



UNIWERSYTET GDAŃSKI



WYDZIAŁ CHEMII
KATEDRA CHEMII I RADIOCHEMII ŚRODOWISKA



CHEMIA UG

80-308 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 63, tel: 58 5235251; e-mail: bogdan.skwarzec@ug.edu.pl

Prof. zw. dr hab. Bogdan Skwarzec

Gdańsk, 29.01.2018 r.

Recenzja pracy habilitacyjnej dr Agaty Zaborskiej

pt. „Osady denne jako archiwum zanieczyszczenia środowiska morskiego metalami ciężkimi i radionuklidami” oraz ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Kandydatki

Dr Agata Zaborska (ur. 30.06.1977 r. w Warszawie) w latach 1996-2001 odbyła studia na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego, uzyskując dyplom magistra oceanografii, specjalność geologia morza. Po ukończeniu studiów w latach 2001-2002 brała czynny udział w rejsach badawczych i kursach naukowych. W październiku 2002 roku rozpoczęła studia doktoranckie w Zakładzie Chemii i Biochemii Morza Instytutu Oceanologii PAN w Spocie i po ich ukończeniu, w dniu 15.06.2007 roku, przedstawiła Radzie Naukowej Instytutu Oceanologii PAN rozprawę doktorską pt. „Benthic sedimentary processes and organic matter burial in the North-Western Barents Sea”, uzyskując stopień doktora nauk o Ziemi w zakresie oceanologii. Rozprawa została wykonana pod kierownictwem prof. dra hab. Janusza Pempkowiaka i wyróżniona przez Radę Naukową Instytutu Oceanologii PAN. Dr Agata Zaborska została zatrudniona w roku 2006 w Zakładzie Chemii i Biochemii Morza IO PAN, najpierw jako asystent, potem adiunkt, a obecnie specjalista chemik.

Tematyka badawcza dr Agaty Zaborskiej jest spójna i dotyczy badań morskich poświęconych oznaczaniu wybranych metali ciężkich (Cd, Pb, Zn, Cu i As) oraz radionuklidów sztucznych (^{137}Cs , ^{238}Pu i $^{239+240}\text{Pu}$) w osadach dennych pobranych w Morzu Bałtyckim, jak również Arktyki oraz wyjaśnieniu pochodzenia i losów zanieczyszczeń tymi pierwiastkami w morskich osadach dennych w dwóch zróżnicowanych środowiskach. Oznaczone przez Habilitantkę metale ciężkie oraz radionuklidy antropogeniczne są toksyczne dla środowiska morskiego, stanowią poważny problem zanieczyszczenia akwenów, gdyż ulegają sedymentacji w kolumnie wody i trafiają do osadów dennych. Z tego powodu osady denne mogą być kolektorem antropogenicznych substancji chemicznych. Podjęcie przez dr Agatę Zaborską tej tematyki badań jest ze wszech miar celowe, ponieważ substancje nieorganiczne, w tym metale ciężkie i radionuklidy sztuczne, zdeponowane w osadach

dennych stanowią swoiste archiwum działalności antropogenicznej człowieka w ostatnim stuleciu. Można w ten sposób prześledzić historię tych zanieczyszczeń oraz określić ich źródła w środowisku morskim, zarówno z rejonów uprzemysłowionych (Morze Bałtyckie) oraz dziewiczych (Arktyka Europejska)

**Ocena całokształtu działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej oraz
współpracy krajowej i międzynarodowej**

Dorobek naukowy dr Agaty Zaborskiej obejmuje:

