

Podstawowe wiadomości dotyczące zmian klimatycznych i efektu cieplarnianego

Energia+Technologia=Szkoła+Zawód - Technologie energii odnawialnej w szkołach
dla wykwalifikowanych pracowników przyszłości

Energie+Technik=Schule+Beruf - Erneuerbare Energietechnik macht Schule
für Fachkräfte der Zukunft

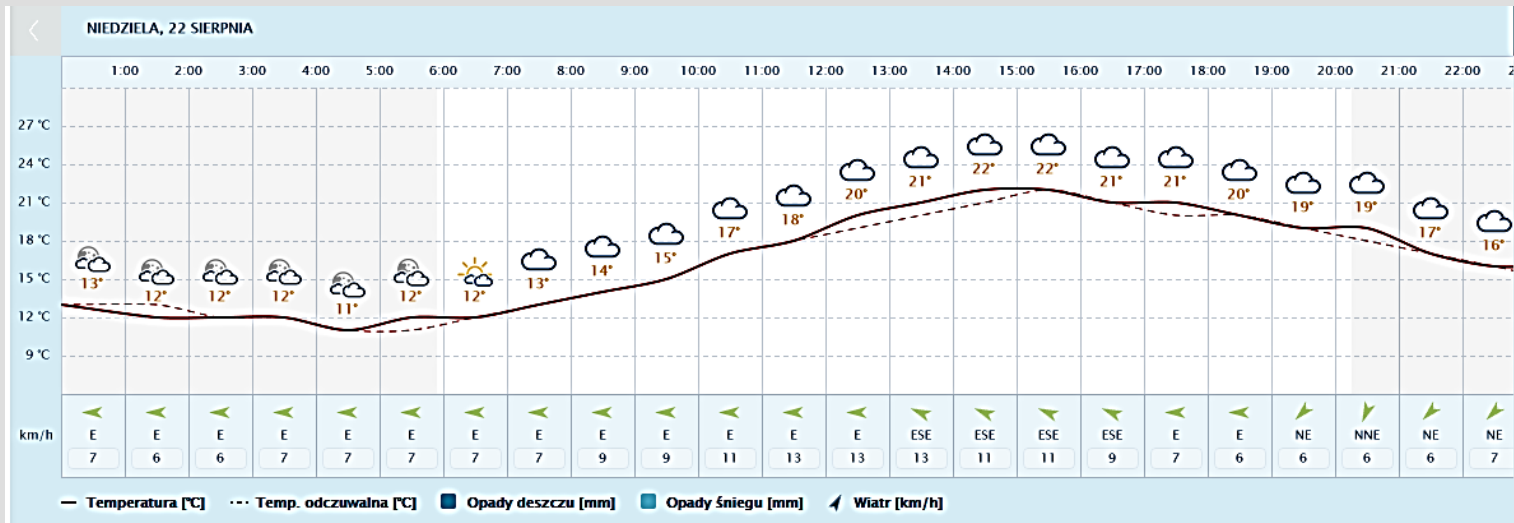
Partner projektu: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Al. Piastów 17, PL 70-310 Szczecin

Pogoda a klimat



Pogoda i klimat to różne, ale powiązane ze sobą pojęcia.

Pogoda opisuje codzienne warunki panujące w określonym miejscu .
Jeden dzień może być na przykład pochmurny i wilgotny, a kolejny może być słoneczny. **Pogoda to stan atmosfery w danej chwili, który jest chaotyczny i trudny do przewidzenia.**



Pogoda (opady, zachmurzenie, wiatr, wilgotność powietrza, temperatura...) **Przyroda ma swoje sposoby utrzymywania równowagi w atmosferze.**

Pogoda a klimat



Określenie **klimat** oznacza średnią warunków pogodowych dla danego regionu w dłuższym okresie (np. w ciągu 30 do 100 lat).

Klimat to zespół zjawisk i procesów atmosferycznych w długim okresie. Pustynie charakteryzują się na przykład gorącym i suchym klimatem, Arktyka i Antarktyka zaś – zimnym i suchym.

Klimat planety można sklasyfikować na różne sposoby, w zależności od pewnych zmiennych i parametrów. Konieczna jest umiejętność sklasyfikowania klimatu w celu ustalenia porządku w obszarze występowania wielu gatunków zwierząt i roślin, projektów architektonicznych, założeń miast, prognoz meteorologicznych itp.

Jednym z nich jest **klasyfikacja klimatu Köppena**.

Jest to system, który opiera się na fakcie, że roślinność naturalna ma wyraźny związek z klimatem, dlatego granice między poszczególnymi klimatami zostały ustalone z uwzględnieniem rozmieszczenia roślinności na danym terenie.

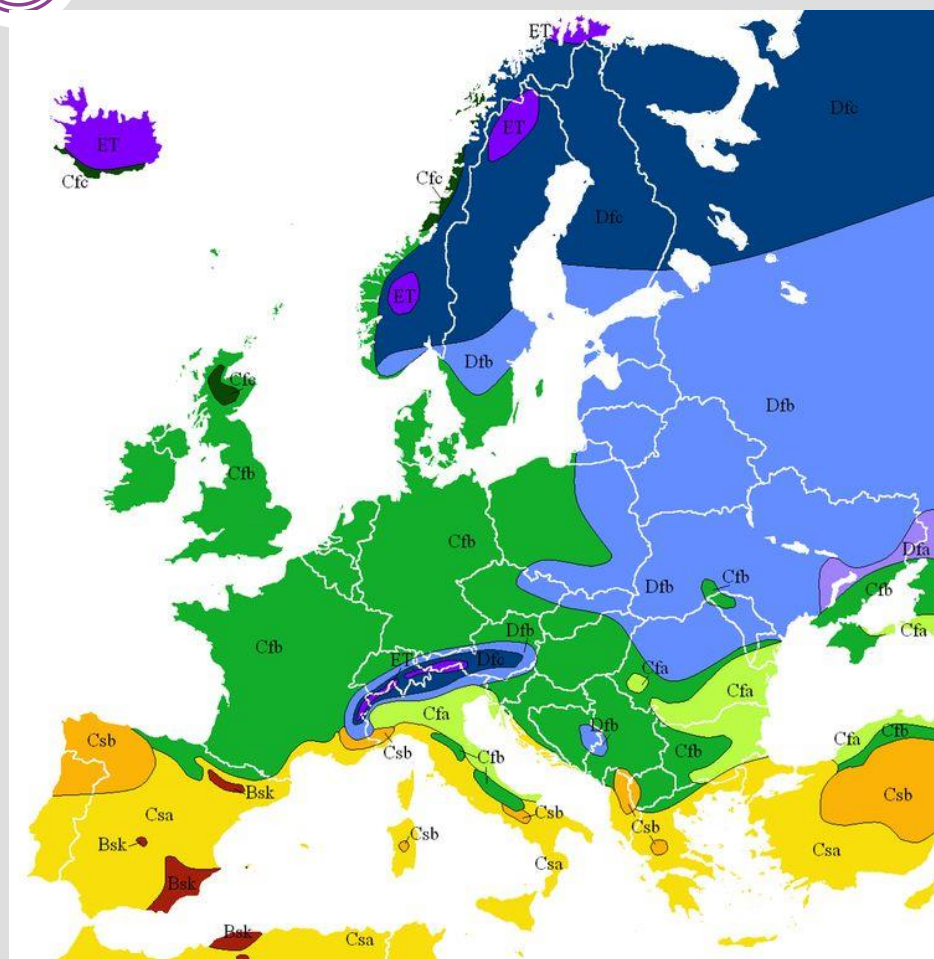
Klasyfikacja klimatów Europy w/g Köppena

Niemiecki klimatolog Köppen opublikował pierwszą wersję klasyfikacji klimatów w 1900 roku i nanosił jej korekty aż do swojej śmierci w roku 1940.

Inni klimatolodzy modyfikowali elementy klasyfikacji Köppena jeszcze wielokrotnie na podstawie własnych doświadczeń, **jednak podstawowa jej część pozostała bez zmian do czasów współczesnych.**

Podstawowymi kategoriami klimatycznymi utożsamianymi ze strefami klimatycznymi są:

- A – klimaty tropikalne
- B – klimaty suche
- C – klimaty umiarkowane ciepłe
- D – klimaty kontynentalne
- E – klimaty polarne
- H – klimaty wysokogórskie



Pogoda a klimat



Jeśli chodzi o pogodę, to zmiana temperatury z dnia na dzień o 4°C nie ma wielkiego znaczenia. Jednak gdy mowa o klimacie, 4°C czyni dramatyczną różnicę. Gdy średnia temperatura Ziemi była o 4°C niższa niż obecnie, znaczną część Polski i Niemiec pokrywał gruby na ponad kilometr lądolód.



Zasięg ostatniego nasunięcia lądolodu plejstoceniowego w Europie ok. 20 tys. lat temu. Widać, że pokryta jest również Polska północno-zachodnia i północno- wschodnia część Niemiec.

