

## Spis treści

1. Temat i plan zajęć .....	2
2. Zanim zaczniemy – informacje wstępne dotyczące organizacji zajęć .....	2
3. Słownik .....	3

## Część pierwsza

4. Wstęp / wprowadzenie dla całego zespołu – na co zwracamy uwagę? .....	4
5. Ćwiczenie .....	5

## Część druga

6. Przykłady sprzężeń w systemie klimatycznym Ziemi .....	5
• Para wodna w atmosferze a wzrost temperatury .....	5
• Woda i obszary pokryte lodem .....	5
• Ćwiczenia .....	6
• Efekt „nawożenia” dwutlenkiem węgla (przykład sprzężenia ujemnego) .....	6
7. Współzależności w systemie klimatycznym .....	7
• Wzrost temperatury, topnienie lodu morskiego i lądolodów, wzrost poziomu morza .....	7
• Pustynnienie i erozja gleb .....	7
• Pożary lasów .....	8
• Ćwiczenia .....	8

## Część trzecia

8. Wnioski i podsumowanie .....	9
• Aktualny stan klimatu i prognoza na przyszłość .....	9
• Ćwiczenia .....	10
• Co możemy zrobić, aby ograniczyć niekorzystne zmiany ? Dyskusja i wybór propozycji działań .....	11

### Materiały dla nauczyciela:

- scenariusz zajęć
- prezentacja do zajęć

## Temat: System klimatyczny Ziemi – sprzężenia zwrotne

Sprzężenia zwrotne jako składowa systemu klimatycznego i przykład złożoności procesów wpływających na intensywność efektu cieplarnianego.

### Plan zajęć:

1. Informacje wstępne, przypomnienia.
2. Słownik.
3. Przykłady sprzężeń zwrotnych w atmosferze, na obszarach morskich i na lądzie.
4. Aktualny stan klimatu i prognoza na przyszłość.



slajd: 1



slajd: 2



### Zanim zaczniemy:

Scenariusz pomyślany jest jako zestaw modułów umożliwiających realizację założonych treści zarówno w czasie zajęć jednogodzinnych, jak i w cyklu kilku godzin (por. scenariusz dla klas -7-8) w zależności od tego jak dużo czasu prowadzący będzie chciał przeznaczyć na ćwiczenia na bazie linków w prezentacji oraz pracę grupową w postaci posteru. Wybór opcji zależy od kilku czynników, przede wszystkim liczby godzin, którymi dysponuje prowadzący na te zajęcia oraz liczby uczniów. Treści są tak przygotowane, że mniej ważne jest to, czy uczniowie w zespole są z jednego, czy z dwóch poziomów wiekowych (czy są tylko z klasy siódmej czy także z ósmej).

**Wariant jednogodzinny** – wprowadzenie nawiązujące do pierwszej części prezentacji, praca w grupach - każda grupa realizuje ćwiczenia w powiązaniu z wybranymi przez prowadzącego elementami prezentacji, na końcu następuje prezentacja rezultatów. Jeśli uczniów jest bardzo mało – nauczyciel wybiera te treści, które uzna za najważniejsze dla obecnych na zajęciach osób.

**Wariant kilkogodzinny** – praca całym zespołem, kolejne elementy scenariusza i powiązanej z nim prezentacji (w szczególności ćwiczenia i poster), realizowane są podczas następujących po sobie zajęć, na końcu podsumowanie rezultatów.

Proponowane **ćwiczenia**, w większości z wykorzystaniem zewnętrznych treści interaktywnych w postaci portali internetowych, są zestawem do wyboru, w całości zbyt obszernym jak na jednogodzinne zajęcia. Polecenia w ćwiczeniach skierowane są do jednego ucznia, ale w przypadku pracy w grupach mogą być zadaniami zespołowymi.

**Efektem** pracy zespołu może być poster lub prezentacja multimedialna przedstawiona np. w dowolnej klasie lub dla szerszej społeczności z okazji np. Dnia Ziemi. Instrukcja wykonania posteru znajduje się w treści prezentacji dla uczniów.



