

# EFEKT CIEPLARNIANY I GLOBALNE OCIEPLENIE

Wojciech Karmowski

Kraków 2020

## 1. Wstęp

W ostatnich latach jesteśmy świadkami istotnego podnoszenia się temperatury powierzchni Ziemi. Najlepiej widocznym dowodem na to jest zmniejszanie się pokrywy lodowej i śnieżnej w strefach polarnych czy w wysokich górach. Ośrodki narciarskie w Alpach i w Tatrach mają zasadnicze problemy z utrzymaniem pokrywy śnieżnej. Proces ocieplania klimatu rozpoczął się od rewolucji przemysłowej XIX wieku i od tej chwili średnia temperatura Ziemi wzrosła o 1°C. W historii Ziemi wielokrotnie były okresy zarówno znacznego oziębienia jak i ocieplenia klimatu. Zmiana temperatury następowała jednakże na tyle powoli, iż pozwalała przyrodzie ożywionej na dostosowanie się do nowych warunków. Niemniej, w pewnych okresach powodowało to masowe wymieranie jednych gatunków fauny i flory robiąc miejsce innym organizmom. Dochodziło nawet do gwałtownych zmian klimatu. Przykładem tego jest upadek komety lub planetoidy z przełomu kredy i paleogenu sprzed 66 mln, co spowodowało powstanie krateru Chicxulub. Gwałtownie ochładzający się klimat doprowadził do szybkiego i masowego wymierania m.in. dinozaurów.

Obecnie wzrost temperatury, w „krótkim czasie” kilkudziesięciu lat, o dalszy jeden stopień spowoduje istotne zaburzenie globalnej równowagi klimatu. Już nastąpił wzrost średniej temperatury w Arktyce o 3°C od 1920 roku, a średniej zimowej aż o 7°C. Dalsze skutki tego dla całej Ziemi będą niezwykle istotne. Dotychczas ludzkość przystosowała się skutecznie do aktualnie panujących warunków. Między innymi wynikiem tego jest gwałtowny wzrost liczby ludności. W przeciągu około 60 lat liczba ludności świata wzrosła z 4.2 miliarda do 7.4 miliarda. Na danym terenie rolnictwo może jednak zaspokoić potrzeby żywnościowe przy wąskim zakresie temperatur, wilgotności i poziomu wód gruntowych. Człowiek również dostosował się do stałych warunków klimatycznych. Podwyższenie temperatury spowoduje np. fale upałów, wichury dewastujące budynki, narażając mieszkańców na utratę zdrowia, a nawet życia, czy utratę substancji mieszkaniowej. Mogą zostać również znacznie zmienione strefy klimatyczne, które przesuną się ku biegunom ziemskim. Wywoła to ogromne klęski żywiołowe takie jak cyklony, powodzie, lawiny czy susze. Bardzo prawdopodobne, że w wyniku globalnego ocieplenia wymrze mnóstwo gatunków zwierząt i roślin. Wzrost średniej temperatury powietrza nad powierzchnią Ziemi o 2°C doprowadzi do stopienia lodowców biegunowych, w efekcie czego poziom wody podniesie się o 70 m, Ziemi może więc grozić potop. Wzrost poziomu morza zagrozi najgęściej zaludnionym jej rejonom. Woda powstała po stopieniu lodów Grenlandii i Antarktydy wystarczy, aby zalane zostały: Londyn, Hamburg, Kopenhaga i Sztokholm, Wenecja, większość Belgii, prawie cała Holandia i Dania, ogromne obszary Bangladeszu, a w przypadku Polski zniknąłby Szczecin, Koszalin, Słupsk, większość Gdyni i Gdańsk,

Malbork, Elbląg, a nawet Grudziądz. W interglacjale emskim, 120 tysięcy lat temu, temperatura była o 1 stopień wyższa niż dziś i poziom oceanów był wyższy o 6 metrów. Ludność zamieszkała na terenach zatopionych, a tam jest ich szczególnie dużo, będzie poszukiwać miejsca do życia na wyżej położonych obszarach. Będziemy świadkami gwałtownej migracji, powodującej liczne konflikty społeczne. Wystąpi ona również w Europie wskutek niszczenia, i tak już mało wydajnego, rolnictwa w Afryce. Szok termiczny może wywołać także poważne zakłócenia w funkcjonowaniu ekosystemów leśnych w naszej strefie klimatycznej, gdyż lasy iglaste, typowe dla Polski, mogą nie wytrzymać większych temperatur. Zaburzeniu ulega również równowaga biologiczna. Wzrasta populacja organizmów szkodliwych dla człowieka np. w Polsce groźnych kleszczy.

Przewiduje się również zjawisko łatwiejszego rozprzestrzeniania się chorób zakaźnych, co w świetle ostatnio panującej epidemii COVID-19 stanowi groźne memento. Liczne obszary mogą nie nadążać za zmianami klimatu powodując chaos gospodarczy, organizacyjny a przez to ogólnie społeczny. Istnieje pogląd, iż odległym skutkiem zmian klimatu po wybuchu wulkanu Krakatau w 1883 roku i następujących potem problemów gospodarczych była I wojna światowa. Widać jak niewielkie zmiany klimatu na Ziemi mogą spowodować katastrofalne perturbacje. Obecnie, przy krytycznej liczbie ludności, taka fluktuacja może mieć tragiczne skutki. Doniesienia w prestiżowym czasopiśmie naukowym *Nature* wskazują, że ocieplenie o 1.5°C może nastąpić około 2030 roku, a o 2°C ok. 2045 roku. Według ONZ mamy 12 lat, by zapobiec katastrofie. Nawet, jeśli uda się powstrzymać wzrost temperatury do 1.5°C, to i tak nastąpi nieodwracalna utrata wielu ekosystemów i nasilenie występowania zjawisk ekstremalnych.

