

Gdynia 28.05.2014

Dr hab. Tadeusz Król
Katedra Fizyki
Wydział Mechaniczny
Akademii Morskiej w Gdyni
Ul. Morska 83-87
81-225 Gdynia

Recenzja rozprawy habilitacyjnej dr Dariusz Ficka

pt. Właściwości Biofizyczne jezior Pomorza i ich porównanie z właściwościami innych jezior i Morza Bałtyckiego

Recenzję opracowano na zlecenie Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie w oparciu o dostarczoną dokumentację zawierającą między innymi:

- Monografię habilitanta pt. „Właściwości biofizyczne jezior Pomorza i ich porównanie z właściwościami innych jezior i Morza Bałtyckiego”,
- uzupełniające publikacje naukowe w Oceanologii pt. „Remote sensing reflectance of Pomeranian lakes and the Baltic”, autorstwa Fick D., Zapadka T., Dera J. [Oceanologia 2011, 53(4), 959-970], oraz pt. „Inherent optical properties and remote sensing reflectance of Pomerian lakes (Poland), autorstwa Fick D., Meler J., Zapadka T., Wozniak B., Dera J. [Oceanologia 2012, 54(4), 611-630]
- Wykaz opublikowanych prac naukowych,
- Autoreferat habilitanta zawierający m. in. informację o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki.
- Oświadczenia współautorów publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe.

Część I: Opis osiągnięcia naukowego.

Według habilitanta jego osiągnięciem naukowym jest kompleksowe zbadanie i opracowanie właściwości biofizycznych wybranych jezior Pomorza i ich porównanie z właściwościami innych jezior i Morza Bałtyckiego. Osiągnięcie to ma udokumentować monografia pod wymienionym wyżej tytułem i dwie wyżej wymienione uzupełniające ją publikacje w czasopiśmie Oceanologia, których habilitant jest pierwszym współautorem z zdecydowanie większościowym jego udziałem.

Oddziaływanie światła w postaci promieniowania słonecznego ze środowiskiem wodnym w którym zachodzą skomplikowane procesy fizyczne i biologiczne jest jednym z najważniejszych ogniw sterujących jego funkcjonowaniem. Dopływ energii promieniowania słonecznego i jej konwersja w tworzenie energetycznie wzbogaconej materii organicznej w trakcie procesu fotosyntezy jest podstawą istnienia wszystkich żywych organizmów żyjących w środowisku wodnym i nie tylko. Bo to fitoplankton i inne organizmy fotosyntetyzujące są podstawą tzw. piramidy troficznej i wszelkiego życia.

Problematyka oddziaływania promieniowania słonecznego z różnorodnymi elementami środowiska wodnego badana jest od wielu lat i ma długą i bogatą historię, oraz bogaty dorobek naukowy, głównie w odniesieniu do środowiska morskiego. Najbardziej zaawansowane jest rozpoznanie tych procesów dla otwartych wód oceanicznych zdala od akwenów na które wpływ mają wody docierające z lądów, czyli dla wód umownie nazwanych wodami pierwszego rodzaju (tzw. WC1).

Wody pozostałych akwenów morskich (tzw. WC2), tzn. wody mórz śródładowych i akweny przybrzeżne są słabiej rozpoznane ciągle intensywnie badane. Głównie ze względu na ich różnorodność wynikającą z położenia geograficznego, klimatycznego, industrializacji przyległych obszarów lądowych i ich gospodarki wodnej. Należy się tu skłonić ku poglądom iż właściwości tych wód mają charakter regionalny, a także sezonowy, ze względu na sezonowe zmiany nasłonecznienia, temperatury, pogody, a także charakteru, jakości i ilości wód spływających z lądu.

Prowadzone są intensywne badania procesów biooptycznych w tych wodach aż do włączenia w nie rozbudowanych obserwacji satelitarnych i interpretacji uzyskanych tą drogą wyników. Aktywnym uczestnikiem w takich badaniach jest także habilitant będący współrealizatorem projektu SatBałtyk, jako kierownik jednego z czterech zespołów go realizujących.

Zapewne ze względu na miejsce pracy (Akademia Pedagogiczna w Słupsku) i naukowe tradycje tamtejszego środowiska przyrodniczego mającego dorobek w rozpoznaniu procesów biologicznych, biochemicznych i ekologicznych zachodzących w jeziorach (głównie pobliskich) habilitant podjął się rozwinięcia ich badań o procesy biooptyczne w zasadzie dla jezior dotychczas nie prowadzonych z wyjątkiem bardzo prostych, ale tradycyjnych pomiarów głębokości widzenia białego dysku, tzw. dysku Sechiego.

