

1 Motywacje

Żyjemy w czasach, w których emocje i uczucia liczą się bardziej od prawdy, nauka zaś jest nagnimnie ignorowana.

James Lovelock

Ostatnio przeczytałem dwie książki. Pierwsza napisana była przez fizyka, druga przez ekonomistę. W *Out of gas. The End of the Age of Oil* (Skończyła się benzyna. Koniec Ery Ropy) David Goodstein, fizyk pracujący dla Caltech, opisuje zbliżający się kryzys energetyczny spowodowany końcem Ery Ropy. Autor przewiduje, że nadejdzie on już wkrótce i wbrew przeważającej opinii da o sobie znać wcale nie wówczas, gdy wypompowana zostanie ostatnia kropla ropy, ale kiedy wielkość jej wydobywania przestanie nadążać za popytem – być może już w roku 2015 lub 2025. Co więcej, nawet gdyby jakimś cudownym sposobem udało nam się całkowicie zrezygnować z paliw kopalnych (powiedzmy poprzez wykorzystanie energii nuklearnej), to według Goodsteina, już w ciągu około 20 lat zwyczajnie zastąpilibyśmy jeden kryzys drugim – tym razem atomowym, gdyż zasoby uranu również są surowcem nieodnawialnym.

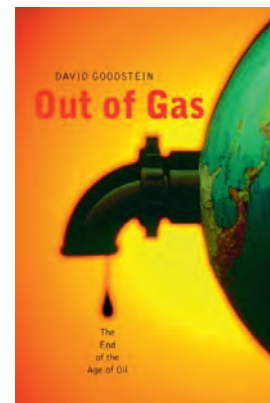
Natomiast w *The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real State of the World* (Sceptyczny ekolog: Mierzenie prawdziwego stanu świata) Bjørn Lomborg kreśli zupełnie inny obraz rzeczywistości. Według Lomborga „wszystko jest w porządku”, ba! nawet lepiej niż w porządku, ponieważ „sytuacja zmierza ku lepszemu”; co więcej „wcale nie zmierzamy w kierunku wielkiego kryzysu energetycznego” i „wciąż posiadamy mnóstwo zasobów energetycznych”.

Zastanówmy się, jak dwóch bystrych ludzi mogło dojść do tak krańcowo różnych wniosków? Aby to zrozumieć, postanowiłem zbadać sprawę u samych źródeł.

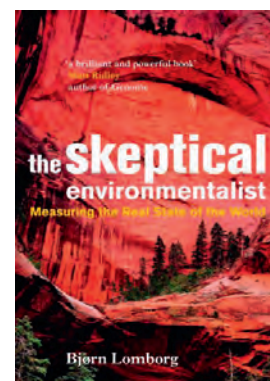
Brytyjskie media zaczęły żywiej interesować się problemem energii w 2006 roku. Globalne zmiany klimatu oraz rosnące ceny gazu ziemnego, które – bagatela! – potroiły się na przestrzeni zaledwie sześciu lat, wciąż podsycaly dyskusję na tym polu i prowokowały kolejne pytania. W jaki sposób Brytyjczycy powinni zaspokoić swoje potrzeby energetyczne? A reszta świata?

„Energetyka wiatrowa czy nuklearna?” dla przykładu. Większego zróżnicowania poglądów wśród skądinąd bystrych ludzi trudno chyba sobie wyobrazić. Podczas dyskusji na temat dalszego rozwoju energetyki atomowej Michael Meacher, były minister środowiska Wielkiej Brytanii, powiedział, że „jeśli zamierzamy zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych o 60% [...] do roku 2050, to nie ma innego sposobu na osiągnięcie tego celu, jak poprzez wykorzystanie energii odnawialnej”. Z kolei Sir Bernard Ingham, były urzędnik państwowy, opowiadający się za rozwojem energetyki jądrowej, stwierdził: „Każdy, kto uważa, że dzięki odnawialnym źródłom energii uda się zapełnić lukę [energetyczną], żyje w zupełnie nierealnym świecie i jest, według mnie, wrogiem społeczeństwa”.

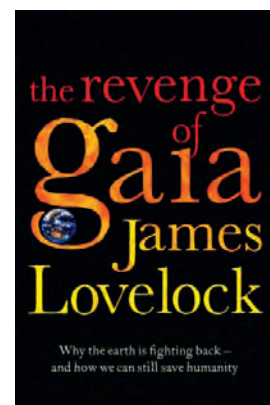
Podobne rozbieżności poglądów można usłyszeć także wśród samych organizacji ekologicznych. Zapewne każdy z nas zgadza się co do tego, że *coś* trzeba natychmiast zrobić. Tylko co? Jonathon Porritt, przewodniczący Komisji ds. Zrównoważonego Rozwoju, pisze: „Nie ma dziś żadnego uzasadnienia dla poświęcania czasu planom na rzecz rozwoju nowego programu energetyki nuklearnej, zaś [...] każda taka propozycja jest niezgodna z [rządową] strate-



Out of gas
Davida Goodsteina (2004)



The Skeptical Environmentalist
Bjorna Lomborga (2001)



The revenge of Gaia
Jamesa Lovelocka (2006)
©Allen Lane

gią zrównoważonego rozwoju” oraz „niejądrowa strategia może i powinna być wystarczająca do osiągnięcia redukcji emisji CO₂ oraz do zapewnienia bezpiecznego dostępu do niezawodnych źródeł energii”. Dla odmiany, ekolog James Lovelock pisze w książce *The Revenge of Gaia* (Zemsta Gai): „Obecnie jest już zbyt późno na zrównoważony rozwój”; z jego punktu widzenia energia pochodząca z rozszczepienia atomu – choć nie zalecana jako długoterminowe panaceum dla naszej zagrożonej planety – jest *de facto* „jedynym skutecznym lekarstwem, jakim obecnie dysponujemy”. Łądowe turbiny wiatrowe są „jedynie... gestem, który ma pokazywać zieloną politykę” [rządzących].

U podstaw tej polemiki leżą liczby. Jaką ilość energii może dostarczyć dane źródło i przy jakich kosztach ekonomicznych i społecznych oraz przy jakich zagrożeniach? Jednak w dyskusjach rzadko przytacza się liczby. Podczas debat publicznych ludzie zazwyczaj mówią: „Inwestowanie w energetykę atomową to wyrzucanie pieniędzy do kosza” albo: „Dysponujemy ogromnymi zasobami wiatru i fal morskich”. Problem z tego rodzaju językiem polega na tym, że nie daje on nam wystarczającej wiedzy na temat tego, co właściwie znaczy owo ogromne. My zaś potrzebujemy wiedzieć, jak porównać jedno „ogromne” z innym „ogromnym”, a zwłaszcza z *naszym ogromnym zużyciem energii*. Aby móc to porównywać, potrzebujemy liczb, a nie przymiotników.

Gdy używamy liczb, ich prawdziwe znaczenie często ginie, gdy skala jest zbyt wielka. Dobiera się liczby tak, by zadziwić lub zdobyć punkty w dyskusji, a nie po to, aby informować. „Mieszkańcy Los Angeles pokonują codziennie 227 milionów kilometrów, czyli odległość z Ziemi do Marsa”; „Każdego roku 11 milionów hektarów puszczy tropikalnej znika bezpowrotnie z powierzchni Ziemi”; „Każdego roku wyrzucamy do morza ponad 6 milionów ton śmieci”; „Brytyjczycy wyrzucają 2,6 miliarda kromek chleba rocznie”; „Makulatura składowana każdego roku na wysypiskach w Wielkiej Brytanii mogłaby zapełnić 103 448 piętrowych autobusów”.

Gdyby zebrać wszystkie nieskuteczne pomysły na rozwiązanie kryzysu energetycznego i ułożyć je jeden na drugim, to sięgnęłyby one do Księżyca i z powrotem... To taka dygresja.

Jaki jest skutek braku znaczących liczb i faktów? Toniemy w powodzi niepoliczalnego nonsensu. BBC serwuje porady, w jaki sposób każdy może dołożyć swą skromną cegiełkę do zbawienia naszej planety, na przykład poprzez „odłączenie ładowarki od sieci, gdy komórka już się naładuje”. Kiedy jednak uświadomimy sobie, że w rzeczywistości ładowarki do telefonów wcale nie zajmują pierwszego miejsca na liście najbardziej energochłonnych urządzeń, to mantra „Każda mała rzecz się liczy” przestaje mieć sens. Każda mała rzecz się liczy? Bardziej realistyczną mantrą byłoby raczej:

Jeśli każdy zrobi odrobinę, to zyskamy tylko odrobinę.

Ten codzienny zestaw nonsensów powiększają wielkie koncerty. Wciąż słyszymy, jakie są wspaniałe, gdy na każdym kroku pomagają nam dokładać naszą małą cegiełkę. Na swojej stronie internetowej BP świętuje redukcję dwutlenku węgla, którą ma nadzieję osiągnąć poprzez zmianę farby do malowania swoich tankowców. Czy ktokolwiek daje się na to nabrać? Oczywiście, każdy wpadnie na to, że to nie kwestia malowania statków, ale jego ładunku jest tym, co wymaga uwagi, jeśli emisje CO₂ mają zostać znacząco zmniejszone. BP oferuje ponadto internetową usługę rozgrzeszającą z emisji CO₂: www.targetneutral.com.

Dzięki niej każdy może ponoć zneutralizować emisję dwutlenku węgla i to za całkiem znośną kwotę 40 funtów rocznie od osoby. Jak to możliwe? Gdyby rzeczywisty koszt powstrzymania zmian klimatycznych wynosił 40 funtów rocznie na obywatela, to rząd brytyjski mógłby załatwić sprawę za pomocą nic nieznaczących w skali budżetu drobnych!

Jeszcze bardziej naganne wydają się praktyki firm wykorzystujących troskę ludzi o środowisko poprzez oferowanie produktów takich, jak: „baterie zasilane wodą”, „biodegradowalne telefony komórkowe”, „przenośne turbiny wiatrowe przyczepiane do ramienia” czy temu podobny kit.

Osoby promujące energetykę odnawialną również wprowadzają w błąd, używając na przykład takich argumentów: „przybrzeżne elektrownie wiatrowe mogą zaopatrzyć w energię wszystkie domy w Wielkiej Brytanii”, zaś później dodają, że „nowe elektrownie jądrowe mogą jedynie w niewielkim stopniu pomóc w walce ze zmianami klimatu”, ponieważ 10 takich elektrowni „zredukuje emisję CO₂ zaledwie o 4%”. Taka argumentacja wprowadza ludzi w błąd, gdyż obydwie przykłady odnoszą się do innych danych – raz jest to liczba zasilanych prądem domów, za drugim zaś razem redukcja emisji. Prawda jest taka, że ilość prądu generowana przez wspaniałe wiatraki, zdolne zaopatrzyć w energię wszystkie domy w Wielkiej Brytanii, jest dokładnie taka sama, jak ta generowana przez 10 elektrowni atomowych! Zasilanie wszystkich domów w Wielkiej Brytanii jest bowiem źródłem dokładnie 4% jej emisji.

Być może najbardziej winni dezinformacji są ci, którzy w rzeczywistości powinni wiedzieć lepiej – media, które czasem wręcz promują nonsens – na przykład „New Scientist” ze swoim artykułem o „napędzanym wodą samochodzie”^{*}.

W sytuacji, gdy ludzie nie rozumieją danych liczbowych, gazetom, aktywistom, koncernom oraz politykom zabiegają takie uchodzą na sucho.

Potrzebujemy liczb podanych w sposób prosty i zrozumiały, a także łatwych do porównania i zapamiętania. Dopiero mając w rękę rzetelną informację liczbową, będziemy w stanie odpowiedzieć na pytania:

1. Czy kraj taki jak Wielka Brytania może normalnie funkcjonować, korzystając jedynie ze swoich własnych odnawialnych źródeł energii?
2. Czy udałoby się powstrzymać kryzys energetyczny, gdyby każdy przykręcił ogrzewanie w swoim domu o 1 °C, jeździł mniejszym samochodem i wyjmował z gniazdka ładowarkę do telefonu, gdy tylko ten się naładuje?
3. Czy podatek nałożony na paliwa powinien znacząco wzrosnąć? Czy dopuszczalna prędkość na drogach powinna być o połowę mniejsza?
4. Czy ktoś, kto broni energetyki wiatrowej i wypowiada się przeciwko elektrowniom atomowym, staje się automatycznie „wrogiem publicznym nr 1”?
5. Czy jeśli zmiany klimatu są „zagrożeniem większym niż terroryzm”, to rząd nie powinny wpisać do kodeksów karnych „gloryfikowania podróży” i wprowadzić praw przeciwko „promowaniu konsumpcji”?
6. Czy przerzucenie się na „bardziej zaawansowane technologie” pozwoli nam wyeliminować emisje dwutlenku węgla bez zmiany naszego stylu życia?
7. Czy powinno się zachęcać ludzi, by jedli więcej posiłków wegetariańskich?
8. Czy na Ziemi jest sześć razy więcej ludzi niż być powinno?

