

NADMIAR SPRZĘŻEŃ ZWROTNYCH

ACADEMIA: Czym dokładnie jest hydrodynamika środowiskowa, w której się pan specjalizuje i w jaki sposób zależy ona od klimatu?

PAWEŁ ROWIŃSKI: Słowo hydrodynamika składa się z dwóch części: hydro odnosi się oczywiście do wody, dynamika wskazuje na to, że mówimy o ruchu. Zatem hydrodynamika zajmuje się wszystkim, co jest związane z ruchem wody. W centrum moich zainteresowań są głównie rzeki, niezwykle złożone „organizmy”. Procesy, które w nich zachodzą, jak na przykład znane

z podróży lotniczych turbulencje, próbujemy obserwować i zrozumieć. Wspomniana turbulencja w rzekach jest jednym z najmniej rozpoznanych problemów w nauce, mimo że oddziałuje na wiele procesów zachodzących w środowisku wodnym i przyrodniczym. Wpływa m.in. na stan siedlisk w ekosystemach rzecznych, rozwój flory dennej, przemieszczanie się zanieczyszczeń, rumowisk, a także fali powodziowej. Nie ma to bezpośredniego związku z badaniami klimatycznymi, ale oczywiście traktując problem szerzej

PROF. PAWEŁ ROWIŃSKI

O tym, jak skutki zmian klimatu będą wyglądały w Polsce i co możemy o nich wyczytać z zachowania rzek, mówi **prof. dr hab. Paweł Rowiński** z Instytutu Geofizyki PAN, wiceprezes Polskiej Akademii Nauk.



– ilość wody na Ziemi kształtuje warunki atmosferyczne. Trudno zatem zupełnie oddzielić hydrologię od fizyki atmosfery. Przed laty trwała nawet debata nad tym, czy nie warto byłoby, żeby meteorolodzy, klimatolodzy i hydrolodzy wytworzyli wspólny język, który ułatwiłby komunikację w badaniu procesów dotyczących obu tych dziedzin.

Co rzeki mogą nam powiedzieć o zmianach klimatu?

To przewrotne pytanie, bo rzeki m.in. pokazują, jaka jest odpowiedź systemu na zmiany klimatu. Po pierwsze, poprzez obserwację przepływów wody na przestrzeni lat, innymi słowy, analizę tzw. szeregów czasowych reprezentujących przepływy bądź stany wód; patrzenie, jak się zmieniają, z jaką częstotliwością pojawiają się stany wysokie, a z jaką niskie, możemy wyciągać wnioski, czy jest jakaś reakcja tych złożonych układów hydrologicznych na zmiany klimatu. Rzeki w dużej mierze odpowiadają za zjawiska katastrofalne,

ACADEMIA zmiany klimatu

Na poprzedniej stronie:
powódź w Kłodzku
w 1997 r.

tj. powódzie czy susze – elementy, które mają ogromny wpływ na nasze życie. Nie trzeba nikogo przekonywać, że powódź czy susza może mieć skutki dramatyczne, a wydaje się, że w przyszłości, jaka się rysuje, będziemy mieć dużo więcej takich ekstremalnych zjawisk. To jest główny bezpośredni skutek zmian klimatu, jeśli chodzi o Polskę, która nie odczuje ich w sposób tak drastyczny, jak kraje tropikalne, dotknięte przez skrajnie wysokie temperatury. Klimat w Polsce będzie powoli zmierzał do wytworzenia dwóch pór roku – chłodnej pory deszczowej i suchej pory gorącej. Na pewno będą pojawiać się długie okresy, kiedy będzie wody za mało. Susze zwykle trwają dłużej aniżeli powódzie. Jak nie będzie śniegu, nie będzie też roztopów, które zasilają rzeki. Zresztą wiosenne powódzie roztopowe występują już coraz rzadziej. To ma z kolei wiele skutków ekonomicznych, choćby w żegludze rzecznej czy rolnictwie. A z drugiej strony obserwujemy coraz więcej groźnych letnich powodzi opadowych.

