

Zmiany w Antarktyce obserwowane z polskiej Stacji im. H. Arctowskiego

Lody w cieplarni



STANISŁAW RAKUSA-SUSZCZEWSKI
Zakład Biologii Antarktyki
Polskiej Akademii Nauk, Warszawa
rakusa@space.ru

Prof. dr hab. Stanisław Rakusa-Suszczewski obserwuje zmiany antarktycznych ekosystemów w reakcji na globalne ocieplenie

W archipelagu Południowych Szetlandów lato powoli zaczyna wygrywać odwieczną wojnę z zimą. W miarę jak grunt i woda ocieplają się, następują daleko idące zmiany w ekosystemach lądowych i morskich, dodatkowo komplikowane przez działalność człowieka

W 1989 roku, w setną rocznicę wyprawy *Belgia*, która jako pierwsza zimowała w lodach Antarktyki, w Zakładzie Biologii

Antarktyki PAN spotkało się grono osób związanych z badaniami obszarów polarnych. Był wśród nich syn kierownika belgijskiej wyprawy baron Gaston de Gerlache oraz dr Alfred McLaren, prezes *The Explorer Club*, niegdyś wysoki oficer U.S. Navy, dowódca atomowych okrętów podwodnych, które pływały w Arktyce, a również i na syberyjskim szelfie. W czasie swoich podwodnych rejsów dokonał on ważnego odkrycia – że od lat 50. grubość lodów pokrywających Ocean Arktyczny stale się zmniejsza. Fakt ten był jednym z pierwszych wiarygodnych sygnałów świadczących o następowaniu szybkich zmian klimatu w Arktyce. Podobne, choć nie tak jednoznaczne zmiany obserwuje się na drugim krańcu Ziemi.

Archiwum Stacji im. Arctowskiego



Stacja im. H. Arctowskiego
z lotu ptaka

Archiwum Stacji im. Arctowskiego



**Pingwiny Adeli
na tle porostów
- Antarktyka jest kolorowa**

Główną bazą dla polskich prac badawczych w Antarktyce jest założona w 1977 roku Stacja im. Henryka Arctowskiego, leżąca na Wyspie Króla Jerzego nad brzegiem Zatoki Admiralicji, w pobliżu Półwyspu Antarktycznego. Prowadzone tam od 28 lat badania pozwalają już, jak się wydaje, przewidywać niektóre kierunki zmian w ekosystemie strefy przybrzeżnej i szelfowej. Prace w ramach Międzynarodowego Roku Polarnego 2007/2008 mają zweryfikować te przewidywania.

Podtopiona zmarzlina

Obserwowane zmiany w ekosystemach archipelagu Południowych Szetlandów mają bardzo niestabilny charakter - każdy kolejny rok przynosi niespodzianki. Wyraźnie zaznaczają się jednak prawidłowości w trendach wieloletnich, wskazujące na konsekwentne przeobrażenia środowiska przyrodniczego spowodowane zarówno przez zmiany klimatyczne, jak i przez bezpośrednią działalność człowieka.

Stwierdzono, że istnieje związek pomiędzy fizycznymi i biologicznymi zjawiskami w rejonie Zatoki Admiralicji a występującym średnio co kilka lat zjawiskiem El Niño (ENSO), polegającym na przemieszczaniu się ciepłych wód i opadów typu monsunowego na wschód w tropikalnej strefie Pacyfiku. Można więc spodziewać się znacznych wahań w występowaniu lat ciepłych i zimnych, w cyklu paroletnim. W okresie kilkudziesięciu lat następować będzie dalszy wzrost średnich temperatur powietrza o 0,02-0,04°C rocznie, głównie w wyniku wzrostu temperatur zimowych. Średnie roczne temperatury gruntu już są dodatnie i będą wzrastać podobnie jak temperatury powietrza, powodując tajanie wiecznej zmarzliny do głębokości około 1 metra. W gruncie zmiany temperatur

następują dużo wolniej niż na powierzchni. Skutkiem tego już teraz jest on rozmarznęty przez około 6 miesięcy w roku i czas ten będzie się wydłużał. Wzrostowi temperatury powietrza i gruntu będzie towarzyszyć częstsze zamarzanie i rozmarzanie gleby, co ma zasadniczy wpływ na florę i faunę lądową.