Przewidywane odtajenie wiecznej zmarzliny na wielu obszarach spowoduje powstanie zabagnień i dodatkowe uwalnianie gazów cieplarnianych: CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub>. Ocean Arktyczny będzie praktycznie wolny od lodu. Wieczna zmarzlina Syberii, Alaski i północnej Kanady zacznie emitować te gazy. Zdestabilizują się zasoby podmorskich hydratów metanu (już teraz w Oceanie Arktycznym pojawiają się kilometrowe kolumny pęcherzyków metanu). Szacuje się, że w dnie tego oceanu zalega ponad 1000 Gt metanu, co odpowiada trzech tysiącom lat obecnych jego emisji. Niekontrolowane uwalnianie tak potężnych zasobów dramatycznie nakręci spiralę zmian klimatu.

Uwolniony dwutlenek węgla trwa w atmosferze setki tysięcy lat. Oczywiście w przypadku spadku jego zawartości zjawisko przebiega w odwrotnym kierunku. Taka sytuacja wystąpiła pod koniec prekambriu. Być może erozja krzemianów doprowadziła do wiązania dwutlenku węgla w glebie. Istniały już wtedy na Ziemi zdolne do fotosyntezy bakterie, które są w stanie wiązać CO<sub>2</sub> produkując związki organiczne. Wtedy Ziemia zamarzła, jej średnia temperatura mogła wynosić nawet -50°C, i stała się ona „kulą śnieżką”. Dwutlenek węgla rozpuszcza się w ogromnych ilościach w oceanach, gdzie pochłaniają go glony. Jednak pokrycie oceanów lodem zablokowało kontakt atmosfery z hydrosferą, a na lądach lód całkowicie zasłonił grunt. Przez wiele tysięcy lat cały dwutlenek węgla, wyrzucany co jakiś czas przez wulkany, pozostawał w atmosferze. Jeżeli niewielki fragment oceanu uwolnił się od białej pokrywy (wybuch wulkanu), to zaczął przyjmować coraz więcej słonecznego ciepła. Pojawiło się zjawisko ocieplania, które w czasie około tysiąca lat uwolniło całą planetę od lodu. Przykład ten wyjaśnia jak różnorodnie przebiegały gwałtowne (w skali czasu Ziemi)

procesy przejścia jednego stanu metastabilnego w inny. Niewielka zmiana parametrów układu powodowała przeskok.

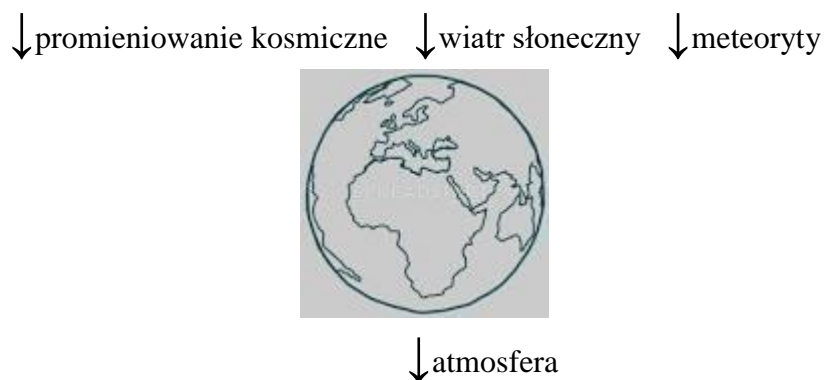
Uważam, iż bez względu na rozmaite poglądy na temat zmian klimatu i ich wpływu na współczesną cywilizację, ryzyko nadchodzącej katastrofy wymaga podjęcia drastycznych kroków dla jej powstrzymania, nawet jeżeli zaprezentowane poniżej argumenty nie są oczywiste. W moim przekonaniu są one jednak dostateczne.

Przedstawione rozważania opierają się w znacznym stopniu na informacjach zebranych w literaturze (w dużej mierze przez prof. Szymona Malinowskiego i jego zespół współpracowników z Instytutu Geofizyki Uniwersytetu Warszawskiego).

## 2. Zjawisko efektu cieplarnianego

*Efekt cieplarniany jest to zmiana średniej temperatury rocznej pod wpływem zmian zawartości gazów w atmosferze ziemskiej.*

Aby to przeanalizować rozważmy Ziemię, jako układ zamknięty, czyli niewymieniający materii z otoczeniem. Niewielkie zmiany ilości materii zilustrowane są na poniższym rysunku.



Efekty te są do zaniebdania. Prawie całkowity kontakt energetyczny z otoczeniem pochodzi z wymiany poprzez promieniowanie elektromagnetyczne. Pomijając znikomy efekt zaćmień Słońca, dostarcza ono stały strumień fotonów. Wraz z ciepłem wnętrza Ziemi (głównie barysfera) nagrzewają one powierzchnię Ziemi. Równocześnie promieniuje ona z powierzchni falę elektromagnetyczną w kosmos. Ustala się wobec tego temperatura równowagi. Oczywiście mówimy o temperaturze uśrednionej po dobie.

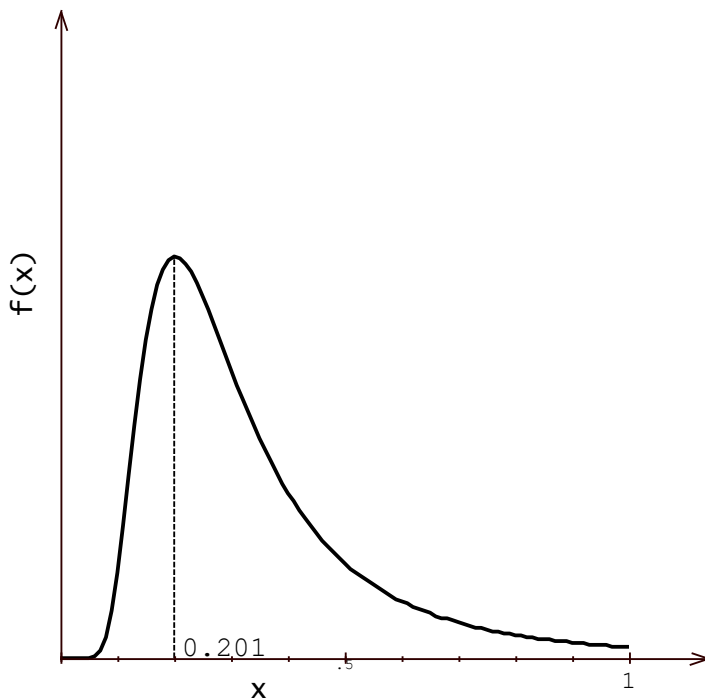
*Zjawiska fizyczne związane z promieniowaniem elektromagnetycznym podlegają prawom fizyki kwantowej i to one są przyczyną obserwowanego efektu cieplarnianego.*

