

## Dlaczego zimą jest ciepło, czyli o globalnych zmianach klimatycznych

Prof. dr hab. Grzegorz Karwasz, [Zakład Dydaktyki Fizyki UMK](#)

Wykład ten jest zmodyfikowaną wersją wykładów na temat efektu cieplarnianego przygotowanych dla Politechniki w Mediolanie oraz International Environment Studies Center Uniwersytetu Bałtyckiego – Politechniki Gdańskiej w latach 1995-97 roku (stąd niektóre dane dotyczące zmian temperatur ograniczają się do przedziału czasowego do 1993 roku) oraz wykładów monograficznych na Uniwersytecie w Trydencie oraz Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku w latach 2000-2002 na kierunku „Fizyka” i „Fizyka z ochroną środowiska”. Wykład ten był wygłaszany przy licznych okazjach, np. w 2004 roku w Trydencie na zaproszenie tamtejszego Wydziału Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego. Materiały pochodzą ze źródeł powszechnie dostępnych, w tym Agencji ds. Atmosfery i Oceanu (NOAA).

W 1996 roku na łamach „Scientific American” (i jego polskiej wersji, „Świecie Nauki”) pojawił się artykuł D. Schneidera bagatelizujący zmiany klimatyczne. W odpowiedzi, przesłałem do „ŚN” tekst, parafrazujący ówczesny dowcip z serii „Radio Erewań”: „Czy Związek Radziecki przygotowuje się do wojny? Nie! Związek Radziecki walczy o pokój! I jest to walka tak zażarta, że po jej zakończeniu nie pozostanie kamień na kamieniu!”

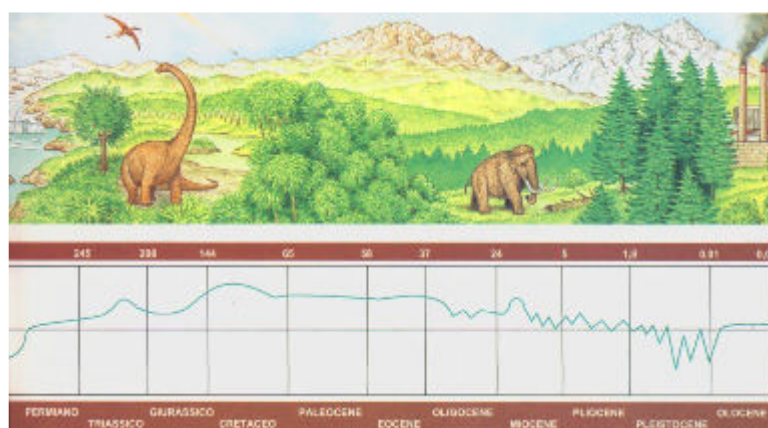
- Czy grozi nam globalne ocieplenie, a przez to podniesienie się poziomu mórz?
- Nie! globalne ocieplenie nam nie grozi, a raczej globalne oziębienie (w Europie, o ile zatrzyma się Golfstrom). A globalne zalanie grozi nie nam, ale Filipinom czy Indiom (krajom znacznie ludniejszym niż Polska, a w 1997 roku również biedniejszym).

Na ironię losu, miesiąc po ukazaniu się tego listu w „ŚN”, w lipcu 1997 roku katastrofalna powódź nawiedziła Opole, Wrocław i spore obszary Polski, Czechosłowacji i byłej NRD.

Referat odpowiada na następujące wątpliwości (a w zasadzie pseudo-argumenty podnoszone przez zdeklarowanych przeciwników tezy o „antropomorficznym efekcie cieplarnianym”):

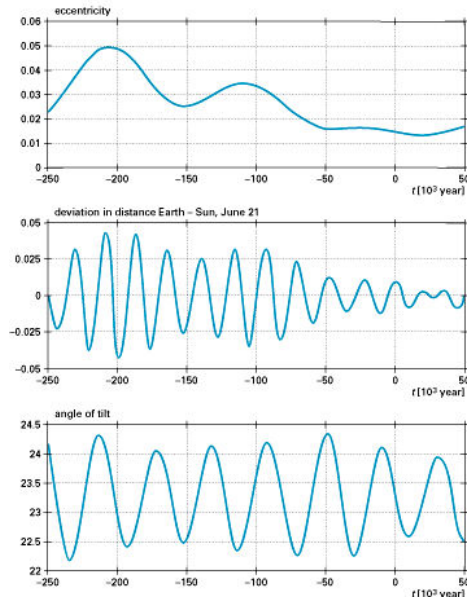
*1. Ziemia zawsze podlegała zmianom klimatycznym, a te obecne (o ile w ogóle mają miejsce) są znacznie mniejsze niż te z przeszłości.*

