

SATELITARNE SPOJRZENIE NA BAŁTYK

O zjawiskach zachodzących w morzach i oceanach oraz wykorzystaniu satelitów do badania tych zjawisk opowiada **dr hab. Mirosława Ostrowska, prof. IO PAN, wiceprezesa PAN.**

Ukończyła pani politechnikę, a teraz zajmuje się oceanologią. Jak to się stało, że zajęła się pani zupełnie inną dziedziną?

MIROSŁAWA OSTROWSKA: Niezupełnie inną. W Trójmieście zagadnienia związane z morzem to bardziej codzienność niż egzotyka. Z wykształcenia jestem magistrem inżynierem telekomunikacji ze specjalnością hydroakustyka. Ten kierunek przygotował mnie do konstruowania aparatury hydroakustycznej i interpretacji uzyskanych za jej pomocą wyników badań, więc podjęcie pracy w Instytucie Oceanologii PAN było dla mnie zupełnie naturalną kolejną rzeczą.

Tematem mojej pracy magisterskiej był układ linearyzacji skali sonaru bocznego. Po obronie trafiłam jako pracownik techniczny do Zakładu Fizyki Morza w IO PAN, gdzie do moich obowiązków należało utrzymywanie w dobrej kondycji i rozwijanie aparatury badawczej. Trzeba bowiem pamiętać, że były to czasy, w których większość aparatury służącej do badania środowiska morskiego to były prototypy będące autorskimi rozwiązaniami naukowców. Zaangażowałam się bardzo we współpracę z kolegami z Pracowni Biofizyki Morza pod kierownictwem – wtedy jeszcze doktora – Bogdana Woźniaka. Myślę, że los mi bardzo sprzyjał, bo jako młoda osoba bezpośrednio po studiach trafiłam nie tylko na pełnych życzliwości kolegów, lecz także w fantastyczne miejsce, w którym byłam szczerze zachwycona zarówno swoimi zadaniami, jak i możliwością chłonięcia wiedzy o środowisku morskim. Na tyle, że po pewnym czasie przesłam na stanowisko naukowe.

Specjalizuje się pani teraz w optyce morza. Czym zajmuje się ta dziedzina i jakie ma znaczenie dla badania oceanów?

Optyka morza to nauka badająca interakcje światła słonecznego ze środowiskiem morskim. Od momentu kiedy promieniowanie słoneczne pada na powierzchnię morza, podlega różnym procesom. Może zostać przez tę powierzchnię odbite lub wniknąć w toń, gdzie zostaje pochłonięte lub rozproszone w różnych kierunkach (w górę, w bok, wstecz) w zależności od rodzaju substancji, które napotka na swojej drodze. Duże znaczenie mają właściwości fizyczne tych substancji oraz to, czy są zawieszone, czy rozpuszczone w wodzie – to wszystko decyduje o tym, jak oddziałują one ze światłem. Jest to ogromny i złożony obszar wiedzy, który się dynamicznie rozwija, i z pewnością nasi następcy odkryją jeszcze wiele tajemnic związanych z tymi procesami. Jednym z ciekawszych składników wody morskiej jest fitoplankton. Są to drobnutki, mikroskopijne organizmy roślinne wykorzystujące promieniowanie słoneczne w procesie fotosyntezy i przy okazji uwalniają do atmosfery tyle samo tlenu co wszystkie rośliny lądowe. Zespół, którym mam przyjemność kierować – czyli Pracownia Biofizyki Morza działająca w strukturach Zakładu Fizyki Morza IO PAN zajmuje się badaniem i modelowaniem zasilania w energię ekosystemów morskich. Jest to wieloletni program badawczy wymagający stosowania różnych technik pomiarowych dostosowanych do skali i charakteru analizowanych procesów. Złożoność tych procesów i bardzo duża skala zmienności wpływających





MIROSLAW DARECKI

na nie czynników środowiskowych powoduje, że nasze narzędzia badawcze to nie tylko przyrządy, którymi posługujemy się na statkach, mierząc różne parametry bezpośrednio w toni oraz precyzyjna aparatura w laboratoriach, lecz także czujniki zainstalowane na pokładach satelitów.

