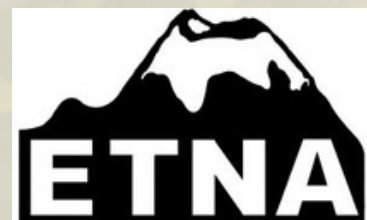


Iceland  
Liechtenstein  
Norway



**Active  
citizens fund**

# KLIMAT - KRYZYS, STAN AKTUALNY



STOWARZYSZENIE  
EKOLOGICZNE ETNA

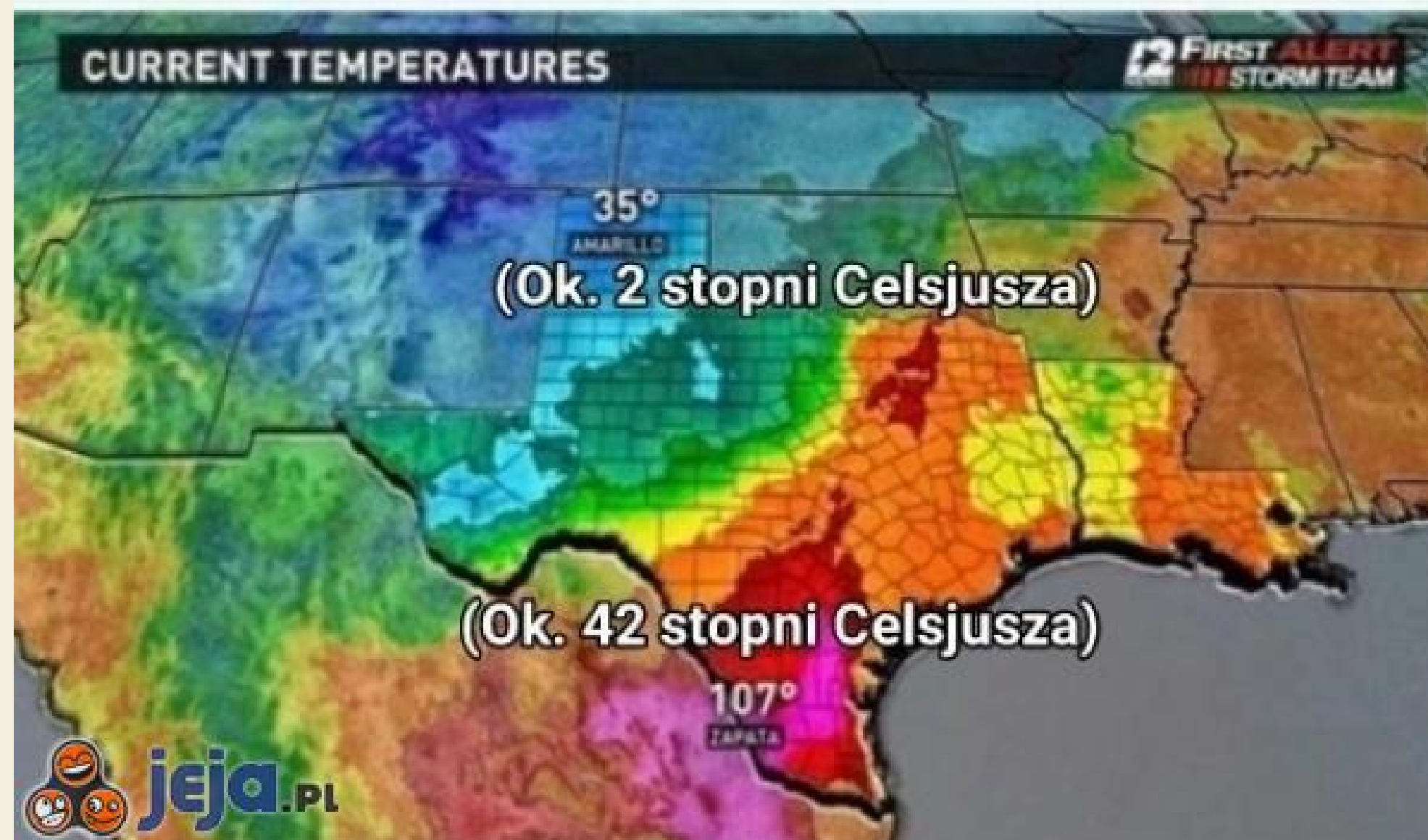
[www.etna.org.pl](http://www.etna.org.pl)

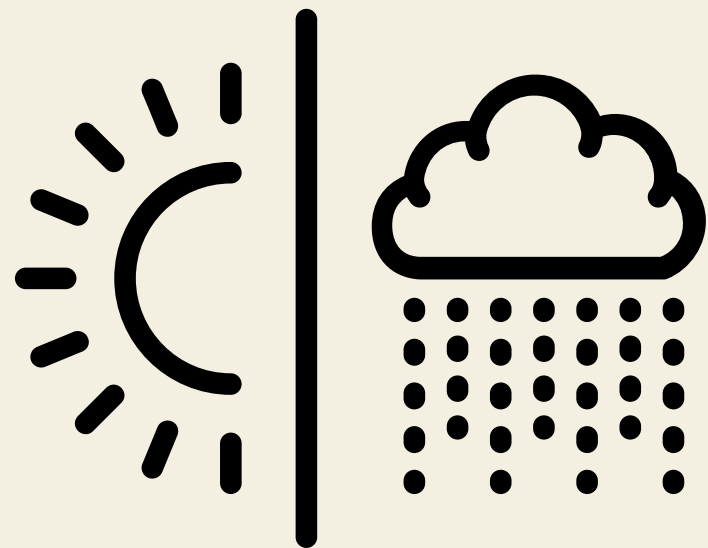
# Czym jest pogoda



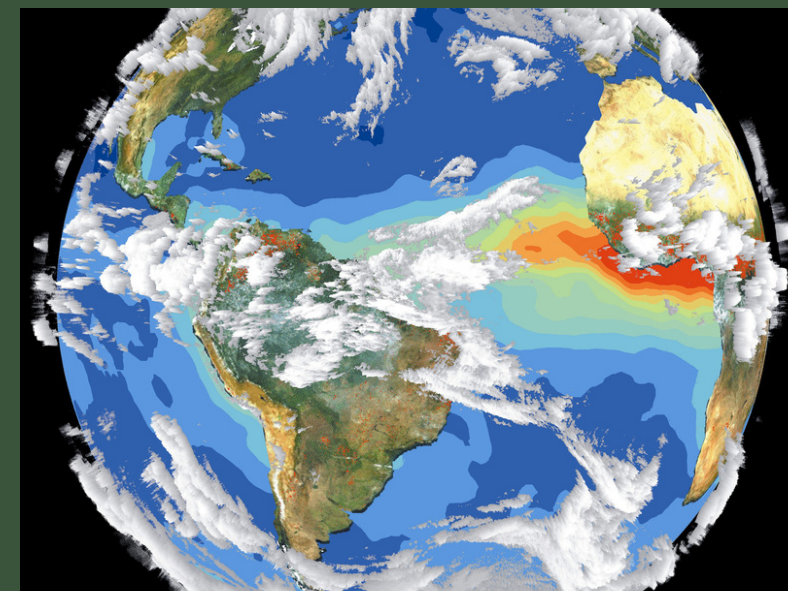
# Czym jest klimat

Matka Natura: Nie uda ci się utrzymać dwóch pór roku jednocześnie  
Teksas: Potrzyj mi piwo





ogół zjawisk  
atmosferycznych  
zachodzących **w danej**  
**chwili** w dolnych  
warstwach atmosfery  
(głównie troposfery)

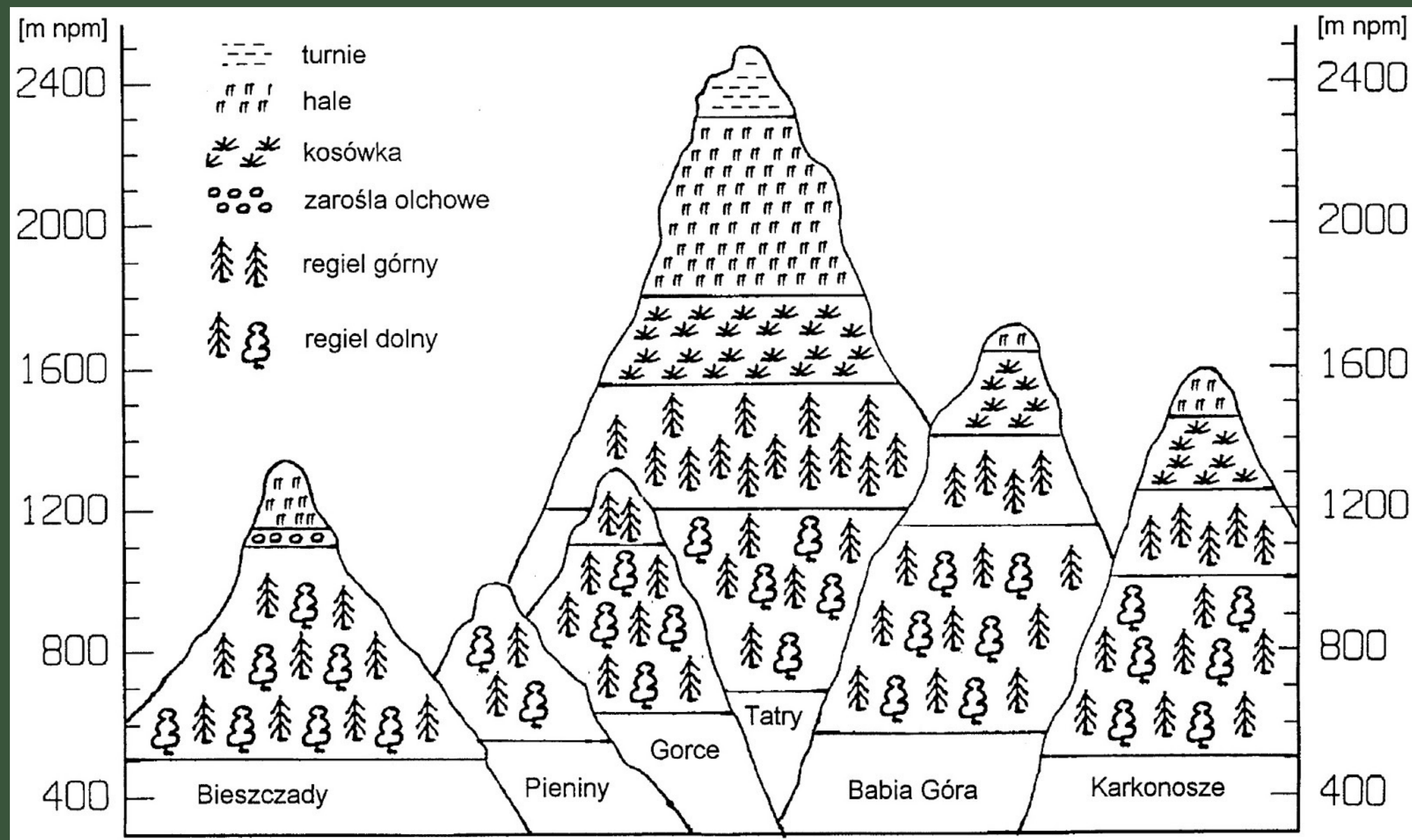


**charakterystyczny dla danego  
obszaru przebieg stanów pogody.**

Klimat na Ziemi kształtują trzy  
podstawowe procesy: obieg ciepła,  
obieg wody i krążenie powietrza,  
oraz czynniki geograficzne: układ  
lądów i oceanów, wysokość n.p.m.

# Od czego zależy klimat

- Szerokość geograficzna
- Rozkład lądów i mórz
- Prądy morskie (oceaniczne)
- Wysokość nad poziomem morza i rzeźba terenu
- Pokrycie terenu
- Działalność człowieka



# ŚWIAT

## strefy klimatyczne i typy klimatu

### STREFA OKOŁOBIEGUNOWA

- klimat polarny
- klimat subpolarny

### STREFA UMIARKOWANA CHŁODNA

- klimat kontynentalny
- klimat przejściowy
- klimat morski

### CIEPŁA

- klimat kontynentalny
- klimat przejściowy
- klimat morski

### STREFA PODZWIOTNIKOWA

- klimat suchy i skrajnie suchy
- klimat wilgotny

### STREFA ZWIOTNIKOWA

- klimat suchy i skrajnie suchy
- klimat wilgotny

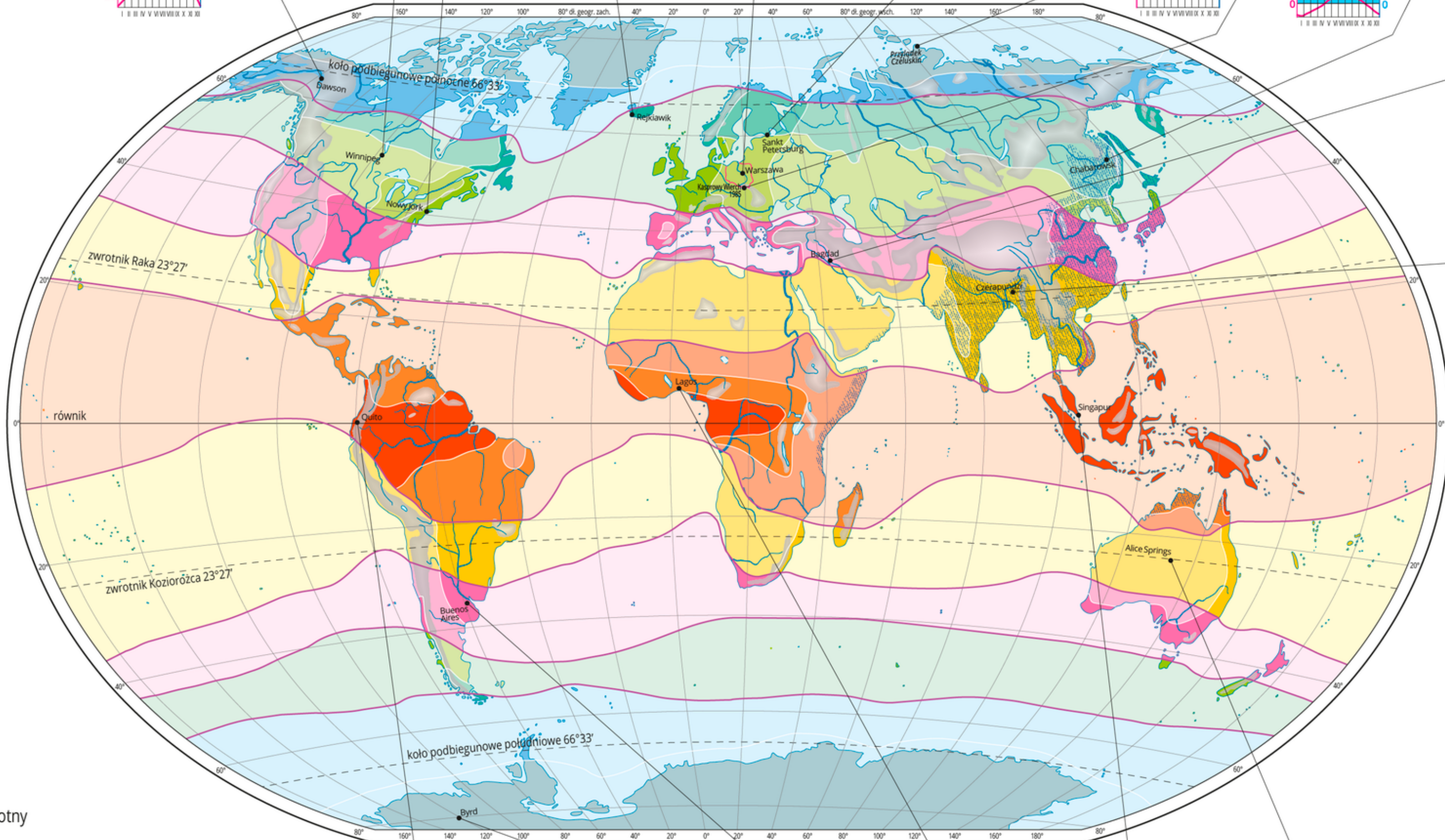
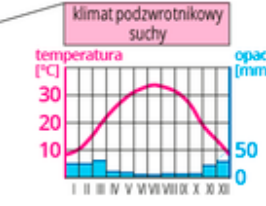
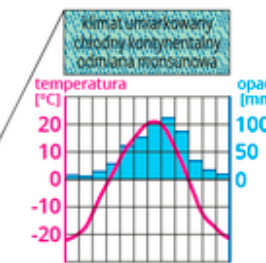
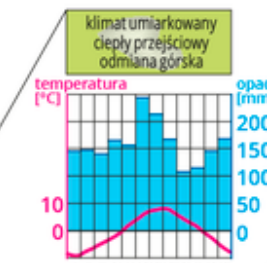
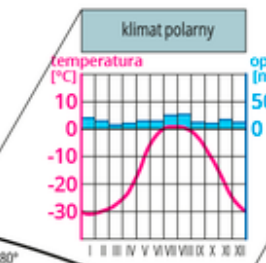
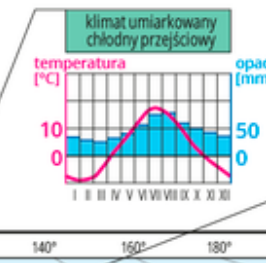
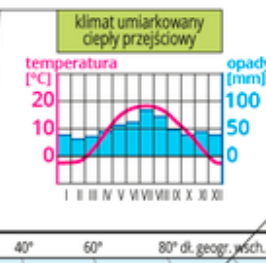
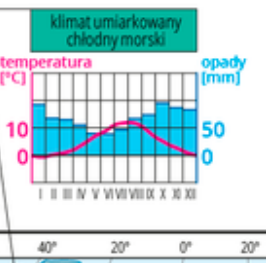
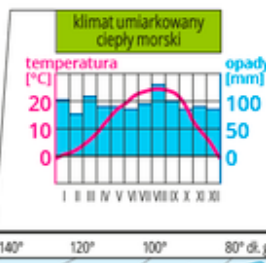
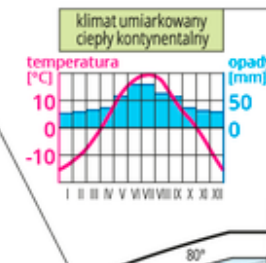
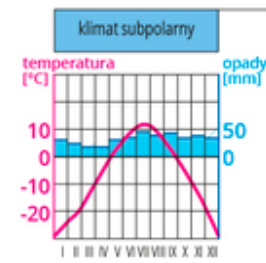
### STREFA RÓWNIKOWA

