

# Ulotka podsumowująca, co warto wiedzieć o efekcie cieplarnianym.

Najprostsze wyjaśnienie, czym jest efekt cieplarniany, to: średnia temperatura na Ziemi rośnie, gdy w powietrzu rośnie ilość zawartego w nim dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>). Ilość CO<sub>2</sub> w powietrzu rośnie, bo spalamy paliwa kopalne (np. gaz, benzynę, węgiel). Aby zatrzymać nadciągającą katastrofę klimatyczną (podniesienie się średniej temperatury na Ziemi) musimy przestać spalać paliwa kopalne, a najlepiej gdybyśmy mogli wyciągnąć z powietrza ten nadmiernie wprowadzany przez nas do atmosfery CO<sub>2</sub>.

Naukowcy opracowali symulacje i wyliczyli prognozy zmiany temperatury na Ziemi w zależności od tego, jaką postawę przyjmie ludzkość. Przykładowo postawa *business as usual* (po polsku „wszystko jak zwykle”) to postawa, w której nic nie zmieniamy w swoim zachowaniu i wypuszczamy do atmosfery coraz więcej CO<sub>2</sub>. W takim scenariuszu średnia temperatura na Ziemi może wzrosnąć nawet o ok. 3 - 6°Celsiusza.

W 2015 roku wszystkie państwa świata podpisały Porozumienie paryskie, w którym jest mowa o tym, aby przyjąć postawę ograniczenia wzrostu średniej temperatury Ziemi do 1,5°C. Ten poziom został uznany za stosunkowo bezpieczny. Wydaje się, że uda nam się dostosować do nowych warunków klimatycznych. Jednak, aby ograniczyć efekt cieplarniany musimy przyjąć aktywną postawę - zacząć wprowadzać odnawialne źródła energii, zmieniać zachowania konsumenckie, a przede wszystkim uczyć ludzi na całym świecie (w tym nas – harcerki i harcerzy w Polsce), że ta transformacja musi dokonać się niedługo i jej przebieg też zależy od NAS.

Kwestia globalnego ocieplenia jest ważnym wyzwaniem XXI wieku. **WAGGGS porusza ten temat i przygotował propozycję programową z okazji DMB 2022 „NASZ ŚWIAT, NASZA RÓWNA PRZYSZŁOŚĆ. Środowisko i równość płci”.** Porusza ona temat zmian klimatu i zależności między zjawiskami związanymi ze środowiskiem, a nierównościami w społeczeństwie, ze szczególnym uwzględnieniem kwestii równości płci.

Zapraszamy do zapoznania się z poniższą ulotką, aby pogłębić wiedzę na temat zmian klimatycznych. Zachęcam także do odwiedzenia sprawdzonych źródeł informacji, na przykład:

- [www.naukaoklimacie.pl](http://www.naukaoklimacie.pl) – prowadzonego przez naukowców z Uniwersytetu Warszawskiego.
- <https://klimatyczneabc.uw.edu.pl/dodatki>

Pytania i odpowiedzi na temat zmian klimatu, zawarte w ulotce, zostały przygotowane przez naukowców współpracujących z zespołem „Uniwersytet Warszawski dla Klimatu” w publikacji „Klimatyczne ABC”.

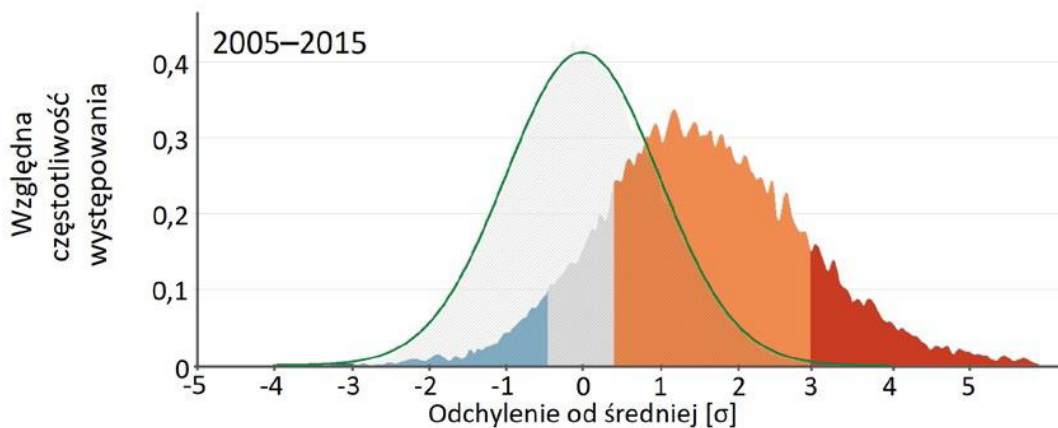
Przedruk na podstawie licencji Creative Commons CC-BY-SA 4.0.

