

KLIMATYCZNE ABC

Wpływ rozwoju gospodarki przemysłowej na stan klimatu i przyrody

W tej lekcji zostaną zarysowane podejścia ekonomistów do problemu emisji gazów cieplarnianych, pochodzących z gospodarczej działalności człowieka.

W środowisku ekonomicznym są oczywiście osoby o różnych poglądach i nie jest możliwe przedstawienie w krótkim tekście wszystkich tych postaw.

Stanowisko ekonomistów, które jest najczęściej widoczne w mediach, koncentruje się na wzroście gospodarczym. Według takiego podejścia głównym celem jest zapewnienie stałego, jak najwyższego tempa wzrostu, a znaczenie innych czynników ocenia się przede wszystkim przez pryzmat ich wpływu na tempo wzrostu PKB. Ale są też ekonomiści, dla których centralne znaczenie ma fakt, że Ziemia jest przestrzenią ograniczoną fizycznie, a gospodarka człowieka jest jednym z wielu systemów jednocześnie funkcjonujących na naszej planecie. W tej perspektywie najważniejsze jest zapewnienie trwałości istnienia zarówno ludzi, jak i innego życia na Ziemi, oraz jakościowy rozwój oparty o optymalne korzystanie z ograniczonej puli zasobów.

Poniższa lekcja przedstawi stanowiska, które wyróżniają się w ekonomicznych dyskusjach na temat globalnego ocieplenia, oraz zarysuje kontekst historyczny, który je kształtował.

Przedstawimy też historię działań zmierzających do ograniczenia zasięgu tzw. „dziury ozonowej”. Jest to ciekawy przykład pokazujący, jak osiągnięto międzynarodowe porozumienie chroniące wspólny zasób, które było satysfakcjonujące zarówno dla stron skoncentrowanych na maksymalizacji zysku, jak i tych zwracających uwagę na stan środowiska, w którym żyjemy. Jest to ważny przykład, bo temat tzw. „dziury ozonowej” był pod wieloma względami podobny do obecnie zagrażającej nam zmiany klimatu.

Jak do kryzysu klimatycznego i ekologicznego podchodzi ekonomia?

W pierwszej części lekcji pokażemy, jak zmieniało się podejście ekonomistów oraz społeczeństw do środowiska naturalnego. Rewolucja przemysłowa dała ludziom siłę, której nigdy wcześniej nie mieli. Pozwoliła kształtować świat według ich pomysłu i likwidować ograniczenia wyznaczone przez środowisko. Znaczna część ekonomistów nadal uważa, że ludzkość nie zejdzie już z drogi prowadzącej do coraz wyższego poziomu rozwoju i bogacenia się. Są jednak silne argumenty wskazujące, że ten okres dobiega końca, a gospodarka przemysłowa zbliża się do fizycznych i biologicznych limitów naszej planety.

DLACZEGO STANOWISKO EKONOMISTÓW JEST ISTOTNE?

W liście otwartym podpisanym w 2019 roku przez 11 000 naukowców z całego świata czytamy, że: *musimy jak najszybciej ograniczyć nadmierne wydobycie surowców i eksploatację ekosystemów, które towarzyszą nieustannemu wzrostowi gospodarczemu. Potrzebujemy gospodarki bezwęgłowej, opartej na zrozumieniu naszej zależności od biosfery, oraz rozwiązań politycznych, które odpowiednio ukierunkują decyzje gospodarcze. Naszym celem nie powinno być utrzymanie nieustannego wzrostu PKB i dążenie do coraz większego bogactwa, ale zachowanie ekosystemów i poprawa jakości życia poprzez przyznanie priorytetu podstawowym ludzkim potrzebom i zmniejszenie nierówności społecznych.*

W tym krótkim akapicie wyraźnie widać, że środowisko naukowe krytykuje obecny model gospodarki napędzanej paliwami kopalnymi i dążącej do jak najszybszego wzrostu.

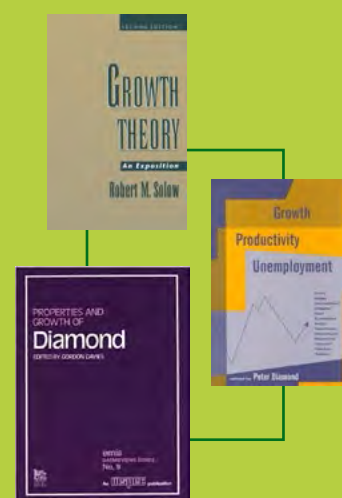
Jak zatem do tej krytyki podchodzą ekonomiści? To pytanie jest istotne, bo uzasadnione jest przypuszczenie, że stanowisko ekonomii jako dziedziny nauki ma istotny wpływ na sposób, w jaki rządy państw reagują na kryzys klimatyczny.

EKONOMIA NA ROZSTAJU

Korzeni dominującego obecnie podejścia można szukać w stworzonych w XX wieku i, w nieco zmodyfikowanej formie obowiązujących do dziś, modelach wzrostu gospodarczego (np. Solowa-Swana, Ramseya, Diamonda, Romera) czy funkcjach produkcji (np. Cobba-Douglasa). Te równania pokazują, jaka jest – zdaniem ekonomistów – zależność pomiędzy tzw. czynnikami produkcji a wielkością gospodarki. Patrząc na składowe tych funkcji, widzimy, co zdaniem ich autorów jest potrzebne, aby gospodarka mogła funkcjonować. W tej lekcji nie będziemy się zagłębiać w matematyczne formuły tych równań. Zainteresowane osoby mogą sięgnąć do dowolnego podręcznika z makroekonomii, gdzie są one opisane. Z naszego punktu widzenia istotne jest, co zdaniem ekonomistów głównego nurtu jest zaliczane do tzw. czynników produkcji. Są to „praca”, „kapitał” oraz „technologia”. Warte odnotowania jest to, że nie uwzględnia się tu żadnego czynnika łączącego system ekonomiczny ze środowiskiem przyrodniczym.



Pełną treść listu otwartego, podpisanego przez 11 258 naukowców, możesz zobaczyć tu »



Dowiesz się więcej o makroekonomii:

Modele i wzrost gospodarczy we współczesnych państwach »

Modele wzrostu gospodarczego »

Dlaczego tak jest? I czy tak było zawsze? Zaczynając od drugiego pytania – nie, wcześniej podchodzono do tego inaczej. Klasycy teorii ekonomii, tacy jak Adam Smith (1723–1790), David Ricardo (1772–1823) czy John Stuart Mill (1806–1873) rozumieli, że gospodarka potrzebuje zasobów naturalnych i uznawali ziemię (ang. *land*) jako jeden z podstawowych czynników produkcji. Zmieniło się to w XX wieku, gdy gospodarka przemysłowa zaczęła się szybciej rozwijać, a produkcja rolna zaczęła tracić na znaczeniu. Skupiono się wtedy na czynnikach, które mają podstawowe znaczenie dla produkcji przemysłowej, a więc pracy i kapitale, a nieco później zaczęto uwzględniać również poziom rozwoju technologicznego. Panowało wtedy przekonanie, że zasoby naturalne są dostępne w tak dużej ilości, że nie są one istotnym czynnikiem ograniczającym potencjał produkcyjny i usunięto „ziemię” z funkcji produkcji.

Takie podejście dominowało długo. Aż do lat 60. XX wieku gospodarkę rozwijano, praktycznie nie zwracając uwagi na jej wpływ na środowisko naturalne. Natura była traktowana przede wszystkim jako siła, z którą trzeba walczyć, która blokuje ekspansję gospodarki, a nie jako coś, co wymaga szczególnej troski. Jednak w latach 60. i 70. zaczęło się to zmieniać za sprawą wydarzeń, które skrótowo warto tu przytoczyć.

Dziś uznaje się, że symboliczna zmiana nastąpiła w chwili publikacji książki Rachel Carson „*The Silent Spring*” („*Milcząca wiosna*”) w 1962 roku. **Książka opisywała negatywne efekty stosowania chemicznej substancji owadobójczej pod nazwą handlową DDT. Była to pierwsza publikacja poruszająca temat negatywnego wpływu działalności człowieka na środowisko, która odniosła tak duży sukces sprzedażowy.** Książka została sprzedana w ponad 6 milionach egzemplarzy, przetłumaczono ją na 30 języków, a jej pojawienie się jest współcześnie uznawane za początek ruchu ekologicznego. Dziś mamy podstawy, aby przypuszczać, że tak ostra krytyka środka DDT była przesadzona. Obecne badania pokazują, że jest on mniej szkodliwy od obecnie stosowanych pestycydów i – paradoksalnie – efektem popularności tej książki mogło być wycofanie taniego i relatywnie mało szkodliwego DDT, a zastąpienie go silniejszymi środkami. Natomiast niezależnie od kontrowersji wokół faktycznego zagrożenia, jakie powodowało DDT, książka R. Carson na stałe zmieniła postawę opinii publicznej, zwracając uwagę na fakt, że przyroda może być poważnie zagrożona zmianami, jakie powoduje gospodarka człowieka.



ADAM SMITH



DAVID RICARDO



JOHN STUART MILL



RACHEL CARSON



1962

Dziś wiemy, że w tym czasie firmy paliwowe były już w pełni świadome, jaki wpływ na klimat ma spalanie paliw kopalnych. Szeroka opinia publiczna tej wiedzy jeszcze nie miała, ale osoby kierujące firmami paliwowymi już tak. Wpływ gazów cieplarnianych na klimat został jednoznacznie opisany w raporcie z 1968 roku, przygotowanym dla Amerykańskiego Instytutu Naftowego. Podobne wnioski z badań prowadzonych przez Exxon Mobile zaprezentował James Black zarządowi tej firmy w 1977 roku.



Raport z 1968 »



Artykuł opisujący ukrywanie przez firmę Exxon wiedzy o wpływie spalania paliw kopalnych na zmiany klimatu »

Kolejną ważną publikacją, która pojawiła się w tym okresie, był raport Klubu Rzymskiego z 1972 roku „*Granice Wzrostu*”. Autorzy zwrócili uwagę na fakt, że istnieją naturalne, środowiskowe limity dla ekspansji gospodarki przemysłowej.

Przedstawili analizę pokazującą, że stały wzrost gospodarczy nieuchronnie prowadzi do wyczerpania skończonych zasobów naturalnych Ziemi, a w konsekwencji do załamania gospodarki. Publikacja ta była zupełnie niezgodna z obowiązującymi w tamtym czasie poglądami i początkowo była bardzo krytykowana przez ekonomistów, naukowców i polityków. Np. Solow (autor nauczanego do dziś modelu wzrostu) kwestionował dane, na których oparto wyliczenia, a do krytycznych głosów dołączyli inni szanowani w tym czasie ekonomiści (m. in. Wallach, Kneese, Riker). Pomimo krytyki, „*Granice Wzrostu*” odniosły ogromny sukces. Sprzedano 12 milionów egzemplarzy, a raport przetłumaczono na 37 języków.

Jakby na potwierdzenie analizy opublikowanej w „*Granicach Wzrostu*”, w latach 70. miały miejsce dwa potężne kryzysy paliwowe. Pierwszy, w 1973 roku, doprowadził do wzrostu cen ropy o około 400%, a kolejny, w 1979 roku, podniósł ceny jeszcze o 100%, co oczywiście spowodowało duży kryzys gospodarczy. Należy tu wyjaśnić, że kryzys był wywołany decyzją kartelu naftowego OPEC o zmniejszeniu poziomu produkcji, aby podnieść światowe ceny ropy. Wzrost cen nie był więc wywołany wyczerpaniem się zasobów, ale decyzją ludzi, aby dostęp do tych zasobów ograniczyć. Jednak z punktu widzenia ekologii, ważnym skutkiem kryzysu było uświadomienie mieszkańców rozwiniętych państw, jak bardzo ich gospodarki są zależne od stałego dopływu surowców i co może się stać, gdy ten dostęp zostanie ograniczony, niezależnie z jakiego powodu.