Rozkład emisji tego promieniowania wyraża się prawem Plancka

$$I(\lambda, T) = 2\pi c^2 h \frac{\lambda^{-5}}{1 - \exp\left(\frac{ch}{\lambda k T}\right)}$$

W powyższym kwantowym wzorze wielkość ta jest funkcją długości fali promieniowania ( $\lambda$ ) i temperatury bezwzględnej ( $T$ ), gdzie ( $h$ ) to stała uniwersalna Plancka a ( $k$ ) stała Boltzmann'a przeliczenia jednostek (kelwinów na dżule). Intensywność ta zmienia się według funkcji, której wykres pokazano na poniższym rysunku:

$$f(x) = \frac{x^{-5}}{1 - e^{-x}}$$



Jak widać maksimum promieniowania przypada na  $x=0.201$ . Przyczynek energii przypadający na infinytesymalny przedział ( $d\lambda$ ) wyraża się poprzez

$$dP(\lambda, T) = I(\lambda, T) d\lambda$$

Całkowity strumień promieniowania, jako funkcja temperatury to:

$$P(T) = \int_0^{\infty} d\lambda I(\lambda, T) \quad P(T) = \frac{2\pi^5}{15c^2 h^3} k^4 T^4,$$

natomiast temperatura, przy której osiągane jest maksimum wyraża się poprzez

$$\lambda_{max} T = 0.201 \frac{ch}{k}$$

Podstawiając tutaj odpowiednie wartości stałych otrzymujemy:

$$T(\text{Słońca}) = 5700\text{K}$$

$$\lambda_{max}(\text{Słońca}) = 508\text{nm}$$

$$T(\text{Ziemi}) = 290\text{K} \quad \lambda_{\max}(\text{Ziemi}) = 10\mu\text{m}$$

Wynika stąd, iż odbierane ze Słońca promieniowanie to głównie światło widzialne (508 nm to zieleń), natomiast emitowane przez Ziemię to daleka podczerwień. Obydwa rodzaje promieniowania przechodzą przez atmosferę ziemską, która modyfikuje ich ilość. Atmosfera ziemska składa się z azotu (78%), tlenu (21%), argonu (1%), dwutlenku węgla (0,04% - w 2019r.) i wody (przy powierzchni 1-4%). Do tego dochodzą: metan, wodór, tlenki azotu, ozon i związki siarki. Dla wszystkich tych gazów atmosfera jest niemal przezroczysta dla światła słonecznego. Wynika to z faktu, iż nie mają one intensywnych linii widmowych w jego zakresie lub występują one w niewielkich ilościach (argon). Sytuacja drastycznie się zmienia, gdy rozważymy promieniowanie opuszczające Ziemię. Wszystkie atomy i molekuly przypominają jeden z czterech tworów geometrycznych tj.

<b>0D</b>	punkt	(np. <b>Ar</b> )
<b>1D</b>	odcinek	(np. <b>N<sub>2</sub></b> , <b>O<sub>2</sub></b> , <b>H<sub>2</sub></b> )
<b>2D</b>	figura płaska	(np. <b>H<sub>2</sub>O</b> , <b>CO<sub>2</sub></b> , <b>O<sub>3</sub></b> , <b>SO<sub>2</sub></b> , <b>N<sub>2</sub>O</b> )
<b>3D</b>	bryła	(np. <b>CH<sub>4</sub></b> )

Każda z nich ma moment bezwładności (zależny od osi). Jego wartość znacznie rośnie wraz z powiększaniem się wymiaru przestrzeni, do której należą. Obiekty te mogą wykonywać ruch obrotowy, mają wobec tego energię ruchu obrotowego (rotacyjną). Jest ona skwantowana i wyraża się wzorem

$$E_{rot}(J) = \frac{h^2}{8\pi^2 I} J(J + 1)$$

Parametrem tej funkcji jest liczba kwantowa przybierająca wartości naturalne, natomiast symbol **I** oznacza moment bezwładności bryły. Molekuly mające niezerowy moment dipolowy mają również energię związaną z drganiami oscylacyjnymi atomów je budujących. Można ją wyrazić jako

$$E_{osc}(n) = \left( n + \frac{1}{2} \right) h\nu$$

Parametr **n** będący liczbą naturalną numeruje poziomy drgań atomów dipola. Molekuly N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> i H<sub>2</sub> są niepolarne i nie mają momentu dipolowego. Tak się przypadkiem złożyło, że gazy trój i czteroatomowe mają różnice poziomów energetycznych w takim zakresie, że spełniona jest relacja

$$\Delta E = h\nu$$

dla częstości odpowiadających promieniowaniu podczerwonemu Ziemi. Występuje wobec tego znaczny przekrój czynny na pochłanianie jego przez te gazy. Jest to drugi efekt

kwantowy w tym zjawisku. Po znikomym czasie molekula oddaje ten foton i tu występuje trzeci efekt kwantowy, „nie pamięta” ona skąd przyszedł foton, więc oddaje w kierunkach dowolnych. W przypadku tym Ziemia jest prawie płaska, więc połowa promieniowania uchodzi w kosmos, a druga połowa wraca do Ziemi. Mamy tutaj do czynienia z układem „lusterek półprzepuszczających”. Te dodatkowe fotony powodują, że równowaga termiczna ustala się na wyższym poziomie. **I to jest efekt cieplarniany.** Wszelkie rozważania termodynamiczne na temat równowagi atmosfery nie mają tutaj zastosowania. Jest to efekt optyczno-kwantowy.