^{*} Więcej informacji na ten temat w przypisach na końcu I rozdziału. (Na końcu każdego rozdziału znajdują się odnośniki do źródła cytatów, literatury, dzięki której można poszerzyć swoją wiedzę na dany temat oraz szczegółów argumentacji. By zapobiec rozpraszaniu Czytelnika, nie będę już więcej zamieszczał gwiazdek w tekście).



Fot. 1.1. Ulotka Greenpeace, która dotarła do mnie, w stercie spamu, w maju 2006 roku. Czy osławione wiatraki mogą produkować tyle prądu, by zastąpić zniechędzone elektrownie atomowe?

Dlaczego rozmawiamy o polityce energetycznej?

Dyskusje wokół polityki energetycznej napędzane są przez trzy kluczowe kwestie.

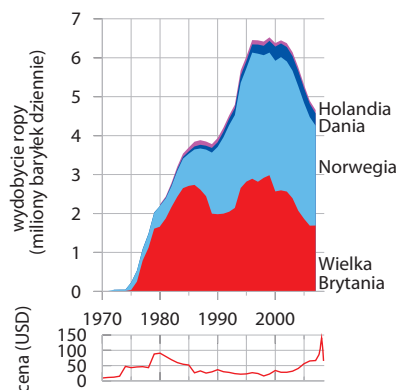
Po pierwsze, zasoby paliw kopalnych są ograniczone. Wydaje się prawdopodobne, że tania ropa (na której jeżdżą nasze samochody i ciężarówki) oraz tani gaz (dzięki któremu ogrzewamy wiele z naszych budynków) skończą się jeszcze za naszego życia. Dlatego właśnie poszukujemy alternatywnych źródeł energii. Skoro paliwa kopalne są cennym surowcem, przydatnym przy produkcji plastiku oraz wszelkich rodzajów innych zmyślnych materiałów, być może powinniśmy zachować je do lepszych celów niż zwykłe puszczanie ich z dymem?

Po drugie, zależy nam na bezpieczeństwie dostaw energii. Nawet jeśli paliwa kopalne nadal są dostępne gdzieś na świecie, może powinniśmy się od nich uniezależnić, by nie wystawiać bezpieczeństwa naszej gospodarki na kaprysy innych krajów, nie zawsze godnych zaufania (mam nadzieję, że wyczuliście ironię w moich słowach). Na rysunku 1.2 wyraźnie widać, że mamy już z sobą szczyt wydobycia „naszych” zasobów paliw kopalnych. Problem bezpieczeństwa dostaw dotyczy Wielkiej Brytanii szczególnie mocno ze względu na jej rosnącą „dziurę energetyczną”. Znacząca liczba starych elektrowni węglowych oraz atomowych zostanie zamknięta w przyszłym dziesięcioleciu (rys. 1.3). Istnieje zatem realne zagrożenie, że zapotrzebowanie na prąd będzie czasem przekraczać możliwości elektrowni, o ile nie zostaną na czas wprowadzone odpowiednie środki zaradcze.

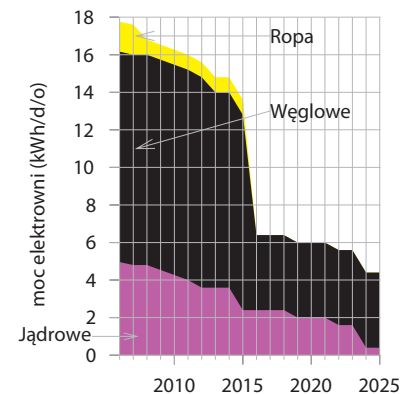
Po trzecie, jest bardzo prawdopodobne, że spalanie paliw kopalnych powoduje zmiany klimatu. Zmiany klimatu składa się na karb różnych ludzkich działań, jednak największy udział ma tu nasilenie się efektu cieplarnianego, wywoływane przez wzrost koncentracji dwutlenku węgla (CO_2) w atmosferze. Większość antropogenicznego CO_2 pochodzi ze spalania paliw kopalnych, a głównym powodem, dla którego spalamy paliwa kopalne, jest właśnie produkcja energii. Tak więc, aby rozwiązać problem zmian klimatycznych, musimy znaleźć nowe sposoby pozyskiwania energii. Problem klimatyczny jest przede wszystkim problemem energetycznym.

Niezależnie od tego, które z tych problemów uważasz za istotne, potrzebne są liczby oraz zestaw działań, który pozwoli na ich rozwiązanie.

Dwie pierwsze kwestie są jak najbardziej egoistycznymi powodami, dla których powinniśmy drastycznie ograniczyć zużycie paliw kopalnych. Powód trzeci – zmiany klimatu – jest bardziej altruistyczny, gdyż ciężar zmian klimatycznych nie będzie ponoszony przez nas, lecz przez przyszłe pokolenia i to przez setki lat. Niektórzy uważają, że zmiany klimatu to nie ich problem, mówią: „I co to da, że coś tam zrobię? Emisje Chin są przecież poza kontrolą!”. Zamierzam więc teraz przedyskutować kwestię zmian klimatu trochę głębiej, gdyż podczas pisania tej książki dowiedziałem się wielu interesujących faktów, które rzuciły światło również na pytania dotyczące zagadnień etycznych. Jeśli nie interesują Cię zmiany klimatu, możesz przerzucić kilka stron i od razu przejść do następnego rozdziału na stronie 30.



Rys. 1.2. Czy „nasze” zasoby paliw kopalnych się kończą? Całkowite wydobycie ropy naftowej z Morza Północnego oraz skorygowane o inflację ceny ropy w dolarach za baryłek.

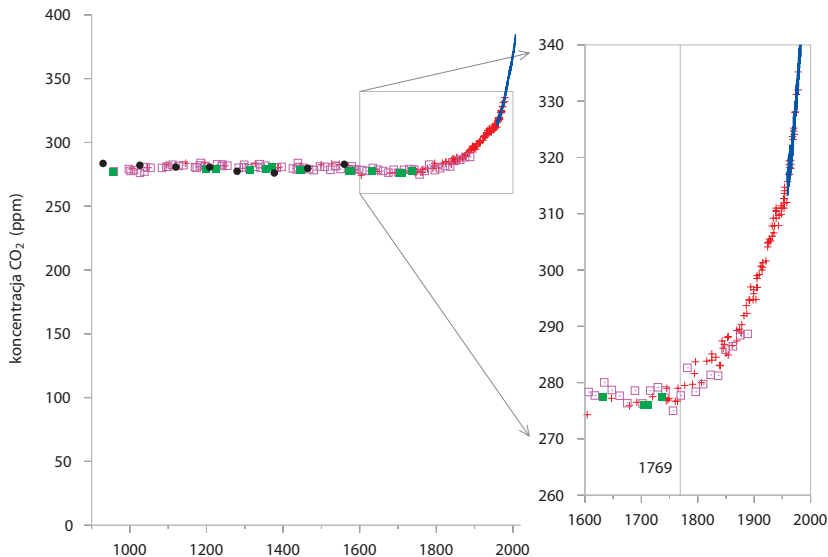


Rys. 1.3. „Dziura energetyczna” spowodowana zamykaniem starych brytyjskich elektrowni, prognozowana przez concern energetyczny EdF. Wykres przedstawia przewidywaną całkowitą moc elektrowni atomowych, węglowych oraz naftowych w kilowatogodzinach na osobę na dzień. Całkowita moc oznacza maksymalną energię możliwą do dostarczenia z danego źródła.

Motywacja związana ze zmianami klimatu

Argumentacja związana ze zmianami klimatu opiera się o trzy podstawowe stwierdzenia:

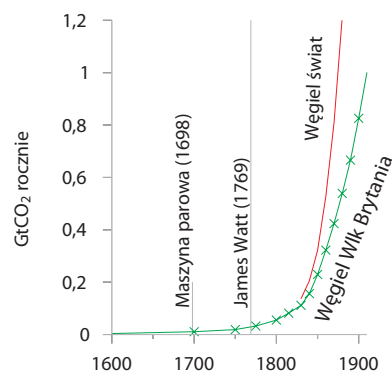
1. Spalanie paliw kopalnych powoduje wzrost koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze.
2. Dwutlenek węgla jest gazem cieplarnianym.
3. Nasilenie efektu cieplarnianego powoduje wzrost średniej temperatury na Ziemi (oraz ma szereg innych następstw).



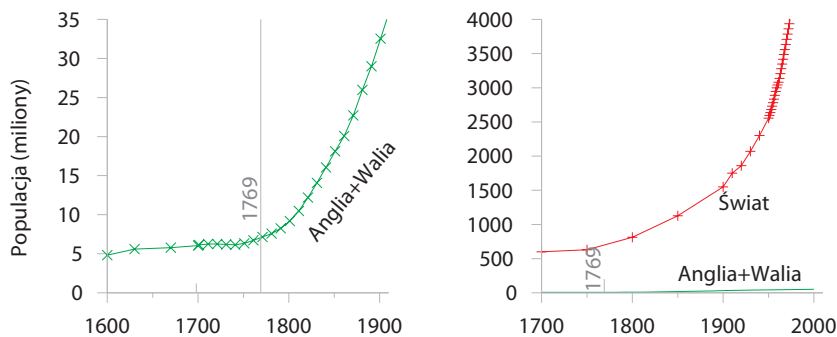
Zacznijmy od tego, że stężenie dwutlenku węgla stale rośnie. Rys. 1.4 przedstawia pomiary stężenia CO_2 w powietrzu od roku 1000 do chwili obecnej. Niektórzy „sceptycy” twierdzą, że obecne zmiany są zjawiskiem naturalnym. Czy za „sceptyka” powinniśmy zatem uznać osobę, która nawet nie spojrzała na dane? Czy nie uważasz, że prawdopodobnie *coś* wydarzyło się między rokiem 1800 a 2000? Coś, co nie było procesem naturalnym, obecnym w poprzednim tysiącleciu?

Coś rzeczywiście miało miejsce. Nazywamy to dzisiaj rewolucją przemysłową. Zaznaczyłem na wykresie rok 1769, w którym James Watt opatentował maszynę parową. Owszem, pierwszy działający silnik parowy został wynaleziony w 1698 roku, znacznie wydajniejszy silnik Watta na dobre rozpoczął rewolucję przemysłową. Jednym z pierwszych zastosowań maszyny parowej było wypompowywanie wody z kopalni węgla kamiennego. Rys. 1.5 ukazuje wydobycie węgla w Wielkiej Brytanii od roku 1769; wykres przedstawia produkcję węgla wyrażoną w miliardach ton CO_2 uwolnionych do atmosfery podczas spalania węgla. W roku 1800 węgiel był używany do produkcji żelaza, łodzi, ogrzewania budynków, napędzania lokomotyw oraz innych maszyn i oczywiście do zasilania pomp, które umożliwiały coraz większe wydobycie węgla z wnętrza wzgórz Anglii i Walii. Można powiedzieć, że Brytyjczycy zostali szczególnie hojnie obdarzeni „czarnym złotem” – na samym początku rewolucji przemysłowej zawartość węgla w złożach zalegających pod Wielką Brytanią była mniej więcej taka sama, jak obecna zawartość węgla w ropie naftowej pod Arabią Saudyjską.

Rys. 1.4. Koncentracja dwutlenku węgla (CO_2) w cząsteczkach na milion [ang. ppm – *parts per million* – red.] dla ostatnich 1100 lat, mierzona na podstawie bąbelków powietrza uwięzionego w rdzeniach lodowych (do roku 1977) i bezpośrednio (po roku 1958). Wygląda na to, że pomiędzy rokiem 1800 a 2000 „coś” się zmieniło. Zaznaczyłem rok 1769, w którym James Watt opatentował maszynę parową (pierwsza działająca maszyna parowa została wynaleziona 70 lat wcześniej, w roku 1698, silnik Watta był jednak znacznie wydajniejszy).

