

### Stróże mórż

Działalność ludzka jest źródłem związków organicznych i nieorganicznych, które systematycznie trafiają do mórz i oceanów. Christopher M. Reddy stwierdza, że: **“w ciągu XX wieku całkowicie zmienił się profil chemiczny naszej planety i różni się on obecnie od wszystkich epok wcześniejszych”**. W miarę jak coraz więcej ludzi zamieszkuje obszary przybrzeżne, pojawia się naglące pytanie o czystość oceanów. Niektóre ssaki morskie stanowią wczesny sygnał ostrzegawczy informujący o niekorzystnych trendach i skutkach działalności antropogenicznej - organizmy takie określa się mianem gatunków wskaźnikowych. Pozwalają nam one lepiej opisywać niekorzystne zjawiska i zapobiegać wpływowi zanieczyszczeń na zdrowie ludzi i zwierząt.

### Stan zanieczyszczenia chemicznego na Morzu Północnym

Morze Północne uznaje się często za jeden z najbardziej zanieczyszczonych akwenów świata. W wysoko uprzemysłowionych ośrodkach na jego wybrzeżu mieszka blisko 185 milionów ludzi. Dalsze 85 milionów zamieszkuje tereny połączonego z Morzem Północnym zlewiska Bałtyku. Gęstość populacji na poszczególnych obszarach waha się od ponad 1000 mieszkańców/km<sup>2</sup> na wybrzeżu Belgii i Holandii do mniej niż 50/km<sup>2</sup> wzdłuż linii brzegowej Norwegii i Szkocji. Mamy również do czynienia z masową sezonową migracją turystów na wybrzeże. Zanieczyszczenia z ośrodków miejskich trafiają do morza bezpośrednio lub za pośrednictwem dużych rzek. Substancje szkodliwe rozprzestrzeniają się wraz z prądami morskimi lub odkładają lokalnie na obszarach sedymentacyjnych, takich jak strefy międzyprzytływowe i ujścia rzek.

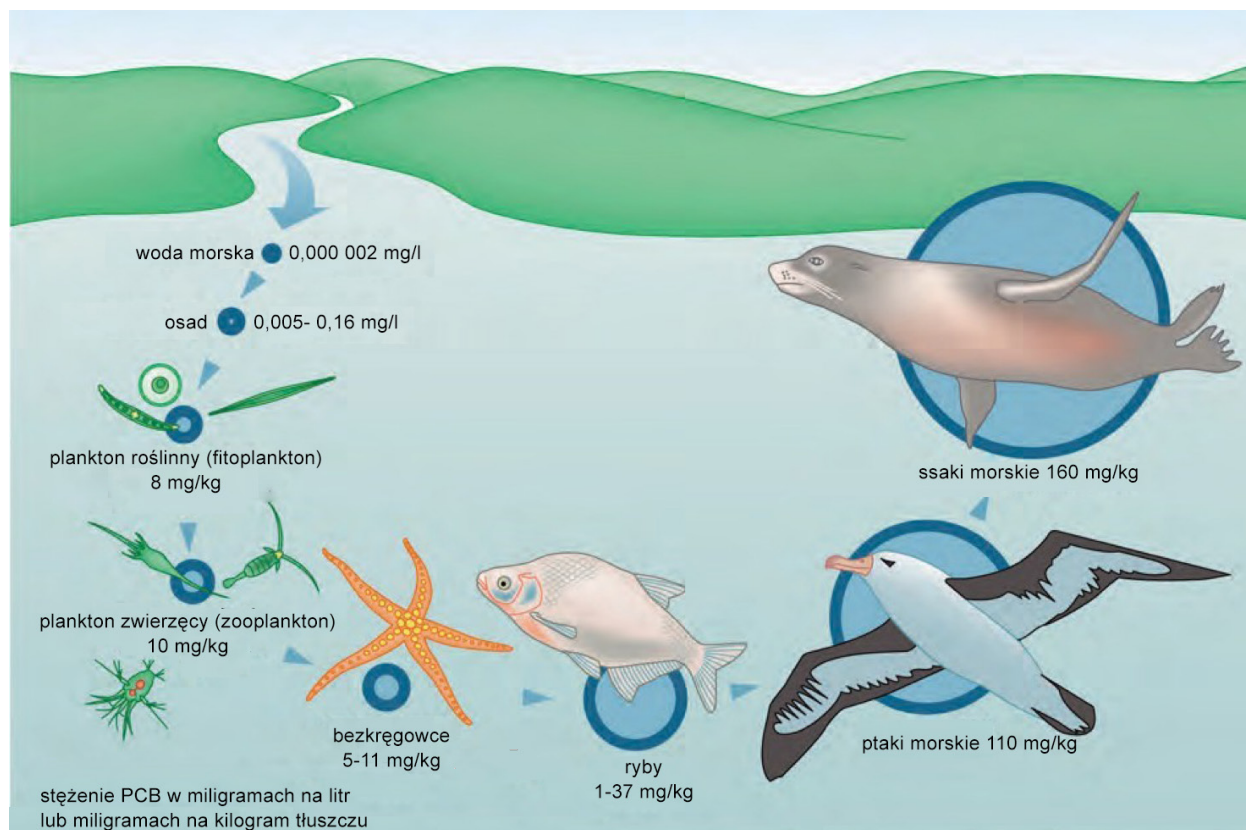
Poza antropogenicznymi źródłami zanieczyszczeń trafiającymi do morza z lądu, ruchliwymi trasami transportowymi i instalacjami morskimi (gaz i ropa), na Morzu Północnym do roku 1991 istniały również spalarnie śmieci, czego skutkiem był wysoki poziom substancji chloroorganicznych w organizmach bentonicznych i pelagicznych.

