



UNIwersytet
Warszawski

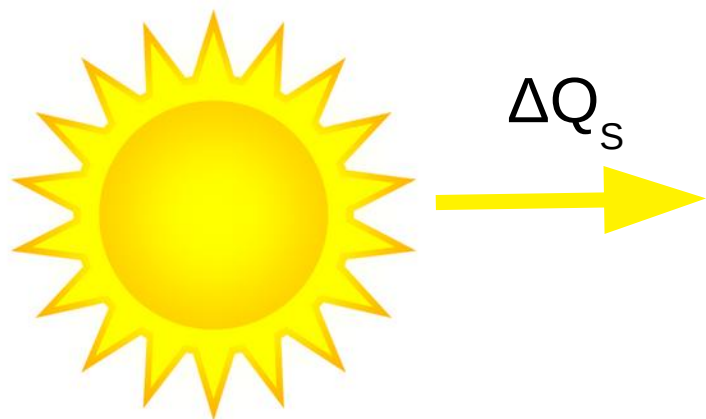


NAUKA O KLIMACIE
DLA SCEPTYCZNYCH

Kryzys planetarny - dlaczego zeroemisyjność?

Szymon Malinowski

Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

 ΔQ_s  ΔQ_c 

T1

>

T2

>

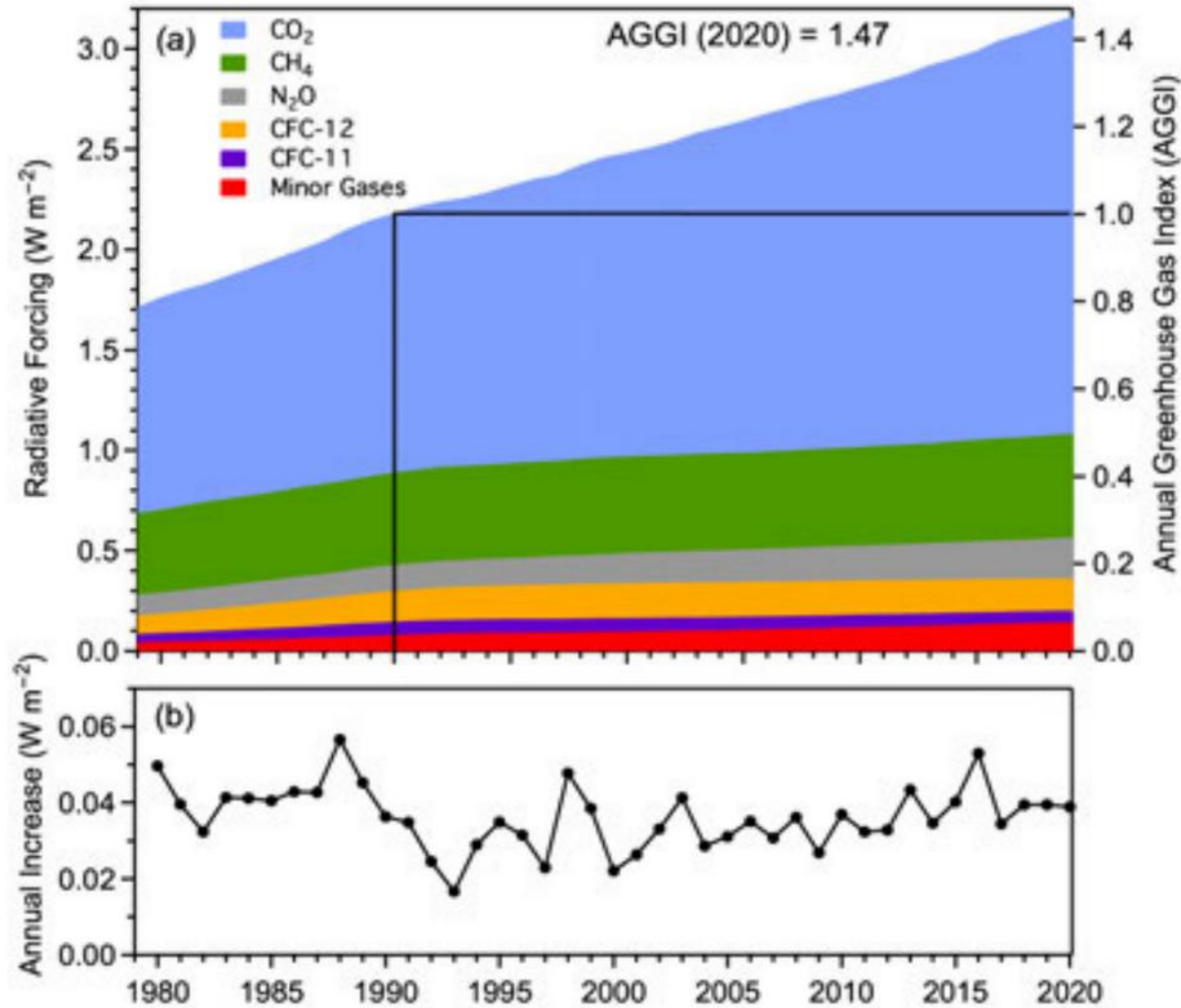
T3

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

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

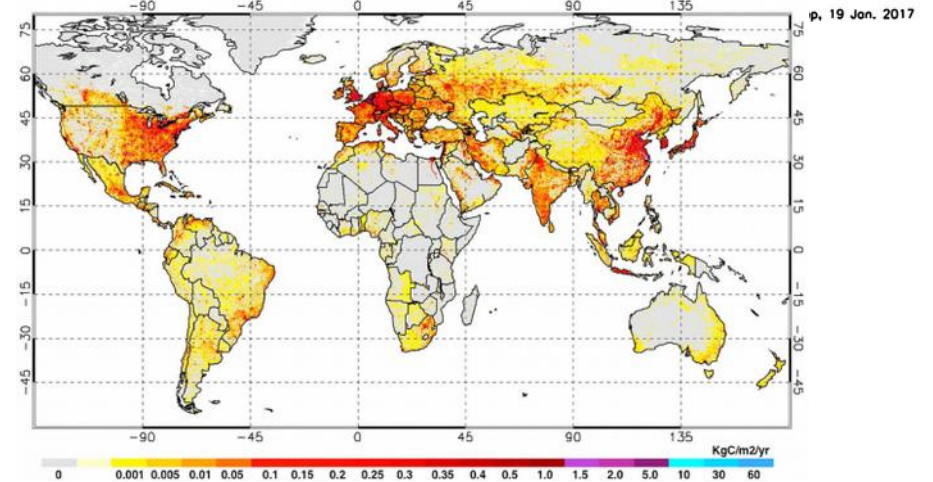
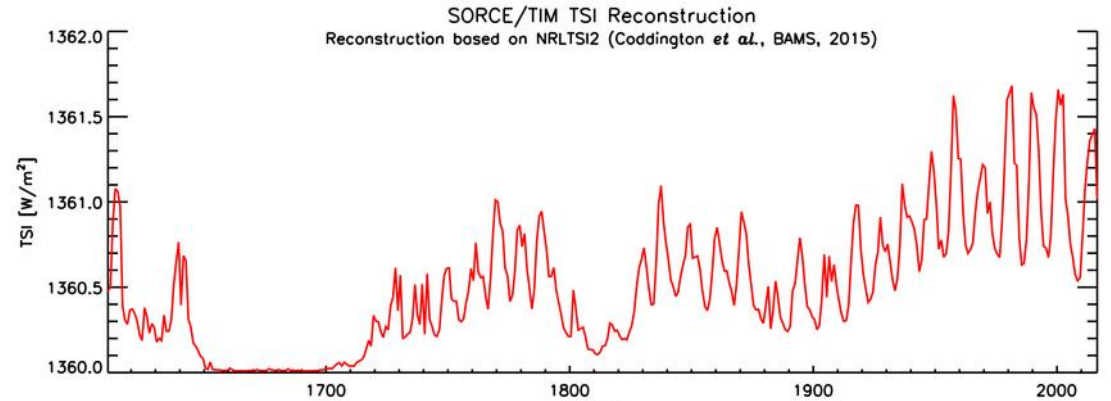
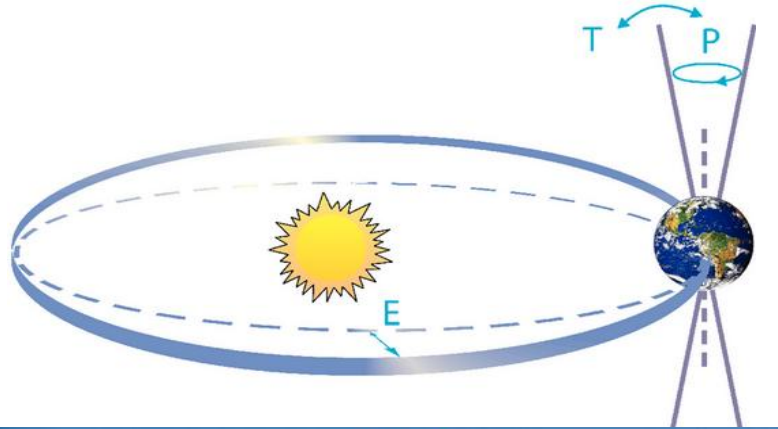
Rośnie
wymuszanie
radiacyjne przez
gazy cieplarniane.