W zależności od ilości czasu wprowadzamy nowe pojęcia w trakcie realizacji kolejnych treści postępując się SŁOWNIKIEM (jest on także elementem prezentacji). Pojęcia ze słownika mogą być dzielone na części przedstawiane poszczególnym grupom jeśli będzie miała miejsce praca zespołowa z ich wyjaśnianiem. Dla lepszego zrozumienia, czym są sprzężenia warto w trakcie zajęć posługiwać się **filmem**:  
<https://www.youtube.com/watch?v=gptjf0rRmCM>

Jeśli ten kilkuminutowy film (zalecany do pokazania we fragmentach w różnych częściach zajęć w nawiązaniu do odniesień w prezentacji dla ucznia) nie jest uruchamiany w trakcie zajęć, to wyświetlamy go pod koniec w całości jako podsumowanie.

## SŁOWNIK

**Klimat** – cechy charakterystyczne pogody w danym rejonie obserwowane na przestrzeni wielu lat: temperatura, opady, wiatr, zachmurzenie, nasłonecznienie, wilgotność (zawartość pary wodnej w powietrzu), ciśnienie (siła z jaką słup powietrza naciska na powierzchnię Ziemi).

W uproszczeniu wiedza o klimacie w którym żyjemy pozwala na zakup odpowiednich ubrań dopasowanych do pory roku. Wiedza o pogodzie (prognozie) mówi nam, jak się ubrać określonego dnia. Klimat Ziemi należy traktować jako cały system.

**System klimatyczny** – układ atmosfery, hydrosfery, kriosfery, litosfery i biosfery wraz z całością wzajemnie powiązanych zjawisk i procesów w tym układzie zachodzących na przestrzeni tysięcy lub milionów lat. Mówiąc o klimacie Ziemi należy mieć na uwadze właśnie tę całość procesów, a nie jedynie same wielkości fizyczne go opisujące.

**Kriosfera** – wody w postaci niezankającego lodu, obejmuje lodowce, lądolody, śnieg, lód na powierzchni oceanu i wieloletnią zmarzlinę

**Wymuszenia** (w systemie klimatycznym) – wpływające na klimat zjawiska pochodzące z zewnątrz systemu klimatycznego, np. zmiany aktywności Słońca, zmiany orbity Ziemi, efekty aktywności wulkanicznej (mają charakter naturalny) oraz wymuszenia będące konsekwencją działalności człowieka (przede wszystkim ze względu na spalanie paliw kopalnych).

Ta ostatnia kategoria podwyższa stężenia gazów cieplarnianych stanowiąc przyczynę globalnego ocieplenia i odpowiadając za niekorzystne konsekwencje zmian klimatu.

**Sprzężenia w systemie klimatycznym** (inaczej: sprzężenia klimatyczne) – wpływające na klimat zjawiska zachodzące wewnątrz systemu, będące skutkiem działania wymuszeń. Wyróżnia się dodatnie sprzężenia klimatyczne, które wzmacniają działanie wymuszenia oraz ujemne sprzężenia klimatyczne, osłabiające działanie wymuszenia.

Sprzężenie **dodatnie** występuje, kiedy zaistnienie zmiany powoduje dalszą intensyfikację pierwotnej zmiany, niezależnie czy zmiana pierwotna jest dodatnia czy ujemna. Sprzężenie **ujemne** występuje, kiedy zaistnienie zmiany powoduje zmniejszenie jej intensywności w końcowym efekcie.



slajdy: 4a - 4c



Sprzężenia (nazwa alternatywna – sprzężenia zwrotne) mogą zawierać w sobie mechanizm bardziej złożonej interakcji między procesami zachodzącymi w systemie klimatycznym tj. gdy rezultat procesu początkowego pociąga za sobą zmiany w innym procesie, który z kolei wpływa na zmiany w intensywności procesu początkowego.