Ścisła współpraca i powiązanie habilitanta z optykami badającymi Morze Bałtyckie i umiejętne ich wykorzystanie stworzyły szansę na solidne wykonanie tego zadania. Świadczy

to o zdolnościach organizacyjnych habilitanta, oraz umiejętności trafnego doboru problematyki naukowej, leżącej w granicach możliwości organizacyjnych i finansowych. Solidne przygotowanie się do tych badań, staranne ich wykonanie z licznymi ekspedycjami i bogatymi w wyniki pomiarami w terenie na 15-tu wybranych jeziorach, oraz opracowanie i interpretacja zbadanych właściwości jezior są poważnym osiągnięciem organizacyjnym habilitanta.

W wyniku tych działań powstała obszerna monografia pt. „Właściwości biofizyczne jezior Pomorza i ich porównanie z właściwościami innych jezior i Morza Bałtyckiego” w której przedstawiono wyniki przeprowadzonych badań. Habilitant starannie opisał w niej sens i znaczenie mierzonych wielkości, oraz zinterpretował uzyskane rezultaty. Zwięzłe prezentacje uzyskanych wyników przedstawione zostały także w dwóch wymienionych wyżej publikacjach w Oceanologii. Ponadto bazując na własnej wiedzy i umiejętnościach oraz doświadczeniu współpracujących z habilitantem zespołów zrealizowany został cel praktyczny jakim jest opracowanie modeli i algorytmów pozwalających na określenie zawartości optycznie aktywnych składników wód badanych jezior Pomorza w oparciu o ich charakterystyki optyczne w tym reflektancję zdalną, którą można określić np. z satelitów. Wykonane przez habilitanta pomiary optyczne uzupełnione są także pomiarami istotnych parametrów fizycznych, chemicznych i biologicznych oraz analizą próbek pobranych wód w laboratoriach specjalistycznych

Monografia dokumentująca realizację opisanego wyżej dokonania naukowego liczy 351 stron i składa się ze wstępu, 8 rozdziałów, przejrzystego spisu symboli i skrótów, bogatej bibliografii zawierającej 336 pozycji, anglojęzycznego streszczenia, anglojęzycznego spisu podpisów pod rysunkami (których jest 133) oraz anglojęzycznych opisów tabel (których jest 44)

W części wstępnej rozprawy autor prezentuje i uzasadnia celowość podjętych badań.

Rozdział pierwszy poświęcony jest charakterystyce, klasyfikacji i celowości wybranych do badań szczegółowych 15 jezior pomorskich, głównie ze środkowej części Pomorza. Opisane są tu charakterystyki tych jezior i procesy mające wpływ na zasilanie ich energią promieniowania słonecznego.

W rozdziale drugim habilitant przedstawia wyniki pomiarów koncentracji optycznie czynnych składników wód z wybranych jezior. Analizując wyniki tych pomiarów szuka korelacji między koncentracją chlorofilu a, koncentracją organicznego składnika zawiesin oraz wynikami pomiarów optycznych. Korelacje te są tym lepsze im bardziej zawężona jest klasa

badanych jezior dla których są poszukiwane. Przedstawione analizy świadczą o dominującym wpływie fitoplanktonu na optyczne właściwości wód, ale charakter tych zależności nie jest taki sam dla wszystkich jezior, co świadczy zapewne o różnicach gatunkowych fitoplanktonu w różnych typach jezior.

Rozdział trzeci poświęcony jest analizie pigmentów fitoplanktonowych w badanych jeziorach. Tak jak zróżnicowane są stopnie troficzności tych jezior, tak też zróżnicowany jest w ich fitoplanktonie skład pigmentów i wzajemne proporcje pigmentów fotosyntezujących, wspomagających i ochronnych, zgodnie z zadaniami jakie w warunkach występujących w akwenie spełniają. Zauważalna jest także głębokościowa i sezonowa zmienność proporcji poszczególnych pigmentów.

Rozdział czwarty poświęcony jest analizie zawartości rozpuszczalnych substancji organicznych w badanych jeziorach (tzw. substancji żółtych) poprzez analizę widm absorpcyjnych przefiltrowanych próbek wód. Jak należało się spodziewać stwierdził on dużą zmienność zarówno wartości jak i charakteru widm absorpcji światła przez te substancje. Także tu stwierdził zmienność sezonową zawartości i charakteru rozpuszczonych substancji organicznych w wodach badanych jezior w wyniku zasilania ich wodami spływającymi z pól, wodami wnoszonymi przez przepływające przez jeziora rzeki, czy w przypadku przybrzeżnych jezior słonawych wlewającymi się do jezior wodami morskimi.

