

Lidia Dzierzbicka-Głowacka  0000-0001-6151-2390

INSTYTUT OCEANOLOGII POLSKIEJ AKADEMII NAUK W SOPOCIE

adres e-mail do korespondencji: dzierzb@iopan.pl

DOI: 10.26408/FindFISH-01

1. PLATFORMA TRANSFERU WIEDZY FindFISH – USŁUGA

WPROWADZENIE

Platforma transferu wiedzy FindFISH stanowi odpowiedź na główny problem zdiagnozowany w sektorze rybołówstwa, jakim jest zmniejszenie opłacalności połowów rybackich. Dodatkowymi problemami są: rosnące koszty eksploatacyjne ponoszone przez rybaków, konieczność odbywania przez rybaków dłuższych i dalszych wypraw w poszukiwaniu ryb, połowy mało wartościowych bądź małych ilości ryb, prowadzenie działalności na granicy opłacalności poprzez rosnące koszty, ograniczenie limitów połowowych i związane z tym trudności.

Obecnie rybołówstwo polskie wydaje się szukać efektywnych rozwiązań w tym zakresie. W wyniku podniesienia świadomości żywieniowej Polaków obserwuje się tendencję wzrostową konsumpcji ryb. Nowe technologie umożliwiają zaspokojenie rosnącego popytu, ale równocześnie znacząco zwiększają presję podaży połowowej. W rezultacie wiele zasobów rybnych jest nadmiernie eksploatowanych, co stanowi zagrożenie dla ekosystemu morskiego, którego ryby są integralną częścią.

Każde indywidualne stado ryb stanowi część większego i złożonego ekosystemu morskiego, którego działanie jest trudno przewidywalne, a przedstawienie ścisłego opisu jego funkcjonowania jest niełatwym zadaniem. Czynnikiem decydującymi o zasobach ryb w środowisku morskim są: szybki postęp technologiczny, stosowanie nowoczesnego sprzętu i wysokiej klasy aparatury, szeroki zasięg występowania zanieczyszczeń morskich, rozwój miast nadmorskich, globalne ocieplenie. Skala i tempo zachodzących zmian w środowisku morskim utrudnia badaczom jego kontrolowanie i tworzenie modelu ekosystemów, czyli modelu systemów żywych organizmów morskich.

Rybaczy mają ogromną praktyczną wiedzę na temat zachowań zasobów rybnych, którą trudno jest zdobyć w inny sposób, a ich doświadczenie nabiera pełnego znaczenia, gdy jest ujmowane w kontekście naukowym dla badania dynamiki ekosystemów morskich.

W kierunku rybołówstwa dość często wysuwane są oskarżenia o niszczenie środowiska, nadmierne połowy i zmniejszanie liczebności ptaków i ssaków

morskich. Wprowadzane są zakazy, które budzą zrozumiałą niechęć rybaków do współpracy z naukowcami zajmującymi się ochroną środowiska. Niestety brak badań i wzajemnej informacji tylko zwiększa poziom ryzyka ocenianego na zasadzie eksperckiej.

W ostatnich latach wydaje się, że bariery między rybakami i naukowcami, którzy odnosili się do siebie z wzajemną nieufnością, zaczynają się zmniejszać. Większa liczba rybaków przebywa na morzu o wiele dłużej niż naukowcy – hydrobiolodzy/ekohydrododzy. Naukowcy powinni uwzględniać w swoich badaniach doświadczenia i praktyczne informacje pochodzące od rybaków. Rybacy natomiast, poznając, w jaki sposób naukowcy dochodzą do swoich wniosków, będą w stanie zaufać wynikom badań.

Koszty związane z przemysłowym łowieniem ryb stale rosną. Jednym ze sposobów ich ograniczania jest wykorzystanie rozwoju techniki w lokalizacji ławic ryb oraz szacowaniu ich wielkości. Specjalistyczne urządzenia elektroniczne wspomagające połowy służą do lokalizacji ławic, szacowania biomasy, rozmiarów ryb oraz ilości ryb we włoku, monitorowania parametrów włoków i sieci rybackich, monitorowania zachowania ryb, oceny charakteru i struktury dna oraz osadów dennych. Różnorodność urządzeń pozwala na dobór wyposażenia dla różnych jednostek i każdego rodzaju połowów.

Ostatnie dwa dziesięciolecia przyniosły ogromny postęp w rozwoju techniki sonarowej stosowanej w rybołówstwie. Szacuje się, że wykorzystanie współczesnych sonarów przynosi wymierne oszczędności ekonomiczne, związane zarówno z mniejszym zużyciem paliwa, jak i z krótszym czasem połowu, o około 25%. Jest to jednak przedsięwzięcie wciąż drogie i na obecną chwilę trudne do zrealizowania, tak aby każdy kuter rybacki był wyposażony w tego typu urządzenia, tj. sonary, echosondy czy kamery akustyczne. Dodatkowo nie każdy szypier ma wystarczającą wiedzę z zakresu techniki sonarowej oraz wystarczające doświadczenie w interpretacji echogramów, by móc odnosić korzyści wynikające z ich stosowania. Natomiast wykonywanie pomiarów *in situ* dla celów dokładnej diagnozy stanu środowiska morskiego w trybie operacyjnym (w czasie rzeczywistym) jest niemożliwe, gdyż koszt prowadzenia takiego monitoringu byłby zbyt duży.