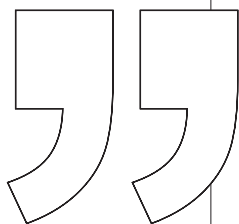
nej cyrkulacji atmosfery; wraz z upływem czasu te modele uwzględniają coraz więcej procesów, stają się coraz dokładniejsze. Wtedy te scenariusze budowało się na podstawie niedoskonałych jeszcze narzędzi, nie odpowiadały one również na pytania na temat stosunków wodnych w zmieniających się warunkach i takie modele budowaliśmy u nas w kraju. Dziś te modele są dokładniejsze, bo komputery są coraz sprawniejsze i lepiej rozumiemy wszystkie procesy, więc można sobie pozwolić na lepszej jakości wyniki. W porównaniu z dzisiejszymi, metody z lat 90. były bardzo niedoskonałe. Pewnie dlatego wtedy był mocno słyszalny głos sceptyków, niewierzących, że zmiany klimatu faktycznie zachodzą.

Warto tu jeszcze raz zaznaczyć, że zwrot „zmiany klimatu” to rodzaj skrótu myślowego. W rzeczywistości mowa o scenariuszach klimatycznych. Budowane są olbrzymie modele tego, co się z klimatem stanie, a potem, zakładając różne scenariusze, bada się, co się wydarzy z różnymi innymi systemami, np. z zasobami wodnymi. Ale odpowiedź nie jest zero-jedynkowa. W zależności od tego, który scenariusz klimatyczny się spełni, możemy powiedzieć, co się prawdopodobnie wydarzy. Prawdopodobnie, bo nawet raport IPCC pokazuje różne scenariusze. Jesteśmy przekonani co do zachodzących trendów, ale ilościowo procesy mogą przebiegać w różny sposób.

Największym problemem jest nieprzewidywalność?

Ona jest immanentnie wbudowana w nauki przyrodnicze, w tym naukę o klimacie. Mówiąc językiem matematycznym, większość zjawisk, o których rozmawiamy, jest opisywana nieliniowymi równaniami. Często nie wiemy, co się dokładnie zdarzy, bo mamy do czynienia z tzw. niestabilnymi układami. Różne elementy systemu wzajemnie na siebie wpływają, mamy do czynienia z wieloma sprzężeniami zwrotnymi. Możemy jedynie starać się na podstawie obserwacji sobie wyobrazić, co może się zdarzyć, jak bardzo system ziemski – mówiąc kolokwialnie – zgłupieje. Istnieje niebezpieczeństwo, że kiedy się przekroczy pewien próg np. w odniesieniu do temperatury, sytuacja może wymknąć się spod kontroli. Ale nie wiemy, gdzie ten próg jest dokładnie umiejscowiony. Czy to będzie 1,5 czy 2°C? A co dalej? Na pewno w naszych szerokościach geograficznych częstotliwość występowania powodzi czy susz się zwiększy, ale to wszystko będzie miało kolejne konsekwencje, a my nie wiemy dokładnie jakie, bo to zależy od tego, w jakim stopniu poszczególne elementy systemu wpłyną na siebie.

Dobrym przykładem mogą być kleszcze. Kiedyś zagrażały nam tylko w okresie letnim. Ale sezon ciepły się wydłuża i kleszcze pojawiają się już od marca do listopada. Skutki są takie, że w tej chwili w Europie i Polsce jest więcej przypadków zachorowań na odkleszczowe zapalenie opon mózgowych i boreliozę. Co będzie, jeśli temperatura podniesie się o 1°? Nie wiemy,



Nie trzeba nikogo przekonywać, że powódź czy susza może mieć skutki dramatyczne, a wydaje się, że w przyszłości, jaka się rysuje, będziemy mieć dużo takich ekstremalnych zjawisk. To jest główny skutek zmian klimatu, jeśli chodzi o Polskę.

A w przewidywaniach pomaga analiza danych historycznych dotyczących rzek?

