

Ocean przyszłości

AGATA WEYDMANN
SŁAWOMIR KWAŚNIEWSKI
Instytut Oceanologii, Sopot
Polska Akademia Nauk
agataw@iopan.gda.pl
kwas@iopan.gda.pl



Najnowsze badania sugerują, że w ciągu najbliższych dwóch dekad lub nawet szybciej Ocean Arktyczny będzie niemal w całości wolny od lodu pod koniec lata i pokryty głównie jednorocznym lodem w zimie. Jak wpłynie to na naszą planetę?

Ocieplenie klimatu to ostatnio gorący temat. Klimat zawsze podlegał fluktuacjom, ale obecnie obserwowane zmiany wydają się bardzo intensywne. Jeśli temperatura

Ziemi będzie wzrastać w dotychczasowym tempie, przewidyje się wystąpienie zmian w obecnej cyrkulacji atmosferycznej i oceanicznej, ilości opadów, a także podniesienie się poziomu morza, co oznacza negatywne konsekwencje dla wszystkich mieszkańców naszej planety.

Arktyka przyszłości

W czerwcu w ramach projektu Arctic Tipping Points (ATP) naukowcy z Instytutu Oceanologii PAN wzięli udział w rejsie badawczym na statku *r/v Jan Mayen* na Morzu Barentsa i w okolicy archipelagu Svalbard. Celem rejsu było przede wszystkim pozyskanie arktycznych organizmów do przeprowadzenia badań eksperymentalnych zmierzających do wyznaczenia granicznych wartości temperatury, których przekroczenie może spowodować gwałtowne zmiany w arktycznych ekosystemach morskich. Rejs potwierdził zwiększenie północnego zasięgu ciepłych wód atlantycznych w Arktyce oraz przesunięcie granic występowania



Agata Weydmann

Badania przeprowadzone podczas rejsu na Morzu Barentsa pozwolą oszacować wzrost temperatury, powyżej której w arktycznych ekosystemach morskich mogą nastąpić nieodwracalne zmiany

Arktyka na progu nieodwracalnych zmian

kluczowych zespołów morskiej arktycznej flory i fauny w północne rejony basenu Oceanu Arktycznego. Badania polskiej grupy skupione były wokół zagadnień rozmnażania i rozwoju dwóch kluczowych dla ekosystemu gatunków roślinożernych widłonogów: arktycznego *Calanus glacialis* oraz atlantyckiego *C. finmarchicus*. Obydwa zooplanktonowe skorupiaki są bogatym w tłuszcze źródłem pokarmu dla planktonożernych ryb i ptaków, przy czym pierwszy z nich zawiera przeciętnie osiem razy więcej kalorii, tak więc wypieranie gatunku arktycznego przez atlantycki będzie miało istotne konsekwencje dla układu powiązań pokarmowych i funkcjonowania całego ekosystemu. Czyżby zaobserwowane w czasie rejsu zmiany były obrazem Arktyki z przyszłości?

Mniej lodu

Ocean Arktyczny i jego ekosystemy należą do najmniej poznanych rejonów Wszechocianu, co może dziwić, jeśli weźmie się pod uwagę jego powierzchnię oraz znaczenie. Na podstawie ostatnich badań stwierdzono, że Arktyka ociepla się w tempie około trzy razy szybszym niż inne obszary Ziemi. Obserwowane ostatnio spektakularne kurczenie się obszaru arktycznego lodu morskiego oraz jego grubości sugerują, że zmiana klimatu wkroczyła w nową fazę. Arktyczny pak lodowy, czyli wieloletni pływający lód morski, został uznany za jeden z ważniejszych elementów zwornikowych ziemskiego klimatu, a jego zmiany mają znaczenie w skali globalnej. Ponadto w atlantyckim sektorze Arktyki ciepłe wody atlantyckie docierają coraz dalej

Sławomir Kwasiński



Badania polskiej grupy w projekcie ATP obejmują zagadnienia rozmnażania i rozwoju dwóch kluczowych dla ekosystemu gatunków zooplanktonowych skorupiaków: arktycznego *Calanus glacialis* oraz atlantyckiego *C. finmarchicus*, które są bogatym w tłuszcze źródłem pokarmu dla planktonożernych ryb i ptaków

na północ, zwiększając skutki obserwowanych w środowisku zmian.

Arktyczna morska sieć troficzna opiera się na intensywnym wiosennym zakwicie glonów lodowych i fitoplanktonu, który rekompensuje ich bliską zera produktywność w czasie nocy polarnej. Wytworzona materia organiczna zasila sieć troficzną i prowadzi poprzez zooplankton i ryby aż do ptaków oraz ssaków morskich, takich jak foki czy niedźwiedzie polarne.

