

Kosmiczny klimat

Ostatni rok minionego właśnie stulecia obfitował w anomalie pogodowe. Katastrofalne powodzie nawiedziły wiele rejonów świata. W Polsce jesień była wyjątkowo ciepła z kilkunastostopniowymi temperaturami na początku grudnia.

Trudno o „lepszą” atmosferę dla konferencji poświęconej globalnemu klimatowi, która odbyła się pod koniec ubiegłego listopada w Hadze. Wbrew „sprzyjającym” okolicznościom wielcy tego świata nie zdołali przybliżyć ratyfikacji Protokołu z Kyoto opracowanego na poprzedniej takiej konferencji w 1997 roku. Ma on doprowadzić do znaczącego obniżenia emisji gazów cieplarnianych, w celu powstrzymania tzw. efektu cieplarnianego.

Sam efekt cieplarniany jest faktem. Atmosfera dobrze przepuszcza promieniowanie słoneczne, jednocześnie zatrzymując podczerwone promieniowanie ciepłe Ziemi. Głównym gazem cieplarnianym jest para wodna. Termin „efekt cieplarniany” rezerwuje się jednak często dla (domniemanego) wpływu zwiększającej się koncentracji dwutlenku węgla na ocieplanie się klimatu, które mogłoby mieć katastrofalne skutki dla całej Ziemi.

Fiasko konferencji w Hadze ma podłoże ekonomiczne. Państwa rozwijające się oraz część państw wysoko rozwiniętych (np. Stany Zjednoczone) nie jest przekonana o konieczności poniesienia kosztów ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Ekolodzy i naukowcy „propagujący” efekt cieplarniany rozdzierają szaty. Nie mogą jednak dłużej ignorować faktów. Choć koncentracja CO₂ rośnie, to średnia temperatura nie chce podążać za przewidywaniami modeli rozwijanych przez zwolenników teorii globalnego ocieplenia.

Jak już pisaliśmy dwa lata temu (*Delta* 2/1999), średnia temperatura wzrosła w ciągu ostatniego stulecia, ale, po pierwsze, główny wzrost temperatury przypada na pierwszą połowę XX wieku, podczas gdy 4/5 wzrostu stężenia dwutlenku węgla nastąpiło w ostatnich 50. latach, a po drugie, średnia temperatura w ostatnim milenium była wyższa niż obecnie.

Z drugiej strony rok 2000 przypadł na kulminację ciepłej fazy oscylacji południowej (el niño) i na maksimum aktywności Słońca. A właśnie atmosfera wokół wpływu aktywności Słońca na klimat istotnie zmieniła się za sprawą prac Henrika Svensmarka i jego współpracowników. Trzy lata temu odkryli oni [1,2], że średnie zachmurzenie jest odwrotnie skorelowane ze strumieniem galaktycznego promieniowania kosmicznego, modulowanego intensywnością wiatru słonecznego, który jest naturalną ochroną przed tym promieniowaniem. W ten sposób aktywność Słońca mogłaby wpływać na nasz klimat.

Czwartego grudnia 2000 roku Svensmark opublikował kolejny artykuł [3] potwierdzający korelację między natężeniem docierającego do Ziemi promieniowania kosmicznego a zachmurzeniem.

Galaktyczne promieniowanie kosmiczne jest głównym czynnikiem jonizującym atmosferę. Powstające w wyniku jonizacji aerozole stanowią zarodki kondensacji chmur.

Chmury stanowią ważny element bilansu promieniowania pochłanianego i emitowanego przez Ziemię. Z jednej strony chłodzą – przez odbijanie promieni słonecznych, z drugiej strony ogrzewają – wychytując promieniowanie podczerwone Ziemi. Efekt netto zależy od wysokości konkretnego rodzaju chmur i ich optycznej grubości. Wysokie cienkie chmury raczej „grzeją”, niskie grube raczej „chłodzą”. Obecnie szacuje się, że chmury odpowiadają za średnie chłodzenie Ziemi na poziomie 27,7 W/m².

Jednakże wpływ jonizacji na różne rodzaje chmur może być różny. Ważne jest, żeby zrozumieć, na formowanie jakich chmur ma wpływ promieniowanie kosmiczne. Ponieważ maksimum jonizacji wypada na wysokości około 15 km, a strumień promieniowania kosmicznego w umiarkowanych i małych szerokościach geograficznych jest dodatkowo osłabiany przez ziemskie pole magnetyczne, można by było sądzić, że efekt będzie najwyraźniejszy dla wysokich chmur w okolicach podbiegunowych. Nowym zaskakującym wynikiem pracy [3] jest pokazanie, że tylko proces tworzenia się niskich chmur i to w stosunkowo małych szerokościach geograficznych jest skorelowany z intensywnością docierającego do nas promieniowania kosmicznego.

Na tylnej okładce na rysunku 1 krzywe niebieskie odpowiadają przebiegom czasowym miesięcznej anomalii stopnia zachmurzenia (odstępstwo od wieloletniej średniej dla danego obszaru Ziemi i danego miesiąca w okresie od lipca 1983 roku do czerwca 1994 roku; tylko z tego okresu dokładne dane satelitarne są dostępne), natomiast krzywe czerwone odpowiadają intensywności galaktycznego promieniowania kosmicznego. Górny rysunek dotyczy chmur wysokich (powyżej 6,5 km), rysunek środkowy chmur na średnich wysokościach, a dolny chmur niskich (poniżej 3,2 km). Jak widać, tylko niskie chmury wykazują – ale za to bardzo wysoką – korelację z intensywnością promieniowania kosmicznego. Przestrzenny rozkład tej korelacji jest pokazany na rysunku 2. Górna mapka odpowiada dolnemu wykresowi rysunku 1. Dolna mapka ukazuje stopień korelacji między temperaturą niskich chmur a promieniowaniem kosmicznym. Wartość współczynnika korelacji pokazano za pomocą skali kolorów zamieszczonej obok mapek. Obszary o współczynniku korelacji większym od 0,6 na górnej i dolnej mapce stanowią odpowiednio 15,8% i 34,6% całkowitej powierzchni Ziemi. Prawdopodobieństwo uzyskania takiego stopnia korelacji przez przypadek zostało [3] oszacowane na 10⁻³. Jak widać, korelacja jest najlepiej widoczna w pasie pomiędzy zwrotnikami.

Oszacowano, że wymuszony przez wzrost aktywności Słońca dodatek do bilansu energetycznego Ziemi wyniósł 1,4 W/m² w ciągu ostatniego stulecia.

Piotr ZALEWSKI

- [1] H. Svensmark, E. Friis-Christensen, *J. Atm. Terr. Phys.* **59** (1997) 1225.
- [2] *Influence of Cosmic Rays on Earth's Climate*, H. Svensmark, *Phys. Rev. Lett.* **81** (1998) 5027.
- [3] *Low Cloud Properties Influenced by Cosmic Rays*, N.D. Marsh, H. Svensmark, *Phys. Rev. Lett.* **85** (2000) 5004.