- autorstwo i współautorstwo 33-ch artykułów naukowych (5 przed uzyskaniem stopnia doktora i 28 po uzyskaniu stopnia doktora), z których 27 stanowią oryginalne prace naukowe opublikowane w czasopismach indeksowanych przez Filadelfijski Instytut Informacji Naukowej (ISI).
- zestawienie danych biometrycznych dorobku naukowego Habilitantki na dzień 5.10.2017 roku przedstawia się następująco: sumaryczny współczynnik wpływu IF dla wszystkich 27-u publikacji z listy filadelfijskiej wynosi 57,201, a z 6-cio letnich okresów obejmujących rok wydania publikacji 65,995 (wg. JCR), natomiast dla 6-u publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, wynosi 17,88 (18,79). Sumaryczna liczba punktów wszystkich publikacji Kandydatki (zgodnie z punktacją MNiSzW w latach 2013-2016) wynosi 825 (30,6 pkt na 1 publikację), natomiast cyklu habilitacyjnego 202 (33,7 pkt na 1 publikację). Liczba cytowań wszystkich publikacji (wg Web of Science) wynosi 298 (251 bez autocytowań), a wielkość indeksu Hirscha według Web of Science i Scopus wynosi 9.

Zdecydowana większość dorobku publikacyjnego dr Agaty Zaborskiej (28 spośród 33 prac) pochodzi z okresu 2008-2017, czyli po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Za wyjątkiem 2-ch prac jednoautorskich, większość opublikowanych prac twórczych Habilitantki jest wieloautorska i stanowi wynik licznej współpracy naukowej w trakcie realizacji badań. Średnia liczba autorów dla wszystkich 33 publikacji naukowych wynosi 4,6 (od 1 do 12), natomiast dla cyklu habilitacyjnego 3 (od 1 do 5). Wieloautorskość prac naukowych nie obniża udziału własnego Kandydatki w dorobku publikacyjnym, zwłaszcza dla cyklu habilitacyjnego, który jest bardzo duży i wynosi średnio 76,7%. Podane powyżej parametry wskazują na wysoki poziom badawczy oraz dużą samodzielność naukową dr Agaty Zaborskiej w realizacji zaplanowanych eksperymentów badawczych. Wyniki swoich badań Habilitantka prezentowała na 69-ciu konferencjach naukowych, w tym na 36-ciu międzynarodowych, zarówno w formie referatów (36, w tym 14 międzynarodowych) oraz

posterów (33). Habilitantka ma również liczne i wszechstronne osiągnięcia dydaktyczne. Od roku 2012 współprowadziła zajęcia dla doktorantów Instytutu Oceanologii PAN z przedmiotu „Chemia morza”, natomiast od roku akademickiego 2013/2014 prowadzi wykład z „Radiochemii morza” dla studentów Oceanografii i Ochrony Środowiska na Wydziale Oceanografii i Geografii UG. W latach 2015-2017 współprowadziła wykłady z przedmiotów „Badania geochemiczne w rejonie Arktyki – zanieczyszczenia” oraz „Nowoczesne metody stosowane w oceanografii” dla studentów Studium Polarnego KNOW. Sprawowała nieformalną opiekę naukową nad jedną pracą magisterską, a od czerwca 2017 roku jest opiekunem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim. Ponadto dr Agata Zaborska od wielu lat opiekuje się praktykantami, stażystami oraz wolontariuszami podczas ich pracy w IO PAN oraz bierze aktywny udział w różnych formach popularyzujących naukę wśród dzieci i młodzieży szkolnej. Ważnym elementem oceny naukowej kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego jest udział w projektach naukowych i pozyskiwanie funduszy na prowadzenie badań naukowych. W tym zakresie dorobek dr Agaty Zaborskiej jest znaczący, w latach 2002-2017 brała udział w realizacji 17 projektów naukowych (w tym 7 międzynarodowych) na łączną sumę kilkudziesięciu mln zł. Do tej pory odbyła cztery staże naukowe (01.2002-06.2006 stypendium naukowe ENEA-CNR, 01.2005, staż w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie, 02.2008-06.2009 post doc w Norwegian Radiation Protection i UNLAB w Tromsø, Norwegia). Brała udział w licznych kursach naukowych oraz uczestniczyła w wielu morskich rejsach badawczych po akwenach Arktyki oraz Morza Bałtyckiego. Udział w międzynarodowych grantach oraz zagraniczne staże naukowe wskazują, że Kandydatka uczestniczy na dużą skalę we współpracy międzynarodowej.

