



W obliczu kryzysu klimatycznego zgodna ze współczesnym stanem wiedzy naukowej edukacja na jego temat jest wyjątkowo pilną potrzebą. Dlatego z inicjatywy naukowców pracujących na Uniwersytecie Warszawskim i związanych z zespołem **UW dla Klimatu** powstał niniejszy podręcznik. Współtworzą go także badacze z innych ośrodków akademickich. Wspólne kompendium podstawowych zagadnień stworzyło 16 ekspertów reprezentujących różne dziedziny wiedzy takie, jak fizyka, chemia, biologia, ekologia, ekonomia, psychologia oraz inżynieria. Jest to zatem podręcznik interdyscyplinarny, tak jak samo zagadnienie zmiany klimatu. Wszyscy autorzy niniejszego podręcznika są naukowcami. Wszyscy są też pracownikami polskich uczelni i ośrodków badawczych, Uniwersytetu Warszawskiego, ale także Politechniki Warszawskiej, Polskiej Akademii Nauk, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu i Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Adresatami podręcznika są studenci uczelni, zainteresowani podstawami wiedzy o zmianie klimatu, niezależnie od kierunku studiów oraz starsi uczniowie i nauczyciele. Poszczególne tematy „Klimatycznego ABC” łączą się z takimi obszarami wiedzy szkolnej jak: fizyka, chemia, biologia z ekologią, geografia i wiedza o społeczeństwie.

Podręcznik „Klimatyczne ABC” towarzyszy też kursowi internetowemu pod tą samą nazwą oferowanemu przez Uniwersytet Warszawski.

Podręcznik podzielony jest na 4 części, przedstawiające mechanizmy (cz. 1) i przyczyny globalnego ocieplenia (cz. 2), jego konsekwencje (cz. 3) oraz działania, które mogą zapobiec najbardziej negatywnym skutkom zmiany klimatu (cz. 4).

INTERDYSCYPLINARNOŚĆ PROBLEMU ZMIANY KLIMATU

Zmiana klimatu jest bez wątpienia jednym z poważniejszych, jeśli nie najważniejszym, wyzwaniem cywilizacyjnym, z jakim ludzkość mierzy się na początku XXI wieku (IPCC, 2018).

Jeśli chcemy, aby nasza diagnoza problemu była prawidłowa, a zaproponowane rozwiązania skuteczne, musimy bazować na wiedzy naukowej. W debacie publicznej, w tym w mediach, a także w rozmowach prywatnych, możemy spotkać się z wieloma nieprawdziwymi informacjami na temat zmiany klimatu, błędnymi koncepcjami, nieporozumieniami oraz dezinformacją.

Dlatego pierwszym krokiem dla wszystkich ludzi powinna być próba zrozumienia mechanizmów zachodzących zjawisk, ich skali i wzajemnych zależności. Wiedzę na ten temat dobrze jest czerpać ze sprawdzonych źródeł. Dzięki temu można wyrobić sobie własne zdanie w wielu obszarach związanych ze zmianą klimatu oraz samodzielnie oceniać proponowane rozwiązania.

W najbliższych latach coraz wyraźniej będzie widać, jak poważnym problemem jest zmiana klimatu. Podstawy wiedzy na ten temat będą niezbędne do poruszania się we współczesnym świecie i jego zrozumienia. Tym bardziej warto poświęcić czas, aby je zdobyć. Właśnie temu ma służyć niniejszy podręcznik.

KLIMAT I JEGO ZMIANA

Wielu osobom temat zmiany klimatu kojarzy się głównie z zagrożeniem. To skojarzenie jest słuszne, bo problemy wynikające ze zmiany klimatu są zarówno prawdziwe, jak i bardzo poważne. Istnieje w tej sprawie konsensus naukowy (Pachauri i in., 2014, IPCC, 2018).

Natomiast patrząc na klimat i jego zmianę jak na przedmiot badań naukowych, można stwierdzić, że jest to również bardzo ciekawy obszar wiedzy.