Jak technologia satelitarna wpłynęła na możliwości badawcze w dziedzinie oceanologii?

Wprowadzenie technik satelitarnych w drugiej połowie XX wieku zrewolucjonizowało możliwości obserwacji oceanów i analizy zachodzących w nich zjawisk. Dzięki nim możemy monitorować obszary morskie na skalę, która jest nieosiągalna przy stosowaniu tradycyjnych metod badawczych, czyli obserwacjach i pomiarach ze statków. Te tradycyjne metody, czyli mówiąc kolokwialnie przeanalizowanie wiadra wody pobranego w miejscu, w którym znajduje się statek, dostarczają informacje odnoszące się tylko do tego punktu pomiarowego. Żeby można było je odnieść do większego obszaru, niezbędna jest odpowiednio gęsta sieć takich punktów pomiarowych. Oceany zajmują 70 proc. powierzchni Ziemi, dlatego prowadzenie pomiarów metodą tradycyjną na taką skalę jest niemożliwe. Dzięki satelitom pozyskujemy informacje do analiz i monitorowania zarówno lokalnych, jak i globalnych zjawisk.

Proces analizy danych satelitarnych wydaje się wyjątkowo złożony. Jakie wyzwania są z tym związane?

Na pokładach satelitów jest cała grupa instrumentów rejestrujących tzw. *ocean colour*, czyli kolor morza

w różnych zakresach spektralnych. Niesie on w sobie bardzo wiele informacji, m.in. o tym, co dzieje się w obserwowanym akwenie i jakie składniki w nim dominują. Każdy, kto miał okazję obserwować morze, wie, że jego kolor zmienia się w bardzo dużym stopniu, nie zawsze jest to błękit typowy dla czystych wód oceanicznych z małą ilością domieszek. Nasz Bałtyk bywa niebieski, ale częściej jest zielonkawy, czasem nawet bury, w zależności od tego, jakie składniki dominują w jego wodach w danym momencie, czy są to zawiesiny mineralne, substancje rozpuszczone w wodzie, czy może fitoplankton. Mając do dyspozycji dokładną informację o wszystkich składnikach wody morskiej oraz satelitarne pomiary wykonane w tym samym miejscu i czasie, możemy opracowywać algorytmy, które określają ilościowy związek między tymi bardzo różnymi technikami badawczymi. Nie jest to jednak trywialne zadanie, bowiem musimy konfrontować ogromną różnorodność substancji znajdujących się w morzu, które wzajemnie na siebie wpływają, z bardzo ograniczoną liczbą pomiarów wykonywanych bezpośrednio w tym środowisku.

Wraz z rozwojem wiedzy i technologii na pokładach satelitów są montowane coraz bardziej wyspecjalizowane czujniki umożliwiające określanie coraz większej liczby parametrów środowiska morskiego z coraz lepszą dokładnością. Postęp w tej dziedzinie nieustannie oferuje nowe możliwości badawcze i wyposaża nas w ogromny zasób danych do analiz.

Czy rozwój sztucznej inteligencji może wpłynąć na przyszłość badań optyki morza?

Bez wątplenia. Jak wspomniałam, dysponujemy ogromnym zasobem danych gromadzonych za pomocą technik satelitarnych, a sztuczna inteligencja jest doskonałym narzędziem do przekształcania zobrażeń satelitarnych w informację i zwiększania precyzji w ich odczytywaniu. Oczekujemy, że znacząco przyczyni się do rozwoju algorytmów podsatelitarnych czy też znajdzie dotąd nieoczywiste zależności między danymi rejestrowanymi przez różne instrumenty pomiarowe zamontowane na satelicie. Z pewnością zwiększy się nie tylko liczba produktów i ich dokładność, ale przede wszystkim wiedza o zjawiskach zachodzących w środowisku morskim.

Wiele mówi się o niezbadanych głębinach morskich. Jak pani ocenia obecny stan wiedzy o nich i jakie wyzwania stoją przed nauką, jeśli chodzi o ich eksplorację?

