

Słupsk, 27 października 2014

Prof. dr hab. Władimir Tomin
Instytut Fizyki Akademii Pomorskiej w Słupsku
76-200 Słupsk ul. Arciszewskiego 22B
email: tomin@apsl.edu.pl

Recenzja

**dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dr Sławomira Woźniaka w związku z wszczęciem postępowania habilitacyjnego
w dziedzinie nauk o Ziemi w dyscyplinie Oceanologia**

1. Informacje ogólne

Podstawa formalna recenzji

Recenzja dotycząca osiągnięć naukowych dr **Sławomira Woźniaka**, w związku z wszczęciem postępowania habilitacyjnego została sporządzona na podstawie pisma NK/189/14 od Przewodniczącego Rady Naukowej IO PAN w Sopocie – Prof. dr hab. inż. Stanisława R. Massela z dnia 29-09-2014 .

Recenzowane materiały

Recenzja została opracowana w oparciu o nadesłane materiały obejmujące:

Wniosek o wszczęcie postępowania habilitacyjnego;

Załącznik 1 - potwierdzona kopia dyplomu stopnia doktora;

Załącznik 2 - autoreferat osiągnięć naukowych dorobku habilitacyjnego w wersjach polskiej i angielskiej;

Załącznik 3 - Wykaz opublikowanych prac naukowych oraz informacja o osiągnięciach; dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki wraz z wykazami cytowań na podstawie *Web of Science i Scopus*;

Załącznik 4 - Odbitki prac stanowiących osiągnięcie naukowe;

Załącznik 5 - Oświadczenia współautorów publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe;

Załącznik 6 –Dane kontaktowe.

Warto zaznaczyć, że autoreferat dorobku napisany został bardzo jasnym i dokładnym językiem, jego struktura jest logiczna i wyjaśnia jednoznacznie wszystkie cele i rezultaty badań Autora.

Wnioski niniejszej recenzji zostały oparte na przedstawionych recenzowanych materiałach, znajomości prac oryginalnych oraz własnych obserwacjach i kontaktach podczas konferencji

naukowych, gdzie Habilitant nie tylko wygłaszał referaty ale i brał udział w dyskusjach. Materiały przedstawione do oceny osiągnięć naukowych zostały starannie przygotowane.

2. Ocena celów i osiągnięć naukowych

Statystyka osiągnięć i kwalifikacji naukowych

Dorobek publikacyjny Habilitanta po doktoracie (2000-2014) jest niezwykle imponujący. Autor przedstawił, 18 prac naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR), 12 publikacji recenzowanych (razem z referatami opublikowanymi w całości) w czasopismach i wydawnictwach o zasięgu międzynarodowym lub krajowym, 42 raportów naukowych (ze zbiorów bibliotecznych zakładu Fizyki Morza IO PAN). Był kierownikiem czy wykonawcą 4 międzynarodowych i krajowych projektów badawczych. Oprócz autorstwa publikacji recenzowanych brał również udział w 23 prezentacjach na konferencjach naukowych, z czego w 9 przypadkach były to wygłoszone osobiście referaty.

Ale podstawę habilitacji i jej jądro stanowią 4 artykuły opublikowane w pismach z listy filadelfijskiej, z których warto wyróżnić publikację w Applied Optics (cytowana 72 razy wg Web Science i 80 razy wg Scopus)

Sumaryczny IF wg listy Journal Citation Reports (JCR) z lat 2004-2014: 27,56

Liczba cytowań publikacji wg bazy Web of Science (WoS): 259 (239 bez autocytowań)
według bazy Scopus: 311 (233 bez autocytowań);

