

# Zjawiska i procesy fizyczne w przyrodzie

Karol Augustowski

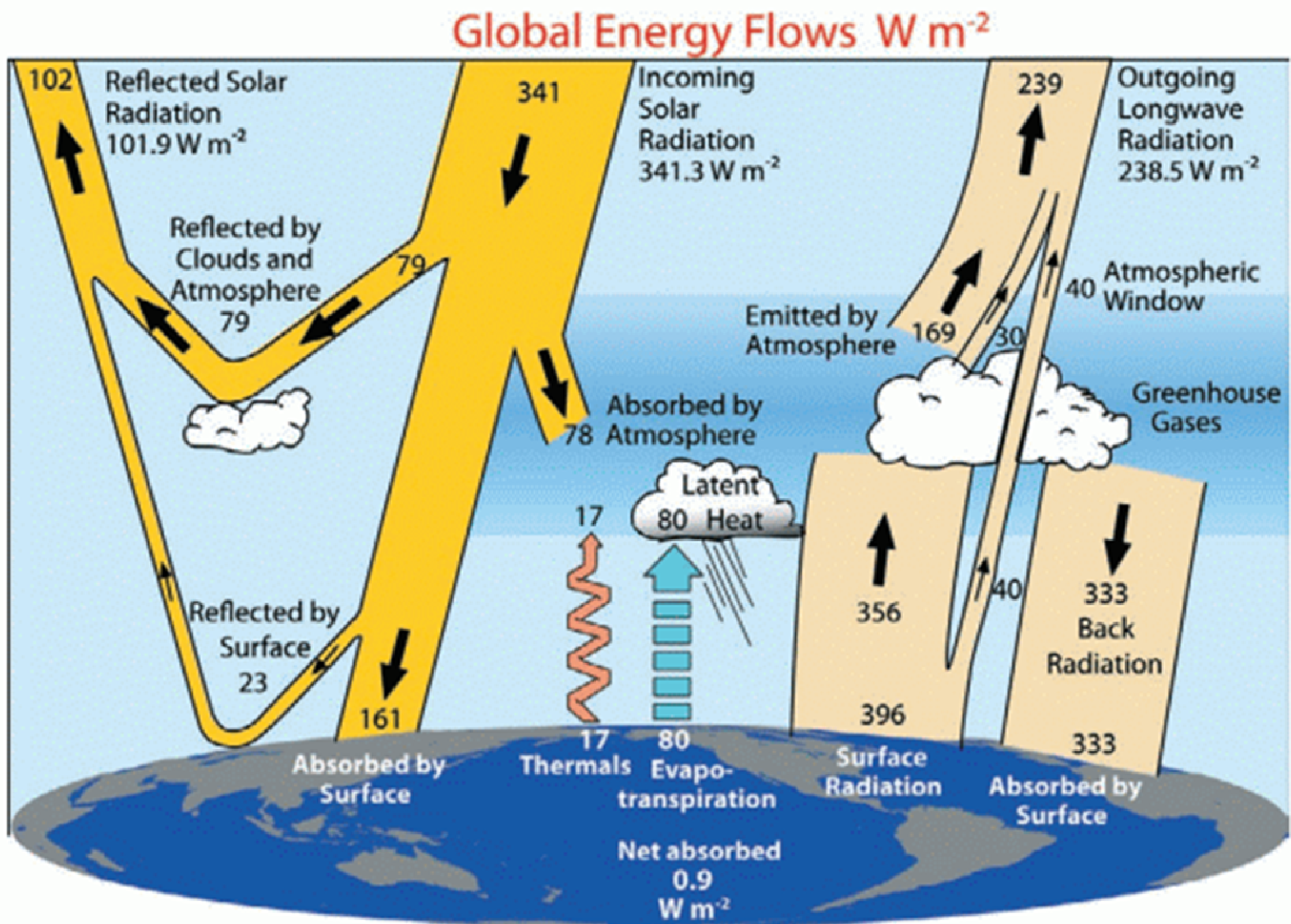
godziny konsultacji:

wtorek 8:30 – 10:00, 13:00 – 14:30

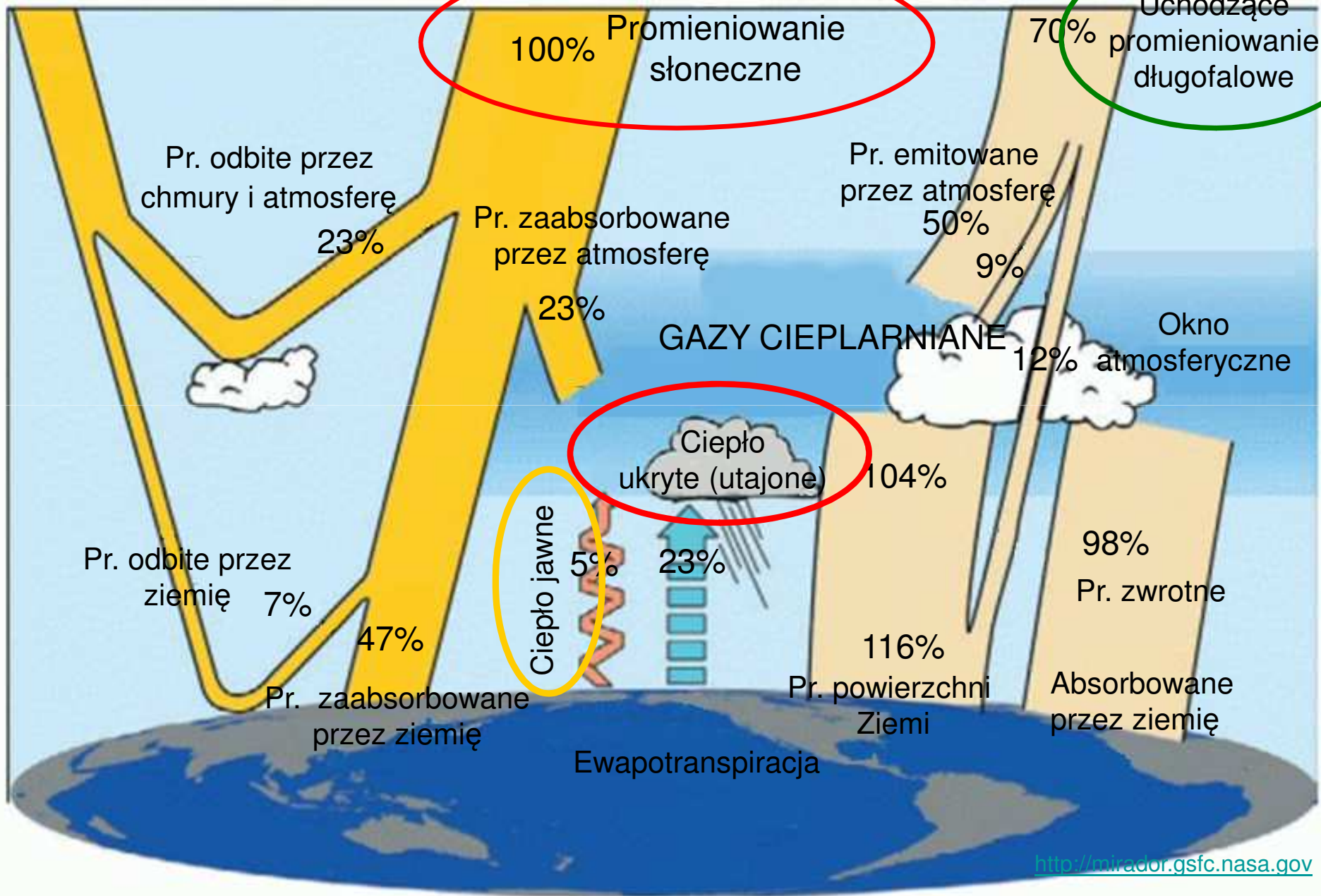
s.433

mail: [kaugustowski@wp.pl](mailto:kaugustowski@wp.pl); [karolaug@up.krakow.pl](mailto:karolaug@up.krakow.pl)

# Bilans cieplny Ziemi



**FIG. 1.** The global annual mean Earth's energy budget for the Mar 2000 to May 2004 period ( $\text{W m}^{-2}$ ). The broad arrows indicate the schematic flow of energy in proportion to their importance.

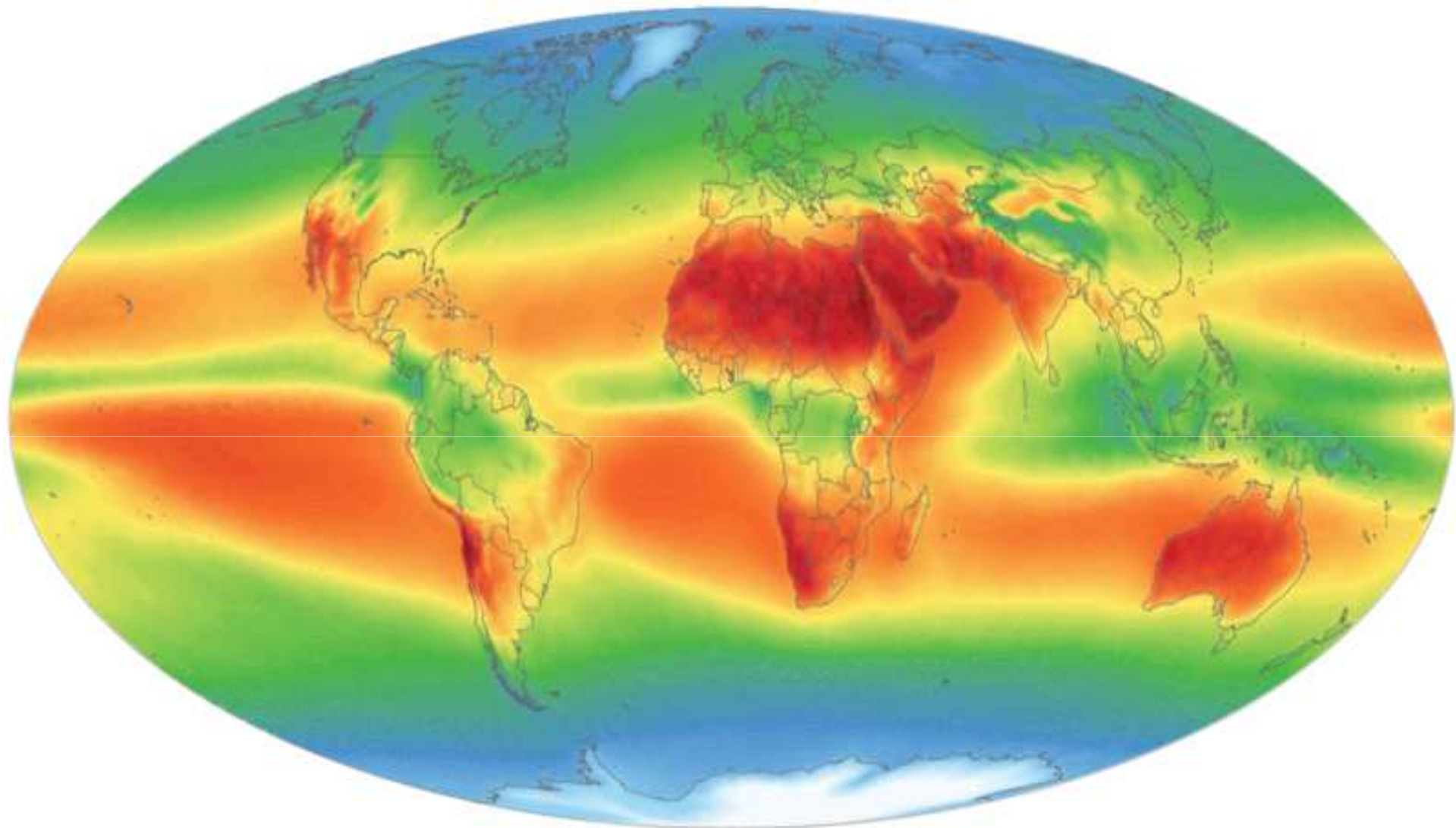


Ciepło jawne to ciepło, które powoduje zmianę temperatury obiektu

Ciepło utajone to ciepło, które powoduje zmianę stanu skupienia bez zmiany temperatury

Na przykład gotująca się woda utrzymuje temperaturę  $100^{\circ}\text{C}$ . Ciepło dodane w celu podtrzymania gotowania się wody to ciepło utajone





OLR ( $W/m^2$ )



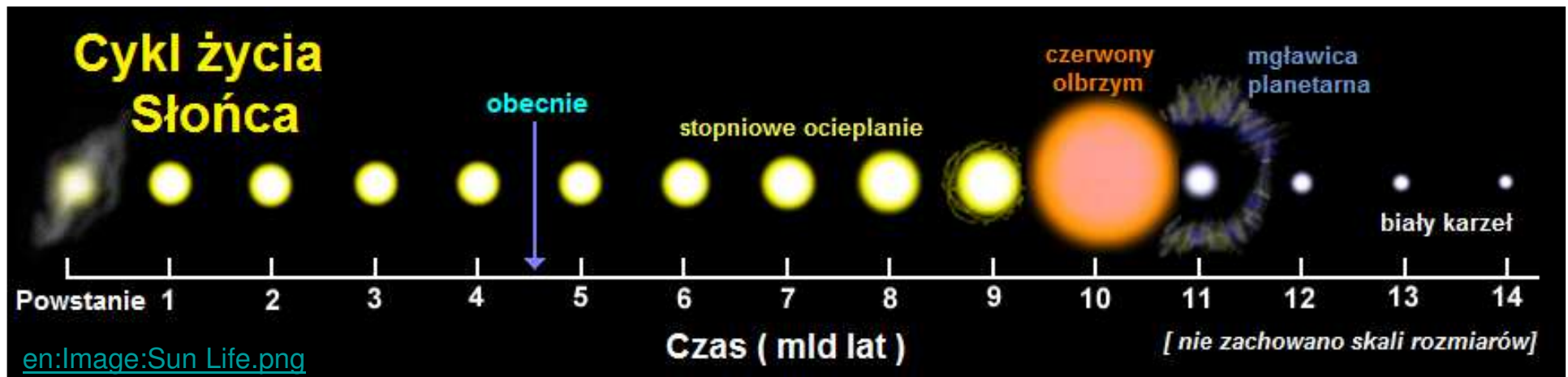
# Promieniowanie słoneczne

- Dlaczego Słońce nie przestaje świecić?
  - W starożytności sądzono, że Słońce to niezwykle potężny ogień
  - 1848 r – von Mayer – stwierdził że Słońce wytwarza energię w procesie spalania wodoru i tlenu
  - **Koncepcja upadła, gdyż po przeliczeniu odległości Ziemia – Słońce, energia ta wyczerpałaby się po ok. 5000 latach**
  - Von Mayer zmienił koncepcję – uznał, że wszystkie gwiazdy czerpią swą energię z nieustannego bombardowania ich powierzchni przez meteoryty
  - **Koncepcja upadła jeszcze szybciej** <http://studio.wp.pl/i/kometa-uderza-w-Slonce,mid,1208375,wideo.html>
  - Ok. 1865 roku – von Helmholtz – stwierdził, że Słońce czerpie swą energię wskutek kurczenia się wywołanego oddziaływaniem grawitacji
  - **Koncepcja upadła – energia Słońca wystarczyłaby na 15 mln lat**

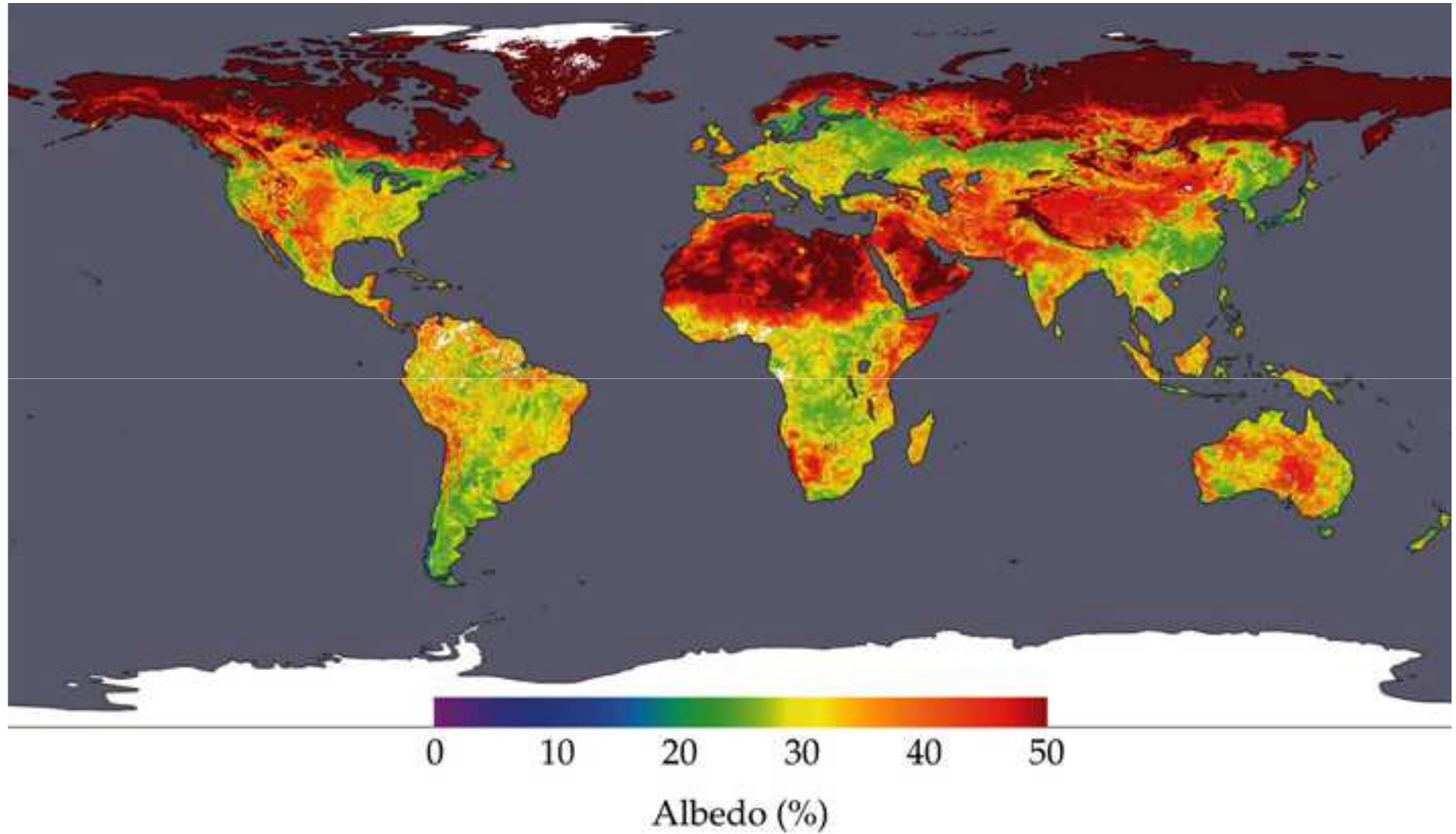
- 1914 r – Russel i Hertzsprung – wg tej koncepcji energia Słońca pochodzi z wzajemnego niszczenia się dodatnio naładowanych protonów i ujemnych elektronów
- **Koncepcja została odrzucona**
- 1927 r – Eddington – stwierdził, że źródłem energii może być przemiana wodoru w hel (pod wpływem wysokiej temperatury i ciśnienia). Wg obliczeń energia z takiego źródła wystarczy na kilkanaście mld lat
- Druga połowa lat 30-tych XX wieku – Bethe – udoskonalił teorię Eddingtona i uznał, że niewielka ilość węgla w Słońcu jest pewnego rodzaju katalizatorem wspomagającym syntezę wodoru
- **Teoria ta jest podstawą współczesnych hipotez wyjaśniających wytwarzanie energii wewnątrz gwiazd**