BAMS, State of
Climate 2021



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

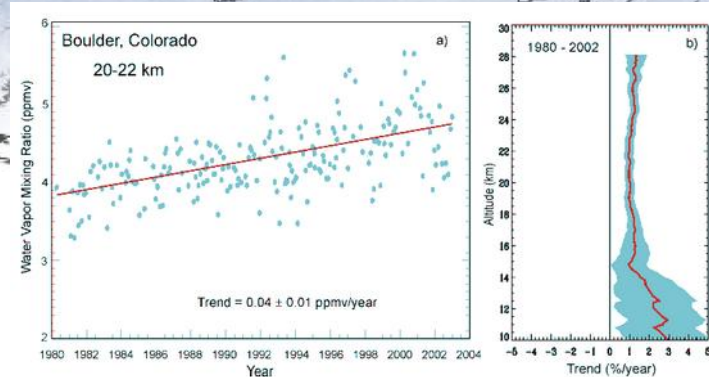
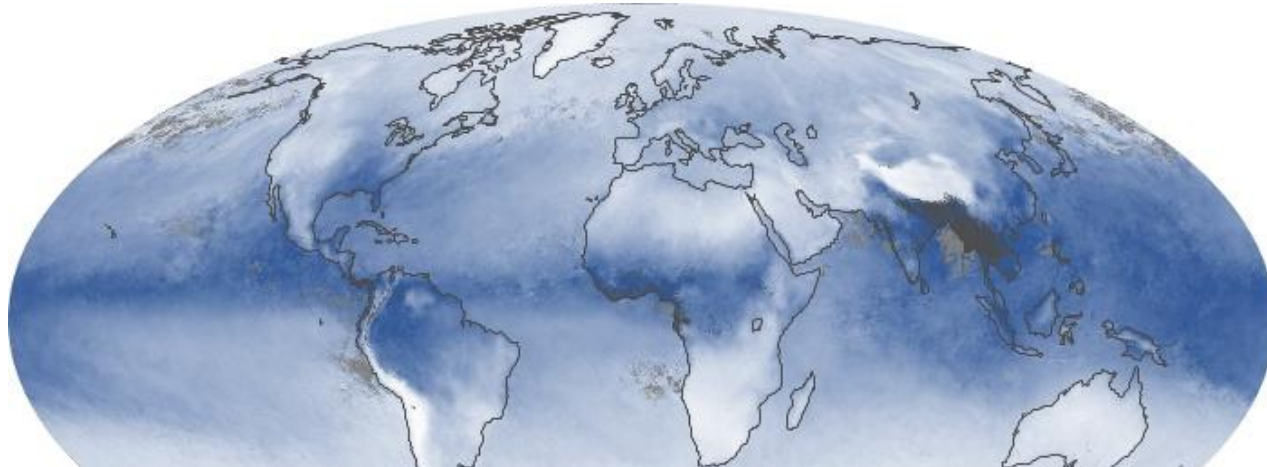
Sprzężenia to procesy zachodzące wewnątrz systemu klimatycznego, które **skutkują dalszymi zmianami klimatu**.



1979 SSM/I Composite Data



2003 SSM/I Composite Data

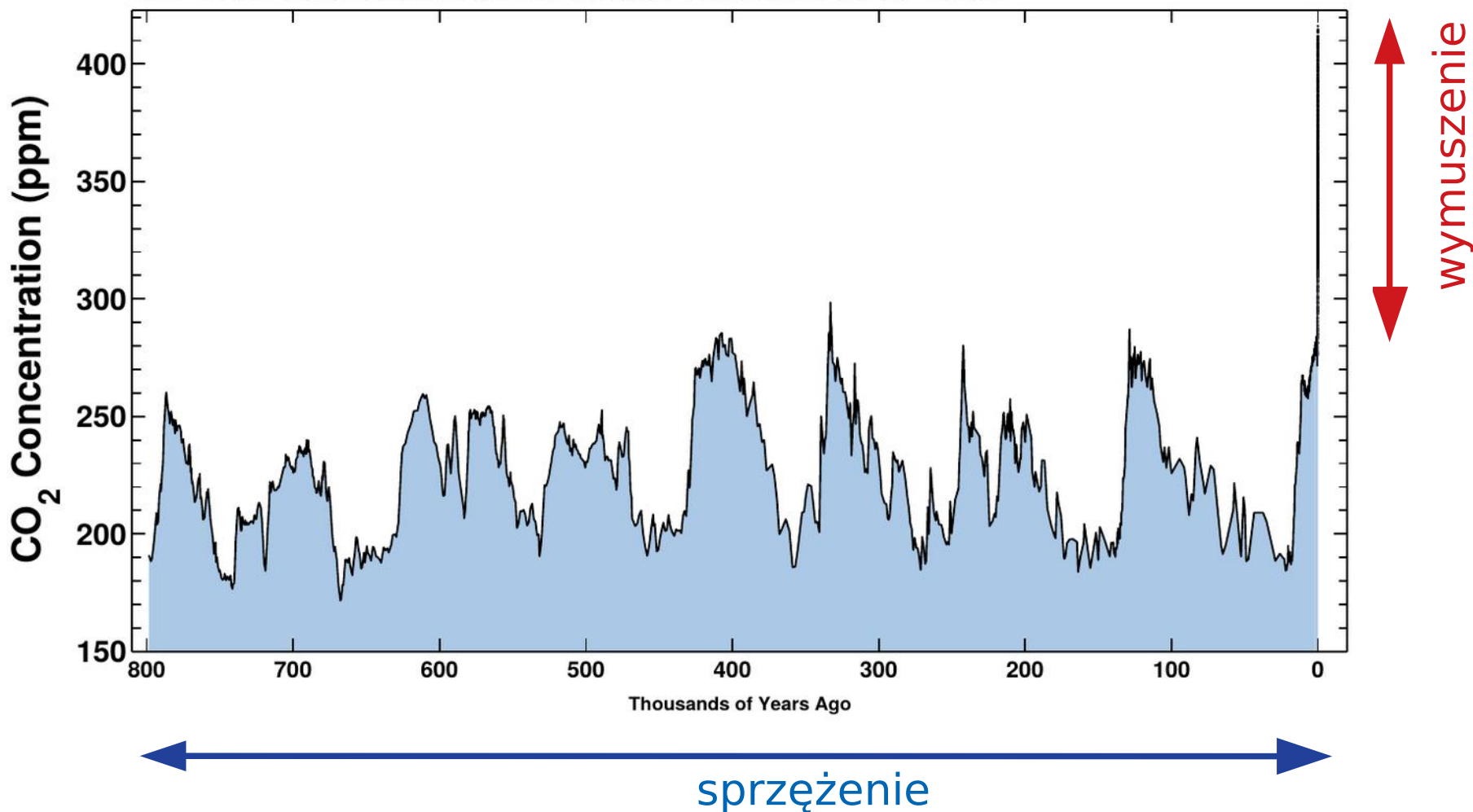


Przykłady: zmiany albedo wskutek zmian zlodzenia czy zmiany zawartości pary wodnej w powietrzu wskutek zmian temperatury.