Na lądzie, w rejonie Zatoki Admiralicji, najbardziej widocznym efektem zmian klimatycznych jest postępujący proces deglacjacji, czyli topnienia wieloletniego lodu i tajania zmarzliny. Pociąga to za sobą dość gwałtowne zmiany w bioróżnorodności lądowego ekosystemu antarktycznej tundry. Należy spodziewać się dalszej recesji lodowców, wytopiania lodu starego z odsłanianych moren i obniżenia się głębokości zalegania zmarzliny. Spowoduje to najpierw uwodnienie, a następnie przesuszenie terenów tundry w strefie przybrzeżnej Zatoki. Konsekwencją będą zmiany w składzie i rozwoju ekosystemów, a także wypieranie zespołów roślinności mszystej przez naczyniową. Towarzyszyć temu będą zmiany w składzie mikro- i mezo-fauny lądowej i słodkowodnej.

Topnienie lodu może uwalniać uwiecznione od lat w lodzie i glebie szkodliwe substancje, takie jak polichlorowane bifenyle (PCB) oraz DDT, co może powodować wtórne zanieczyszczenie wód, upośledzające produkcję pierwotną. Topnienie starego lodu z lodowców i zmarzliny może również uwalniać do środowiska lądowego i morskiego nieistniejące już szczepy mikroorganizmów.

Wymiana nawozów

W warunkach klimatycznych morskiej Antarktyki, w której położona jest wyspa Króla Jerzego, funkcjonowanie ekosystemu strefy przybrzeżnej i szelfowej jest zależne od ilości materii krążącej pomiędzy morzem i lądem. Deglacjacja powoduje zmiany

Zmiany w Antarktyce obserwowane z polskiej Stacji im. H. Arctowskiego

ukształtowania terenu, zmiany lodowej linii brzegowej, a w konsekwencji zmiany zlewni i powierzchni Zatoki Admiralicji. Wiąże się z nią intensyfikacja procesów transportu materii pomiędzy lądem i morzem w obu kierunkach. Do Zatoki Admiralicji sływa i jest zwiewane coraz więcej materii mineralnej z lądu, co zmienia warunki panujące w wodach zatoki i w jej sąsiedztwie w cieśninie Bransfielda. Zmniejsza się przezroczystość wód, co oznacza zmiany w produkcji pierwotnej i zwiększoną sedymentację materii mineralnej na dnie.

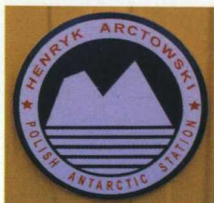
Na lądzie, w wyniku rozrastania się obszarów wolnych od lodu i nawożenia ich przez zwierzęta i wodorosty, zwiększa się biomasa roślinności. W przyszłości, w ekosystemie tundry będzie jednak następować zmniejszenie udziału biomasy pochodzenia morskiego, wynoszonej na ląd z morza (allochtonicznej), na korzyść biomasy wzrastającej na obszarach przybrzeżnych podlegających deglacjacji (autochtonicznej).

Chociaż na wybrzeżach Antarktyki zwiększa się powierzchnia dostępna dla gniazdowania ptaków latających i pingwinów oraz powierzchnia legowisk słońi morskich i uchatk, zwierząt tych wcale nie przybywa. Wieloletnie obserwacje pingwinów wskazują, że z roku na rok ich liczba zmienia się nawet o 30%, przy czym zmiany liczebności trzech

występujących tu gatunków nie korelują ze sobą. Wahaniom podlega również liczebność pingwinów w poszczególnych koloniach i miejscach gniazdowania – nie tylko w rejonie Zatoki Admiralicji, lecz także na obszarze sąsiednich zatok i wysp. Ponieważ zmniejsza się ogólna liczba pingwinów na tym terytorium, zmniejsza się również ilość masy fekalnej wynoszonej przez nie na ląd. Nawożenie lądu zmniejsza się także za sprawą pętwnogich, których liczebność na razie nie ulega zmianie. Należy to wiązać ze znacznym rozrzedzeniem ich populacji na zwiększającym się terenie wybrzeża, więc w niedalekiej przyszłości można spodziewać się wzrostu liczby uchatk. Powinny także rozmnażać się w tym rejonie, czego dotychczas nie robiły.