Wspólna polityka rybołówstwa – WPRy (European Commission, 2009) – nie zajmuje się wyłącznie tworzeniem przepisów ograniczających połowy pod względem ilości, ale jej celem jest również ustanowienie norm jakościowych (tzw. środków technicznych), mających chronić populacje ryb i ekosystemy będące ich siedliskiem. Wspólnym mianownikiem łączącym wszystkie te środki jest fakt, że mają się one przyczynić do tego, aby rybacy prowadzili swoje połowy w sposób bardziej selektywny.

Selektywne połowy to trudne zadanie, którego realizacja w dużym stopniu zależy od określonych warunków panujących na morzu w danym regionie.

Proponowana metoda numeryczna – platforma FindFISH, przedstawiona w niniejszym opracowaniu – ma się stać pomocnym narzędziem dla rybaków przy rozwiązywaniu wyżej wymienionych problemów dla celów skutecznego planowania rejsów rybackich.

1.1. METODYKA PRAC EKSPERYMENTALNO-ROZWOJOWYCH

Specyficzne warunki środowiskowe Zatoki Gdańskiej wpływają na jej ekosystem. Charakterystyczne dla tego regionu jest występowanie fauny typowej dla środowiska o małym zasoleniu. Ponadto cechą charakterystyczną są regularne wiosenno-letnie zakwity glonów, które stały się poważnym problemem środowiskowym i gospodarczym. Ponad trzydzieści gatunków przedstawicieli fitoplanktonu występujących w Bałtyku jest zakwalifikowanych jako szkodliwe dla zdrowia ludzkiego (Öberg, 2017). Badanie stale zmieniającego się środowiska stanowi olbrzymie wyzwanie dla badaczy z różnych dyscyplin naukowych. Pojawiające się nowe rozwiązania techniczne z jednej strony ułatwiają pracę naukowców, z drugiej zaś nie stanowią rozwiązań idealnego.

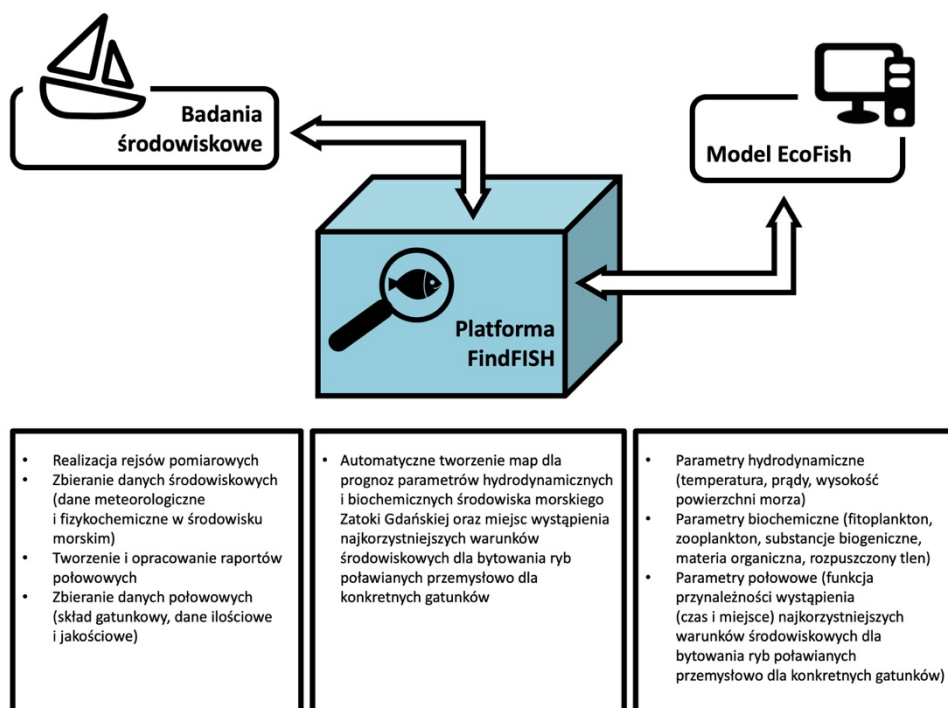
Efektywność badań numerycznych jest nieporównywalnie większa niż efektywność badań terenowych z wykorzystaniem boi, statków czy pomiarów satelitarnych. Wyjaśnia to powszechne w dobie cyfryzacji stosowanie modeli matematycznych i symulacji komputerowych jako nowych metod poznawania praw rządzących światem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