- klimat podrównikowy suchy
- klimat podrównikowy wilgotny
- klimat równikowy wybitnie wilgotny

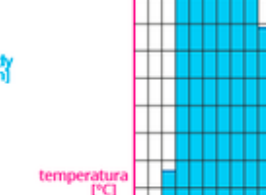
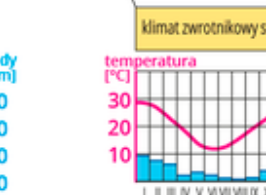
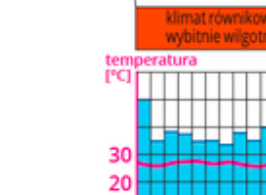
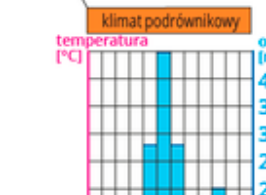
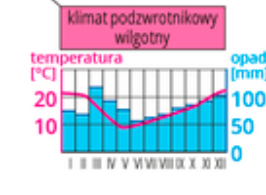
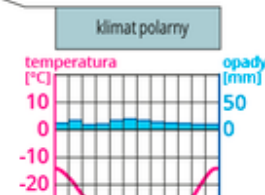
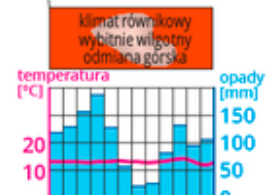
### KLIMATY ASTREFOWE

monsunowy

górski



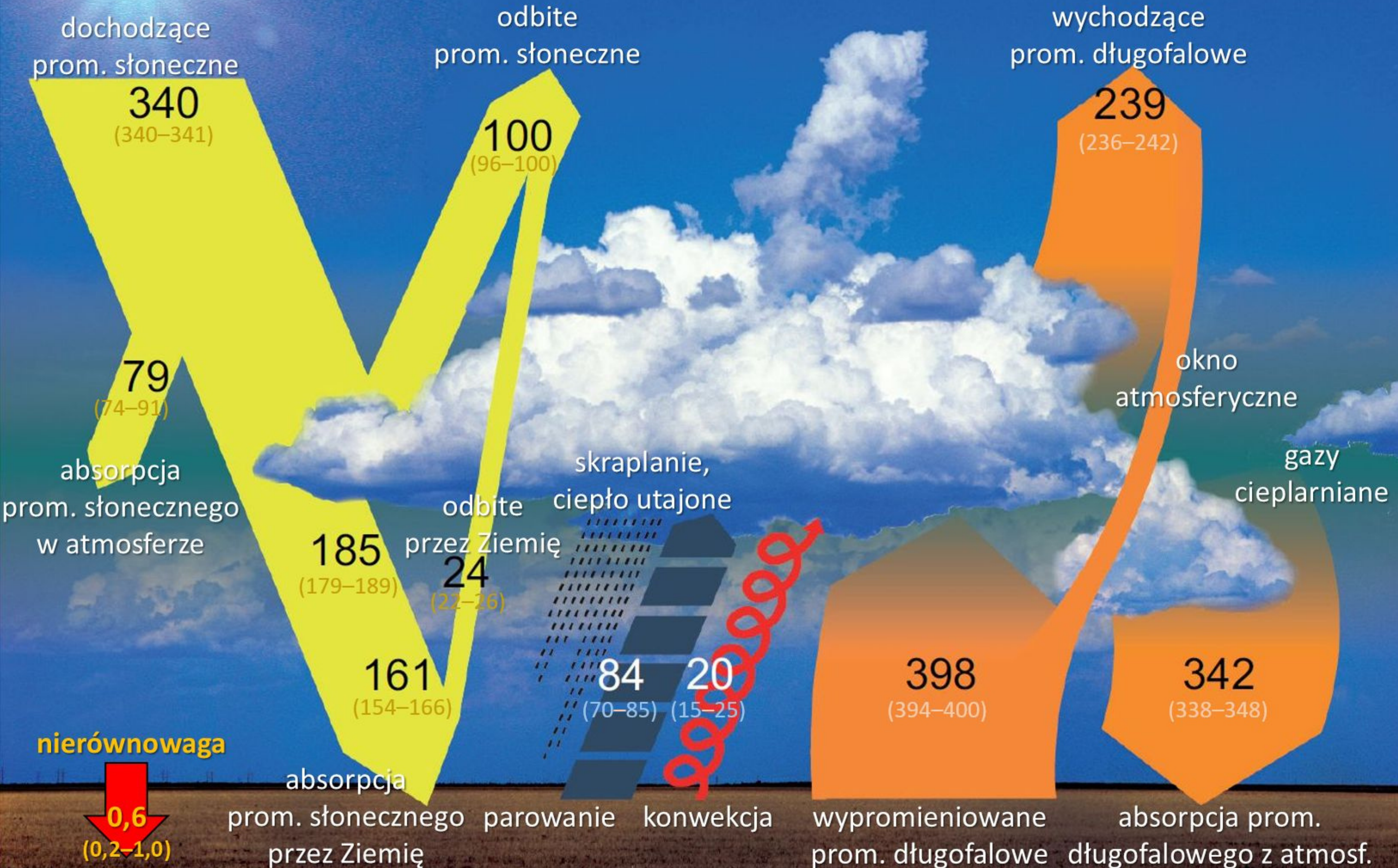
1000 0 1000 2000 km



# Jak działa klimat?



Jednostki [W/m<sup>2</sup>]



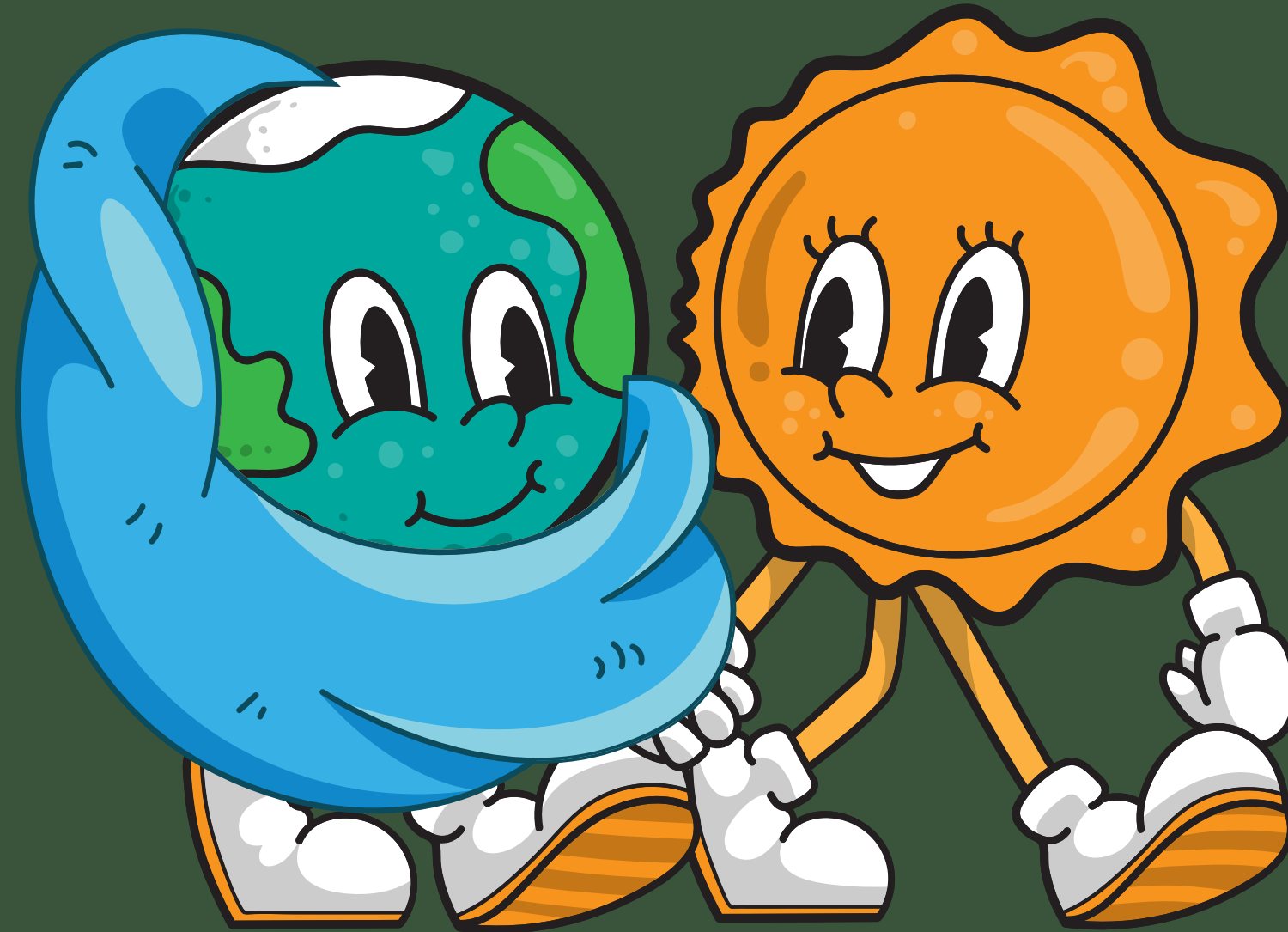
Aktualny, wieloletni (~10 lat) średni bilans energetyczny Ziemi wyrażony w watach na jednostkę powierzchni planety (W/m<sup>2</sup>). Wartości podano wraz zakresem niepewności (nawiasy). O ile poszczególne składowe bilansu charakteryzują się znacznym zakresem niepewności, o tyle ich różnice (np. nierównowaga bilansu radiacyjnego) są znane dość dokładnie.

Źródło:

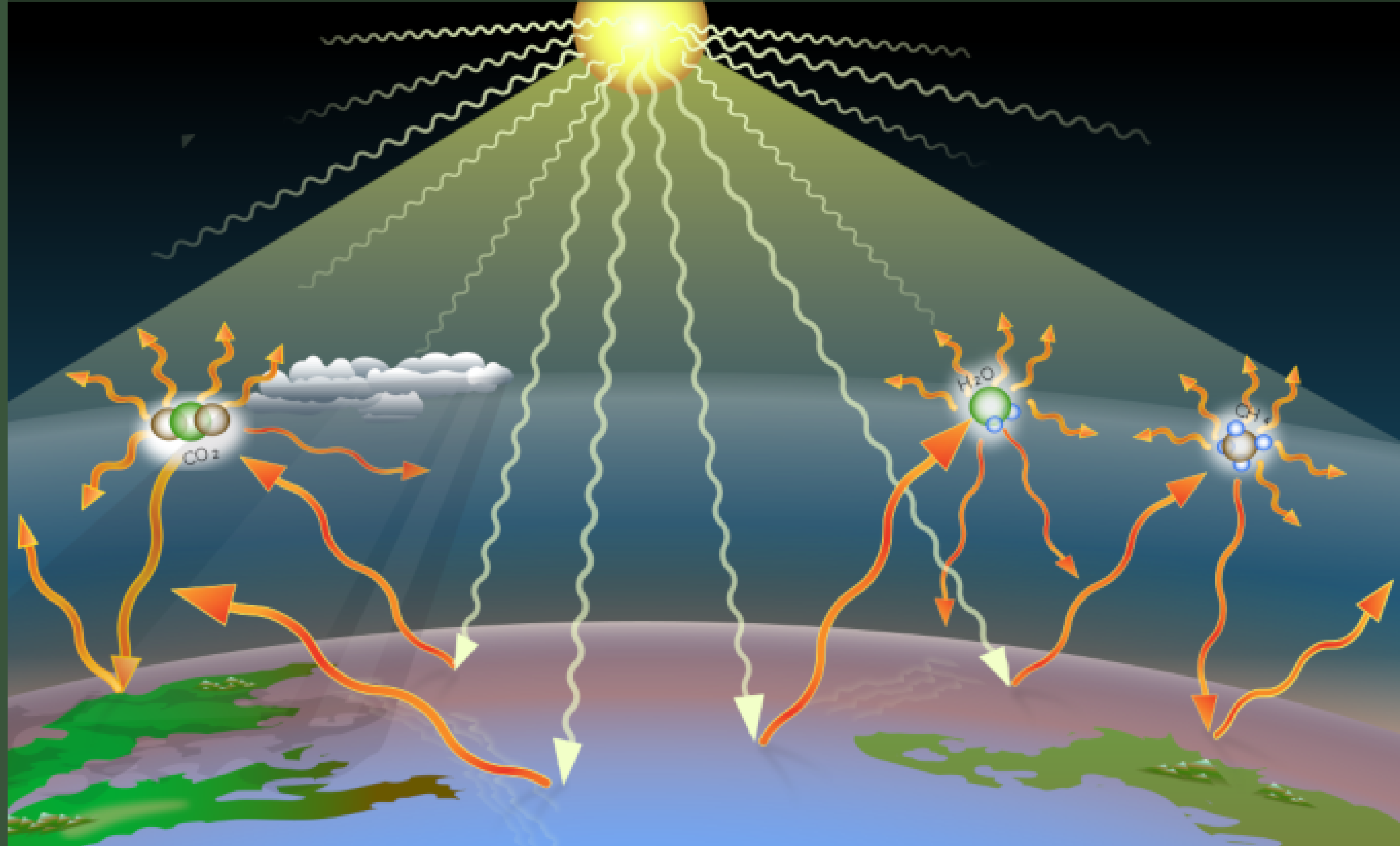
<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/efekt-cieplarniany-dla-sredniozaawansowanych-7-bilans-energetyczny-ziemi-428/>.



