

Aktualności (nie tylko) fizyczne

Podczas pisania tych aktualności (przełom listopada i grudnia) zapanowały w Polsce silne mrozy. Z drugiej strony nie jest wykluczone, że lekturze artykułu towarzyszyły lutowa odwilż, taka, jaką mieliśmy okazję obserwować poprzedniej zimy. Choć ani jedno, ani drugie nie jest dla nas niczym niezwykłym, to takie nagłe odmiany pogody budzą wątpliwości co do ewentualnych zmian klimatu dokonujących się na naszych oczach.

Od kilkudziesięciu lat jesteśmy straszeni tzw. efektem cieplarnianym. Według zwolenników tego poglądu klimat Ziemi będzie się stawał coraz cieplejszy ze względu na wzrastające w atmosferze stężenie dwutlenku węgla wywołane działalnością człowieka, głównie spalaniem paliw kopalnych. Większe stężenie CO₂ potęgowałoby normalne działanie atmosfery, która (upraszczając) działa jak szklarnia: przepuszcza światło słoneczne, a zatrzymuje podczerwone promieniowanie Ziemi. Nasza planeta pozbawiona atmosfery byłaby średnio o kilkanaście stopni zimniejsza. (Oczywiście gdyby zachowała to samo albedo, czyli stosunek natężenia światła odbitego do padającego. Jeżeli wraz z atmosferą pozbawilibyśmy Ziemię wody, to albedo zmalałoby i spadek temperatury mógłby być dużo mniejszy.)

Rzeczywiście, od mniej więcej stu lat średnia temperatura na Ziemi wykazuje trend wzrostowy. Czy jest to jednak dowodem obserwowania efektu cieplarnianego? Zwolennicy podkreślają, że od sześciuset lat nie było tak ciepło jak teraz. To prawda, ale dlaczego równie głośno nie przypominają, że dużo cieplej było od połowy XI do połowy XIV wieku, czyli w okresie odpowiadającym szczytowej ekspansji Wikingów docierających m.in. do Grenlandii (czyli Ziemi Zielonej w wolnym tłumaczeniu)? Obecne ocieplenie równie dobrze wygląda na powrót do normalności po tzw. małej epoce lodowcowej przełomu wieków XVI i XVII. Zimno było też w wieku XV, trochę cieplej (mniej więcej jak teraz) w późnym Renesansie i w okresie poprzedzającym Rewolucję Francuską. Rozbiory Polski przypadają na kolejną fazę ochłodzenia (z cieplejszym okresem Wiosny Ludów). W naszym stuleciu średnia temperatura rosła do końca lat pięćdziesiątych, po czym trend odwrócił się na kilkanaście lat.

W jaki sposób wyluskać z obserwowanej zmienności wpływ działalności człowieka? Specjaliści, zarówno zwolennicy, jak i przeciwnicy efektu cieplarnianego uważają, że jest to zadanie bardzo trudne, głównie z powodu złożoności oddziaływania atmosfery z biosferą i oceanami. Stawia to pod znakiem zapytania użyteczność symulacji wykorzystywanych do przewidywania zmian klimatycznych. Wydaje się, że jedynym rozsądnym podejściem jest zbieranie danych i poszukiwanie czynników mogących wpływać na klimat, wśród których stężenie CO₂ jest tylko jednym z wielu.

Statystycznie istotną współzmienną średniej temperatury udało się ustalić dla stężenia CO₂, aktywności wulkanicznej, rytmu *El Niño - La Niña* oraz aktywności Słońca mierzonej np. liczbą plam słonecznych lub długością cyklu słonecznego. Tylko ostatnia z wymienionych współzmiennych oraz „zakłócenia” związane z potężnymi wybuchami wulkanów są udokumentowane na przestrzeni dłuższej niż kilkadziesiąt lat. W szczególności znanym historycznym faktem jest bardzo mała liczba plam słonecznych w okresie małej epoki lodowcowej. Jak wiadomo, cykl słoneczny ma okres około 11 lat, ale jego długość zmienia się w granicach od kilku do kilkunastu lat, przy czym krótszym okresem odpowiada

większa liczba plam i, jak wiadomo od niedawna, większa aktywność Słońca wyrażająca się większą intensywnością wiatru słonecznego oraz większą tzw. stałą słoneczną, określającą strumień energii docierający z naszej gwiazdy na Ziemię. Po raz pierwszy związek między zmiennością Słońca a zmianami klimatycznymi zauważono na początku wieku XIX, obserwując jej korelację z cenami płodów rolnych. Ostatnie, ponowne jej odkrycie nastąpiło w 1991 roku [1].

