

Tomasz Kwaśniewski

35 stopni w cieniu. Na razie jest super, nie? Ale niebawem wyginiemy

Gazeta Wyborcza. Duży format 03.07.2025, 06:30

Na upały przypominamy rozmowę z prof. Szymonem Malinowskim. Ukazała się w 2018 roku.

Prof. dr hab. Szymon Malinowski – fizyk atmosfery, dyrektor Instytutu Geofizyki na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, przewodniczący Komitetu Geofizyki PAN. Zajmuje się fizyką chmur. Współtwórca serwisu Naukaoklimacie.pl
https://wyborcza.pl/duzyformat/7,127290,24144162,35-stopni-w-cieniu-na-razie-jest-super-nie-niebawem-wyginiemy.html#s=5.embed_article-K.C-B.1-L.6.zw

Film (link poniżej) Krótka historia klimatu. Od rewolucji przemysłowej do wycofania się USA

https://rv.im-g.pl/5/21899/372892_010617_MK_KLIMATH.mp4



Bardzo niski poziom Wisły spowodowany długotrwałymi upałami i brakiem deszczu Fot. Jakub Orzechowski / Agencja Wyborcza.pl

Między Warszawą pod dwoma kilometrami lodu, Warszawą z bulwarami nad Wisłą i Warszawą bez wody, prądu, klimatyzacji jest cztery, pięć stopni różnicy.

Tomasz Kwaśniewski: Zginiemy?

Prof. Szymon Malinowski: Akurat w tej chwili jest bardzo prawdopodobne, że rzeczywiście niebawem wyginiemy.

Wszyscy?

– To zależy od sytuacji, ale co najmniej zginie nasza cywilizacja i, powiedzmy, 80 proc. ludzi. Po prostu uruchamiamy procesy, które doprowadzą do tego, że nasza planeta przestanie się nadawać do zamieszkania dla życia, jakie ono jest teraz.

I to nie będzie tak jak wtedy, gdy przychodzi meteoryt – uderza i koniec.

Wyginiemy w ciągu jednego pokolenia.

Kiedy to się stanie?

– W następnym pokoleniu. Oczywiście, jeżeli zaraz nie użyjemy absolutnie wszelkich możliwych środków, żeby temu zapobiec.

Rok 2050?

– Tak, wtedy to już się będzie dziać. Na wielką skalę.

Wie pan, ludziom się zdaje, że katastrofa to bum, zdarzyło się, koniec. A to jest kwestia odpowiednich skal czasowych, tempa zmian i niemożności dostosowania się do nich.

Gdybyśmy mieli możliwość złapania kuli, która zmierza w nasze serce, strzał nie byłby katastrofą, prawda?

A więc katastrofa zaczyna się w momencie...

– Kiedy nie jesteśmy już w stanie zareagować albo nasza reakcja jest zbyt wolna. I my już dziś jesteśmy w sytuacji, kiedy karabin jest wycelowany, palec ściąga spust coraz mocniej i tylko nie wiadomo, w którym momencie broń wypali.

Naszą jedyną szansą jest przestać ściągać ten spust.

A co jest tym karabinem?

– Koncentracja gazów cieplarnianych w atmosferze.

Jeżeli napompujemy ją jeszcze trochę, uruchomimy mechanizmy, nad którymi nie będziemy już w stanie zaprowadzić – wtedy samoczynnie zaczną się uwalniać ogromne ilości gazów cieplarnianych z materii organicznej zdeponowanej w morzach i na powierzchni naszej planety.

A co to w ogóle są te gazy cieplarniane?

– Z punktu widzenia fizyki to po prostu te, które mają co najmniej trzy atomy w cząsteczce.

No, a w praktyce to jest przede wszystkim dwutlenek węgla, który uwalnia się w trakcie spalania. Metan, który powstaje w czasie beztlenowej przemiany materii organicznej.

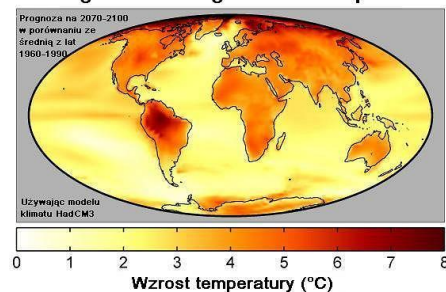
Ziemia otoczona jest atmosferą, w której te gazy są w miarę dobrze wymieszane.

A wie pan może, ile tego powietrza jest wokół Ziemi?

Niestety.

– A może pan wie, ile wynosi ciśnienie atmosferyczne? Niektórzy to ze szkoły pamiętają.

Prognozowane globalne ocieplenie



Geograficzna dystrybucja ocieplenia powierzchni ziemskiej pod koniec XXI wieku, używając modelu klimatu HadCM3. Scenariusz zakłada kontynuację obecnych praktyk zapewniania wzrostu gospodarczego i emisji gazów cieplarnianych. Średnia globalnego ocieplenia wynosi tu 3,0 °C (5,4 °F) Wikipedia

Znów się rumienię.