1a. Tak, zmiany klimatyczne zawsze miały miejsce i powodowały zmiany biologiczne na Ziemi, np. panowanie a następnie wymarcie dinozaurów



1b. Zmiany naturalne wiążą się np. z periodycznymi zmianami orbity Ziemi (tzw. cykle Milankovica), czyli ze zjawiskami o okresowości dziesiątek tysięcy lat. Przypuszczalnie powodują one np. cykle zlodowaceń.

W widmie zmian klimatycznych jest mnóstwo innych cykli, począwszy od dziennego i rocznego. Dla pogody charakterystyczne są zmiany 7-io dniowe (tzw. „synoptyczne”): jeżeli dziś jest niedziela i pada, to prawie na pewno cały tydzień będzie ładnie a zacznie padać w sobotę

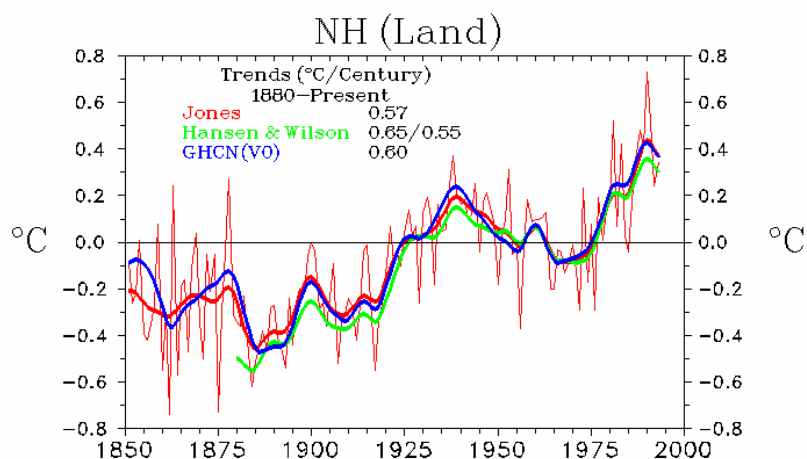


1c. Zmiany naturalne mogą się też wiązać, np. z cyklami plam słonecznych (11 lat). Na początku XVII wieku (okres wojny 30-letniej w Europie) odnotowano mniej plam słonecznych a jednocześnie odczuwalne obniżenie temperatury („mała epoka lodowcowa”. Dla odmiany, XI wiek naszej ery był stosunkowo cieplejszy – mówimy o „ociepleniu średniowiecznym” (możemy to ocenić z badań składu izotopowego lodu, osadów skorupiaków, osadów pyłków drzew, grubości słoje drzew itd.)

2. *Niby obserwuje się ocieplenie, a niektóre średnie temperatur wskazują na obniżenie temperatury.*

2a. Właśnie! To znakomicie pokazuje, jak skomplikowanym systemem jest atmosfera (plus hydrosfera i litosfera) Ziemi.

2b. Właściwa ocena zmian klimatycznych wymaga obserwacji *właściwych* średnich. Czyli: nie średnia temperatura od stycznia do czerwca, ale średnia temperatura zimy, a jeszcze lepiej średnia temperatura nocna w zimie, najlepiej na półkuli północnej (ta zdecydowanie rośnie!) i średnia temperatura dzienna w lecie (ta może maleć, ze względu na większe zachmurzenie w warunkach efektu cieplarnianego).

