

## Opis projektu CSI-POM Etap 2

Celem projektu jest monitorowanie i prognozowanie stanu środowiska południowego Bałtyku oraz zachodzących w nim zmian warunków fizycznych/hydrodynamicznych (wykonywanych w Etapie 1) oraz chemiczno-biologicznych będących celem Etapu 2 (planowanym w tym projekcie) i tym samym dostarczyć nowoczesne narzędzie dla efektywnego zarządzania środowiskiem w polskiej gospodarce morskiej.

Przedmiotem naszych badań jest rozwój istniejących i budowa, kolejnych, nowych narzędzi oraz rozbudowa cyfrowego systemu informacji (CSI-POM) opartego na modelowaniu numerycznym w trybie operacyjnym.

Rozbudowany CSI-POM jako zintegrowany system gromadzenia i przetwarzania danych/wiedzy o środowisku morskim, w szczególności o warunkach hydrodynamicznych i biochemicznych Bałtyku Południowego, będzie przydatny dla przygotowania, zapobiegania i reagowania na potrzeby gospodarki morskiej, a także ochrony ludzi i środowiska.

Wychodząc od globalnego modelu ekosystemu (Moore i in., 2001) oraz bazując na modelu dla Morza Bałtyckiego 3D CEMBS (Dzierzbicka-Głowacka i in., 2013b), zostanie przeprowadzona implementacja części biochemicznej dla Bałtyku Południowego. W ramach projektu określone zostaną czasowo-przestrzenne rozkłady podstawowych parametrów ekosystemu morskiego, tj.: biomasa fitoplanktonu i zooplanktonu, stężenie chlorofilu-a, stężenie rozpuszczonego tlenu ( $O_2$ ) oraz parametry chemiczne, m.in. stężenia substancji biogennych, takich jak azotany ( $NO_3$ ), fosforany ( $PO_4$ ) i krzemiany ( $SiO_3$ ), pozwalające badać strukturę, dynamikę i zmienność procesów biochemicznych w środowisku badanego obszaru morskiego.

W ramach działań projektu – CSI-POM Etap 2 (NdS-II/SP/0003/2023/01), jako kolejny etap prac projektu CSI-POM (NdS/546027/2022/2022), nastąpi:

- 1) implementacja modelu biochemicznego 3D CEMBS-PolSea dla południowego Bałtyku; poprzez: i) przygotowanie pól wejściowych do modelu o wymaganej wysokiej rozdzielczości (ok. 575 m x 575 m), tj. danych meteorologicznych, danych początkowych, danych brzegowych na granicy woda-ląd i woda-woda, ii) parametryzację, kalibrację i weryfikację modelu, iii) implementację modułu asymilacji danych satelitarnych dla stężenia chlorofilu-a w warstwie powierzchniowej;
- 2) opracowanie i budowa siedmiu kolejnych, nowych narzędzi dla badania czasowo-przestrzennych struktur procesów fizykochemicznych i biologicznych zachodzących w środowisku morskim;
- 3) rozbudowa Cyfrowego Systemu Informacji o środowisku polskich obszarów morskich CSI-POM o nowe dane biochemiczne pozyskane w ramach tego projektu CSI-POM 2.

Dane z modułu biochemicznego modelu 2 km dla Morza Bałtyckiego 3D CEMBS, działającego w trybie operacyjnym ([www.cembs.pl](http://www.cembs.pl)), będą wykorzystane do wyznaczenia warunków brzegowych na granicy woda-woda w modelu biologiczno-chemicznym 3D CEMBS-PolSea. Dane meteorologiczne pobierane będą z numerycznego modelu prognozy pogody UM ICM Uniwersytetu Warszawskiego na mocy współpracy. Ponadto, model 3D CEMBS-PolSea będzie wykorzystywał informacje pochodzące z GIOŚ o dopływach substancji biogenicznych z rzek mających swoje ujście w badanym rejonie i danych o przepływach w tych rzekach z IMGW. Moduł biochemiczny modelu 3D CEMBS-PolSea o wysokiej rozdzielczości poziomej 1/192 stopnia, co odpowiada około 575 m będzie posiadał także moduł asymilacji danych satelitarnych dla powierzchniowego stężenia chlorofilu-a.