# Efekt cieplarniany



Słońce jako grzejnik dostarcza energii. Pochłonięta przez Ziemię energia jest wypromieniowywana. Gazy cieplarniane w atmosferze, działają jak izolacja.



# Albedo ziemi

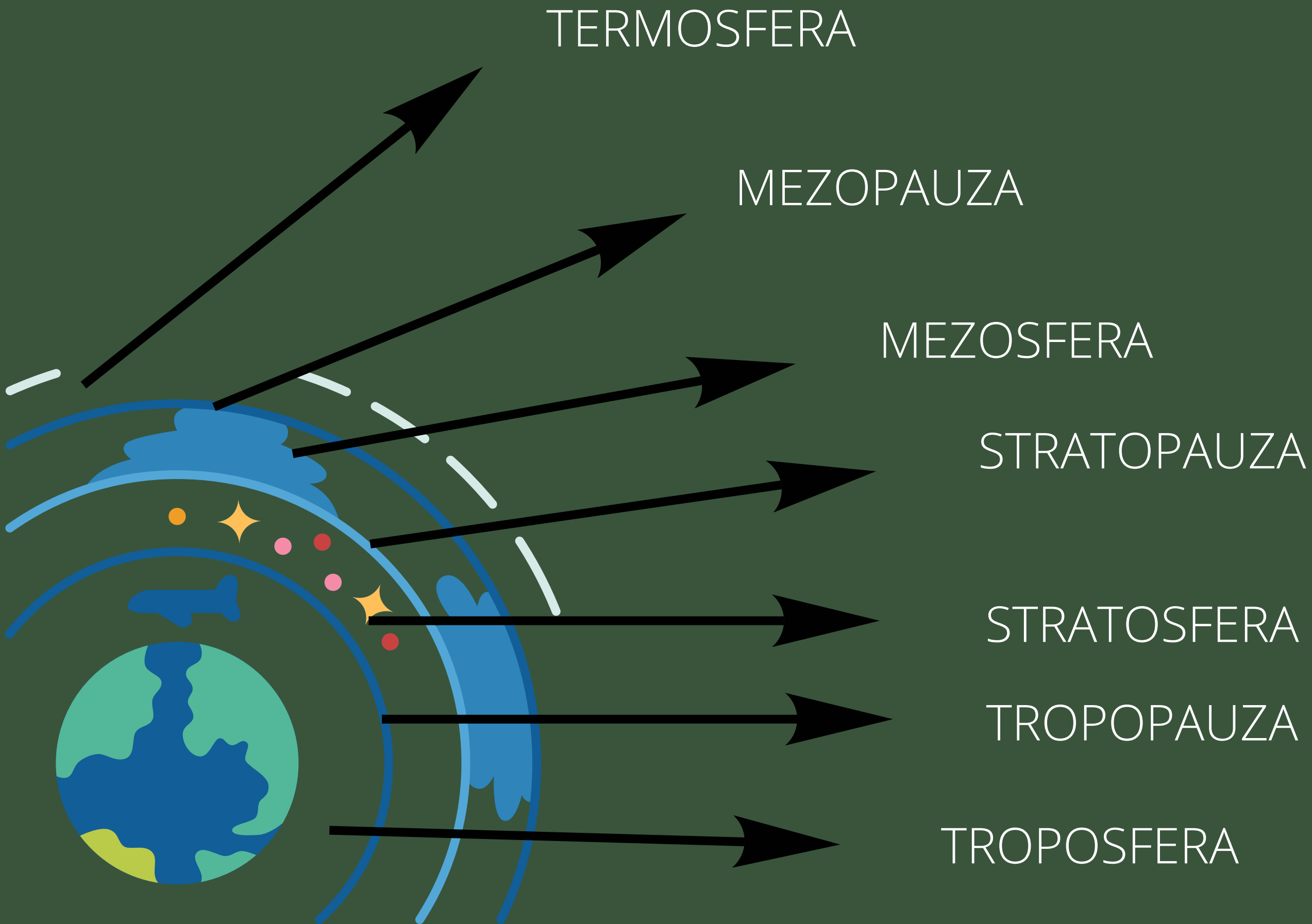


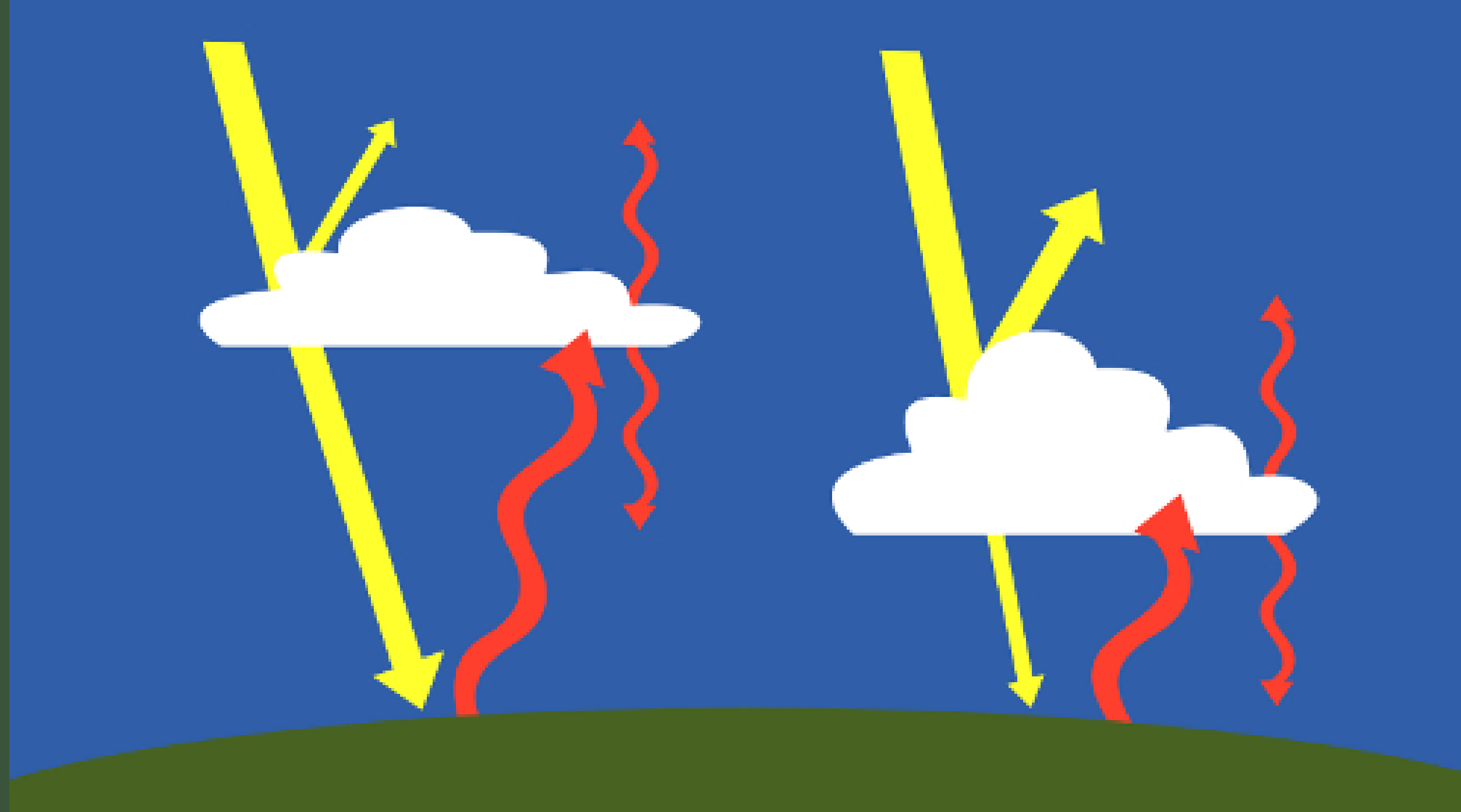
Góra lodowa i lód morski na powierzchni zatoki McMurdo w Antarktyce. Zobacz, jak dobrze promienie słoneczne odbijają się od ich powierzchni. Zdjęcie wykonane podczas kampanii pomiarowej IceBridge w 2017. Zdjęcie Chrisa Larsena (UAF)

Źródło: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosc/efekt-cieplarniany-dla-sredniozaawansowanych-7-bilans-energetyczny-ziemi-428/>

Chmury kłębiaste.

# BUDOWA ATMOSFERY





**Wypadkowy wpływ chmur na bilans energii planety jest chłodzący**

**Chmury wysokie (lewa część rysunku) powodują wzrost średnich temperatur**

**Chmury niskie (prawa część rysunku) powodują spadek średnich temperatur**

# WYMUSZENIA



## SPRZĘŻENIE UJEMNE

pomaga  
w powrocie systemu  
klimatycznego do  
stanu sprzed  
zaburzenia

## SPRZĘŻENIE DODATNIE

występuje, gdy  
zaburzenie jest tak silne,  
że przekroczony jest próg  
planetarny; nasila zmiany  
i powoduje, że system  
dąży do nowego (innego  
niż pierwotny) stanu  
równowagi

# ZMIANY KLIMATU





# SKĄD WIEMY, ŻE KLIMAT SIĘ ZMIENIA?

## PALEOKLIMAT

- zapisy historyczne
- zasięg lodowców
- słoje drzew
- izotopy
- resztki organiczne w osadach oceanicznych
- koralowce
- paleozole



- rdzenie lodowe
- niebieski lód
- resztki nieorganiczne w osadach oceanicznych
- odwierty głębinowe





- nacieki jaskiniowe
- aparaty szparkowe
- pyłki oraz pozostałości roślinne i zwierzęce na łądach



# SKŁAD ATMOSFERY

## GŁÓWNE

- AZOT
- TLEN
- ARGON
- DWUTLENEK WĘGLA

## DRUGORZĘDNE

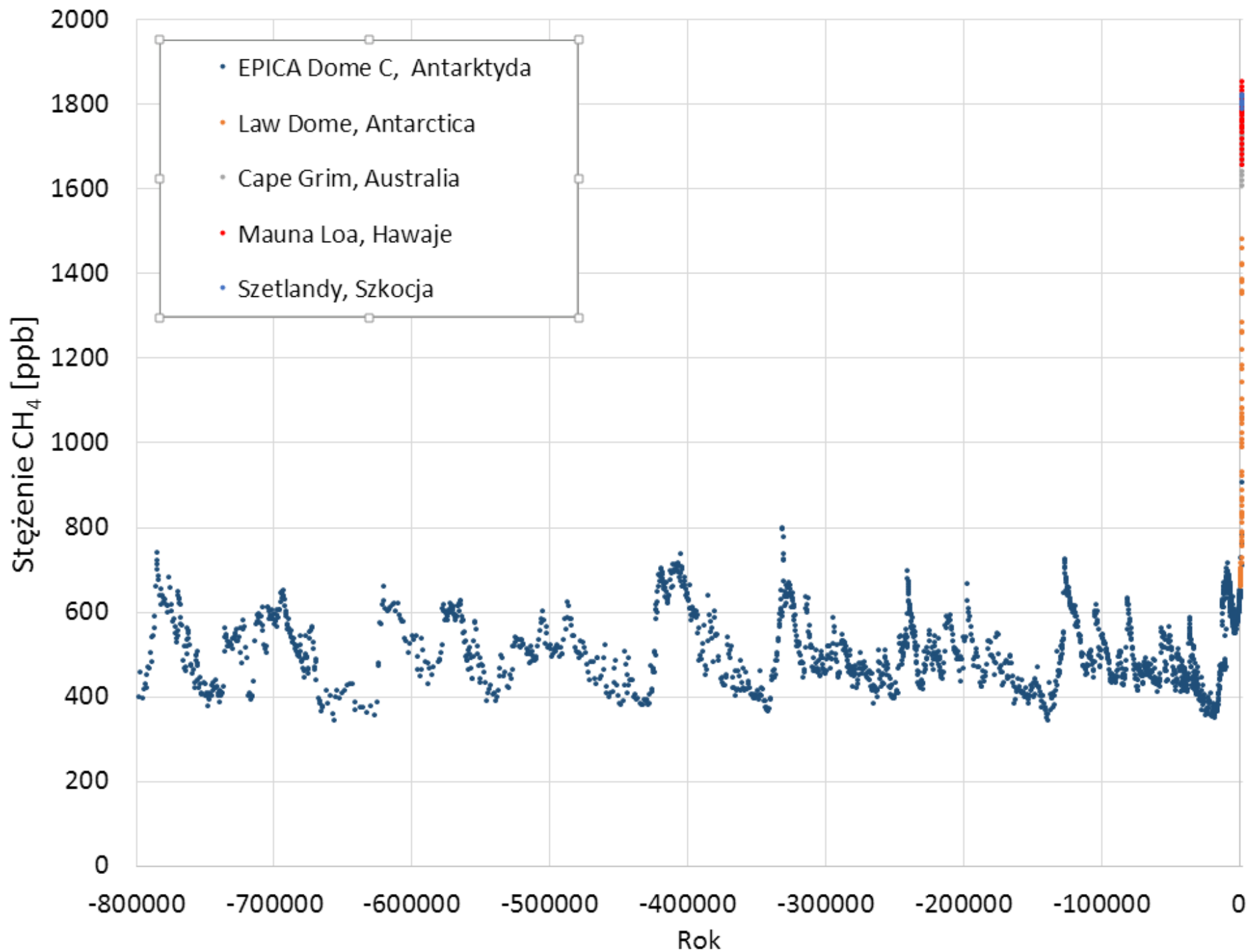
- NEON
- HEL
- KRYPTON
- KSENON
- TLENEK WĘGLA
- WODÓR
- PODTLENEK AZOTU

## DOMIESZKI

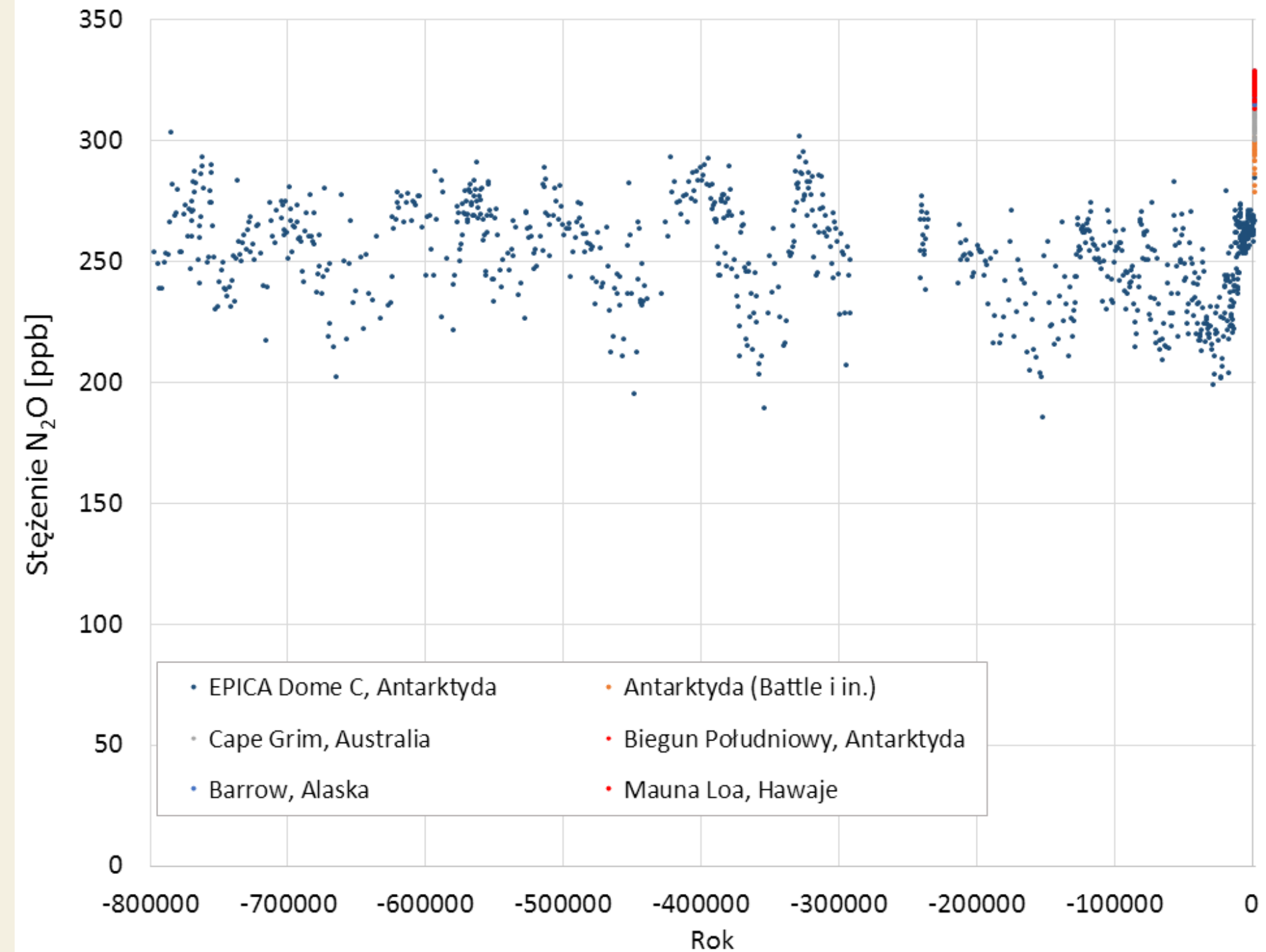
- OZON
- SIARKOWODÓW
- DWUTLENEK SIARKI
- AMONIAK
- METAN
- DWUTLENEK AZOTU
- FREONY
- WĘGLOWODORY
- PARA WODNA

