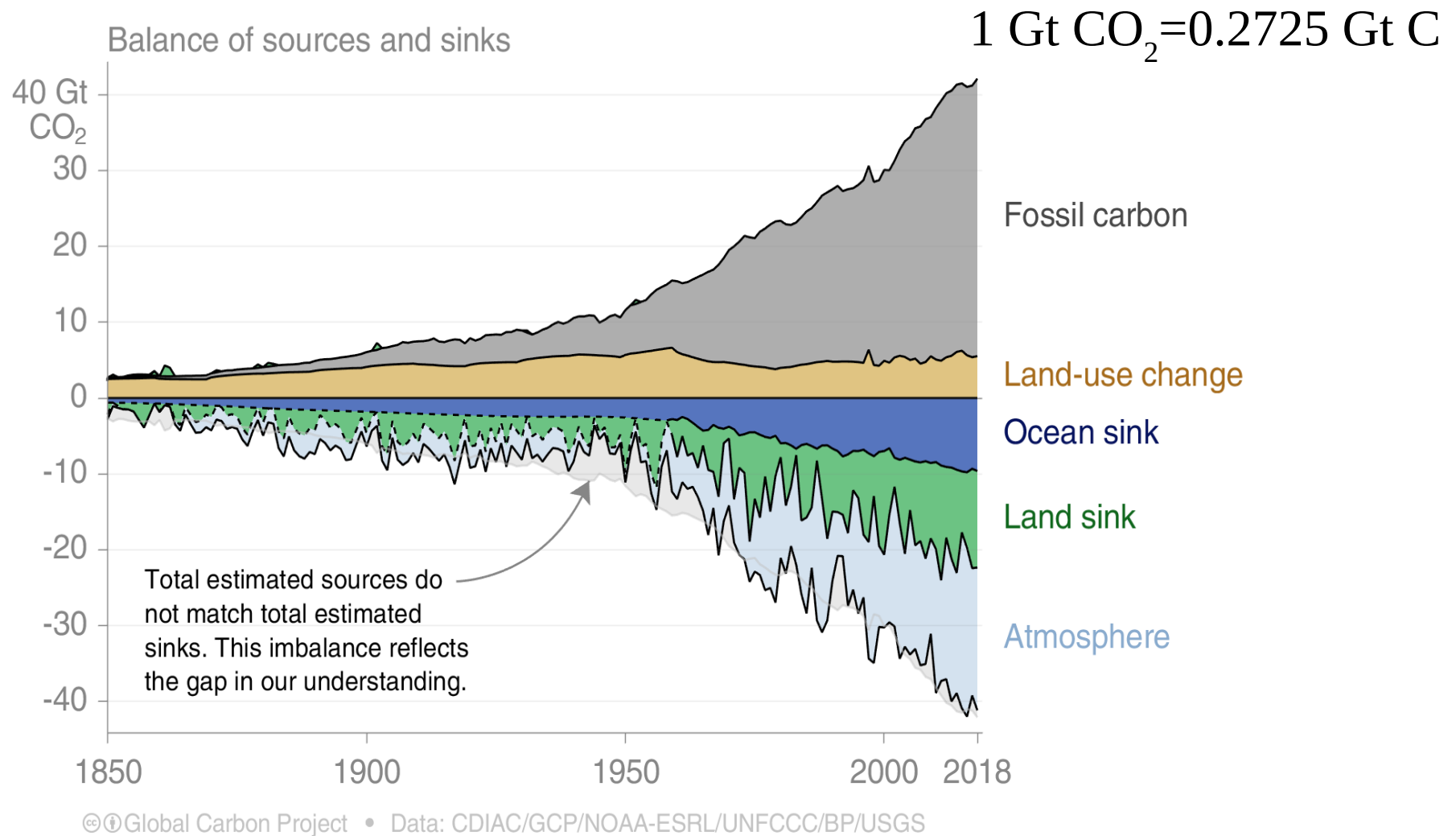
May 20, 2020

Ice-core data before 1958. Mauna Loa data after 1958.



