

**mgr Blanka Pajda**

Ukończyła oceanografię na Uniwersytecie Gdańskim, specjalizacja chemia morza i atmosfery. Obecnie doktorantka w Międzynarodowej Środowiskowej Szkole Doktorskiej oraz członkini Pracowni Zanieczyszczeń Rejonów Polarnych w Instytucie Oceanologii PAN. Podczas studiów doktorskich skupia się głównie na zanieczyszczeniu środowiska morskiego Arktyki przez metale ciężkie.

blanka@iopan.pl

KAŻDY MOŻE

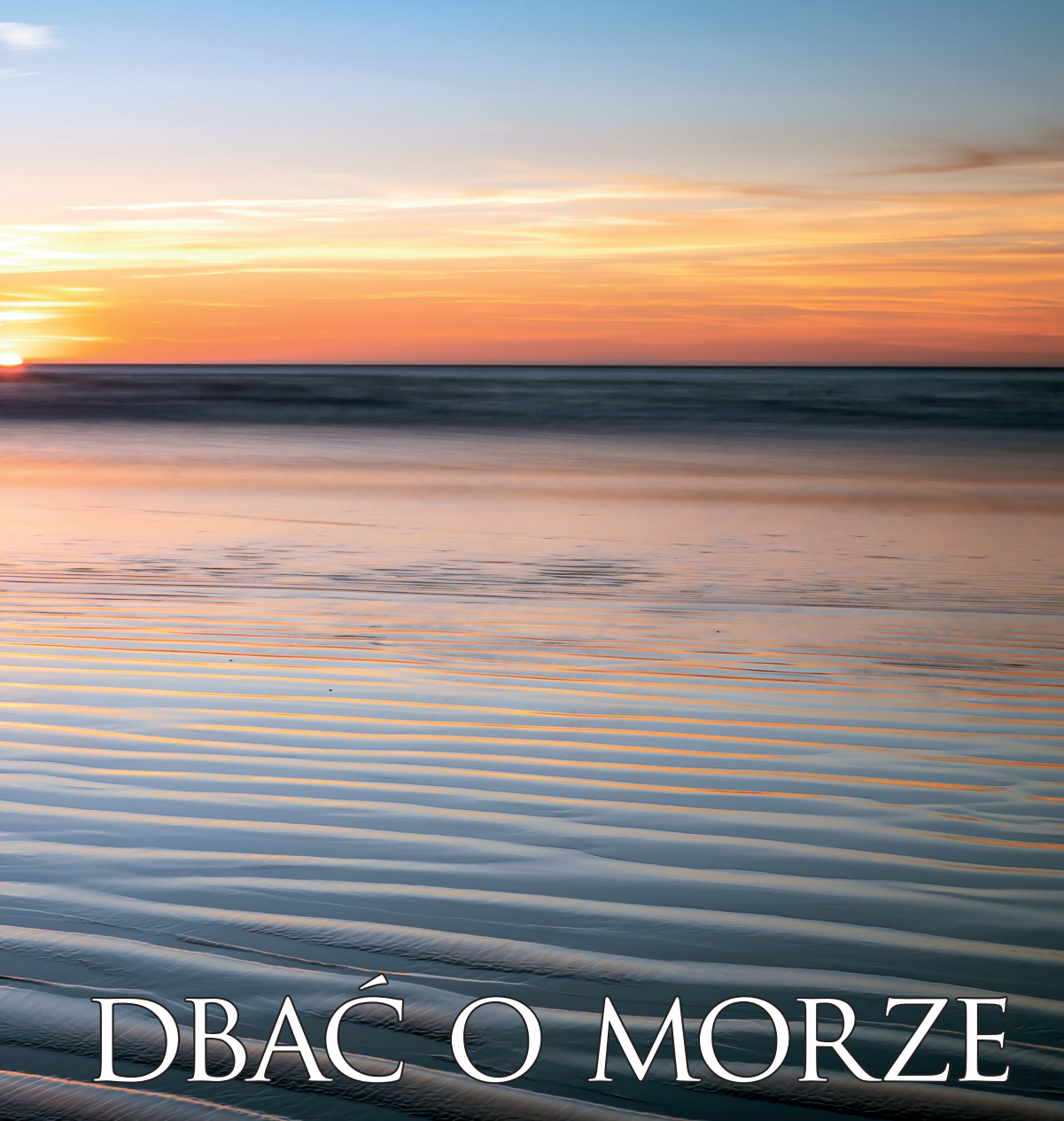
Wspólne działania krajów nadbałtyckich jest kluczem do ochrony unikatowego ekosystemu Bałtyku.