# NAUKA DLA SPOŁECZEŃSTWA II

## Cyfrowy System Informacji dla polskich obszarów morskich CSI-POM Etap 2

Nowatorskim aspektem tego projektu będzie opracowanie, kolejnych, nowych narzędzi, dla badania struktur, dynamiki i zmienności procesów biochemicznych i hydrodynamicznych w południowym Bałtyku, tj.:

- i. wyznaczania produkcji pierwotnej i czynników ją limitujących ilościowo i jakościowo;
- ii. czasowo-przestrzennej analizy struktury kolumny wody dla badanych parametrów, tj. dla stężenia chlorofilu-a, stężenia rozpuszczonego tlenu ( $O_2$ ) oraz stężenia substancji biogennej, takich jak azotany ( $NO_3$ ), fosforany ( $PO_4$ ) i krzemiany ( $SiO_3$ );
- iii. czasowo-przestrzennej analizy struktury rozptyłu substancji biogennej pochodzących z rzek;
- iv. automatycznego wykrywania zakwitów sinic;
- v. wykrywania obszarów/siedlisk o zdefiniowanych parametrach;
- vi. trajektorii elementu/jednostki biologicznej w warstwie powierzchniowej;
- vii. czasowo-przestrzennej analizy wpływu pola wiatrów na stabilność wzbogacania mikrowarstwy powierzchniowej morza SML w materię organiczną.

Integralną częścią rozbudowywanego Cyfrowego Systemu Informacji o środowisku polskich obszarów morskich będzie wizualizacja wyników i udostępnienie ich społeczeństwu. Rozbudowany w ramach tego projektu system CSI-POM 2, będzie pozwalał na tworzenie map i charakterystyk czasowo-przestrzennych oraz punktowych dla badanych parametrów i procesów biochemicznych. Rezultaty będą prezentowane na portalu internetowym w czasie rzeczywistym oraz w postaci prognoz na najbliższe dwie doby. Będą one informować o aktualnym stanie, nie tylko fizycznym, ale i biochemicznym środowiska oraz możliwości wystąpienia zagrożeń na otwartym morzu i w polskiej strefie przybrzeżnej. Od naukowców, społeczeństwa i państwa wymagany jest również obowiązek ochrony środowiska naturalnego Bałtyku, oraz stosowanie się do obowiązujących międzynarodowych konwencji i regulacji prawnych takich jak Ramowa Dyrektywa Wodna, Dyrektywa Ramowa w sprawie Strategii Morskiej Unii Europejskiej, europejski program monitorowania Ziemi GMES (Global Monitoring for Environment and Security) i inne.

Efektywność badań numerycznych jest nieporównywalnie większa niż efektywność badań terenowych z wykorzystaniem boi, statków czy pomiarów satelitarnych. Wyjaśnia to powszechne w dobie cyfryzacji stosowanie modeli matematycznych i symulacji komputerowych jako nowych metod poznawania praw rządzących światem przyrody. Dotyczy to zwłaszcza zagadnień znajdujących się na styku kilku dyscyplin, co stanowi regułę w badaniach oceanograficznych.

Usługa CSI-POM i CSI-POM 2 pozwoli na sprawne diagnozowanie, monitorowanie i prognozowanie stanu środowiska południowego Bałtyku pod względem, zarówno warunków fizycznych (Etap 1) jak i biochemicznych (Etap 2), tj. parametrów i procesów opisujących zjawiska zachodzące w warstwie powierzchniowej badanego akwenu i jego silnie uwarstwionej strukturze pionowej, jak i ich dynamikę i zmienność, co jest niezbędnym czynnikiem w zarządzaniu gospodarką morską i regionalną.

Na rynku polskim i światowym brakuje takich rozwiązań jak CSI-POM i CSI-POM Etap 2, które dają możliwość na równoczesną diagnozę nie tylko podstawowych parametrów hydrodynamicznych i biochemicznych, ale i procesów fizykochemicznych i biologicznych zachodzących w toni wodnej. Podstawą wykorzystania systemu jest jednak dotarcie z informacją do odpowiednich grup użytkowników oraz przedstawienie możliwości funkcjonowania cyfrowego systemu.

*Projekt finansowany ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki w ramach programu "Nauka dla Społeczeństwa II"*