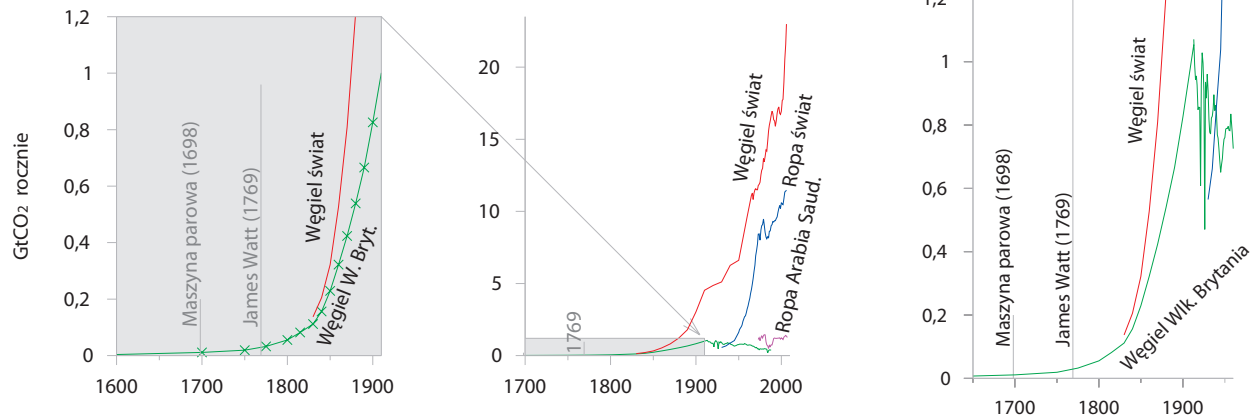


Rys. 1.5. Historia wydobycia węgla w Wielkiej Brytanii i na świecie w latach 1600–1910. Skala produkcji jest przedstawiona w miliardach ton CO_2 rocznie – niezrozumiała jednostka, przyznaję, ale już niedługo ją spersonalizujemy. W miarę jak rewolucja przemysłowa rozprzestrzeniła się, reszta świata poszła w ślady Wielkiej Brytanii. Rys. 1.6 pokazuje brytyjską oraz światową produkcję węgla w skali takiej samej jak na rysunku 1.5, ale przesuniętej o 50 lat.



W ciągu trzydziestu lat (1769–1800) roczne wydobywanie węgla w Wielkiej Brytanii wzrosło dwukrotnie; kolejny trzydziestoletni okres (do roku 1830) znów „zaowocował” podwojeniem; następne zdublowanie miało już miejsce w ciągu dwudziestu lat (do roku 1850), a dalsze znów dwadzieścia lat później (do 1870 roku). Dzięki tak ogromnym zasobom węgla kolory Wielkiej Brytanii zdominowały znaczną część mapy świata. Dobrobyt, który panował wtedy w Anglii oraz Walii, zaowocował stuleciem bezprecedensowego wzrostu populacji.

Brytyjskie wydobywanie węgla osiągnęło szczyt w roku 1910, ale wydobywanie światowe rosło nadal, podwajając się co 20 lat. Trudno jest przedstawić historię światowej produkcji węgla na jednym wykresie. By w tej samej skali pokazać, co stało się w ciągu następnych 50 lat, potrzebowałbym strony długiej na metr. Aby poradzić sobie z tym problemem, możemy przeskalować pionową oś wykresu:



albo możemy niejednolicie ścisnąć oś pionową, dzięki czemu zarówno małe, jak i duże ilości będą widoczne jednocześnie na tym samym wykresie. Dobrym sposobem na osiągnięcie takiego efektu jest użycie skali logarytmicznej i ten właśnie sposób wykorzystałem w dwóch wykresach (rys. 1.7) na dole strony 17. W skali logarytmicznej każdy kolejny punkt na osi pionowej ma wartość o rząd wielkości większą (od 1 do 10, od 10 do 100, od 100 do 1000), ale odległość pomiędzy kolejnymi punktami jest równa. W tej skali wielkości, która z każdym rokiem rośnie o stałą liczbę procentów (nazywamy to „wzrostem wykładniczym”), wygląda jak linia prosta. Wykresy logarytmiczne świetnie obrazują, czym jest wzrost.

Rys. 1.6. Co wydarzyło się później? Historia wydobywania węgla w Wielkiej Brytanii i na świecie od roku 1650 do 1960, w tej samej skali co na rysunku 1.5.

O ile zwykle wykresy na rysunkach na stronie 14 i 15 przekazują wiadomość, że brytyjska oraz światowa produkcja węgla znacząco wzrosły oraz że znacząco wzrosła też wielkość populacji, to jednak trudno z nich odczytać względne stopy wzrostu. Skala logarytmiczna umożliwia wygodne porównywanie stóp wzrostu. Patrząc na nachylenie krzywej populacji, możemy zobaczyć na przykład, że stopa wzrostu światowej populacji była w ciągu ostatnich 50 lat trochę wyższa niż w Anglii i Walii w roku 1800.

Między rokiem 1769 a 2006 światowe roczne wydobycie węgla wzrosło 800-krotnie i nadal rośnie. Inne paliwa kopalne również są wydobywane na dużą skalę – środkowy wykres na rysunku 1.7 przedstawia wydobycie ropy, jednakże pod względem emisji CO₂, nadal króluje węgiel.

Spalanie paliw kopalnych jest podstawową przyczyną wzrostu stężenia CO₂ w atmosferze. To fakt, ale... zaraz, zaraz, coś słyszę... Tak, to nieustające szepty grupy sceptyków klimatycznych. Jakie jest ich zdanie na ten temat? Oto wypowiedź Dominica Lawsons, autora kolumny w „The Independent”:

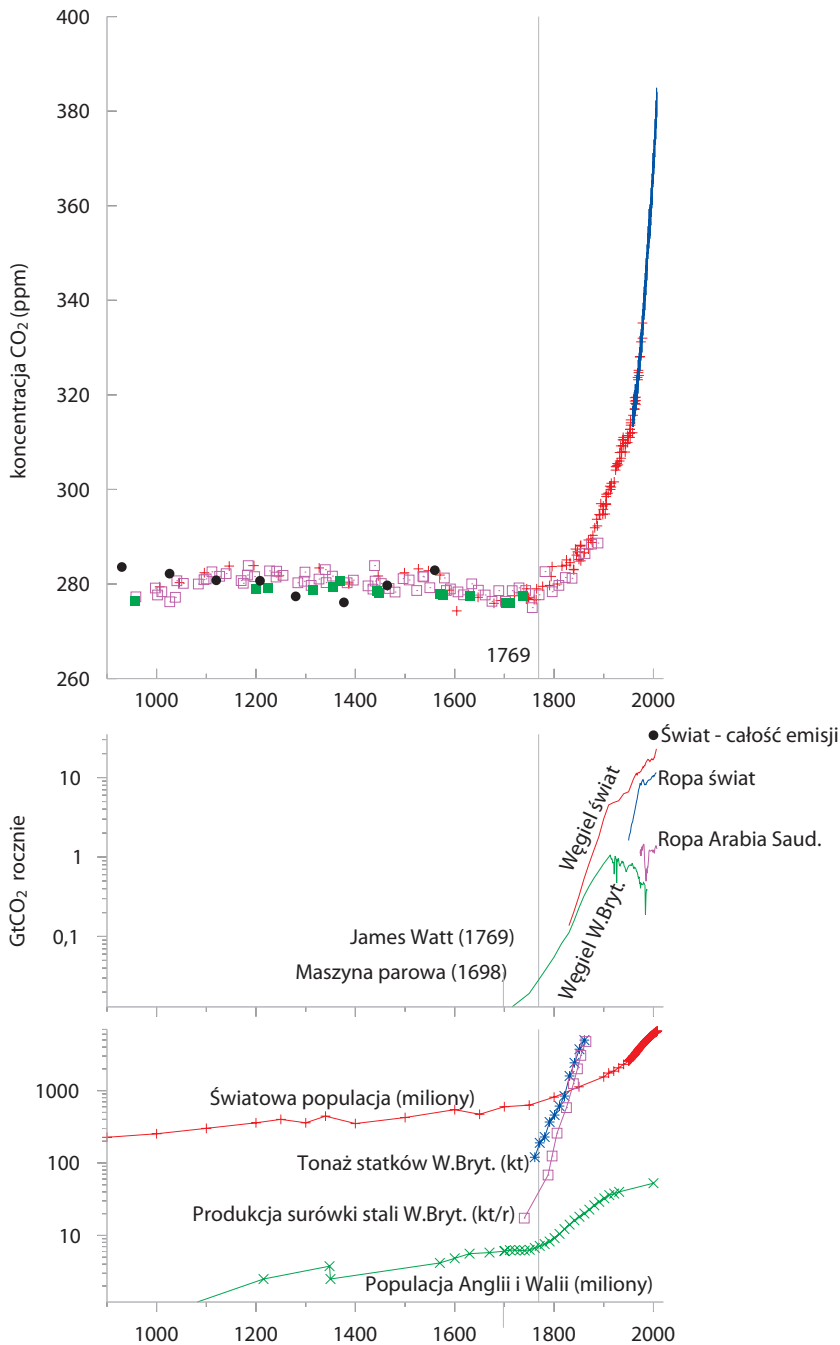
Spalanie paliw kopalnych powoduje emisję około **siedmiu miliardów ton** CO₂ do atmosfery rocznie, co wygląda na całkiem sporo. Pamiętajmy jednak, że biosfera i oceany emitują odpowiednio około 1900 miliardów ton i **36 000 miliardów ton** CO₂ do atmosfery rocznie – [...] to dlatego niektórzy z nas są sceptycznie nastawieni do nacisku, jaki kładzie się na wpływ spalania paliw kopalnych przez człowieka na efekt cieplarniany. Redukowanie antropogenicznych emisji CO₂ jest objawem megalomanii, wyolbrzymianiem znaczenia ludzkich działań. Politycy nie mają wpływu na pogodę.

Mógłbym poświęcić wiele miejsca sceptykom klimatycznym, przy czym nie wszystko, co mówią, jest stekiem bzdur, ale tego nie zrobię. Niemniej jednak nieodpowiedzialne dziennikarstwo Dominica Lawsons i jemu podobnych zasługuje na komentarz.

Pierwszym błędem Lawsons jest to, że wszystkie liczby, które podał (7, 1900 i 36 000), są nieprawdziwe. Poprawne liczby to odpowiednio: 26, 440 i 330. Mając w pamięci te dane, zajmijmy się głównym zarzutem Lawsons, względnie małym udziałem emisji wywołanych przez człowieka.

To prawda, że strumień emisji CO₂ pochodzenia naturalnego jest większy niż strumień emisji, który dokładaliśmy od siebie przez ostatnie 200 lat, gorliwie spalając paliwa kopalne. Natomiast to, co budzi zastrzeżenia to absolutnie mylne obliczanie ogromnych naturalnych przepływów CO₂ do atmosfery bez wspomnienia o tym, iż praktycznie taka sama ilość powraca z atmosfery do biosfery i oceanów. Chodzi o to, że te naturalne przepływy do i z atmosfery były w prawie całkowitej równowadze przez tysiące lat. Argument, że naturalne emisje są znacznie większe od antropogenicznych, jest zupełnie bez znaczenia głównie z tego powodu, iż naturalne przepływy same się równoważyły. To właśnie dzięki temu stężenie CO₂ w atmosferze i oceanie pozostawało *na stałym poziomie* przez tysiące lat. Spalanie przez nas paliwa kopalnego stanowi *nowy* strumień emisji CO₂. To prawda, że w porównaniu z emisjami naturalnymi nie jest on wielki, jednak nie jest *on przez nic równoważony*.

Oto prosta analogia do odprawy celnej na lotnisku, gdzie przybywa około **tysiąca podróżnych na godzinę**, a celników wystarcza dokładnie do obsługi tej liczby osób.



Rys. 1.7. Górny wykres przedstawia koncentrację CO₂ w częściach na milion (ppm) dla ostatnich 1100 lat – te same dane, które zostały przedstawione na rysunku 1.4.

James Watt i jego maszyna parowa z 1769 roku



Wykres środkowy pokazuje (w skali logarytmicznej) historię brytyjskiego wydobycia węgla, wydobycie ropy w Arabii Saudyjskiej, światowe wydobycie ropy i węgla oraz całkowity poziom emisji gazów cieplarnianych w roku 2000 (kropka w prawym górnym rogu wykresu). Wszystkie wartości wyrażone są za pomocą jednostek związanej z nimi emisji CO₂.

Wykres na dole przedstawia (w skali logarytmicznej) niektóre konsekwencje rewolucji przemysłowej: gwałtowny wzrost populacji Anglii oraz całego świata; zauważalny wzrost produkcji brytyjskiej surówki hutniczej (w tysiącach ton żelaza rocznie) oraz wzrost tonażu brytyjskich statków (w tysiącach ton).

W przeciwieństwie do wykresów w zwykłej skali, znajdujących się na poprzedniej stronie, skala logarytmiczna umożliwia nam pokazanie obydwu populacji – brytyjskiej i światowej – na jednym wykresie oraz dostrzeżenie ciekawych cech obydwu.