W działalności naukowej i organizacyjnej, należy również uwypuklić dużą aktywność dr Agaty Zaborskiej jako recenzenta publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych, recenzenta projektów naukowych, uczestnika w zespołach eksperckich i konkursowych oraz konsorcjach i sieciach badawczych, jak również kierownika rejsów naukowo-badawczych na r/v „Oceania”. Brała czynny udział w 4-ch komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych. Dr Agata Zaborska jest członkiem Sekcji Chemii Morza Komitetu Badań Morza (w latach 2007-2015 pełniła funkcję sekretarza) oraz Rady Naukowej Instytutu Oceanologii PAN. Miernikiem osiągnięć naukowo-badawczych Habilitantki są jej dotychczasowe nagrody: w konkursie dla Młodych Naukowców związanych z International Polar Year-2010 oraz dwukrotnie Nagroda Dyrektora IO PAN za dorobek naukowy (2014, 2016).

Ocena osiągnięcia naukowego, czyli pracy habilitacyjnej

Osiągnięcie naukowe dr Agaty Zaborskiej pt. „Osady denne jako archiwum zanieczyszczenia środowiska morskiego metalami ciężkimi i radionuklidami” składa się z jednotematycznego cyklu 6-u artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach o międzynarodowym znaczeniu, takich jak: Journal of Environmental Radioactivity, Marine Pollution Bulletin, Estuarine, Coastal and Shelf Science i Environmental Pollution.

W mojej ocenie ideą przewodnią prac badawczych, których efektem jest rozprawa habilitacyjna, było odtworzenie historii zanieczyszczenia morskich osadów dennych wybranymi metalami ciężkimi (Pb, Cu, Zn, As i Cd) oraz radionuklidami antropogenicznymi (^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$) w uprzemysłowionych (Morze Bałtyckie) i dziewiczych (Arktyka) rejonach Ziemi. Aby osiągnąć wytyczone cele, Habilitantka przeanalizowała chemicznie i radiochemicznie segmenty osadów dennych, a następnie określiła źródła i drogi transportu zanieczyszczeń do analizowanych akwenów morskich, a także wpływ czynników środowiskowych na rozmieszczenie zanieczyszczeń w badanych osadach dennych. Mając do dyspozycji sprawdzone przez siebie procedury analityczne i radioanalityczne, dr Agata Zaborska przystąpiła do realizacji prac badawczych wchodzących w skład cyklu habilitacyjnego.

W publikacji O1 Habilitantka stwierdziła małe stężenia analizowanych radionuklidów (^{137}Cs , ^{238}Pu oraz $^{239+240}\text{Pu}$) w osadach dennych Morza Barentsa i doszła do wniosku, że transport ^{137}Cs wraz z lodem morskim jest bardzo istotnym wtórnym źródłem tego radionuklidu, natomiast źródłem plutonu dla badanej części Morza Barentsa są zakłady przerobu wypalonego paliwa jądrowego w Sellafield (W. Brytania). Otrzymane wyniki analiz posłużyły do obliczenia tempa akumulacji radionuklidów w osadach dennych i wykazały znaczenie datowania osadów do analiz historycznych zmian stężeń radiocezu i plutonu. Podobne badania przeprowadzone na osadach dennych z Morza Bałtyckiego wykazały bardzo wysokie zanieczyszczenie ^{137}Cs , a maksymalne jego zawartości stwierdzono w Zatoce Botnickiej (931 Bq/kg^{-1}) (O2). Tak duże skażenie wynika z intensywnej depozycji ^{137}Cs w tym akwenie po katastrofie jądrowej w Czarnobylu. Obserwowane duże stężenia ^{137}Cs w osadach bałtyckich są skutkiem wtórnych jego źródeł takich jak: transport rzeczny, erozja brzegów morskich czy remobilizacja. Ideą przewodnią następnej pracy dr Agaty Zaborskiej było zbadanie źródeł ołowiu poprzez analizę stosunków izotopowych $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$. Habilitantka dochodzi do wniosku, że nie tylko atmosfera i Wisła mogą być źródłem ołowiu w Zatoce Gdańskiej, ale także transport materiału z innych obszarów Bałtyku (poprzez prądy przybrzeżne) oraz transport z resuspensji i zanieczyszczeń z portów, stoczni czy kolektorów

