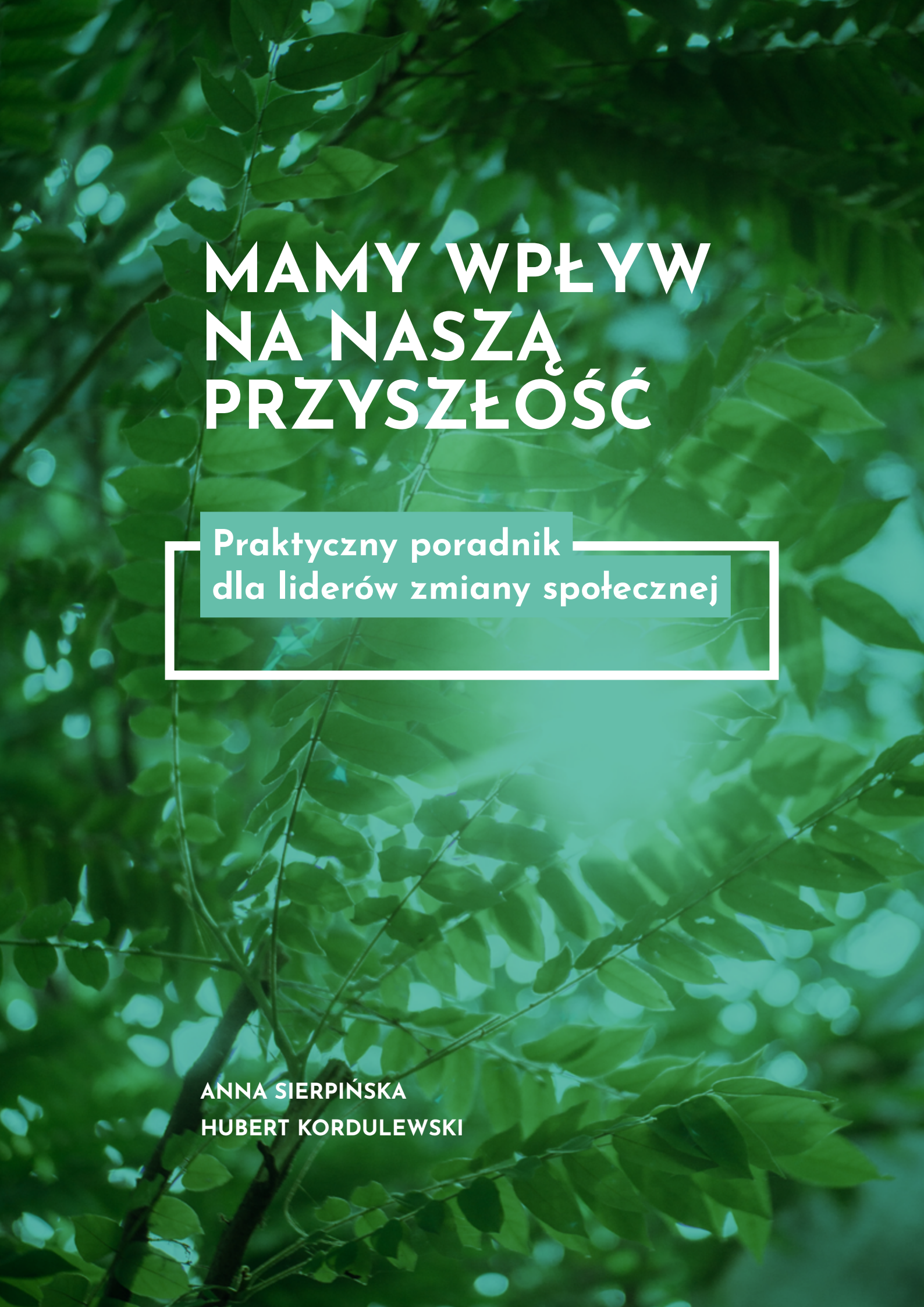


MAMY WPŁYW NA NASZĄ PRZYSZŁOŚĆ

Praktyczny poradnik dla liderów zmiany społecznej

ANNA SIERPIŃSKA
HUBERT KORDULEWSKI

Autorzy: Anna Sierpińska, Hubert Kordulewski
Konsultacja merytoryczna: dr Aleksandra Kardaś
Redakcja językowa: Ewelina Solarek
Projekt graficzny i ilustracje: Anna Zagrajek/UKŁADANKA
Zdjęcia: unsplash.com, https://unsplash.com/license

ISBN: 978-83-961114-1-8
Warszawa 2021

TROSKA JEST BOSKA

LAUDATOSI.CARITAS.PL @CARITASLAUDATOSI @SI.LAUDATO SI.LAUDATO

Projekt „Ekologia integralna encykliki Laudato Si' w działaniu wspólnot Caritas i społeczności lokalnych" realizowany przez Caritas Polska, został dofinansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za treść prezentacji odpowiada wyłącznie Caritas Polska.

caritas laudato si

caritas

Dofinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Szanowni Państwo

Z przyjemnością oddajemy w Państwa ręce opracowanie pt. „Mamy wpływ na naszą przyszłość. Praktyczny poradnik dla liderów zmiany społecznej", przygotowane na zlecenie Caritas Polska w ramach projektu Caritas Laudato si przez Annę Sierpińską i Huberta Kordulewskiego.

Celem Opracowania jest wyraźne, jednoznaczne i ugruntowane naukowo odniesienie się do klimatycznych mitów, które wciąż są nader powszechne w opinii publicznej. Niniejsza praca nie ma być jednak orężem w walce dwóch zwaśnionych stron, tylko klarowną odpowiedzią na wezwanie papieża Franciszka, który bardzo obszernie odniósł się do problemu kryzysu przyrodniczego, w tym klimatycznego, w swej encyklice z 2015 r. pt. „Laudato si".

Papież zwrócił w niej uwagę na cel naszych społecznych działań – integralny rozwój człowieka. Integralność oznacza natomiast również inkluzywność. Tymczasem na zmianach klimatycznych najbardziej cierpią najbiedniejsi mieszkańcy naszej planety, którzy nie przykładają się do nich nawet w części tak wyraźnie jak obywatele tzw. Globalnej Północy. Jednym z najważniejszych celów i działań Caritas jest pomoc najbardziej wykluczonym. Do tej grupy można już dziś zaliczyć miliony uchodźców klimatycznych na całej Ziemi, którym pomoc niesie także światowa konfederacja Caritas

Misją projektu Caritas Laudato si jest szerzenie nauki Kościoła w ważnych sprawach społecznych. Taką sprawą jest niewątpliwie wspomniany kryzys przyrodniczy, w tym również kryzys klimatyczny. Jako organizacja społeczna czujemy się jeszcze wyraźniej zobowiązani do wzięcia odpowiedzialności za zapewnienie przestrzeni do merytorycznej dyskusji nad problemami współczesnego świata.

Sugestywny tytuł Opracowania pokazuje wyraźnie, że problemy te dotyczą nas wszystkich i wszyscy musimy na nie reagować. Mamy nadzieję, że odnajdą tu Państwo nie tylko konkretne informacje, ale również inspirację do działania. Jedną z dewiz katolickiej nauki społecznej jest bowiem maksyma „widzieć-ocenić-działać". Nie bądźmy zatem bierni – odpowiedzmy na apel papieża Franciszka nie tylko słowami, ale również własnymi czynami.

Zapraszam Państwa do lektury!

ks. Marcin Iżycki
Dyrektor Caritas Polska

Spis treści

1. WSTĘP
Dlaczego Kościół może i powinien wypowiadać się na temat klimatu? s. 6

2. POGODA A KLIMAT:
Śnieg i mróz zimą nie oznaczają, że globalne ocieplenie się skończyło s. 12

3. FAKTY I MITY:
Klimat Ziemi zmieniał się w przeszłości – czy powinniśmy się więc martwić obecną zmianą? s. 21

4. FAKTY I MITY:
Temperatura Ziemi zależy od wielu czynników – skąd wiemy, że ociepla się przez CO_2? s. 26

5. FAKTY I MITY:
Skąd wiemy, że CO_2 w atmosferze pochodzi ze spalania paliw kopalnych? s. 34

6. SKUTKI ZMIANY KLIMATU
dla Polski i świata s. 40

7. SYSTEM ŻYWNOŚCIOWY
jako sprawca i ofiara zmiany klimatu: zmiany dietetyczne i bezpieczeństwo żywnościowe s. 50

8. KONFLIKTY I MIGRACJE:
Zmiany klimatu jako „wzmacniacz zagrożeń" s. 58

9. KRYZYS BIORÓŻNORODNOŚCI
Szóste masowe wymieranie s. 64

10. HISTORIA BADAŃ KLIMATU
i aktualny konsensus naukowy s. 72

11. OGRANICZENIE ZMIANY KLIMATU:
Ddziałania indywidualne, systemowe, w ramach różnych instytucji. Rola Kościoła s. 80

12. PODSUMOWANIE
Jak rozmawiać z innymi o klimacie s. 90

Bibliografia s. 96

Nie ma dwóch odrębnych kryzysów, jeden środowiskowy, a drugi społeczny, ale istnieje jeden złożony kryzys społeczno-ekologiczny.

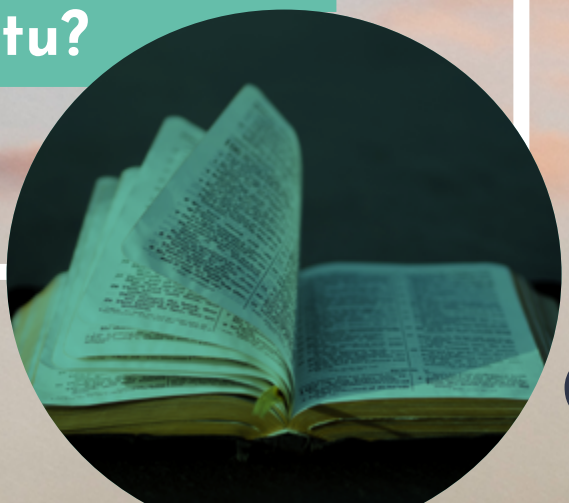
Wytyczne dotyczące rozwiązania wymagają zintegrowanego podejścia do walki z ubóstwem, aby przywrócić godność wykluczonym i jednocześnie zatroszczyć się o naturę

Papież Franciszek
Laudato Si

1.

WSTĘP

Dlaczego Kościół może i powinien wypowiadać się na temat klimatu?



Podstawą działalności Jezusa dwa tysiące lat temu była niezwykła troska o innych. „Będziesz miłował swego bliźniego jak siebie samego" (Mt 22,37–39) wskazał jako najważniejsze przykazanie niemalże na równi z przykazaniem o miłości do Boga. Po jego śmierci i zmartwychwstaniu jego nauki przekazywali dalej uczniowie, stały się też jednym z fundamentów nowej wiary. Powstał Kościół, którego celem było głoszenie ewangelii na całym świecie. Przez stulecia wypełniał tę misję, a dużo momentów – mimo wielu potknięć – pokazywało, że słowa Jezusa wciąż są najważniejszym drogowskazem. Przykładem są chociażby dwie encykliki Piusa XI z roku 1937 potępiające nazizm i komunizm. Papież doskonale wyczuł ducha czasu, skąd płynie zło, nie jedynie dla samego Kościoła, ale dla całej ludzkości. Wyzwania naszych czasów również zmuszają papieży i współczesny Kościół do reakcji. W świetle konsekwencji zmiany klimatu, szczególnie dla ludzi ubogich i w gorszej sytuacji życiowej, hierarchowie Kościoła nie mogą milczeć.

Jan Paweł II w 1990 roku wskazywał, że: „Obserwuje się liczne zmiany klimatyczne i atmosferyczne, które niosą z sobą wielorakie konsekwencje, począwszy od szkodliwego działania na zdrowie ludzkie, a skończywszy na niebezpieczeństwie zatopienia przybrzeżnych obszarów lądu" . Podczas audiencji generalnej w 2001 roku mówił o tym, że „trzeba (...) pobudzać i popierać «nawrócenie ekologiczne»", gdyż „człowiek lekkomyślnie zdewastował porośnięte lasami niziny i wzgórza, skaził wody, zniszczył ziemskie środowisko, zanieczyścił powietrze, naruszył systemy hydrogeologiczne i atmosferyczne, spowodował pustynnienie żyznych niegdyś obszarów, rozwinął w sposób niekontrolowany przemysł, depcząc z pogardą (...) nasz dom". Jego dwaj następcy także nie unikali wypowiadania się o kryzysie dotykającym środowiska przyrodniczego. Klimat i bioróżnorodność stały się jednymi z najbardziej istotnych zagadnień dla Stolicy Apostolskiej.

Dlaczego?

bioróżnorodność – miara zróżnicowania życia biologicznego na poziomie genów, gatunków i ekosystemów

Klimatologia jako dziedzina nauki liczy sobie ponad 200 lat, podstawowe jej pojęcia, w tym mechanizm efektu cieplarnianego, opisano w XIX wieku. Już wtedy wiedziano, że większa ilość CO_2 w atmosferze będzie oznaczać cieplejszy klimat. Od lat 50. minionego stulecia naukowcy coraz głośniej ostrzegają, że skutki eksperymentu, który de facto prowadzimy na skalę planetarną, mogą okazać się dla nas katastrofalne. Na naszych oczach spełniają się prognozy naukowców z lat 80. i 90. XX wieku: rośnie siła ekstremalnych zdarzeń pogodowych, topnieją lodowce, podnosi się poziom mórz. Powoduje to śmierć tysięcy ludzi i wielomiliardowe straty materialne. Przyszłość rysuje się w ponurych barwach. Właściwie jeśli natychmiast nie odejdziemy od spalania paliw kopalnych, to według analizy przeprowadzonej przez zespół pod kierownictwem Chi Xu, ekologa z Uniwersytetu w Nanjing, ekstremalnie gorące warunki, jakie obecnie spotykamy na ok. 0,8% powierzchni planety, głównie w kilku miejscach na Saharze, mogą w 2070 roku objąć aż 20% obszaru Ziemi. Gorąc nie do wytrzymania dla ludzi będzie panować w Brazylii, Indiach, w regionie Sahelu, Indonezji czy na północy Australii. Są to tereny zamieszkiwane obecnie przez ok. 3,5 mld ludzi.

Kościół, który opiera się na przykazaniu o miłości bliźniego, którego celem jest pomoc potrzebującym i ochrona życia, nie może ignorować tych informacji. Kardynał Charles Maung Bo z Mjanmy mówi wprost o kryzysie klimatycznym: **„Nasze milczenie będzie przestępstwem. Ponieważ problem jest natury moralnej, wymaga też moralnej reakcji. Nikt nie może być zwolniony z tego obowiązku”**. Kościół nie milczy i milczeć nie może, ale nie tylko z powodów opisanych wyżej.

Jak naucza Pismo, cały świat, od gigantycznych obiektów w przestrzeni kosmicznej po mikroorganizmy niedostrzegalne gołym okiem, jest stworzony przez jednego Boga-Stwórcę. Naszymi działaniami niszczymy Jego dzieło. W jak dużym stopniu – pokazują chociażby liczby z raportu IPBES z 2019 roku: spośród poznanych przez nas około 8 milionów gatunków roślin i zwierząt, milion jest zagrożony całkowitym wyginięciem (więcej w rozdziale IX). „Każdego roku znikają tysiące gatunków roślin i zwierząt, których nie będziemy już mogli poznać, których nie będą już mogły zobaczyć nasze dzieci, gatunków utraconych na zawsze. Zdecydowana większość ginie z przyczyn związanych z jakimś ludzkim działaniem. Z naszego powodu tysiące gatunków nie będzie swoim istnieniem chwaliło Boga ani też nie będą przekazywać nam swego orędzia. Nie mamy do tego prawa" – podkreśla papież Franciszek i dodaje, że „Nie jesteśmy Bogiem. Ziemia istniała wcześniej niż my i została nam dana. Ta odpowiedzialność wobec ziemi należącej do Boga oznacza, że człowiek obdarzony inteligencją musi szanować prawa natury i delikatną równowagę między bytami tego świata, Biblia nie daje podstaw do despotycznego antropocentryzmu, nie interesującego się innymi stworzeniami".

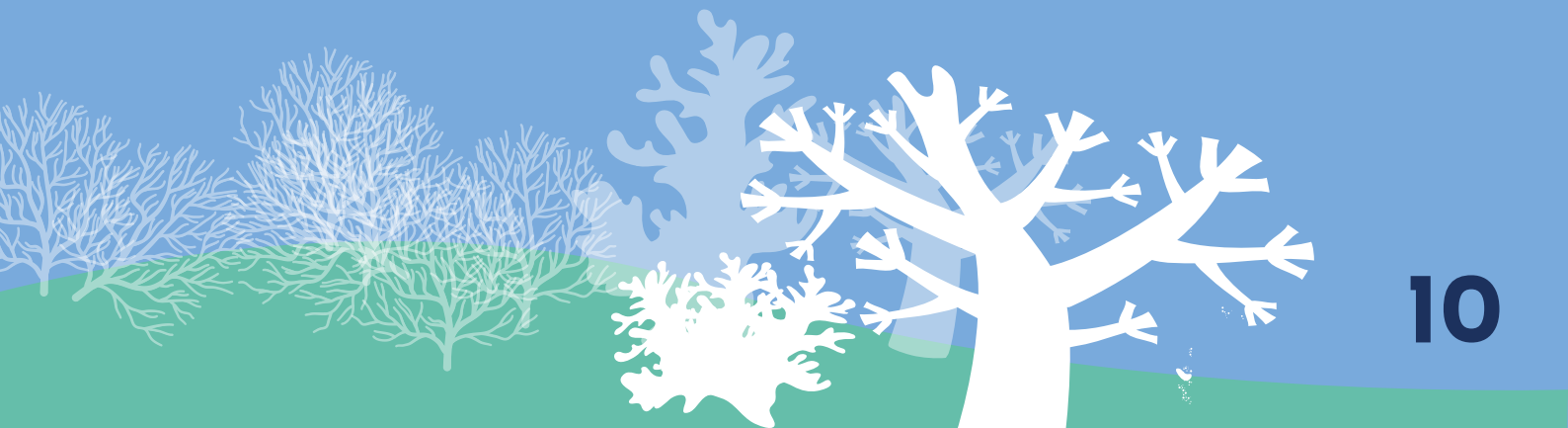
IPBES, czyli Międzyrządowy Panel ds Bioróżnorodności i Usług Ekosystemowych to organizacja powołana aby zwiększyć przepływ informacji między naukowcami a politykami odnośnie do bioróżnorodności i ekosystemów. Pełni podobną rolę jak IPCC (patrz s. 53)

Dzięki naukowcom wiemy, co konkretnie przyczynia się do wzrostu ilości gazów cieplarnianych w atmosferze: spalanie węgla, gazu, ropy, wycinka lasów, przemysłowa hodowla zwierząt. Jednak im bardziej zagłębiamy się w temat, tym wyraźniej widać, że u podstawy problemu znajduje się system gospodarczy nastawiony na krótkoterminowy zysk. Zniszczenia środowiska są tutaj rezultatem nieliczenia się z kosztami przyrodniczymi i społecznymi. Benedykt XVI w encyklice *Caritas in veritate* wskazuje, że te ostatnie powinni ponosić ci, którzy „czerpią korzyści [ze zużywania wspólnych zasobów środowiska], a nie inne ludy czy też przyszłe pokolenia", jak to najczęściej dzieje się teraz. Obojętność na te szkody towarzyszy konsumpcjonizmowi, zjawisku o wymiarze kulturowym, a dla osoby wierzącej – także duchowym. Benedykt XVI podkreśla, że „to, w jaki sposób człowiek traktuje środowisko naturalne, wpływa na to, jak traktuje samego siebie i na odwrót". Konieczna jest więc poważna weryfikacja naszych stylów życia i przyjęcie takich, „w których szukanie prawdy, piękna i dobra oraz wspólnota ludzi dążących do wspólnego rozwoju byłyby elementami decydującymi o wyborze jakości konsumpcji, oszczędności i inwestycji".

Śmierć raf koralowych

Jednym z ekosystemów, których nie będą już najprawdopodobniej oglądać nasze wnuki są tropikalne rafy koralowe. Rosnące temperatury oceanów powodują, że koralowce chorują, a ponieważ nie mają czasu na regenerację, bo woda jest dla nich ciągle zbyt ciepła, to w rezultacie zamierają. Według naukowców większość raf koralowych na świecie zacznie ginąć kiedy średnia temperatura Ziemi wzrośnie o ok. 1,5°C w stosunku do 2 połowy XIX w.

ekosystem - społeczności żywych organizmów w połączeniu ze środowiskiem nieożywionym (czyli np. wodą) wraz z siecią oddziaływań pomiędzy tymi elementami i wewnątrz nich



Potrzebujemy bowiem alternatywnej drogi rozwoju człowieka, takiej, która odrzuca obecny konsumpcjonizm i materializm. Kościół tę drogę wskazuje i do tego jest powołany, nie od wczoraj, ani od kiedy stwierdzono zagrożenie kryzysem ekologicznym, ale od swych początków, od nauczania Jezusa w Palestynie.

> **Duchowość chrześcijańska proponuje rozwój wstrzemięźliwości i zdolności radowania się, mając niewiele. To powrót do prostoty, która pozwala nam się zatrzymać i docenić to, co małe, i dziękować za możliwości, jakie daje życie, nie przywiązując się do nich ani nie smucąc z powodu tego, czego nie posiadamy. Wymaga to unikania dynamiki panowania i gromadzenia samych tylko przyjemności. Musimy ponownie odczuć, że potrzebujemy siebie nawzajem, że jesteśmy odpowiedzialni za innych i za świat, że warto być dobrym i uczciwym. Zbyt długo pozostawaliśmy w stanie degradacji moralnej, drwiąc z etyki, dobroci, wierności, uczciwości. Nadeszła chwila, by uznać, że ta radosna powierzchowność na niewiele się nam zdała" *Laudato Si.*

2.

POGODA A KLIMAT:

śnieg i mróz zimą nie oznaczają, że globalne ocieplenie się skończyło

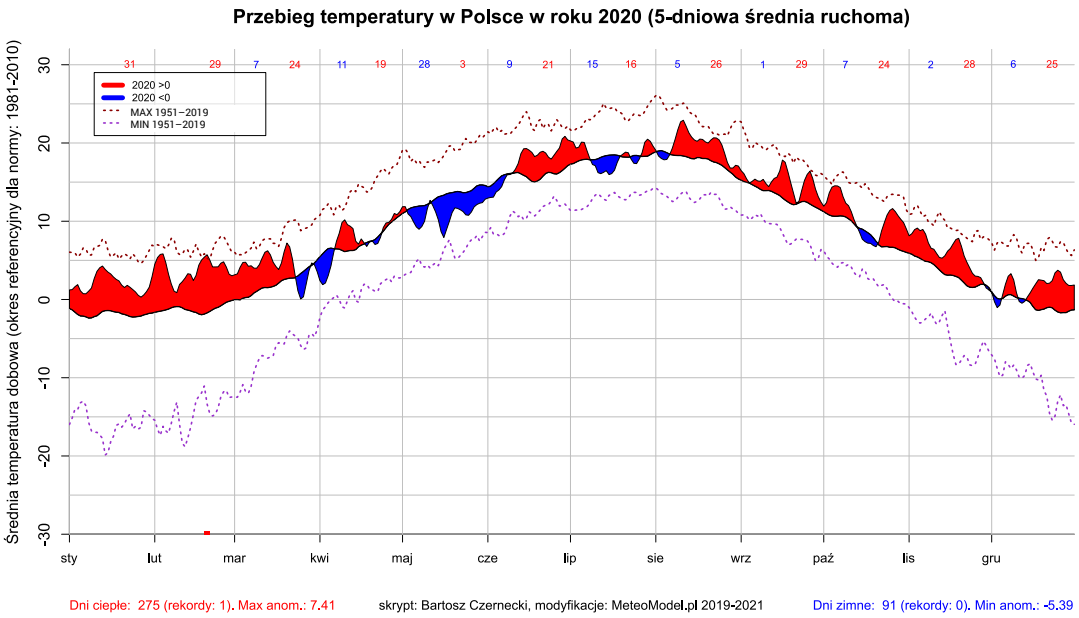
Szukając informacji na temat zmiany klimatu, nadal możemy natknąć się na teksty nawet poddające w wątpliwość jej istnienie. „Gdzie się podziało globalne ocieplenie?" – pytają niektórzy dziennikarze, gdy w styczniu spadnie sporo śniegu albo w lipcu mamy chłodniejszy tydzień.

Świadczy to o braku wiedzy:

- **czym różni się pogoda od klimatu,**
- **co oznacza słowo „globalne",**
- **czym charakteryzuje się pogoda i jakie są normy klimatyczne pór roku w Polsce.**

Pogoda i klimat

Klimat opisuje przeciętne stany pogody na danym obszarze na podstawie obserwacji prowadzonych przez co najmniej kilkadziesiąt lat. Korzystając z baz danych meteorologicznych, które gdzieniegdzie w Polsce były zbierane już w XVIII wieku, łatwo możemy opisać przeciętne polskie lato czy zimę. Nie oznacza to jednak, że wiemy dokładnie jak będzie wyglądać konkretny dzień w danym roku. Powodem są ciągłe zmiany ciśnienia atmosferycznego, przepływy mas powietrza i inne zjawiska kształtujące pogodę.



Il. 1. Źródło: Piotr Djaków/meteomodel.pl

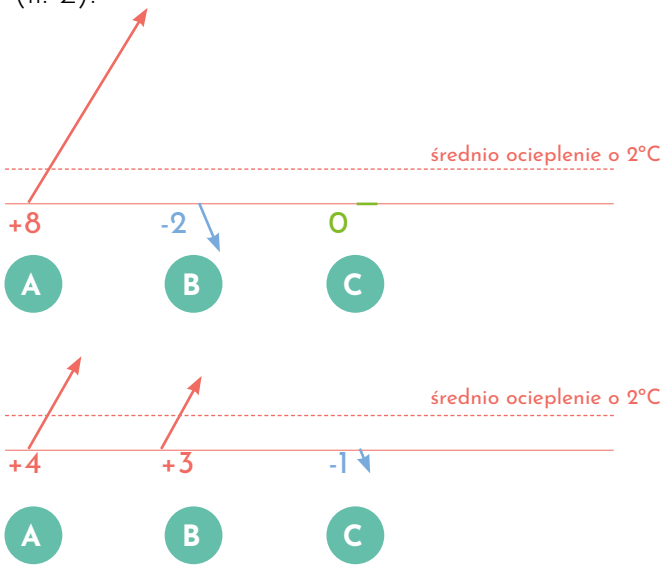
Na ilustracji 1 przerywane linie pokazują zakres średnich temperatur dobowych między rokiem 1951 a 2019. Gdy spojrzymy na luty to zauważymy, że średnia (liczona z 5 dni) najniższych temperatur (MIN) mogła sięgać prawie -20°C mrozu, a najwyższych (MAX) prawie 10°C „na plusie". To co mieści się między MIN i MAX to norma klimatyczna dla lat 1951–2019. Tu znajdują się typowe pogody, a to co wykracza poza tę normę to ekstrema. Czarna ciągła linia pokazuje za to średnią temperaturę w ciągu roku dla lat 1981–2010. Dla lutego to ok. -2°C. Takiej przeciętnej temperatury w tamtym okresie się spodziewaliśmy. W roku 2020 luty był cieplejszy (obszar zakolorowany na czerwono, temperatury przekraczały nawet +5°C) niż przeciętny luty z lat 1981–2010, mieścił się jednak prawie cały (poza krótkim okresem zaznaczonym na poziomej osi czerwoną kreseczką) w normie dla okresu 1951–2019.

Globalnie i lokalnie

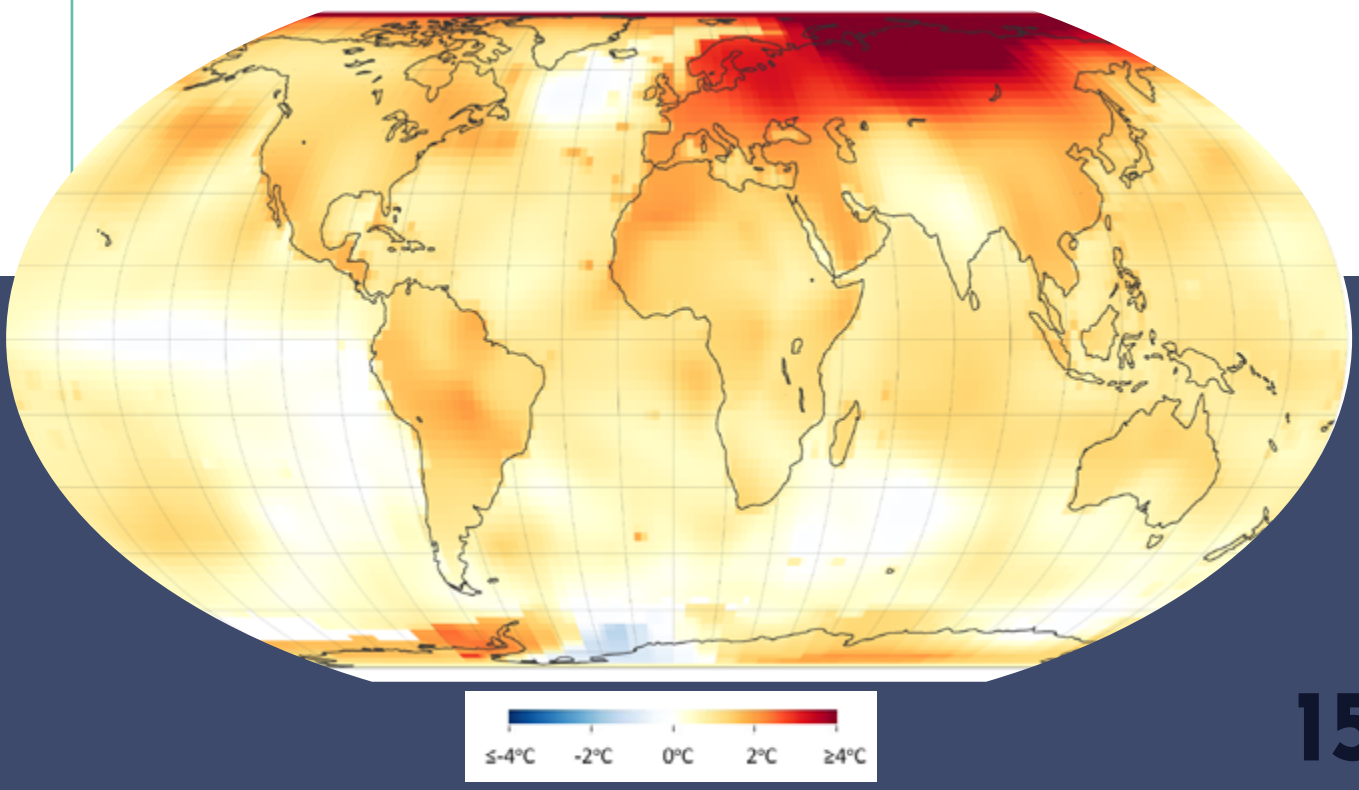
Globalne ocieplenie oznacza wzrost średniej temperatury powierzchni całej Ziemi. Temperatura jest obliczana na podstawie obserwacji z tysięcy stacji meteorologicznych. Regularne pomiary oparte na podobnym standardzie są prowadzone od drugiej połowy XIX wieku. Dzięki temu od blisko 200 lat możemy dość dokładnie monitorować zmiany zachodzące w klimacie. Większość miejsc na naszej planecie doświadcza ocieplenia, w tym niektóre – jak Arktyka – bardzo szybkiego i silnego. Nadal są jednak obszary, gdzie średnie temperatury roczne niewiele się zmieniły, a nawet takie, gdzie odrobinę spadły (il. 2).

Uwaga!

Jeśli w miejscu A średnia temperatura roczna wzrosła o 8 stopni, w B spadła o 2, a w C w ogóle się nie zmieniła, to średnio mamy do czynienia z ociepleniem o 2°C (liczymy średnią: (+8-2+0)/3 =2). Podobnie będzie w przypadku, gdy w miejscu A temperatura wzrosła o 4°C, B o 3°C, a w C spadła o 1 (liczymy średnią: (+4+3-1)/3 =2). Średnia nie mówi nam nic na temat kierunku i wartości lokalnych zmian.