Modelowanie numeryczne zjawisk hydrodynamicznych oraz biochemicznych badanego akwenu jest skomplikowanym zadaniem. Niezbędne jest uwzględnienie szeregu czynników, m.in. dopływu słodkiej (bogatej w substancje odżywcze) wody z rzek oraz wlewów słonej wody z Morza Północnego. Dane wejściowe do modelu, takie jak informacja o dopływach rzecznych, dane atmosferyczne oraz warunki na granicach modelu, muszą być dobrej jakości. Są to główne czynniki wymuszające dla modelu. Ich jakość ma ogromny wpływ na dokładność otrzymanyh wyników i ich zgodność z rzeczywistością. Ze względu na fakt, że w środowisku zachodzą bardzo dynamiczne zmiany, tylko równoczesne badania środowiskowe/pomiarowe i modelowe mogą dać najbardziej wiarygodny obraz rzeczywistego stanu badanego akwenu. Wyniki o wysokiej rozdzielczości czasowo-przestrzennej mogą dostarczyć informacji w skali lokalnej na temat tworzenia się wirów, mieszania się wód o różnej gęstości czy powstawania intruzji. Ponadto badanie podstawowych parametrów środowiska wodnego i procesów w nim zachodzących stanowi podstawę do powstania nowych hipotez badawczych i upowszechniania wiedzy w celu budowania współpracy między podmiotami działającymi w obszarze nauki a podmiotami funkcjonującymi w sferze społeczno-gospodarczej.

Budowa platformy transferu wiedzy FindFISH poprzez Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa opiera się na badaniach *in situ*, danych środowiskowych (fizykochemicznych i hydrometeorologicznych), ilościowych i jakościowych danych dotyczących połowów oraz numerycznym modelowaniu parametrów hydrodynamicznych, fizykochemicznych i biologicznych rejonu Zatoki Gdańskiej.

Prace w ramach projektu zostały podzielone na pięć głównych etapów i zrealizowane w trzech blokach: badania środowiskowe, prace numeryczne i prace informatyczne (rys. 1.1) (Dzierzbicka-Głowacka i in., 2018).

W pierwszym etapie dokonano oceny stanu środowiska Zatoki Gdańskiej (Kuczyński i in., 2023; Zaborska i in., 2023) poprzez analizę aktualnego – na dzień wykonania prac – stanu chemicznego i ekologicznego środowiska Zatoki Gdańskiej pod kątem ichtiofauny na bazie istniejących i nowych danych pozyskanych w ramach projektu.



Rys. 1.1. Schemat platformy FindFISH

Źródło: opracowanie własne IO PAN.

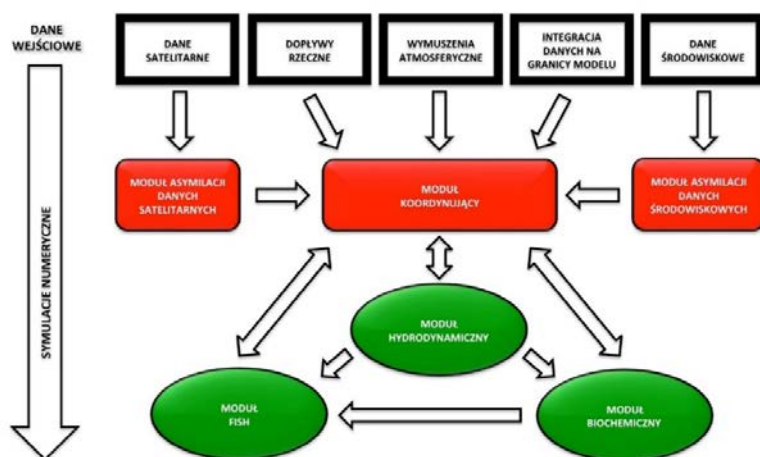
Drugi etap prac stanowiły wyprawy rybackie (Krzemień i in., 2023). Podczas rejsów pomiary środowiskowe były przeprowadzane przy użyciu wyspecjalizowanych urządzeń/sond Midas CTD+ firmy Valeport. Ich celem było zebranie danych fizykochemicznych, głównie wartości temperatury, zasolenia i natlenienia wody, które wraz z notatkami z dzienników połowowych i innymi danymi dostarczonymi przez kapitanów, takimi jak: dane meteorologiczne, ilościowe i jakościowe wyniki połowów, obserwacje i komentarze, zostały wykorzystane do określenia preferencji życiowych wybranych gatunków ryb i opracowania modułu Fish, a także dokonania walidacji modelu ekohydrodynamicznego Zatoki Gdańskiej – EcoFish. W ankietach rybaków poza wynikiem połowowym trzeba było uzupełnić dane, takie jak: nazwa statku, data i godzina wystawienia i zebrania narzędzia połowu (data i godzina początku zaciągu dla narzędzi ciągnionych), kwadrat rybacki, pozycja wystawienia narzędzia połowu (pozycje początkowa i końcowa zaciągu dla narzędzi ciągnionych), siła i kierunek wiatru, zachmurzenie, opad, temperatura powietrza oraz wody powierzchniowej, stan morza (wysokość fali). Niektóre statki rybackie były wyposażone w najnowocześniejsze echosondy sieciowe i sonary sieciowe NMEA. Dzięki temu możliwe było zintegrowanie pomiaru ilości ryb wprowadzanych do aktywnego narzędzia połowowego (pomiar ilościowy metodą graficzną na wlocie) z zegarem wewnętrznym sond i pokazanie dokładnego związku między liczebnością ryb a zmierzonymi parametrami wody.