**Blanka Pajda
Agata Zaborska**

Instytut Oceanologii PAN w Sopocie

Morze Bałtyckie jest jednym z najbardziej unikatowych ekosystemów na świecie. Dla mieszkańców krajów nadbałtyckich jest też ważnym elementem środowiska przyrodniczego, kultury narodowej i całego sektora gospodarki morskiej (turystyki, transportu, przemysłu). Niestety, przez ostatnie dziesięciolecia Bałtyk był narażony na różne formy zanieczyszczeń, które poważnie zagrażają jego ekosystemowi oraz zdrowiu ludzi. Morze Bałtyckie

jest wystawiane na działanie szkodliwych substancji chemicznych i metali ciężkich, które pochodzą z działalności człowieka. Te substancje dostają się do morza z różnych źródeł, takich jak transport, oczyszczalnie ścieków, porty i stocznie, zakłady przemysłowe, rolnictwo, składowiska odpadów. Mogą również pochodzić z wraków statków czy zatopionej amunicji z II wojny światowej. Rozwój regionów nadmorskich oraz turystyki przyczyniają się do wzmożonej emisji tych zanieczyszczeń, utraty i zmiany siedlisk przybrzeżnych, a także do zwiększonego oddziaływania innych form stresu antropogenicznego, takich jak hałas czy zanieczyszczenie światłem. Zanieczyszczenia i składniki odżywcze (biogeniczne) mocno obciążają ekosystemy przybrzeżne. Kiedy trafiają do Morza Bałtyckiego, mogą powodować różnorodne szkody. Niektóre są łatwo zauważalne, np. w postaci wycie-



**dr hab.
Agata Zaborska,
prof. IO PAN**

Ukończyła oceanografię na Uniwersytecie Gdańskim, specjalizacja geologia morza. Od ponad 20 lat pracownica Instytutu Oceanologii PAN, kierowniczką Pracowni Zanieczyszczeń Rejonów Polarnych. Zajmuje się badaniem stopnia zanieczyszczania mórz, szczególnie metalami ciężkimi i izotopami promieniotwórczymi, oraz procesami wpływającymi na los zanieczyszczeń w morzu.

agata@iopan.pl

DBAĆ O MORZE

ków ropy, jednak inne mogą pozostać niezauważone lub ujawnić się dopiero wtedy, gdy obserwuje się ich negatywny wpływ na organizmy żywe. Wiele zanieczyszczeń rozkłada się powoli, a ich wpływ może się nasilać w miarę gromadzenia się w sieci pokarmowej wodnego ekosystemu. W Morzu Bałtyckim zidentyfikowano tysiące substancji, które stanowią potencjalne zagrożenie dla środowiska. Najszkodliwsze z nich są te trwałe i toksyczne, które gromadzą się w organizmach żywych. Ze względu na ograniczoną wymianę wód, małą głębokość oraz duży obszar zlewni Morze Bałtyckie jest szczególnie wrażliwym ekosystemem.

Zanieczyszczenia i eutrofizacja

Jednym z głównych problemów Bałtyku jest eutrofizacja. Nadmierne dopływy składników odżywczych, takich jak azot i fosfor, prowadzą do gwałtownego wzrostu glonów i sinic, powodując silne (niekiedy toksyczne) zakwity fitoplanktonu. Skutkuje to zmętnieniem wody, utrudnioną przenikalnością światła, ograniczając do niego dostęp roślinom. Gdy glony umierają i się rozkładają, proces ten prowadzi do niedoboru