Il. 2. Różnica między temperaturami na Ziemi w roku 2020 a średnimi z lat 1950–1980. Źródło: NASA



Klimat i pogoda w Polsce

Klimat w Polsce kształtuje w dużej mierze położenie geograficzne. Od niego zależy m.in. ilość promieniowania słonecznego docierającego do nas w poszczególnych porach roku oraz to, jakie masy powietrza napływają nad nasz kraj. Mogą to być zarówno ciepłe i wilgotne masy znad Atlantyku, suche i ciepłe z okolic Morza Śródziemnego, jak i zimne znad Arktyki i Rosji. Wszystkie one mają wpływ na temperatury i opady w Polsce.

Globalne ocieplenie powoduje zmiany w cyrkulacji atmosferycznej, które oddziałują na pogodę w Polsce. Jeszcze kilkadziesiąt lat temu potrafiła być ona u nas dość kapryśna. Niże kształtujące się nad Atlantykiem przemieszczały się z zachodu na wschód, przynosząc opady, po czym po kilku dniach wędrowały dalej, ustępując miejsca innym masom powietrza. Gdy rosną temperatury w Arktyce prąd strumieniowy, przenoszący te masy powietrza, zaczyna słabnąć. Do tego zamiast „płynąć" w miarę prosto, zaczyna meandrować podobnie jak powoli płynąca rzeka. W ten sposób masy powietrza przesuwają się wolniej i mogą długo „zalegać" nad jakimś obszarem. Skutkiem są np. trwające tygodniami upały powodujące susze. Dzięki "meandrom" masy powietrza mogą przemieszczać się bardzo daleko na południe lub północ, przyczyniając się do powstawania różnych ekstremalnych zjawisk, często na pierwszy rzut oka niekojarzących się z globalnym ociepleniem.

masy powietrza – duża, pokrywająca setki lub tysiące kilometrów kwadratowych, objętość powietrza w dolnej warstwie atmosfery, mająca stosunkowo ujednolicone właściwości, takie jak pionowe profile temperatury i wilgotności.

cyrkulacja atmosferyczna (c. powietrza) – wielkoskalowy ruch powietrza nad powierzchnią Ziemi

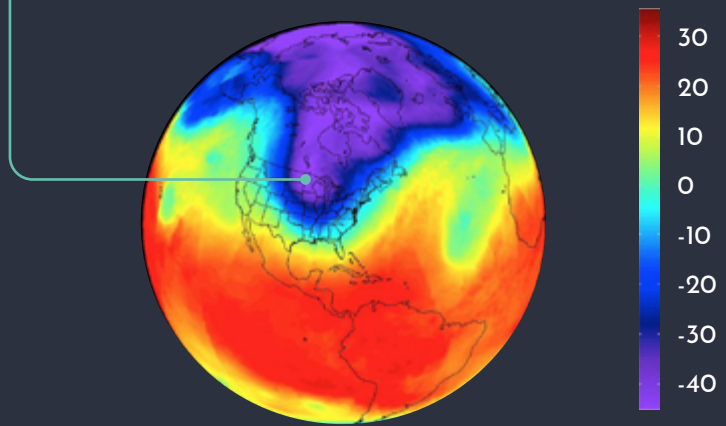
niż – obszar, na którym panuje wyższe ciśnienie atmosferyczne niż dookoła tego obszaru

prąd strumieniowy – wąski obszar dużych prędkości wiatru w atmosferze, na wysokości ok. 10 km, powstający na granicy chłodnych mas powietrza arktycznego i cieplejszych mas pochodzenia tropikalnego

„Snowmageddony"...

... czyli ekstremalne śnieżyce są częstymi bohaterami doniesień z USA w ostatnich latach. W związku z ociepleniem okolic bieguna północnego i meandrowaniem prądu strumieniowego, „jęzory" chłodnego, arktycznego powietrza sięgają czasami daleko na południe (rekordowo nawet do Florydy). Tu spotykają się z cieplejszymi masami powietrza, które dzięki nasilonemu przez ocieplenie parowaniu oceanów, mogą zawierać bardzo dużo wilgoci. Rezultatem takich spotkań bywają potężne niże atmosferyczne z frontami przynoszącymi niezwykle obfite opady śniegu. Śnieżyce powstające na podobnej zasadzie mogą zdarzać się także w Europie, np w regionie Alp.

Il. 3. Jęzory zimnego arktycznego powietrza sięgające daleko na południe USA 29.01.2019. Kolory pokazują temperaturę na wysokości około 4 km nad powierzchnią Ziemi.
Źródło: NASA/JPL-Caltech AIRS Project



Chłodny kwiecień 2021

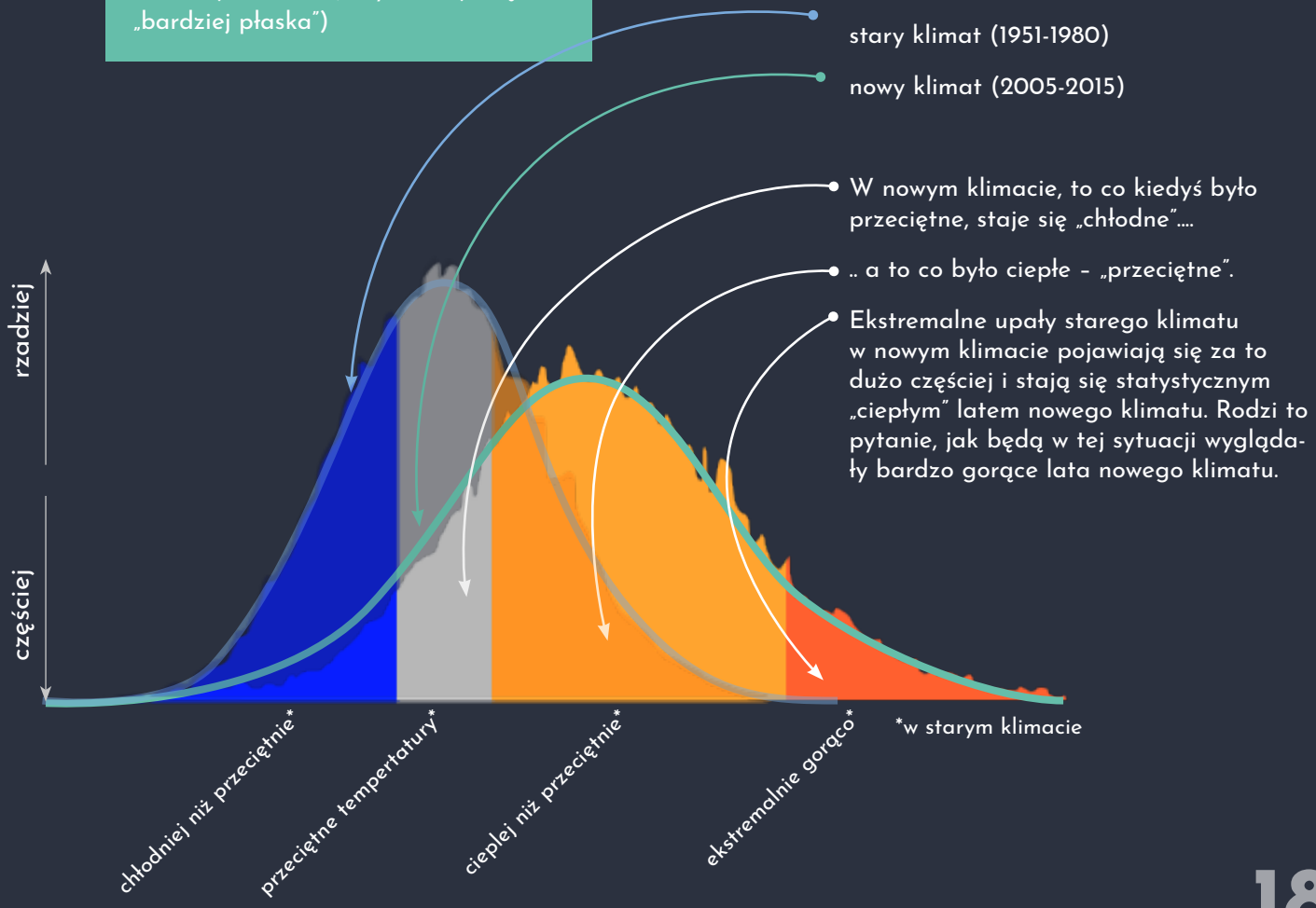
Wiele osób odniosło wrażenie, że kwiecień 2021 był wyjątkowo zimny. Jeśli porównamy go do kilku poprzednich, to owszem – był o ok. 2,5°C chłodniejszy niż przeciętny kwiecień w latach 1991–2020. Inaczej to jednak wygląda, gdy spojrzymy na lata 1781–1980. Przeciętne temperatury z tych 200 lat można uznać za typowe dla „dawnego", sprzed czasów ocieplenia, klimatu Polski. W tamtych czasach kwiecień 2021 byłby zupełnie przeciętny.

Nowe ekstrema

Gdy uszeregujemy jakieś okresy (np.: konkretny miesiąc, lata) pod względem średniej temperatury, to standardowo za chłodny (w tym przypadku lato) przyjmuje się te należące do 1/3 najchłodniejszych, ciepłe – należące do 1/3 najcieplejszych, zaś za przeciętny (typowy termicznie) z temperaturami odpowiadającymi pozostałej 1/3.

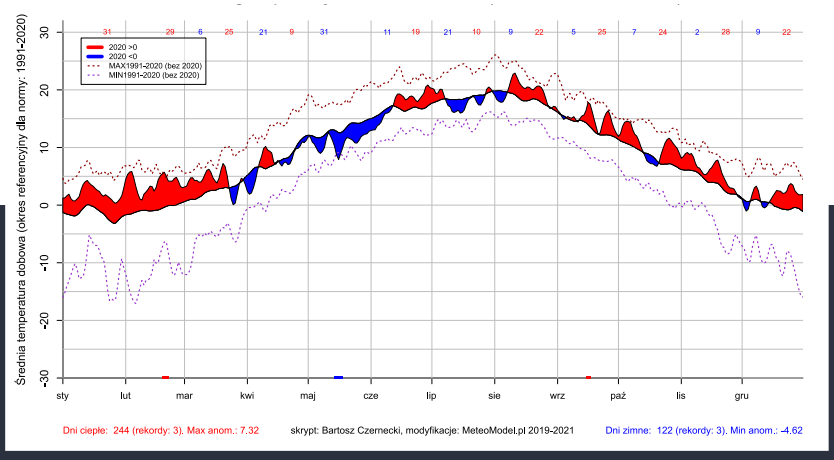
O ile w starym klimacie najczęściej występowały „przeciętne" lata, to w nowym warunki termiczne są bardziej zmienne (krzywa staje się „bardziej płaska")

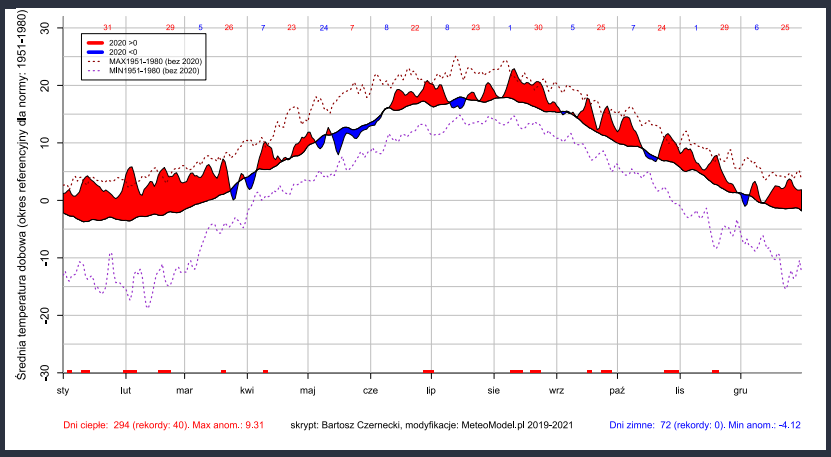
Il. 4. Zmiana częstotliwości występowania poszczególnych wartości temperatur letnich na półkuli północnej pomiędzy latami 1950–1980 a 2005–2015. Rysunek na podstawie danych z Hansen J. i in., 2012, „Perception of climate change" PNAS, Ania Zagrajek



Nasze opinie o pogodzie często opieramy na subiektywnych odczuciach. Zmiany w klimacie zachodzą wolno i są trudno uchwytne dla ludzkiej percepcji. Widać je jednak w danych naukowych i obserwacjach. To pozwala weryfikować nasze osobiste wrażenia. Może się wtedy okazać, że to, co postrzegamy jako ekstremalnie zimne, jeszcze kilkadziesiąt lat temu byłoby zupełnie przeciętne, a rzeczywiście chłodnych miesięcy jest coraz mniej – czyli mamy do czynienia z taką sytuacją, jakiej możemy się spodziewać w ocieplającym się klimacie.

Il. 5 Jak prezentuje się rok 2020 na tle „nowego" (górny wykres) i „starego" (dolny wykres) klimatu Polski? Temperatury w okresie styczeń – marzec 2020 na tle przeciętnych zim nowego klimatu były wysokie, ale mieściły się w tym, co obserwujemy w ostatnich 30 latach. Jednak na tle zim starego klimatu zima 2020 jest już bardzo ciepła – temperatury wykraczały chwilami poza średnie maksima notowane w okresie 1951–1980 (czerwone plamy są dużo większe). Linie przerywane: zakres średnich temperatur dobowych między rokiem 1991 a 2019 (górny wykres) i między 1951 a 1980 (dolny wykres), czarna linia ciągła na górnym rysunku: średnia temperatura w okresie 1991-2019, na dolnym: średnia temperatura w okresie 1951-1980. Linia z zakolorowanymi na czerwono i niebiesko polami (na obu wykresach) pokazuje przebieg temperatury w 2020 roku. Wykresy są wygładzone 5-dniową średnią ruchomą. Porównaj też z ilustracją 1. Źródło: meteomodel.pl





POLECAMY

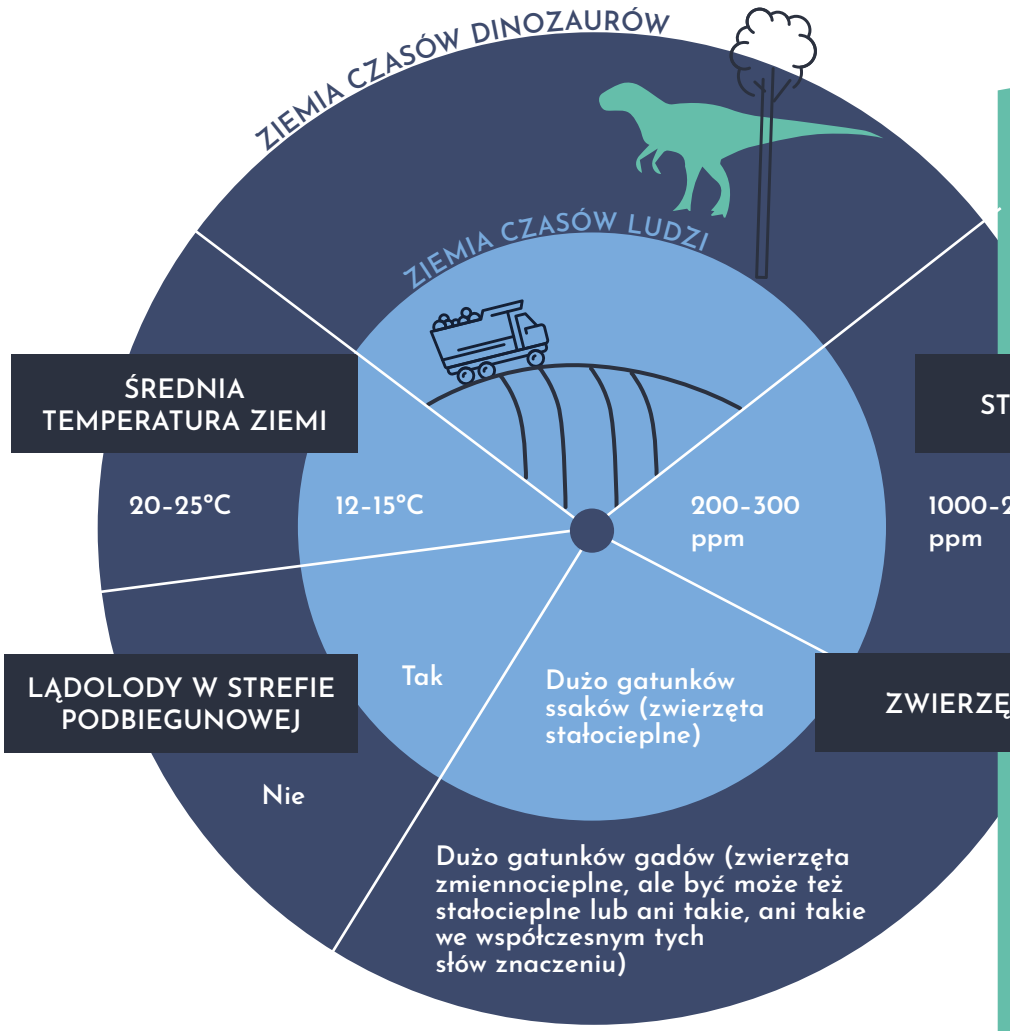
Więcej informacji o pogodzie i klimacie znajdziesz na stronie:
meteomodel.pl

3. Q&A

FAKTY I MITY:

Klimat Ziemi zmieniał się w przeszłości - czy powinniśmy się więc martwić obecną zmianą?

Klimat Ziemi w przeszłości potrafił zdecydowanie się różnić od dzisiejszego. W czasach dinozaurów (ok. 70–230 mln lat temu) średnia temperatura bywała nawet o kilkanaście stopni wyższa od obecnej. Te warunki odpowiadały gadom, pojawiły się tysiące gatunków, w tym potężne, ważące dziesiątki ton zwierzęta. Na Ziemi nie było wtedy jednak ludzi. Warunki, które nam odpowiadają, to dużo chłodniejszy klimat z ostatnich kilku tysięcy lat. Ludzie osiedlali się na żyznych terenach, gdzie uprawiano rośliny i hodowano zwierzęta przystosowane do określonych temperatur i ilości wody, miasta powstawały w dogodnych miejscach na wybrzeżach. Stabilne warunki umożliwiały rozwój technologiczny i społeczny, a tym samym rosła populacja ludzi. W połowie XVI w. było nas na świecie około 0,5 mld, obecnie jest to prawie 8 mld. Nasze potrzeby musi zaspokoić ta sama, jedna planeta. W tym kontekście obecnie zachodząca zmiana klimatu staje się gwałtownym zaburzeniem wstrząsającym znanym nam światem.



ppm oznacza części na milion (parts per milion), w przypadku CO_2 w atmosferze – ile cząsteczek CO_2 jest w powietrzu na 1 milion wszystkich cząsteczek powietrza. Można to podać też jako zawartość procentową – 400 ppm to 0,04%

stałocieplne – mają względnie stałą, niezależną od otoczenia temperaturę ciała,

zmiennocieplne – temperatura ich ciała zależy w znacznym stopniu od temperatury otoczenia.
Z tego względu inaczej też chłodzą swoje ciała. W przypadku zwierząt stałocieplnych mechanizmy chłodzenia mogą zawodzić w zbyt wysokich temperaturach.

Q: Czy w średniowieczu było cieplej niż teraz?

A: Globalna temperatura Ziemi w latach 1000–1200 n.e. była maksymalnie o ok. 0,2°C wyższa od średniej z okresu 1850–1900. Dzisiejsza przekracza ją już o 1°C. W średniowieczu były jednak regiony na Ziemi, gdzie było cieplej w stosunku do globalnej średniej – np.: na Islandii, Południu Grenlandii i w Europie Zachodniej. Doniesienia historyczne z tych miejsc stały się podstawą tworzenia różnych mitów na temat ziemskiego klimatu 1000 lat temu. Jednym z nich jest twierdzenie, że Grenlandia (na co jakoby wskazuje nazwa) była „zielona". Tak naprawdę ta nazwa była raczej chwytem marketingowym Eryka Rudego zachęcającym Wikingów do osiedlania się na wyspie lub... błędem w tłumaczeniu. Warunki na jej południowym krańcu nie odbiegały praktycznie od tego, co obserwujemy tam dzisiaj. Lądolód Grenlandii, którego grubość wynosi dziś ok. 2 km i który pokrywa 80% wyspy, zaczął formować się ok. 3 miliony lat temu. W historii naszej cywilizacji nie było więc żadnego okresu, gdy Grenlandia była pozbawiona lodowców. Inne anegdoty, np. o średniowiecznych winnicach w Polsce, również biorą się z przeinaczeń, złych kontekstów czy błędnych wniosków. Mity klimatyczne oparte są najczęściej na trudnych do weryfikacji informacjach czy wręcz plotkach powtarzanych na zasadzie „głuchego telefonu". Jest to całkowite przeciwieństwo procesu naukowego, gdzie można sprawdzać dane i śledzić cały proces wnioskowania (więcej w rozdziale X).

W historii naszej cywilizacji zdarzało się, że w niektórych regionach planety było cieplej niż w innych – nie mieliśmy jednak do czynienia z sytuacją globalnego wzrostu temperatury, tak jak to dzieje się obecnie.

lądolód to pokrywa lodowa o znacznej grubości znajdująca się na skalnym podłożu, obejmująca obszar co najmniej 50 000 km^2

Q: Czy przez Bałtyk Szwedzi mogli przeprawić się saniami zimą do Polski?

A: Kilkaset lat po „średniowiecznym optimum klimatycznym" nadeszła tzw. „mała epoka lodowa". Średnia temperatura na Ziemi spadła o ok. 0,3°C. To ochłodzenie na przestrzeni XIV–XIX wieku miało jednak spore fluktuacje – zdarzały się okresy nieco mniej chłodne oraz nieco zimniejsze. Przyczyną takiego spadku temperatury mogły być zmiany w aktywności Słońca, w prądach morskich, naturalna zmienność klimatu czy nawet... zmniejszenie liczby osób na Ziemi na skutek epidemii (przez co np. wiele miejsc z powrotem zarastało lasami pochłaniającymi CO_2).

Choć zimy potrafiły być wtedy naprawdę ciężkie w Europie, to nigdy nie doszło do całkowitego zamarznięcia Bałtyku w postaci trwałej, jednolitej pokrywy lodowej. Gruby lód mógł pojawiać się jedynie w zatokach i bliżej brzegu, co pozwalało skracać drogę pomiędzy miejscowościami (np. Gdańskiem i Helem).

Oznacza to, że nigdy nie istniała możliwość, aby Szwedzi przeprawili się po lodzie bezpośrednio do Polski, nie było też żadnych karczm na środku Morza Bałtyckiego. Najcięższe zimy małej epoki lodowej były podobne pod względem długości i temperatur do późniejszych rekordowych zim np. w 1962/63 roku, gdy Bałtyk był niemal całkowicie pokryty krą lodową, a na brzegu i w sieciach znajdowano martwe – z powodu zimnej wody – ryby.

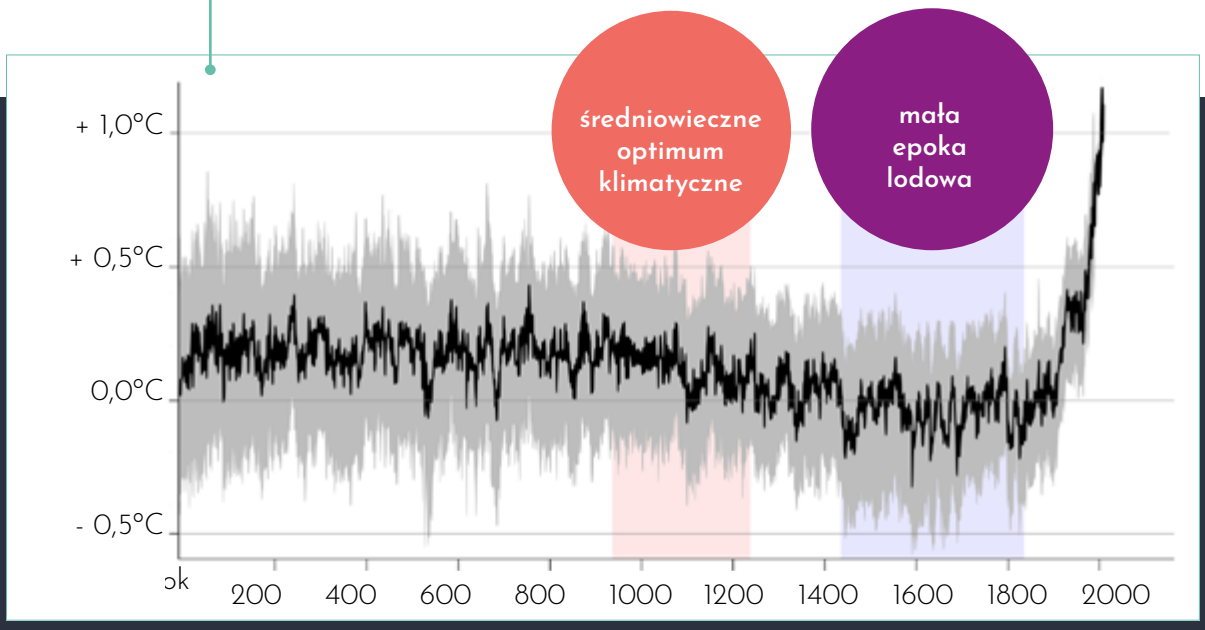
naturalna zmienność klimatu to wahania stanu atmosfery i oceanu wokół stanu średniego, mające charakterystyczny czas trwania od miesięcy do tysiącleci i wynikające z przyczyn naturalnych

Widok na Morze Bałtyckie z wyspy Rugia w Niemczech, luty 1963, źródło: Deutsche Fotothek/Wikipedia , CC BY-SA 3.0.

Prawdziwa epoka lodowa

Ostatnie zlodowacenie miało miejsce 11-70 tys. lat temu, a lądolód zakrywał ogromny obszar na półkuli północnej, w tym część obecnego terytorium Polski. Średnia temperatura Ziemi była w najzimniejszym momencie zlodowacenia o ok. 5-6°C niższa niż dziś. Zlodowacenia (glacjały) i cieplejsze okresy między nimi (interglacjały) pojawiają się na skutek małych zmian w orbicie Ziemi i nachyleniu jej osi (więcej w rozdziale IV i X).

Il. 6 Zmiana globalnej temperatury w ostatnich dwóch tysiącach lat. Za umowny punkt "0" (na osi pionowej) przyjęto średnią z okresu 1850–1900. Czarna linia pokazuje o ile różniła się temperatura w danym roku od średniej z 1850-1900. Szary obszar to zakres niepewności co do temperatury w danym roku biorący się z niedoskonałości metod pomiarowych. W czasach współczesnych ten zakres niepewności jest bardzo niewielki, gdyż mamy już pomiary bezpośrednie z tysięcy stacji meteorologicznych. Kolorami zaznaczono okresy opisywane jako „średniowieczne optimum klimatyczne" i „mała epoka lodowa". Źródło: Ed Hawkins na podstawie danych PAGES2k, licencja CC BY-SA 4.0



Q: Skoro Ziemia przetrwała tyle zmian klimatu to czy jest sens martwić się obecną?

A: Większość zmian klimatu na Ziemi zachodziła bardzo powoli – w ciągu milionów lat. Wyjątkiem były te powodowane przez jakieś niezwykłe wydarzenia, np. powstawanie dużych prowincji magmatycznych (więcej w rozdziale V). Szybka – w skali geologicznej, czyli w ciągu kilkudziesięciu tysięcy lat – zmiana klimatu prowadziła wtedy do wielkich wymierań. Ziemia nigdy jednak nie doświadczyła zmiany klimatu zachodzącej w ciągu kilku setek lat tak jak teraz. Trudno nam więc przewidzieć wszystkie tego skutki, bo nie mamy porównania z podobnymi wydarzeniami z przeszłości.

Załamanie ekosystemów zagraża życiu, zdrowiu i bezpieczeństwu ludzi. O ile nasza planeta byłaby w stanie zapewne zregenerować się nawet po drastycznym zniszczeniu biosfery, to nie jest to dla nas nic pocieszającego. Taka regeneracja zajęłaby miliony lat, a nie ma takiej technologii, która pozwoliłaby naszej cywilizacji przetrwać w niekorzystnych warunkach nawet kilkaset lat.

Ciekawostka

Porównywalna ilość CO_2 do tej dzisiejszej (ok. 400 ppm) znajdowała się ostatnio w atmosferze około 3 miliony lat temu. Ziemia była wtedy o 2–3°C cieplejsza niż dziś, a poziom mórz wyższy o ok. 20–30 metrów. Żyły na niej inne gatunki zwierząt i roślin, inaczej wyglądała linia brzegowa kontynentów.

= 400 ppm
– 3 mln lat
+ 2-3°C
+ 20-30 m poziom morza

4. Q&A

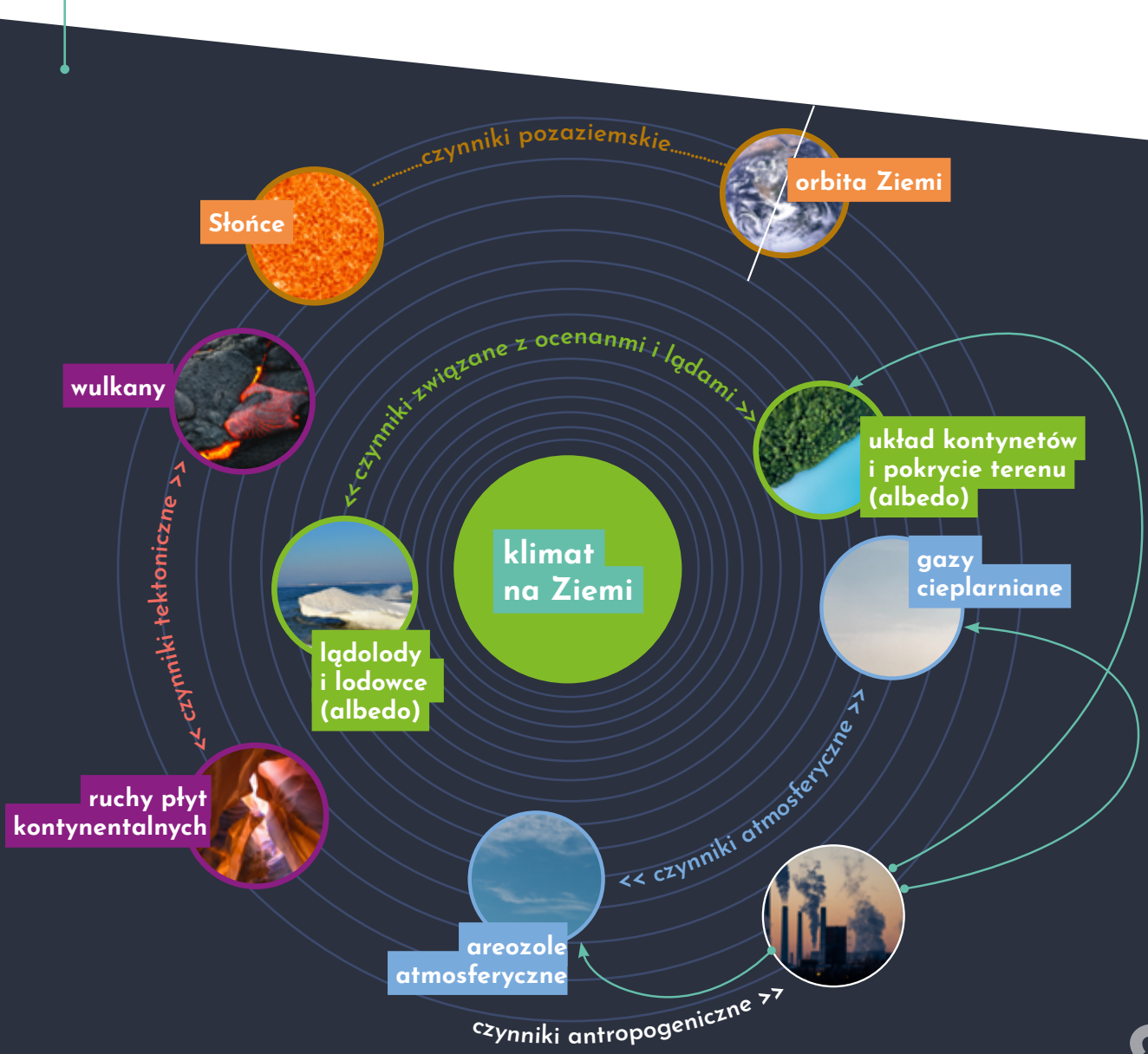
FAKTY I MITY:

Temperatura Ziemi zależy od wielu czynników - skąd wiemy, że ociepla się przez CO_2?