Indeks Hirscha wg bazy Web of Science (WoS): 8 wg bazy Scopus: 9

Na podstawie przedstawionych materiałów dr S. Wozniaka można stwierdzić, że część dokumentacyjną wniosku przedstawiono przejrzystie i wiarygodnie. Na cały dorobek Autora składa się około 34 pełnowartościowych prac, większość z nich została wykonana zespołowo z pracownikami znanych organizacji: IO PAN w Sopocie, Scripps Institution of Oceanography (University of California) i IF Akademii Pomorskiej w Słupsku, co ilustruje współczesny i złożony charakter badań w dziedzinie Oceanologii Fizycznej. Habilitant załączył swoje najważniejsze publikacje, w których została skupiona kwintesencja tytułu oraz wyniki wieloletnich badań. Z czterech podstawowych artykułów 1 został napisany bez współautorów, w 3 pozostałych wkład Habilitanta jest najważniejszy, co udokumentowano oświadczeniami współautorów oraz pierwszym miejscem nazwiska autora na liście autorów. Strona merytoryczna załączonych publikacji nie budzi zastrzeżeń recenzenta. Wnioski są jasno i przekonująco sformułowane.

Ocena celów badawczych

Postawione cele- jak to widać z autoreferatu dorobku - są skupione na rozszerzeniu wiedzy o zależnościach pomiędzy różnymi składnikami zawieszonymi w wodzie morskiej a właściwościami

optycznymi wód drugiego rodzaju. To jest cel poznawczy czyli akademicki i jest on ściśle związany z celem praktycznym- możliwości wykorzystania tej zdobytej nowej wiedzy w rozwoju metod optycznej detekcji składników zawieszonych w wodzie morskiej. Ostatni praktyczny aspekt bezpośrednio służy rozwojowi system kontroli Bałtyckich akwenów takich jak projekt SatBałtyk realizowany przez konsorcjum o tej samej nazwie. Tytuł cyklu prac "Badanie i modelowanie zależności pomiędzy składnikami zawieszonymi w wodzie morskiej a rzeczywistymi i pozornymi właściwościami optycznymi w wodach drugiego rodzaju" trafnie odzwierciedla postawione przez Habilitanta cele.

Zagadnienia dotyczące relacji pomiędzy składnikami wody morskiej a rzeczywistymi i pozornymi właściwościami optycznymi wód są szczególnie złożone w przypadku szelfowych rejonów oraz w morzach zamkniętych i półzamkniętych określanymi wspólnie jako tzw. wody drugiego rodzaju, do takich akwenów należy również Bałtyk. Dla takich wód charakterystyczna jest obecność nie tylko substancji autogenicznych (fitoplankton i inne organizmy morskie oraz produkty ich rozpadu) ale i substancji alogenicznych (dostarczane do akwenu ze spływami rzecznoymi, przynoszone z wiatrami z lądów, czy też wymywane z dna morskiego). Stężenia tych różnych składników są w wodach drugiego rodzaju przeważnie ze sobą wzajemnie nieskorelowane. Dodatkowo różne zawieszone składniki wody morskiej, zarówno te organiczne jak i nieorganiczne, w odróżnieniu od substancji rozpuszczonych, mogą nie tylko absorbować światło słoneczne ale również je rozpraszać, zmieniając reflektancję morza. Do rozpoczęcia cyklu prac dr S. Wozniaka problematyka właściwości optycznych zawiesin morskich stanowiła otwarte zagadnienie badawcze. Podjęta przez dr Autora tematyka badawcza i cele są ambitne i aktualne ponieważ dotyczą bardzo aktualnych problemów Oceanografii Fizycznej i szybko rozwijających się metod i zastosowań teledetekcji satelitarnej. Mogę z pewnością stwierdzić, że to wszystko świadczy o głębokim zrozumieniu przez Autora trudnych ale kluczowych problemów nauk o Morzu.

Najważniejsze osiągnięcia naukowe

W każdej z czterech prac cyklu realizowano oba założone główne cele badawcze, tj. zarówno cel ściśle poznawczy jak i cel praktyczny.

