

Naturalne vs. antropogeniczne czynniki klimatotwórcze.

Historia zmian klimatu w dziejach Ziemi



Grupa docelowa:

Uczniowie klas szkoły ponadpodstawowej wszystkich klas profilowych. Scenariusz ten może być nauczany niezależnie od pozostałych scenariuszy przygotowanych przez zespół ds. edukacji ekologicznej, w tym klimatycznej i poprawy ekologicznych warunków życia. Zaleca się jednak, aby lekcję przeprowadzić po scenariuszu 1a lub 1b (w zależności od poziomu grupy) – Podstawy fizyczne klimatu.

Czas zajęć:

45 minut

Cel lekcji:

- Uczniowie dostrzegają rolę czynników naturalnych powodujących zmiany klimatu Ziemi oraz znaczenie działalności człowieka w modyfikacji i intensyfikacji tych zmian.

Szczegółowe cele kształcenia:

Wiedza:

- Uczniowie znają naturalne i antropogeniczne przyczyny zmian klimatu.
- Uczniowie wskazują przykłady zmian klimatu w różnych skalach czasowych.

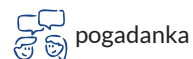
Umiejętności

- Uczniowie interpretują (wskazując na przyczyny) wykresy wieloletniej zmienności temperatury powietrza.

Postawy

- Uczniowie oceniają rolę aktywności człowieka we współczesnej zmianie klimatu Ziemi.

Metody pracy:



pogadanka

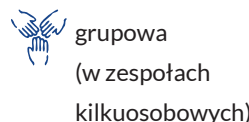


wykład

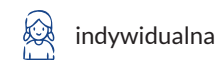


dyskusja

Formy pracy:

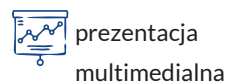


grupowa
(w zespołach
kilkuosobowych)



indywidualna

Środki dydaktyczne:



prezentacja
multimedialna



film

Przebieg zajęć:

Przed lekcją – konieczność zapewnienia narzędzi multimedialnych (komputer, rzutnik, Internet).



Wprowadzenie (5 min)

Nauczyciel zadaje uczniom pytania sprawdzające ich opinię na temat zachodzącej zmiany klimatu Ziemi.

- Klimat zmienia się w sposób naturalny (T/N).
- Człowiek jest przyczyną zmiany klimatu (T/N).
- Efekt cieplarniany jest groźny (T/N).
- Wybuch wulkanu może wpłynąć na klimat (T/N).
- Najważniejszym gazem cieplarnianym jest CO₂ (T/N).
- Wiadomo, jaki jest udział człowieka we współczesnej zmianie klimatu Ziemi (T/N).

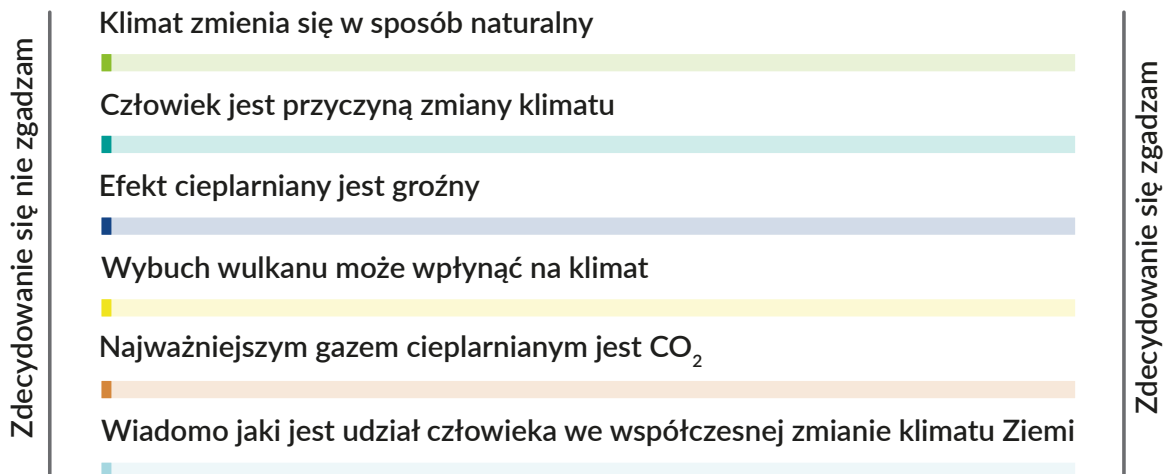
Możliwość „głosowania” na poszczególne odpowiedzi kartami o różnym kolorze (T/N) lub przy użyciu narzędzia multimedialnego:

<https://www.mentimeter.com>.