ścieków. Ponadto stwierdziła, że znaczna część ołowiu (do 93%) pochodziła z antropogenicznej działalności człowieka, a głównym źródłem pierwiastka dla tego rejonu Bałtyku było spalanie węgla. Kontynuację zainteresowań Kandydatki stanowiły badania zawartości wybranych metali ciężkich (Pb, Cd, Hg i As) oraz ^{137}Cs w osadach dennych pobranych w akwenach południowego Bałtyku. Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły Habilitantce na stwierdzenie, że rozmieszczenie metali ciężkich w osadach zdeponowanych w tym rejonie Bałtyku związane jest z ich uziarnieniem i zawartością materii organicznej, natomiast rozmieszczenie ^{137}Cs nie zależy od właściwości osadów. Ustaliła, że w południowo-zachodniej części Bałtyku właściwości osadów są głównym czynnikiem decydującym o rozmieszczeniu analizowanych metali ciężkich, natomiast w przypadku ^{137}Cs parametry osadów nie mają istotnego znaczenia. Przeprowadzając nowatorskie badania (O5 i O6) dr Agata Zaborska, oznaczyła zawartość metali ciężkich (Pb, Cd, Cu i Zn), a także wielkości stosunku izotopowego $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ i $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ w osadach dennych rejonu Svalbard (7 fiordów oraz części otwartej Morza Barentsa) i określiła wartości tłowych stężeń metali ciężkich, co pozwoliło na określenie wielkości ładunku antropogenicznego metali w tych rejonach (od 3% w Rijpfjorden do 83% w Horsund). Ponadto stwierdziła, że metale ciężkie pochodziły głównie ze źródeł globalnych. Bardzo duży wpływ na rozmieszczenie metali w fiordach ma napływ wód atlantyckich, a w przypadku Horsundu wód wytopiskowych z lodowców. Fiordy północnego Svalbardu (Magdalenefjorden, Rijfjorden) mogą być narażone na zanieczyszczenie ołowiem pochodzącym nie tylko z Eurazji, ale również z Ameryki Północnej. Uznała, że duży wpływ na rozmieszczenie zanieczyszczeń w rejonie Svalbardu ma intensywność napływu wód atlantyckich do fiordu, jak również ilość lokalnych opadów i woda z topniejących lodowców. Z kolei ładunki ^{137}Cs wewnątrz fiordu w Brepollen, w pobliżu czoła lodowca w Hornbreen, były 10-cio krotnie większe niż na innych stacjach. Większy wpływ na zanieczyszczenie radiocezem fiordowych osadów mają rzeki, natomiast topniejące lodowce nie powodują wzrostu stężenia ^{137}Cs w osadach dennych analizowanych fiordów i nie stwarzają zagrożenia dla ekosystemu fiordu.

