

Gdynia 12.06.2013

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

Recenzja rozprawy habilitacyjnej dr Mirosławy Ostrowskiej

pt. Biooptyczne modele fluorescencji fitoplanktonu

i jej wygaszania w morzach i oceanach

Recenzję opracowano na zlecenie Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie w oparciu o dostarczoną dokumentację zawierającą m. in.:

- Wykaz opublikowanych prac naukowych oraz informację o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki.
- Odbitki prac stanowiących osiągnięcie naukowe
- Oświadczenia współautorów publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe.

Część I: Ocena osiągnięcia naukowego.

Według habilitantki jej osiągnięciem naukowym jest opracowanie. *Biooptycznych modeli fluorescencji fitoplanktonu. i jej wygaszania w morzach i oceanach.*

Fluorescencja fitoplanktonu, a dokładniej fluorescencja pigmentów znajdujących się w komórkach fitoplanktonu to jeden z elementów skomplikowanego zbioru procesów związanych z oddziaływaniem tego elementu środowiska morskiego ze światłem. Jest ona powiązana z procesem fotosyntezy, zagospodarowując wraz z nią część energii słonecznej zaabsorbowanej przez pigmenty fitoplanktonu.

Osiągnięcie naukowe habilitantki związane rozpoznaniem i zamodelowaniem procesu fluorescencji fitoplanktonu i powiązanych z nią procesów mają udokumentować publikację przedstawione w dwu częściach:

A część wstępna

1. Woźniak B., Dera J., Ficek D., **Ostrowska M.**, Majchrowski R., 2002, *Dependence of the photosynthesis quantum yield in oceans on environmental factors*, Oceanologia 44(4), 439-459 , (wkład 20%)
2. Woźniak B., Ficek D., **Ostrowska M.**, Majchrowski R., Dera J., 2007, *Quantum yield of photosynthesis in the Baltic: a new mathematical expression for remote sensing applications*, Oceanologia 49(4), 527-542 (wkład 25%)

B część zasadnicza

3. **Ostrowska M.**, 2011, *Dependence between the quantum yield of chlorophyll a fluorescence in marine phytoplankton and trophicity in low irradiance level*, Optica Applicata 41(3), 567-577.
4. **Ostrowska M.**, 2012a, *Model of the dependence of the sun-induced chlorophyll a fluorescence quantum yield on the environmental factors in the sea*, Optics Express 20(21), 23300-23317
5. Ostrowska M., 2012b, *Model dependences of the deactivation of phytoplankton pigment excitation energy on environmental conditions in the sea*, Oceanologia 54(4) 545-564
6. **Ostrowska M.**, Woźniak B., Dera J., 2012, *Modelled quantum yields and energy efficiency of fluorescence, photosynthesis and heat production by phytoplankton in the World Ocean*, Oceanologia 54(4) 565-610. (wkład 70% }

Najważniejszym z procesów związanych z oddziaływaniem fitoplanktonu ze światłem jest proces fotosyntezy modelowany m.in. przez autorów pierwszych dwu publikacji przy pomocy własnych rozwijanych od lat modeli, a habilitantka może być uznana, za jednego z współautorów w miarę trafnego, dobrze zweryfikowanego modelowania tego procesu. Proces fotosyntezy, który jest podstawą wszelkiego życia zagospodarowuje tylko część energii promienistej zaabsorbowanej w pigmentach roślinnych. Oprócz niego energia ta zamieniana zostaje na energię cieplną i w małej części wypromieniowywana jest w procesie fluorescencji.

Fluorescencja pigmentów roślinnych oprócz tego, że jest elementem bilansu energetycznego, wykorzystywana jest do określania ilości chlorofilu i pośrednio biomasy roślinnej w badanym środowisku. Fluorescencyjna metoda oceny zawartości chlorofilu w środowisku morskim jest powszechnie stosowana i modyfikowana. Ostatnio wykorzystywana

jest także w satelitarnych metodach oceny stanu środowiska morskiego. Rozpoznanie tego procesu w skomplikowanym środowisku jakim są akweny morskie jest ważnym problemem naukowym. Rokuje to nadzieję na coraz to lepszą diagnostykę środowiska morskiego i zrozumienie procesów tam zachodzących oraz ich modelowanie.