# Antropogeniczne misje - Zmiany stężeń CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O w ostatnich 800 000 lat

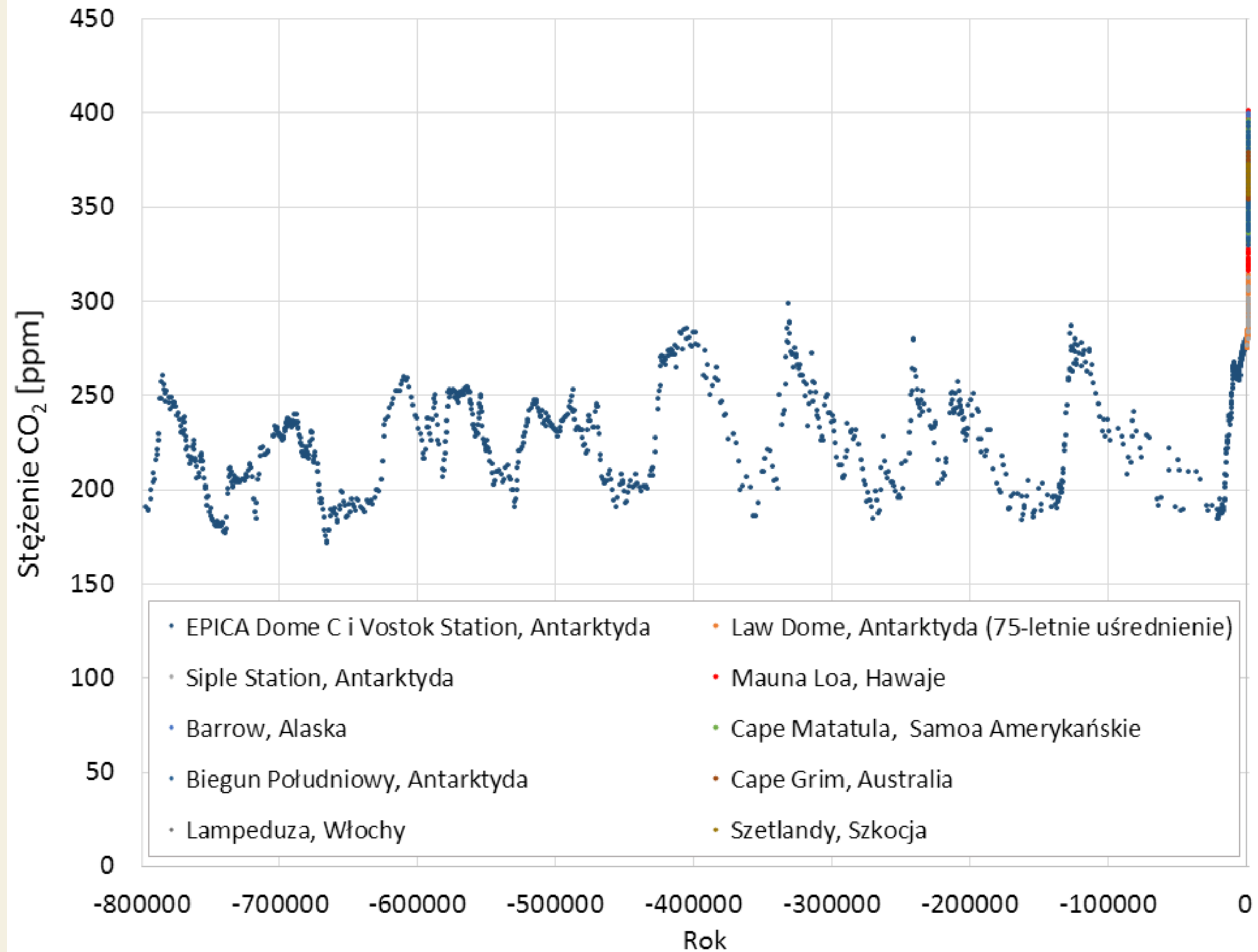
## Koncentracja CH<sub>4</sub> w atmosferze



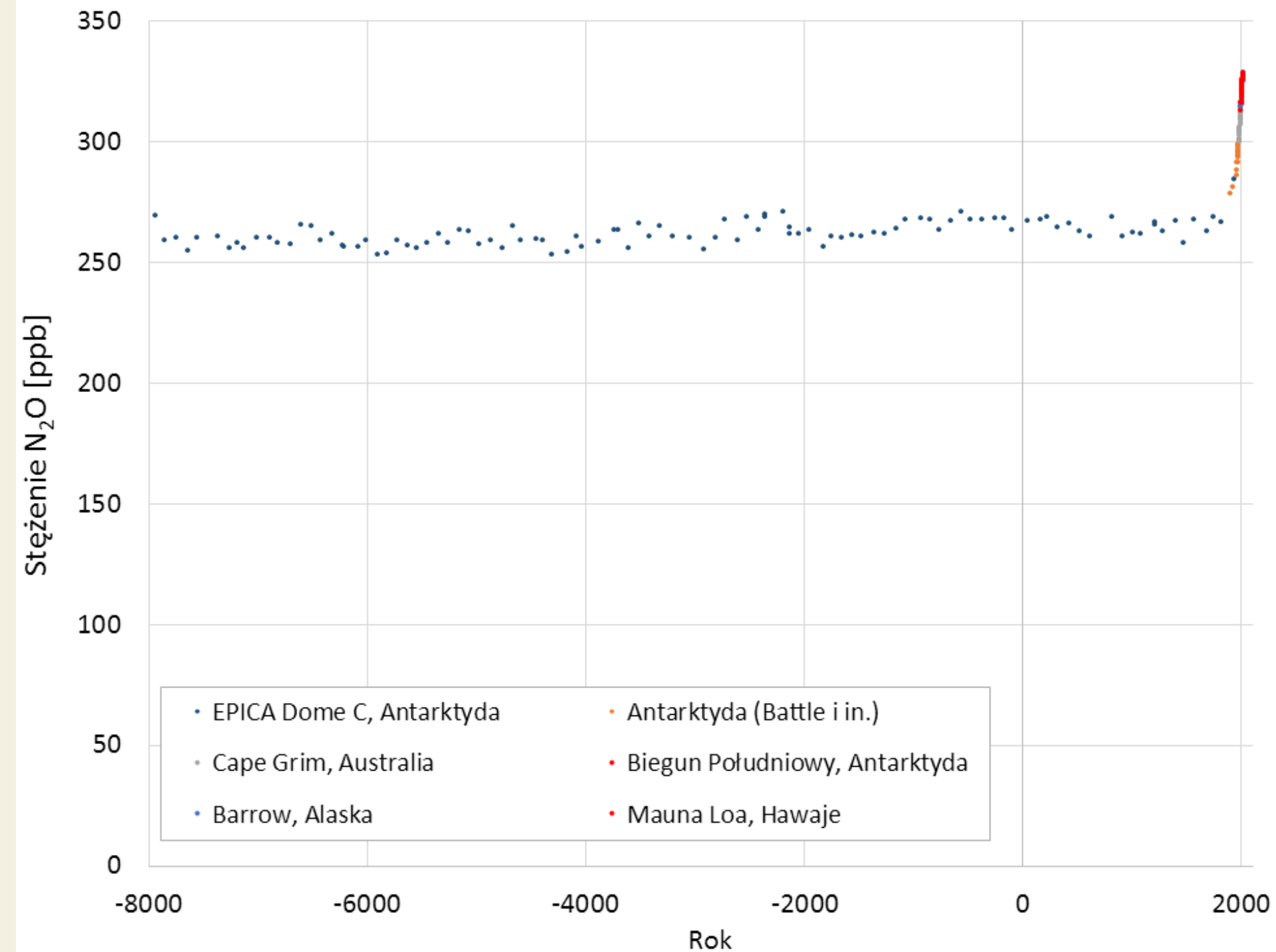
## Koncentracja N<sub>2</sub>O w atmosferze



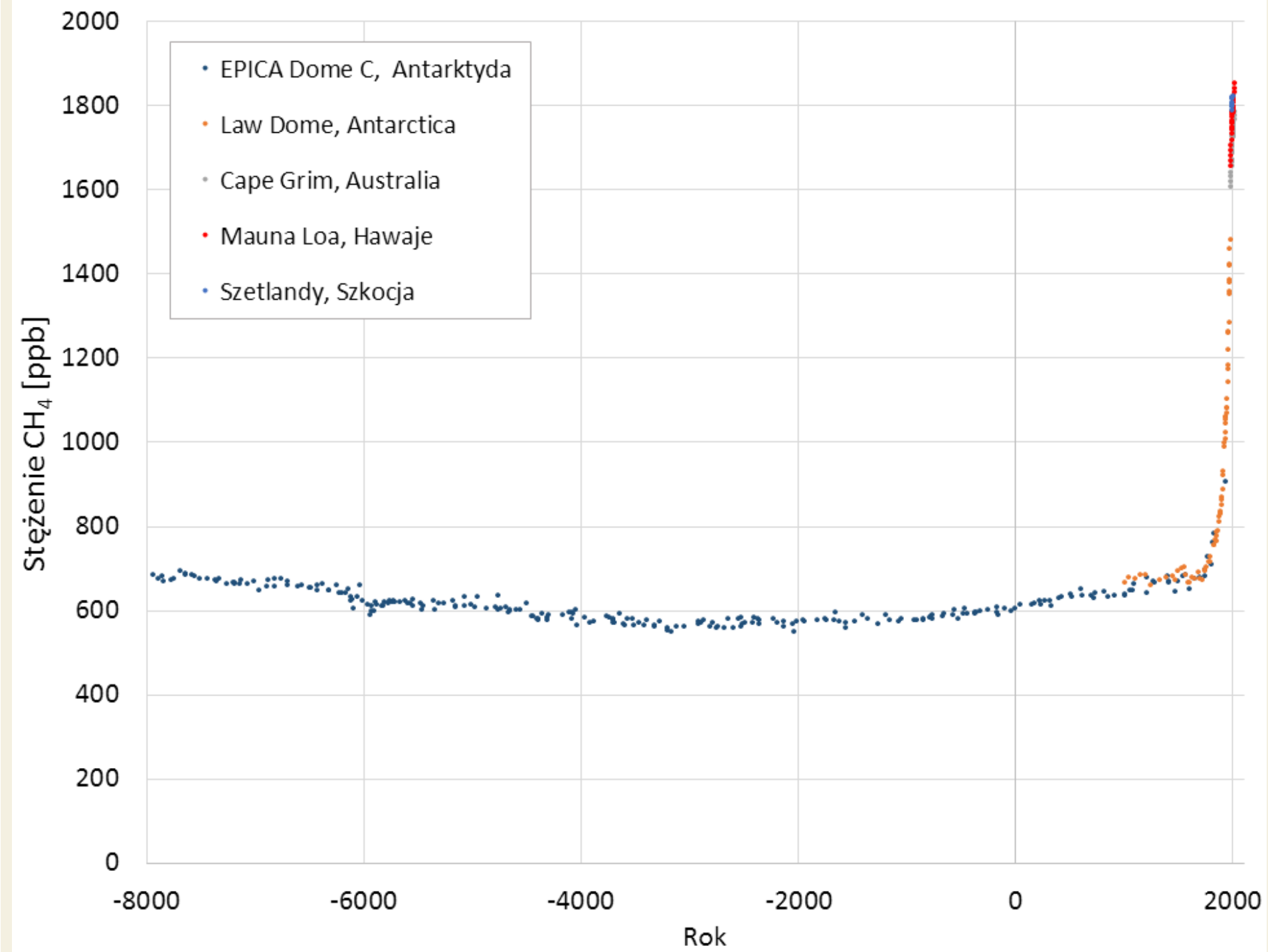
# Koncentracja CO<sub>2</sub> w atmosferze

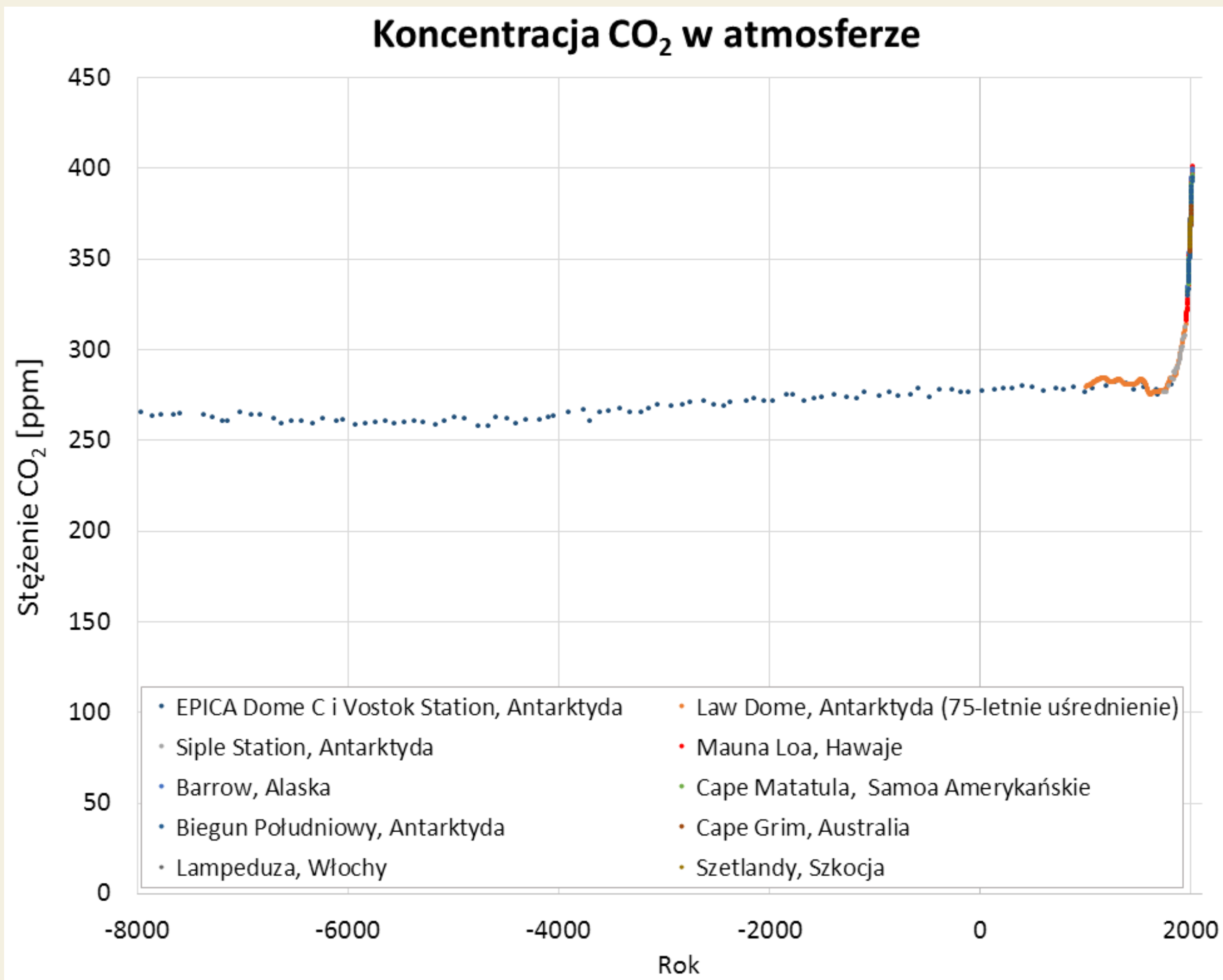


## Koncentracja N<sub>2</sub>O w atmosferze



## Koncentracja CH<sub>4</sub> w atmosferze





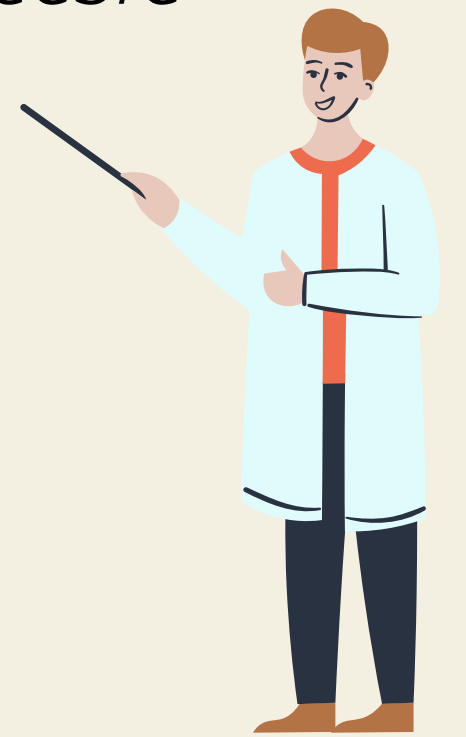
# DLACZEGO PIERWIASTEK CHEMICZNY "C" – WĘGIEL JEST TAK ISTOTNY?