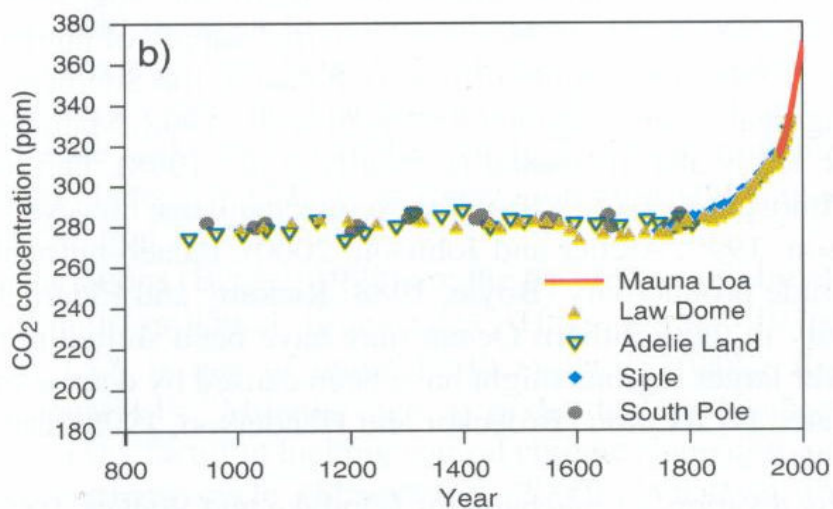


### 3. Podobno efekt cieplarniany istnieje od zawsze?

3a. Tak! I właśnie dzięki niemu możliwe jest życie na Ziemi. Bez efektu cieplarnianego średnia temperatura na Ziemi (średnia na całym globie, po wszystkich porach roku), byłaby niższa o 33°C. Średnia temperatura wynosiłaby więc -18 °C a nie +15 °C, co czyni różnicę między „Ziemią średnio globalnie zlodowaciałą, a średnio pokrytą oceanami płynnej wody”.

3b. Ten „samoistny” efekt cieplarniany jest wynikiem specyficznego składu atmosfery ziemskiej: dużo pary wodnej (do 4% wagowo, przy “100% wilgotności” – względnej) i mało CO<sub>2</sub> (naturalnie 0,27‰). Na Marsie jest mało pary wodnej i mimo że jest sporo CO<sub>2</sub>, naturalny efekt cieplarniany wynosi zaledwie +3°C.

3c. Problem w tym, że wskutek działalności przemysłowej człowieka, ilość CO<sub>2</sub> w atmosferze w przeciągu ostatnich 150 lat wzrosła o ponad ¼ (dziś wynosi 0,34‰). Nie wiemy, na ile ten wzrost tłumaczy się na wzrost temperatury. Bezpieczna ocena mówi, że temperatura średnia od 1900 roku na Ziemi wzrosła o około 0,2-0,6°C. Czy to dużo? Niby nie, ale między epoką lodowcową i między-lodowcową średnia temperatura różni się o mniej niż 5 °C.