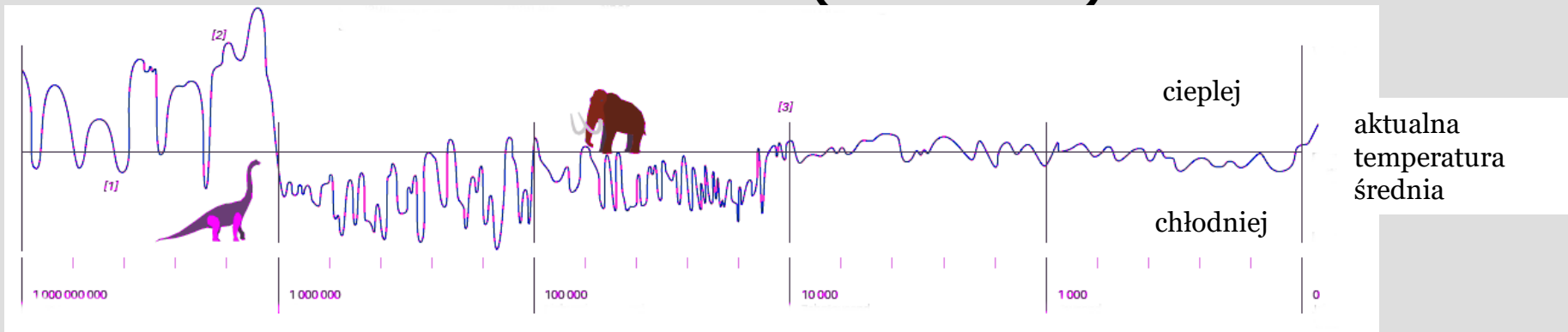
Zmiany klimatu



Zmiany klimatu są to znaczące różnice w danym zespole zjawisk i procesów atmosferycznych. W szerszej perspektywie czasowej, zobaczymy, że w historii występowały one wielokrotnie. Na przykład ze względu na słabe promieniowanie słoneczne i niską zawartość dwutlenku węgla w atmosferze około 700 milionów lat temu wywołana została epoka lodowcowa ([1/ na rysunku poniżej).



1000 000 000 lat (miliard lat)



Schematyczne przedstawienie średniej temperatura powietrza przy powierzchni ziemi na półkuli północnej w latach do 1 miliarda wstecz od 1950 roku (rok 1950 to 0 na osi czasu) .

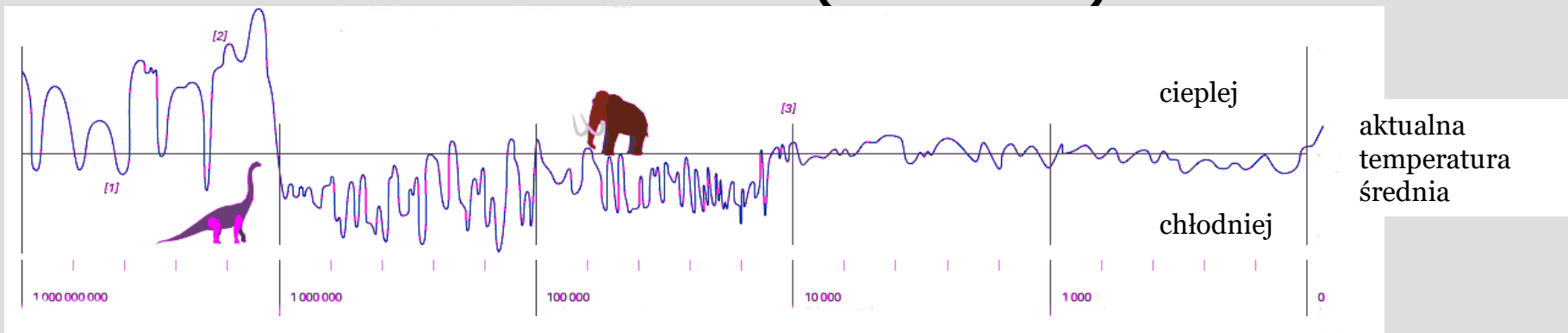
Zmiany klimatu



Około 250 milionów lat temu do atmosfery uwolnione zostały duże ilości dwutlenku węgla (CO_2) i metanu (CH_4) /2/. W wyniku tego miał miejsce efekt cieplarniany, który spowodował gwałtowny wzrost temperatury. Poza tym, oceany stały się bardziej kwaśne, ponieważ pochłonęły część emisji CO_2 . Doprowadziło to do wyginięcia około 90% wszystkich żyjących wtedy gatunków. W ciągu ostatnich 11500 lat, klimat na Ziemi był stosunkowo stabilny /3/, co przyczyniło się do rozwoju naszej cywilizacji.



1000 000 000 lat (miliard lat)

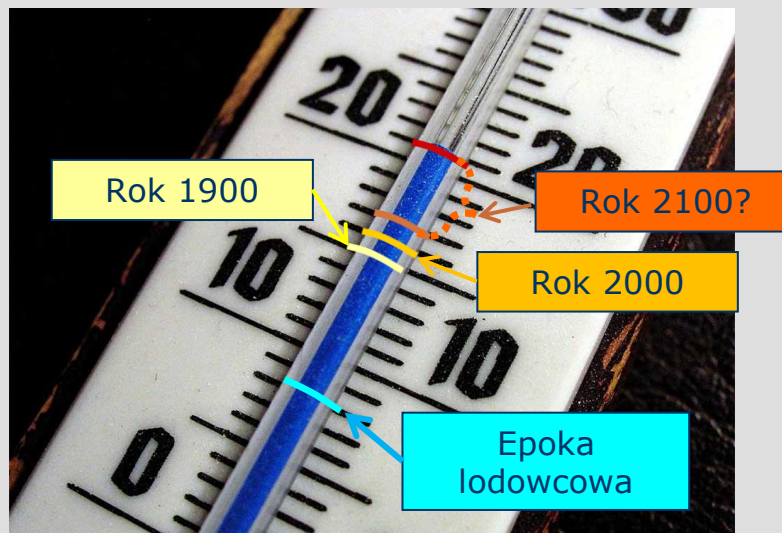


Schematyczne przedstawienie średniej temperatura powietrza przy powierzchni ziemi na półkuli północnej w latach do 1 miliarda wstecz od 1950 roku (rok 1950 to 0 na osi czasu) .

Zmiany klimatu



Klimat na Ziemi ulegał zmianom na przestrzeni wieków – stopniowo i długotrwale się ocieplał lub ochładzał. W ciągu ostatniego miliona lat nasza planeta doświadczyła około dziesięciu epok lodowcowych przeplatanych znacznie cieplejszymi okresami. Zmiany te następowały z przyczyn naturalnych, takich jak zmiany nachylenia osi Ziemi, aktywności Słońca lub prądów morskich. Nagły koniec ostatniej epoki lodowcowej około 11 500 lat temu oznaczał początek ery współczesnego klimatu – i cywilizacji ludzkiej.



Zmiany klimatu

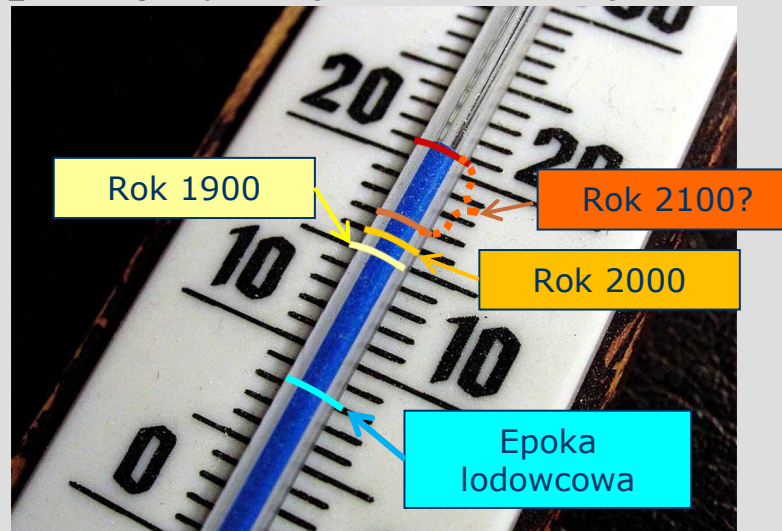


W 2020 r. Ziemia była cieplejsza o około $1,1^{\circ}\text{C}$ w stosunku do końca XIX w. – a oczekuje się, że średnia temperatura globalna wzrośnie jeszcze bardziej w przeciągu następnego stulecia.