**Okres referencyjny** (okres odniesienia, bazowy) - w meteorologii, klimatologii i oceanologii wybrany okres, najczęściej liczący trzydzieści lat, dla którego oblicza się wartość średniej temperatury lub wartość średnią innego parametru (np. ilość opadów w badaniach klimatu) i wykorzystuje do porównań mówiących nam o trendzie zmian danego parametru. Może być stosowany dla konkretnego punktu, regionu lub całego świata.

**Anomalia temperatury** (anomalia termiczna) - w meteorologii, klimatologii i oceanologii to **odchylenie** temperatury lub innego parametru (np. opady w badaniach klimatu) **od średniej** z wybranego **okresu** (nazywanego okresem odniesienia, bazowym lub **referencyjnym**) na ogół liczącego trzydzieści lat. Ta różnica może być obliczona dla konkretnego punktu, regionu, czy świata. Może być obliczana dla parametrów dotyczących atmosfery, gruntu a także dla obszarów wodnych.

**Bilans energetyczny Ziemi** – zestawienie energii otrzymywanej i emitowanej przez Ziemię.

Jedynym źródłem energii dla Ziemi jest Słońce (bardzo niewielki, w zasadzie pomijalny wkład pochodzi również z rozpadu izotopów promieniotwórczych w płaszczu Ziemi). Obecnie nasza planeta (traktowana jako całość, wraz z atmosferą) otrzymuje więcej energii, niż emituje w przestrzeń kosmiczną.

**Scenariusze RCP** – tworzone są na podstawie założeń dotyczących kierunku i dynamiki zmian cywilizacyjnych. Na ich podstawie uzyskujemy informację jaka będzie koncentracja gazów cieplarnianych w przyszłości i jak ich ilość wpłynie na zmiany klimatu na Ziemi, w szczególności na wzrost temperatury (czy temperatura wzrośnie o 1,5°C, 3°C, czy może nawet o 5°C względem epoki przedprzemysłowej).

**Przebieg zajęć:**

## CZĘŚĆ PIERWSZA:

### Wstęp / wprowadzenie dla całego zespołu – na co zwracamy uwagę?

Korzystając ze slajdu 3 oraz filmu przypominamy lub wprowadzamy informacje o zmianie średniej globalnej temperatury powietrza od początku epoki przemysłowej o ok. 1,5°C

Należy **zwrócić uwagę**, że nie tylko nadmierna ilość gazów cieplarnianych jest odpowiedzialna za obecne szybkie tempo zmian klimatu. W atmosferze ziemskiej, tak jak i w całej przyrodzie, istnieją złożone zależności, a klimat Ziemi to skomplikowana maszyna. Warto zastanowić się, które ze zmian klimatu są spowodowane pierwotnymi przyczynami, tzw. **wymuszeniami**, a które z nich powodują zmiany klimatu, ale są następstwem wymuszeń. W tej drugiej kategorii są tzw. **sprzężenia klimatyczne**, które opiszemy w trakcie tego bloku zajęć, ilustrując je wybranymi przykładami. Te przykłady, które podamy w scenariuszu zajęć, zostały wybrane z uwagi na możliwości percepcyjne oraz dotychczasową wiedzę szkolną uczniów klas siódmych i ósmych i nie wyczerpują ich pełnego katalogu. Prowadzący może skorzystać z podanych dodatkowych źródeł i wybrać inne, bardziej odpowiednie dla konkretnego zespołu uczniów (np. z wykorzystaniem ich poszerzonej listy w podręczniku „Klimatyczne ABC”, strony 186 do 193, treść podręcznika do pobrania: [klimatyczneabc.uw.edu.pl](http://klimatyczneabc.uw.edu.pl))

**Wprowadzamy pojęcia:** wymuszenie klimatyczne i sprzężenia ze slajdu 4b w prezentacji



## ĆWICZENIE:

Spróbuj podać przykład sprzężenia zwrotnego z życia codziennego.

1. Zapisz swój pomysł.
2. Porównaj swoje przykłady z koleżankami i kolegami.
3. Czy łatwo wskazać pierwotną przyczynę?

Np.