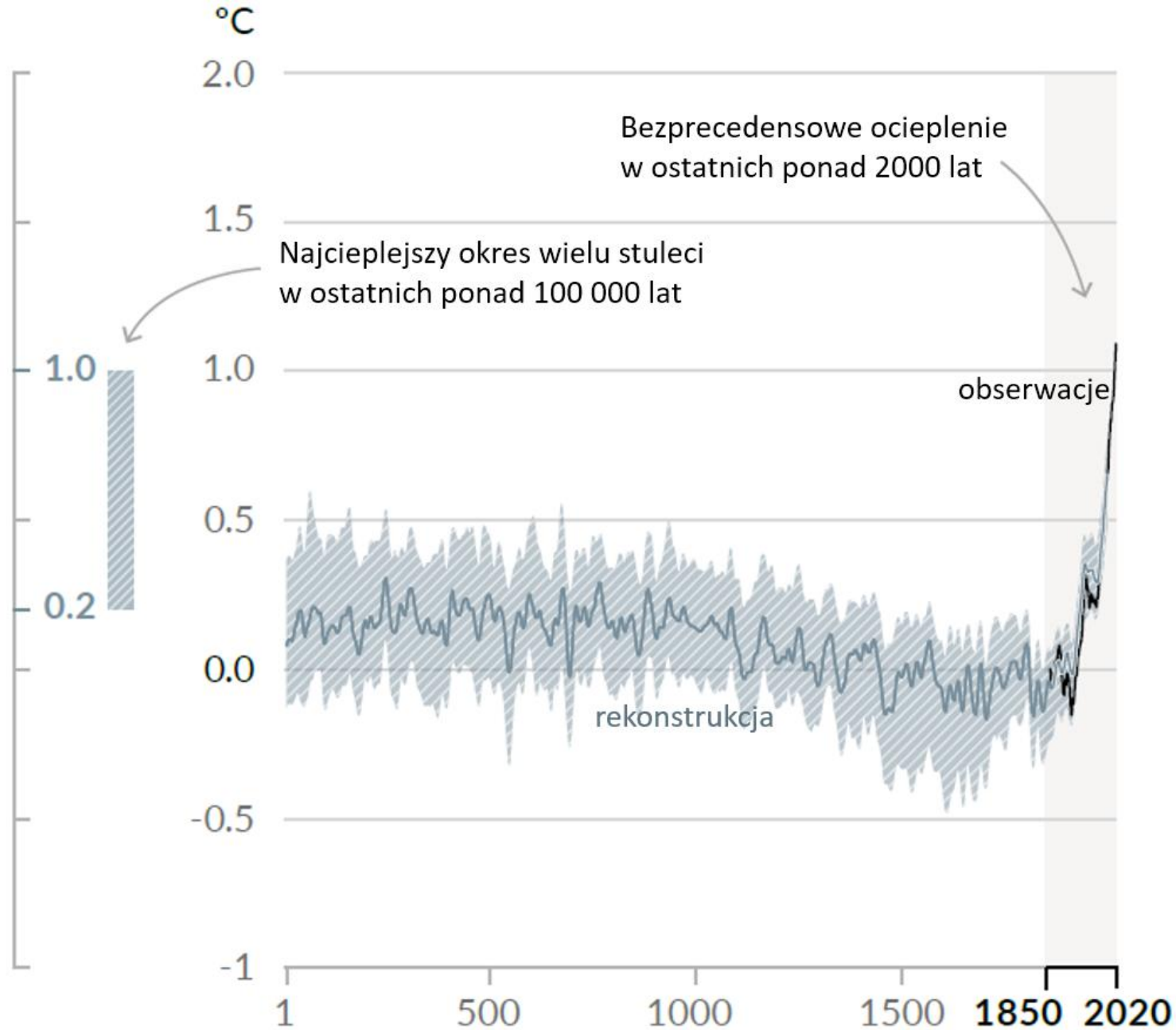
Zmiany koncentracji CO₂: kiedyś sprzężenie, dziś wymuszenie.

May 20, 2020

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

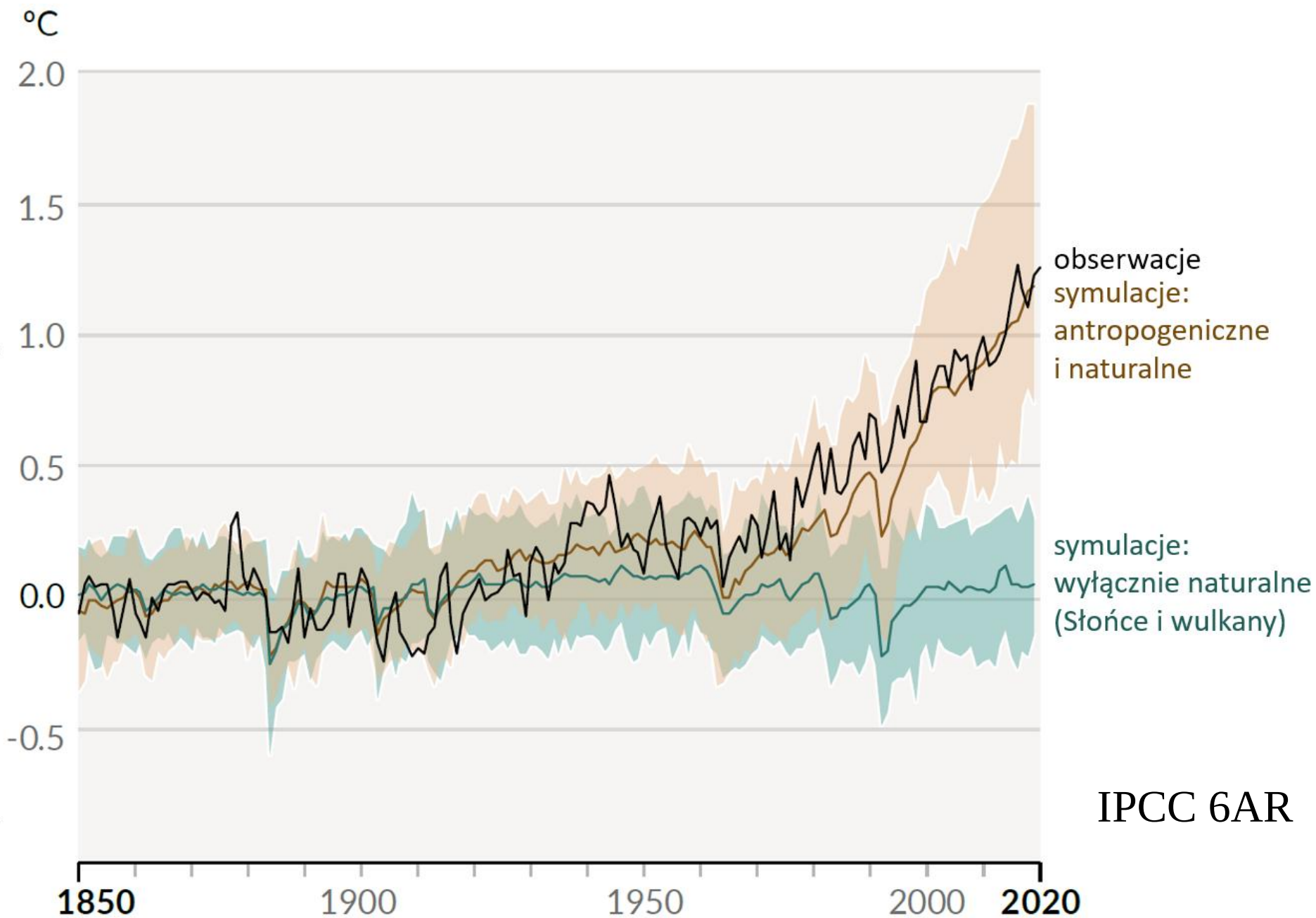


Odchylenie średniej globalnej temperatury
powierzchni Ziemi od średniej z lat 1850-1900



IPCC 6AR

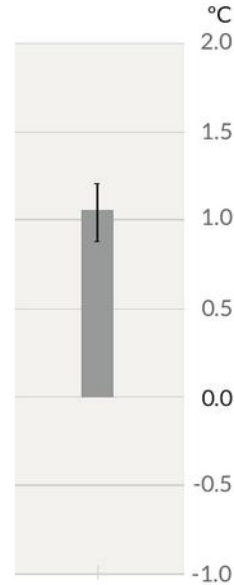
Odchylenie średniej globalnej temperatury
powierzchni Ziemi od średniej z lat 1850-1900



Obserwowane ocieplenie jest spowodowane emisjami będącymi skutkiem działalności człowieka, ocieplenie związane z gazami cieplarnianymi jest częściowo maskowane przez chłodzący wpływ aerozoli

