

Zimno, zimno, ciepło, gorąco?



MIROSŁAW MIĘTUS
Katedra Meteorologii i Klimatologii
Instytut Geografii
Uniwersytet Gdański
mietus@ug.edu.pl

O globalnej zmianie klimatu oraz jej scenariuszach dla świata i Polski rozmawiamy z prof. dr. hab. Mirosławem Miętusem – klimatologiem, koordynatorem i członkiem projektów dotyczących globalnych zmian klimatycznych

Akademia: Kiedy pojawiły się pierwsze scenariusze wskazujące na globalne ocieplenie klimatyczne?

Mirosław Miętus: *Idea globalnego ocieplenia ma sto kilkadziesiąt lat. Ale naukowe opracowania, w których mówi się o występowaniu globalnego ocieplenia, czyli globalnej zmianie klimatu, pojawiły się później. Celowo mówię globalna zmiana, gdyż często pisze się po polsku „zmiany klimatu”, a mamy jeden klimat ziemski i jedną zmianę, tyle że zmieniają się różne elementy: temperatura, opady itd., nawet prędkości wiatru.*

Kiedy z profesorem Maciejem Sadowskim, klimatologiem, tłumaczyliśmy na język polski „Streszczenie dla decydentów” z poprzedniego raportu IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), pierwszy raz napisaliśmy o zmianie klimatu, a nie zmianach klimatu. Wywołało to szeroką dyskusję w całym środowisku.

Dzisiaj można powiedzieć, że pojedyncze osoby zajmujące się zawodowo zagadnieniami dotyczącymi meteorologii, klimatologii, glaciologii, hydrologii, limnologii i innych dziedzin z zakresu nauk o Ziemi, kwestionują fakt występowania globalnego ocieplenia. Między innymi jest stanowisko Komitetu Nauk Geologicznych PAN, która mówi, że globalnego ocieplenia nie ma. Mamy również stanowisko Komitetu Geofizyki PAN, które

go byłem członkiem, oraz stanowisko PAN, które są inne niż stanowisko Komitetu Nauk Geologicznych.

Jakie czynniki kształtują klimat?

Mamy dwa ich rodzaje. Pierwszym są naturalne, w dużej mierze związane z ruchem obrotowym Ziemi wokół Słońca. Chodzi o zmianę kształtu orbity, ponieważ nie jest to zawsze elipsa o tym samym kształcie. Ważna jest również zmiana nachylenia ekliptyki oraz precesja osi obrotowej Ziemi. Te czynniki są odpowiedzialne za długookresowe cykle, charakteryzujące się okresami zmienności od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy lat. Są to tzw. cykle Milankovicia, opisane przez serbskiego klimatologa na początku XX wieku. Gdyby wziąć pod uwagę tylko je, klimat Ziemi powinien kierować się w stronę fazy ochładzania. Czynnikiem modyfikującym klimat, również w kierunku ochładzania, są wybuchy wulkanów. Wulkan w czasie wybuchu potrafi wyrzucić olbrzymią ilość pyłów i aerozoli (dość wysoko do atmosfery), które powodują, że część promieniowania jest tam odbijana i wychodzi poza system atmosfery ziemskiej. Skutek jest taki, że nie dociera ono do powierzchni Ziemi i ogrzewa się tylko górna atmosfera. Dlatego przy bardzo dużych wybuchach wulkanów zawsze obserwujemy niewielkie spadki temperatury. Wewnętrzna dynamika systemu klimatycznego, czyli oddziaływanie atmosfery i oceanu, także wpływa na klimat, ale w wymiarze setek, a nawet tysięcy lat. Ostatni, ale bardzo ważny naturalny czynnik to aktywność Słońca, która w ostatnim okresie wzrosła. Jednak nasza wiedza na temat tego, jak ona się zmienia i ile energii ono emituje, nie jest satysfakcjonująca. Mamy jeszcze czynniki antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka, takie jak uwalnianie do atmosfery dwutlenku węgla, metanu i innych gazów śladowych, które powodują „efekt cieplarniany”. Wzrost ich koncentracji powoduje, że zwiększa się „pojemność cieplna” systemu klimatycznego, a to znaczy, że coraz więcej ciepła



Jakub Ostalowski



zostaje zatrzymane w systemie klimatycznym. Mamy jeszcze ozon troposferyczny, generowany przez działalność człowieka. Ozon ten pochodzi z zanieczyszczeń, głównie komunikacyjnych, a wzrost jego koncentracji prowadzi do ocieplenia. Następnie mamy do czynienia ze zmianą zdolności powierzchni Ziemi do pochłaniania promieniowania na skutek zmian użytkowania terenu, czyli wylesienia i przekształcania w tereny przemysłowe.