Całe opracowanie podręcznika i materiałów edukacyjnych: „Klimatyczne ABC – Interdyscyplinarne podstawy współczesnej wiedzy o zmianie klimatu” jest do pobrania na stronie: <https://klimatyczneabc.uw.edu.pl>

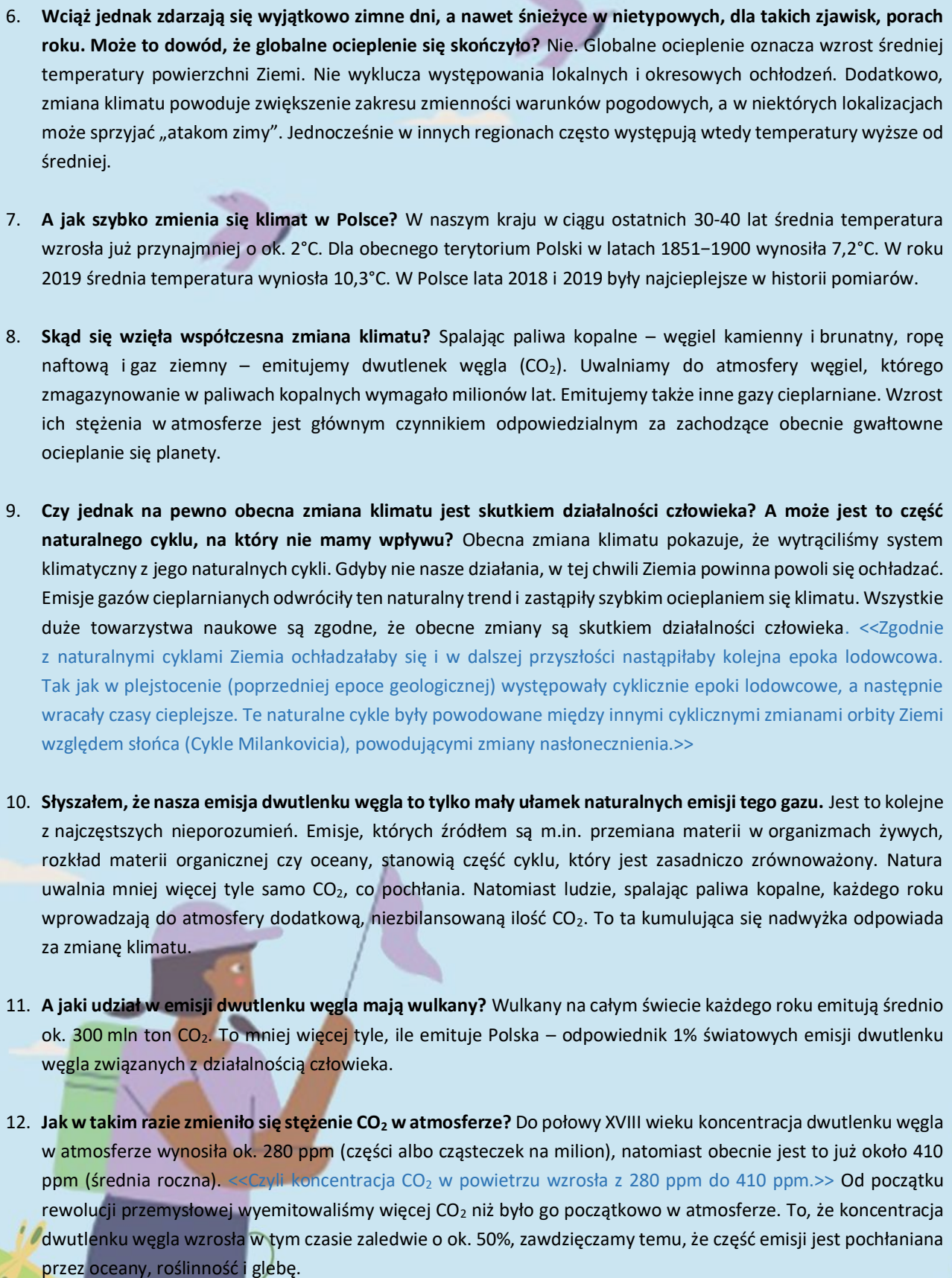
\*<< komentarze redakcji >>

autorka opracowania: phm. Justyna Piwowar

1. **Czy klimat Ziemi naprawdę się ociepla?** Tak. Pokazują to pomiary temperatury. Mamy do dyspozycji m.in. dane ze stacji meteorologicznych na lądach, boi pomiarowych w oceanie czy satelitów. Obserwujemy też globalne zjawiska potwierdzające ocieplenie takie, jak topnienie lodowców i lądolodów.
2. **Jak bardzo wzrosła już temperatura Ziemi?** Od początku rewolucji przemysłowej średnia temperatura powierzchni Ziemi wzrosła już o około  $1^{\circ}\text{C}$ . Nie wszędzie wzrost temperatur jest taki sam: lądy ocieplają się szybciej niż oceany, szczególnie szybko ociepla się Arktyka.
3. **Ale ociepleniem o  $1^{\circ}\text{C}$  -  $2^{\circ}\text{C}$  stopnie chyba nie trzeba się przejmować!** To częste nieporozumienie. Nie mówimy o zmianie pogody, ale o zmianie średniej temperatury planety. Ziemia o kilka stopni cieplejsza to zupełnie inna planeta niż ta, którą znamy.
4. **„Globalne ocieplenie” czy „zmiana klimatu”?** Można używać obu sformułowań. „Globalne ocieplenie” oznacza wzrost średniej temperatury powierzchni Ziemi. „Zmiana klimatu” to szerszy termin, sygnalizujący, że zmieniają się także inne parametry – na przykład miejsca i terminy występowania opadów.