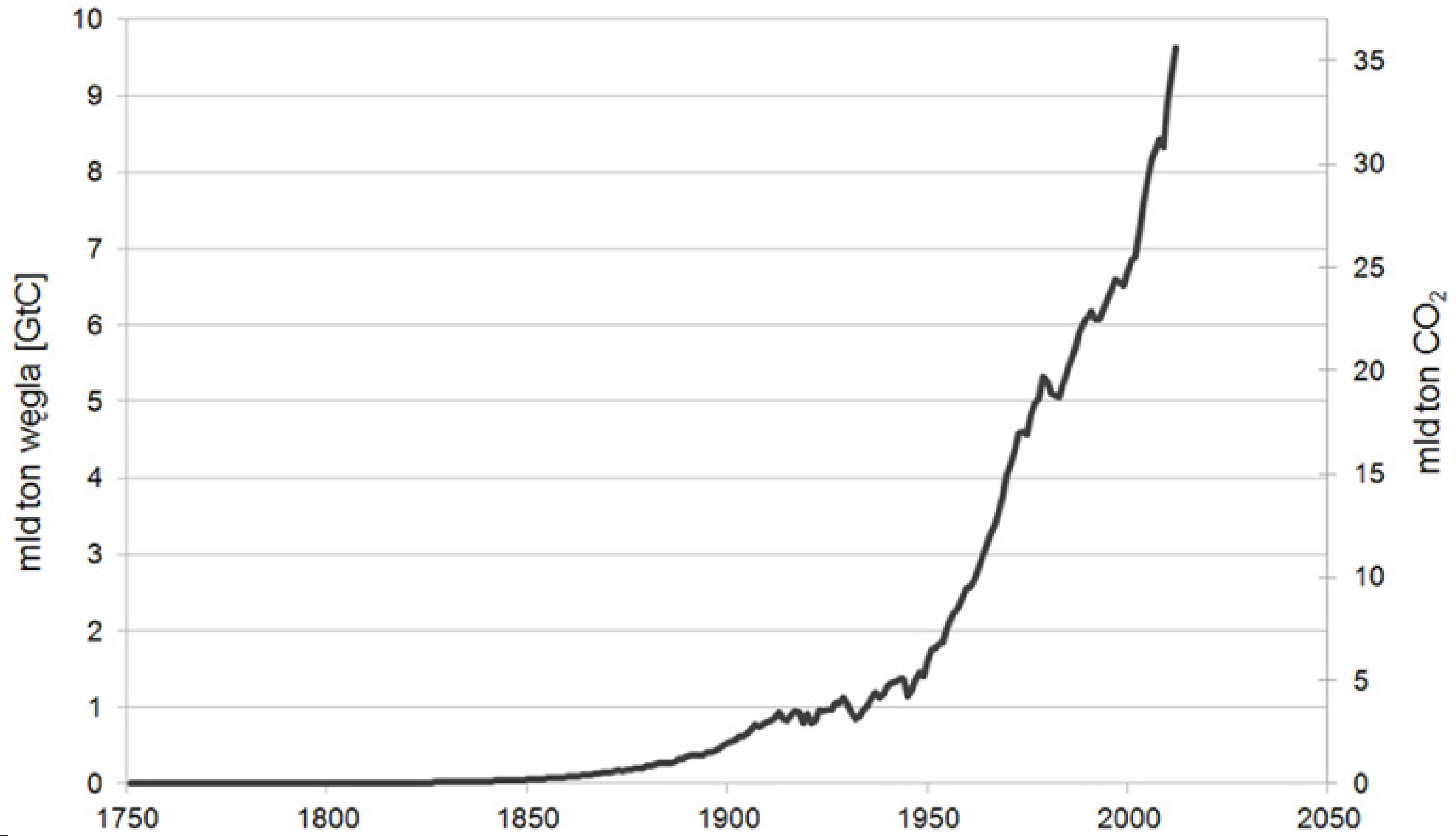
W słynnej pracy naukowej z 1957 roku *"Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography"*, w której na podstawie badań izotopowych jednoznacznie pokazano, że dwutlenku węgla w atmosferze przybywa wskutek spalania paliw kopalnych, jej autorzy Roger Revelle i Hans Suess pisali:

*"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."*

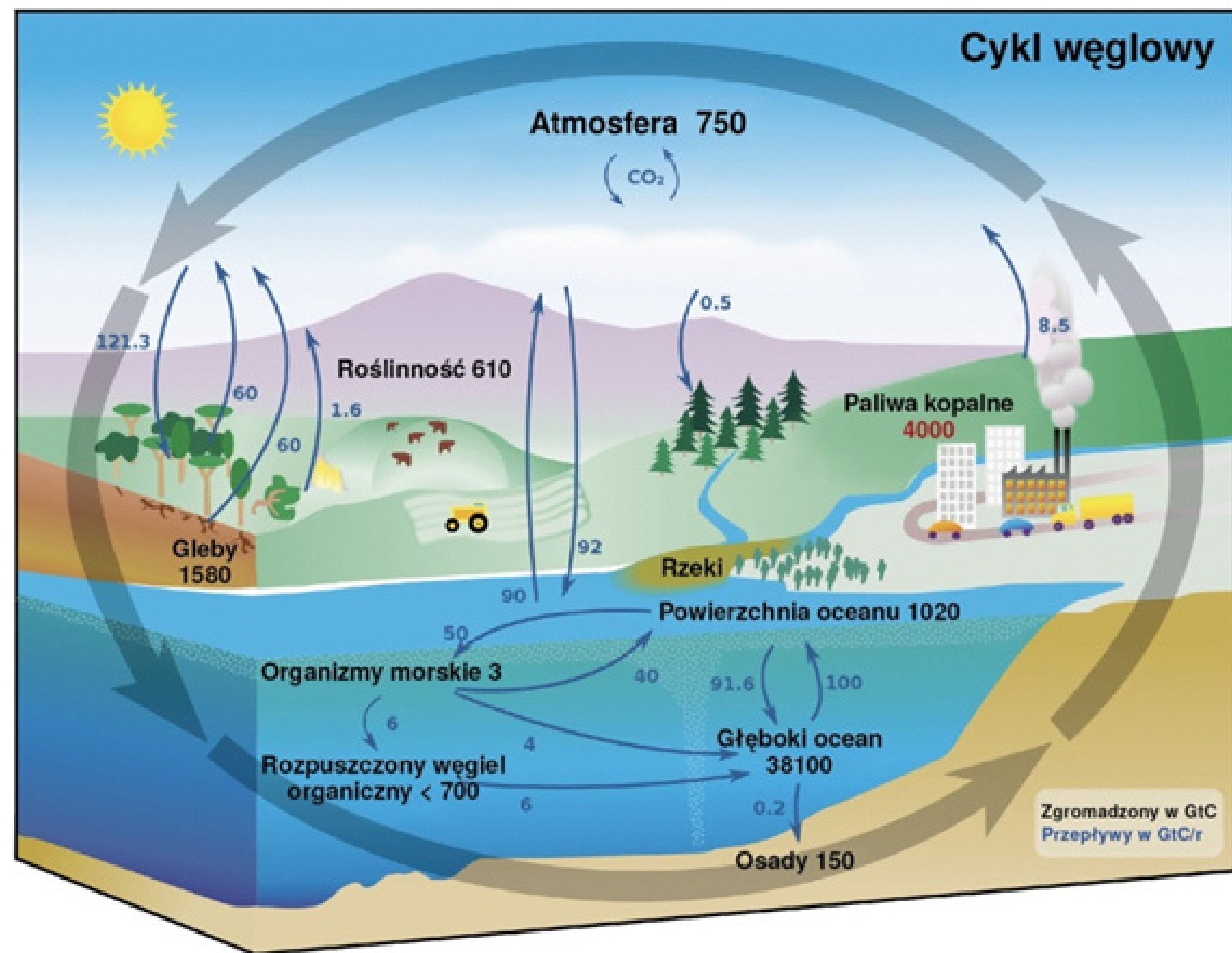


# W ostatnim stuleciu stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze wzrosło do poziomu najwyższego od wielu milionów lat.

## Zmiany emisji dwutlenku węgla ze spalania paliw kopalnych w latach 1751-2012



# OBIEG WĘGLA W ŚRODOWISKU

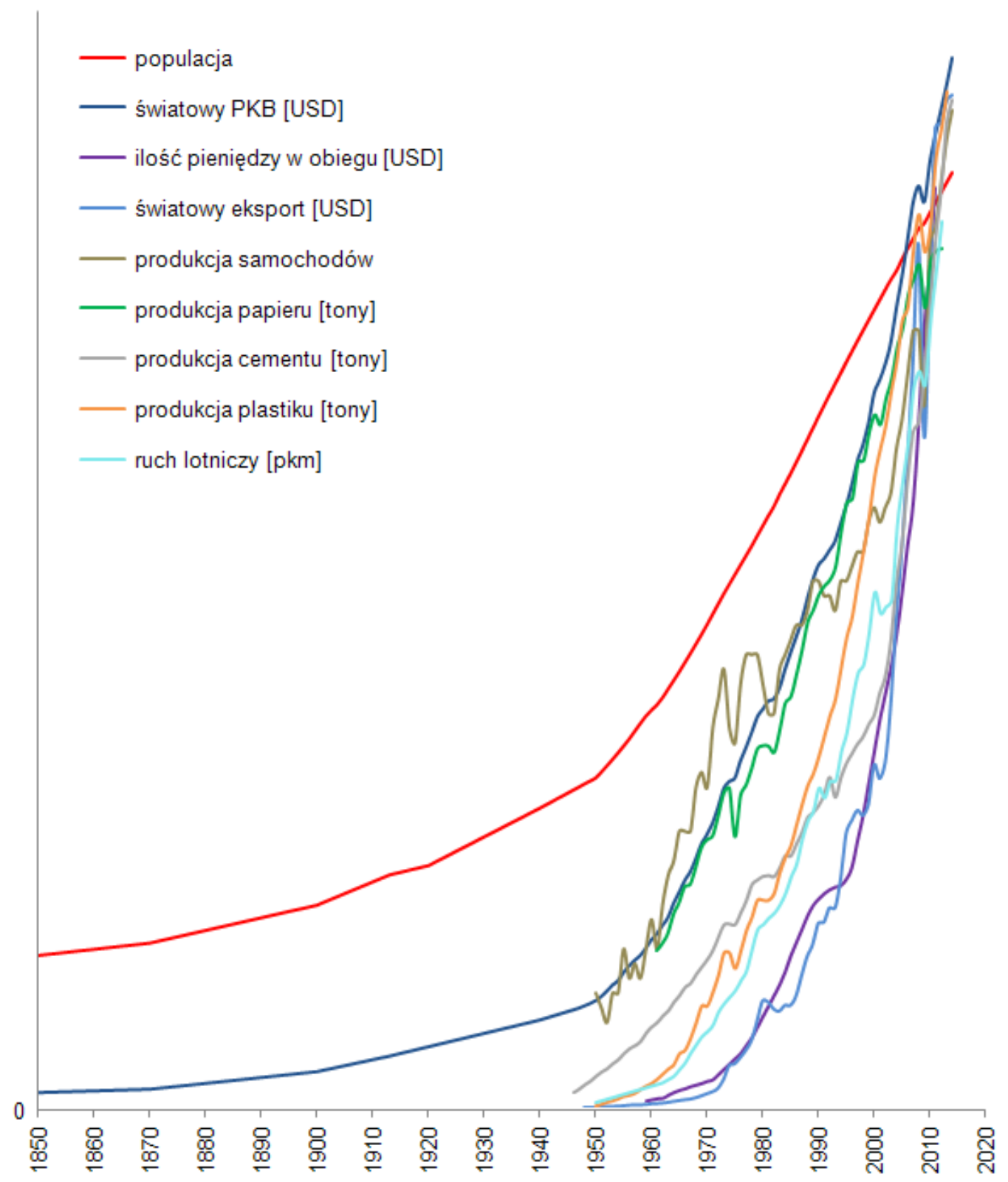


# Zmiany klimatu, a Dolina Baryczy czyli rola torfowisk i terenów podmokłych

- sekwestrację węgla w torfowiskach
- rolnictwo węglowe
- sekwestracja węgla w glebie
- większa różnorodność biologiczna = magazyn węgla w organizmach żywych, lepiej funkcjonujące ekosystemy