Najważniejsze gazy cieplarniane (ang. *greenhouse gas*) to:

- para wodna (H<sub>2</sub>O)
- dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>)
- metan (CH<sub>4</sub>)
- podtlenek azotu (N<sub>2</sub>O)

Do tego dochodzą produkowane przez człowieka: freony (CFC), halon i inne gazy przemysłowe.

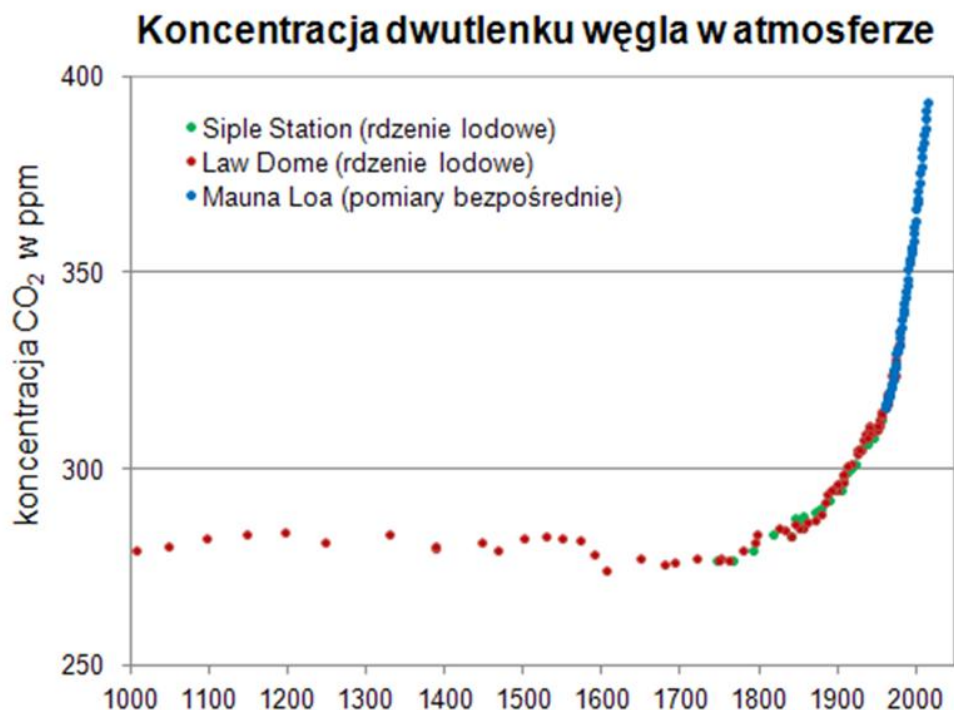
Najsilniejszym gazem cieplarnianym jest metan. Jego potencjał cieplarniany jest wielokrotnie większy niż dwutlenku węgla, jednakże jego udział (ze względu na jego małe stężenie około 2 ppm) jest niewielki. Następnym odpowiedzialnym jest dwutlenek węgla (obecne stężenie około 400 ppm). Jego emisja wskutek spalania materii organicznej jest kompensowana przez takie procesy naturalne jak wietrzenie skał czy fotosynteza. Przed początkiem okresu masowego spalania paliw kopalnych ilość dwutlenku węgla była na poziomie 270 ppm przez ostatnie 10 000 lat między maksimum ostatniego zlodowacenia a początkiem rewolucji przemysłowej. Ma on decydujący wpływ na ilość pary wodnej, która ze względu na jej dużą zawartość w atmosferze, stanowi największy efekt cieplarniany. Głównym źródłem pary wodnej w atmosferze jest parowanie oceanów. Jej zawartość w atmosferze jest stała, ewentualny fluktuacyjny jej wzrost jest likwidowany przez opady. Jednak nadwyżka zawartości CO<sub>2</sub> powoduje dodatnie sprzężenie zwrotne.

- ↑ rosnąca temperatura,
- ↑ większe parowanie,
- ↑ większy efekt cieplarniany,
- ↑ topnienie lodu,
- ↑ wzrost zawartości metanu i dwutlenku węgla uwięzionego w lodzie,
- ↑ pochłanianie ciepła przez rosnące obszary zielonych terenów (spadek albedo – śnieg około 70%, pola i lasy 20%),
- ↑ i od początku.

### **3. Zjawisko globalnego ocieplenia**

*Globalne ocieplenie jest to dodatni efekt cieplarniany obserwowany w ostatnich 150 latach, a spowodowany działalnością człowieka.*

Analiza rdzeni lodowych pokazuje, że w ciągu ostatnich 800 000 lat (do rewolucji przemysłowej) koncentracja dwutlenku węgla w atmosferze wahała się w granicach od 170 ppm (podczas epok lodowcowych) do 300 ppm (podczas interglacjałów). Od roku 1750 nastąpiło znaczne zwiększenie jego stężenie do 400 ppm. Już w XIX stuleciu Svante Arrhenius), wyznaczył związek pomiędzy koncentracją gazów cieplarnianych w atmosferze, a temperaturą przy powierzchni Ziemi. Poniższy wykres pokazuje zmianę ilości węgla w atmosferze w przeciągu ostatnich 1000 lat.



Do źródeł emisji powodowanych działalnością człowieka zalicza się przede wszystkim:

- spalanie paliw kopalnych,
- produkcja cementu i innych substancji z węglanów,
- wylesianie i wysuszenie mokradeł.

Rozpoczął się również szybki wzrost koncentracji metanu w atmosferze. W 2017 r. stężenie  $\text{CH}_4$  wyniosło 1860 ppb i jest to wzrost o 157% względem 1750, a jest to gaz dający największy efekt cieplarniany. Do źródeł metanu związanych z działalnością człowieka zalicza się przede wszystkim:

- wydobycie i użycie paliw kopalnych,
- hodowlę przeżuwaczy,
- wysypiska i odpady,
- pola ryżowe,

- spalanie biomasy.