5. **Co zmiana średniej temperatury oznacza w praktyce?** Kiedy średnia temperatura rośnie, o każdej porze roku częściej występują wyjątkowo ciepłe dni, a odchylenia od tego, co do tej pory było normą, są większe. Konsekwencją zmiany klimatu jest też większa liczba ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak huragany, gwałtowne opady czy długie okresy bez deszczu. Na rysunku poniżej widać, jak zmieniła się częstotliwość występowania różnych temperatur powietrza nad lądami półkuli północnej (dane dla dekady 2005–2015 w porównaniu do lat 1951–1980).



<<Gładka zielona krzywa prezentuje jak często występowało określone odchylenie od średniej temperatury w latach 1951-1980. Kolorowa krzywa jest uzyskana w podobny sposób, ale dla danych z lat 2005-2015. Przesunięcie kolorowej krzywej w prawo oznacza, że w ostatnim czasie średnia temperatura wyraźnie zwiększyła się, a upały uznawane kiedyś za rzadkie, w latach 2005-2015 występowały tak często, że stały się nową normą. Oznacza to też, że w latach 2005-2015 zdarzały się upały, które w przeszłości nie miały miejsca (odchylenie o 5 sigma i większe). Jest to dowód na wzrost średniej temperatury jak i na częstsze występowanie ekstremalnych upałów.>>