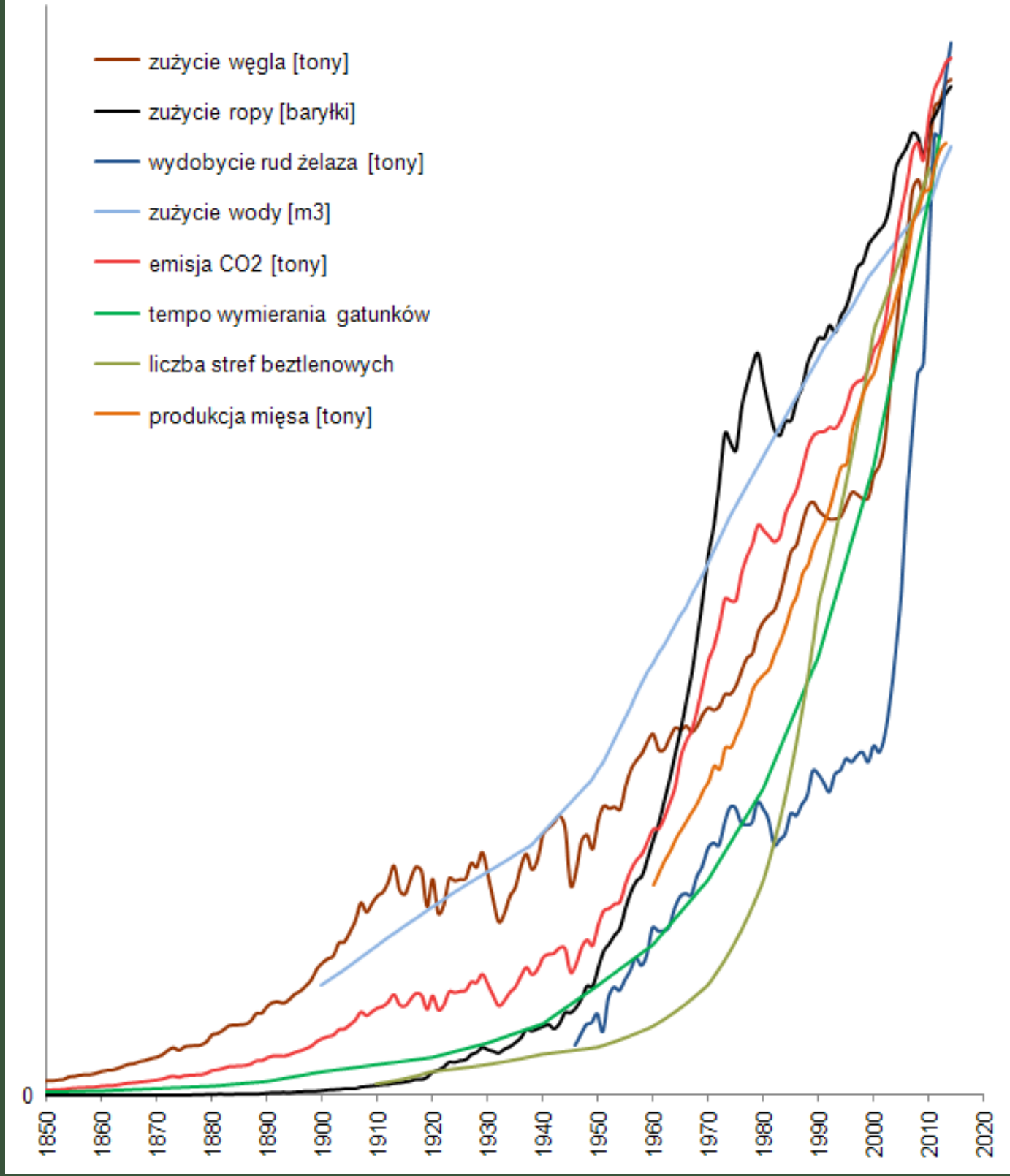


### Świat wzrostu - gospodarka



NASZA GOSPODARKA  
DZIAŁA NA ZASADZIE  
**NIEUSTANNEGO**  
**WROSTU** O OK 2 PKT  
PKB = PODWOJENIE CO  
OK. 25 LAT, A TO  
OZNACZA ZUŻYCIE **15 %**  
ZASOBÓW, PO  
KOLEJNYM PODWOJENIU  
**30% ZASOBÓW**, PO  
NASTĘPNYM **60%**

### Świat wzrostu - eksploatacja zasobów i środowiska





# AKTUALNIE WIDOCZNE ZMIANY KLIMATU

# IPCC

## The Intergovernmental Panel on Climate Change Międzyrządowy Zespół do spraw Zmian Klimatu.

IPCC można traktować jako wyraz konsensusu naukowego opartego na wiedzy, a same raporty – jako najlepsze źródło informacji na temat klimatu.

W ramach IPCC funkcjonują trzy grupy robocze:

- I zajmuje się **przeszłymi, aktualnymi i przyszłymi zmianami** w klimacie z punktu widzenia nauk przyrodniczych
- II analizuje **konsekwencje zmiany klimatu** i możliwości adaptacji do nowych warunków
- III ustala, jakie są **możliwości ograniczenia globalnego ocieplenia**.

Każda z nich przygotowuje własny tom raportu podsumowującego,

Pierwsza część szóstego raportu podsumowującego miała premierę 9 sierpnia 2021

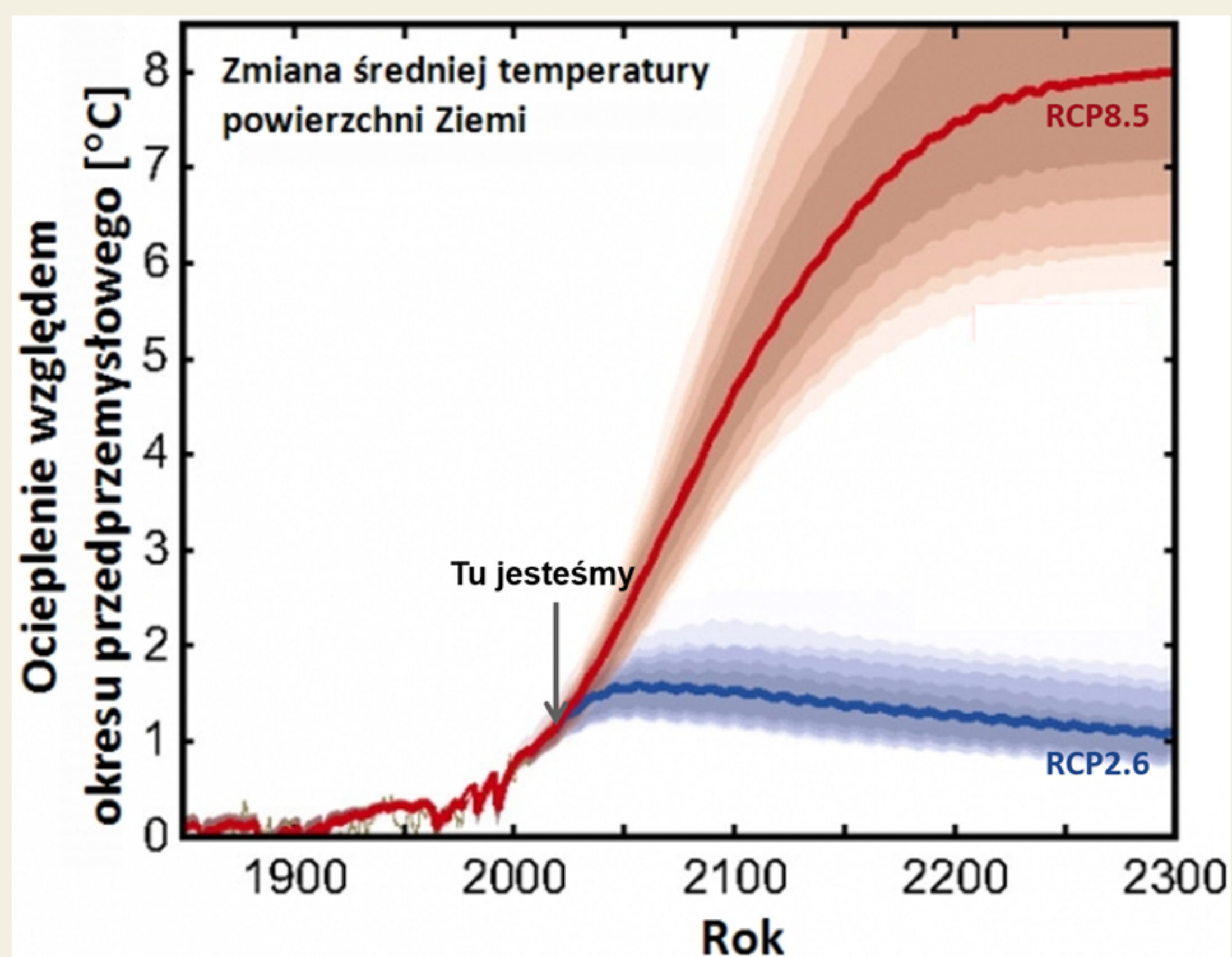
# 6 raport IPCC

W najnowszym (szóstym) raporcie podsumowującym Międzyrządowy Zespół ds. Zmiany Klimatu bardziej zdecydowanie niż dotąd pisze o związku globalnego ocieplenia z działalnością człowieka i ostrzega o zbliżającym się przekroczeniu progów wzrostu temperatury o 1,5 oraz 2°C względem czasów przedprzemysłowych.

*“Jest bezdyskusyjne, że wpływ człowieka doprowadził do ogrzania atmosfery, oceanów i lądów”*

**OBECNIE WZROST GLOBALNEJ TEMPERATURY TO 1,1 ST C  
PRÓG 1,5 ST C PRZEKROCZYMY W CIĄGU NAJBLIŻSZYCH 20 LAT**





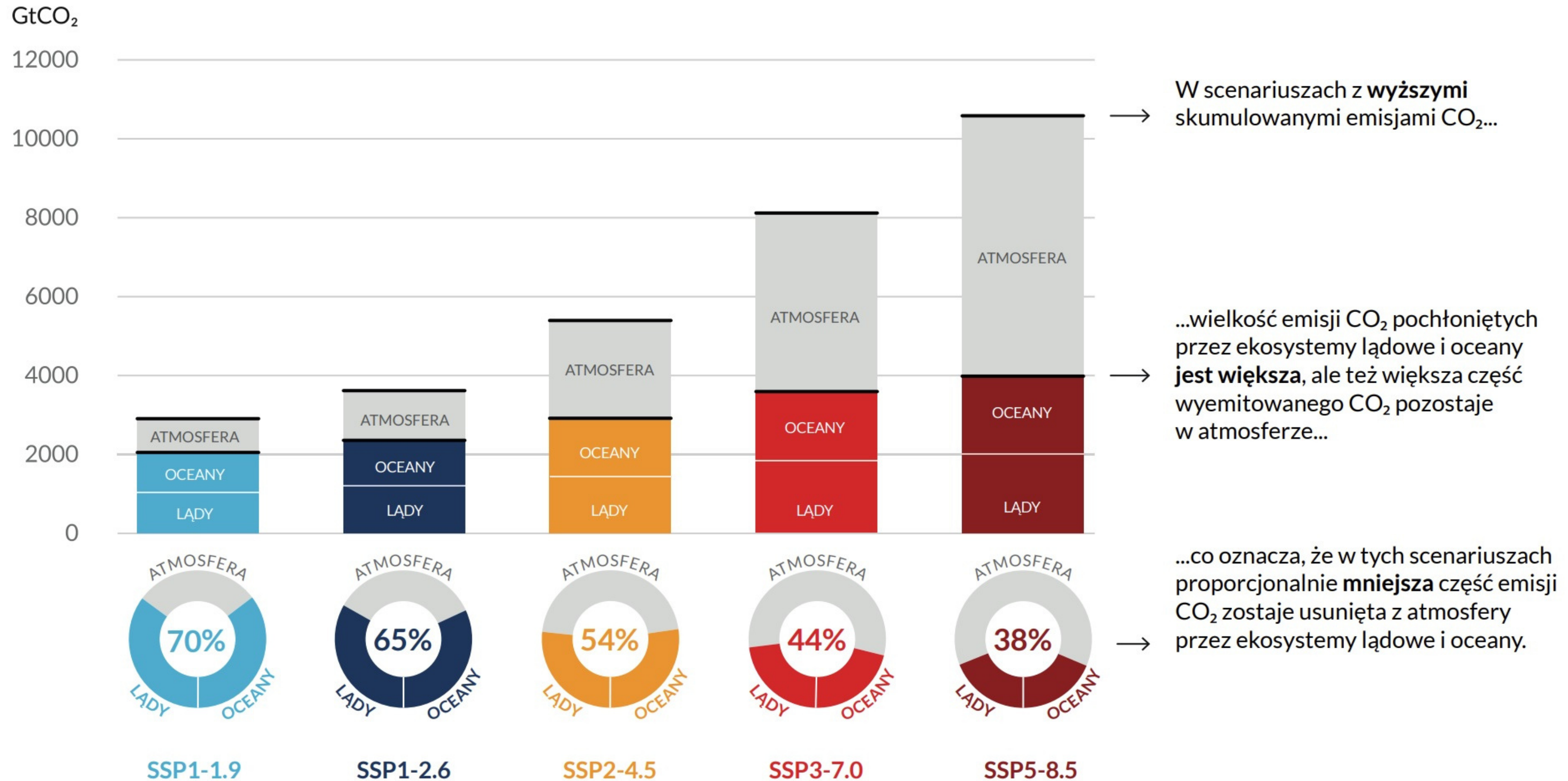
**Wzrost średniej temperatury powierzchni Ziemi dwóch scenariuszach – spalania wszystkich paliw kopalnych (RCP8.5) oraz ograniczenia emisji a wraz z tym wzrostu temperatury do 2°C (RCP2.6). Meinshausen 2011.**

# "Tylko" + 2 °C

- Średnia temperatura powierzchni Ziemi wyższa 1,5-2°C względem okresu przedprzemysłowego to warunki wykraczające poza najcieplejsze okres w cyklu epok lodowych ostatnich ponad 2 mln lat.
- Fala upałów z lata 2003 roku, która doprowadziła do śmierci 70 000 Europejczyków, była zdarzeniem, które w stabilnym klimacie pojawiałoby się statystycznie **raz na 740 lat**.
- Przy wzroście temperatury o 2°C takie ekstrema będą zdarzać się w Europie Zachodniej **w co piątym miesiącu letnim**, a w krajach tropikalnych w co drugim.
- Na Bliskim Wschodzie i w Afryce temperatury podczas najcieplejszych dni **wzrosną z obecnych 43°C do 46°C, co może uczynić niektóre rejony niezdatnymi do zamieszkania**.
- W świecie cieplejszym o 2°C w wyniku przesuwania się stref klimatycznych i związanych z tym zmian w opadach, połączonych z szybszym parowaniem w wyższej temperaturze, **poważne niedobory wody zagrożą co najmniej 8% ludzkości**.
- W rejonie Morza Śródziemnego spadek ilości dostępnej wody sięgnie 17%.
- W Europie Środkowej, choć suma rocznych opadów nie zmieni się znacząco, to zmianie ulegnie rozkład opadu w ciągu roku – zimą będzie padać więcej, latem zaś mniej, co w połączeniu z wyższymi temperaturami oraz zimowymi opadami deszczu zamiast śniegu (skuteczniej uzupełniającego zasoby wód gruntowych na sezon wegetacyjny) będzie prowadzić do częstszych susz, przeplatanych ulewami.

# Ułamek emisji CO<sub>2</sub> pochłaniany przez ekosystemy lądowe i ocean jest mniejszy w scenariuszach z wyższymi emisjami skumulowanymi

Skumulowane emisje CO<sub>2</sub> pochłonięte przez ekosystemy lądowe i oceany (kolory) oraz część pozostająca w atmosferze (szary) w pięciu przykładowych scenariuszach w okresie 1850–2100.



