

Słupsk 22 marca 2021

dr hab. Dariusz Ficek, prof. AP
Instytut Biologii i Nauk o Ziemi
Akademia Pomorska w Słupsku

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Marty Konik pt. „Teledetekcja satelitarna zakwitów cyjanobakterii i analiza ich wpływu na zdalne pomiary wybranych właściwości fizycznych wód Morza Bałtyckiego” napisana w Instytucie Oceanologii Polskiej Akademii Nauk pod kierunkiem dr hab. Mirosława Dareckiego prof. IOPAN.

Struktura formalna i główne cele pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Marty Konik liczy 194 strony i podzielona jest na sześć rozdziałów. W części wstępnej Doktorantka przedstawiła założenia, cele oraz zakres pracy. Część zasadniczą tworzą cztery obszernie rozdziały, dwa pierwsze zawierają podstawy teoretyczne oraz materiał i metody, dwa kolejne rezultaty przeprowadzonych analiz. W części końcowej zamieszczono podsumowanie i wnioski, załączniki, listę użytych w pracy skrótów i symboli, bibliografię (218 pozycji), spis rysunków oraz tablic. Dodatkowo praca zawiera 5-stronicowe streszczenie w języku angielskim.

Praca ma charakter naukowo-badawczy oraz aplikacyjny. Podstawą rozprawy jest realizacja dwóch sformułowanych przez Doktorantkę ogólnych celów:

- „Opracowanie optymalnej ilościowej i jakościowej metody satelitarnej detekcji zakwitów cyjanobakterii skumulowanych w warstwie przy powierzchniowej wód Morza Bałtyckiego.”
- Na podstawie analiz długookresowej zmienności zakwitów cyjanobakterii określenie czynników środowiskowych determinujących ich intensywność, przestrzenną zmienność i czas trwania, które można by wykorzystać także do predykcji tych zakwitów.

Osiągnięcie głównych celów pracy wymagało w pierwszej kolejności zgromadzenia bardzo obszernego materiału eksperymentalnego z wielu źródeł, w tym danych z

samodzielnych pomiarów wykonanych w czasie rejsów badawczych po Morzu Bałtyckim. Następnie zrealizowania szeregu badań teoretycznych oraz analiz obejmujących:

- weryfikację teoretycznych i praktycznych podstaw zastosowania wybranego algorytmu satelitarnej detekcji zakwitów cyjanobakterii oraz określenia zakresu jego stosowalności w Morzu Bałtyckim;
- oszacowanie wpływu przypowierzchniowych skupisk cyjanobakterii na temperaturę warstwy naskórkowej mierzonej satelitalnie w zakresie promieniowania podczerwonego oraz szorstkość powierzchni morza mierzoną w zakresie mikrofalowym;
- scharakteryzowanie przestrzennej i czasowej zmienności przypowierzchniowych zakwitów cyjanobakterii w Morzu Bałtyckim oraz określenia związku pomiędzy ich lokalizacją i czasem trwania a wybranymi czynnikami środowiskowymi;
- określenie czynników środowiskowych warunkujących zmiany intensywności zakwitów cyjanobakterii, które umożliwiłyby ich predykcję.”

Cele, jakie Doktorantka sobie postawiła są dobrze sformułowane. Tematyka przez nią podjęta obejmuje zagadnienia bardzo aktualne oraz problemy, które jeszcze nie do końca zostały rozwiązane. Ich realizacja wymagała dużego doświadczenia, specjalistycznej wiedzy oraz znacznego nakładu pracy. Zgromadzenie i przetworzenie tak dużego banku danych satelitarnych oraz danych pomiarowych wybranych charakterystyk Morza Bałtyckiego, a także odpowiednia ich interpretacja stanowi duże wyzwanie. Uczestnictwo w rejsach badawczych, zaplanowanie oraz przeprowadzenie badań bezpośrednio na morzu istotnie zwiększa zakres trudności pracy. Prawidłowa realizacja pracy wymagała także znacznych umiejętności w sprawnym posługiwaniu się aparatem matematycznym oraz technikami informatycznymi.

Generalnie praca napisana została poprawnym językiem, także prezentowane w niej zagadnienia opisane są dosyć przejrzystie. Niestety, znalazło się w niej też kilka nieznaczących niedociągnięć (patrz **Kwestie dyskusyjne i uwagi krytyczne**), ale przy tak dużym przedsięwzięciu wprost nie sposób się ich ustrzec.