W systemie klimatycznym Ziemi zachodzi wiele różnych zjawisk, obejmujących:

- **materię nieożywioną – atmosferę, oceany, skały** i toczące się w nich reakcje chemiczne czy przemiany fizyczne (np. tworzenie się chmur lub lodu) albo przepływy materii (np. parowanie wody). Są to między nimi zjawiska globalne rozgrywające się na przestrzeni **tysięcy lub milionów lat** (np. powolne wietrzenie skał, które usuwa z atmosfery dwutlenek węgla) oraz lokalne fenomeny zachodzące w ciągu **pojedynczych sekund czy godzin** (np. tworzenie się chmury bądź porywanie pyłów przez wiatr);
- **żywe organizmy i całe tworzone z ich udziałem ekosystemy** – od najdrobniejszych bakterii po ogromne obszary leśne, torfowiska czy rafy koralowe. Również one uczestniczą w procesach o różnych skalach czasowych, od **skali geologicznej**, w której ze szczątków roślin powstały paliwa kopalne, po **coroczne fluktuacje** wegetacji w rytmie pór roku.

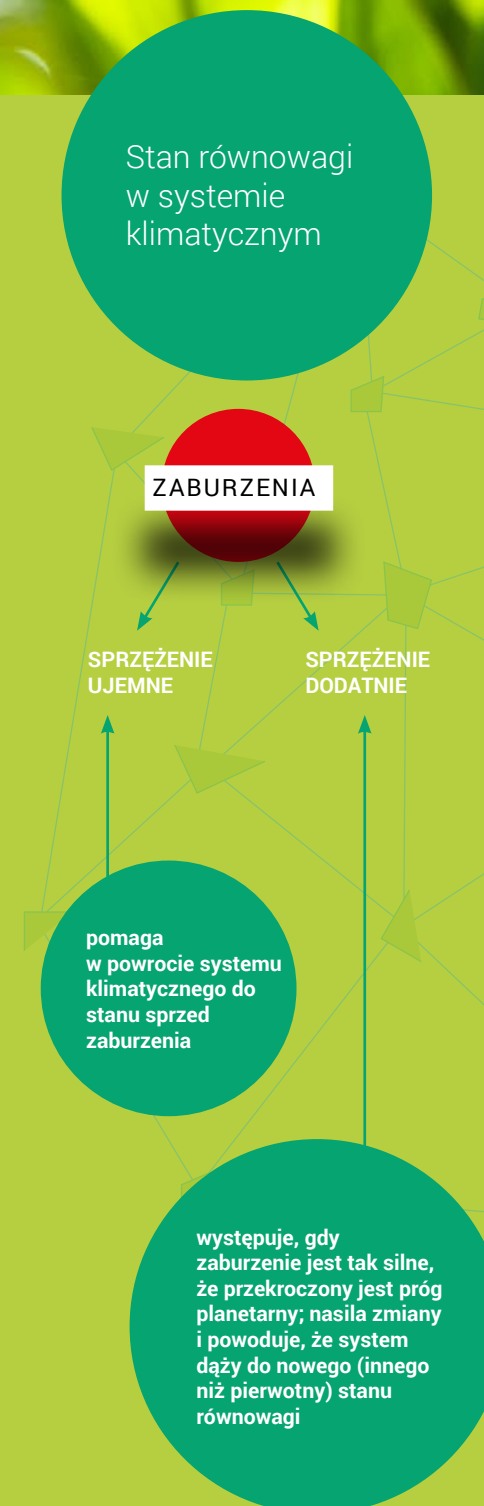
Klimat Ziemi jest złożonym, fascynującym systemem, w którym niemal wszystko jest ze sobą powiązane. Powiązania te uwidaczniają się wtedy, gdy spojrzymy na niego całościowo i na przestrzeni tysięcy lub milionów lat.