W latach 2018–2022 w ramach projektu przeprowadzono 587 wypraw rybackich z wykorzystaniem sond Midas. Łodzie rybackie (długość jednostek 8–10 m) wykonały w tym okresie 280 rejsów, kutry (jednostki o długości powyżej 18 m) wykonały natomiast 307 rejsów. Połowy kutrami rybackimi skupiały się na gatunkach pelagicznych: szprocie (*Sprattus sprattus*) i śledziu (*Clupea harengus*) oraz dorszu (*Gadus morhua*, wyłącznie do czasu wprowadzenia całkowitego zakazu połowu dorsza we wschodniej części Bałtyku w lipcu 2019 r.), natomiast łodzie rybackie połowiąły głównie stornię (*Platichthys flesus*), a w okresie jej niewystępowania na łowiskach – śledzia, troć wędrowną i okonia. Podczas wypraw rybackich złowiono 4780 kg storni przy użyciu narzędzi stawnych, a podczas badawczych połowów kutrowych: 1 440 958 kg szprota, 850 427 kg śledzia oraz 22 861 kg dorsza (w okresie, kiedy można go było łowić).

Analiza danych pozyskanych w trakcie rejsów rybackich pozwoliła na określenie preferencji życiowych wybranych gatunków ryb poławianych przemysłowo w Zatoce Gdańskiej (Piekiel, Kuczyński, 2023). Sukces połowowy był uzależniony głównie od temperatury, przy czym odnotowano istotną statystycznie korelację pomiędzy spadkiem temperatury a wzrostem masy odłowionych ryb; korelacja ta była silna przede wszystkim dla śledzia i szprota. Pozostałe analizowane parametry nie wykazały takiej zależności.

Model EcoFish (rys. 1.2) został opracowany na trzecim etapie prac (Janecki, Dybowski, Nowicki, Jakacki, Dzierzbicka-Głowacka, 2023; Janecki, Dybowski,

Nowicki, Dzierzbicka-Głowacka, 2023; Nowicki, Janecki, Dzierzbicka-Głowacka, 2023; Janecki i in., 2023; Nowicki, Janecki, Dybowski, Dzierzbicka-Głowacka, 2023). Trójwymiarowy prognostyczny model ekohydrodynamiczny Zatoki Gdańskiej składa się z trzech głównych modułów/modeli: hydrodynamicznego, biochemicznego i modułu Fish dla potrzeb działania platformy FindFISH, co umożliwi monitorowanie stanu środowiska morskiego oraz śledzenie i przewidywanie zachodzących w nim zmian, a także określenie najkorzystniejszych warunków środowiskowych dla bytowania konkretnych gatunków ryb poławianych przemysłowo w badanym rejonie.



Rys. 1.2. Schemat modelu ekohydrodynamicznego EcoFish z modułem Fish

Źródło: opracowanie własne IO PAN.

Dodatkowo w skład modelu EcoFish wchodzi moduły przetwarzania danych wejściowych i wyjściowych, moduły asymilacji danych z różnych źródeł oraz moduł koordynujący pracę modelu EcoFish w trybie operacyjnym (Janecki i in., 2021, 2022). Dane satelitarne, dotyczące temperatury powierzchni morza oraz koncentracji powierzchniowej chlorofilu *a*, wykorzystane do asymilacji w modelu EcoFish po ich przetworzeniu, są pozyskiwane z bazy danych systemu SatBałtyk (www.satbaaltyk.pl; Woźniak i in., 2011a, 2011b). Dane meteorologiczne z 72-godzinną prognozą są pobierane z modelu atmosferycznego UM Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego (ICM UW) i wykorzystywane w modelach 3D CEMBS i 3D EcoFish. Model EcoFish bazuje na kodzie źródłowym modelu Parallel Ocean Program (POP), na podstawie którego został opracowany również model ekosystemu Morza Bałtyckiego 3D CEMBS (www.cembs.pl; Dzierzbicka-Głowacka i in., 2013a,

2013b). Dane z tego modelu, działającego w trybie operacyjnym, są wykorzystywane w czasie rzeczywistym do wyznaczania warunków brzegowych na granicy woda–woda w modelu EcoFish.

