

## R E C E N Z J A

rozprawy doktorskiej Pani mgr Marty Konik

pt. " Teledetekcja satelitarna zakwitów cyjanobakterii i analiza ich wpływu na  
zdalne pomiary wybranych właściwości fizycznych wód Morza Bałtyckiego"

Recenzja została sporządzona w odpowiedzi na pismo DS/161/21 z dnia 4 marca 2021 r. podpisane przez prof. dr. hab. Jana Marcina Węsławskiego, Dyrektora Instytutu Oceanologii PAN.

### Struktura, problematyka badawcza i cele pracy

Przedstawiona do oceny dysertacja została przygotowana w Zakładzie Fizyki Morza Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk pod kierunkiem dr hab. Mirosława Dareckiego, prof. IO PAN. Recenzowana rozprawa liczy 194 strony i ma układ typowy dla prac doktorskich. Zawiera streszczenie w języku polskim, rozszerzone streszczenie w języku angielskim, wstęp i cele pracy, pięć rozdziałów, dwa aneksy, zestawienie użytych w pracy skrótów, stałych fizycznych i symboli oraz spisy: rysunków (89), tablic (8) i literatury (218). Do pracy dołączono płytę CD-R z plikiem zawierającym wszystkie wymienione elementy rozprawy "Konik\_Marta\_rozprawa\_doktorska\_2021.pdf".

Praca podejmuje bardzo ważne i aktualne zagadnienie identyfikacji zakwitów cyjanobakterii w wodach typu II z wykorzystaniem technik teledetekcyjnych oraz ich wpływu na właściwości fizyczne wód Morza Bałtyckiego. Temat ten jest istotny co najmniej z kilku powodów. Po pierwsze z powodu roli jaką odgrywają cyjanobakterie w ekosystemie Bałtyku, szczególnie w odniesieniu do ich toksycznych właściwości, które mogą negatywnie oddziaływać na zdrowie osób przebywających w rejonie zakwitu ale również na gospodarkę uwzględniając coraz prężniej rozwijający się sektor morskich akwakultur. Po drugie Doktorantka podejmuje temat detekcji wybranych właściwości fizycznych wód typu II, w których ze względu na ich odmienność bio-optyczną od wód oceanicznych, znacznie zmniejszona jest dokładność stosowanych standardowych algorytmów przetwarzania danych satelitarnych, co wymusza konieczność szukania nowych metod i algorytmów skalibrowanych do lokalnych warunków uwzględniających specyfikę poszczególnych akwenów. Po trzecie w aspekcie obserwowanych współcześnie zmian klimatu szczególne znaczenie ma przeprowadzona analiza długookresowej przestrzennej zmienności powierzchniowych zakwitów cyjanobakterii, która może stanowić podstawę ich prognozy w przyszłości.

We "Wstępie" Doktorantka sprawnie zarysowuje problem badawczy i na tle literatury przedmiotu uzasadnia potrzebę podjęcia badań nad wpływem powierzchniowych zakwitów cyjanobakterii na zdalne pomiary właściwości wód Morza Bałtyckiego w różnych zakresach spektralnych promieniowania elektromagnetycznego. Następnie, bazując na hipotezach, bardzo trafnie i ambitnie definiuje trzy cele pracy:

- (1) opracowanie optymalnej ilościowej i jakościowej metody satelitarnej detekcji zakwitów cyjanobakterii skumulowanych w warstwie przypowierzchniowej Morza Bałtyckiego wykorzystującej różne zakresy spektralne promieniowania elektromagnetycznego,
- (2) opracowanie metody przetwarzania danych satelitarnych, która pozwala na efektywne śledzenie długookresowej, zarówno przestrzennej jak i czasowej zmienności przypowierzchniowych zakwitów cyjanobakterii w Morzu Bałtyckim,
- (3) analiza długookresowej zmienności zakwitów cyjanobakterii w Morzu Bałtyckim i określenie czynników środowiskowych determinujących intensywność i czas trwania zakwitów, czego rezultatem będzie umożliwienie ich predykcji.