Koncentracja podtlenku azotu ( $N_2O$ ) w 2017 r. średnio wyniosła 330 ppb, czyli o 22% więcej niż przed rewolucją przemysłową. Najistotniejszym jego źródłem jest rolnictwo (nawozy azotowe niepobrane przez rośliny są przekształcane przez mikroorganizmy).

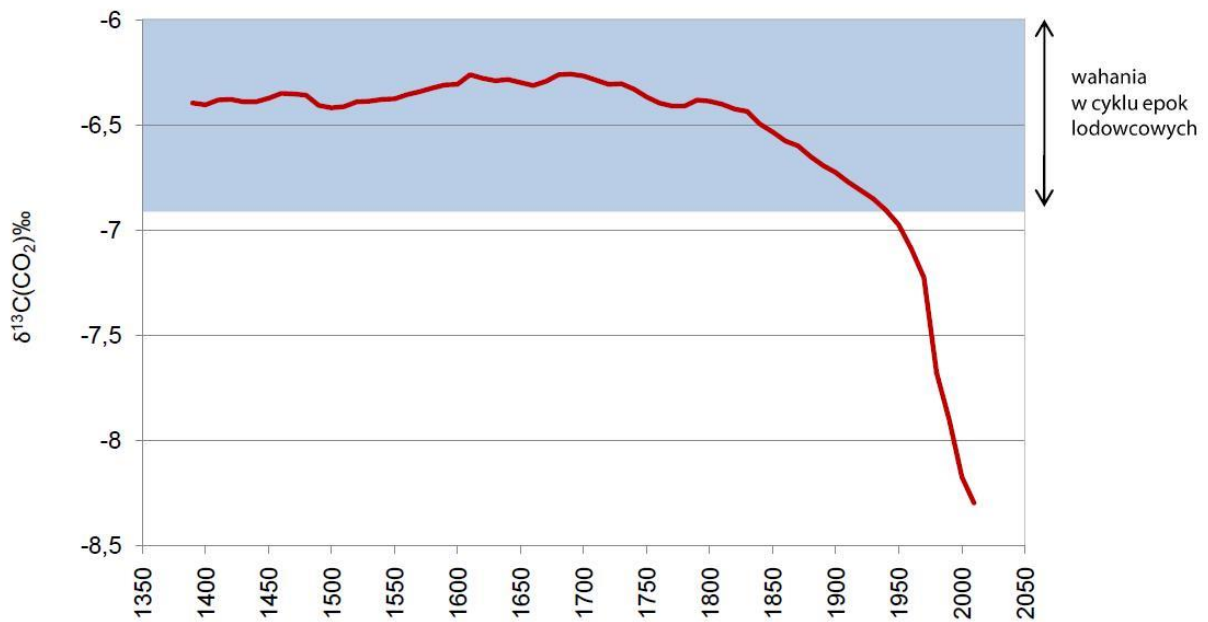
„Poligonem doświadczalnym” wpływu efektu cieplarnianego na klimat może być planeta Wenus, która ma gęstą atmosferę składającą się głównie z dwutlenku węgla. Bogata w ten gaz atmosfera generuje najsilniejszy efekt cieplarniany na planetach Układu Słonecznego, przez co temperatura na powierzchni sięga 460 C. Jest to wyższa temperatura niż na powierzchni Merkurego, mimo że Wenus jest prawie dwukrotnie dalej od Słońca i tym samym otrzymuje tylko 25% energii słonecznej, która dociera do Merkurego. Badania sugerują, że kilka miliardów lat temu atmosfera Wenus była bardziej podobna do ziemskiej, a na powierzchni prawdopodobnie występowały znaczne ilości wody w stanie ciekłym, ale odparowanie oceanów spowodowało lawinowo narastający efekt cieplarniany. Oby nie było tak z Ziemią.

#### **4. Argumenty za odpowiedzialnością człowieka za wzrost temperatury w ostatnich kilkudziesięciu latach**

- Rośnie kwasowość oceanów pochłaniających nadmiarowy  $CO_2$ . Gdyby źródłem emisji były same oceany, to zjawisko nie miałoby miejsca.
- Spada atmosferyczna zawartość  $O_2$  zużywanego w procesie spalania paliw kopalnych. Gdyby źródłem emisji były oceany, tlenu nie powinno ubywać.
- Satelity pokazują, że w kosmos ucieka coraz mniej energii niesionej przez fale o długościach absorbowanych przez gazy cieplarniane.
- Gdyby ocieplenie powodowały cykle aktywności słonecznej, atmosfera ogrzewałaby się równomiernie. Ociepla się tylko troposfera. Wyższe warstwy ochładzają się, bo spada ilość promieniowania docierającego do nich ze strony Ziemi.
- W atmosferze rośnie zawartość izotopu węgla  $^{12}C$  względem  $^{13}C$ . Źródłem dodatkowego  $CO_2$  są paliwa kopalne, zawierające proporcjonalnie więcej izotopu węgla  $^{12}C$  względem  $^{13}C$  niż materia nieożywiona. (rośliny chętniej absorbują  $^{12}C$ ).