Biorąc pod uwagę te wydarzenia, lepiej można zrozumieć dlaczego prezydent Carter zdecydował się wygłosić dwa ważne wystąpienia: „Address to the Nation About Energy Problem” z kwietnia 1977 roku (The New York Times, 1977) oraz „A crisis of Confidence” z lipca 1979 roku (American Experience, 2019). W obu tych wystąpieniach **zwracał uwagę na zagrożenia związane z rozwojem polegającym na stałym wzroście konsumpcji i wynikającym z tego rosnącym zapotrzebowaniem na energię.** Mówił, że rozwój nie musi być oparty o stale rosnące zużycie zasobów i że w życiu warto dążyć do innych celów niż tylko konsumpcja. Wyraził przed Amerykanami wybór pomiędzy ograniczeniem konsumpcji energii i wolnością a rosnącą konsumpcją i zależnością od importowanej energii. Zachęcał do świadomego ograniczenia konsumpcji i wskazywał na zagrożenia, jakie się wiążą z uzależnieniem amerykańskiej gospodarki od stale rosnących dostaw ropy naftowej:

Znajdujemy się w punkcie zwrotnym naszej historii. Są dwie ścieżki do wyboru. Jedną z nich jest ścieżka, przed którą ostrzegałem dziś wieczorem, ścieżka, która prowadzi do podziałów i egoizmu. Na końcu tej drogi leży błędne wyobrażenie o wolności, o prawie do zagarnięcia dla siebie przewagi nad innymi. Droga ta byłaby ciągłym konfliktem ograniczonych interesów, kończącym się w chaosie i stagnacji. Jest to pewna droga do porażki.

Wszystkie tradycje naszej przeszłości, wszystkie lekcje naszego dziedzictwa, wszystkie obietnice naszej przyszłości wskazują na inną drogę – drogę wspólnego celu i przywrócenia wartości amerykańskich. Ta ścieżka prowadzi do prawdziwej wolności dla naszego narodu i dla nas samych. Możemy podjąć pierwsze kroki na tej drodze, gdy zaczniemy rozwiązywać nasz problem energetyczny.

Raport
Klubu
Rzymskiego



1972



JIMMY CARTER
prezydent USA
1977-1981



Wystąpienie
prezydenta
Cartera »

1977



Wystąpienie
prezydenta
Cartera »

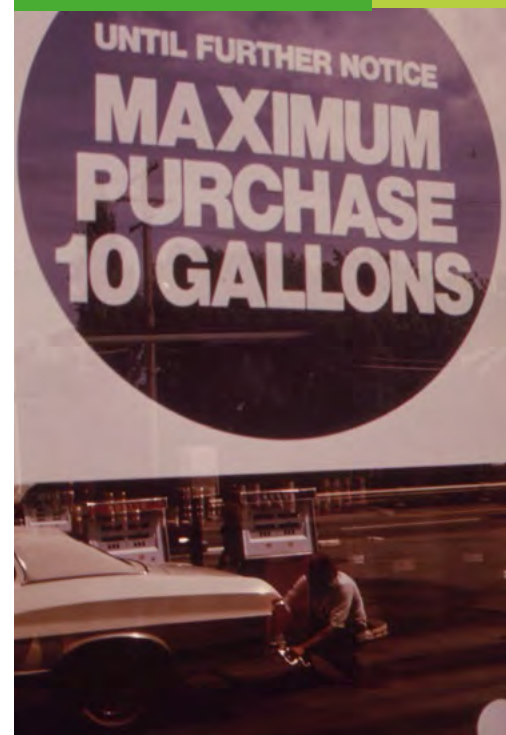
1979

Słowa prezydenta USA skierowane były do Amerykanów, ale dobrze wyrażają wybór, przed jakim stanęły w tamtym czasie również inne kraje rozwinięte, podobnie jak USA dotknięte kryzysem paliwowym i wynikającym z niego kryzysem gospodarczym.

Amerykanie dokonali wyboru – jak wiemy, na kolejnego prezydenta wybrali Ronalda Reagana. Jego polityka w wielu aspektach była przeciwieństwem podejścia Cartera. Dla Reagana rozwój gospodarki miał absolutny priorytet, a jego poglądy odnośnie przyrody dobrze oddają takie jego wypowiedzi jak: *jeśli widziałeś(aś) jedno drzewo, to tak jakbyś widział(a) wszystkie* (ang. *If you've seen one redwood tree, you've seen them all*) czy *drzewa powodują więcej zanieczyszczeń niż samochody* (ang. *trees cause more pollution than automobiles do*).

I znów, ten wybór prezydenta w USA jest znamienny dla nastrojów w tamtym okresie również w innych krajach rozwiniętych gospodarczo – w Europie Zachodniej, Kanadzie, Australii. W latach 80. zakończył się kryzys paliwowy, powrócił szybki wzrost gospodarczy, optymizm konsumencki i stopniowo zapomniano o zagrożeniach związanych z negatywnym wpływem odpadów i emisji gazów cieplarnianych czy o pracach Klubu Rzymskiego ostrzegających, że wykładniczy wzrost gospodarczy nie może trwać wiecznie.

Także większość ekonomistów nie zwracała uwagi na te zagrożenia. Kluczowym zagadnieniem, którym zajmowali się w tamtym czasie ekonomiści, było poszukiwanie metod przyspieszenia wzrostu gospodarczego i trwałego utrzymania go w czasie. Ta opinia może być krytykowana przez ekonomistów, ale z dalszej perspektywy widać, że większość zagadnień, którymi ekonomia zajmuje się od połowy XX wieku, takich jak polityka fiskalna, polityka monetarna, migracje ludności, różnice dochodowe między regionami, poziom zatrudnienia, transfery socjalne, a także stan środowiska naturalnego, było (i nadal jest) analizowane przede wszystkim w kontekście ich wpływu na tempo rozwoju gospodarki. Za taki stan rzeczy odpowiadają nie tylko ekonomiści, ale – może nawet w głównym stopniu – ludzie, którzy często wyżej cenią bogacenie się niż dbanie o przyrodę i zgodnie z takimi preferencjami dokonują decyzji wyborczych.



➔ Kryzys paliwowy, USA.
Maksymalna ilość sprzedawanego paliwa to 10 galonów.

WZROST WYKŁADNICZY

Prof. Albert Bartlett (1923–2013) to profesor fizyki, który uważał, że:

Największym ograniczeniem rasy ludzkiej jest niezdolność do zrozumienia funkcji wykładniczej.

ang. *The greatest shortcoming of the human race is our inability to understand the exponential function.*

Przez całą swoją karierę naukową starał się wyjaśnić ludziom, w jak najbardziej przystępny sposób, na czym polega funkcja wykładnicza. Swoją wykład na ten temat wygłosił 1742 razy.



Jeden z wykładów można zobaczyć tu:

“Arithmetic, Population and Energy” – a talk by Al Bartlett »



W środowisku ekonomicznym silny głos wzywający do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych ponownie pojawił się w 2006 roku, gdy zespół kierowany przez Nicolasa Sterna przedstawił obszerny, ponad 600 stronicowy raport analizujący wpływ zmiany klimatu na światową gospodarkę.

Raport stwierdzał, że należy jak najszybciej podjąć zdecydowane działania ograniczające poziom emisji gazów cieplarnianych, ponieważ korzyści płynące z podjęcia działań zapobiegających zmianie klimatu są znacznie większe niż ich koszty, a sama zmiana klimatu wiąże się z ogromnym, trudnym obecnie do dokładnego oszacowania ryzykiem. Przyszłe koszty ekonomiczne spowodowane zmianą klimatu szacowano w zakresie od 5% aż do 20% światowego PKB rocznie, natomiast koszt działań zapobiegawczych określono na poziomie 1-2% światowego PKB.

Reakcje na raport zespołu Sterna były zróżnicowane. Dla części decydentów był on ważnym argumentem motywującym do podjęcia działań ograniczających zmianę klimatu. Np. ówczesny premier Wielkiej Brytanii, Tony Blair powiedział „Jeśli nie sprostamy temu wyzwaniu, nie wierzę, że będziemy w stanie wytłumaczyć się przyszłym pokoleniom, które zawiedliśmy.” Pojawiały się również liczne głosy krytyczne, oskarżające autorów raportu o nadmiernie alarmistyczny ton (np. Bjorn Lomborg, 2006) lub sugerujące, że w istocie raport został przygotowany po to, aby uzasadnić podniesienie podatków od paliw (Daily Telegraph, Ruth Lea, 2006). Środowisko ekonomiczne również było podzielone w ocenie raportu. Część ekonomistów oceniła go pozytywnie (np. R. Solow, J. Mirrelees, J. Stiglitz, J. Sachs), ale znaczna część oceniła raport negatywnie. Najczęściej krytykowano zbyt niski poziom stopy dyskontowej przyjęty w raporcie, czyli parametr który określa w jakim stopniu pomniejszamy obecną wartość przyszłych strat. William Nordhaus w swojej recenzji raportu zespołu Sterna argumentował, że jednym z głównych wniosków płynących z badań oceniających ekonomiczną opłacalność ograniczania zmiany klimatu jest, że w najbliższych latach należy ograniczać emisje gazów cieplarnianych tylko w niewielkim stopniu, a w kolejnych dekadach te ograniczenia należy stopniowo zwiększać. Dlatego Nordhaus uważał, że główny wniosek płynący z raportu, mówiący, że emisje gazów cieplarnianych należy zmniejszać już teraz, jest sprzeczny z ustaleniami współczesnej ekonomii (Nordhaus, 2007).

W odpowiedzi na tę krytykę oraz oceniając raport z perspektywy kilku lat, Nicolas Stern na Światowym Forum Ekonomicznym w 2013 roku powiedział: „Patrząc wstecz, nie doceniłem ryzyka. Wydaje się, że planeta i atmosfera pochłaniają mniej dwutlenku węgla, niż się spodziewaliśmy, a emisje szybko rosną. Niektóre z prognozowanych skutków pojawiają się szybciej, niż wtedy myśleliśmy.” Jego zdaniem, nie ograniczając emisji gazów cieplarnianych, świat jest na ścieżce w kierunku podniesienia średniej temperatury o 4 °C.



Pełna treść raportu zespołu Sterna, 2006 »



Recenzja raportu zespołu Sterna, napisana przez W. Nordhaus:

William Nordhaus, A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change »

NAGRODA NOBLA DLA WILLIAMA NORDHAUSA

William Nordhaus jest wybitnym ekonomistą, który już od lat 70. podejmuje temat związków gospodarki i globalnego ocieplenia. Jest autorem szeregu książek na ten temat, a od 1985 roku wspólnie z Paulem Samuelsonem jest autorem bardzo popularnego podręcznika do ekonomii („Ekonomia” – 19 edycji od 1948 roku, w 17 językach). Wiemy, że Nordhaus powinien być świadomy negatywnego oddziaływania gospodarki na środowisko oraz rozumieć, jakie ograniczenia ma ocenianie sukcesu ekonomicznego wyłącznie za pomocą tempa wzrostu gospodarczego. Sam opisywał to już w 1972 roku, w artykule „Is Growth Obsolete?” (pl. „Czy Wzrost jest przestarzały?”) i do dziś prezentuje podobne poglądy w wystąpieniach na temat ekonomii i środowiska.

To właśnie on, w pracy z 1975 roku, **jako pierwszy zaproponował górny limit dopuszczalnego ocieplenia klimatu w odniesieniu do czasów przedprzemysłowych**. Założył, że zmiana temperatury powinna się mieścić w zakresie obserwowanym w ciągu ostatnich kilkuset tysięcy lat i uznał, że wzrost temperatury o 2-3°C w odniesieniu do czasów przedprzemysłowych powinien być górnym limitem dopuszczalnego zakresu zmian. Nordhaus podkreślał, że zaproponowany przez niego standard (2°C) należy traktować bardzo umownie, bo on sam miał duże zastrzeżenia, co do procesu prowadzącego do jego ustalenia. Jednak z upływem czasu limit 2°C był coraz częściej przyjmowany za obowiązujący, a Nordhaus został powszechnie uznany za osobę, która pierwsza ten limit określiła.

W kolejnych dekadach Nordhaus dalej zajmował się tematem wpływu globalnego ocieplenia na wzrost gospodarczy, a przygotowane przez jego zespół analizy są jednymi z najważniejszych prac w tym temacie we współczesnej ekonomii. Z punktu widzenia niniejszego kursu, szczególnie istotne są rozwijane od lat 90. XX w. modele DICE (Dynamic Integrated Climate-Economy model) opisujące związki między gospodarką a skalą zmian klimatycznych.

Czytając uzasadnienie Akademii, przyznającej w 2018 roku nagrodę Nobla Nordhausowi i Romerowi (drugi ekonomista, który tego roku dostał nagrodę), widzimy, dlaczego jego prace zdobyły szczególne uznanie:

Jako pierwszy stworzył model ilościowy, który opisał wzajemną zależność między gospodarką a klimatem.

(William D. Nordhaus has pioneered a framework for understanding how the economy and climate of our planet are mutually dependent on each other.)

oraz

(...) obaj kandydaci wprowadzili wiedzę i przyrodę do sfery analizy ekonomicznej i sprawili, że stały się jej integralną częścią.

(...the two laureates have brought knowledge and nature into the realm of economic analysis and made them an integral part of the endeavour.)