tlenu, tworząc obszary o obniżonej jego zawartości lub wręcz martwe, beztlenowe strefy, w których nie ma życia. Przy niedoborach tlenu w wodzie dochodzi do wzrostu populacji bakterii beztlenowych, które wydzielają szkodliwe dla organizmów morskich siarkowodór. Od początku XX wieku obszary martwych stref w Morzu Bałtyckim powiększyły się ponaddziesięciokrotnie. Obecnie stanowią one prawie jedną piątą powierzchni naszego morza i zajmują obszar większy niż cała Dania, będąc tym samym najrozszerzonym miejscem deficytu tlenu w europejskich akwenach morskich. Główne źródła eutrofizacji Bałtyku to rolnictwo, dopływ nieczystości oraz spływające rzekami substancje chemiczne. Polska dostarcza najwięcej związków biogenych do Bałtyku. Powodem tego zjawiska jest intensywna działalność rolnicza i obecność dwóch dużych rzek przepływających przez nasz kraj – Wisły i Odry. Inne duże rzeki, które dostarczają substancje biogenne do Bałtyku, to Dźwina, Newa i Niemen. Rzeki umożliwiają transfer substancji biogenych z lądu do Morza Bałtyckiego.

Kolejnym poważnym zagrożeniem dla Bałtyku są zanieczyszczenia chemiczne, które można podzielić

na organiczne oraz nieorganiczne. Większość zanieczyszczeń organicznych to substancje, które zostały wytworzone przez człowieka i są stosowane jako pestycydy, środki zmniejszające palność, środki powierzchniowo czynne, plastyfikatory, antyoksydanty, środki przeciwpiorostowe, farmaceutyki oraz środki higieny osobistej. Do najbardziej niebezpiecznych organicznych zanieczyszczeń zalicza się trwale zanieczyszczenia organiczne (TZO). TZO mają kilka cech, które warto zrozumieć. Po pierwsze, wykazują dużą odporność na różnego rodzaju rozkład: chemiczny, biologiczny czy fotolityczny (pod wpływem światła). To oznacza, że TZO mogą pozostawać w środowisku przez długi czas. Jedną z ważnych cech TZO jest ich hydrofobowość (niechęć do kontaktu z wodą), co powoduje ich niską rozpuszczalność. Substancje te za to dobrze rozpuszczają się w błonach fosfolipidowych, które występują szczególnie w tkankach tłuszczowych. W konsekwencji prowadzi to do bioakumulacji TZO w morskich organizmach. Stężenie TZO może zwiększać się w łańcuchu pokarmowym.