- Obecnie Słońce jest żółtym karłem
- Za ok. 5 mld lat stanie się czerwonym olbrzymem
  - Jego wielkość zwiększy się około 200-kilkukrotnie
  - Pochłonie najprawdopodobniej trzy najbliższe planety
- Po kolejnym 1 mld lat czerwony olbrzym odrzuci zewnętrzne warstwy gazu, zacznie się zapadać pod wpływem własnego ciężaru i powstanie mgławica planetarna
- W środku mgławicy pozostanie jedynie gorące jądro zwane białym karłem
- Wg hipotez przez kolejne kilka mld lat będzie stygło i powstanie czarny karzeł
- Czarny karzeł to tylko teoria. Czas ostudzenia się białego karła do stanu czarnego karła szacowany jest jako dłuższy niż obecny wiek wszechświata, zatem forma ta prawdopodobnie jeszcze nie istnieje

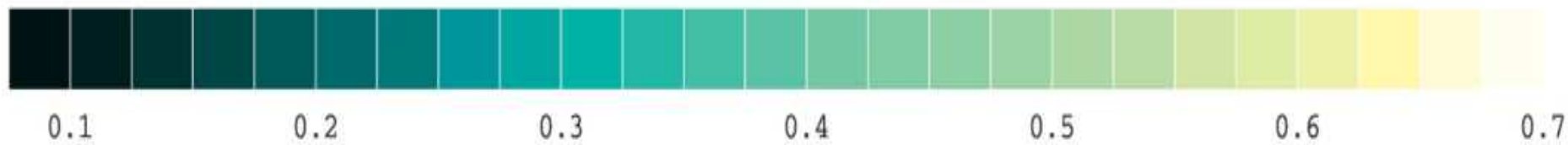
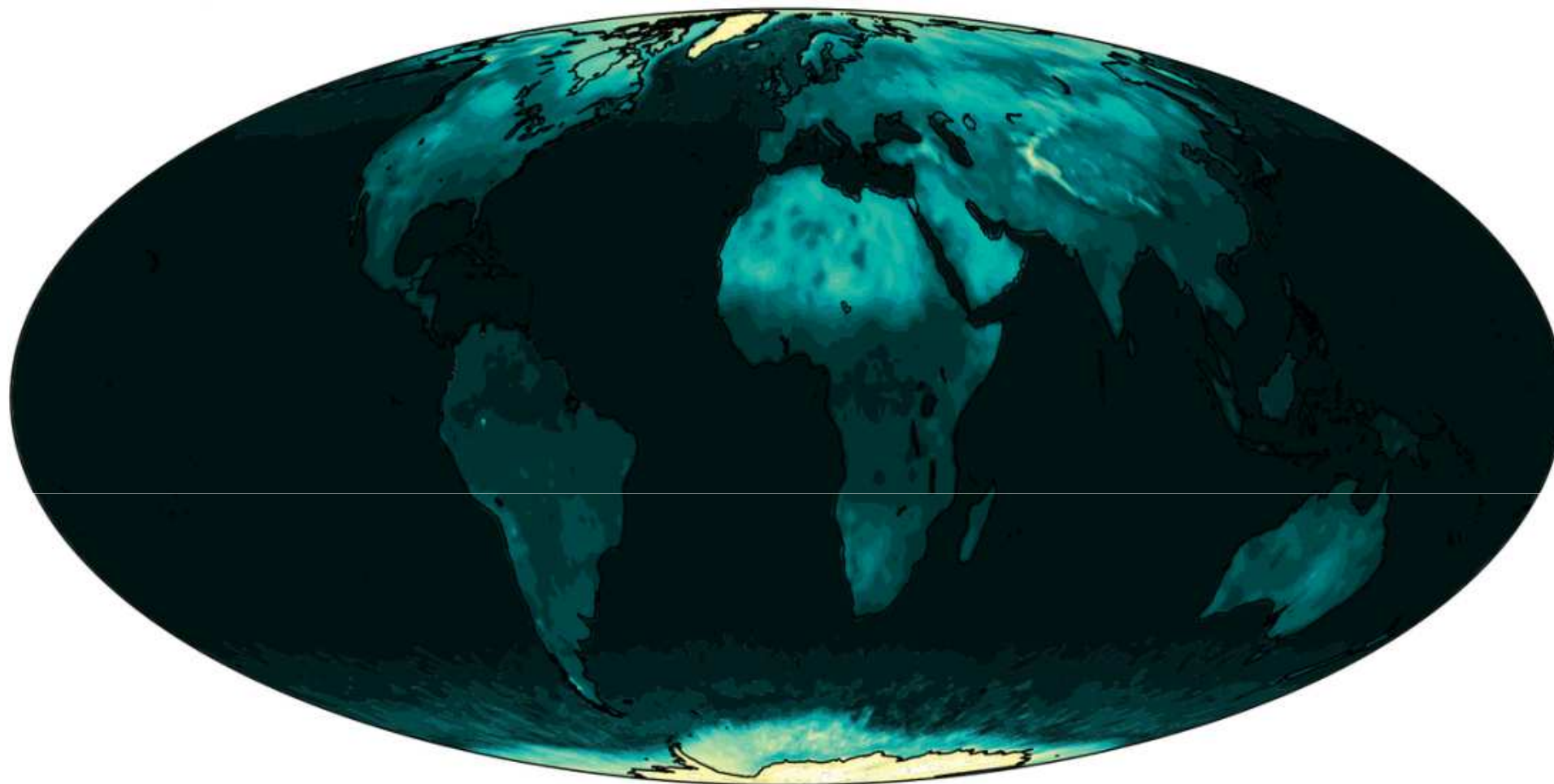


# Albedo na Ziemi



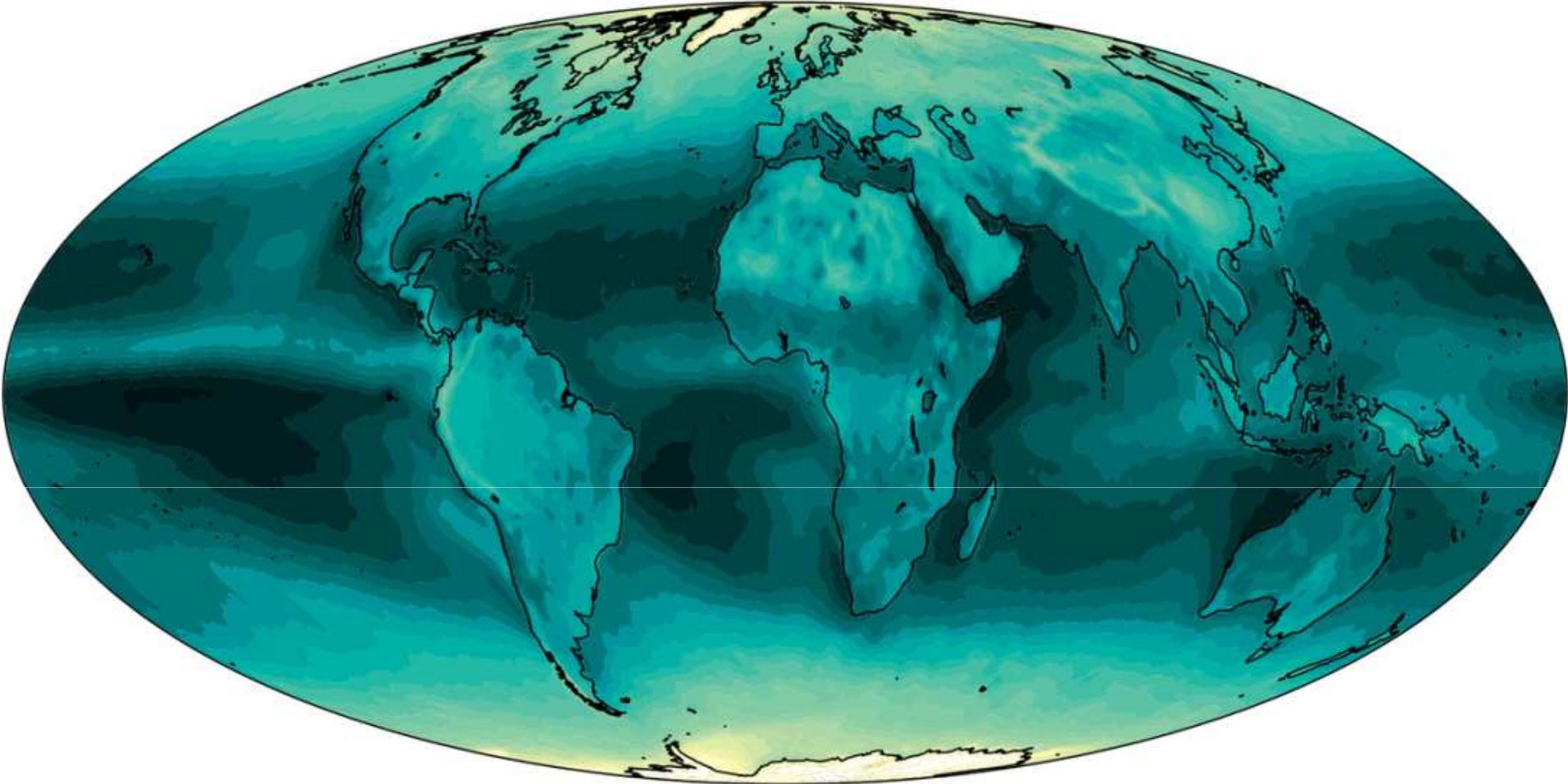
- Średnie albedo Ziemi – 30%
- Merkury – 10%
- Wenus – 73%
- Enceladus – księżyc Saturna – 99%