- Na lekcjach WF nie lubisz grać w koszykówkę, bo zwykle jesteś wybierany jako ostatni do drużyny
- nie lubisz koszykówki i nie trenujesz jej nawet poza szkołą
- ponieważ nie trenujesz, to gra idzie ci źle i jesteś coraz słabszy w porównaniu z innymi, którzy ćwiczą
- więc na lekcjach WF nie lubisz grać w koszykówkę, bo zwykle jesteś wybierany jako ostatni do drużyny

## CZĘŚĆ DRUGA:

### Przykłady sprzężeń w systemie klimatycznym Ziemi

#### Para wodna w atmosferze a wzrost temperatury

Wzrost temperatury spowodowany podwyższoną zawartością gazów cieplarnianych (czynnik zewnętrzny, czyli tzw. wymuszenie) powoduje większe parowanie na obszarze całej planety, a ponadto cieplejsza atmosfera ze względu na swoje właściwości fizyczne utrzymuje więcej **pary wodnej**, która jest gazem cieplarnianym i w efekcie jej podwyższona zawartość powoduje dalszy wzrost temperatury. Wprowadzie jednocześnie ze wzrostem zawartości pary wodnej w atmosferze następuje wzrost zachmurzenia i wzrost opadów (częściowo są to efekty ochładzające), ale i tak ostatecznie temperatura na Ziemi wzrasta szybciej, niż w przypadku nieobecności gazów cieplarnianych i braku zwiększonej ilości pary wodnej w atmosferze. W konsekwencji wracamy do początku zamkniętej „pętli” która jest przykładem sprzężenia zwrotnego dodatniego.

Dla wyjaśnienia sprzężeń i lepszego ich zrozumienia można posłużyć się filmem do którego link umieszczony jest na slajdzie 3 w prezentacji.

#### Woda i obszary pokryte lodem

Ze względu na globalne ocieplenie, między rokiem 1901 a rokiem 2018, średni poziom morza wzrósł o  $20 \pm 5$  cm, przy czym w ostatnich latach zaobserwowano wyraźne przyspieszenie tego procesu. Jest to efektem ogrzewania się atmosfery (a w konsekwencji także oceanów) i rozszerzalności cieplnej wody w oceanach oraz topnienia lodowców i lądolodów spowodowanego ogrzewaniem się atmosfery.

W wyniku topnienia zmniejsza się również powierzchnia lodu pływającego w okolicy biegunów, w szczególności na półkuli północnej w obszarze Arktyki, gdzie wzrost temperatury jest największy w skali całej planety, a procesy topnienia najsilniejsze.



slajd: 6



slajd: 7



Podwyższona zawartość gazów cieplarnianych (czynnik zewnętrzny, czyli wymuszenie) powoduje wzrost temperatury. W efekcie pokrywa lodowa Oceanu Arktycznego intensywnie topnieje, co powoduje, że zmniejsza się powierzchnia lodu o jasnej barwie, a zwiększa ciemniejszego oceanu, który odbija mniej, a zarazem pochłania więcej energii słonecznej. Ciepły ocean podnosi temperaturę powietrza, co skutkuje jeszcze szybszym topnieniem pokrywy lodowej.

**Albedo** - zdolność danej powierzchni do odbijania promieniowania, np. promieniowania słonecznego.

Ten fragment zajęć można poszerzyć **filmem** ze slajdu 7 w prezentacji.

### ĆWICZENIA (do wyboru, lub wszystkie w podanej kolejności):

1. Zaobserwuj zmiany w zasięgu lodu arktycznego, skorzystaj ze źródła: <https://storymaps.esri.com/stories/2015/atlas-for-a-changing-planet/>  
Zobacz: (Arctic Sea Ice)
2. Sprawdź, które obszary wybrzeża Polski, Holandii oraz dowolnego innego terenu na Ziemi ulegną zalaniu przy wzniesieniu poziomu morza o 1, 2, 3 i więcej metrów.  
Skorzystaj ze źródła: <http://flood.firetree.net/>
3. Zastanów się, jakie problemy mogą spotkać mieszkańców i rządy państw, których dotknie wzrost poziomu morza? Zaproponuj działania, które można by podjąć w takiej sytuacji. Czy łatwo takie działania wymyślić? Zapisz swoje pomysły.



