

ABC zmian klimatu

Wyjątkowo mroźny dzień skłania nas do żartobliwego pytania: a może globalne ocieplenie to fikcja? Zastanówmy się więc, czym różni się pogoda od klimatu.

Czym różni się klimat danego miejsca od pogody w tymże miejscu?

Pogoda to stan atmosfery w danym momencie. Czasem zmienia się z minuty na minutę. Prognoza pogody określa temperaturę, prędkość wiatru, zachmurzenie, ilość opadów oraz możliwość wystąpienia burz czy gradobić.

Klimat to stan składowych pogody (takich jak temperatura, opady, prędkości wiatrów), uśredniony po wielu latach obserwacji.

To klimat powie nam, jakiej temperatury spodziewać się w danej porze roku czy miesiącu. I w których miesiącach w Polsce występują burze. Nie powie nam jednak, jaka będzie dokładnie temperatura np. za cztery miesiące. I czy będzie wtedy padać.

Klimat to również oczekiwane zmiany pór roku. W Polsce wyróżnia się obecnie przedwiośnie, wiosnę, lato, jesień, przedzimą i zimą.

Do czego służy nam informacja o pogodzie, a do czego o klimacie?

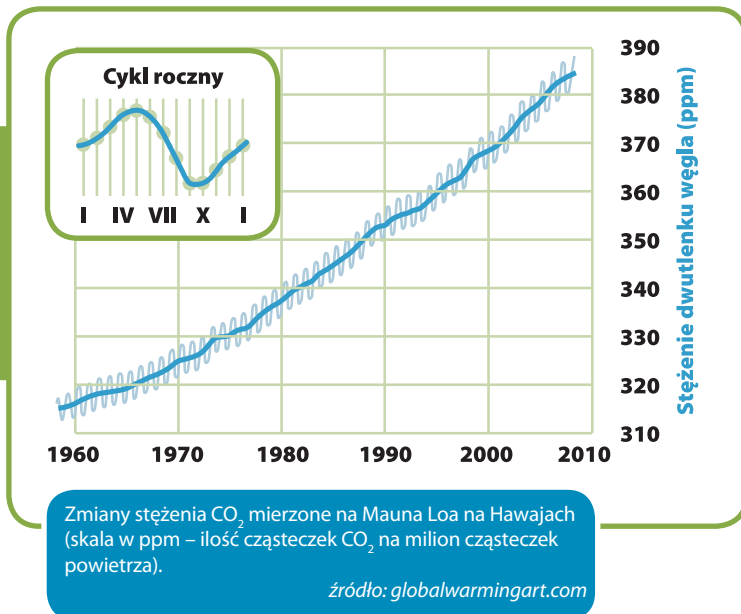
To prezenter prognozy pogody powie nam, czy jutro będzie padać. A wiedza o klimacie pozwala nam kupić w marcu bilet na grudniowy wypad do Meksyku. Spodziewamy się – i słusznie – że będzie ciepło i słonecznie.

Jak bardzo się ociepla?

Odkąd rozpoczęto regularne pomiary w 1850 roku 20 najgorętszych lat w historii pomiarów zdarzyło się w ostatnim ćwierćwieczu. Przez XX wiek temperatura na Ziemi wzrosła średnio o 0,7–0,8°C. Wydaje się, że to niewiele. Z pomiarów i obserwacji wyłania się jednak niepokojący obraz:

- **Temperatura na Ziemi rzeczywiście rośnie, jednak nie wszędzie w takim samym tempie. Najszybciej rośnie w Arktyce i w Azji. Lądy ocieplają się szybciej niż oceany (te drugie charakteryzują się ogromną bezwładnością termiczną). Z uwagi na to, że na półkuli północnej jest więcej lądów niż na półkuli południowej – na północy ociepla się szybciej.**
- **Ocieplenie wywołuje zjawiska, które jeszcze potęgują ocieplenie. To tzw. dodatnie sprzężenie zwrotne. Topnienie lodu w Arktyce odsłania ciemną powierzchnię wody. Taka woda pochłania więcej światła, po czym oddaje je w postaci promieniowania podczerwonego. Podczerwień jest zatrzymywana przez warstwę gazów cieplarnianych zgromadzonych w atmosferze. Temperatura rośnie jeszcze bardziej, powodując topnienie większej ilości lodu, odsłaniając jeszcze więcej ciemnej powierzchni wody, itd.**

Badania paleoklimatyczne (przede wszystkim rdzeni lodowych) wskazują, że na przestrzeni ostatnich kilkuset tysięcy lat stężenie dwutlenku węgla (CO₂) w atmosferze nigdy nie było tak wysokie. Stąd wiemy, że nastąpiło bezprecedensowe zachwianie naturalnego cyklu obiegu węgla w atmosferze.