Tak. Temu służy obszerna dziedzina, jaką jest hydrologia statystyczna. Wiemy z niej, jak reaguje rzeka podczas stanów niskich, a jak w czasie przejścia wysokiej wody. Te historyczne sytuacje powtarzają się, więc można je przewidywać z danym prawdopodobieństwem. Do tego dochodzi skomplikowana analiza, jak wszystkie procesy zmieniają się w czasie. W latach 90. uczestniczyliśmy pod kierownictwem prof. Zdzisława Kaczmarka w badaniach US Team Country Study. To był mniej więcej czas, kiedy Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu z (ang. Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) otrzymał Pokojową Nagrodę Nobla i on koordynował polski udział w tych projektach. Tworzyliśmy wtedy modele, które odpowiadały na pytanie, jakie będą reakcje systemu rzecznoego na różne scenariusze zmian klimatu. Te scenariusze buduje się na podstawie modeli global-

PROF. PAWEŁ ROWIŃSKI



JAKUB OSTAEŁOWSKI

Prof. Paweł Rowiński

jest hydrologiem, pracuje w Zakładzie Hydrologii i Hydrodynamiki Instytutu Geofizyki PAN, którego był wieloletnim dyrektorem. Zajmuje się m.in. modelowaniem matematycznym przepływów turbulentnych, procesów rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń oraz rumowiska w powierzchniowych wodach płynących, badaniami eksperymentalnymi turbulencji i pola stężeń zanieczyszczeń w rzekach, badaniem wpływu zmian klimatu na bilans wodny w zlewni oraz adaptacyjną oceną i gospodarką środowiskiem. Wiceprezes Polskiej Akademii Nauk.

trudno to przewidzieć. Być może sezon kleszczowy będzie już całoroczny, ale jakie to będzie miało skutki na zdrowie ludzi i zwierząt? Trudno oszacować.

A to tylko poziom biologiczny. A społeczny, np. migracje?

Jak najbardziej możemy się spodziewać skutków takich jak migracje. Ludzie będą uciekać od fatalnych zjawisk pogodowych. A ostatni kryzys migracyjny pokazał, że nawet na napływ na nasze tereny niewielkiej liczby ludności nie ma pomysłu.

Wielu osobom wydaje się, że stopień lub dwa niewiele zmienia.

Tak, wydaje się, że będzie cieplej, będzie przyjemniej, że może będziemy mieli klimat śródziemnomorski. Ale ten pierwszy z brzegu przykład z kleszczami pokazuje, że zmiany nie będą przyjemne. Nie jesteśmy przyzwyczajeni do owadów występujących w odmiennym klimacie, np. powodujących malarię. A wraz z upałami mogą się one pojawić w Polsce. Ponieważ należymy do dość bogatych społeczeństw, istnieje szansa, że przystosujemy się do tego typu zmian. Ale trudno będzie pogodzić się z tym, że wraz z podniesieniem poziomu wód o odpowiednią liczbę metrów, w którymś momencie nadmorskie plaże możemy mieć pod Płockiem. Z ewentualnych zmian geograficznych także jeszcze nie zdajemy sobie do końca sprawy. Biorąc to wszystko pod uwagę, taniej i prościej byłoby pomyśleć o pewnego rodzaju zmianie stylu życia ludzkości, niż myśleć o nieuchronnej katastrofie.

Nawyki są niezwykle silną stałą w naszym życiu, ale właściwie gdyby wszyscy na świecie nagle przestali jeść mięso, to już można by zaobserwować znaczne obniżenie emisji szkodliwych gazów do atmosfery.

Niestety dzieje się odwrotnie. Wkrótce może się okazać, że państwa rozwijające się będą jadły dużo więcej mięsa, bo to jest element bogacenia się społeczeństw. To problem mentalności, edukacji, sprzecznych sygnałów, które odbierają młodzi ludzie. Jeżeli politycy mówią, że tzw. zmiany klimatu to „lewackie gadanie” i nic złego nam nie grozi, to część osób wybierze ta-

ką interpretację. Ale choć postanowienia z COP24 są jeszcze zbyt mało wiążące, żeby zmienić świat, jesteśmy w przededniu bardzo poważnych decyzji.