Pierwsza praca cyklu stworzyła podstawę dla dalszego ciągu badań celem których jest opracowanie podstaw fizycznych dla kontroli bardziej złożonych akwenów z wodami II rodzaju. Motywacją do przyjęcia takiej właśnie strategii był wyraźny brak w owym czasie dostępnych szczegółowych danych pomiarowych o właściwościach optycznych zawiesin mineralnych, obecność których znacznie zmienia właściwości optyczne wód zawierających składniki organiczne i mineralne. Logicznym było zacząć od modelowania teoretycznego jak to i zostało zrobione przez Autora z wykorzystaniem teorii rozpraszania światła Mie dla cząstek sferycznych z różnymi rozkładami

rozmiarów oraz wartościami zespolonego współczynnika załamania światła. W efekcie modelowania uzyskano spektralne współczynniki absorpcji, rozpraszania światła przez zawiesiny w zakresie widzialnym. Modelowanie wykazało, że parametryzowanie właściwości absorpcyjnych i rozpraszających cząstek mineralnych oraz ich wpływu na reflektancję morza jedynie poprzez stężenie masowe cząstek jest nieodpowiednie, zmienność rozkładów rozmiarów cząstek oraz wartości współczynnika załamania powinno być również brane pod uwagę. Oszacowanie pozwoliło wskazać możliwe błędy w estymacjach zawartości chlorofilu z wykorzystaniem stosowanych algorytmów satelitarnych dla wód oceanicznych I rodzaju. Udowodniono, że występowanie nawet relatywnie niewielkich stężeń cząstek mineralnych może prowadzić do dużego błędu wyznaczenia chlorofilu. I to można liczyć do bardzo znaczącego rezultatu pracy z wyraźnym praktycznym aspektem. Jednocześnie z powstawaniem tej pracy prowadzono również eksperymenty laboratoryjne zmierzające do określenia właściwości optycznych zawiesin mineralnych na drodze empirycznej. Wyniki tych eksperymentów zaprezentowano w dwóch pracach opublikowanych prawie równocześnie lub nieznacznie później z udziałem autora. Prawdopodobnie te prace też można było by wykazać na liście podstawowych ponieważ w nich przedstawiono weryfikację rezultatów modelowania.

Publikacja 2 jest związana z analizą danych empirycznych zgromadzonych w wyniku przeprowadzenia regularnych pomiarów próbek wody morskiej pobieranych z jednej lokalizacji na zachodnim wybrzeżu USA. Ten wybrany akwen stanowił skomplikowany przypadek wód II rodzaju. Dzięki kilkunastomiesięcznej rozpiętości czasowej badań próby reprezentowały szerokie spektrum możliwych zmian składu populacji cząstek zawiesin. Zarejestrowane populacje cząstek zawiesin reprezentowały szeroki zakres zmienności ze względu zarówno na stężenie jak i ich skład. W przypadkach gdy dominowały cząstki mineralne był duży udział małych cząstek w ogóle cząstek zawiesiny. Analizy danych pokazały, że znajomość podstawowych parametrów biogeochemicznych charakteryzujących skład i rozkład rozmiarów cząstek zawiesiny prowadzi do ulepszenia i pogłębienia zrozumienia obserwowanej zmienności parametrów optycznych cząstek. W pracy zaprezentowano również przykład wykorzystania zebranej wiedzy o zależnościach pomiędzy biogeochemią a optyką wód morskich w tym badanym skomplikowanym akwencie przybrzeżnym. Przedstawiono dwa warianty kilkustopniowego algorytmu empirycznego mogącego służyć do szacowania wybranych wielkości opisujących bezwzględne stężenia cząstek, skład cząstek, czy też rozkład rozmiarów cząstek na podstawie wybranych właściwości optycznych. Pierwszy krok takiego algorytmu dostarczać może informacji o szacowanym składzie cząstek zawiesiny i pozwala na określenie przynależności do kategorii dominowanej cząstkami mineralnymi, mieszanej bądź dominowanej cząstkami organicznymi. Wykorzystywać do tego celu można np. wartość stosunku