W drugim przypadku uczniowie korzystają ze swoich telefonów komórkowych.

Odpowiedzi uczniów na tym etapie lekcji pozostają bez komentarza.

Według Ciebie



Część zasadnicza:

1. Uczniowie i uczennice zostają podzieleni na 3 kilkuosobowe grupy. Klasa wspólnie ogląda fragmenty filmów prezentujących przyczyny zmian klimatu. Każda grupa otrzymuje zadanie:

Skomentuj zagadnienie:

- Rola czynników naturalnych w kształtowaniu klimatu Ziemi;
- Rola czynników antropogenicznych w kształtowaniu klimatu Ziemi;
- Historia klimatu Ziemi.

2. Prezentacja filmów:

https://timeforgeography.co.uk/videos_list/climate-change/natural-causes-queternary-climate-change/ (11 min)

https://timeforgeography.co.uk/videos_list/climate-change/human-causes-climate-change/# (10 min)

Filmy po angielsku. Nauczyciel może poprosić uczniów, aby poszukali w Internecie transkrypcji albo we współpracy z nauczycielem języka angielskiego przygotowali.

Zobacz też na sugestie filmów (częściowo alternatywnych) na końcu!

Podsumowanie (10 min)

Uczniowie przedstawiają zadane zagadnienia.

Jako komentarz podsumowujący nauczyciel pokazuje prezentację multimedialną, na której zestawione są główne treści lekcji. Poniżej załączono opis do każdego slajdu zawartego w prezentacji, który może pomóc podczas prowadzenia lekcji.

Slajd 2:

Wykres tylko na pierwszy rzut oka wydaje się skomplikowany.

Składa się z dwóch części: wykresu górnego i dolnego, mających wspólną skalę czasową na osi poziomej. Skala czasu nie jest ciągła. By zamieścić na jednej rycinie okres od 66 mln lat wstecz (czyli erę kenozoiczną) po przyszłość, tj. rok 2300, oś czasu przerwano w czterech miejscach (oznaczenie: //).

Skąd w ogóle mamy takie dane?

Rekonstrukcję wykonano dla ostatnich 66 mln lat na podstawie analizy ogromnego zbioru danych uzyskanych głównie z rdzeni osadów dennych w oceanach. Ostatnie setki lat pochodzą z innych danych pośrednich (np. dendrologicznych, czyli z badań drzew). Ostatnie 200 lat to już pomiary meteorologiczne.

Dolna część wykresu – historyczne i przewidywane stężenia CO₂

Wykres przedstawia rekonstrukcję i scenariusze stężenia CO₂ – najistotniejszego gazu cieplarnianego w jednostkach stężenia w cząstkach na milion, tj. ppm (ppm, skala stężeń na lewej osi poziomej).

Na przestrzeni historii Ziemi widoczne są znaczące zmiany stężenia CO₂ w atmosferze. Najwyższe wartości występowały w okresie 55–50 mln lat temu, najniższe w długim okresie od ok. 24 mln temu po ok. 20 tys. lat wstecz. Od roku 1850 po współczesność (rok 2021 – ostatni uwzględniony w pomiarach) widoczny jest wzrost stężenia zawartości CO₂ w atmosferze.

Scenariusze zmian stężenia CO₂ do roku 2300 zostały przedstawione za pomocą trzech różnych krzywych (kolory: granatowy, niebieski i czerwony). Ponieważ nie można jednoznacznie przewidzieć, jak będzie się kształtowało stężenie CO₂ w przyszłości, założono trzy scenariusze:

RCP 2.6 (pozytywny),

RCP 4.5 (neutralny),

RCP 8.5 (negatywny).

Najbardziej pozytywny scenariusz RCP 2.6 wskazuje na spadek poziomu stężenia CO₂ do roku 2300, zaś najbardziej negatywny (wręcz katastroficzny) RCP 8.5 wskazuje na największe stężenie CO₂ w 2300 roku w całej skali historycznej¹.

¹ Scenariusz RCP 2.6 zakłada osiągnięcie stężenia CO₂ na poziomie 400 ppm, do 2100 roku i utrzymanie wzrostu temperatury o 1,5°C w porównaniu z poziomem przedindustrialnym. Jest to mało realistyczny scenariusz, biorąc pod uwagę fakt, że poziom stężenia CO₂ w atmosferze już przekroczył 400ppm, natomiast temperatura wzrosła ponad 1°C od poziomu przedindustrialnego. Scenariusz ten oznacza też duże ograniczenie antropogenicznych emisji dwutlenku węgla w krótkim przedziale czasowym.