Ostatecznie wizualizacja danych pomiarowych z sond i połowów rybackich, danych ilościowych i jakościowych oraz modelowych z modelu EcoFish i modelu Fish, w postaci tabel, wykresów i map, została wykonana w ramach etapu czwartego i zaprezentowana z wykorzystaniem platformy FindFISH (www.findfish.pl) zbudowanej w ramach projektu (Biernaczyk i in., 2023). Platforma zapewnia bieżący dostęp do prognoz parametrów hydrodynamicznych i biochemicznych, a także potencjalnych lokalizacji najkorzystniejszych warunków środowiskowych dla bytowania konkretnych gatunków ryb poławianych przemysłowo w Zatoce Gdańskiej.

Piąty etap obejmował testowanie działania systemu numerycznego FindFISH. Porównywano efektywność rejsów z użyciem i bez użycia systemu numerycznego FindFISH poprzez porównanie wyników modelu Fish z rzeczywistymi wynikami połowów. Wyniki testów pomogły ustalić, czy system jest użytecznym źródłem informacji dla rybaków, naukowców i administratorów rybołówstwa oraz czy jego wykorzystanie prowadzi do poprawy wydajności i wyższej konkurencyjności (Dzierzbicka-Głowacka i in., 2023).

Ostatnim krokiem jest wdrożenie platformy FindFISH do użytku operacyjnego, które obejmie zarówno techniczne aspekty uruchomienia platformy przez personel IT na serwerze docelowym, jak i jej wprowadzenie do użytku przez rybaków na ich statkach/łodziach rybackich.

Platforma transferu wiedzy FindFISH, wykorzystując model EcoFish działający w trybie operacyjnym, dostarcza aktualne prognozy dotyczące warunków hydrodynamicznych i biochemicznych środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej, a także prawdopodobnych lokalizacji poławianych przemysłowo ryb konkretnego gatunku poprzez wskazanie najkorzystniejszych warunków środowiskowych dla ich bytowania. Zaprojektowanie modelu cechującego się wystarczającą dokładnością jest bardzo trudnym zadaniem. Często tego rodzaju modele nie działają poprawnie (Schnute i Richards, 2011) z powodu braku informacji, niewystarczającej ilości danych lub błędnych założeń.

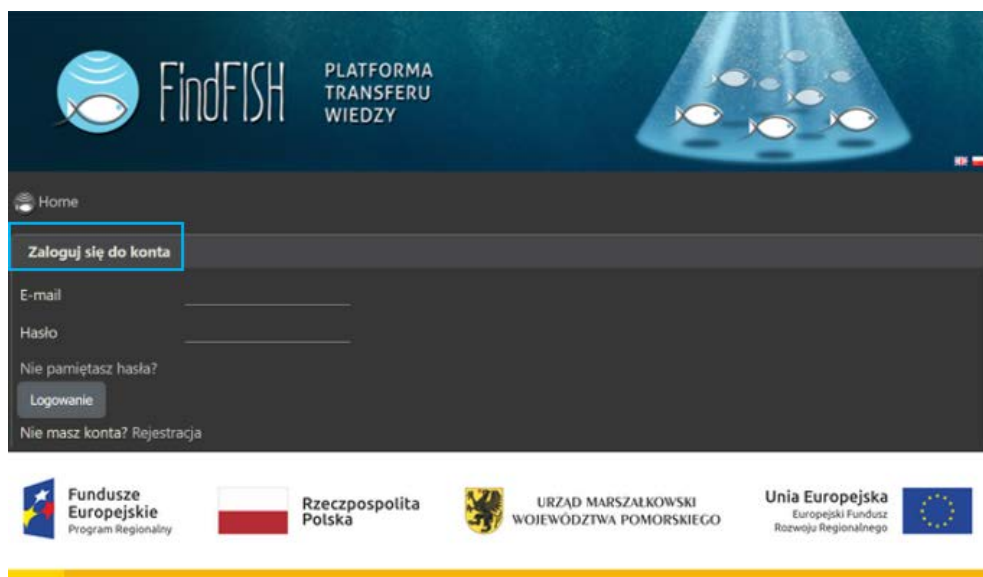
Platforma FindFISH powstała na podstawie opracowanych istniejących i nowych danych *in situ* pozyskiwanych w trakcie wypraw rybackich i przekazywanych do systemu przez rybaków, jak również danych numerycznych dostarczanych przez naukowców.

Wykorzystanie danych z różnych źródeł w procesie projektowania systemu pomogło w przygotowaniu i sprawdzeniu założeń modelu, a tym samym w zapewnieniu odpowiednio działającego narzędzia. System po ostatecznym wdrożeniu w życie będzie ukierunkowany na opracowanie map ukazujących, w jakich rejonach, w jakim czasie i w jakich warunkach hydrologicznych łowiska ryb powinny być najbardziej obfite w zasoby.

1.2. USŁUGA FindFISH

Szybki dostęp do wiedzy eksperckiej jest bardzo cenny, szczególnie w kontekście podejmowania decyzji nie tylko przez rybaków, ale również administrację zajmującą się rybołówstwem. Aby spełnić te wymagania, opracowano serwis internetowy. Jest to usługa utworzona w ramach projektu FindFISH, która udostępnia wyniki z wszystkich opracowanych modeli. Strona działa dynamicznie w trybie operacyjnym, umożliwiając wizualizację prognoz w formie map, szeregów czasowych i przestrzennych oraz tabel.