współczynników absorpcji światła przez cząstki w pasmach czerwonym i żółtym ($a_p(675)/a_p(570)$). Natomiast pozostałe wielkości biogeochemiczne (bezwzględne wartości stężeń SPM i POC czy też mediana rozkładu rozmiarów cząstek) można szacować na podstawie statystycznych relacji odpowiednich dla każdej z trzech wyróżnionych kategorii składu zawiesin. W drugim kroku można wykorzystywać np. nachylenie widma współczynnika rozpraszania światła przez zawiesiny $b_p(\lambda)$ oraz wartość współczynnika absorpcji światła przez zawiesiny w paśmie fioletowym ($a_p(400)$). W przypadku zbioru danych analizowanych w pracy błędy statystyczne zaproponowanych przykładowych algorytmów wynosiły od około 20% do 30% co można określić jako rezultat zadowalający.

Publikacje 3 i 4 autoreferatu związany z badaniem zmienności rzeczywistych właściwości optycznych zawiesin w wodach południowego Bałtyku. Wody tego akwenu są również zaliczane do kategorii wód II rodzaju, są jednak przykładem ekstremalnie różnym od przybrzeżnych wód oceanicznych analizowanych w poprzedniej publikacji cyklu. Zawiesiny występujące w wodach bałtyckich mają w przeważającej większości przypadków pochodzenie organiczne, i zwykle też współwystępują w wodzie morskiej jednocześnie z dużymi zawartościami organicznych substancji rozpuszczonych pochodzenia zarówno alo- jak i autogenicznego. Dane empiryczne zebrano na ponad 300 stacjach pomiarowych zlokalizowanych w rejonie zarówno otwartych wód Bałtyku jak i w przybrzeżnych rejonach zatoki Gdańskiej podczas rejsów na statku r/v Oceania. Były zbadane współczynniki absorpcji światła przez ogół cząstek zawiesin, przez pigmenty fitoplanktonu i cząstki detrytus, oraz współczynniki rozpraszania i rozpraszania wstecz przez zawiesiny.

Zebrane dane empiryczne udokumentowały bardzo duże zmienności -do dwóch rzędów wielkości,- analizowanych stężeń jak i rzeczywistych właściwości optycznych w badanych punktach. W pracy pokazano znaczną zmienność tzw. specyficznych współczynników optycznych (czyli współczynników optycznych normowanych do poszczególnych stężeń cząstek) - zmienność ta wyrażana poprzez wartości współczynnika zmienności wynosiła co najmniej 46%. Wskazano w ten sposób między innymi na możliwość szacowania stężeń SPM, POM i POC z wykorzystaniem rozpraszania światła przez zawiesiny b_p w zakresie zielonym (555 nm) lub czerwonym (650 oraz 676 nm) co umożliwia pomiary z wykorzystaniem komercyjnych przyrządów. Wskazano również na możliwość szacowania stężenia Chl *a* z wykorzystaniem absorpcji światła przez cząstki a_p dla światła niebieskiego (440 nm). Zaprezentowane przykładowe zależności mogą być wykorzystywane w praktyce, jednak ze świadomością, że stowarzyszone z ich stosowaniem możliwe błędy estymacji mogą sięgać poziomu 40 - 50%.

Praca 4 jest kolejnym etapem w analizach danych zebranych w latach 2006-2009 o właściwościach optycznych wód południowego Bałtyku. W odróżnieniu od 3-ciej publikacji cyklu, w tej pracy