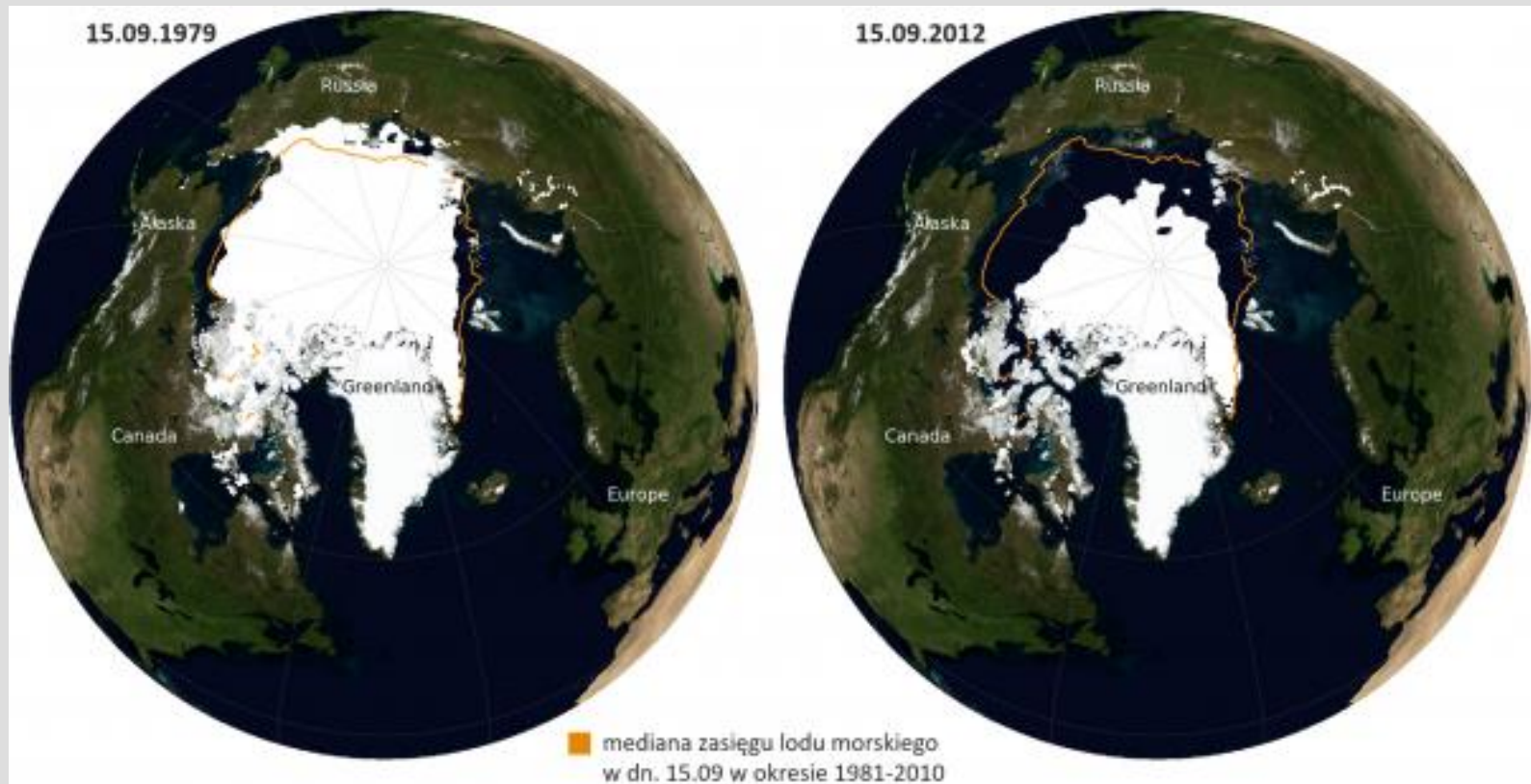
$1,1^{\circ}\text{C}$ może nie wydawać się wielką zmianą, ale należy pamiętać o tym, że: ☐

- Większość z tego wzrostu miała miejsce głównie na przestrzeni kilku ostatnich dekad, co oznacza, że wzrost temperatury postępuje coraz szybciej. ☐
- Ten wzrost temperatury jest uśredniony: niektóre regiony stały się znacznie cieplejsze, inne zaś ochłodziły się. Przykładowo Arktyka w ciągu ostatnich 60 lat stała się miejscem dużo cieplejszym i latem 2040 r. jej pokrywa lodowa może w całości zniknąć.

Europa ociepla się szybciej niż inne miejsca na świecie.



Zmiany klimatu



Źródło : NASA <http://svs.gsfc.nasa.gov>

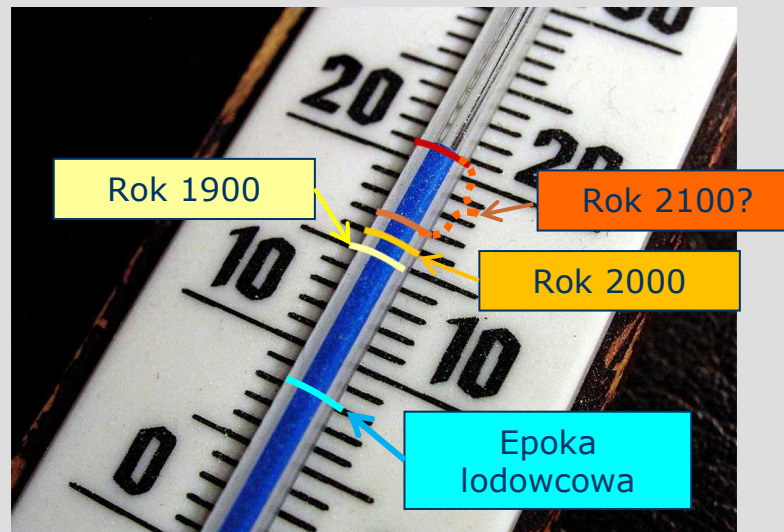
Zasięg pokrywy lodowej w Arktyce w połowie września 1979 (po lewej) i 2012 (po prawej).

Zmiany klimatu



Przyczyną tak znacznej zmiany temperatury jest nadmierna emisja do atmosfery gazów cieplarnianych, pochodzących głównie ze spalania paliw kopalnych oraz, w mniejszym stopniu, z procesów rolniczych i zmian w użytkowaniu gruntów.

Przekraczając wielkość emisji, która w warunkach braku nadmiernej ingerencji człowieka w skład atmosfery była absorbowana przez naturalne procesy Ziemi, ludzkość doprowadziła do znacznego zwiększenia ilości gazów cieplarnianych w atmosferze.

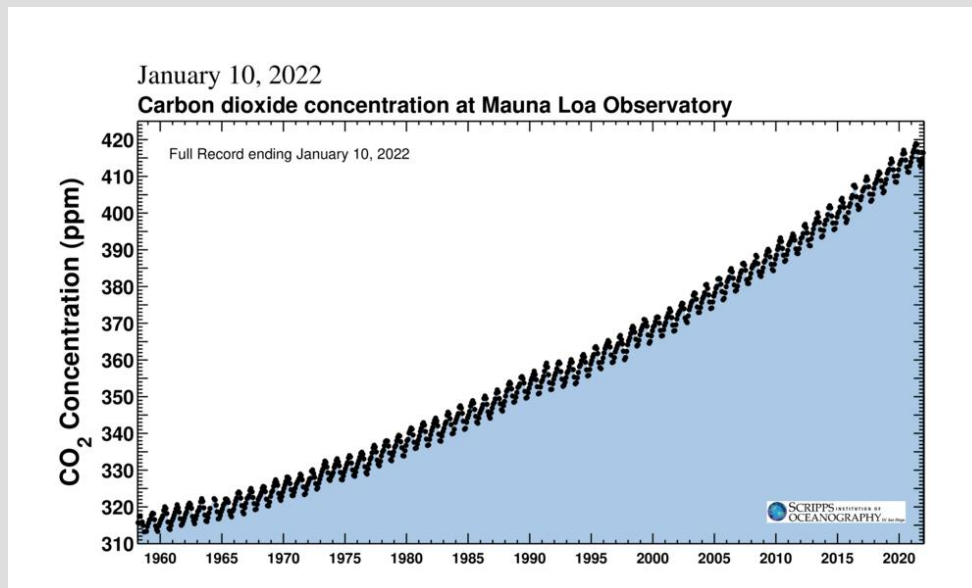


Zmiany klimatu

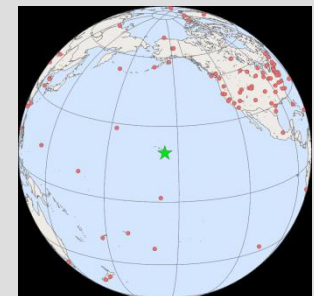


Przez 400 tys. lat przed rewolucją przemysłową stężenie dwutlenku węgla (mającego obecnie największy wpływ na wzrost temperatury Ziemi) wynosiło między 180 a 300 cząsteczek na milion cząsteczek powietrza objętościowo (ppmv). W 2021 r. najniższa koncentracja dwutlenku węgla zarejestrowana w słynnym obserwatorium na szczycie wulkanu Mauna Loa na Hawajach wynosiła 415 ppmv.

Krzywa Keelinga to wykres pokazujący zmiany stężenia dwutlenku węgla w atmosferze Ziemi od 1958 roku. Amerykański klimatolog Charles David Keeling jako pierwszy zaobserwował zmiany stężenia atmosferycznego CO₂ w obserwatorium Mauna Loa.



Krzywa Keelinga (Program Scripps CO₂). Wykres pomiaru stężenia dwutlenku węgla mierzonego metodą spektroskopii masowej od 1958 roku do dziś. Badania rozpoczęto w obserwatorium na Hawajach, na wyspie Mauna Loa.



Zmiany klimatu



Klimatolodzy opracowali wiele prognoz dotyczących skutków nadmiernego wzrostu temperatury, uznając jego bezpieczną granicę na poziomie **maksymalnie 1.5°C w stosunku do epoki przedprzemysłowej**.

Według założeń kilku scenariuszy, wzrost temperatury o min. 1,5°C w porównaniu do lat 1850 -1900 może nastąpić w najbliższych dwóch dekadach, o ile nie zostaną podjęte bardziej radykalne działania. Dziś wzrost temperatury na świecie przekroczył już jeden stopień, a według niektórych prognoz Ziemia może przekroczyć bezpieczną granicę 1,5°C przed końcem obecnej dekady.