Ale są też naturalne źródła dwutlenku węgla. Oczywiście. Dwutlenek węgla, tak jak i inne naturalne gazy cieplarniane, istniał w naturalnej atmosferze nienaruszonej przez człowieka, dzięki temu mamy temperaturę o 32°C

wyższą, niż gdyby go nie było – więc jest on odpowiedzialny za tak zwany naturalny efekt cieplarniany. To, co się dzieje z promieniowaniem słonecznym docierającym do powierzchni Ziemi, doskonale pokazuje tak zwany 0-wymiarowy model bilansu energetycznego. Krótkofalowe promieniowanie Słońca, które dociera do górnych warstw atmosfery, jest częściowo odbijane, a część dociera głębiej, ogrzewając planetę i wtedy Ziemia zaczyna emitować promieniowanie długofalowe zgodnie z prawem Stefana Boltzmana.

Jeżeli napiszemy takie równanie bilansu i przyjmiemy, że atmosfera jest przezroczysta, czyli jej transmisyjność wynosi 1, nie ma żadnych gazów, to otrzymamy temperaturę efektywną rzędu 255 K, czyli -18°C . Tymczasem średnia temperatura na kuli ziemskiej wynosi około 14°C . Różnica 32°C wynika z faktu, że mamy atmosferę, która składa się z pary wodnej oraz właśnie dwutlenku węgla, metanu i kilku innych gazów. Ten system zapewnia na Ziemi takie warunki termiczne, w których ludzkość może żyć. -18°C to jest średnia, i znaczyłoby to, że na biegunach byłoby między -50° a -60°C , a w okolicach równika mogłoby być zaledwie koło 0°C , więc jakieś życie prymitywne być może by było, ale człowiek by nie istniał.

Dlaczego niepokoiemy się globalnym ociepleniem?

Problem polega na tym, że stajemy wobec zagrożeń, jakie niesie współczesna zmiana

W Polsce klimat jest czuły na to, czy pada, czy nie. Powodzie występują na przemian z okresami suszy

Scenariusze globalnej zmiany w XXI wieku

klimatu, która zachodzi za szybko. Zdolność adaptowania się do tych zmian zależy od możliwości społeczeństwa. Zgodnie z danymi ONZ na początku XX wieku populacja na Ziemi liczyła około jednego miliarda ludzi, dziś liczy około ośmiu miliardów i niestety, większość świata nie jest bogata.

Raporty publikowane przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) oraz firmę komercyjną Munich Re (towarzystwo asekuracyjne) wskazują, że w ostatnich kilkudziesięciu latach liczba katastrof naturalnych, których przyczyna leży w procesach geofizycznych, jest stosunkowo nieduża i jest mniej więcej stała. Natomiast od początku lat 80. obserwujemy wzrost wydarzeń katastroficznych związanych z przyczynami meteorologicznymi lub klimatycznymi. Te katastrofy pochłonęły prawie dwa miliony ofiar. Najwięcej w Azji, następnie w Ameryce Południowej i Afryce. Jeżeli zaś chodzi o mienie, to największe straty wystąpiły w Azji, w Ameryce Północnej i – na końcu – w Europie. Zestawiając te dane, widzimy sporo katastrof, które występują w obszarach nie najbogatszych, ale gęsto zaludnionych. Teoria globalnego ocieplenia mówi, że w atmosferze cieplejszej prawdopodobieństwo występowania zjawisk gwałtowniejszych albo częstsza zmiana warunków jest bardziej prawdopodobna niż obecnie.

Czy można stworzyć model klimatyczny żeby ustrzec społeczeństwa przed zgubnymi skutkami jego zmian?

Obecnie wiemy, że model klimatu musi obejmować co najmniej model cyrkulacji atmosferycznej i oceanicznej oraz wymianę strumieni między oceanem i atmosferą. Przy modelowaniu klimatu musimy zwracać uwagę na to, aby bilans strumieni w cyklu rocznym się zamykał, był prawie równy 0. Jeżeli tak nie będzie, to będziemy mieli tzw. dryft modelu. Gdyby był ujemny, to modele będą dążyły do ochłodzenia, gdy byłby dodatni, to modele będą dążyć do ocieplenia.