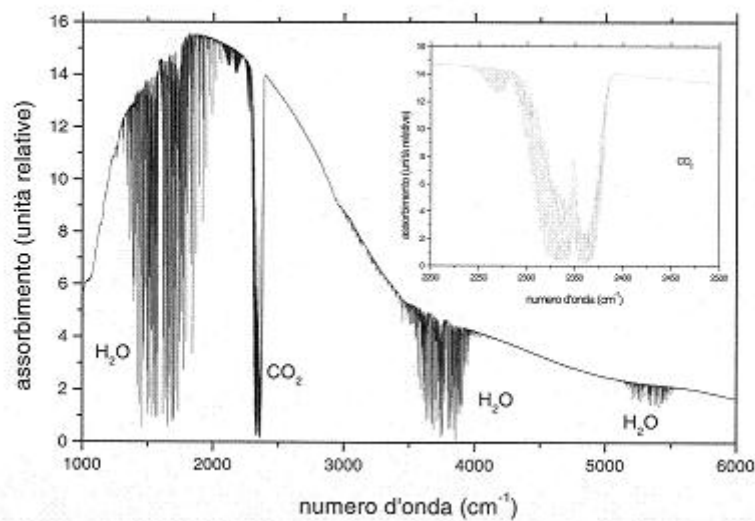


#### 4. A co ma CO<sub>2</sub> do efektu cieplarnianego?

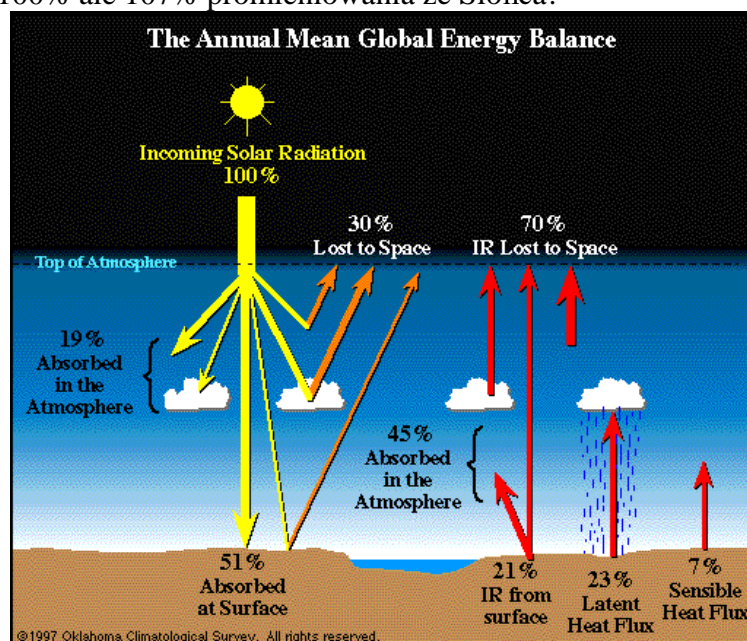
4a. Fenomen atmosfery ziemskiej polega na tym, że składa się ona głównie z azotu i tlenu, cząsteczek gazów dwuatomowych. Dzięki temu atmosfera jest przezroczysta (cząsteczki dwuatomowe nie absorbują światła ani w zakresie widzialnym, ani w podczerwonym).

Cząsteczki wieloatomowe, w tym CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O absorbują światło w zakresie podczerwonym. Wynika to z ich specyficznej budowy – np. woda pochłania bardzo efektywnie promieniowanie mikrofalowe: nie należy podgrzewać w kuchence mikrofalowej suchych potraw, np. ziaren, bo grozi to zniszczeniem kuchenki (promieniowanie nie jest absorbowane i trafia z powrotem do lampy generującej mikrofałe).

4b. Co więcej: widma absorpcji H<sub>2</sub>O i CO<sub>2</sub> wzajemnie się uzupełniają – nazywamy to w naszym wykładzie „podwójną pierzynką”.



4c. Gwoli ścisłości należy dodać, że mechanizm „ekranowania” Ziemi przez gazy cieplarniane jest skomplikowany. Wystarczy powiedzieć, że specyficzny „ping-pong” promieniowania między powierzchnią Ziemi a atmosferą powoduje, że na powierzchnię Ziemi dociera nie 100% ale 107% promieniowania ze Słońca!

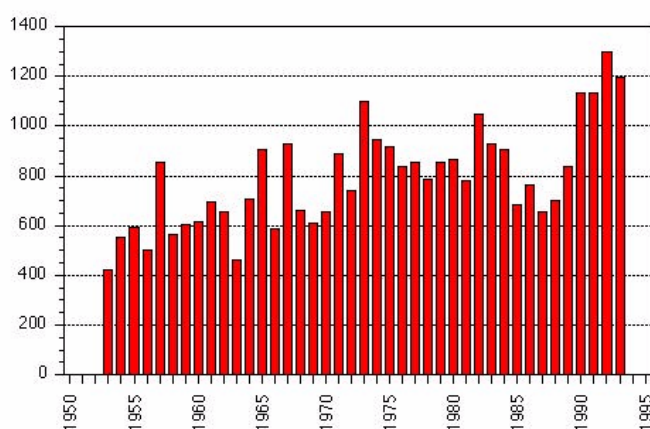


5. *No, ale akurat dla Polski ocieplenie byłoby korzystne. Zużyjemy mniej gazu do ogrzewania.*

5a. Niestety, nie jest to takie proste. Globalne ocieplenie nie oznacza wzrostu temperatury wszędzie i akurat tam gdzie chcemy. Globalne ocieplenie, oznacza że do maszyny termodynamicznej zwanej atmosferą trafia więcej energii. Tak, jakby do fiata126 nalać benzyny od ferrari. Wcale szybciej nie pojedzie, a może eksplodować!

5b. Globalne ocieplenie więc jest to pewność gwałtowniejszych (w sensie ich amplitudy, szybkości i częstości) zmian pogodowych. O czym świadczy rosnąca ilość tornado w USA, większe fale przyływowe w Wenecji („acqua alta”), częstsze zaburzenia klimatyczne typu „El Nino” na Pacyfiku czy dłuższe okresy suszy w Australii.

**NUMBER OF OBSERVED TORNADOES - U.S.**



6. *No trudno! Jakoś się przyzwyczaimy.*

Tak! Tylko ile to będzie kosztować i czy akurat nas na to stać?