Klimat Ziemi zależy od wielu czynników.

Część z nich jest zewnętrzna i to co dzieje się na naszej planecie nie ma szansy na nie wpłynąć. Jednak reszta oddziałuje wzajemnie na siebie. Te oddziaływania mogą wzmacniać lub osłabiać wpływ poszczególnych czynników na klimat, prowadząc do większego ocieplenia/ochłodzenia. Efekty nasilające zmianę klimatu nazywamy sprzężeniami dodatnimi, a osłabiające – sprzężeniami ujemnymi. Naukowcy badają czynniki kształtujące klimat Ziemi od bardzo dawna – na przykład dopływ promieniowania słonecznego od przełomu XVIII i XIX wieku (więcej w rozdziale X). Stąd mogą z bardzo dużym prawdopodobieństwem określić z jakiego powodu nasza planeta ociepla się obecnie.

Il. 7. Czynniki naturalne i antropogeniczne wpływające na klimat Ziemi wraz z zaznaczonym wpływem ludzi na inne czynniki (czerwone strzałki).



Q: Czy temperatura Ziemi rośnie dlatego, że Słońce dostarcza jej więcej energii?

A: Promieniowanie słoneczne to podstawowe źródło energii dla naszej planety. Wpływa na jej temperaturę i jest kluczowe dla procesu fotosyntezy – podstawy życia na Ziemi (więcej w rozdziale IX). Słońce może być mniej lub bardziej aktywne, a tym samym ilość energii docierającej do powierzchni Ziemi nieco się zmienia. Ma na to też wpływ sama ewolucja Słońca – na przestrzeni miliardów lat staje się ono coraz jaśniejsze. Oznacza to, że w czasach dinozaurów ilość energii docierającej do Ziemi było nieco mniejsza (w przeliczeniu na metr kwadratowy) niż obecnie. Na ten długotrwały trend nakładają się rozmaite fluktuacje aktywności, które naukowcy mogą określić np. licząc ilość plam na powierzchni Słońca albo badając próbki lodu czy osadów, jeśli chodzi o dalszą przeszłość.

Na przestrzeni ostatnich kilku dekad aktywność Słońca maleje (dostarcza nam odrobinę mniej energii), natomiast temperatura Ziemi rośnie. Przyczyną globalnego ocieplenia nie są więc zmiany na Słońcu.

plama słoneczna to tymczasowe zjawisko polegające na występowaniu na powierzchni Słońca obszaru o temperaturze niższej niż w otoczeniu. Ich liczba zmienia się wraz ze zmianą aktywności Słońca (w cyklach około 11-letnich)

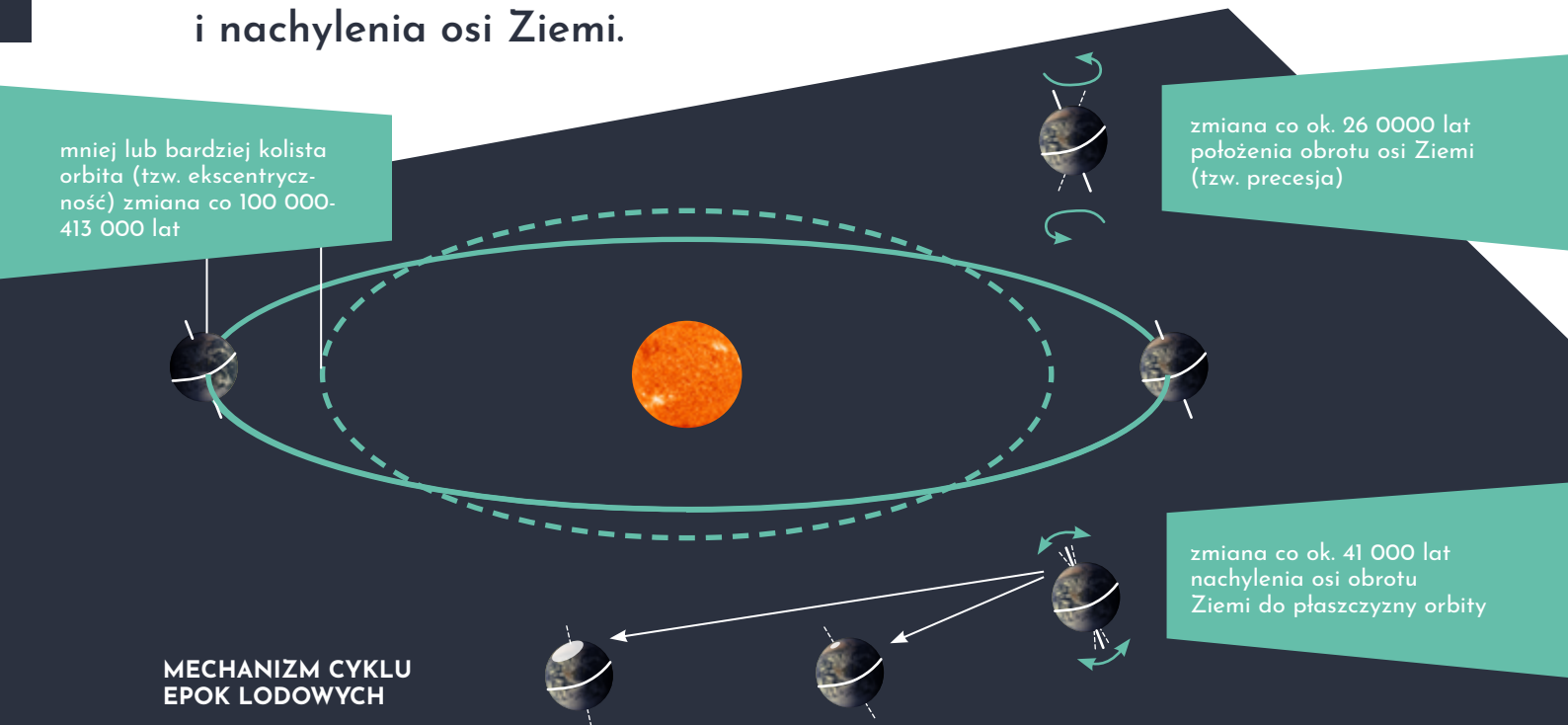
Klimat Marsa i Wenus

Energia słoneczna dociera zarówno do Marsa, jak i do Wenus. Zmiany jej ilości oddziałują także na klimat tych planet. Nie da się jednak w żaden sposób porównywać ich do Ziemi. Począwszy od odległości od Słońca, poprzez wielkość, budowę wnętrza, pokrycie powierzchni aż do składu atmosfery obie są zdecydowanie inne niż Ziemia. Nie da się więc wysnuwać prostych analogii pomiędzy procesami zachodzącymi na Marsie czy Wenus, a procesami na Ziemi.

Q: Czy cykle Milankovicia powodują obecne ocieplenie?

A: Cykle Milankovicia pojawiają się w wielu mitach dotyczących zmiany klimatu. Milutin Milanković opisał na początku XX wieku różne oscylacje ziemskiej orbity i wyliczył okresy, w jakich zachodzą. Pozwala to wskazać, kiedy nasza planeta jest nieco bliżej albo nieco dalej Słońca (co wpływa na ilość energii, którą z niego dostajemy) i kiedy jej oś jest mniej lub bardziej nachylona do płaszczyzny orbity (a do bieguna północnego dociera w związku z tym mniej lub więcej energii, co w wyniku działających w systemie klimatycznym dodatnich sprzężeń zwrotnych prowadzi dalej do globalnych ochłodzeń lub ociepleń). Opisane przez Milankovicia cykle zachodzą w ciągu tysięcy i setek tysięcy lat.

Znajdujemy się teraz w takim momencie, że powinniśmy powoli dążyć ku kolejnemu zlodowaceniu. Temperatura Ziemi zaczęła niezwykle wolno spadać około 5 tys. lat temu, jednak od około 200 lat obserwujemy coraz bardziej gwałtowne ocieplenie. Nie można tego wytłumaczyć zmianami orbity i nachylenia osi Ziemi.



MECHANIZM CYKLU EPOK LODOWYCH

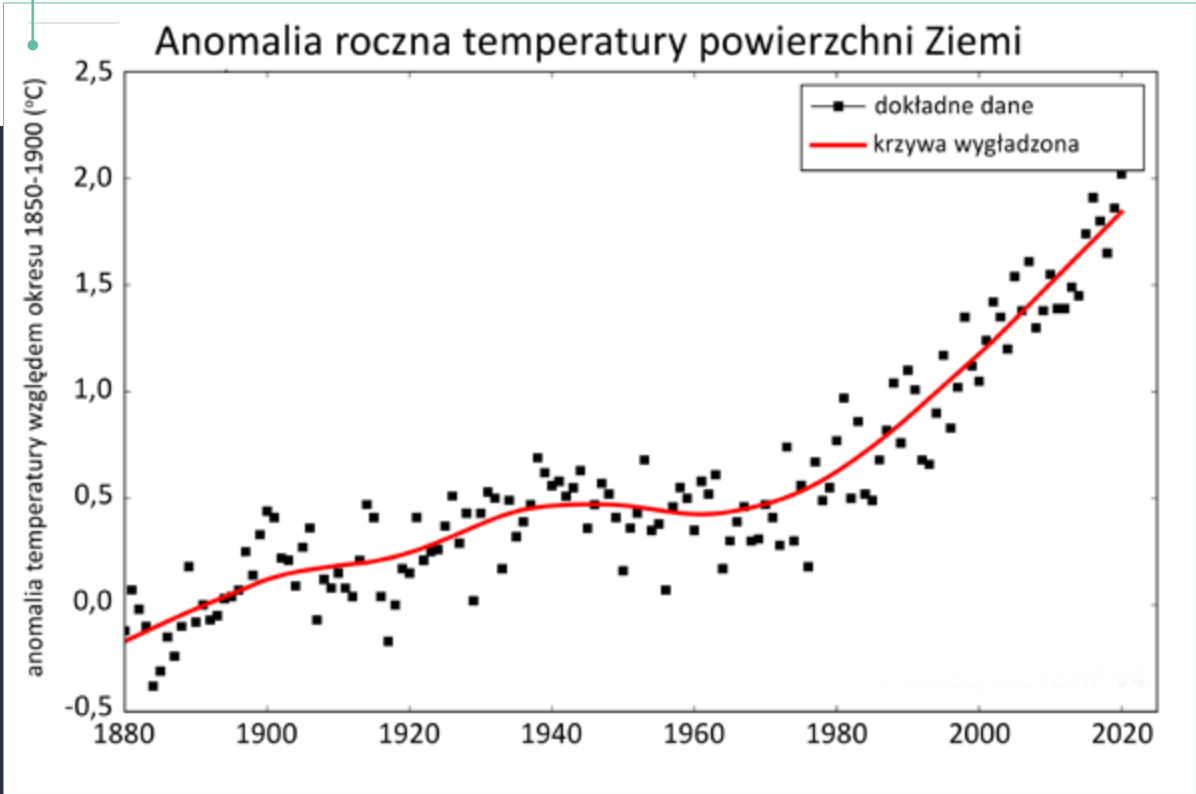
glacjał (zlodowacenie)- znaczne obszary Ziemi pokryte są lądolodem
Kiedy mniej energii dociera do bieguna północnego (oś jest mniej odchylona), to czapa lodowa zaczyna się rozrastać, co napędza dalsze ochłodzenie, gdyż lód jest jasny i odbija więcej promieniowania słonecznego. Toteż jeszcze mniej energii dociera do bieguna, więc czapa się powiększa itd.
Sprzężenia klimatyczne prowadzą do rozprzestrzenienia się ochłodzenia na całą planetę.

interglacjał (ocieplenie)
Kiedy oś „wychyla się" bardziej, powoduje to cofanie lodu, gdyż do bieguna dociera więcej energii, co wpływa na jego topnienie. Kiedy lodu jest mniej, ciemna powierzchnia oceanu i lądów, która się spod niego wyłania, pochłania więcej energii, więc okolice bieguna się ocieplają itd.
Sprzężenia klimatyczne prowadzą do rozprzestrzenienia się ochłodzenia na całą planetę.

Q: Czy można wytłumaczyć wzrost temperatury Ziemi zjawiskiem El Niño?

A: Średnia temperatura Ziemi nie rośnie równomiernie – jedne lata są nieco chłodniejsze od poprzednich, inne cieplejsze (il. 8 – czarne kropki). Zależy to od naturalnych fluktuacji w klimacie Ziemi, które wynikają m.in. z wymiany energii pomiędzy różnymi jej „zbiornikami" głównie oceanem i atmosferą. Na tę wymianę wpływa mieszanie się warstw wody w oceanie i jej przemieszczanie przez prądy morskie. Pojawienie się El Niño na Oceanie Spokojnym oznacza, że ocean oddaje tu więcej energii niż zwykle do atmosfery (podgrzewając ją). Średnia temperatura Ziemi jest w takim roku wyższa niż w latach, gdy nie ma El Niño. Inaczej rozkładają się też opady nad lądami

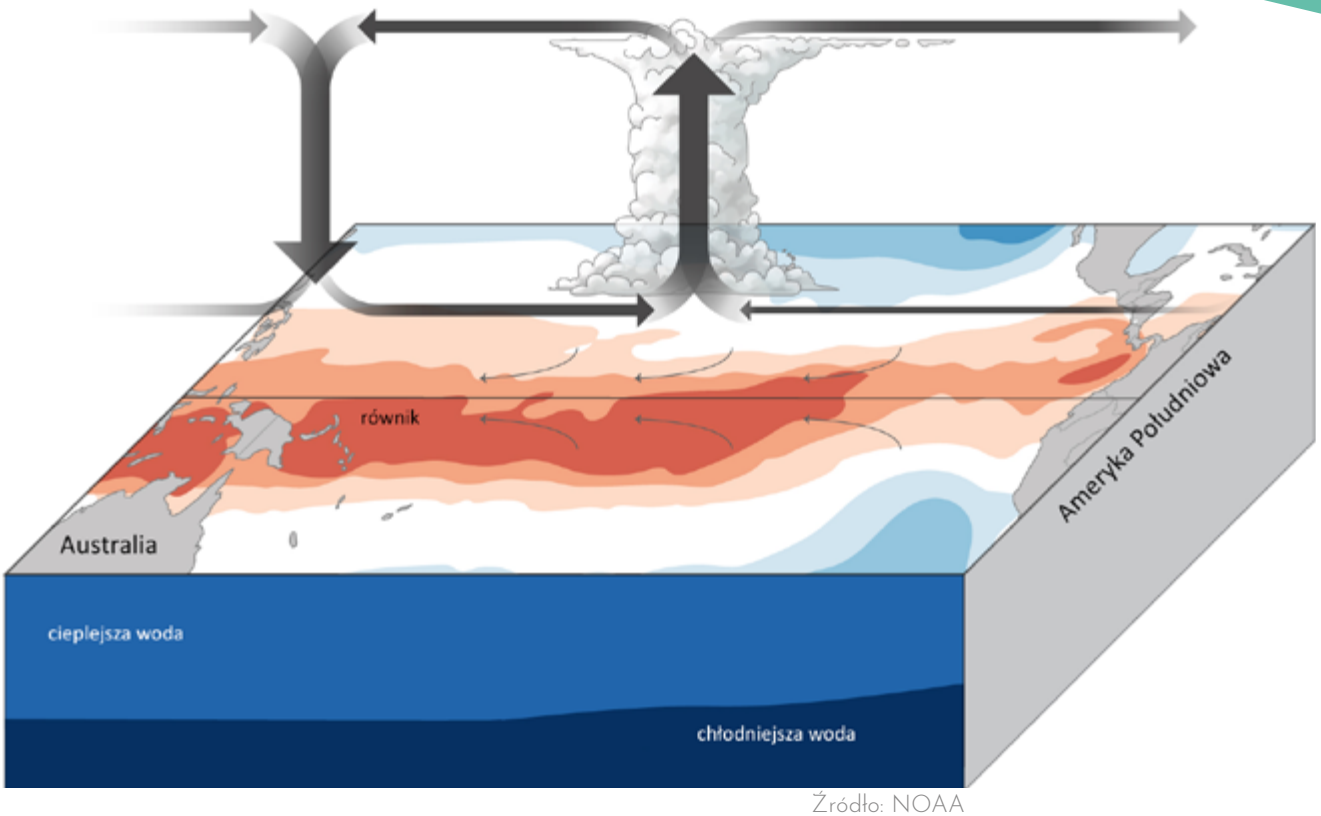
Il. 8. Zmiana średniej temperatury Ziemi od roku 1880 do 2020 względem średniej z lat 1850–1900 (czyli tzw. anomalia - na osi pionowej wartość "0" to umowny punkt odniesienia, czyli średnia z lat 1850-1900, kolejne wartości np.: -0,5, +0,5 pokazują o ile średnia temperatura danego roku była niższa lub wyższa od średniej z lat 1850-1900 ("punktu 0")). Źródło: NASA GISS



Q&A

Nie możemy jednak wytłumaczyć tą naturalną zmiennością globalnego ocieplenia. Po pierwsze ocean nie nagrzewa się „sam z siebie" – po prostu gromadzi energię, której jest coraz więcej w systemie klimatycznym. Po drugie fluktuacje powodowane przez El Niño i inne podobne zjawiska występują w sytuacji stałego wzrostu temperatury naszej planety (na il. 8 czerwona linia), co oznacza, że lata, w których się pojawiają, są coraz cieplejsze.

El Niño - faza naturalnej oscylacji na Pacyfiku (zwanej ENSO), podczas której temperatura powierzchni wody tego oceanu, w jego środkowej części w okolicy równika, jest wyższa niż w innych fazach ENSO.



Źródło: NOAA

Q: Skąd wiemy, że za ociepleniem stoi wzrost ilości CO_2?

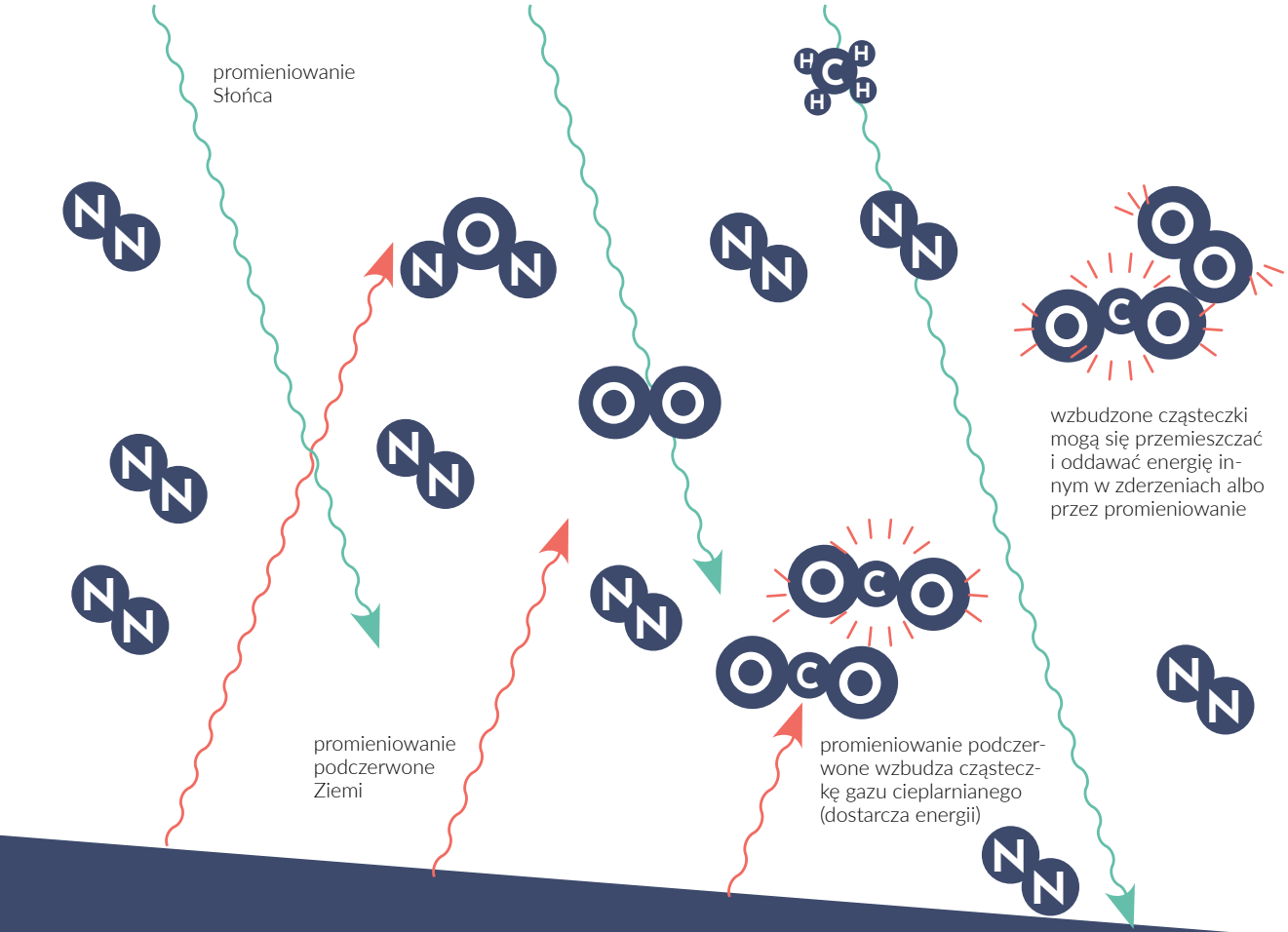
A: Kiedy wykluczymy wpływ aktywności Słońca i czynników związanych z orbitą Ziemi, to tym, co może zdecydowanie wpłynąć na temperaturę planety, jest zmiana składu atmosfery, a konkretnie ilości gazów cieplarnianych. Mają one specyficzne właściwości. Energia słoneczna przybywająca na naszą planetę głównie w postaci promieniowania widzialnego nie wpływa istotnie na cząsteczki tych gazów. Jednak ze względu na swoją budowę reagują one na promieniowanie podczerwone. Jest ono emitowane przez ogrzane ciała (zarówno np. ludzkie, jak i planety). Kiedy Ziemia wysyła to promieniowanie w kosmos, nie może się ono łatwo wydostać z atmosfery. Napotyka bowiem cząsteczki H_2O, CO_2, CH_4, N_2O i jeszcze kilka innych o mniejszym znaczeniu. Ulegają one pod wpływem tego promieniowania wzbudzeniu, przez co stają się bardziej „naenergetyzowane", „ruchliwe". Swoją energię mogą przekazywać innym cząsteczkom (np. zderzając się z nimi), a im bardziej ruchliwe są cząsteczki, tym wyższa jest temperatura – w tym przypadku atmosfery.

Możemy nie tylko mierzyć ilość poszczególnych gazów cieplarnianych w atmosferze, ale także sprawdzać – dzięki satelitom – ile energii wydostaje się z planety w postaci promieniowania o różnych długościach fal. Ponieważ każda cząsteczka ma „ulubione" długości fal, które pochłania, wiemy w jakim stopniu CO_2, CH_4 itp. odpowiadają za obserwowane zmniejszenie ilości energii uciekającej z Ziemi w kosmos.

promieniowanie elektromagnetyczne opisać można w języku kwantów (porcyjek energii o określonych wartościach) lub fal elektromagnetycznych. Różne długości fal odpowiadają różnym „porcjom" energii. Promieniowanie widzialne charakteryzuje się falami o długościach z zakresu 380-750nm

Para wodna – najważniejszy gaz cieplarniany

Największe znaczenie dla zatrzymywania promieniowania podczerwonego w atmosferze ma woda – zarówno w postaci pary wodnej, jak i kropelek czy kryształków lodu (w chmurach). Jednak nie wspominamy o niej, kiedy omawiamy środki konieczne do ograniczenia zmiany klimatu. Powód jest prosty. Ilość pary wodnej w atmosferze zależy od temperatury. Im cieplejsza jest Ziemia, tym więcej wody paruje i znajduje się w powietrzu. Jednak para wodna łatwo się skrapla i opada z powrotem w postaci deszczu. Jej ilość w atmosferze szybko dostosowuje się do panujących warunków termicznych. Oczywiście im jest jej więcej w atmosferze, tym bardziej napędza to ogrzewanie naszej planety, a tym samym rośnie parowanie, więc rośnie ilość pary wodnej w atmosferze (sprzężenie zwrotne dodatnie) itd. Na początku musi jednak zadziałać inny czynnik, który podnosi temperaturę Ziemi – taki jak chociażby wzrost ilości CO_2.

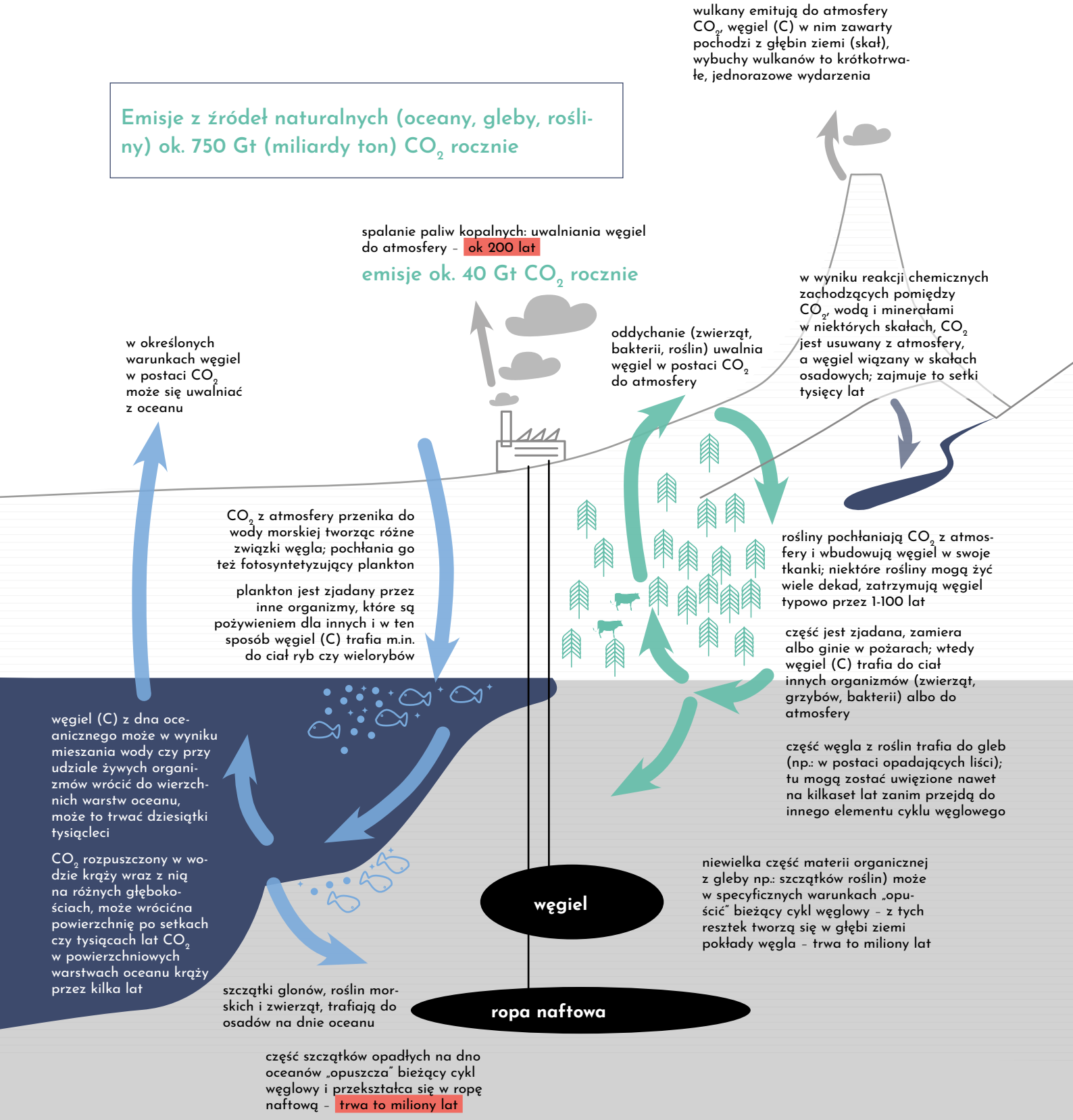


5. Q&A

FAKTY I MITY:

Skąd wiemy, że CO_2 w atmosferze pochodzi ze spalania paliw kopalnych?

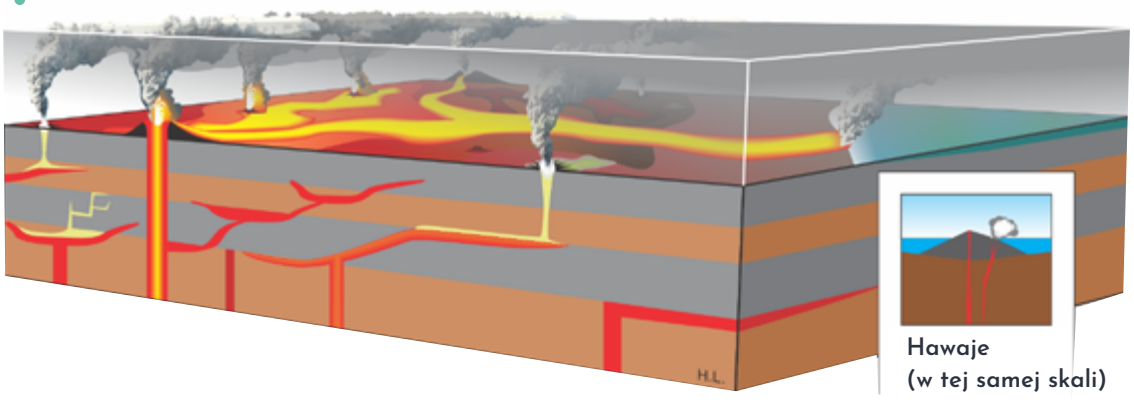
Pierwiastek węgiel (C) jest wszechobecny na naszej planecie: występuje w różnej postaci pod ziemią, w oceanach, ekosystemach i atmosferze. Krąży cały czas między tymi zbiornikami, a bilans w dłuższych przedziałach czasu wychodzi w zwyczajnych warunkach na zero (nigdzie zdecydowanie nie przybywa ani nie ubywa węgla). Jest to tzw. cykl węglowy. Dziś cykl węglowy jest zaburzony i ilość węgla w atmosferze rośnie.



Wulkany z piekła rodem

Zdarzają się naturalne procesy, które mogą zachwiać równowagę cyklu węglowego. Jednym z nich jest tworzenie się tzw. wielkich prowincji magmatycznych. Są to ogromne obszary, gdzie przez setki tysięcy czy miliony lat wylewają się na powierzchnię skały magmowe. Ostatni raz zdarzyło się to ok. 66 mln lat temu w miejscu, gdzie obecnie znajduje się Półwysep Indyjski. Wylewy lawy obejmowały najprawdopodobniej ok. 1 500 000 km^2, a grubość jej pokrywy sięgała 2 km. CO_2 i inne gazy, pyły i związki siarki wyrzucone wtedy do atmosfery spowodowały zmianę klimatu Ziemi, która przyczyniła się w dużej mierze do wyginięcia dinozaurów.

Il. 9. Schemat funkcjonowania wielkich prowincji magmatycznych, dla porównania w ramce, w tej samej skali, wulkany na Hawajach. Źródło: Howard Lee/h-lee.com



Q: Czy obserwowany wzrost ilości CO_2 w atmosferze może wynikać z procesów naturalnych?

A: Wiemy, ile wydobywamy rocznie węgla, gazu i ropy naftowej. Prosta kalkulacja pozwala oszacować wielkość emisji CO_2 z ich spalenia i ilość zużytego na to tlenu z atmosfery. Dzięki znajomości procesów cyklu węglowego, możemy określić, ile mniej więcej CO_2 z naszej działalności pochłoną rośliny i oceany. Wystarczy porównać to wszystko z obserwacjami: mierzoną ilością CO_2 i ubytkiem tlenu w atmosferze, zmianą właściwości chemicznych wody morskiej. Mamy też dodatkowe metody określenia pochodzenia węgla w CO_2, np. oparte na różnych odmianach (izotopach) atomów węgla.