Wyniki dr Agaty Zaborskiej dotyczące oznaczeń zawartości metali ciężkich (Pb, Cu, Zn, As, Hg i Cd) oraz radionuklidów antropogenicznych (^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$) są rzetelne i miarodajne, ponieważ zostały one, na każdym etapie analizy chemicznej, poddane procesowi walidacji. Habilitantka zastosowała liczne certyfikowane materiały odniesienia (IAEA-300, IAEA-315, IAEA-326, IAEA-433, IAEA-385, JMS-1, MESS-4, PACS-3, BCR-414, BCR-482), NBS-981, ACS-3, BCR-414, BCR-482 i NBS-981) i oznaczyła analizowane metale ciężkie przy wykorzystaniu spektrometrii atomowej absorpcyjnej AAS, natomiast

skład izotopowy ołowiu przy pomocy ICP-MS, a pomiaru aktywności radionuklidów dokonała za pomocą spektrometrii gamma (^{137}Cs) oraz alfa (^{238}Pu i $^{239+240}\text{Pu}$).

Wyniki badań naukowych dr Agaty Zaborskiej zawarte w cyklu habilitacyjnym są bardzo interesujące, nowatorskie i powinny być w dalszym ciągu kontynuowane, zwłaszcza na obszarach o zróżnicowanych wpływach antropogenicznej działalności człowieka. Obszary polarne (Arktyka), ze względu na swoje unikatowe ekosystemy, powinny być szczególnie chronione i znajomość czynników chemicznych i radiochemicznych, powodująca ich skażenie oraz dróg ich przemieszczania na Ziemi jest ważnym elementem współczesnej oceanologii. Połączenie pomiarów stężeń metali ciężkich i radionuklidów z datowaniem kolejnych warstw osadów dennych pozwala odtworzyć historie zanieczyszczeń rejonów uprzemysłowionych (Morze Bałtyckie) oraz rejonów dziewiczych (Arktyka Europejska). Habilitantka wykazała, że osady denne stanowią archiwum zanieczyszczenia środowiska morskiego metalami ciężkimi i radionuklidami antropogenicznymi. Otrzymane przez Kandydatkę wartości stosunków izotopów stabilnych ołowiu i izotopów radioaktywnych pozwalają określić źródło zanieczyszczenia, a także ocenić wpływ różnych dróg transportu na badany akwen. Poznanie obecnego stopnia zanieczyszczenia osadów ma istotny wpływ na działania człowieka w przyszłości w celu ochrony rejonów dziewiczych (nieskażonych).

Podsumowując osiągnięcie naukowe dr Agaty Zaborskiej, stwierdzam, że Habilitantka, jako jedna z pierwszych na świecie, wykorzystała otrzymane wyniki analiz chemicznych i radiochemicznych do określenia pochodzenia i losu zanieczyszczeń w morskich osadach dennych zdeponowanych w całkowicie odmiennych środowiskach. Ten aspekt pracy habilitacyjnej Kandydatki, związany z połączeniem stężeń metali ciężkich i radionuklidów z datowaniem osadów dennych, jest nowatorski, bardzo przyszłościowy i wnosi najwięcej nowości naukowej, gdyż pozwala na odtworzenie historii zanieczyszczeń rejonów uprzemysłowionych (Morze Bałtyckie) i dziewiczych (Arktyka Europejska). Nie mam wątpliwości, że rozprawa habilitacyjna dr Agaty Zaborskiej wnosi znaczny wkład do naszego stanu wiedzy o stopniu zanieczyszczenia środowiska morskiego i oceanicznego metalami ciężkimi, drogami jego migracji na Ziemi i źródłach jego pochodzenia.

Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze

Poza publikacjami wchodzącymi w skład cyklu habilitacyjnego dr Agata Zaborska jest autorem i współautorem 27-u artykułów naukowych, które były realizowane w ramach jej pracy doktorskiej, jak również współpracy z wieloma krajowymi i zagranicznymi zespołami