WILLIAM NORDHAUS
nagroda Nobla za 2018
w dziedzinie ekonomii



William Nordhaus:
The Economics
of Climate
Change »



Uzasadnienie Akademii,
przyznającej nagrody Nobla
z dziedziny Ekonomii
w 2018 roku »

Niezależnie od tego, czy rzeczywiście to prace Nordhaua i Romera jako pierwsze wprowadziły (ponownie) przyrodę do analizy ekonomicznej, właśnie to było zdaniem Akademii w nich wyjątkowe i zasługiwało na nagrodę. I rzeczywiście, należy doceniać Nordhaua za to, że niejako „przetłumaczył” argumenty naukowców zajmujących się klimatem od strony przyrody (biologów, fizyków) na język ekonomii. Poprzez stworzenie modelu, który pozwala wyrazić efekty zmiany klimatu w wartościach finansowych, ekonomiści zostali bliżej włączeni w prace nad tym zjawiskiem.

Jednak model DICE opracowany przez Nordhaua spotkał się z uzasadnioną krytyką znacznej części naukowców zajmujących się zmianą klimatu. Zarzuca się mu zbyt daleko idące uproszczenia, prowadzące do skrajnego niedoszacowania wpływu globalnego ocieplenia na stan gospodarki i biosfery. Jest to tym bardziej zaskakujące, że powinien być świadomy zagrożenia ze strony zmiany klimatu i wpływu swoich prac na działania rządów wielu krajów.

Możemy tu zacytować samego Nordhaua, który w trakcie prezentacji wygłoszonej po otrzymaniu nagrody Nobla powiedział:

WILLIAM NORDHAUS

Prof. Steve Keen,
Krytyczna analiza
modelu DICE »

„Wspólnym celem międzynarodowych negocjacji i polityk jest ograniczenie temperatury do 2°C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej. **Szacuje się, że może to kosztować około 4% naszych dochodów w ciągu następnego stulecia lub dwóch. Może to być dobre dla natury, ale w rzeczywistości nie jest to tak atrakcyjne dla wyborców, aby obniżyć ich dochody tak drastycznie...**

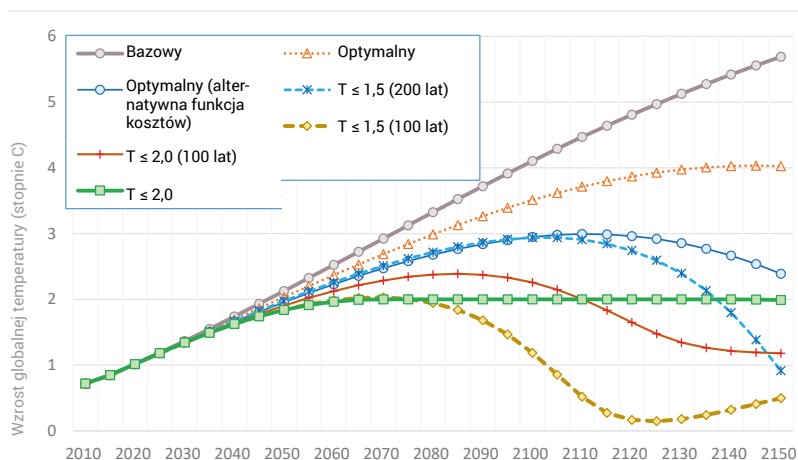
A common goal of the international negotiations and policies is to limit temperature to 2°C above pre-industrial levels and estimates are that that would might cost about 4% of our income over the next century or two. This may be good for nature but it's not actually all that attractive to voters to reduce their income that sharply...

(Prezentacja po otrzymaniu nagrody Nobla, 9 grudnia 2018)

Takie słowa zaskakują. Jak to możliwe, że Nordhaus uznaje 4% dochodu za zbyt wysoki koszt, aby zapobiec negatywnym skutkom zmiany klimatu?

W czasie tej prezentacji Nordhaus przedstawił wykres pokazujący, jak będzie się zmieniać średnia temperatura w miarę upływu czasu, zakładając różne podejścia do ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Jak widać na wykresie zamieszczonym poniżej, w scenariuszu uznanym za „Optymalny” temperatura rośnie o 4°C, co jest wartością uznaną przez środowisko naukowe reprezentowane przez IPCC za wartość zdecydowanie wykraczającą poza bezpieczny poziom. Wzrost temperatury o 4°C zgodnie z raportami IPCC oznacza katastrofalne zmiany na Ziemi, zagrażające istnieniu życia w formie, jaką znamy (poprzez spowolnienie cyrkulacji oceanicznej, odtlenianie oceanów, załamanie się rolnictwa i wiele innych zjawisk szerzej opisanych w innych lekcjach). W raportach IPCC taki wzrost temperatury pojawia się w najbardziej pesymistycznym scenariuszu – RCP8.5 (więcej na ten temat w kolejnych lekcjach) – zakładającym brak działań ograniczających zmianę klimatu (tzw. „business as usual”).

Zmiana temperatury w zależności od działań ograniczających zmianę klimatu.



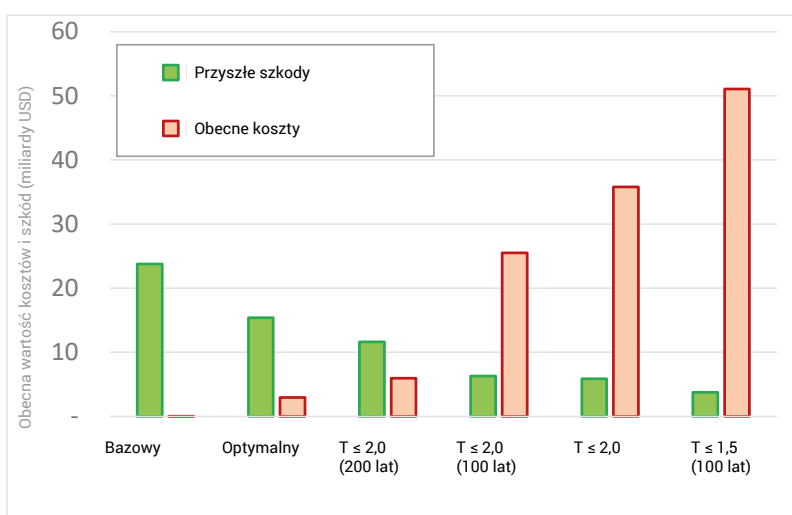
Rysunek 1. Slajd nr 6 z prezentacji „Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics” W. Nordhaua wygłoszonej po otrzymaniu nagrody Nobla w 2018 r.

źródło: <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/10/nordhaus-slides.pdf>

Dlaczego tak wysoki wzrost temperatury jest uznany przez laureata nagrody Nobla za optymalny? Wynika to z przeprowadzonej analizy kosztów i korzyści, przedstawionej na kolejnym wykresie, przedstawiającym różne scenariusze: „Bazowy” (nie zapobiegamy zmianom klimatu), „Optymalny” (zapobiegamy, ale w niewielkim stopniu), oraz scenariusze dla sytuacji, gdy emisje gazów cieplarnianych są ograniczone tak, aby maksymalny wzrost temperatury nie przekraczał 2°C (w różnych perspektywach czasowych) lub 1,5°C. Zielone słupki oznaczają koszty, które poniesiemy w przyszłości z powodu negatywnych efektów zmian klimatu, a czerwone oznaczają koszty, które trzeba ponieść teraz, aby dany scenariusz zrealizować.

Na podstawie tych danych, zdaniem Nordhaua, nie należy istotnie ograniczać zmiany klimatu, bo koszty zapobiegania jej są wyższe niż potencjalne korzyści w przyszłości. Jego zdaniem, należy ograniczać zmianę klimatu tylko trochę (scenariusz „Optymalny”), bo wtedy łączne koszty poniesione dziś i koszty wynikające ze szkód wywołanych zmianą klimatu w przyszłości są najniższe.

Koszty zapobiegania oraz szkody, przy różnych działaniach ograniczających zmianę klimatu.



Rysunek 2. Slajd nr 7 z prezentacji „Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics” W. Nordhaua wygłoszonej po otrzymaniu nagrody Nobla w 2018 r.

źródło: <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/10/nordhaus-slides.pdf>

Z takim podejściem całkowicie nie zgadza się znaczna część naukowców zajmujących się klimatem. Prof. Steve Keen argumentuje, że nie można budować modelu oceniającego przyszły wpływ dużych zmian temperatury na gospodarkę na podstawie relacji pomiędzy temperaturą a PKB, które występują dziś. Taka analiza pomija fakt, że ekosystemy planety zaczynają inaczej funkcjonować, gdy temperatura się zmienia i istniejące dziś zależności przestają obowiązywać. Klimatolodzy zwracają uwagę, że zmiana klimatu wiąże się z dużym prawdopodobieństwem wystąpienia gwałtownych, skokowych zmian w funkcjonowaniu podstawowych systemów regulujących klimat Ziemi, takich jak np. zniknięcie pokrywy lodowej na biegunie północnym czy spowolnienie lub wręcz zatrzymanie Prądu Zatokowego.

Ponadto, wg modelu DICE, jedyny efekt zmiany klimatu to wzrost średniej temperatury, a wszystkie inne parametry klimatyczne, pozostają bez zmian. Jest to bardzo istotne uproszczenie, zakładające, że poszczególne strefy klimatyczne zmieniają jedynie swój obszar występowania, ale jakościowo pozostaną takie same. Model DICE zbudowano na danych o zależnościach pomiędzy poziomem dochodów, a temperaturą występującą obecnie w różnych rejonach świata. Te dane wykazały słabą zależność pomiędzy tymi zmiennymi. Przyjęto, że ta sama zależność będzie prawidłowo opisywać wpływ przyszłej zmiany klimatu na gospodarkę.

Zaprezentowany przez Nordhousa model DICE, w uznanym za optymalny scenariuszu wzrostu temperatury o 4°C, prognozuje zmniejszenie światowej gospodarki jedynie o 3,6%. Jak nierealistyczne są te założenia, widać, zestawiając je z danymi o średniej temperaturze w czasie ostatniej epoki lodowej. Matematyczna formuła modelu DICE zakłada takie same szkody dla gospodarki, niezależnie od tego, czy temperatura rośnie, czy spada.

Temperatura w czasie epoki lodowej była niższa o ok. 4°C niż dziś, zatem w tym przypadku model również powinien prognozować spadek PKB o 3,6%. Oczywiście nie wiemy i nie możemy sprawdzić, jaki wpływ taki spadek temperatury miałby na gospodarkę, ale wiemy, że w tym czasie tereny Europy na północ od Berlina oraz Ameryki na północ od Nowego Jorku pokryte były warstwą lodu o kilometrowej grubości. To pokazuje skalę zmian w ekosystemach, jaką wywołuje zmiana temperatury o 4°C i naprawdę trudno przypuszczać, że ich wpływ na gospodarkę byłby tak ograniczony.

Bardzo ważnym zarzutem wobec prac Nordhousa jest ich realny wpływ na reakcje rządów na zmianę klimatu. Zdaniem naukowców zajmujących się klimatem, takie opracowania, jak opisany wyżej model DICE, w praktyce legitymizują brak działania jako właściwą reakcję na katastrofalną zmianę klimatu. Nadają wzrostowi gospodarczemu najwyższy priorytet, a deprecjonują egzystencjalne zagrożenia będące konsekwencją katastrofy klimatycznej.

Uproszczone analizy, nieuwzględniające podstawowej wiedzy o fizycznych mechanizmach sterujących klimatem Ziemi oraz o wrażliwości ekosystemów na zmiany temperatur, prowadzą do wyników, które dają złudne poczucie bezpieczeństwa, a dla decydentów stają się wygodną wymówką do ignorowania zagrożenia.



Prof. Steve Keen's presentation „Flawed Approaches (and a New Approach) to Environmental Challenges” at the OECD Conference „Averting Systemic Collapse” in Paris on September 18th 2019 »



Artykuł naukowy opisujący świat ostatniej epoki lodowej.

N. Ray, J. Adams. A GIS-based Vegetation Map of the World at the Last Glacial Maximum (25,000-15,000 BP) »



Zagadnienie dotyczące świata cieplejszego o 4°C, znajdziesz na stronie 13 tej lekcji.



Artykuł uzupełniający:

O niedocenianiu rzeczywistych kosztów gospodarczych zmian klimatycznych przez ekonomistów »

Suma wyemitowanego CO₂ od lat 70. XX wieku do chwili obecnej jest większa niż suma wszystkich emisji do roku 1970. Czyli w okresie, gdy wiedza o negatywnym wpływie rosnącego stężenia gazów cieplarnianych na klimat i biosferę była dobrze znana, gospodarka światowa wypuściła do atmosfery więcej CO₂ niż w całym wcześniejszym okresie.