Rzeczywiście morskie głębiny to najmniej zbadane obszary na naszej planecie i prawdopodobnie jeszcze przez długi czas takie pozostaną. Ich eksploracja jest niezwykle trudna, zwłaszcza że badanie oceanów jest bardziej skomplikowane niż badanie kosmosu. Odwzorowaliśmy już powierzchnię Księżyca czy Marsa, w przypadku dna oceanicznego nie mamy takiego suk-

cesu. Oceany – a właściwie ocean, bo jest to w gruncie rzeczy jeden globalny zbiornik wody – to ponad 70 proc. powierzchni Ziemi. Środowisko to skrywa ogromną różnorodność biologiczną – szacuje się, że zdecydowana większość gatunków na Ziemi – ponad 90 proc. – to gatunki morskie, z czego większość jeszcze nie zostało odkrytych. Zapewniają nam tlen, żywność, są ogromnym magazynem ciepła stabilizującym klimat. Nasza wiedza na temat życia i procesów zachodzących w głębinach jest ograniczona, a przecież zrozumienie procesów i zjawisk zachodzących w oceanach to nie tylko zaspokajanie naturalnej ciekawości, lecz także klucz do naszego przetrwania.

A jak do zrozumienia tych zjawisk przyczyniają się badania w rejonach arktycznych?

Przekonanie, że zmiany w przyrodzie zachodzą bardzo powoli i nie są zauważalne nawet w perspektywie kilku pokoleń, niestety nie jest prawdziwe. Badania w rejonie Arktyki prowadzone systematycznie od 30 lat zapewniły nam dane wyraźnie na to wskazujące. Zmiany klimatyczne są również potwierdzone przez obserwacje satelitarne. Zmniejsza się zasięg lodu morskiego, a topniejące lodowce wprowadzają do wody nie tylko naturalną zawiesinę, lecz także zanieczyszczenia, kumulowane w pokrywie lodowej przez wieki. Zimnolubny fitoplankton i zooplankton migruje na coraz dalszą północ, więc żywiące się nim ptaki muszą więcej energii poświęcić na jego zdobycie lub zmieniać miejsca gniazdowania. Powoduje to brak naturalnego nawożenia rejonów, w których dotychczas przebywały, co w konsekwencji prowadzi do zmian całych ekosystemów. Te procesy zachodzą powoli, ale są już widoczne. Takie przekształcenia łańcucha pokarmowego i przesunięcia gatunków wskazują na postępujące ocieplenie i są sygnałem, że nasza planeta się zmienia.



MIROSLAW DARECKI



MIROSLAW DARECKI

„Polska w świecie” to temat tego numeru „Academii”. Jakie miejsce zajmuje Polska w międzynarodowych badaniach oceanologicznych i regionów polarnych?

Środowisko polskich oceanologów nie jest duże, ale dobrze rozpoznawalne w międzynarodowej społeczności badaczy morza. Kierunki naszych badań wpisują się w trendy światowe, jesteśmy liderami międzynarodowych konsorcjów realizujących projekty. W Polsce są organizowane cykliczne, duże międzynarodowe konferencje oceanologiczne, jak np. International Ocean Data Conference pod patronatem UNESCO. Jesteśmy zapraszani do udziału w rejsach badawczych na statkach naukowych i sami gościmy liczonych już w setki zagranicznych badaczy na naszym własnym, Oceanii, i w naszych instytucjach. Nasza ponad 30-letnia historia rejsów badawczych w rejonie Spitsbergenu budzi nie tylko podziw, lecz także zazdrość kolegów z krajów, w których finansowanie nauki jest na wiele wyższym poziomie. Decyzja o budowie statku badawczego to jeden z kluczowych elementów, który dobrze spozycjonował polskich naukowców na arenie międzynarodowej.

Jakie znaczenie dla Polski ma Oceania?

Może nie jest to najważniejsze, ale warto podkreślić, że Oceania jest pięknym statkiem budzącym duże zainteresowanie, gdziekolwiek zawinie. Nie jest to duża jednostka – ma około 50 m długości – ma jednak dzielność morską, która pozwala jej pływać praktycznie wszędzie z wyjątkiem ekstremalnych warunków lodowych. Jak już wspomniałam, dzieli swój czas między badania na Bałtyku i w Arktyce, spędza w morzu

około 240 dni. Jest to statek badawczy dobrze dostosowany do specyficznych potrzeb naukowców. Dzięki temu od ponad 35 lat jest tak doskonałym narzędziem badawczym. Chociaż trzeba przyznać, że już trochę ciasnym jak na wymagania współczesnej aparatury i marzy nam się budowa nieco większej jednostki.

