

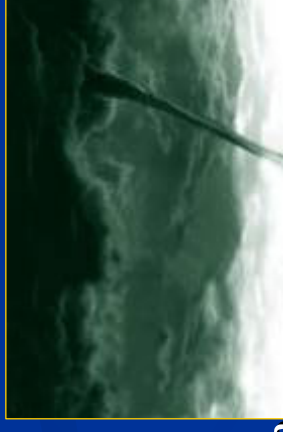
Zmieniający się klimat

Dr inż. Barbara Juraszka

Wprowadzenie

Ostatnio dużo się mówi o zmianach klimatu. „Efekt cieplarniany” czy „globalne ocieplenie” to pojęcia, które pojawiają się w mediach obok doniesień o kolejnych, katastrofalnych w skutkach powodziach czy huraganach.

Ekstremalnych zjawisk pogodowych jest zresztą coraz więcej, by wspomnieć tylko dwa tropikalne cyklony z 2005 roku: najkosztowniejszy w historii huragan „Katrina” i najsilniejszy w dziejach huragan „Wilma”.



Czy klimat się zmienia?

- Co sprawia, że ekstremalne zjawiska pogodowe nasilają się?
- Czy z klimatem Ziemi dzieje się coś nietypowego?
- Jeśli tak, to dlaczego?
- Jakie będą prawdopodobne skutki zmian klimatu?
- Jak można zapobiegać tym zmianom?

By odpowiedzieć na te wszystkie pytania, musimy najpierw zdefiniować pojęcie „klimat”.

Co to jest klimat?

Klimat to charakterystyczne dla danego miejsca następstwo typów pogody w cyklu rocznym.

W porównaniu z pogodą klimat charakteryzuje się znaczną stałością, dlatego chcąc poznać klimat danego miejsca musimy dokonywać obserwacji przez szereg lat.

Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO) przyjęła, że podstawową jednostką obserwacyjną, używaną do badania klimatu będzie okres **30 lat**.



Co to jest pogoda?

Pogoda to ogół zjawisk atmosferycznych, zachodzących w danej chwili w dolnych warstwach atmosfery nad danym obszarem.

Pogoda w odróżnieniu od charakteryzującego się znaczną stałością klimatu zmienia się w cyklu dobowym i rocznym.

Parametry służące do opisu pogody:

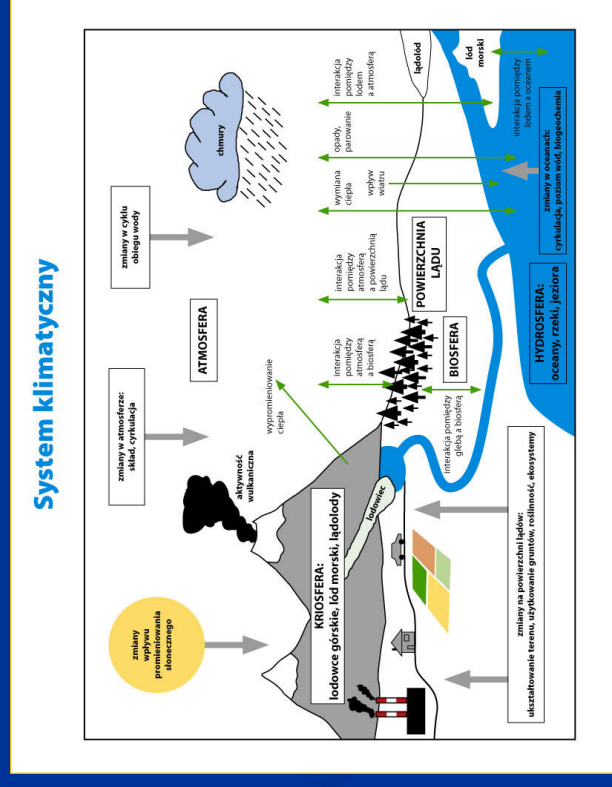
- temperatura powietrza,
- wilgotność powietrza,
- ciśnienie atmosferyczne,
- opady atmosferyczne,
 - zachmurzenie,
- siła i kierunek wiatru.