skupiono się na próbie wskazania praktycznych i relatywnie prostych formuł statystycznych dla szacowania różnych właściwości biogeochemicznych zawiesin morskich z wykorzystaniem technik zdalnej detekcji. Użyto dostępnych danych o właściwościach optycznych wody morskiej oraz biogeochemii zawiesin. Opracowane dwie grupy formuł: czysto empiryczne i pół-empiryczne. Pierwsza grupa formuł, wykorzystuje wybrane właściwości optyczne wody morskiej. Relatywnie najkorzystniejsze statystyki błędów uzyskano dla szacowania stężeń SPM i POM na podstawie wartości współczynnika rozpraszania wstecz b_{bp} dla pasma niebieskiego (443 nm). Czynniki błędów wynosiły w tych przypadkach 1.4 - 1.5, co przy kilkudziesięciokrotnej naturalnej zmienności w badanym akwencie szacowanych wielkości biogeochemicznych wydaje się być wynikiem przynajmniej zadowalającym. Przy szacowaniu stężeń POC i Chl *a* relatywnie najlepsze rezultaty uzyskano wykorzystując wartości współczynnika absorpcji światła przez sumę substancji zawieszonych i rozpuszczonych w wodzie morskiej a_n , dla pasm niebieskiego (443 nm) i zielonego (555 nm) z czynnikami błędów w zakresie od około 1.5 do 1.6. Zaprezentowane w pracy przykłady formuł empirycznych mogą być w przyszłości wykorzystane do sformułowania dwu-stopniowych algorytmów teledetekcji optycznej. W przypadku analizowanej w pracy drugiej grupy formuł, czyli formuł pół-empirycznych, wykorzystujących bezpośrednio wartości refleksyjności morza, najkorzystniejsze statystyki błędów uzyskano w przypadku wykorzystania do szacowania stężeń SPM, POM i POC jednego i tego samego stosunku wartości R_{rs} w pasmach niebieskim i czerwonym ($R_{rs}(490)/R_{rs}(645)$). Przy czym należy zaznaczyć, że relatywnie najwyższą dokładność uzyskiwano w przypadku szacowania stężeń SPM i POM (wartości czynnika błędów wynoszące około 1.3).

Reasumując merytorycznie całokształt rezultatów przedstawionych w cyklu dr Sławomira Woźniaka 'Badanie i modelowanie zależności pomiędzy składnikami zawieszonymi w wodzie morskiej a rzeczywistymi i pozornymi właściwościami optycznymi w wodach II rodzaju' można stwierdzić, że cykl ma cel ściśle poznawczy jak i cel praktyczny. Odnośnie realizacji celu poznawczego, w moim przekonaniu ten zbiór prac stanowi ważny przyczynek do pogłębienia wiedzy o właściwościach optycznych zawiesin morskich występujących w różnych akwenach II rodzaju. W pierwszej pracy skoncentrowano się na właściwościach optycznych zawiesin pochodzenia czysto mineralnego. W drugiej pracy przedmiotem analiz były właściwości optyczne wody morskiej w środowisku, w którym występować mogą w znaczących ilościach zarówno zawiesiny mineralne jak i organiczne. Prace trzecia i czwarta poruszają natomiast tematykę właściwości optycznych środowiska morskiego dominowanego występowaniem zawiesin pochodzenia głównie organicznego i jednocześnie współwystępujących z dużymi stężeniami rozpuszczonych substancji organicznych. Oczywiście osiągnięte w zaprezentowanym cyklu znaczące wyniki badań, nie wyczerpują szerokiej problematyki właściwości optycznych morskich zawiesin występujących w różnych akwenach II

rodzaju. Rezultaty zaprezentowane w omawianym cyklu prac pomagają jednak między innymi uzyskać większą świadomość zakresu aktualnej wiedzy oraz wskazują na możliwe kierunki dalszego rozwoju.

Uzyskane przez Habilitanta rezultaty badań stanowią ważny wkład do optyki morza i oceniam je wysoko. Przedstawione rezultaty badań świadczą, że założone przez Habilitanta cele badawcze zostały osiągnięte. Z pewnością można stwierdzić, że prace Habilitanta wnoszą wybitny wkład do Oceanologii Fizycznej. Warto podkreślić wysoki potencjał zaproponowanych formuł i algorytmów w rozwijającej się intensywnie dziedzinie teledetekcji satelitarnej, która ma znaczny wpływ na wszystkie aspekty naszej cywilizacji. Modele z prac Autora i współautorów znajdują wiele zastosowań praktycznych, przede wszystkim w teledetekcji przy analizach zdalnych obserwacji.