Wyniki modelu ekosystemu Zatoki Gdańskiej 3D EcoFish dla modułu hydrodynamicznego, modułu biochemicznego i modułu Fish dla konkretnych gatunków ryb badanych w ramach projektu stanowią usługę udostępnioną w serwisie FindFISH (www.findfish.pl) poprzez zakładkę „Usługa FindFISH” na pasku nawigacyjnym i wybór „Dane modelowe”. Dostęp wymaga założenia konta, którego rejestracja jest płatna (rys. 1.3).



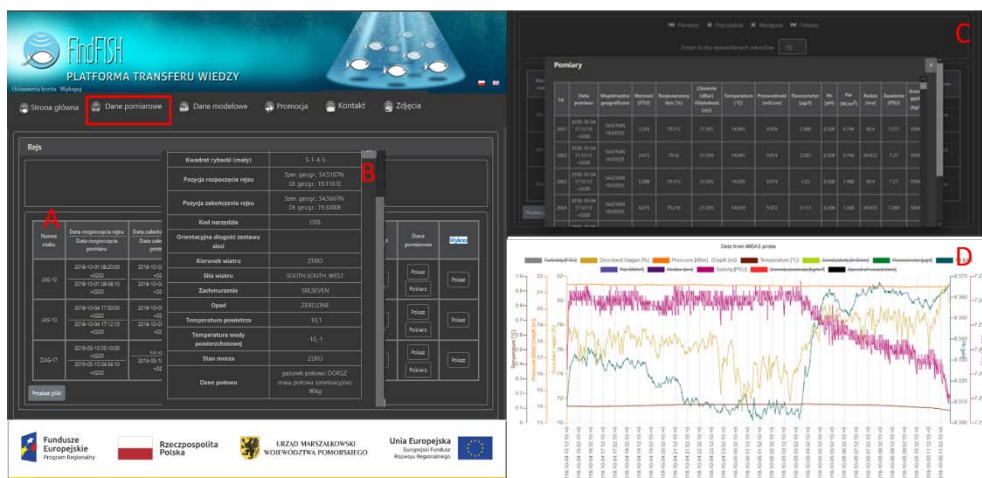
Rys. 1.3. Strona projektu FindFISH i wyboru usługi „Dane modelowe”

Źródło: opracowanie własne IO PAN.

Okres, jaki obejmują dane w usłudze FindFISH, rozpoczyna się od stycznia 2016 roku i trwa aż do aktualnej prognozy, czyli na najbliższe 48 godzin w przód (rys. 1.4).

Dla wszystkich produktów modelowych (A) i zmiennych (B/B1/B2/B3) można generować mapy rastrowe (C) dla poszczególnych głębokości, które reprezentują kolejny poziom pionowy modelu. Możliwe jest tworzenie szeregów czasowych i przestrzennych (D1) dla ustalonych okresów w wybranej lokalizacji (po wcześniejszym ustaleniu lub wskazaniu żądanej szerokości i długości geograficznej D), a także tabel danych modelowych (D2) dla wybranego parametru (B). Ponadto dla zmiennych trójwymiarowych 3D możliwe jest generowanie map w formie przekroju pionowego pomiędzy dwoma wybranymi punktami (E).

Usługa „Dane pomiarowe” służy do prezentacji danych z sond i połowów rybackich (rys. 1.5); wyszczególnia się tu dane ilościowe i jakościowe (B) zebrane w trakcie poszczególnych wypraw rybackich (A) i możliwe są projekcje w formie tabel (C) oraz wykresów (D).



Rys. 1.5. Strona projektu FindFISH i wyboru usługi „Dane pomiarowe” – prezentacja: wyboru rejsu rybackiego (A), danych ilościowych i jakościowych połowu (B), danych pomiarowych w formie tabel (C) i wykresów (D)

Źródło: opracowanie własne IO PAN.

PODSUMOWANIE

W odróżnieniu od metod tradycyjnych model numeryczny pozwala na ciągłe (w czasie i w przestrzeni) kontrolowanie głównych charakterystyk określonego systemu. Takie podejście umożliwia również uzyskanie szczegółowego opisu zmienności fizycznych i dynamicznych parametrów charakteryzujących badane środowisko. Elementy te są niezbędne w nowoczesnym prognozowaniu środowiska.

Zastosowanie nowoczesnych technik pomiarowych i modelowania numerycznego w ramach projektu FindFISH pozwoliło podjąć próbę określenia najkorzystniejszych warunków środowiskowych dla bytowania konkretnych gatunków ryb (śledzia, szprota, dorsza i storni) poławianych przemysłowo w Zatoce Gdańskiej. Zdaniem wykonawców/autorów może doprowadzić to do większej selektywności rybołówstwa i zmniejszenia kosztów dla przemysłu rybnego.

