

Streszczenie

Uzasadnienie podjęcia badań

Działalność człowieka, a szczególnie spalanie paliw kopalnych i produkcja cementu prowadzą do stałego wzrostu ciśnienia cząstkowego CO₂ (pCO₂) w atmosferze w ostatnich dziesięcioleciach. Morza i oceany pochłaniają ok. 30% tej emisji zmniejszając tym samym negatywne oddziaływanie CO₂ na klimat. Rozpuszczanie CO₂ w wodzie morskiej ma jednak również swoje negatywne konsekwencje dla ekosystemów morskich. Ponieważ CO₂ w wodzie morskiej tworzy dwuprotonowy kwas węglowy (IV), rosnące pCO₂ prowadzi tym samym do uwalniania jonów wodorowych, a tym samym do spadku pH. Proces ten jest znany w literaturze jako „zakwaszanie oceanów” (ang. *ocean acidification*) mimo, że woda morska nie staje się kwaśna, a tylko przesuwa swój alkaliczny charakter w kierunku niższego pH. Zakwaszanie oceanów jest uznawane za jedno z największych zagrożeń ekosystemów morskich zarówno przez społeczność naukową, jak również w legislacji Unii Europejskiej (UE). W Ramowej Dyrektywie w sprawie Strategii Morskiej jest jasno wskazane, że kraje członkowskie UE powinny przeciwdziałać zakwaszaniu oceanów i uwzględnić w opisie stanu obszarów morskich pomiary pH i pCO₂. Powszechnie uważa się, że skalę zakwaszania oceanów można oszacować znając pCO₂ w atmosferze oraz wielkość wymiany CO₂ przez granicę morze/atmosfera. Założenie takie jest bliskie prawdy dla oceanów. W przypadku mórz szelfowych, a szczególnie dla Bałtyku, jest to zbyt duże uproszczenie, ponieważ cały szereg procesów i mechanizmów oddziałuje tu na pH wody morskiej. Tworzą one tzw. system kwasowo-zasadowy – skomplikowany układ zależności pomiędzy składnikami wody morskiej i procesami kształtującymi pH. Aktualna wiedza na temat systemu kwasowo-zasadowego w Bałtyku jest ograniczona i/lub zawiera cały szereg uproszczeń, które prowadzą do błędnych wniosków i dużej niepewności przy przewidywaniu przyszłych, potencjalnych zmian pH. Wyniki uzyskane w proponowanym projekcie umożliwią rozpoznanie struktury i funkcjonowania systemu kwasowo-zasadowego w Bałtyku, co znacznie zwiększy dokładność obliczeń pH i pCO₂. Jest to niezwykle ważne w przypadku Morza Bałtyckiego ze względu na małą pojemność buforową jego wód, przez co ekosystem Bałtyku jest znacznie bardziej wrażliwy na proces zakwaszania niż rejon oceaniczne.

Cel prowadzonych badań

W proponowanym projekcie zdefiniowano dwa podstawowe cele:

- Poprawienie dokładności w obliczeniach pH i pCO₂ dla Morza Bałtyckiego poprzez uwzględnienie wszystkich ważnych, występujących tu osobliwości/anomalii, co ograniczy niepewność przewidywania przyszłych, potencjalnych zmian pH w Bałtyku (i prawdopodobnie również w innych morzach).
- Zbadanie eksperymentalne i sparometryzowanie procesów biogeochemicznych, które mogą wpływać na funkcjonowanie systemu kwasowo-zasadowego. Wśród procesów i oddziaływań, które nie są obecnie wystarczająco scharakteryzowane lub są całkowicie pomijane w opisie systemu kwasowo-zasadowego w Morzu Bałtyckim, zidentyfikowano: (i) materia organiczna jako nośnik kwasowych grup funkcyjnych, (ii) mineralizacja materii organicznej, jako źródło CO₂, (iii) borany jako istotny składnik alkaliczności całkowitej w małych zasoleniach w Morzu Bałtyckim, (iv) węglany jako istotny nośnik alkaliczności całkowitej, (v) osady i warstwy głębokowodne, jako obszary, w których denitryfikacja, redukcja siarczanów i mineralizacja materii organicznej kształtują system kwasowo-zasadowy.

Metodyka

Planowane badania zostały podzielone na siedem zadań: jedno związane z koordynacją, pięć dotyczących badań eksperymentalnych oraz jedno zadanie integrujące wszystkie uzyskane wyniki i poświęcone badaniom wrażliwości i dokładności obliczeń pH i pCO₂ w Morzu Bałtyckim po uwzględnieniu wszystkich wyników uzyskanych w projekcie.

Łącznie zaplanowano trzy rejsy – każdy trwający 10 dni – aby ocenić zmienność sezonową badanych procesów. Jesienią 2017 i wiosną 2018 próbki zebrane zostaną z pokładu statku s/y Oceania, który należy do Instytutu Oceanologii PAN. Latem 2017, ze względu na udział s/y Oceania w rejsie do Arktyki, próbki zebrane zostaną z innej jednostki operującej w rejonie Morza Bałtyckiego. Dodatkowo, próbki wody rzecznej (Wisła, Odra, Kalix) zostaną zebrane zimą i latem 2017, tak aby móc określić zmienność sezonową dynamiki mineralizacji lądowej materii organicznej. Pełny zakres parametrów mierzonych w proponowanym projekcie uwzględnia: alkaliczność całkowitą, stężenie węgla nieorganicznego, pH, pCO₂, stężenie rozpuszczonego węgla organicznego, stężenie zawieszony węgla organicznego i nieorganicznego, skład izotopów stabilnych węgla, stężenia: tlenu, boru, związków biogenicznych, siarczków, siarczanów oraz widma absorpcyjne materii organicznej w podczerwieni, temperaturę, zasolenie. Analizy chemiczne zostaną przeprowadzone w laboratoriach IO PAN zgodnie z najlepszą, dostępną obecnie metodyką.