Wypada co najmniej wspomnieć iż konwersja słonecznej energii promienistej w procesie fotosyntezy w wygenerowanie energetycznie zasobnej materii organicznej to podstawa wszelkiego życia na naszej planecie. Zagospodarowanie dwutlenku węgla w tym procesie to na razie jedyna droga do zmniejszenia jego koncentracji w atmosferze i morzu. Opracowanie i zweryfikowanie modeli procesu fotosyntezy w środowisku morskim, opisane dla wód oceanicznych w pierwszym artykule i dla wód Bałtyku w drugim, to ważne osiągnięcie naukowe, a chociaż skromny, ale jednak istotny udział habilitantki w tym sukcesie uznać można za także jej osiągnięcie naukowe.

Modelowanie procesu fotosyntezy opisane w pierwszych dwu publikacjach, jest wg habilitantki punktem wyjściowym do modelowania, już samodzielnie, pozostałych sposobów wykorzystania energii zaabsorbowanej przez pigmenty fitoplanktonu. Poświęcone są temu trzy następne, samodzielnie opracowane artykuły.

I tak w trzecim artykule habilitantka analizuje zależność wydajności kwantowej fluorescencji pigmentów fitoplanktonu w środowisku morskim od troficzności akwenu wyrażonej przez koncentrację chlorofilu *a*. Do analizy statystycznej wykorzystano zgromadzony przez habilitantkę bardzo bogaty zbiór danych eksperymentalnych z pomiarów sztucznie wzbudzonej przy pomocy fluorymetru fluorescencji fitoplanktonu, bezpośrednio mierzonej w środowisku morskim (*in situ*). Wyniki tej analizy pozwoliły na określenie zależności pomiędzy wartościami kwantowej wydajności fluorescencji fitoplanktonu, a troficznością wody morskiej. Wydajność fluorescencji fitoplanktonu maleje ze wzrostem troficzności. Dla zależności tej habilitantka znajduje trafne wyrażenia matematyczne.

W artykule czwartym (zasadniczym dla tego procesu habilitacyjnego) habilitantka proponuje matematyczny opis zależności wydajności kwantowej fluorescencji chlorofilu zawartego w fitoplanktonie morskim od czynników charakteryzujących środowisko morskie. Jest to model wiążący ilościowo wydajność naturalnej fluorescencji glonów morskich (wzbudzanej światłem słonecznym) z głównymi czynnikami środowiskowymi, tj. z polem oświetlenia w morzu, z właściwościami absorpcyjnymi fitoplanktonu, z typem troficznym akwenu, za który przyjęto powierzchnię zawartość chlorofilu *a*, oraz z temperaturą mas wodnych. Wydajność fluorescencji przedstawiona jest jako suma składowej stałej, zależnej od

troficzności akwenu i składowej zmiennej, zależnej w skomplikowany sposób od wszystkich wymienionych wyżej czynników. Habilitantka znajduje formuły matematyczne opisujące te zależności. Prezentuje także próbę interpretacji występujących tu efektów w oparciu o skomplikowane procesy fizyczne zachodzące w pigmentach fitoplanktonu. Wg habilitantki jest to pierwszy tak trafny model wydajności fluorescencji fitoplanktonu w środowisku morskim. Opracowany przez nią model wydajności kwantowej fluorescencji opisuje ten proces w dowolnych typach troficznych akwenów w różnych warunkach oświetleniowych i termicznych na różnych głębokościach. Uważam iż można to uznać za bardzo ważne, duże osiągnięcie naukowe.