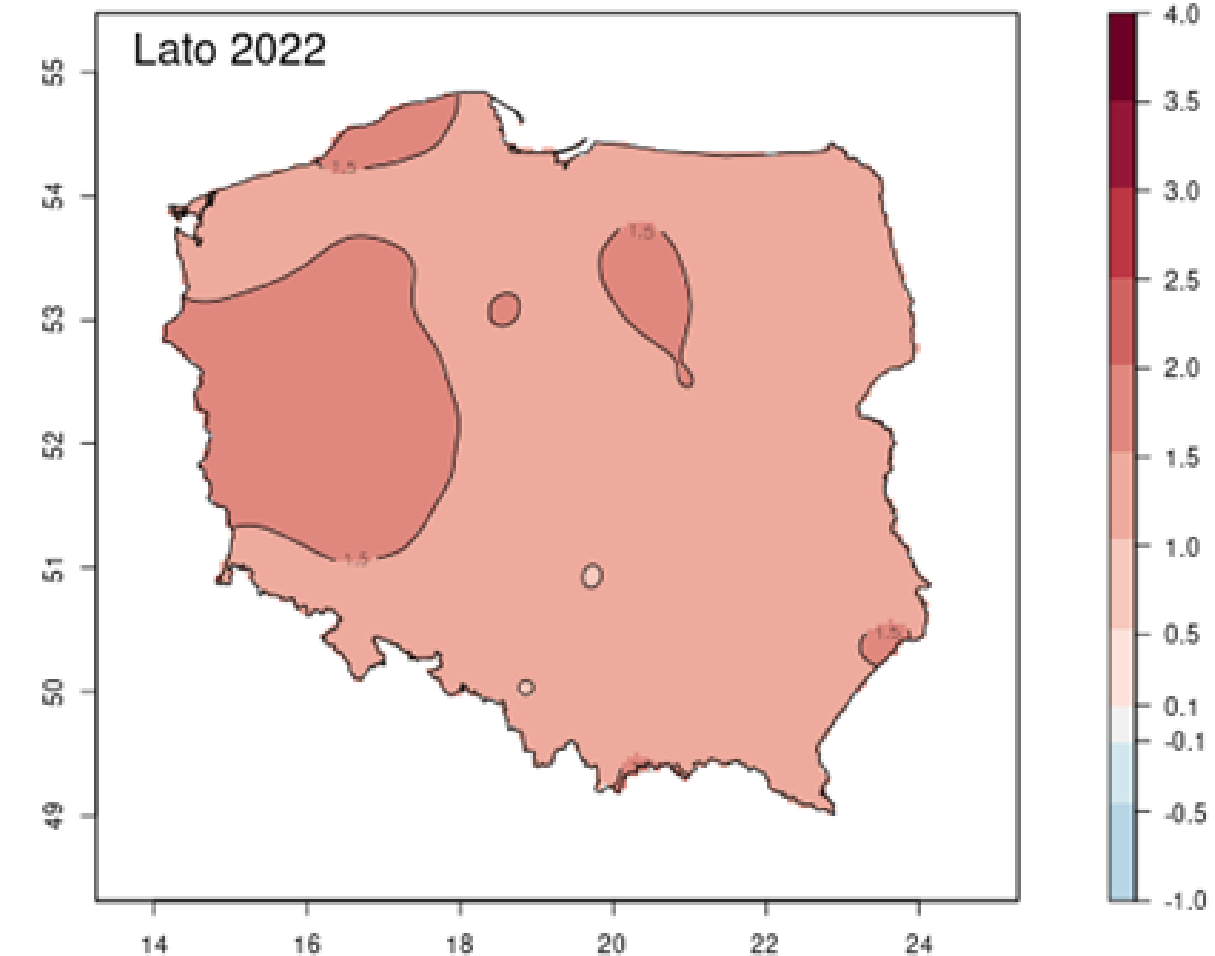
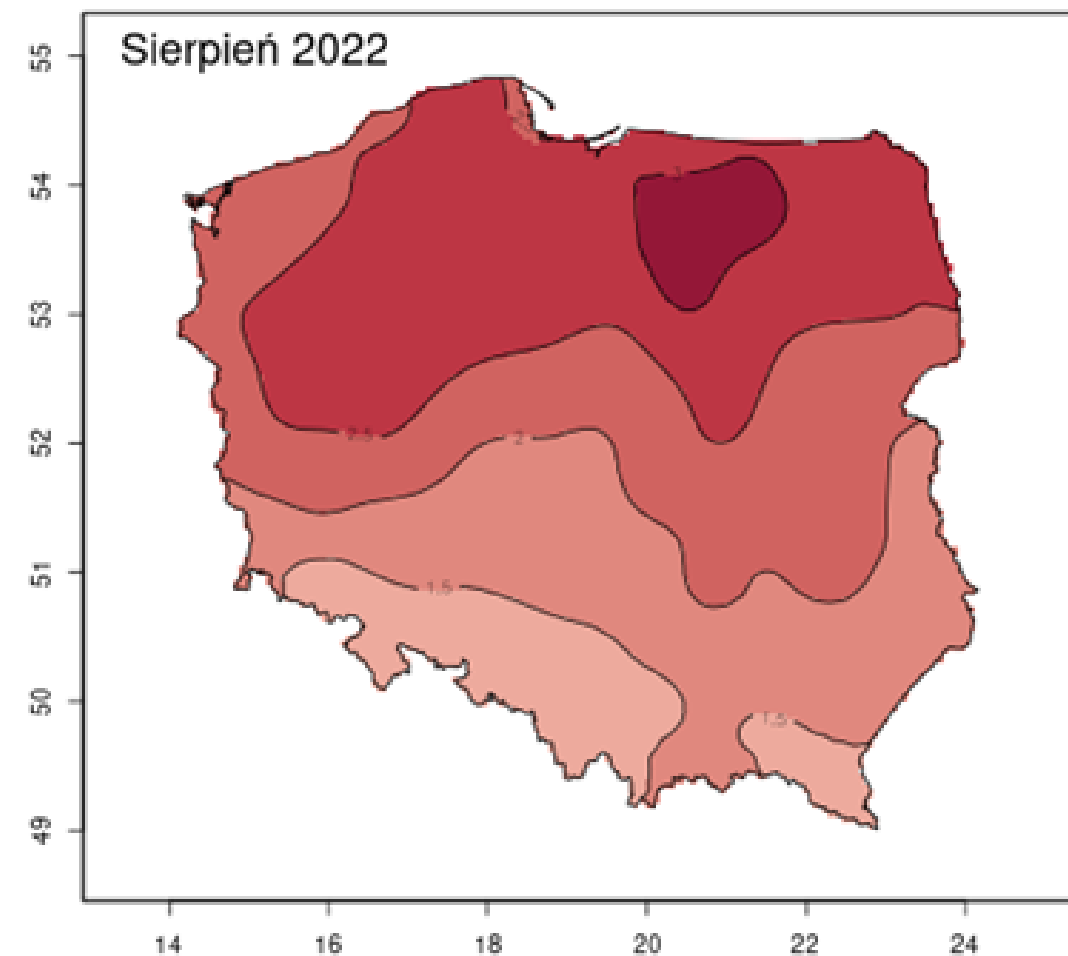
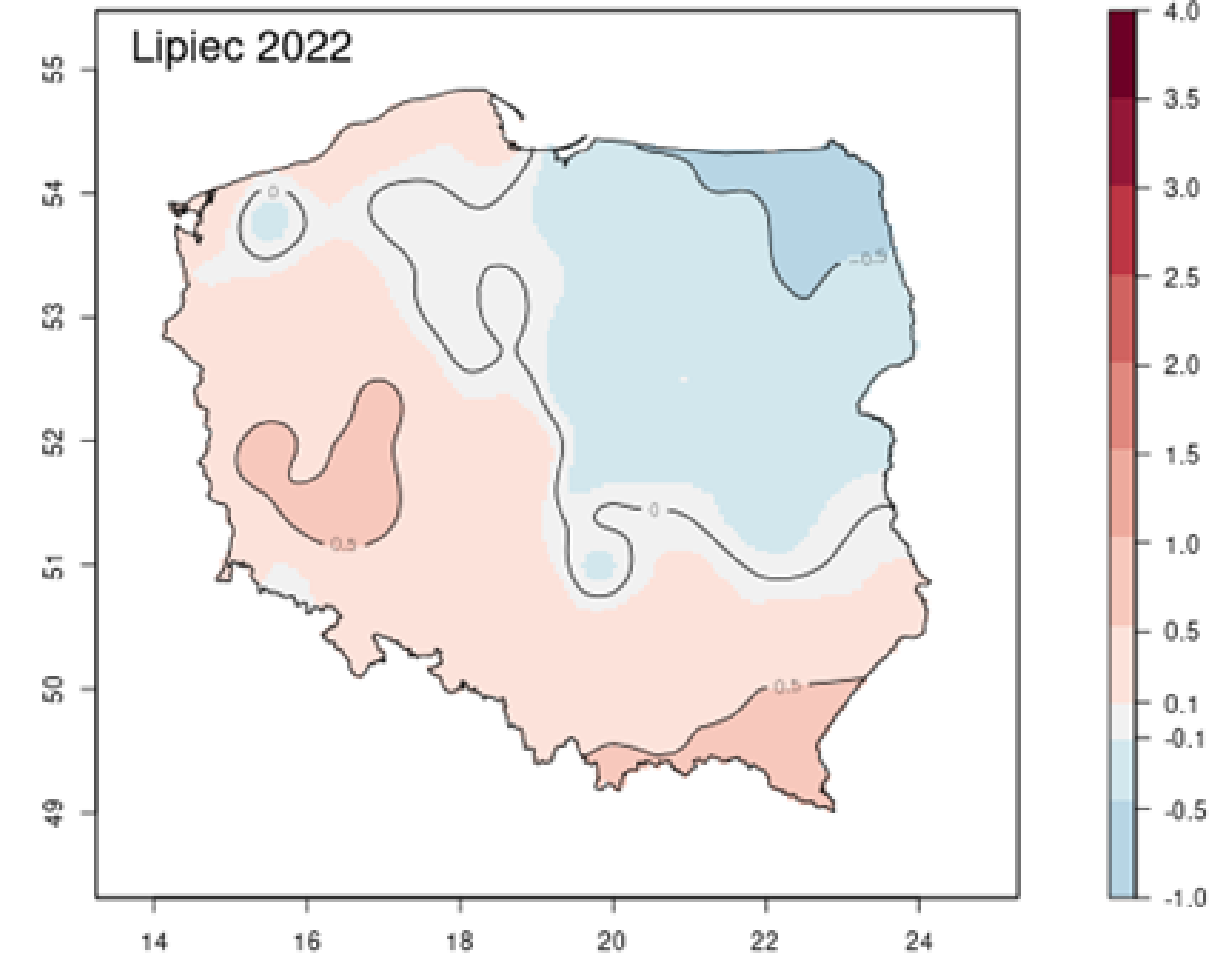
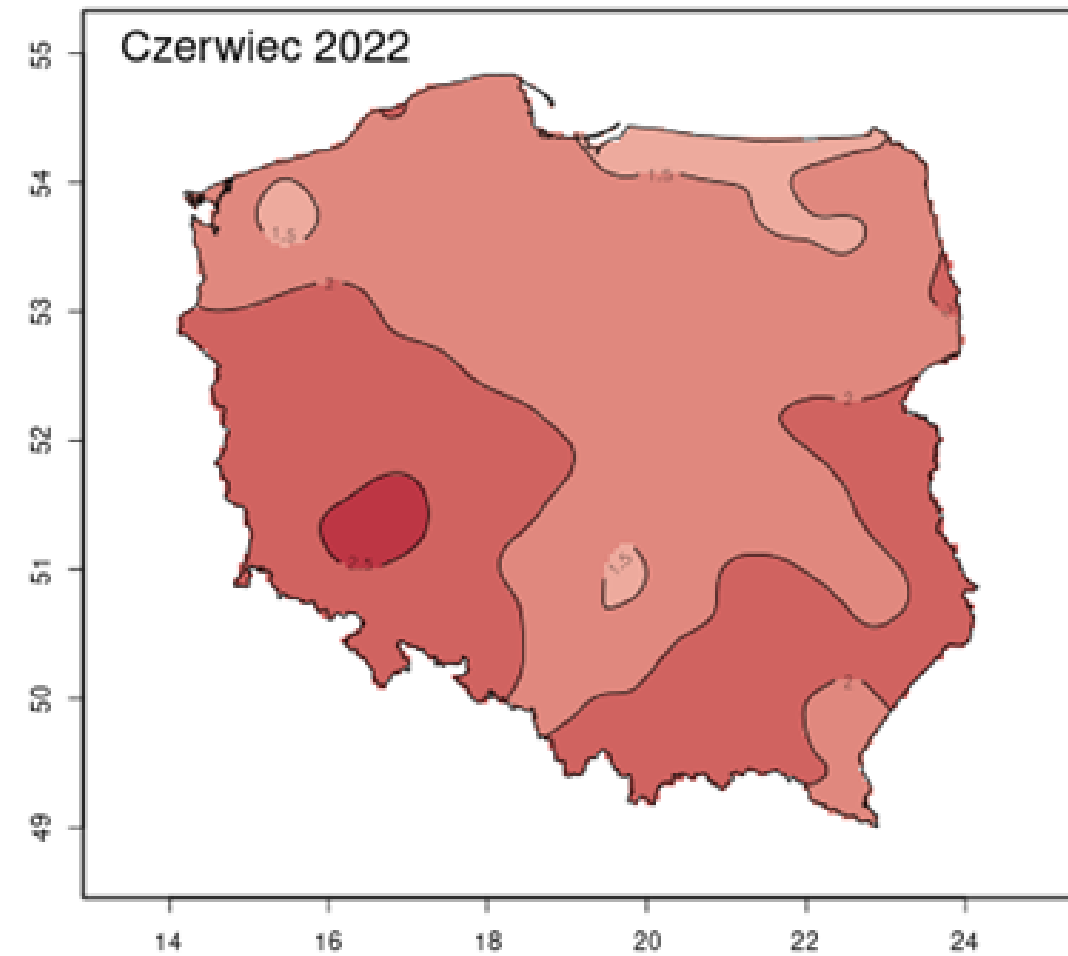
# Lato 2022 w Polsce

- Średnia obszarowa anomalia temperatury okresu czerwiec – sierpień wyniosła  $+1,4^{\circ}\text{C}$  względem normy z lat 1991-2020 (a  $+2,8^{\circ}\text{C}$  względem normy z lat 1961-1990).
- Było to jednocześnie trzecie najcieplejsze lato w Polsce po 1951 roku – **cieplejsze** były **lata 2019 ( $+1,9^{\circ}\text{C}$ ) i 2018 ( $+1,5^{\circ}$ )**.
- Pomimo wysokiej średniej anomalii temperatury obszarowej z trzech miesięcy meteorologicznego lata (czerwiec – sierpień), poszczególne jego miesiące znacznie się od siebie różniły.

**Norma klimatyczna** – średnia wartość wybranego parametru (np. temperatury powietrza) policzona dla ostatniego pełnego trzydziestolecia. Aktualnie, zgodnie z wytycznymi Światowej Organizacji Meteorologicznej normy klimatyczne zmienia się co dziesięć lat, aby jak najlepiej odpowiadały aktualnemu klimatowi.

- Większa liczba dni upalnych (czyli takich, podczas których maksymalna temperatura w ciągu doby przekraczała 30°C, co skrótowo zapisujemy jako Tmax >= 30°C).
- Było średnio w kraju około 14, przy czym oczywiście ich rozkład przestrzenny był mocno zróżnicowany. **Najwięcej, bo 25 takich dni notowano na Dolnym Śląsku**, Wielkopolsce i w okolicach Torunia. Najmniej było ich na Helu (0) i w Elblągu (2).
- Przed 1990 r. dni upalnych było w Polsce przeciętnie około 3 w roku,
- W latach 1991-2020 - 8 dni, a w ostatnich 10 latach już ponad 10.
- Wzrost średniej temperatury lata - Do roku 1992 - bardzo rzadko, na stacji Kielce-Suków w latach 1951-1990 zanotowano tylko jeden dzień (20,1°C, lipiec 1959).
- W latach 1991-2022 było takich przypadków **już 10**, przy czym **4 w latach 2015-2022**.