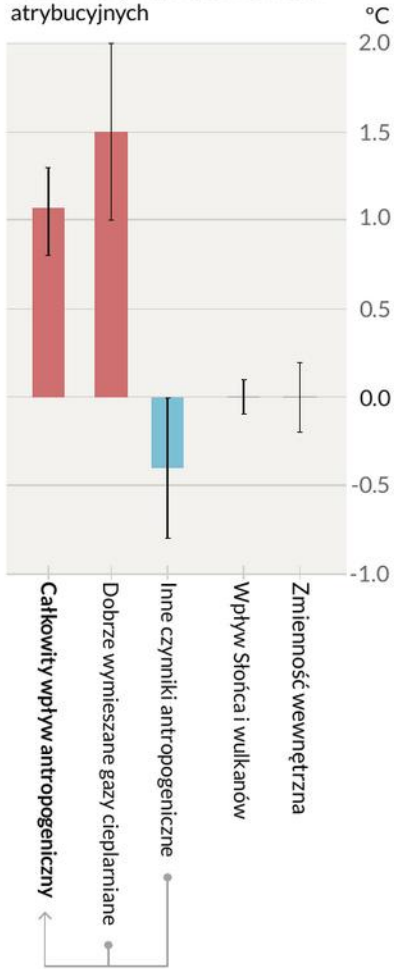
Obserwowane ocieplenie

a) Ocieplenie obserwowane w okresie 2010–2019 względem okresu 1850–1900

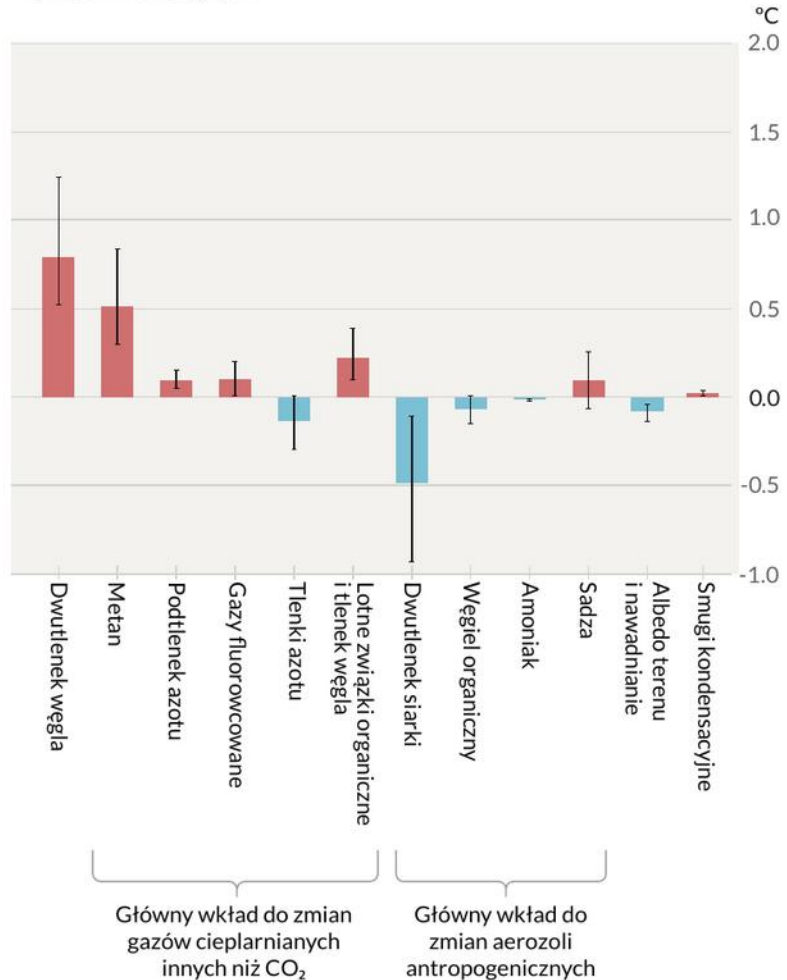


Wkłady w ocieplenie oszacowane na podstawie dwóch uzupełniających się metod

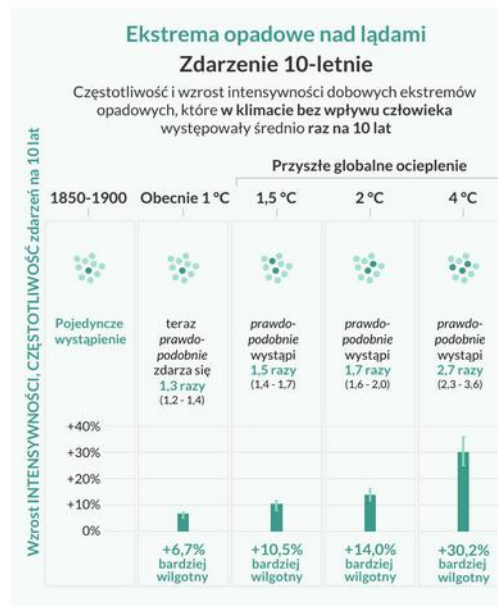
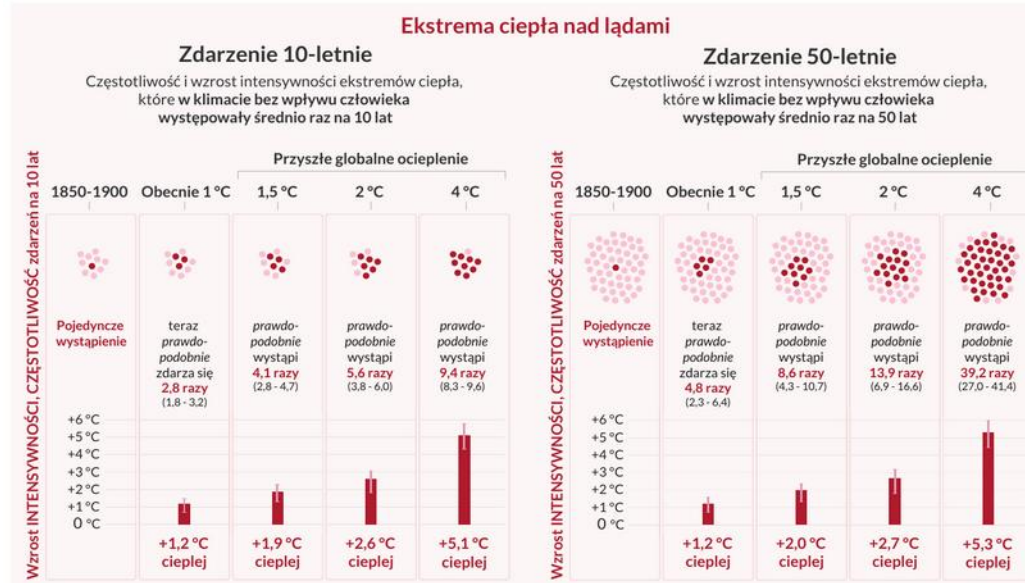
b) Wkład w ocieplenie w okresie 2010–2019 względem okresu 1850–1900, oszacowany na podstawie badań atrybucyjnych



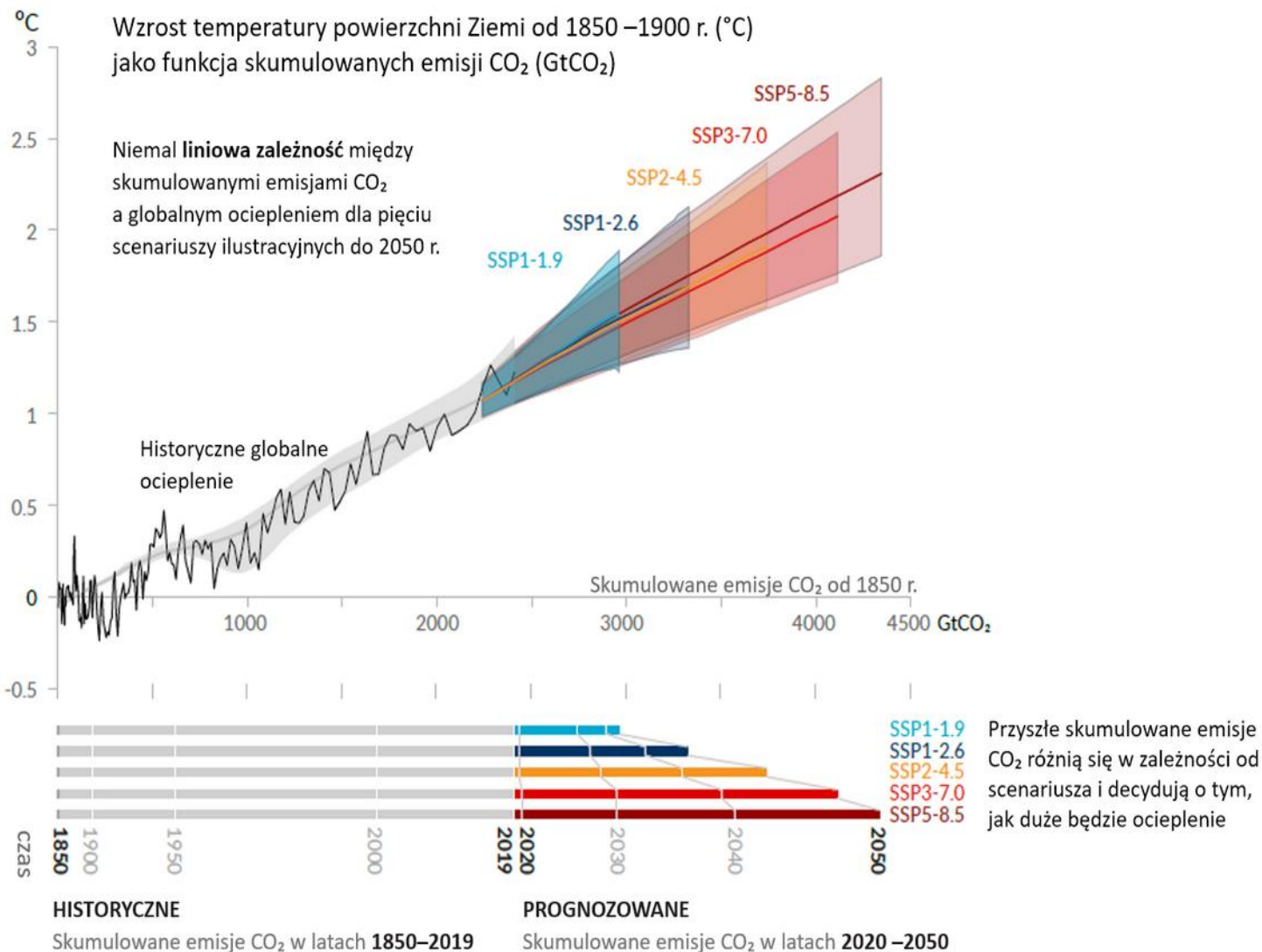
c) Wkład w ocieplenie w okresie 2010–2019 względem okresu 1850–1900, oszacowany na podstawie badań wymuszeń radiacyjnych