Kolejny piąty artykuł poświęcony jest określeniu matematycznego modelowego opisu zależności wydajności procesów bezpromienistej dezaktywacji stanów wzbudzonych molekuł pigmentów fitoplanktonu, czyli bezpośredniej produkcji ciepła od czynników środowiskowych w morzu. Ta część energii potraktowana jest jako uzupełnienie między energią zaabsorbowaną i energią zagospodarowaną na fotosyntezę i fluorescencję. Jest to tylko pośredni model określania transferu energii promienistej w energię cieplną. Dzięki temu powstał model umożliwiający wyznaczanie wydajności bezpośredniej produkcji ciepła w pigmentach fitoplanktonu w zależności od czynników środowiskowych. Powstanie takiego modelu pozwala na utworzenie sumarycznego, spójnego, pół-empirycznego modelu wydajności wszystkich procesów dezaktywacji stanów wzbudzonych molekuł pigmentów fitoplanktonu czyli dyssypacji energii wzbudzenia. Model ten może być także przydatny w modelowaniu procesów termicznych w morzu.

W ostatnim, szóstym, wieloautorskim (z większościowym 70% udziałem habilitantki) artykule podsumowującym i konsumującym osiągnięcia habilitantki wykorzystane są opracowane przez nią modele dla analizy zagospodarowania energii pochłoniętej przez fitoplankton w różnych typach akwenów Oceanu Światowego, na różnych głębokościach w różnych sezonach i w różnych strefach klimatycznych w rozbiciu na procesy fluorescencji, fotosyntezy i produkcji ciepła. Wyznaczono tam pionowe profile wydajności tych trzech procesów w różnych troficznych typach mórz, dla trzech różnych stref klimatycznych (tj.: tropikalnej, umiarkowanej i polarnej), oraz dla dwu wybranych pór roku: czerwiec (tj. lato na półkuli północnej) i styczeń (zima na półkuli północnej). Uzyskane rezultaty tych obliczeń stanowią kompleksowy opis zakresu zmienności wartości wszystkich wydajności procesów dezaktywacji wzbudzeń molekuł pigmentów fitoplanktonu w różnych morzach, w różnych sezonach i rejonach geograficznych, i na różnych głębokościach. Według habilitantki, co również potwierdzam, jest to pierwsze, opublikowane w literaturze, tak kompleksowe ujęcie

tego problemu. Przy dostępie do danych środowiskowych i oświetleniowych dla dowolnych akwenów morskich, co umożliwiają w dużym stopniu dane satelitarne, możliwe jest zamodelowanie omówionych wyżej procesów dla dowolnych obszarów, lub całego Oceanu Światowego.

Podsumowując uważam, iż opracowany przez habilitantkę model wydajności kwantowej fluorescencji fitoplanktonu jest ważnym osiągnięciem naukowym, a przedstawiony zestaw publikacji wystarczająco to dokumentuje, zarówno celowość podjęcia problemu, jego rozwiązanie i możliwość wykorzystania.

Część II: Ocena aktywności naukowej.

Habilitantka szczeni się 52 publikacjami naukowymi z których 37 to oryginalne artykuły publikowane w recenzowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, z tzw. "listy filadelfijskiej". Jest też autorką monografii: M. Ostrowska, 2001, *Zastosowanie fluorescencyjnych metod do badań fotosyntezy w morzu*, Instytut Oceanologii PAN, Rozprawy i monografie 15, 194; oraz autorką lub współautorką ponad 20 opracowań niepublikowanych.

Jej aktywność naukowa prowadzona jest w szerokich kontaktach z innymi krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi. W wielu publikacjach współautorami są pracownicy z tych ośrodków. Uczestniczyła aktywnie w wielu krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych.

Liczba cytowań jej prac naukowych (bez autocytowań), wg Bazy Scopus wynosi 114, natomiast wg bazy Web of Science wynosi 79 a indeks Hirsha 7.