## Rozkład przestrzenny anomalii temperatury latem 2022

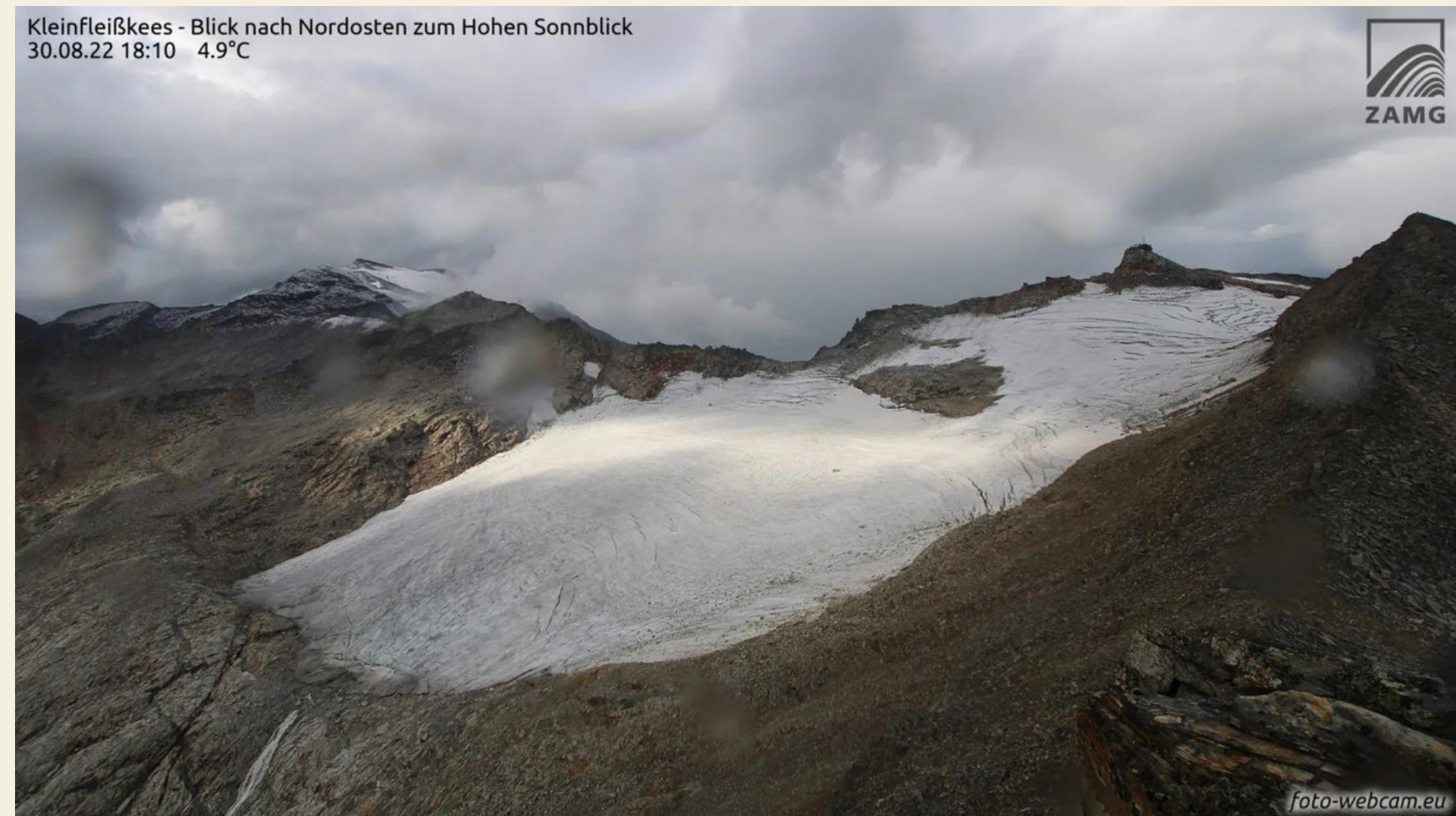


# Lato 2022 w Europie

- Bardzo ciepłe i suche również na znacznym obszarze kontynentu europejskiego. niemal wszędzie średnie temperatury powietrza przekraczały wartości przeciętne dla lat 1991-2020. Pod względem średniej temperatury całego kontynentu lato 2022 w Europie było rekordowo ciepłe: 1,3°C powyżej normy z lat 1991-2020, 0,4°C wyżej niż poprzedni rekord z 2021.

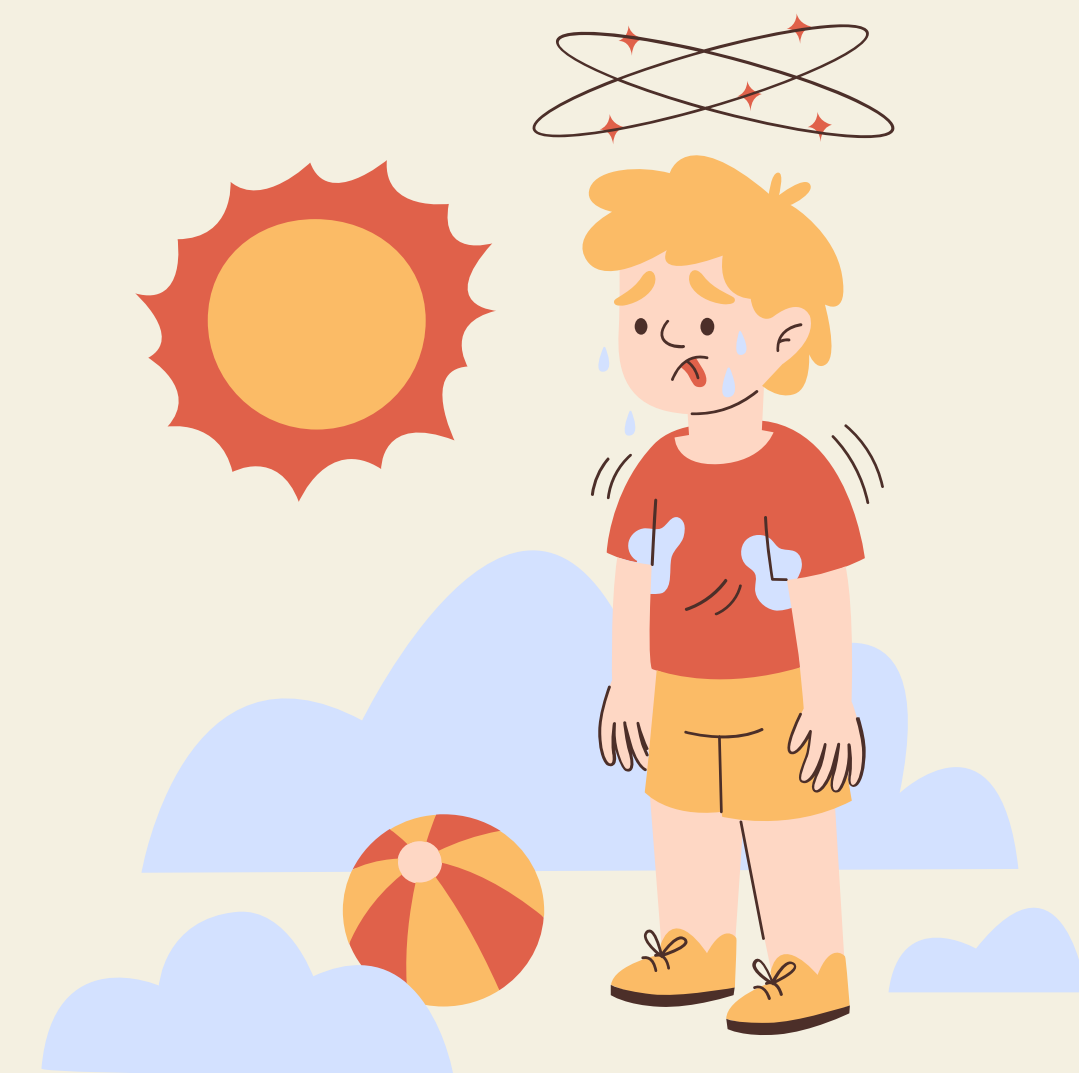
## Rekordowe topnienie lodowców alpejskich

- Rok 2022 był rekordowy. Należy zaznaczyć, że winne temu było nie tylko bardzo ciepłe lato, ale i bardzo niskie sumy opadów w sezonie zimowym, skutkujące niższą niż zazwyczaj akumulacją pokrywy śnieżnej.
- Dodatkowo w połowie marca nad region ten napłynęło bardzo ciepłe powietrze, niosące ze sobą znaczne ilości pyłu saharyjskiego. Pył ten ostatecznie osiadł na pokrywie śnieżnej, znacznie zmniejszając jej albedo, co w późniejszym okresie dodatkowo przyspieszyło jej topnienie.



WYGLĄD LODOWCA KLEINFLEISSKEES (PONIŻEJ SONNBLICK) W DNIU 30 SIERPNI 2022. CZOŁO LODOWCA COFNĘŁO SIĘ O OKOŁO 30-50 METRÓW WZGLĘDEM ROKU 2015, A JEGO GRUBOŚĆ ZMALAŁA O OKOŁO 10 METRÓW.

# Susze i upały w zachodniej Europie

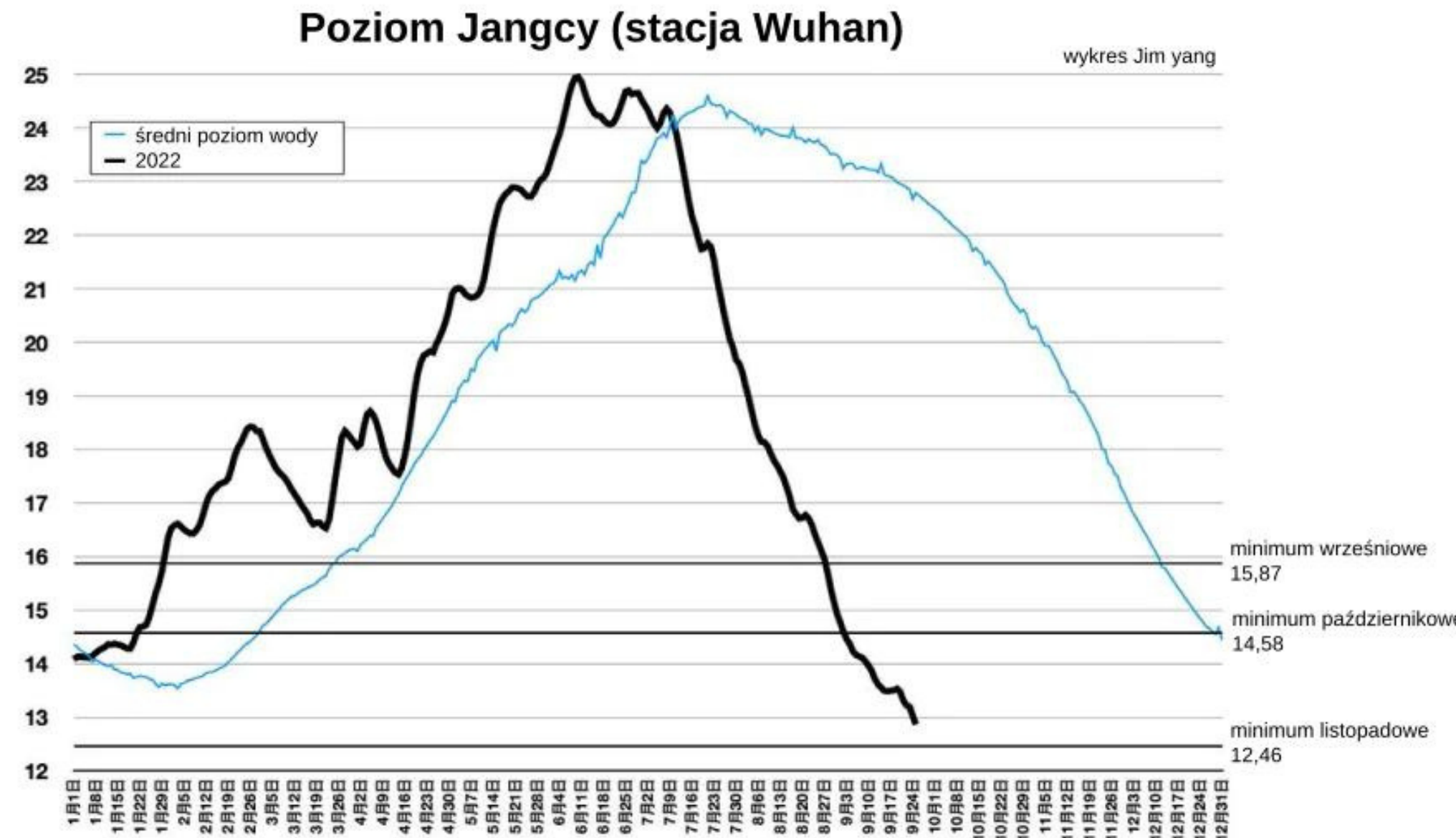


Niskie opady zimą, więc niska akumulacja śniegu w Alpach, w wielu miejscach skutkowały również niższym niż zwykle napełnieniem zbiorników oraz niskim stanem wód już wiosną.

# Ekstremalne lato w Chinach

- Wg reanalizy ERA5 średnia temperatura sierpnia na niektórych obszarach o blisko 5°C przekroczyła normę z lat 1991-2020.
- Na stacji Chongqing wyniosła ona 35,3°C przy sumie opadów równej zaledwie 10 mm (dla porównania, w roku ubiegłym było to 28,6°C przy sumie opadów 207 mm).
- Rekordowe temperatury w Chinach na **267 stacjach**. Poziom wody w rzece Jangcy spadł do nienotowanych wcześniej o tej porze roku wartości.

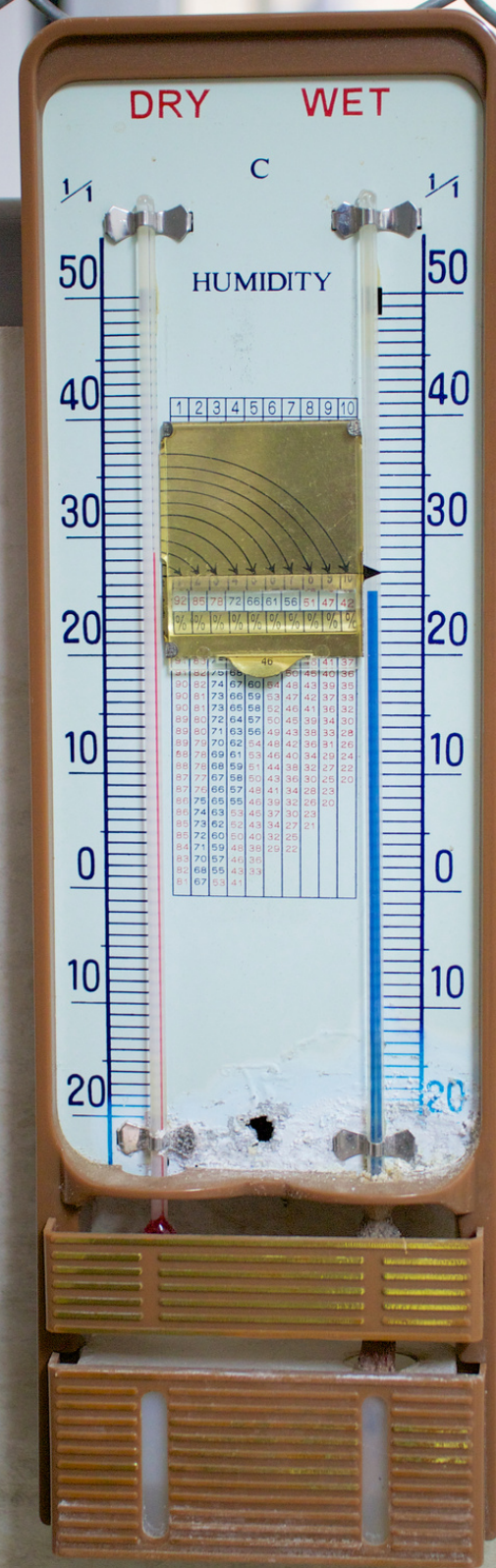
## ZMIANY POZIOMU WODY W RZECE JANGCY W WUHAN W 2022.





# W Pakistanie – powodzie





# Zagrożenie wysokich temperatur

**Katar** - pustynny kraj gdzie normalnie od maja do września zdarzają się dni z temperaturą przekraczającą 40 stopni, a bywają też takie, gdy zbliża się do 50 stopni.

Budowa Stadionu pochłoneła ponad 6,5 tys ofiar wśród pracowników - wskazania mokrego termometru powyżej 35 stopni, pocenie się przestaje działać, co grozi śmiercią z przegrzania organizmu.

# Nowe i stare klimaty: co nas czeka?



**Ogólnie, na całej planecie, spodziewany jest wzrost intensywności opadów i ekstremów, w tym pojawianie się zdarzeń o sile niespotykanej w obecnym klimacie, spadek ilości słabych opadów i długości okresów wilgotnych oraz wzrost liczby dni suchych i długości okresów suchych**

"ZARÓWNO DZIŚ, JAK I W  
KOLEJNYCH DEKADACH, TO  
DECYZJE LUDZI BĘDĄ W  
NAJWIĘKSZYM STOPNIU  
KSZTAŁTOWAĆ KLIMAT, WIĘC  
LUDZIE MOGĄ TE ZMIANY  
ZARÓWNO POTĘGOWAĆ, JAK I  
ZMNIEJSZAĆ."



Pomyśl, jak będzie  
wyglądać Twój  
zmieniony świat?