## Clear Sky Albedo

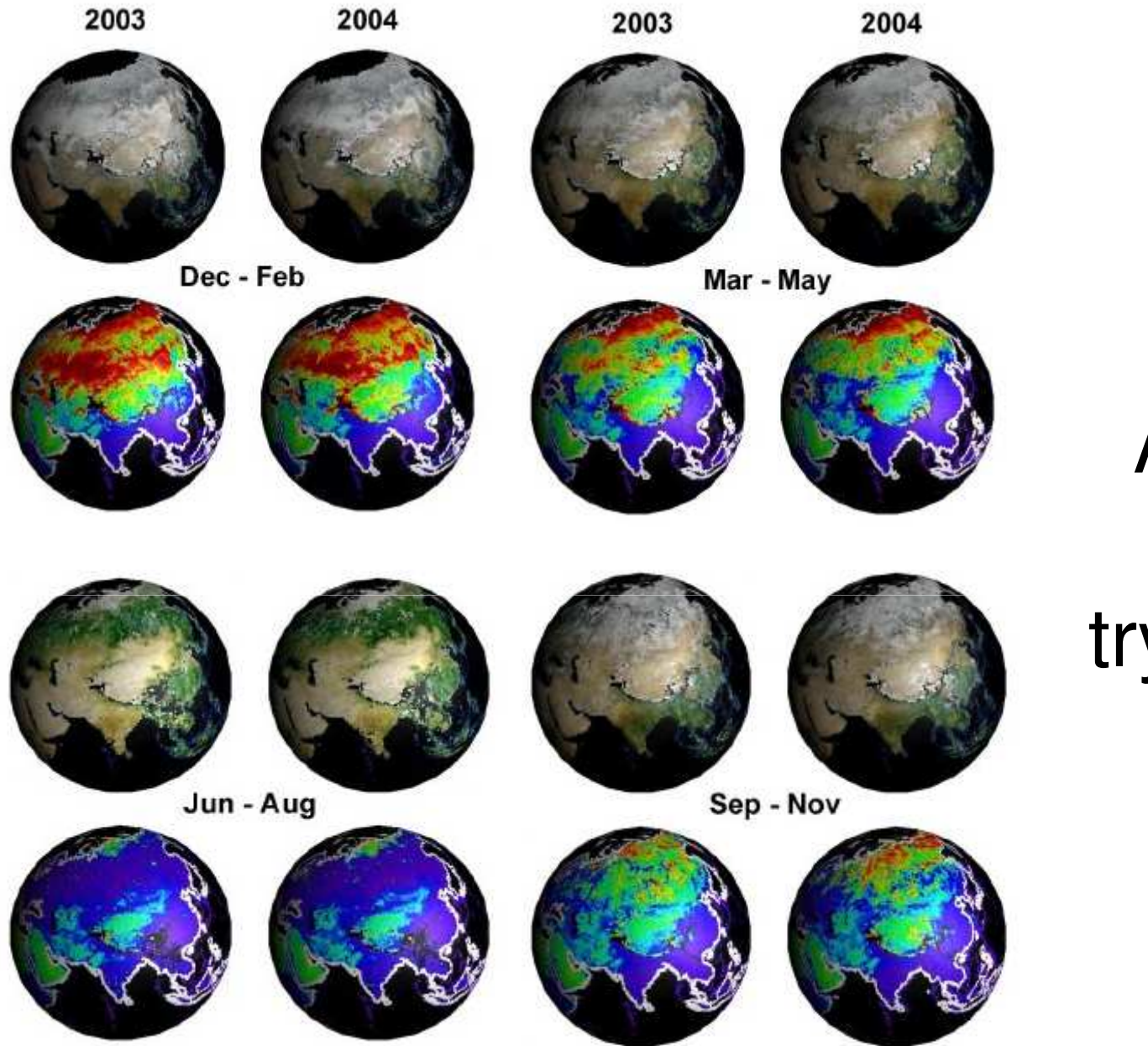




**Total Sky Albedo**

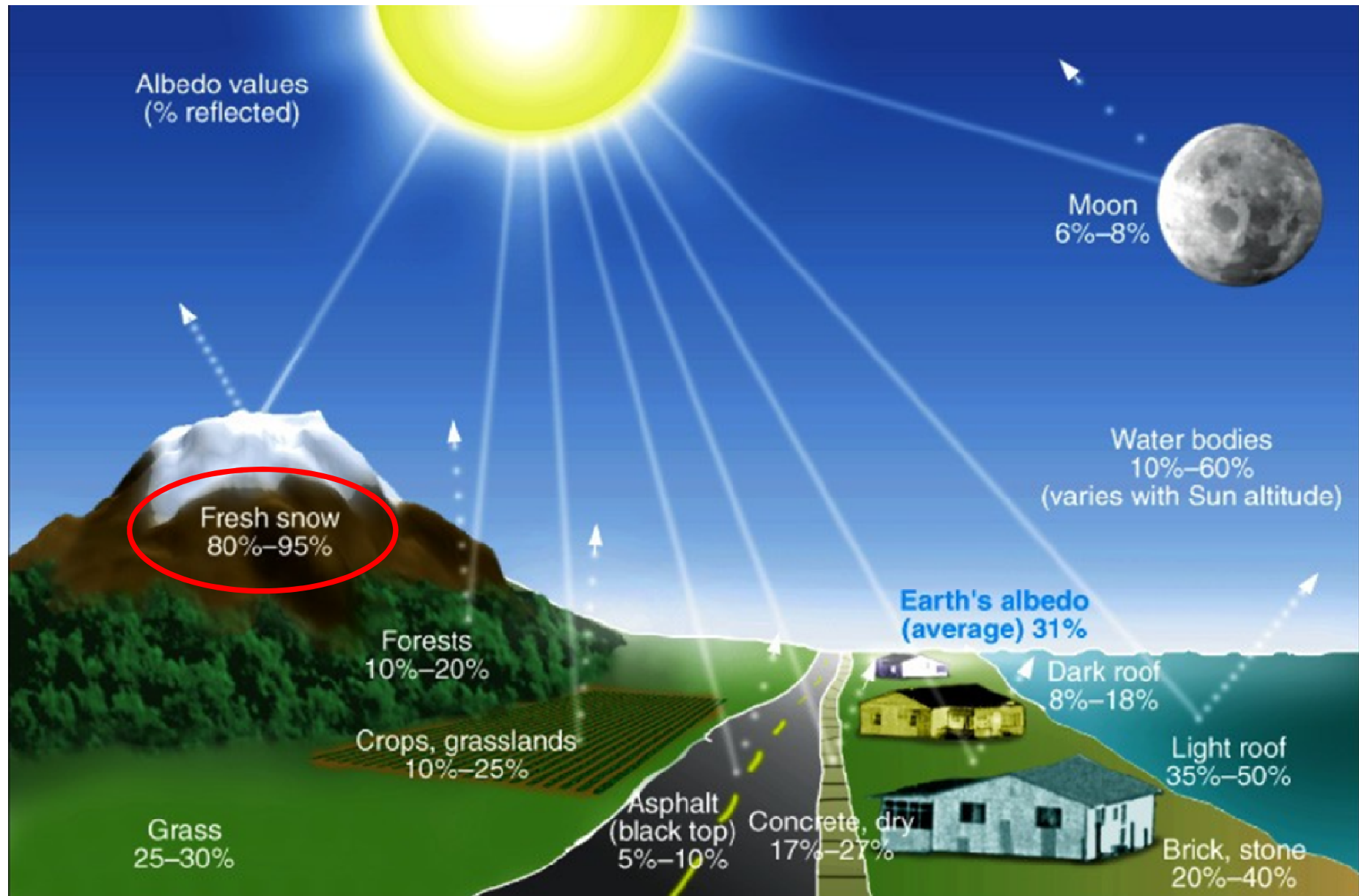


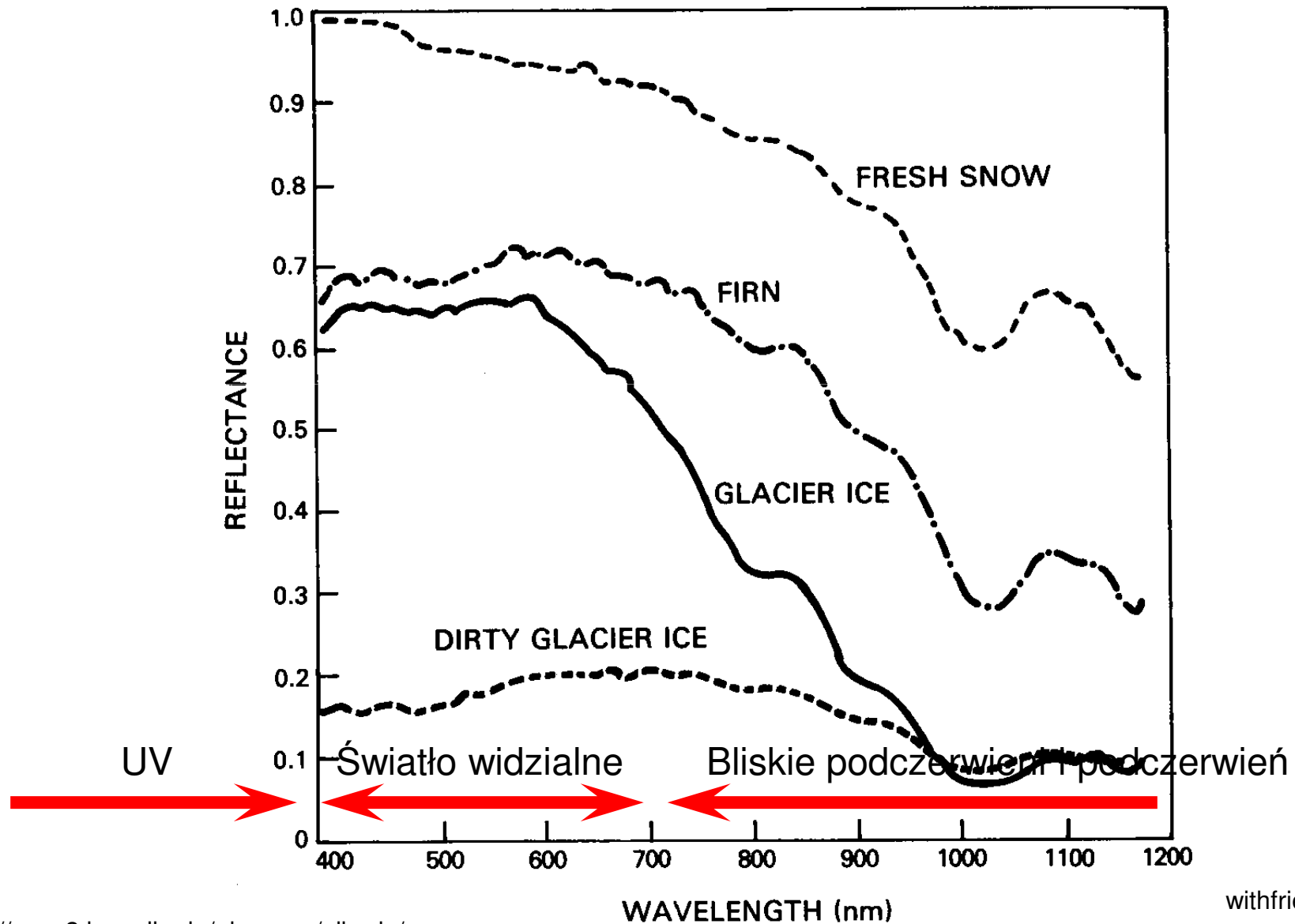




Albedo w  
różnych  
trymestrach  
roku

# Albedo śniegu

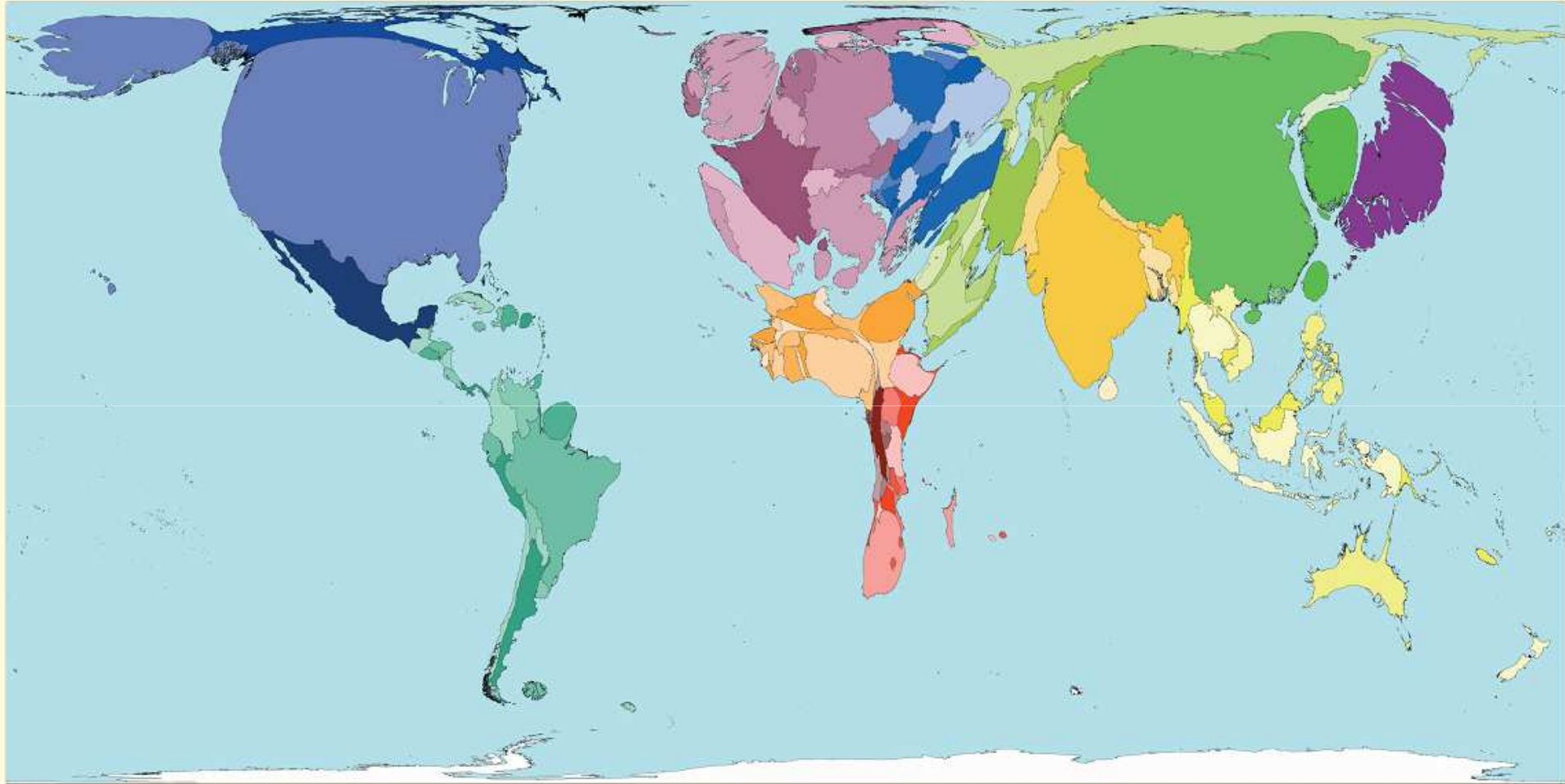




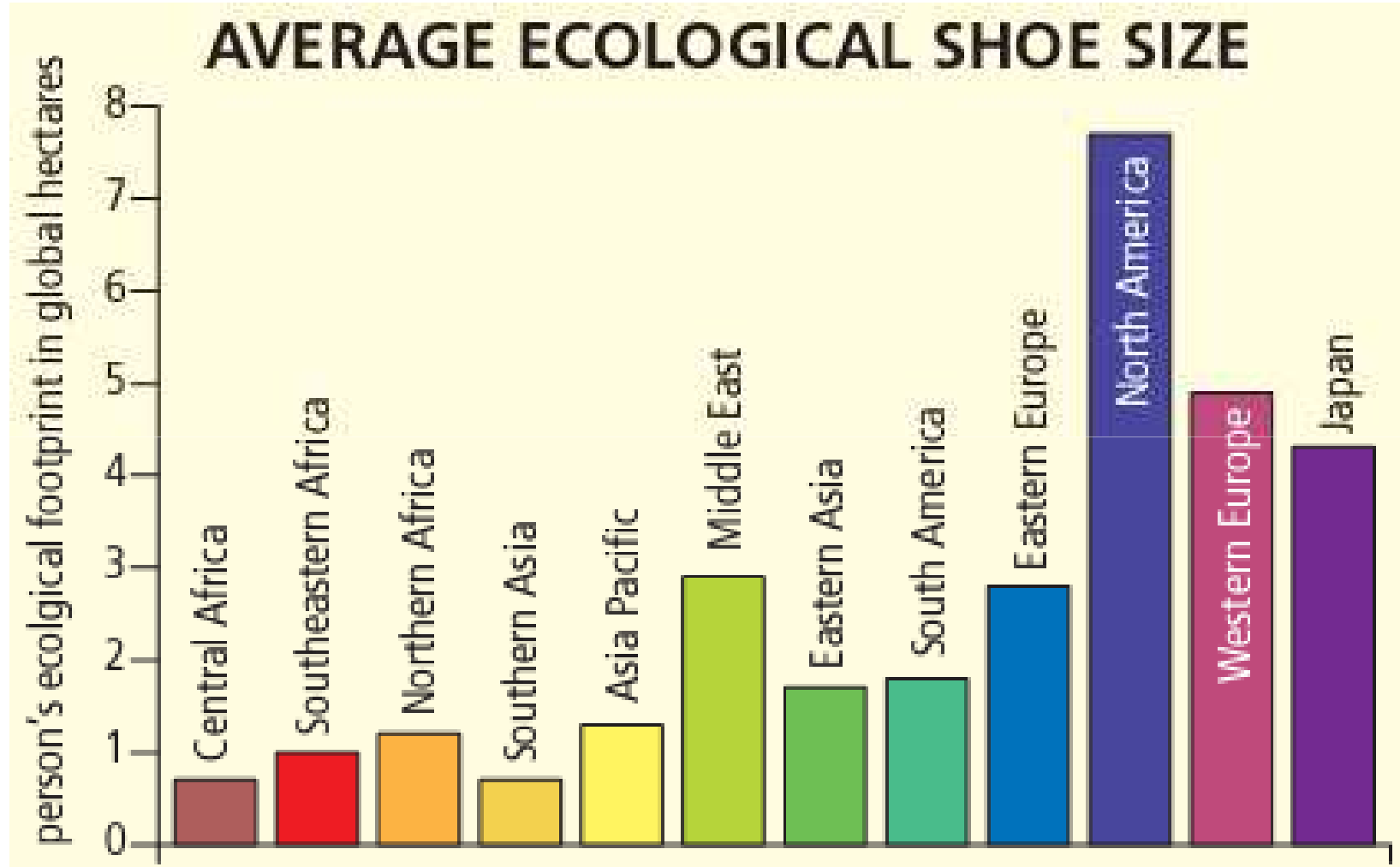
# W jaki sposób każdy z nas przyczynia się produkcji gazów cieplarnianych ?

- Twój odcisk stopy na Ziemi ...
- 200 pkt lub mniej – żyjesz zgodnie z założeniami ekorozwoju. Nie przekraczasz dostępnej przestrzeni ekologicznej. Taki wynik uzyskało około 70% odpowiadających
- 200 – 400 pktów – Twój ślad jest mniejszy niż średnia europejska. Gdyby każdy żył tak jak Ty, potrzebowalibyśmy dodatkowej planety, by sprostać konsumpcji. Około 15% ludności żyje w ten sposób
- 400 – 600 pktów – Twój ślad odpowiada średniej europejskiej. Gdyby każdy żył tak jak Ty potrzebne byłyby dwie dodatkowe planety. Około 7% ludzi żyje w ten sposób
- 600 – 800 pktów – Twój ślad przekracza średnią europejską. Gdyby wszyscy ludzie prowadzili taki styl życia, potrzebne byłyby jeszcze trzy dodatkowe planety. Około 3% ludności żyje w podobny sposób.









## Odcisk stopy – wg krajów - MAX

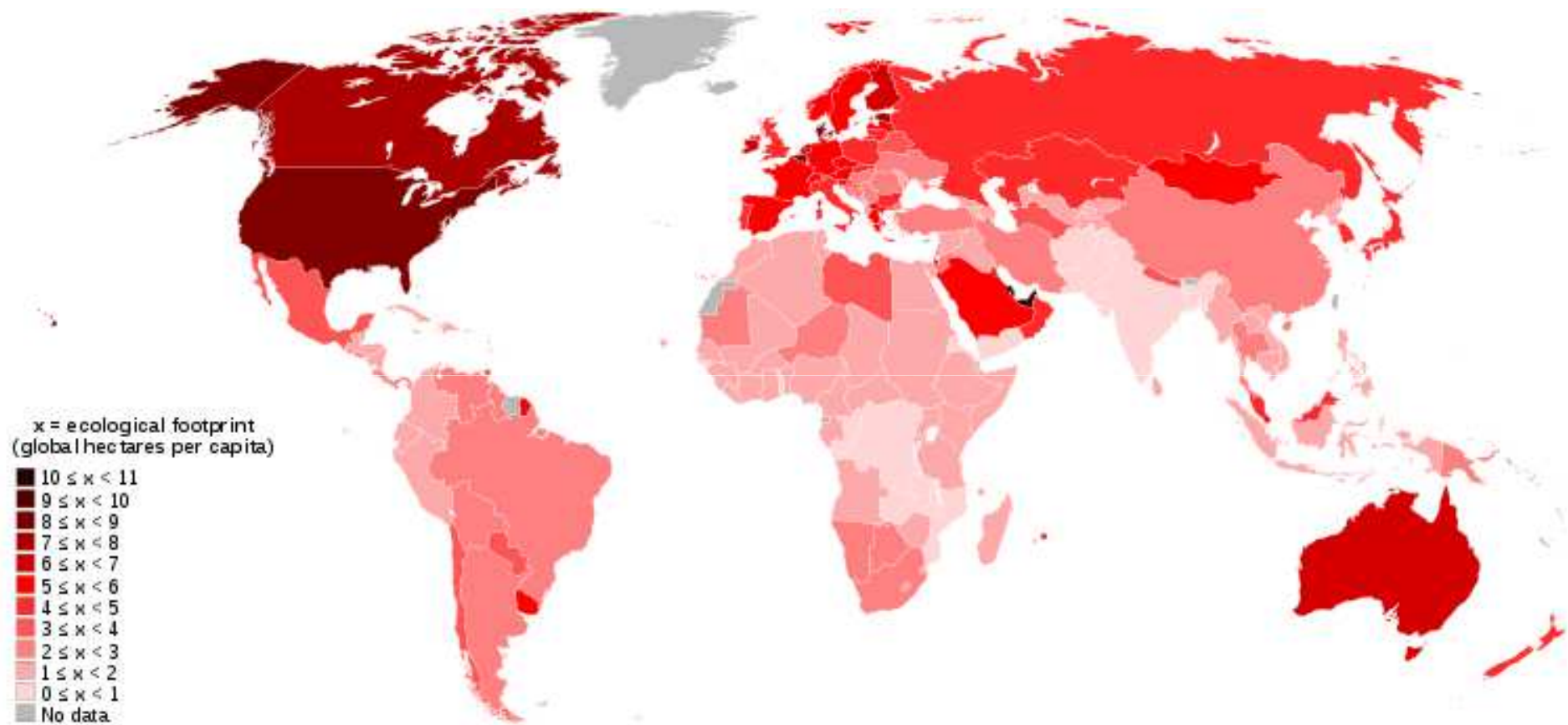
- Zjednoczone Emiraty Arabskie – 10,6 [gha/os]
- USA – 9,7
- Bahamy – 7,7
- Kanada – 7,5
- Kuwejt – 7,4
- Australia – 7,0
- Finlandia – 6,8
- Estonia – 6,1
- Nowa Zelandia – 6,1