Dzięki dokładnemu dostosowaniu liczby pracowników obsługi do liczby podróży kolejka nie wydłuża się. A teraz wyobraź sobie, że z powodu mgły na nasze lotnisko zostają skierowane dodatkowe loty z innego, mniejszego lotniska i co godzinę przybywa **dotatkowe 50 osób**. To niewiele w porównaniu z normalną liczbą obsługiwanych pasażerów, dlatego zarząd portu lotniczego bagatelizuje sprawę i nie przydziela dodatkowych pracowników. Tym sposobem personel wciąż obsługuje dokładnie **tysiąc osób na godzinę**, ale kolejka podróży nieuchronnie zaczyna się wydłużać – *w sali przylotów gromadzi się coraz więcej osób*. Dokładnie tak samo spalanie paliw kopalnych zwiększa koncentrację CO₂ w atmosferze i powierzchniowej warstwie oceanu. Żaden klimatolog nie podważa tego faktu. Zatem jeśli chodzi o stężenie CO₂, nasze emisje jak najbardziej mają znaczenie.

No dobrze. Spalanie paliw kopalnych znacząco wpływa na zwiększenie się stężenia CO₂. I co w tym złego? „Dwutlenek węgla jest przecież zupełnie naturalnym gazem!” – przypominają nam naftowi *spin* doktorzy – „Bez niego nie byłoby życia!”. Faktycznie, gdyby CO₂ nie powodował szkodliwych efektów, moglibyśmy w ogóle nie przejmować się jego emisją do atmosfery. Niestety, jest to również gaz cieplarniany. Może nie o najsilniejszym działaniu, ale mimo to znaczącym. Wprowadźmy go więcej do atmosfery, a zrobi to, co robią wszystkie gazy cieplarniane: zaczną pochłaniać promieniowanie podczerwone (ciepło) pochodzące z Ziemi i emitować je z powrotem w różnych kierunkach. Rezultatem jest zakłócenie odpływu ciepła z planety i zatrzymywanie go przy niej – podobny efekt uzyskalibyśmy, przykrywając Ziemię olbrzymią kołdrą. Dlatego dwutlenek węgla ma jak najbardziej szkodliwy efekt i fakt ten jest potwierdzony nie tylko przez kompleksowe historyczne pomiary temperatury na Ziemi, ale również przez elementarne fizyczne własności cząsteczki CO₂. Reasumując, gazy cieplarniane działają jak kołdra, a CO₂ tworzy jedną z jej warstw.

Co zatem się stanie, jeśli ludzie podwoją lub nawet potroją stężenie CO₂ (a do tego celu skutecznie zmierzamy, podążając obecną drogą), to co wtedy? Z odpowiedzią na to pytanie wiąże się duża doza niepewności. Klimatologia jest skomplikowaną nauką. Sprawy związane z klimatem są bardzo złożone i trudne do przewidzenia. Dokładne obliczenie, jak bardzo ociepli się Ziemia, gdy podwoimy ilość CO₂ jest niemożliwe z wielu powodów, jednak najbardziej wiarygodne modele klimatyczne są zgodne co do tego, że podwojenie stężenia CO₂ będzie miało skutek zbliżony do zwiększenia aktywności Słońca o 2% i podniesie średnią temperaturę na Ziemi o około 3 °C. Przyszli historycy raczej nie pochwalą naszych działań. Nie będę tu recytował całej litanii prawdopodobnych skutków – jestem pewien, że już nie raz je słyszałeś. Litania zaczyna się od słów „Pokrywa lodowa Grenlandii zacznie stopniowo topnieć i w przeciągu kilkuset lat poziom morza podniesie się o około 7 metrów”. Wszystkie nieszczęścia wymieniane w owej litanii dotkną przyszłe pokolenia. Podobne temperatury nie były spotykane na Ziemi od co najmniej 100 000 lat (a najprawdopodobniej nawet od dziesiątek milionów lat).

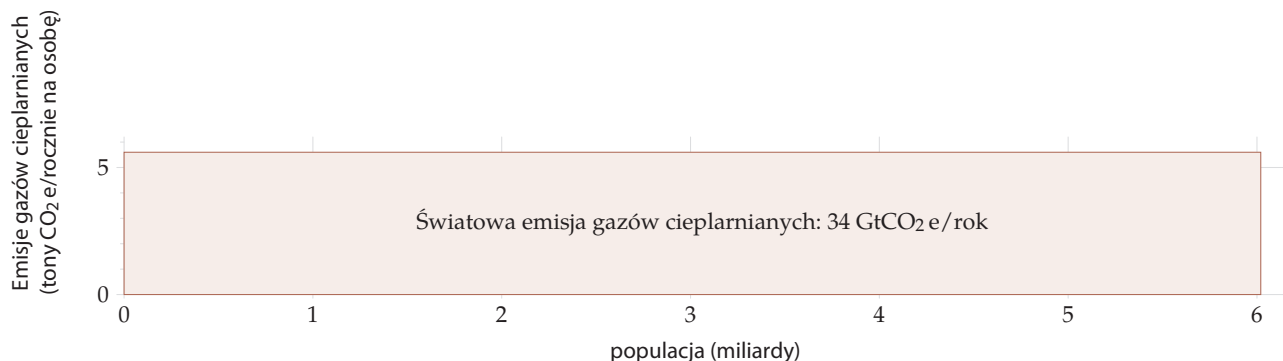
Niewykluczone, że ekosystemy ziemskie ulegną tak znacznym zmianom, że nasza planeta nie będzie w stanie dłużej dostarczać nam tych wszystkich dóbr i usług, których dostępność wydaje się nam dzisiaj najzupełniej oczywista.

Modelowanie zmian klimatu jest niezwykle trudne, gdyż wiąże się z wieloma niepewnościami. Ale niepewność tego, jak klimat zareaguje na dodatkowe gazy cieplarniane w atmosferze, nie usprawiedliwia bierności. Czy gdybyś

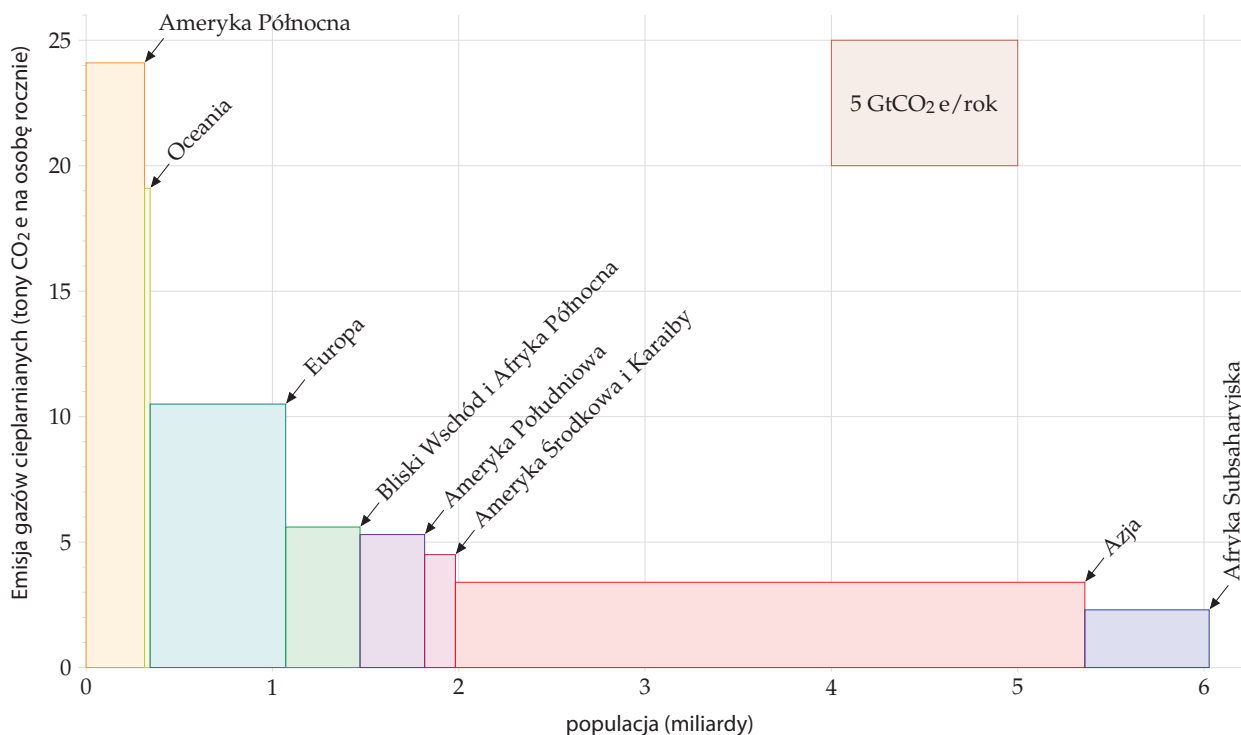
pędził motocyklem we mgle tuż nad krawędzią stromego klifu, a na dodatek nie miałbyś dokładnej mapy okolicy, to czy brak mapy usprawiedliwiłoby to, że *nie zwolniłeś*?

Kto zatem powinien zdjąć nogę z gazu? Kto powinien posprzątać po nadmiernych emisjach CO₂? Kto jest odpowiedzialny za zmiany klimatu? To oczywiście pytania natury etycznej, nie czysto naukowej, ale nawet dyskusja o charakterze etycznym powinna opierać się na faktach. Przyjrzyjmy się więc bliżej faktom dotyczącym emisji gazów cieplarnianych. Na początek słów kilka o jednostkach, w których emisje te są mierzone. Gazy cieplarniane to między innymi dwutlenek węgla, metan oraz podtlenek azotu. Każdy z nich ma inne właściwości fizyczne. Zgodnie z przyjętą konwencją, wszystkie emisje gazów cieplarnianych wyraża się za pomocą „ekwiwalentu dwutlenku węgla”, gdzie słowo „ekwiwalent” oznacza „wywoływanie takiego samego efektu cieplarnianego przez okres 100 lat”. Jedną tonę ekwiwalentu dwutlenku węgla zapisujemy w następujący sposób: 1t CO₂e, zaś jeden miliard ton to 1Gt CO₂e, czyli jedna gigatona.

W roku 2000 światowa emisja gazów cieplarnianych wynosiła 34 miliardy ton ekwiwalentu dwutlenku węgla rocznie. Niewyobrażalna liczba. Ale możemy wyrazić ją w bardziej przystępny sposób – poprzez podzielenie jej przez liczbę wszystkich ludzi na Ziemi (dla wygody obliczeń zaokrągloną do 6 miliardów). Uzyskany wynik – 5,5t CO₂e – to przybliżona wielkość emisji gazów cieplarnianych na jedną osobę na rok. Możemy także przedstawić światowe emisje za pomocą prostokąta, którego szerokością będzie wielkość populacji ludzkiej na Ziemi (dla wygody obliczeń zaokrąglimy tę liczbę do 6 miliardów), zaś wysokością – emisje przypadające na jedną osobę.



Pomimo tego, że w dzisiejszych czasach uważa się, że wszyscy ludzie są sobie równi, to jednak nie wszyscy emitują równo po 5,5 tony CO₂ rocznie. Jeśli odpowiednio pogrupujemy emisje z 2000 roku, możemy pokazać, jak 34 miliardy ton CO₂ z naszego prostokąta są dzielone pomiędzy różne regiony Ziemi.