Zmiany ekosystemu

Przewiduje się, że wypieranie wód arktycznych, w których przeważają duże arktyczne gatunki zooplanktonu, przez cieplejsze wody atlantyckie niosące mniejsze atlantyckie organizmy planktonowe będzie miało skutki nie tylko dla ekosystemu morskiego. Wzrost liczebności zooplanktonu atlantyckiego oraz podążającego za nim narybku i ryb strefy borealnej będzie prowadził do faworyzowania zamieszkujących arktyczne wybrzeża ptaków rybożernych kosztem pogorszenia warunków życia alcyzka – morskiego ptaka – dla którego główny pokarm stanowi zooplankton arktyczny. Zmiany w strukturze awifauny spowodują zmiany w funkcjonowaniu ekosystemów lądowych, ponieważ skład guana, który ma wpływ na roślinność tundry, zależy od rodzaju ptasiej diety, a także, gdyż ulegnie zmianie obszar nawozonej tundry, w zależności od tego, czy rejon zdominują gniazdujące na nadmorskich klifach gatunki rybożerne, czy gniazdujący dalej od wybrzeży planktonożerny alcyzek. Zmniejszenie ilości lodu morskiego oznacza zmiany cech i procesów fizykochemicznych Oceanu Arktycznego oraz współzależnych części atmosfery i geosfery. Spowoduje to również utratę środowiska życia wielu gatunków związanych z lodem, w tym kluczowych zespołów lodowych i planktonowych autotrofów, odpowiedzialnych za pierwotną produkcję materii. Ponadto ocieplenie rejonów arktycznych będzie skutkowało napływem gatunków obcych, przyczyniając się do zachwiania równowagi ekologicznej.

Punkt krytyczny

Istnieje coraz więcej dowodów na to, że ekosystemy w odpowiedzi na oddziaływanie czynników zewnętrznych lub wewnętrznych pojawiających się w związku z działalnością człowieka, ociepleniem klimatu czy introdukcją nowych gatunków reagują w sposób gwałtowny i nieliniowy. Efekty oddziaływania prowadzą często do znaczących zmian właściwości ekosystemu oraz procesów w nim zachodzących, nazwanych zmianami stanu (ang. *regime shifts*). Uznaje się, że zmiany stanu mają miejsce, gdy ekosystem w odpowiedzi na zaistniałe bodźce nabiera cech znacząco różnych lub kiedy właściwe dla niego procesy zmieniają swój typowy przebieg albo przestają zachodzić w ogóle. Zmiana stanu następuje po przekroczeniu punktu krytycznego punktu bez powrotu (ang. *tipping point*). Zmiany ekosystemu są wówczas tak znaczące, że nawet cofnięcie krytycznego



Agata Weydmann

Niedźwiedzie polarne, których istnienie związane jest z wieloletnim lodem, tracą grunt pod nogami

bodźca do wartości wyjściowej nie spowoduje powrotu ekosystemu do stanu pierwotnego.

Ze względu na obserwowane tempo ocieplania się Arktyki istnieje duże prawdopodobieństwo, że ekosystemy arktyczne będą narażone w pierwszej kolejności na osiągnięcie punktów krytycznych na skutek zmian klimatu. Jest również prawdopodobne, że po osiągnięciu przez Arktykę punktu bez powrotu zmiany cech i procesów właściwych dla ekosystemów arktycznych będą następować w tempie znacznie szybszym niż w innych rejonach świata.

Projekt Arctic Tipping Points (ATP)

Projekt Arctic Tipping Points (ATP), realizowany w ramach 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej, to duży międzynarodowy projekt badawczy, w którym biorą też udział naukowcy z Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie. Najważniejszym zadaniem projektu jest rozpoznanie tych elementów morskiego ekosystemu Arktyki, które w odpo-

wiedzi na postępujące zmiany klimatu mogą ulec zasadniczym zmianom w pierwszej kolejności. Kolejnym zadaniem projektu jest określenie skutków przekroczenia punktów krytycznych dla funkcjonowania morskich ekosystemów arktycznych oraz aktywności ekonomicznej związanej z wykorzystaniem morskich zasobów Arktyki. Podczas realizacji projektu rezultaty współczesnych rejsów badawczych i eksperymentów laboratoryjnych będą uzupełnione wynikami prognoz najnowszych modeli oceanograficznych, ekologicznych, rybackich oraz socjoekonomicznych opartymi na analizie danych historycznych. Ważnym celem projektu ATP jest zwrócenie uwagi polityków na prawdopodobieństwo osiągnięcia punktów krytycznych przez ekosystemy arktyczne oraz ich regionalne i globalne skutki. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

Strona internetowa projektu ATP: <http://www.eu-atp.org>