## Odcisk stopy – wg krajów - MIN

- Afganistan – 0,11
- Somalia – 0,23
- Bangladesz – 0,47
- Kambodża – 0,55
- Haiti – 0,57
- Malawi – 0,57
- Kongo – 0,58
- Zambia – 0,58
- Demokratyczna Rep. Konga – 0,58
- Nepal – 0,61

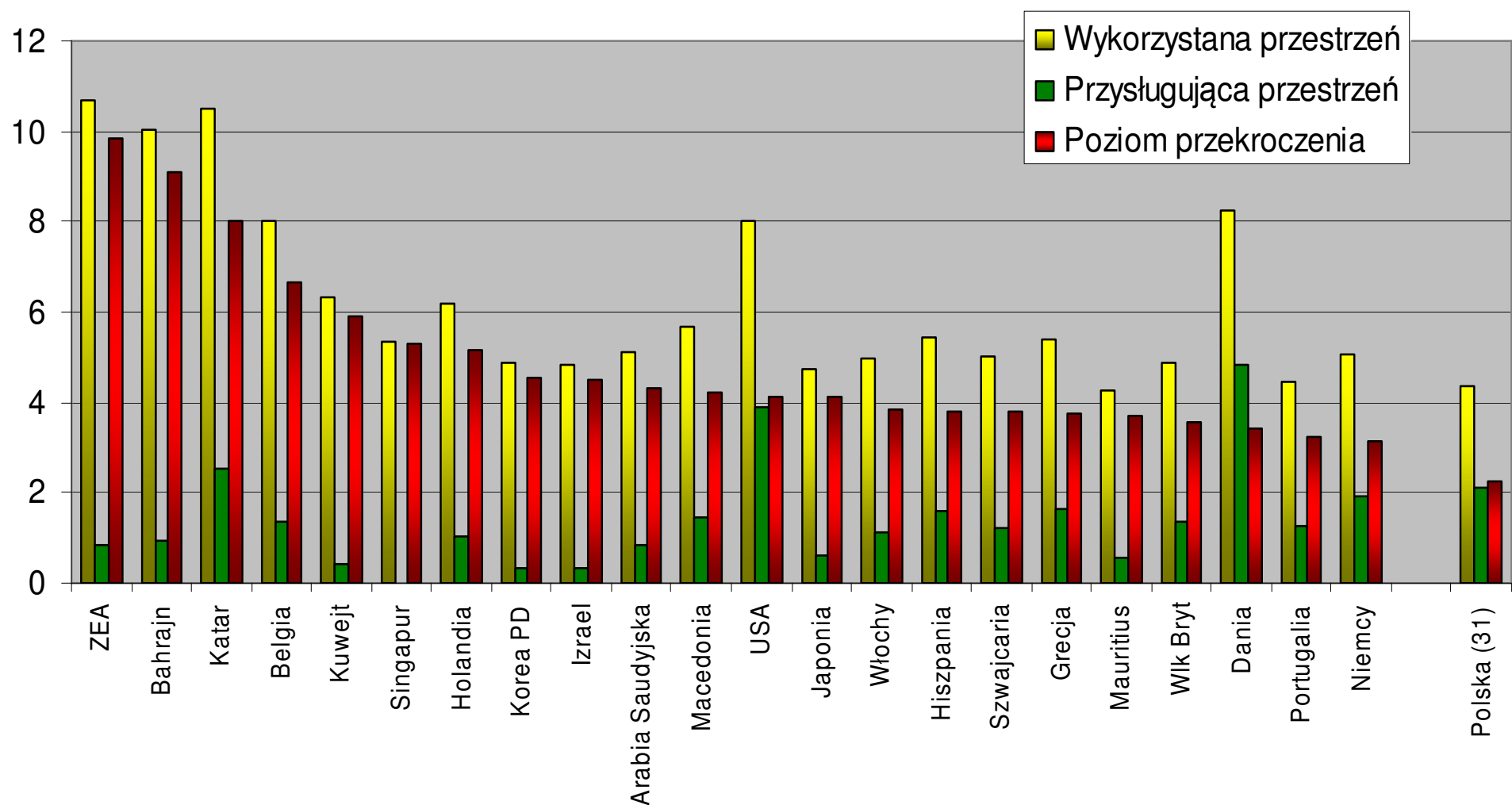
# Polska

- Wg raportu „The Living Planet 2008” na każdego Polaka przypada 2,1 ha.
- Statystyczny Polak z kolei zużywa ok. 4ha

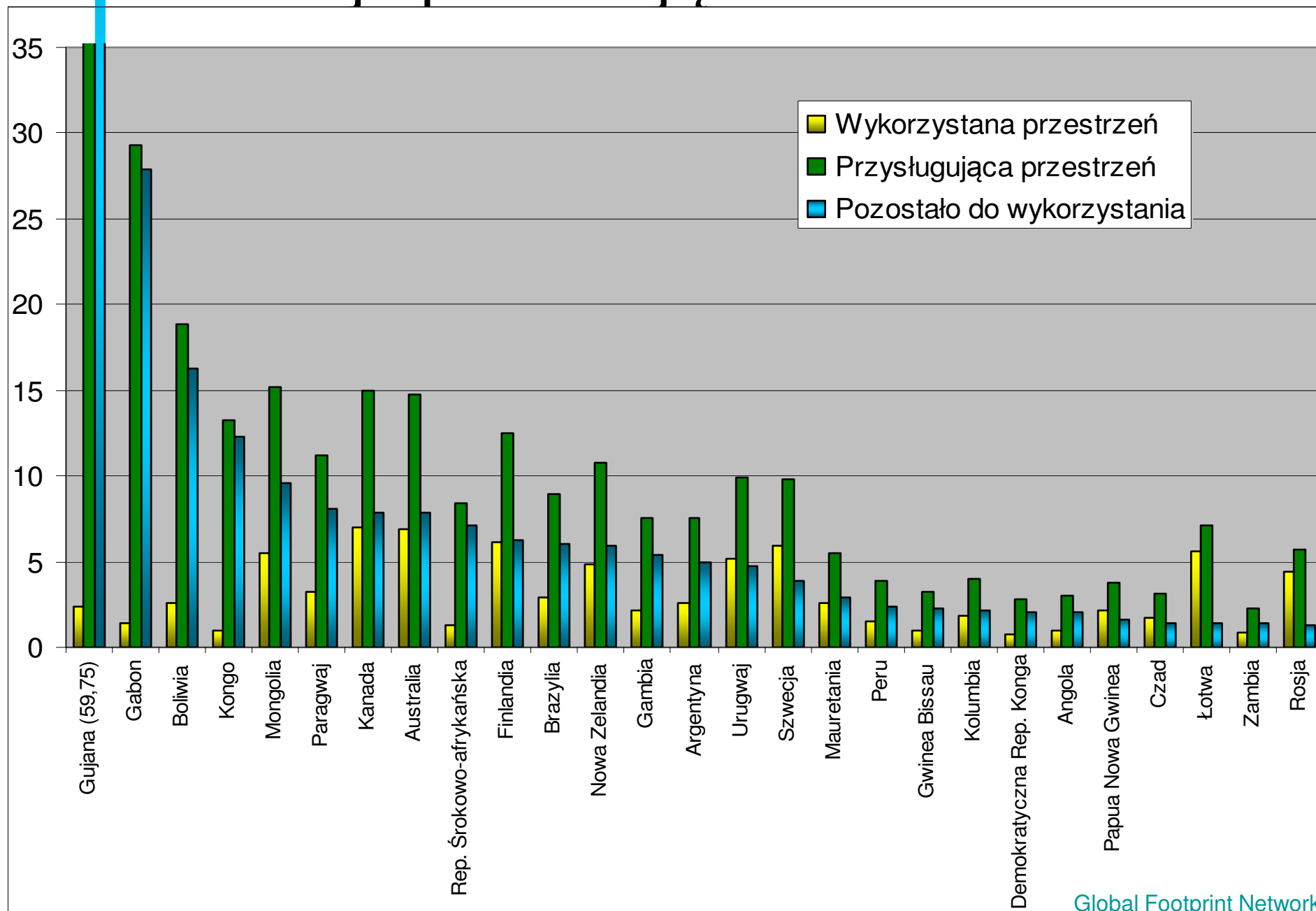




# Przekroczone poziomy wykorzystania terenu



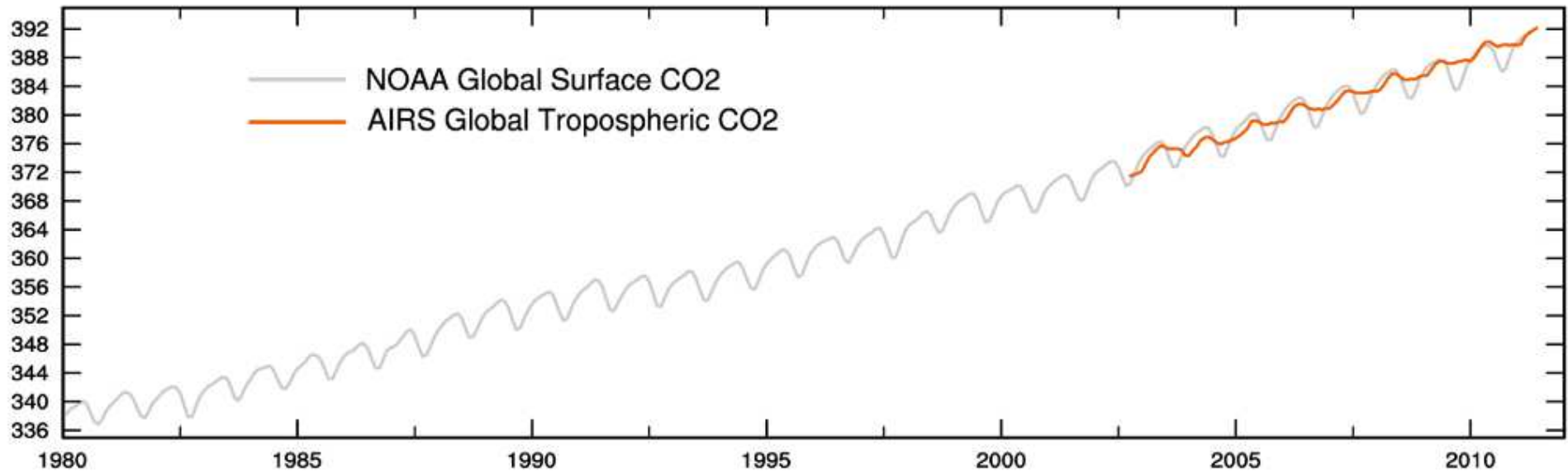
# Kraje posiadające rezerwuar



- Bardziej szczegółowy test na odcisk stopy
- [http://myfootprint.org/en/your carbon footprint/](http://myfootprint.org/en/your_carbon_footprint/)

# Następstwa efektu cieplarnianego (a pośrednio działalności człowieka)

- Ocieplenie klimatu - nagłaśniane przez część ekologów i polityków
- Jak temu zaradzić ?
- Szczyt Ziemi w Rio w 1992 roku – poświęcony przede wszystkim globalnemu ociepleniu klimatu
- Protokół z Kioto z 1997 roku – zobowiązujący państwa do ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> i gazów cieplarnianych
  
- Dlaczego zatem nadal jest problem ?
- Nie ograniczono emisji gazów cieplarnianych ?
- Ograniczono w zbyt małym stopniu ?
- Nie. Globalnego ocieplenia nie jesteśmy w stanie powstrzymać ponieważ nie zależy od człowieka !!!



NOAA

National Oceanic and Atmospheric Administration

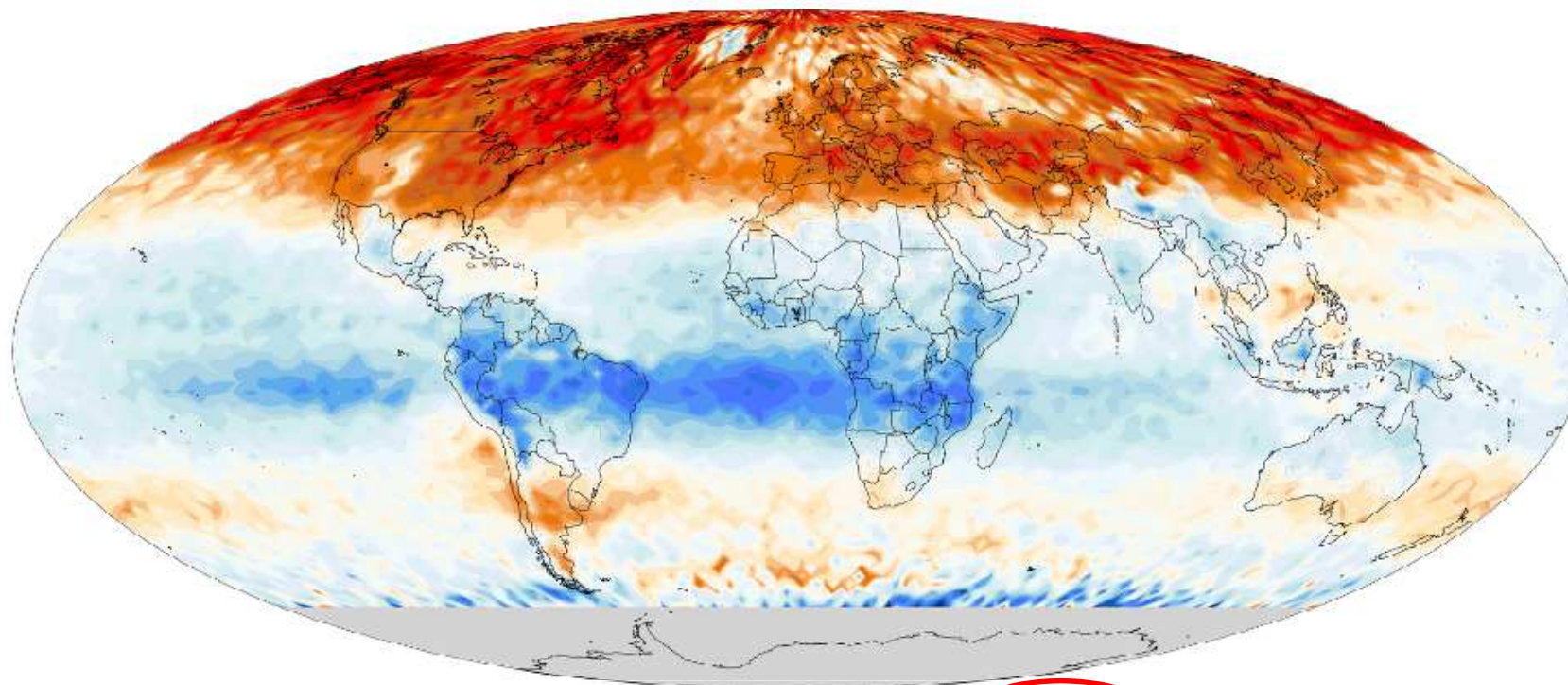
Amerykańska Narodowa Służba Oceaniczna i Meteorologiczna

AIRS

Atmospheric Infrared Sounder

Atmosferyczna Sonda Podczerwieni

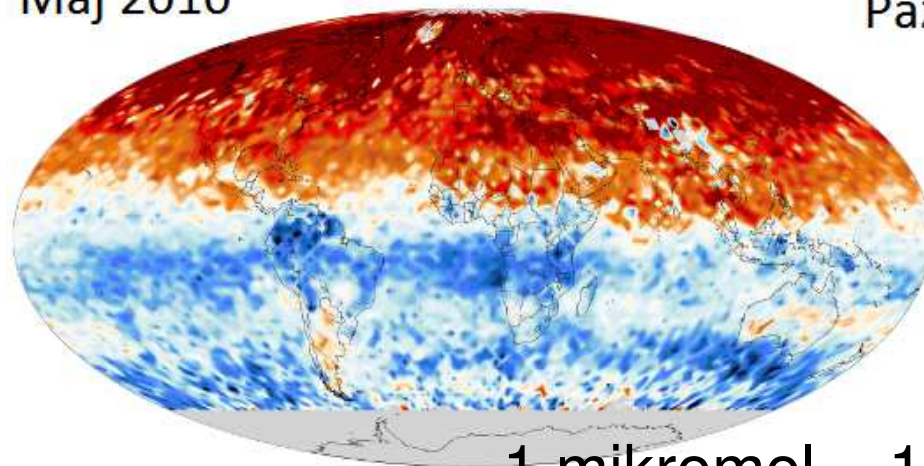




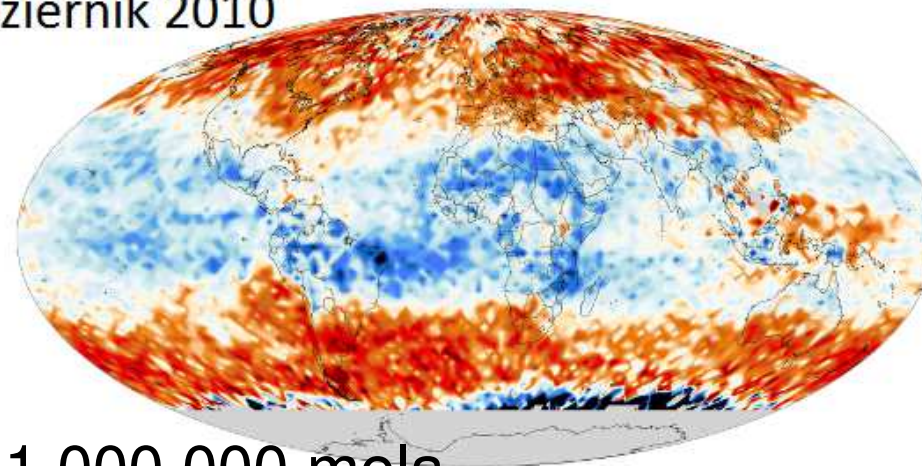
Carbon Dioxide 2010 Concentration ( $\mu\text{mol/mol}$ )



