

Prof. nzw. dr hab. Małgorzata Wojtkowska
Wydział Instalacji Budowlanych Hydrotechniki
i Inżynierii Środowiska Politechnika Warszawska
ul. Nowowiejska 20
00-653 Warszawa

Warszawa, dn. 10.05.2016

Recenzja

w postępowaniu habilitacyjnym **dr Jacka Bełdowskiego**
z Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

Podstawa prawna recenzji: pismo Pana Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Oceanologii PAN prof. dr hab. inż. Stanisława R. Massela z dnia 20 kwietnia 2016r (nr NK/643/16) w związku z decyzją Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów o powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr Jacka Bełdowskiego (decyzja wysłana w dniu 20 kwietnia 2016).

Recenzję wykonano stosując kryteria zamieszczone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami) jak również w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 01.09.2011 r., w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. Nr 196, poz. 1165). Postępowanie toczy się w dziedzinie nauk o Ziemi, w dyscyplinie oceanologia.

1. Studia, stopnie naukowe, praca w jednostkach naukowych

Pan dr Jacek Bełdowski ukończył studia wyższe w roku 1998 w Instytucie Oceanografii na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego, otrzymując tytuł magistra za pracę pt. „Zróżnicowanie geograficzne i sezonowe koncentracji metali ciężkich i śladowych w osobnikach *Mytilus trossulus* i *Cerastoderma glaucum* z rejonu Zatoki Gdańskiej”, wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. Macieja Wołowicza.

Po ukończeniu studiów dr Jacek Bełdowski rozpoczął badania naukowe w ramach studiów doktoranckich na Środowiskowym Studium Doktoranckim na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego. W 2002 roku rozpoczął pracę na stanowisku asystenta w Instytucie Oceanologii PAN w Zakładzie Chemii i Biochemii Morza w Sopocie. Stopień naukowy doktora nauk o Ziemi w zakresie oceanologii nadała mu Rada Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego 9 lipca 2004 roku, na

podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Uwarunkowania oraz znaczenie stężeń i specjacji rtęci w osadach dennych zachodniej części Basenu Gdańskiego”, wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Janusza Pempkowiaka.

Od 2000 roku Habilitant zawodowo związany jest z Zakładem Chemii i Biochemii Morza w Instytucie Oceanologii PAN w Sopocie. Po uzyskaniu stopnia doktora w latach 2004 - 2014 roku Habilitant pracował na stanowisku adiunkta, a w 2014 roku rozpoczął pracę jako specjalista środowiskowej aparatury badawczej w tymże Instytucie w Sopocie.

2. Ocena osiągnięcia naukowego (jednotematycznego cyklu publikacji)

Jako swoje osiągnięcie naukowe Habilitant proponuje cykl monotematycznych publikacji pt. „Rozpoznanie procesów wpływających na rozmieszczenie i mobilność rtęci w osadach dennych”. Osiągnięcie zawiera sześć wieloautorskich artykułów publikowanych w czasopiśmie z bazy JCR o sumarycznej liczbie punktów 180 wynikającej z punktacji MNiSW oraz sumarycznym IF tych publikacji 12.27. Zawierają one osiągnięcia i doświadczenia Habilitanta w zakresie występowania, specjacji i mobilności rtęci w osadach dennych Morza Bałtyckiego i Spitsbergenu.

W załączonym autoreferacie Autor scharakteryzował trzy cele podjętych badań nad zawartością, transportem i depozycją rtęci w osadach morskich. Pierwszym celem prowadzonych badań było opisanie zmienności czasowej i przestrzennej ogólnej zawartości oraz form rtęci w osadach Morza Bałtyckiego. Kolejny cel jaki Habilitant postawił sobie w badaniach to określenie czynników wpływających na rozmieszczenie rtęci w wodach morskich dwóch akwenów o różnym stopniu zanieczyszczenia: Bałtyku i Spitsbergenu. Trzecim elementem prowadzonych badań było określenie istotności i wpływu parametrów środowiskowych na wartość stężenia i biodostępność rtęci w rejonie silnego oddziaływania antropogenicznego (Morze Bałtyckie) i w rejonie bez takich wpływów (Spitsbergen).