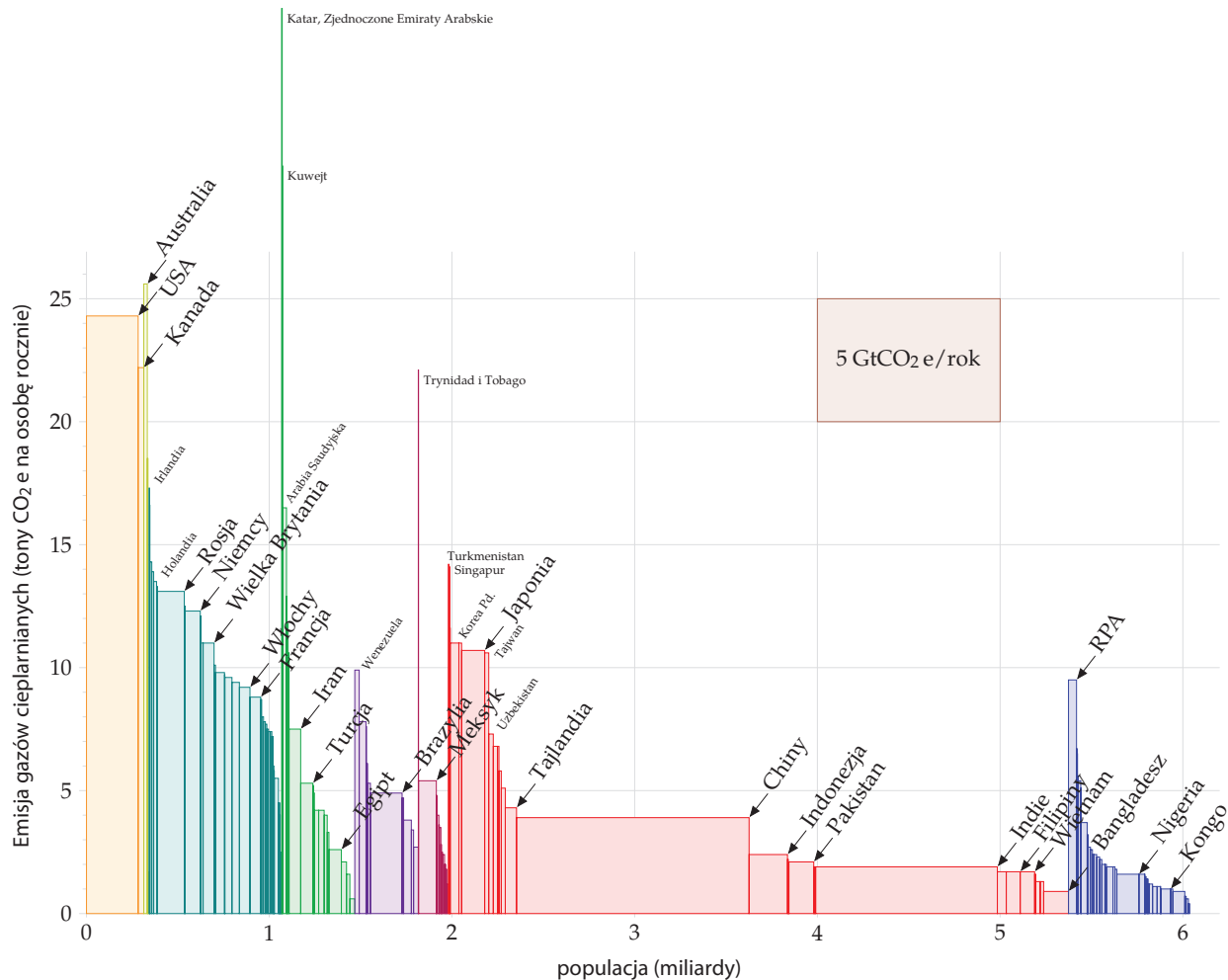


Powyższy diagram, zachowujący tę samą skalę co prostokąt ze strony poprzedniej, dzieli Świat na 8 regionów. Pole każdego prostokąta reprezentuje emisję gazów cieplarnianych z poszczególnych regionów.

Szerokość każdego prostokąta odpowiada wielkości populacji danego regionu, zaś wysokość obrazuje średni poziom emisji na osobę w tym regionie. W roku 2000 poziom emisji gazów cieplarnianych na osobę w Europie był dwa razy wyższy od średniej światowej, zaś w Ameryce Północnej był wyższy aż cztery razy.

Kiedy będziemy kontynuować dzielenie prostokątów, tak by każdy symbolizował jeden kraj, zrobi się naprawdę interesująco: kraje o najwyższym poziomie emisji dwutlenku węgla na osobę to Australia, USA i Kanada; kraje europejskie, Japonia oraz RPA dzielnie gonią czołówkę. Wśród krajów europejskich emisje Wielkiej Brytanii plasują się na średnim poziomie. A co z Chinami, tym niegrzecznym krajem, „wymykającym się spod kontroli”? Trzeba przyznać, że powierzchnia prostokąta należącego do Chin jest nawet większa niż dla USA, jednak wielkość emisji przypadająca na jedną osobę w Chinach jest, uwaga! *poniżej* średniej światowej. Natomiast w Indiach emisje na osobę są *poniżej połowy* średniej światowej. Warto przypomnieć w tym momencie, że duża część emisji pochodzących z przemysłu w Chinach czy w Indiach jest związana z wytwarzaniem dóbr eksportowanych do krajów bogatych. *Innymi słowy, są to emisje obciążające nasze konto.*

Tak więc, zakładając, że „coś musi zostać zrobione” w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, pojawia się pytanie, kto właściwie powinien wziąć na siebie odpowiedzialność za zrobienie tego czegoś? Jak już wcześniej wspominałem, jest to pytanie natury etycznej. Trudno jednak wyobrazić sobie jakikolwiek system etyczny, który zanegowałby oczywistą odpowiedzialność

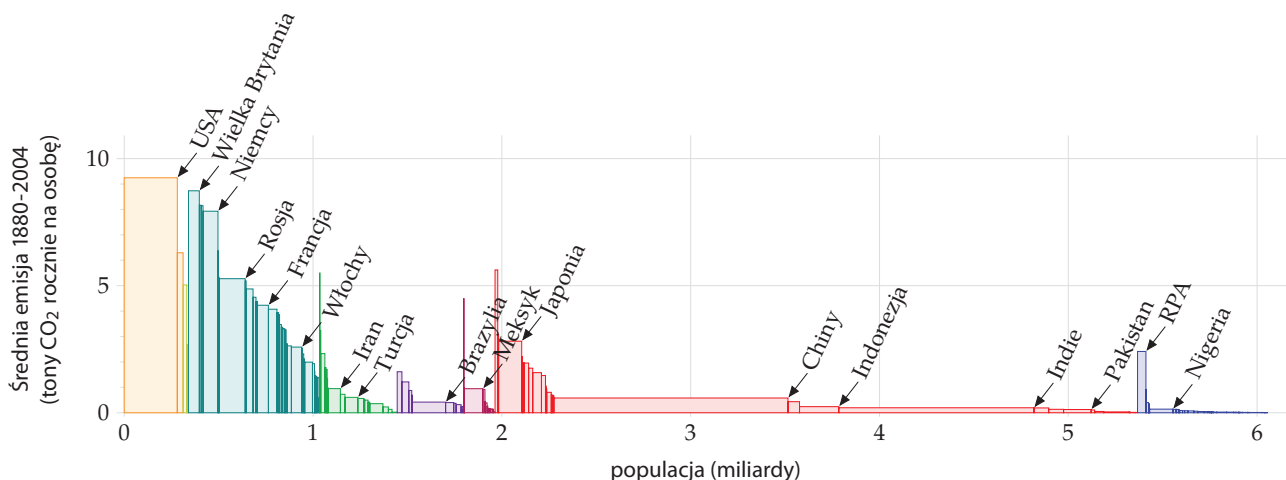


krajów po lewej stronie diagramu. Są to przecież kraje, które przekraczają średnią światową dwu-, trzy-, a nawet czterokrotnie i które jednocześnie stać byliby na poniesienie ewentualnych kosztów. Kraje, które mają możliwość przeznaczenia pieniędzy na odpowiednie zmiany. Kraje Unii Europejskiej czy USA, w szczególności.

Historyczna odpowiedzialność za zmiany klimatu

Jeśli przyjmijemy założenie, że klimat jest niszczone przez działalność człowieka i że ktoś powinien to naprawić, to kto powinien zapłacić? Niektórzy powiedzą: „Niech płaci zanieczyszczający”. Poprzednie diagramy pokazują, kto jak bardzo przykłada się do zmian klimatu *dzisiaj*. Jednakże to nie *obecny poziom* emisji CO₂ jest tym, co ma znaczenie przy określaniu odpowiedzialności, lecz *całkowita* skumulowana emisja historyczna. Duża część wyemitowanego przez nas dwutlenku węgla (około jedna trzecia) pozostanie w atmosferze na co najmniej 50 do 100 lat, a jeśli spalimy wszystkie paliwa kopalne, to nawet na kilka (dziesiąt) tysięcy lat. Jeśli zgodzimy się na słuszny z etycznego punktu widzenia

pomysł: „Niech płacą truciele”, to konsekwentnie powinniśmy dowiedzieć się, jak duże były historyczne emisje poszczególnych państw. Poniższy diagram pokazuje całkowite emisje CO₂ dla poszczególnych krajów, wyrażone jako średni poziom emisji z okresu między rokiem 1880 a 2004.



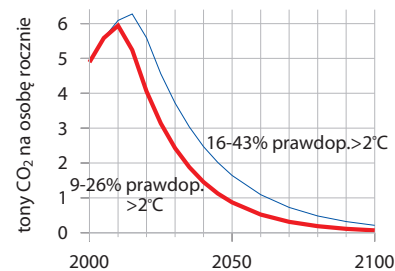
Brawa dla Brytyjczyków! Jesteśmy na podium! Być może nasze emisje są dzisiaj na poziomie średniej europejskiej, ale jeśli uwzględnimy emisje z przeszłości, to ustępujemy jedynie mieszkańcom USA.

No dobrze, dajmy na razie odetchnąć etyce i oddajmy głos naukowcom: co według naukowców powinniśmy zrobić, by zapobiec podniesieniu się temperatury na Ziemi o 2 °C (klimatolodzy uważają, że zmiany powyżej 2 °C wiążą się będą z wieloma bardzo nieprzyjemnymi konsekwencjami)? Tutaj odpowiedź jest oczywista: musimy i to jak najszybciej! zerwać ze szkodliwym nałogiem spalania paliw kopalnych. Niektóre kraje, w tym Wielka Brytania, zobowiązały się do co najmniej 60-procentowej redukcji emisji gazów cieplarnianych do roku 2050. Trzeba jednak podkreślić, że owe 60-procentowe cięcia – jakkolwiek wydają się radykalne – mogą nie wystarczyć. Zdaniem klimatologów przekroczymy wspomniany próg 2 °C, nawet jeśli w roku 2050 stopniowe ograniczenia światowej emisji CO₂ sięgną 60 procent.

Skalę cięć, do których dążymy, ukazuje diagram 1.8. Oto rysunek ten przedstawia dwa być-może-bezpieczne scenariusze dotyczące emisji, zaprezentowane w 2006 roku przez doktorów: Paula Baera i Michaela Mastrandrea w raporcie *High Stakes* Brytyjskiego Instytutu Badań Społecznych. Niżej położona krzywa zakłada całkowity spadek światowych emisji o 5 procent rocznie od roku 2007; krzywa położona wyżej zakłada krótkotrwałą zwłokę, a następnie 4-procentowy spadek globalnych emisji rocznie. Uważa się, że obydwie scenariusze dają jedynie niewielką szansę na zapobieżenie wzrostowi temperatury o 2 °C w stosunku do poziomu sprzed rewolucji przemysłowej. W pierwszym scenariuszu szansa na to, że wzrost temperatury przekroczy 2 °C jest szacowana na 9–26 procent; w drugim zaś prawdopodobieństwo przekroczenia 2 °C wynosi już 16–43 procent. Te być-może-bezpieczne scenariusze przewidują ponadto znacznie ostrzejsze redukcje emisji niż w którymkolwiek ze scenariuszy zaprezentowanych przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC), czy też w raporcie Sterna z 2006 roku.

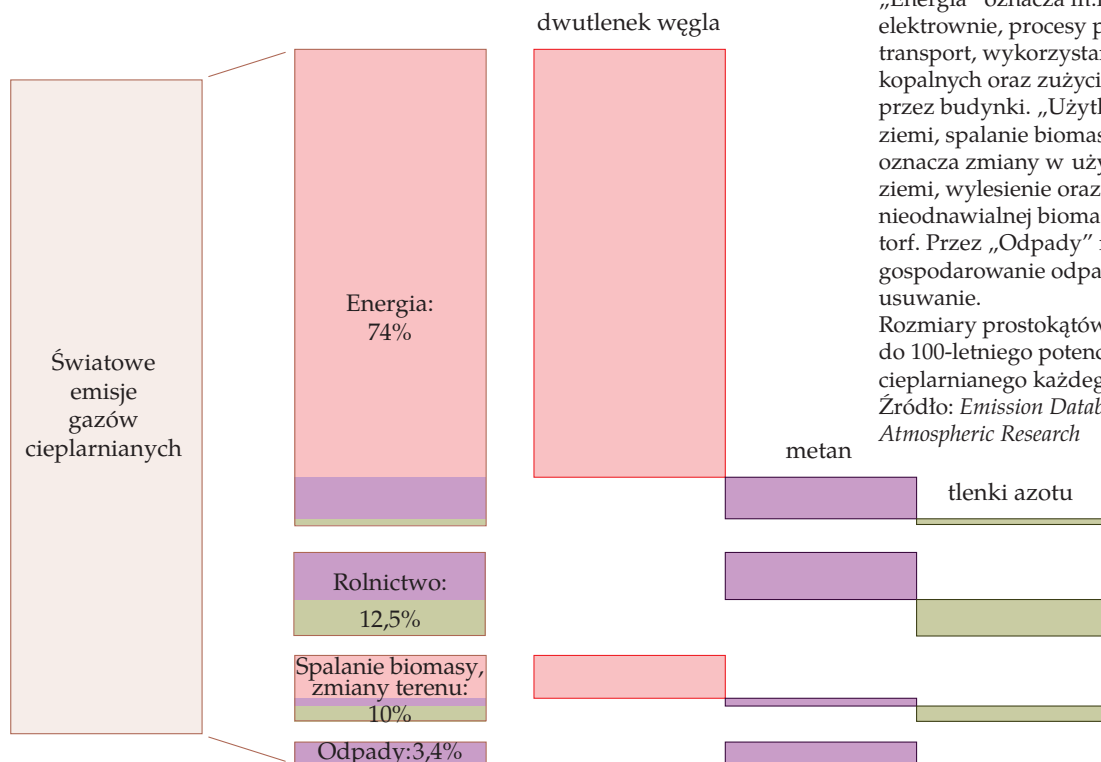
Te być-może-bezpieczne scenariusze wymagają zredukowania światowych emisji o 70, czy nawet 85 procent do roku 2050. Co to oznacza dla kraju takiego, jak Wielka Brytania? Jeżeli podpiszemy się pod pomysłem „ograniczenia i konwergencji” – ten zaś zakłada, że w przyszłości wszystkie kraje będą miały taki sam poziom emisji na osobę – to Brytyjczycy będą musieli dokonać cięć większych niż 85 procent, by go osiągnąć: emisje powinny zmaleć z obecnych 11 ton CO₂e na osobę do zaledwie **1 tony CO₂e na osobę na rok** do 2050 roku. Jest to tak ogromna zmiana, że jedynym sposobem, aby ją osiągnąć, jest przyjęcie dewizy: *żadnych paliw kopalnych więcej*.