Ekstremy i częstotliwość prognozowanych zmian w ekstremach roślinie z każdym postępowaniem globalnego ocieplenia



Prawie liniowa zależność pomiędzy skumulowaną emisją CO₂ a wzrostem temperatury powierzchni Ziemi.

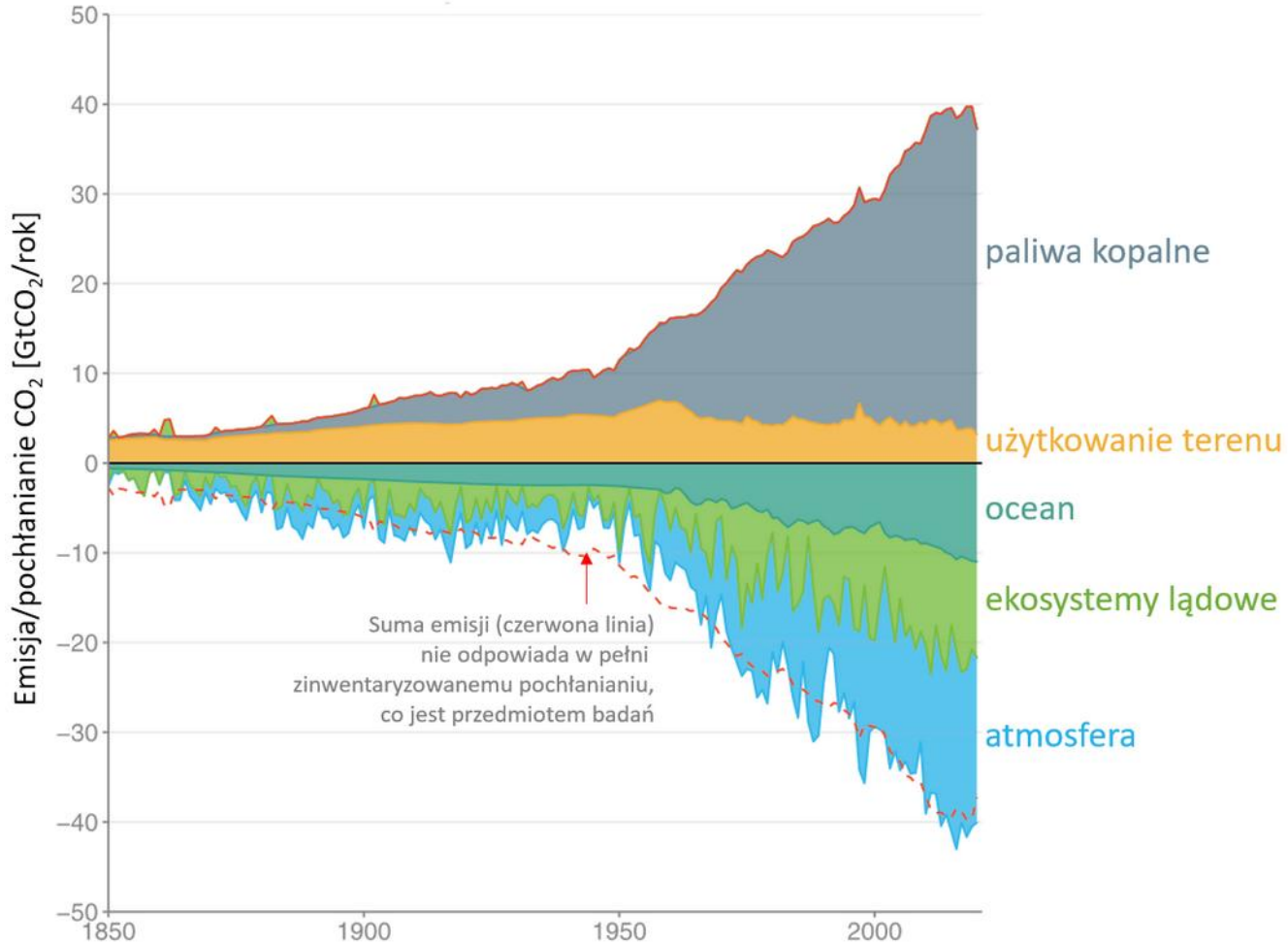


Panel górny:
Dane historyczne (cienka czarna linia) - obserwowany wzrost globalnej temperatury powierzchni w °C od 1850 – 1900 w funkcji historycznych skumulowanych emisji dwutlenku węgla (CO₂) od 1850 do 2019 roku wyrażonych w GtCO₂. Szary zakres ze środkową linią - oszacowanie historycznego ocieplenia. Kolorowe obszary - bardzo prawdopodobny (95%) zakres prognoz temperatury, grube kolorowe linie środkowe - mediana szacunków.

Panel dolny:
Historyczne i prognozowane skumulowane emisje CO₂ w GtCO₂ dla odpowiednich scenariuszy.

Global carbon budget

Bilans emisji i pochłaniania CO₂



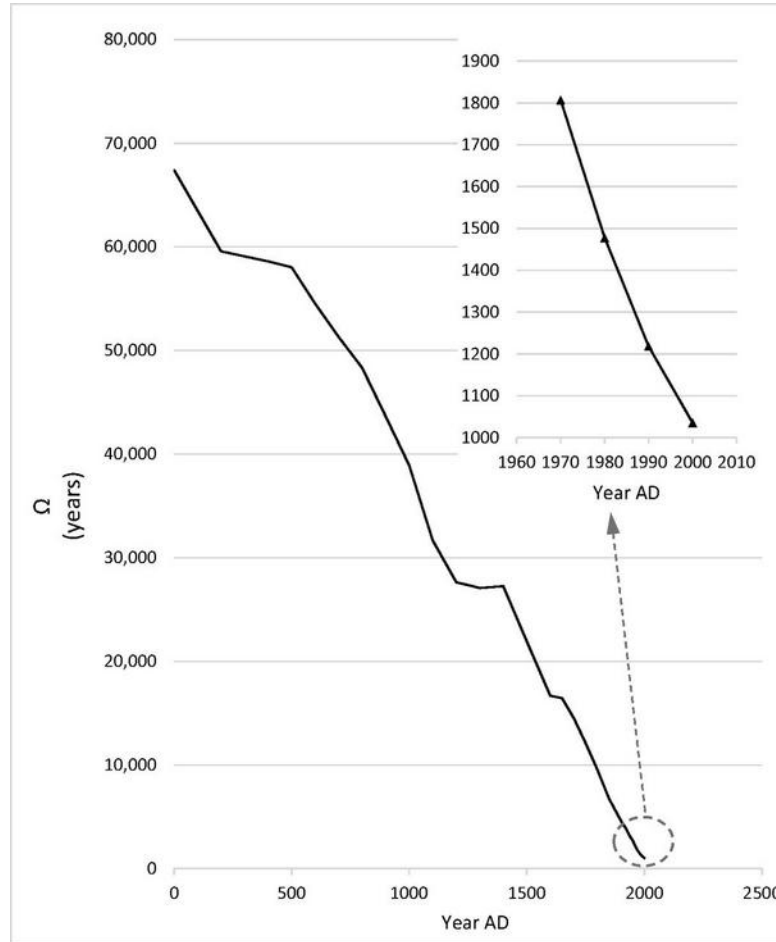
$$1 \text{ Gt CO}_2 = 0.2725 \text{ Gt C}$$



Maksymalna liczba lat na które przy stanie populacji i biomasy z danego roku wystarczyłyby zasoby masy roślinnej, gdyby całe służyły jedynie żywieniu populacji.