Do oszacowania zmienności sezonowej i przestrzennej wykonał Habilitant szereg analiz chemicznych, oznaczając stężenia całkowite rtęci i stężenia rtęci w formach węglowych. Dokonał tu rozdziału związków rtęci na organiczne i metylortęć. Uzyskane wyniki pozwoliły na określenie zmienności sezonowej zarówno całkowitej zawartości rtęci jak i jej form węglowych. Uzyskane wyniki dr Jacek Bełdowski opublikował we współautorstwie w artykułach **4b II** i **4b V**. Do charakterystyki zmienności w czasie i przestrzeni Habilitant wykorzystał odchylenie standardowe. Uzyskane wyniki wskazały, że zmienność sezonowa całkowitych stężeń jak i analizowanych form mieściła się w podobnych zakresach odchylenia standardowego. Znaczne różnice uzyskał Habilitant w badaniach niehomogeniczności osadów

dla określanych stężeń, co mogło wynikać ze zróżnicowania zanieczyszczeń dopływających w czasie. Uzyskane wyniki wykazały względne odchylenie standardowe różnych form rtęci w osadach na poziomie 20%. Przeprowadzone badania wykazały mniejsze zanieczyszczenie rtęcią współczesnych osadów w odniesieniu do wartości obserwowanych w latach dziewięćdziesiątych dwudziestego wieku. Badania sezonowości wykazały duże zróżnicowanie, nie mające trendu systematycznego w zawartości związków rtęci w osadach o miąższości 5 cm. Wpływ na to mają różne czynniki, do których można zaliczyć mieszanie osadów w obszarach przybrzeżnych, demobilizacja związków rtęci, procesy sedymentacji/resuspensji, zmienny dopływ materii organicznej, a także uziarnienie osadów. Badania prowadzone przez Habilitanta pozwoliły wykazać znaczną redukcję emisji rtęci do środowiska morskiego w ostatnich latach oraz potwierdziły zmienność zawartości Hg w osadach wynikającą raczej z procesów biogeochemicznych niż z czynników antropogenicznych.

Kolejny problem, którego rozwiązaniem zajął się Habilitant w swoich badaniach dotyczył porównania wpływu antropopresji na wody Arktyki Europejskiej i wody Morza Bałtyckiego. W pracach eksperymentalnych podjął próbę określenia wpływu czynników środowiskowych na obieg związków rtęci w osadach Spitsbergenu. Wyniki tych badań zaprezentowane zostały w publikacji **4b III**. W badaniach uwzględniono tło geochemiczne, warunki hydrologiczne, lokalne zanieczyszczenia, typy osadów i zawartość materii organicznej. W analizie chemicznej wyodrębniono ogólną zawartość rtęci oraz frakcje Hg(II) wynikające z ekstrakcji sekwencyjnej i metylortęć. Ważnym wnioskiem wynikającym z przeprowadzonych badań własnych na obszarze Morza Barentsa jest wykazanie, że głównym źródłem rtęci w osadach dennych tego rejonu jest depozycja atmosferyczna. Analizy osadów pobranych z obszaru Spitsbergenu nie potwierdziły tego trendu. Osiągnięciem w tych badaniach było wykazanie znacznych różnic w zawartości rtęci w osadach pobranych z tego samego fiordu, co może wynikać z wietrzenia skał o różnym składzie mineralnym. W badaniach wykazano wyższe stężenia w osadach gruboziarnistych Spitsbergenu niż w osadach drobnych Morza Barentsa oraz wyższe stężenia mobilnych form rtęci, w tym dużo metylortęci, w osadach bogatych w materię organiczną. Prace badawcze potwierdziły hipotezę o roli planktonu w transporcie rtęci do osadów dennych Arktyki.

W eksperymentach prowadzonych przez Habilitanta dokonano porównania zanieczyszczenia osadów dennych Morza Bałtyckiego i Spitsbergenu. Rezultaty przeprowadzonych analiz wykazały, że w Morzu Bałtyckim w rejonie dopływu Wisły stężenia rtęci rosną wraz z oddalaniem się od brzegu i z głębokością, a udział rtęci związanej

organicznie stanowił średnio 2%, podobnie jak w innych rejonach morskich narażonych na antropopresję. Wyniki tych badań opublikował dr Jacek Bełdowski w artykule **4b II**. W osadach z rejonu Spitsbergenu udział organicznych związków rtęci stanowił zaledwie 0,2 – 0,7%. Przeprowadzone eksperymenty wykazały, że na udział poszczególnych form rtęci w osadach mają warunki tlenowe i potencjał redoks.