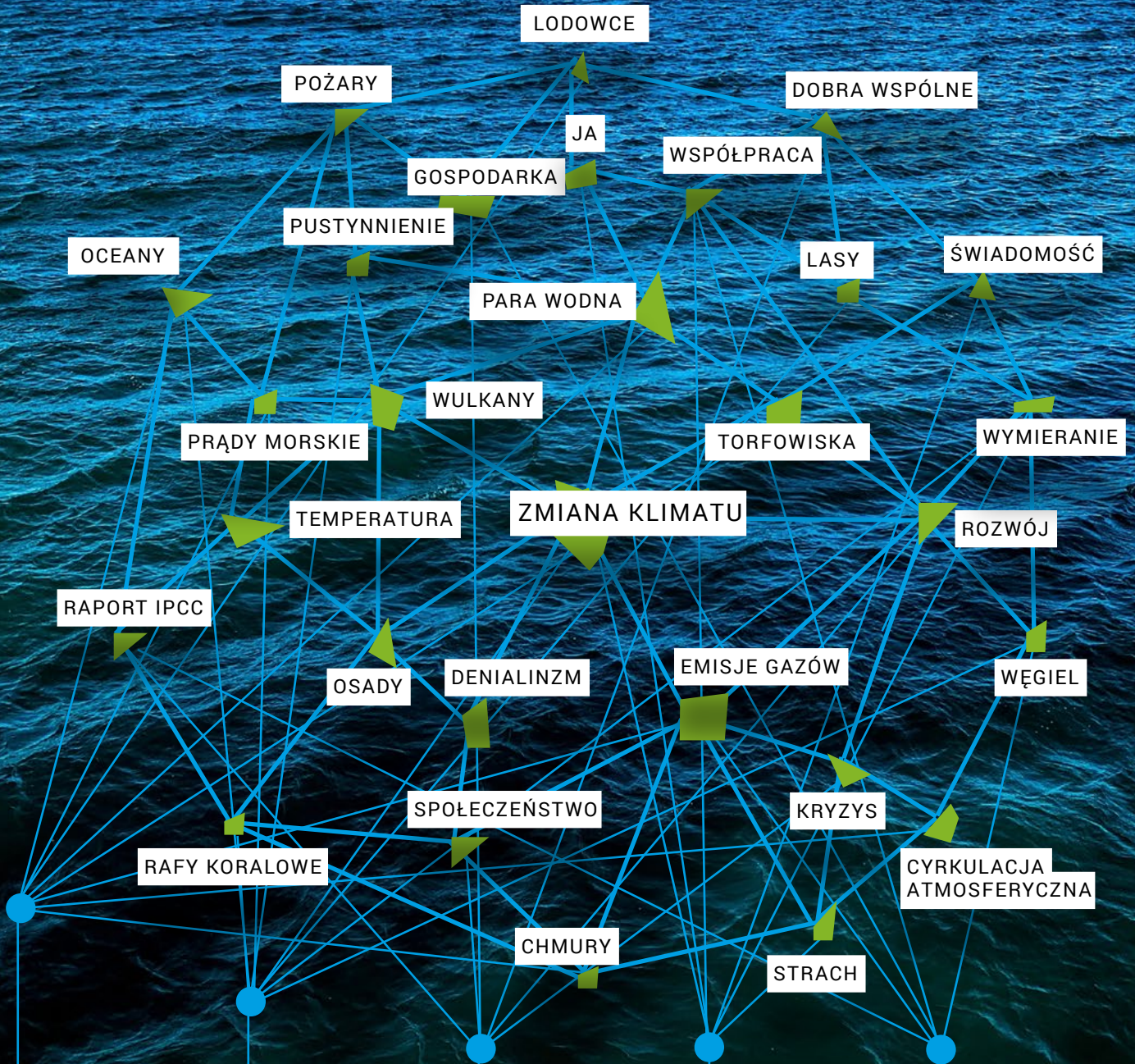
System ten dąży do osiągnięcia **stanu równowagi**, w którym ilość energii uciekającej z Ziemi w kosmos jest równa ilości docierającej do niej ze Słońca, a ilość wody parującej z powierzchni Ziemi jest równa ilości spadającej w tym samym czasie w postaci deszczu czy śniegu.