Scenariusz RCP 8.5 zakłada osiągnięcie stężenia CO₂ na poziomie 940 ppm do 2100 roku oraz wzrost średniej temperatury powyżej 4,5°C względem do poziomu przedindustrialnego. Efektem będzie nieodwracalna destabilizacja klimatu Ziemi. Scenariusz ten oznacza gigantyczne ilości spalane przez ludzkość węgla i z tego względu uważany jest za mało prawdopodobny.

Górna część wykresu – średnia globalna temperatura powietrza.

Mimo skomplikowanego wyglądu prezentuje ona w dość prosty i poglądowy sposób zmiany temperatury na przestrzeni ostatnich 66 mln lat.

Oś czasu (pozioma) została uzupełniona o nazwy poszczególnych okresów w erze kenozoicznej (panel ponad wykresem). Ostatnie dwa przedziały czasowe to plejstocen i holocen, które są epokami zaliczanymi do okresu czwartorzędu.

Dodatkowo wskazano na najnowszy okres, tzw. antropocen (od ok. 1850 roku), który został specjalnie wydzielony przez niektórych badaczy jako okres z istotnym wpływem człowieka na klimat i środowisko.

Poniżej tych nazw znajdują się szare linie/obszary, które obrazują stopień zlodowacenia na kuli ziemskiej. Opisane są szczególnie mocno zlodowacone części, takie jak Antarktyda Wschodnia, Antarktyda Zachodnia). Te szare linie/obszary z upływem czasu „jaśnieją”, co oznacza ich powolne zanikanie.

Najważniejszą część tego panelu stanowi krzywa prezentująca odchylenie średniej temperatury powietrza w danym okresie od temperatury wielolecia 1961–1990 (skala pionowa z lewej i prawej strony wykresu), znajdująca się na wielobarwnym tle dodatkowo podkreślającym tę różnicę.

Widzimy tutaj, że najwyższe odchylenia temperatury w porównaniu z temperaturą wielolecia 1961–1990 występowały w eocenie (ok. 55–45 mln lat temu) i osiągały do 16°C więcej niż średnia temperatura wielolecia 1961–1990. Od tego czasu następuje ciągłe zmniejszanie średniej temperatury aż do najniższych wartości (-4°C, -5°C względem średniej temperatury wielolecia 1961–1990), które pokrywają się z okresem, w którym na Ziemi pojawia się człowiek (ok. 40 tys. lat temu). Od tego czasu następuje wyraźny wzrost temperatury w okresie plejstocenu i wypłaszczenie krzywej w okresie holocenu. Analizując ostatnie 150 lat (antropocen), widać, że temperatura rośnie niejednostajnie; wzrost średniej temperatury zdecydowanie przyspiesza w ostatnich 70 latach.

Scenariusze IPCC na najbliższe 150 lat przewidują dalszy wzrost, zależny od prognozowanego stężenia CO₂ w atmosferze. Wzrost ilości CO₂ do 2048 ppm (najbardziej pesymistyczny scenariusz) spowoduje zwiększenie średniej temperatury na Ziemi o ponad 12°C, do wartości, które nie były obserwowane na naszej planecie od najgorętszego okresu w historii (eocen) datowanego na ok. 50 mln lat temu. Według bardziej optymistycznych scenariuszy wzrost średniej temperatury nie powinien przekroczyć 4°C powyżej średniej temperatury wielolecia 1961–1990, a najbardziej optymistyczne scenariusze zakładają wręcz powrót średniej temperatury na Ziemi do wartości zbliżonych do lat 1961–1990, jednak spełnienie tego scenariusza wymaga zdecydowanego obniżenia emisji CO₂.

Na podstawie danych historycznych sporządzono dokładny przebieg temperatury powietrza, którą lepiej tu nazwać **krzywą stanu termicznego Ziemi**. Wydzielono i zaznaczono cztery podstawowe okresy termiczne nazwane stanami (cieplarnianym, ciepłym, chłodnym i zimnym).

Slajd 3:

NATURALNE I ANTROPOGENICZNE PRZYCZYNY ZMIAN KLIMATU

Czynniki antropogeniczne, czyli te spowodowane przez działalność człowieka i kierowanej przez niego gospodarki. Ich występowanie stwierdza się od początku istnienia zorganizowanych struktur cywilizacji, jednak od XIX wieku wyjątkowo przybrały na intensywności. Składają się na nie:

- emisja gazów cieplarnianych (spośród których głównym jest CO₂ – w ponad 80%) spowodowana przemysłem (wytwarzanie energii elektrycznej), transport, a także mniej oczywiste czynniki takie jak hodowla zwierząt (emisja metanu, który również przyczynia się do efektu cieplarnianego);
- pyły zawieszone (zwane również atmosferycznymi aerozolami) – siarczany tworzące większe cząstki, pyły mineralne i węglowe;
- zmiana struktury roślinności (np. poprzez wylesianie w celu poszerzenia areałów rolnych).