– Dziesięć metrów słupa wody – gdyby całą atmosferę sprężyć do gęstości, jaką ma woda, to takiej głębokości otoczka otaczałaby Ziemię. Czyli my jesteśmy na dnie bardzo płytkiej sadzawki, której maleńkim ułamkiem są właśnie owe gazy cieplarniane. Ale one są jednym z najważniejszych czynników sterujących klimatem naszej planety.

One przepuszczają promieniowanie słoneczne, które pada na powierzchnię Ziemi. Ona je pochłania i w związku z tym się ogrzewa. A potem sama zaczyna to ciepło wypromieniowywać. I ono trafia do atmosfery. Ale w związku z tym, że to są już inne długości fal, jest w niej pochłaniane właśnie przez owe gazy cieplarniane. I wtedy atmosfera zaczyna się podgrzewać, promieniując ciepłem w dół i w górę. Ale przez to, że jest asymetryczna – gęstsza u dołu – promieniuje raczej w dół.

To jest jak z domem. Mamy chałupę, czyli Ziemię, i dostawcę energii, czyli Słońce. A na zewnątrz jest mróz. W przypadku Ziemi to prawie zero bezwzględne. I teraz: od czego będzie zależała temperatura w naszym domu przy stałej dostawie energii?

Od izolacji.

– Właśnie. Im lepsza, tym temperatura w środku będzie wyższa. A im słabsza, tym będzie niższa. I tak samo działają gazy cieplarniane.

Czyli w związku z tym, że mamy atmosferę, jak ona się podgrzeje, do Ziemi dociera ciepło zarówno od Słońca, jak i od niej?

– Właśnie. To powoduje, że Ziemia robi się coraz cieplejsza, emituje więcej do góry, a co za tym idzie – coraz więcej tego ciepła też do niej wraca. I ten właśnie proces gromadzenia się ciepła nazywamy efektem cieplarnianym.

No, a to, ile ciepła w ramach tego procesu zgromadzi się w atmosferze, zależy od ilości gazów cieplarnianych.

Wie pan, kto pierwszy i kiedy opisał ten mechanizm?

Nie mam pojęcia.

– Joseph Fourier, francuski fizyk i matematyk, w 1824 roku. Tak więc to jest wiedza już ugruntowana.

Całą historię klimatu Ziemi można opisać jako grę między tym, ile energii dopływającej tu od Słońca zostaje pochłonięte, a tym, ile wypromieniuje w kosmos – czyli jaka jest izolacyjność atmosfery. To są te dwa czynniki rządzące klimatem Ziemi.

Rozumiem, że Słońce czasem dostarcza nam tej energii mniej, a czasem więcej?

– Wszystko zależy od skal czasowych, które przyjmujemy, ale generalnie coraz więcej, bo się rozgrzewa. I kiedyś rozgrzeje się tak, że stanie się czerwonym olbrzymem, w rezultacie najbliższe planety wyparują, być może też Ziemia. Ale na razie proszę się tym nie martwić, bo to jest perspektywa plus minus dwóch miliardów lat.

Druga rzecz: na Słońcu zachodzą pewne procesy – tam we wnętrzu jest wielki reaktor termojądrowy, który nam dostarcza wspaniałej energii z przekształcania wodoru w hel. I ta energia w ramach Słońca jest transportowana przez ruchy konwekcyjne: góra – dół. A w związku z tym to, ile jej Słońce wysyła, zależy od tego procesu, znanego jako cykl słoneczny i wielkie minima.

Trzecią zmienną jest to, że Ziemia nie jest w stałej odległości od Słońca. Zmienia się też nachylenie jej orbity, a w związku z tym jest różnie oświetlana – raz jeden biegun bardziej, raz drugi.

A na to wszystko, jak rozumiem, nakłada się to, co się dzieje u nas z gazami cieplarnianymi?

– Właśnie. W ogóle trzeba pamiętać, że tak jak Ziemia od zawsze ewoluowała, tak ewoluowała jej atmosfera. Wskutek różnych procesów, też wewnętrznych. Na przykład w związku z powstaniem życia w jej atmosferze pojawił się tlen.

Generalnie tym, co wpływa na klimat, są wymuszenia, czyli działania spoza układu klimatycznego: wulkanizm, tektonika płyt, aktywność słoneczna, zmiany orbitalne itd.; oraz sprzężenia, czyli to, co w rezultacie tych wymuszeń zachodzi wewnątrz systemu. Akcja – reakcja, tak to się kręci, nieustająco dążąc do równowagi w bilansie energii.

A jak to wygląda z punktu widzenia temperatury?

– No więc były bardzo różne etapy – raz było ciepło, raz zimno, to zależało od wielu rzeczy, w tym aktywności wulkanicznej, nachylenia orbity, tego, jak szybko był dodawany lub usuwany dwutlenek węgla z atmosfery. Jak było go mniej, to temperatura spadała poniżej zera – były takie etapy Ziemi śnieżki, kiedy cała pokrywała się lodem, a co za tym idzie – odbijała promieniowanie słoneczne. A potem wulkany produkowały więcej dwutlenku węgla, pokrywały lód popiołem, on już mniej odbijał, atmosfera się podgrzewała, lód się roztopiał itd.

No, ale przeskoczmy już te miliardy lat do momentu, kiedy Ziemia przypominała już trochę dzisiejszą.

Czyli?

– To jest ponad -set milionów lat temu.

I wtedy?