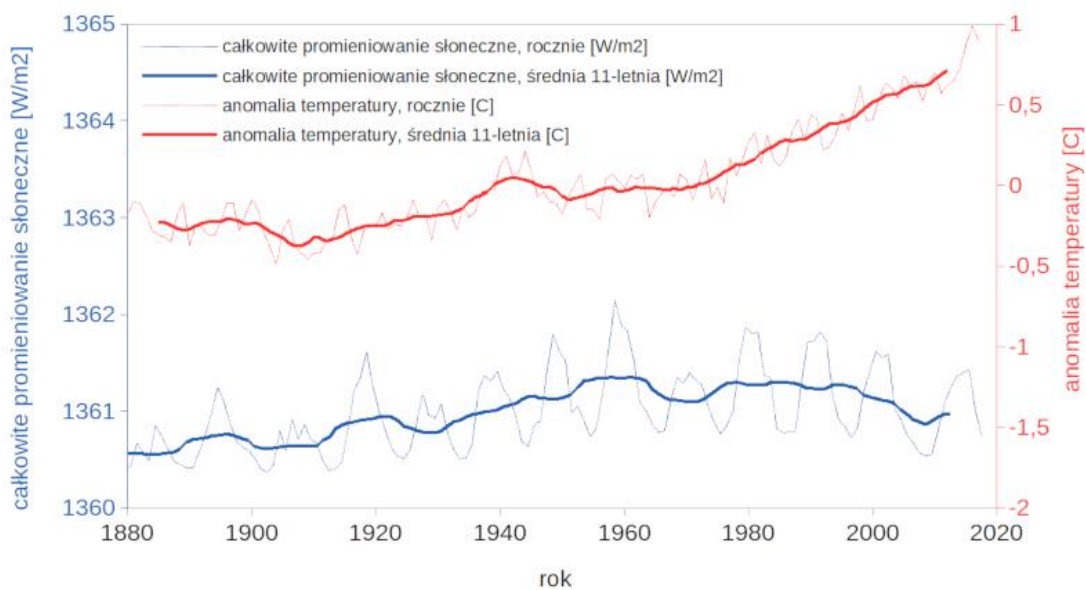


## Względna koncentracja węgla $^{13}\text{C}$ w stosunku do $^{12}\text{C}$



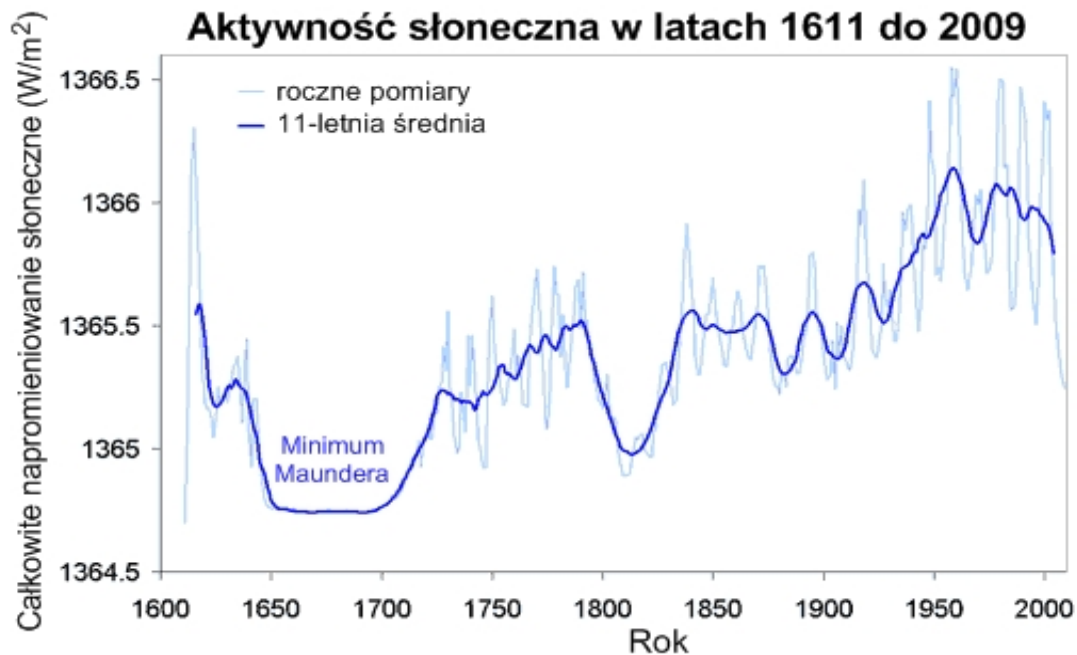
## 5. Argumenty za brakiem odpowiedzialności innych zjawisk za globalne ocieplenie

**Aktywność słoneczna** w ciągu ostatnich 35 lat spadała, a temperatura powierzchni Ziemi rosła (rysunek poniżej)



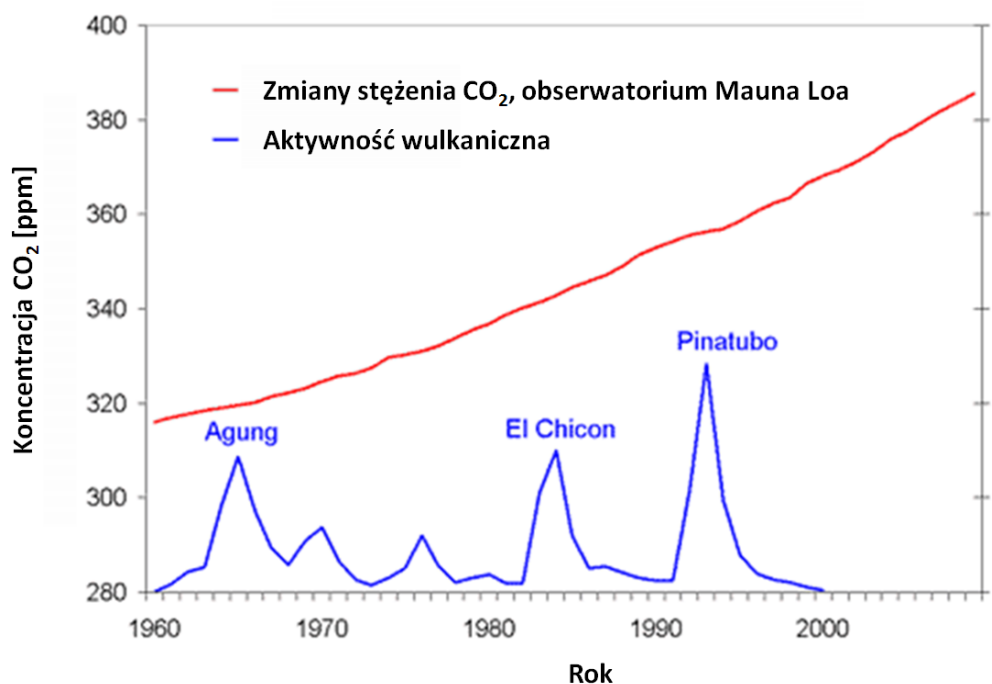
Symulacje komputerowe wskazują, że gdyby Słońce w XXI wieku weszło w następne Minimum Maundera, to spadek temperatury wywołany przez zmianę aktywności Słońca

byłyby znikomy w porównaniu do ocieplenia powodowanego przez produkowane przez ludzi gazy cieplarniane (rysunek poniżej).