Problematyka badawcza i realizacja celów pracy

Otwierający właściwą część pracy **rozdział 1** pt. „Wprowadzenie” zapoznaje czytelnika z tematyką badawczą pracy. Rozdział zaczyna opis zjawiska zakwitu fitoplanktonu wraz z dystrybucją na różne procesy energii absorbowanej przez fitoplankton. W dalszej części znajdujemy definicje i charakterystyki podstawowych wielkości fizycznych stosowanych w optycznych badaniach bezkontaktowych wody morskiej. Rozdział kończy

przeгляд metod aktualnie wykorzystywanych do zdalnego badania wybranych charakterystyk morza. Zagadnienia te zostały właściwie dobrane i stanowią dobry wstęp do zrozumienia problemów poruszanych w pracy.

Rozdział 2 pod tytułem „Materiały i metody” podzielony jest na 4 części. W części pierwszej bardzo ogólnie scharakteryzowano Morze Bałtyckie, ze zwróceniem szczególnej uwagi na obserwowane w nim temperatury, koncentracje składników chemicznych oraz produktywność. Moim zdaniem podrozdział 2.1 „Charakterystyka morza Bałtyckiego” niezbyt pasuje do tematyki poruszanej w tym rozdziale i powinien znaleźć się na samym początku pracy w rozdziale 1 „Wstęp”.

W dalszej części rozdziału obszernie scharakteryzowano dane *in situ* wykorzystywane do realizacji niniejszej pracy wraz z metodyką ich pomiaru. Warty podkreślenia jest udział Doktorantki w gromadzeniu części tych danych poprzez bezpośrednie uczestnictwo w pomiarach podczas rejsów badawczych po Morzu Bałtyckim. W rozdziale tym zaprezentowano także procedury wykorzystywane przy przetwarzaniu danych satelitarnych. Opis ten został wykonany bardzo starannie. Zawiera nawet wykonane przez Doktorantkę elementy walidacji danych satelitarnych danymi *in situ*, pokazując dużą wiarygodność wykorzystanych w pracy danych satelitarnych. Rozdział kończy opis wykorzystywanych w pracy statystycznych metod analizy danych. Treść tego rozdziału pokazuje, w jak szerokim zakresie zostały przeprowadzone badania oraz jak dużą pracę Doktorantka musiała wykonać aby uzyskać dane potrzebne do realizacji zamierzonych w pracy celów. Działania przez Nią podjęte obejmujące osobiste uczestnictwo w pomiarach na morzu, gromadzenie danych z wielu różnych źródeł, wybór i weryfikacja odpowiednich dla Morza Bałtyckiego algorytmów satelitarnych, sprawne operowanie odpowiednimi programami umożliwiającymi obróbkę danych satelitarnych z różnych źródeł są znaczne i pokazują jej kompetencje oraz duże zaangażowanie.

W **rozdziale 3** zaprezentowano kompleksową analizę możliwości detekcji satelitarnej przypowierzchniowych zakwitów cyjanobakterii w wodach Bałtyku. W pierwszej części przeanalizowano koncepcję wykorzystania w tym celu widma zdalnej reflektancji. Przeprowadzone przez Doktorantkę analizy pokazały, że najbardziej predysponowany do tego celu jest wskaźnik CI. Wartości tego wskaźnika skorelowano z pigmentem fikocyjaniną, której stężenie zostało w pracy przyjęto jako wskaźnik biomasy cyjanobakterii. Przeanalizowano zakres stosowalności indeksu CI w Morzu Bałtyckim do określenia powierzchni zajętej przez zakwit cyjanobakterii w warstwie powierzchniowej. W dalszej części rozdziału przeanalizowano także wpływ przypowierzchniowych zakwitów