Każde **zaburzenie** powoduje w nim całą lawinę zjawisk, które mogą pomóc mu w powrocie do stanu sprzed zaburzenia, ale też nasilić zmianę. W skrajnym przypadku może dojść do zmiany stanu równowagi, do którego system będzie dążyć. Brak naszej ingerencji przestanie wtedy wystarczać do zatrzymania zmian.

Poznanie wzajemnych powiązań elementów systemu klimatycznego pozwala zrozumieć, czemu zapoczątkowana przez człowieka zmiana klimatu jest i może być w przyszłości poważnym wyzwaniem dla ludzkości, z czysto fizycznych powodów.

Problem ludzkiej interwencji w system klimatyczny nie jest jednak kwestią czysto fizyczną czy – szerzej – przyrodniczą. To także zagadnienie z dziedziny ekonomii, funkcjonowania społeczeństw i tego, jak radzą sobie one (lub nie) z własnym rozwojem, egzystencjalnym zagrożeniem i konieczną zmianą.





FI ZY KA

Aleksandra
Kardaś

Jakub
Jędrak

Szymon
Malinowski

BIO LO GIA

Wiktor
Kotowski

Andrzej
Mikulski

Barbara
Pietrzak

E KO NO MIA

Zbigniew
Bohdanowicz

Tomasz
Żylicz

Jan
Witajewski-Baltvilks

Beata
Łopaciuk-Gonarczyk

Marek
Giergiczny

PSY CHO LO GIA

Magdalena
Budziszewska

Aleksandra
Świdarska

Adrian
Wójcik

ENER GE TY KA

Paweł
Gajda

Adam
Rajewski

STRUKTURA PODRĘCZNIKA:

Część pierwsza podręcznika – **PODSTAWOWE MECHANIZMY** – obejmuje zrozumienie podstawowych procesów rządzących klimatem i jego zmianą.

- **Pierwszą lekcję** stanowi niniejsze wprowadzenie, jego celem jest pokazanie powiązań i interdyscyplinarności problemu zmiany klimatu.
- Na czym polegają przepływy energii w systemie klimatycznym i jak działa bilans energetyczny atmosfery? Co się dzieje, jeśli go zaburzymy? Czym są funkcjonujące w systemie klimatycznym sprzężenia zwrotne i punkty krytyczne? Tego wszystkiego można dowiedzieć się z **lekcji nr 2 – Od czego zależy temperatura Ziemi?**
- Lekcja 3 opisuje przepływ węgla (pierwiastka) pomiędzy poszczególnymi elementami systemu klimatycznego. Przepływy te regulują, podgrzewają lub schładzają klimat. Tutaj można dowiedzieć się też, dlaczego w tych procesach kluczowy jest ocean. **Lekcja nr 3 – Jak węgiel krąży w przyrodzie?**

Część druga podręcznika – **PRZYCZYNY** – pomoże zrozumieć, co doprowadziło do obecnej sytuacji. Odpowiada na pytania, skąd biorą się modyfikujące klimat emisje gazów cieplarnianych i czemu ludzkość już od kilku dziesięcioleci nie jest w stanie skutecznie przeciwdziałać zmianie klimatu, pomimo dostępnej wiedzy na ten temat.

- Jakie procesy techniczne, rolnicze i inne prowadzone przez człowieka powodują emisje poszczególnych gazów cieplarnianych? Które sektory gospodarki za nie odpowiadają? Wspomniane zagadnienia omawiamy w **lekcji nr 4. – Skąd biorą się antropogeniczne emisje gazów cieplarnianych?**
- Jak reagują i gospodarują ludzie, jeśli pewne zasoby są wspólne i darmowe? Jak rozwój gospodarki, populacji i poprawa poziomu życia łączą się z emisjami gazów cieplarnianych? **Odpowiedzi na te pytania znajdują się w lekcji nr 5 – Dlaczego emisje gazów cieplarnianych wciąż rosną?**
- **W lekcji nr 6 – Fakty i mity o zmianie klimatu** – przedstawimy dowody naukowe na to, że współczesna zmiana klimatu jest spowodowana działalnością człowieka. Przyjrzymy się też najpopularniejszym mitom na temat zmiany klimatu.
- **Tematem lekcji nr 7 – Co powstrzymuje nas od przeciwdziałania zmianie klimatu?** – są postawy społeczne wobec globalnego ocieplenia. To tu zajmiemy się przeszkodami psychologicznymi, z powodu których ludziom jest tak trudno adekwatnie zareagować na zmianę klimatu. Opowiemy także, czym jest negacjonizm klimatyczny i skąd się on bierze.