Rozdział piąty poświęcony jest pomiarom i analizie procesu absorpcji światła przez znajdujące się w wodach zawiesiny z podziałem badanych zawiesin na zawiesiny mineralne, fitoplankton i zawiesiny materii organicznej nie będącej fitoplanktonem (detryt, zooplankton i inne). Analizując szczegółowo proces absorpcji światła w cząsteczkach zawiesiny (rozumianych jako małe fragmenty materii), habilitant wskazuje na modyfikację procesu absorpcji na skutek niejednorodności gęstościowej absorbenta (inaczej niż w roztworze), co tłumaczy się tzw. efektem upakowania, rozumianym jako przesłanianie materii wewnątrz cząsteczki przez jej warstwy zewnętrzne. Habilitant odnosi się w interpretacji tego efektu do wpływu jedynie rozmiarów cząsteczek materii absorbującej światło zawiesiny, w tym rozmiarów komórek fitoplanktonu. Moim zdaniem jest to ciągle uproszczeniem, bo cząsteczki te, a zwłaszcza komórki planktonu nie są cząsteczkami wewnątrznie jednorodnymi co jeszcze bardziej urozmaica skomplikowany proces absorpcji poprzez wpływ nań wszystkich poziomów niejednorodności. Np. w fitoplanktonie od niejednorodności wynikającej z wewnętrznej budowy komórki, struktur organów wewnątrzkomórkowych, jak i makromolekularnych struktur aparatów fotosyntetycznych. Jest to jednak tylko problem interpretacyjny i nie ma większego znaczenia dla

stwierdzonych różnic między widmami absorpcji ekstraktów pigmentów i „spłaszczonymi” w porównaniu z nimi widmami absorpcji fitoplanktonu. Parametryzacja widm absorpcyjnych poszczególnych rodzajów zawiesin, chociaż charakteryzuje się niezbyt wysoką precyzją, wydaje się być jedynym sposobem opisu ich udziału w sumarycznej absorpcji wody zawierającej zawiesiny, która modelowo uważana jest przez habilitanta jako sumaryczna absorpcja wszystkich elementów które zawiera (woda, substancje żółte, zawiesina mineralne, fitoplankton i zawiesina organiczna nie będąca fitoplanktonem)

Rozdział szósty poświęcony jest analizie procesu rozpraszania światła w badanych akwenach. Przy pomocy standardowych przyrządów do pomiaru osłabiania światła i jego absorpcji in situ habilitant określił wartość współczynnika rozpraszania badanych wód dla dziewięciu długości fal, a przy pomocy przyrządu hydrostat wartości funkcji rozpraszania dla wybranych standardowo trzech kątów rozpraszania tylko dla jednej długości fali. Zaprezentowana jest tu także dyskusja zmienności mierzonych parametrów, oraz ich korelacje z koncentracją zawiesin i zawartością chlorofilu a.

Rozdział siódmy poświęcony jest analizie pozornych właściwości optycznych badanych akwenów. Właściwości te zależą od wszystkich rzeczywistych właściwości wód związanych z ich „przezroczystością” i „mętnością”, oraz od warunków oświetleniowych uwarunkowanych położeniem słońca nad horyzontem, zachmurzeniem i zamgleniem a czasem charakterem brzegu akwenu. Wielkości te także mają swoje charakterystyki spektralne. Autor monografii z umiarkowanym skutkiem próbuje wyjaśnić te skomplikowane współzależności. Najważniejsze w tym rozdziale są zaprezentowane wyniki pomiarów pozornych właściwości optycznych wybranych jezior oraz ich porównanie z właściwościami wybranych akwenów w tym jezior najczystszych i przybrzeżnych wód Bałtyku. Są to pomiary oświetlenia odgórno w całym paśmie PAR, widma oświetleń odgórnych na różnych głębokościach, widma radiacji oddolnych na różnych głębokościach, widma „transmisji” oświetlenia odgórno, widma „współczynnika osłabiania” dyfuzyjnego oświetlenia odgórno, widma zdalnej reflektancji. Ta ostatnia wielkość opisuje widmo światła opuszczającego toń wodną akwenu, co wzrokowo postrzegamy jako kolor obserwowanej wody. Wielkość tą mierzyć można z dystansu nad powierzchnią akwenu np. za pomocą satelity. Pomiar taki może być wykorzystany do zdalnej oceny akwenu i znajdujących się w nim optycznie aktywnych składników wód. W rozdziale tym zaprezentowane zostały próby zamodelowania mechanizmu powstawania radiacji oddolnej i jej zależności od charakterystyk akwenu, oraz możliwości oceny na podstawie jej pomia-

ru najważniejszych właściwości akwenu. Ma to umożliwić satelitarną kontrolę i monitoring badanych jezior.