Stanowiące największy przemysł na Morzu Północnym instalacje morskie generują ponad 92 miliardy m<sup>3</sup> gazu i 183 miliony ton ropy naftowej rocznie, które transportowane są następnie za pośrednictwem liczącej 10 tysięcy kilometrów sieci rurociągów. Inne rodzaje działalności, takie jak wydobywanie kruszyw morskich, zaspokajają nawet 15% zapotrzebowania na piasek i żwir sąsiadujących z morzem krajów. Z usunięciem substratu i zmianą topografii dna morskiego wiążą się jednak poważne fizyczne konsekwencje, takie jak tworzenie się tymczasowych smug pyłu w kolumnie wody i ponowna sedymentacja materiału. Rozproszenie zanieczyszczonego osadu, np. w trakcie bagrowania, zwłaszcza w portach i ich sąsiedztwie, istotnie wpływa na dystrybucję szkodliwych substancji w kolumnie wody i sprawia, że stają się one biodostępne dla licznych bezkręgowców. Intensywna eksploatacja obszarów Morza Północnego rodzi szereg kwestii dotyczących zdrowia ekosystemu i zrównoważonego zużycia surowców: stale powracają dawne bolączki i chociaż sytuacja czasami nieco się poprawia, ciągle pojawiają się nowe problemy (np. wykrywane są nowe związki syntetyczne).

### Ssaki morskie jako wskaźniki zanieczyszczeń

W ostatnich dekadach wzrasta zaniepokojenie zanieczyszczeniem środowiska i prowadzone są liczne badania nad szkodliwymi substancjami chemicznymi i ich obecnością w morzu, powietrzu i materiale biologicznym. Rozmieszczenie związków chemicznych w środowisku morskim nie jest równomierne; obserwuje się znaczne wahania stężeń zarówno między poszczególnymi regionami,

jak i na przestrzeni czasu. Użyteczne narzędzie w monitoringu zanieczyszczeń stanowią bioindykatory (biowskaźniki). Ssaki okazują się szczególnie cennym wskaźnikiem poziomu zanieczyszczenia chemicznego w środowisku morskim. Ponieważ znajdują się na szczycie łańcucha pokarmowego, długo żyją, a związki chemiczne wykazują w ich ciele długi biologiczny okres półtrwania, w organizmach tych zwierząt odkładają się duże ilości substancji, takich jak związki chloroorganiczne i toksyczne metale (np. rtęć, kadm, itd).