LEKCJA 2

LEKCJA 3

LEKCJA 4

LEKCJA 5

LEKCJA 6

LEKCJA 7

FI
ZY
KASO
CJO
LO
GIABIO
LO
GIAPSY
CHO
LO
GIA

- Jak różne mainstreamowe i alternatywne teorie ekonomiczne wyjaśniają procesy, które doprowadziły do aktualnego kryzysu klimatycznego i ekonomicznego? Odpowiedź na to pytanie znajduje się w **lekcji nr 8 – Wpływ rozwoju gospodarki przemysłowej na stan klimatu i przyrody.**

W części trzeciej podręcznika – **KONSEKWENCJE** – opowiemy o tym, jak daleko zaszła zmiana klimatu, jakie są przewidywane scenariusze jej dalszego postępowania i jakie będą tego konsekwencje.

- Jak w praktyce przejawia się globalne ocieplenie? Jakie zmiany występują (i mogą wystąpić w przyszłości) w elementach przyrody nieożywionej? **W lekcji nr 9 – Jak zmiana klimatu wpływa na przyrodę nieożywioną?** – wytłumaczymy, jak wzrost średniej temperatury powierzchni Ziemi przekłada się na zmiany statystyk pogodowych, poziomu morza czy masy lodowców i lądolodów.
- Jakie skutki ma zmiana klimatu dla ekosystemów, gatunków i bioróżnorodności? O tym opowiemy w **lekcji nr 10 – Jak zmiana klimatu wpływa na przyrodę ożywioną?**
- **Lekcja nr 11 – Połączenia. Jak zmiany w biosferze wpływają na klimat?** – pokazuje zmianę klimatu w kontekście innych problemów ekologicznych. Wprowadza ona pojęcie granic planetarnych, a także pokazuje, jak poszczególne systemy umożliwiające życie na Ziemi są ze sobą powiązane.
- **W lekcji nr 12 – Społeczne i psychologiczne konsekwencje zmiany klimatu** – najpierw omawiamy skutki zmiany klimatu z perspektywy społecznej. Są one poważne. Są to migracje, zwiększanie się skrajnych nierówności społecznych oraz wyższe ryzyko wystąpienia konfliktów zbrojnych. Druga część tej lekcji dotyczy psychologii, a w szczególności konsekwencji zmiany klimatu dla emocji, stresu i zdrowia psychicznego. Lęk i depresja powiązane ze świadomością zmian klimatycznych stają się już problemem, o którym mówią ludzie na całym świecie. Lekcja 12 dostarcza także uniwersalnych wskazówek dotyczących radzenia sobie w przewlekłych sytuacjach stresowych.

LEKCJA 8

LEKCJA 9

LEKCJA 10

LEKCJA 11

LEKCJA 12

CHEMIA

FIZYKA

SOCILOGIA

BIOLOGIA

O ROZWIĄZANIACH.