System klimatyczny

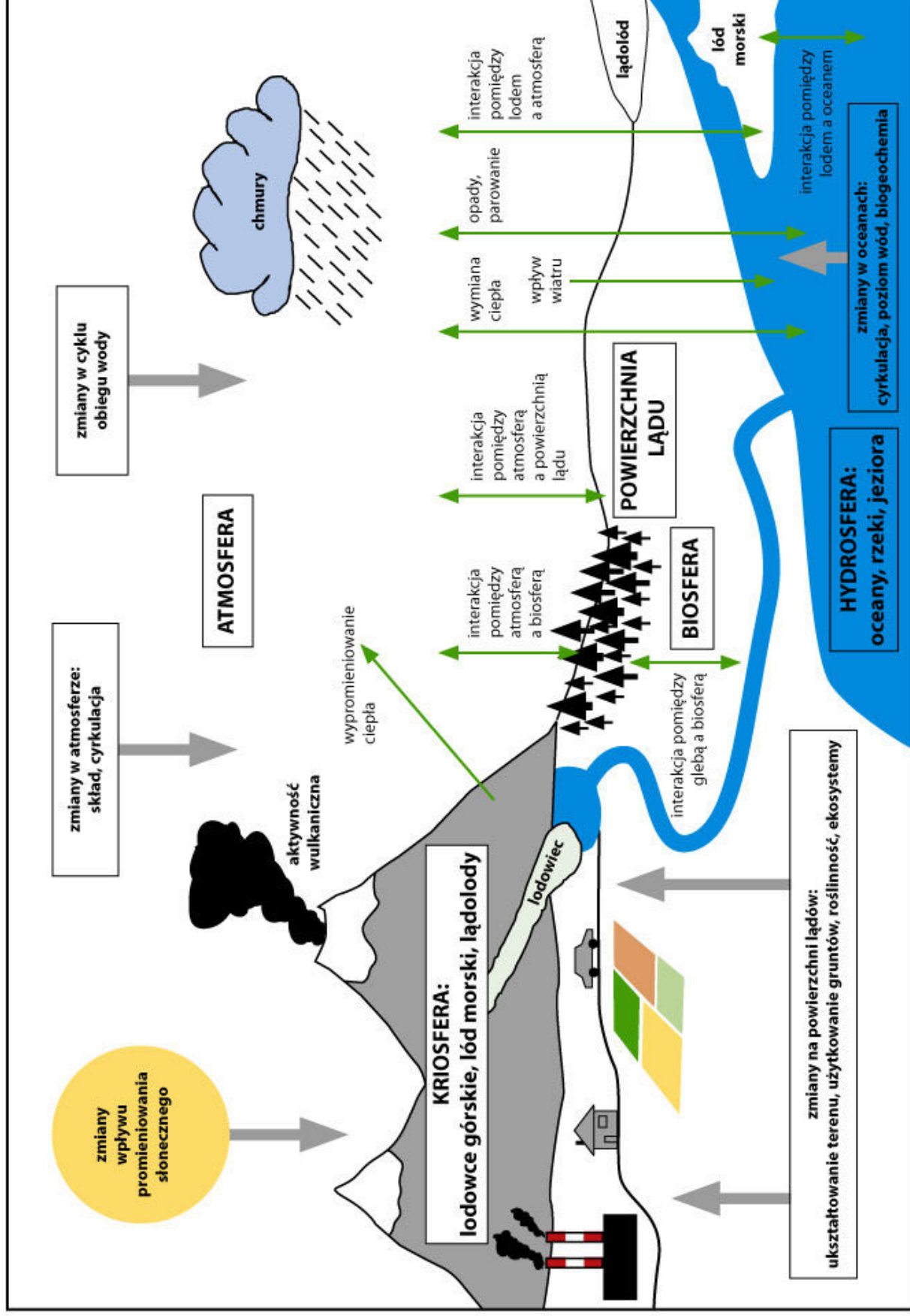
to wysoce złożony system, którego głównymi komponentami są:

- atmosfera,
- hydrosfera,
- kriosfera,
- powierzchnia lądów,
- biosfera

oraz interakcje między nimi.



System klimatyczny



Zmiany klimatu

Klimat ewoluuje na skutek własnej wewnętrznej dynamiki oraz pod wpływem czynników zewnętrznych w rodzaju:

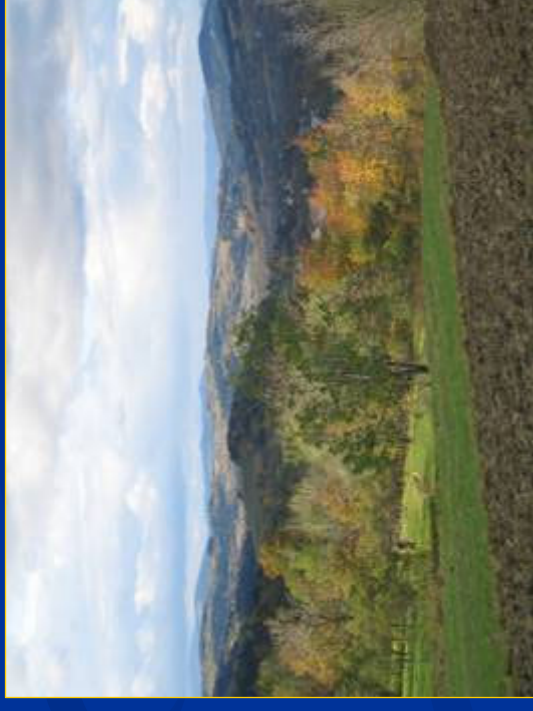
- erupcji wulkanów,
 - zmian w nasłonecznieniu czy
 - efektów działalności człowieka
- mających wpływ na zmianę składu atmosfery.