Tu pojawia się temat zaufania do badań naukowych wskazujących na zmiany klimatu. Okazuje się, że nawet wśród samych uczonych jest wiele osób, które mają co do nich wątpliwości lub próbują je interpretować w odmienny sposób. Geolodzy na przykład patrzą inaczej na system ziemski niż hydrologowie. Czy pan też zauważył, że w zależności od dyscypliny jest więcej lub mniej sceptyków?

Liczba sceptyków zdecydowanie maleje, bo trudno dyskutować z faktami. Ale w Polsce istotnie bywa różnie. Wspomniała pani geologię, było choćby przyjęte w 2009 r. stanowisko Komitetu Nauk Geologicznych PAN, które może nie podważało zmian klimatu, ale prezentowało, delikatnie to ujmując, bardzo duży sceptycyzm co do antropogenicznych przyczyn zmian klimatycznych. W tym samym czasie jednak pojawiła się uchwała Komitetu Geofizyki PAN, która dokładnie szła za tym, co w tej chwili wykazuje IPCC, czyli przedstawiła dość pesymistyczny scenariusz w konkretnych, twardych słowach. Zresztą stanowisko tego komitetu zostało uaktualnione w ubiegłym roku. Spór toczył się o wcześniej obserwowane wzrosty stężenia dwutlenku węgla w atmosferze na podstawie danych z rdzeni lodowych, ale przecież wiemy, że one nigdy nie osiągały dzisiejszego poziomu. Do tego należy dodać niezwykle szybki wzrost poziomu CO₂. Na obronę w tym kontekście środowiska geologicznego warto podkreślić, że to wśród geologów prowadzona jest intensywna dyskusja nad nazwaniem epoki geologicznej, w której żyjemy, antropocenem, dla podkreślenia wpływu człowieka na Ziemię.

W październiku odbył się festiwal wody, któremu patronowała PAN. Powiedziano tam, że woda może się w którymś momencie stać dobrem luksusowym. Co możemy zrobić, żeby tak się jednak nie stało?

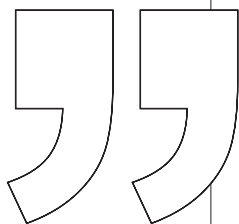
Woda to najcenniejsze, co mamy, i nie da się jej niczym zastąpić. Jednocześnie nie jesteśmy w ogóle na-

ACADEMIA zmiany klimatu

uczni patrzeć na nią w sensie ekonomicznym. Tymczasem dziś, mając już liczniki na wodę i musząc za nią płacić, wiemy, że ma swoją wartość. Oczywiście w zależności od miejsca na Ziemi jej wartość jest zupełnie inna. Są miejsca, i to bardzo liczne, gdzie w ogóle nie ma dostępu do pitnej, czystej wody – dotyczy to znacznie ponad miliarda osób. Ale w Polsce wbrew pozorom też nie mamy jej bardzo dużo. Pod względem wielkości rocznego opadu atmosferycznego Polska wśród krajów europejskich zajmuje jedno z ostatnich miejsc.

Poza tym woda to jest nie tylko ilość, ale jeszcze jakość. Wody dobrej jakości mamy ciągle zbyt mało. W skali świata z powodu złej jakości wody rocznie umiera ponad 5 mln osób. Pamiętajmy też, że jeśli

Można, ale to wciąż jest bardzo kosztowne. Do tego dochodzi kwestia kulturowa. W wielu krajach jest tendencja do traktowania rzek jak ścieków, wrzucamy do nich wszystko, co się da. Ale i w Polsce nie do końca poradziliśmy sobie z tym problemem. Wlewanie zanieczyszczeń z prywatnych gospodarstw jest czymś zupełnie powszechnym. Cały czas się mówi, że mamy prawie niewyczerpalne ilości wody pod ziemią, ale nie zdajemy sobie sprawy z tego, że ona też jest zanieczyszczana. To wynik choćby obrzydliwego zwyczaju budowania dziurawych szamb, żeby trzeba było je rzadziej opróżniać. Ludzie nie zdają sobie sprawy, że przez takie praktyki sami siebie zatrują, sami potem piją zanieczyszczoną wodę. Od lat mówi się o wielkich problemach z jakością wody w Wiśle czy też Bałtyku. Choć trzeba przyznać, że dziś sytuacja jest znacznie lepsza, powstaje bardzo dużo oczyszczalni. Ale do zadowalającego stanu jest jeszcze bardzo daleko. W moim przekonaniu kluczowa jest ciągle edukacja.