W badaniach oceniono również wpływ komponentów ekosystemu (zawiesina, plankton oraz makrofitobentos). Oznaczono zawartość rtęci w tych frakcjach i wyznaczono współczynniki biokoncentracji dla planktonu i makrofitobentosu. Pozwoliło to ocenić, że odpowiedzialne za wprowadzanie rtęci do wód morskich są ujścia rzek, a obszary o małej wymianie wody i zindustrializowane charakteryzują się wysokimi stężeniami rtęci w wodzie i makrolitach. Wykazano również wpływ sezonowości na mobilność rtęci kumulowanej w osadach i makrolitach (publikacja **4b VI**).

Osiągnięciem naukowym jest również wskazanie czynników warunkujących biodostępność rtęci w osadach dennych w rejonach o różnym oddziaływaniu człowieka (Morze Bałtyckie i Spitsbergen). Wyniki tych badań zaprezentowane zostały w publikacjach **4b I**, **4b II** i **4b IV**. Badania wykazały wpływ resuspensji i dyfuzji na demobilizację rtęci. Przepływy obliczono na podstawie uzyskanych wartości stężeń lub z wykorzystaniem modelowania matematycznego. Zastosowane techniki pozwoliły wskazać kierunek zmian stężenia rtęci w układzie woda - osad. Ważnym osiągnięciem prowadzonych eksperymentów jest indeks metylacyjny, umożliwiający dokonanie oceny zdolności rtęci do metylacji *In situ*. Indeks ten wyliczany jest ze stężeń całkowitych i form Hg w osadach. Wiarygodność indeksu zweryfikowano w korelacji stężeń rtęci w rybach z badanymi rejonów Morza Bałtyckiego i uzyskano istotne statystycznie zależności. Kolejną weryfikację indeksu wykonano rozszerzając obliczenie z uwzględnieniem oprócz mobilnych frakcji Hg (II) zawartość materii organicznej, aktywności bakterii sulfo redukcyjnych i potencjał redoks. Efektem tych prac jest zależność opisująca prędkość metylacji w zależności od stężenia mobilnych frakcji Hg, stężenia węgla organicznego oraz liczebności bakterii sulfo redukcyjnych. Zaproponowana zależność matematyczna może być wykorzystana w tworzeniu modeli biogeochemicznych opisujących obieg rtęci w środowisku i określających wymianę rtęci w poszczególnych komponentach ekosystemów.

Kolejnym ważnym osiągnięciem badań Habilitanta jest wyznaczenie czynników odpowiedzialnych za rozmieszczenie rtęci w osadach. Przeprowadzone badania zmienności w czasie i przestrzeni form rtęci w osadach dennych pozwala na szczegółową interpretację wyników analiz, z uwzględnieniem organizmów występujących w danym środowisku.

Badania pozwalają przewidzieć biodostępność form rtęci zawartych w osadach dennych i opisać obieg tego pierwiastka w środowisku morskim.

Wyniki badań są oryginalne i znacznie rozszerzają zakres wiedzy dotyczący osadów dennych pochodzących z mórz oraz występowania i obiegu rtęci w tych osadach. Podsumowując, przedstawione osiągnięcie naukowe oceniam bardzo pozytywnie i uważam, że wnosi ono istotny wkład w rozwój nauki o Ziemi, a tym samym spełnia wymóg stawiany w artykule 16 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

3. Ocena aktywności naukowej

Pan dr Jacek Beldowski już w czasie studiów rozpoczął pracę naukową na Uniwersytecie Gdańskim. Początkowo jego zainteresowania dotyczyły procesów zawieszanej materii przydennej i statystycznej oceny stężeń metali w zawieszynie. Swoje problemy naukowe realizował w ramach grantu EU MAST III BASYS. W czasie realizacji tego grantu uczestniczył w kursie analiz systemów morskich na wyspie Vilm w Niemczech. Uzyskane wyniki Habilitant zaprezentował na sympozjum Młodych Oceanografów w Gdyni, za co uzyskał Nagrodę im. Prof. Wektorowej i na 13 konferencjach oraz opublikował w 3 wieloautorskich artykułach z bazy JCR i 1 spoza bazy.

W latach 2001 -2004 brał udział w projekcie 01-27FP 5/BEEP Biological Effect of Environmental Pollution oraz w ELOISE we współpracy z Instytutem IFREMER z Francji. W tych projektach Habilitant zajmował się analizą statystyczną danych środowiskowych. W ramach projektów uczestniczył w 6 rejsach badawczych, podczas których pobierane były próbki osadów i organizmów do badań. Wyniki uzyskane w projektach zostały opublikowane w 2 artykułach z bazy JCR, a Habilitant uczestniczył w 7 konferencjach.