- Jakie działania pozwoliłyby na zatrzymanie wzrostu średniej temperatury powierzchni Ziemi na stosunkowo bezpiecznym poziomie (ocieplenie poniżej 1,5°C względem czasów przedprzemysłowych)? **W lekcji nr 13 – Jak przeciwdziałać kryzysowi klimatycznemu? – część pierwsza** – przedstawimy najważniejsze takie posunięcia, zgodnie z podsumowaniem przedstawionym w Specjalnym raporcie Międzyrządowego Panelu ds. Zmiany Klimatu (IPCC, 2018). Dalsza część lekcji omawia zagadnienia związane z energetyką, kluczowym sektorem gospodarki związanym ze zmianą klimatu. Wreszcie w zakończeniu tej lekcji przyglądamy się powiązaniom zmiany klimatu z problemem jakości powietrza (smogu). Są to dwa często mylone ze sobą zagadnienia, a jednocześnie problem smogu jest wyjątkowo ważny i widoczny z polskiej perspektywy. Niestety nie wszystkie rozwiązania redukujące smog pomagają też ograniczać zmianę klimatu.
- **W lekcji nr 14 – Jak przeciwdziałać kryzysowi klimatycznemu? – część druga** – pokazujemy różnorodne praktyki ograniczania emisji i usuwania dwutlenku węgla z atmosfery, oparte na przywracaniu równowagi zniszczonym ekosystemom i związane z rolnictwem. Praktyki związane z biosferą, takie jak odtwarzanie bagiennych stref buforowych przy rzekach czy restytucja ekosystemów, mogą pomóc ograniczać zmianę klimatu, ale same w sobie nie wystarczą do jej zatrzymania na wystarczającym poziomie. W lekcji nr 14 pokazujemy także, jak różne rozwiązania i instrumenty ekonomiczne mogą pomóc w redukcji emisji gazów cieplarnianych. Wreszcie przechodzimy do poziomu jednostki i pokazujemy paradoksy i zasady, jakie rządzą indywidualnym i zbiorowym działaniem na rzecz klimatu. Zwracamy uwagę na opisywane w naukach społecznych dylematy, jakie wiążą się z dążeniem do zmiany społecznej.

Na zakończenie dodaliśmy do podręcznika skrótowy materiał – 25 pytań i odpowiedzi na temat zmiany klimatu. Odpowiadamy tam na najważniejsze pytania i wyjaśniamy jeszcze raz najczęstsze mity.

Gdyby ludzkość przystąpiła do przeciwdziałania zmianie klimatu wcześniej, jej zahamowanie byłoby dużo prostsze. Także teraz, im szybciej i bardziej zdecydowanie zareagujemy, tym szanse na ograniczenie problemu będą większe.

LEKCJA 13

ENER
GE
TY
KA

LEKCJA 14

SO
CJO
LO
GIABIO
LO
GIAPSY
CHO
LO
GIA

Wzrost koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze skutkuje wzrostem średniej temperatury powierzchni Ziemi i jest potocznie nazywany „**globalnym ociepleniem**”. W tym kursie często posługujemy się jednak pojęciem **zmiana klimatu** jako bardziej precyzyjnym. Zwróć uwagę, że kiedy mówimy o zmianie klimatu w liczbie pojedynczej, mamy na myśli obecną, **antropogeniczną zmianę klimatu**, która zachodzi na naszych oczach. Zmiany klimatu zachodziły także w przeszłości, w geologicznej historii Ziemi, choć wtedy działało się to z innych przyczyn i w innych skalach czasowych.

Współcześnie, zwłaszcza w mediach, często używa się także określenia „**kryzys klimatyczny**”, a nawet „**katastrofa klimatyczna**”. Powstały one na fali krytyki wcześniej używanego terminu „globalne ocieplenie”, który kojarzy się wielu osobom (na podstawie samej nazwy) z czymś raczej nieszkodliwym i przyjemnym, nie oddaje sensu tego zjawiska i może być mylący.

Przez najbliższy tydzień postaraj się zwrócić uwagę na to, jak temat zmiany klimatu jest poruszany w mediach, jak rozmawiają o nim Twój bliscy i znajomi. Na co zwraca się uwagę, jak to zjawisko jest postrzegane i dlaczego?

Zastanów się też, co Ty sądzisz o tym zjawisku? Co już wiesz, a co budzi Twoje wątpliwości? Czego chciałbyś się dowiedzieć z tego kursu? Pomyśl przez najbliższy tydzień o temacie zmiany klimatu i potraktuj to jako przygotowanie do kolejnych lekcji.



TERMINOLOGIA



ZADANIE