Jeden model nie wystarczy, najlepiej jest stworzyć kilka różnych, bo jeden niektóre elementy pokazuje lepiej, a drugi gorzej. Biorąc średnią z kilku modeli, otrzymujemy tak zwaną wiązkę. W tej chwili na świecie mamy 42 modele globalnej cyrkulacji atmosferycznej i oceanicznej. Przy ich użyciu powstały liczne scenariusze ewolucji systemu klimatycznego w XXI wieku,

w tym dwa skrajne. Optymistyczny zakłada ograniczenia w emisji spalin i gazów wpływających na tempo zmiany klimatu, pesymistyczny mówi o braku zmian w gospodarce, a jej rozwój powoduje, że spalamy paliwa kopalne bez jakichkolwiek ograniczeń. W przypadku modeli poruszamy się więc między tymi dwiema możliwościami. Inne istotne zmiany dotyczą m.in. oceanów, których poziom, jak wiadomo, podnosi się, między innymi w wyniku topnienia lodowców śródlądowych. Jednym ze skutków tych zjawisk jest wystodzenie wody morskiej oraz zaburzenie cyrkulacji termohalinowej (globalnej cyrkulacji oceanu spowodowanej zmianami gęstości wody w zależności od stężenia soli i temperatury wody). W przypadku scenariusza optymistycznego zmiana temperatury może wzrosnąć tylko o 2°C, a później spodziewana jest jej stabilizacja. Jednakże zmian poziomu wszechoceanu nie jesteśmy w stanie ustabilizować do końca XXI wieku, nawet wdrażając program naprawczy. Będzie się on podnosił jeszcze przez dwa kolejne wieki, ponieważ czynnikiem decydującym jest tu rozszerzalność termiczna wody. Biorąc pod uwagę, że 2/3 populacji ludzkiej żyje w tak zwanej strefie przybrzeżnej, oznacza to, że bardzo dużo ludzi jest zagrożonych m.in. skutkami podnoszenia się poziomu wszechoceanu.

A czy jest scenariusz, który mówi o tym, jak będzie się zmieniał klimat w naszym kraju?

Tak, oczywiście takich scenariuszy jest sporo. Najwięcej można ich opracować na podstawie scenariuszy regionalnych opracowywanych dla całej Europy. W jednym z projektów, którym przez dłuższy okres kierowałem, skupialiśmy się m.in. na opracowaniu scenariuszy współczesnej zmiany klimatu Polski w dwóch horyzontach czasowych 2011-2030, czyli najbliższe 20 lat, 2081-2100, czyli końcówka XXI wieku. Okresem porównawczym był okres 1971-1990. Rezultaty pokazują, że okres 2011-2030 powinien być okresem wolniejszego wzrostu temperatury. I szczerze mówiąc, w ostatnich latach obserwujemy przyhamowanie tempa ocieplenia, ale bardzo niewielkie. Generalnie klimat Polski ociepla się szybciej, niż pokazuje model, czyli model był niedoszacowany, a porównując to do danych dzisiejszych, można powiedzieć, że model pokazuje ocieplenie, które już właściwie nastąpiło – jak mówimy: „zostało skonsumowane”.

A co wiemy o Polsce, jeżeli chodzi o opady?

Nie ma na to pytanie jednoznacznej odpowiedzi. Na podstawie analizy danych z kilkuset stanowisk pomiarowych, w których wykonywano pomiary przez kilkadziesiąt lat bez zmiany lokalizacji i dane cechują się jednorodnością, wyznaczono średnie wieloletnie sumy opadów dla poszczególnych regionów Polski oraz całego kraju. Średnia wieloletnia suma opadu dla Polski wynosi zaledwie 624 mm. Uwidoczniono się również silne zróżnicowanie regionalne opadów, bo ich największa roczna suma, czyli ponad 1020 mm, jest w Tatrach, a najmniejsza – 550 mm, na Polesiu.

Nasz klimat jest czuły na to, czy pada, czy nie. Mogliśmy się o tym przekonać, gdy w 2010 roku mieliśmy zagrożenie powodziowe w dorzeczu Wisły. Dla odmiany w 2011 roku mieliśmy wielką suszę, gdzie każdy mógł sobie wejść do Wisły w kaloszach. Z opadami jest zatem bardzo różnie. Są obszary, gdzie opady w ostatnich 60 latach wzrastają, a są takie, gdzie się zmniejszają. Zmiany mogą dochodzić do +/- 10% w okresie wielolecia. Są one obserwowane już dzisiaj.