W ostatnim, podsumowującym rozdziale ósmym, autor w przejrzystym skrócie wymienia trzynaście ważnych zadań które zostały przez niego wykonane. Uważam, podobnie jak autor, iż badania akwenów śródlądowych są ważnym krokiem w poznaniu zjawisk przyrodniczych i niezbędne jest ich kontynuowanie dla zrozumienia i kontroli zachodzących w nich procesów.

Z uznaniem zauważam mądre i skuteczne wykorzystanie przez habilitanta doświadczenia zespołu optyków z Instytutu Oceanologii PAN, który go po koleżeńsku wspomagał udostępniając mu swoje doświadczenie, umiejętności i aparaturę. Należy podkreślić skuteczne działanie wymienionego instytutu w rozwój nauki i pomoc ambitnym naukowcom z mniejszych ośrodków naukowych w ich rozwoju naukowym. Bez wsparcia Instytutu taka obszerna praca nie mogłaby być wykonana. Na podkreślenie zasługuje też umiejętność habilitanta w dorównaniu swoją wiedzą i pracowitością do zespołu o długich tradycjach w badaniach optycznych wód morskich i umiejętne zaangażowanie członków tego zespołu w pomoc w realizacji podjętych przez niego zadań. Wróży to dalszy rozwój naukowy habilitanta, a nawet predysponuje go do roli lidera naukowego wśród badaczy jezior i nie tylko optyków. Pomóc w tym może wykazane w monografii powiązanie wielu parametrów charakteryzujących akwen z jego parametrami optycznymi. W tym także z bardzo prostym, wręcz prymitywnym pomiarem optycznym jakim jest tradycyjny pomiar głębokości widzenia dysku Sechiego, który mogą wykonywać niespecjaliści i który w długiej jego historii jest i był wykonywany przez przyrodników o zainteresowaniach biologicznych i ekologicznych.

Część II: Ocena osiągnięcia naukowego i dorobku.

Prezentowana monografia dokumentuje bardzo bogaty materiał eksperymentalny umożliwiający ocenę właściwości optycznych badanych jezior, które można moim zdaniem uznać za reprezentatywne dla regionu Pomorza, oczywiście z zachowaniem ich klasyfikacji. Zaprezentowane w rozprawie zmierzone charakterystyki optyczne akwenów zawsze poprzedzone są przejrzystym ich wyjaśnieniem i uzasadnieniem potrzeby pomiaru, oraz uzupełnione są interpretacją uzyskanych rezultatów. Monografia jest zredagowana wyjątkowo starannie, a pojęcia i opisywane wielkości zawsze nazywane są precyzyjnie poprawnie. Nie zauważyłem w rozprawie żadnego sformułowania żargonowego, z wyjątkiem raz użytego

gdzie autor oddziaływanie światła z dnem akwenu nazwał „odbiciem od dna”. Monografię tą można uznać za doskonałe wręcz podręcznikowe wprowadzenie w optykę akwenów śródlądowych. Wartość naukową materiału doświadczalnego z tak starannym opracowaniem trudno przecenić i uważam to za poważny wkład w naukę o środowisku.

Materiał zaprezentowany w monografii i powiązanych z nią uzupełniających artykułach świadczy o bogatej wiedzy habilitanta zarówno co do problematyki naukowej będącej adaptacją optyki morza do optyki akwenów śródlądowych. Określone przez niego charakterystyki optyczne badanych akwenów często przekraczają zakresy tych charakterystyk uzyskiwane w akwenach morskich. Umożliwia to optykom morza przewidywanie procesów jakie mogą zajść w tych akwenach np. w przypadku silnej ich eutrofizacji, czy silnego nasświetlenia ich promieniowaniem UV. To ostatnie umożliwiają opublikowane w publikacjach poza materiałem włączonym do rozprawy wyniki badań habilitanta w wysokogórskich jeziorach tatrzańskich. Tak więc badania habilitanta z jednej strony wykorzystują dorobek optyki morza, a z drugiej strony poszerzają zakres rozpoznania procesów biooptycznych poza zakresy znane z badań akwenów morskich.