Od początku prowadzenia pomiarów stężenia CO₂ wzrasta ono w coraz większym tempie.



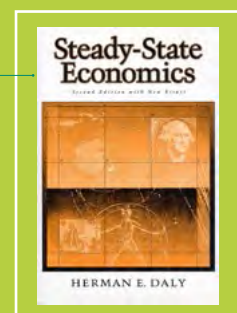
źródło: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/gldata.html>

EKONOMIA EKOLOGICZNA

Nurtem w ekonomii, o którym należy koniecznie szerzej opowiedzieć, jest ekonomia ekologiczna. Uznaje się, że jej głównym założycielem jest prof. Herman Daly, który od lat 70. XX w. rozwija koncepcję gospodarki znajdującej się w stanie stacjonarnym (ang. *steady-state economy*). Podstawowym założeniem, jakie przyjmuje Daly, jest to, że gospodarka stworzona przez człowieka jest podsystemem globalnej biosfery, a nie na odwrót (*The economy is a wholly owned subsidiary of the environment, not the reverse*). Wynika z tego logiczny wniosek, że maksymalna wielkość gospodarki jest ograniczona przez skończoną pojemność biosfery, w której funkcjonuje.

Konkluzja z tego toku myślenia jest rewolucyjna z punktu widzenia dominującej obecnie ekonomii, skupionej na wspomaganiu tempa rozwoju. Oznacza to bowiem, że nieskończony wzrost nie jest możliwy z powodu ograniczonej pojemności naszej planety. Jednak koncepcja stacjonarnego stanu gospodarki nie jest nowa i wcale nie jest aż tak kontrowersyjna, jak się w dzisiejszych czasach wydaje. Klasycy myśli ekonomicznej zakładali, że wzrost ekonomiczny się zatrzyma, gdy gospodarka wykorzysta w pełni dostępne jej zasoby, a populacja osiągnie taką wielkość, jaką jest w stanie utrzymać zajmowany przez nią teren. Takie poglądy można znaleźć u Adama Smitha, Davida Ricardo czy Johna Stuarta Milla. Również patrząc na historię ludzkości z nieco większej perspektywy czasowej, wyraźnie widać, że wzrost gospodarczy nie jest normą, lecz raczej wyjątkowym stanem, który zaczął się wraz z rewolucją przemysłową i zdecydowanie przyspieszył po zakończeniu II wojny światowej.

Herman Daly, mówiąc o celach działalności gospodarczej człowieka, wyraźnie oddziela pojęcia jakościowego rozwoju i ilościowego wzrostu. Postuluje, że ludzkość powinna nauczyć się rozwijać jakościowo, w ramach gospodarki znajdującej się w stanie stacjonarnym, czyli takiej, która co roku zużywa taką samą ilość surowców naturalnych, energii, żywności itd. W takim stacjonarnym ilościowo stanie można rozwijać się poprzez wydajniejsze, jakościowo lepsze wykorzystanie skończonej puli zasobów. Jest to możliwe, ale wymaga użycia innych miar sukcesu niż tempo wzrostu. Jako alternatywną miarę Daly



HERMAN DALY

ur. 1938 r. Ekonomista Banku Światowego, twórca nurtu Ekonomii Ekologicznej, laureat wielu prestiżowych nagród.

Uważa, że wzrost gospodarczy nie może trwać wiecznie. Opracował i szczegółowo opisał założenia gospodarki znajdującej się w stanie stacjonarnym.

wspólnie z Johnem Cobbem uznali Indeks Trwałego Ekonomicznego Dobrobytu (Index of Sustainable Economic Welfare), uwzględniający obok poziomu konsumpcji takie wymiary jak poziom oszczędności, jakość usług, zużycie zasobów naturalnych czy jakość środowiska.

Alternatywą dla stacjonarnego stanu gospodarki jest ilościowa ekspansja, trwająca do momentu przekroczenia pojemności środowiskowej planety. Już w tej chwili, zdaniem Dalego, utrzymywanie wzrostu wymaga korzystania z zasobów środowiska naturalnego (takich jak surowce mineralne, ekosystemy czy paliwa kopalne), które są więcej warte niż wygenerowany tym wzrostem kapitał. Gospodarka znajdująca się w takim stanie, czyli zbyt duża, produkuje więcej negatywnych efektów zewnętrznych (w postaci zanieczyszczeń, odpadów, zniszczonych ekosystemów i zużycia nieodnawialnych surowców) niż wartościowych dóbr. Zatem w całkowitym bilansie stajemy się biedniejsi, a nie bogatsi. Utrzymywanie ilościowego wzrostu gospodarki, która jest już zbyt duża w porównaniu do biosfery, w której istnieje, jest w krótkim okresie niemądre, bo prowadzi do obniżenia jakości życia, a w długim okresie jest niemożliwe.

Kolejną osobą, która istotnie przyczyniła się do rozwoju ekonomii ekologicznej, jest William Rees, profesor Uniwersytetu w British Columbia w Kanadzie. Jest twórcą pojęcia „śladu ekologicznego” (ang. *ecological footprint*), które mierzy, jakiej wielkości biologicznie produktywny obszar jest potrzebny, aby zaspokoić konsumpcyjne potrzeby ludzi. Za pomocą tego pojęcia można ocenić, w jakim stopniu ludzie obciążają ekosystemy Ziemi lub – patrząc na to z drugiej strony – jak bardzo ludzie są zależni od natury. Miara ta jest różna dla poszczególnych krajów świata – w części z nich pojemność środowiska jest większa niż „ślad ekologiczny” wszystkich mieszkańców, a w części z nich jest odwrotnie. W sumie, szacuje się (według danych z 2014 roku), że ludzkość wykorzystuje zasoby naturalne Ziemi szybciej, niż wynosi naturalne tempo ich odnawiania się. Jak to jest możliwe? Oznacza to, że zasoby odnawialne są wykorzystywane zbyt intensywnie – np. skala połowu ryb przewyższa ich roczny przyrost, więcej lasów jest wycinanych lub wypalanych, niż ich co roku przybywa itd. Prof. Rees szacuje, że ludzkość już w tej chwili przekracza o około 30% pojemność środowiskową Ziemi, zatem wyczerpuje zapasy „naturalnego kapitału”.

Jak widać, ekonomia ekologiczna nie zajmuje się tylko negatywnymi skutkami zmian klimatycznych, ale ocenia oddziaływanie gospodarki na środowisko w sposób kompleksowy, traktując zmiany klimatyczne jako ważny, ale tylko jeden z szeregu negatywnych efektów. Jej przedstawiciele uważają, że celem rozwoju gospodarczego nie powinien być wyłącznie ilościowy wzrost gospodarki, ale rozwój dający ludziom większe poczucie satysfakcji z życia i szczęście. Zakładają, że aby to osiągnąć, nie wystarczy tylko coraz wyższy poziom konsumpcji dóbr materialnych, ale trzeba też wziąć pod uwagę inne aspekty życia, na które stale rozrastająca się gospodarka przemysłowa może negatywnie wpływać.

O ZNACZENIU WARTOŚCI, NORM SPOŁECZNYCH ORAZ PRAWA

Cele życiowe i wartości, które wyznajemy, są nadrzędną siłą kierującą naszymi działaniami. To, do czego dążymy, jest zależne od tego, co uznajemy w życiu



Herman Daly (2005)
Economics in a full world »



WILLIAM E. REES

ur. 1943 r. Profesor Uniwersytetu w British Columbia w Kanadzie. Zajmuje ekonomią ekologiczną, dynamiką globalnych zmian oraz ekologicznymi podstawami cywilizacji.

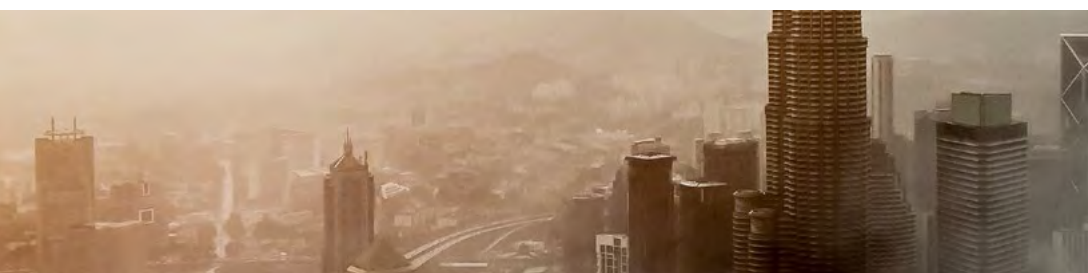


Wystąpienie prof. Wiliama Reesa prezentujące, czym zajmuje się ekonomia ekologiczna, znajduje się tu »

za sukces. Obecnie dominującym wzorem, do którego aspiruje większość ludzi, jest jak najwyższy poziom konsumpcji. Bogactwo definiowane przez drogie przedmioty, duże domy i wakacje w odległych miejscach jest modelem życiowego sukcesu prezentowanym w mediach i kulturze.

Dlatego trudno się dziwić, że w głównym nurcie postaw wobec zmian klimatycznych znajduje się podejście tych ekonomistów, którzy dążą do wysokiego wzrostu gospodarczego, a nie tych, którzy cenią trwałość i bezpieczeństwo biosfery. Dopóki większość ludzi stara się w życiu osiągnąć przede wszystkim wysoki poziom konsumpcji, trudno jest skutecznie wprowadzać w życie rozwiązania pozwalające na uniknięcie katastrofy ekologicznej wywołanej zbyt dużym obciążeniem ekosystemów Ziemi działalnością przemysłową człowieka.

Wartości, które wyznajemy, obowiązują równolegle do formalnie obowiązującego prawa: podatków, regulacji prawnych czy kar. Zastanawiając się, jak można kształtować odpowiedzialne zasady społeczne, należy pamiętać, że prawo w dłuższym okresie kształtuje postawy ludzi. Badania naukowe pokazują, że rozporządzenia prawne w miarę upływu czasu stają się nowymi, wyznawanymi przez ludzi wartościami i preferencjami. Przykładem takiego oddziaływania prawnej regulacji może być nakaz sortowania śmieci, który początkowo był zewnętrznym przymusem, modyfikującym zachowanie ludzi, ale w miarę upływu czasu stał się dla wielu osób zasadą, uznawaną za słuszną i niezależną od obowiązującego prawa. Dlatego ważne jest wdrażanie przepisów, które wspierają odpowiedzialne ekologicznie zachowania, bo wzmacnia to wartości zgodne z takim zachowaniem. Rozwiązania systemowe są potrzebne również dlatego, że klimat i środowisko są dobrami publicznymi (o czym pisaliśmy w lekcji 5) i skuteczne dbanie o nie wymaga skoordynowanych, wspólnych działań.



Godne uznania jest, że w podobnym tonie wypowiada się obecny papież Franciszek, który jest moralnym autorytetem dla wierzących katolików, a często jego opinia jest też brana pod uwagę przez osoby innych religii lub niewierzące. Ze względu na pełnioną funkcję ma on prawo, a wręcz powinność, aby w obecnej sytuacji odwołać się do wartości, które kierują działaniami ludzi. W opublikowanej w 2015 roku encyklice „*Laudato Si'* W trosce o wspólny dom” przywołuje słowa swoich poprzedników, nawołujące do troski o stan środowiska naturalnego. Sam bardzo dokładnie opisuje, w jaki sposób gospodarcza działalność człowieka niszczy środowisko Ziemi oraz szczegółowo i zgodnie z aktualną wiedzą naukową przedstawia mechanizm prowadzący do globalnego ocieplenia. Co ważne, nie tylko opisuje problem, ale też wzywa do działania osoby odpowiedzialne za kształtowanie społecznych i prawnych ram, w których funkcjonujemy.

”

Po okresie irracjonalnej wiary w postęp i ludzkie możliwości część społeczeństwa wkracza w etap głębszej świadomości. Dostrzegamy rosnącą wrażliwość na środowisko i troskę o przyrodę oraz szczerą i pełną bólu obawę o to, co się dzieje z naszą planetą [19].

Wielu z tych, którzy mają więcej środków oraz władzy gospodarczej i politycznej, zdaje się koncentrować głównie na maskowaniu problemów lub ukrywaniu objawów, starając się jedynie o ograniczenie negatywnych skutków zmian klimatycznych. Wiele jednak symptomów wskazuje, że skutki te mogą być coraz gorsze, jeśli będziemy kontynuować aktualne modele produkcji i konsumpcji. Dlatego pilne i konieczne stało się prowadzenie takiej polityki, aby w nadchodzących latach emisja dwutlenku węgla i innych gazów zanieczyszczających została drastycznie zmniejszona [26].