- 
6. **Wciąż jednak zdarzają się wyjątkowo zimne dni, a nawet śnieżyce w nietypowych, dla takich zjawisk, porach roku. Może to dowód, że globalne ocieplenie się skończyło?** Nie. Globalne ocieplenie oznacza wzrost średniej temperatury powierzchni Ziemi. Nie wyklucza występowania lokalnych i okresowych ochłodzeń. Dodatkowo, zmiana klimatu powoduje zwiększenie zakresu zmienności warunków pogodowych, a w niektórych lokalizacjach może sprzyjać „atakam zimy”. Jednocześnie w innych regionach często występują wtedy temperatury wyższe od średniej.
7. **A jak szybko zmienia się klimat w Polsce?** W naszym kraju w ciągu ostatnich 30-40 lat średnia temperatura wzrosła już przynajmniej o ok. 2°C. Dla obecnego terytorium Polski w latach 1851–1900 wynosiła 7,2°C. W roku 2019 średnia temperatura wyniosła 10,3°C. W Polsce lata 2018 i 2019 były najcieplejsze w historii pomiarów.
8. **Skąd się wzięła współczesna zmiana klimatu?** Spalając paliwa kopalne – węgiel kamienny i brunatny, ropę naftową i gaz ziemny – emitujemy dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>). Uwalniamy do atmosfery węgiel, którego zmagazynowanie w paliwach kopalnych wymagało milionów lat. Emitujemy także inne gazy cieplarniane. Wzrost ich stężenia w atmosferze jest głównym czynnikiem odpowiedzialnym za zachodzące obecnie gwałtowne ocieplanie się planety.
9. **Czy jednak na pewno obecna zmiana klimatu jest skutkiem działalności człowieka? A może jest to część naturalnego cyklu, na który nie mamy wpływu?** Obecna zmiana klimatu pokazuje, że wytrąciliśmy system klimatyczny z jego naturalnych cykli. Gdyby nie nasze działania, w tej chwili Ziemia powinna powoli się ochładzać. Emisje gazów cieplarnianych odwróciły ten naturalny trend i zastąpiły szybkim ocieplaniem się klimatu. Wszystkie duże towarzystwa naukowe są zgodne, że obecne zmiany są skutkiem działalności człowieka. <<Zgodnie z naturalnymi cyklami Ziemia ochładzałaby się i w dalszej przyszłości nastąpiłaby kolejna epoka lodowcowa. Tak jak w plejstocenie (poprzedniej epoce geologicznej) występowały cyklicznie epoki lodowcowe, a następnie wracały czasy cieplejsze. Te naturalne cykle były powodowane między innymi cyklicznymi zmianami orbity Ziemi względem słońca (Cykle Milankowicia), powodującymi zmiany nasłonecznienia.>>
10. **Słyszałem, że nasza emisja dwutlenku węgla to tylko mały ułamek naturalnych emisji tego gazu.** Jest to kolejne z najczęstszych nieporozumień. Emisje, których źródłem są m.in. przemiana materii w organizmach żywych, rozkład materii organicznej czy oceany, stanowią część cyklu, który jest zasadniczo zrównoważony. Natura uwalnia mniej więcej tyle samo CO<sub>2</sub>, co pochłania. Natomiast ludzie, spalając paliwa kopalne, każdego roku wprowadzają do atmosfery dodatkową, niezbilansowaną ilość CO<sub>2</sub>. To ta kumulująca się nadwyżka odpowiada za zmianę klimatu.
11. **A jaki udział w emisji dwutlenku węgla mają wulkany?** Wulkany na całym świecie każdego roku emitują średnio ok. 300 mln ton CO<sub>2</sub>. To mniej więcej tyle, ile emituje Polska – odpowiednik 1% światowych emisji dwutlenku węgla związanych z działalnością człowieka.
12. **Jak w takim razie zmieniło się stężenie CO<sub>2</sub> w atmosferze?** Do połowy XVIII wieku koncentracja dwutlenku węgla w atmosferze wynosiła ok. 280 ppm (części albo cząsteczek na milion), natomiast obecnie jest to już około 410 ppm (średnia roczna). <<Czyli koncentracja CO<sub>2</sub> w powietrzu wzrosła z 280 ppm do 410 ppm.>> Od początku rewolucji przemysłowej wyemitowaliśmy więcej CO<sub>2</sub> niż było go początkowo w atmosferze. To, że koncentracja dwutlenku węgla wzrosła w tym czasie zaledwie o ok. 50%, zawdzięczamy temu, że część emisji jest pochłaniana przez oceany, roślinność i glebę.