Stabilny wzrost stężenia gazów cieplarnianych nie oznacza, że temperatura będzie rosła równomiernie z roku na rok. W perspektywie dziesięcioleci zwiększa się nieubłaganie, ale czasem zdarza się przecież rok chłodniejszy niż poprzedni. Z czego to wynika? Na ten wzrost nakładają się naturalne zjawiska, takie jak zmiany w cyrkulacji prądów oceanicznych, erupcje wulkaniczne czy też zmienność aktywności Słońca. To na te czynniki powołują się sceptycy twierdzący, że człowiek nie jest odpowiedzialny za obecnie obserwowane ocieplenie. Klimatolodzy, weryfikując teorię globalnego ocieplenia, uwzględniają jednak te czynniki.

Efekt cieplarniany a zmiany klimatu

Atmosfera to cienka warstewka okalająca Ziemię. Gazy cieplarniane, m.in. dwutlenek węgla (CO_2), metan (CH_4), podtlenek azotu (N_2O) i freony (CFC), stanowią zaledwie 0,035% zawartości atmosfery. O co więc ten cały raban? Tak jak ludzki organizm nie jest w stanie funkcjonować bez pierwiastków śladowych, tak życie na Ziemi nie byłoby możliwe bez klimatycznych pierwiastków śladowych, czyli gazów cieplarnianych. Zapewniają one tzw. efekt cieplarniany, zwany czasem efektem szklarniowym.

Efekt cieplarniany a globalne ocieplenie

Efekt cieplarniany to błogosławieństwo. Bez warstwy gazów cieplarnianych znacznie większa ilość promieniowania słonecznego wracałaby w przestrzeń kosmiczną. Efekt cieplarniany podnosi temperaturę aż o 33°C, zapewniając sprzyjającą życiu, średnią temperaturę 14°C. Wywołane przez człowieka zmiany klimatu potęgują efekt cieplarniany. Dotąd dobroczynny mechanizm staje się dla nas groźny.

Zilustrujmy działanie efektu cieplarnianego za pomocą szklarni. Każdy, kto spędził kilka chwil zrywając pomidory szklarniowe wie, że temperatura wewnątrz jest znacznie wyższa niż na zewnątrz. Z czego to wynika? Energia słoneczna dociera do Ziemi głównie jako światło widzialne. Część tej energii jest natychmiast odbijana, część nagrzewa powierzchnię Ziemi. Ziemia zwraca pochłoniętą energię, ale już pod inną postacią – jako promieniowanie podczerwone, czyli energię ciepłą.

Docierające do szklarni promieniowanie świetlne łatwo się tam dostaje. Promieniowanie podczerwone, które chce szklarnię opuścić, ma z tym pewien problem. Jest częściowo zatrzymywane przez szkło. Szkło się nagrzewa, a pod gorącym szkłem nagrzewa się powietrze, ziemia i pomidory.

W atmosferze rolę szkła odgrywają gazy cieplarniane. One również przepuszczają promieniowanie widzialne Słońca, a pochłaniają promieniowanie podczerwone emitowane przez Ziemię.

Sceptycy wskazują, że najsilniejszym gazem cieplarnianym jest para wodna i że w związku z tym nie powinniśmy przejmować się emisjami CO_2 z kominów elektrowni. To błędne rozumowanie. Sztuczne zmiany stężenia pary wodnej w atmosferze są krótkotrwałe i nie wpływają na klimat. Klimat zmieniają takie gazy jak dwutlenek węgla i metan, które mogą istnieć w atmosferze setki, a nawet tysiące lat.

A skutki?