Uwagi polemiczne

Autor pisze, że wody Bałtyku „są również zaliczane do kategorii wód II rodzaju, są jednak przykładem **ekstremalnie** różnym od przybrzeżnych wód oceanicznych”. Ostrożniej pisałbym o wodach ekstremalnie różnych, gdyż w naturze obserwujemy wiele akwenów z wodami II rodzaju, których właściwości optyczne są dużo bardziej zróżnicowane niż wymienione przez Autora wody oceaniczne i Bałtyckie.

Praca wyglądała by bardziej kompletna jeśli by autor wyjaśniłby jak sygnał refleksyjności dla wybranych długości fal 490, 555 i 645 nm jest związany z indywidualnymi właściwościami optycznymi podstawowych składników wód II rodzaju.

3. Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Habilitant – ze względu na charakter zajmowanych przez niego stanowisk w instytucie PAN - nie prowadził regularnej działalności dydaktycznej, a działalność na tym polu miała charakter sporadyczny. Niemniej jednak i w tym zakresie ma następujące osiągnięcia:

- Prowadzenie zajęć dla studentów Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni,
- Wygłoszenie wykładów dla słuchaczy Studium Doktoranckiego Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie w ramach cyklu "Wybrane aspekty fizyki morza"

Ponadto Habilitant brał udział w sympozjach projektu SatBałtyk, na których wygłaszał referaty naukowe.

Staż w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich.

Warto wymienić 3 staże i prace w USA w Scripps Institution of Oceanography, University of California, razem 41 miesięcy na stanowisku *postdoc* i *visiting scientist* oraz udział w realizacji projektu naukowego NASA pod opieką Prof. D. Stramskiego, co sprzyjało naukowemu rozwojowi i prowadzeniu badań na światowym poziomie.

Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji

Konferencje o zasięgu krajowym: 1. Uroczysta Sesja Naukowa "Osiągnięcia i perspektywy optyki morza", 2008, Sopot, Polska, organizator sesji.

Otrzymane nagrody i wyróżnienia

1. Premia uznaniowa, 2000, Dyrektor IO PAN w Sopocie, przyznana za "wykonanie i obronienie z dobrym wynikiem pracy doktorskiej".
2. Medal 60-lecia Instytutu, 2013, Dyrektor IO PAN w Sopocie, "za wieloletnią i sumienną pracę".

Udział w konsorcjach i sieciach badawczych


1. Sieć Naukowa "Międzyinstytutowy Zespół Satelitarnych Obserwacji Środowiska Morskiego" powołana przez MNiSW w roku 2006, uczestnik sieci.
2. Konsorcjum Naukowe Satelitarna kontrola środowiska Morza Bałtyckiego SatBałtyk, finansowane przez Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka, instytucja zarządzająca Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, instytucja pośrednicząca Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, od roku 2010, członek konsorcjum.

Reasumując z pewnością można powiedzieć, że podobnie jak dorobek naukowy, również działalność organizacyjna i dydaktyczna dr Sławomira Woźniaka świadczy o istotnej aktywności naukowej i potwierdza zasadność wniosku o przyznanie statusu samodzielnego pracownika naukowego.

4. Wniosek końcowy

Wobec omówionych wyżej niezaprzeczalnych walorów rozprawy habilitacyjnej Pana dr **Sławomira Woźniaka**, oraz bardzo znaczących i uznanych innych Jego osiągnięć naukowych i organizacyjnych z całym przekonaniem stwierdzam, że Doktor **Sławomir Woźniak** w działalności naukowej, dydaktycznej oraz organizacyjnej spełnił wszystkie warunki niezbędne do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego. Jego rozprawa habilitacyjna wnosi znaczący wkład do nauki i spełnia warunki obowiązującej ustawy o tytule naukowym i stopniach naukowych.

Wnioskuje więc o dopuszczenie Pana dr **Sławomira Woźniaka** do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

DIREKTOR
INSTYTUTU FIZYKI

dr hab. Vladimír Tomín