Bardzo istotną zmianą klimatyczną był koniec epoki lodowcowej przed około 10 000 lat. Dzięki ociepleniu, które wtedy nastąpiło, mogła rozwinąć się cywilizacja.

Czynniki kształtujące klimat

- położenie geograficzne,
- rzeźba terenu,
- wysokość n. p. m.,
- odległość od mórz i oceanów,
- prądy morskie,
- szata roślinna,
- pokrywa śnieżna,
- działalność człowieka



Procesy klimatotwórcze

- O tym, jaki klimat panuje na Ziemi decydują:
1. **obieg ciepła**, a konkretnie ilość energii słonecznej, pochłanianej i odbijanej przez atmosferę ziemską i przez powierzchnię Ziemi;
 2. **cyrkulacja atmosfery**, czyli system wielkoskalowych prądów powietrznych nad powierzchnią globu;
 3. **krażenie wody** w przyrodzie, czyli zamknięty cykl obiegu wody, zachodzący pod wpływem energii słonecznej i siły ciężkości.



Promieniowanie słoneczne



Promieniowanie słoneczne przechodzące przez atmosferę ziemską jest w niej:

- pochłaniane (średnio 15%),
- odbijane lub
- rozpraszane.

Promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi jest przez nią

- pochłaniane (średnio 43%) bądź
- odbijane (w różnym stopniu, zależnie od podłoża).

Część energii słonecznej, która otrzymuje kula ziemską zostaje przekształcona w energię cieplną i w tej postaci oddziałuje na temperaturę Ziemi, a co za tym idzie także na klimat.

Cyrkulacja atmosfery

Charakteryzująca się strefowością cyrkulacja atmosfery powstaje na skutek różnicy w nagrzewaniu się powierzchni lądów i mórz, czyli różnicy temperatury i ciśnienia atmosferycznego.

Spowodowane cyrkulacją przemieszczanie się ogromnych mas powietrza odgrywa zasadniczą rolę w kształtowaniu pogody.



Krażenie wody w przyrodzie

Głównym źródłem wody w atmosferze jest woda z oceanów i mórz.

Z parującej pod wpływem promieniowania słonecznego wody powstają **chmury**, zaś skutkiem tworzenia się chmur jest występowanie **opadów atmosferycznych**.

Spośród wszystkich opadów tylko 20% spada na ląd, zaś aż 80% trafia bezpośrednio do oceanów i mórz.

W ten sposób cykl krążenia wody w przyrodzie zaczyna się od nowa.



Rola atmosfery w kształtowaniu klimatu

Ziemia zachowuje równowagę między pobieraniem a utratą energii słonecznej, zaś kontrolę nad zachowaniem tej równowagi sprawuje atmosfera ziemiska.

Atmosfera z jednej strony ogranicza ilość promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni globu, z drugiej strony zaś zapobiega nadmiernemu wypromieniowywaniu ciepła przez Ziemię.

Gdyby atmosfera nie istniała, temperatury na Ziemi byłyby o około 30 st. C niższe od obecnych.

Efekt cieplarniany

to zjawisko polegające na uniemożliwieniu części energii cieplnej wypromieniowywanej przez Ziemię przedostawania się w przestrzeń kosmiczną.

Energia ta jest zatrzymywana w atmosferze ziemskiej przez gazy cieplarniane.

Efekt cieplarniany jest zjawiskiem naturalnym, przybiera jednak na sile pod wpływem działalności człowieka.



Gazy cieplarniane

to składniki atmosfery ziemskiej, które dzięki swoim właściwościom fizykochemicznym mają zdolność zatrzymywania energii słonecznej w atmosferze.

Część z nich – np. para wodna - to naturalne składniki atmosfery, obecne w niej od milionów lat.