Złożenie i porównanie tych wszystkich informacji jednoznacznie wskazuje, że cząsteczki CO_2, których z roku na rok przybywa w atmosferze, pochodzą ze spalania paliw kopalnych. Nie zaobserwowaliśmy żadnych ogromnych zaburzeń w biosferze (jak np. trwających latami pożarów obejmujących całe kontynenty) czy katastrofalnych zdarzeń w rodzaju tworzenia się wielkich prowincji magmatycznych, które mogłyby potencjalnie dostarczać co roku tak dużych ilości CO_2 do atmosfery.

głównie chodzi o pH wody morskiej – im więcej CO_2 się w niej rozpuszcza, tym staje się ono niższe. Taki spadek obserwujemy od wielu dekad

Q: Skoro tak dużo CO_2 pochodzi z naturalnych źródeł, takich jak oceany czy gleby, to czy emisje ludzi mają jakiekolwiek znaczenie?

A: Gdy porównamy emisje CO_2 z naszej działalności z naturalnymi, okazuje się, że stanowią one jedynie około 5% całości. Jednak naturalne emisje są w przybliżeniu równoważone przez naturalne procesy usuwające CO_2 z atmosfery takie jak fotosynteza czy rozpuszczanie gazu w oceanie. Problem w tym, że węgiel z paliw kopalnych przez miliony lat był zamknięty w podziemnych zbiornikach i nie uczestniczył praktycznie w ogóle w bieżącym krążeniu tego pierwiastka na Ziemi. Spalanie ropy czy węgla wprowadza do cyklu węglowego „nowe" atomy C. Jest ich tak dużo, że choć biosfera i oceany „robią co mogą", to i tak około 1/2 ilości CO_2 ze spalania paliw kopalnych zostaje w atmosferze. Z tego względu ilość cząsteczek CO_2 zwiększyła się w atmosferze z ok. 300 do ponad 410 ppm w ciągu ostatnich 200 lat

Co roku dorzucamy do cyklu węglowego ogromną ilość „nowych" atomów węgla, przez co zaburzamy jego równowagę.

Wulkany – niewinnie oskarżone

Choć wybuchy wulkanów wyglądają niezwykle spektakularnie, to średnio co roku wszystkie wulkany świata odpowiadają za emisje CO_2 równe mniej więcej 1/100 emisji z działalności ludzi. Tę niewielką ilość są w stanie zrównoważyć bez problemu wolno działające procesy usuwające CO_2 z atmosfery, takie jak wietrzenie skał.

Q: Skoro w czasach dinozaurów było więcej CO_2 niż teraz, to może więcej CO_2 nie jest problemem?

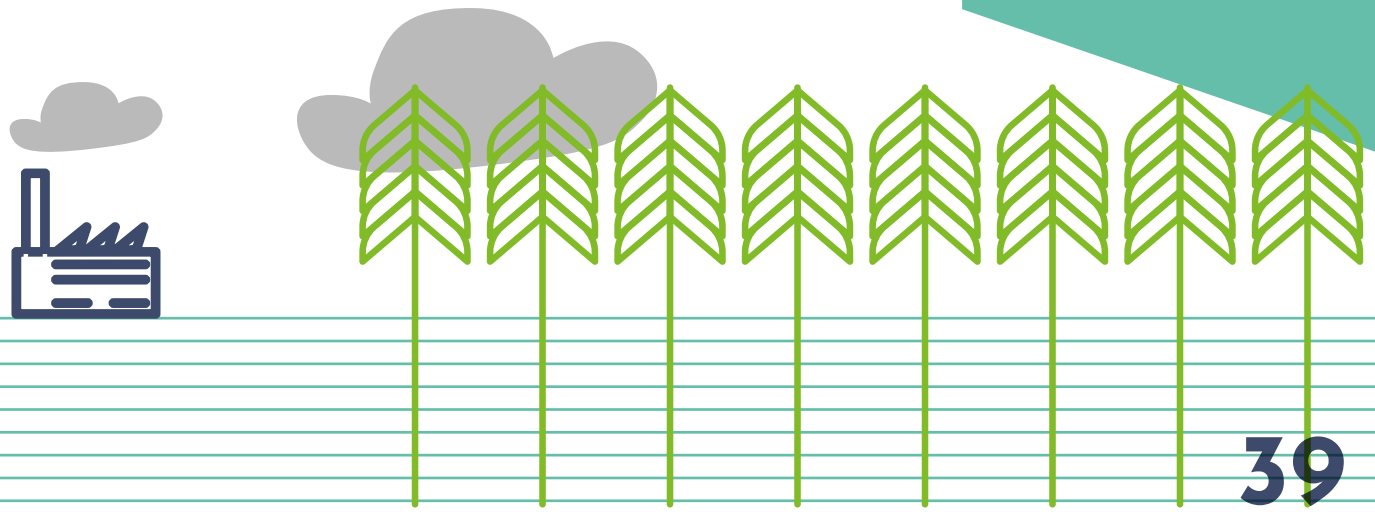
A: Gdybyśmy do końca XXI wieku osiągnęli stężenie CO_2 takie jak w czasach dinozaurów – ok. 1000 ppm – to średnia temperatura Ziemi wzrosłaby w najbliższych stuleciach nawet o kilkanaście stopni. Pomijając drastyczne przemiany i załamywanie się ekosystemów, mielibyśmy też po prostu duże problemy z codziennym funkcjonowaniem. Oddychanie takim powietrzem prowadziłoby do pogarszania naszych zdolności intelektualnych. Wystarczy zaobserwować, jak czujemy się w zamkniętych, niewietrzonych pomieszczeniach, gdzie przez dłuższy czas przebywa wiele osób – na ogół stajemy się senni i „ciężko nam się myśli".

Do sprawnego funkcjonowania potrzebujemy zupełnie innych warunków niż te, które służyły dinozaurom.

Lasy nie rozwiążą problemu spalania paliw kopalnych

Lasy wraz z innymi ekosystemami lądowymi wychwytują i magazynują około 1/4 ilości CO_2 wyrzucanego przez nas co roku do atmosfery. Jednak zalesianie nie jest ani wystarczającym, ani tak naprawdę skutecznym rozwiązaniem problemu emisji. Drzewa należą do bieżącego cyklu węglowego. Nie są w stanie uporać się ze wszystkimi dodatkowymi atomami węgla z paliw kopalnych. Ponadto są narażone na wycinki, pożary, zamieranie na skutek działalności szkodników itp., co może powodować, że pochłonięty przez nie CO_2 bardzo łatwo i szybko wróci do atmosfery: Część z tych procesów, np. pożary, nasila się w wyniku zmiany klimatu. Nie ma metody, która byłaby w stanie tak szybko jak spalamy paliwa kopalne usuwać CO_2 z atmosfery i wtłaczać atomy węgla z powrotem pod ziemię. Rozwiązania technologiczne takie jak CCS i BECCS od wielu lat są głównie w fazie testów i prototypów.

CCS (ang. Carbon capture and storage) to technologia wychwytywania CO_2 z atmosfery i takiej jego przemiany, żeby nie dostał się z powrotem do atmosfery, **BECCS** (ang. bioenergy with carbon capture and storage) to proces uzyskiwania energii z biomasy (np. słomy, drewna), wychwytywania emitowanego CO_2 i wiązania tak, aby nie dostał się z powrotem do atmosfery

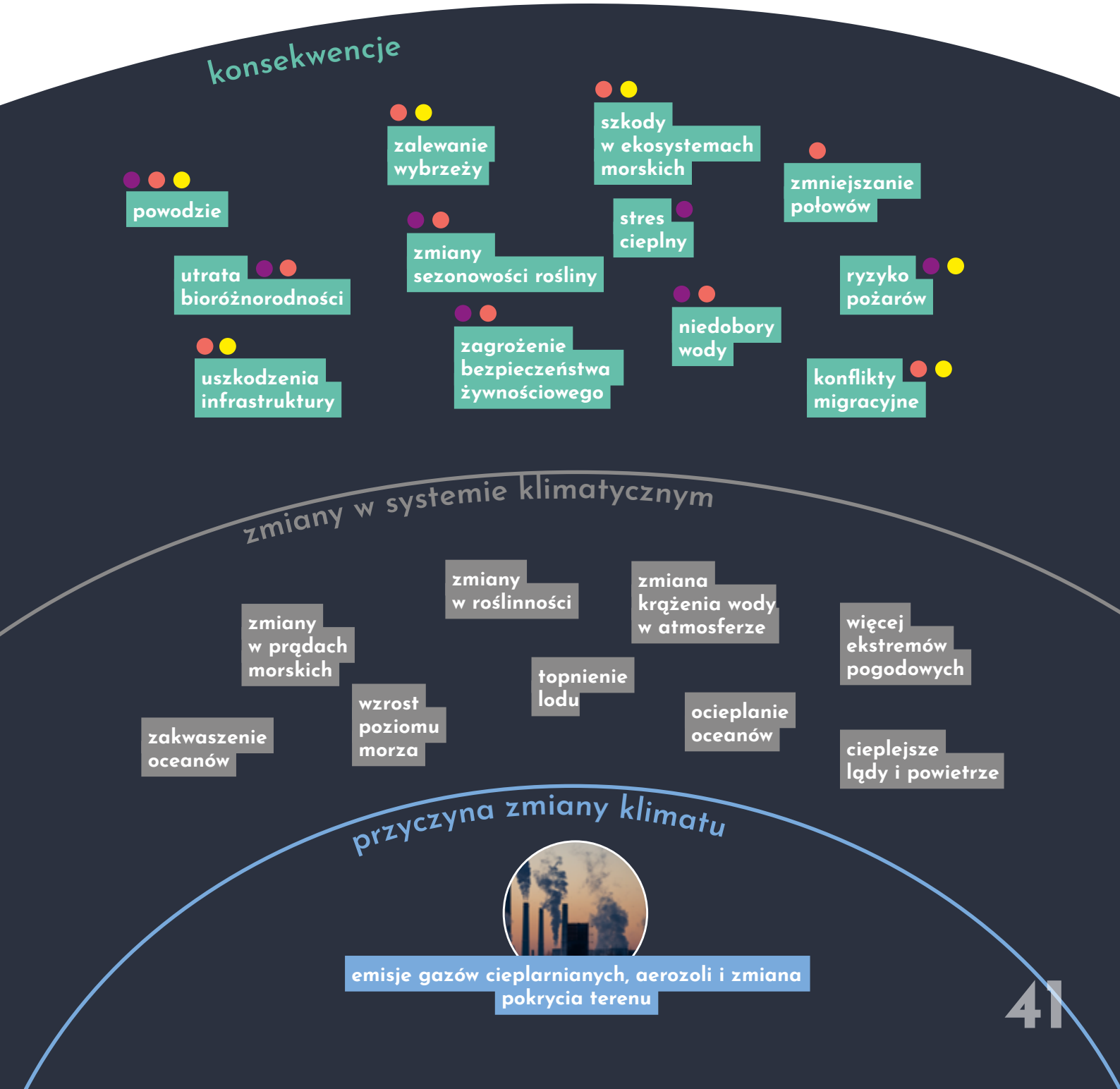


6.

SKUTKI ZMIANY KLIMATU

dla Polski i świata

Od klimatu zależy całe środowisko przyrodnicze danego obszaru: rodzaj gleb, występujące gatunki roślin i zwierząt. To wpływa na warunki życia ludzi, w tym np. rolnictwo czy zagrożenia epidemiologiczne. Sposób budowania domów, tworzenia infrastruktury czy możliwość pracy na świeżym powietrzu zależą od temperatur danych pór roku. Zmiana klimatu ma więc konsekwencje dla wielu dziedzin naszego życia. Z punktu widzenia człowieka można wyróżnić trzy grupy negatywnych skutków: ● bezpośrednie zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi, ● zagrożenia dla społeczeństwa, pośrednio wpływające na los jednostek, ● zagrożenia dla infrastruktury i dochodów państwa.

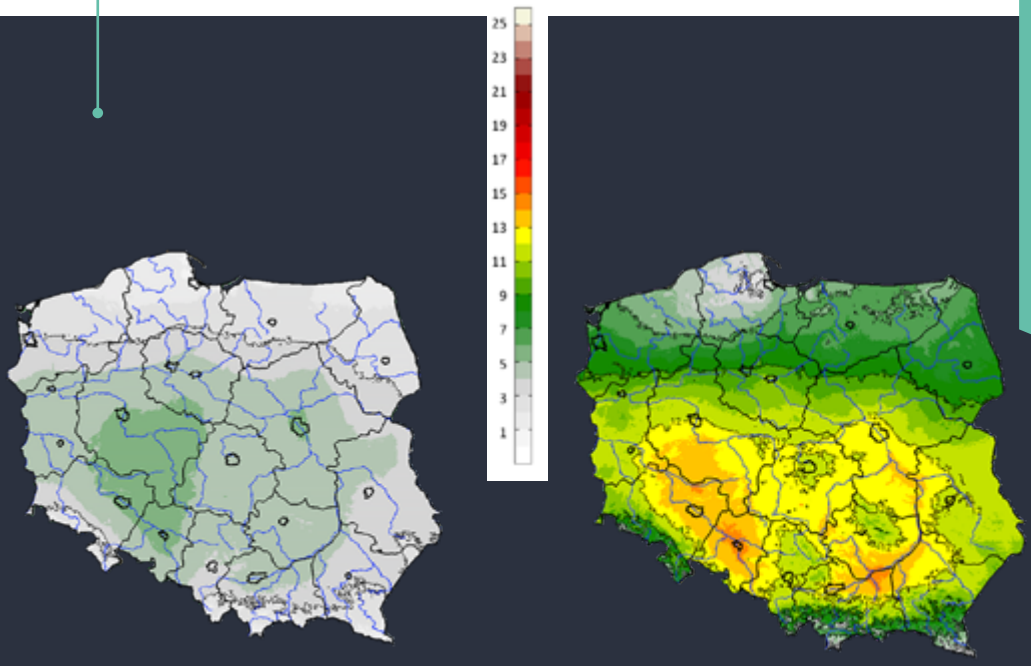


Bezpośrednie zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi

Zmiana klimatu nasila wiele zjawisk, które mogą być bezpośrednim zagrożeniem dla życia ludzi. Wśród nich wyróżniają się fale upałów, które w latach 1998–2017 spowodowały śmierć prawie 170 000 osób na całym świecie. Są one szczególnym zagrożeniem w państwach, gdzie już teraz jest bardzo gorąco. Gdy upałom towarzyszy wysoka wilgotność, może dochodzić do przekroczenia przez temperaturę mokrego termometru granicy, za którą ludzki organizm traci możliwość termoregulacji. Tym samym istnieje duże ryzyko śmierci z powodu przegrzania. Takie warunki będą się zdarzać, jeśli nie ograniczymy emisji gazów cieplarnianych, jednocześnie na wielu obszarach świata w drugiej połowie XXI wieku. Obecnie najwyższe temperatury mokrego termometru są notowane głównie na wybrzeżach południowej Azji, wokół Zatoki Perskiej i Zatoki Kalifornijskiej.

Upały są też dużym problemem zdrowotnym na naszych szerokościach geograficznych. Zagrażają zdrowiu, a często życiu, osób przewlekle chorych, starszych oraz niemowląt. W Polsce częstość dni upalnych zwiększyła się kilkukrotnie pomiędzy drugą połową XX wieku a ostatnimi kilkunastoma latami.

Il. 10. Porównanie liczby dni upalnych w Polsce (z temperaturą maksymalną co najmniej 30°C): po lewej średnia dla lat 1961–1990, po prawej: 2011–2020. Źródło: meteomodel.pl



Temperatura mokrego termometru jest wskaźnikiem łączącym temperaturę powietrza i jego wilgotność. Dzięki tej wartości wiemy, jak efektywnie ludzie mogą się w danych warunkach chłodzić przez pocenie. Gdy osiąga ok. 35°C, parowanie potu ze skóry nie wystarcza, by chłodzić organizm i może dojść do jego przegrzania. Jednak negatywne skutki można zauważyć już przy temperaturze mokrego termometru na poziomie 26°C.

Czy wystarczy zainstalować klimatyzację?

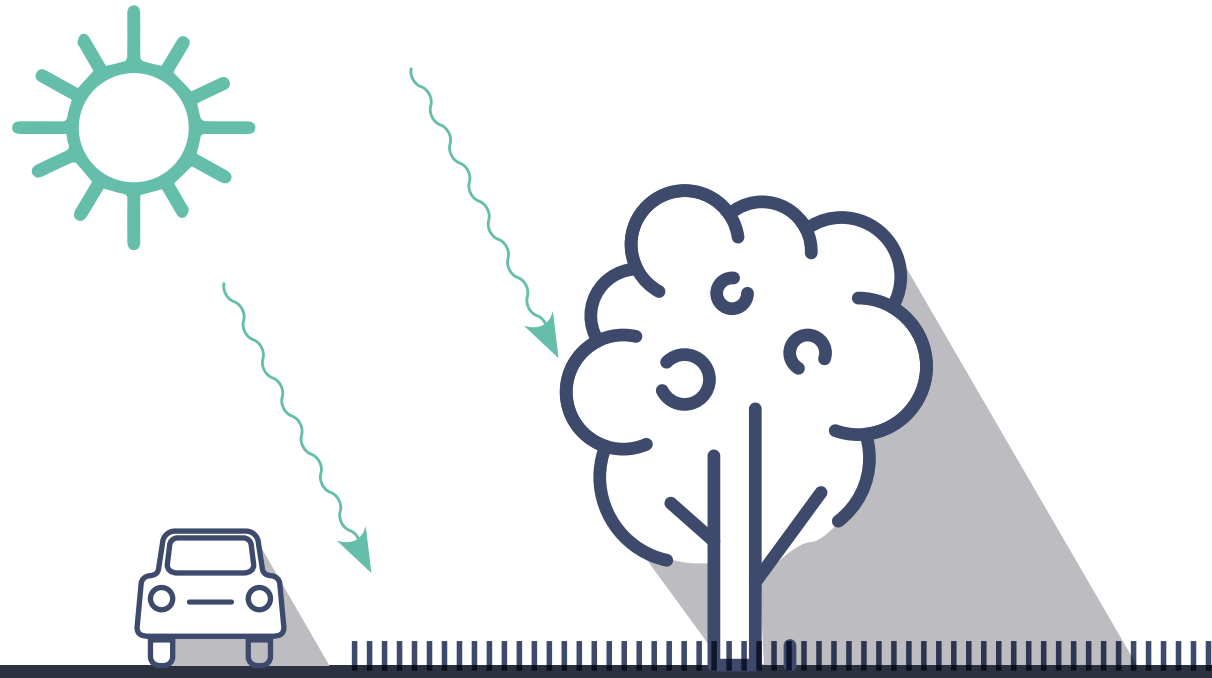
Mogłoby się wydawać, że rozwiązaniem problemu upałów może być klimatyzacja. Jednak tylko częściowo. Nie da się jej zastosować na zewnątrz, tam gdzie pracują chociażby rolnicy czy robotnicy drogowi. Energia zasilająca klimatyzację pochodzi w wielu miejscach na świecie (w tym w Polsce) głównie z paliw kopalnych, więc wzrost zapotrzebowania na chłodzenie zwiększa emisje gazów cieplarnianych. Może też generować ogromny popyt na energię w czasie, gdy najtrudniej jest chłodzić bloki w elektrowniach. Do tego badania pokazują, że woda skraplająca się w systemach klimatyzacyjnych jest bardzo dobrym środowiskiem życia dla bakterii *Legionella* (powodującej ciężkie zapalenia płuc), co zwiększa ryzyko zakażenia nimi.

Zmiany temperatur oraz ilości i rozkładu opadów powodują przesuwanie się granic występowania organizmów przenoszących choroby, m.in. komarów i kleszczy. Wpływają także na ich aktywność w ciągu roku. W ostatnich kilku dekadach obserwuje się w Polsce duży wzrost zachorowań na boreliozę. Wiąże się to w dużej mierze z coraz cieplejszą jesienią i zimą, a tym samym dłuższą aktywnością kleszczy, które hibernują dopiero gdy temperatury spadną poniżej 4°C. Z dalszym ocieplaniem klimatu grozi nam w bliskiej przyszłości pojawienie się w naszym państwie komarów przenoszących groźne choroby takie jak denga czy Gorączka Zachodniego Nilu.

Zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi stanowią także gwałtowne zjawiska, jak np. wichury, burze, powodzie, których nasilania bądź wzmacniania możemy się spodziewać w związku ze zmianą klimatu. W tropikach huragany potrafią całkowicie zdewastować niewielkie państwa wyspiarskie. Po ich przejściu miejscowa ludność dodatkowo długo boryka się z problemem zaspakajania podstawowych potrzeb, takich jak dostęp do wody pitnej. Powodem jest zniszczenie i zanieczyszczenie źródeł wody, co sprzyja wybuchom epidemii, np. cholery. Wszelkie katastrofy nie pozostają bez wpływu na zdrowie psychiczne. Utrata bliskich, zniszczenie mienia, poczucie zagrożenia mogą powodować zaburzenia lękowe, depresję czy zespół stresu pourazowego.

Drzewa dla zdrowia

Na terenach zabudowanych temperatury są zazwyczaj o kilka stopni wyższe niż poza nimi (tzw. miejska wyspa ciepła). Jest to szczególnie odczuwalne podczas upałów. Im więcej mamy wybetonowanych, łatwo nagrzewających się powierzchni, tym bardziej uciążliwe warunki panują w mieście. Konieczne jest więc pozostawianie jak największej ilości terenów zielonych. Pojedyncze drzewo, dzięki oddawaniu wilgoci do powietrza, może „chłodzić" otoczenie podobnie jak dwa domowe klimatyzatory, a cień rzucany przez aleje drzew sadzone wzdłuż chodników pozwala łatwiej przemieszczać się po mieście np. osobom starszym – dzięki temu zmniejsza się ryzyko ich zasłabnięcia.



POLECAMY

Najnowsze informacje na temat zagrożeń dla zdrowia związanych ze zmianą klimatu znajdują się w raporcie końcowym przygotowanym przez Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego w roku 2020 do zadania „Badanie i ocena wpływu klimatu na stan zdrowia oraz wypracowanie działań związanych z adaptacją do jego zmian".
Co roku ukazują się także raporty czasopisma „The Lancet" pt. *Countdown on health and climate change*, dostępne na stronie (w języku angielskim): **www.thelancet.com/countdown-health-climate**

2. Zagrożenia dla społeczeństwa

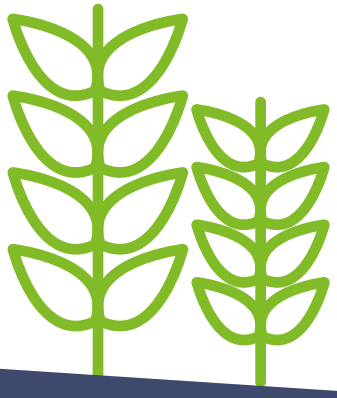
Skutki zmiany klimatu również pośrednio oddziałują na nasz stan: samopoczucie, aktywność czy dochody. Podstawową kwestią w tym kontekście jest system zaopatrzenia w żywność. Rolnictwo musi mierzyć się z wieloma problemami w zmieniającym się klimacie (więcej w rozdziale VII), a te przekładają się na bezpieczeństwo żywnościowe, ceny żywności czy jej jakość. W wielu regionach plony już znacząco spadają. Wynika to zarówno z występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych, jak i innej niż kilkanaście lat temu pogody. W Polsce także to obserwujemy: brak śniegu zimą szkodzi oziminom, a susze prowadzą do zamierania roślin. Na terenie naszego kraju pojawiają się do tego nowe gatunki owadów niszczących uprawy oraz nowe choroby roślin i zwierząt hodowlanych.

Im trudniejsze dla rolnictwa są warunki, tym większych nakładów pracy i finansowych wymaga od rolników dbanie o gospodarstwo. Rośnie zużycie wody (np. do nawadniania), energii (np. do wentylacji obór, chlewni), nawozów, środków ochrony roślin czy leków dla zwierząt. Wszystko to przekłada się na ceny żywności oraz dochody rolników.

oziminy – rośliny uprawne jednoroczne (takie jak zboża), które potrzebują okresu chłodnego (zimy), aby mogły mieć nasiona. Wysiewa się je jesienią.

Czy więcej CO_2 w powietrzu jest dobre dla roślin?

Dla roślin CO_2 jest kluczowy do życia, można by więc wnioskować, że im więcej mamy go w atmosferze, tym dla nich lepiej. Nie jest to jednak takie proste. Rośliny nie potrzebują więcej CO_2 niż mogą zużyć do wzrostu i rozwoju, których tempo zależy od wielu czynników, m.in. fizjologii danego gatunku, dostępności ważnych składników pokarmowych takich jak azot czy fosfor, a także wody. Im wyższe są temperatury, tym szybsze jest parowanie, a tym samym więcej wody ubywa z gleby. Kiedy jest jej zbyt mało dla rośliny, proces pochłaniania przez nią CO_2 znacząco spowalnia.



Rolnictwo odporne na zmianę klimatu

Dbanie o glebę to podstawowe działanie pomagające łagodzić negatywne skutki zmiany klimatu w rolnictwie. Szczególnie ważne jest wzbogacanie jej w materię organiczną, która pomaga zatrzymywać w glebie więcej wody, poprawia jej strukturę i dostarcza substancji odżywczych dla roślin. Dzięki temu maleje np. potrzeba sztucznego nawadniania czy nawożenia. Bardzo istotna jest też ochrona miejsc magazynujących wodę, takich jak torfowiska czy naturalne doliny rzeczne wraz z ich terenami zalewowymi. Sztuczne budowle (np. zbiorniki) nie spełniają tej roli. Drenują bowiem wodę z dużego obszaru, by gromadzić ją w jednym miejscu, odległym często dziesiątki czy setki kilometrów od pól. Walkę ze szkodnikami upraw może wspomóc zachowanie dookoła pól łąk, nieużytków i zadrzewień, które stają się schronieniem ich naturalnych wrogów. Dodatkowo takie nieuprawiane i niepryskane tereny to idealne miejsce dla owadów zapylających. Techniki zwiększające odporność upraw na zmieniające się warunki klimatyczne można przetestować w wersji mini – założyć własny ogródek permakulturowy, np. z warzywami i ziołami. W permakulturze niezwykle ważne jest dbanie o glebę, płodozmian i miejsce do życia dla zwierząt pomagających utrzymać rośliny w dobrym zdrowiu.

materia organiczna: resztki roślinne i zwierzęce w różnym stanie rozkładu i przetworzenia przez organizmy glebowe, stanowią bardzo ważną część gleb

Za **szkodniki** uważamy organizmy (np.: owady, grzyby), które powodują spadek plonów lub niszczenie roślin uprawnych. Jednak z punktu widzenia ekosystemów, czy szerzej całej biosfery, nie ma organizmów, które można uznać za szkodniki – wszystkie pełnią ważne role w przyrodzie

permakultura – podejście do zarządzania gruntami, które naśladuje działanie ekosystemów naturalnych. Kluczowe jest myślenie o całości systemu. W dużej mierze odnosi się do rolnictwa, ale może także do planowania, w którym uwzględnia się różne potrzeby społeczne

płodozmiany – praktyka uprawiania różnych roślin na tym samym obszarze (polu) w konkretnie zaprojektowanej kolejności na przestrzeni wielu lat.

POLECAMY

Dużo informacji i praktyczne wskazówki dotyczące permakultury znajdują się na stronie permisie.pl. O rolnictwie regeneratywnym, którego głównym celem jest poprawa jakości gleby, można przeczytać więcej (w języku polskim) na stronie: **europeancarbonfarmers.com**.

Zmiana klimatu wpływa też m.in. na turystykę. Wiele miejsc może utracić swoje walory, co przełoży się na dochód osób prowadzących pensjonaty czy restauracje. Wysokie temperatury wody sprzyjają namnażaniu sinic i szkodliwych bakterii – to może powodować zamykanie kąpielisk np. nad Morzem Bałtyckim. W wyniku susz może być wprowadzany zakaz wstępu do lasów, a wybuchające pożary zagrażają niszczeniem dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego. Tak stało się np. w roku 2020 w przypadku Biebrzańskiego Parku Narodowego, czy w roku 2017 w Portugalii podczas fali upałów nazwanej „Lucyfer". W tym ostatnim przypadku trzeba było ewakuować hotele i kempingi, zginęło też kilkadziesiąt osób. W związku z coraz cieplejszymi zimami załamywać się będzie turystyka narciarska.

Coraz silniejsze wichury, groźniejsze powodzie czy częstsze trąby powietrzne mogą niszczyć domy mieszkalne oraz budynki użyteczności publicznej, w tym szkoły i szpitale. Im większe będą szkody w wyniku ekstremalnej pogody, tym trudniej będzie ubezpieczać majątek. Na przykład już teraz część firm ubezpieczeniowych nie ubezpiecza domów na Florydzie, gdzie huragany uderzające w ląd stają się coraz bardziej destrukcyjne.

POLECAMY

Informacje na temat rolnictwa opartego na współdziałaniu z naturą można znaleźć na stronie koalicjazywaziemia.pl. Projekt Bioecon (bioecon.iung.pulawy.pl) prezentuje prace naukowe związane z tworzeniem „biogospodarki": rolnictwa odpornego na zmianę klimatu, energetyki z wykorzystaniem biomasy itp. Organizacje La Via Campesina (viacampesina.org) i AFSA (afsafrica.org)zajmują się tematem rolnictwa z punktu widzenia drobnych producentów, także z Globalnego Południa.

3. Zagrożenia dla infrastruktury i dochodów państwa

Ekstremalne wydarzenia mogą również niszczyć infrastrukturę kluczową dla sprawnego działania państwa: drogi, linie kolejowe czy linie energetyczne. W wyniku upałów mogą następować przerwy w dostawach prądu: lokalne (ze względu na przeciążenie transformatorów), ale także na dużo większą skalę. Większość bloków w elektrowniach węglowych w Polsce jest chłodzona wodą z rzek. Kiedy poziom wody spada, a temperatura rośnie, mogą nastąpić problemy z ich chłodzeniem. W skrajnych przypadkach może to prowadzić do blackoutu. Blisko takiej sytuacji było w sierpniu 2015 roku, gdy z powodu upałów wzrosło zapotrzebowanie na klimatyzację, a tym samym prąd, zaczęło natomiast brakować wody do chłodzenia elektrowni. Wyłączono wówczas bloki w kilku elektrowniach, a operator systemu elektroenergetycznego wprowadził 20. stopień zasilania (po raz pierwszy od czasów PRL). Polska Izba Ubezpieczeń wyliczyła, że gdyby faktycznie doszło wtedy do blackoutu, to każda godzina przerw w dostawie prądu kosztowałaby polską gospodarkę ok. 500 mln zł.

Spadek dochodów z różnych dziedzin działalności gospodarczej oznacza oczywiście spadek dochodów budżetu państwa. Rosnąć będą za to wydatki: chociażby na opiekę medyczną czy odszkodowania dla rolników. Sytuacja będzie się pogarszać wraz ze wzrostem globalnej temperatury i powstanie błędne koło – gdy zaczyna brakować pieniędzy na naprawy i adaptację do „nowych" warunków klimatycznych, ludzie i gospodarka ponoszą coraz większe straty. To pokazuje, że samo przystosowanie się do zmian nie wystarcza. Kluczowe jest zmniejszenie ich tempa, bo gdy będą zbyt szybkie, nie będziemy w stanie nadążać z działaniami adaptacyjnymi i będzie nam coraz bardziej brakować środków do ich finansowania.

blackout – ryzyko takiego zmniejszenia rezerw mocy w elektrowniach, że może to spowodować rozlewające się po całym kraju przerwy w dostawach prądu

20. stopień zasilania – oznacza to, że odbiorca może pobierać moc do ustalonego minimum niepowodującego zagrożeń bezpieczeństwa oraz uszkodzenia lub zniszczenia obiektów technologicznych – dotyczy firm, zakładów produkcyjnych itp.

adaptacja – proces dostosowywania się do bieżących lub spodziewanych zmian zachodzących na skutek globalnego ocieplenia

Strategia na przyszłość

Rząd projektuje wiele dokumentów, których treść mówi o tym, ile gazów cieplarnianych będzie emitować nasza gospodarka oraz jak będziemy się przygotowywać na nadchodzące zmiany. Każdy może mieć wpływ na kształt tych dokumentów przez uczestnictwo w konsultacjach społecznych, np. na temat miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, polityki energetycznej państwa, projektów przebiegów dróg i innych elementów infrastruktury. Można również pisać listy do swoich posłów czy uczestniczyć w spotkaniach komisji środowiska czy infrastruktury w swojej gminie/dzielnicy (więcej w rozdziale XI). Informacje o dokumentach wykładanych do konsultacji społecznych znajdują się na stronach internetowych ministerstw (najczęściej w zakładce „komunikaty" lub „aktualności") oraz urzędów dzielnic/gmin.