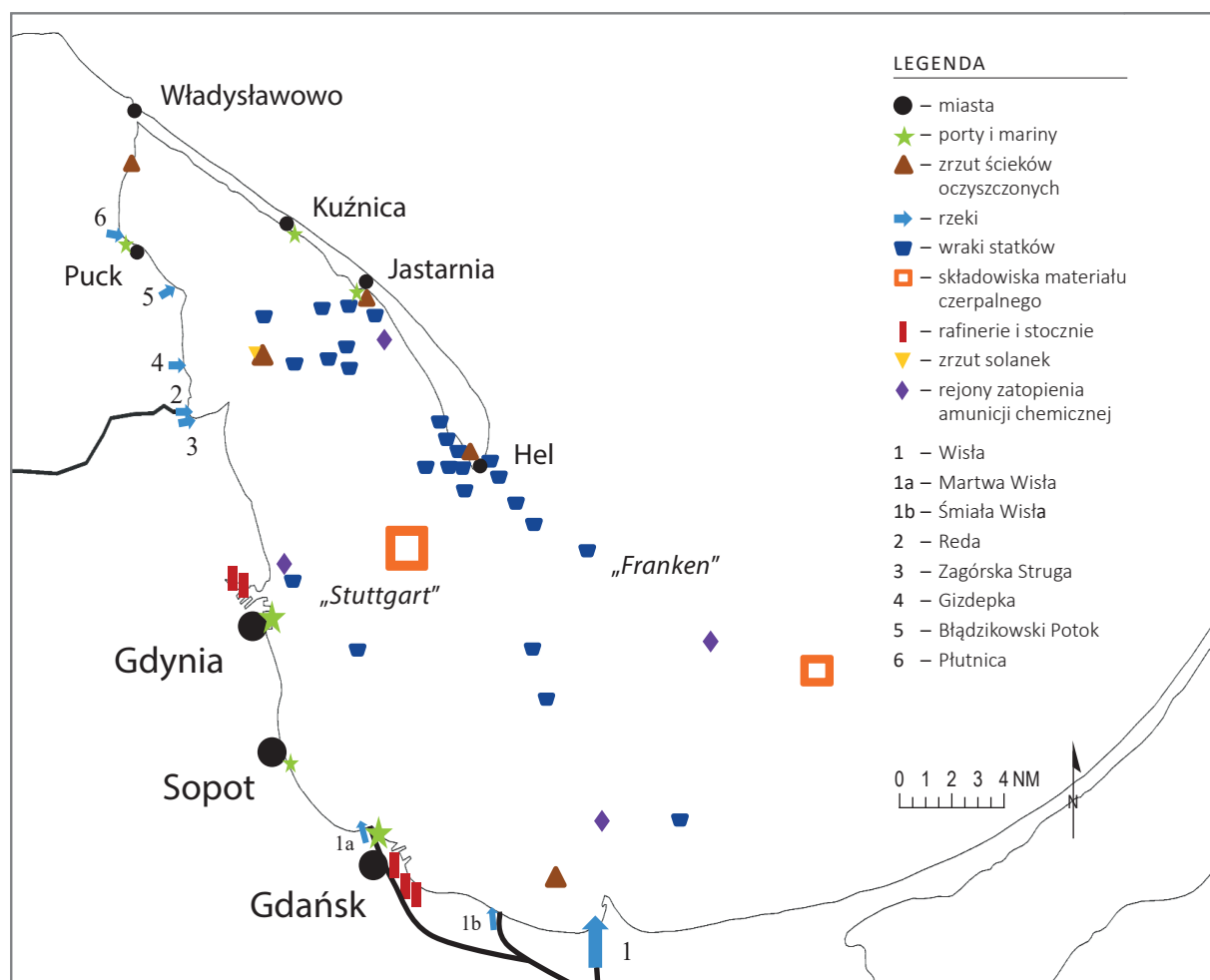
Na jego wyższych poziomach poszczególne organizmy mogą zawierać więcej TZO. Te substancje wywołują wiele schorzeń u organizmów morskich, m.in. zaburzenia hormonalne, nowotwory, problemy z rozrodem, osłabienie układu odpornościowego czy problemy neurologiczne. Za znaczny spadek populacji ryb czy ssaków morskich są obwiniane TZO. Ekosystem bałtycki przeszedł drastyczne zmiany w ciągu ostatniego stulecia z powodu antropogenicznego stresu chemicznego. Są one najlepiej widoczne u wybranych gatunków zwierząt: ryb, fok czy nawet orłów bielików, których populacje dramatycznie się zmniejszyły. Kontrola i ograniczenie dopływu szkodliwych substancji chemicznych jest więc niezwykle istotne dla zachowania zdrowia ekosystemu Bałtyku.

Metale ciężkie

Jedną z niebezpieczniejszych grup nieorganicznych zanieczyszczeń w Morzu Bałtyckim są metale ciężkie, m.in. rtęć (Hg), ołów (Pb), arsen (As) i kadm (Cd).

Źródła zanieczyszczeń chemicznych w Zatoce Gdańskiej

Mapa z podaną lokalizacją źródeł zanieczyszczeń w Zatoce Gdańskiej: większych i mniejszych miast, portów i marin, rafinerii i stocznii, kolektorów ścieków oczyszczonych, wraków statków, kolektorów solanek, składowisk urobku czerpalnego, składowisk amunicji oraz rzek i potoków