I ostatnia już kwestia związana ze zmianami klimatu: emisje gazów cieplarnianych to wynik wielu naszych poczynań, jednak największym ich źródłem jest zużycie energii. Niektórzy ludzie usprawiedliwiają swoją bierność w ograniczaniu zużycia energii tym, że i tak „metan z krowich bąków powoduje większe ocieplenie niż podróż odrzutowcem”. Rzeczywiście, uboczne produkty rolnictwa w roku 2000 stanowiły 1/8 emisji gazów cieplarnianych, ale zużycie energii to aż 3/4 emisji (rys. 1.9). Problem zmian klimatu jest zatem przede wszystkim problemem energetycznym.



Rys. 1.8. Światowe emisje przedstawione dla obydwu scenariuszy rozważanych przez Baera i Mastrandrea, wyrażone w tonach CO₂ na osobę na rok, przy założeniu, że wielkość populacji ludzkiej na świecie wynosi 6 miliardów ludzi. Uważa się, że obydwie scenariusze dają jedynie niewielką szansę na zapobieżenie wzrostowi średniej temperatury na świecie o 2 °C w porównaniu do stanu sprzed rewolucji przemysłowej.

Rys. 1.9. Rozbicie światowych emisji gazów cieplarnianych (2000) z podziałem na przyczynę i rodzaj emitowanego gazu. „Energia” oznacza m.in. elektrownie, procesy przemysłowe, transport, wykorzystanie paliw kopalnych oraz zużycie energii przez budynki. „Użytkowanie ziemi, spalanie biomasy” oznacza zmiany w użytkowaniu ziemi, wylesienie oraz spalanie nieodnawialnej biomasy, takiej jak torf. Przez „Odpady” rozumiemy gospodarowanie odpadami oraz ich usuwanie. Rozmiary prostokątów są adekwatne do 100-letniego potencjału cieplarnianego każdego ze źródeł. Źródło: *Emission Database for Global Atmospheric Research*



Wskazówki dla Czytelnika

No dobrze, wystarczy już o zmianach klimatu. Przyjmuję założenie, że jesteśmy zmotywowani, by pozbyć się paliw kopalnych. Niezależnie od Twojej osobistej motywacji celem tej książki jest ułatwienie Ci ogarnięcia danych liczbowych, i związanej z nimi prostej arytmetyki. Na tej podstawie będziesz mógł sam ocenić, co jest możliwe, a które rozwiązania po prostu „nie trzymają się kupy”. Nie twierdzą przy tym, że zawarte tu liczby i obliczenia są czymś nowym. Książki Goodsteina, Lomborga i Lovelocka, o których wspomniałem na początku, są pełne interesujących liczb i prostych obliczeń. Istnieje też wiele pomocnych źródeł dostępnych w Internecie (patrz odnośniki na końcu każdego rozdziału).

Tym, co starałem się osiągnąć w mojej książce, jest sprawienie, by dane liczbowe były proste i łatwe do zapamiętania. Dzięki temu sam będziesz umiał się w nich odnaleźć, zaś cała sytuacja stanie się na tyle jasna, by każdy myślący czytelnik mógł wyciągnąć własne wnioski. Nie chcę dawać nikomu gotowych jedynie słusznych rozwiązań – wnioski, do których dochodzimy sami, są bowiem o wiele silniejsze od tych wpojonych przez kogoś. Rozumienie jest procesem twórczym. Liczę na to, że po przeczytaniu tej książki będziesz na tyle pewny siebie, by samodzielnie wyciągać wnioski.

Chciałbym zwrócić uwagę, że obliczenia, przez które razem będziemy przechodzić, będą czasem celowo upraszczane. Zaokrąglone liczby stanowią klucz do zrozumienia problemu. Po pierwsze, obliczenia na zaokrąglonych liczbach są znacznie łatwiejsze do zapamiętania. Po drugie, obliczenia na zaokrąglonych liczbach są znacznie szybsze. Weźmy prosty przykład: w tej książce populacja Wielkiej Brytanii liczy 60 milionów ludzi, zaś populacja świata 6 miliardów. Mógłbym użyć bardziej precyzyjnych liczb, ale zbytnia szczegółowość mogłaby zakłócić płynność myślenia. Dzięki temu, jeśli dowiadujemy się, że światowa emisja gazów cieplarnianych wynosi 34 miliardy ton ekwiwalentu CO₂ rocznie, to na bieżąco możemy obliczyć, i to bez kalkulatora, że średnia emisja na osobę wynosi 5 lub 6 ton ekwiwalentu CO₂ rocznie. Ten wynik może i nie jest superdokładny, ale w zupełności wystarcza do prowadzenia rzeczowej rozmowy. Jeśli więc dowiesz się, że podróż samolotem na inny kontynent i z powrotem powoduje emisję około dwóch ton CO₂ w przeliczeniu na każdego pasażera, to znajomość średniej emisji rocznej (ponad 5 ton „z haczykiem” na osobę rocznie) pozwoli Ci uświadomić sobie, że nawet jedna taka podróż rocznie zwiększa Twoje emisje o ponad jedną trzecią.

W obliczeniach w większym stopniu wolę opierać się na mojej codziennej wiedzy niż przedzierać się przez bezosobowe statystyki. Jeśli, na przykład, chcę oszacować średnią prędkość wiatru w Cambridge, to najpierw zadaję sobie pytanie: „Czy zazwyczaj, kiedy jadę na rowerze, jestem szybszy od wiatru?”. Kiedy odpowiedź jest twierdząca, mogę wydedukować, że rzadko kiedy prędkość wiatru w Cambridge wynosi więcej niż prędkość mojej jazdy na rowerze, czyli 20 km/h. Dopiero później porównuję te proste szacunki z obliczeniami innych osób oraz oficjalnymi statystykami (możesz je znaleźć w odnośnikach na końcu każdego rozdziału). Ta książka nie ma być bowiem rozstrzygającym zbiorem superdokładnych danych – jej celem jest zilustrowanie, jak używać przybliżonych liczb w konstruktywnej dyskusji.

Do obliczeń używam głównie danych z Wielkiej Brytanii, rzadziej z reszty Europy, USA czy Świata. Nie powinien jednak sprawić Ci trudności przeprowadzenie podobnych kalkulacji dla każdego innego kraju czy regionu świata, którym jesteś zainteresowany.



„Patrz! To Niskoemisyjny Człowiek!”

Rys. 1.10. Zamieszczony dzięki uprzejmości Petera z PRIVATE EYE. Więcej na: www.private-eye.co.uk

W polskim tłumaczeniu książki, na końcu każdego rozdziału, w którym otrzymane wartości są odmienne od tych dla Wielkiej Brytanii lub wskazany jest komentarz, znajdziesz je wyróżnione w takiej jak ta ramce.

Jeszcze kilka uwag tytułem zakończenia rozdziału. W naszych obliczeniach nie tylko zaokrągliśmy większość liczb, ale też pominiemy wszystkie te szczegóły, nad którymi zazwyczaj łamie sobie głowę cała armia inwestorów, menadżerów i ekonomistów. Jeśli, dajmy na to, chciałbyś wypromować technologię opartą na odnawialnych źródłach energii, zaledwie pięcioprocentowa różnica kosztów mogłaby zadecydować o sukcesie lub porażce przedsięwzięcia. W biznesie liczą się najdrobniejsze szczegóły, ale w tej książce 5 procent nie stanowi różnicy. To książka, w której interesuje nas, czy coś jest dwa razy mniejsze lub większe. Dotyczy ona fizycznych ograniczeń zrównoważonej energii, a nie szacowania aktualnej opłacalności ekonomicznej. Podczas gdy ekonomia stale się zmienia, podstawowe ograniczenia pozostają niezmiennie. Naszym zadaniem jest zrozumienie ich.

Debaty dotyczące polityki energetycznej niejednokrotnie wywołują wiele emocji i wprawiają jej uczestników w zakłopotanie, gdyż ludzie często mieszają ze sobą twierdzenia *rzeczowe* z twierdzeniami *etycznymi*.

Przykładami **twierdzeń rzeczowych** mogą być następujące zdania:

- Światowe spalanie paliw kopalnych jest przyczyną emisji 34 miliardów ton (34 gigaton) ekwiwalentu dwutlenku węgla rocznie.
- Jeśli koncentracja CO₂ w atmosferze ulegnie podwojeniu, to średnie temperatury do końca tego stulecia wzrosną o 1,5–5,8 °C.
- Wzrost temperatury o 2 °C spowoduje roztopienie się pokrywy lodowej Grenlandii w ciągu 500 lat.
- Całkowite stopienie się pokrywy lodowej na Grenlandii spowoduje 7-metrowy wzrost poziomu oceanów.

Twierdzenia rzeczowe mogą być albo prawdziwe, albo fałszywe. Często dojście do tego, jakie są w rzeczywistości, może być problematyczne, gdyż wymaga to wiedzy naukowej. Dla przykładu, twierdzenia, które właśnie podałem, mogą być albo prawdziwe, albo fałszywe. Tak naprawdę nie wiemy, czy wszystkie są prawdziwe. Niektóre z nich są obecnie oceniane jako „bardzo prawdopodobne”. Trudności w określeniu, co jest prawdziwe, a co nie, skutkują zazwyczaj debatą w środowisku naukowym. Jednakże za pomocą odpowiednich badań naukowych i po ich analizie problem prawdziwości lub fałszywości poszczególnych twierdzeń może zostać rozwiązany, przynajmniej „poza uzasadnioną wątpliwość”.

Przykładami **twierdzeń etycznych** są zdania:

- To nie w porządku wydobywać światowe zasoby w sposób, który obciąża kosztami przyszłe pokolenia.
- Zanieczyszczanie nie powinno być bezpłatne.
- Powinniśmy podjąć kroki, aby zabezpieczyć się przed podwojeniem koncentracji CO₂.
- Politycy powinni ustalić limity emisji CO₂.
- Kraje o najwyższych uśrednionych poziomach emisji z zeszłego stulecia mają obowiązek, by przewodzić działaniom dotyczącym zmian klimatu.

- Sprawiedliwe jest równe dzielenie praw do emisji CO₂ pomiędzy wszystkich ludzi na świecie.

Powyższe twierdzenia nie są ani prawdziwe, ani fałszywe. To, czy zgodzimy się z nimi, zależy od naszego etycznego osądu lub wartości, którymi się kierujemy. Twierdzenia etyczne mogą sobie wzajemnie przeczyć. Na przykład, podczas gdy rząd Tony’ego Blaira zadeklarował radykalną politykę dotyczącą emisji CO₂, stwierdzając, że „Wielka Brytania powinna zredukować swoje emisje CO₂ o 60 procent do roku 2050”, to w tym samym czasie Gordon Brown, będący Kanclerzem Skarbu w tym samym rządzie, wielokrotnie ponaglał eksporterów ropy do *zwiększenia* jej wydobycia.

Podkreślam zatem, że celem tej książki jest dyskusja na temat faktów, nie zaś etyki. Chcę, aby fakty stały się na tyle jasne, by ludzie mogli zacząć prowadzić sensowne debaty na temat etycznych decyzji. Chcę, by każdy zrozumiał, jak bardzo fakty ograniczają możliwości, które wchodzą w grę. Jako szanujący się naukowiec, dołożę wszelkich starań, by zachować swoje etyczne poglądy dla siebie. Jeśli jednak dadzą one o sobie czasem znać, z góry proszę o wybaczenie.

Pytanie, czy *sprawiedliwe* jest zagarnianie tak dużych ilości zasobów energetycznych przez Europę i Amerykę Północną, to już kwestia etyki. Moim zadaniem jest przypomnienie Ci o *fakcie*, że nie możemy jednocześnie zjeść ciastka i wciąż go mieć, a także wskazanie, jak identyfikować i eliminować bezsensowne i nieskuteczne propozycje działań oraz zidentyfikować polityki energetyczne, które są zgodne z wartościami, którymi się kierujesz.

Potrzebujemy planu, który będzie skuteczny!

Przypisy i zalecana literatura:

Na końcu każdego rozdziału podaję szczegóły dotyczące argumentów pojawiających się w danym rozdziale, źródła danych i cytatów oraz odnośniki do literatury, dzięki której można poszerzyć swoją wiedzę. Liczby przed przypisem oznaczają numer strony. Numer strony:

- 10 „Nie ma innego sposobu na osiągnięcie tego celu, jak poprzez wykorzystanie energii odnawialnej”; „Každy, kto uważa, że dzięki odnawialnym źródłom energii uda się załatać lukę [energetyczną – red.], żyje w zupełnie nierealnym świecie i jest, według mnie, wrogiem społeczeństwa”. Cytaty pochodzą z audycji *Any Questions?*, BBC Radio 4, 27 stycznia 2006 [ydoobr]. *Michael Meacher* pełnił funkcję ministra środowiska Wielkiej Brytanii w latach 1997–2003. *Sir Bernard Ingham* był doradcą Margaret Thatcher, gdy pełniła funkcję premiera, oraz szefem Rządowych Służb Informacyjnych (Government Information Services), a także sekretarzem organizacji Zwolennicy Energetyki Jądrowej (Supporters of Nuclear Energy).
- Jonathon Porritt, *Is nuclear the answer?*, rozdział 3, (marzec 2006). Sugestie dla ministrów: www.sd-commission.org.uk
- 11 „Inwestowanie w energetykę atomową to wyrzucanie pieniędzy w błoto”; „Dysponujemy ogromnymi zasobami wiatru i fal morskich” – Ann Leslie, dziennikarka. Wypowiedź z audycji *Any Questions?*, Radio 4, 10 lutego 2006.
- „Mieszkańcy Los Angeles pokonują codziennie 227 milionów kilometrów, czyli odległość z Ziemi do Marsa” – *The Earthworks Group*, 1989, strona 40.
- www.targetneutral.com liczy sobie 4 funty za „neutralizację” jednej tony CO₂ (to znacznie mniej niż w jakiegokolwiek innej znanej mi organizacji redukującej emisję). Przy takiej stawce przeciętny Brytyjczyk mógłby „zneutralizować” swoje 11 ton rocznie za jedyne 44 funty! Dowodem na to, że „neutralizacyjne” plany BP nie mają najmniejszego sensu, jest fakt, że ich projekty nie uzyskały Złotego Standardu www.cdmgoldstandard.org (z wypowiedzi Michaela Schlupa). Wiele projektów związanych z „kompensacją dwutlenku węgla” zostało zweryfikowanych przez Fionę Harvey z „Financial Times” [2]hve6] jako zupełnie bez wartości.
- 12 Osoby promujące energetykę odnawialną również wprowadzają w błąd, używając na przykład takich argumentów: „przybrzeżne elektrownie wiatrowe mogą zaopatrzyć w energię wszystkie domy w Wielkiej Brytanii”. Pod koniec 2007 roku rząd brytyjski ogłosił, że zezwoli na wybudowanie przybrzeżnych elektrowni wiatrowych „zdolnych zaopatrzyć w prąd wszystkie domy w Wielkiej Brytanii”. Nick Rau, prowadzący kampanię na rzecz energetyki odnawialnej z ramienia organizacji Friends of the Earth, przyklasnął planom rządu: „Ten rodzaj energetyki może generować ogromną moc”. [25e59w]. Informacja z „The Guardian” [507mxk]: John Sauven, dyrektor wykonawczy Greenpeace, powiedział, że plany te doprowadzą do „rewolucji w energetyce wiatrowej”, a „Partia Pracy powinna wyleczyć się z obsesji na punkcie energetyki jądrowej, która



„No dobrze – postanowione.

Ogłaszamy: Siedzenie z założonymi rękami nie jest rozwiązaniem!

A teraz poczekajmy i zobaczymy, jak potoczą się sprawy...”

Rys. 1.11. Zamieszczony

za uprzejmą zgodą

Paula Lowe z PRIVATE EYE.

Więcej na: www.private-eye.co.uk

pozwole zredukować zaledwie 4 procent emisji, w dodatku w nieokreślonej przyszłości”. Nick Rau dodał: „Cieszymy się, że rząd zaczyna dostrzegać potencjał drzemący w wiatrowych elektrowniach przybrzeżnych, które mogą zaspokoić 25 procent zapotrzebowania Wielkiej Brytanii na prąd do roku 2020”. Kilka tygodni później rząd ogłosił, że zezwala także na wybudowanie nowych elektrowni atomowych. „Dzisiejsza decyzja dopuszczająca inwestycje w nową generację elektrowni atomowych [...] jedynie w niewielkim stopniu przyczyni się do zatrzymania zmian klimatu” – ostrzegła Friends of the Earth [5c40lc].

W rzeczywistości obydwie propozycje rozbudowy źródeł energii – przybrzeżnych elektrowni wiatrowych oraz energetyki atomowej – dostarczyłyby taką samą ilość energii rocznie. Całkowita planowana moc z energetyki wiatrowej, wynosząca 33 GW, średnio dostarczyłaby 10 GW, co daje 4 kWh na osobę dziennie; zastąpienie wszystkich starych elektrowni wiatrowych jądrowymi dałoby natomiast również 10 GW, czyli 4 kWh na osobę dziennie. W tej samej wypowiedzi przeciwnicy energetyki jądrowej mówią, że opcja jądrowa „działa niewiele”, zaś opcja wiatrowa „zaopatrzy w energię wszystkie domy w Wielkiej Brytanii”. Tymczasem „zaopatrzenie w energię wszystkich domów w Wielkiej Brytanii” i „zredukowanie emisji zaledwie o 4 procent” to dokładnie to samo.

- 12 **Napędzany wodą samochód**, „New Scientist”, 29 lipca 2006, str. 35. Artykuł z nagłówkiem: *Napędzany wodą samochód może być dostępny już w 2009 roku*, zaczyna się słowami: „Zapomnij o samochodach napędzanych alkoholem i olejem roślinnym. Już niedługo będziesz mógł jeździć samochodem tylko i wyłącznie na wodę. Byłby to naprawdę zeroemisyjny pojazd”; „Chociaż na pierwszy rzut oka woda nie jest oczywistym źródłem energii, posiada kluczową zaletę: jest obfitym źródłem wodoru, pierwiastka powszechnie uznawanego za zielone paliwo przyszłości”.

Projekt opisywany w „New Scientist” istnieje naprawdę, ale chodzi tu o samochód używający boru jako paliwa, a ściślej – wykorzystanie reakcji boru z wodą jako pierwszego stopnia reakcji chemicznej. Dlaczego zatem „New Scientist” sugerował, że paliwem jest woda? Otóż woda nie jest paliwem. Nigdy nim nie była i nigdy nie będzie. Woda już jest wynikiem spalania!

Pierwsza zasada termodynamiki mówi, że nie można wydobyć energii z niczego. Można jedynie zamieniać jeden rodzaj energii na inny. Energia w każdym rodzaju silnika musi mieć swoje źródło. Jeszcze bardziej absurdalną historię o tankowanym wodą aucie rozpowszechniało też Fox News. [2ftd3].

- „Zmiany klimatu są zagrożeniem znacznie większym niż terroryzm” – Sir David King, Główny Doradca Naukowy brytyjskiego rządu, styczeń 2004. [26e8z].
- „gloryfikowanie podróży” – aluzja do przestępstwa „gloryfikacji”, zdefiniowanego w brytyjskim Akcie Terrorystycznym, który nabrał mocy prawnej 13 kwietnia 2006. [ykhay].

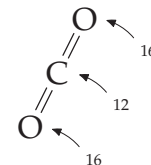
- 13 **Rys. 1.2.** Wykres przedstawia produkcję ropy naftowej z uwzględnieniem kondensatu, frakcji ciekłych gazu ziemnego i innych frakcji ciekłych, a także zyski z procesu rafinacji.

– Źródło: EIA, Przegląd statystyczny zasobów i zużycia energii British Petroleum (BP).

- 14 ... **Pierwszy działający silnik parowy został wynaleziony w 1698 roku.** W rzeczywistości pierwszy silnik parowy opisał Heron z Aleksandrii. Zważywszy jednak na fakt, że przez następne 1600 lat jego pomysł pozostał w zasadzie nieznanym, uznajmy wynalazek Savery’ego za pierwszy praktyczny silnik parowy.

- **Rys. 1.4 oraz 1.7. Koncentracja dwutlenku węgla.** Dane pochodzą z następujących źródeł: Keeling i Whorf, 2005 (okres pomiarów 1958 – 2004); Neftel i in., 1994 (1734 – 1983); Etheridge i in., 1998 (1000 – 1978); Siegenthaler i in., 2005 (950 – 1888); Indermuhle i in., 1999 (od 11 000 do 450 r. p.n.e.) Wykres ten nie powinien być mylony z tzw. *hockey stick graph* (wykres w kształcie kija hokejowego), który pokazuje historię średniej temperatury na świecie. Spostrzegawczy Czytelnicy zauważają, że moja argumentacja dotycząca zmian klimatu nie opiera się o *historyczne* przebiegi temperatur na świecie.

- **Rys. 1.5 – 1.7. Wydobywanie węgla.** Wykorzystane dane pochodzą z następujących opracowań: Jevons (1866), Malanima (2006), Netherlands Environmental Assessment Agency (2006), National Bureau of Economic Research (2001), Hatcher (1993), Flinn i Stoker (1984), Church i in. (1986), Supple (1987), Ashworth i Pegg (1986). William Stanley Jevons, angielski logik i ekonomista, już w XIX wieku ostrzegał przed zjawiskiem zwanym *Oil Peak*. W roku 1865 oszacował łatwo dostępne rezerwy węgla Wielkiej Brytanii, zanalizował historię wykładniczego wzrostu jego zużycia i przewidział koniec tego wzrostu wykładniczego oraz brytyjskiej dominacji w światowym przemyśle. „Nie jesteśmy w stanie dłużej utrzymać naszej obecnej stopy wzrostu zużycia... powściągnięcie naszego obecnego rozwoju musi stać się widoczne w okresie 100 lat od chwili obecnej... Nieuchronny wniosek brzmi: *nasz obecny radosny postęp nie będzie trwał w nieskończoność*”. Jevons miał rację – w przeciągu stulecia brytyjskie wydobywanie węgla osiągnęło szczyt, a przez świat przetoczyły się dwie wojny światowe.



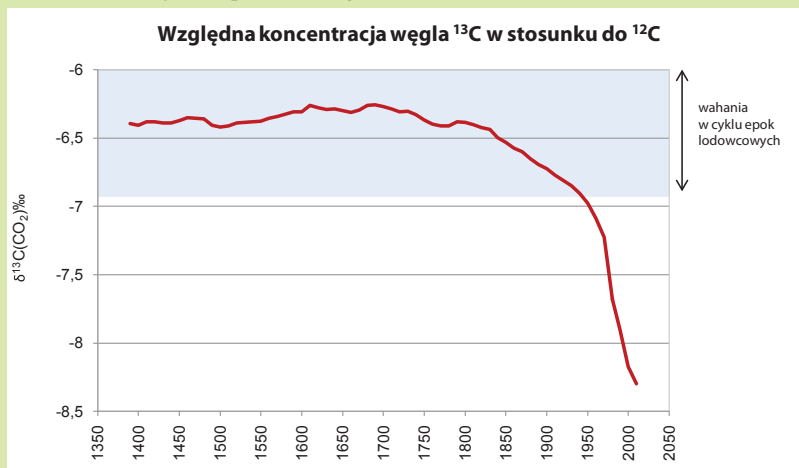
Masy atomu węgla i cząsteczki CO₂ pozostają w proporcji 12 do 44, ponieważ atom węgla ma masę 12 jednostek, zaś atomy tlenu po 16 każdy. 12 + 16 + 16 = 44

- 16 **Dominic Lawson, felietonista „The Independent”.** Cytat, którego użyłem, pochodzi z kolumny Dominica Lawsons w „The Independent” z dnia 8 czerwca 2007 roku. Nie jest to cytata dosłowny – zreagowałem jego słowa w celu skrócenia wypowiedzi, ale celowo nie poprawiałem żadnego z błędów. Oto, co się nie zgadza: po pierwsze, napisano „dwutlenek węgla”, ale dane odnoszą się do węgla: spalanie paliw kopalnych powoduje emisję do atmosfery 26 gigaton (miliardów ton) CO₂ rocznie (a nie 7 gigaton) – to częsty błąd. Po drugie, Lawson twierdzi, że oceany emitują do atmosfery 36 000 gigaton węgla rocznie. I tutaj popełnia znacznie gorszy

błąd: 36 000 gigaton to całkowita zawartość węgla w oceanach! Roczny przepływ jest znacznie mniejszy – około 90 gigaton węgla rocznie (330 GtCO₂/r), biorąc pod uwagę standardowe modele cyklu węglowego. Tak samo błędne jest „1900 gigaton” przepływu z biosfery do atmosfery. Poprawna liczba to około 120 gigaton węgla rocznie (440 GtCO₂/r). Tak składa się, że zaobserwowany wzrost koncentracji CO₂ jest zgodny z oczekiwaniami, przy założeniu, że większość wyemitowanego przez człowieka węgla pozostaje w atmosferze. Od roku 1715 do 2004 około 1 160 GtCO₂ zostało uwolnionych do atmosfery w wyniku spalania paliw kopalnych oraz produkcji cementu (Marland i in., 2007). Gdyby cały ten dwutlenek węgla pozostał w atmosferze, jego koncentracja wzrosłaby o 160 ppm (z 280 do 440 ppm). Rzeczywisty wzrost wyniósł około 100 ppm (z 275 do 377 ppm). Tak więc 60% tego, co zostało wyemitowane, pozostało w atmosferze.

Uzup. red.: Dobrym sposobem upewnienia się co do źródła pochodzenia dodatkowych ilości CO₂ w atmosferze jest przeanalizowanie historycznych koncentracji różnych izotopów węgla w atmosferze. Są w niej obecne jego 3 izotopy:

- ¹²C – stabilny, preferowany przez rośliny
- ¹³C – stabilny
- ¹⁴C – niestabilny, czas połowicznego zaniku 5700 lat



Rośliny preferują lekki izotop węgla ¹²C. Paliwa kopalne (węgiel, ropa, gaz) powstały z roślin, jest więc w nich przewaga ¹²C względem ¹³C. Węgla ¹⁴C w ogóle w nich nie ma, gdyż zdążył się już rozpaść. Spalając paliwa kopalne, wyrzucamy uwieczniony w nich węgiel do atmosfery, skąd pobierają go rosnące rośliny i wbudowują w siebie. Co więc widzimy? Widzimy, że (znowu!) w połowie XVIII wieku coś się stało i względna zawartość węgla ¹³C w atmosferze zaczęła coraz szybciej spadać (przy okazji pozostając w pełnej zgodności ilościowej z naszymi emisjami i działaniem cyklu węglowego).

Rys. Względna koncentracja węgla ¹³C względem ¹²C. Na podstawie Scripps CO₂ Program, Böhm, F. (2002): *Evidence for Preindustrial Variations in the Marine Surface Water Carbonate System from Coralline Sponges*.

W ciągu zaledwie 200 lat, jakie upłynęły od początku epoki przemysłowej, koncentracja ¹³C spadła o 2 promile. Może wydawać się, że to niewiele, ale nawet od szczytu epoki lodowcowej do XIX wieku wahania te były znacznie mniejsze.

18 „Dwutlenek węgla ma wpływ ocieplający”. „Przeładowana emocjami dyskusja na ten temat staje się nużąca, nieprawdą?” „Ten problem został już naukowo rozstrzygnięty”. „Wcale nie został!” „Został!”. Najlepiej zrobię, kierując każdego, kto chce sobie zrobić przerwę od niekonstruktywnych kłótni, do krótkiego raportu, napisanego przez Charneya i in. (1979). Konkluzje zawarte w tym raporcie są szczególnie cenne ze względu na to, że Akademia Nauk USA (National Academy of Sciences) sprawowała nadzór nad raportem oraz dobrała jego autorów na podstawie ich doświadczenia oraz „z uwzględnieniem stosownej równowagi”. Grupa badawcza została zwołana „pod patronatem Rady Badań nad Klimatem (Climate Research Board) Państwowego Komitetu Badań Naukowych, by zbadać naukowe podstawy prawdopodobnych zmian klimatu w przyszłości, spowodowanych antropogenicznymi emisjami dwutlenku węgla do atmosfery”. W szczególności autorzy raportu poproszeni zostali o „zidentyfikowanie podstawowych założeń, na których opiera się nasze obecne rozumienie problemu, o ilościowe oszacowanie adekwatności oraz niepewności naszej wiedzy o tych czynnikach i procesach oraz o zwięzłe i obiektywne podsumowanie naszego obecnego stanu wiedzy nt. dwutlenku węgla/klimatu, dla potrzeb decydentów”. Raport ma tylko 33 strony, można go bezpłatnie pobrać z Internetu (http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12181), do czego [5qfkw], gorąco namawiam. Dzięki jego lekturze jasne staje się, które elementy były naukowo dowiedzione już w 1979 roku, a które wciąż były niepewne.

Poniżej przedstawiam kluczowe stwierdzenia, które wybrałem z raportu. Po pierwsze, podwojenie stężenia CO₂ w atmosferze spowodowałoby dodatkowe ogrzanie troposfery, oceanów oraz łądów ze średnią jednostką mocy na powierzchnię wynoszącą około 4 W/m², o ile inne właściwości atmosfery nie ulegną zmianie. Ten efekt ogrzewania można porównać ze średnią mocą absorbowaną przez atmosferę, lądy i oceany, która wynosi 238 W/m². Tak więc podwojenie stężenia CO₂ będzie miało efekt grzewczy równoważny ze wzrostem intensywności promieniowania Słońca o 4/238 = 1,7%. Po drugie, konsekwencje tego, spowodowanego przez CO₂, ocieplenia, ze względu na złożoność systemu atmosferyczno-oceanicznego, są trudne do przewidzenia, jednak autorzy raportu przewidują globalne ocieplenie się powierzchni Ziemi w przedziale od 2 °C do 3,5 °C,

z większymi zmianami na wyższych szerokościach geograficznych. Ostatecznie, autorzy podsumowali: „Próbowaliśmy, ale nie byliśmy w stanie znaleźć żadnych przeoczonych lub niedocenionych fizycznych efektów, które mogłyby zredukować obecnie oszacowane globalne ocieplenie, wywołane podwojeniem się stężenia dwutlenku węgla w atmosferze, do mało istotnych wielkości lub całkowicie mu przeciwdziałać”. Ostrzegają także, że dzięki oceanowi, „wielkiemu i ociężałemu kołu zamachowemu światowego systemu klimatycznego”, jest całkiem możliwe, że efekty ocieplenia zaczną pojawiać się z takim opóźnieniem, że trudno będzie wykrzyć je w nadchodzących dekadach. Niemniej jednak „ocieplenie w końcu się pojawi, a związane z nim regionalne zmiany klimatu [...] mogą być znaczące”.

Przedmowa pióra przewodniczącego Rady Badań nad Klimatem (Climate Research Board), Vernera E. Suomi, podsumowuje wnioski słynną sekwencją podwójnych zaprzeczeń: „Jeśli stężenie dwutlenku węgla nadal będzie rosło, to grupa badawcza nie znajduje żadnego powodu, by wątpić, że zmiany klimatu nastąpią oraz żadnego powodu, by wierzyć, że zmiany te będą nieistotne”.

- 18 „Nie będę tu recytował całej litanii prawdopodobnych skutków – jestem pewien, że już nie raz je słyszałeś”. Jeśli nie, sprawdź. [2z2xg7].
- 22 „Brawa dla Brytyjczyków! Jesteśmy na podium! Być może nasze emisje są dzisiaj na poziomie średniej europejskiej, ale jeśli uwzględnimy emisje z przeszłości, to ustępujemy jedynie mieszkańcom USA”. Szczere wyrazy współczucia dla Luksemburga, którego historyczne emisje, w przeliczeniu na mieszkańca, w rzeczywistości były większe od amerykańskich i brytyjskich; jednakże zwycięskie podium powinno być zarezerwowane dla krajów posiadających jednocześnie wysokie emisje na osobę i wysoki całkowity poziom emisji. Biorąc pod uwagę te dwa kryteria, największymi historycznymi emitentami są, w kolejności: USA (322 GtCO₂), Rosja (90 GtCO₂), Chiny (89 GtCO₂), Niemcy (78 GtCO₂), Wielka Brytania (62 GtCO₂), Japonia (43 GtCO₂), Francja (30 GtCO₂), Indie (25 GtCO₂) i Kanada (24 GtCO₂). W przeliczeniu na mieszkańca kolejność jest następująca: Luksemburg, USA, Wielka Brytania, Czechy, Belgia, Niemcy, Estonia, Katar i Kanada.
- „Niekóre kraje, w tym Wielka Brytania, zobowiązały się do co najmniej 60-procentowej redukcji emisji gazów cieplarnianych do roku 2050”. W rzeczywistości zobowiązanie Wielkiej Brytanii zostało zwiększone do 80 procent redukcji w porównaniu z poziomami emisji z roku 1990.
- 23 „Rozbicie światowych emisji gazów cieplarnianych (2000) z podziałem na regiony i kraje” – Źródło danych: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), wersja 4.0. (Waszyngton: Światowy Instytut Zasobów, 2007). Trzy pierwsze wykresy pokazują całkowitą narodową emisję sześciu głównych gazów cieplarnianych łącznie (CO₂, CH₄, N₂O, PFC, HFC, SF₆), z wyłączeniem wpływu zmian w użytkowaniu ziemi oraz leśnictwa. Wykres na stronie 22 przedstawia całkowite emisje, ale tylko dla CO₂.
- Rys. 1.8. W scenariuszu niższych emisji prawdopodobieństwo, że wzrost temperatury przekroczy 2 °C, jest szacowane na 9 – 26%. Całkowite emisje węgla od roku 2007 wynoszą 309 GtC; stężenie CO₂ osiąga szczyt na poziomie 410 ppm, zaś stężenie CO₂e – na poziomie 421 ppm. W roku 2100 stężenie CO₂ spada do poziomu 355 ppm. W scenariuszu wyższych emisji szansa przekroczenia 2 °C szacowana jest na 16–43%; całkowite emisje węgla od roku 2007 wynoszą 415 GtC; stężenie CO₂ osiąga szczyt na poziomie 425 ppm, zaś stężenie CO₂e – na poziomie 435 ppm. W roku 2100 stężenie CO₂ w atmosferze spada do poziomu 380 ppm. Więcej informacji pod adresem: hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-2008/.
- 24 „Istnieje też wiele pomocnych źródeł w Internecie”. Polecam m.in.:
- Przegląd statystyczny zasobów i zużycia energii British Petroleum (BP Statistical Review of World Energy) [yxxq2m]
 - Komisja ds. Zrównoważonego Rozwoju (The Sustainable Development Commission), www.sd-commission.org.uk
 - Duńskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej (The Danish Wind Industry association) www.windpower.org,
 - Ekolodzy dla Energetyki Jądrowej (Environmentalists For Nuclear Energy), www.ecolo.org
 - Wydział Energetyki Wiatrowej Uniwersytetu Risø (Wind Energy Department, Risø University), www.risoe.dk/vea
 - DEFRA www.defra.gov.uk/environment/statistics; zwłaszcza książka *Unikając niebezpiecznych zmian klimatu (Avoiding Dangerous Climate Change)*. [dzcqq].
 - Instytut Pembina www.pembina.org/publications.asp oraz DTI (obecnie znane jako BERR), www.dti.gov.uk/publications
- 25 „Debaty dotyczące polityki energetycznej często wywołują wiele emocji i wprawiają jej uczestników w zakłopotanie, gdyż ludzie często mieszają ze sobą twierdzenia rzeczowe z twierdzeniami etycznymi”. – Twierdzenia etyczne są znane również jako „stwierdzenia normatywne” bądź „osądy wartościujące”, zaś twierdzenia rzeczowe jako „stwierdzenia faktyczne”. Twierdzenia etyczne zawierają zazwyczaj czasowniki typu „powinien” czy „musi” oraz przymiotniki: „sprawiedliwy”, „dobry”, „zły”. Więcej na ten temat w pracy Desslera i Parsona (2006).
- 26 Gordon Brown – w dniu 10 września 2005 roku Gordon Brown powiedział, że wysoka cena paliw stanowi znaczące ryzyko dla europejskiej gospodarki oraz dla światowego wzrostu i zachęcał kraje OPEC do zwiększenia wydobycia ropy. Podobnie, sześć miesięcy później, powiedział: „Potrzebujemy [...] większej produkcji ropy, większego wydobycia, większej ilości inwestycji, więcej inwestycji petrochemicznych” (22 kwietnia 2006). [y98ys5]. Złagodzę nieco krytykę wobec Gordona Browna i pochwałę jedną z jego późniejszych inicjatyw, czyli promocję samochodów elektrycznych oraz ładowanych z sieci pojazdów hybrydowych (PHEV). Jak zobaczycie, jednym z wniosków płynących z tej książki jest to, że elektryfikacja większości transportu jest istotnym elementem planu pozbycia się paliw kopalnych.