Maj 2010



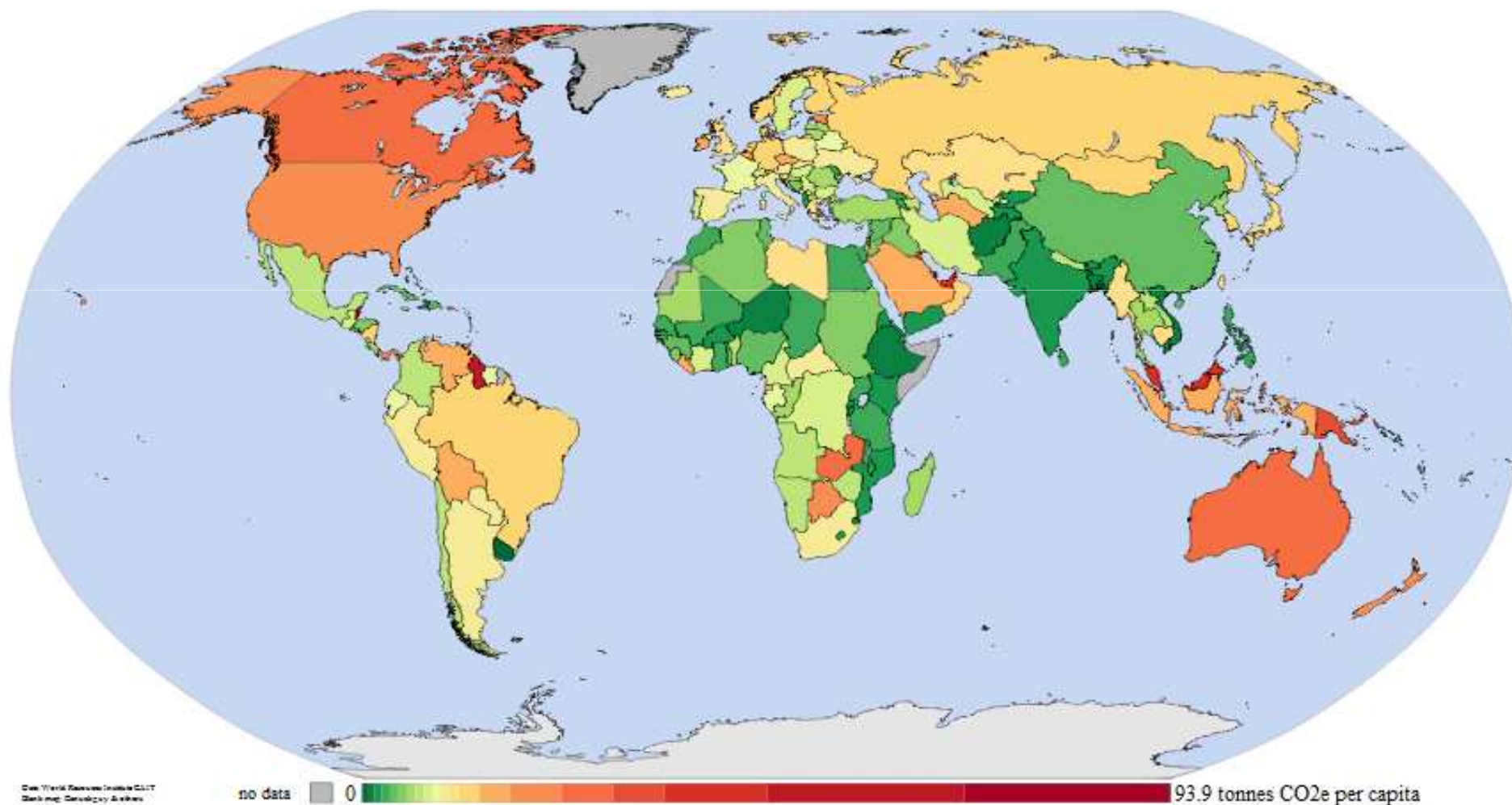
Październik 2010



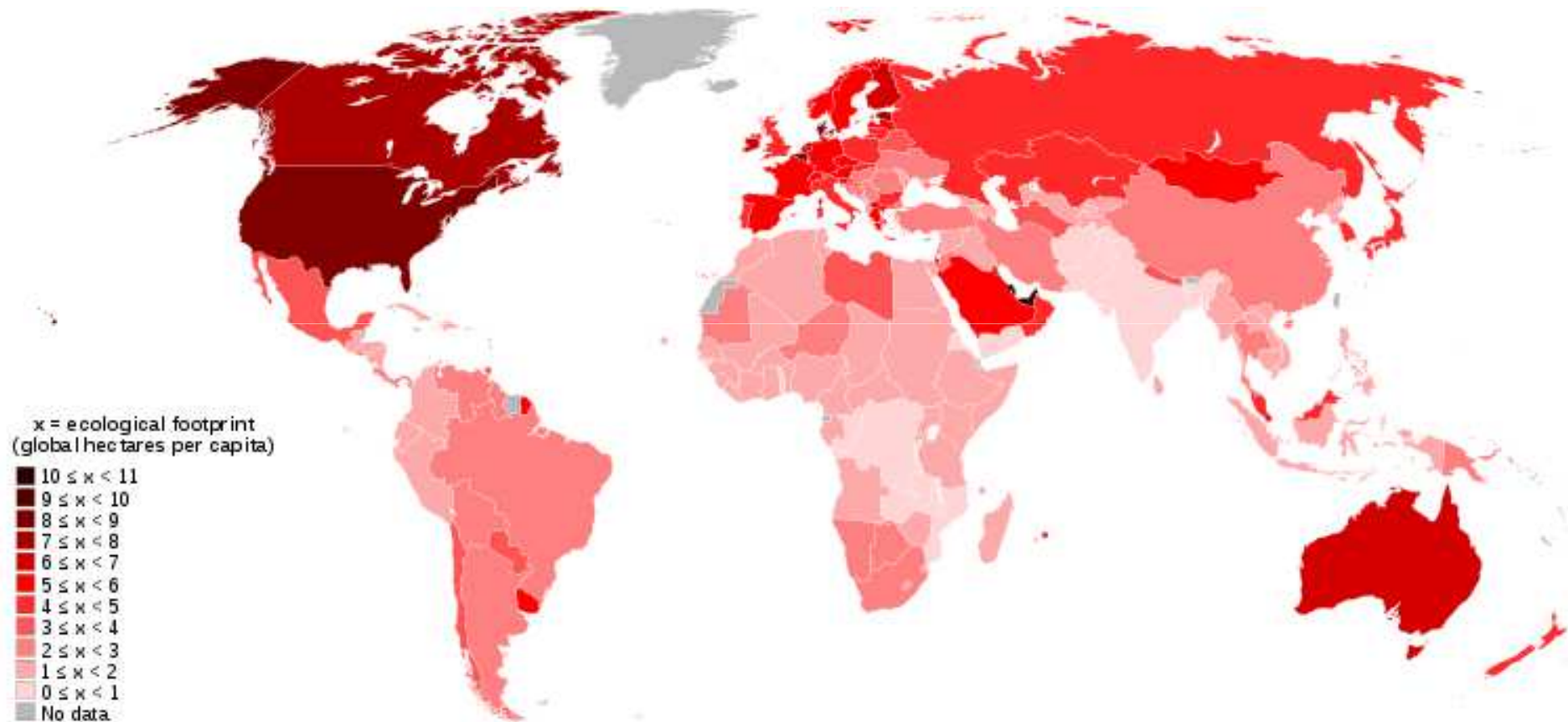
1 mikromol = 1 / 1 000 000 mola

<http://mirador.gsfc.nasa.gov>

# Emisja gazów cieplarnianych na osobę (z uwzględnieniem użytkowania terenu)

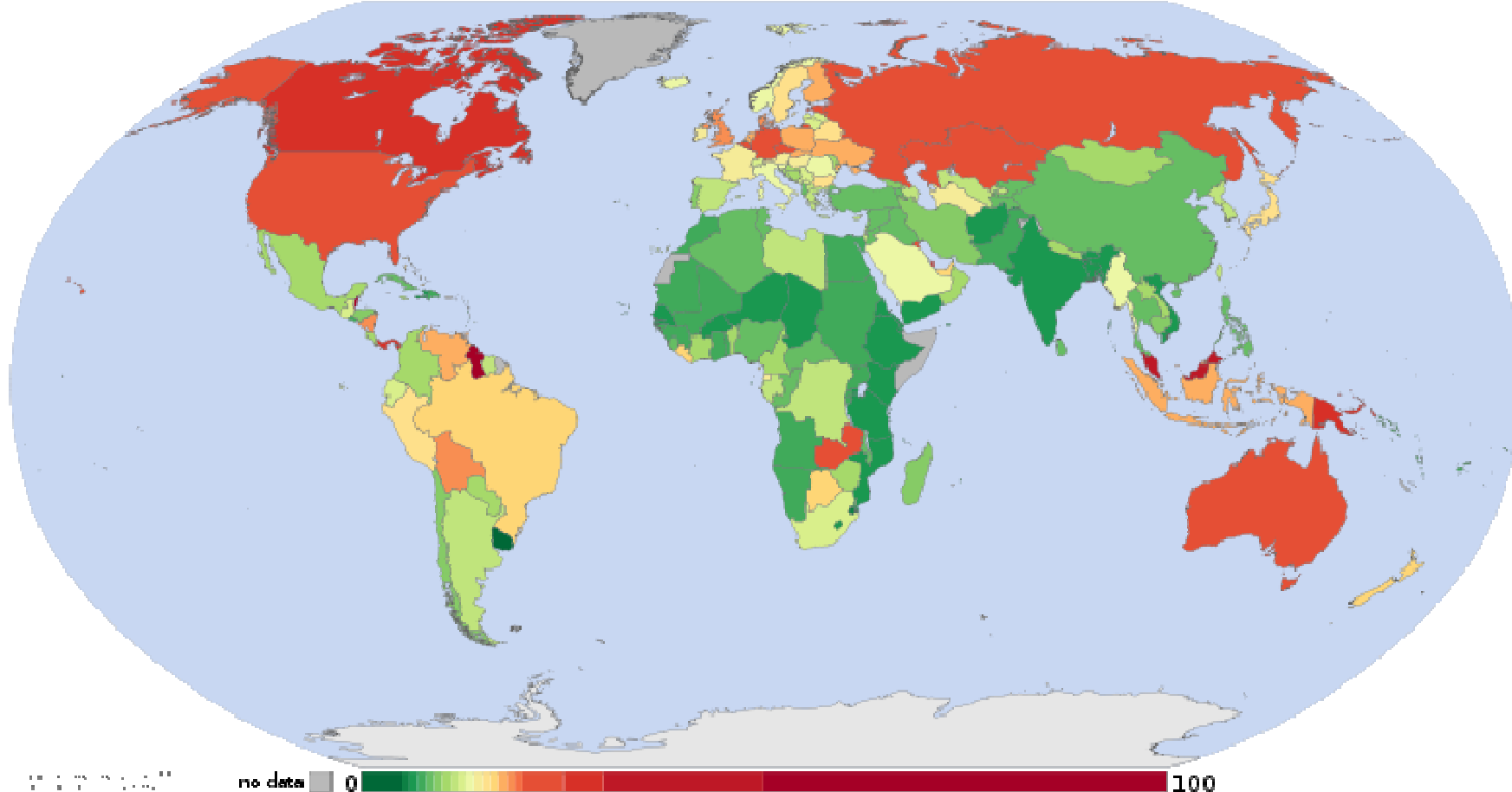




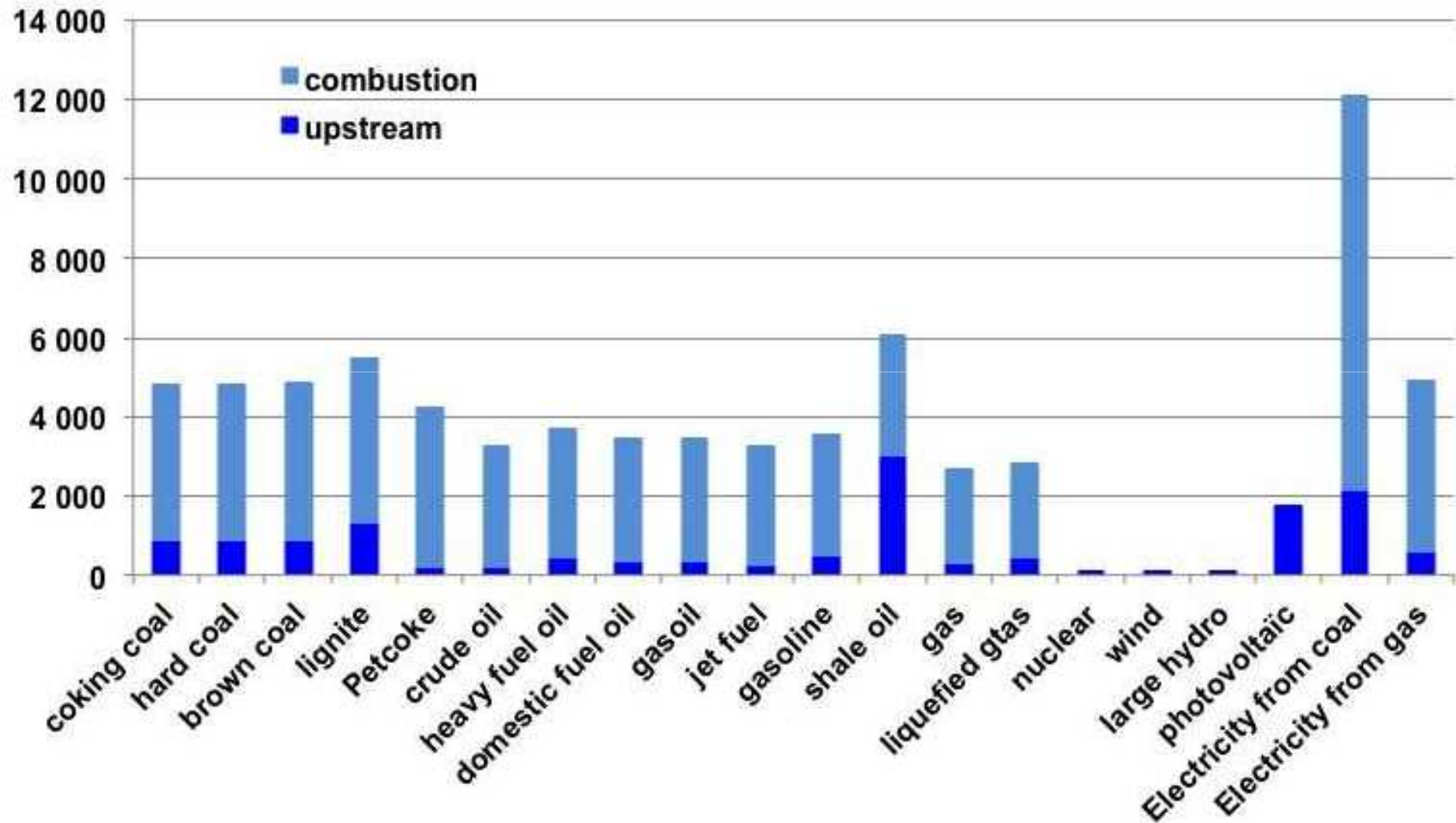


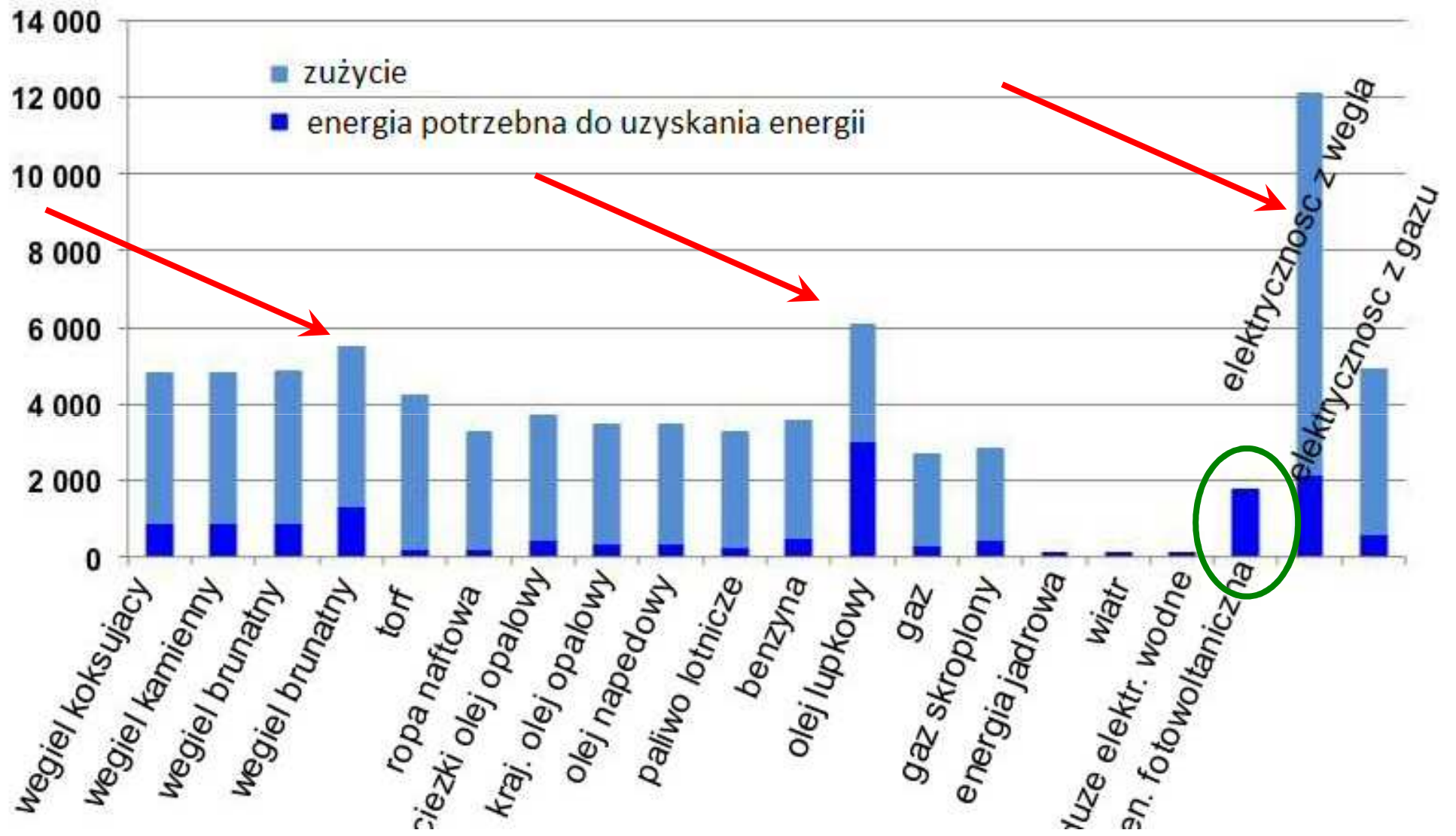
# Odpowiedzialność za obecne stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze (z uwzględnieniem wykorzystania terenu)