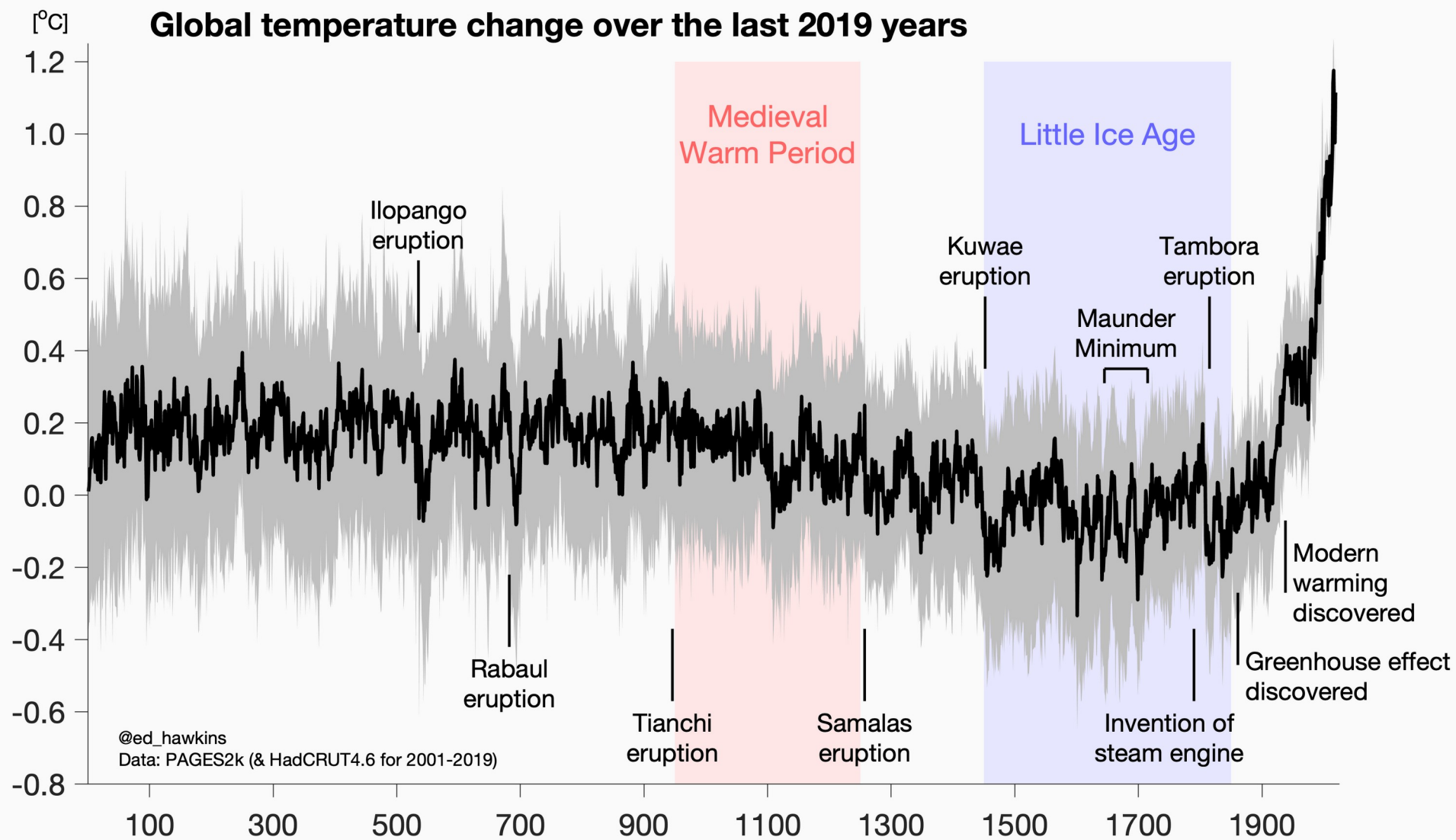
Global carbon budget

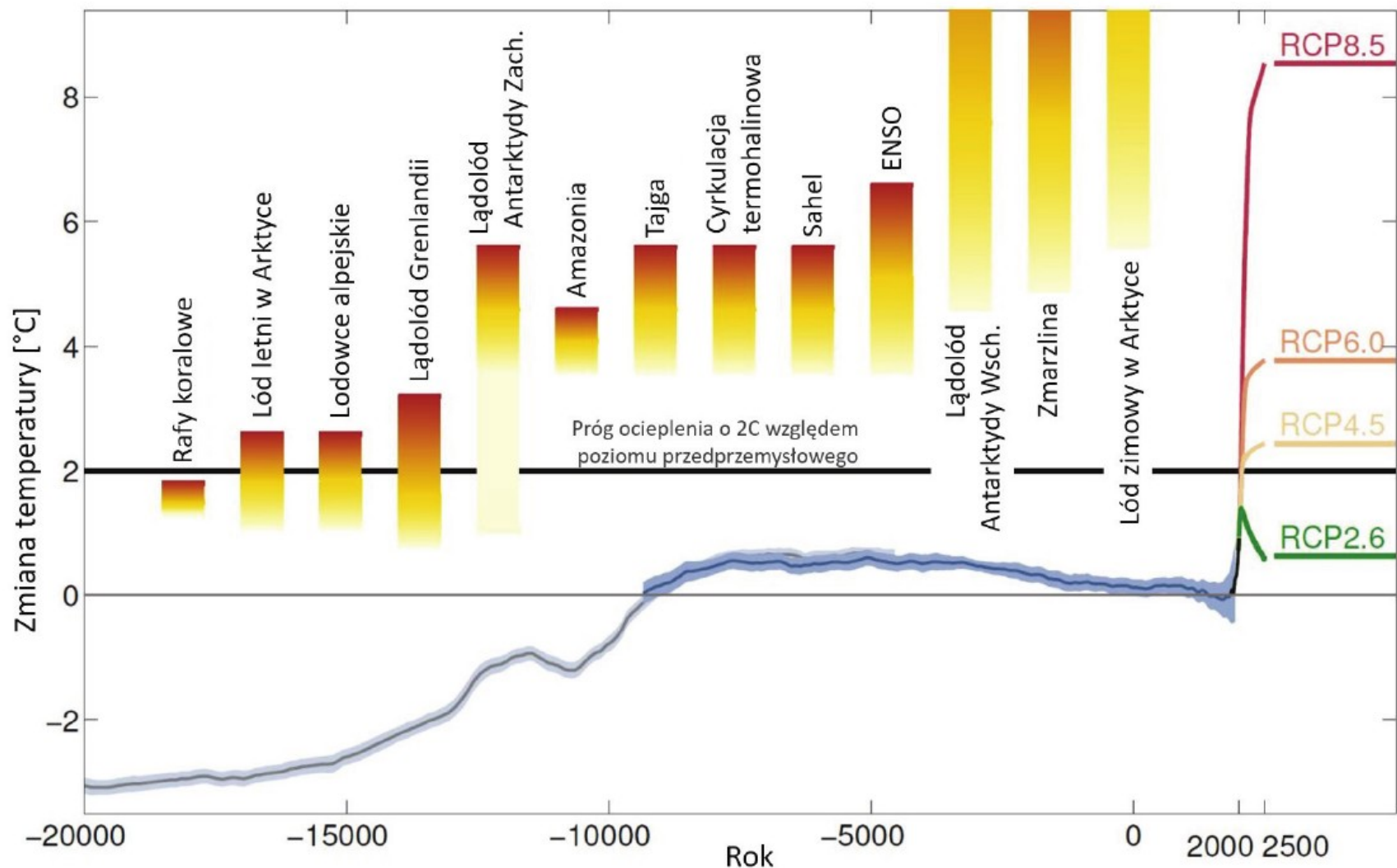
Carbon emissions are partitioned among the atmosphere and carbon sinks on land and in the ocean
The “imbalance” between total emissions and total sinks reflects the gap in our understanding