slajd: 8



### Efekt „nawożenia” dwutlenkiem węgla (przykład sprzężenia ujemnego)

Intensyfikacja fotosyntezy i wychwyt oraz magazynowanie dwutlenku węgla w materii organicznej (biosekwestracja)

Podwyższona zawartość CO<sub>2</sub> w atmosferze może w niektórych ekosystemach spowodować szybszy wzrost roślin i zwiększyć ilość węgla związanego w biomase roślinnej. Chodzi tu o intensyfikację fotosyntezy, czyli szybszy rozwój roślinności, dzięki większej ilości dwutlenku węgla w atmosferze. W uproszczeniu – więcej dwutlenku węgla w atmosferze, to większe jego pochłanianie i potencjalne zmniejszenie jego zawartości w atmosferze, a w konsekwencji osłabienie efektu cieplarnianego.

Sytuację komplikuje okoliczność, że jest to sprzężenie bardzo wolne i że efekt dotyczy przede wszystkim tych ekosystemów, gdzie niska zawartość węgla jest aktualnie elementem ograniczającym wzrost roślin. Jest tak np. na niektórych typach torfowisk. W większości ekosystemów wzrost roślin jest ograniczony dostępnością azotu lub fosforu, czy deficytem wody – w takich sytuacjach wzrost zawartości dwutlenku węgla nie spowoduje jego większego pochłaniania.

Z drugiej strony, działalność człowieka znacząco zwiększa dostępność azotanów i fosforanów, co lokalnie zwiększa tempo przyrostu biomasy roślinnej i skutkuje większym pochłanianiem dwutlenku węgla.



slajd: 9



Sprężenie to mogłoby mieć korzystny efekt usuwania dwutlenku węgla poprzez wiązanie go w strukturach organicznych roślin, pod warunkiem trwałego jego "uwięzienia", np. w starym drzewostanie. Tak więc korzystny efekt tego sprężenia w dużej mierze związany jest ze zmianami dotyczącymi gospodarki leśnej oraz produkcji trwałych dóbr, w przypadku zastosowania drewna jako surowca.

Jeśli drzewo pozostaje w środowisku leśnym, rosnąc przez dziesiątki i setki lat, po to aby potem w powolny sposób ulegać mineralizacji w naturalnym cyklu, to mamy trwałe wiązanie dwutlenku węgla. Natomiast jeśli drzewo wykorzystywane będzie jako materiał budowlany czy surowiec dla wytwarzania nietrwałych mebli lub papieru, to w finalnym efekcie traktowane jest jako odpad i najczęściej zostaje spalone, a dwutlenek węgla trafia z powrotem do atmosfery.

Oczywiście najbardziej jaskrawym przypadkiem obniżenia efektywności biosekwestracji jest wykorzystanie drewna jako opału, czy to w formie peletu czy drewna kominkowego.

Dodatkowo pozytywny efekt tego sprężenia ogranicza zastępowanie lasów i mokradł uprawami rolnymi oraz degradacja ekosystemów lądowych związana z suszami lub zubożeniem gleb.

## Współzależności w systemie klimatycznym.

Współzależności te często łączą w sobie wiele, czasami wydawałoby się niepowiązanych zmiennych. Podane przykłady nie są sprężeniami w sensie definicyjnym, natomiast pokazują wzajemne zależności i są pewnymi uproszczeniami dla zaakcentowania istnienia związków przyczynowo-skutkowych wpływających na klimat.

### Wzrost temperatury, topnienie lodu morskiego i lądolodów, wzrost poziomu morza



slajd: 10



### Pustynnienie i erozja gleb



slajd: 11



Wzrost temperatury i deficyty wody powodują zanik roślinności i zmniejszenie materii organicznej w glebach. Na skutek tego następuje pustynnienie terenu i erozja gleb, wzrasta powierzchnia bardziej suchych ekosystemów (pustyń, półpustyń, suchych stepów), w których zawartość węgla akumulowanego poprzez wiązanie dwutlenku węgla z atmosfery jest mała, co w całościowym ujęciu wzmacnia efekt cieplarniany i powoduje dalszy wzrost temperatury.