Per capita responsibility for current anthropogenic CO<sub>2</sub> in the atmosphere (including land-use change)



# Rodzaje paliw a poziom emisji gazów cieplarnianych



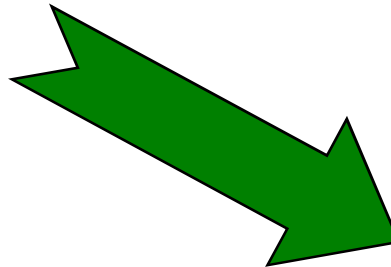
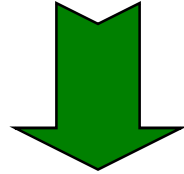


# Stanowisko Komitetu Nauk Geologicznych PAN z 2009 roku

- Klimat na Ziemi kształtowany jest w największym stopniu przez promieniowanie słoneczne
- Wielkość promieniowania słonecznego jest zmienna w czasie
- Zmienność ta jest stała w czasie i powtarza się w cyklach o różnej długości – od kilkunastu lat do kilkuset tysięcy lat
- Aktualnie Ziemia znajduje się w fazie ocieplenia klimatu – w pobliżu jego maksymalnego natężenia.
- Ociepleniu klimatu towarzyszy wzrost zawartości gazów cieplarnianych (niezależnie od człowieka)
- Działo się tak już wielokrotnie. Nawet gdy człowieka nie było jeszcze na Ziemi
- W ciągu ostatnich 400 tys. lat zawartość CO<sub>2</sub> w powietrzu (dzięki analizie rdzeni lodowych z Antarktydy) już 4-krotnie była podobna a nawet wyższa od obecnej.

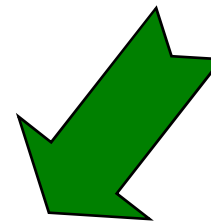
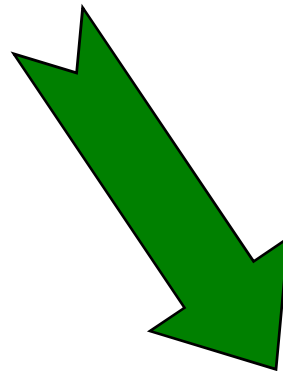


GLOBALNE  
OCIEPLENIE

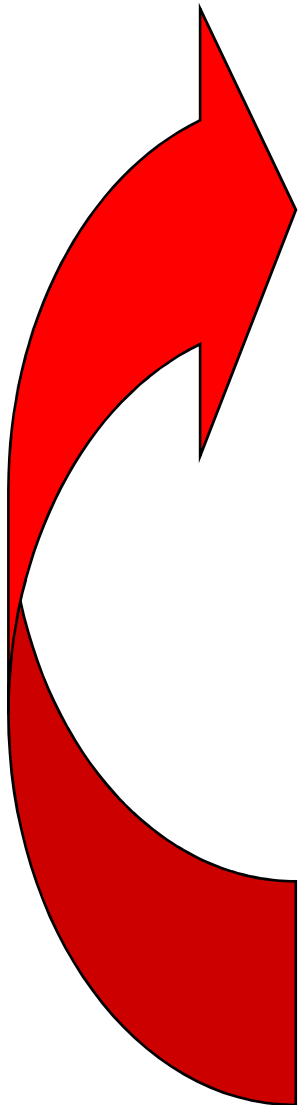


OGRZEWAJĄCE SIĘ OCEANY  
MAJĄ MNIEJSZĄ ZDOLNOŚĆ  
ABSORBOWANIA CO<sub>2</sub>

ZMNIEJSZENIE OBSZARU  
WIELOLETNIEJ ZMARZLINY  
PROWADZI DO SZYBSZEGO  
ROZKŁADU ZWIĄZKÓW  
ORGANICZNYCH ZAWARTYCH  
W GRUNCIE



ZWIĘKSZENIE EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH



- Nie oznacza to, że nie powinniśmy ograniczyć emisji CO<sub>2</sub>.
- Człowiek spalając coraz większą ilość gazów cieplarnianych przyczynia się wzrostu tempa zmian klimatycznych
- Nie oznacza to jednak, że owe zmiany nie zaszłyby w przyrodzie, gdyby nie było w niej człowieka
- Tempo zmian natomiast mogłoby okazać natomiast znacznie niższe

# Zależność klimatu od aktywności Słońca



Zwiększona aktywność plam słonecznych <sup>Nils Simon</sup> związana jest z cykliczną aktywnością Słońca

Skutkiem tego jest wiatr słoneczny – promieniowanie słoneczne

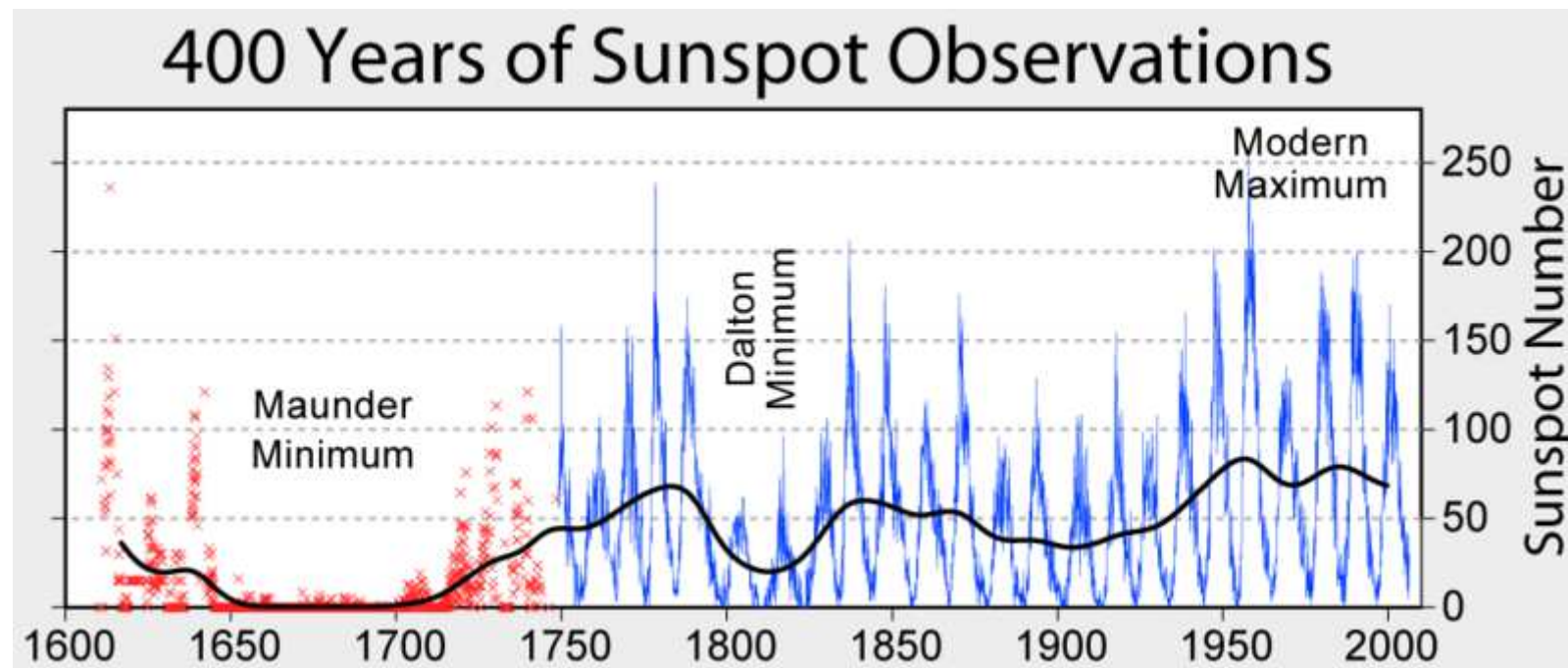
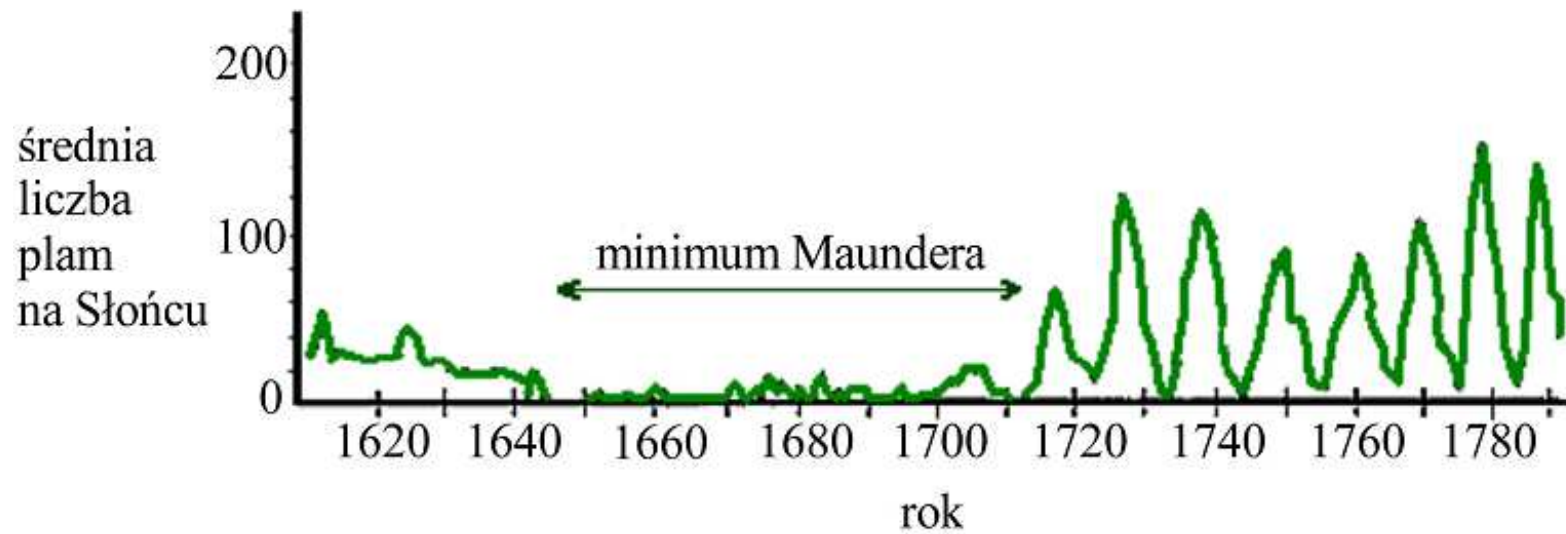
Wiatr słoneczny razem z promieniowaniem kosmicznym spoza Układu Słonecznego, docierając do Ziemi, powodują jonizację górnych części atmosfery

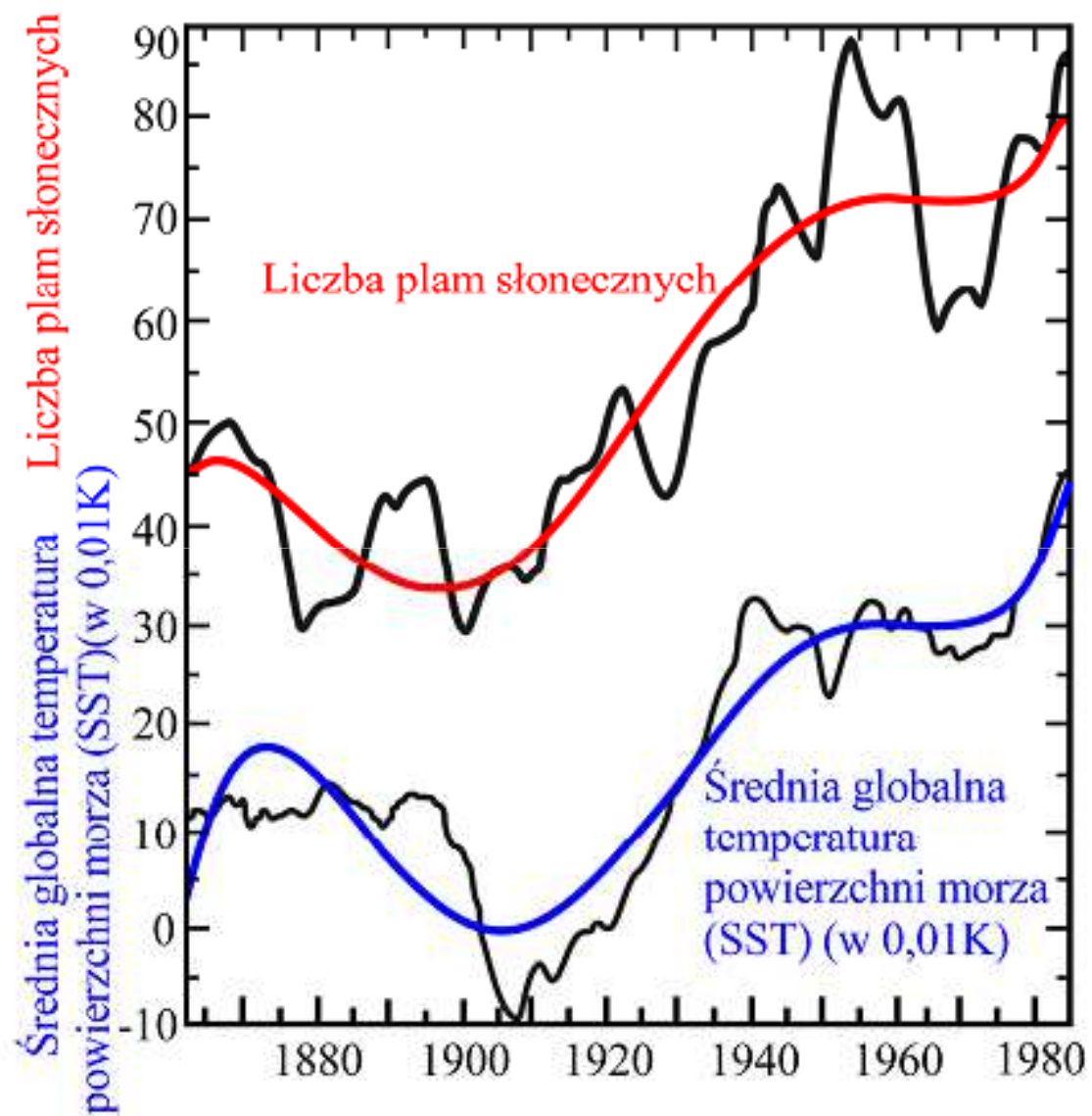
Powoduje to zwiększenie zachmurzenia i wstrzymuje proces wypromieniowania ciepła