Z powodu zagrożenia konsekwencjami zmian klimatu Unia Europejska w pakiecie **Fit for 55** przedstawiła plan działań zmierzających do ograniczenia emisji i tym samym zatrzymania wzrostu temperatury. Do 2050 roku UE ma stać się obszarem neutralnym dla klimatu. Najpóźniej w 2030 r. emisje mają zostać zredukowane o **55 proc.** w stosunku do roku 1990.



Zmiany klimatu



Analizując wkład poszczególnych krajów w spowodowaną przez człowieka zmianę klimatu, okazuje się, że trzeba brać pod uwagę nie tylko ich aktualne emisje dwutlenku węgla, ale całą ich historię. Wynika to z faktu, że CO₂ pozostaje w atmosferze bardzo długo, współczesna koncentracja tego gazu jest więc wynikiem wszystkich naszych działań, przynajmniej od czasu rewolucji przemysłowej.

Badacze Polskiego Instytutu Ekonomicznego, publicznego think tanku gospodarczego, wyliczyli, że Unia Europejska odpowiada za 22 % wszystkich światowych emisji. Wliczają się w to również emisje z poprzednich stuleci, od 1751 r. Więcej wyemitowały do atmosfery tylko Stany Zjednoczone. Ich udział w tych skumulowanych emisjach wynosi 25%.

Choć w ostatnich latach unijne emisje się zmniejszyły, suma wszystkich, także historycznych emisji z obszaru Unii Europejskiej jest zauważalnie większa.

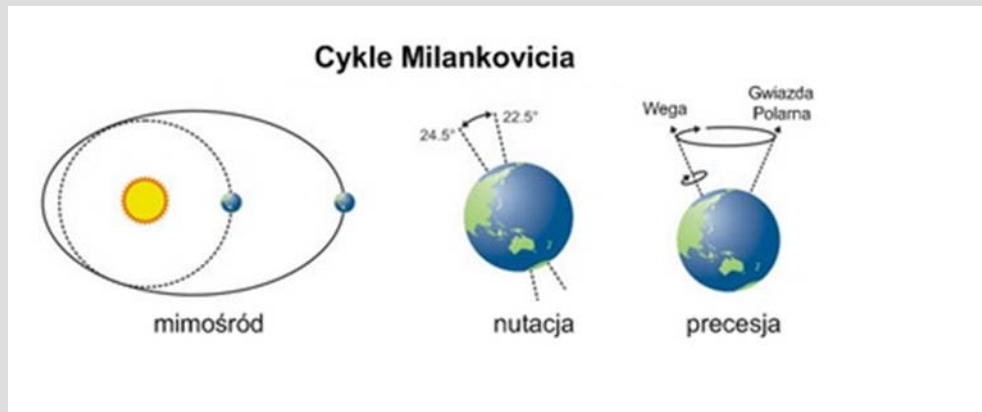
Emitenci	Udział w skumulowanej emisji w %
USA	25
UE	22
Chiny	13
Rosja	6
Japonia	4

Naturalne czynniki zmiany klimatu

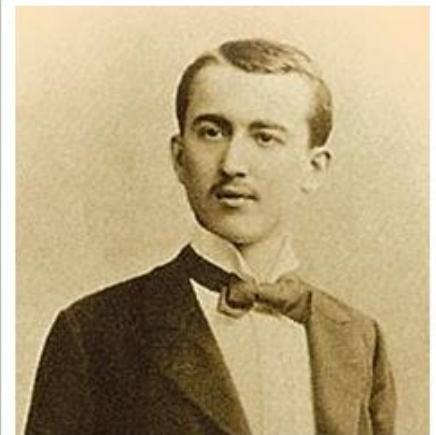


Teoria cykli astronomicznych Milankovicia.

Milutin Milanković pomiędzy 1911 a 1941 rokiem opracował teorię rekonstrukcji warunków klimatycznych panujących dawniej na Ziemi w zależności od cykli astronomicznych. Ta ogólnie przyjęta teoria jest przykładem zewnętrznego wpływu na warunki klimatyczne Ziemi.



Milutin Milanković
Милутин Миланковић



Milutin Milanković

Data i miejsce urodzenia	28 maja 1879 Dalj, Austro-Węgry
Data i miejsce śmierci	12 grudnia 1958 Belgrad, Jugosławia
Zawód, zajęcie	matematyk, geofizyk i astrofizyk, inżynier budownictwa

Naturalne czynniki zmiany klimatu

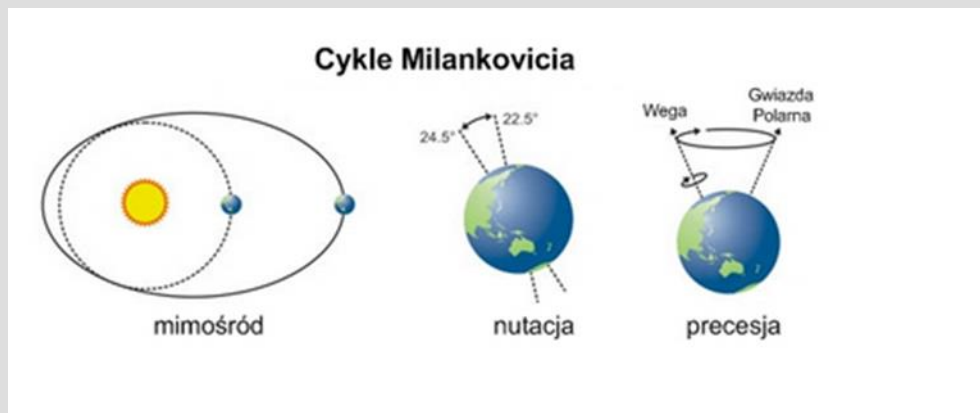


Precesja, czyli wykonywanie przez oś Ziemi ruchu po powierzchni bocznej stożka o wierzchołku w środku Ziemi w cyklu trwającym 25 700 lat (rok platoński *)

Ziemia jest obecnie optymalnie najbliżej Słońca zimą, a najdalej latem.

Przesilenie zimowe jest 21 grudnia, a przesilenie letnie 22 czerwca.

13 tysięcy lat temu było zupełnie na odwrót. Ziemia była najbliżej Słońca latem, a najdalej zimą. Podobnie będzie od dziś za kolejne 13 tysiące lat.



* nazwa została nadana na podstawie cytatu z dzieł Platona

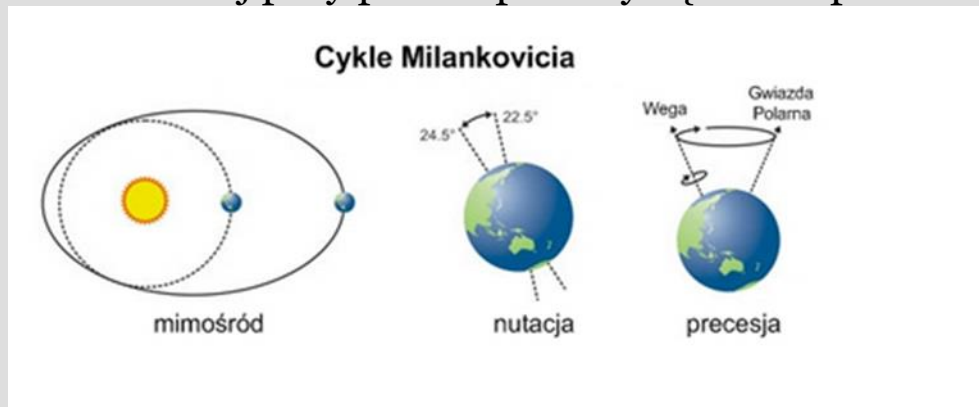
Naturalne czynniki zmiany klimatu



Nutacja, czyli nachylenie osi Ziemi w stosunku do ekliptyki* w cyklu trwającym 41 tysięcy lat

Kolejny cykl – nutacja, jest bardzo skomplikowany i też decyduje on o tym, kiedy Ziemia bardziej ociepla się, a kiedy ochładza. A trwa on 41 tysięcy lat. Około 9 tysięcy lat temu nachylenie osi Ziemi w stosunku do ekliptyki sprawiło, że zaczęła coraz bardziej nachylać się w taki sposób, że zaczęło padać najwięcej promieni słonecznych na powierzchnię Ziemi.

Topiły się lodowce. Dzięki znacznie zmniejszonemu albedo, czyli odbijaniu się tychże promieni słonecznych z powrotem w kosmos, Słońce 9-7 tysięcy lat temu mocno podgrzewało Ziemię. Maksymalny kąt nachylenia ekliptyki wynosił 9 tysięcy lat temu około 24,5 stopnia. I od tamtej pory powoli przez tysiąclecia spada cały czas do dzisiaj.