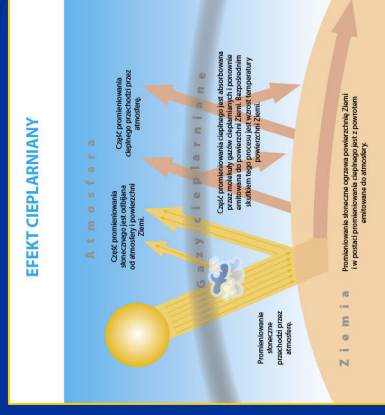
Inne pojawiły się dopiero niedawno na skutek działalności człowieka.

Zaliczamy do nich:

- parę wodną,
- dwutlenek węgla,
- ozon,
- metan,
- podtlenek azotu,
- freony i inne gazy przemysłowe.

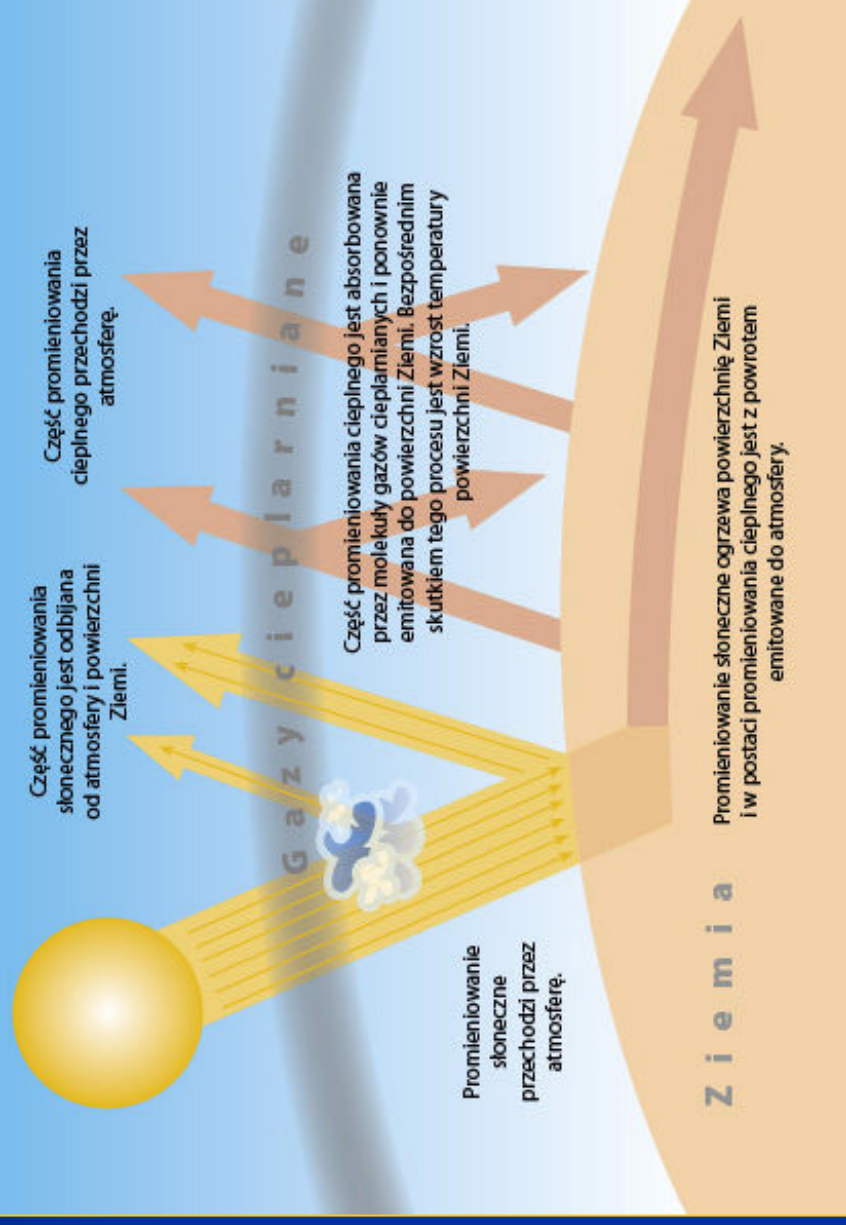
Zjawisko efektu cieplarnianego

1. energia słoneczna przechodzi przez atmosferę ziemską, dociera do powierzchni Ziemi i jest zamieniana w energię cieplną
2. ogrzana Ziemia wypromieniowuje ciepło
3. część promieniowania cieplnego jest pochłaniana przez gazy cieplarniane i kierowana z powrotem do powierzchni Ziemi



EFEKT CIEPLARNIANY

A t m o s f e r a



Gazy cieplarniane tworzą barierę zatrzymującą ciepło w atmosferze ziemskiej.