Cały czas się mówi, że mamy prawie niewyczerpalne ilości wody pod ziemią, ale nie zdajemy sobie sprawy z tego, że ona też jest zanieczyszczana. To wynik choćby obrzydliwego zwyczaju budowania dziurawych szamb, żeby trzeba było je rzadziej opróżniać.

będzie jej mniej, to jakość wody dodatkowo spadnie. Brak wody może stać się źródłem wielu fatalnych w skutkach zdarzeń, łącznie z konfliktami zbrojnymi. Wody się nie da zastąpić. Możemy szukać rozwiązań, czym zastąpić węgiel, ale wody nie zastąpimy niczym.

Które kraje mają dużo czystej wody?

W Europie świetnym przykładem jest cała Skandynawia. Jej mieszkańcy zrozumieli, jak ważna jest woda. Adaptacja do zmian klimatu działa tam najlepiej, choćby systemy energetyki wodnej. Co prawda duża jest w tym zasługa Matki Natury, bo góry pozwalają pozyskiwać energię z siły grawitacyjnej wody. Ale dużo zależy od sprawnej, mądrej, zrównoważonej polityki.

Czy jest jakieś antidotum na zbliżający się kryzys wodny? Czy można na dużą skalę wodę odsalać, oczyszczać i uzdatniać do picia?

Jedną z głównych misji PAN jest dążenie do wykorzystywania badań naukowych w praktyce. Jak to wygląda z pana perspektywy? Co można by usprawnić, co się najlepiej sprawdza?

Wielu naukowców bada procesy o charakterze podstawowym. I to dobrze, bo bez dobrych badań o charakterze poznawczym nie ma mowy o dobrej nauce. Ale olbrzymia ilość badań to badania aplikacyjne i byłoby dobrze, gdyby uzyskiwane wyniki miały większy posłuch. Dobrym przykładem jest energetyka węglowa w Polsce. Badania jednoznacznie wskazują, że musimy od niej systematycznie odchodzić, ale temat jest traktowany politycznie. Przecież zamykanie kopalni też może napędzać rozwój, technologie, naukę, ekonomię kraju. Temu służy wiele badań prowadzonych w PAN, niech wspomnę o supernowoczesnym Centrum Badawczym PAN Konwersja Energii i Źródła Odnawialne (KEZO) w Jabłonce pod Warszawą. Szukanie nowych rozwiązań jest dźwignią innowacyjności. Nauka przede wszystkim pokazuje, że wszystkie dziedziny życia to jeden wielki system. I że tylko takie ich postrzeganie – spojrzenie holistyczne – ma sens. Doraźne rozwiązywanie problemów nigdy nie przyniesie długotrwałych efektów.

Czyli potrzebny byłby interdyscyplinarny dialog, w którym biorą też udział politycy.

Niestety w Polsce nie mamy dobrej tradycji współpracy nauki z tymi, którzy podejmują decyzje. Nauka nie jest słuchana. Może dlatego, że funkcjonuje w długiej perspektywie czasowej. A polityk ma przede wszystkim wygrać najbliższe wybory. Ale oczywiście odpowiedź na pani pytanie jest pozytywna.

Z PROF. DR. HAB. PAWŁEM ROWIŃSKIM
ROZMAWIAŁA JUSTYNA ORŁOWSKA



P O L S K A

N A

B I E G U

N A C H

W W W . N A U K A O N L I N E . P L

A C A D E M I A