cyjanobakterii na zjawisko podnoszenia się temperatury przypowierzchniowych warstw wody oraz zmniejszanie się szorstkości powierzchni wody w rejonach występowania wysokich powierzchniowych koncentracji cyjanobakterii. Rezultaty zaprezentowane w tym rozdziale uważam za bardzo wartościowe. Przeprowadzone przez Doktorantkę analizy pokazały złożoność problemu skutecznej detekcji zakwitów sinic w M. Bałtyckim z wykorzystaniem metod satelitarnych. Zaproponowany przez nią zestaw odpowiednich procedur wraz z indeksem CI, pozwala na skuteczną detekcję zakwitów powierzchniowych cyjanobakterii w oparciu o dane uzyskiwane z aktualnie pracujących satelitów. Indeks ten ponadto umożliwia efektywne rozróżnienie sytuacji, w których wody zdominowane są przez cyjanobakterie, od pozostałych zakwitów. Bardzo interesująca jest także propozycja zastosowanie indeksu CI jako nowej charakterystyki optycznej ułatwiającej wykrywanie obecności plam olejowych. Prezentowane w pracy metody oraz zależności stanowią interesujące uzupełnienie obecnych algorytmów satelitarnych i nadają się do natychmiastowego wykorzystania, co nadaje jej charakter użyteczny.

W **rozdziale 4** zaprezentowano wykorzystanie indeksu CI do oszacowania powierzchni zakwitów cyjanobakterii i scharakteryzowania ich zmienności czasowo-przestrzennej. Wykorzystano w tym celu, odpowiednio przygotowaną przez Doktorantkę bardzo długą serię danych satelitarnych obejmujących lata 2002-2018. Zebrany obszerny materiał eksperymentalny pozwolił także na określenie czynników warunkujących zmiany intensywności zakwitów. Przeprowadzone analizy umożliwiły zaobserwowanie szeregu prawidłowości np. niewielki trend wzrostowy długości trwania sezonu zakwitów cyjanobakterii; zależność pomiędzy terminem pojawienia się pierwszych kumulacji cyjanobakterii a długością trwania sezonu i inne. Pewną sprawą dyskusyjną są zaobserwowane różnice pomiędzy powierzchnią zakwitów przypowierzchniowych cyjanobakterii określoną na podstawie indeksu CI, a powierzchnią tych zakwitów określoną przez Szwedzki Instytut Meteorologii i Hydrologii. Na dzień dzisiejszy trudno jednak rozstrzygnąć, która z wymienionych metod lepiej opisuje zakwity cyjanobakterii i problematyka ta wymaga dalszych badań. W końcowej części rozdziału zaprezentowano możliwości predykcji zakwitów fitoplanktonu. Przeprowadzone przez Doktorantkę analizy długookresowej zmienności tego zjawiska pozwoliły na określenie pewnych czynników determinujących intensywność i czas jego trwania.

Kwestie dyskusyjne i uwagi krytyczne

Rozprawa mgr Marty Konik napisana jest w sposób zrozumiały, umożliwiający czytelnikowi zrozumienie nawet złożonych, zaprezentowanych przez nią zagadnień. Niestety Doktorantka nie ustrzegła się jednak błędów edytorskich, formalnych czy nietrafnych sformułowań. Nie stanowią one o merytorycznej wartości rozprawy, ani nie rzutują na moją ocenę końcową pracy. Poniżej zamieszczam niektóre z nich:

Doktorantka używa niezbyt poprawnych określeń:

- Pigmenty akcesoryczne zamiast akcesoryjne
- Stała elektryczna zamiast przenikalność elektryczna.

Na str. 163 prezentowana jest wartość stałej słonecznej 1361 W/m^2 . Jak wiadomo, wartość tej stałej przez różnych autorów jest różnie szacowana, dlatego istnieje potrzeba wskazania odnośnika do odpowiedniej literatury.

Doktorantka używa dwóch różnych terminów do określenia tych samych składników wody: str. 160 NAP cząstki nie zawierające pigmentów chlorofilowych, str. 165 a_{NAP} współczynnik absorpcji przez cząstki nieautotroficzne. Warto zdecydować się na jeden z nich i konsekwentnie używać tylko tego wybranego terminu.

Znajdujemy pewne nieścisłości w bibliografii.