Zmiany składu atmosfery

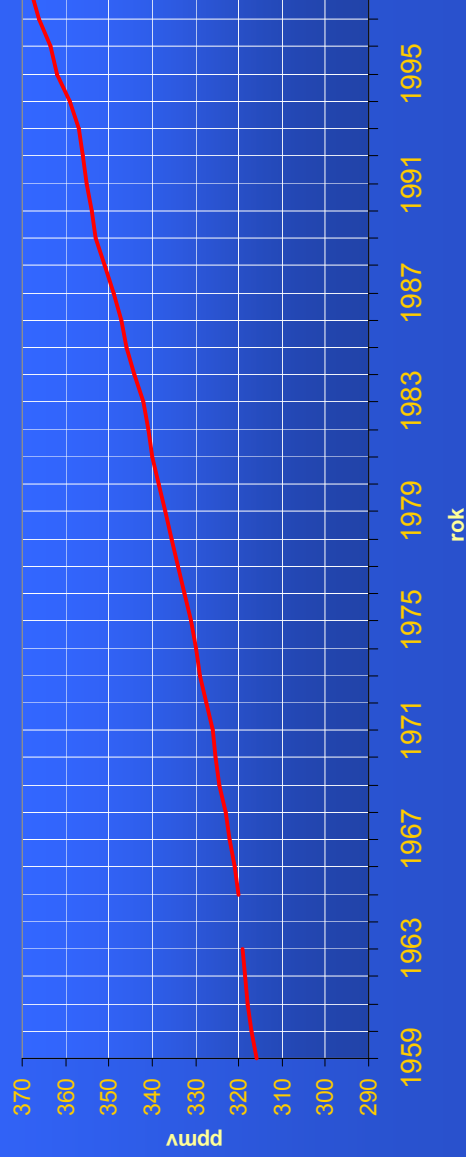
Gaz cieplarniany	Symbol	Wzrost stężenia w atmosferze w latach 1750-2000	Stężenie w atmosferze w roku 2000
dwutlenek węgla	CO ₂	31%	370 ppm
metan	CH ₄	151%	1,7 ppm
podtlenek azotu	N ₂ O	17%	0,32 ppm
OZON	O ₃	35%	-

ppm – litr gazu cieplarnianego na milion litrów powietrza

Wzrost stężenia CO₂

Od 1958 roku na szczycie góry Mauna Loa na Hawajach, na wysokości około 4000 m n. p. m. wykonywane są pomiary stężenia dwutlenku węgla w atmosferze.

Stężenie CO₂ w atmosferze: krzywa Mauna Loa
średnia roczna



Wyniki pomiarów dokonywanych w miejscu oddalonym od lokalnych źródeł zanieczyszczeń wyraźnie wykazują wzrost stężenia CO₂ w atmosferze.

Emisje gazów cieplarnianych

Obserwowany od czasów **rewolucji przemysłowej** z połowy XVIII wieku gwałtowny wzrost stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze został spowodowany działaniami człowieka, w tym głównie wykorzystywaniem

paliw kopalnych:

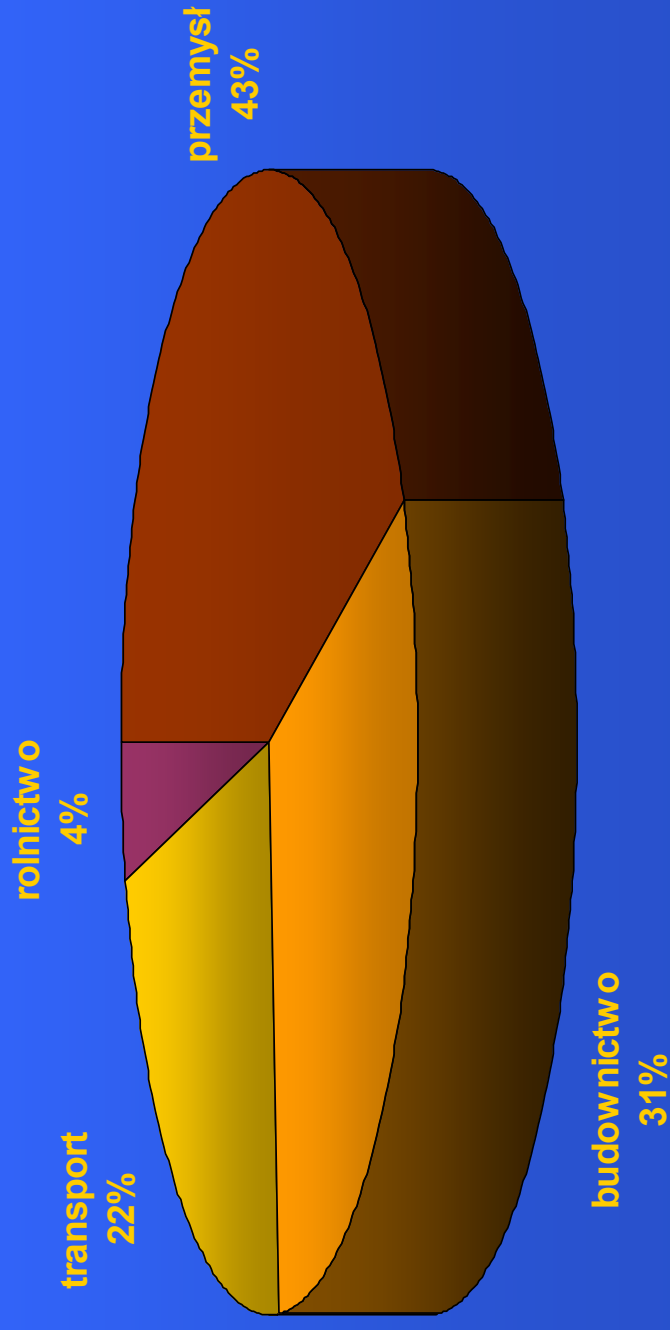
- węgla kamiennego,
- ropy naftowej i
- gazu ziemnego.