W kolejnych latach prowadził badania nad sekwencyjną ekstrakcją rtęci z osadów dennych oraz opracowywał metodykę pobierania próbek do analiz metali śladowych w ramach grantu KBN (P04E 05143). Uczestniczył w grantie podróżniczym Fundacji Nauki Polskiej – wyniki zaprezentował na konferencji w Kanadzie. W tym czasie współpracował z naukowcami z Zakładu Chemii i Biochemii Morza IO PAN. W ramach tej współpracy odbył 6 rejsów badawczych po Morzu Bałtyckim. Uzyskane wyniki dr Jacek Beldowski wykorzystał podczas pisania pracy doktorskiej oraz opublikował w czasopiśmie z bazy JCR – 2 i innych – 1. Uczestniczył w 15 konferencjach, na których zaprezentowane zostały wyniki badań w postaci referatów (7) i posterów (8).

Następne badania, realizowane we współpracy z naukowcami z Uniwersytetu Gdańskiego, dotyczyły obiegu rtęci w basenie Gdańskim, uwzględniające dopływ tego pierwiastka z wodami rzek. Efekty prac zostały zamieszczone w artykułach z bazy JCR – 4 oraz zaprezentowane na 12 konferencjach – 3 referaty i 9 posterów.

W kolejnych latach dr Jacek Bełdowski kierował grantem pt. „Rola stratyfikacji wód w usuwaniu toksycznych metali z wód Bałtyckich”. Grant był realizowany we współpracy z Zakładem Optyki Morza IO PAN. W trakcie realizacji badań kierował 6 rejsami bałtyckimi. W 2011 Habilitant poprowadził międzynarodowy rejs naukowy z naukowcami z Wielkiej Brytani, Niemiec i Szwajcarii w ramach programu GEOTRACES. Wyniki badań zostały zebrane w postaci publikacji (4) i wystąpień konferencyjnych (8).

W roku 2006 dr Jacek Bełdowski odbył roczny staż w Instytucie Badań Morza Bałtyckiego w Warnemuende (Niemcy) w programie Niemieckiego Ministerstwa Nauki i Edukacji FILGAS. W ramach tego programu Habilitant rozszerzył swoje zainteresowania naukowe o obieg węgla w przyrodzie. Tematyka ta była kontynuowana w latach 2007 i 2008 w granicie FP6 EUR-Oceans i CARBOOCEAN. W ramach tych projektów odbył kolejne rejsy (jako kierownik) wraz z naukowcami z niemieckiego Instytutu Badań Morza Bałtyckiego. Wyniki opublikował w 1 artykule z bazy JCR i zaprezentował na 5 konferencjach – 3 referaty i 2 postery.

Realizując tematykę związaną z badaniami nad obiegiem rtęci rozszerzył swoje zainteresowania o Arktykę europejską. Uczestniczył w 4 rejsach w rejonie Spitsbergenu, a wyniki badań opublikowane zostały w 1 artykule i zaprezentowane na 2 konferencjach – 1 referat i 1 poster. W 2007 roku badaniami objął tematykę biodostępności i demobilizacji rtęci z osadów do wody. Wyniki opublikowano w 3 artykułach z poza wykazu bazy JCR i zaprezentowano na 7 konferencjach – 3 referaty i 4 postery.

W latach 2011 i 2013 brał udział w kolejnym granicie pt. „Rtęć w środowisku morskim na tle anomalii pogodowych” – Projekt finansowany z NCN 2011/01/B/ST10/07/697. W projekcie zajmował się elementami środowiska: zawiesina i komponenty dna morskiego. Efektem badań były 2 publikacje spoza bazy oraz wystąpienia konferencyjne – 3 referaty i 4 postery.

W roku 2010 dr Jacek Bełdowski zajął się tematyką broni chemicznej zatopionej w Bałtyku. W ramach tej tematyki Instytut Oceanologii PAN nawiązał współpracę z Akademią Wojskową i Wojskową Akademią Techniczną, a Habilitant w ramach tej współpracy sformował założenia w projekcie CHEMSEA, finansowanym w wysokości 4.8 mln Euro. W projekcie brało udział 11 instytucji z Polski, Litwy, Niemiec, Finlandii i Szwecji. Wyniki

uzyskane w realizowanym projekcie zaprezentowana na 14 konferencjach i częściowo opublikowano (3 artykuły opublikowane, 4 artykuły w druku), a także przedstawiono w prasie oraz w telewizji polskiej i zagranicznej.