Po uzyskaniu stopnia naukowego Doktora Nauk o Ziemi w zakresie Oceanologii w roku 2000 habilitantka kontynuuje do dziś pracę w Instytucie Oceanologii na stanowisku adiunkta. Swoją działalność naukową po ukończeniu studiów technicznych rozpoczęła jako pracownik naukowo techniczny specjalizujący się w konstruowaniu i obsłudze aparatury pomiarowej. Czynne uczestnictwo w badaniach środowiska morskiego rozbudziło w niej zainteresowania naukowe, co zaowocowało rozprawą doktorską, i kontynuacją badań naukowych po jej obronie. Zainteresowania naukowe habilitantki koncentrują się wokół problematyki biooptyki morza. Prawie wszystkie publikacje związane są z tą problematyką. Są poświęcone między innymi problemom absorpcji światła w środowisku morskim i jego elementach, pierwotnej produkcji materii organicznej w morzu, modelowaniu tego procesu i zjawisk mu towarzyszących. Jej znajomość procesów zachodzących w środowisku morskim,

wynika nie tylko z samokształcenia, ale także z własnych badań tego środowiska „in situ” podczas wielu rejsów badawczych. Ostatnio koncentruje się ona na badaniu środowiska morskiego przy pomocy satelitów i modelowaniu procesów zachodzących w tym środowisku na podstawie uzyskanych tą drogą danych. Problematyka ta realizowana jest w dużym międzyinstytutowym i międzyuczelnianym zespole naukowym realizującym niedawno duży projekt naukowy DESAMBEM, a aktualnie projekt SATBAŁTYK, które to projekty habilitantka współorganizowała.

Prowadząc aktywną działalność naukową habilitantka równolegle aktywnie uczestniczy w organizacji badań naukowych, Była realizatorką przyznanego jej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego indywidualnego projektu badawczego *Wykorzystanie fluorescencyjnych metod do badania fitocenozy morskich*. Wielokrotnie była organizatorką i kierownikiem naukowym morskich ekspedycji naukowych. W latach 2001-2005 pełniła funkcję zastępcy Kierownika Projektu DESAMBEM a od 2010 jest zastępcą kierownika dużego projektu pt „*Satelitarna Kontrola Środowiska Morza Bałtyckiego – SatBałtyk*”. Jako zastępcza kierownika odpowiedzialna za sprawy organizacyjne, dokumentacyjne i finansowe odcisnęła swoje piętno w funkcjonowaniu i realizacji tych dwu projektów. Sprawna ich realizacja jest niewątpliwie jej dużą zasługą.

Aktywna działalność naukowa i organizacyjna w instytucie PAN nie stwarza okazji do aktywności dydaktycznej. Nie mniej habilitantka współpracuje z funkcjonującym w Instytucie Oceanologii PAN Studium Doktoranckim, współpracuje z młodymi doktorantami zatrudnionymi w zespole w którym pracuje w kształtowaniu ich dorobku naukowego. Wielokrotnie sprawowała opiekę nad studentami – praktykantami odbywającymi w instytucie praktyki studenckie.

Podsumowując przedstawioną dokumentację wnioskuję iż habilitantka dysponuje szeroką wiedzą nt. środowiska morskiego, aktywnie uczestniczy w rozpoznawaniu procesów w nim zachodzących, aktywnie publikuje uzyskaną wiedzę w czasopismach naukowych i prezentuje na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Uczestniczy w organizacji takich konferencji, oraz w przygotowaniu, organizacji i realizacji projektów naukowych. Realizacja projektów i współpraca z doktorantami przyczynia się do kształcenia i rozwoju młodej kadry naukowej. Tak szeroka aktywność naukowa i organizacyjna habilitantki jest moim zdaniem wystarczająca dla nadania jej stopnia doktora habilitowanego. Sugeruję Komisji powołanej dla przeprowadzenia jej procesu habilitacyjnego wnioskowanie do Rady Naukowej Instytutu Oceanologii PAN o nadanie jej tego stopnia naukowego.