Obecnie aż 80% emisji dwutlenku węgla mających związek z działalnością człowieka pochodzi ze spalania paliw konwencjonalnych.

Źródła emisji CO₂

Źródła emisji dwutlenku węgla pochodzących
ze spalania paliw kopalnych na świecie



Działania człowieka przyczyną emisji gazów cieplarnianych

Poza wykorzystaniem paliw kopalnych główną przyczyną emisji gazów cieplarnianych są wylesienia i zmiany sposobu użytkowania gruntów.

Jakie działania człowieka odpowiadają za emisje gazów cieplarnianych?

- spalanie paliw kopalnych, karczowanie lasów - emisje **dwutlenku węgla**
- spalanie paliw kopalnych, hodowla bydła, uprawy ryżu, składowanie odpadów - emisje **metanu**
- spalanie paliw kopalnych, stosowanie nawozów azotowych, przemysł chemiczny - emisje **podtlenku azotu**



Globalne ocieplenie

- wzrost stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze jest przyczyną **globalnego ocieplenia**, czyli podnoszenia się średnich globalnych temperatur,
- od 1861 roku, kiedy to zaczęto prowadzić systematyczne pomiary, średnie globalne temperatury wzrosły o 0,6 st. C,
- choć mogłoby się wydawać, że to niedużo, nie zapominajmy, że wielkie zlodowacenie sprzed 20 tysięcy lat nastąpiło na skutek obniżenia się średnich globalnych temperatur tylko o 3 st. C!
- większa część obserwowanego wzrostu średnich globalnych temperatur przypada na ostatnie dekady XX wieku. Najcieplejszym dziesięcioleciem były lata 90., zaś najcieplejszym rokiem – rok 1998

Zmiany klimatu w XX wieku

Globalne ocieplenie pociągnęło za sobą następstwa w postaci:

- **topnienia lodowców**, np. na Kaukazie w ciągu ostatniego stulecia zniknęła połowa lodowców,
- **podnoszenia się poziomu wody w morzach i oceanach** - średnio o 10-20 cm,
- **wzrostu częstotliwości i intensywności ekstremalnych zjawisk pogodowych**, takich jak

powodzie, fale upałów, huragany, tajfuny czy sztormy.