– Rozwija się życie, powstają wielkie lasy, bardzo dużo węgla zostaje zamknięte w skałach osadowych.

To się tak mówi, że lasy – czy inna materia organiczna – przekształciły się w węgiel. Ale ten proces cały czas zachodzi na powierzchni Ziemi, proszę pana. W torfowiskach. Bo to musi być proces odkładania się materii organicznej, bez utleniania. Czyli ona musi być zalana wodą, inaczej węgiel się utlenia i w postaci dwutlenku węgla wraca do atmosfery. W każdym razie to wtedy i w taki między innymi sposób ten węgiel się skoncentrował w różnych warstwach na naszej planecie. To jest bardzo ważnym przyczynkiem do tego, co mamy dzisiaj, bo my ten węgiel dziś wyciągamy, spalamy, produkując dwutlenek węgla.

Z ropą było tak samo?

– Bardzo podobnie.

I jak to szło dalej?

– Po Ziemi chodzą jaszczury, czyli mamy planetę bogatą w życie, lasy, rośliny itd. Ona jest wtedy stosunkowo ciepła, i teraz zaczynamy przebiegać w skalach czasu, już rzędu dziesiątków milionów lat, kiedy możemy pewne rzeczy zauważyć lepiej, bo jesteśmy bliżej tego okresu, więcej też śladów się zachowało. Możemy więc z tych puzzli odtworzyć na przykład układ kontynentów. Wysokość poziomu morza. Poznać temperaturę, która panowała wtedy na powierzchni morza. Określić, jaka była ilość dwutlenku węgla w atmosferze. Jednym słowem – jesteśmy w stanie więcej powiedzieć o klimacie wtedy. I co się w związku z tym działo.

Co?

– No więc jesteśmy te pięćdziesiąt parę milionów lat temu, wiemy, że Ziemia wcześniej była chłodniejsza. I wtedy na dnie oceanów odłożyły się ogromne ilości klatratów metanu. Czyli związku metanu z wodą, który jest stabilny pod wysokim ciśnieniem w stosunkowo niskich temperaturach. Wiemy też, że potem, na skutek wybuchów wulkanów, doszło do wzrostu zawartości dwutlenku węgla w atmosferze, a co za tym idzie – zaczęło się robić cieplej. W związku z tym woda w oceanach się podgrzała i nastąpiło szybkie uwolnienie ogromnych ilości metanu – z tych klatratów metanu – do atmosfery.

Metan, jak już wiemy, jest gazem cieplarnianym. Atmosfera się więc jeszcze bardziej podgrzała. W rezultacie bardzo szybko uwolnione zostało jeszcze więcej metanu. I to jest właśnie to, co nazywamy paleoceńsko-eoceńskim maksimum termicznym, które spowodowało jedno z wielkich wymierań.

I to się później znów unormowało?

– Tak, ponieważ metan rozkłada się do dwutlenku węgla, a ten jest pochłaniany przez rośliny. I też reaguje z nowo powstałymi skałami magmatycznymi.

A więc ten poziom metanu zaczął spadać, bo metan zamieniał się w dwutlenek węgla. Potem, na skutek różnych innych procesów, też tektonicznych, które zaczęły wiązać dwutlenek węgla, jego również zaczęło być mniej w atmosferze, a w związku z tym temperatura zaczęła spadać. Później znów nastąpił powolny wzrost temperatur, nie bardzo wiemy dlaczego. Ale od tego momentu, czyli mniej więcej 50 mln lat temu, do niedawna, czyli 2-3 mln lat temu, temperatura cały czas malała – w sumie, z tej szklarni, o jakieś 10 stopni Celsjusza. Przyczyną tego był spadek koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze wskutek pewnych procesów geochemicznych związanych z kolejnymi etapami fałdowania alpejskiego.

Oczywiście w trakcie były okresy cieplejsze, a nawet bardzo ciepłe, kilka milionów lat temu, czego dowodem są znajdowane w okolicach na przykład Tamizy ślady krokodyli.

No ale koncentracja spadała. I w rezultacie znów pojawił się lód. Najpierw na Antarktydzie – 15 mln lat temu, potem na Grenlandii – 4,5 mln lat temu. A jak się już pojawił, to odbijał więcej promieniowania słonecznego, w rezultacie lodu przybywało. I wtedy Ziemia doszła do

stanu, w którym stała się bardzo wrażliwa na nieznaczne nawet zmiany w dopływie energii słonecznej wskutek niewielkich zmian orbity.

I wtedy?

– Następowały cykliczne epoki lodowcowe – to jest ostatni milion lat.

Okres epok lodowcowych to jest już mniej więcej stała temperatura z amplitudą fluktuacji 4-5 stopni pomiędzy maksimum lodowcowym, kiedy mamy 2 kilometry lodu nad Warszawą, i interglacjałem, czyli okresem międzylodowcowym, kiedy mamy optymalne warunki do obecnego życia, które wykształciło się w procesie ewolucji podczas tych wszystkich zmian. To niesamowite, że między tym, co nazywamy epoką lodowcową, a tym dla nas zwykłym, normalnym światem jest tylko kilka stopni różnicy.

– No tak, ale mówimy o średniej temperaturze globu.

