

Eutrofizacja Morza Bałtyckiego

Bałtyk jest zapewne najlepiej przebadanym morzem na świecie. Podobno jeszcze tylko wielkie jeziora amerykańskie (Ontario, Erie, Huron, Michigan i Górne) – porównywane niekiedy z Bałtykiem pod kątem roli transportowej – mogą się poszczycić równie wielką liczbą analiz naukowych w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. O Morzu Bałtyckim wiadomo bardzo wiele. Rozkład temperatur jest dokładnie zbadany. Podobnie – zasolenie, prądy i wszelkie inne charakterystyki siedlisk, jakie się tam znajdują. Dobre rozpoznanie nie przekłada się, niestety, na objęcie morza skuteczną ochroną.

Jeszcze w latach 1950. morze było dość czyste, mimo że oczywiście wiele plaż było zdegradowanych, a liczne zakłady zrzucały swoje ścieki bez żadnego oczyszczania. Jednak problemy miały charakter lokalny i koncentrowały się wokół dużych miast portowych. Większość obszarów morskich cieszyła się dobrą jakością.

Prawdziwe problemy zaczęły się w połowie XX wieku. Ładunki zanieczyszczeń stale się zwiększały, a morze nie nadążało z ich rozcieńczaniem. Do pewnego stopnia funkcjonowanie naturalnych procesów przyrodniczych polega właśnie na rozcieńczaniu. Różne substancje w nich krążą i umożliwiają trwanie życia. Skład chemiczny środowiska fluktuuje i pod warunkiem nie przekraczania umiarkowanych stężeń, nawet toksyczne związki mogą stopniowo zanikać, a w międzyczasie służyć rozwojowi jakichś organizmów. Dopiero jak owe stężenia zrobią się zbyt wysokie, środowisko przestaje sobie z nimi dawać radę.

To właśnie stało się w Bałtyku w połowie XX wieku. Morze Bałtyckie jest unikalne w skali światowej. Jak wiadomo z nauki geografii w szkole, $\frac{3}{4}$ kuli ziemskiej pokrywa woda, a tylko $\frac{1}{4}$ – ląd. Tak więc średnio na trzy jednostki powierzchni morza przypada jedna jednostka powierzchni zlewiska. Tymczasem Morze Bałtyckie ma około 377 tys. km², natomiast powierzchnia jego zlewiska liczy sobie 1642 tys. km². Proporcja jest więc odwrócona: na jednostkę powierzchni morza przypadają ponad cztery jednostki powierzchni zlewiska. Jeśli dodać do tego niewielką średnią głębokość – zaledwie 55 m – sytuacja morza w decydujący sposób zależy od tego, co się dzieje na lądzie.

Naturalne warunki Bałtyku czynią to uzależnienie jeszcze dotkliwszym. W morzu znajduje się około 22 tys. km³ wody. Wymiana z oceanem jest utrudniona i dokonuje się przez Cieśniny Duńskie. Wypływa przez nie około 940 km³ wody rocznie, co przekłada się na średni okres "wymiany" niespełna 25 lat. W drugą stronę – głównie w trakcie zimowych sztormów (które zdarzają się raz na wiele lat) – do Bałtyku z Morza Północnego trafia znacznie mniej wody. W przeciętnym roku, wraz z rzekami dopływa 660 km³ wody słodkiej. Aby bilans wyszedł na zero, trzeba jeszcze uwzględnić opady i parowanie. Z powodu odcięcia od oceanu Bałtyk uznawany jest za morze półzamknięte. Wymiana z otoczeniem jest utrudniona i to, co dopływa z lądu decyduje o składzie wody morskiej.

Wiele osób pasjonuje się zanieczyszczeniem powodowanym przez duże zakłady przemysłowe zlokalizowane na terenach przybrzeżnych, albo nadmorskie metropolie nie wyposażone w odpowiednie oczyszczalnie ścieków. Pasjonujemy się również doniesieniami o awariach rosyjskich atomowych łodzi podwodnych. Albo zatopieniem w Bałtyku pruskich zapasów broni chemicznej. To wszystko rzeczywiście zagraża przyrodzie, ale – na szczęście – nie spowodowało dotąd żadnej spektakularnej katastrofy.