PAPIEŻ FRANCISZEK

2015

WIZJA ŚWIATA CIEPLEJSZEGO O 4°C - ĆWICZENIE

Poniższa mapa została przygotowana przez firmę FutureMap i została nam udostępniona przez jej właściciela Paraga Khanna. Pracuje on jako doradca strategiczny dużych organizacji (np. World Economic Forum czy Siły specjalnych USA). Magazyn „Esquire” wymienił go jako jednego z „75 najbardziej wpływowych ludzi XXI wieku”, a magazyn „Wired” umieścił go na swojej „Smart List”, czyli liście 15 osób, których przyszły prezydent USA powinien słuchać.

Mapa pokazuje, jak zdaniem FutureMap może wyglądać świat cieplejszy o 4°C. Pokazuje, jakie zmiany prognozują specjaliści tej firmy na podstawie wiedzy o skutkach zmiany klimatu oraz spodziewanych zmianach w sposobie produkcji energii. Zakłada, że w wyniku wzrostu średniej temperatury o 4°C obszar międzyzwrotnikowy w większości nie będzie nadawać się do zamieszkania, poziom oceanów podniesie się o 2 metry, a ludzie przeniosą się na północ, na obszary północnej Rosji, Kanady oraz na obecnie niezamieszkałe części Grenlandii czy Antarktydy.

Prognoza zakłada intensywny rozwój produkcji energii odnawialnej: ze Słońca, wiatru oraz źródeł geotermalnych. Instalacje do produkcji tej energii mają być zlokalizowane głównie na terenach nienadających się do zamieszkania, a energia ma być przesyłana w formie prądu o wysokim napięciu do zaludnionych rejonów.

Spójrz proszę na tę mapę i zastanów się, które z prognozowanych zmian są prawdopodobne, a które nie. Dlaczego? Czy Twoim zdaniem coś należałoby zmienić w tej mapie? Zastanów się nad tym, a później przeczytaj nasz komentarz do tej prognozy.

WIZJA ŚWIATA CIEPLEJSZEGO O 4°C - ĆWICZENIE

Przeście Arktyczne

Pozbawiona pływającego lodu, ta cenna droga jest otwarta cały rok, udostępniając połączenie transportowe pomiędzy zamieszkałymi obszarami Kanady i Rosji.

Kanada

Stabilne opady i cieplejsze temperatury dają dobre warunki wzrostu dla większości roślin uprawnych świata.

Grenlandia

Pokrywa lodowa Grenlandii będzie się gwałtownie topić.

Północna Afryka/ Bliski Wschód/ Południowe USA

Pas Energii Słonecznej rozciąga się na tysiące kilometrów, dając energię fotowoltaiczną i termalną. Prąd o wysokim napięciu jest przesyłany na północ.

Południowa Europa

Pustynie wkraczają na kontynent, rzeki wysychają, a Alpy są bezśnieżne. Na północnych krańcach obszaru hodowane są kozy i inne wytrzymałe zwierzęta.

Skandynawia/Wielka Brytania/ Północna Rosja/ Grenlandia

Zwarte miasta, z wysoką zabudową dadzą schronienie dla większości populacji.

Syberia

Stabilne opady i cieplejsze temperatury dają dobre warunki wzrostu dla większości roślin uprawnych świata.

Południowe Chiny

Osuszone rzeki i warstwy wodonośne oznaczają, że ten region został porzucony. Intensywne monsuny dodatkowo przyczyniły się do erozji gleby, zostawiając suchy pył.

Południowo-zachodnie USA

Pustynnie zmusza ostatnich mieszkańców tego regionu do migracji na północ. Rzeka Kolorado jest tylko wspomnieniem. Teren jest używany do produkcji energii z paneli słonecznych oraz geotermalnej.

Peru

Topnienie lodowców spowodowało, że ten obszar jest suchy i niezdatny do zamieszkania.

Zachodnia Antarktyda

Teraz nie do rozpoznania. Gęsto zaludniona, z pełnymi wieżowcami miastami.

Amazonia

Pustynia.

Patagonia

Topniejące lodowce odsłaniają nowe tereny dla rolnictwa, jednak słabe gleby są bardzo wymagające.

Afryka

Głównie pustynia, ale niektóre modele prognozują zazielenienie części zachodniej Sahary.

Azja

Większość lodowców w Himalajach stopiła się, co miało poważne konsekwencje dla rzek tego regionu. Bangladesz jest w większości opuszczony, podobnie jak południowe Indie, Pakistan i Afganistan. Pozostają małe, odizolowane społeczności.

Australia

Na dalekiej północy i na Tasmanii istnieją zwarte miasta oraz uprawiana jest żywność. Pozostała część kontynentu przeznaczona jest na produkcję energii słonecznej oraz kopalnie.

Polinezja

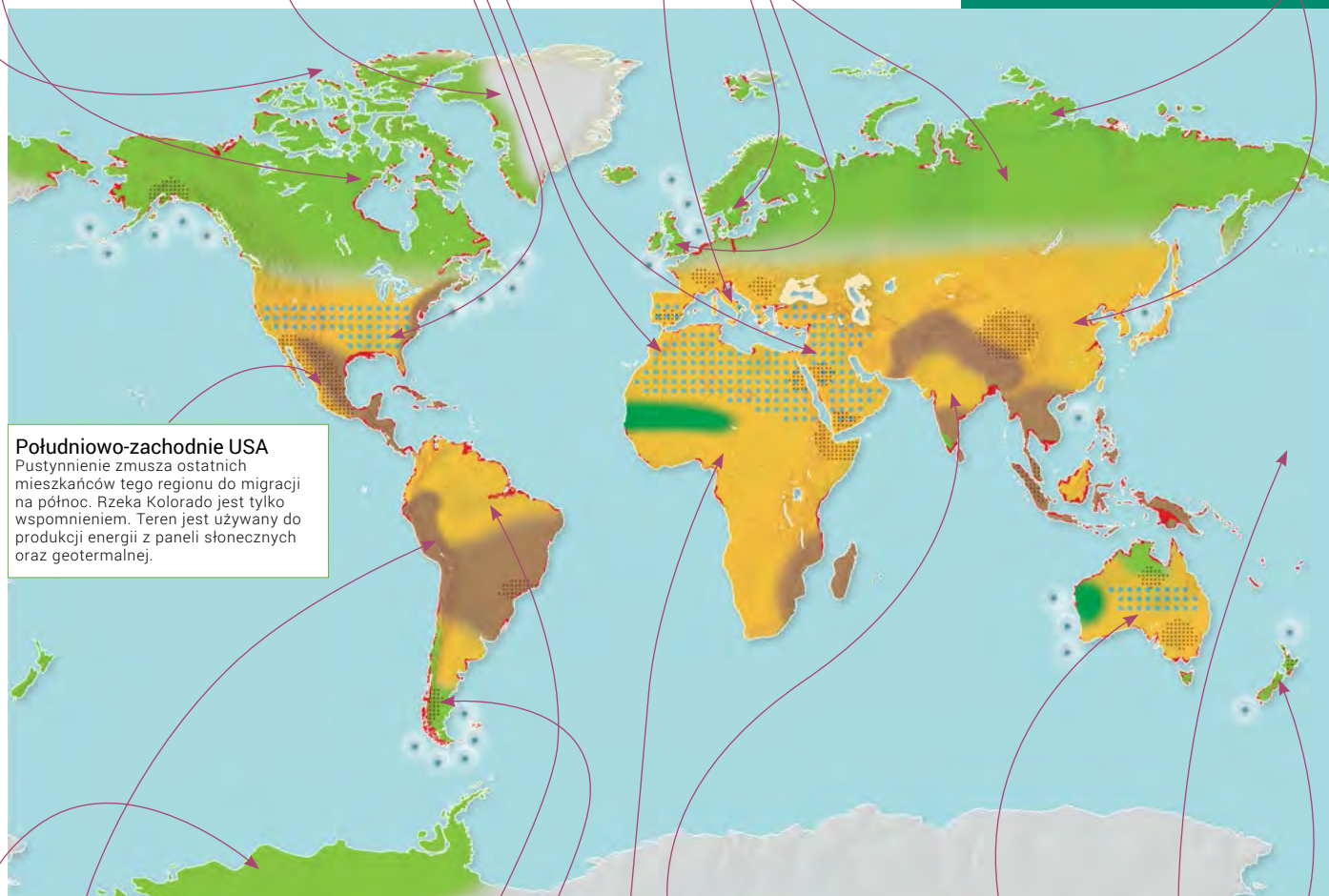
Zniknęła pod powierzchnią wody.

Nowa Zelandia

Teraz nie do rozpoznania. Ta gęsto zaludniona wyspa ma pełne wieżowców miasta i zaawansowane rolnictwo.

-  Obszary uprawy rolnej/miasta
-  Pustynie, niezdatne do zamieszkania
-  Niezdatne do zamieszkania z powodu powodzi, suszy lub gwałtownej pogody
-  Potencjał dla odtworzenia lasów

-  Tereny utracone z powodu wyższego poziomu oceanów (+2 metry)
-  Energia słoneczna
-  Energia geotermalna
-  Energia z wiatru



Rysunek 3: Mapa przedstawiająca jak świat może wyglądać, gdy średnia temperatura wzrośnie o 4°C.

Źródło: @ Connectography (2016) by Parag Khanna

WIZJA ŚWIATA CIEPLEJSZEGO O 4°C - ĆWICZENIE

KOMENTARZ:

Ta mapa pokazuje potężne zmiany, które mogą wystąpić w wyniku zmiany klimatu. Już to, co jest na niej przedstawione, wygląda dramatycznie, ale należy zaznaczyć, że nie ma tu informacji o szeregu problemów ekologicznych, o których pisaliśmy we wcześniejszych rozdziałach kursu i które z wysokim prawdopodobieństwem mogą wystąpić przy znacznym ociepleniu planety.

Poniżej są krótkie komentarze dotyczące konkretnych zmian przedstawionych na mapie:

WZROST POZIOMU OCEANÓW

Poziom oceanów na pewno wzrośnie, obecnie wątpliwości nauki dotyczą jedynie tego, o ile metrów. Pokazana na mapie zmiana o 2 metry jest w dolnym przedziale prognozowanego zakresu. W mniej optymistycznym scenariuszu wzrost poziomu wody może być nawet o kilka metrów wyższy.

PUSTYNNIENIE OBSZARU MIĘDZYZWROTNIKOWEGO

Są to, niestety, prawdopodobne zmiany. Wzrost temperatury może spowodować pustoszczenie znacznych obszarów, obecnie pokrytych roślinnością. Należy zaznaczyć, że te niekorzystne zmiany są przyspieszane przez wypalanie i wycinanie lasów tropikalnych przez człowieka (Amazonia, Borneo, Afryka Centralna). Problem pustoszczenia nie jest niestety ograniczony wyłącznie do obszaru międzyzwrotnikowego. Widać to np. w Polsce, gdzie zmiany w występowaniu opadów i nasilenie parowania prowadzą do pogłębiania się suszy i ryzyka stepowienia, a nawet pustoszczenia znacznych obszarów.

PRZENIESIENIE ROLNICTWA NA TERENY POŁOŻONE NA DALEKIEJ PÓŁNOCY I NA FRAGMENTY GRENLANDII I ANTARKTYDY

Prawdopodobieństwo takiej zmiany jest wysoce wątpliwe. Podstawowym ograniczeniem terenów położonych blisko biegunów jest mniejsza dostępność światła – przez znaczną część roku panuje tam noc, a w okresie letnim Słońce jest nisko nad horyzontem i oświetlenie jest mniej intensywne niż na obszarach położonych bliżej równika.

Nie ma naukowych podstaw, aby sądzić, że możliwe będzie wykorzystanie rolnicze znaczących fragmentów Grenlandii czy Antarktydy. W przypadku Kanady i północnej Rosji może to być bardzo trudne ze względu na ubogą glebę. Nie ma też gwarancji, że opady na tych obszarach będą na tyle regularnie, aby móc tam uprawiać rośliny.

MOŻLIWOŚĆ CAŁOROCZNEJ ŻEGLUGI NA OCEANIE ARKTYCZNYM

Ta zmiana jest pewna. Już teraz obserwujemy, że okres, w którym żegluga jest możliwa, się wydłuża i wiemy, że wkrótce ten szlak wodny będzie dostępny przez cały rok.