Aktywność słoneczną można mierzyć przez zawartość berylu <sup>10</sup>Be w odwiertach lodolodów Grenlandii i Antarktydy. Jest on produkowany w atmosferze przez promieniowanie kosmiczne pochodzenia pozasłonecznego. Strumień cząstek tego promieniowania jest największy w okresach minimum aktywności Słońca - gdy słabnie jego pole magnetyczne, które osłania Ziemię i stanowi przeszkodę dla promieniowania kosmicznego. Inna metoda to pomiar koncentracji <sup>14</sup>C, który powstaje w górnych warstwach atmosfery Ziemi w wyniku oddziaływania promieniowania kosmicznego z <sup>14</sup>N. Gdy aktywność słoneczna maleje, powstaje więcej izotopu <sup>14</sup>C

**Aktywność wulkaniczna** ochładza planetę w krótkim czasie przez emisję do atmosfery aerozoli siarkowych, które odbijają w kosmos światło słoneczne. Są usuwane w ciągu 1-2 lat. Pokazuje to rysunek poniżej. Wybuch Pinatubo w 1991 roku obniżył średnią temperaturę powierzchni Ziemi o 0.2°C na kilka lat.



**Zmiany natężenia promieniowania kosmicznego.** W myśl hipotezy Svensmarka promieniowanie kosmiczne ma istotny wpływ na klimat. Z badań prowadzonych w CERN w trakcie eksperymentu CLOUD okazało się, że jądra kondensacji chmur zbyt słabo reagują na zmiany natężenia promieniowania kosmicznego, by miało to zauważalny wpływ na ich tworzenie, a co za tym idzie również na klimat.

## 6. Światowe reakcje na ideę efektu cieplarnianego

Według oficjalnych stanowisk wszystkich liczących się na świecie organizacji naukowych zajmujących się badaniem klimatu oraz Akademii Nauk 80 krajów, to ludzie powodują globalne ocieplenie. Konsensus jest przytłaczający. Oczywiście, istnieją pojedynczy naukowcy, którzy odnoszą się do tego sceptycznie. Jest ich jednak niewielu. 97% klimatologów aktywnie publikujących artykuły o klimacie jest zdania, że klimat się ociepla a powoduje to aktywność człowieka. Tezy te są zawarte w Piątym Raporcie IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). A to niektóre przykłady organizacji popierających tę tezę:

- American Geophysical Union
- American Institute of Physics
- American Physical Society
- European Federation of Geologists
- European Geosciences Union
- European Physical Society
- Royal Society of Canada
- Chińska Akademia Nauk

- Academie des Sciences
- Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina
- Indian National Science Academy
- Accademia dei Lincei (Włochy)
- Science Council of Japan
- Rosyjska Akademia Nauk
- Royal Society (Wielka Brytania)
- National Academy of Sciences (USA)
- Polska Akademia Nauk

Są jednak również głosy przeciwne, przedstawiane między innymi przez instytucje finansowane przez przedsiębiorstwa paliwowe, które przeznaczają setki milionów dolarów na promowanie poglądów negujących zagrożenie klimatyczne. Socjolog Robert Brulle twierdzi, że każdego roku na konto organizacji negacjonistycznych wpływa około 900 milionów dolarów. Jest to np. Oregon Institute of Science and Medicine. To ośrodek nieposiadający praktycznie fachowców z dziedziny klimatologii, a finansowany przez koncerny energetyczne. Narodowa Akademia Nauk (USA) wydała oświadczenie, że nie ma z nim nic wspólnego, i że w kwestii globalnego ocieplenia stoi na dokładnie przeciwnym stanowisku.

Exxon prowadził dziesięcioletnie obiektywne wewnętrzne badania globalnego ocieplenia. Wskutek potwierdzenia się niepokojących wniosków zagrażających jego interesom, zupełnie zmienił kierunek działań, obecnie dyskredytując badania własnych naukowców i twierdzi, iż modele te są bezużyteczne. Założono organizację Global Climate Coalition. Celem tej grupy lobbystycznej było blokowanie polityki ochrony klimatu i ograniczania emisji CO<sub>2</sub> i od 1989 do 2002 roku prowadziła kampanię propagandową i reklamową zasiewającą wątpliwości w kwestii uczciwości IPCC i wiarygodności jej dowodów naukowych. Wykupowano reklamy w największych czasopismach, np. w *Wall Street Journal* ogłoszenie stwierdzało, że obserwowane globalne ocieplenie to część naturalnego cyklu. Powoływano się przy tym na pracę Lloyda Keigwina. Ten zaprotestował, stwierdzając, że jego artykuł został przeinaczony i nie zgadza się z przedstawioną w reklamie tezą. Po wyborze George'a W. Busha na prezydenta USA, Exxon podjął liczne środki lobbingsowe na działania Białego Domu, a zatrudniane tam osoby postulowały także wycofanie się z protokołu z Kioto. Współpraca między Exxon i administracją Busha, mająca na celu podkreślanie niepewności w klimatologii i powstrzymywanie działań, wyszła na jaw w 2005 roku. Pod presją swoich udziałowców Exxon ogłosił w 2007 roku zaprzestanie finansowania organizacji negacjonistycznych. Jednak w latach 2007–2015 beneficjentami koncernu byli wybrani republikanie w Kongresie USA. Im przedsiębiorstwo przekazało 1.87 miliona dolarów. Administracja Donalda Trumpa zadeklarowała wycofanie kraju z Porozumienia Paryskiego i podejmuje działania na rzecz zniesienia ograniczeń dla emisji CO<sub>2</sub> z elektrowni, obcięcia funduszy na badania nad czystymi źródłami energii oraz wycofania standardów zużycia paliwa przez samochody. Nadzieją negacjonistów miał być także amerykański fizyk atmosfery Murry Salby, który rzekomo miał wykazać, iż za obserwowany w ostatnich dekadach wzrost koncentracji dwutlenku węgla odpowiadają przede wszystkim naturalne procesy. Swojej teorii Salby nie zdołał opublikować w recenzowanym czasopiśmie

naukowym. Naukowcomi udowodniono malwersacje finansowe i konflikt interesów i został zwolniony z uczelni.