13. **Jaki wpływ na stężenie CO<sub>2</sub> w powietrzu wywierają oceany?** Morza i oceany pochłaniają obecnie z atmosfery więcej CO<sub>2</sub> niż go do niej emitują. Wraz ze wzrostem temperatury, sytuacja ta może niestety ulec zmianie – w cieplejszej wodzie rozpuszczalność dwutlenku węgla jest mniejsza. <<Czyli oceany będą pochłaniać mniej CO<sub>2</sub> niż dotychczas.>>
14. **Czy nadmiar CO<sub>2</sub> w atmosferze ma jeszcze jakieś konsekwencje poza wpływem na klimat?** W niedalekiej przyszłości rosnąca koncentracja CO<sub>2</sub> w powietrzu, którym oddychamy, będzie negatywnie wpływać na nasze samopoczucie i sprawność intelektualną – tak jak ma to miejsce w dusznym, niewietrzonym pomieszczeniu.
15. **Czy dwutlenek węgla jest jedynym gazem cieplarnianym?** Nie. Najważniejsze gazy cieplarniane, poza dwutlenkiem węgla (CO<sub>2</sub>), to para wodna (H<sub>2</sub>O), metan (CH<sub>4</sub>) i tlenek azotu (I) (N<sub>2</sub>O), ozon (O<sub>3</sub>) oraz fluorowęglowodory i chlorofluorowęglowodory (freony). Największy wpływ na obecną zmianę klimatu mają dwutlenek węgla i metan. Para wodna łatwo się skrapla, a jej ilość w atmosferze zależy od temperatury. Nie da się trwale zwiększyć jej ilości inaczej niż ocieplając klimat. Para wodna nie powoduje zmian klimatu, ale je nasila. <<Freony to substancje wykorzystywane w przemyśle chemicznym oraz jako ciecze chłodnicze w chłodziarkach lub w aerozolowych kosmetykach. Wzrost produkcji freonów, jako substancji szkodzących warstwie ozonowej, został skutecznie zabroniony przez protokół montreali. Od czasu tego globalnego porozumienia dziura ozonowa, spowodowana produkcją freonów, zaczęła maleć. Metan dostaje się do atmosfery przy okazji wydobywania gazu ziemnego (który de facto składa się głównie z metanu) oraz przy hodowli bydła. Zarówno wydobywanie gazu, jak i produkcja wołowiny rośnie, więc raczej czeka nas wzrost również tego gazu cieplarnianego.>>
16. **Co wspólnego mają globalne ocieplenie i smog?** To dwa różne, choć powiązane problemy. Niestety, duża część działań antysmogowych nie spowalnia zmiany klimatu. Ich celem jest ograniczenie emisji zanieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia, a nie gazów cieplarnianych.
17. **W jaki sposób nadmiar gazów cieplarnianych w atmosferze wpływa na temperaturę na powierzchni Ziemi?** Średnia temperatura powierzchni Ziemi to efekt równowagi pomiędzy energią otrzymywaną przez planetę od Słońca i wypromieniowywaną przez nią w kosmos. Gazy cieplarniane utrudniają ucieczkę energii z powierzchni Ziemi – na tym polega efekt cieplarniany. Gdy ich stężenie rośnie, efekt cieplarniany nasila się, coraz więcej energii jest zatrzymywane w atmosferze i średnia temperatura powierzchni Ziemi rośnie.
18. **Skąd wiemy, że z powierzchni Ziemi w przestrzeń kosmiczną ucieka mniej energii niż kiedyś?** Pokazują to pomiary satelitarne. A pomiary prowadzone na powierzchni pokazują, że wzrasta natężenie promieniowania podczerwonego pochodzącego z atmosfery.
19. **Gdzie podziewa się dodatkowa energia, związana z nadmiarem gazów cieplarnianych w atmosferze?** Ponad 90% tej nadwyżki energii przejmują ogrzewające się oceany. Reszta powoduje topnienie lodów oraz ogrzanie powierzchni lądów i atmosfery. Ilość energii trafiająca do oceanów jest ogromna – w każdej sekundzie odpowiada energii wyzwolonej podczas wybuchu czterech bomb atomowych, takich jak ta zrzucona na Hiroszimę.

20. **Jakie są przewidywane konsekwencje zmiany klimatu?** Jeśli szybko nie zaprzestaniemy emisji gazów cieplarnianych, to za kilkadziesiąt lat na znacznych obszarach naszej planety regularnie będą występować temperatury za wysokie, aby mogły przeżyć zwierzęta stałocieplne, w tym ludzie. Coraz częstsze będą katastrofalne susze i inne ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak huragany czy nawalne opady. Wzrost poziomu morza spowoduje postępujące zatopianie obszarów nadbrzeżnych, gdzie mieszka znaczna część populacji świata, a w konsekwencji głód, epidemie, migracje i rosnące ryzyko konfliktów zbrojnych. W każdej części świata, w zmienionym klimacie, nie będzie mogło żyć wiele gatunków roślin i zwierząt, które żyły tam do tej pory. Syberyjska tajga może zamienić się w step, a równikowe lasy Amazonii w sawannę.