Właściwy tekst pracy podzielono na pięć rozdziałów. Rozdział pierwszy zatytułowany "Wprowadzenie", w którym Doktorantka opisuje biologiczne i fizyczne aspekty zjawiska zakwitów fitoplanktonu oraz teoretyczne podstawy określania rzeczywistych właściwości optycznych wody i metody ich zdalnej detekcji, sam w sobie stanowi bardzo cenne kompendium wiedzy dotyczące omawianych zagadnień. Doktorantka swobodnie porusza się w literaturze tematu prowadząc czytelnika przez charakterystykę właściwie dobranych zjawisk i metodykę pomiarów zdalnych, niezbędnych do zrozumienia zagadnień opisywanych w dalszych części pracy.

W rozdziale drugim pt. "*Materiały i metody*" przedstawiono charakterystykę ogromnego zestawu wykorzystanych w pracy zbiorów danych wraz z metodyką ich pomiaru oraz przetwarzania. Na początku tego rozdziału umieszczono charakterystykę Morza Bałtyckiego, która moim zdaniem powinna zostać przeniesiona do wstępu. W skład opisywanego zestawu wchodziły zarówno dane z pomiarów *in situ* przeprowadzonych przez Doktorantkę w trakcie rejsów badawczych, dane satelitarne z sensorów OLCI (Sentinel-3) i MODIS (AQUA), dane satelitarne z czujników SLSTR (Sentinel-3) i TIRS (Landsat-8), jak i zbiory danych opracowane przez inne osoby lub pozyskane ze źródeł zewnętrznych. W rozdziale tym zawarto również procedury przetwarzania i walidacji danych satelitarnych oraz opis użytych statystycznych metod analizy danych. Poprawne wykorzystanie tak dużego i różnicowanego zestawu danych wymagało od Doktorantki dużej, specjalistycznej wiedzy i umiejętności oraz znajomości metod badawczych. Uzyskane wyniki potwierdziły, że w pełni opanowała ona warsztat badacza począwszy od zaplanowania i przeprowadzenia eksperymentu, zgromadzenia danych, jak i ich przygotowania, często wieloetapowego przetworzenia i przeprowadzenia krytycznej analizy uzyskanych wyników.

Rozdział trzeci zatytułowany "*Analiza wpływu obecności przypowierzchniowych zakwitów cyjanobakterii na wyniki pomiarów satelitarnych w różnych zakresach spektralnych*" stanowi dokumentację realizacji pierwszych dwóch celów badawczych. Autorka przedstawiła wyniki analiz wpływu przypowierzchniowych zakwitów cyjanobakterii na charakterystyki spektralne i ilościowe w różnych zakresach widma elektromagnetycznego. Wykorzystała w tym celu zmierzone widma refleksyjności zdalnej, które odniosła do stężeń fikocyjaniny i chlorofilu a wykazując wysoką czułość indeksu CI na zmiany stężeń tych wskaźników. Efektem przeprowadzonych analiz był wybór do dalszych badań indeksu CI, czyli metody opartej tylko na widzialnym zakresie widma.

Przeprowadzone analizy potwierdziły możliwość określenia na podstawie indeksu CI powierzchni zakwitów cyjanobakterii w Morzu Bałtyckim oraz co bardzo ważne odróżnienie ich od pozostałych zakwitów. Wykazały również ewidentny wpływ obecności zakwitu na podwyższenie rejestrowanej zdalnie temperatury powierzchniowej warstwy wody (SST) oraz zmniejszenie szorstkości powierzchni rejestrowanej w zakresie mikrofalowym. Wyniki analiz związanych z poszukiwaniem możliwości określania zakwitów na podstawie promieniowania w podczerwonym i mikrofalowym zakresie widma elektromagnetycznego, które nie dały zadowalających rezultatów, zostały wykorzystane przez Doktorantkę do określenia zależności pozwalających na lepszą interpretację wyników pomiarów zdalnych w tych zakresach spektralnych.