Naturalne rozwiązania

Wydmy oraz lasy na wybrzeżach są skuteczną zaporą przed falami sztormowymi. Sztuczne umocnienia mogą często działać odwrotnie do zamierzeń – nasilać erozję, a tym samym np. zmniejszać szerokość plaż. Naturalne doliny rzeczne, gdzie fale powodziowe rozlewają się szeroko na rozległych niezabudowanych terenach to najskuteczniejsza „zapora" przeciwpowodziowa. Tereny zalewowe dodatkowo działają jak „gąbka", przechwytując nadmiar wody, który przydaje się w czasie suszy. Odpowiednie planowanie przestrzenne jest więc kluczowe dla łagodzenia skutków zmiany klimatu.

POLECAMY

O funkcji naturalnych dolin rzecznych i zagrożeniach dla nich można przeczytać w materiałach Koalicji Wolne Rzeki, dostępnych na stronie **www.ratujmyrzeki.pl**.

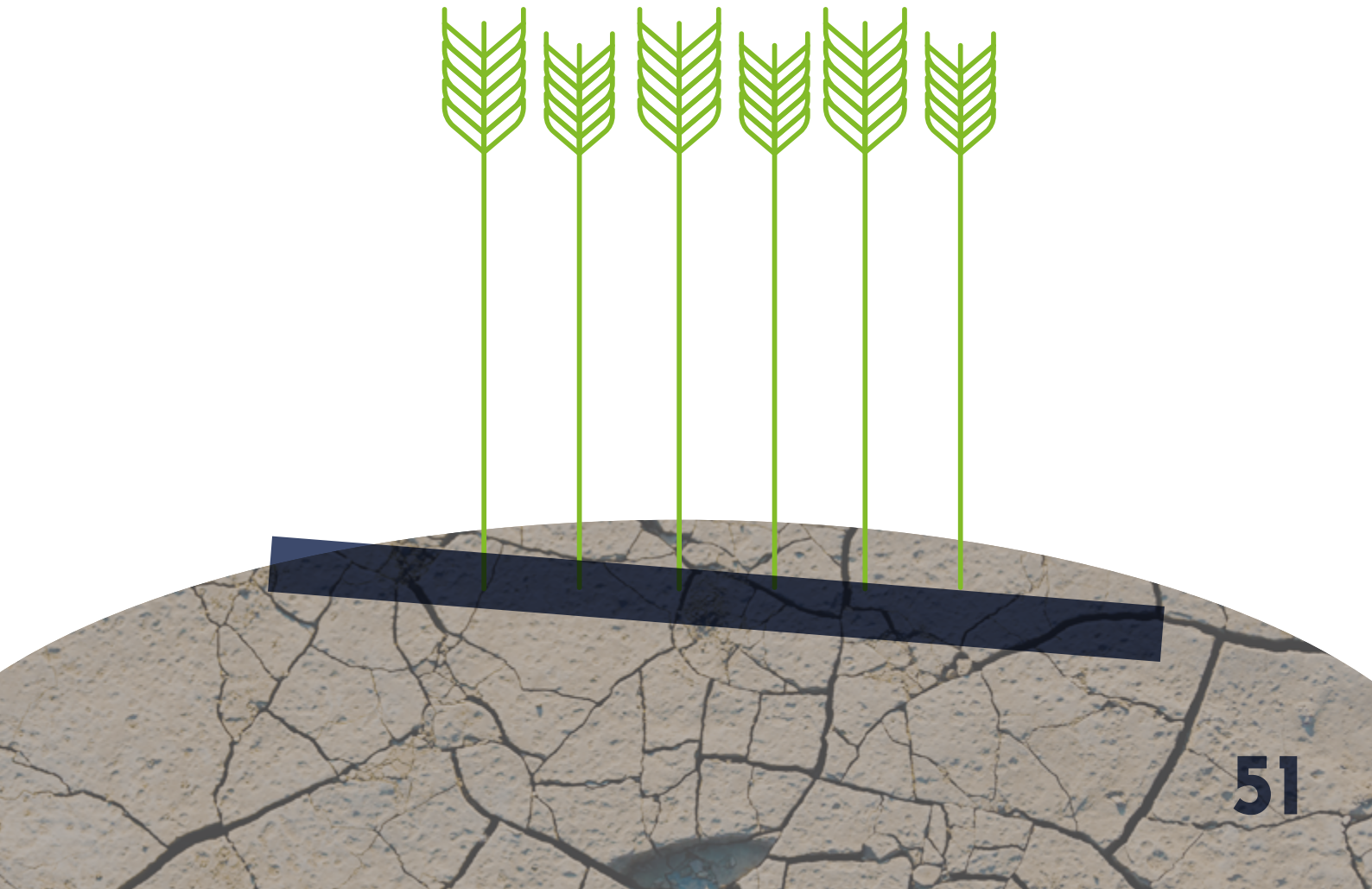
7.

SYSTEM ŻYWNOŚCIOWY

jako sprawca i ofiara zmiany klimatu: zmiany dietetyczne i bezpieczeństwo żywnościowe

Zmiana klimatu wpływa na możliwość produkcji żywności.

Każda roślina uprawna ma specyficzne wymagania odnośnie do temperatury czy wilgotności i czasem nawet niewielkie ich zmiany odbijają się na kondycji roślin, a tym samym wielkości plonów. Poszczególne regiony świata borykają się z różnymi problemami, ale podstawowym są zmiany dotyczące wielkości i czasu pojawiania się opadów. Tam, gdzie już teraz mamy do czynienia z niedoborami wody, należy się spodziewać załamywania produkcji rolnej. Przykładem są państwa na zachodzie i południu Afryki, gdzie w wyniku globalnego ocieplenia ilość zbieranego zboża może do roku 2050 zmniejszyć się nawet o 40%, czy kraje leżące dookoła Morza Śródziemnego, w których upały już przynoszą ogromne straty, np. w Bośni w 2017 roku plony były mniejsze o połowę niż zazwyczaj.

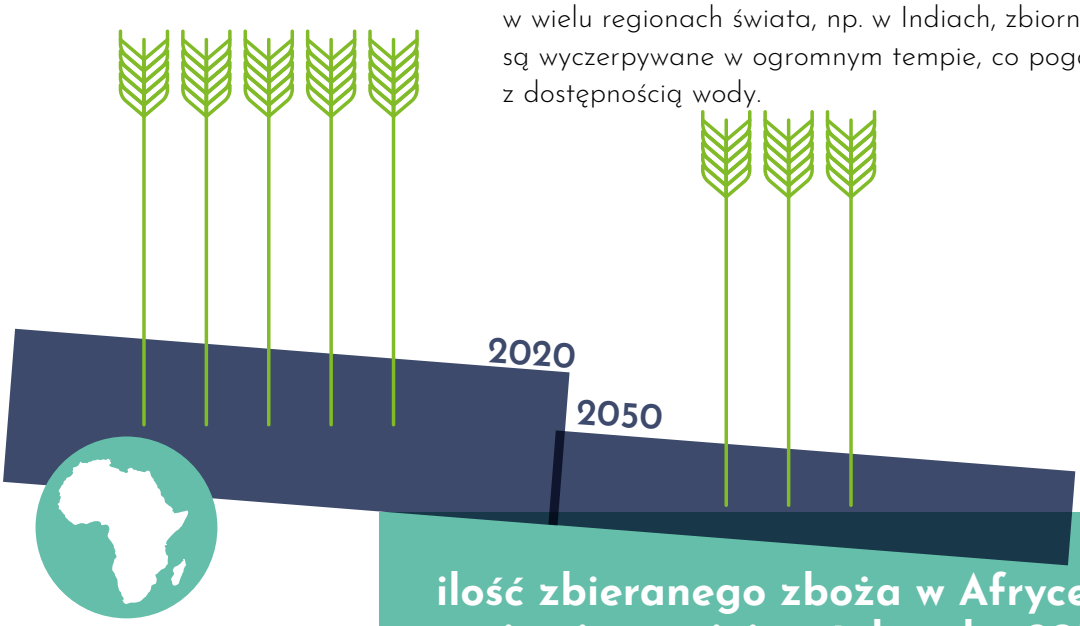


Susze są wymieniane na pierwszym miejscu zagrożeń dla naszego rolnictwa. Praktycznie już co roku możemy mówić o warunkach suszy w Polsce na glebach najsłabszych i to zarówno w okresie wiosny, lata jak i jesieni. Wiosenne susze – zwiększające nie tylko zagrożenie pożarowe w lasach, lecz także niszczące rośliny uprawne – kilkadziesiąt lat temu były zjawiskiem nietypowym, podobnie jak wiążące się z nimi zamiecie pyłowe. Po zimie mieliśmy raczej powodzie roztopowe, a topniejący śnieg pozwalał uzupełniać zapasy wody w glebie. Śnieg jednak pada coraz rzadziej, jest go coraz mniej i coraz szybciej znika na wiosnę. Pod koniec tego wieku liczba dni ze śniegiem zmniejszy się u nas najprawdopodobniej o 1/3 w stosunku do obecnej. Deszcze padające zimą nie zrównoważą braku śniegu, ponieważ woda z tych opadów nie jest w stanie wsiąknąć w zmarzniętą ziemię i spływa po jej powierzchni do strumieni i rzek.

gleby najsłabsze – grunty orne zaliczane do klas bonitacyjnych gleb ornych: V i VI. Są to gleby mało żyzne, zawierające mało materii organicznej, kamieniste, o małej miąższości lub gleby obszarów podmokłych

Nawadnianie – rozwiązanie gorsze od problemu?

Woda z głębokich studni – w przeciwieństwie do deszczówki – może zawierać dużo składników mineralnych. Wylana na pole uprawiane w państwie o gorącym klimacie w dużej części szybko wyparuje. Składniki mineralne zostają wtedy w wierzchniej warstwie gleby, a gdy jest ich za dużo, zasalają ją, co uniemożliwia uprawę wielu gatunków roślin. Do tego w wielu regionach świata, np. w Indiach, zbiorniki podziemne są wyczerpywane w ogromnym tempie, co pogarsza problemy z dostępnością wody.



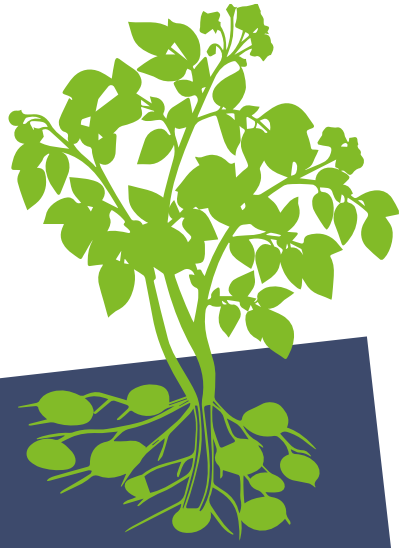
ilość zbieranego zboża w Afryce może się zmniejszyć do roku 2050 nawet o 40%.

Przykłady z Polski

kwiecień 2020 niemal cały obszar kraju objęty był najwyższym stopniem zagrożenia pożarowego

wiosna 2019 w Wielkopolsce w wyniku burz pyłowych zniszczeniu uległy plantacje buraków cukrowych

2018 szkody w rolnictwie w wyniku suszy Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi oszacowało na 3,6 mld zł



Zagrożony... ziemniak

Od lat 80. widoczne jest w Polsce zmniejszanie się powierzchni, na której uprawia się ziemniaki w związku m.in. ze zmianami zapotrzebowania na nie. Do tego dokładają się problemy wynikające ze wzrostu temperatur. Ziemniaki najlepiej rozwijają się w temperaturze ok. 20°C – nie służą im ani ciepłe wiosny, ani upalne lata. Brak wody także wyraźnie ogranicza plony i na wielu obszarach konieczne jest nawadnianie. W przyszłości plony ziemniaka będą najprawdopodobniej mocno się wahały z roku na rok, a jego uprawa – żeby była opłacalna – będzie wymagała coraz większych nakładów pracy.

Zagrożenie bezpieczeństwa żywnościowego na Globalnym Południu

Państwa rozwijające się, choć w minimalnym stopniu przyczyniły się do globalnego ocieplenia, ponoszą często najpoważniejsze jego konsekwencje. W tych regionach około 80% żywności dostarczają drobni rolnicy. Na ich dochód wpływa jednak nie tylko zmiana klimatu, ale także nieuczciwe praktyki handlowe czy działania państw rozwiniętych. Przykładem jest import mrożonych tusz kurcząt z Europy (ich niskie ceny na tym kontynencie wynikają z subsydiów dla rolnictwa), co powoduje, że lokalni producenci nie są w stanie konkurować na rodzimym rynku. Z kolei do załamania rybołówstwa morskiego, które było podstawą utrzymania wielu społeczności, przyczyniły się ogromne statki-przetwórnie należące do europejskich czy amerykańskich firm, wyławiające całe ławice w wodach u wybrzeży Afryki. Konsekwencją był wzrost biedy i głodu, co np. w Somalii przyczyniło się do narastania konfliktów i rozwoju przestępczości, w tym piractwa.

roczne emisje wszystkich gazów cieplarnianych na świecie:

74%
nie związane z żywnością

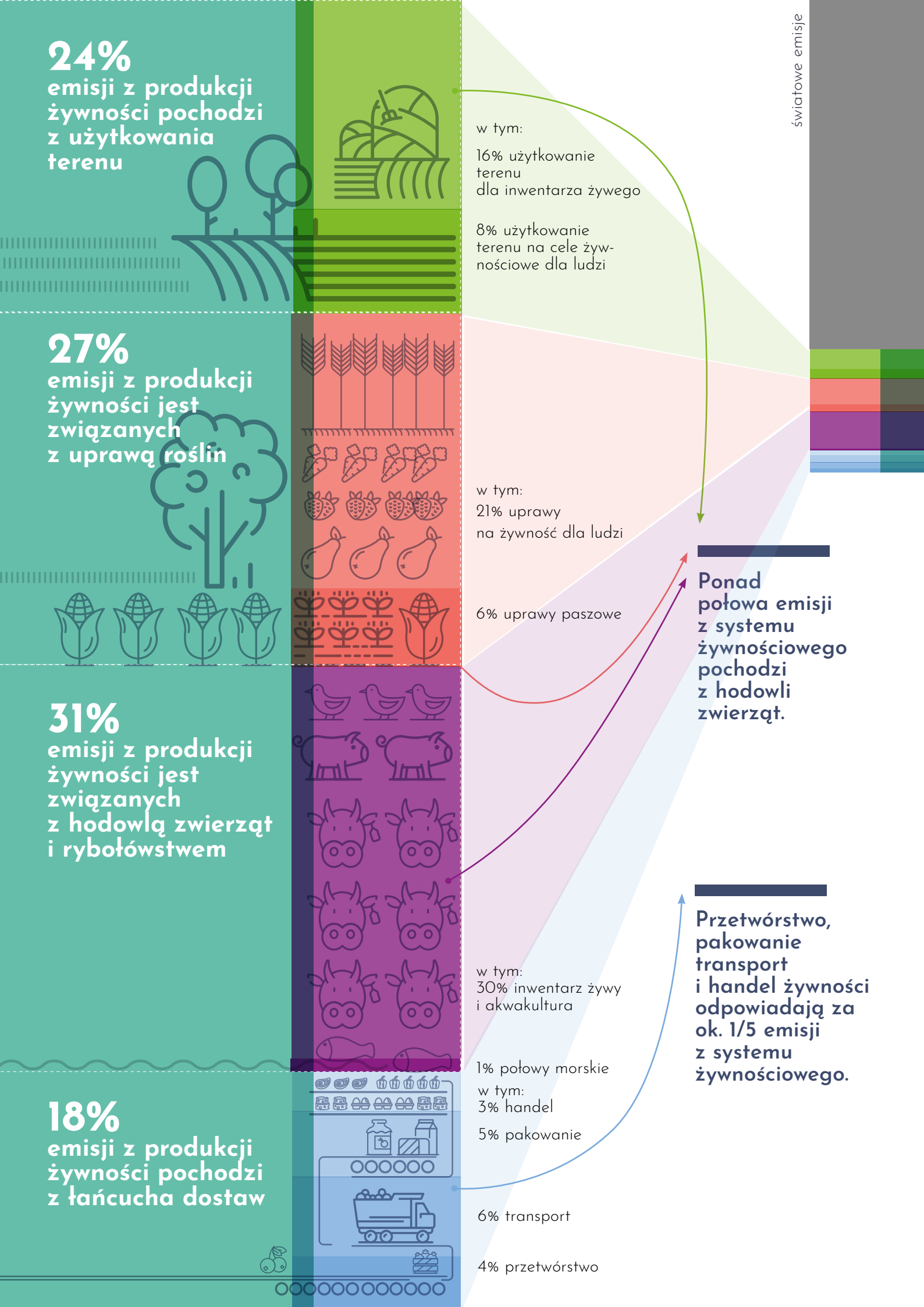
26%
żywność

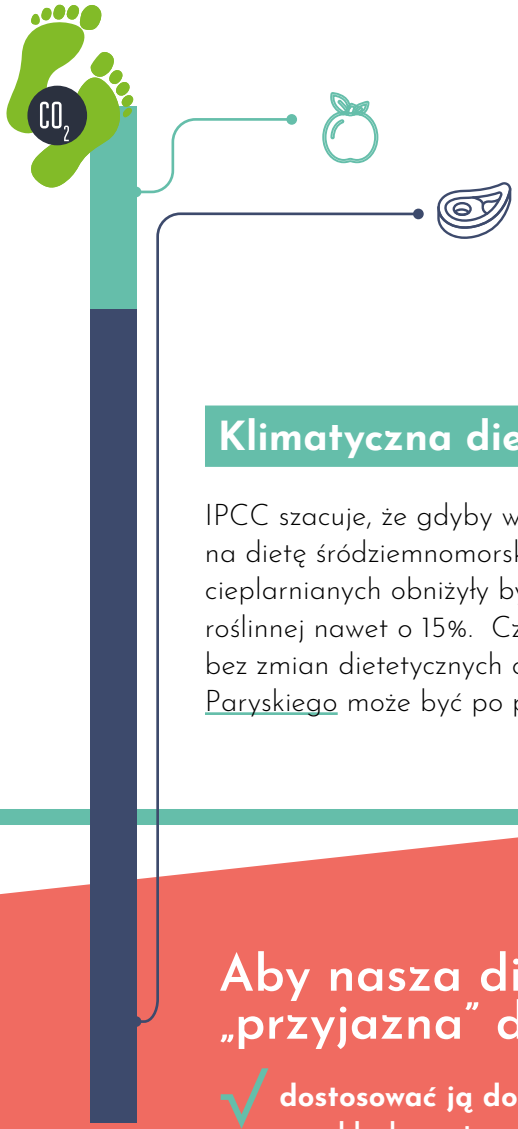
Rolnictwo jest jednak nie tylko ofiarą zmiany klimatu – w dużej mierze także się do niej przyczynia. Według IPCC ma (wraz z leśnictwem i innymi zmianami użytkowania terenu) ok. 25% udział w całkowitej emisji gazów cieplarnianych na świecie. Gdy spojrzymy jednak na cały system żywnościowy – obejmujący produkcję (rolnictwo), przetwarzanie, transport i marnotrawstwo żywności – to ten udział rośnie nawet do 37%. Ponad połowa z tego pochodzi z hodowli zwierząt. Ma to kilka przyczyn. Tylko kilka procent ilości białka (w przypadku drobiu – kilkanaście) dostarczonego zwierzęciu w paszy zostaje przez nie wykorzystane do budowy tkanek jadalnych dla ludzi. Oznacza to, że trzeba mu dostarczać ogromnej ilości paszy, by uzyskać 1 kg gotowego produktu. Około 3/4 ziemi rolnej na świecie zajmują pastwiska, łąki i pola uprawne z roślinami paszowymi, które pozwalają wykarmić ok. 1 mld świń, 1,5 mld krów, 20 mld drobiu oraz miliony innych zwierząt. Zaspokojenie popytu na tanie mięso wymaga taniego, wysokobiałkowego ziarna, np. soi. Jest ona importowana w przeważającej ilości z Ameryki Południowej, gdzie pod jej uprawę niszczone są lasy tropikalne i ekosystemy trawiaste. Dodatkowym problemem są emisje metanu związane z fizjologią przeżuwaczy, czyli krów, owiec i kóz. Biorąc pod uwagę, ile ich żyje na świecie, są to emisje, których nie da się nie zauważyć. Przetwórstwo, pakowanie, transport i handel żywnością odpowiadają za ok. 1/5 emisji z systemu żywnościowego. Co ciekawe, transport w niewielkim stopniu przyczynia się do zwiększania śladu węglowego naszej diety. Największy wpływ ma to, co jemy.

IPCC Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (ang. Intergovernmental Panel on Climate Change) – to ciało doradcze Organizacji Narodów Zjednoczonych, podsumowujące na jej potrzeby aktualną wiedzę naukową na temat zmiany klimatu

ok. 3/4 zbiorów soi na świecie jest przeznaczane na pasze dla zwierząt, jeśli liczymy wszystkie zboża, to 1/3 wszystkiego co jest zbierane na świecie służy wykarmieniu zwierząt

ślad węglowy – całkowita ilość gazów cieplarnianych wyemitowana w związku z:
- wytworzeniem produktu (np. jogurt, samochód),
- aktywnością, usługą (np. koncert, nocleg),
- funkcjonowaniem (np. osoby, firmy, miejsca). Wlicza się tu wszystkie gazy cieplarniane


24%
emisji z produkcji żywności pochodzi z użytkowania terenu
w tym:
16% użytkowanie terenu dla inwentarza żywego
8% użytkowanie terenu na cele żywnościowe dla ludzi
27%
emisji z produkcji żywności jest związanych z uprawą roślin
w tym:
21% uprawy na żywność dla ludzi
6% uprawy paszowe
31%
emisji z produkcji żywności jest związanych z hodowlą zwierząt i rybołówstwem
w tym:
30% inwentarz żywy i akwakultura
1% połowy morskie
18%
emisji z produkcji żywności pochodzi z łańcucha dostaw
w tym:
3% handel
5% pakowanie
6% transport
4% przetwórstwo
światowe emisje
Ponad połowa emisji z systemu żywnościowego pochodzi z hodowli zwierząt.
Przetwórstwo, pakowanie transport i handel żywności odpowiadają za ok. 1/5 emisji z systemu żywnościowego.



Za ok. 80% śladu węglowego diety przeciętnego Europejczyka odpowiadają produkty zwierzęce.

Klimatyczna dieta

IPCC szacuje, że gdyby wszyscy ludzie na świecie przeszli na dietę śródziemnomorską to całkowite emisje gazów cieplarnianych obniżyły by się prawie o 5%, a przy diecie roślinnej nawet o 15%. Część naukowców uważa wręcz, że bez zmian dietetycznych osiągnięcie celów Porozumienia Paryskiego może być po prostu niemożliwe.

Porozumienie Paryskie – umowa przygotowana podczas spotkania sygnatariuszy Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu w Paryżu 2015. Dotyczy ograniczania i przystosowywania się do zmiany klimatu. Wyznaczonym celem jest utrzymanie wzrostu globalnej temperatury poniżej 2°C, a najlepiej poniżej 1,5°C.

Aby nasza dieta była bardziej „przyjazna" dla klimatu, możemy:

- √ **dostosować ją do aktualnych wytycznych** (dostępnych na przykład na stronie Instytutu Żywności i Żywienia izz.waw.pl),
- √ **zmniejszyć spożycie mięsa przeżuwaczy** (krowy, owce) oraz **mleka i przetworów mlecznych**,
- √ **chociaż jeden dzień w tygodniu przygotowywać tylko potrawy roślinne** (warto tu zauważyć, że chrześcijaństwo ma długą tradycję postów),
- √ działać w swoim miejscu pracy czy w szkole, do której uczęszczają nasze dzieci, na rzecz dostępności wersji wegetariańskich posiłków.

Bardzo ważne jest też zmniejszenie ilości wyrzucanego jedzenia. Około 1/3 produkowanej na świecie żywności nie jest konsumowana. Wliczają się w to zarówno straty na polach (np. uprawy zniszczone w wyniku klęsk żywiołowych), jak i produkty lądujące w koszach w gospodarstwach domowych. Sumarycznie marnotrawstwo odpowiada za około 6% globalnych emisji gazów cieplarnianych.

Ziemia może wyżywić wszystkich ludzi

Według FAO ponad 840 mln ludzi na świecie głoduje lub jest poważnie niedożywionych, choć produkujemy tyle żywności, że bez problemu starczyłoby dla wszystkich. Samo przeznaczenie zbóż, które obecnie są wykorzystywane na pasze dla zwierząt hodowlanych i biopaliwa pozwoliłoby wykarmić dodatkowo ok. 4 mld ludzi. Przyczyny niedoborów pożywienia wynikają więc głównie z przyczyn ekonomicznych, czy niesprawiedliwej dystrybucji.

FAO – Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (ang Food and Agriculture Organization of the United Nations) agenda ONZ, której celem jest walka z głodem i niedożywieniem na świecie oraz poprawa bezpieczeństwa żywnościowego.

Coraz mniej dzikich zwierząt

Dzikie ssaki – począwszy od ryjówek poprzez lisy, sarny aż do słoni – stanowią jedynie 6% masy ssaków lądowych na Ziemi. Reszta to zwierzęta hodowlane, takie jak krowy czy świnie. Chociaż wśród gatunków dzikich także są przeżuwacze, to ich wpływ na zwiększanie ilości metanu w atmosferze jest nieznaczny. W Polsce jest np. szacunkowo ok. 280 tys. jeleni (przeżuwacze) i ponad 6 mln krów.

POLECAMY

Wyliczenia śladu węglowego poszczególnych produktów spożywczych znajdują się w cyklu artykułów na stronie Our World in Data (w j. ang.), np. **ourworldindata.org/food-choice-vs-eating-local**, interaktywny kalkulator (w j. ang.) znajduje się na stronie **www.bbc.com/news/science-environment-46459714**.

Wpływ systemu żywnościowego na środowisko i zdrowie ludzi został przeanalizowany w raporcie „The Lancet" „Food in Anthropocene" opublikowanym w roku 2019 i dostępnym na stronie (w j.ang.) **www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext**.

W raportach Banków Żywności znajdują się dokładne informacje o wyrzucaniu jedzenia w Polsce (dostępne na stronie **bankizywnosci.pl**).

Temat interakcji między klimatem, bioróżnorodnością i systemem żywnościowym został bardzo dokładnie przeanalizowany w raporcie IPCC z 2018 „Climate Change&Land" (w j. ang.) i IPBES z 2019 (w j.ang.), oba są dostępne na stronach tych instytucji.

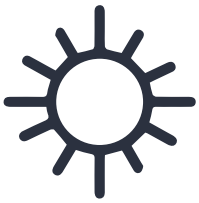
8.

KONFLIKTY I MIGRACJE:

zmiany klimatu jako „wzmacniacz zagrożeń”

Zjawiska pogarszające bezpieczeństwo żywnościowe oraz niszczące dobytek mogą w skrajnych przypadkach prowadzić do braku możliwości zaspokojenia podstawowych potrzeb życiowych. W uboższych państwach powoduje to rozległe kryzysy humanitarne, a tam, gdzie nie ma de facto instytucji mogących odpowiednio zareagować na takie sytuacje, może dojść do konfliktów i wzrostu przemocy. Chociaż zmiana klimatu nie przyczynia się bezpośrednio do wybuchu wojen czy migracji, to analitycy nazywają ją „wzmacniaczem zagrożeń": potęguje problemy już istniejące w danym miejscu. Największy wzrost ryzyka dotyczy ludzi już teraz żyjących w miejscach niestabilnych, ogarniętych konfliktami. Grożą im przesiedlenia, często bez możliwości późniejszego powrotu do domu. Spadek żyzności gleb oraz plonów w związku z globalnym ociepleniem dodatkowo pogarsza sytuację tam, gdzie gwałtowny wzrost populacji powoduje większe zapotrzebowanie na produkty rolne, czy w państwach, gdzie rolnictwo stanowi ważną część gospodarki. Najbardziej dotknięte będą więc regiony na Globalnym Południu.

Zaobserwowano, że malejąca ilość opadów może zwiększać ryzyko konfliktów między grupami społecznymi (np. między Hindusami a muzułmanami w Indiach), najazdu na cudze ziemie (np. w Brazylii), ale także zamieszek na tle politycznym, a nawet przewrotów. Choć zmiana klimatu w przypadku konfliktów zbrojnych jest czynnikiem o małym znaczeniu dla ich wybuchu i trwania, to może wzmacniać przewagę którejś ze stron (np. terrorystów). W przypadku państw, których dochody zależą w dużej mierze od rolnictwa, długotrwałe susze czy inne ekstremalne zjawiska mogą powodować mniejsze wpływy do budżetu, a tym samym zmniejszać ilość pieniędzy przeznaczoną np. na utrzymanie wojska czy pomoc socjalną. Brak tej ostatniej, a tym samym wzrost biedy wśród mieszkańców, przekłada się na frekwencję wyborczą i wyniki wyborów, może także prowadzić do agresywnych protestów antyrządowych. Dodatkowo zdesperowani głodni ludzie stają się łatwym łupem dla „łowców głów" szukających żołnierzy do grup terrorystycznych. Narastanie konfliktów obserwuje się obecnie głównie w tropikach, gdzie już teraz jest bardzo gorąco, a wraz ze wzrostem globalnej temperatury będzie jeszcze goręcej. W grę mogą tu wchodzić też czynniki psychologiczne wynikające z reakcji ludzi na trudne do wytrzymania upały.



AGRESJAA!

Upały wywołujące agresję

Według badań naukowych upały mogą nasilać zachowania agresywne. Zaobserwowano m.in. większą ilość bójek podczas wydarzeń sportowych, częstsze użycie broni palnej przez policjantów podczas ćwiczeń czy więcej zabójstw związanych z porachunkami karteli narkotykowych. Analizy przeprowadzone w Australii i USA pokazały także wzrost przemocy domowej i poziomu agresji u kierowców, a w Meksyku i Australii – większą ilość samobójstw w trakcie dni z ekstremalnie wysokimi temperaturami.

Niekorzystne warunki klimatyczne będą więc w przyszłości najprawdopodobniej zwiększać częstotliwość pojawiania się konfliktów. Według badania z 2009 roku pod kierownictwem Marshalla Burke'a, w Afryce mogą się one w najbliższej dekadzie pojawiać o połowę częściej niż dotychczas, jeśli emisje gazów cieplarnianych będą nadal tak wysokie jak teraz. Niewydolne, skorumpowane rządy, tlące się spory terytorialne, terroryzm, przemoc etniczna powodują, że wiele państw Afryki Subsaharyjskiej znajduje się obecnie na najwyższych miejscach w rankingu niestabilnych państw. Wraz z dalszym wzrostem temperatury będą one narażone na pogarszanie się sytuacji, w wyniku czego coraz więcej ludzi stanie się uchodźcami. Większość z nich będzie się przemieszczać, tak jak działo się to do tej pory, na małe odległości, w inne regiony kraju czy do ościennych państw, często o niskich czy średnich dochodach. Może stawać się to zarzewiem konfliktów pomiędzy lokalną ludnością a migrantami, głównie ze względu na konkurencję o wodę i żywność, których może zacząć brakować tym szybciej, im bardziej będzie rosła globalna temperatura.