Należy **koniecznie wskazać** na bezpośrednie przełożenie tych procesów na życie ludzi, zwłaszcza w strefie podrównikowej, zwrotnikowej i podzwrotnikowej. Można przywołać konkretne obszary świata i zagrożenia w przyszłości oraz przykłady konfliktów na tym tle, w tym np. wojny o wodę, zob. np.: <https://www.hydrotech-group.com/pl/blog/globalna-vojna-o-vodu-je-tato-hrozba-realna>

## Pożary lasów

Z powodu zwiększonego parowania, przy wysokiej temperaturze powietrza, następują zaburzenia w cyklu krążenia wody w przyrodzie nasilając tempo ewolucji klimatu w kierunku cech skrajnych (powodzie opadowe i susze) i deficyty wody na wielu obszarach Ziemi. Na terenach leśnych, zwłaszcza monokulturowych lub terenach gospodarki żarowo-odłogowej, wzrasta ilość pożarów. Pożary te, szczególnie na obszarach słabo zaludnionych, są rozległe i długotrwałe. Powodują znaczne i szybkie emisje dwutlenku węgla do atmosfery. Dodatkowe emisje dwutlenku węgla, wzmacniając efekt cieplarniany, powodują dalszy wzrost temperatury

Propozycja materiału do omówienia:

Pożary lasów Australii, 2019/2020, np.: <https://www.wwf.pl/aktualnosci/czego-swiat-nauczyl-sie-po-pozarach-w-australii>; (tekst artykułu w j. polskim oraz film – czas trwania: 2 min. 39 sek. - z napisami i dźwiękiem w j. angielskim)

W końcowym etapie każdej ze wskazanych powyżej współzależności, otrzymujemy podwyższenie zawartości gazów cieplarnianych, w szczególności dwutlenku węgla i wzmocnienie efektu cieplarnianego. Skutkuje to zmianami klimatu niekorzystnymi dla ekosystemów przyrodniczych i gospodarki. (Zobacz: Lista konsekwencji zmian klimatu w materiałach dla klas 7-8): [https://klimada2.ios.gov.pl/files/2021/e-learning/klasa7-8/7-8%20konsekwencje%20zmian%20klimatu\\_monochrom.pdf](https://klimada2.ios.gov.pl/files/2021/e-learning/klasa7-8/7-8%20konsekwencje%20zmian%20klimatu_monochrom.pdf)

## ĆWICZENIA:

Poszukaj w dowolnych źródłach informacji o

- pożarach lasów i zarośli krzewiastych (buszu) w Australii na przełomie lat 2019/2021 oraz dowiedz się, czy ogień w australijskim buszu jest zjawiskiem naturalnym czy niespotykanym wcześniej,
- pożarach lasów na Syberii (Rosja) w latach 2021, 2020 i/lub 2019.

Porównaj wielkość zniszczonych obszarów z powierzchnią Polski. Spróbuj wskazać zależności pomiędzy różnymi czynnikami doprowadzające do emisji dwutlenku węgla i jako pośrednią przyczynę katastrof. Wykonaj schemat rysunkowy.

Możliwe inne przykłady sprzężeń do omówienia na zajęciach – np. na podstawie „Klimatyczne ABC” str. 186-193 do pobrania ze strony: [klimatyczneabc.uw.edu.pl](http://klimatyczneabc.uw.edu.pl)



slajd: 11



slajd: 13



slajd: 14





## CZĘŚĆ TRZECIA: Wnioski i podsumowanie

### Aktualny stan klimatu i prognoza na przyszłość

Przypominamy, że klimatem Ziemi sterują wzajemne zależności, wśród których są opisane na lekcji sprzężenia zwrotne. Dodatkowe wyjaśnienie ich złożoności wyjaśnia film ze slajdu 15. Dzięki zastosowaniu przez naukowców modeli numerycznych (podobnych do tych które prognozują pogodę) przeprowadzane są obliczenia, które dają nam wiedzę o przyszłym klimacie, uwzględniając także efekty związane ze sprzężeniami, również ujemnymi (np. takimi jak zależność ilości wypromieniowanej energii od temperatury oraz wpływem zwiększonej powierzchni chmur; tych tematów nie omawiamy szczegółowo w trakcie niniejszych zajęć).



slajd: 15



### Po zsumowaniu wpływu wszystkich sprzężeń na system klimatyczny, uzyskujemy zdecydowane wzmocnienie tempa ocieplenia klimatu.