Z technicznego punktu widzenia wdrożenie platformy FindFISH umożliwi diagnozowanie i prognozowanie warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej, warunków hydrodynamicznych, fizykochemicznych i biologicznych oraz struktur połowów konkretnych gatunków ryb (śledzia, szprota, dorsza i storni). Ułatwi szybki dostęp do niezbędnych informacji na temat środowiska Zatoki Gdańskiej, co może się przełożyć na ograniczenie niepożądanych połowów, lepszy wybór miejsca połowu na podstawie konkretnych wyników liczbowych przedstawionych w przejrzystej i czytelnej formie, dzięki łatwemu zapisowi danych oraz intuicyjnemu dostępowi i obsłudze systemu z poziomu przeglądarki internetowej.

Biorąc pod uwagę wpływ rybołówstwa na środowisko morskie, zakłada się, że po wdrożeniu platformy FindFISH przez rybaków zostanie osiągniętych wiele pozytywnych efektów, które będą obejmować: zmniejszenie śmiertelności ryb z powodu ograniczenia niepożądanych połowów, zrównoważony rozwój rybołówstwa morskiego, ochronę ekosystemu morskiego Zatoki Gdańskiej i obszarów chronionych, wzmocnienie samokontroli działalności połowowej przez rybaków. Pomoże to również obniżyć koszty związane z poszukiwaniem ryb przez kutry rybackie, np. poprzez zmniejszenie zużycia paliwa czy skrócenie czasu pracy rybaków.

Ekonomiczny efekt wdrożenia usługi odczuwalny będzie, zdaniem wykonawców, od razu po jej komercjalizacji i rozpoczęciu korzystania z niej przez rybaków. Natomiast istotny efekt na poziomie wpływu na środowisko i rybołówstwo będzie można zaobserwować w okresie 5–10 lat po wdrożeniu usługi w życie. Szacuje się, że platforma FindFISH będzie przydatna nie tylko rybakom i naukowcom, ale także producentom, analitykom rynku i osobom odpowiedzialnym za kształtowanie polityki morskiej i rybołówstwa.

Platforma FindFISH została zaprojektowana w celu diagnozowania i prognozowania, w jakich rejonach, w jakim czasie i w jakich warunkach hydrologicznych łowiska poławianych przemysłowo ryb konkretnych gatunków powinny być największe, oraz kontroli stanu środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej. Tym samym będzie więc stanowić nowoczesne narzędzie do efektywnego zarządzania środowiskiem w regionalnej gospodarce morskiej i rybołówstwie. Opracowana platforma FindFISH pozwala na tworzenie map i charakterystyk czasowo-przestrzennych oraz punktowych badanych parametrów z 48-godzinną prognozą. Wszystkie dane przetwarzane są cztery razy na dobę i udostępniane poprzez stronę internetową projektu www.findfish.pl, informującą o aktualnym stanie badanego środowiska

morskiego, tak aby w jak najkrótszym czasie można było dotrzeć do najbardziej produktywnych obszarów połowowych.

Stosowanie się do obowiązujących międzynarodowych konwencji i regulacji prawnych, takich jak: Konwencja Helsińska, Ramowa Dyrektywa Wodna, Dyrektywa Ramowa w sprawie strategii morskiej Parlamentu Europejskiego i Rady oraz Program Obserwacji Ziemi Komisji Europejskiej (Global Monitoring for Environment and Security, GMES), wymagane jest od ogółu społeczeństwa, w tym również rybaków, przedsiębiorców, naukowców i osób fizycznych, którzy mają obowiązek ochrony środowiska naturalnego Bałtyku.

LITERATURA

1. Biernaczyk J., Głowacki R., Kubiak K., Piotrowski P., Wosek S., Wójcik M., *Architektura oraz technologie wykorzystane podczas tworzenia platformy FindFISH* (rozdział 11), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 261–277.
2. Dzierzbicka-Głowacka L., Jakacki J., Janecki M., Nowicki A., *Activation of the operational ecohydrodynamic model (3D CEMBS) – the hydrodynamic part*, *Oceanologia*, 2013a, 55, 519–541. <http://dx.doi.org/10.5697/oc.55-3.519>.
3. Dzierzbicka-Głowacka L., Janecki M., Nowicki A., Jakacki J., *Activation of the operational ecohydrodynamic model (3D CEMBS) – the ecosystem module*, *Oceanologia*, 2013b, 55, 543–572. <http://dx.doi.org/10.5697/oc.55-3.543>.
4. Dzierzbicka-Głowacka L., Nowicki A., Janecki M., Szymczycha B., Piotrowski P., Piekiel P., Łukasiewicz G., *Structure of the FindFISH knowledge transfer platform*, *Fisheries & Aquatic Life*, 2018, 26, 193–197. <https://doi.org/10.2478/aopf-2018-0021>.
5. Dzierzbicka-Głowacka L., Janecki M., Dybowski D., Wittbrodt J., Łukasiewicz G., *Ocena działania usługi FindFISH* (rozdział 12), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 278–292.
6. European Commission, *Wspólna polityka rybołówstwa – podręcznik użytkownika*, Urząd Oficjalnych Publikacji Wspólnot Europejskich, Luksemburg 2009, ISBN 978-92-79-09886-4 (in Polish) (ec.europa.eu/fisheries).
7. Janecki M., Dybowski D., Jakacki J., Nowicki A., Dzierzbicka-Głowacka L., *The use of satellite data to determine the changes of hydrodynamic parameters in the Gulf of Gdańsk via EcoFish model*, *Remote Sensing*, 2021, 13, 3572. <https://doi.org/10.3390/rs13183572>.
8. Janecki M., Dybowski D., Nowicki A., Dzierzbicka-Głowacka L., *Analiza dynamiki zmienności parametrów biochemicznych w rejonie Zatoki Gdańskiej za pomocą modelu EcoFish* (rozdział 7), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 179–204.