Ranking niestabilności państw jest tworzony na podstawie raportu think tanku Fund for Peace. Określa, w jakim stopniu państwo jest narażone na konflikty albo rozpad. Ranking dostępny jest na stronie fragilestatesindex.org (j. ang)

Największe obozy dla uchodźców

Na pierwszym miejscu znajduje się obóz Cox's Bazar w Bangladeszu zamieszkany w 2021 roku przez około 600 000 osób (głównie Rohingya), które musiały uciekać przed prześladowaniami w Mjanmie. Zastąpił on na czele rankingu utrzymujący się tam od dekad kompleks obozów niedaleko Dadaab w Kenii. Daadab zamieszkuje ponad 250 tys. osób (około 1/10 liczby uchodźców znajdujących się w całej Unii Europejskiej), z czego 3/4 to dzieci poniżej 12 roku życia, kobiety i osoby starsze. Większość z nich to uciekinierzy z ogarniętego wojną domową Sudanu Południowego i Somalii. Kompleks znajduje się w półpustynnej części kraju, przez co mieszkańcy obozu często popadają w konflikty z lokalną ludnością w związku np. z używaniem wody. Dla państwa o średnich dochodach, takiego jak Kenia, tego typu obóz nawet przy pomocy międzynarodowej jest dużym obciążeniem logistycznym i finansowym. Rząd kenijski kilkukrotnie ogłaszał jego zamknięcie, wszystko wskazuje na to, że nastąpi to ostatecznie w czerwcu 2022. Jego mieszkańcy nie mają jednak bezpiecznych miejsc, do których mogą wrócić.

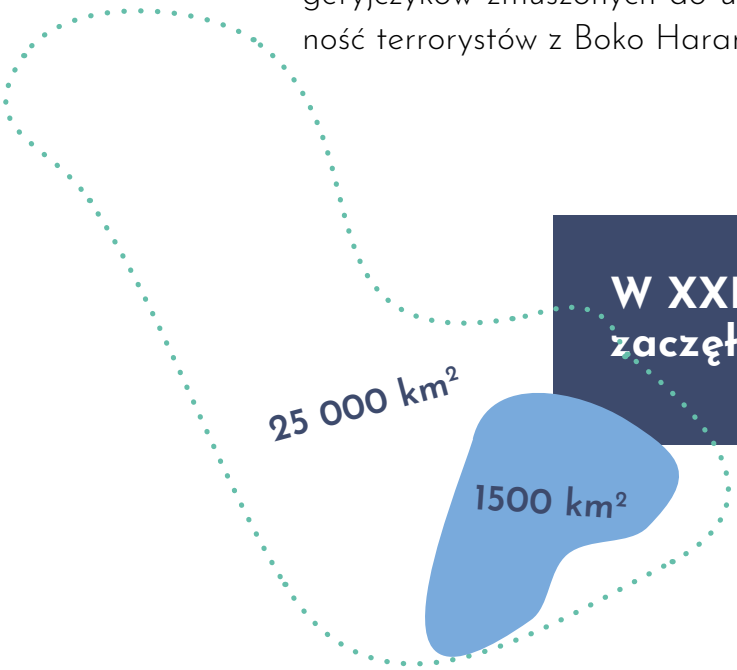
Wśród czynników decydujących o migracji, zmiana lokalnych warunków klimatycznych nie jest tym o największym znaczeniu. Ekstremalne wydarzenia pogodowe powodują najczęściej tymczasowe przesiedlenia. Według UNHCR w 2019 roku ze względu na tajfuny, burze i powodzie taka sytuacja dotknęła prawie 5 milionów ludzi na całym świecie. W przyszłości zmiany wywołane globalnym ociepleniem mogą jednak powodować całkowite wysiedlenia niektórych obszarów. Ten los grozi małym państwom wyspiarskim na Pacyfiku, które mogą całkowicie przestać istnieć. Wyspy Salomona straciły już jedną z mniejszych wysp w związku z podnoszeniem poziomu morza. Rządy części z tych państw już teraz szukają przyszłego domu dla swoich obywateli. Ponad 15% powierzchni Bangladeszu, obszar zamieszkiwany obecnie przez około 20 milionów osób, może zostać zalane do roku 2050 w wyniku wzrostu poziomu morza. Rozpad wieloletniej zmarzliny, na której posadowione były całe miejscowości w Arktyce, już teraz powoduje, że część z nich zostaje porzucona, np. Newtok na Alasce. Niektóre miejsca ze względu na położenie stają się zbyt „trudne do utrzymania". Gdy koszty naprawy infrastruktury stają się bardzo wysokie, państwo zaczyna się wycofywać z ich finansowania, przez co skazuje różne tereny na zalanie czy zniszczenie. Według Brytyjskiej Komisji ds. Zmiany Klimatu ponad 500 miejscowościom w Wielkiej Brytanii grożą związane z tym całkowite wysiedlenia. W przyszłości zacznie się więc pojawiać nowa kategoria uchodźców – uchodźcy klimatyczni.

UNHCR (ang. United Nations High Commissioner for Refugees - Wysoki komisarz Narodów Zjednoczonych do spraw praw człowieka) – urząd koordynujący działania ONZ dotyczące praw człowieka

wieloletnia zmarzlina, kiedyś nazywana wieczną, to trwale (co najmniej przez 2 następujące po sobie lata) zamarznięta gleba (temperatura poniżej 0°C).

Znikające miejsca

Jezioro Czad, położone w środkowej Afryce na południe od Sahary, w latach 80. XX wieku było jednym z największych na kontynencie – zajmowało ok. 25 000 km^2. To obszar o ogromnej bioróżnorodności, a jego wybrzeże zamieszkują miliony ludzi. W XXI wieku jezioro zaczęło się gwałtownie kurczyć. Jedną z głównych przyczyn jest coraz większy spadek ilości opadów spowodowany zmianą klimatu. Coraz mniej wody dopływa rzeką Chari odpowiedzialną w 90% za zasilanie jeziora. Zajmuje ono teraz jedynie ok. 1 500 km^2. Oznacza to, że miliony osób zależnych od niego (np. rybacy) traci możliwość utrzymania się czy zaspokojenia potrzeb życiowych. Problemy w regionie nasiliło przybycie tutaj w ostatnich latach ponad dwóch milionów migrantów, w tym wielu uchodźców z terenów ogarniętych wojnami domowymi i pod kontrolą grup terrorystycznych, np. setki tysięcy Nigeryjczyków zmuszonych do ucieczki ze swojego kraju przez działalność terrorystów z Boko Haram.



W XXI wieku jezioro Czad zaczęło się gwałtownie kurczyć.

POLECAMY

Na temat wpływ kryzysu klimatycznego na konflikty można przeczytać więcej w raporcie Międzynarodowego Komitetu Czerwonego Krzyża pt. When rain turns to dust dostępnym na stronie **www.icrc.org/sites/default/files/topic/file_plus_list/rain_turns_to_dust_climate_change_conflict.pdf.** Dobrym źródłem informacji jest również strona **climate-diplomacy.org**, (j. ang.)

Wojny o ropę

Wiele państw jest areną konfliktów ze względu na posiadane złoża paliw kopalnych. Jak wskazuje Benedykt XVI: „Zagarnianie zasobów naturalnych, które w wielu przypadkach znajdują się właśnie w krajach ubogich, rodzi wyzysk i częste konflikty międzynarodowe i wewnętrzne. Konflikty te rozgrywają się często na terytorium tych krajów, powodując poważne straty, jak śmierć, zniszczenia i dalsza degradacja". Ropa staje się w ten sposób często przekleństwem dla lokalnych społeczności, zamiast być źródłem bogactwa. Tym bardziej, że zachodnie koncerny, dysponujące odpowiednią technologią i dostające pozwolenia na wydobycie, niejednokrotnie nie czują się zobowiązane do współpracy z miejscową ludnością czy nawet zadbania o to, by nie zanieczyszczać lokalnego środowiska. Najbardziej znanym przykładem jest działalność firmy Shell w delcie rzeki Niger. Całe grupy etniczne były wysiedlane ze swoich rodzimych ziem, aby można było tutaj wykonywać odwierty. Aktywiści, którzy walczyli o swoje domy byli mordowani oraz skazywani na śmierć podczas procesów sądowych (w tym najbardziej znany z nich, nigeryjski pisarz Ken Saro-Wiwa). Instalacje Shella były źródłem licznych wycieków ropy, dodatkowo pieniądze z jej sprzedaży zasilały głównie skorumpowany rząd centralny Nigerii. W konsekwencji od lat 90. narastał konflikt, którego kulminacją były ataki militarne na obiekty koncernu i porwania jego pracowników.

Współpraca w obliczu zagrożenia

Choć w kontekście zmiany klimatu najczęściej mówi się o konfliktach i migracji, to tego typu zagrożenia mogą mieć też wpływ na wzmocnienie współpracy pomiędzy grupami dotkniętymi tymi samymi problemami. Przykładem jest tworzenie Wielkiego Zielonego Muru na południe od Sahary, czyli pasa drzew ciągnącego się przez szerokość całej Afryki. Ich sadzenie rozpoczęło się na większą skalę w 2007 roku. Początkowo w inicjatywę włączyło się 11 państw, obecnie jest ich ponad 20. Rozwiązanie problemu ekologicznego, którym było pustynnienie i degradacja terenów Sahelu stało się dodatkowo punktem wyjścia do dalszej współpracy między krajami, co ma znaczenie np. dla budowania pokoju w regionie. Więcej na temat Wielkiego Zielonego Muru można przeczytać na stronie greatgreenwall.org (j. ang.).

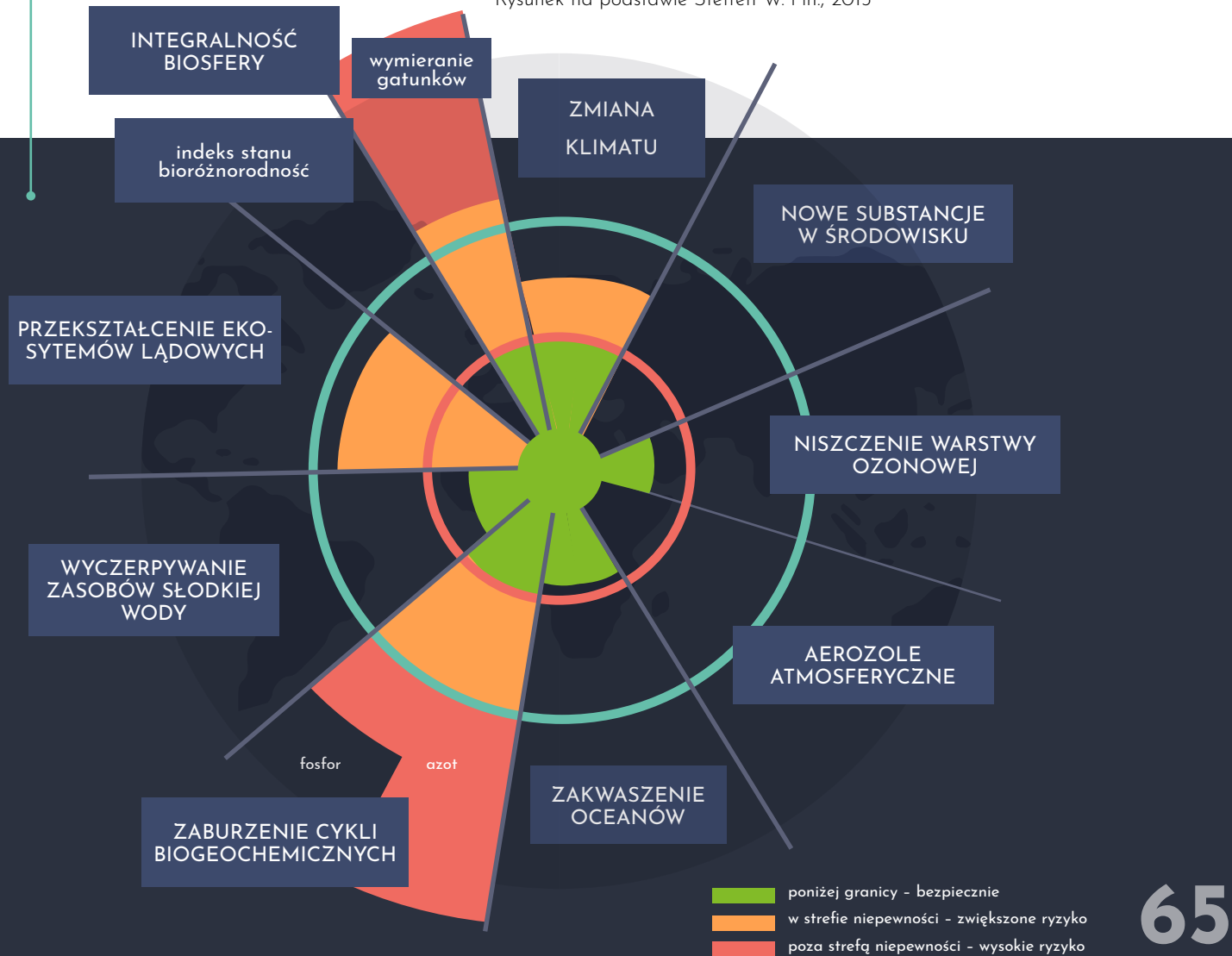
9. KRYZYS BIORÓŻNORODNOŚCI

szóste masowe wymieranie

w skład tego systemu wchodzą: atmosfera, hydrosfera, litosfera, pedosfera (gleby), kriosfera (lodowce) i biosfera wraz z wzajemnymi powiązaniami

Zmiana klimatu jest tak naprawdę częścią większego problemu, który jest obecnie nazywany przez naukowców kryzysem planetarnym. Nasza działalność powoduje bowiem tak rozległe przekształcanie środowiska, że wpływa to na system podtrzymywania życia na Ziemi. W roku 2009 prof. Johan Rockström i dr Will Steffen wraz ze współpracownikami zaproponowali pojęcie granic planetarnych. Wybrali 9 obszarów kluczowych dla życia na Ziemi, dla których określili próg „bezpieczny" i próg „wysokiego ryzyka". Przekroczenie tego ostatniego oznacza, że nasza planeta może z dużym prawdopodobieństwem zacząć przekształcać się w zupełnie inne miejsce niż to, które teraz znamy. Jako próg bezpieczeństwa w przypadku zmiany klimatu wyznaczono m.in. stężenie CO_2 w atmosferze poniżej 350 ppm, a próg dużego ryzyka – 450 ppm. Obecne stężenie ok. 410 ppm utrzymuje nas w zakresie „alarmowym" (pomarańczowy kolor na ilustracji). W przypadku dwóch innych obszarów granica wysokiego ryzyka została jednak przekroczona: dotyczy to tempa wymierania gatunków oraz zaburzenia obiegu azotu i fosforu (kolor czerwony na ilustracji).

Il. 11. Stan granic planetarnych Ziemi.
Rysunek na podstawie Steffen W. i in., 2015

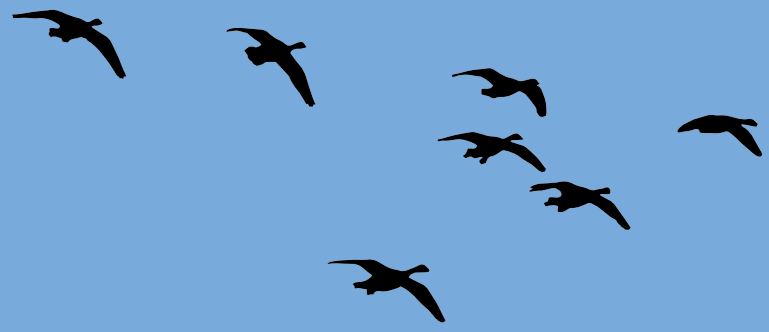


Problemy z azotem i fosforem

Azot i fosfor są kluczowymi składnikami odżywczymi dla roślin – w rolnictwie dostarcza się je poprzez nawozy. Rośliny są w stanie wykorzystać tylko określoną ich ilość, więc gdy jest ich za dużo, zostaną wypłukane z wodą z pola, a woda trafi ostatecznie do jezior i mórz. Nadmiar azotu i fosforu w wodzie prowadzi do masowych zakwitów glonów (dla tych mikroskopijnych organizmów fotosyntetyzujących, te składniki odżywcze również są istotne). Gdy glony po jakimś czasie równie masowo obumierają, rozkładają je bakterie korzystające w tym procesie z tlenu rozpuszczonego w wodzie. To prowadzi do powstawania stref beztlenowych – miejsc, gdzie nie są w stanie przebywać organizmy wyższe, takie jak ryby. Jedna z największych na świecie takich stref znajduje się w Zatoce Meksykańskiej u ujścia rzeki Missisipi, która płynie przez główne tereny rolnicze USA. Źródłem fosforu są też ścieki, w szczególności te zawierające resztki detergentów. Obowiązujące od kilku lat w EU przepisy bardzo ograniczają ilość fosforanów, które mogą być zawarte w proszkach do prania czy środkach do zmywania, właśnie w celu zadbania o jakość wód.

Aby ograniczyć ilość azotu i fosforu dostającego się do rzek i mórz, warto:

- √ sprawdzać szczelność szamb,
- √ kupować detergenty z jak najmniejszą ilością fosforanów oraz biodegradowalne,
- √ działać na rzecz ochrony terenów nadrzecznych, w tym pozostawianie roślinności nad brzegami rzeki – stanowi ona naturalną barierę dla wymywania z gleby azotu i fosforu,
- √ prowadzić odpowiednią gospodarkę nawozową w gospodarstwach rolnych – Ośrodki Doradztwa Rolniczego pomagają wykonać badania gleby i przygotować plany nawożenia.



Według Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody od końca XVI w. wymarło ponad 160 gatunków ptaków.

Znikające gatunki

Obecne tempo wymierania gatunków jest tak duże, że wielu naukowców określa je kolejnym masowym wymieraniem. O ile przed rozwojem naszej cywilizacji znikał z powierzchni ziemi statystycznie 0,1–1 gatunek na milion rocznie, to teraz jest to 100–1000 razy więcej. Utrata każdego gatunku niesie za sobą wiele konsekwencji – dla ekosystemów czy krążenia pierwiastków, a także niezwykle zubaża nasz świat.

Choć może się wydawać, że zmniejszanie ilości gatunków na świecie nie powinno zasadniczo wpływać na ludzi, to jest zupełnie inaczej. Przykładem są chociażby owady zapylające, bez których nie mielibyśmy wielu owoców i warzyw. Każdy gatunek jest także elementem większej całości, której funkcjonowanie może ulec tym większemu zaburzeniu, im więcej roślin, zwierząt czy grzybów wyginie. Papież Franciszek wskazuje wprost, że „Nawet jeśli sobie tego nie uświadamiamy, to zależymy od tej całości niezbędnej dla naszej egzystencji. Trzeba pamiętać, że ekosystemy są zaangażowane w przemianę dwutlenku węgla, w oczyszczanie wody, w zwalczanie chorób i szkodników, w tworzenie się gleby, w rozkład odpadów oraz w wiele innych procesów, o których zapominamy lub które ignorujemy".

Nie tylko zapylacze

W wielu regionach świata, w tym w Europie, bardzo gwałtownie spada liczba owadów. Ich wymieranie rozpoczęło się na początku XX wieku, jednak w ciągu ostatnich 2–3 dekad osiągnęło alarmujący rozmiar: masa owadów zmniejszyła się globalnie w tym czasie o ok. 80%. Wynika to z wielu przyczyn, wśród których podstawową jest rozwój przemysłowego rolnictwa, w tym ogromne zużycie pestycydów. Niektóre z nich właściwie całkowicie wyjaławiają glebę i zabijają wszystkie larwy owadów. Owady pełnią niezwykle ważną rolę w ekosystemach: nie tylko zapylają rośliny, ale także m.in. wspomagają krążenie składników odżywczych, formowanie gleby czy oczyszczanie wody. Są również pożywieniem dla wielu gatunków ptaków czy płazów.

pestycydy – substancje używane do zwalczania niepożądanych organizmów; wśród nich znajdują się m.in:
insektycydy – substancje zabijające owady,
herbicydy – substancje zabijające rośliny (mogą działać selektywnie, np. tylko na rośliny z danej grupy, lub totalnie)

Jak pomóc owadom:

- √ nie używać insektycydów i herbicydów w ogródku,
- √ tworzyć „dzikie enklawy" w parkach: niekoszone, gdzie nie używa się pestycydów, z pozostawionymi liśćmi (w takich miejscach mogą pojawiać się też zwierzęta, które są naturalnymi wrogami komarów czy kleszczy),
- √ nie kosić miejsc, gdzie nie jest to konieczne (dodatkowo ograniczamy ilość zużywanych paliw kopalnych)
- √ ograniczać w jak największym stopniu oświetlenie nocne: posesji czy elewacji, stosować lampy uliczne ze skupionym światłem, nie emitującym go do góry,
- √ tworzyć pasy kwietne między polami.

Biosfera, której elementem są ekosystemy, oraz klimat są ze sobą ściśle powiązane. Drastyczne zmiany, które zachodziły w nich w historii Ziemi wyznaczają przejścia między erami. To powiązanie widać jeszcze lepiej, gdy spróbujemy spojrzeć na Ziemię jak na wielki „zbiornik" energii napędzającej nasze społeczeństwo. Tę ogromną baterię „ładuje" fotosynteza. Energii ze Słońca mamy bardzo dużo, ale jest ona rozproszona, więc tylko niewielka jej część jest wiązana przez rośliny. Rośliny natomiast to źródło pokarmu (energii) dla zwierząt i ludzi, a także budulec czy paliwo. Maleńka część tkanek roślinnych jest też przekształcana w odpowiednich warunkach w węgiel (więcej w rozdziale V). Jest to skoncentrowane źródło energii („ładowało się" miliony lat). Wielkość bieżącego (roślinnego) magazynu przez długi czas obecności ludzi na Ziemi utrzymywała się na mniej więcej stałym poziomie. Nie było problemu z jego odnawianiem: wyrastały nowe drzewa, pojawiały się owoce, rodziły nowe zwierzęta. To jednak się zmieniło, gdy zaczęliśmy niszczyć ekosystemy tak szybko, że nie są w stanie się regenerować. Do tego im mniej różnorodny i mniej liczny jest świat roślinny i zwierzęcy, tym bardziej rozpadają się skomplikowane sieci podtrzymujące sprawne działanie biosfery, a tym samym „ładowanie" ziemskiej baterii. Według naukowców istnieje niebezpieczeństwo takiego zaburzenia działania biosfery, że problemem będzie dostarczanie naszej cywilizacji wszelkich potrzebnych do jej działania surowców, a także produktów niezbędnych ludziom do życia (np. zróżnicowanego pożywienia). Dodatkowo błyskawicznie „rozładowujemy" też skoncentrowane źródło energii w postaci paliw kopalnych, nie tylko pogarszając w ten sposób stan naszej planety, ale pozbawiając się tego źródła definitywnie na miliony lat.

Główne przyczyny wymierania gatunków wynikają z działalności ludzi. Są to: niszczenie i zmiana powierzchni terenu oraz obszarów mórz, pozyskiwanie roślin i zwierząt (wycinka, polowania, połowy), zmiana klimatu, zanieczyszczenia (wody, powietrza, gleby) oraz obce gatunki inwazyjne (zawlekane przez ludzi, np. norka amerykańska w Europie). Wiele z tych czynników wpływa na siebie nawzajem. Na przykład wycinka lasów tropikalnych, zamieszkiwanych przez ogromną ilość gatunków, powoduje uwalnianie CO_2 (wpływ na zmianę klimatu) i zaburzenia obiegu wody (wpływ na tereny). Co więcej, pomimo wielu badań, naukowcy nadal nie są pewni, jak dokładnie zachowają się ekosystemy Ziemi w związku ze wzrostem globalnej temperatury: czy będą nadal pochłaniać CO_2, czy może będą go emitować, gdy rośliny zaczną masowo zamierać na skutek susz i pożarów. Pozostawienie jak największej ilości naturalnych ekosystemów może zadziałać więc jak „bufor bezpieczeństwa". Dodatkową korzyścią będzie oczywiście ograniczenie tempa wymierania gatunków. Wielu naukowców postuluje wręcz, żeby „oddać naturze" połowę planety. Aby to uzyskać wystarczyłoby ograniczyć ilość terenów zajmowanych przez rolnictwo. Biorąc pod uwagę, że 3/4 z nich używane jest na cele hodowli zwierząt na mięso i mleko, to rezygnacja z tej hodowli, wraz z ograniczeniem marnotrawstwa żywności i ulepszeniem sposobów jej produkcji, pozwoliłaby zwrócić naturze obszar trzy razy większy od terytorium USA.

wpływ na tereny – lasy tropikalne Ameryki Południowej i Afryki odgrywają kluczową rolę w dostarczaniu wilgoci w głąb tych kontynentów. Ich wycinka prowadzi do zaburzenia pojawiania się opadów. Nie tylko w okolicy samych tych lasów, ale także w odległych miejscach takich jak środkowa część USA (w przypadku wycinki w Amazonii) czy Etiopia (w przypadku wycinki lasów doliny rzeki Kongo).

„Życie powołaniem, by być obrońcami dzieła Bożego, jest istotną częścią życia uczciwego, nie zaś czymś opcjonalnym, ani też drugorzędnym elementem doświadczenia chrześcijańskiego"

Laudato Si

POLECAMY

O projekcie oddania naturze połowy powierzchni planety można przeczytać na stronie **half-earthproject.org** (j. ang.)

INFO

Warto wybierać certyfikowane produkty ekologiczne (rolnictwo ekologiczne jest bardziej przyjazne dla owadów, organizmów glebowych i samej gleby, a kosmetyki mniej zanieczyszczają środowisko szkodliwymi substancjami chemicznymi) oraz Fair Trade (wspomagające lokalne społeczności). Więcej informacji o takich produktach znajduje się na stronach: **fairtrade.org.pl**, **www.sprawiedliwyhandel.pl**, **ec.europa.eu/environment/ecolabel/index_en.htm**, **ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming_pl**

Las dla klimatu i bioróżnorodności

Z punktu widzenia ochrony klimatu i bioróżnorodności najcenniejsze są lasy naturalne lub przypominające naturalne, gdzie nie są prowadzone wycinki, sztuczne nasadzenia, gdzie nie dokonuje się oprysków (np. przeciw chrząszczom majowym), skąd nie wywozi się martwych drzew, nie osusza okolicznych terenów ani nie reguluje pobliskich rzek i strumieni. Nawet martwe drzewo nadal „więzi" – czasem przez wiele lat, zanim pień całkowicie się rozpadnie – pokaźną ilość węgla. Ponadto jest domem czy pożywieniem dla ogromnej ilości żywych organizmów. Las składający się z wielu gatunków drzew w różnym wieku jest też dużo bardziej odporny na zjawiska ekstremalne i ataki szkodników. Oznacza to mniejsze ryzyko „zwrócenia" atmosferze węgla zgromadzonego w roślinach i ściółce.

Lasy na świecie magazynują obecnie takie ilości węgla, że ich zniszczenie spowodowałoby wzrost stężenia CO_2 w końcu XXI wieku o ok. 130–290 ppm.

Ginące świerki

W Polsce, ze względu na rosnące temperatury oraz coraz częstsze i bardziej uciążliwe susze, zaczynają zamierać świerki. Są to drzewa, które potrzebują sporo wody, jej brak je osłabia i powoduje, że są bardziej podatne na ataki szkodników, takich jak kornik drukarz. Nieuniknioną konsekwencją zmiany klimatu będzie więc zniknięcie świerków z naszych lasów.

POLECAMY

Rzetelne, przygotowane przez naukowców artykuły o bioróżnorodności, lasach i torfowiskach znajdziesz na stronach: **naukadlaprzyrody.pl** i **bagna.pl**.

10.

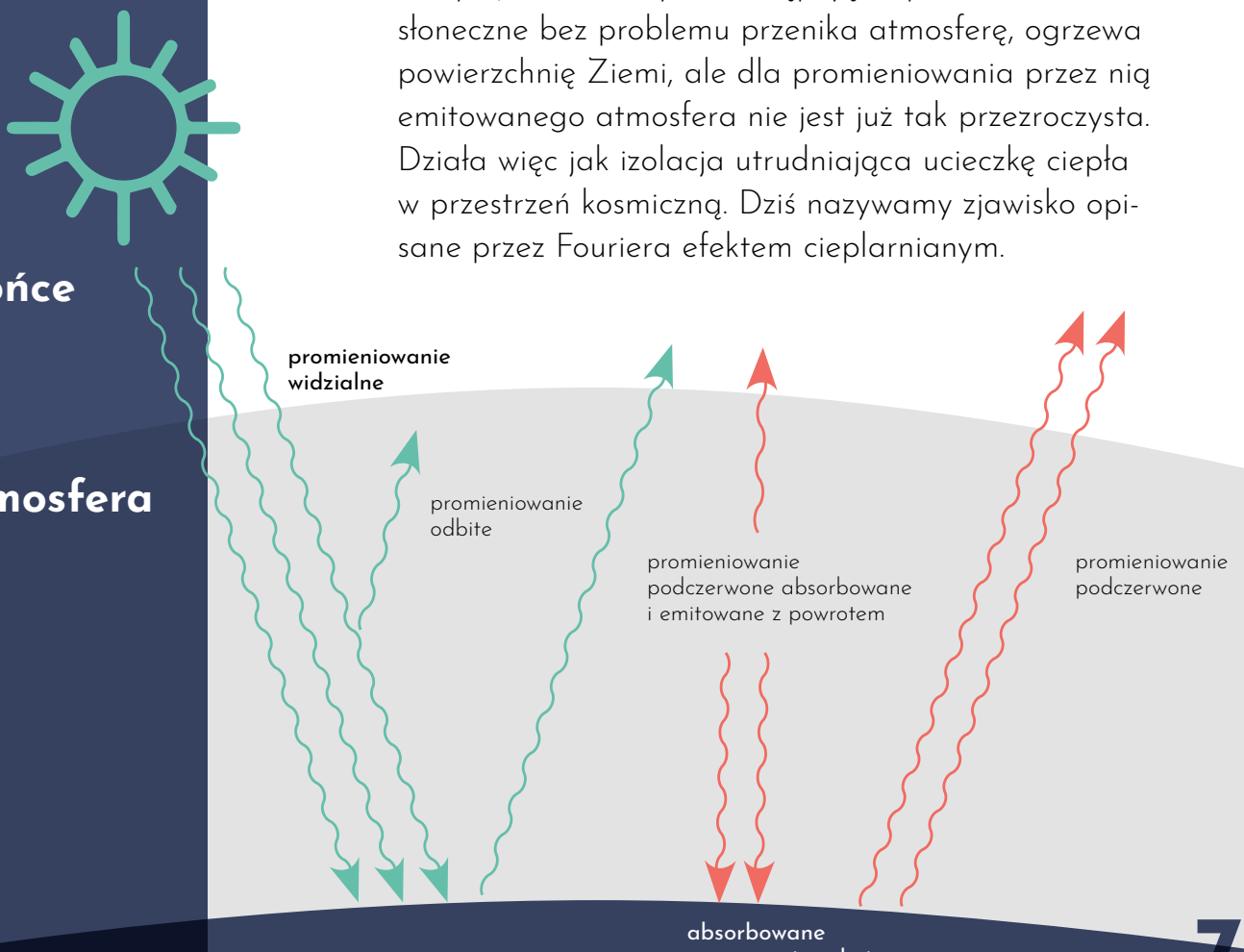
HISTORIA BADAŃ KLIMATU

i aktualny konsensus naukowy

Początki analiz naukowych systemu klimatycznego można datować na okolice połowy XIX wieku. Naukowcy, którzy zajęli się tym tematem, czerpali jednak z wiedzy gromadzonej przez setki (czy nawet tysiące) lat w różnych dziedzinach, od astronomii (ruchy ciał niebieskich, obserwacje Słońca), po biologię i chemię. Za symboliczną datę rozpoczynającą współczesny rozdział historii klimatologii można uznać rok 1824, kiedy to francuski matematyk, Józef Baptysta Fourier, podjął próbę odpowiedzi na pytanie, dlaczego na Ziemi panuje właśnie taka, a nie inna temperatura.