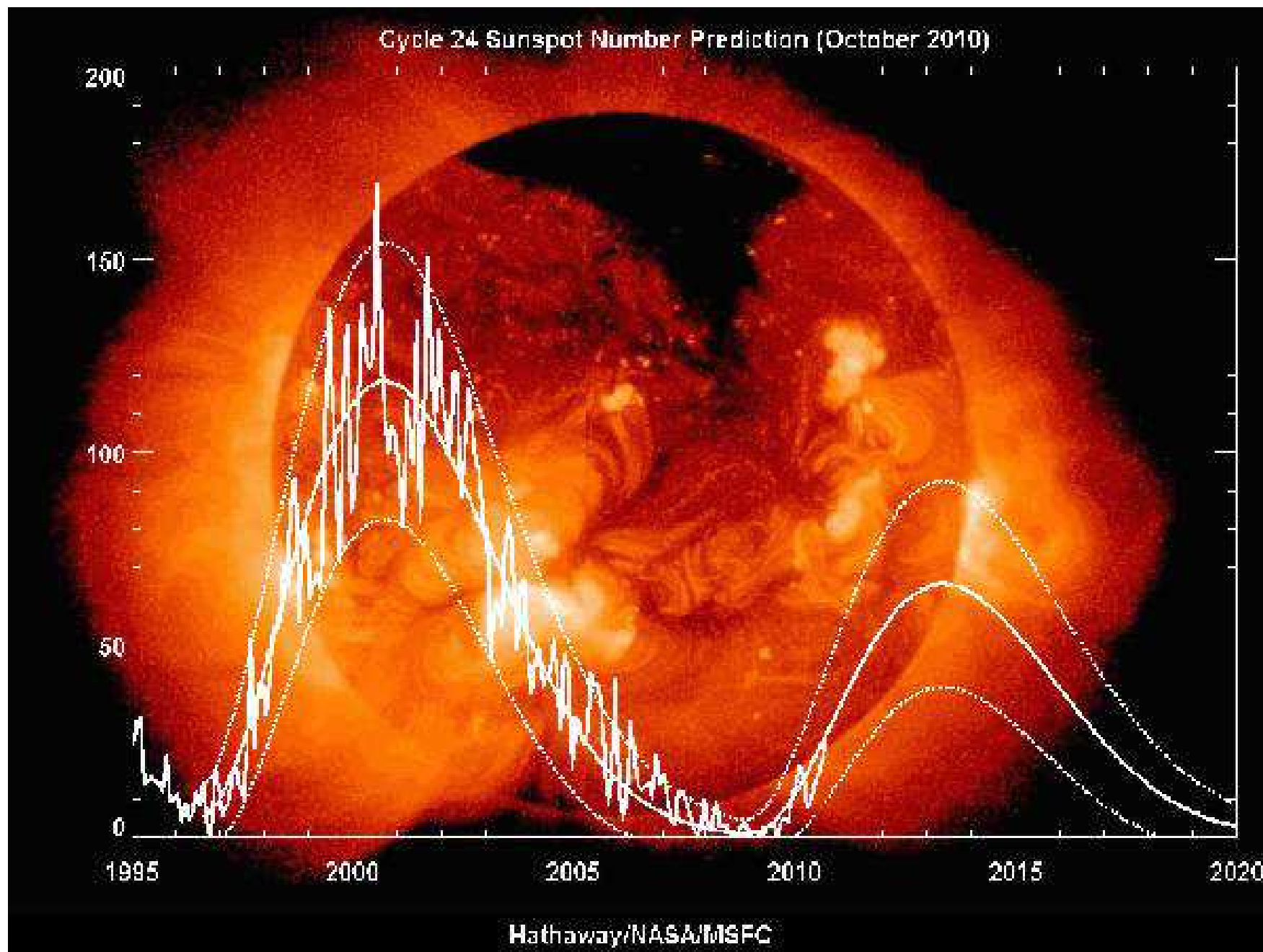
Długotrwałe wstrzymanie wypromieniowania może pociągnąć za sobą zmiany klimatu.

Na przykład obserwacje plam słonecznych z lat 1645-1715 wskazują na małą aktywność Słońca, czego skutkiem jest tzw. Minimum Maundera zbieżny z bardzo chłodnym okresem na Ziemi zwanym w klimatologii Małą Epoką Lodowcową

Feluch, Cykliczne przyczyny zagrożeń gwałtownymi zmianami klimatu  
<http://www.zn.sgsp.edu.pl/41/3.pdf>

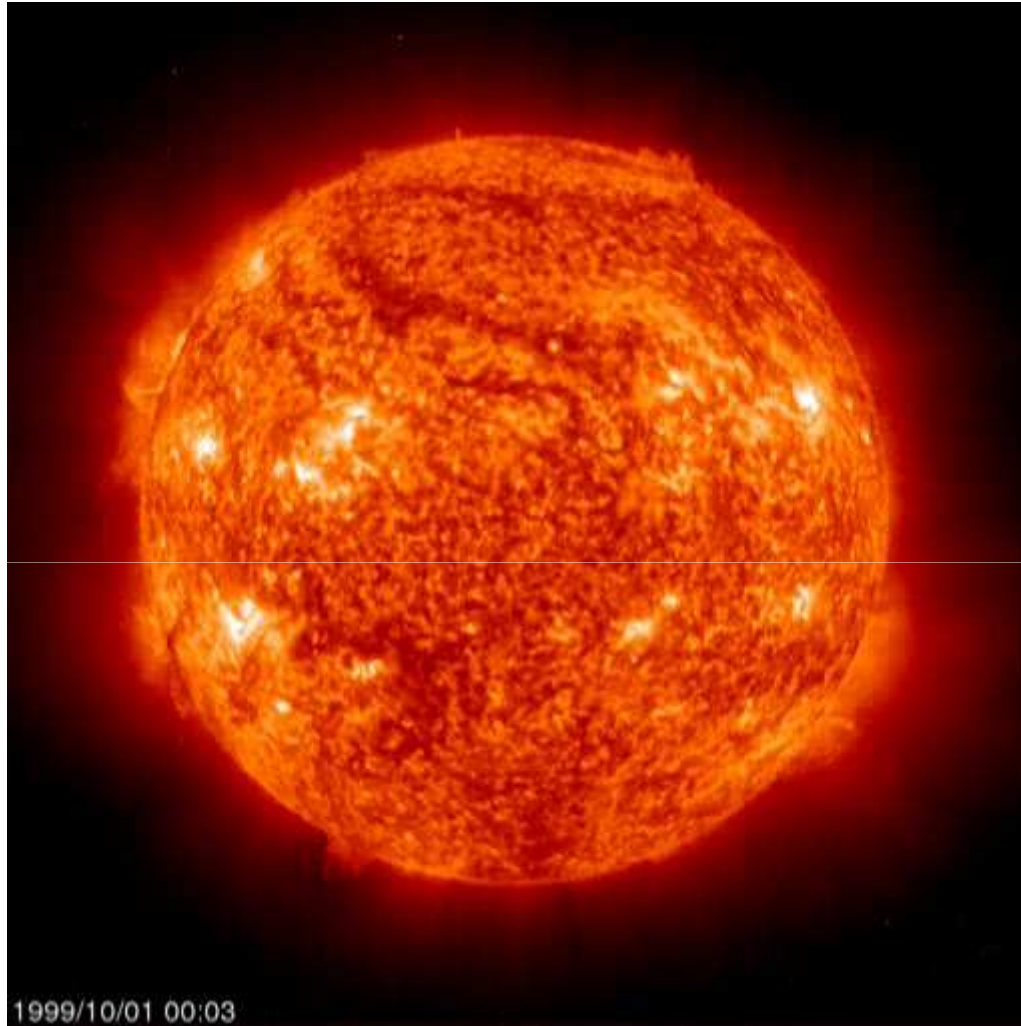


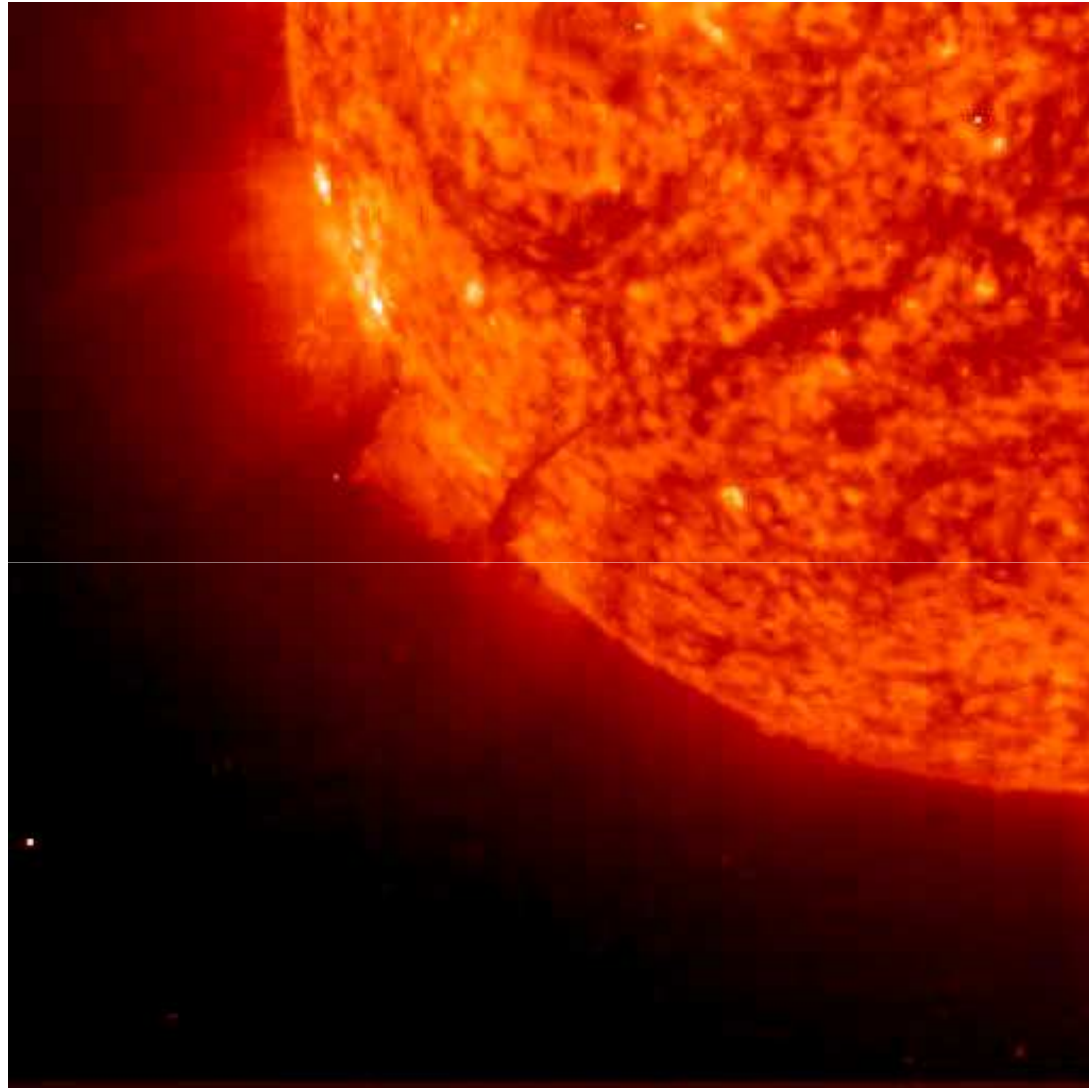




Hathaway/NASA/MSFC



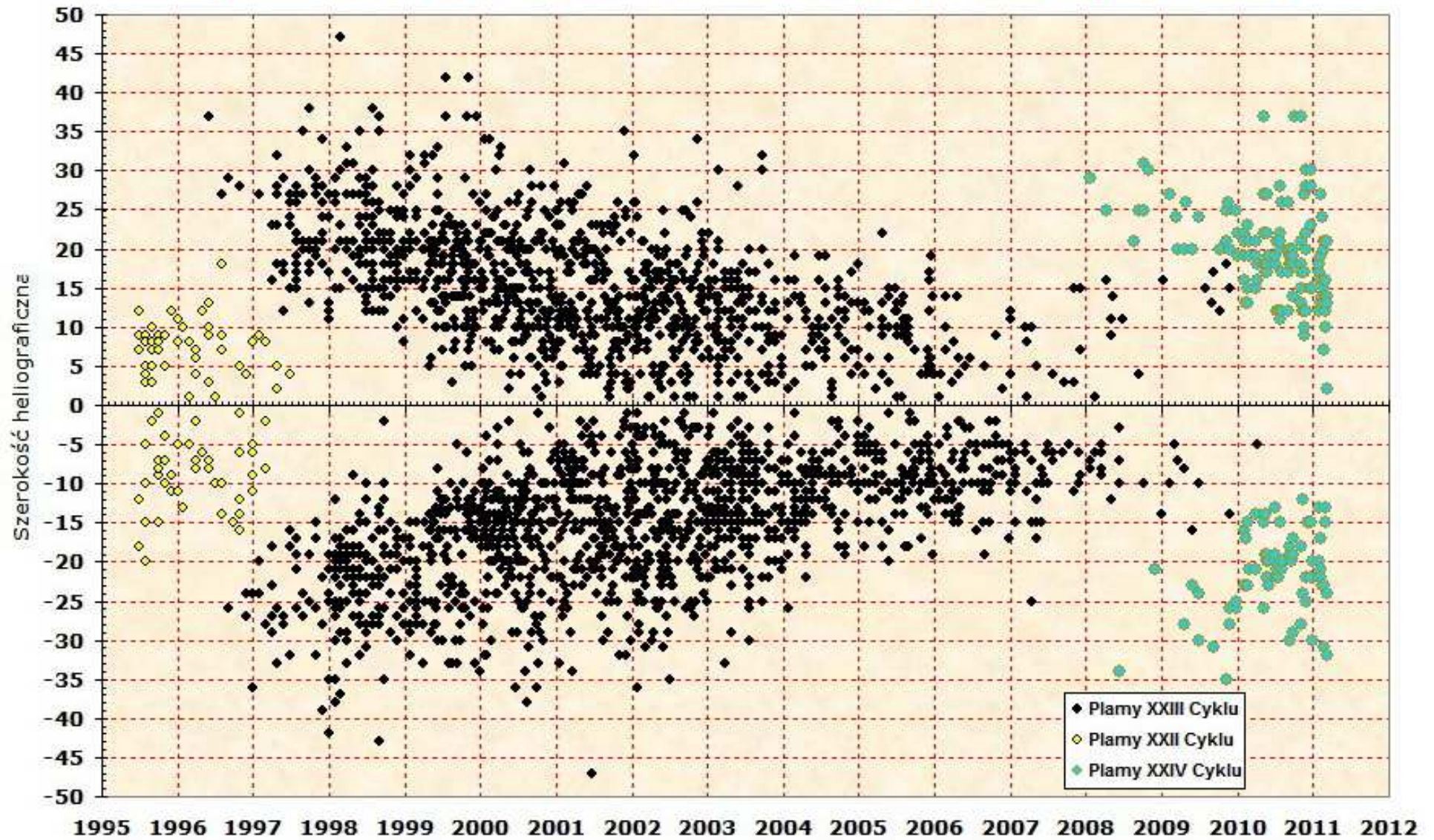








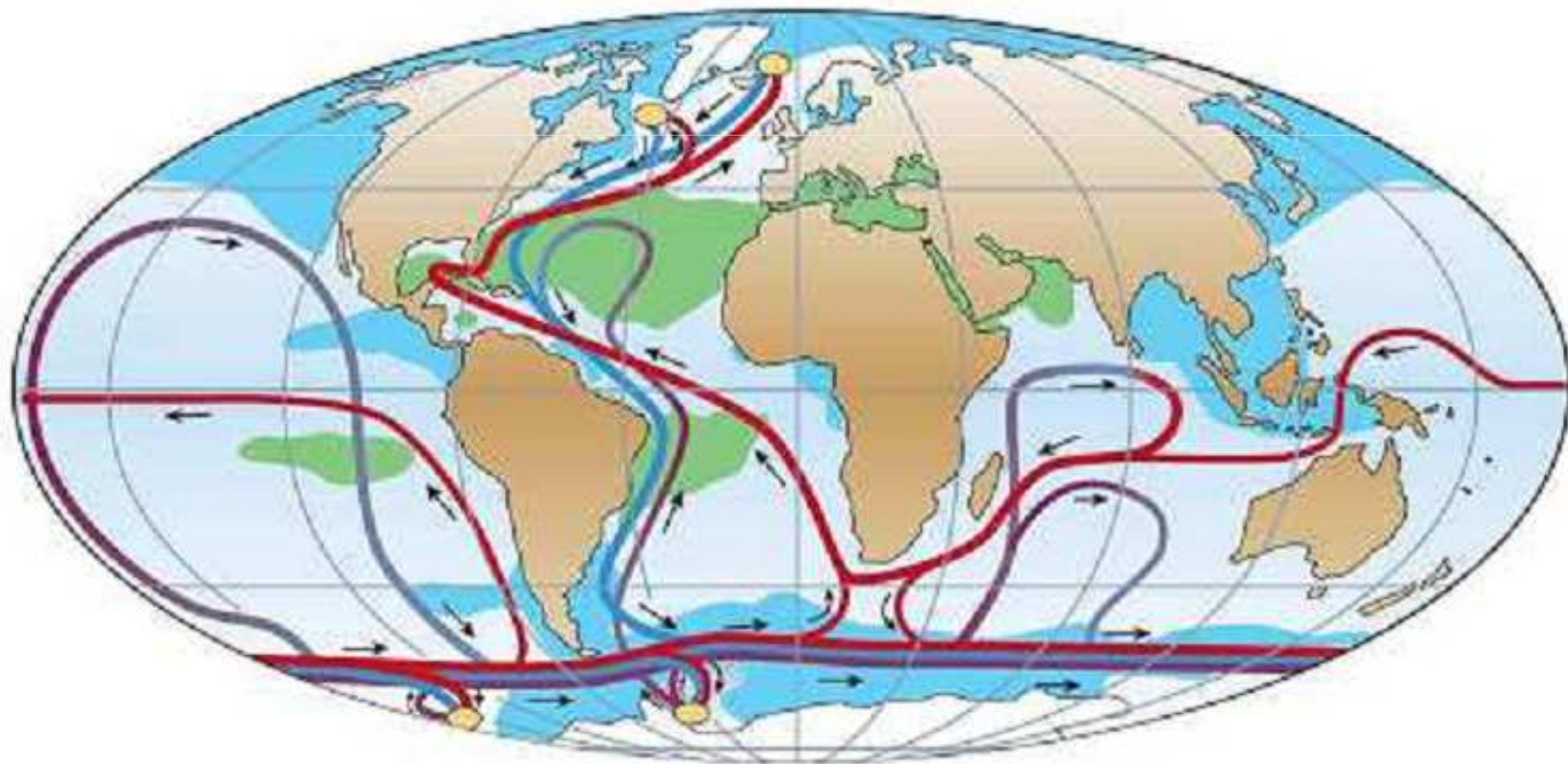
## WYKRES MOTYLA DLA XXIII I XXIV CYKLU WG OBSERWACJI TOS





# Globalne ocieplenie a cyrkulacja termohalinowa

- W jaki sposób globalne ocieplenie może zaburzyć cyrkulację termohalinową ?