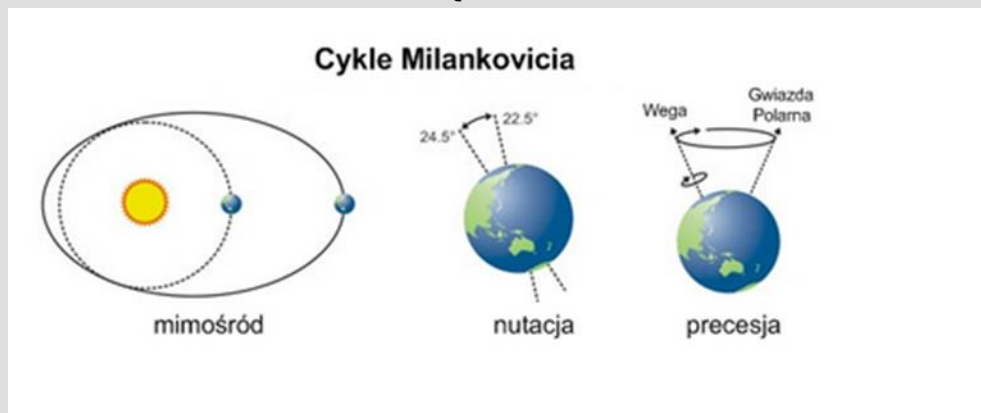
***Ekliptyka** – okrąg wielki na sferze niebieskiej, po którym w ciągu roku pozornie porusza się Słońce obserwowane z Ziemi

Naturalne czynniki zmiany klimatu



Mimośród (ekscentryczność), czyli proces niewielkich wahań odbywających się czterokrotnie w okresie około 400 tysięcy lat

Ostatni cykl Milankovicia jest bardzo słabo zbadany. Jest to mimośród lub inaczej ekscentryczność. Polega on na wydłużaniu się i kurczeniu orbity naszej planety co około 400 tysięcy lat. Jest to proces niewielkich wahań odbywających się 4 razy w tymże okresie czasu. Zrozumienie jego jest mocno skomplikowane. Gdyż kiedy orbita Ziemi miała kształt bardziej eliptyczny zwiastowało to w przeszłości plejstoczeńskiej nadejście kolejnego interglacjału, czyli ocieplenia i wycofywania się lądolodów z Ameryki Północnej, Europy i Azji. A kiedy robiła się bardziej zbliżona do okręgu świadczyło to o zbliżającym się glacialu, czyli ochłodzeniu zwiastującym pokrycie Ameryki Północnej, Europy i Syberii w Azji rozległymi lądolodami.



Naturalne czynniki zmiany klimatu



Zmiana stałej słonecznej

Aktywność Słońca podlega zmianom w cyklu 11 letnim. Wyróżnić można też znacznie dłuższy bo 80 letni cykl plam na Słońcu. Zmiany stałej słonecznej związanej z cyklem 11 letnim są niewielkie i wynoszą około 0.1%. Takie zmiany stałej słonecznej odpowiadają zmianom temperatury powierzchni Ziemi poniżej 0.1°C.

Stała słoneczna – stanowi całkowitą energię, jaką promieniowanie słoneczne przenosi w jednostce czasu przez jednostkową powierzchnię ustawioną prostopadle do promieniowania w średniej odległości Ziemi od Słońca przed wejściem promieniowania do atmosfery.

Wartość tej stałej wynosi około $1367 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, jest ona stale korygowana w miarę gromadzenia nowych danych pomiarowych. W chwili obecnej stałą słoneczną mierzy się za pomocą pomiarów satelitarnych, dzięki czemu omija się wpływ atmosfery na otrzymane wyniki.



Naturalne czynniki zmiany klimatu



Wybuchy wulkanów

Naturalnym czynnikiem występującym nieokresowo są erupcje wulkaniczne, emitujące do atmosfery duże ilości gazów i pyłów. Podczas wybuchów wulkanów do atmosfery dostają się aerozole oraz gazy cieplarniane. Pierwsze z nich prowadzą jak wiadomo do ochładzania klimatu, zaś drugie do ocieplania. W skali kilku lat efekt chłodzenia jest zdecydowanie dominujący za sprawą wyniesienia aerozolu do górnych granic troposfery lub stratosfery, gdzie czas ich życia określany jest w skali od miesięcy do lat. Aerozole w postaci pyłów i związków siarki skutecznie ograniczają promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi.



Naturalne czynniki zmiany klimatu



Wybuchy wulkanów

Nie ma dziś żadnych wątpliwości, że aktywność wulkaniczna wpływa na klimat.

Na przykład po wybuchu wulkanu Katmai (Alaska) w 1920 roku bezpośrednie promieniowanie słoneczne mierzone na kilku stacjach aktynometrycznych w Europie i Ameryce zmniejszyło się w niektórych miejscach (bezpośrednio po erupcji) o ponad 20%. Podobny spadek promieniowania bezpośredniego wystąpił po wybuchu wulkanu Krakatau (Indonezja) w 1883 roku. W tych dwóch przypadkach, a także w maju 1970 roku po wybuchu wulkanu Hekla (Islandia) i innych, spadek promieniowania miał charakter zmian planetarnych (globalnych).

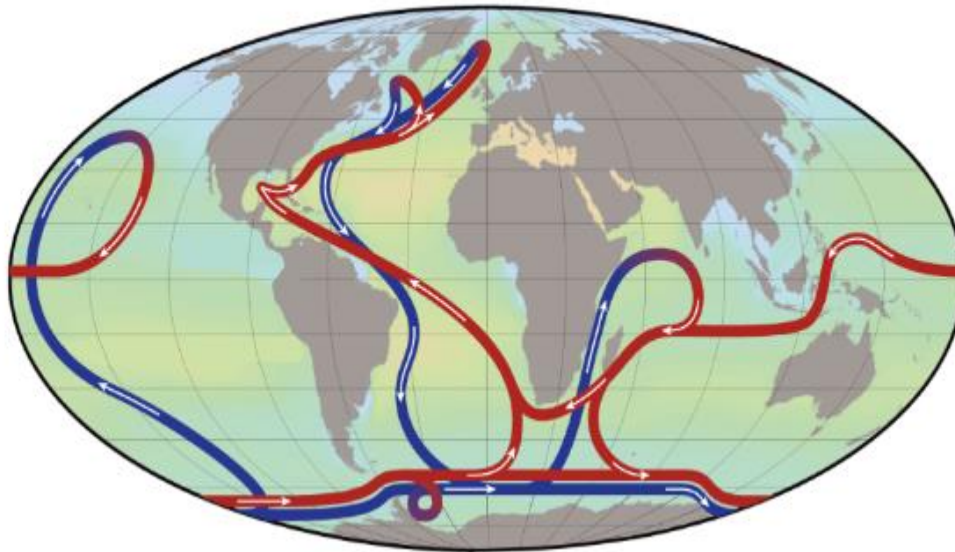


Naturalne czynniki zmiany klimatu



Cyrkulacja oceaniczna

Oceany stanowią olbrzymi rezerwuár energii w systemie klimatycznym. Oceany poza tym że magazynują energię stanowią ważny element w cyrkulacji i transporcie energii od niskich do wysokich szerokości geograficznych. Odbyna się to głównie za pośrednictwem prądów oceanicznych.



- TWORZENIE SIĘ WÓD GŁĘBINOWYCH
- GŁĘBOKIE PRĄDY OCEANICZNE
- PRĄD POWIERZCHNIOWY

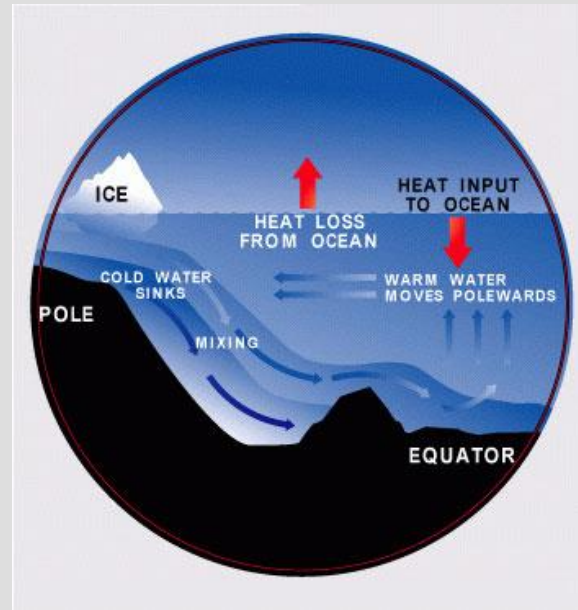
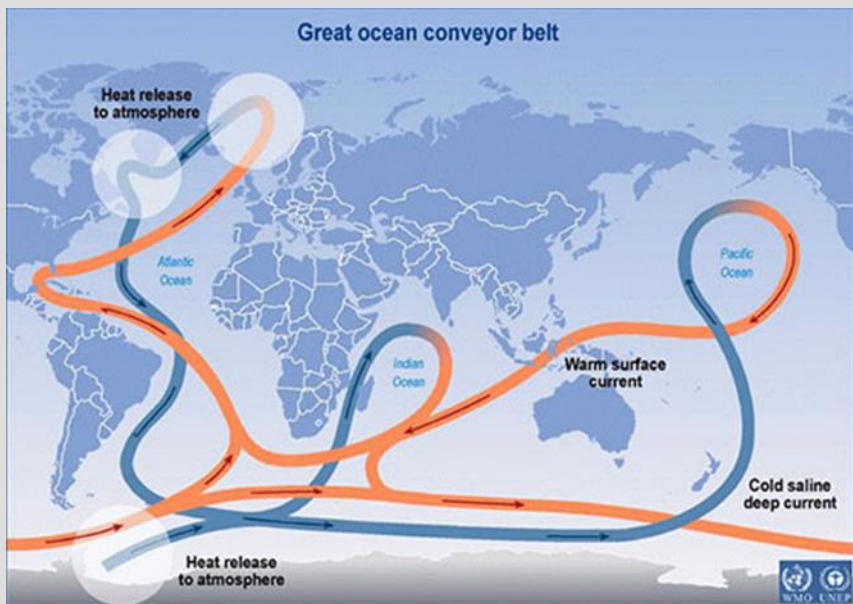
Naturalne czynniki zmiany klimatu



Cyrkulacja oceaniczna

W wielu miejscach następuje przecięcie prądów oceanicznych. Jaki jest mechanizm tego zjawiska?