Opis realizacji trzeciego z postawionych celów badawczych zawarto w rozdziale czwartym pt. "*Przestrzenna i czasowa charakterystyka występowania przypowierzchniowych zakwitów cyjanobakterii oraz czynniki decydujące o ich intensywności*". Stosując wybrany indeks CI Doktorantka przetworzyła dane satelitarne z sensorów OLCI (Sentinel-3) i MODIS (AQUA) z lat 2002-2018, uzupełniając treścią obszary pozbawione informacji z czujników. Na podstawie tak przygotowanych danych przeprowadziła analizę przestrzennej i czasowej zmienności występowania zakwitów cyjanobakterii w Morzu Bałtyckim. Bardzo cenna jest podjęta przez Doktorantkę próba wskazania czynników determinujących zarówno początek i koniec oraz długość sezonu zakwitów jak i jego powierzchnię, gdyż potwierdzenie istniejących zależności w znaczny sposób przybliżyłoby możliwość jego predykcji. Uzyskane wyniki wskazują, że warto kontynuować ten kierunek badań włączając do analizy kolejne czynniki.

W rozdziale piątym zawarto syntetyczne podsumowanie uzyskanych wyników badań i wnioski końcowe.

Praca napisana jest w sposób przejrzysty i poprawnym językiem a jej układ jest poprawny i adekwatny do opracowywanego zagadnienia. Zawiera bardzo obszerny zestaw trafnie dobranej i bardzo aktualnej literatury, dotyczącej tematu zagadnienia co świadczy o dużej wiedzy Doktorantki w tym zakresie. W bibliografii umieszczono 218 pozycji, w tym co należy podkreślić aż 210 w języku angielskim z czego 61 opublikowanych w ostatnich pięciu latach w tym 14 prac w roku 2020, co wskazuje, że Doktorantka na bieżąco śledzi literaturę przedmiotu i uwzględnia w swoich badaniach najnowsze wyniki uzyskiwane przez innych autorów. Tak liczny zbiór bieżącej literatury pokazuje również, że podjęta w pracy pani Marty Konik tematyka badawcza została trafnie wybrana i wpisuje się bardzo dobrze w nurt współczesnej nauki oraz potwierdza wagę podjętego przez Doktorantkę tematu i jego międzynarodowy zasięg.

#### Ocena wyników uzyskanych w pracy

Należy podkreślić, iż realizacja tak ambitnie postawionych celów wymagała od Doktorantki zarówno nowatorskiego podejścia, wiedzy technicznej z zakresu teledetekcji satelitarnej, jak i bardzo precyzyjnego rozpoznania zjawisk fizycznych z optyki atmosfery i morza oraz procesów biologicznych zachodzących na poziomie komórkowym a także zagadnień obejmujących różnorodne oddziaływania środowiskowe w obszarze Morza Bałtyckiego. Wymagała również dobrej znajomości aparatu matematycznego i metod statystycznych oraz zastosowania różnorodnych technik informatycznych a przede wszystkim, co chciałabym uwypuklić, wymagała ogromnego nakładu pracy.

Zakres merytoryczny pracy jest interdyscyplinarny i bardzo obszerny. Bez trudu można byłoby z niego wyodrębnić co najmniej dwie dobre prace doktorskie.

Praca stanowi kompendium wiedzy na temat interakcji zjawiska przypowierzchniowych zakwitów cyjanobakterii z promieniowaniem elektromagnetycznym we wszystkich zakresach spektralnych wykorzystywanych w satelitarnej detekcji przypowierzchniowych zjawisk fizycznych i biologicznych, nie tylko w tych zakresach które w praktyce umożliwiają ich teledetekcję ale również w tych, które dotychczas nie były stosowane do tego typu analiz.