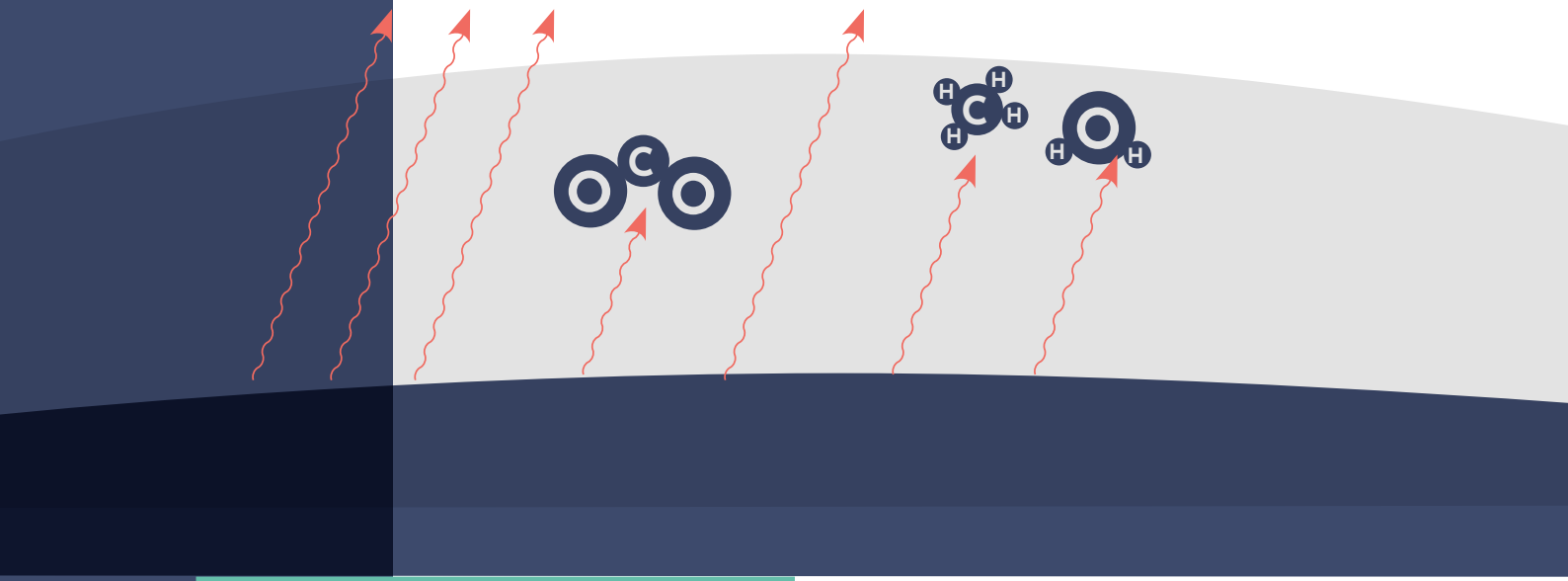
1824 Efekt cieplarniany

Badania Fouriera wykazały, że nasza planeta jest dużo cieplejsza niż wynika to z jej odległości od Słońca. Poszukując powodu, naukowiec zasugerował, że za to „podgrzanie" może odpowiadać niewidzialne promieniowanie termiczne (teraz nazywamy je podczerwonym). Działałoby to następująco: promieniowanie słoneczne bez problemu przenika atmosferę, ogrzewa powierzchnię Ziemi, ale dla promieniowania przez nią emitowanego atmosfera nie jest już tak przezroczysta. Działa więc jak izolacja utrudniająca ucieczkę ciepła w przestrzeń kosmiczną. Dziś nazywamy zjawisko opisane przez Fouriera efektem cieplarnianym.

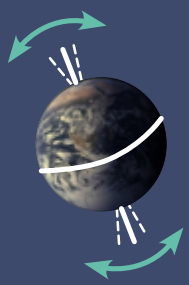


1859 Gazy cieplarniane

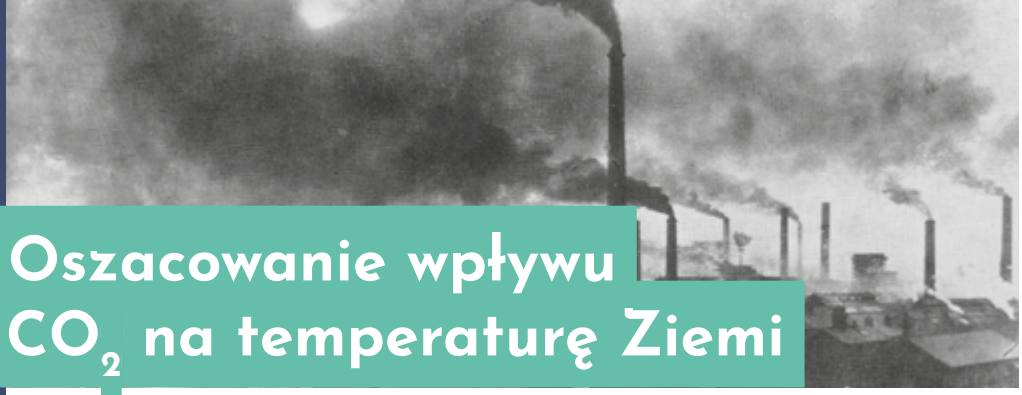
Koncepcje Fouriera, rozwinięte przez innych badaczy, zainteresowały irlandzkiego fizyka Johna Tyndalla. Wykazał on doświadczalnie, że gazy, takie jak CO_2, CH_4 i H_2O (zarówno w postaci pary wodnej jak i kropelek wody, takich jak w chmurach), zatrzymują promieniowanie podczerwone.



1864 Epoki lodowe



W połowie XIX wieku wiedziano już, że Europa doświadczyła zlodowaceń i wielu naukowców próbowało rozwikłać ich zagadkę. Jednym z nich był James Croll. Zwrócił uwagę na to, że małe fluktuacje orbity Ziemi powodują zmiany ilości promieniowania docierającego do jej powierzchni. Choć to niewielka różnica, nie mogąca bezpośrednio wpływać na klimat, to może zapoczątkować serię zdarzeń prowadzącą do zlodowacenia. Jego prace kontynuował Milanković, który szczegółowo opisał cykle zmian kształtu orbity, nachylenia osi Ziemi do jej płaszczyzny oraz jej orientacji względem Słońca (więcej w rozdziale IV).



1896 Oszacowanie wpływu CO_2 na temperaturę Ziemi

Czy zlodowacenia mogły zależeć w jakimś stopniu także od zmiany koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze Ziemi? Tym problemem zajął się Svante Arrhenius. Skierował swoją uwagę na CO_2, gdyż wiedział z prac innych naukowców, że jego stężenie mogą w praktyce zmienić tylko drastyczne wydarzenia w rodzaju powstawania dużych prowincji magmatycznych. Inaczej jest w przypadku pary wodnej, której ilość łatwo się zmienia (skraplanie, parowanie) w zależności od temperatury. Aby oszacować wpływ ilości CO_2 w atmosferze na temperaturę Ziemi, Arrhenius uwzględnił wiele czynników, w tym zjawiska opisywane przez Jamesa Crolla. Wyliczył, że zmniejszenie ilości CO_2 w atmosferze o połowę (z ok. 300 ppm w tamtych czasach do 150 ppm) powinno spowodować spadek temperatury w Europie o 4–5°C. Informacja o tym,

że w wyniku spalania węgla jest na świecie rocznie emitowane ok. 500 mln ton CO_2

uzyskana od Arvida Högboma, specjalisty od cyklu węglowego, zainspirowała Arrheniusa do zrobienia odwrotnych szacunków. Obliczył, że Ziemia ogrzałaby się o 5–6°C, gdyby ilość CO_2 w atmosferze zwiększyła się dwukrotnie.*

* Obecnie naukowcy uważają, że przy podwojeniu stężenia CO_2 w atmosferze (z 280 ppm w czasach przedprzemysłowych do ok. 560 ppm) temperatura Ziemi podniesie się o ok. 2,5–4°C, Pojawiają się jednak nowe prace i modelowania wskazujące, że górny zakres może znajdować się wyżej (5–6°C).

38 000 000 000 ton CO_2

500 000 000 ton CO_2

1896

2020

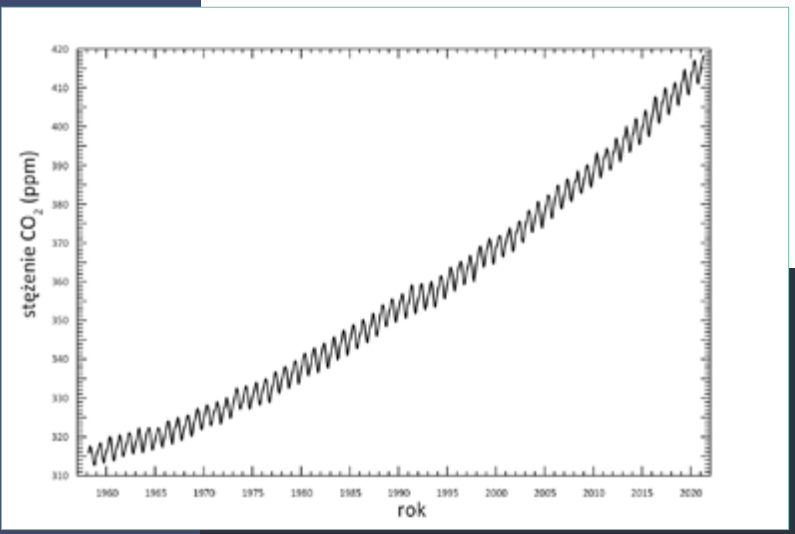
1955 Pierwszy komputerowy model atmosfery

Dalszy dynamiczny rozwój wiedzy na temat klimatu (i nie tylko) umożliwiło pojawienie się komputerów. Już w 1955 powstał pierwszy model numeryczny ogólnej cyrkulacji atmosfery napisany przez Normana Phillipsa z Uniwersytetu w Princeton.

model numeryczny – matematyczny opis zachowania jakiegoś układu

1958 Regularne pomiary stężenia CO_2

W roku 1958 rozpoczęły się systematyczne pomiary stężenia CO_2 w atmosferze prowadzone w obserwatorium meteorologicznym na Mauna Loa (Hawaje). Aparaturę badawczą i metodologię opracował Charles D. Keeling, od którego nazwiska wykres stężenia CO_2 na świecie jest nazywany krzywą Keelinga. Jednak już w 1938 roku Guy S. Callendar porównał ówczesne dane z historycznymi i zauważył 10% wzrost ilości CO_2 w atmosferze. Był też pierwszym, który wykazał na podstawie danych obserwacyjnych związek wzrostu koncentracji atmosferycznego CO_2 ze wzrostem temperatury.



Il. 12 Średnie miesięczne stężenie CO_2 w atmosferze (w ppm), mierzone w obserwatorium na Mauna Loa (Hawaje). Źródło: Scripps Institution of Oceanography

1988 Powstanie IPCC

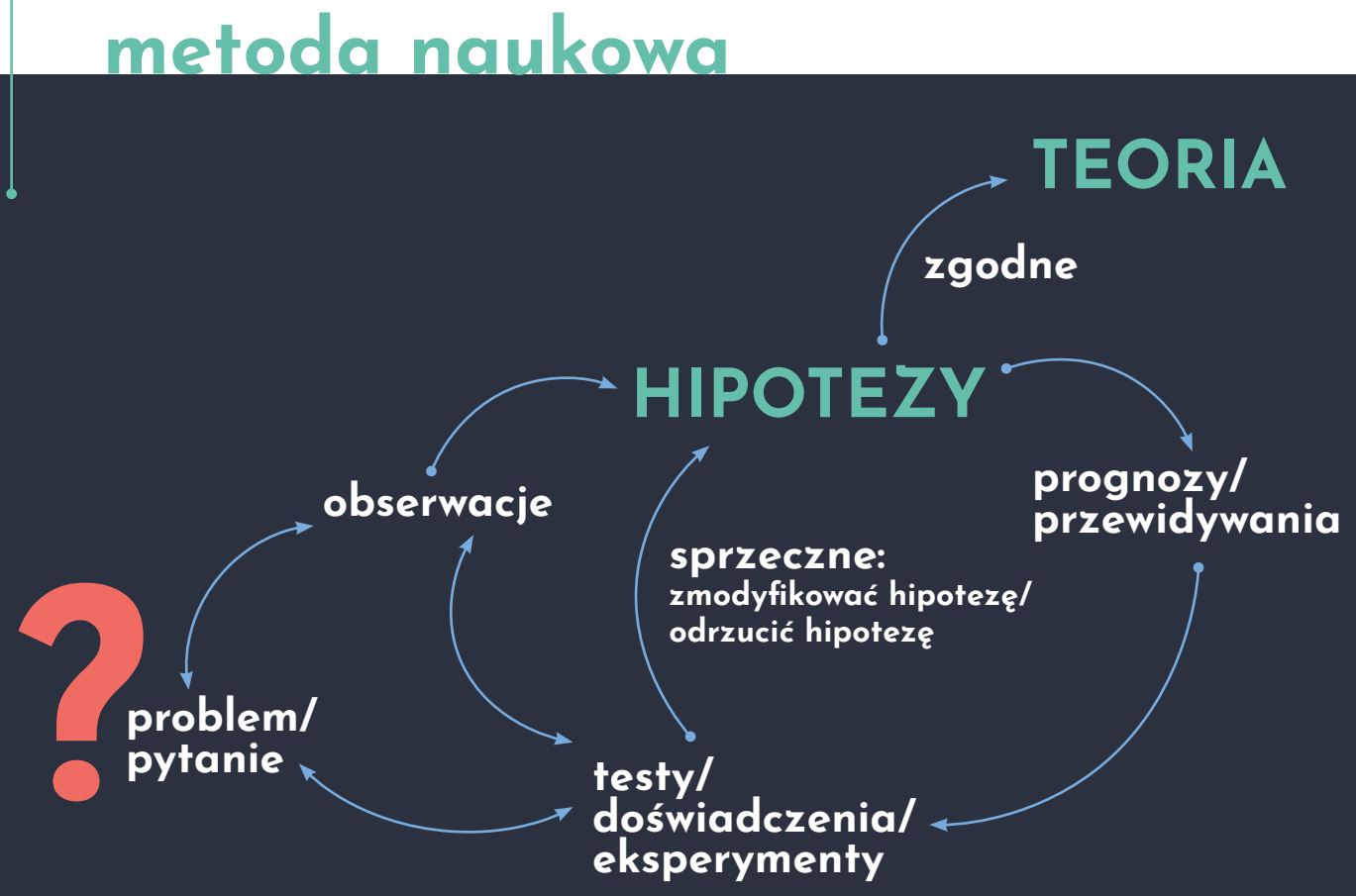
Narastająca wiedza na temat wpływu CO_2 na temperaturę Ziemi, a tym samym na warunki życia ludzi, spowodowała, że w drugiej połowie XX wieku temat zaczął być szerzej dyskutowany także poza środowiskiem naukowym. Zagrożenia wynikające z rosnących emisji ze spalania paliw kopalnych były wymieniane w wielu dokumentach, m.in. w raporcie dla prezydenta USA z 1965 roku. Aby dokładnie zbadać to zagadnienie – mające poważne implikacje dla wszystkich – WMO (Światowa Organizacja Meteorologiczna) i UNEP (Program Środowiskowy ONZ) wspólnie powołały w 1988 roku IPCC (Międzyrządowy Panel s. Zmiany Klimatu), specjalne ciało doradcze, w ramach którego naukowcy przygotowują raporty dla decydentów politycznych.

Naukowcy współpracujący w ramach IPCC zajmują się głównie analizą literatury naukowej na temat systemu klimatycznego. Wiedza na jego temat gromadzona, pogłębiana i weryfikowana od drugiej połowy XIX wieku pozwoliła naukowcom już w latach 80. XX wieku nabrać pewności, że temperatura Ziemi rośnie na skutek emisji gazów cieplarnianych z działalności ludzi. W kolejnych dekadach pojawiało się coraz więcej dowodów to potwierdzających, natomiast nie pojawiły się żadne inne wiarygodne wyjaśnienia obserwowanych na świecie zjawisk. Naukowcy są więc od kilkudziesięciu lat zgodni co do tego, że Ziemia ogrzewa się z powodu wzrostu w atmosferze ilości gazów cieplarnianych emitowanych w wyniku działalności ludzi. Obecne badania klimatu skupiają się głównie na dokładniejszym określeniu o ile wzrośnie temperatura przy podwojeniu ilości CO_2 w atmosferze oraz badaniu roli, jaką odgrywają chmury w systemie klimatycznym. Dużo uwagi poświęca się także emisjom metanu, m.in. z wieloletniej zmarzliny ulegającej rozpadowi na skutek rosnących temperatur oraz możliwościom pochłaniania CO_2 z atmosfery przez ekosystemy w zmieniających się warunkach klimatycznych (więcej w rozdziale IX).

Hipoteza, teoria, konsensus

Naukowcy w swojej pracy posługują się określonymi metodami porządkującymi zdobywaną wiedzę. Najpierw formułowane jest pytanie badawcze, potem wstępna odpowiedź na nie: hipoteza. Żeby potwierdzić ją lub obalić potrzebne są eksperymenty, obserwacje, zbieranie danych (np. pogodowych ze stacji meteorologicznych czy paleoklimatycznych z rdzeni lodowych) oraz sprawdzanie wyników prognoz stawianych na podstawie **hipotezy**. Niezwykle istotne jest na tym etapie udokumentowanie związków przyczynowo-skutkowych (np. opis mechanizmu odpowiadającego za wzrost temperatury Ziemi w odpowiedzi na wzrost ilości CO_2 w atmosferze). Proces weryfikowania hipotezy wspomaga publikowanie prac w czasopismach, gdzie artykuły są oceniane przez innych specjalistów (proces peer-review). Dopiero gdy zebrane dowody pozwalają jednoznacznie (na ile jest to możliwe w nauce, w której nic nigdy nie jest pewne na 100%) potwierdzić konkretną hipotezę, mamy do czynienia ze sformułowaniem **teorii naukowej**. Ten termin ma niewiele wspólnego z popularnym rozumieniem słowa „teoretyczny". Teoria naukowa to obowiązujące wyjaśnienie danego zjawiska czy procesu. Oznacza to, że naukowcy zebrali dostatecznie dużo informacji, aby uznać dane wytłumaczenie za prawdziwe. Gdy coraz więcej dowodów wspiera daną teorię, zaczyna się kształtować **konsensus naukowy** – powszechne stanowisko środowiska naukowego w danej dziedzinie badań, gdzie jednym głosem mówią naukowcy różnych specjalności, pochodzący z różnych państw i tradycji kulturowych.

Il. 13 Schemat działania metody naukowej



11.

OGRANICZENIE ZMIANY KLIMATU:

działania indywidualne, systemowe, w ramach różnych instytucji. Rola Kościoła

Żeby skutecznie zahamować zmianę klimatu, potrzebne są rozległe modyfikacje w wielu obszarach naszej działalności. Przyczyną obecnego kryzysu jest nadmierna konsumpcja, a jej zmniejszenie, w tym zmniejszenie zużycia energii oraz zapotrzebowania na tereny rolne, są konieczne, jeśli chcemy ograniczyć niszczenie środowiska. Papież Franciszek mówi wprost: „Dobrze wiemy, że nie jest możliwe utrzymanie obecnego poziomu konsumpcji w krajach najbardziej rozwiniętych i bogatszych warstwach społeczeństwa, gdzie zwyczaj wykorzystywania i wyrzucania osiąga niesłychany poziom. Przekroczono pewne maksymalne granice eksploatacji planety, choć nie rozwiązaliśmy problemu ubóstwa". Naukowcy i Franciszek są zgodni co do tego, że działania na rzecz zahamowania zmiany klimatu powinny uwzględniać walkę z nierównościami i biedą oraz rzeczywistą pomoc państwom uboższym przez bogatsze (np. w postaci transferu technologii).

Tysiące rozwiązań

Raport IPCC z 2018 roku, jak i inne raporty oraz artykuły naukowe dostarczają ogromnej liczby konkretnych pomysłów na walkę z kryzysem planetarnym. Ich wdrożenie spowodowałoby przemianę stylów życia społeczeństw w innym kierunku niż obecny konsumpcjonizm. Nowe wartości opierałyby się raczej na relacjach i współdziałaniu niż posiadaniu i gromadzeniu.

Raport IPCC wymienia m.in.

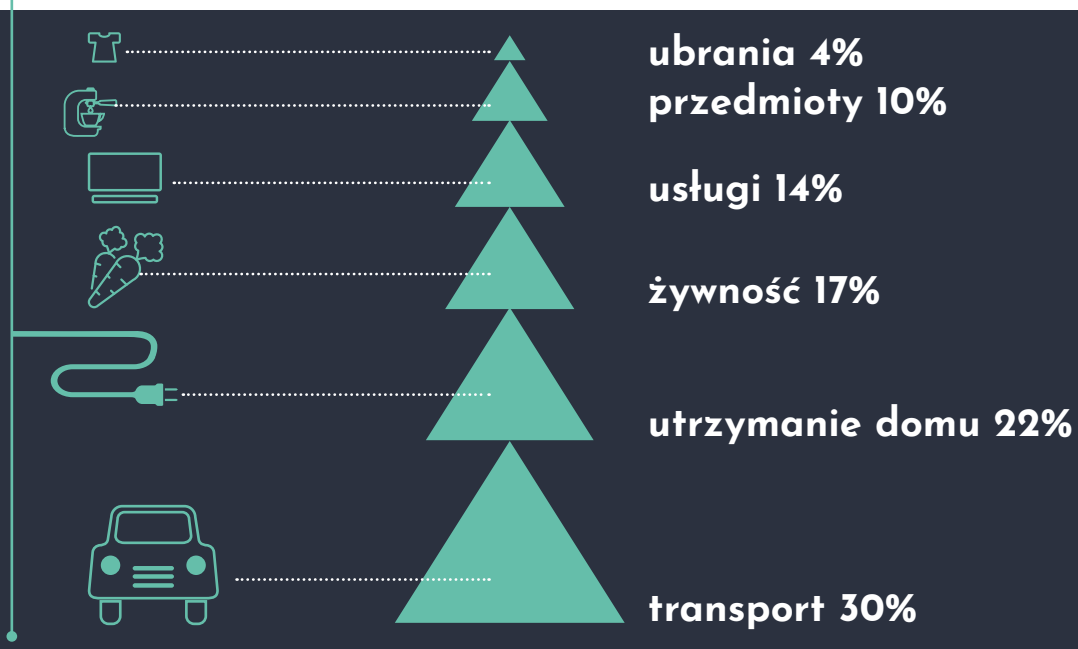
- √ **elektryfikację (np. transportu),**
- √ **efektywność energetyczną,**
- √ **wzrost udziału źródeł odnawialnych w generowaniu elektryczności,**
- √ **zmniejszanie zużycia energii,**
- √ **dostarczanie ciepła do budynków ze źródeł bezemisyjnych,**
- √ **„demotoryzację" (ograniczanie polegania na samochodach w mieście),**
- √ **odpowiednie planowanie przestrzenne,**
- √ **wdrożenie lepszych praktyk rolniczych,**
- √ **zmianę sposobów odżywiania,**
- √ **ograniczenie marnotrawstwa.**

efektywność energetyczna
zmniejszenie ilości energii potrzebnej do wytworzenia danego produktu lub usługi

Zmniejszanie emisji gazów cieplarnianych może następować na wszelkich poziomach naszej działalności – indywidualnym, społecznym, państwowym czy globalnym. Rzeczy robione na każdym z tych poziomów są pomocne, jednak tak naprawdę same działania indywidualne nie są skuteczne bez działań systemowych, natomiast same działania systemowe, bez uwzględniania potrzeb ludzi, mogą utykać w miejscu ze względu na brak akceptacji społecznej. Tylko współdziałanie tych wszystkich poziomów pozwala kształtować nową, korzystniejszą rzeczywistość.

Najbardziej skutecznym działaniem na rzecz ochrony klimatu i bioróżnorodności, które może podjąć każdy z nas, jest rozmowa na ten temat z bliskimi i znajomymi. Im więcej osób dowiaduje się o tym, z jak dużym kryzysem mamy do czynienia, jak sobie z nim radzić itp., tym bardziej wzrasta akceptacja społeczna dotycząca konieczności zmian, tym ważniejsze stają się tematy związane z ochroną środowiska dla polityków i tym łatwiej budować lokalne grupy angażujące się w działania na rzecz klimatu. Ważne jest także poszerzanie własnej wiedzy, choćby dlatego, że zmniejsza to szansę, że ktoś nas wprowadzi w błąd albo zmanipuluje.

Il. 14 Procentowy udział poszczególnych działań i produktów w emisji gazów cieplarnianych bezpośrednio wynikających z prowadzenia gospodarstwa domowego (liczby podane są dla przeciętnego gospodarstwa w Unii Europejskiej).



Możemy też wprowadzić różne zmiany na co dzień, które pomagają ograniczyć nasz ślad węglowy. Najwięcej emisji związanych z funkcjonowaniem przeciętnego gospodarstwa domowego w Europie – około 1/3 – pochodzi z transportu, czyli zasadniczo z przemieszczania się własnym samochodem. Ograniczenie korzystania z niego często jest trudne – w wielu miejscach brakuje odpowiedniej infrastruktury czy sprawnie działającej komunikacji publicznej. Państwo w ten sposób nie ułatwia swoim obywatelom wyboru mniej emisyjnych metod przemieszczania się. Pokazuje to, jak ważne jest współdziałanie na różnych poziomach. Na poziomie państwa wymaga to odpowiedniej strategii, np. wyboru, czy drogi, czy kolej powinny mieć priorytet w budowie/modernizacji. W przypadku utrzymania domu emisje związane są głównie z paliwem potrzebnym do jego ogrzania. W Polsce 2/3 domów jest ogrzewanych indywidualnie, z czego około połowa ma piece na węgiel, a 1/3 ogrzewanie gazowe. Mieszkania ogrzewane ciepłem sieciowym też jednak de facto korzystają z paliw kopalnych (to ok. 90% paliwa używanego ciepłowniach). Rozwiązanie tego problemu także wymaga działań na różnych poziomach: samorządu (np. dofinansowanie docieplania domów, co zmniejsza zapotrzebowanie na ogrzewanie), państwa (reforma sieci ciepłowniczej) i indywidualnym (wymiana źródła ciepła). To pokazuje, jak ważny jest aktywny udział w tworzeniu polityki państwa poprzez udział w wyborach, konsultacjach społecznych różnych dokumentów, np. polityk energetycznych czy strategii gminnych. Pozwala to bardziej kompleksowo wpływać na realną redukcję emisji gazów cieplarnianych.

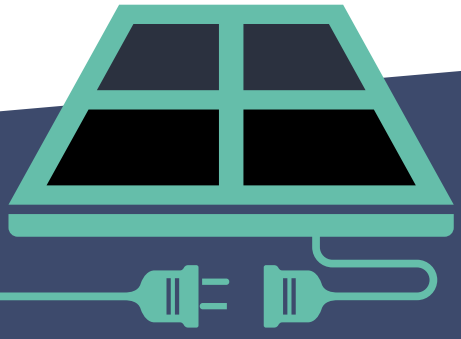
Ograniczenie konsumpcji także ogranicza ślad węglowy naszego gospodarstwa. Jak wskazuje papież Franciszek: „Duchowość chrześcijańska proponuje alternatywny sposób rozumienia jakości życia i zachęca do prorockiego i kontemplatywnego stylu życia, zdolnego do głębokiej radości, unikając obsesji na tle konsumpcji". To zachęta do poszukiwania szczęścia w czymś innym, niż ciągłe kupowanie nowych przedmiotów.

Działania społeczności lokalnych i instytucjonalne

Aby zwiększyć skuteczność działań, dobrze jest łączyć siły z osobami, które mają podobne cele, rozmawiać w swoich społecznościach, szukać najlepszych rozwiązań dla miejsc, w których mieszkamy i dla osób, które są naszymi sąsiadami. Naszymi sojusznikami w tych działaniach mogą być lokalne organizacje, a także ważne dla nas instytucje takie jak Kościół. Papież wskazuje wprost, że „Do zadań polityki i różnych stowarzyszeń należy trud kształtowania sumień. Dotyczy to również Kościoła. W tej edukacji ważną rolę do odegrania mają wszystkie wspólnoty chrześcijańskie". Oprócz edukowania wiernych Kościół powinien też dawać odpowiedni przykład. Franciszek opisuje działania, „które starają się budować lepszy świat" jako wyraz miłości do społeczeństwa, gdzie obok małych, codziennych gestów wzajemnej troski jest też miejsce na „myślenie o wielkich strategiach, które skutecznie powstrzymałyby degradację środowiska i zachęciły do kultury troski, przenikającej całe społeczeństwo".

Dobry przykład ze Stolicy Apostolskiej

W 2008 roku, podczas pontyfikatu papieża Benedykta XVI, na dachu auli Pawła VI zainstalowano ogniwa fotowoltaiczne, a w czasie pontyfikatu Franciszka m.in. wycofano się z używania jednorazowego plastiku. W 5. rocznicę wydania encykliki *Laudato Si* Watykan wezwał w specjalnym dokumencie katolików z całego świata do wywierania presji na światowych liderów w celu odejścia od paliw kopalnych.



Coraz więcej firm i instytucji ze względu na przepisy prawa czy oczekiwania klientów zaczyna wdrażać „proklimatyczne" rozwiązania. Warto „głosować portfelem" na produkty wytwarzane przez firmy, które faktycznie minimalizują ślad węglowy czy marnotrawstwo*. Istotne jest też to, czy ich fabryki znajdują się w miejscach, gdzie istnieją mocne przepisy ochrony środowiska (np. w Europie), czy są zlokalizowane tam, gdzie za jego niszczenie nie grożą szczególnie wysokie sankcje.

* sprawdzenie tego jest możliwe po zapoznaniu się z prospektami emisyjnymi lub innymi dokumentami przygotowywanymi dla akcjonariuszy. Ważne są konkretne informacje poparte liczbami, nie same deklaracje.

Pozorowane działania – greenwashing

Wiele firm czy organizacji stara się poprawiać swój publiczny wizerunek, przedstawiając się jako „ekologiczne". W ich komunikatach pojawiają się informacje o ograniczaniu śladu węglowego czy dbaniu o przyrodę. Problem w tym, że w Polsce nie ma żadnych prawnych ograniczeń co do używania symboli kojarzących się z przyrodą, jak słów „eko" czy „przyjazne dla środowiska" do opisywania produktów i usług. Przykładem jest ekogroszek. Jak wynika z badania opinii publicznej, jego nazwa kojarzy się konsumentom z „ekologią", „czymś lepszym dla środowiska". Problem w tym, że jest to paliwo z węgla, trudno więc uznać, że jest w jakimkolwiek stopniu „ekologiczne". Jego nazwa po prostu wprowadza w błąd.

Planowanie przestrzenne

Dokumenty planistyczne są istotnym elementem dbania o środowisko. Pozwalają chronić cenne obszary i lepiej kształtować zabudowę. Odpowiednie planowanie rozmieszczenia domów i budynków użyteczności publicznej, takich jak szkoły czy drogi, pozwala m.in.:

- √ **ograniczać koszty ponoszone przez gminę na tworzenie i utrzymanie infrastruktury (a zaoszczędzone pieniądze można przeznaczyć np. na poprawę jakości życia mieszkańców)**
- √ **ograniczyć konieczność korzystania z samochodu na co dzień,**
- √ **zachować jak najwięcej terenów zielonych,**
- √ **ograniczyć szkodliwy wpływ dużych inwestycji (np. poprzez zakaz budowy lub maksymalne oddalenie od miejscowości ferm przemysłowych),**
- √ **ochronić „magazyny" węgla organicznego, np. torfowiska, fragmenty naturalnych lasów.**

Takie dokumenty powstają na każdym poziomie – od państwowego do gminnego (miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego). Warto uczestniczyć w ich konsultowaniu, aby mieć wpływ na to, jak będzie wyglądać nasze otoczenie oraz nalegać na ochronę miejsc ważnych z punktu widzenia klimatu czy bioróżnorodności.