Czego możemy oczekiwać w najgorszym przypadku, podążając drogą scenariusza wysokich emisji? Wskazówkę mogą stanowić dawne zmiany klimatu. Przeczytaj artykuł »

WIZJA ŚWIATA CIEPLEJSZEGO O 4°C - ĆWICZENIE

**MIGRACJA LUDNOŚCI NA TERENY POŁOŻONE NA DALEKIEJ
PÓŁNOCY (KANADA, GRENLANDIA, PÓŁNOCNA ROSJA)
ORAZ NA POŁUDNIU (NOWA ZELANDIA, ZACHODNIA ANTARKTYDA)**

Jest bardzo prawdopodobne, że ludzie przeniosą się na te tereny, bo znaczna część obszaru międzyzwrotnikowego może być zbyt gorąca dla organizmu człowieka. Jednak trudno oczekiwać budowy dużych miast na Antarktydzie czy Grenlandii. Zmiana klimatu będzie się wiązała z bardzo poważnymi problemami ekonomicznymi i jest mało prawdopodobne, że gospodarka będzie funkcjonować na tyle sprawnie, aby umożliwić rozwój miast podobny do tego, jaki widzimy obecnie. Poza tym obszary, które dziś są wieloletnią zmarzliną, będą długo topnieć, co oznacza niestabilność gruntu, a to utrudnia budowę i utrzymanie infrastruktury.

TOPNIENIE LODOWCÓW W WYSOKICH GÓRACH

Ta zmiana na pewno nastąpi. Już teraz lodowce w Alpach, Himalajach i innych wysokich górach szybko się topią, co ma konsekwencje dla ludzi żyjących na terenach zasilanych w wodę rzekami powstającymi z górskich lodowców.

**POTENCJAŁ DLA ODTWORZENIA LASÓW W ZACHODNIEJ CZĘŚCI
SAHARY I AUSTRALII**

Taka zmiana jest możliwa, ale trudno określić jej prawdopodobieństwo. Jeśli rzeczywiście wystąpi, to odtworzenie lasu na tych terenach będzie trwało długo, prawdopodobnie nie mniej niż kilka stuleci.

**ROZWÓJ PRODUKCJI ENERGII ODNAWIALNEJ W OBSZARZE
MIĘDZYZWrotnikowym, NA TERENACH NIENADAJĄCYCH SIĘ
DO ZAMIESZKANIA**

Jest to bardzo dyskusyjna zmiana. Idea, aby produkować energię tam, gdzie jest dużo słońca (pustynie w okolicy równika), i transportować ją na tereny zamieszkane przez ludzi, może się wydawać rozsądna. Jednak praktyczna realizacja tego pomysłu jest ograniczona przez warunki fizyczne, możliwości finansowe światowej gospodarki, dostępność surowców potrzebnych do produkcji tych instalacji czy też konieczność ustalenia trwałych, stabilnych porozumień politycznych.

Z tego powodu, produkcja energii odnawialnej w takim kształcie, jak pokazany na tej mapie, jest bardzo mało prawdopodobna. Więcej o wyzwaniach stojących przed energetyką można przeczytać w książkach Marcina Popkiewicza:



Świat na rozdrożu »

Rewolucja energetyczna:
Ale po co? »

WIZJA ŚWIATA CIEPLEJSZEGO O 4°C - ĆWICZENIE

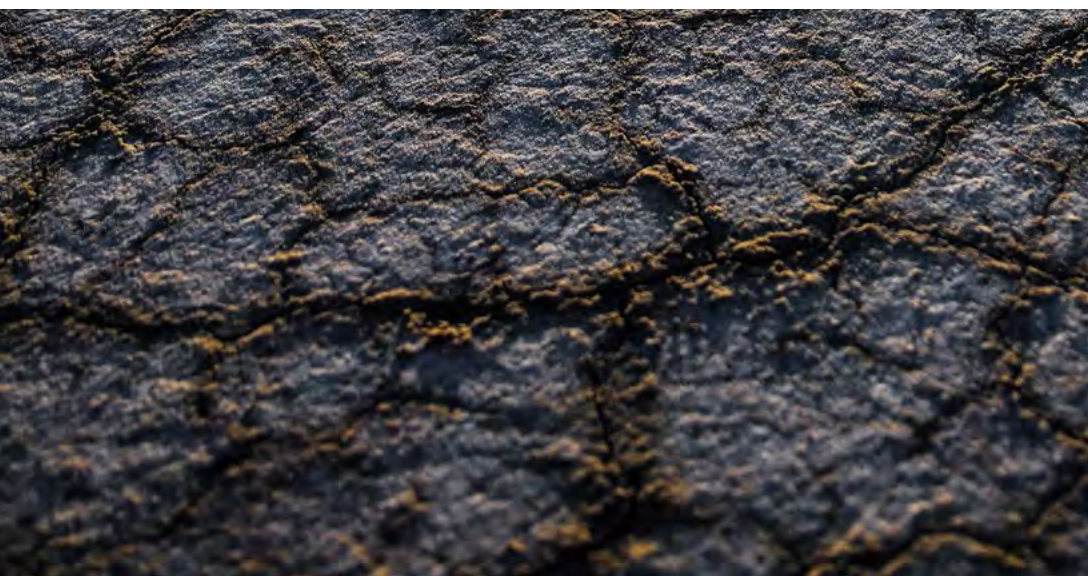
ZAKOŃCZENIE

Chociaż powyższa mapa wygląda dramatycznie, to i tak nie pokazuje wielu innych ważnych zmian, które z wysokim prawdopodobieństwem wystąpią przy tak znacznym ociepleniu planety – takich jak zatrzymanie cyrkulacji oceanicznej, zakwaszenie oceanów, zagłada raf koralowych, przyspieszenie procesu wymierania gatunków i inne.

Prognozowanie, jak świat będzie wyglądał w sytuacji ocieplenia o 4°C, jest trudne, gdyż mówimy tu o systemie na skalę planety (takim systemem jest klimat) i jego interakcji z żywymi ekosystemami, które mogą całkowicie załamać się pod wpływem zmiany klimatu, zachodzącej w tempie bez precedensu. Jednak jeszcze większe źródło niepewności wiąże się z działaniami ludzi, państw i społeczeństw w takiej sytuacji. Trudno też sobie wyobrazić, jakiej skali migracji ludzi i jakich zmian społeczno-politycznych należy się spodziewać w związku z tak dużymi przesunięciami stref klimatycznych. Śmierć nie milionów, a miliardów ludzi, jest bardzo prawdopodobna i niepodobna do niczego, co ludzkość przeżyła do tej pory.

Jeśli uważnie uczestniczyłaś/eś w dotychczasowej części kursu, wiesz także, że zmiana klimatu ma charakter progowy i istnieją w niej punkty krytyczne, których przekroczenie powoduje jej kaskadową eskalację. Wiesz także, że nie wystarczy zaprzestać emisji gazów cieplarnianych, bo te już wyemitowane będą nadal podnosić średnią temperaturę planety, aż do osiągnięcia przez cały system klimatyczny nowego punktu równowagi. Nie ma powodu, aby ocieplenie zatrzymało się nagle w punkcie 4°C. Aby tak się stało, cywilizacja ludzka musiałaby nie tylko przetrwać do tego etapu, ale także aktywnie usuwać dwutlenek węgla z atmosfery (pochodzący zarówno z bieżących, jak i z historycznych emisji).

Dlatego z punktu widzenia reprezentantów nauk ścisłych, fizyki, biologii, klimatologii, scenariusz ocieplenia o 4°C nie tylko nie jest optymalnym zakresem zmiany, ale jest czymś do czego za wszelką cenę nie wolno dopuścić.



Protokół montrealwski jako przykład skutecznego międzynarodowego porozumienia ekologicznego

Protokół montrealwski (PM) jest uznawany za najbardziej udane międzynarodowe porozumienie ekologiczne, które pozwoliło na rozwiązanie problemu „dziury ozonowej”. Porozumienie to stanowi ważny punkt odniesienia dla rozwiązywania przez społeczność międzynarodową innych problemów ekologicznych, w tym problemu globalnego ocieplenia.

Głównym celem tego opracowania jest przedstawienie czytelnikom mechanizmów, które spowodowały, że PM stał się sukcesem, oraz jakie wnioski z realizacji protokołu płyną dla międzynarodowego porozumienia klimatycznego. Opracowanie składa się z czterech części:

- w pierwszej opisujemy, czym jest warstwa ozonowa,
- w drugiej opisujemy problem niszczenia warstwy ozonowej, znany powszechnie jako tzw. „dziura ozonowa”,
- w trzeciej omawiamy mechanizmy, które sprawiły, że do podpisania Protokołu montrealskiego doszło tak łatwo,
- w ostatniej czwartej części omawiamy, jakie wnioski dla międzynarodowego porozumienia klimatycznego mogą być wyciągnięte z Protokołu montrealskiego.

CO TO JEST OZON?

Ozon tworzy się przede wszystkim w górnych warstwach atmosfery, gdzie pod wpływem promieniowania ultrafioletowego (UV) niektóre cząsteczki tlenu (O_2) są rozszczepiane na atomy (O), które reagują z cząsteczkami O_2 , tworząc cząsteczki tlenu trójatomowego (O_3), który nazywa się ozonem. Cząsteczki ozonu są z kolei częściowo rozszczepiane przez światło do atomów tlenu (O) i cząsteczek tlenu dwuatomowego (O_2). To dzięki temu ostatniemu procesowi warstwa ozonowa chroni powierzchnię Ziemi przed nadmierną ekspozycją na promieniowanie UV. W niezanieczyszczonej atmosferze dzięki równoczesnemu powstawaniu i rozkładowi cząsteczek ozonu utrzymuje się stałe stężenie tego gazu.

CO TO JEST DZIURA OZONOWA I DLACZEGO JEST SZKODLIWA?

Od lat 70. ubiegłego wieku obserwuje się znaczne zubożenie stratosferycznej warstwy ozonowej chroniącej życie na powierzchni Ziemi przed promieniowaniem ultrafioletowym. Zmniejszona grubość warstwy ozonowej ma zwłaszcza

CZY WIESZ, ŻE ?

- 📖 Atmosfera ziemską zawiera bardzo małe ilości ozonu, który znajduje się głównie w górnej atmosferze. Jest to tak zwany „dobry ozon” (stratosferyczny), który chroni nas przed promieniowaniem UV, w odróżnieniu od „złego ozonu” (troposferycznego) przy powierzchni ziemi, który pochodzi z zanieczyszczeń i jest szkodliwy (ozon jest silnym utleniaczem i powoduje uszkodzenia w żywych organizmach).
- 📖 Gdyby z górnej atmosfery wyciągnąć cały ozon, to w tzw. warunkach standardowych (czyli przy ciśnieniu 1000 hPa i temperaturze 0°C) molekule ozonu utworzyłyby warstwę o grubości jedynie 3 mm. Grubość warstwy ozonowej podaje się zazwyczaj w specjalnej jednostce zwanej dobsonem (DU), gdzie 1 DU odpowiada grubości 10^{-5} m w warunkach standardowych.

miejsce w wysokich i średnich szerokościach geograficznych, w okresie wiosny i zimy, kiedy przewaga reakcji rozpadu ozonu nad reakcjami prowadzącymi do jego syntezy jest szczególnie widoczna. Odtwarzaniu cząstek ozonu sprzyja bowiem zwiększone natężenie promieniowania słonecznego.

W latach 70. XX wieku odkryto, że w rozbijaniu ozonu mogą brać udział związki chemiczne produkowane przez człowieka – freony (Molina i Rowland, 1974). Jak możesz pamiętać z lekcji czwartej, freony to chloro-fluoropochodne węglowodorów (po angielsku *chloro-flouro carbons*, w skrócie CFC), czyli związki powstające, gdy w węglowodorach alifatycznych (np. metanie, propanie, butanie) atomy wodoru zostaną zamienione na atomy chloru lub fluoru.

Freony to wynalazek amerykańskiego koncernu Du Pont, przez który zostały opatentowane w latach 30. XX w. Freony są bardzo trwałe, niepalne i nieszkodliwe dla człowieka, a jednocześnie łatwo można je skraplać i odparowywać. Z uwagi na swoje właściwości znalazły wiele zastosowań w chłodnictwie (lodówki, przemysłowe systemy chłodnicze) lub jako gazy nośne w puszkach aerozolowych (np. kosmetyki, farby). Ich trwałość powoduje jednak, że gdy freony dostaną się do atmosfery, to pozostają w niej bardzo długo. Rozpaść się mogą jedynie w górnej warstwie atmosfery, gdzie promieniowanie UV powoduje uwolnienie atomów chloru. Niestety w stratosferze uwolnione atomy chloru wchodzi w reakcje z cząsteczkami ozonu. W wyniku tej reakcji powstają zwykłe cząsteczki tlenu (O_2) oraz jony $ClO\cdot$. Atomy chloru w stratosferze działają jak katalizator, jeden atom chloru może zniszczyć wiele cząsteczek ozonu. W rezultacie reakcje niszczenia ozonu zaczynają przeważać nad reakcjami, w których powstaje.