A jaką dziś mamy średnią temperaturę?

– O 1,2 stopnia Celsjusza wyższą, niż mieliśmy 150 lat temu.

A jaką mieliśmy wtedy?

– To jest dobre pytanie, ale nie aż tak ważne. Bo najważniejsza jest zmiana.

Średnią, dziś ok. 15 stopni Celsjusza, możemy określić ze stosunkowo niewielką dokładnością. Natomiast zmianę – wręcz przeciwnie. To jest tak jak z tym, że siedzimy teraz przy stole i w sumie nie wiemy dokładnie, jaka jest pana odległość od środka Ziemi. Ale jak pan wejdzie na stół, to z pewnością będzie o 80 cm większa.

No dobrze, a co nam to mówi, że średnia temperatura globu jest dziś o 1,2 stopnia wyższa niż 150 lat temu?

– Że coś się stało. Bo 5 tysięcy lat temu też było tak, że mieliśmy jakieś 0,4 stopnia Celsjusza mniej niż teraz – kiedy było to tak zwane holocenijskie optimum klimatyczne, czyli ten temperaturowy top, który nastąpił po poprzednim ochłodzeniu. I potem, zgodnie z naturalnym cyklem Ziemi, ona powolutku zaczęła się staczać w kolejną epokę lodowcową. I nagle, sto kilkadziesiąt lat temu, ten trend został powstrzymany.

I teraz to idzie?

– Gwałtownie w stronę ocieplenia. Co jest kontra wszystkim naturalnym procesom, wymuszeniom, które się odbywają. A więc został uruchomiony proces całkowicie nienaturalny. Polega on na tym, że my, ludzie, zaczęliśmy spalać węgiel zgromadzony w skałach osadowych, przepompowując go do atmosfery.

My uruchomiliśmy ten proces, bo odkryliśmy, że jak odpowiednio spalimy węgiel, to energia z niego uzyskana może wykonać za nas pracę.

I też dzięki temu tak bardzo się rozwinęliśmy. Ale w konsekwencji w atmosferze gwałtownie rośnie ilość dwutlenku węgla. I to coraz gwałtowniej – w miarę, jak robimy sobie coraz lepiej. I też jak nas przybywa.

W 2050 roku temperatura będzie wyższa o ile?

– Tego dokładnie nie wiemy, bo to zależy od wielu rzeczy, przede wszystkim od tego, ile jeszcze dołożymy dwutlenku węgla do atmosfery. W każdym razie ostatnio pojawia się coraz więcej prac pokazujących, że warunek, przy którym zostanie uruchomiony proces jak podczas paleocenijsko-eocenijskiego maksimum termicznego, czyli gwałtownego, już bez naszego udziału, uwalniania się gazów cieplarnianych do atmosfery, to jest kwestia około stopnia powyżej tego, co już mamy.

Ostatnio podniesienie o tyle temperatury zajęło nam 150 lat.

– A teraz jesteśmy to w stanie zrobić plus minus w ciągu 30.

Z dwutlenkiem węgla problem jest jeszcze taki, że on strasznie powoli reaguje...

Czyli trudno go ściągnąć z powrotem?

– Otóż to. A my go wciąż uwalniamy, spalając ropę, gaz, węgiel łącząc z tlenem. Tlenu też ubywa, ale to jest efekt niezauważalny, bo jest go bardzo dużo.

Ważne, że przybywa dwutlenku węgla. A więc robi się coraz cieplej, w związku z czym mocniej parują też oceany. Czyli pojawia się więcej pary wodnej w atmosferze, która jest kolejnym gazem cieplarnianym – ona co prawda, skraplając się, tworzy chmury odbijające część promieniowania słonecznego, ale okazuje się, że efekt podgrzewający przeważa. W rezultacie, na przykład w Arktyce, efekt cieplarniany działa zarówno w czasie arktycznego dnia, jak i arktycznej nocy. W związku z tym Arktyka mniej się wychładza niż kiedyś. A co za tym idzie, zmniejsza się powierzchnia zalegającego tam lodu, czyli powierzchnia odbijająca promieniowanie słoneczne.

Do tego dochodzi fakt, że w Arktyce lód pływa głównie po morzu. No a woda nam się nagrzewa. I to jest właśnie ten dodatkowy powód, dla którego tam te ubytki w powierzchni lodu są szczególnie widoczne. Z kolei w Arktyce lądowej przez ostatnie kilka milionów lat, w okresach międzylodowcowych, zresztą nie tylko, na samej powierzchni Ziemi latem bardzo intensywnie rozwijało się życie. A potem zimą zamarzało. W rezultacie odkładały się ogromne masy związków organicznych...

Wieczna zmarzlina?

– Właśnie.

Wielka warstwa śniegu zimą, a przez długi czas również latem, nie pozwalała się tej warstwie rozpuścić na większą głębokość. Nie mogło więc dojść do jej rozkładu.

Teraz ta warstwa zaczyna rozmarzać.

A związku z tym?