Woda w rejonach równikowych i podzwrotnikowych nagrzewa się. Ciepła woda jest lekka i ma tendencję do utrzymywania się przy powierzchni. Płynąc w kierunku biegunów, woda oddaje swoje ciepło do atmosfery. Powierzchniowa warstwa wody, zbliżając się do biegunów wytrąca sól. Warstwa schłodzonej wody pod lodem staje się bardziej słona i gęstsza, wystarczająco gęsta, aby opaść na dno i odpłynąć w kierunku równika. Na jej miejsce napływa powierzchniowa, gorąca woda z tropików, na Atlantyku jest to Gofsztrom.



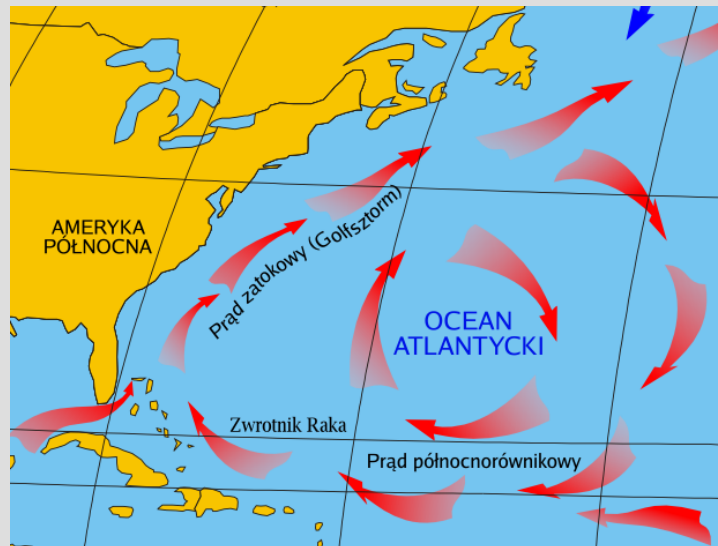
Naturalne czynniki zmiany klimatu



Cyrkulacja oceaniczna

Golfsztrom

Prąd Zatokowy (Golfsztrom, Golfstrom) to podpowierzchniowy prąd morski północnego Atlantyku. Golfsztrom ma znaczący wpływ na klimat terenów lądowych w jego pobliżu. Transportuje ciepłe wody, które potem z Prądem Północnoatlantyckim dostają się w okolice Europy. Zimą powietrze nad oceanem na zachód od wybrzeży Norwegii jest średnio o ponad 4,4 °C cieplejsze niż powietrze na podobnych szerokościach geograficznych, co jest jedną z największych anomalii tego typu.



Źródło : wikipedia

Naturalne czynniki zmiany klimatu



Cyrkulacja oceaniczna

Słownik:

Cyrkulacja termohalinowa to globalna cyrkulacja wód oceanicznych wywołana ciągłymi zmianami temperatury i zasolenia wody morskiej, a co za tym idzie zmianami jej gęstości.

Downwelling to opadanie wód powierzchniowych do głębi oceanu; zjawisko wywołane jest ochładzaniem ciepłych mas wodnych.

Upwelling (wypływ wód wglębnych) wypływ wód z głębszych warstw oceanu do warstw powierzchniowych; w strefie przybrzeżnej upwelling jest wywoływany przez wiatry wiejące od brzegu i spychające wody powierzchniowe w stronę otwartego morza.

Naturalne czynniki zmiany klimatu



Cyrkulacja oceaniczna

Film o cyrkulacji termohalinowej

<https://zpe.gov.pl/video/R1e1KG3cv14v7>



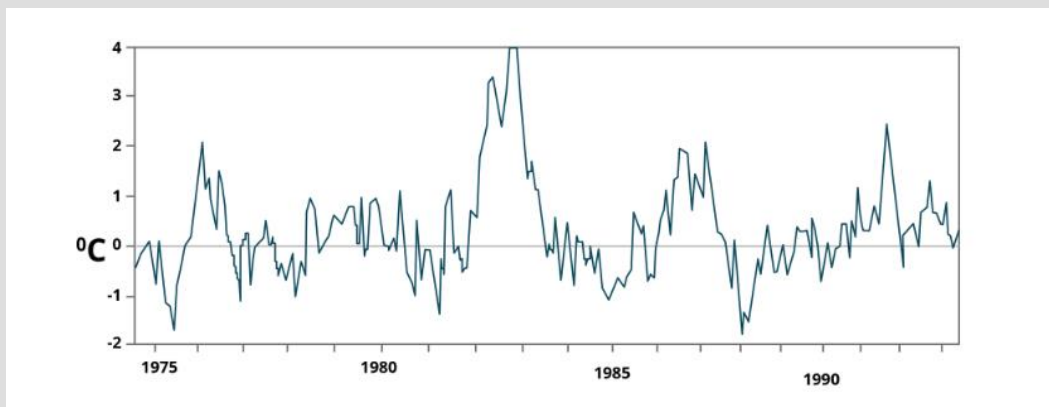
Naturalne czynniki zmiany klimatu



Cyrkulacja oceaniczna El' Nino/La Nina.

El Niño i La Niña to dwie przeciwstawne fazy zjawiska klimatycznego zwanego Oscylacją Południową (ENSO). Przynoszą zmiany temperatur Oceanu Spokojnego, które wpływają na klimat całej naszej planety.

Najsilniejszy współczesny epizod El Niño o katastrofalnych skutkach miał miejsce w latach 1997-1998. Klimatolodzy wciąż doskonalą metody obserwacji oceanu, aby stworzyć coś na kształt systemu wczesnego ostrzegania przed klimatycznym niebezpieczeństwem.



Wykres anomalii temperatury powierzchniowych wód Oceanu Spokojnego dla wybrzeży Ekwadoru i Peru w okresie 1975-1993

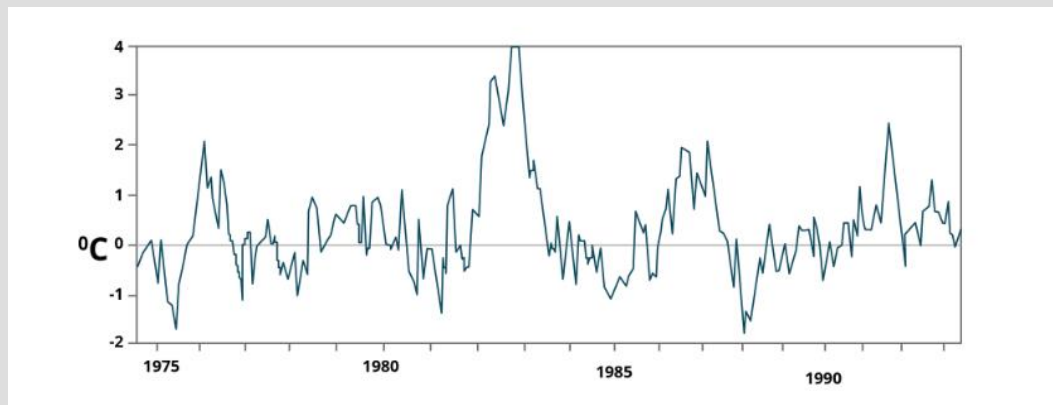
Naturalne czynniki zmiany klimatu



Cyrkulacja oceaniczna El' Nino/La Nina.

Zmiany temperatur w obrębie Pacyfiku, największego akwenu świata, mają wpływ na klimat całej naszej planety. Wywołują co kilka lat okresowe zaburzenia równowagi termicznej Ziemi. Dzieje się tak, ponieważ Oscylacja Południowa jest jednym z „silników” globalnego mechanizmu pogodowego i klimatycznego, który porusza ogromne masy wód oceanicznych i powietrza.

Stwierdzono, że wpływy El Niño i La Niña sięgają daleko poza basen Pacyfiku, objawiając się w postaci anomalii w odległych regionach geograficznych, tzw. **telekoneksji**.