Uczestniczyła pani w wielu ekspedycjach badawczych na morzu. Jakie wyzwania wiążą się z taką pracą i jak wyglądają te wyprawy?

To niezwykle doświadczenie, praca na morzu bywa wymagająca. Warunki pogodowe, ograniczona przestrzeń życiowa i konieczność ścisłej współpracy naukowców i załogi na statku – to tylko część z wyzwań, którym musimy sprostać. Jednak morskie ekspedycje są dla nas niepowtarzalną okazją do zdobycia bezcennego materiału badawczego, więc natychmiast po wejściu na pokład budzi się w nas zachłanność naukowa

i staramy się wykorzystać dosłownie każdą chwilę na pomiary, nawet kosztem snu. Dużym ułatwieniem i jednocześnie przywilejem jest posiadanie przez nasz instytut własnej jednostki. Dzięki temu mamy pewną swobodę w doborze rejonów i terminów badań i stanowiąc ze stałą załogą zgrany zespół, co bardzo ułatwia realizację zazwyczaj bardzo napiętego programu naukowego. Nikt się nie dziwi, że istotne jest to, którą burtą statek ustawi się do słońca lub że na pokładzie nie należy palić w trakcie pomiarów. Kompleksowe uchwycenie, ilościowe opisanie i przeanalizowanie fizycznych, chemicznych i biologicznych procesów zachodzących w morzu nie jest możliwe bez dobrego zorganizowania pracy całej grupy badaczy. Oceanologia to bez wątpienia gra zespołowa, a ja niejednokrotnie miałam okazję się przekonać, jak ważne jest to, że wszyscy znają procedury pomiarowe.

Wspomniała pani, że większość dni rejsowych Oceania spędza na Bałtyku.

Rzeczywiście, rejsy polarne odbywają się latem, pozostały czas spędzamy na Morzu Bałtyckim. Ten z wielu względów wyjątkowy akwen, młody jako morze, stosunkowo zimny, płytki, mało zasolony i na dodatek będący pod silnym wpływem działań człowieka interesuje badaczy morza nie tylko z państw nadbałtyckich. Na Oceanii gościliśmy kolegów z Włoch, USA, Francji i innych odległych krajów, realizując wiele międzynarodowych projektów i przy okazji tworząc unikatową bazę danych na podstawie tych ponad 30 lat badań. To niezwykle wartościowy materiał, wciąż uzupełniany i wykorzystywany do analiz również w kontekście zmian klimatu. Dane te umożliwiły nam np. opracowanie systemu SatBałtyk, nowoczesnego narzędzia badawczego, wykorzystującego wcześniej już wspomniane techniki satelitarne.

Czy mogłaby pani opowiedzieć więcej o systemie SatBałtyk i jego znaczeniu dla badań nad Morzem Bałtyckim?

SatBałtyk najkrócej można przedstawić tytułem projektu, w ramach którego został opracowany i uruchomiony: Satelitarna Kontrola Środowiska Morza Bałtyckiego – SatBałtyk. Jest to bardzo złożona infrastruktura badawcza, która w czasie rzeczywistym w oparciu o informacje z dostępnych systemów satelitarnych, dane środowiskowe i modelowanie matematyczne określa wartości kilkudziesięciu parametrów opisujących stan środowiska Morza Bałtyckiego.