Wodorostowy boom

Wraz ze wzrostem długości i zróżnicowania linii brzegowej oraz zwiększaniem się powierzchni dna Zatoki Admiralicji, ilość makroglonów (wodorostów) pokrywających dno wzrosła. Wzrosła również ilość szczątków tych organizmów wynoszonych na ląd przez fale i wiatr. W rezultacie zmienia się proporcje dopływu żywej materii organicznej z morza na ląd – zmniejszającą się ilość odchodów pozostawianych przez ptaki równoważyć będzie wzrastający napływ makroglonów. Wpłynie to na roz-



Główny budynek stacji im H. Arctowskiego



Archiwum Stacji im. Arctowskiego

przestrzeganie się substancji biogenych – takich jak sole azotu i fosforu – stymulując rozwój zespołów bakteryjnych, mikrofauny i roślinności w pasie tundry.

W Zatoce Admiralicji produkcja pierwotna zależy od zmian klimatycznych, a także – bezpośrednio – od takich czynników, jak stabilność kolumny wody, jej przezroczystość oraz intensywność promieniowania UV-B. Fitoplankton ma duże zdolności adaptacyjne i reaguje na wzrost promieniowania wynikający z obecności „dziury ozonowej,” jednak na razie produkcja pierwotna spada, bo wskutek ocieplenia klimatu powodującego kurczenie się powierzchni morskiego paku lodowego przy wybrzeżach Antarktyki, zmniejsza się aktywność glonów żyjących w lodzie i pod lodem.

Brak paku lodowego zmienia skład i cykliczność występowania gatunków fito- i zooplanktonu i jego różnorodność sezonową w kolumnie wody. Przy niedostatku planktonu zmniejsza się ilość kryła, a jako że jest on kluczowym organizmem tego ekosystemu, pociąga to za sobą poważne skutki dla wielu jego konsumentów, takich jak krylożerne krabojady i lamparty morskie, które preferują lód jako miejsce stałego występowania i rozrodu.

Wkład człowieka

W Antarktyce szczególną rolę odegrała rabunkowa eksploatacja zasobów żywych. W XIX wieku i na początku wieku XX wytrzebiono uchatki i wieloryby, co spowodowało ogromne zmiany w morskich ekosystemach całego świata. W drugiej połowie XX wieku intensywne rybołówstwo i krylołówstwo w tym rejonie (również polskie) wywołało istną katastrofę ekologiczną, której skutki będziemy jeszcze długo obserwować w świecie żywym Antarktyki.

Innym przykładem oddziaływania antropogenicznego na niewielką skalę jest pojawienie się w rejonie stacji Arctowskiego zawleczonej tu wiechliny (trawy z rodzaju *Poa*), obcej dla tego ekosystemu, mającego dotychczas tylko jeden gatunek trawy – śmiałka antarktycznego (*Deschampsia antarctica*). Gwałtowny wzrost liczby turystów w tym rejonie będzie sprzyjał dalszej niekontrolowanej introdukcji gatunków.

W 2005 roku, spośród 19 stacji antarktycznych, które dostarczyły dane mete-



Archiwum Stacji im. Arctowskiego

Stoń morski
– stały sąsiad stacji

orologiczno-klimatyczne, w 11 zanotowano wzrost temperatury, zaś w 7 – spadek. Niewątpliwie ociepla się rejon na zachód od Półwyspu Antarktycznego w tempie około 0,05°C na rok, co potwierdzają opublikowane polskie obserwacje, ale ten trend ku ociepleniu słabnie. Inna jest sytuacja we wschodniej Antarktyce, gdzie wzrasta ilość opadów i akumulacja śniegu, co w konsekwencji powoduje obniżenie poziomu morza o 0,12 mm na rok. Z drugiej strony, zimowe zdjęcia satelitarne wskazują, że wokół całego kontynentu zmniejsza się powierzchnia paku lodowego.

W Antarktyce zmiany klimatu nie pociągają za sobą konsekwencji politycznych, bo jest to obszar objęty międzynarodową kontrolą na mocy Układu Antarktycznego. Mają one natomiast wpływ na ten unikatowy ekosystem. Obszary wolne od lodu stanowią niewielki procent powierzchni Antarktyki, lecz to, co się na nich dzieje, jest papierkiem lakmusowym zmian regionalnych i globalnych – a rejon Szetlandów Południowych, gdzie leży stacja Arctowskiego, jest idealnym miejscem do badania tych zmian. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

Rakusa-Suszczewski S. (2002). *King George Island - South Shetland Islands, Maritime Antarctic*. Ecological Studies t. 154: L. Beyer and M. Bölker (red.), *Geocology of Antarctic Ice-Free Coastal Landscapes*. Springer.