

## **Cel projektu**

Głównym celem projektu jest określenie przyczyn oraz opisanie mechanizmów powodujących zmniejszanie się pokrywy lodu morskiego w Arktyce Europejskiej. Na zmiany koncentracji i zasięgu pokrywy lodowej wpływa wiele czynników, a ich intensywność oraz częstość występowania ściśle związana jest z rejonem badań. Dlatego dla rozpoznania mechanizmów, które kształtują rozwój arktycznej pokrywy lodowej niezbędne jest poznanie wzajemnych oddziaływań między oceanem, atmosferą i lodem morskim w różnych rejonach Arktyki. Niniejsza praca skupiać będzie się na dwóch rejonach badawczych, Cieśninie Fram oraz południowej części Basenu Nansena. Cieśnina Fram stanowi jedyne głębokowodne połączenie pomiędzy Północnym Atlantykiem a Oceanem Arktycznym. Transport ciepłych i słonych mas wodnych pochodzenia atlantyckiego, niesionych na północ przez Prąd Zachodniospitsbergeński, ma znaczący wpływ na cyrkulację mas wodnych i zawartość ciepła w Oceanie Arktycznym. Na północ od Svalbardu, w południowym Basenie Nansena, napływająca w górnej warstwie oceanu Woda Atlantycka ma bezpośredni kontakt z pokrywą lodu morskiego. Wskutek tego ciepło wnoszone przez ocean może powodować topnienie lodu morskiego, jak i ogrzewanie atmosfery w obszarach wolnych od lodu. Wzrost temperatury powietrza również przyczynia się do topnienia pokrywy lodowej. Zmiany koncentracji i zasięgu lodu zachodzą także wskutek dryfu pokrywy lodowej, głównie pod wpływem lokalnych lub wielkoskalowych wiatrów. Topnienie lodu pod wpływem ciepła niesionego przez Wodę Atlantycką powoduje jego większą mobilność, a za tym nasilenie dryfu. Głównym pytaniem badawczym stawianym podczas realizacji projektu będzie więc rozpoznanie, w jaki sposób obserwowane w ostatnich dekadach zmiany temperatury i intensywności napływu Wody Atlantyckiej oraz wielkoskalowej i lokalnej cyrkulacji atmosferycznej kształtują zasięg i zmiany koncentracji lodu morskiego w Cieśninie Fram oraz południowej części Basenu Nansena.

## **Opis badań**

Rejon badań obejmować będzie Cieśninę Fram oraz południową część Basenu Nansena, które odgrywają kluczową rolę w kontrolowaniu ilości ciepła dostarczanego do Oceanu Arktycznego i są miejscem dynamicznych interakcji między oceanem, atmosferą a lodem morskim. Instytut Oceanologii PAN dysponuje bogatym zbiorem danych obserwacyjnych z rejonu Cieśniny Fram oraz południowego Basenu Nansena, obejmujących okres prawie dwóch dekad. Oprócz danych oceanograficznych ze stacji pomiarowych, zbieranych podczas corocznych rejsów badawczych, obserwacje prowadzone były w sposób ciągły na kotwiczonych pionach pomiarowych w Cieśninie Fram oraz na północ od Svalbardu. Dane te stanowią znakomity materiał do analizy wpływu zmienności oceanicznej na lód morski. W połączeniu z otwartymi dostępnymi danymi satelitarnymi koncentracji i dryfu lodu morskiego oraz danymi atmosferycznymi z najnowszych reanaliz (ciśnienie atmosferyczne, wiatr, strumienie ciepła między oceanem i atmosferą), pozwolą one na wszechstronne zbadanie, jakie mechanizmy, w jakich skalach czasowych i w jakim stopniu odpowiedzialne są za zmiany pokrywy lodu morskiego w badanym rejonie. Analizy miesięcznych, sezonowych oraz międzyletnich zmian pokrywy lodu morskiego w badanych rejonach będą prowadzone dla okresu od 1996 do 2021. Opracowanie odpowiednich zbiorów danych, analiza statystyczna serii czasowych i opisanie zależności między parametrami lodu morskiego a wybranymi parametrami oceanicznymi i atmosferycznymi stanowić będzie zasadniczą część badań.

## **Motywacja**

Przyczyny i mechanizmy zmniejszania się powierzchni i grubości lodu morskiego w Oceanie Arktycznym, obserwowanego w ostatnich dekadach, stanowią wciąż jedno z najtrudniejszych pytań, związanych z przyspieszonymi zmianami klimatu w rejonie Arktyki. Jedną z możliwych przyczyn jest obserwowany wzrost temperatury Wody Atlantyckiej, wnoszonej do Oceanu Arktycznego przez Cieśninę Fram. W dalej położonych basenach Oceanu Arktycznego Woda Atlantycka tworzy stosunkowo ciepłą warstwę wody pośredniej, oddzieloną od lodu morskiego i atmosfery silną halokliną (warstwą skoku zasolenia między wodami pośrednimi a wysłodzoną wodą powierzchniową). Warstwa ta izoluje Wodę Atlantycką od powierzchni i ogranicza transport ciepła z oceanu do lodu czy atmosfery. W Cieśninie Fram jednak, jak również w rejonie na północ od Svalbardu Woda Atlantycka sięga do warstwy powierzchniowej, wskutek czego może następować zwiększone topnienie lodu oraz wzrost strumienia ciepła z oceanu do atmosfery. Dodatkowo, część mas wodnych pochodzenia atlantyckiego recyrkuluje na południe bezpośrednio w Cieśninie Fram, w wyniku czego może dochodzić do zmian położenia krawędzi lodu morskiego w samej cieśninie. Transport lodu oraz wysłodzonej wody z Oceanu Arktycznego na południe odbywa się w Cieśninie Fram wraz Prądem Wschodniogrenlandzkim i zależy od wielkoskalowej i lokalnej cyrkulacji atmosferycznej. Zmiany koncentracji oraz zasięgu lodu morskiego zależne są zatem od zmian w oceanie (ocieplanie Wody Atlantyckiej, układ prądów), jak i w atmosferze (układy niżów, zmienność wiatrów). Zmienność koncentracji lodu morskiego w rejonie Arktyki Europejskiej i mechanizmy, które są za nią odpowiedzialne, są obecnie przedmiotem szerokich badań, a najnowsze prace międzynarodowych ekspertów pokazują, iż zanikanie pokrywy lodu morskiego może mieć daleko idące konsekwencje nie tylko dla klimatu Arktyki, ale również zmian klimatycznych na całej półkuli północnej, łącznie z Europą.