naukowymi. Tematyka tych badań dotyczy zanieczyszczenia osadów dennych Morza Barentsa i Bałtyku substancjami organicznymi (WWA, PCB i HCB), losu węgla organicznego w ekosystemach polarnych oraz wpływu zmian klimatycznych na obieg węgla oraz datowania osadów dennych metodą radioołowiu ^{210}Pb , jak również przemieszczania zanieczyszczeń antropogenicznych przez ptaki morskie. Na szczególne podkreślenie zasługuje wyjątkowa aktywność dr Agaty Zaborskiej w samodzielnym pobieraniu próbek badawczych poprzez udział w licznych rejsach po akwenach Arktyki Europejskiej, jak również Morza Bałtyckiego. Jej skuteczność w pozyskiwaniu funduszy (granty, projekty naukowe) jest bardzo wysoka i świadczy o samodzielności Habilitantki w pozyskiwaniu środków finansowych na prowadzenie badań naukowych. Ponadto Kandydatka uczestniczyła w licznych stażach i kursach naukowych organizowanych przez uznanych na arenie międzynarodowej specjalistów z analizy chemicznej i radiochemicznej (prof. Carlo Papucci, prof. Elis Holm, prof. JoLynn Carroll i prof. Jerzy Mietelski).

Wszystkie wymienione wyżej fakty, jak również utrzymywanie licznych kontaktów naukowych z szeregiem instytucji badawczych krajowych i zagranicznych, wskazują na istotną aktywność naukową Habilitantki.

Podsumowanie

Najbardziej istotnymi elementami decydującymi o naukowej wartości i oryginalności przedstawionej do recenzji rozprawy habilitacyjnej (osiągnięcia naukowego i istotnej aktywności naukowej) są oznaczenia stężeń wybranych metali ciężkich (Pb, Cd, Zn, Cu i As) oraz radionuklidów sztucznych (^{137}Cs , ^{238}Pu i $^{239+240}\text{Pu}$) w osadach dennych pobranych w rejonach polarnych Arktyki Europejskiej i Morza Bałtyckiego, określenie tempa sedymentacji osadów metodą radioołowiu ^{210}Pb , a następnie w oparciu o uzyskane wyniki określenie źródeł pochodzenia i losu zanieczyszczeń w morskich osadach dennych zdeponowanych w całkowicie odmiennych środowiskach. Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę ustanowienia metodyki regularnych badań monitorowania stężeń zanieczyszczeń omawianych akwenów morskich. Habilitantka planuje w przyszłości skupić się na oznaczeniu wtórnych źródeł i ładunków zanieczyszczeń w Arktyce, takich jak spływ z topniejącej zmarzliny, czy wód wytopionych z lodowców oraz badać mechanizmy akumulacji zanieczyszczeń na powierzchni lodowców.

Dr Agata Zaborska jest dojrzałym, samodzielnie myślącym i bardzo pracowitym naukowcem o istotnym już dorobku badawczym i dobrych perspektywach na przyszłość. Jej osiągnięcia naukowe przedstawione w pracy habilitacyjnej są znacznym wkładem do rozwoju chemii morza i oceanologii. Bardzo pozytywnie oceniam także aktywność naukową

Habilitantki w zakres nie wchodzący w skład pracy habilitacyjnej: jej sumaryczny dorobek publikacyjny, aktywność organizacyjną i dydaktyczną oraz współpracę z wieloma instytucjami badawczymi. Ponadto jej osiągnięcia i umiejętności naukowe stanowią bardzo dobrą podstawę do dalszych badań dotyczących rozpoznania źródeł i mechanizmów nagromadzania zanieczyszczeń chemicznych w środowisku morskim i oceanicznym oraz stworzenia własnej grupy badawczej w Instytucie Oceanologii PAN w Sopocie.

Jestem zdania, że zarówno wysoka ocena pracy habilitacyjnej, jak i bardzo pozytywna ocena ogólnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej dr Agaty Zaborskiej upoważnia mnie do stwierdzenia że spełnia Ona wszystkie warunki stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, sformułowanym w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65 poz. 595, z p.zm. Dz.U. z 2016 r. poz. 882 i 1311 oraz Dz.U. z 2017 r. poz.859).

Wnoszę zatem do Rady Naukowej Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie wniosek o dopuszczenie dr Agaty Zaborskiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

B. Skotarc