Wykres anomalii temperatury powierzchniowych wód Oceanu Spokojnego dla wybrzeży Ekwadoru i Peru w okresie 1975-1993

Naturalne czynniki zmiany klimatu

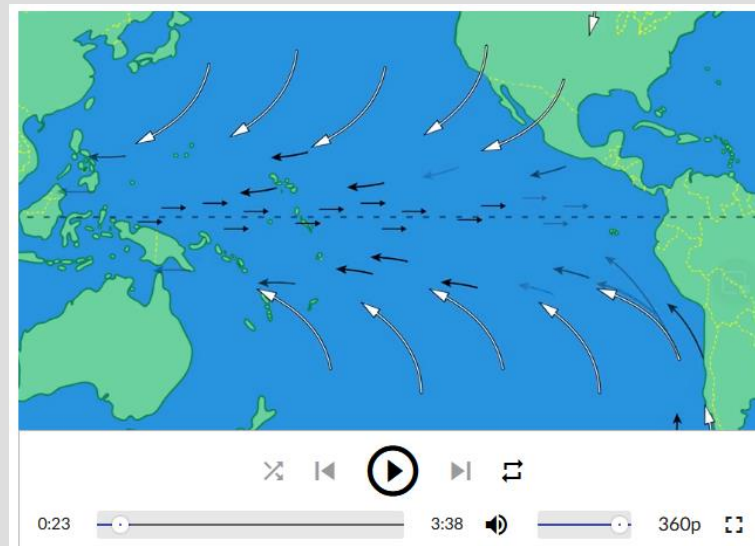


Cyrkulacja oceaniczna El' Nino/La Nina.

Animacja

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl
El Niño – mechanizm powstawania i skutki

<https://zpe.gov.pl/video/RPqGX3a66L2tb>



Zmiany klimatu



Zmiany klimatu to jedno z najpoważniejszych wyzwań, przed którymi stoi współczesny świat. Nasza planeta zmaga się z poważnymi i przyspieszonymi zmianami klimatu, które trwają już od ponad wieku.

Zmiany klimatu



Wpływ człowieka na globalne ocieplenie i zmiany klimatyczne potwierdza aż ok. 97% aktywnych klimatologów.

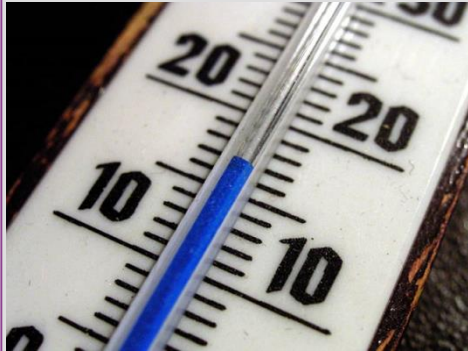
Są zgodni, że Ziemia ulega ociepleniu szybciej niż kiedykolwiek w przeszłości, a to za sprawą ogromnych ilości gazów cieplarnianych, które ludzie emitują do atmosfery. Pochodzą one głównie ze spalania paliw kopalnych (węgla, ropy i gazu).

Zmiany klimatu

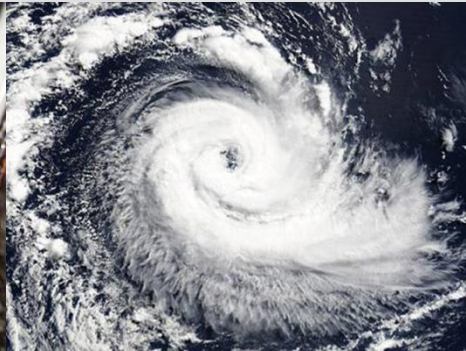


Zmiany klimatu odnoszą się do wielu różnych skutków, jakie globalne ocieplenie wywiera na system klimatyczny Ziemi.

Obejmują one podnoszący się poziom mórz, topnienie lodowców, zmieniające się wzorce opadów atmosferycznych, częstsze występowanie ekstremalnych zjawisk pogodowych (takich jak powodzie i fale upałów), zmianę długości pór roku oraz wahania wydajności upraw.



**Wzrost średniej
temperatury**



**Zmiana zjawisk
atmosferycznych
kiedy, gdzie, jak często, z
jaką intensywnością...**



**Bardziej intensywne
opady
powodzie, osuwanie się
ziemi...**



**Większe parowanie
Susze, erozja, pożary...**

Gazy cieplarniane



Są to gazy, które przepuszczają większość promieniowania słonecznego (tzw. promieniowanie krótkofalowe) docierającego do Ziemi, pochłaniając jednocześnie promieniowanie podczerwone (tzw. promieniowanie długofalowe) odbijane przez powierzchnię Ziemi. Absorbując promieniowanie podczerwone, gazy cieplarniane przyczyniają się do powstania **efektu cieplarnianego**.

W ramach Protokołu z Kioto* uwzględniono i zdefiniowano sześć gazów cieplarnianych.

Są to: dwutlenek węgla (CO_2), metan (CH_4), podtlenek azotu (N_2O), fluorowęglowodory (HFC), perfluorowęglowodory (PFC) i sześć fluorków siarki (SF_6). Ze względu na krótką żywotność w atmosferze, para wodna, uważana za najpowszechniejszy gaz cieplarniany, nie została uwzględniona w Protokole.

*Protokół z Kioto to traktat międzynarodowy i jednocześnie międzynarodowe porozumienie dotyczące przeciwdziałania globalnemu ociepleniu. Został wynegocjowany na konferencji w Kioto w grudniu 1997.

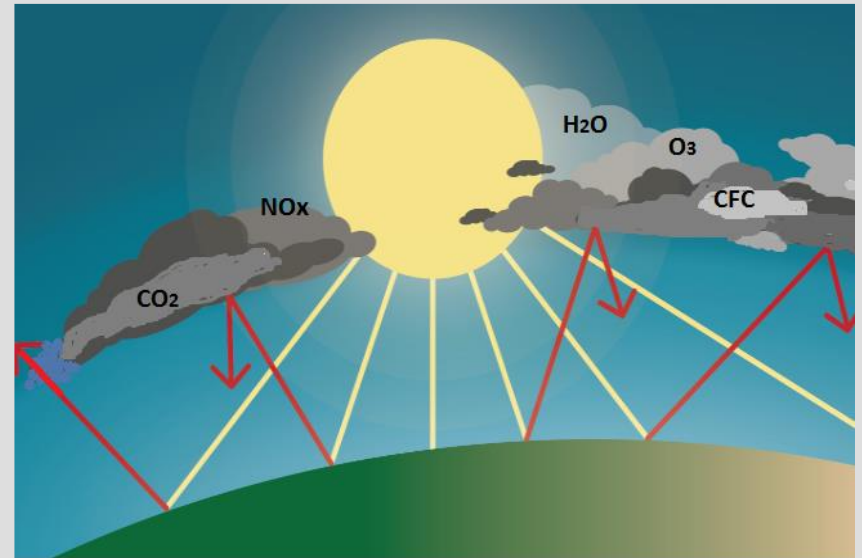
Gazy cieplarniane



Zmiany stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze mogą być spowodowane zarówno czynnikami naturalnymi, jak i działalnością człowieka.

Szczególne znaczenie wśród gazów cieplarnianych mają:

- Dwutlenek węgla CO_2
- Metan CH_4
- Para wodna H_2O
- Ozon O_3
- Tlenki azotu NO_x
- Freony- chlorofluorowęglowodory (CFC, od ang. chlorofluorocarbons)

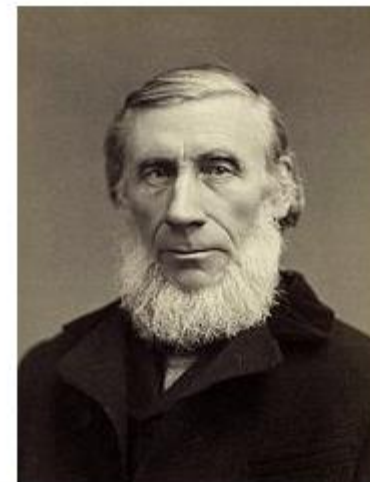


Gazy cieplarniane



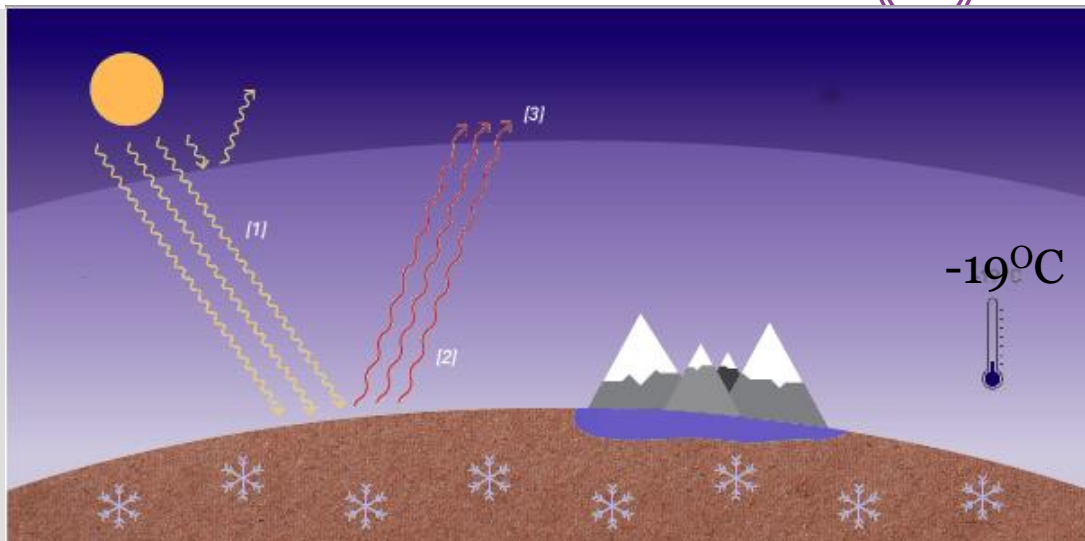
- Już w połowie XIX dzięki pracom Johna Tyndalla poznaliśmy zdolności pochłaniania i emitowania ciepła przez najważniejsze gazy cieplarniane: parę wodną, dwutlenek węgla i metan. Wszystkie te gazy mają wpływ na klimat: gdy ich koncentracja w powietrzu wzrasta, oddawanie energii w przestrzeń kosmiczną jest utrudnione i temperatura globu podnosi się. Gdy ich ubywa, Ziemia łatwiej wypromieniowuje energię i się ochładza.