Termin „globalne ocieplenie” nie w pełni oddaje skalę zjawiska. Mówmy raczej o globalnych zmianach klimatu, bo na wzroście temperatury się nie kończy. Zmiany klimatu przejawiają się przez:

- fale upałów,
- susze, pustynnienie i pożary,
- przesuwanie się stref klimatycznych, a co za tym idzie stref upraw i stref występowania niektórych gatunków roślin i zwierząt,
- rozpad czapy lodowej Arktyki (co odsłania ciemne powierzchnie i potęguje ocieplenie),
- topnienie lodów Antarktydy,
- topnienie lodowców górskich (w tym lodowców w Himalajach i Andach, zapewniających dostęp do wody pitnej setkom milionów ludzi),
- wzrost intensywności i częstotliwości ekstremalnych zjawisk pogodowych: powodzi, huraganów, burz i nawałnic,
- powiększanie zasięgu chorób tropikalnych,
- podnoszenie się poziomu mórz i oceanów,
- rozmarzanie wiecznej zmarzliny, co uszkadza drogi i budynki, a w przyszłości może destabilizować schowane pod nią hydraty metanu (podobną do lodu krystaliczną formę wody i metanu); uwolniony metan jeszcze pogłębi problem zmian klimatu,
- zamieranie raf koralowych w wyniku wzrostu zakwaszenia wód oceanicznych.

Jak zmiany klimatu przebiegają w Polsce?

Bałtyk nie zamarza od 70 lat. Zimy są coraz cieplejsze, śnieg pojawia się późno i szybko się kończy. Wydłuża się okres wegetacji.

Według Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej klimat w Europie Środkowej (w tym w Polsce) będzie ocieplał się szybciej, niż wskazuje średnia światowa. Na przestrzeni następnych stu lat temperatura w Polsce może wzrosnąć nawet o 4°C. 35-stopniowa temperatura będzie na porządku dziennym, należy liczyć się z upałami rzędu 40°C. W przeciągu kilkudziesięciu lat może dojść do ujednoczenia pór roku – zamiast tradycyjnych czterech pór będziemy mieli dwie: chłodną porę deszczową i ciepłą suchą. Strefy klimatyczne w Europie wędrują na północ – dziś klimat na Dolnym Śląsku odpowiada klimatowi węgierskiego regionu Tokaj sprzed 20 lat, a na południu kraju uprawia się afrykańskie sorgo.

Wrażliwe na zmiany klimatu są przede wszystkim:

- wybrzeże Bałtyku,
- obszary górskie,
- gminy na terenach zalewowych,
- Wielkopolska,
- obszary miejskie.

Wiosenne powodzie roztopowe, związane z topnieniem śniegu, ustępują powodziom opadowym, których przyczyną są gwałtowne oberwania chmury i długotrwałe fale opadów. Rośnie częstotliwość tornad i trąb powietrznych. Długotrwałe susze przeplatają się z okresami wielodniowych deszczy.

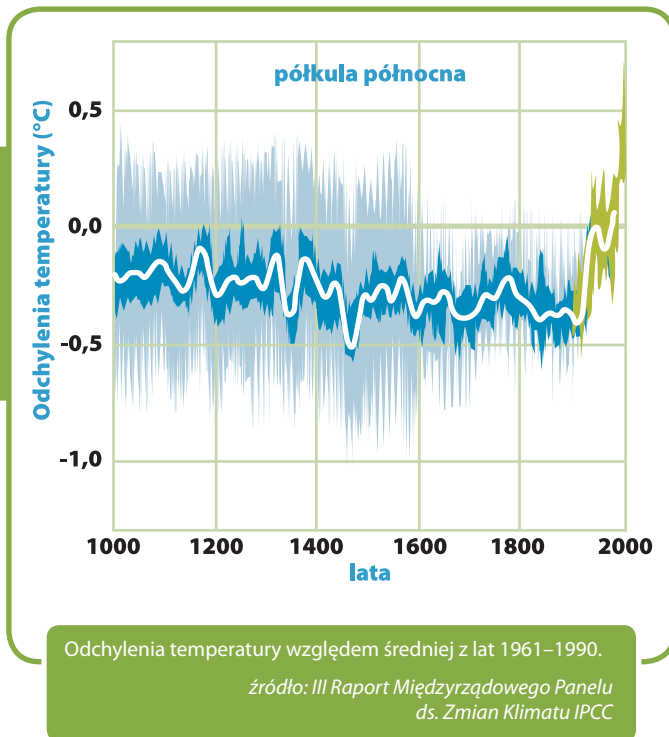
Jak odczujemy wzrost temperatury?

Pogoda uważana dziś za upalną będzie na porządku dziennym, wzrośnie częstotliwość występowania rekordowo wysokiej temperatury, takiej jak fala upałów w 2003, która w Europie Zachodniej doprowadziła do śmierci 35 tys. osób. Lub taka, jak na południu Europy w 2007 r., kiedy to temperatura przekraczała 45°C.