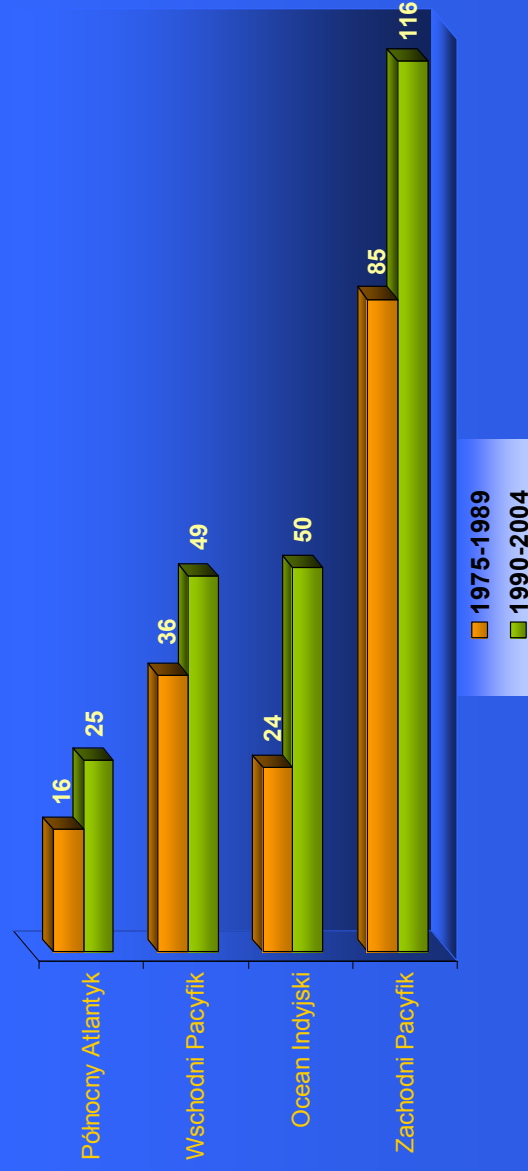


Huragany

Choć w ostatnich dziesięcioleciach nie zauważono wzrostu ogólnej liczby wszystkich huraganów, znacznie zwiększyła się ilość tych najgroźniejszych, które w pięciostopniowej skali Saffira-Simpsona są zaliczane do 4. i 5. kategorii.

W 2005 roku nad Zatoką Meksykańską i wybrzeżem Stanów Zjednoczonych przeszły huragany Katrina i Wilma, z których pierwszy był najkosztowniejszym, a drugi najsilniejszym w dziejach.

Liczba huraganów 4 i 5 kategorii



Prognozy na przyszłość

Prognozy co do przyszłości klimatu formułuje się najczęściej w oparciu o **modele komputerowe**, pozwalające uwzględnić bardzo dużą liczbę czynników.

Jaka przyszłość czeka klimat?

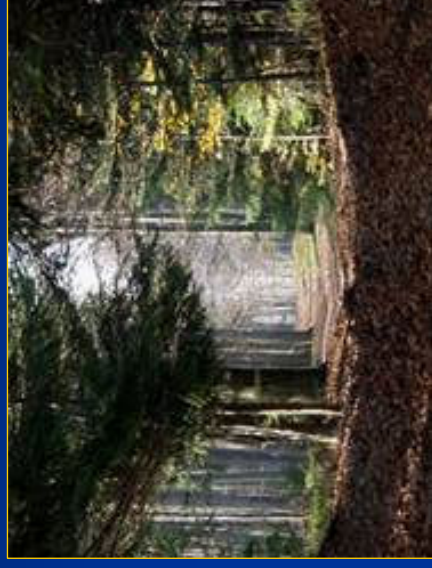
- **inercja klimatu**, czyli powolna reakcja na bodźce wywołujące zmiany sprawia, że nawet gdyby zupełnie wstrzymano emisje gazów cieplarnianych, globalne ocieplenie i inne zmiany klimatyczne następowałyby jeszcze przez wiele lat,
- ograniczenie emisji gazów cieplarnianych napotyka jednak rozmaite trudności - tym bardziej więc należy oczekiwać kontynuacji zmian klimatu w przyszłości

Prognozy na przyszłość

- **klimat nadal będzie się ocieplał** – do końca obecnego stulecia temperatury wzrosną o 1,4-5,8 st. C w stosunku do roku 1990, przy czym wzrost ten będzie szybszy na lądzie i na północy,
- **poziom wody w morzu będzie się podnosił**- między rokiem 1990 a 2100 wzrośnie on o 9-88 cm,
- **pogodowe ekstrema będą występowały coraz częściej** – przykładem mogą być częstsze powodzie, które prawdopodobnie nawiedzą Europę północną i środkowo-wschodnią oraz częstsze susze, skutkiem których ucierpieć może Europa południowa

Przewidywane zmiany klimatyczne będą miały wpływ na

- zdrowie ludzi,
- rolnictwo,
- obszary leśne,
- zasoby wodne,
- tereny przybrzeżne,
- ekosystemy i poszczególne gatunki



Skutki zmian klimatu zagrożeniem dla człowieka

- **zalanie zamieszkanymi terenów przybrzeżnych** – zagraża wielu krajom, zwłaszcza położonym na wyspach, a także takim metropoliom, jak Szanghaj, Bangkok, Dżakarta, Tokio czy Nowy Jork,
- **niedobór wody pitnej** – ocenia się, że w Europie w drugiej połowie XXI wieku odczuje go 14-38% mieszkańców południa kontynentu,
- **rozprzestrzenianie się chorób zakaźnych** – w wyniku niedoborów wody pitnej lub ekspansji na nowe terytoria insektów roznoszących choroby,
- **ekstremalne zjawiska pogodowe stanowią zagrożenie dla życia, zdrowia i mienia człowieka**