John Tyndall

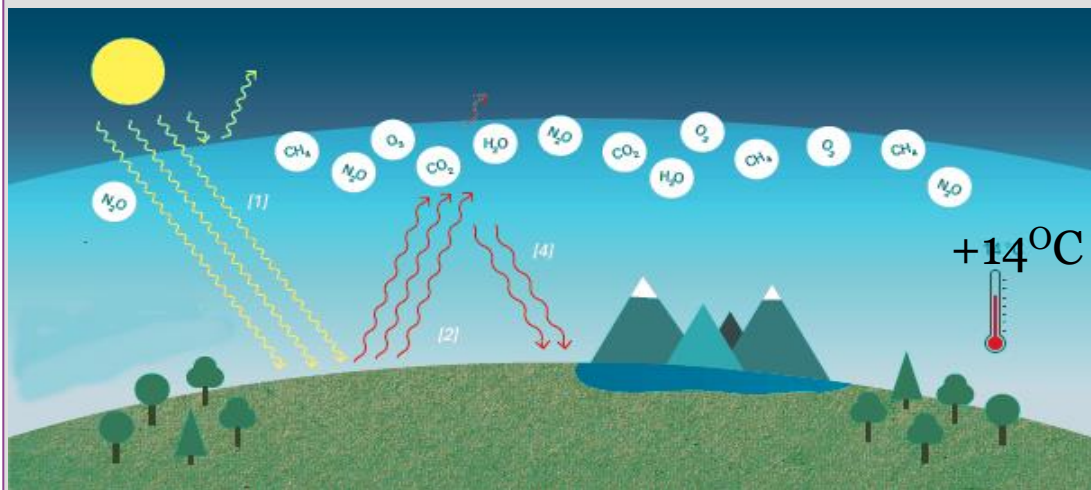


Data urodzenia	2 sierpnia 1820
Data śmierci	4 grudnia 1893
Zawód, zajęcie	filozof przyrody alpinista

Naturalny efekt cieplarniany



Większość promieniowania słonecznego przechodzi bez przeszkód przez atmosferę ziemską i dociera do powierzchni Ziemi /1/. Promienie te są pochłaniane przez Ziemię a następnie emitowane ponownie jako promieniowanie ciepłe /2/. Bez gazów w atmosferze ziemskiej takich jak para wodna (H_2O), dwutlenek węgla (CO_2), ozon (O_3), podtlenek azotu (N_2O) i metan (CH_4), promieniowanie ciepłe bez przeszkód zostałoby wyemitowane w przestrzeń kosmiczną /3/. Średnia temperatura powierzchni Ziemi byłaby wtedy o około 33°C niższa i byłaby ona skuta lodem aż po równik.



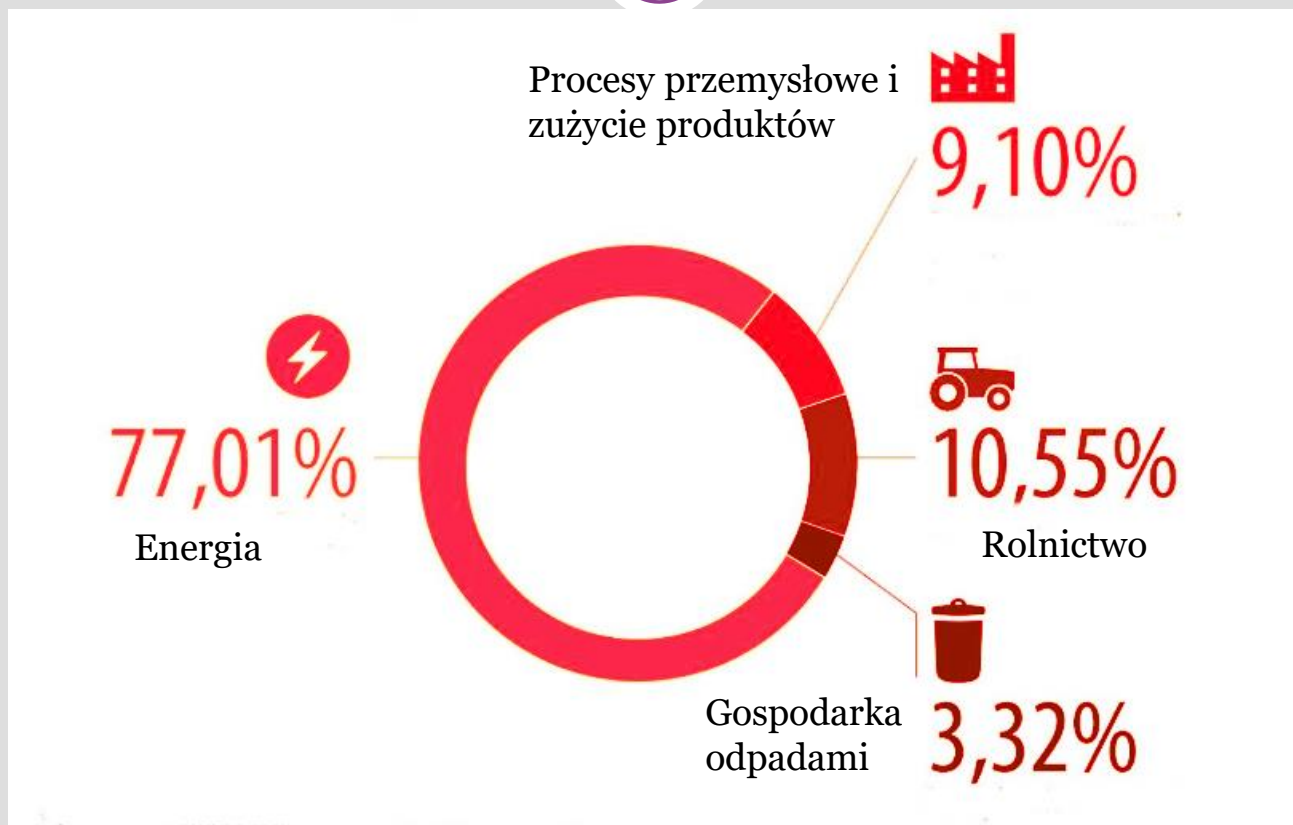
Gazy cieplarniane uniemożliwiają jednak bezpośrednią ucieczkę promieniowania ciepłego z atmosfery ziemskiej. Pochłaniają one dużą część promieniowania ciepłego i emitują je ponownie we wszystkich kierunkach, również w kierunku powierzchni Ziemi /4/. Oznacza to, że warstwy powietrza znajdujące się poniżej oraz powierzchnia Ziemia są ogrzewane. **Ten naturalny efekt nazywany jest naturalnym efektem cieplarnianym.** Odpowiedzialne za to gazy nazywane są naturalnymi gazami cieplarnianymi. Dzięki ich obecności średnia temperatura naszego globu wynosi średnio około $+14^{\circ}\text{C}$.

Przyczyny wzrostu emisji gazów cieplarnianych



- W wyniku spalania węgla, ropy i gazu powstają dwutlenek węgla i podtlenek azotu.
- Wycinanie lasów (wylesianie). Drzewa pomagają regulować klimat poprzez pochłanianie CO₂ z atmosfery. Kiedy są one wycinane, zmagazynowany w nich węgiel znów trafia do atmosfery, a to przyczynia się do efektu cieplarnianego.
- Intensywna hodowla zwierząt gospodarskich. Krowy i owce produkują duże ilości metanu podczas trawienia.
- Nawozy azotowe powodują emisje tlenków azotu.
- Fluorowane gazy cieplarniane są emitowane z urządzeń i produktów, które wykorzystują te gazy. Mają one bardzo wysoką wydajność cieplną, aż do 23 tys. razy wyższą niż CO₂.

Emisje gazów cieplarnianych według sektorów w UE w roku 2019



Źródło: Europejska Agencja Środowiska (EEA)

Termiczny wymiar efektu cieplarnianego



Gazy cieplarniane	ΔT	Udział procentowy	Koncentracja
para wodna	20.6	62.1%	30 ppvt
CO ₂	7.2	21.7%	350 ppmv
O ₃	2.4	7.2%	50 ppbv
N ₂ O	1.4	4.2%	320 ppbv
CH ₄	0.8	2.4%	17 ppbv
freony	<0.8	2.4%	1 ppbv
Sumarycznie GHG*	33.2		

* Gazy cieplarniane (ang. Greenhouse gases - GHG)

**Energia+Technologia=Szkoła+Zawód - Technologie energii odnawialnej w szkołach
dla wykwalifikowanych pracowników przyszłości
Energie+Technik=Schule+Beruf - Erneuerbare Energietechnik macht Schule
für Fachkräfte der Zukunft**

Projekt dofinansowany jest przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR)
w ramach programu Współpracy Interreg V A Meklemburgia-Pomorze Przednie / Brandenburgia / Polska