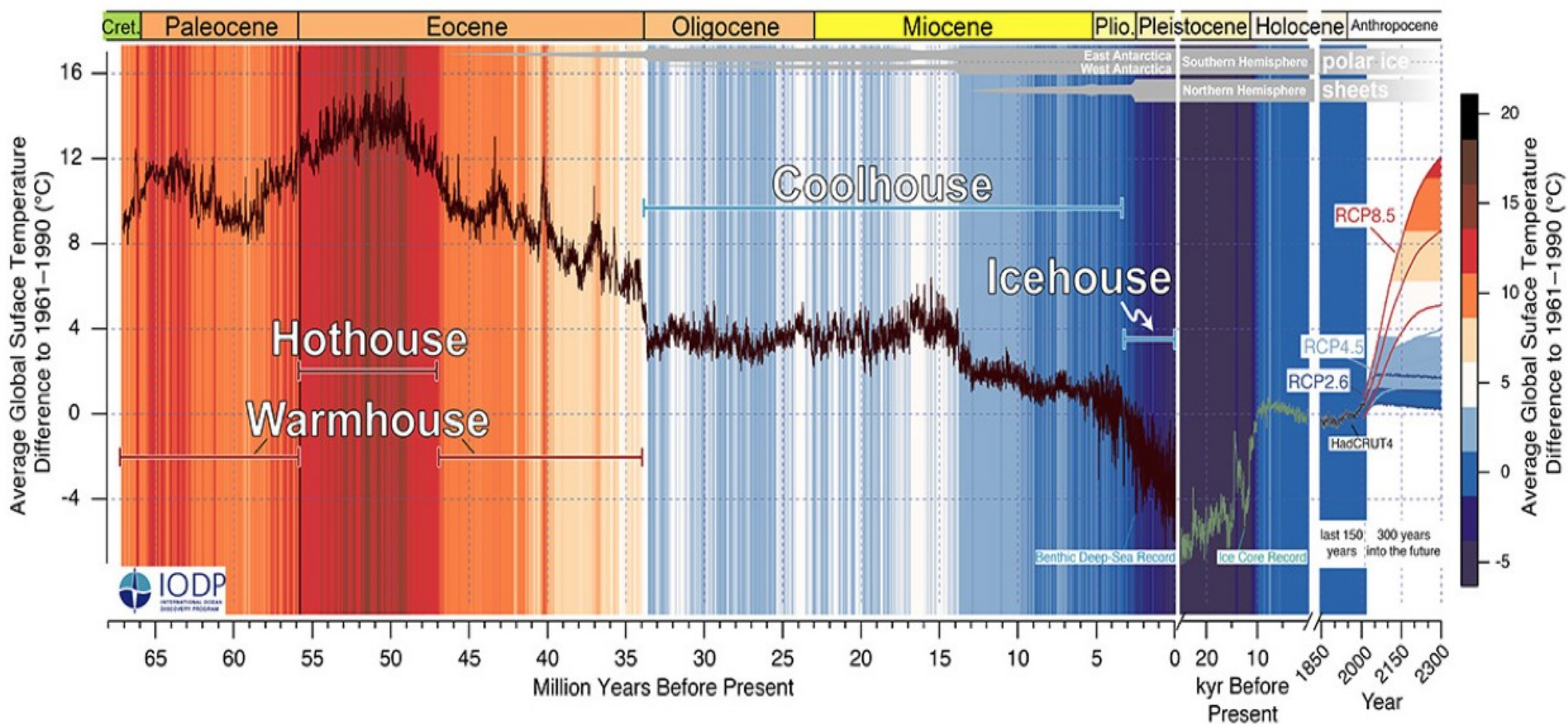
Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khatiwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Friedlingstein et al 2019](#); [Global Carbon Budget 2019](#)