Podobne działania są również w Polsce. Komitet Nauk Geologicznych, w swoim raporcie analizuje przyczyny zmienności klimatu, ale nie ma tam w ogóle wyjaśnienia tak szybkiej zmiany klimatu jak obecnie. W 2010 roku Leszek Balcerowicz stwierdził, że nie uważa ocieplenia za zagrożenie dla Polski, ale jako zagrożenie dla naszego kraju postrzega politykę klimatyczną. Założone przez niego Forum Obywatelskiego Rozwoju w 2014 roku wydało raport, w którym powołując się na Roberta Essenhigha, sponsorowanego przez przedsiębiorstwa paliwowe, podaje w wątpliwość ustalenia setek klimatologów. W kolejnych latach w raportach znalazły się antynaukowe stwierdzenia, jakoby temperatura nie ma tak dużego przyrostu, jak to przewidują naukowcy. W podobnym tonie wypowiedział się Ryszard Petru. Jarosław Kaczyński stwierdził, że emisje CO<sub>2</sub> nie mają żadnego znaczenia dla klimatu. Roman Giertych napisał, że lubi globalne ocieplenie i chętnie finansowałby jego postęp a senator Jan Maria Jackowski ocenił, że "ocieplenie to jakaś globalna psychoza". Witold Gadomski z „Gazety Wyborczej” w 2009 napisał, że obecne ocieplenie może mieć naturalne przyczyny, a walka z globalnym ociepleniem przypomina mu religię.

Niepokojącym zjawiskiem jest pomniejszanie, powiązanego ze zmianą klimatu, ryzyka. Jako ludzie nie jesteśmy przystosowani do reagowania na tego typu zagrożenia. Ludzie nie doceniają ryzyka związanego z globalnymi zagrożeniami w kontekście ich codziennego życia; zjawisko to zostało nazwane „dyskontowaniem ryzyka”. Zaprzeczanie zmianie klimatu może również wynikać z poglądów politycznych. Utarty jest stereotyp, że działania ochrony klimatu i środowiska związane są z poglądami lewicowymi. Publiczne wypowiedzi polityków negujące zmiany klimatu częściej pojawiają się wśród przedstawicieli prawicy.

## **7. Podsumowanie**

Przedstawione tezy, moim zdaniem, wystarczająco dokumentują wpływ człowieka na obserwowany efekt cieplarniany. Niestety proste środki zaradcze jak sadzenie lasów nie skompensują rosnących emisji dwutlenku węgla (500 mln drzew premiera Morawieckiego). Dziś posadzone drzewa za kilka dekad znajdą się cieplejszej strefie klimatycznej. Zgromadzony w lasach węgiel wróci do atmosfery w wyniku pożarów czy inwazji szkodników. Tylko lasy zdrowe i w wieku od 10 do 100 lat pochłaniają więcej CO<sub>2</sub>, niż emitują, a niektóre wręcz emitują dwutlenek węgla (młodniki, lasy stare - pełne butwiejącego drewna - czy wiatrołomy). Aby zlikwidować połowę nadwyżki CO<sub>2</sub> w atmosferze, trzeba by pokryć lasami obszar wielkości Europy i odczekać stulecie. Zalesienie połowy powierzchni uprawnej ziemi (co musiałoby przynieść klęskę głodu) obniżyłoby średnią temperaturę pod koniec XXI wieku zaledwie o ok. 0.25°C, wobec prognozowanego wzrostu temperatury rzędu 1-4°C.

Powstaje wobec tego pytanie. Co zrobić, by powstrzymać katastrofę cieplarnianą. Oczywiście pozyskiwać energię metodami niezwiększającymi jej globalnej ilości na Ziemi tzn. energię wiatru, przepływu rzek, przyptyków, elektryczną z ogniw fotowoltaicznych itd. Źródłem energii, do czasu jej wyczerpania, może być energia nuklearna nie produkująca

CO<sub>2</sub>. Uwalnia ona jednak dodatkowe ciepło do atmosfery i stwarza niebezpieczeństwo skażeń radioaktywnych w przypadku awarii czy zamachu. Jeżeli nawet powyższe działania będą zrealizowane, to należy się liczyć ze skutkami wtórnymi, polegającymi na zmianie strumieni przepływu ciepła, co może doprowadzać do zmiany klimatu i wywołać perturbacje przede wszystkim w rolnictwie i to w wielu rejonach świata.

Jedyną skuteczną metodą powstrzymania katastrofy wydaje się znaczne zmniejszenie zużycia energii przez poszukiwanie technologii oszczędniejszych energetycznie a przede wszystkim ograniczenie liczby ludności na Ziemi o połowę tak, aby odbyło się to metodami humanitarnymi. W przeciwnym przypadku może dojść do tego poprzez wzajemne wyniszczanie się narodów, czy epidemie powstające w obszarach zagęszczonych i rozprzestrzeniające się na cały glob. W ostatnich stu latach wszystkie (wbrew nazwie również hiszpanka) powstają w gęsto zaludnionych obszarach wschodniej Azji, a w Średniowieczu np. dżuma zbierała żniwo w miastach o dużym zagęszczeniu ludności. W tej sprawie potrzebny jest jednak ogólnoswiatowy konsensus.