– Jak jest przykryta wodą, to zachodzi tam beztlenowy rozkład tej materii organicznej. Czyli do atmosfery zaczyna się uwalniać metan. A jak woda wyparowuje, to następuje proces utleniania i uwalnia się dwutlenek węgla. Dziś metanu w atmosferze jest wciąż bardzo mało, ale jego potencjalne zasoby, czyli to, co się może wytworzyć właśnie w tej wiecznej zmarzlinie, są gigantyczne. A więc my uruchamiamy przepotężny proces, i to na skalę planetarną, który jak już ruszy, będzie nie do powstrzymania.

Oczywiście, obawiamy się też tych złóż klatratów metanu, które się odkładały przez miliony lat w zimnych, płytkich wodach, między innymi też w Arktyce. A teraz, jak one się podgrzeją, to znów mogą się uwolnić, wrócić do atmosfery.

Są też badania wskazujące na trochę większą, niż nam się zdawało, rolę rozkładu materii organicznej w pasie równikowym.

To znaczy?

– Tam są mokradła. I też prawdopodobnie niedługo będą jeszcze większe niż dziś opady. No, a im wyższa temperatura, tym szybciej przebiegają procesy rozkładu. W związku z tym, jak ta materia organiczna będzie przykryta wodą, to się tam szybciej będzie uwalniał metan. A jeśli nie będzie przykryta wodą, to dwutlenek węgla, czyli kolejne, potencjalnie ogromne, źródło gazów cieplarnianych.

I to wszystko to jest właśnie ten spust, który naciskamy, pompując coraz więcej gazów cieplarnianych do atmosfery.

No dobra, a jak to będzie wyglądało z punktu widzenia mieszkańca Polski?

– Na razie jest super, nie? Lato piękne, jesień też, 1 listopada mieliśmy prawie 20 stopni. Co prawda zima już nie ta, lodowiska na boisku się wylać nie da, ale z tym można żyć, prawda? Problem w tym, że jesteśmy blisko Arktyki, która rozmarza, a w związku z tym zmieniają się wzorce pogodowe. Co na przykład oznacza, że może się zdarzyć dużo silniejsza burza niż dotychczas. Z tornadem. A do tego nie jesteśmy przyzwyczajeni.

Ale największym dla nas zagrożeniem w krótkiej perspektywie jest to, że będzie bardzo gorąco i bardzo sucho.

A konkretniej?

– Że mamy falę upałów, która trwa miesiąc, temperatury dochodzą do 35 stopni w dzień i 25 w nocy. I nie pada. Co wynika z tego, że mamy duży stacjonarny wyż, który z kolei wynika z tego, że jest słaba cyrkulacja atmosferyczna. A to dlatego, że jest niewielka różnica temperatur między ciepłym latem biegunem a równikiem.

No więc jest gorąco, sucho, zaczyna spadać ilość wody w gruncie i w rzekach – widział pan, jak wygląda Wisła w gorące lata? Albo Bug? Zaczynamy mieć kłopoty najpierw z wodociągami, aż w pewnym momencie tej wody jest tak mało, że nie możemy jej użyć do chłodzenia elektrowni. I w tym momencie załamuje się system energetyczny.

Oczywiście przez kilka kolejnych dni sobie z tym radzimy, bo mamy zapasowe agregaty, gdzieś tam można, na przykład w szpitalach, pewne rzeczy jeszcze uruchomić. Ale wszystko inne się załamuje. Wysiada łączność, klimatyzacja, transport, bo na stacjach paliw pompy są przecież elektryczne.

Lasy płoną na potęgę.

Żywność w supermarketach, magazynach, domach zaczyna się psuć...

Mamy baterie słoneczne.

– Oczywiście, zwłaszcza że świetnie pracują, jak jest bezchmurne, słoneczne niebo. Kłopot w tym, że wciąż ich nie mamy. Za to coraz więcej zużywamy węgla, ropy, pompując ten dwutlenek węgla do atmosfery.

I teraz proszę sobie wyobrazić dwa tygodnie bez prądu.

Rozumiem, że z punktu widzenia na przykład Gdańska dochodzą jeszcze kłopoty z morzem?

– Wzrost poziomu mórz to jest problem, który już z pewnością będziemy mieli. Tylko nie wiadomo kiedy. Bo przy temperaturze, która jest teraz, o czym wiemy z przeszłości, był on wyższy o 2-3 metry.

Na przykład na Grenlandii latem następuje topnienie powierzchniowe, co oznacza, że śnieg, lód, który jest na wierzchu, znika, spływa szczelinami, smaruje od spodu ten wielki lądolód, który tam sobie leży. I on zaczyna się coraz szybciej zsuwać do oceanu. No a na Antarktydzie mamy lodowce szelfowe, czyli języki lodu, które powstrzymują czy też spowalniają spływanie wielkich mas lodu ze środka kontynentu. Lód na Antarktydzie buduje się więc coraz wyżej. I ta wielka masa lodu ze środka Antarktydy naciska na te lodowce zaparte o dno oceanu.

Kłopot w tym, że one są podmywane przez coraz cieplejszą wodę. Tak więc nawet jeśli na środku Antarktydy temperatura wynosi minus 30 stopni, to ta bariera, która trzyma lądolód, powoli znika.

I w pewnym momencie ona trzaśnie i to wszystko zjedzie do oceanu.

Czyli perspektywa Gdańska?

– Jak prądu nie będą mieli, to i tak nic nie będą mieli. Ale najpierw będzie regularnie zalewany, a potem już zupełnie zniknie pod wodą. Tak samo jak Holandia, duża część Niemiec, Wielkiej Brytanii, w tym Londyn, do tego cała Floryda.

Generalnie zmieni się linia brzegowa, bo wody mniej będzie w lodzie, a więcej w oceanach.

Oczywiście życie przetrwa. Się dostosuje. Tylko ono już nie będzie takie jak teraz.

Wiele upraw padnie.

Zwierzęta zaczną wymierać. W ogóle spadnie produktywność biologiczna, czyli zaczną brakować żywności, zaczną wymierać lasy.

Czyli gdybyśmy już dziś zaczęli ustawiać te panele słoneczne...

– Generalnie, jeżeli natychmiast przestaniemy obkładać Ziemię styropianem, czyli dwutlenkiem węgla, to w pewnym momencie ten wzrost temperatury się zatrzyma. I wtedy może dojdzie do zatrzymania się tych niezależnych już od nas potężnych procesów uruchamiających emisję gazów cieplarnianych. Albo przynajmniej spowolnimy je na tyle, że powstanie szansa, by przystosowywać się do tych zmian.

Ludzie dziś mówią: „Będzie zmiana klimatu, się przystosujemy”. Ale pytanie: do czego? Bo my przecież mówimy o procesach – jeżeli zatrzymamy proces czy go spowolnimy, to będziemy się mogli do niego przystosować. Ale jeżeli on cały czas przyspiesza, to nie mamy szans. Bo zaczniemy się przystosowywać, ale to bardzo szybko przestanie być adekwatne.

Powiedział pan, że w Polsce będzie 35 stopni w dzień, 25 w nocy. Rozumiem, że będą miejsca na Ziemi, w których będzie znacznie, znacznie cieplej?

– Ogromna większość. Taki na przykład Pakistan, Bangladesz. W ogóle większa część Azji. I oczywiście Afryka. To będą miejsca nienadające się do życia.

Każdy z nas jest maszyną cieplną, oczywiście biologiczną, ale nasza sprawność zależy od różnicy temperatur między tym, co w środku, a tym, co na zewnątrz – my po prostu musimy mieć możliwość oddania ciepła na zewnątrz, inaczej umieramy.

Jest coś, co się nazywa temperaturą mokrego termometru. Dokładna definicja tego terminu mówi, że to jest najniższa temperatura, do której przy danej wilgotności można ochłodzić ciało za pomocą parowania.

O rety!

– Chodzi o to, że jak się pocimy, to parowanie z naszej skóry zabiera dużo ciepła. A jeżeli to parowanie przestanie zabierać ciepło, bo temperatura wilgotnego termometru będzie zbliżona do temperatury wnętrza ciała, a tak naprawdę może być trochę mniejsza, to nasz organizm przestaje działać. I teraz wystarczy kilka czy kilkanaście dni w roku z taką temperaturą i dany obszar przestaje się nadawać do zamieszkania.

36 stopni Celsjusza?

– Jak jest sucho, to może być ponad 40 stopni. Ale jak jest wilgotno, to wystarczy 32, 33. No więc ludzie, którzy tam żyją, zaczną uciekać. Zresztą może już wcześniej z powodu huraganów, ulew, które na przykład zaleją Bangladesz. Albo z powodu suszy, która zniszczy tam plony.

I całe to towarzystwo przyjdzie tutaj?

– Nie, bo znakomita część nie dotrze.

To nie jest przecież tak, że oni cudownie się tu przeniosą, bo będą środki transportu, które ich tu przetransportują. To będą migracje, wojny, bo my, ludzie, oczywiście do tego wszystkiego dołożymy to co zwykle, czyli ideologię, walkę o władzę, potrzebę pokazania, że jedni są lepsi od drugih.

Zawsze znajdą się tacy, którzy będą się starali jakoś to wykorzystać. Tak jak wojnę w Syrii.

No i co tu robić?

– Po pierwsze, co powtórzę już po raz n-ty, musimy przestać emitować dwutlenek węgla do atmosfery, czyli spalać paliwa kopalne. Z tym że tu już nawet elektrownia jądrowa może nie być wystarczającym rozwiązaniem. Bo może się zdarzyć tak, że nie będziemy mieć wody, żeby ją chłodzić. A jeśli nawet postawimy ją nad morzem, to wystąpi zakwit sinic na wielką skalę i też nam ją unieruchomi czy wręcz wyłączy.

My dziś nie mamy innego wyjścia jak skorzystać ze Słońca: wspaniałego, darmowego, ogromnego źródła energii – w polskich warunkach średnio rocznie to jest aż 160 watów na metr kwadratowy.

Czyli mówiąc po ludzku?

– Gdyby powierzchnię Warszawy pokryć ogniwami fotowoltaicznymi takimi, jakie teraz mamy, to produkcja energii byłaby równa całej dzisiejszej produkcji energii elektrycznej w Polsce, ze wszystkich źródeł, jakie mamy.

Oczywiście problem w tym, że my się przyzwyczailiśmy do pewnego wzorca zużycia energii – chcemy ją mieć na żądanie, a nie tylko wtedy, kiedy ona jest dostępna. A w związku z tym musimy ją magazynować. To komplikuje sprawę, bo na razie nie umiemy tego robić. A też z tego, co wiem, nie szykuje się jakiś przełom w tej kwestii. Co nie zmienia tego, że i tak musimy zmierzać w tę stronę.

Natomiast to, co możemy i natychmiast powinniśmy zrobić, to zdać sobie sprawę, jak wiele dziś energii z paliw kopalnych marnujemy, i przestać to robić.

To znaczy?

– Ile pan energii zużył, żeby tu do mnie przybyć na wywiad?

Mogłem przydreptać, bo mieszkam niedaleko...

– Ale przyjechał pan samochodem?

Tak.

– Czyli rozpędził pan kilkanaście razy tonę albo i więcej żelastwa do jakiejś prędkości, a potem zamienił tę energię na ciepło. Nie mówiąc już o tym, że pana silnik jest słabo sprawny, a jeszcze jak jest zimny, to kiepsko spala. No ale też budynek, w którym jesteśmy, czyli siedziba Wydziału Fizyki UW, niby nowoczesny, niestety nie jest energooszczędny – on na przykład w chłodniejsze dni mógłby być ogrzewany ciepłem słonecznym oraz naszym. To naprawdę wiele nie kosztuje. I też nie narusza naszego komfortu. Ale tak nie jest.

Ile pan ma lat?

– 61.

Ma pan dzieci?

– Dwójkę: 30 i 28 lat.

Wnuki?

– Jeszcze nie, ale mam nadzieję... Znaczy, patrząc z perspektywy zwyczajnoludzkiej, bo tak poza tym to ostatnio zacząłem się zastanawiać, czy to w ogóle ma sens.

I?

– No właśnie nie wiem, mam wątpliwości.

Czy ja mam się cieszyć z tego, że przyjdą na świat moje wnuki, które w zasadzie...

Zdaje mi się – czy pan ma w oczach łzy?

– Oj, no bo ta perspektywa dla nich jest naprawdę kiepska.

Wie pan, ja jestem fizykiem. A fizyka jest nauką o związkach przyczynowo-skutkowych. Na podstawie naszego rozumienia świata, jak potrafimy go zapisać za pomocą praw, w języku matematyki. I tutaj nie ma miejsca na dywagacje. Jest granica błędu, tak? Wynika z tego, że nie znamy pewnych szczegółów, generalnie nie jesteśmy omnipotentni.

I tu ta granica błędu wynosi ile?

– Ja bym powiedział, że ona się zbliża do pół stopnia. A nawet przekracza tę liczbę. Bo wiedząc to wszystko, co wiemy, ale też cały czas dowiadując się nowych rzeczy, możemy stwierdzić, że te emisje nie maleją, ale cały czas rosną.

Rządy wszystkich krajów podpisały to słynne porozumienie w Paryżu, był wielki huk, politycy odtrąbili sukces, że oto ratujemy planetę, temperatura nie może już wzrosnąć więcej niż o 2 stopnie. A potem zamówiono specjalny raport, który pokazał, że 1,5 stopnia – od epoki przedprzemysłowej – to jest absolutne maksimum. Granica, której przekroczenie grozi tymi skutkami, o których panu opowiedziałem. I tyle. Znaczy emisje nadal rosną. A w Polsce to już w ogóle.

Widział pan, słyszał, żeby tu jakiś ważny decydent powiedział coś na ten temat?

No dobrze, a jaki ta wiedza ma wpływ na pana codzienne życie?

– Na przykład taki, że na opracowanym przez kolegę kalkulatorze śladu węglowego – jest dostępny w internecie – obliczyłem, ile emituję dwutlenku węgla, a potem za pomocą paru prostych ruchów ograniczyłem to o połowę. Żeby zbić bardziej, o jakieś, powiedzmy, 20 procent, musiałbym mieć albo ogromne zasoby, albo ponieść bardzo duże wyrzeczenia. Bo toby się wiązało na przykład z tym, żeby energię potrzebną do ogrzania mieszkania czerpać nie z elektrociepłowni, ale wprost ze Słońca.

No i teraz proszę sobie wyobrazić, że my musimy tę emisję zbić do zera.

Mamy w ogóle nie emitować dwutlenku węgla?!

– Tak, zero, null! I to w ciągu kilkunastu lat. Czyli musimy zamknąć wszystkie elektrownie, które mamy. Zmienić samochody, w ogóle wszystkie pojazdy, na elektryczne. Ograniczenie już nie wystarczy.

Wydaje się niemożliwe.

– Ale fizycznie jest. W sensie: wszystkie technologie są.

A co pan zrobił, żeby obniżyć ten swój węglowy ślad o połowę?

– Po pierwsze, bardzo mało używam samochodu. A jak już, to staram się jeździć z kimś, a najlepiej w kilka osób. Kolejna rzecz: bardzo ograniczyłem podróże, w tym służbowe samolotem...

Na rzecz czego?

– Telekonferencji. Jak nie muszę, nie jadę, nawet jak mnie zapraszają. A jak już, to koleją.

Kolejna rzecz: przejrzałem odbiorniki energii w domu. I wyłączyłem wszystko, czego nie potrzebuję. A to, czego potrzebuję, w miarę możliwości zamieniłem na energooszczędne.

Oczywiście w ramach rozsądku, bo jak pralka pracuje, to nie ma co jej wymieniać na nową, wyprodukowanie nowej energetycznie jest też kosztowne.

Kolejna rzecz: ograniczyłem mięso. Bo jego produkcja jest bardzo kosztowna energetycznie.

A to dlatego, że to jest przecież podwójny cykl.

To znaczy?

– Najpierw musimy wyprodukować rośliny, żeby nakarmić nimi zwierzęta, które tylko niewielką część tych substancji odżywczych przekształcają do przyswajalnej dla nas postaci. I to w zasadzie wszystko, co zwykły człowiek może dzisiaj zrobić. To znaczy jak ma dom, to może go jeszcze ogrzać. W każdym razie emitowałem około 16 kilogramów dwutlenku węgla rocznie, a teraz to jest 8.

A trzeba zrobić zero!

– Jak powiedziałem: technologicznie jest to możliwe. Pytanie: ilu polityków, ile społeczeństw jest na tyle dojrzałych, by uczynić to priorytetem.

Ale co w sumie stoi tu na przeszkodzie?

– Mentalność. My musielibyśmy mieć świadomość... Znaczą: najprościej to zrobić tak, i to jest tegoroczny Nobel z ekonomii, żeby opodatkować ropę, węgiel, gaz ziemny na wejściu. Czyli w momencie wydobywania. Z roku na rok rosnącą stawką – można wtedy obywatelom ograniczyć inne podatki czy też wypłacać im tak zgromadzone fundusze; to się nazywa dywidenda węglowa.

My po prostu musimy zrozumieć, że jeżeli nie przestaniemy emitować dwutlenku węgla, to zapłacimy wszystkim. To jest ten realny koszt każdej tony węgla: wszystko! Tymczasem my tego kosztu w naszym rachunku ekonomicznym w ogóle nie bierzemy pod uwagę.

Oczywiście nagle się nie zmienimy, nie ma co się łudzić, trzeba więc stworzyć bardzo silny bodziec, który spowoduje, że tego po prostu finansowo nie będzie się opłacało robić.

I dopiero wtedy będziemy mieć motywację, żeby te surowce zastąpić czymś innym.

A jak już przestaniemy emitować te gazy cieplarniane, to ten wycelowany w nas pistolet zostanie rozładowany?

– Nie, bo później trzeba będzie jeszcze troszkę powyciągać tego dwutlenku węgla z atmosfery. Żeby temperatura przestała rosnąć.

Jak to zrobić?

– Na przykład poprzez rzeczywiste zalesianie. W przeciwieństwie do pseudozalesiania, które dziś obowiązuje, czyli hodowli drewna.

Zalesianie jest też pomysłem, który się pojawia jako coś, co może odsunąć na jakiś czas ten moment początku katastrofy. Inne pomysły to na przykład rozpylanie aerozoli, które będą odbijać promieniowanie słoneczne. Albo z mojej dziedziny – zajmuję się fizyką chmur – generowanie większej ilości chmur nad oceanem.

Które będą go chłodzić?

– Tak, bo będą odbijały promieniowanie słoneczne.

I to jest dziś możliwe?

– Oczywiście, tylko te chmury to jest coś, co kosztuje trochę energii i trochę nakładu. Ale ma tę zaletę, że można to dostosowywać do warunków. Natomiast rozpylenie aerozolu w atmosferze jest dramatycznie proste i tanie, ale po pierwsze, raz rozpoczęte musiałoby być ciągle kontynuowane, bo ten aerozol opada. A po drugie, wiadomo, że w sposób niekontrolowany zaburzyłoby cyrkulacje atmosferyczne. Na przykład wyłączając monsun, od którego zależy życie 2, 3 mld ludzi.

A my w ogóle potrafimy rozpylić ten aerozol?

– Oczywiście.

Z samolotów?

– Generalnie im wyżej, tym lepiej.

I wtedy?

– On odbija promieniowanie słoneczne. Czyli niebo już nie będzie niebieskie, tylko białe, a zachody słońca będą fantastycznie kolorowe. Generalnie będzie dużo promieniowania rozproszonego, mało bezpośredniego. Co może też wpłynąć na produktywność rolną. W ogóle na faunę i florę. Na przykład w ten sposób, że pojawią się nowe gatunki roślin, bakterii, grzybów, które z reguły nie są dla nas zbyt miłe.

No, ale wtedy też trochę spadnie ten dopływ energii od Słońca.

Sęk w tym, że to i tak nie rozwiązuje problemu na przykład zakwaszenia oceanów czy właśnie zwiększenia ilości dwutlenku węgla w atmosferze. Tylko to jest sytuacja, która nam może pozwolić kupić trochę więcej czasu. Ale bardzo dużym kosztem.

Ma pan wrażenie, że ludzie panu wierzą, jak pan to wszystko mówi?

– Wie pan, nawet wielu kolegów i duża część rodziny, może nie tej najbliższej, uważa, że ja jestem...

Ześwirowany?

– Właśnie.

Bo pan przesadza?

– Bo przecież są inni, którzy inaczej mówią.

Tomasz Kwaśniewski

Reporter „Dużego Formatu”, w „Gazecie Wyborczej” pracuje od 1999 r.