Obszar, w którym grubość warstwy ozonowej spadnie poniżej 220 dobsonów, jest nazywany dziurą ozonową. Próg 220 dobsonów jest umowny, nawet jeśli nie zostaje osiągnięty, to ryzyko chorób związanych ze zwiększoną ekspozycją na UV i tak rośnie wraz z obniżeniem koncentracji ozonu. Według raportu ONZ z 1991 roku, spadek zawartości ozonu o 5% w stratosferze pociąga za sobą wzrost liczby przypadków nowotworów skóry o 26%. Ustalono również, że zmniejszenie warstwy ozonu chroniącej przed promieniowaniem UV wywołuje wiele uszkodzeń wzroku, m.in. zaćmę, a w skrajnych przypadkach nawet ślepotę. Spadek ilości ozonu zaburza ponadto łańcuch pokarmowy i zmniejsza produkcję rolną (większa ekspozycja roślin uprawnych na promieniowanie UV obniża zarówno jakość, jak i wielkość plonów), a także przyspiesza korozję.

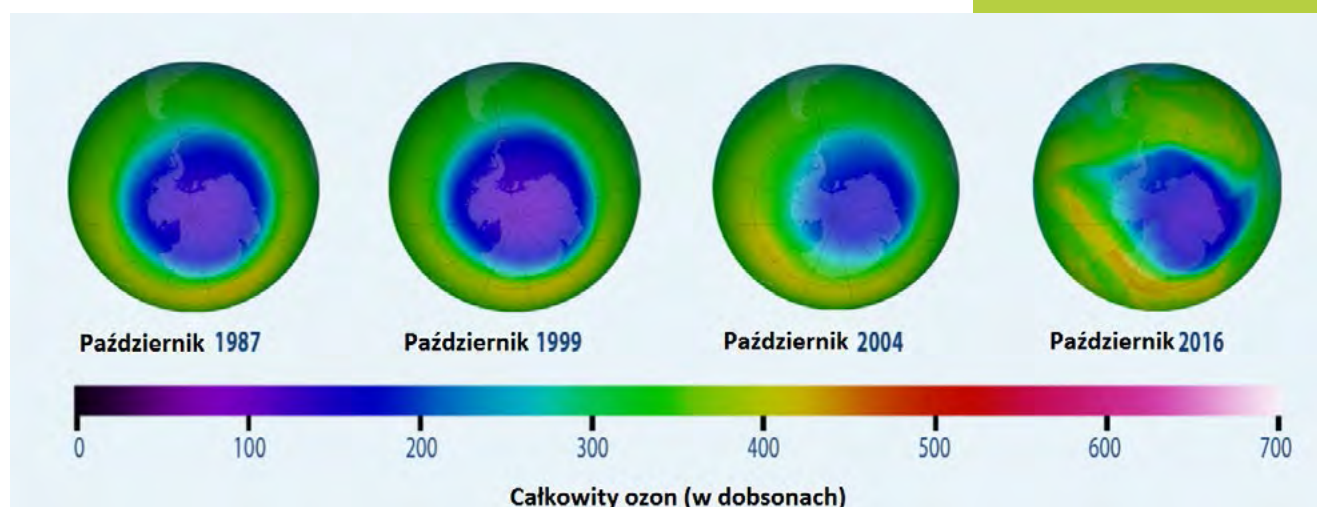
We wrześniu 2006 roku dziura ozonowa osiągnęła maksymalną, kiedykolwiek zaobserwowaną powierzchnię, równą 26,6 mln. km², co zostało przedstawione na rysunek 4 (na niebiesko zaznaczono obszar z koncentracją ozonu poniżej 220 dobsonów).

**Wywiad z prof. Mariem Moliną:**

O ozonie, klimacie i docieraniu do ludzi »



Źródło: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/dziura-ozonowa-historia-sukcesu-365> »



Rysunek 4: Dziura ozonowa nad Antarktydą w latach 1987-2016.

Źródło: TOMS science team & the Scientific Visualization Studio, NASA GSFC

Z punktu widzenia ekonomii warstwę ozonową należy traktować jako dobro publiczne. Wynika to z faktu, że lokalizacja emisji freonu nie ma znaczenia dla występującej nad danym krajem grubości warstwy ozonowej. Wyemitowana do atmosfery cząsteczka freonu, w wyniku ruchów prądów atmosferycznych, może trafić zupełnie gdzie indziej. A zatem żaden kraj nie ma zachęty do tego, aby jednostronnie wprowadzać ograniczenia w emisji freonu. Oznacza to, że w przypadku dziury ozonowej, podobnie zresztą jak w przypadku emisji gazów cieplarnianych, skuteczna walka wymaga ustanowienia globalnych limitów emisji zanieczyszczeń. Jest to ważne rozróżnienie względem na przykład zanieczyszczeń powodujących smog (tj. tlenki azotu, siarki, pyły zawieszone), w przypadku których lokalne działania bezpośrednio przekładają się na lokalną poprawę jakości powietrza.

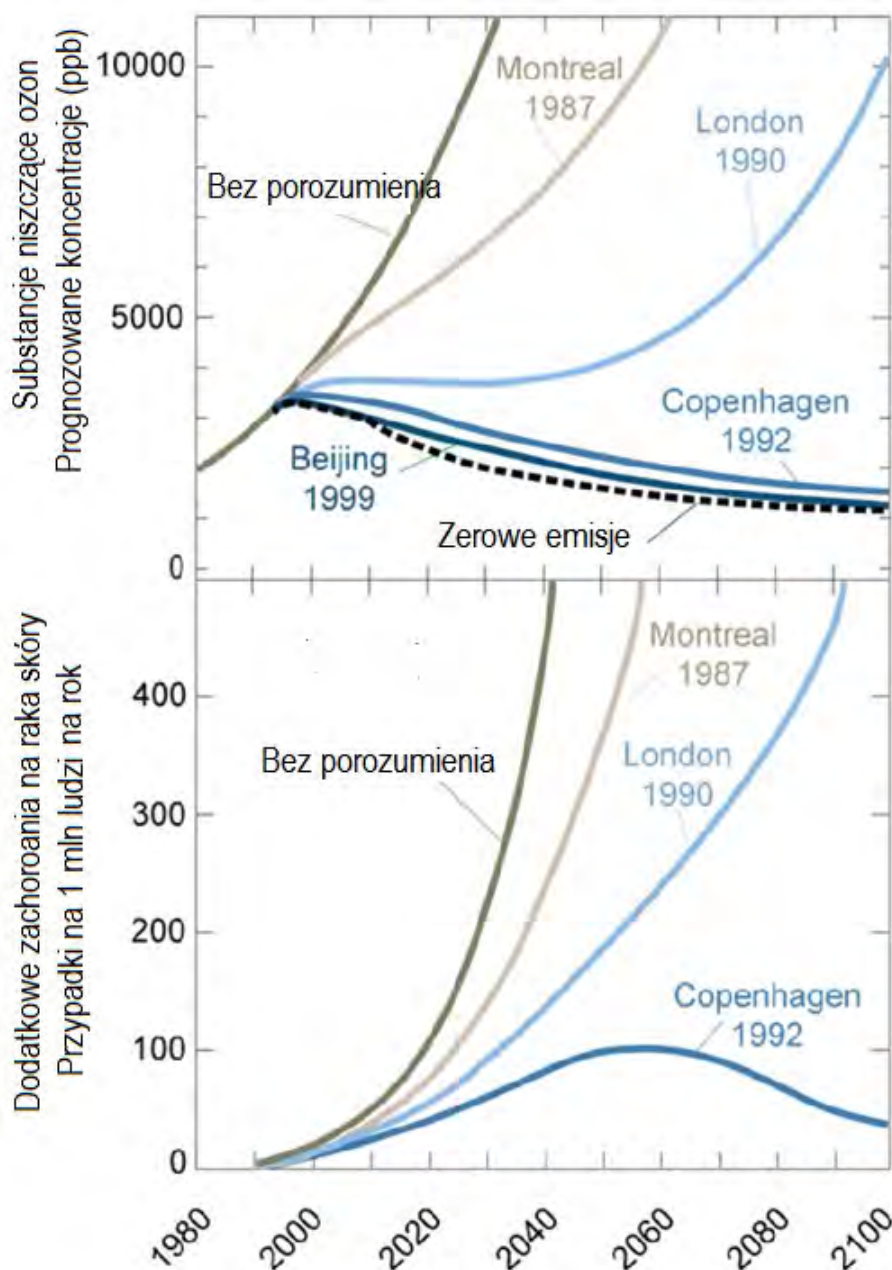
PROTOKÓŁ MONTREALSKI

W odpowiedzi na rosnącą liczbą dowodów na niszczący wpływ freonów na warstwę ozonową, w 1985 roku państwa zrzeszone w ONZ uchwaliły Konwencję Wiedeńską o ochronie warstwy ozonowej, a w 1987 roku tzw. Protokół montrealwski (protokół do tej konwencji, w skrócie PM). Dokumenty zostały ratyfikowane przez wszystkie kraje świata, które tym samym zobowiązały się do stopniowego wycofania z produkcji substancji niszczących ozon, a przede wszystkim freonów. Postanowienia protokołu były kilkakrotnie poprawiane, by ostatecznie doprowadzić do spadku koncentracji freonów w atmosferze. Na rysunku 5 przedstawiono zarejestrowany i oczekiwany wpływ na ozon substancji uwzględnionych w Protokole montrealskim. Czarna ciągła linia oznacza obserwacje i projekcje na przyszłość w przypadku, gdyby Protokół montrealwski nie został podpisany. Kolorowe linie pokazują prognozy przy założeniu, że protokół będzie realizowany w pierwotnym brzmieniu oraz po kolejnych poprawkach. Na rysunku poniżej przedstawiono ponadto oszacowania liczby dodatkowych zachorowań na raka skóry dla kolejnych wersji porozumienia.

Dobra publiczne zostały szczegółowo omówione w lekcji 5.



**KLIMATYCZNE
ABC**

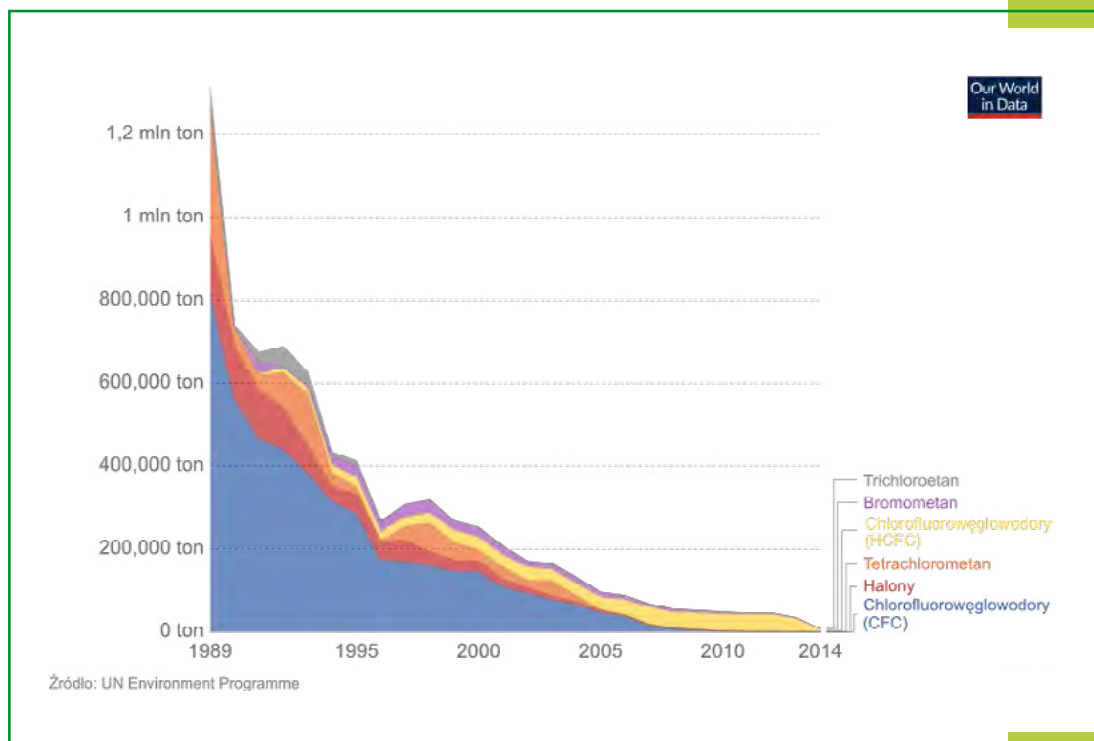


Rysunek 5: Zarejestrowany i oczekiwany wpływ na ozon substancji uwzględnionych w Protokole montreal'skim i dla kolejnych poprawek oraz dodatkowe zachorowania na raka skóry (na 1 mln mieszkańców) w różnych wariantach.