Za zrealizowany należy uznać cel praktyczny sformułowany przez habilitanta jako stworzenie algorytmów pozwalających na rozwiązanie zadania odwrotnego jakim jest określenie charakterystyk akwenów na podstawie interpretacji zmierzonej zdalnie radiacji oddolnej, co jest udokumentowane w przedostatnim rozdziale monografii. Zapewne potrzebna jest praktyczna weryfikacja tego rozwiązania. W przypadku prowadzonych już satelitarnych badań Morza Bałtyckiego wymaga to tylko doprowadzenia do rejestracji wybranych parametrów z obszaru przylegającego do Bałtyku.

Zainteresowania i dorobek naukowy są znacznie szersze niż zakres prezentowany w rozprawie habilitacyjnej. O aktywności i bogatym dorobku naukowym habilitanta świadczy wykaz prac przez niego opublikowanych. To według baz 28 (lub 25) publikacji z listy filadelfijskiej z 120 cytowaniami, co generuje wg baz indeks Hirscha 10 (lub 8). Poza tym habilitant dokumentuje opublikowanie 16 artykułów materiałach konferencyjnych i 3 artykuły w innych czasopismach, oraz liczne raporty i sprawozdania z działalności naukowej.

Habilitant ma spory dorobek naukowy w rozpoznaniu i modelowaniu procesu fotosyntezy w środowisku morskim, w badaniu innych niż na Pomorzu akwenach w tym wysokogórskich jeziorach tatrzańskich.

Część III: Ocena osiągnięć organizacyjnych i dydaktycznych.

Cała organizacja badań zespołu jezior z pozytywnym skutkiem świadczy o umiejętnościach organizacyjnych habilitanta. Nawiązanie partnerskich stosunków z dobrym ośrodkiem naukowym i umiejętne jej wykorzystanie do rozwiązania problemu naukowego na obiektach znajdujących się w pobliżu miejsca pracy to także osiągnięcie organizacyjne. W trakcie badań naukowych habilitant uzyskał także wsparcie w formie grantu, co świadczy o umiejętności dobrego, przekonywującego przygotowania projektu badań. W miejscu pracy naukowo dydaktycznej pełnił on także funkcję kierownika Zakładu Naukowego (Zakładu Fizyki WSP w Słupsku), a także aktywnie współpracuje z organami rektorskimi uczestnicząc w pracach komisji.

Habilitant jest też praktycznie kierownikiem dużego zespołu naukowego realizującego, jako współkonsorcjant duży projekt badawczy SatBałtyk i wśród realizatorów projektu uznawany jest jako ważny jego filar gwarantujący pomyślną jego realizację.

Pracując w uczelni pedagogicznej habilitant prowadził szereg zajęć dydaktycznych ze studentami, w tym trudny obszerny wykład z podstaw fizyki. Wypromował też 9 magistrantów i 9 licencjatów. Podołał też trudnemu zadaniu prowadzenia cyklu wykładów specjalistycznych dla słuchaczy Studium Doktoranckiego w Instytucie Oceanologii PAN, z którym współpracuje, odwdzięczając się instytutowi za pomoc w realizacji swoich badań naukowych. Umiejętne łączenie dydaktyki i pracy naukowej umożliwiło włączenie studentów do pracy naukowej w czasie praktyk studenckich, w tym uczestnictwo w naukowych ekspedycjach morskich.

Habilitant ma także zasługi w popularyzacji nauki poprzez aktywny udział w organizacji festiwalu i pikników naukowych w Warszawie, Trójmieście i Słupsku.

Część IV: Podsumowanie

Podsumowując uważam, iż problem naukowy opracowany przez habilitanta w monografii i uzupełniających publikacjach jest ważnym osiągnięciem naukowym, a przedstawiony tam materiał wystarczająco to dokumentuje, zarówno celowość podjęcia problemu, jego rozwiązanie i możliwość dalszego wykorzystania.

Podsumowując przedstawioną dokumentację wnioskuję iż habilitant dysponuje szeroką wiedzą nt. środowiska morskiego, aktywnie uczestniczy w rozpoznawaniu procesów zachodzących w akwenach wodnych, w tym także w morzu. Habilitant aktywnie publikuje uzyskaną wiedzę w czasopismach naukowych i prezentuje na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Uczestniczy też w organizacji takich konferencji, oraz w przygotowaniu, organizacji i realizacji projektów naukowych.

Tak szeroka aktywność naukowa, dydaktyczna i organizacyjna habilitanta jest moim zdaniem wystarczająca dla nadania mu stopnia doktora habilitowanego. Sugeruję Komisji powołanej dla przeprowadzenia procesu habilitacyjnego wnioskowanie do Rady Naukowej Instytutu Oceanologii PAN o nadanie mu tego stopnia naukowego.