Trafny jak udowodniła Doktorantka wybór i zastosowanie indeksu CI, który mógł być użyty dla danych z dwóch radiometrów OLCI (Sentinel-3) i MODIS (AQUA), zasługuje na podkreślenie również w aspekcie znacznego wydłużenia okresu obserwacji zmienności zakwitów cyjanobakterii w Morzu Bałtyckim przedstawionego w rozdziale 4. Krótkie serie czasowe i zróżnicowana rozdzielczość spektralna danych satelitarnych pozyskanych z pojedynczych sensorów, często uniemożliwiają łączenie danych i wydłużenie okresu obserwacji. Zaś predykcja zmian na podstawie krótkich okresów obserwacji obarczona jest dużym błędem. Opracowanie długiej i jednorodnej serii danych znacząco przekłada się na lepsze rozpoznanie charakteru i zmienności obserwowanych zjawisk i daje dużo lepsze podstawy do opracowania prognozy przyszłych zmian. Dodatkowo wykorzystanie ogólnodostępnych danych Programu Copernicus stwarza możliwość kontynuacji badań, co z kolei może przyczynić się do opracowania systemu wczesnego ostrzegania przed zakwitami cyjanobakterii.

Dodatkowo Doktorantka zbadła w jaki sposób występowanie zakwitów cyjanobakterii wpływa na teledetekcję satelitarną innych parametrów fizycznych przypowierzchniowej warstwy morza, wyznaczanych na podstawie promieniowania w podczerwonym i mikrofalowym zakresie widma elektromagnetycznego. Nieplanowane badania w tym kierunku były efektem interpretacji uzyskanych wyników, które nie potwierdziły hipotezy o możliwości wykorzystania rejestracji w zakresie podczerwonym i mikrofalowym do teledetekcji zakwitów cyjanobakterii. Doktorantka nie porzuciła tego zagadnienia, ale rozszerzyła zakres analiz, co pozwoliło na wykorzystanie uzyskanych zależności do lepszej interpretacji wyników pomiarów zdalnych w tych zakresach spektralnych, m.in. w algorytmach detekcji rozlewów olejowych do eliminacji "look alike".

### Uwagi krytyczne

Poniżej wyszczególniono fragmenty pracy, które budzą zastrzeżenia recenzenta z prośbą o ustosunkowanie się Doktorantki do nich w trakcie obrony. Warto jednak podkreślić, że żadna z wymienionych uwag nie odnosi się merytorycznie do zasadniczej części pracy.

We wstępie (s.xxiii) Doktorantka napisała "Podczas gwałtownego namnażania się komórek w czasie zakwitu zwiększa się konkurencja o zasoby, co może nasilać wydzielanie toksyn. Efekt skali **dodatkowo** powoduje dopływ sumarycznie większej ilości toksyn do środowiska (Paerl, 2018)." Jestem geografem, stąd trudno mi jednoznacznie ocenić, ale zastanawiam się, który z wymienionych procesów jest pierwotny a który wtórny. Czy rzeczywiście, tak jak jest napisane, efekt skali tylko dodatkowo zwiększa ilość toksyn wydzielanych przez cyjanobakterie, czy jednak ich ilość wzrasta dodatkowo w wyniku zwiększonej konkurencji w czasie zakwitu.

s.37 "Sól i ciepło rozprawdane są przez cyrkulację mezoskalową, dlatego wody są nieco cieplejsze i bardziej zasolone u **wschodnich** wybrzeży akwenu." - według wiedzy recenzenta zasolenie Morza Bałtyckiego jest wyższe w jego zachodniej części;

s.39 "Z kolei najniższe stężenia rozpuszczonego fosforu nieorganicznego występują w Zatoce i Morzu Botnickim". lub "w Zatoce Botnickiej lub w Morzu Botnickim" - Morze Botnickie (Botnik Południowy) jest częścią Zatoki Botnickiej, w skład której wchodzi jeszcze Botnik Północny stąd sformułowania "w Zatoce Botnickiej lub w Morzu Botnickim" nie są precyzyjne, gdyż jeden z wymienionych akwenów stanowi część drugiego;

s.145 "Jedynie w strefie brzegowej i w rejonach ujść rzecznych, szczególnie rzek o dużym przepływie jak Wisła lub Świna, nie jest on wystarczająco czuły." odpowiednie w kontekście byłoby użycie Wisła lub Odra, gdyż Świna z hydrologicznego punktu widzenia jest cieśniną, nie rzeką; powtarza się również na s.97;

s.50 w opisie rys.2.8 "Po lewej: obszar zakwitów sinic w formie *true colour*" natomiast widoczne barwy wskazują, że jest to zakres promieniowania niebieskiego. Czy mapa rzeczywiście jest sporządzona z wykorzystaniem zakresów pasma widzialnego jako *true colour*?