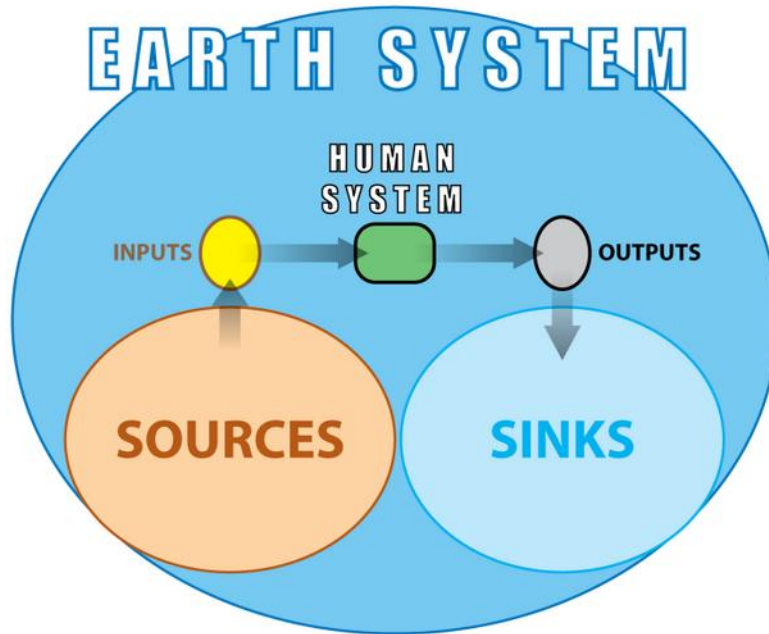
$$\Omega = \frac{P}{BN}$$

P - energia chemiczna w biomasie
 B - populacja
 N - zapotrzebowanie metaboliczne pojedynczego człowieka w ciągu roku



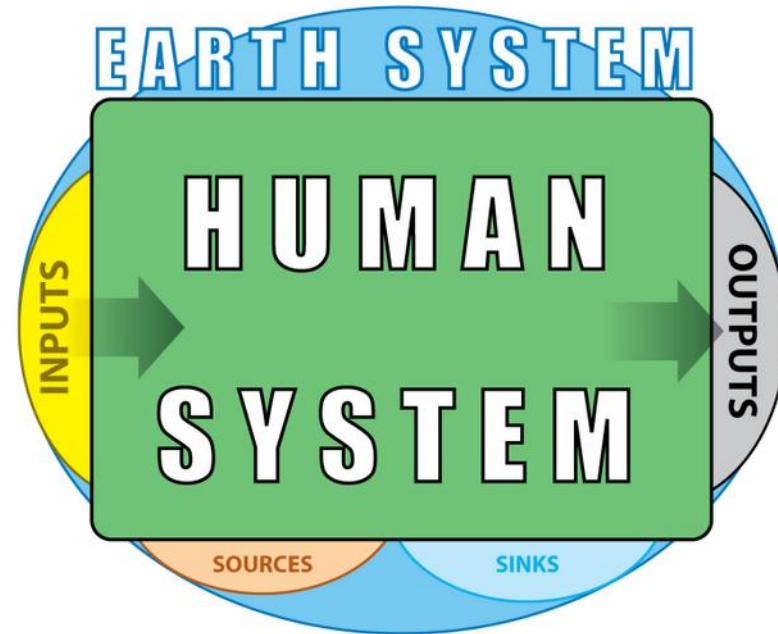
The past: “Empty World” → The present: “Full World”

When the Human System was small relative to the Earth System, the two could be modeled separately.



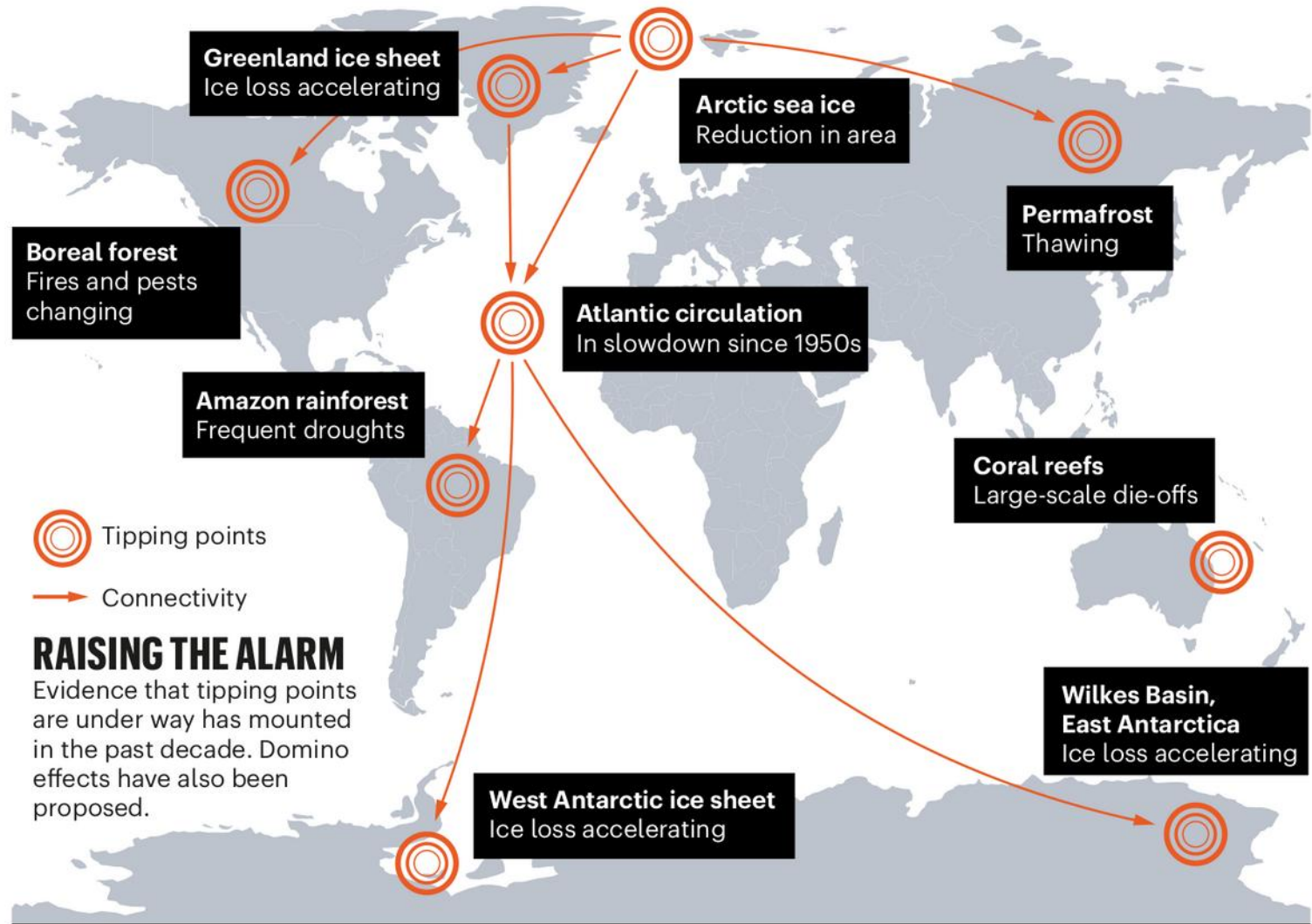
Capacity of Earth System sources was large relative to Human System inputs. Human System outputs were small relative to absorption capacity of Earth System sinks.

The Human System has grown so large that both must now be modeled coupled to each other.



Now, Human System inputs and outputs are so large relative to the Earth System, they threaten to deplete its sources and overwhelm its sinks.

Adapted from Motescharrei et al. (2016), CC-BY, <https://doi.org/10.1093/nsr/nww081>.



RAISING THE ALARM

Evidence that tipping points are under way has mounted in the past decade. Domino effects have also been proposed.

[nature](#) > [comment](#) > [article](#)

COMMENT | 27 November 2019 | Correction 09 April 2020

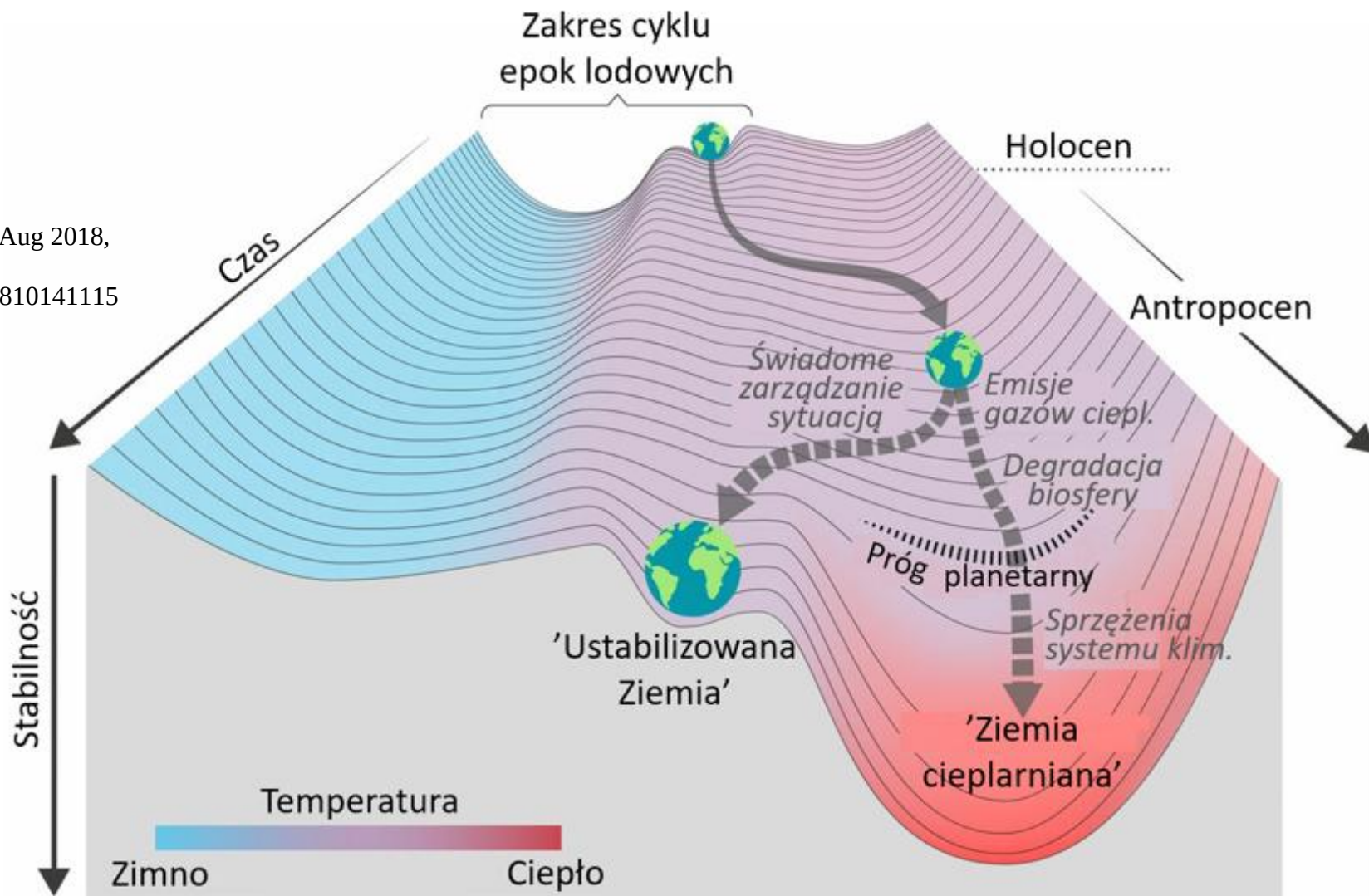
Climate tipping points – too risky to bet against

The growing threat of abrupt and irreversible climate changes must compel political and economic action on emissions.

[Timothy M. Lenton](#), [Johan Rockström](#), [Owen Gaffney](#), [Stefan Rahmstorf](#), [Katherine Richardson](#), [Will Steffen](#) & [Hans Joachim Schellnhuber](#)

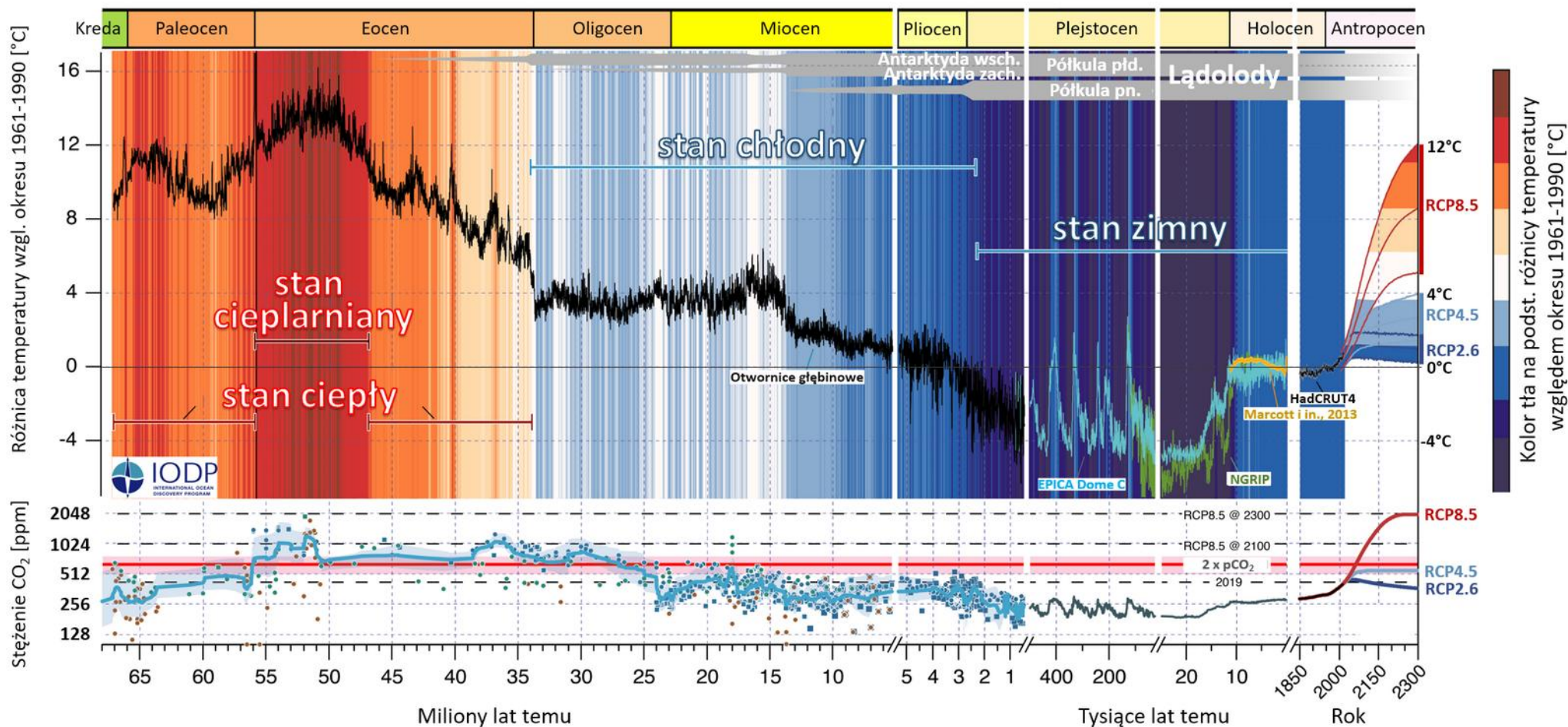
Scenariusze na przyszłość

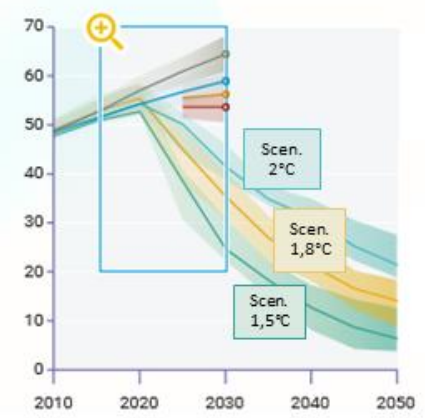
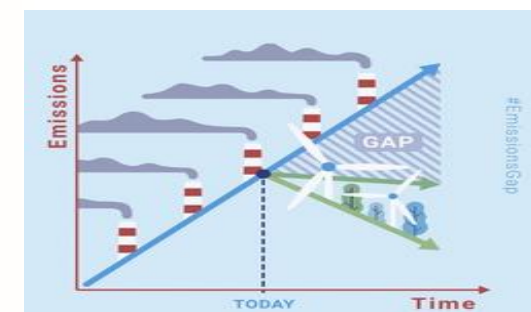
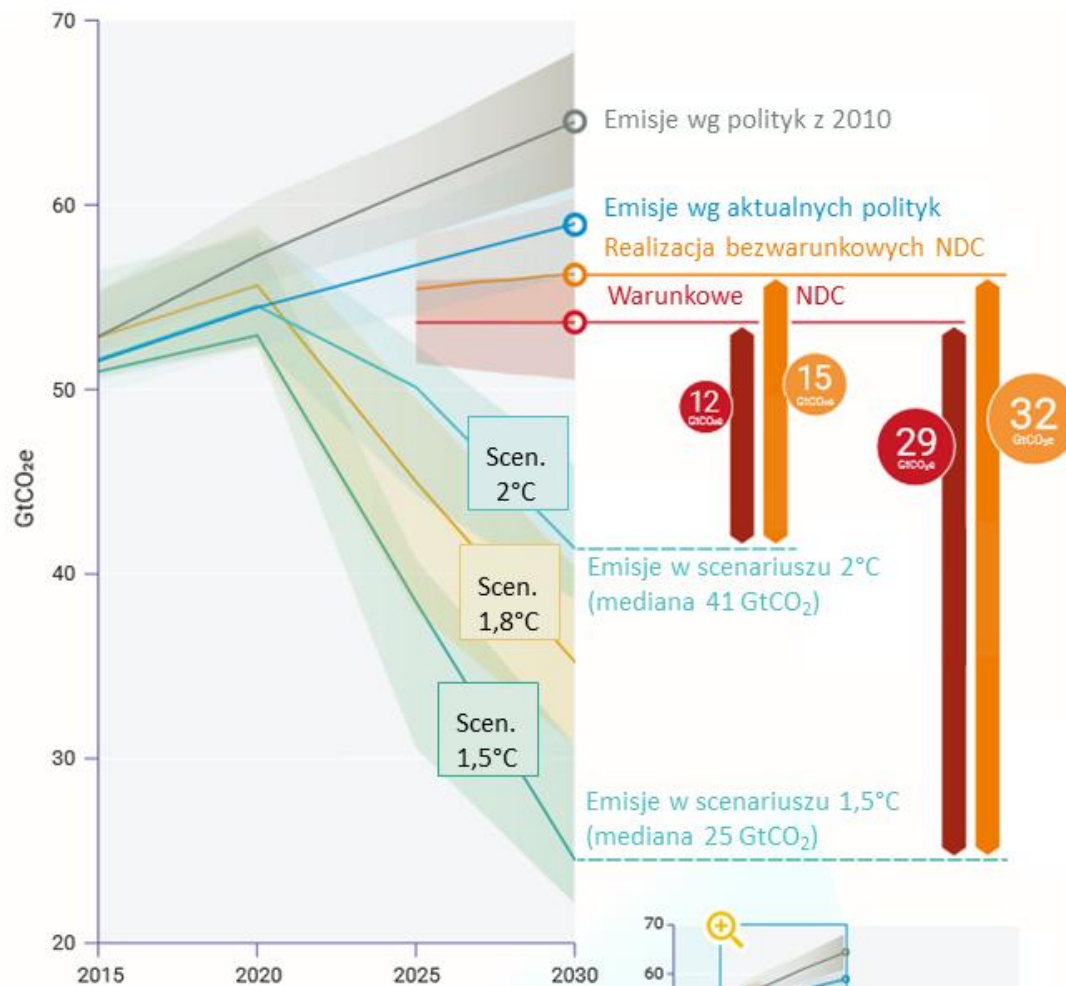
Steffen et al., PNAS Aug 2018,
115 (33) 8252-8259;
DOI: 10.1073/pnas.1810141115



Porównanie zmian średniej temperatury globu i koncentracji CO₂ w atmosferze od czasów dinozaurów (65 milionów lat temu) do teraz z możliwym antropogenicznym globalnym ociepleniem (450 lat).

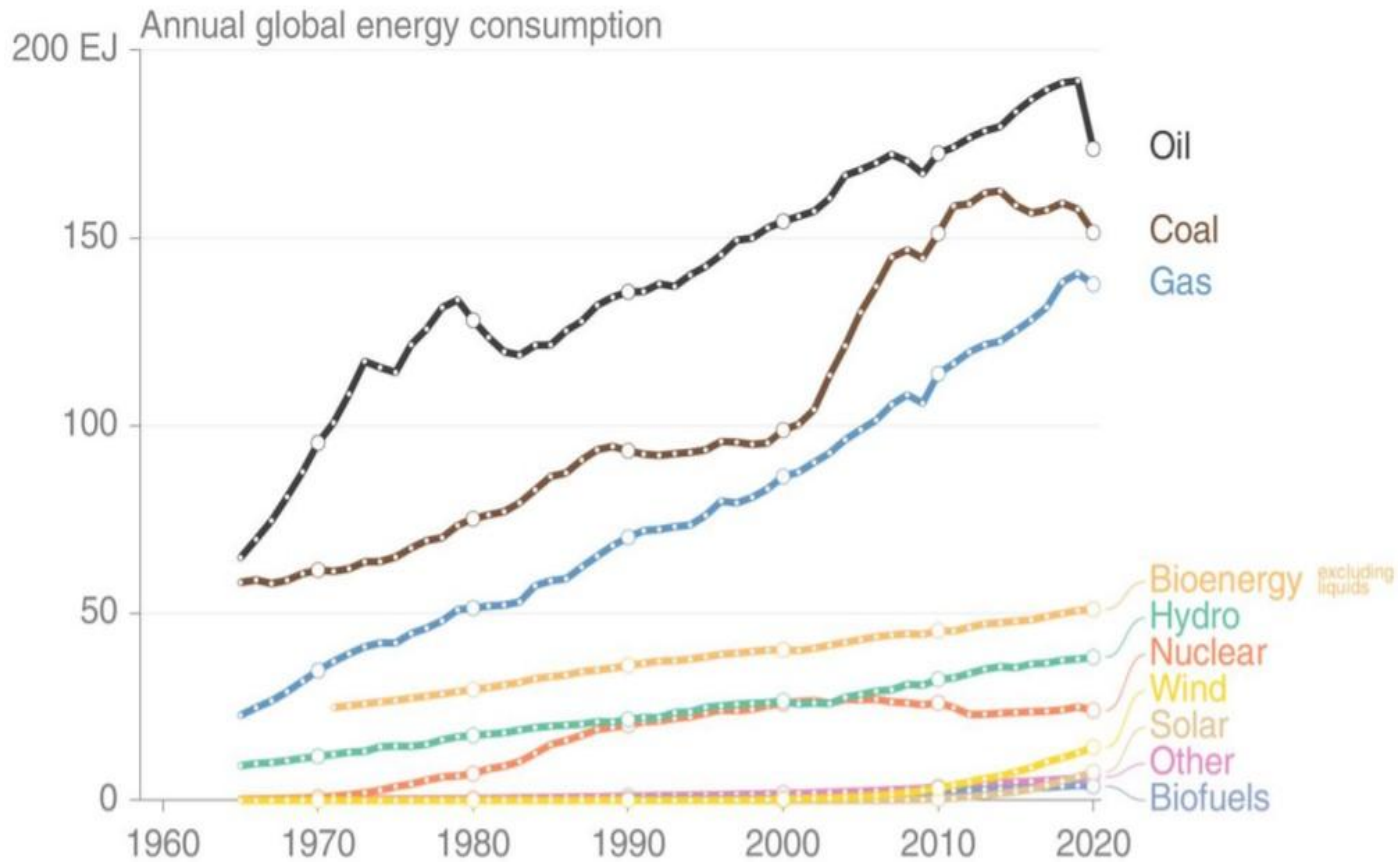
https://websites.pmc.ucsc.edu/~jzachos/images/CENOGRID_Cartoon_withProjection_alternate.png





Emissions Gap Report 2020

UNEP



© Global Carbon Project • Data: BP, IEA (bioenergy)

This figure shows "primary energy" using the BP substitution method
 (non-fossil sources are scaled up by an assumed fossil efficiency of approximately 0.38)

Source: [BP 2021](#); [Global Carbon Project 2021](#)

Komunikat 03/2021

interdyscyplinarnego Zespołu doradczego do spraw kryzysu klimatycznego
przy prezesie PAN

na temat perspektyw dekarbonizacji wytwarzania energii elektrycznej w Polsce

(3) Transformacja energetyczna w Polsce powinna uwzględniać wszystkie nieemisyjne źródła energii, zarówno OZE jak i energetykę jądrową.

(6) W polskich warunkach środowiskowych (brak możliwości istotnego rozwoju energetyki wodnej i geotermii, niskie usłonecznienie w chłodnej porze roku i długie okresy bezwietrzne na znacznej części kontynentu europejskiego) istotną rolę w domknięciu dekarbonizacji odegrać powinna energetyka jądrowa. Konieczne są więc systematyczne prace ponad podziałami politycznymi nad jej bezpiecznym rozwojem i budowa społecznego poparcia dla tego rozwiązania.