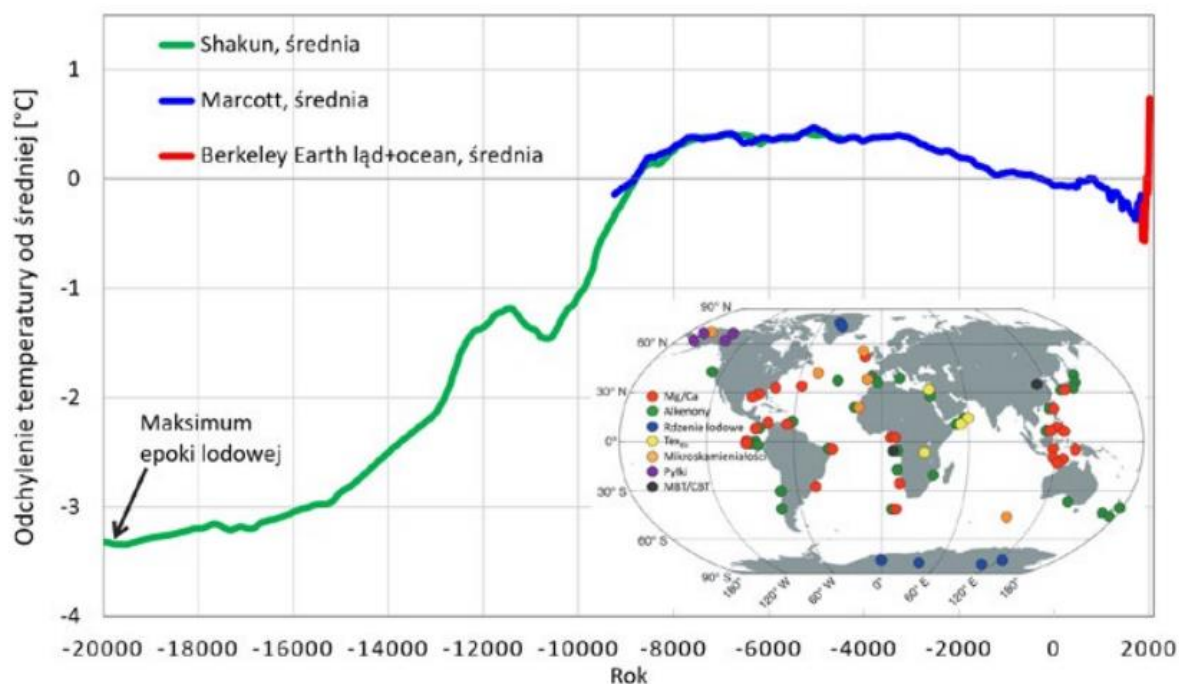
21. **A co nam grozi w Polsce? Może to nawet lepiej, że jest u nas trochę cieplej niż kiedyś?** Już teraz w Polsce występują negatywne skutki ocieplenia klimatu, takie jak fale upałów, susza i pożary lasów, które przeważają nad nielicznymi skutkami pozytywnymi. Susza w naszym kraju nie jest spowodowana wyłącznie zmianą klimatu. Jednak brak wody z topiącego się po zimie śniegu i zwiększone przez wyższe temperatury parowanie sprawiają, że zagrożenie suszą jest większe. Z czasem te negatywne konsekwencje zmiany klimatu będą w Polsce coraz poważniejsze.

22. **Co to są sprzężenia zwrotne w systemie klimatycznym?** To zjawiska występujące w odpowiedzi na zmianę klimatu, mogące ją wzmacniać lub osłabiać. Na przykład topniejąca wieloletnia zmarzlina <<Wieloletnia zmarzlina to zamrożona skorupa ziemska występująca np. w północnych obszarach Kanady i Rosji.>> uwalnia dwutlenek węgla i metan, co zwiększa stężenia tych gazów cieplarnianych w atmosferze i powoduje szybsze ocieplenie się klimatu. Obecnie większość działających sprzężeń wzmacnia zmianę. Jeśli podgrzejemy naszą planetę za bardzo, to uruchomimy kaskadę takich procesów, które będą napędzać się nawzajem, powodując „efekt domina”. <<Efektem, który może osłabiać globalne ocieplenie jest zwiększanie koncentracji pyłów np. siarkowych w atmosferze. Może to mieć miejsce przy silnych wybuchach wulkanów. Pyły w górnych warstwach atmosfery odbijają promieniowanie słoneczne przez co mniej energii dociera do powierzchni planety w ten sposób ją ochładzając. Wzrost koncentracji pyłów w atmosferze ma, poza ochłodzeniem klimatu, więcej konsekwencji np. w postaci kwaśnych deszczy. Więcej informacji znajdziecie na tej stronie internetowej w rozdziale „Zmniejszyć dopływ energii” (<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/geoinzynieria-czyli-jak-naprawic-klimat-czesc-pierwsza-229/>)>>