Eutrofizacja jest tym, co ustawicznie i najbardziej niszczy bałtyckie ekosystemy. Ta tajemnicza nazwa oznacza po polsku po prostu "nadmierne użyźnienie". Specjaliści badają zwłaszcza bilanse dwóch składników pokarmowych – zwanych w ich żargonie "nutrientami" – azotu i fosforu. Ani jeden ani drugi nie są właściwie zanieczyszczeniami. Zarówno azot, jak i fosfor są roślinom potrzebne do życia. Są koniecznym składnikiem nawozów stosowanych w rolnictwie. Kłopot zaczyna się dopiero wtedy, gdy ich stężenie jest nadmierne w stosunku do tego, co dany ekosystem może wchłonać.

Przeciwieństwem zbiornika eutroficznego jest zbiornik oligotroficzny. Tam dostępność "nutrientów" jest niska, co przekłada się na niewielką produkcję biologiczną i dużą przejrzystość niezmaconej wody. Przez długie lata Bałtyk był zbiornikiem oligotroficznym, co odpowiadało niskim stężeniom związków fosforu i azotu. Sytuacja zmieniła się dopiero w XX wieku, a zwłaszcza w jego drugiej połowie.

Azot występuje w dużych ilościach w atmosferze. Ale jest tam chemicznie nieaktywny. Aktywne są dopiero jego związki, które wytwarza ludzka gospodarka. Prędzej czy później zostają one zmywane z powierzchni ziemi albo wypłukiwane z gleby i trafiają do morza. Również fosfor jest naturalnym składnikiem biosfery, ale ludzka gospodarka potrafi go koncentrować w ilościach, z jakimi lokalne ekosystemy mogą sobie nie radzić.

Według pomiarów dokonanych na przełomie lat 1980. i 1990. dopływ azotu do Bałtyku był na poziomie 900 tysięcy ton rocznie, a fosforu – na poziomie 40 tysięcy ton rocznie. Obecnie jest on nieco niższy i ma tendencję spadkową. Szacuje się, że w 2008 r. (ostatni rok, dla którego wiarygodne szacunki są dostępne) wyniosły one około 700 tysięcy ton azotu i około 30 tysięcy ton fosforu. Można byłoby mniemać, że azotu jest stosunkowo dużo, a fosforu mało; stosunek wagowy dopływu pierwszego do drugiego wynosi ponad 20. Ale byłby to sąd mylny. Do rozwoju roślin morskich potrzeba i jednego i drugiego, jednak w proporcji ustalonej przez tzw. prawo Justusa Liebiga. Prawo to, odkryte jeszcze w XIX wieku, przewiduje, że wzrost żywych organizmów wymaga pewnej proporcji "nutrientów". Jeśli jednego jest proporcjonalnie mniej niż drugiego, to skala rozwoju zależy od tego pierwszego; nazywamy go czynnikiem limitującym. Drugiego mogłoby być nawet więcej, a i tak szybszego wzrostu by nie było.

Otóż w ekosystemach Morza Bałtyckiego azot uważany jest za czynnik limitujący. Innymi słowy, fosforu jest tak dużo, że jego dalszy wzrost nie doprowadziłby do wzrostu produkcji biologicznej, zaś spadek nie doprowadziłby do spadku produkcji; jej wielkość zdeterminowana jest bowiem dostępną ilością azotu.

Stężenie "nutrientów", a zwłaszcza azotu, decyduje o wielkości produkcji roślinnej Bałtyku. Sprowadza się ona przede wszystkim do produkcji glonów. Te zaś są zjadane przez organizmy zwierzęce i tak dalej. Natomiast w Bałtyku tych wyższych ogniw łańcucha troficznego jest za mało, żeby zjeść wszystkie glony. Nie zjedzone umierają w sposób naturalny, ich resztki gniją, pochłaniając przy okazji rozpuszczony w wodzie tlen, psują jej przejrzystość i wydzielają toksyczne substancje, jak na przykład siarkowodór.

Eutrofizacja Bałtyku jest spowodowana nadmiernym dopływem azotu i fosforu. Jeśli zatem chciałoby się morze chronić, należy przede wszystkim zwrócić uwagę na to, jakie działania podejmowane łądnie temu służą.