GLOBALNE OCIEPLENIE



SZYBSZE TOPNIENIE LÓDZCÓW



POWSTANIE DUŻEJ ILOŚCI WODY MASOŁONEJ



WYMIESZANIE Z WODĄ CYRKULACJA HALINOWEJ



ZMNIEJSZENIE JEJ GĘSTOŚCI



UNIEMOŻLIWIENIE TONIĘCIA



ZMNIEJSZENIE ILOŚCI CIEPŁA DOSTARCZANEGO DO PÓŁNOCNYCH CZĘŚCI ATLANTYKU. ZWIĘKSZENIE CIEPŁA W OKOLICACH RÓWNIKA



W OBSZARACH DOSTARCZAJĄCYCH ZNACZNEJ ILOŚCI ŻYWNOSCI NASTĄPIŁYBY: OSTRZEJSZE ZIMY, WYSUSZENIE GLEB, INTENSYWNE

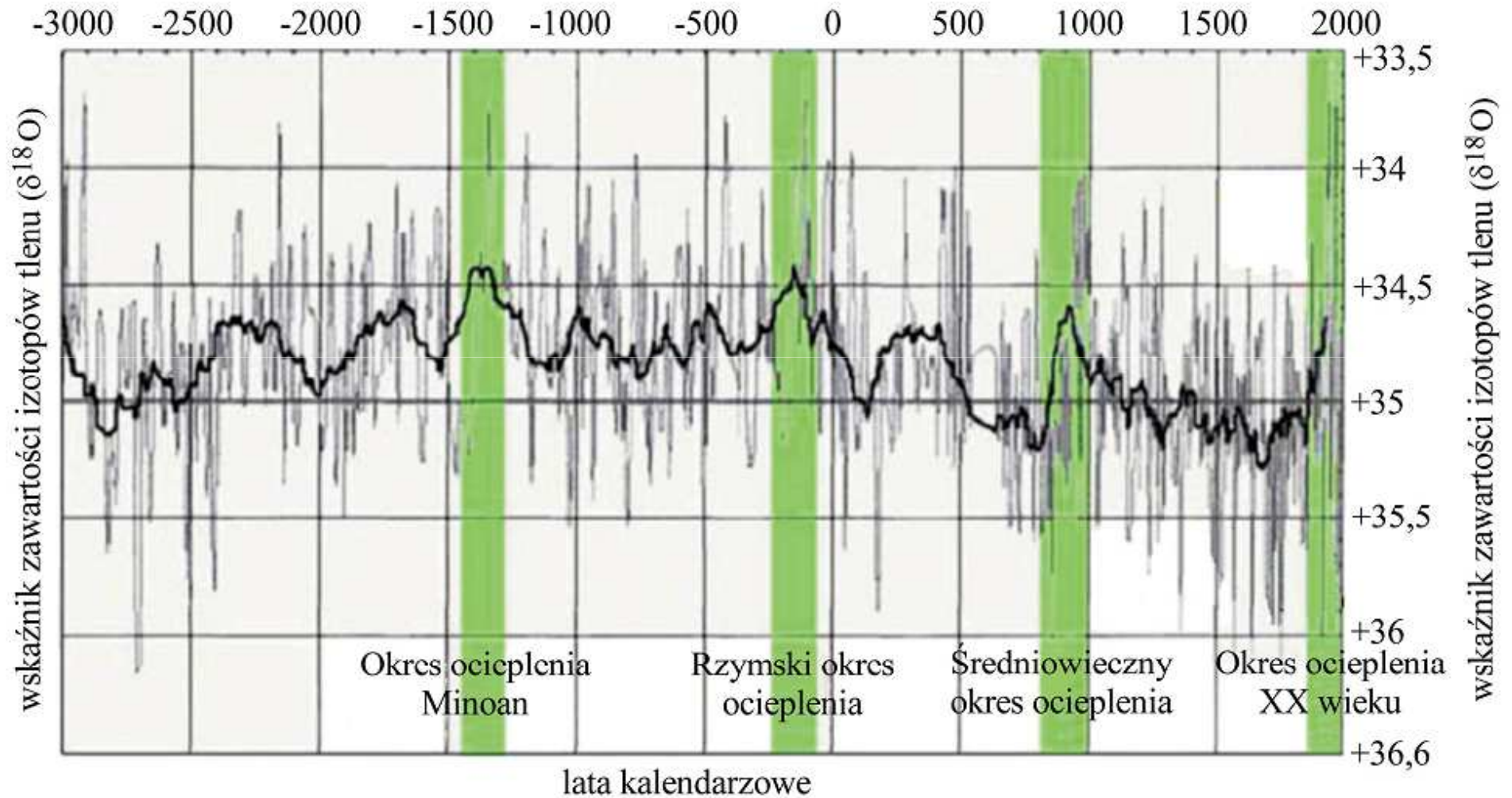
WIATRY

Feluch, Cykliczne przyczyny zagrożeń gwałtownymi zmianami klimatu  
<http://www.zn.sgsp.edu.pl/41/3.pdf>



OCHŁODZENIE KLIMATU

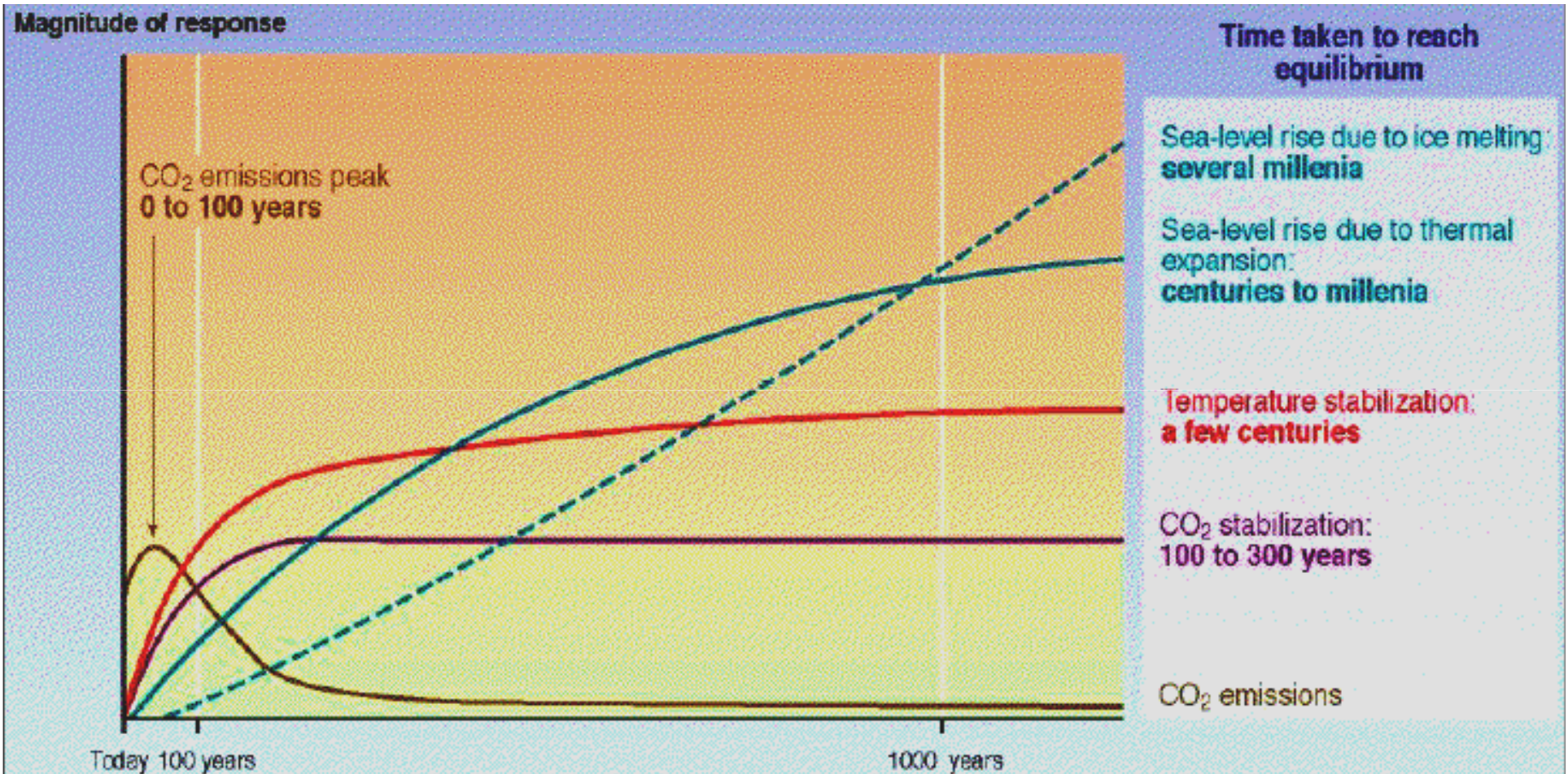
# Obecna sytuacja na Ziemi



# Zaburzenie cyrkulacji termohalinowej i ochłodzenie klimatu może trwać ?

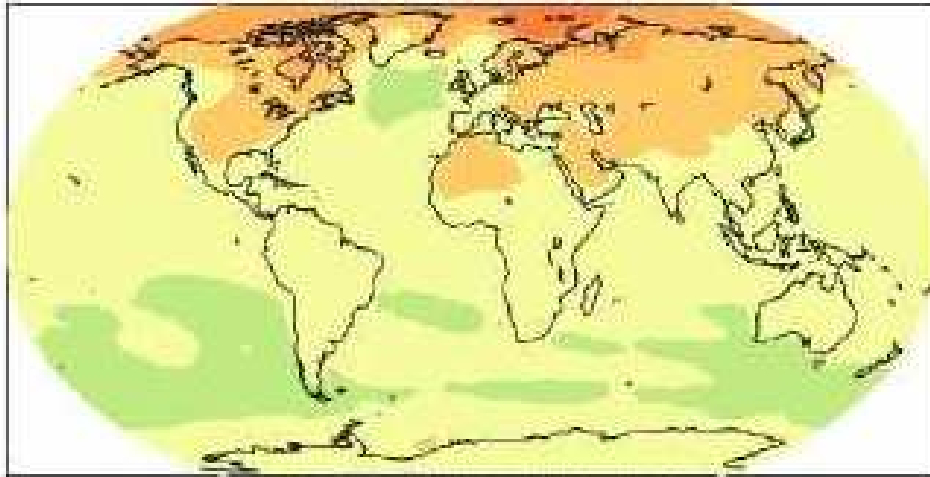




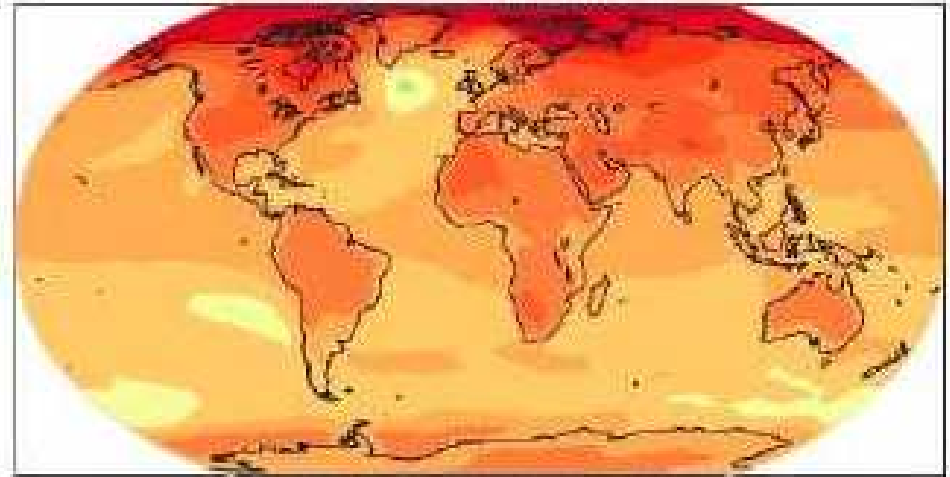


Gdy emisja gazów cieplarnianych pozostanie na aktualnym poziomie

B1: 2020-2029

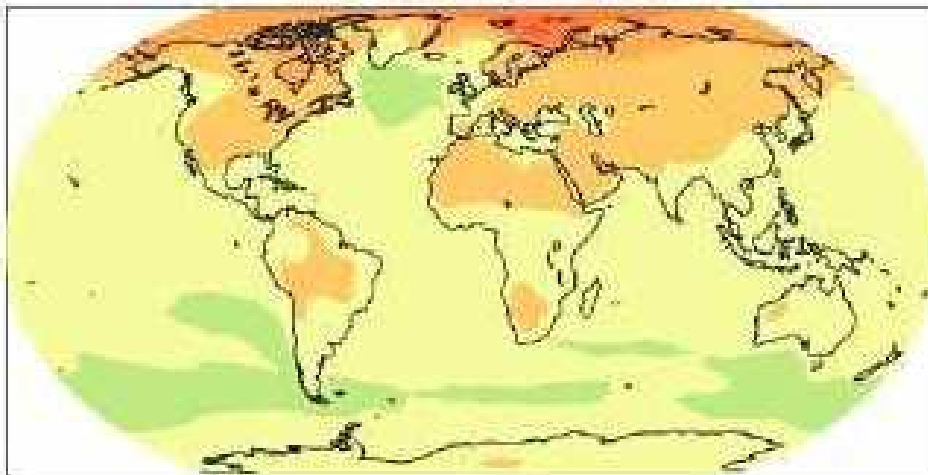


B1: 2090-2099

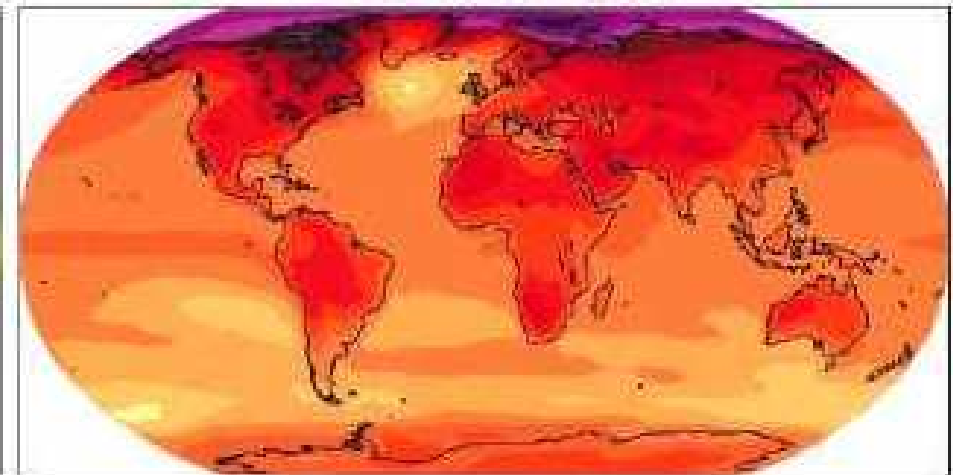


Gdy emisja gazów cieplarnianych wzrośnie dwukrotnie

A1B: 2020-2029

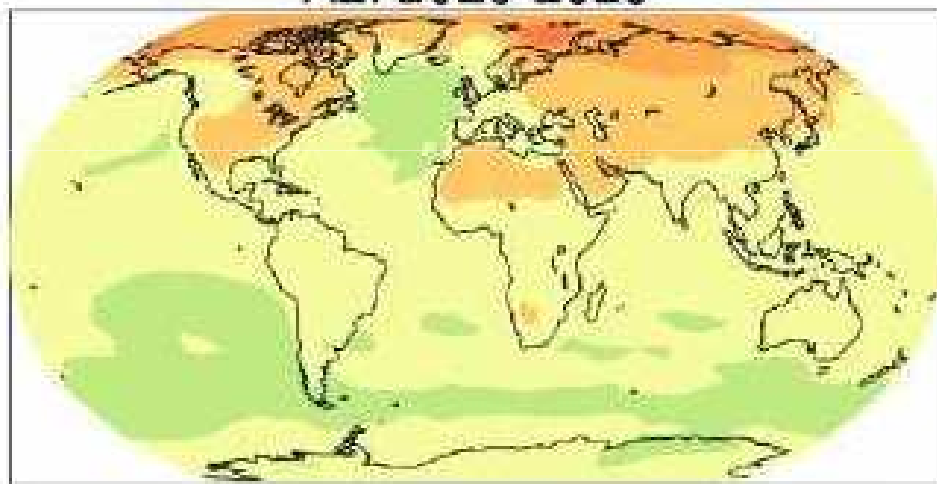


A1B: 2090-2099



Gdy emisja gazów cieplarnianych wzrośnie czterokrotnie

A2: 2020-2029



A2: 2090-2099