Zmiany klimatu zawsze miały miejsce. Klimat na naszym terenie różnił się od dzisiejszego spektakularnie. Kilkadziesiąt tysięcy lat temu, w czasie ostatniej epoki lodowcowej, nasz region pokrywał lądolód gruby na kilometr.

Dlaczego więc dziś wiążemy je z działalnością człowieka?

Choć na przestrzeni ostatnich tysięcy lat klimat zmieniał się często bardzo gwałtownie (weźmy chociażby pod uwagę okresy „średniowiecznego ocieplenia klimatu” w IX–XIII wieku oraz „małą epokę lodowcową” w XV–XVIII wieku), to obserwowane obecnie zmiany temperatury są większe, a ich tempo znacznie szybsze. Ten widoczny wzrost temperatury pokrywa się z nastaniem epoki przemysłowej i znaczną intensyfikacją wykorzystania paliw kopalnych.



Jak oceniają naukowcy, większość notowanego wzrostu jest najprawdopodobniej spowodowana zwiększeniem koncentracji antropogenicznych gazów cieplarnianych, powstających właśnie wskutek spalania węgla, ropy i gazu.

Skąd się biorą antropogeniczne gazy cieplarniane?

Populacja ludzka rośnie dynamicznie. Siłą logiki rośnie też zapotrzebowanie na energię elektryczną, ciepło i paliwa transportowe. Pozyskujemy je przede wszystkim z paliw kopalnych. Niemalże do końca XIX wieku potrzeby energetyczne naszych przodków zaspokajało drewno. W pierwszej połowie wieku XX dominował węgiel. Dziś króluje ropa, następnie gaz i węgiel, które wspólnie dostarczają 85% energii na świecie.

Przyjrzyjmy się trzem najważniejszym gazom cieplarnianym:

- Emisje dwutlenku węgla są wynikiem spalania ropy, węgla i gazu na potrzeby przemysłu, transportu, rolnictwa, ogrzania i schłodzenia budynków. Oddzielnym problemem jest wylesianie, które zmniejsza powierzchnię naturalnego rezerwuaru, wychytującego CO₂ z atmosfery, czyli lasów. Szczególnie dotkliwe jest karczowanie lasów równikowych.
- Metan powstaje przede wszystkim w wyniku beztlenowego rozkładu szczątków roślinnych przez bakterie (naturalne źródła metanu to m.in. bagna czy oceany). Emisje spowodowane działalnością człowieka wiążą się ze spalaniem paliw kopalnych (metan jest głównym składnikiem gazu ziemnego), hodowlą bydła, uprawą ryżu, pożarami, a także ze składowaniem odpadów, gdzie dochodzi do beztlenowego rozkładu materii.
- Tlenki azotu wydzielane są przede wszystkim przez glebę w strefie tropikalnej, jak również wskutek parowania oceanów. Antropogeniczne emisje stanowią ok. 40% całości i pochodzą głównie ze spalania paliw kopalnych, użytkowania nawozów rolniczych oraz przemysłowej produkcji nylonu.

W 2008 roku spowodowana przez człowieka emisja CO₂ wyniosła 35 miliardów ton. Głównym źródłem tych emisji jest spalanie ropy, węgla i gazu w elektrowniach i elektrociepłowniach (do produkcji prądu i ciepła), spalanie paliw w transporcie drogowym i lotniczym oraz produkcja dóbr.

Przy emisji 35 miliardów ton CO₂ rocznie, na jednego mieszkańca Ziemi przypada średnio 5 ton CO₂. Tymczasem naukowcy wskazują, że aby zatrzymać zmiany klimatu na bezpiecznym poziomie, trzeba zejść do poziomu 1 tony CO₂ na osobę. Pojedyncze drzewo wychytuje i wiąże zaledwie 5 kg CO₂ rocznie. Oznacza to, że „uśredniony” Ziemiąnin potrzebuje aż tysiąca drzew, by zneutralizować prywatną emisję gazów cieplarnianych, przy czym Polak potrzebuje 2 tysięcy, a Amerykanin 5 tysięcy drzew!

Nie tylko klimat...

Zmiany klimatu będą miały poważne konsekwencje dla światowych gospodarek.

Noblista Nicolas Stern wylicza, że straty gospodarcze na przestrzeni najbliższego półwiecza mogą wynieść nawet 10 000 miliardów euro rocznie. Unia Europejska i amerykański Pentagon przewidują, że brak wody, żywności i podnoszenie się poziomu wód oceanicznych będą skutkować konfliktami zbrojnymi i intensywną migracją klimatyczną do bezpieczniejszych regionów.