Pierwiastki te pochodzą głównie z działalności antropogenicznej (przemysłu metalurgicznego, spalania paliw kopalnych, transportu). Szacuje się, że do 95 proc. metali ciężkich w środowisku pochodzi z działalności człowieka. Mimo wprowadzenia skutecznych technik oczyszczania i zakazu stosowania niektórych substancji, np. benzyny ołowiowej w transporcie, nadal dopuszczalne stężenia metali są przekraczane. Niektóre metale ciężkie wykazują wysoką toksyczność już przy bardzo niskich poziomach koncentracji. Kadm i ołów mają zdolność do gromadzenia się w wątrobie organizmów morskich, co może prowadzić do uszkodzeń tego narządu. Z kolei rtęć akumuluje się głównie w mięśniach. Wysokie stężenia rtęci i ołowiu mogą uszkadzać układ nerwowy. Te pierwiastki mają również zdolność do bioakumulacji i w przypadku rtęci do biomagnifikacji, co oznacza, że mogą stanowić zagrożenie również dla ludzi. W Morzu Bałtyckim występują również w dużych ilościach sztuczne izotopy promieniotwórcze, takie jak cez (^{137}Cs) i stront (^{90}Sr). Te stworzone przez człowieka izotopy zostały wyemitowane do atmosfery w latach 50. i 60. XX wieku na skutek prób jądrowych (wyścigu zbrojeń). W przypadku Morza Bałtyckiego ważnym źródłem cezu jest katastrofa w Czarnobylskiej Elektrowni Jądrowej w 1986 roku. Stężenie ^{137}Cs i ^{90}Sr w wodach Bałtyku stopniowo maleje, jednak duża ilość tych zanieczyszczeń jest zakumulowana w morskich osadach dennych. Każde naruszenie dna morskiego przez człowieka (w wyniku trałowania dna, budowy infrastruktury morskiej) uwalnia te zanieczyszczenia z powrotem do wody, co stanowi realne zagrożenie dla życia organizmów morskich i w konsekwencji dla człowieka.

Innym problemem jest zanieczyszczenie przez odpady plastikowe. Plastik jest wszechobecny w naszym życiu i niestety często trafia do Bałtyku zarówno z rzek, jak i z przybrzeżnych obszarów. Zwierzęta morskie często pomyłkowo spożywają plastik, co prowadzi do ich śmierci. Plastik również rozpada się na drobne cząsteczki, tworząc tzw. mikroplastik, który jest trudny do usunięcia i może akumulować się w organizmach. Walka z plastikiem stała się jednym z priorytetów ochrony Bałtyku. Inicjatywy na rzecz ograniczenia jego obecności w morzu są podejmowane na różnych poziomach.

Przyszłość w działaniach

Żeby zmniejszyć zanieczyszczenie Bałtyku, konieczne są wspólne działania wszystkich zainteresowanych stron. Państwa nadbałtyckie i organizacje międzynarodowe (np. HELCOM, UE) podejmują liczne inicjatywy mające na celu ochronę tego unikatowego ekosystemu. Są to m.in. projekty mające na celu poprawę gospodarki wodno-ściekowej, wprowadzanie



Fot. 1
Rozeta batymetryczna
do pobierania wody



Fot. 2
Siatka zooplanktonowa
do pobierania zooplanktonu

środków ograniczających spływ zanieczyszczeń z rolnictwa i zakazów stosowania niebezpiecznych substancji chemicznych, kampanie edukacyjne na temat redukcji zużycia plastiku oraz działania rozwijające innowacyjne technologie recyklingu odpadów. Istotne jest również zaangażowanie społeczeństwa. Jesteśmy wszyscy odpowiedzialni za ochronę Bałtyku i musimy podejmować działania na rzecz zmniejszenia naszego śladu ekologicznego. Możemy to robić przez segregację i recykling odpadów, ograniczanie zużycia jednorazowych plastikowych opakowań, promowanie alternatywnych materiałów i technologii przyjaznych dla środowiska oraz dbanie o czystość naszych rzek i plaż m.in. przez regularne akcje sprzątania. Zanieczyszczenie Bałtyku to poważny problem, który wymaga pilnego działania. Wszystkie zaangażowane strony, w tym rządy, organizacje międzynarodowe i społeczność, muszą współpracować, by przywrócić zdrowie i piękno temu wyjątkowemu ekosystemowi. Czas działać, by przyszłe pokolenia mogły cieszyć się czystym i zrównoważonym Bałtykiem, który jest nie tylko naszym dziedzictwem, lecz także źródłem życia i inspiracji. ■

Chcesz wiedzieć
więcej?

HELCOM, <https://helcom.fi/>

WWF, <https://www.wwf.pl/>

Zaborska A., Siedlewicz G., Szymczycha B., Dzierzbicka-Głowacka L., Pazdro K., *Legacy and emerging pollutants in the Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea) – loads and distribution revisited*, „Marine Pollution Bulletin” 2019, vol. 139, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30686425/>