Global temperature change over the last 2019 years

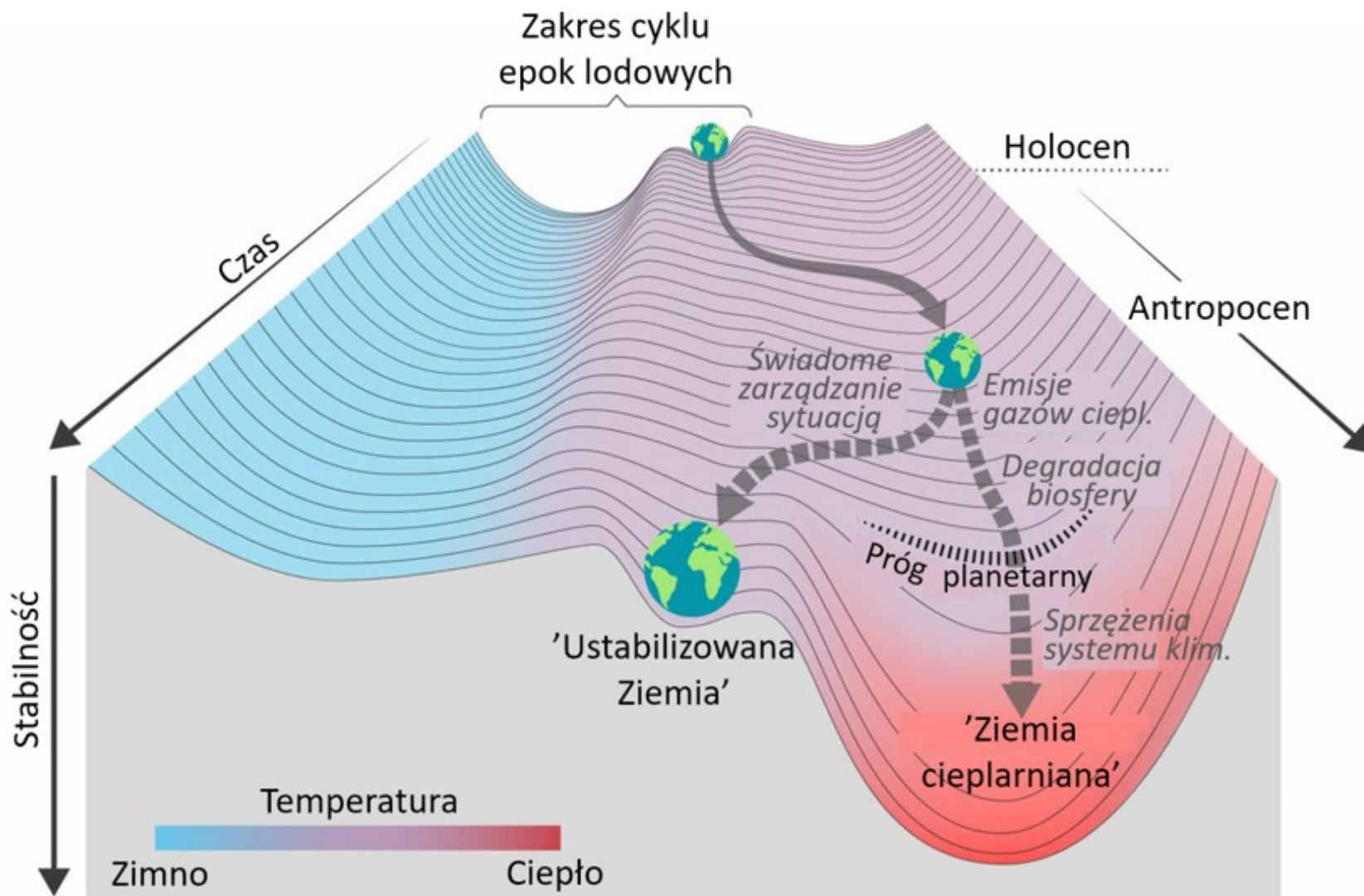




Zmiany średniej temperatury powierzchni Ziemi od ostatniego maksimum epoki lodowej do czasów obecnych wraz ze scenariuszami przyszłej zmiany klimatu. Prostokąty obrazują progi punktów krytycznych ziemskiego systemu klimatycznego –żółty „możliwe”, pomarańczowy „bardzo prawdopodobne”, brązowy „pewne”. Dolny przedział temperatury oznacza możliwość osiągnięcia punktu krytycznego.



Perspektywy na przyszłość



Carbon Dioxide Exchange Between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades

By ROGER REVELLE and HANS E. SUESS, Scripps Institution of Oceanography, University of California, La Jolla, California

(Manuscript received September 4, 1956)

Tellus IX (1957), 1

„I tak ludzkość prowadzi teraz jedyny w swoim rodzaju eksperyment geofizyczny, który nie wydarzył się nigdy w przeszłości ani nie będzie mógł być w przyszłości powtórzony. W ciągu kilku stuleci zwracamy atmosferze i oceanowi węgiel odłożony przez naturę w skałach osadowych w procesie który trwał setki milionów lat.”

Pytanie przed którym dziś stoimy:

czy potrafimy odzyskać kontrolę nad tym eksperymentem?