23. **Co to są punkty krytyczne systemu klimatycznego?** Punkt krytyczny (ang. *tipping point*) to taki stan ziemskiego klimatu, po osiągnięciu którego rozpoczyna się praktycznie nieodwracalny proces, wpływający na system klimatyczny. Przykładowo, jeśli stopi się lądolód Grenlandii, to nie odbuduje się on w wyobraźalnej dla nas skali czasowej, a jego utrata będzie mieć wpływ na klimat całej planety.

24. **Czy to prawda, że zmiana klimatu mogłaby zniszczyć dużą część biosfery i zagrozić przetrwaniu ludzkiej cywilizacji?** W najgorszym, ale niestety dość realistycznym scenariuszu, tak. Przypomnijmy, że, kiedy średnia temperatura Ziemi była o ok. 4°C niższa niż współcześnie, nasza planeta znajdowała się w maksimum ostatniej epoki lodowej (rysunek poniżej), a większość Polski była pokryta kilkusetmetrową warstwą lodu.





Wzrost temperatury o kilka stopni w stosunku do holocenu – okresu stabilnego klimatu, w którym rozwinęła się ludzka cywilizacja – sprawiłby, że na Ziemi zapanują warunki skrajnie różne od tych, które znamy. Zmiany te zachodzą w szybkim tempie, utrudniając przystosowanie się do nich. Dodatkowo, jeśli ocieplenie przekroczy pewną wartość krytyczną, to dalej będzie postępowało samo, nawet jeśli całkowicie przestaniemy emitować gazy cieplarniane. W takim scenariuszu Ziemia stałaby się na większości swojego obszaru niezdatna do zamieszkania dla ludzi.

25. **Co powinniśmy zrobić, aby zatrzymać zmianę klimatu?** Musimy przeorganizować wszystkie nasze działania i dziedziny życia tak, aby nie wiązały się z emisjami gazów cieplarnianych. W szczególności musimy przestać spalać paliwa kopalne i zmienić sposób, w jaki produkujemy żywność. Musimy też pilnie otoczyć ochroną przyrodę, w tym oceany, tak, aby załagodzić destrukcyjny wpływ naszej cywilizacji i zmiany klimatu na ekosystemy. Na te wszystkie działania mamy niestety mało czasu.

<<To, czy nastąpi zmiana, zależy od nas i naszego pokolenia. Już masz za sobą pierwszy krok, aby tego dokonać. Zdobyłaś/zdobyłeś wiedzę, że świat potrzebuje metamorfozy. Wyobraź sobie, że tę propozycję programową WAGGGS przeczytają skautki i skauci na całym świecie. Następnie staną się liderkami i liderami ekologicznych zmian w swoim otoczeniu. W ten sposób rośnie pokolenie gotowe do wprowadzania potrzebnych zmian indywidualnych i systemowych, które zatrzymają globalne ocieplenie.>>

<< Więcej informacji znajdziecie w rozdziale "Co mogę zrobić dla klimatu? Skuteczne naprawianie problemów systemowych" książki „Klimatyczne ABC”, która jest do pobrania na stronie: <https://klimatyczneabc.uw.edu.pl>>>

### Działaj już teraz!

Zajrzyj do propozycji programowej WAGGGS z okazji Dnia Myśli Braterskiej i zgłębiaj kwestie środowiska, zmian klimatu i zależności tych zjawisk z innymi globalnymi wyzwaniami, takimi jak na przykład nierówności społeczne w tym kwestia równości płci. Link do opracowania: <https://cbp.zhp.pl/propozycje/propozycja-wagggs-na-dzien-mysli-braterskiej-2022-nasz-swiat-nasza-rowna-przyszlosc/>