Źródło: Cancer Council Australia. Skin cancer: facts and figures. Sydney: Cancer Council Australia, www.cancer.org.au/cancersmartlifestyle/SunSmart/Skincancerfactsandfigures.html.

Przy okazji warto zauważyć, że Protokół montreal'ski znacząco zmniejszył także zagrożenie związane ze zmianą klimatu, ponieważ freony są silnymi gazami cieplarnianymi i gdyby ich dodawanie do atmosfery nie zostało zahamowane, mielibyśmy dziś do czynienia z dużo silniejszym efektem cieplarnianym.

Rysunek 6 pokazuje, jak z biegiem lat zmieniało się zużycie substancji objętych Protokołem montreal'skim. Ponieważ czas życia freonów w atmosferze jest bardzo długi, spodziewamy się jednak powolnego, trwającego kilkadziesiąt lat spadku ich wpływu na ozon. W połowie XXI wieku sytuacja powinna wrócić do stanu z lat 80. XX wieku. Pojawiły się już pierwsze opracowania wykazujące, że warstwa ozonowa zaczęła się z wolna odbudowywać, oraz wiążące ten fakt z malejącymi koncentracjami substancji niszczących ozon (Solomon i in., 2016).



Rysunek 6: Światowe użycie substancji niszczących ozon w latach 1989-2014.

Źródło: Wykres na podstawie danych UNEP za Our World in Data.

WNIOSKI PŁYNĄCE Z PROTOKOŁU MONTREALSKIEGO DLA GLOBALNEGO POROZUMIENIA KLIMATYCZNEGO

Porozumienie z Montrealu stanowi ważny punkt odniesienia dla rozwiązywania przez społeczność międzynarodową innych problemów ekologicznych, w tym problemu globalnego ocieplenia. W tej części opracowania zastanowimy się, czy i w jakiej części doświadczenia związane z PM mogą zostać wykorzystane do rozwiązania problemu globalnego ocieplenia.

Problem dziury ozonowej i globalnego ocieplenia, jeżeli chodzi o mechanizmy związane z zachowaniem biznesu, polityków i opinii publicznej, są w wielu wymiarach podobne. Aby zrozumieć dlaczego PM okazał się sukcesem, a globalne porozumienie rodzi się w bólach, przeanalizujemy teraz kalendarium wydarzeń i strategię głównych graczy.

W pierwszej połowie lat 70. zostały opublikowane pierwsze prace (Johnston, 1971; Molina i Rowland, 1974), które zaczęły wskazywać na związek pomiędzy stężeniem stratosferycznego ozonu a emisją freonów. Po ukazaniu się tych artykułów, a zwłaszcza artykułu Moliny i Rowlanda (1974), zaczęły pojawiać się prace naukowe, w dużej części sponsorowane przez firmy chemiczne, które kwestionowały negatywny wpływ freonów na warstwę ozonową. Dużo wysiłku na tym polu włożył zwłaszcza gigant chemiczny Du Pont, który był właścicielem patentu na produkcję freonu. Przygotowano akcje propagandowe skierowane do zwykłych ludzi i zniechęcające do atakowania freonów. Argumentowano, że freony są dobrodziejstwem współczesnej cywilizacji i że bez nich nie będzie możliwe normalne funkcjonowanie gospodarstw domowych (czy ktoś wyobraża sobie nowoczesne gospodarstwo domowe bez lodówki?) (Żylicz, 2016). Pomimo tych działań, do 1984 roku zdecydowana większość środowiska naukowego zgadzała się co do negatywnego wpływu freonów na niszczenie warstwy ozonowej, aczkolwiek nadal w środowisku naukowym były obecne głosy kwestionujące taki związek. W pierwszej połowie lat 80. naukow-

cy oraz organizacje ekologiczne postulowali ograniczenie lub zakaz produkcji freonów. Największym przeciwnikiem takiego rozwiązania pozostawał Du Pont – ten gigant chemiczny miał w tym czasie bardzo duży wpływ na stanowisko rządu amerykańskiego, bez którego podpisanie jakiegokolwiek skutecznego porozumienia międzynarodowego nie było możliwe.

Istotna zmiana następuje w 1985 roku, kiedy zespół naukowy pod kierunkiem Farmana publikuje w „Nature” artykuł, który wstrząsa międzynarodowym środowiskiem naukowym. Opublikowane wyniki wskazują na bardzo rozległą dziurę ozonową nad Antarktydą. Stopień ubytku ozonu oraz rozległość dziury jest dużym zaskoczeniem nawet dla specjalistów zajmujących się tym problemem. Oprogramowanie wykorzystywane przez NASA początkowo klasyfikuje te obserwacje jako błąd, ponieważ nikt nie spodziewał się, że tak niskie koncentracje ozonu w stratosferze są w ogóle możliwe.

Pod wpływem tych informacji w tym samym roku państwa zrzeszone w ONZ podpisują Konwencję Wiedeńską o ochronie warstwy ozonowej. Konwencja ta jest bardziej deklaracją o woli ochrony warstwy ozonowej niż aktem prawnym, który pozwalałby na rzeczywiste działania.

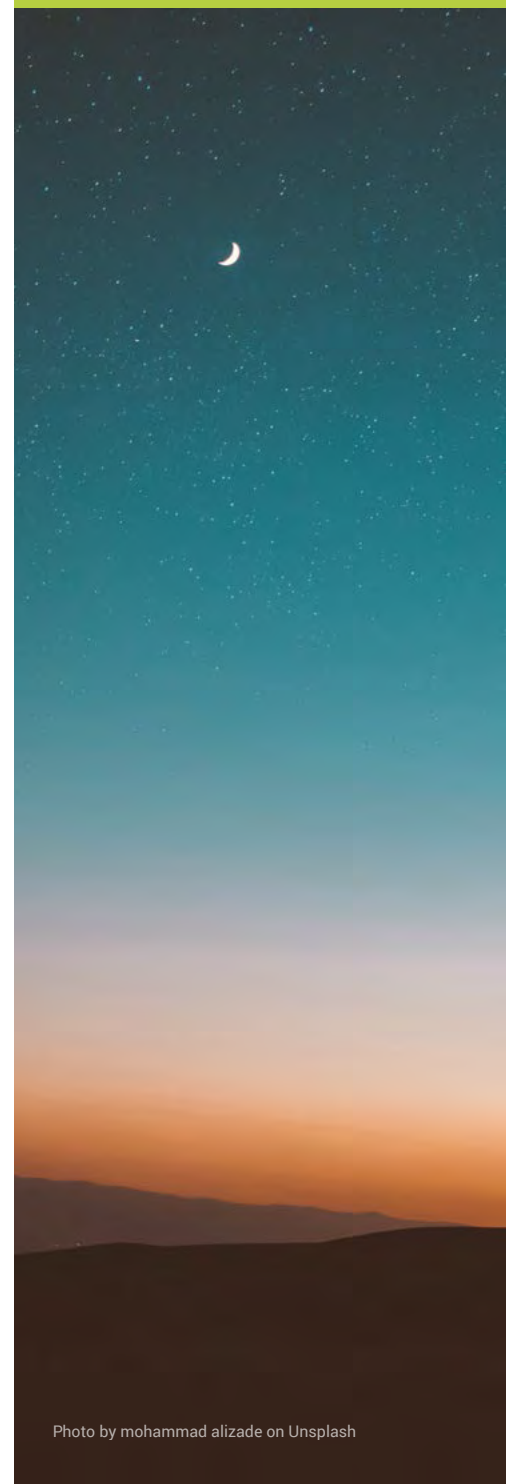
W 1986 roku ma miejsce kolejny nieoczekiwany zwrot. Du Pont, który do tej pory jednoznacznie sprzeciwiał się jakimkolwiek regulacjom ograniczającym produkcję freonu, we wrześniu tego roku zajmuje stanowisko, w którym popiera międzynarodowe dążenia zmierzające do ograniczenia produkcji CFC (Maxwell and Briscoe, 1997). Pozytywne stanowisko Du Pont skłania ostatecznie rząd amerykański do poparcia Protokołu montrealskiego, do podpisania którego dochodzi w 1987 roku.

Istnieje wiele opracowań analizujących strategię Du Pont, który okazał się bardzo istotnym graczem i bez zmiany stanowiska którego nie doszłoby do podpisania Protokołu montrealskiego. Analizy te wskazują, że Du Pont w całej tej rozgrywce był zainteresowany maksymalizacją zysku. W 1979 roku wygasa patent na produkcję CFC, którego właścicielem był koncern. Du Pont w kolejnych latach notuje niższe zyski z tytułu sprzedaży freonów. W obliczu spadających zysków oraz rosnącej liczby dowodów wskazujących na związek pomiędzy emisją CFC a dziurą ozonową, Du Pont prowadzi intensywne prace badawcze ukierunkowane na znalezienie nieszkodliwego dla ozonu substytutu freonów. Związkiem takim okazuje się HCFC (z ang. *hydro-flouro-flouro-carbons*), którego wytwarzanie zostaje przez Du Pont opatentowane w 1986 roku, co zbiega się ze zmianą stanowiska koncernu.

W wyniku ograniczenia produkcji CFC (mniejsza podaż oznacza wzrost cen freonów) i posiadania patentu na produkcję HCFC koncern Du Pont zanotował w kolejnych latach nagły i gigantyczny wzrost zysków. Dość powiedzieć, że rząd amerykański zdecydował się na wyjątkowy w gospodarce rynkowej krok, mianowicie zastosował względem Du Pont „domiar”, czyli wyjątkowe zwiększenie wysokości podatku względem jednego płatnika (Żylicz, 2016).



Artykuł J. C. Farman „Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClOx/NOx interaction”, 1985 »



PODSUMOWANIE

Protokół montrealski pokazał, że jest możliwa skuteczna walka z globalnymi wyzwaniami ekologicznymi. Sygnatariuszami porozumienia zostały wszystkie kraje ONZ. Jednak z drugiej strony pokazał również, że kluczowe dla skutecznych działań jest poparcie przemysłu. W przypadku dziury ozonowej było to zaledwie kilku graczy z branży chemicznej, z decydującym wpływem Du Pont, który w ratyfikacji Protokołu montrealskiego widział szansę na poprawę swoich zysków. W emisję gazów cieplarnianych jest natomiast zaangażowana bez porównania większa liczba podmiotów. Ponadto ostatecznie koszty realizacji Protokołu montrealskiego okazały się w skali świata bardzo niskie (na poziomie kilkudziesięciu milionów dolarów rocznie), natomiast skala kosztów w przypadku ograniczania emisji gazów cieplarnianych jest nieporównywalnie większa.

Należy również podkreślić, że skuteczne egzekwowanie protokołu było możliwe, ponieważ jego postanowienia pozwalały na wprowadzenie sankcji handlowych, a mianowicie sygnatariusz protokołu nie mógł handlować freonami z niesygnatariuszem. Mechanizm ten spowodował, że wszystkie kraje miały interes, aby podpisać protokół (bowiem tylko w ten sposób mogły sprzedawać/kupować freon w handlu z USA, bo USA podpisały PM). Niestety obecnie obowiązujące reguły handlu międzynarodowego przyjęte przez Światową Organizację Handlu (WTO) zakazują porozumieniom ekologicznym sankcji handlowych (Żylicz, 2016).

W praktyce okazuje się, że jedynym mechanizmem wypracowanym w ramach Protokołu montrealskiego, który okazał się sukcesem i występuje w porozumieniach dotyczących ograniczania emisji CO₂, jest handel pozwoleniami na emisję, pozwalający na rozluźnienie sztywnych wymagań, które obowiązywałyby, gdyby limity na emisję były niezbywalne.

W tej lekcji nie poruszyliśmy tematu narzędzi ekonomicznych, którymi można wpływać na gospodarkę i poziom emisji gazów cieplarnianych. O tym, jak można sensownie opodatkować emisję CO₂, można przeczytać tu:



naukaoklimacie.pl
Opodatkowanie emisji CO₂, po co kolejny podatek »



**MATERIAŁY
UZUPEŁNIAJĄCE**