s.51-52 "Do analizy temperatury powierzchni morza w obszarach kumulacji powierzchniowych cyjanobakterii użyto również wysokorozdzielczych pomiarów z czujnika TIRS, rejestrującego na satelicie Landsat-8 w zakresie promieniowania termalnego (kanały 10 i 11). Wartości SST otrzymano stosując współczynniki korelacji dedykowane radiometrii na satelicie NOAA-19." dlaczego do korekty danych z Landsata-8 wykorzystano współczynniki korelacji radiometru NOAA-19?

na s.114 w interpretacji rys.4.3 "W pierwszych trzech latach analizowanego okresu kumulacje były obserwowane jedynie w lipcu." podczas gdy na wykresie w trzecim roku (2004) widoczny jest udział 9 dni z sierpnia;

s.117 "Pomimo tego, że temperatury SST w pierwszym kwartale są warunkowane obecnością pokrywy lodowej nie stwierdzono bezpośredniego związku pomiędzy maksymalnym zasięgiem lodu a długością sezonu zakwitów." - zaskakujące byłoby stwierdzenie takiej zależności. należałoby się spodziewać, że zasięg lodu czy długość zalegania pokrywy lodowej może mieć raczej wpływ na termin rozpoczęcia zakwitów;

s.118 "Im więcej było dni z kumulacjami przypowierzchniowymi cyjanobakterii, tym dłużej w danym roku utrzymywały się temperatury sprzyjające ich rozwojowi." - w moim odczuciu jest dokładnie odwrotnie, im dłużej w danym roku utrzymywały się temperatury sprzyjające rozwojowi cyjanobakterii, tym więcej było dni z ich kumulacjami przypowierzchniowymi;

s.120 tab.4.1 (oraz tab.4.2) z czego wynikał dobór czynników korelowanych z początkiem, końcem, powierzchnią i długością trwania zakwitów? Dlaczego indeks NAO rozpatrywano tylko dla I, II i III?

Uzyskiwane wysokie współczynniki korelacji analizowanych czynników przynoszą zaskakujące interpretacje jak np. zależność pomiędzy ilością dni z kumulacją cyjanobakterii i opadami następującymi jesienią po zakwicie albo wpływu indeksu NAO z marca na datę końca zakwitów. Moim zdaniem należy rozszerzyć i uszczegółwić tę bardzo ciekawą analizę uwzględniając dodatkowe czynniki i rozpatrując ich oddziaływanie w skali całego roku lub sezonowo oraz w odniesieniu przestrzennym do poszczególnych akwenów.

## Uwagi edytorskie

W tekście rozprawy znajdują się cytowania 12 pozycji literatury, które nie zostały uwzględnione w spisie (Li et al. 2001 s.xii, Jerlov 1968 s.11, Hu et al. 2009 s. x, Ploug et al. 2008 s. x, Wojtasiewicz, Stramski 2010 s.15, Lagzi i in. 2013 s.18, Encyklopedia Britannica Inc. 1999 s.30, Trivero i Biamino 2010 s.31, Tahvonen 2008 s.34, Cleveland i in. 1992 s. 40, Öberg 2016 s.100, Woźniak i in. 2018 s.102). Jedna pozycja bibliografii "Herman-Lżycki i in." nie została zacytowana w tekście oraz nie ma podanego roku publikacji w spisie. Ponadto w spisie literatury zauważono drobne niedociągnięcia edycyjne polegające na: umieszczeniu pełnych imion autorów przy niektórych pozycjach literatury oraz (Aas i Korsbø 1997, Bengtsson i in. 2020, Dera 1971, Dragulescu i Arendt 2020, Ficek 2013, Finni i in. 2001, Fox i in. 2020, Galili i in. 2020, Genizi 1993, Gordon i Wang 1994, Groemping i Lehrkamp 2018, Götttsche i in 2017, Hamner i in. 2018, Kaplan i Pruium 2020, Kirk 2011, Ligges i in. 2018, Lumley i Miller 2020, Murrell 2005, Neuwirth 2014, Oliphant 2006 Peterson i in. 2020, Pierce 2019, Sarkar i in. 2020, Schlitzer 2020, Sievert i in. 2020, Suzuki i in. 2019, Walt i in. 2014, Wickham i in. 2020), braku inicjału imienia autora (Rabinowitch i Govindjee 1969) lub zapisaniu go małą literą (Woźniak i in. 2011).