Habilitant nawiązał również współpracę z administracją państwową - Generalnym Inspektoratem Ochrony Środowiska. Wynikiem tej współpracy było powołanie dr Jacka Bełdowskiego jako eksperta strony polskiej w grupie HELCOM MUNI, która zajmowała się uaktualnieniem raportu HELCOM dotyczącego zatopionej amunicji. W kolejnych latach współprzewodniczył razem z Profesorem Nielsa Petera Ruehl'a 4 spotkaniom grupy HELCOM oraz przygotowywał raport „Chemical Munitions Dumper in the Baltic Sea. A report of the ad hoc Expert Group to Update and Review the Existing Information on Dumped Chemical Munitions in the Baltic Sea”. Obecnie dr Jacek Bełdowski jest współprzewodniczącym z dr Jensem Sternhaimem z Niemiec grupy SUBMERGED przygotowującej raport na temat niebezpiecznych obiektów na dnie Morza Bałtyckiego. Współpraca w grupie CHEMSEA zaowocowała zaproszeniem Habilitanta do napisania projektu w ramach Science for Peace and Security NATO i uzyskaniem grantu – Planning Grant, Towards Monitoring of Dumper Munitions Threat. NATO SPS.EAP.SEP 984589 wartości 1.1 mln Euro. Wyniki uzyskane w badaniach opublikowano w 3 artykułach z bazy JCR, 3 spoza bazy oraz przedstawiono na 30 konferencjach. Habilitant brał udział w przygotowaniu 3 ekspertyz i uczestniczył w 3 zespołach eksperckich powołanych w tym programie.

Poza tak znaczącymi osiągnięciami na szczeblu międzynarodowym dr Jacek Bełdowski wykazał się również zaangażowaniem w działalności krajowej. Przygotował opracowanie walorów siedliska dennego w rejonie „kłapowiska” i toru podejściowego dla Portu Gdynia oraz ich wpływu na obszar Natura 2000.

Podsumowując osiągnięcia naukowe pana dr Jacka Bełdowskiego należy podkreślić, że dorobek publikacyjny jest obszerny i obejmuje:

- 23 publikacji w j. ang. w indeksowanych czasopismach z bazy Journal Citation Report;
- 12 publikacji w j. ang. w czasopismach innych wymienionych w wykazie MNiSW;
- 3 publikacje w j. pol. w innych czasopismach spoza list MNiSW;
- opublikowanie 8 artykułów przed doktoratem;
- opublikowanie 30 artykułów po doktoracie;

Łącznie Habilitant opublikował 38 prac naukowych o sumarycznej liczbie punktów 639 zgodnie z punktacją MNiSW, a sumaryczny IF opublikowanych prac wynosi 43,78. Według bazy Web of Science uzyskał Indeks Hirsha 8. Artykuły były cytowane 137 razy.

Prace Habilitanta prezentowane były na 104 konferencjach krajowych i międzynarodowych. Należy zauważyć, że pan dr Jacek Bełdowski prezentował swoje prace na konferencjach międzynarodowych o najwyższej randze w obszarze swojej działalności.

Habilitant brał udział jako wykonawca lub kierownik w 12 projektach badawczych krajowych i międzynarodowych.

4. Wniosek końcowy

Osiągnięcie naukowe i dorobek naukowy pana dr Jacka Bełdowskiego stanowi bardzo duży wkład w rozwój nauki w zakresie obiegu rtęci w osadach dennych i reprezentują wysoki poziom badań naukowych. Habilitant posiada dużą wiedzę w prezentowanym obszarze tematycznym oraz praktykę eksperymentalną w badaniach prowadzonych na obszarze akwenów morskich. Prezentowany dorobek publikacyjny jest oryginalny i przedstawia dużą wartość naukową. Aktywnie uczestniczy w życiu naukowym zarówno w kraju jak i zagranicą.

Biorąc pod uwagę wartość merytoryczną osiągnięcia naukowego, wartościowy dorobek naukowy oraz zaangażowanie w działalność organizacyjną stwierdzam, że Habilitant spełnia kryteria do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego ujęte w Ustawie „O stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 oraz w Rozporządzeniu MNiSW z dnia 01.09.2011 w sprawie oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U.Nr 196, poz. 1165) i wnoszę o nadanie dr Jackowi Bełdowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego.