CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Jak i dlaczego klimat się zmienia?

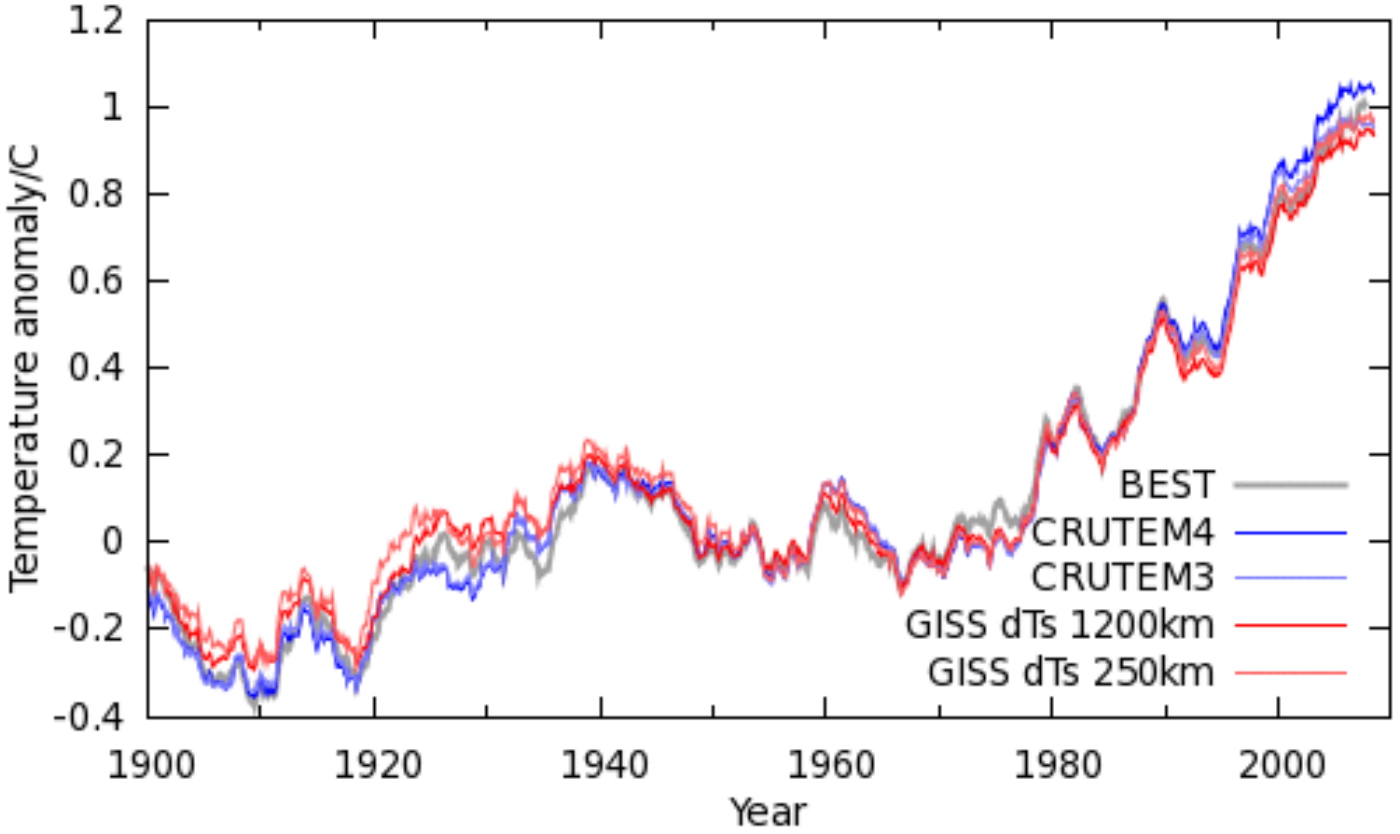
Jacek Piskozub

Instytut Oceanologii PAN w Sopocie

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Czy mozemy wierzyć globalnym seriom temperatur?



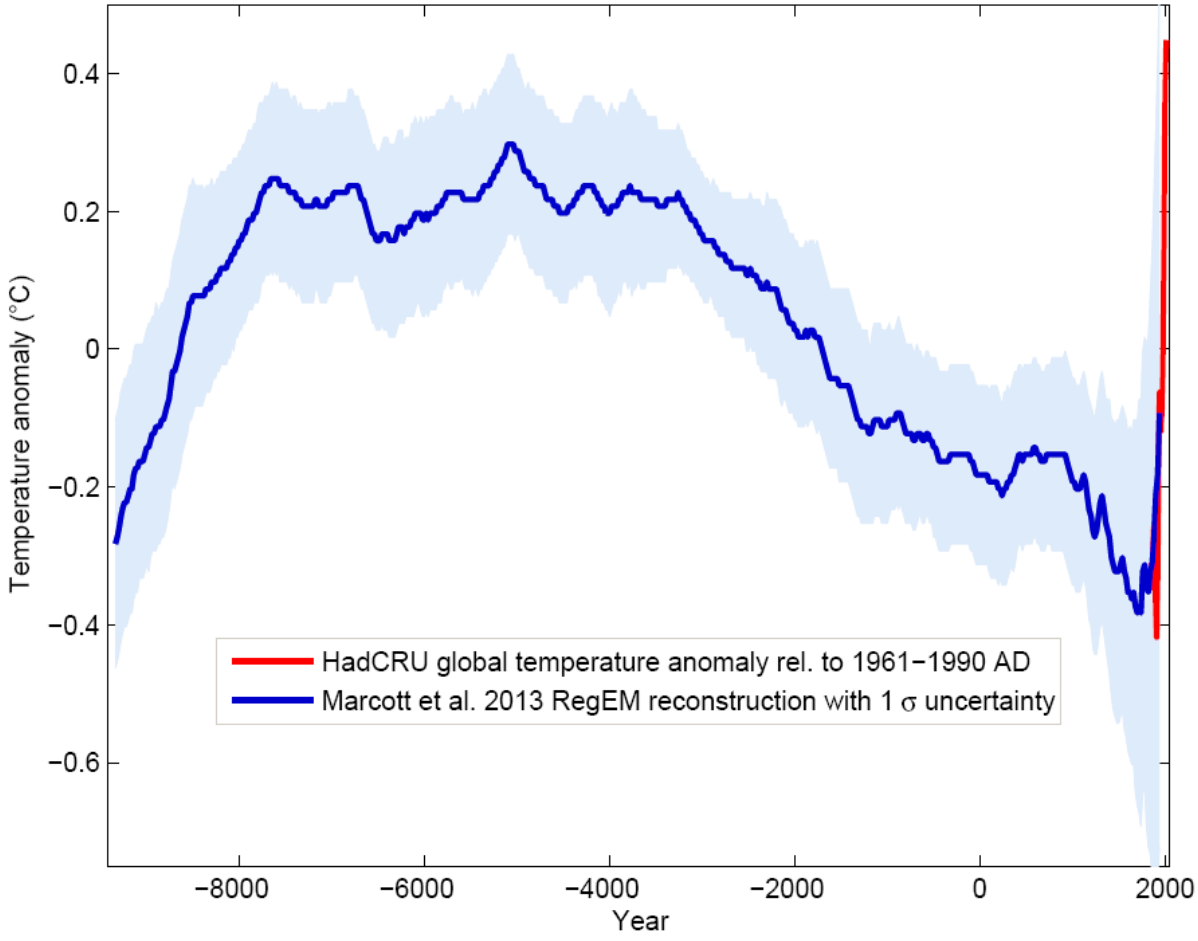
Porównanie serii GISS (NASA), CRUTEM (brytyjski MetOffice) oraz niezależnie stworzonej serii BEST, której celem było sprawdzenie wiarygodności istniejących serii.

Skepticalscience.com

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Temperatura globalna w holocenie



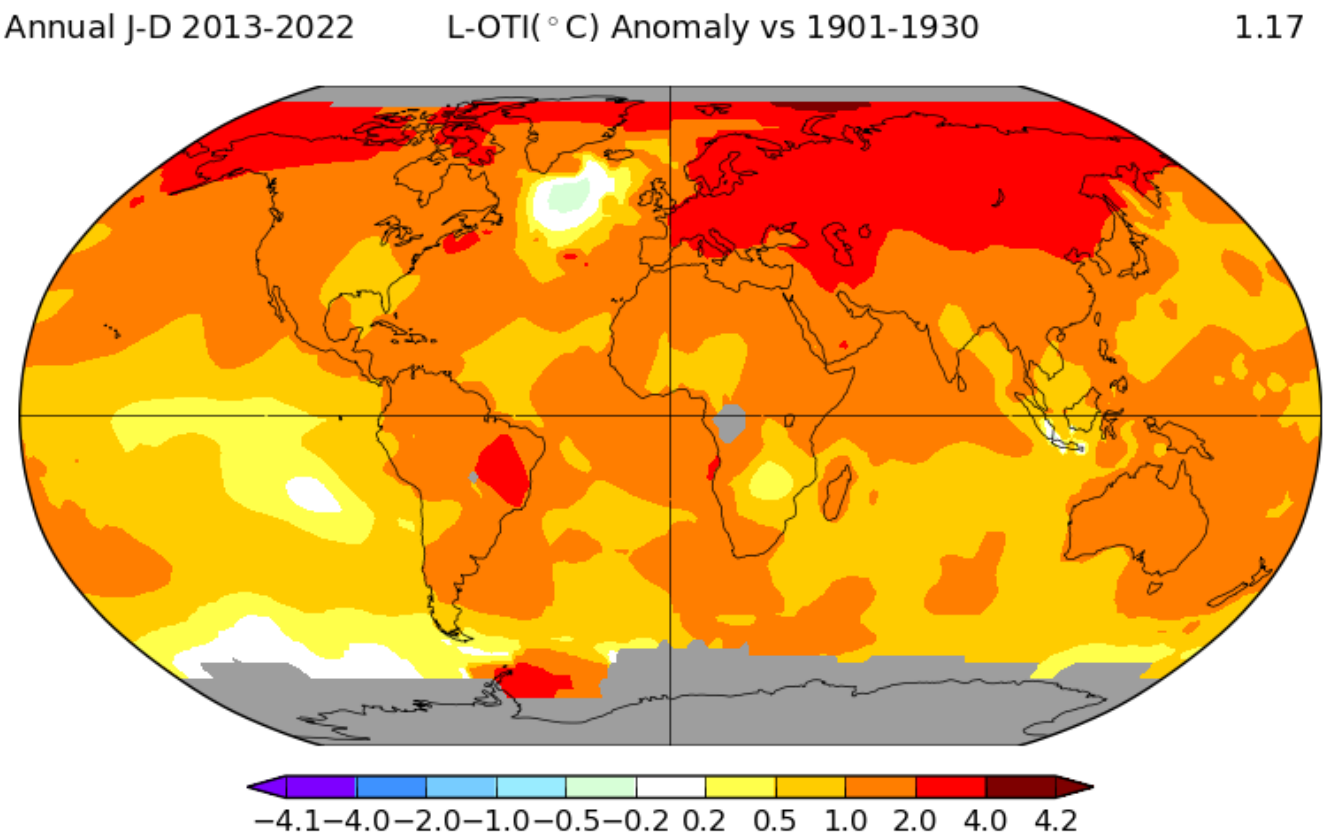
Rekonstrukcja temperatury z ostatnich 10 000 lat (kolor niebieski) oraz pomiary (kolor czerwony) pokazują, że wiek XIX był okresem najchłodniejszym holocenie, natomiast wiek XXI jest najcieplejszym.

Realclimate.org

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

O ile się ociepliło przez stulecie?



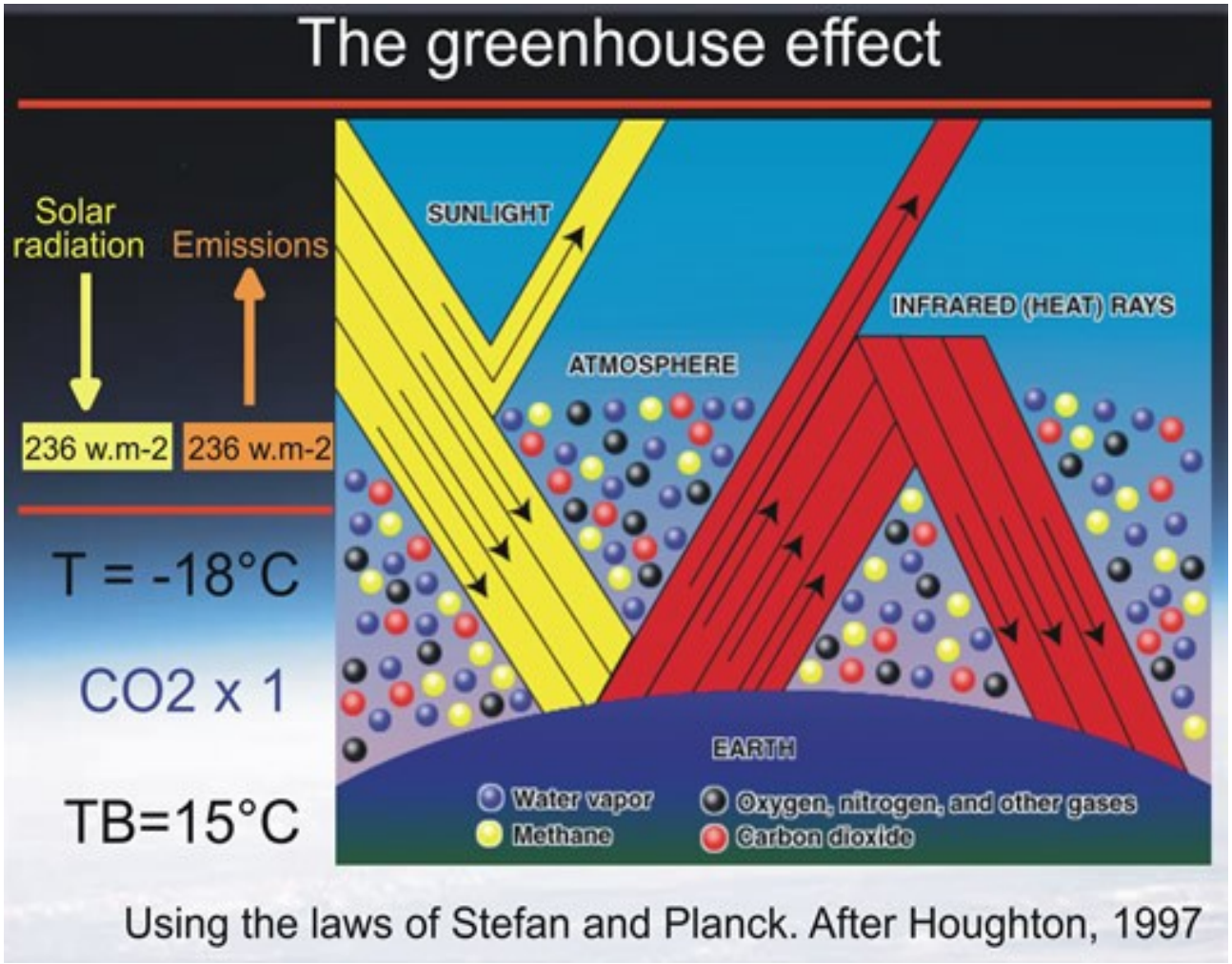
Mapa różnic temperatur ostatnich 10 lat oraz pierwszych 30 lat XX wieku z serii GISS.

NASA GISS

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Jak działają gazy cieplarniane?

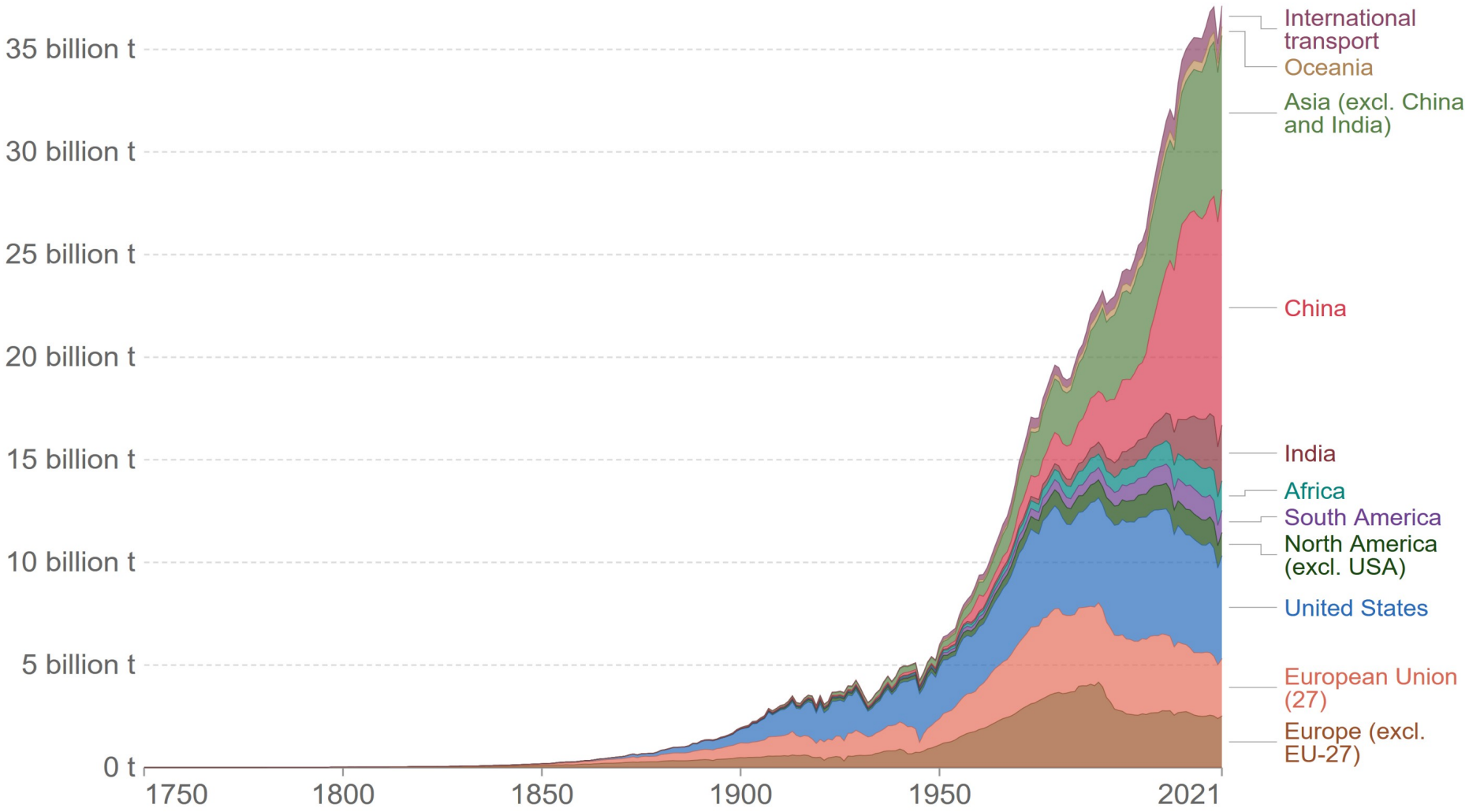


Proste użycie podstawowych praw fizyki i geometrii pozwala wyliczyć, że Ziemia byłaby 33 stopnie zimniejsza gdyby nie „gazy cieplarniane” H_2O, CO_2, CH_4.

Annual CO_2 emissions by world region

This measures fossil fuel and industry emissions[1] . Land use change is not included.

Our World in Data



Source: Global Carbon Budget (2022)

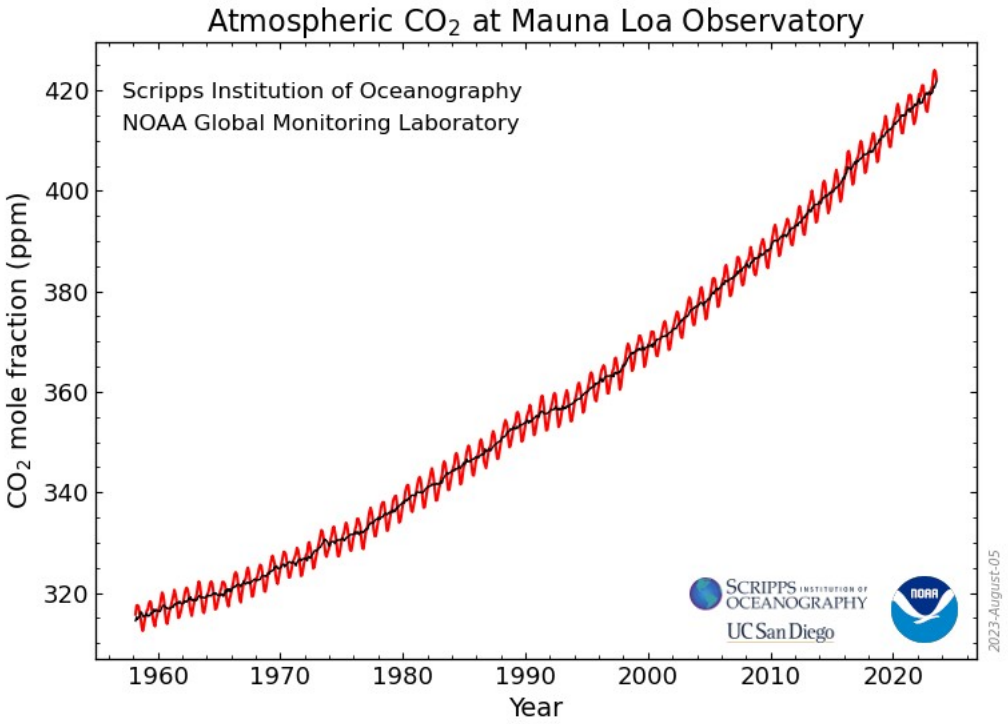
OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

1. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO_2) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO_2 includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Wzrost CO_2 : wynik naszych starań

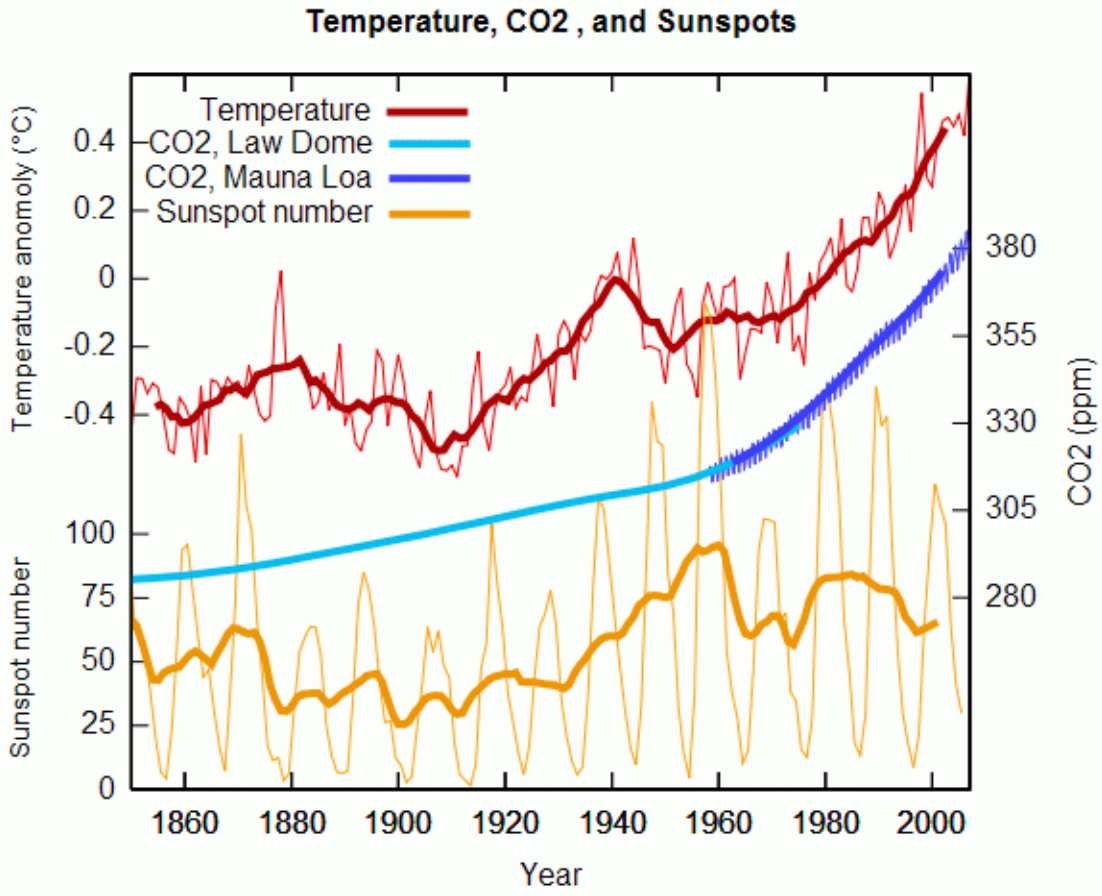


Koncentracja CO_2 mierzona na Mauna Loa (Hawaje) 1958-2006 (*Keeling & Whorf, http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/*)

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Temperatura, CO_2 i aktywność słońca



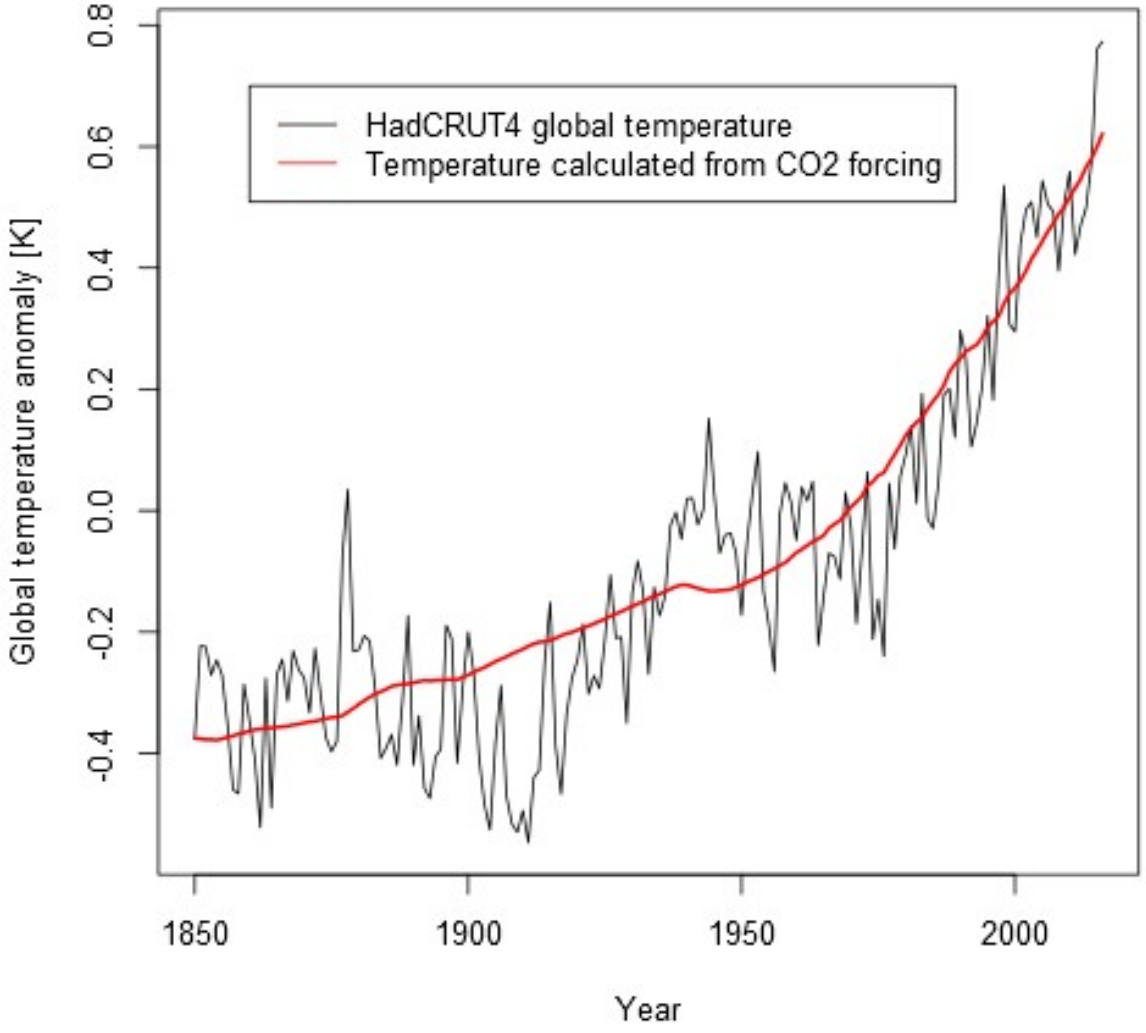
Proste zestawienie średniej temperatury Ziemi, koncentracji O2 (z rdzeni lodowych i od 1958 z Mauna Loa) oraz liczby plam słonecznych (miary aktywności Słońca) mówi chyba samo za siebie...

en.wikipedia.org

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Temperatura i wpływ CO2 na klimat



Porównanie anomalii temperatur globalnych oraz wpływu (“wymuszenia”) CO2 na temperaturę zgodnie z środkową wartością czułości klimatu na wymuszenia z raportów IPCC.

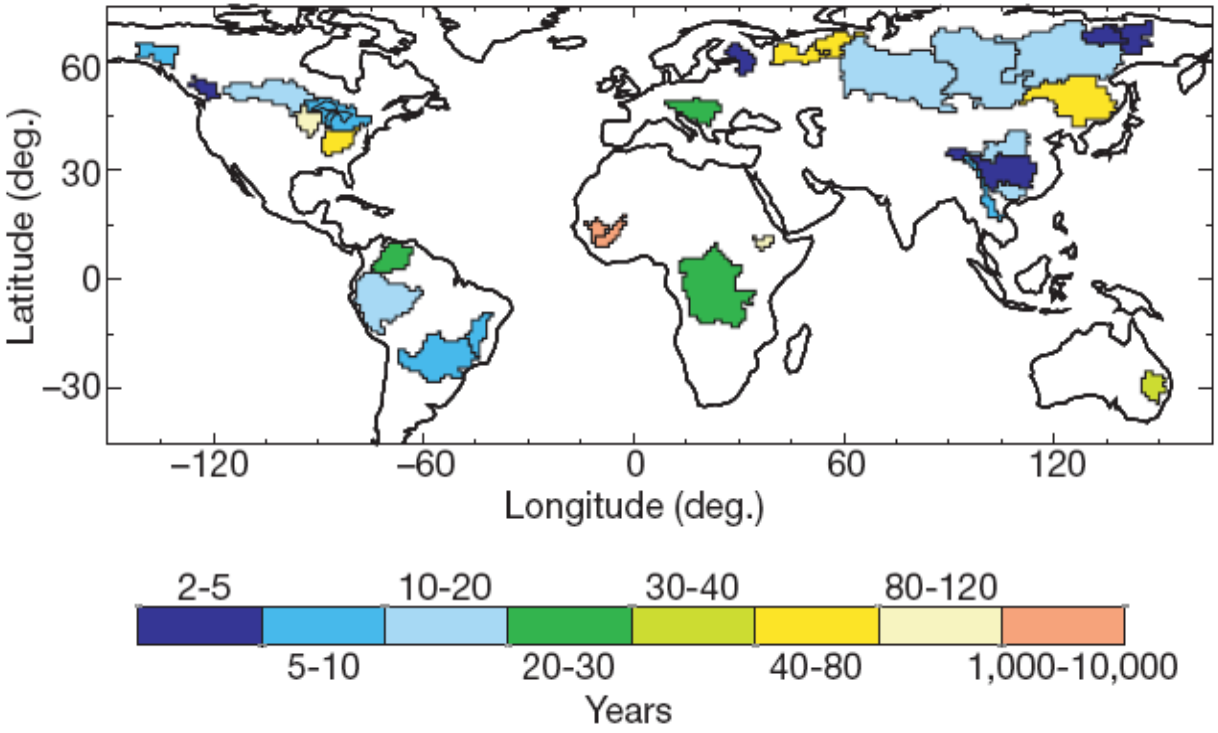
Piskozub (opracowanie własne)

Wrocław AD 1997: przykład zjawisk ekstremalnych nowego klimatu Polski?

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Większa częstotliwość powodzi w świecie cieplarnianym



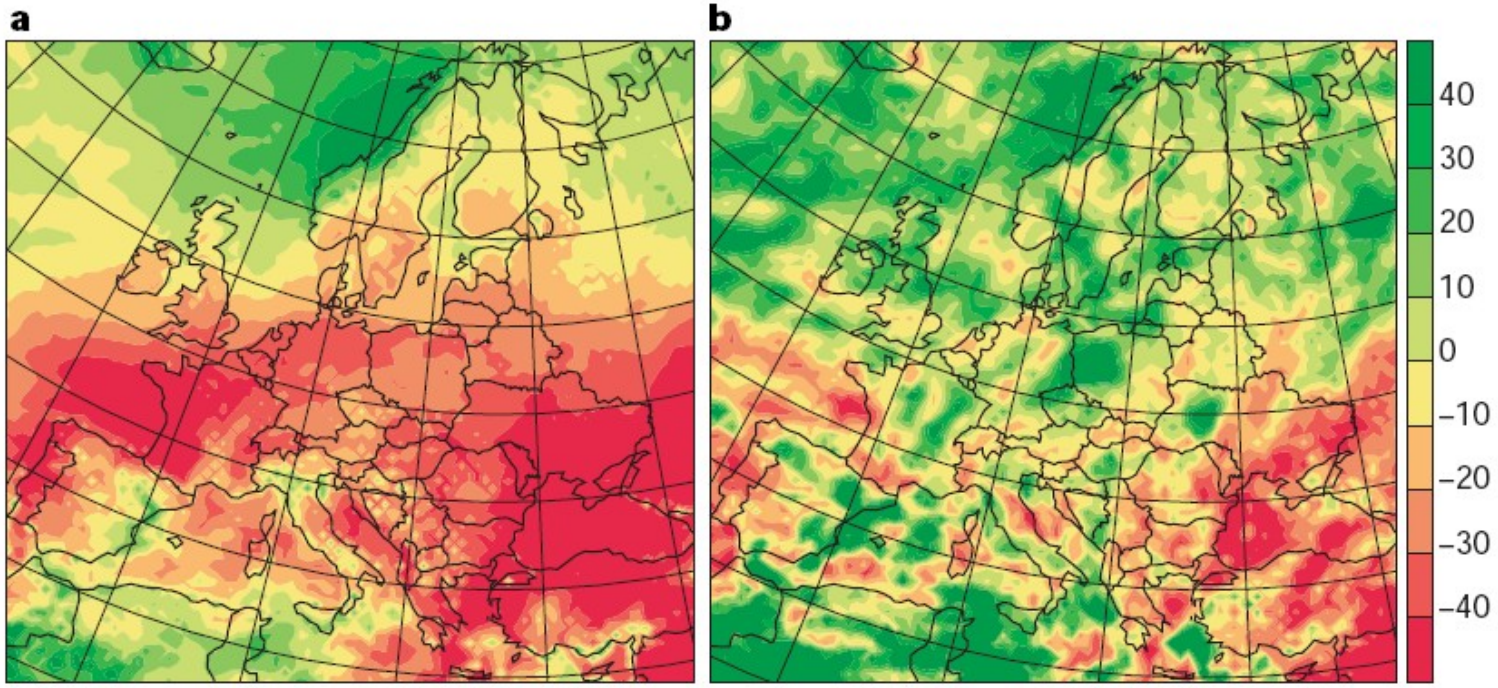
Częstotliwość wystąpienia „powodzi stulecia” (zdefiniowanej przy obecnym klimacie) po zwiększeniu koncentracji CO_2 czterokrotnie dla 29 dużych basenów rzecznych. W niektórych rejonach (zwraca uwagę dorzecze Newy nad Bałtykiem) “powodzie stulecia” mogą w przyszłości występować nawet kilkakrotnie w ciągu dekady.

Milly et al. 2002 (Nature)

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Opady latem w Europie: więcej i częściej



Według regionalnego modelu duńskiego HIRHAM4, dla scenariusza A2, opady letnie (lipiec-sierpień) w środkowej Europie zmaleją (*uwaga na nieintuicyjny dobór kolorów!*), jednak opady ekstremalne występują częściej. Letnie powodzie w Europie Środkowej występujące prawie corocznie od dziesięciu lat wydają się potwierdzać tę tendencję.

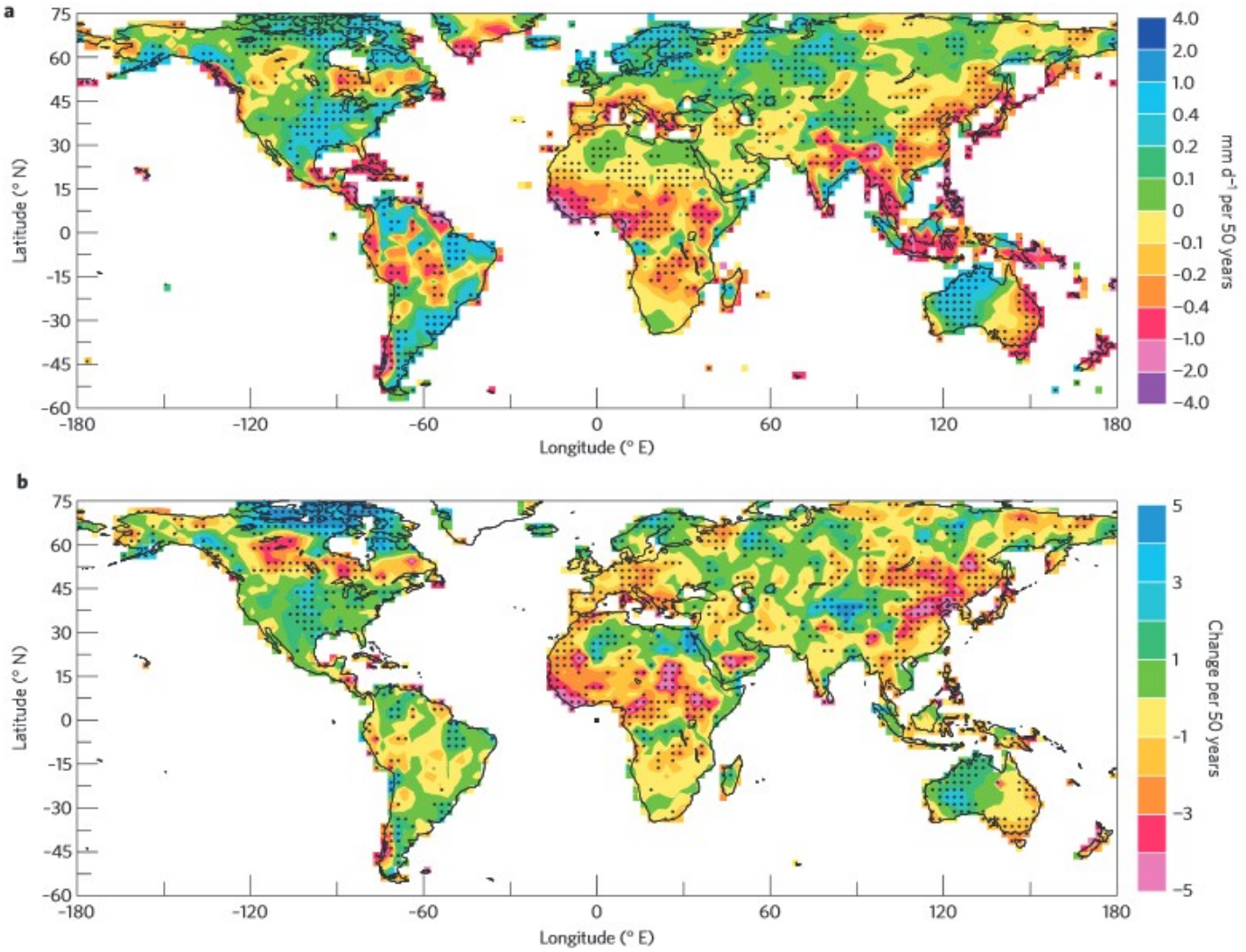
Christiansen & Christiansen 2002 (Nature)

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Opady i.. susze

Obserwowane (1950-2010) trendy opadów (góra) i indeksu suszy Palmera (PDSI). Kropkami zaznaczono oszary na których trend jest statystycznie istotnie różny od zera.



Dai 2010 (Nature Climate Change)

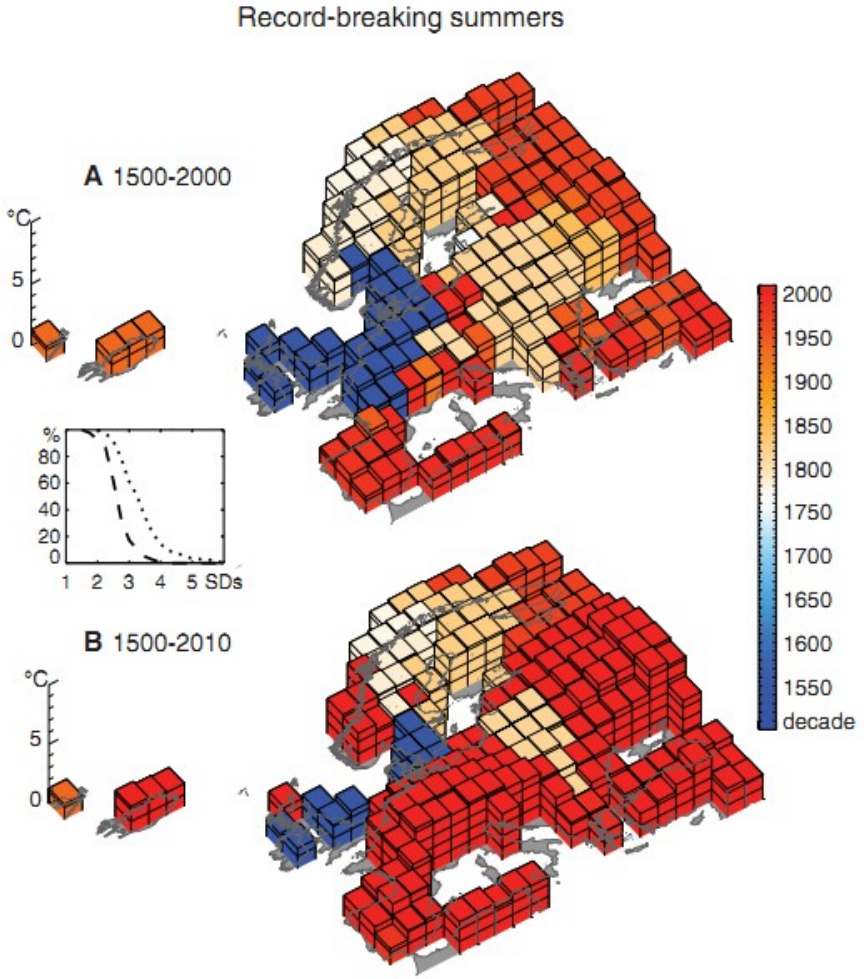
CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Rekordów upałów przybywa

Mapy po prawej pokazują kiedy pobito rekord upałów w danej części Europy (kolor) i jak bardzo (jedno “pudełko” to jeden stopień ponad średnia wieloletnią

Różnica miedzy obu mapami to granice czasowe: górna to stan na rok 2000 a dolna dziesięć lat później.

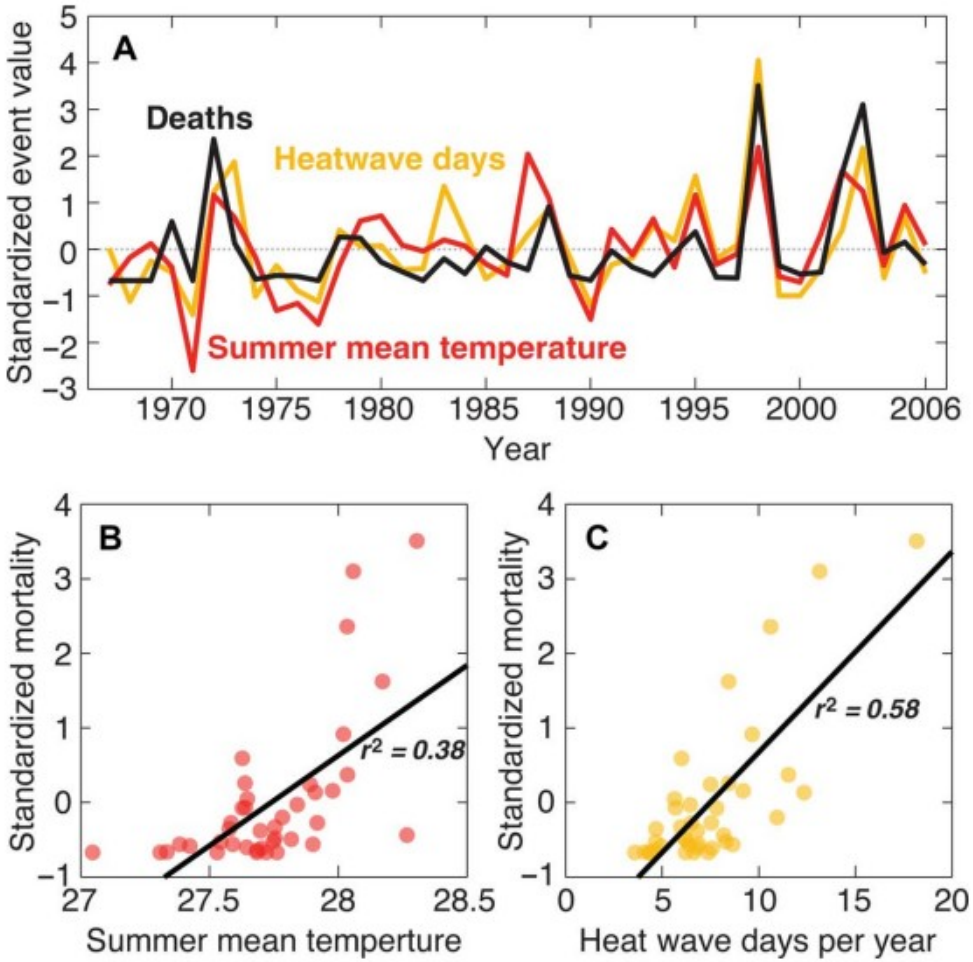


Barriopedro et al. 2011 (Science)

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

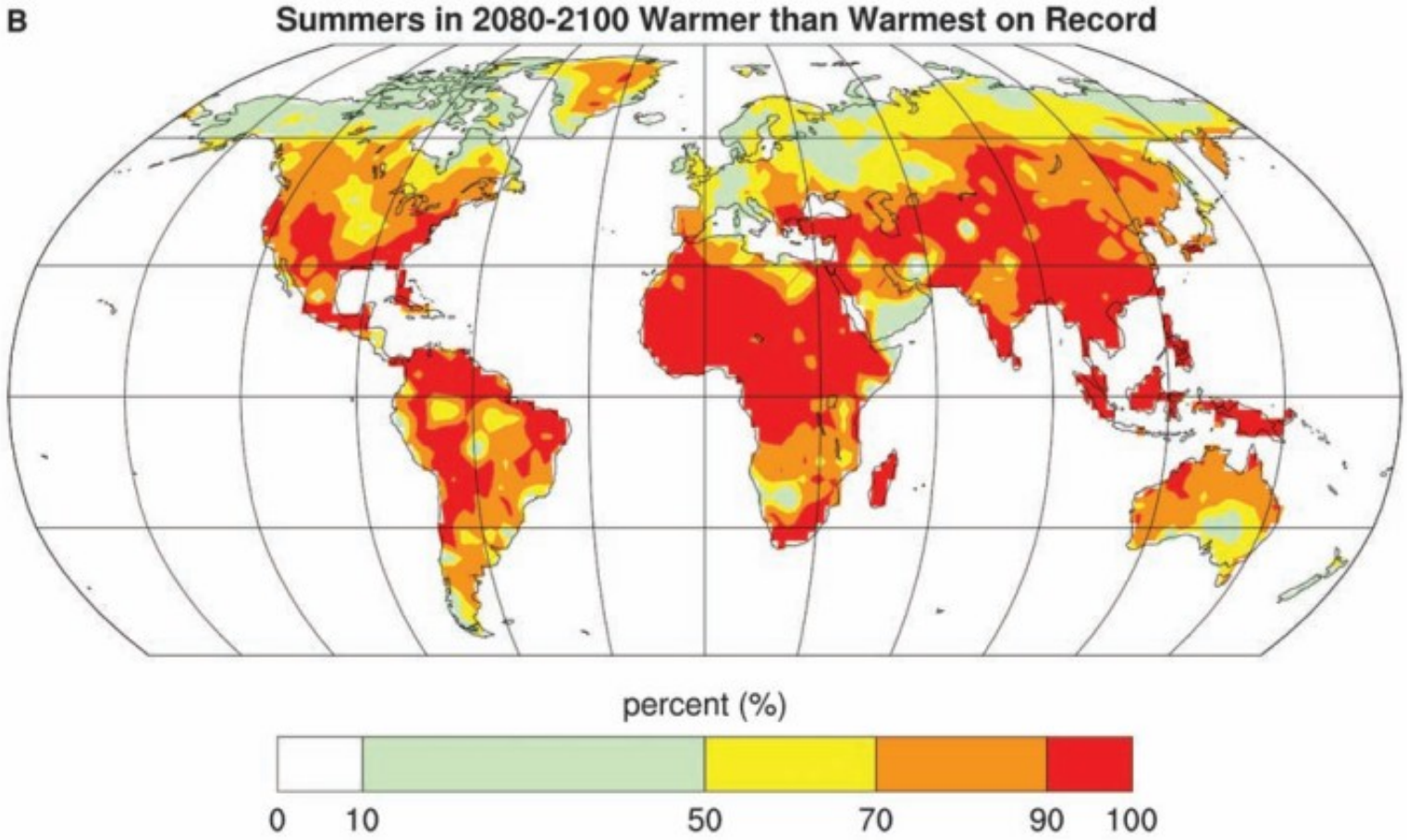
Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Fale upałów to zwiększona śmiertelność



Na przykładzie danych z Indii widać, że śmiertelność wzrasta w ekstremalnie gorących okresach lata i jest jeszcze lepiej skorelowana z liczbą dni fali upałów (fala upałów definiowana jako 3 lub więcej dni z temperaturą wyższą niż 85% percentyla dla danego miesiąca).

Mazdiyasni et al. 2017 (Science Advances)



Procent okresów letnich w okresie 2080-2100 gorętszych niż obecnie najgorętsze lato. Zwraca uwagę mały procent takich fal gorąca dla Rosji, która już miała jedno takie lato rok po opublikowaniu artykułu.

Battisti & Naylor 2009 (Science)

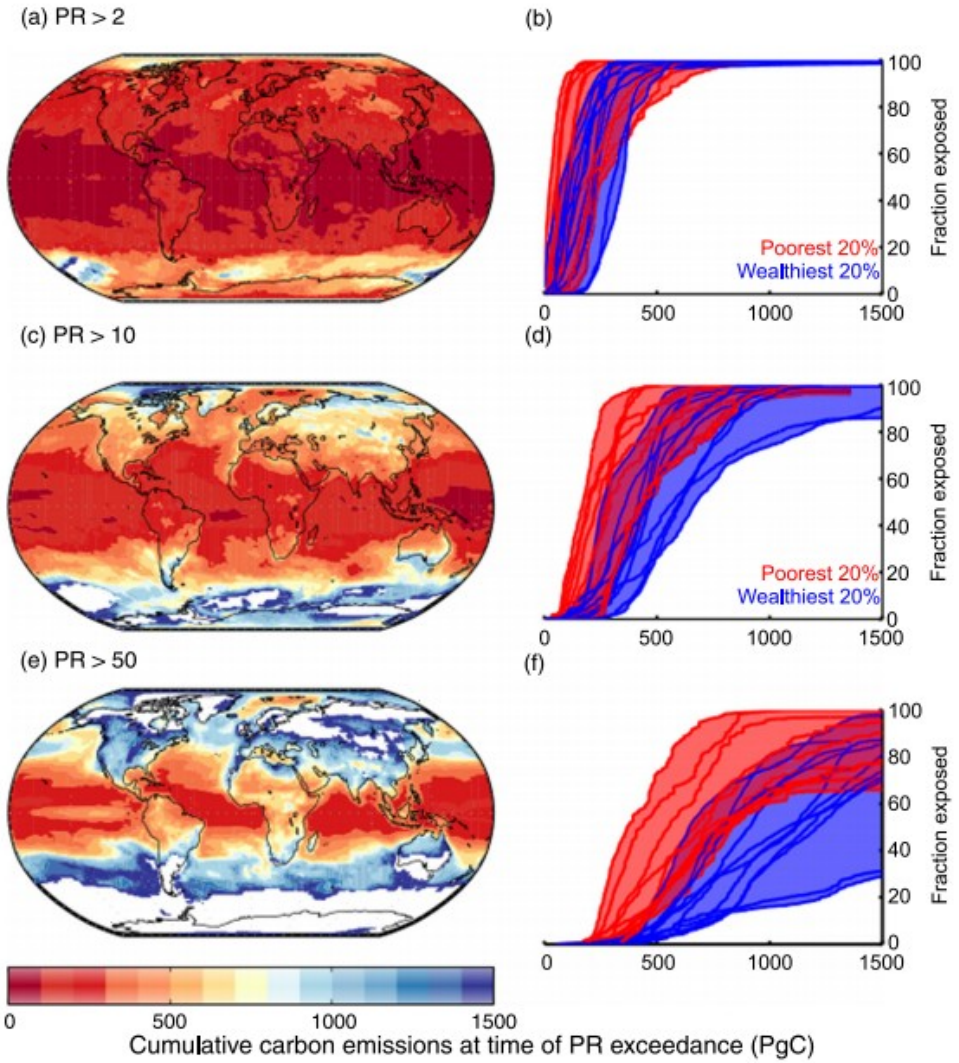
CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

A najubożsi ucierpią najbardziej...

Mapy w lewym panelu pokazują ilość skumulowanych emisji (w GtC), przy której prawdopodobieństwo wystąpienia ekstremalnej temperatury jednego dnia wzrasta o współczynnik PR.

Prawy panel pokazuje ten czynnik jako funkcję skumulowanych emisji dla najbogatszych (niebieski) i najbiedniejszych (czerwony) krajów.



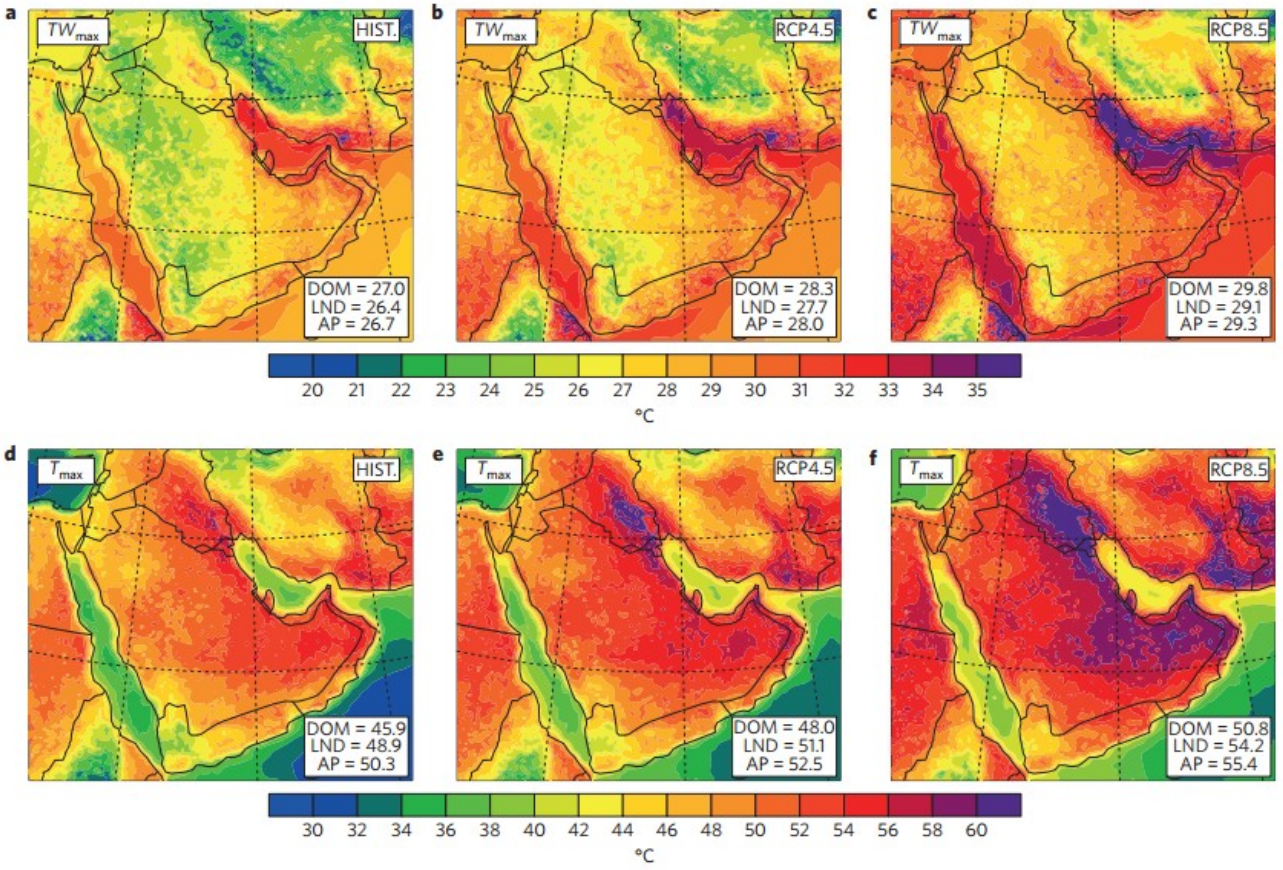
Harrington et al. 2016 (ERL)

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Istnieją regiony gdzie fal upałów nie da się przeżyć

Temperatura termometru mokrego (góra) i temperatura „normalna” (dół) dla 30 lat temperatur historycznych (po lewej) oraz dwa scenariusze emisji dla lat 2071-2100. W „business as usual” RPC8.5 temperatura wilgotnego termometru przekracza czasem śmiertelną granicę 35 ºC.



Pal Elfatih & Eltahir 2016 (Nature Climate Change)

CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Temperatury a migracje

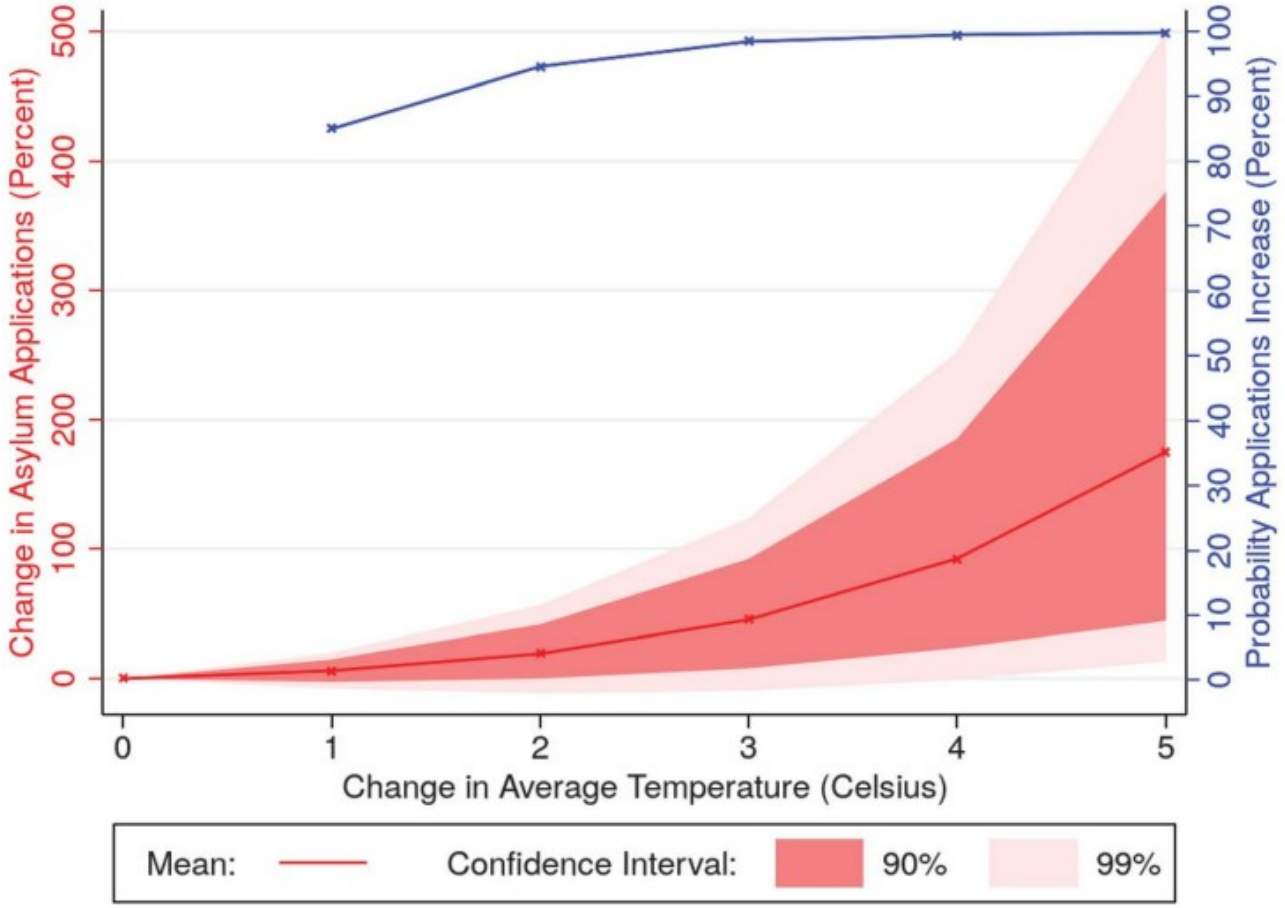


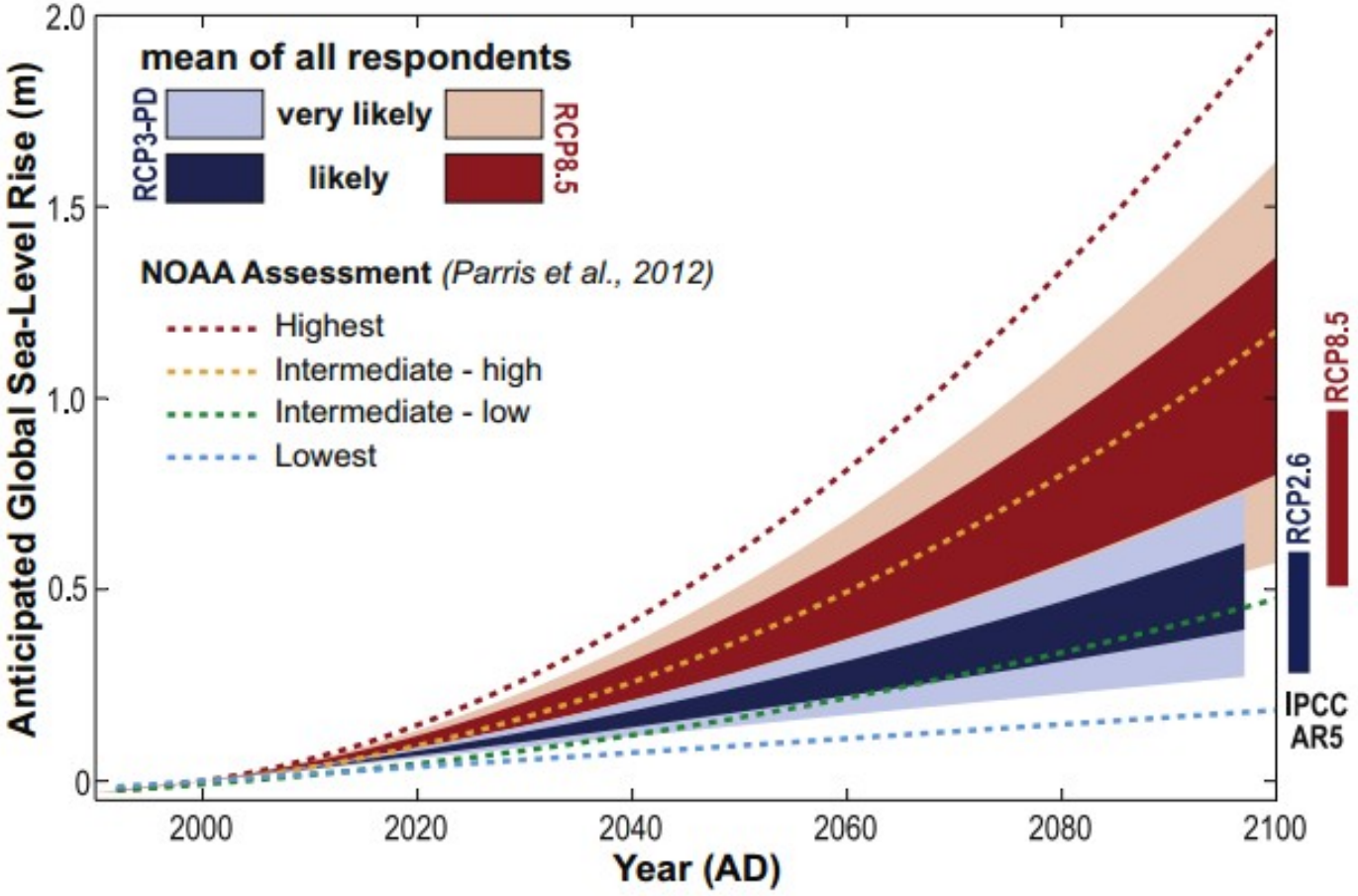
Fig. 2. Predicted changes to asylum applications under uniform climate change scenarios.

Badanie wniosków azylowych w UE ze 103 krajów w ciągu 15 lat (2000-2014) pokazuje, wpływ minimalnej temperatury w sezonie wegetacyjnym na ilość aplikcji o azyl w UE. Zastosowanie uzyskanej zależności do projekcji temperatur.

Missirian & Schlenker. 2017 (Science)

Wzrost poziomu morza: poglądy naukowców

Wyniki ankiety na którą odpowiedziało 90 spośród naukowców o największej ilości publikacji na temat poziomu morza oraz dla porównania oceany z niedawnego raportu NOAA (Parris et al 2012).

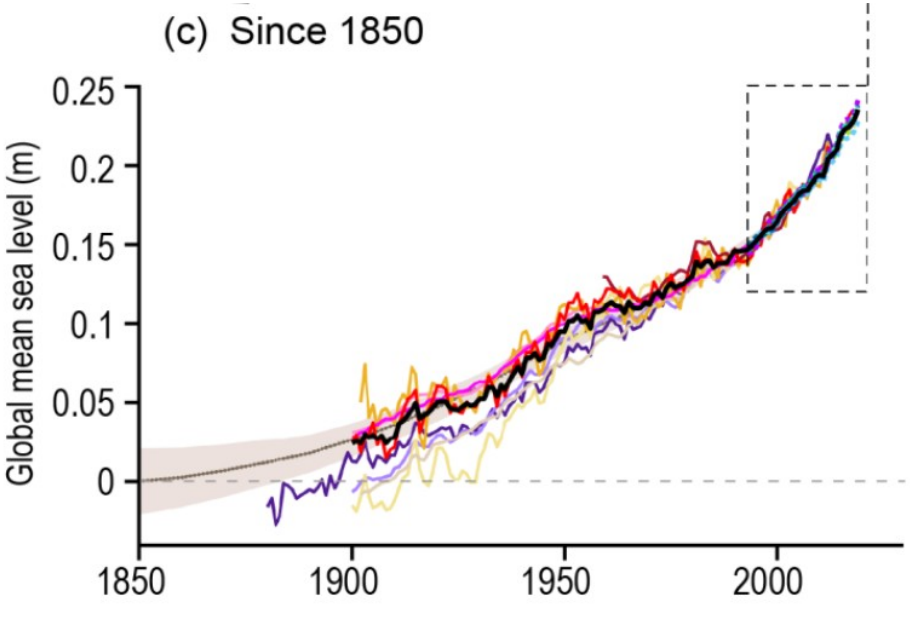


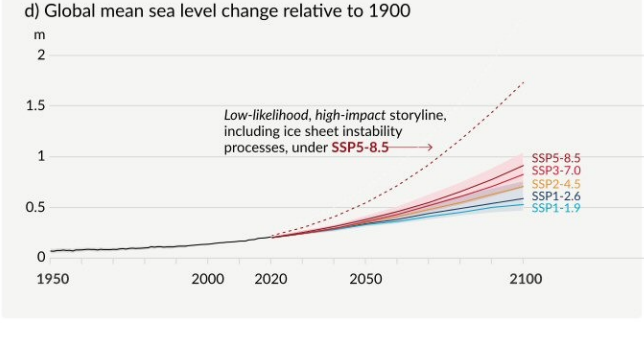
Horton et al 2013 (Quaternary Science Reviews)

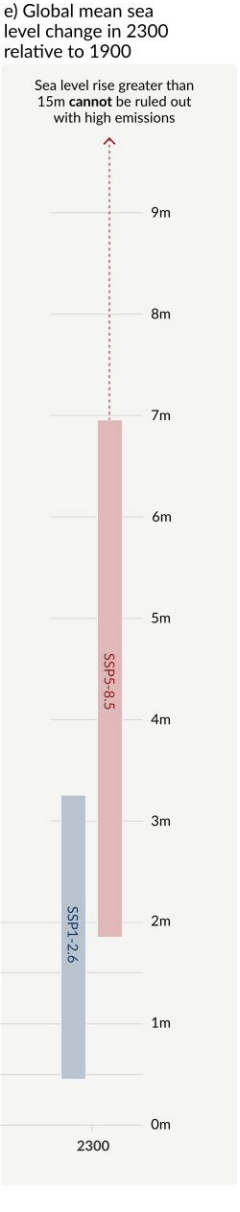
CENTRUM NAUKI KOPERNIK

Konferencja Pokazać – Przekazać 2023 24–25.08 Warszawa

Poziom morza: obserwacje i prognozy







Dane obserwacyjne i projekcje oparte na modelowaniu dla wzrostu poziomu morza z najnowszego raportu IPCC.

IPCC AR6 WG1 (2021)

Dziękuję za uwagę
NASA