W pracy występują pojedyncze błędy stylistyczne i edytorskie, takie jak: literówki (s.11 jest *rozprasznie* powinno być *rozprasznianie*, s.15 jest  $a_{aph}$  powinno być  $a_{ph}$ , s.53 jest o *miarach* powinno być *w miarach*, s.77 jest *wzmiennosci* powinno być *zmiennosci*, s.79 jest *lqdem* powinno być *z lqdem*, s.91 jest *pwierzchni* powinno być *powierzchni*, s.109 jest *wartwy* powinno być *warstwy*, s.120 jest *śrrednia* powinno być *średnia*, s.123 jest *sumaryczna, dostarczana* powinno być *sumaryczną, dostarczaną*, s.131, s.134, s.137 jest *rurzutu* powinno być *rozzutu*, s.143 jest *ziomowo-wiosennym* powinno być *zimowo-wiosennym*), powtórzenia (s.29 na *na*, s.107 *widoczne widoczne*), brak nawiasu w wzorze 2.6 s. 42, w objaśnieniach wzoru 1.5 s.8 pojawia się symbol **I** - natężenie promieniowania, który nie występuje we wzorze, na s.56 w ostatnim podpunkcie "flagi znakujące jakość uzyskanych pól prędkości wiatru i dzielące je na 3 kategorie: 0 (dobra), 1 (średnia), 2 (słaba), 3 (zła)" - wymieniono 4 kategorie, brak skrótu *rozdz.* przy odnośniku do rozdziału 1.3.2 s.21, formatowanie s.9, sporadyczne nieformalne zwroty i skróty myślowe: np. chmury cienkie zamiast *chmury piętra wysokiego*, i drobne potknięcia stylistyczne, których przy tak zróżnicowanych zagadnieniach i obszernym opisie trudno uniknąć. Niemniej jednak uważam, że praca napisana jest bardzo starannie, z troską o czytającego. Powyższe potknięcia zostały wymienione jedynie w celu ich wyeliminowania przy publikacji.

Praca jest bogato ilustrowana sporządzonymi przez Doktorantkę, dobrze przemyślanymi wykresami i rysunkami, które w czytelny sposób trafnie i jednoznacznie dokumentują opisywane zależności. Znalaziono jedynie kilka drobnych niedociągnięć edycyjnych: na rys.2.11 s.53 na zdjęciu nie jest widoczny zaznaczony profil; na rys.3.4 s.69 legenda przykrywa część wykresu dla marca; kolejność cytowania rysunków sugeruje, że powinny one zostać umieszczone w odwrotnej kolejności: rys. 3.11 s.75 i rys. 3.12 s.76, rys. 3.16 s.82 i rys. 3.17 s.82, rys.3.21 s.88 i rys.3.22 s.89, rys.4.1 s.113 i rys.4.2 s.114, rys.4.6 s.118 i rys.4.7 s.119; w opisie rys. 3.14 s.78 jest "wraz z wartościami uzupełnionymi (*szare*)" a na wykresie symbole są *pomarańczowe*; na rys. 3.12 s.76 brak określenia (np. jako np. a i b), który z rysunków odnosi się do czujnika OLCI a który do MODIS; na rys. 3.28 i 3.29 umieszczenie odnośników *a, b, c, d*, na początku opisu w odróżnieniu do pozostałych rysunków w pracy gdzie były umieszczane na końcu opisu; na rys. 3.32 s.100 brak odnośnika do opisu *d*; brak legendy do rys.3.5 s.70. Zastrzeżenia można mieć jedynie co do wielkości rysunków zawierających wyniki obejmujące obszar całego Morza Bałtyckiego. W ich przypadku powiększenie rysunków i