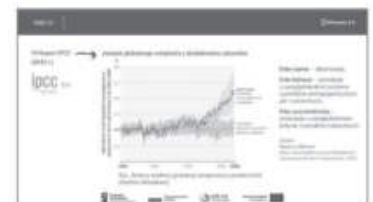
Naukowcy prognozując przyszłość naszego klimatu, poza wiedzą z zakresu nauk ścisłych (fizyka, chemia, biologia), uwzględniają różne scenariusze przyszłych zmian społeczno-ekonomicznych nazywane RCP (Representative Concentration Pathway). Scenariusze te stanowią podstawę dla oszacowania przyszłych emisji gazów cieplarnianych.

W tym miejscu prezentujemy **w całości poniższy film** jeśli nie był wcześniej używany w trakcie zajęć:  
<https://www.youtube.com/watch?v=gptjf0rRmCM>

**Międzyrządowy Zespół ds. Zmiany Klimatu** (ang. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) to naukowe ciało doradcze Organizacji Narodów Zjednoczonych powołane w 1988 r. przez Światową Organizację Meteorologiczną oraz Program Środowiskowy ONZ. Celem prac zespołu jest dostarczanie obiektywnych, naukowych informacji w obszarze zmian klimatu publikowanych w formie raportów.



slajd: 16



W roku 2021 Zespół opublikował raport (VI Raport IPCC) dotyczący obecnego stanu klimatu i prognozy zmian na najbliższe dekady. W raporcie naukowcy bardziej zdecydowanie niż dotąd piszą o związku globalnego ocieplenia z działalnością człowieka. Wskazują, że średnia temperatura w ostatniej dekadzie (2011-2020) była o 1,09°C (a ściślej o 0,95-1,20°C) wyższa niż średnia z lat 1850-1900 (zakres lat używany obecnie dla opisu charakterystyk klimatu dla okresu przedprzemysłowego).



slajd: 17



Prognozowany przebieg zmian klimatu do końca wieku dla różnych obszarów naszej planety można poznać dzięki interaktywnemu atlasowi IPCC: <https://bit.ly/3utOil2>



slajd: 18



Szersze informacje, np. w:

- <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/bezdyskusyjne-nowy-raport-ipcc-o-spowodowanym-przez-czlowieka-ociepleniu-klimatu-488/>
- W tym wypunktowane **najważniejsze wnioski** Raportu IPCC [https://inzynieria.com/energetyka/analizy\\_i\\_komentarze/61993,klimat-dzialania-musza-byc-radykalne-inaczej-nasza-cywilizacja-wyginie](https://inzynieria.com/energetyka/analizy_i_komentarze/61993,klimat-dzialania-musza-byc-radykalne-inaczej-nasza-cywilizacja-wyginie) © inzynieria.com
- Szósty raport Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) w wersji filmowej (nie zapomnij włączyć polskich napisów w ustawieniach filmu YouTube): <https://www.youtube.com/watch?v=z149vLKn9d8>
- Pełna treść raportu IPCC: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>