Do czynników naturalnych zaliczamy te, które od początku istnienia Ziemi wpływały na epokowe zmiany klimatyczne, przy czym głównym naturalnym gazem cieplarnianym w atmosferze jest para wodna (nie mylić z najczęstszym antropogenicznym gazem cieplarnianym!)².

Uwaga! Niektórzy wykorzystują te wcześniejsze naturalne epokowe zmiany klimatu w celu podejmowania prób obalenia teorii o antropogenicznym pochodzeniu zmiany klimatu obserwowanej w ostatnich dziesięcioleciach.

- wpływ aktywności wulkanicznej - wydostały z wulkanu pył zawieszony oraz inne związki chemiczne doprowadzają do pochłaniania ciepła w stratosferze, co jednak paradoksalnie prowadzi do ochłodzenia się warunków przy gruncie; z drugiej zaś strony wulkany emitują co roku znaczące ilości dwutlenku węgla, jednak nie jest to ilość porównywalna z emisjami, które powoduje nasza gospodarka,
- wytwarza nasza gospodarka; - czynniki astronomiczne - na klimat na Ziemi wpływają cykle astronomiczne - (ich omówienie wykracza poza zakres scenariusza);
- czynniki solarne - związane ze zmianami aktywności słonecznej, czyli energii, dostarczanej na daną powierzchnię w określonym czasie przez promieniowanie słoneczne.

Slajd 4:

Grafika przedstawia poszczególne czynniki - naturalne i antropogeniczne oraz ich wpływ na wzrost temperatury w latach 2010-2019, w porównaniu z latami 1850-1900:

- a. szary słupek pokazuje, jak bardzo wzrosła temperatura (o ok. 1,1°C) w latach 2010-2019 względem okresu 1850-1900;
- b. w drugiej części widzimy wpływ w tym okresie na temperaturę sumy wszystkich czynników antropogenicznych (1,1°C), zmiany w stężeniach dobrze wymieszanych gazów cieplarnianych (1,5°C), innych wpływów antropogenicznych (takich jak aerozole, ozon i zmiany użytkowania terenu, które wpływają na albedo³, -0,4°C - uwaga! wpływy te powodują ochłodzenie klimatu, jednak ich oddziaływanie jest mniejsze niż w przypadku pozostałych czynników antropogenicznych), wpływu Słońca i wulkanów (0°C) oraz wewnętrznej zmienności klimatu (0°C);
- c. w trzeciej części pokazany jest wpływ poszczególnych gazów, aerozoli, zmiany użytkowania terenu (zmiany albedo) oraz smug kondensacyjnych⁴ na ocieplenie klimatu w podanym okresie.

Ponieważ wartości wzrostu temperatury pokazane na wykresie są jedynie uśrednieniem danych uzyskanych w wyniku licznych obserwacji, czarne kreski pokazują prawdopodobne wartości, jakie poszczególne czynniki mogą uzyskać w przypadku błędu statystycznego.

² Jej naturalne stężenie jest konieczne do utrzymania życia na Ziemi - jak było wspomniane w scenariuszu nr 1a - podstawy fizyczne klimatu, pewna ilość gazów cieplarnianych w atmosferze jest konieczna, aby całe ciepło dostarczane do Ziemi z energii słonecznej nie zostało oddane z powrotem w przestrzeń kosmiczną.

³ O albedo przeczytasz w scenariuszu nr 1a i 1b - Podstawy fizyczne klimatu.

⁴ Czyli tzw. białych śladów ciągnących się po niebie za samolotem.

Naturalne vs. antropogeniczne czynniki klimatotwórcze.

Historia zmian klimatu w dziejach Ziemi.



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska

Co warto obejrzeć jako zadanie dodatkowe?

Wielka zmiana #3 (17 min 14 s)

<https://www.youtube.com/watch?v=nfDmCepwFZQ>

warto puścić fragment: **8.11-12.50 (4 min 40 s)**

Understanding Natural Climate Cycles (5 min 06 s); konieczna transkrypcja w języku polskim

https://www.youtube.com/watch?v=qKY7AN3tB_s&t=6s

What's really warming the earth (6 min 03 s); polskie napisy!

<https://www.youtube.com/watch?v=hphdsLcSTYQ>