Działania systemowe

„Społeczeństwo, poprzez organizacje pozarządowe i stowarzyszenia pośredniczące, powinno zmusić rządy do opracowania standardów, procedur i ściślejszych kontroli. Jeśli obywatele nie kontrolują władzy politycznej – ogólnokrajowej, regionalnej i samorządowej – to nie jest również możliwe udaremnienie szkód ekologicznych. Z drugiej strony normy samorządów mogą być bardziej skuteczne, jeśli istnieją umowy pomiędzy sąsiadującymi grupami ludności na rzecz wspierania tej samej polityki ochrony środowiska". Ten fragment *Laudato Si* idealnie podsumowuje współzależność pomiędzy różnymi poziomami kształtowania polityki. Prawodawstwo na poziomie krajowym czy unijnym może wymuszać pewne zmiany w instytucjach i firmach, jednak ważne jest to, żeby politykę kształtować w taki sposób, aby niskoemisyjne produkty i usługi były dla ludzi po prostu tańsze i wygodniejsze. Pomocna byłaby także zmiana priorytetów i podstaw oceny rozwoju społeczeństwa. Obecnie głównie dba się o rozwój gospodarczy (wzrost PKB). Jednak ten wskaźnik niewiele mówi o zmniejszaniu nierówności, zapewnianiu wysokiej jakości usług, np. sprawnej służby zdrowia, czy o jakości środowiska, w którym żyjemy (np. stopniu zanieczyszczenia powietrza, którym oddychamy). Z punktu widzenia życia, zdrowia i bezpieczeństwa ludzi działania na rzecz ograniczenia stopnia zmiany klimatu są kluczowe. Gdy jednak patrzymy tylko na wzrost gospodarczy, to są nieistotne, a niekiedy mogą wręcz być przeszkodą w zwiększaniu PKB. Między innymi z tego względu dekarbonizacja wielu sektorów gospodarki idzie niezwykle opornie.

produkt krajowy brutto – wartość dóbr i usług wytworzonych na terenie danego kraju w jednostce czasu (najczęściej rok)

wskaźnik – liczbowe przedstawienie rozpatrywanej wielkości
– na przyjętej umownie skali
– procentowo do przyjętej wartości odniesienia
– w inny sposób pozwalający na interpretację stanu lub tendencji

dekarbonizacja –proces systematycznego ograniczeniu emisji dwutlenku węgla do atmosfery

Alternatywa dla PKB

HDI (Wskaźnik Rozwoju Społecznego, ang. Human Development Index) wprowadzony został przez ONZ. Oprócz rozwoju gospodarczego uwzględnia m.in. jakość środowiska naturalnego, stopień bezpieczeństwa osobistego, oczekiwaną długość życia, jakość edukacji. Na czele rankingu HDI od wielu lat znajduje się Norwegia, niekiedy ustępując 1 miejsca innym państwom. Polska w roku 2019 znajdowała się na 35 miejscu.

Człowiek w centrum uwagi

Wiedza na temat tego, jak ogromne problemy dla ludzi powoduje zniszczenie środowiska, pomaga zrozumieć, że walka o ograniczenie zmiany klimatu i zachowanie bioróżnorodności to de facto walka o godność, zdrowie i spokojne życie ludzi. Jak wskazuje papież „(...) nie możemy być milczącymi świadkami poważnych niesprawiedliwości, kiedy usiłuje się uzyskać pokaźne korzyści [finansowe], każąc płacić pozostałej ludzkości, obecnej i przyszłej, ogromne koszty degradacji środowiska". Wśród tych kosztów, ze względu na zanieczyszczenie środowiska, są m.in.:

- skrócenie długości życia,
- przewlekłe choroby (np. astma),
- zwiększone ryzyko rozwoju chorób nowotworowych,
- uszkodzenia dzieci w łonie matki skutkujące poważnymi wadami rozwojowymi mogącymi negatywnie wpływać na całe ich życie.

Papież podkreśla, że nasz troska powinna rozciągać się na przyszłe pokolenia: „Nie można mówić o zrównoważonym rozwoju bez solidarności między pokoleniami. Kiedy myślimy o sytuacji, w jakiej przekazujemy planetę przyszłym pokoleniom, wkraczamy w inną logikę, w logikę bezinteresownego daru, który otrzymujemy i przekazujemy dalej. My, ludzie wierzący, nie możemy przestać modlić się do Boga o pozytywny rozwój obecnych dyskusji, aby przyszłe pokolenia nie ponosiły konsekwencji niemądrych opóźnień [w działaniu na rzecz zahamowania kryzysu planetarnego – red.]". Podobnie postrzegał to Jan Paweł II, wskazując, że powinniśmy nie tylko starać się „o ochronę środowiska rozlicznych istot żywych", lecz także

> „czynić (...) życie [ludzi] bardziej godnym, chroniąc istotne dobro życia we wszystkich jego formach i przygotowując przyszłym pokoleniom środowisko bliższe zamysłowi Stwórcy".

Jak skutecznie działać?

Podstawą skutecznych działań jest wiedza. Zrozumienie, dlaczego pewne rzeczy są szkodliwe, jakie są przepisy prawa, kto jest odpowiedzialny za jakie obszary czy działania (np. na terenie gminy) pomaga wyznaczyć skuteczną ścieżkę interwencji. Kluczowe jest także pozyskanie sojuszników – szczególnie z lokalnej społeczności.

Podstawową rzeczą jest rozmowa z ludźmi – staramy się, aby jak najwięcej osób rozumiało, dlaczego chcemy coś zrobić, mogło wyrazić swoje wątpliwości i potrzeby czy zaproponować rozwiązania.

Działania wypracowane w społecznościach, gdzie każdy mógł zabrać głos i zostać wysłuchany, ze wsparciem lokalnych autorytetów, mają największe szanse zostać wdrożone i przyczynić się do zmian w najbliższym otoczeniu, które dołożą kolejny element do budowania wspólnej, lepszej przyszłości.

POLECAMY

O tym, jak rząd Polski wypełnia zadania dotyczące ochrony zdrowia ludzi, kształtowania prawa, ochrony środowiska itp. można przeczytać w raportach Najwyższej Izby Kontroli dostępnych na stronie **nik.gov.pl**.

Na stronie **laudatosi.caritas.pl/pobierz** znajdują się opracowania przygotowane przez Caritas, w tym poradniki pomagające w konkretnych działaniach.

Ludzkość jest jeszcze zdolna do współpracy w budowaniu naszego wspólnego domu. Pragnę wyrazić uznanie, dodać otuchy i podziękować wszystkim, którzy angażują się na rzecz ochrony naszego wspólnego domu.

Na szczególną wdzięczność zasługują ci, którzy energicznie zmagają się z dramatycznymi konsekwencjami degradacji środowiska w życiu najbiedniejszych na świecie

Papież Franciszek
Laudato Si

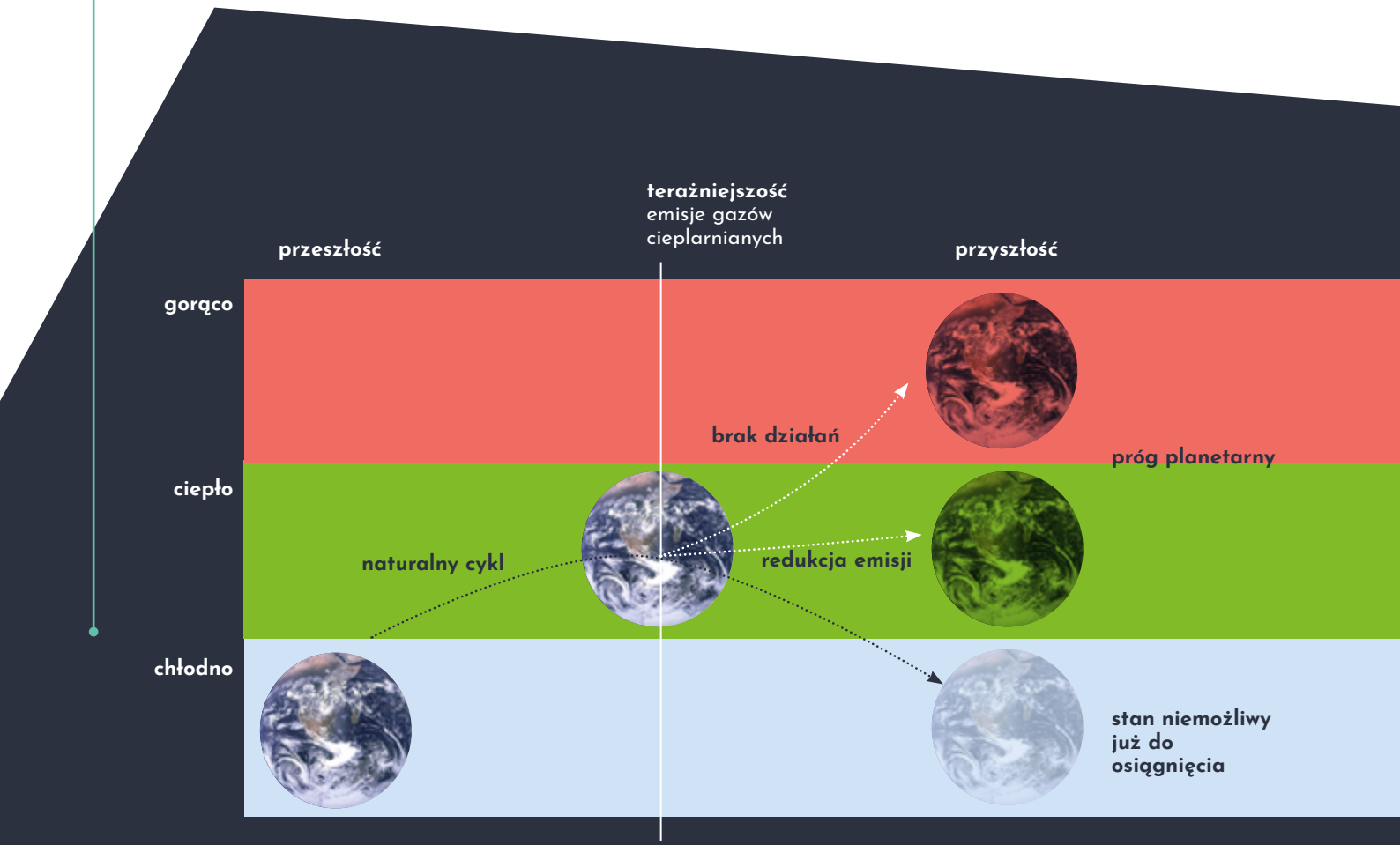
12.

PODSUMOWANIE

Jak rozmawiać z innymi o klimacie

Choć nie wszyscy ludzie na świecie doświadczają skutków kryzysu planetarnego w ten sam sposób, to wszyscy będziemy musieli odnaleźć się w przyszłości, którą tym trudniej sobie wyobrazić, im bardziej będzie zmieniać się nasza planeta. Im dłużej będziemy zwlekać z porzuceniem praktyk i działań niszczących środowisko, tym szybciej będziemy się zbliżać do granicy, za którą pojawi się nieznany nam świat. Naukowcy nazywają gorące klimaty, których ludzie nigdy w swojej historii nie doświadczyli, „cieplarnianymi". To klimaty czasów dinozaurów. Zupełnie nie wiemy, jak nasza cywilizacja byłaby w stanie działać w warunkach temperaturowych tak od różnych od obecnych (patrz też rozdział VI).

Il. 15. Klimat Ziemi w ostatnich kilkuset tys. lat zmieniał się w naturalnym cyklu zlodowaceń (chłodno) i interglacjałów (ciepło). Emisje gazów cieplarnianych spowodowały jednak wytrącenie planety z tego cyklu. To, jaki klimat będzie w przyszłości: ustabilizowany (ciepły) czy w sposób nieodwracalny przejdzie do stanu cieplarnianego (gorąco), zależy od teraz podjętych działań ograniczających emisje gazów cieplarnianych.



Stąd też biorą się apele naukowców o pilne działania. U ich podstaw leży troska o najsłabszych, którym będzie najtrudniej się przystosować do skutków zmiany klimatu (patrz rozdział VI) i o przyszłe pokolenia, którym pozostawimy planetę już nie tak żyzną i sprzyjającą życiu, jak w czasach naszych dziadków. Mamy moralny obowiązek troski o bliźnich – ten wydźwięk przesłania naukowców jest niezwykle bliski nauczaniu Kościoła. Przyroda, choć jako dzieło Boże ma wartość samą w sobie, jest też elementem, dzięki któremu ludzie mogą zaspokajać swoje podstawowe potrzeby, takie jak oddychanie czy odżywianie. Chroniąc nasze otoczenie – tak naprawdę chronimy siebie.

W tych informacjach nie ma nic kontrowersyjnego. Jednak część osób nie chce słuchać o kryzysowej sytuacji, w której się znaleźliśmy, a nawet nadal zdarzają się tacy, którzy zaprzeczają temu, że zmiana klimatu ma miejsce (patrz rozdział II), czy że jej przyczyną jest działalność ludzi. Taka postawa może wynikać z wielu przyczyn.

Zmiany klimatu nie widzimy na co dzień, ciężko jest odnaleźć powiązania między poszczególnymi zjawiskami i zrozumieć skomplikowane zależności. Wiele osób po prostu nie interesuje się nauką, a codzienność jest wypełniona tyloma sprawami, że trudno jest się martwić czymś jeszcze. Do tego zagrożenia wynikające z rosnącej temperatury Ziemi postrzegane są jako odległe (w czasie i/lub przestrzeni), nie dotyczące nas i naszych bliskich albo odwrotnie – przytłaczające i przerażające. Informacje na temat kryzysu mogą być przez część ludzi odrzucane, bo kojarzą im się z jakimiś opcjami politycznymi, instytucjami czy grupami społecznymi albo uderzają w wyznawane przez ich wartości (np. potrzebę sukcesu zawodowego), sposób życia, akceptowane normy społeczne itp.

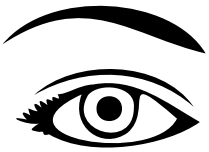
Choć wydaje się, że aby zmienić czyjąś postawę lub zachęcić ludzi do działania wystarczy przedstawić im fakty, to badania psychologiczne pokazują, że tak nie jest.

Sama wiedza nie wystarcza. Ważniejsze jest, od kogo się dowiadujemy i jak oceniamy źródło informacji. Dla osób wierzących Kościół jest zaufanym źródłem – stąd duchowni i osoby należące do wspólnoty mogą być przewodnikami w zrozumieniu kryzysu klimatycznego, w tym implikacji moralnych wynikających z braku działań na rzecz jego zahamowania. Idealnym przykładem jest tu encyklika *Laudato Si*. Kościół może także odgrywać ważną rolę, dając praktyczne wsparcie w działaniach prowadzonych przez duchownych i wiernych. Może być to udostępnianie sal parafii na spotkania z naukowcami czy zebrania lokalnych grup, dystrybucja materiałów edukacyjnych na temat zmiany klimatu, pomoc w rozwijaniu sieci kontaktów (np. pomiędzy wiernymi zajmującymi się działaniami na rzecz środowiska przyrodniczego w różnych parafiach), wskazywanie działań, które można podjąć. Jest to bardzo istotne, gdyż poczucie sprawczości („są rzeczy, które mogę zrobić"), wsparcie społeczne w działaniach praktycznych i postrzeganie korzyści („będziemy mieć piękniejsze otoczenie", „będziemy oddychać czystszym powietrzem") są rzeczami kluczowymi w zmianie postaw ludzi. Nieskuteczne jest za to straszenie. Apokaliptyczne wizje, szczególnie bez wskazywania praktycznych rozwiązań, nie zachęcają do działania, a wręcz mogą wywołać odwrotny skutek. Zmiana postaw ludzi jest możliwa tam, gdzie jest dialog, empatia, ciekawość, próba znalezienia „wspólnego gruntu" i zrozumienia. Stąd bezpośrednia rozmowa, w której wiemy, kim jest nasz odbiorca, co jest dla niego ważne, jest dużo bardziej efektywna, jeśli chodzi o przekazywanie wiedzy czy zachęcanie do działania, niż bezosobowe komunikaty medialne.

Wskazówki, jak rozmawiać o zmianie klimatu:

- √ Przede wszystkim słuchaj: celem nie jest przekonanie kogoś do naszych racji, ale sama rozmowa.
- √ Pomyśl wcześniej o rzeczach, które chciałbyś powiedzieć innym na temat zmiany klimatu. I nie mów ich od razu.
- √ Jeśli temat zmiany klimatu nie pojawia się naturalnie w rozmowie, a koniecznie chcesz coś o tym powiedzieć, spytaj o zgodę „Czy masz czas żeby porozmawiać ze mną o czymś ważnym?"; „Czy mogę ci opowiedzieć o czymś, co mnie niepokoi?"
- √ Pytaj rozmówcę, co sądzi o zmianie klimatu.
  „Czy martwisz się zmianą klimatu?"
  „Czy pogoda jest teraz taka sama jak w czasach twojego dzieciństwa?"
  „Jakie masz wątpliwości co do dowodów na ocieplanie się Ziemi?"
- √ Nie przerywaj, gdy ktoś opowiada (nawet jeśli się denerwujesz) – wysłuchaj.
- √ Nawiązuj do wypowiedzi rozmówcy:
  „To ciekawe, że zauważyłeś…";
  „Uważasz, że to może być spisek naukowców?"
- √ Będziesz miał też czas żeby podzielić się swoimi uczuciami odnośnie do zmiany klimatu. Opowiadaj o swoich osobistych doświadczeniach, zamiast próbować przekonać kogoś, że się myli, zarzucając go informacjami.
- √ Opowiedz o tym, co ciebie martwi, jak się dowiedziałeś o zmianie klimatu, co cię przekonało, że kryzys przyrodniczo-klimatyczny jest prawdziwym zagrożeniem. Spytaj rozmówcę, co o tym myśli.
- √ Doceń rozmówcę – od każdego można się czegoś dowiedzieć i nauczyć. Pozytywne zakończenie rozmowy zwiększy prawdopodobieństwo, że nasz rozmówca będzie chciał dalej dowiadywać się o kryzysie klimatycznym i rozmawiać na ten temat.

1.

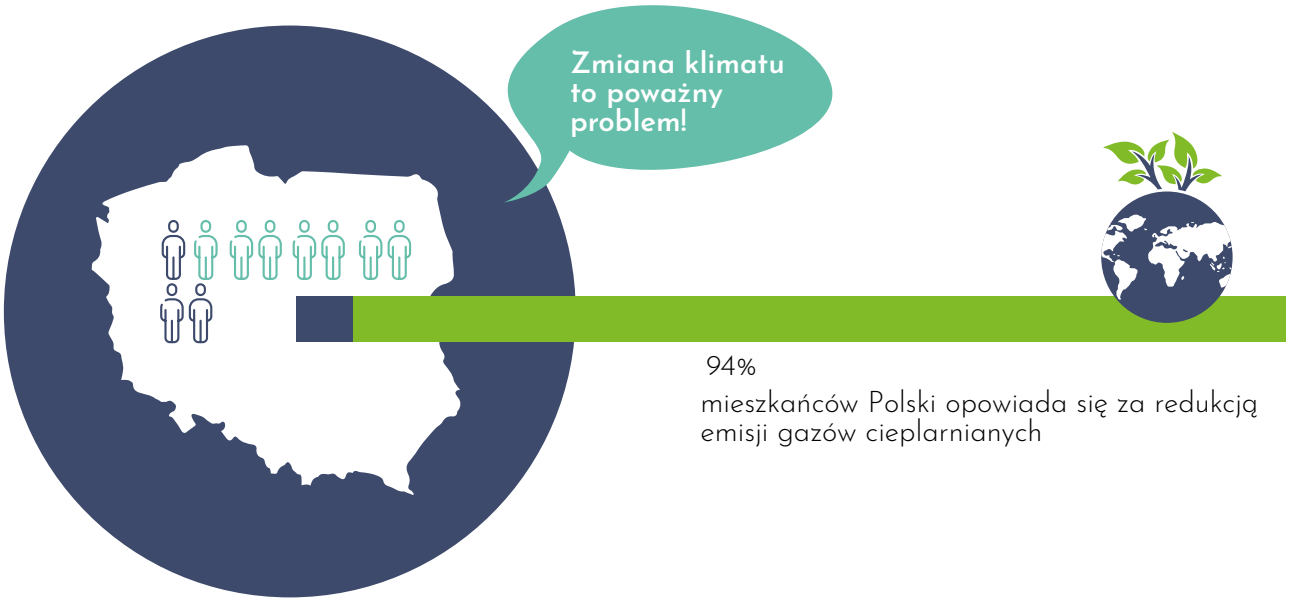
2. 

3.

Co Polacy myślą o zmianie klimatu?

Badania opinii publicznej przeprowadzane w Europie, w tym w Polsce, pokazują, że zdecydowana większość ludzi jest zaniepokojona zmianą klimatu i popiera działania na rzecz ochrony środowiska. Z ankiet przeprowadzonych na zlecenie Ministerstwa Klimatu i Środowiska w październiku 2020 roku wynika, że siedmiu na dziesięciu mieszkańców Polski uważa zmianę klimatu za bardzo poważny problem, a 94% (o 15 punktów procentowych więcej niż w 2018 r.) opowiada się za redukcją emisji gazów cieplarnianych. Oznacza to, że osoby negujące fakt zmiany klimatu są w zdecydowanej mniejszości i nie są reprezentatywnym głosem Polaków.

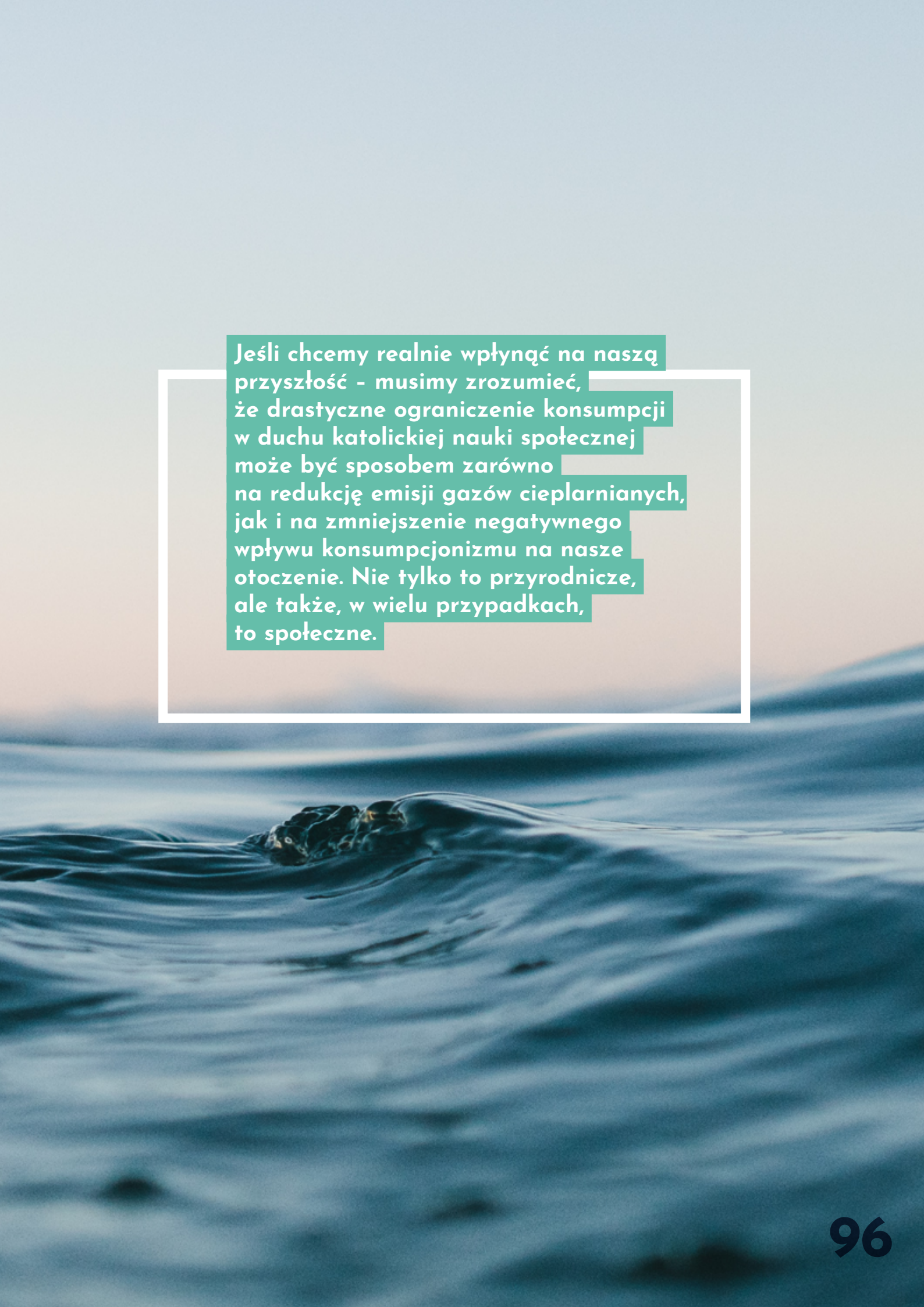
Podobnie jest zresztą na całym świecie. Jednak ci ludzie mają często niewspółmiernie duży udział w dyskusjach w mediach. Wynika to z tego, że część z nich ma dostatecznie duże finansowanie, by promować pewne opinie w sferze publicznej (np. pracownicy think tanków sponsorowanych przez przemysł), oraz z fałszywie postrzeganej przez dziennikarzy zasady bycia obiektywnym – to jest przedstawiania opinii „dwóch stron". Problem w tym, że w nauce nie liczą się opinie, tylko fakty (patrz rozdział X). Przeciwstawianie opinii jednej osoby, nawet z tytułem profesorskim, wiedzy tysięcy naukowców jest raczej szukaniem sensacji, niż rzetelnym przedstawianiem informacji opinii publicznej.



94%
mieszkańców Polski opowiada się za redukcją emisji gazów cieplarnianych

POLECAMY

Badania opinii publicznej dotyczące tematyki środowiska naturalnego wykonywane są m.in. przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy (**ios.edu.pl**). Kompleksowa analiza postaw Polaków wobec kryzysu klimatycznego została przeprowadzona przez Firmę Kantar w 2019 roku, raport wraz z aktualizacją z 2020 roku można pobrać ze strony Ziemianie Atakują (**ziemianieatakuja.pl**)



Jeśli chcemy realnie wpłynąć na naszą przyszłość – musimy zrozumieć, że drastyczne ograniczenie konsumpcji w duchu katolickiej nauki społecznej może być sposobem zarówno na redukcję emisji gazów cieplarnianych, jak i na zmniejszenie negatywnego wpływu konsumpcjonizmu na nasze otoczenie. Nie tylko to przyrodnicze, ale także, w wielu przypadkach, to społeczne.

POLECAMY

Chcesz poszerzyć swoją wiedzę na temat zmiany klimatu?

Publikacja i książka *Klimatyczne ABC*:
klimatyczneabc.uw.edu.pl

portal **naukaoklimacie.pl**

książka *Nauka o klimacie* autorstwa dr Aleksandry Kardaś, prof. Szymona Malinowskiego i Marcina Popkiewicza (szczegółowy opis działania systemu klimatycznego).

Wybrana bibliografia

Bernzen A. i in., 2019: *Climate Change-Induced Migration in Coastal Bangladesh? A Critical Assessment of Migration Drivers in Rural Households under Economic and Environmental Stress*, Geosciences, 9(1) (https://www.mdpi.com/2076-3263/9/1/51)

Burke M. i in., 2015: *Climate and Conflict*, Annual Review of Economics, vol. 7 (https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-economics-080614-115430)

Cardoso P. i in., 2020: *Scientists' warning to humanity on insect extinctions*, Biological Conservation, vol. 242 (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320719317823)

Cassidy E. i in., 2013: *Redefining agricultural yields: from tonnes to people nourished per hectare*, Environmental Research Letters, vol. 8, nr 3, (https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/3/034015/meta)

Chemnitz Ch. i Hoeffler H., 2011, *Adapting African agriculture to climate change* Rural 21 (https://www.rural21.com/fileadmin/_migrated/content_uploads/Adapting_African_agriculture_05.pdf)

Clayton S. i in., 2015: *Psychological research and global climate change. Nature Climate Change*, 5 (https://www.nature.com/articles/nclimate2622)

Ellison D. i in., 2017: *Trees, forests and water: Cool insights for a hot world*, Global Environmental Change, vol. 43 (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378017300134)

Filho W.L. i in. (red.), 2014: *Adapting African Agriculture to Climate Change*, Wyd. Springer

Hoffmann R. i in., 2020: *A meta-analysis of country-level studies on environmental change and migration*, Nature Climate Change 10 https://www.nature.com/articles/s41558-020-0898-6

Jiang M. i in., 2020: *The fate of carbon in a mature forest under carbon dioxide enrichment*, Nature 580 (https://www.nature.com/articles/s41586-020-2128-9)

Johansson L. i in., 2018: *The Interplay Between the Eruption and Weathering of Large Igneous Provinces and the Deep-Time Carbon Cycle*, Geophysical Research Letters, vol. 45, nr 11 (https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2017GL076691)

Kang S. i Eltahir E., 2018: *North China Plain threatened by deadly heatwaves due to climate change and irrigation*, Nature Communications 9 (https://www.nature.com/articles/s41467-018-05252-y)

Lewandowsky S., 2016: *Future Global Change and Cognition*, Topics, vol. 8, nr 1 (https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tops.12188)

Miller, B., 2013: *When is consensus knowledge based? Distinguishing shared knowledge from mere agreement*, Synthese 190, 1293–1316 (https://doi.org/10.1007/s11229-012-0225-5)

Nhemachena Ch. i in., 2020: *Climate Change Impacts on Water and Agriculture Sectors in Southern Africa: Threats and Opportunities for Sustainable Development*, Water, 12 (https://www.mdpi.com/2073-4441/12/10/2673)

Nowacki W., 2012, *O kierunkach zmian w uprawie ziemniaka w Polsce*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, nr 226

Olech A., 2018: *Działalność UNHCR w Afryce i na Bliskim Wschodzie*, Przegląd Geopolityczny, 24

Otto F., 2019: *Wściekła pogoda. Jak mszczą się zmiany klimatu, kiedy są ignorowane*, Wyd. Otwarte

Pfister C. i in., 1996: *Winter severity in Europe: The fourteenth century*, Climatic Change, 34 (https://link.springer.com/article/10.1007/BF00139255)

Raymond C. i in.,2020: *The emergence of heat and humidity too severe for human tolerance* Science Advances, vol. 6, nr 19, (https://advances.sciencemag.org/content/6/19/eaaw1838)

Rockström J. i in., 2009: *Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity*, Ecology and Society, vol. 14, nr 2 (http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/)

Schimanke S. i in, 2012: *The climate in the Baltic Sea region during the last millennium simulated with a regional climate model*, Climate Past, 8 (https://cp.copernicus.org/articles/8/1419/2012/)

Schramski J. i in., 2015: *Human domination of the biosphere: Rapid discharge of the earth-space battery foretells the future of humankind*, PNAS, 112 (31) (https://www.pnas.org/content/112/31/9511.full?)

Shahid S. i in., 2018: *Soil Salinity: Historical Perspectives and a World Overview of the Problem, [w:] Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques*, Springer (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-96190-3_2)

Shome D. i Marx S., 2009: *The Psychology of Climate Change Communication. A Guide for Scientists, Journalists, Educators, Political Aides, and the Interested Public* (guide.cred.columbia.edu)

Steffen W. i in., 2015: *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*, Science, vol. 347, nr 6223 (https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855)

Steffen W. i in., 2018: *Trajectories of the Earth System in the Anthropocene*, PNAS, 115 (33) (https://www.pnas.org/content/115/33/8252)

Šedová B. i in., 2021: *A meta-analysis of climate migration literature*, CEPA Discussion Papers, 29 (https://publishup.uni-potsdam.de/frontdoor/index/index/docId/49982)

Venturi B. i Barana L., 2021: *Lake Chad: Another Protracted Crisis in the Sahel or a Regional Exception?*, IAI (https://www.iai.it/en/pubblicazioni/lake-chad-another-protracted-crisis-sahel-or-regional-exception)

Xu Ch. i in., 2020: *Future of the human climate niche*, PNAS, 117 (21) (https://www.pnas.org/content/117/21/11350)

Wagner D. i in., 2021: *Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts*, PNAS, 118 (2) (https://www.pnas.org/content/118/2/e2023989118)

Woodhead P., 1964: *The death of North Sea fish during the winter of 1962/63, particularly with reference to the sole, „Solea vulgaris"*, Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, 10 (https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF01626114.pdf)

Wybrane raporty

Raporty IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change), 2018: Special Report Global Warming of 1,5 °C; 2020: Climate Change&Land,

Raport IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services), 2019

Raport FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa), 2020: The State of the World's Forests 2020: Forests, biodiversity and people

Raport APA (American Psychological Association), 2009: Psychology and Global Climate Change (https://www.apa.org/science/about/publications/climate-change)

Raport UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction), 2018: Economic Losses, Poverty & Disasters: 1998–2017 (https://www.preventionweb.net/files/61119_credeconomiclosses.pdf)