umieszczenie konturów łądu na rys.3.15 s.81, zastosowanie przezroczystości warstwy na rys.3.19 s.86, czy dopasowanie zakresu skali barwnej na rys.3.32c,d s.100, znacznie ułatwiłoby ich interpretację i porównanie uzyskanych wyników. Niemniej są to uwagi czysto edycyjne, które nie zawsze mogą być spełnione gdyż wynikają z ograniczeń wykorzystywanego oprogramowania lub wiążą się ze znacznym zwiększeniem objętości pracy.

### Wnioski końcowe

Rolą recenzenta jest przedstawienie krytycznych uwag i wskazanie błędów ale również wskazanie mocnych stron pracy. Pani Marta Konik wykazała się troską o czytelnika i dużą dbałością zarówno o język, styl jak i prace edytorskie przedstawiając do recenzji opracowanie staranne i przejrzyste, napisane zrozumiałym językiem pomimo jego interdyscyplinarnego charakteru i znacznego zróżnicowania wykorzystywanych metod i technik. Wskazane w recenzji uwagi krytyczne, brak w spisie kilku pozycji literatury czy sporadyczne błędy edytorskie w żaden sposób nie umniejszają merytorycznej wartości pracy i nie wpływają na moją bardzo wysoką ocenę dysertacji.

W podsumowaniu recenzji muszę podkreślić, że jestem pod ogromnym wrażeniem dojrzałości naukowej Doktorantki, która wykazała się rozległą wiedzą z zakresu wielu dziedzin, sprawnie porusza się w literaturze tematu, pomimo ogromnego zróżnicowania danych i zakresu analiz oraz stosowania różnorodnych technik uniknęła nadmiernych opisów prezentując w pracy spójny i zwięzły obraz badanych zagadnień z zachowaniem wszelkich odniesień i zasad przypisanych do prac naukowych. W klarowny sposób zaprezentowała ogromny zestaw wykorzystywanych danych i odpowiednio dopasowane metody ich analizy. Tok myślenia Doktorantki prowadzi czytelnika przez prowadzone badania tłumacząc w jasny, ale równocześnie krytyczny sposób uzyskiwane wyniki, uwzględniając niuanse stosowanych metod i punktując trafnie wszelkie nieścisłości i warunki specyficzne. Uważam, że determinacja Doktorantki w realizacji postawionych sobie, ambitnych celów, odwaga podejmowania trudnych tematów badawczych, ogromny nakład pracy oraz uczciwość badawcza i krytyczne podejście do uzyskiwanych wyników stanowią podstawę do wnioskowania o wyróżnienie dysertacji.

Reasumując, cele przedstawionej do oceny rozprawy uważam za bardzo ambitne, przeprowadzony proces badawczy i krytyczna ocena uzyskanych wyników w pełni potwierdzają dojrzałość naukową Doktorantki a uzyskane wyniki stanowią cenny wkład w rozwój badań nad teledetekcją zakwitów cyjanobakterii w środowisku morskim. W mojej ocenie przedstawiona do recenzji dysertacja spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w świetle ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65), ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U. nr 84 poz. 455) wraz z późniejszymi zmianami oraz w oparciu o rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z dnia 30 stycznia 2018 r. poz. 261), a także Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z dnia 30 sierpnia 2018 r. poz. 1669).

W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr Marty Konik do dalszych etapów przewodu doktorskiego oraz o wyróżnienie rozprawy przez Radę Naukową Instytutu Oceanologii PAN.

z wyrazami szacunku,

A handwritten signature in black ink on a light beige background. The signature reads "Joanna Dudzińska-Nowak" in a cursive script.

Joanna Dudzińska-Nowak