- Spis literatury nie jest ujednolicony. Imiona raz wpisywane są w pełnym brzmieniu, innym razem tylko pierwsza litera.
- Część autorów ma błędnie wpisane nazwiska lub daty:
 - Jest Libik zamiast Liblik
 - Jest Ploug et al., 2008, zamiast Ploug, 2008 str. X
 - Jest Hu et al., 2010, zamiast Hu i in., 2012.
 - jest Li et al., 2011, zamiast Li et al., 2001; str XII
- Część autorów nie została uwzględniona w spisie literatury:
 - brak Matthews, 2017,
 - brak Dera, 2003,
 - brak Jerlov, 1968,
 - brak Wojtasiewicz i Stramski, 2010,
 - brak Tahvonen, 2008,
 - brak Öberg, 2016,
 - brak Lagazi i in., 2013,
 - brak Trivero i Bianco, 2010.

W spisie skrótów jest wiele niezbyt trafnych sformułowań i tłumaczeń:

- CZCS Coastal Zone Color Scanner kolorowy skaner strefy przybrzeżnej – skaner koloru. Niestety w Internecie znajdują się takie nieprawidłowe sformułowania,
- CI indeks cyjanobakterii niezbyt trafna, nazwa angielska lepiej oddaje ideę tego wskaźnika,

- PC PhycoCyanin - stężenie fikocyjaniny,
- RGB Red-Green-Blue - model przestrzeni barw opisywany współrzędnymi R,G,B
- SAR Synthetic Aperture Radar - radar z anteną syntetyzowaną - złe tłumaczenie
- SeaWiFS Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor - morski czujnik szerokiego pola widzenia (z Wikipedii)
- SICF Sun-Induced Chlorophyll *a* Fluorescence - naturalna fluorescencja chlorofilu *a*
- Pewną niekonsekwencją jest nieprzetłumaczenie części nazw na język polski np. CMSAF, GHER, RADAR, WQM,
- W spisie skrótów brak SMHI - Szwedzki Instytut Meteorologii i Hydrologii

Zamieszczone powyżej uwagi krytyczne i zasygnalizowane wątpliwości, nie wpływają na moją pozytywną ocenę pracy.

Wnioski końcowe

Rolą recenzenta jest nie tylko wyszukanie niedociągnięć pracy, ale także wskazanie jej mocnych stron. Zagadnienia zaprezentowane w pracy obejmują problemy bardzo aktualne i ważne, będące przedmiotem intensywnych badań w wielu wiodących ośrodkach naukowych Europy. Monitoring cyjanobakterii w wodach Bałtyku jest szczególnie istotny, między innymi w kontekście dyskusji nad kondycją Bałtyku, jego zanieczyszczeniem oraz eutrofizacją. Zaprezentowane przez Doktorantkę rezultaty pokazały, że nawet w tak trudnych do satelitarnego monitoringu akwenach jak Morze Bałtyckie, istnieją realne możliwości zdalnej detekcji zakwitów cyjanobakterii. Dla aktualnie pracujących satelitów najodpowiedniejszym zakresem spektralnym, który może być użyty do tego celu okazał się zakres widzialny widma promieniowania elektromagnetycznego. Zarówno skanery rejestrujące w zakresie podczerwieni jak i w zakresie mikrofalowym mogą być traktowane tylko jako wspierające detekcję w zakresie widzialnym. Doktorantka udowodniła, że wykorzystując indeks CI można skutecznie wykrywać powierzchniowe skupiska cyjanobakterii związane z zakwitami oraz określać zasięg tego zjawiska. Warte podkreślenia są także dokonania Doktorantki w zakresie przewidywania zakwitów. Przeprowadzone przez nią analizy umożliwiły wyodrębnienie czynników determinujących intensywność i czas trwania zakwitów. Sądzę, że wymienione wyżej osiągnięcia pracy znajdą szybko zastosowanie np. w Systemie Satelitarnej Kontroli Morza Bałtyckiego SatBałtyk. Wskazane byłoby także ich opublikowanie w czasopiśmie naukowym o szerokim zasięgu międzynarodowym.

Podsumowanie

Reasumując należy stwierdzić, że recenzowana dysertacja stanowi oryginalne dzieło naukowe. Pani mgr Marta Konik pokazała, że potrafi organizować i przeprowadzać badania naukowe, a także prawidłowo interpretować i analizować ich rezultaty. Cele pracy zostały osiągnięte, a zaprezentowane w pracy zależności oraz rezultaty analiz są bardzo interesujące i wartościowe.

Praca spełnia wymagania określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 nr 65, poz. 595, z późn. Zm.), dlatego wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr Marty Konik do kolejnych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

Z poważaniem,



Dariusz Ficek