Skutki zmian klimatu zagrożeniem dla człowieka

- **zmiany zasięgu upraw** umożliwią np. uprawianie przez większą część roku zboża w północnej Europie i na Syberii, lecz równocześnie zagrażą uprawom ryżu w Azji czy uprawom kawy w Ugandzie
- **pustynnienie żyznych terenów uprawnych** – zniszczenie najżyźniejszych terenów rolnych w delcie Nilu będzie katastrofą dla egipskiego rolnictwa
- **konieczność prowadzenia nawadniania na większą skalę**
- **negatywne konsekwencje dla turystyki** – letnie kurorty mogą ucierpieć w wyniku suszy i fal upałów, zimowe zaś na skutek zbyt małych opadów śniegu

Wpływ zmian klimatu na biosferę

- **zmiany zasięgu występowania gatunków i ekosystemów** – rośliny i zwierzęta będą zmuszone przemieścić się na nowe obszary, desynchronizując tym samym cykle życiowe współzależnych gatunków
- **wymieranie gatunków**, które nie przystosują się do zbyt szybkich zmian lub nie zdołają dotrzeć do nowych siedlisk; zagrożone są zwłaszcza gatunki polarne, takie jak foki czy białe niedźwiedzie
- **zanikanie ekosystemów** – wg. WWF globalne ocieplenie jest zagrożeniem dla jednej trzeciej ekosystemów Ziemi
- **zwiększenie zagrożenia dla lasów**, narażonych w wyniku wzrostu temp. na częstsze pożary i inwazję szkodników
- **ginięcie raf koralowych**, którym zagrażają rosnące temperatury wody

Świat wobec zmian klimatu

■ w 1992 roku podczas Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro przedstawiciele 154 państw podpisali **Ramową Konwencję w sprawie Zmian Klimatu**

■ w 1997 roku Konwencję uzupełniono o **Protokół z Kioto**, w którym sygnatariusze zobowiązali się do zredukowania emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 5% w latach 2008-2012

Unia Europejska przyjęła w 1997 roku **Białą Księgę „Energia dla przyszłości: odnawialne źródła energii”**, w której jako cel wyznaczono zwiększenie udziału OZE w bilansie energii pierwotnej państw UE z 6% w roku 1995 do 12% w roku 2010.



Sposoby ograniczania emisji gazów cieplarnianych

- **wykorzystanie OZE** – zdaniem ekspertów w XXI wieku będzie ono szybko wzrastać, niektórzy przewidują, że do 2050 r. połowa zużywanej energii pochodzić będzie ze źródeł odnawialnych,
- **efektywniejsze wykorzystanie konwencjonalnych źródeł energii,**
- **stosowanie nowych energooszczędnych technologii** - wraz z postępowaniem technicznym wzrasta wydajność urządzeń, które te same funkcje co dawniej spełniają przy użyciu mniejszych nakładów energii, np. współczesna lodówka zużywa o 75% energii mniej niż lodówka z lat 70.
- **poprawa izolacji cieplnej budynków,**
- **ochrona istniejących lasów i zalesianie nowych terenów**



Jak sami możemy ograniczyć emisje gazów cieplarnianych?



1. **oszczędzając energię:**
 - optymalna temperatura w lodówce to 7 st. C, nie obniżaj jej niepotrzebnie;
 - zmywaj naczynia w **zmywarce**, a jeśli zmywasz ręcznie, to nie rób tego pod bieżącą wodą;
 - **gotując** zawsze używaj pokrywki – gotując bez pokrywki zużywasz nawet o 300% energii więcej;
 - **piorąc** unikaj zbyt wysokich temperatur i włączaj pralkę tylko przy pełnym załadunku;
 - wyłączaj urządzenia pracujące w trybie „stand-by”;
 - **zrezygnuj z samochodu**, jeśli możesz wybrać transport publiczny lub rower

Jak sami możemy ograniczyć emisje gazów cieplarnianych?

2. kupując energooszczędny sprzęt o jak najwyższej klasie efektywności energetycznej
 - najwięcej energii można zaoszczędzić używając sprzętu klasy **A**, ponieważ jednak wewnątrz tej klasy istnieją spore różnice, najbardziej energooszczędne urządzenia wyróżniono symbolami **A+** i **A++**;
 - **energooszczędne żarówki** pozwalają zaoszczędzić do 80% energii;
3. informując innych o skutkach zmian klimatu i o tym, jak można im przeciwdziałać