9. Janecki M., Dybowski D., Nowicki A., Jakacki J., Dzierzbicka-Głowacka L., *Analiza parametrów fizycznych wód Zatoki Gdańskiej za pomocą modelu numerycznego EcoFish* (rozdział 6), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 145–178.
10. Janecki M., Dybowski D., Rak D., Dzierzbicka-Głowacka L., *A new method for thermocline and halocline depth determination at shallow seas*, *Journal of Physical Oceanography*, 2022, 52, 9, 2205–2218. <https://doi.org/10.1175/JPO-D-22-0008.1>.
11. Janecki M., Dzierzbicka-Głowacka L., *Moduł Fish – mapowanie najkorzystniejszych warunków środowiskowych dla bytowania ryb badanych gatunków poławianych przemysłowo w rejonie Zatoki Gdańskiej* (rozdział 9), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 220–239.
12. Krzemień G., Wittbrodt J., Dzierzbicka-Głowacka L., *Wyprawy rybackie – realizacja rejsów pomiarowych przez kutry i łodzie rybackie* (rozdział 4), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 97–117.
13. Kuczyński T., Pieckiel P., Barańska A., Olenycz M., *Analiza stanu ekologicznego Zatoki Gdańskiej na podstawie stanu ichtiofauny* (rozdział 2), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 21–46.
14. Nowicki A., Janecki M., Dybowski D., Dzierzbicka-Głowacka L., *Automatyczny system kontroli modelu EcoFish w trybie operacyjnym* (rozdział 10), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 240–260.
15. Nowicki A., Janecki M., Dzierzbicka-Głowacka L., *Asymilacja danych satelitarnych oraz środowiskowych w modelu EcoFish* (rozdział 8), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 205–219.
16. Öberg, J., *Cyanobacteria blooms in the Baltic Sea*, HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheets 2017. <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2020/06/BSEFS-Cyanobacteria-blooms-in-the-Baltic-Sea.pdf>.
17. Pieckiel P., Kuczyński T., *Analiza istniejących i nowych danych środowiskowych pochodzących z wypraw rybackich w celu określenia preferencji ryb poławianych przemysłowo w Zatoce Gdańskiej* (rozdział 5), w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 118–144.
18. Schnute J., Richards L.J., *Use and abuse of fishery models*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2011, 58, 10–17.

19. Woźniak B., Bradtke K., Darecki M., Dera J., Dudzińska-Nowak J., Dzierzbicka-Głowacka L., *SatBałtyk – a Baltic environmental satellite remotesensing system – an ongoing project in Poland. Part 1: Assumptions, scope and operating range*, *Oceanologia*, 2011a, 53(4), 897–924. <http://dx.doi.org/10.5697/oc.53-4.897>.
20. Woźniak B., Bradtke K., Darecki M., Dera J., Dudzińska-Nowak J., Dzierzbicka-Głowacka L., *SatBałtyk – a Baltic environmental satellite remotesensing system – an ongoing project in Poland. Part 2: Practical applicability and preliminary results*, *Oceanologia*, 2011b, 53(4), 925–958. <http://dx.doi.org/10.5697/oc.53-4.925>.
21. Zaborska A., Szymczycha B., Siedlewicz G., Saghravani S.R., Pajda B., Pazdro K., *Analiza stanu chemicznego środowiska Zatoki Gdańskiej w zakresie stężeń metali śladowych, radionuklidów i zanieczyszczeń organicznych na podstawie wieloletnich danych (rozdział 3)*, w: *Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa*, red. L. Dzierzbicka-Głowacka, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2023, 47–96.
22. Strona internetowa projektu CEMBS: www.cembs.pl.
23. Strona internetowa projektu FindFISH: www.findfish.pl.
24. Strona internetowa projektu SatBałtyk: www.satbaltyk.pl.

Praca wykonana w ramach projektu „Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa” (nr RPPM.01.01.01-22-0025/16-00) współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Pomorskiego na lata 2014–2020.