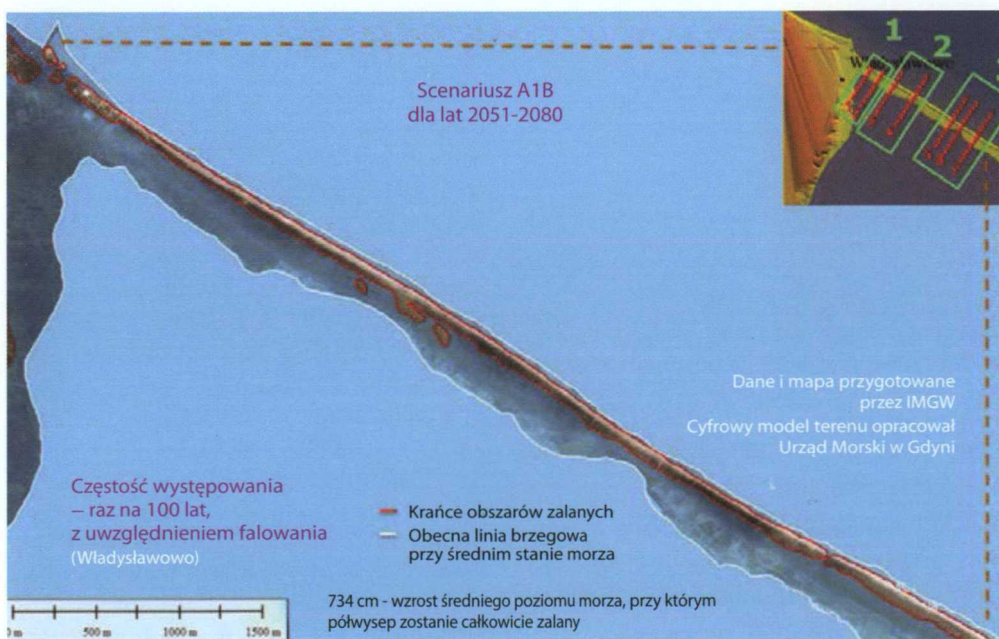
Ujmując to generalnie, zimą możemy mieć opadów więcej o nawet 30%. Może to być mokry śnieg, ale niekoniecznie – w temperaturze około 0°C może padać zamarzający deszcz. To będzie taka pogoda, jaką mamy w północnych Niemczech dzisiaj. Więc kilka dni ze śniegiem, wietrznie i deszcz. Ale latem z kolei będzie mniej opadów, więc ryzyko suszy wzrośnie.

W ramach projektu 7. Programu Ramowego UE o nazwie THESEUS opracowano scenariusz ekstremalnego wezbrania powodziowego w rejonie Zatoki Puckiej, który pokazuje, że przy wzroście wysokości morza i uwzględnieniu falowania na poziomie 2,40 m powyżej stanu średniego, z Półwyspu Helskiego zostanie wąski pasek lądu, który zostanie przerwany w kilku miejscach. Trzeba pamiętać, że morze zabierze plażę, ale za parę lat je odbuduje, tylko głębiej w lądzie, bo to jest proces nieustanny. I oczywiście klify są zagrożone, ponieważ będą podbierane od spodu i mogą się osuwać szybciej i częściej niż obecnie. W strefie nadmorskiej jest ryzyko, że jeziora nadmorskie takie jak Łebsko mogą się połączyć z morzem. Są regiony, które sobie łatwiej poradzą z pewnymi zjawiskami niekorzystnymi, ale są również takie, które sobie nie poradzą. Już dzisiaj w części Wielkopolski, która jest dużym producentem żywności w Polsce, występują latem niedobory opadów i zaczyna się tam susza glebowa. Scenariusze pokazują, że latem ten rejon może być dotknięty redukcją opadów, co może powiększyć już istniejący problem. ■

Rozmawiała **Jolanta Iwańczuk**

Chcesz wiedzieć więcej?

- The BACC Authors Team. (2008). *Assessment of the Climate Change for the Baltic Sea Basin*. Springer.
Miętus M., Sztobryn M. (Red.). (2011). *Stan środowiska polskiej strefy przybrzeżnej Bałtyku w latach 1986-2005. Wybrane zagadnienia*. Warszawa: IMGW.



Mapa przedstawiająca scenariusz ekstremalnego wezbrania powodziowego w rejonie Zatoki Puckiej, która pokazuje, że z Półwyspu Helskiego przy wzroście wysokości morza i uwzględnieniu falowania na poziomie 2,40 m powyżej stanu średniego, z półwyspu zostaje wąski pasek lądu i półwysp zostaje przerwany w kilku miejscach