System działa od 2015 roku i dostarcza zweryfikowanych danych w skali niemożliwej do osiągnięcia innymi metodami badawczymi. Dzięki temu zyskał możliwość zarówno bieżącego monitorowania tego akwenu, jak i analizowania trendów zachodzących w nim zmian. Nie tylko naukowcy, lecz także każdy, kto z przyczyn zawodowych, turystycznych czy hobbystycznie interesuje się Morzem Bałtyckim, jego



CEZARY PIWOWARSKI

dr hab. Mirosława Ostrowska, prof. IO PAN

Wiceprezesa PAN w kadencji 2023–2026, członek korespondent Wydziału III Nauk Ścisłych i Nauk o Ziemi PAN od 2019 roku. Absolwentka Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej. Jej specjalnością naukową są zagadnienia z dziedziny oceanografii, fizyki i optyki morza oraz badania empiryczne i modelowanie uwarunkowań środowiskowych fluorescencji i fotosyntezy w morzu jako wskaźników przemian środowiska.

mirosława.ostrowska@pan.pl



MIROSLAW DARECKI

strefą brzegową lub tym, co dzieje się w atmosferze, może zajrzeć na platformę SatBałtyk. Znajdzie tam aktualne, obejmujące całą powierzchnię tego morza mapy przedstawiające np. temperaturę wody, prędkości i kierunki prądów, stężenia różnych składników wody morskiej i atmosfery czy też ilość materii organicznej wyprodukowanej przez fitoplankton w procesie fotosyntezy. System oferuje też możliwości analizy danych, np. śledzenie ich zmienności w czasie w dowolnie wybranym punkcie mapy. Takie systematycznie dostarczane i naukowo zweryfikowane informacje mają olbrzymi potencjał do zastosowań poza nauką, mogą stanowić wsparcie procesów decyzyjnych dotyczących wszystkich aspektów związanych ochroną, bezpieczeństwem i eksploatacją zasobów morskich.

Jak powstał system SatBałtyk?

Jest to jeden z efektów dobrej współpracy wielu polskich instytucji naukowych zajmujących się badaniami morza. Już w latach 90. ubiegłego wieku, bez formalnych porozumień, prowadziliśmy z kolegami z Uniwersytetu Gdańskiego, Uniwersytetu Pomorskiego w Słupsku i Morskiego Instytutu Rybackiego badania zmierzające – w największym skrócie – do opracowania matematycznego opisu zależności procesu fotosyntezy w morzu od czynników środowiskowych. Brałszy również udział w tworzeniu algorytmów do określania tych czynników za pomocą technik satelitarnych. Uruchomienie systemu monitorującego ekosystem Bałtyku w czasie rzeczywistym wydaje się naturalną konsekwencją tej współpracy. Wtedy był to bardzo śmiały pomysł i ogromne wyzwania

nie naukowe, techniczne i logistyczne m.in. dlatego, że Morze Bałtyckie jest często zachmurzone, co jest wyjątkowo trudne do obserwacji satelitarnych. Jednak wniosek projektowy naszego Konsorcjum Naukowego SatBałtyk, do którego w międzyczasie dołączył Uniwersytet Szczeciński zdobył uznanie recenzentów i uzyskał finansowanie. Obecnie system SatBałtyk działa wspierany przez nasze instytucje, które zdecydowały o bezterminowym przedłużeniu umowy konsorcjum. I z dużą satysfakcją rejestrujemy rosnącą liczbę jego użytkowników.

A jakie macie plany?

System jest intensywnie wykorzystywany w celach naukowych i mamy ambicje, by nadal go rozwijać i dodawać nowe funkcjonalności. Nasze konsorcjum przystąpiło też do realizacji projektu Elektroniczne Centrum Udostępniania Danych Oceanograficznych (eCUDO), mającego gromadzić i udostępniać dane oceanograficzne. eCUDO służy jako platforma, która umożliwia łatwy wgląd w dane zgromadzone przez siedem instytucji zajmujących się badaniami morza, upraszczając wymianę informacji w formacie *machine to machine*. Projekt ten wychodzi naprzeciw postulatowi promowania otwartości i współpracy w nauce, przyczyniając się do lepszego zrozumienia i ochrony środowiska morskiego. Mamy nadzieję, że jest to ważny krok, który doprowadzi do powstania w Polsce Narodowego Centrum Danych Oceanograficznych działającego w sieci międzynarodowej.

ROZMAWIALI JOLANTA IWAŃCZUK, DANIEL SAX

Chcesz wiedzieć więcej?

www.satbaaltyk.pl

ecudo.pl