Il. 1: *Bioakumulacja toksyn w morskim łańcuchu pokarmowym od dawna stanowi istotny problem. Powyższy obrazek ilustruje proces akumulacji polichlorowanych bifenyli (PCB), typowej toksyny środowiskowej. © maribus (za: Böhlmann, 1991)*

Wzrost zainteresowania wpływem zanieczyszczeń na ssaki morskie jest wynikiem przypadków masowego wymierania i zaburzeń reprodukcyjnych dziesiątkujących populacje niektórych płetwonogich i małych waleni, a także wykrycia wysokich poziomów szkodliwych substancji w organizmach tych zwierząt. W wielu przypadkach pierwotną przyczyną wybuchu epidemii chorób były wirusy z rodzaju Morbillivirus. Wysoka śmiertelność wśród fok i delfinów zamieszkujących skażone obszary morskie dała asumpt do spekulacji na temat możliwej roli immunosupresji spowodowanej zanieczyszczeniem środowiska.

Jak dotąd brak kontrolowanych prób potwierdzających bezsprzeczny związek przyczynowo skutkowy między stężeniem zanieczyszczeń a konkretnymi zaburzeniami fizjologii zwierząt. Dane trudno poddają się interpretacji ze względu na jednoczesną obecność w środowisku innych związków chemicznych i stresorów. Fizjologiczny stan organizmu (np. ciąża, linienie, głodówka...) również znacząco wpływa na poziom toksyczności metali ciężkich. Co więcej, niemal wszystkie dotychczasowe pomiary przeprowadzono na martwych zwierzętach, co pozwala wątpić, czy ich wyniki można

uogólnić i oczekiwać określonych efektów na poziomie osobniczym lub populacyjnym.

Przeprowadzono dotychczas szereg badań mających na celu oszacowanie wpływu zanieczyszczeń na organizmy żywe. Na przykład foki karmione skażonymi rybami z holenderskiego Morza Wattowego wydają na świat mniej młodych niż osobniki karmione zdrowszymi rybami z północno-wschodniego Atlantyku. Wyniki te jako pierwsze sugerują istnienie bezpośredniego związku przyczynowo skutkowego między zanieczyszczeniem środowiska a konkretną odpowiedzią fizjologiczną ssaka morskiego.

Podobne wyniki uzyskano w przeprowadzonym niedawno dwuletnim badaniu, które wykazało upośledzenie szeregu parametrów odpornościowych u fok pospolitych karmionych śledziami z Bałtyku w porównaniu z osobnikami, których dieta składała się z ryb z czystszej Oceanu Atlantyckiego.

Upośledzeniu uległa między innymi aktywność komórek NK odgrywających ważną rolę w reakcji obronnej organizmu na infekcje wirusowe. Co więcej, w organizmach fok spożywających skażone śledzie odkładało się więcej potencjalnie immunotoksycznych związków chloroorganicznych niż u osobników spożywających ryby zdrowe. Nie określono niestety poziomu metali ciężkich w organizmie tych zwierząt. Nie można zatem wykluczyć możliwego działania immunosupresyjnego innych substancji chemicznych, takich jak właśnie metale ciężkie. Ponieważ nie udało się dotychczas wykazać bezpośredniego związku między określoną substancją a spadkiem liczebności populacji, wielu badaczy rozważa możliwość synergicznej roli kilku różnych rodzajów zanieczyszczeń w zwiększaniu podatności zwierząt na choroby.

**ZADANIE 1.** Zbierz okazy omułka jadalnego *Mytilus edulis trossulus* i umieść je w dobrze napowietrzonym akwarium.

Zdobądź drugie akwarium o podobnych wymiarach. Do obu zbiorników wprowadź mieszkankę glonów planktonowych (pobranych z jeziora lub wyhodowanych w osobnym pojemniku) i zaobserwuj po jakim czasie omułki oczyszczą wodę.

Zobacz: <https://www.youtube.com/watch?v=iOc0AuHAtDM>.