Wydawałoby się, że jesteśmy w domu. Uwzględnienie *El Niño*, wulkanów, a zwłaszcza zmienności Słońca pozwala na bardzo dobre wytłumaczenie obserwowanej zmienności średniej temperatury Ziemi, pozostawiając nic lub bardzo niewiele na ewentualny wpływ emisji CO₂ przez człowieka. Dlaczego więc, od niedawna, korelacja między aktywnością Słońca a klimatem była ignorowana przez większość specjalistów? Powód jest bardzo prosty. Amplituda zmian stałej słonecznej okazuje się zbyt mała, aby wytłumaczyć amplitudę zmian średniej temperatury na Ziemi. Tym samym korelacja nabrała charakteru „astrologicznego” i przestała być zauważana przez „poważnych naukowców”.

Ale, kto szuka, ten znajdzie. Od początku lat osiemdziesiątych prowadzi się satelitarny monitoring globalnego zachmurzenia. Nikogo chyba nie zdziwi, że średnie zachmurzenie okazało się odwrotnie skorelowane ze średnią temperaturą. Im więcej chmur, tym większe albedo i niższa temperatura. Dodatkowo okazało się, że średnie zachmurzenie jest jeszcze lepiej (odwrotnie) skorelowane z aktywnością Słońca. Ale w jaki sposób cykl słoneczny może wpływać na zachmurzenie? Gdyby to jednak okazało się prawdą, to byłoby to równoważne odnalezieniu brakującego ogniwa klimatologii, gdyż wielkość zmian zachmurzenia odpowiada amplitudzie zmian średniej temperatury.

Wydaje się, że wyjaśnienie takie zostało znalezione [2]. Okazuje się, że średnie zachmurzenie jest skorelowane z intensywnością strumienia galaktycznego promieniowania kosmicznego, która jest odwrotnie skorelowana z aktywnością Słońca, ponieważ wiatr słoneczny jest naturalną ochroną przed tym promieniowaniem. Dodatkowo, spośród wielu przejawów wzrostu aktywności Słońca właśnie zmniejszanie się strumienia promieniowania kosmicznego najlepiej oddaje zmienność zachmurzenia [3]. Bezpośredni wpływ promieniowania kosmicznego na zachmurzenie nie został jeszcze udowodniony, ale uważa się, że promieniowanie kosmiczne, które jest głównym czynnikiem jonizującym atmosferę, może istotnie wpływać na proces tworzenia się chmur. Fakt zaakceptowania artykułu [3] przez najbardziej renomowane czasopismo fizyczne oraz umieszczenie skrótu informacji w rozsyłanym pocztą elektroniczną biuletynie *Physics News Update*, wydawanym przez American Institute of Physics, wydaje się świadczyć o „zmianie klimatu” wokół zmian klimatu.

W ciągu kilkunastu lat przekonamy się, czy uznanie emisji CO₂ przez człowieka za czynnik wywołujący istotne globalne ocieplenie klimatu nie okaże się największą pomyłką globalnej nauki, niestety również jeżeli chodzi o jej globalne konsekwencje.

Piotr ZALEWSKI

- [1] E. Friis-Christensen, K. Lassen, *Science* **254** (1991) 698; K. Lassen, E. Friis-Christensen, *J. Atm. Terr. Phys.* **57** (1995) 835.
- [2] H. Svensmark, E. Friis-Christensen, *J. Atm. Terr. Phys.* **59** (1997) 1225.
- [3] *Influence of Cosmic Rays on Earth's Climate*, H. Svensmark, *Accepted by Phys. Rev. Lett.* 15th Oct. 98.