slajd: 19



## ĆWICZENIA

1. Jeden z wniosków podanych w raporcie IPCC brzmi: Prąd Zatokowy (in. Golsztrum) w ciągu najbliższego stulecia najprawdopodobniej osłabnie, czego efektem będzie między innymi zmniejszenie aktywności monsunowej w Afryce i Azji i zwiększenie ryzyka występowania susz w Europie.
  - Przypomnij sobie z lekcji geografii w klasie VI informacje o tym prądzie morskim i jego wpływie na klimat Europy. Jakie nazwy nosi w pobliżu naszego kontynentu, na które tereny i w jaki sposób oddziałuje w największym stopniu?
  - Spróbuj wyjaśnić, dlaczego wg raportu, osłabienie Prądu Zatokowego może przyczynić się do występowania susz w Europie? Zapisz swoją hipotezę, a następnie sprawdź ją, szukając informacji na ten temat w dowolnych źródłach. Porównaj swoje hipotezy z koleżankami i kolegami.
  - Przedyskutujcie w całej grupie, jakie skutki dla ludzi i przyrody – nie tylko w Europie – może wywołać przewidywana zmiana Prądu Zatokowego.
2. Zobacz, jakie są przewidywane zmiany klimatu:
  - w Twoim powiecie? Skorzystaj ze źródła: <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze/> Gdzie w Polsce prognozowane są największe, a gdzie najmniejsze zmiany?
  - w różnych państwach Europy? Skorzystaj ze źródła: <https://edudemo.climate.copernicus.eu/>
  - w poszczególnych regionach naszej planety (wspomniany wcześniej atlas IPCC): <https://bit.ly/3utOil2>
3. Korzystając z corocznych raportów europejskiego programu Copernicus dowiedz się więcej o stanie klimatu w Europie: <https://climate.copernicus.eu/ESOTC>  
Zobacz animacje zmian temperatury od 1979 r. stworzoną na podstawie ujednoczonych danych pomiarowych i zwróć uwagę na trend rosnący: <https://climate.copernicus.eu/temperature-animations>

## Podsumowanie zajęć – co ty możesz zrobić?

Podsumowując przypominamy, że klimat ziemski to skomplikowany system. W systemie tym wiele pozornie niepowiązanych czynników w ekosystemach zlokalizowanych w różnych częściach świata prowadzi w sumie do wzrostu średniej temperatury. A to z kolei odpowiada za zmiany klimatu, których doświadczamy aktualnie i których intensywność wzrośnie w przyszłości.

Wskazujemy uczniom dodatkowe źródła informacji o sprzężeniach i kolejnych ich przykładach, np.: [klimatyczneabc.uw.edu.pl](http://klimatyczneabc.uw.edu.pl) („Klimatyczne ABC” od strony 186 do 193)



slajd: 20



## Co możemy zrobić, aby ograniczyć niekorzystne zmiany? Dyskusja i wybór propozycji działań.

Korzystamy z propozycji zawartych na stronie: <https://klimada2.ios.gov.pl/kategoria/co-ty-mozesz-zrobic/> oraz <https://klimada2.ios.gov.pl/pokaz-dobre-praktyki/> - staramy się wraz z uczniami wybrać jedno-dwa działania, które możemy podjąć w grupie naszego koła lub w szkole. Może na wiosnę wygospodarujemy trochę miejsca na terenie szkoły i założymy łąkę kwietną, posadzimy drzewo albo zrobimy kompostownik na bioodpady szkolne? Może przeprowadzimy kampanię: Nie marnuj wody i jedzenia! A może zorganizujemy szkolną giełdę pomysłów i poddamy je pod głosowanie, a pomysł, który wygra, będzie realizowany?

Informacje, które zdobyli uczniowie oraz wyniki ich dyskusji i decyzji można przedstawić na posterze/posterach lub prezentacji multimedialnej, jako materiał do dalszego wykorzystania. Można je np. dołączyć do programu imprez i działań szkolnych w ramach obchodów np. Dnia Ziemi (21 kwietnia), Dnia Meteorologii (23 marca), Światowego Dnia Mórz (17 marca), Dnia Ochrony Środowiska (5 czerwca) lub zorganizować sesję posterową w czasie zebrania z rodzicami.



slajdy: : 21a, 21 b, 22, 23,24



Na ostatnich slajdach prezentacji dla uczniów przedstawiono informacje o zasadach tworzenia posteru naukowego, które można wykorzystać na zajęciach z uczniami.