

Prof. dr hab. Inż. Żaneta Polkowska  
Katedra Chemii Analitycznej  
Wydział Chemiczny  
Politechnika Gdańska  
ul. Narutowicza 11/12  
80-233 Gdańsk

Gdańsk, dnia 05.02.2018 r.

## RECENZJA

### osiągnięcia naukowego dr Agaty Zaborskiej

pt: „*Osady denne jako archiwum zanieczyszczenia środowiska morskiego metalami ciężkimi i radionuklidami*”, którą stanowi cykl sześciu publikacji

#### Informacje ogólne

Dr Agata Zaborska 13.06.2001 roku uzyskała tytuł magistra w dziedzinie oceanografii, ze specjalizacją geologia morza, na Uniwersytecie Gdańskim.

Sześć lat później (13.06.2007) uzyskała stopień naukowy **doktora**, w dyscyplinie Nauk o Ziemi, w zakresie oceanologii, na podstawie rozprawy doktorskiej: „*Benthic sedimentary processes and organic matter burial in the northwestern Barents Sea*” obronionej w Instytucie Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie.

Zatem dr Agata Zaborska **spełnia podstawowy wymóg ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego** - wymóg posiadania stopnia naukowego doktora.

#### Ocena osiągnięcia naukowego

Środowisko morskie jest odbiorcą znacznych ładunków substancji pochodzących z działalności człowieka. Do zanieczyszczeń środowiska morskiego zalicza się między innymi metale ciężkie np. kadm (Cd), ołów (Pb), cynk (Zn), miedź (Cu), arsen (As) oraz radionuklidy antropogeniczne  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$  i  $^{137}\text{Cs}$ . Metale ciężkie pochodzą ze źródeł naturalnych (wietrzenie skał, wybuchy wulkanów), a także antropogenicznych (przemysł energetyczny, metalurgiczny, transport, spalanie odpadów). Natomiast radionuklidy antropogeniczne syntetyzowane są przy produkcji

broni jądrowej, paliwa do elektrowni jądrowych oraz do celów medycznych, naukowych i technicznych. Dostają się one do środowiska podczas prób broni jądrowej (najwięcej prób jądrowych odbyło się w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku), kontrolowanych dostaw z elektrowni jądrowej i zakładów przeróbki paliwa jądrowego, a także w wyniku wypadków jądrowych (np. katastrofy w Czarnobylu i w Fukushima).

Osiągnięcie naukowe, przedstawione w cyklu sześciu publikacji, zatytułowane: „*Osady denne jako archiwum zanieczyszczenia środowiska morskiego metalami ciężkimi i radionuklidami*” wpisuje się w nurt prac mających na celu uzyskanie rzetelnych informacji na temat pochodzenia i losu zanieczyszczeń w morskich osadach dennych zdeponowanych w dwóch kontrastujących środowiskach.

Habilitantka zwróciła uwagę na problem zanieczyszczenia środowiska morskiego, które dotyczy zarówno licznie zamieszkałych i uprzemysłowionych rejonów Ziemi (Morze Bałtyckie), jak i najbardziej dziewiczych regionów świata (Arktyka). Problem ten jest związany z akumulacją zdeponowanych w osadach dennych zanieczyszczeń. Intensyfikacja działalności człowieka w rejonie dna morskiego sprawia, że zanieczyszczenia mogą być wprowadzane z powrotem do obiegu wody i następnie mogą być dostępne dla organizmów morskich. Co stanowi bardzo duże niebezpieczeństwo dla środowiska, ponieważ metale ciężkie, jak i radionuklidy wykazują bardzo dużą toksyczność.

Na cykl publikacji stanowiący osiągnięcie habilitacyjne dr Agaty Zaborskiej składają się prace opublikowane w renomowanych czasopismach o sumarycznym współczynniku oddziaływania  $IF=17,88$  (18,795 letni) oraz (KBN/MNiSW=205).

1. **Zaborska A.**, Mietelski J.W., Carroll J., Papucci C., Pempkowiak J., 2010. Sources and distributions of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  and  $^{239,240}\text{Pu}$  in the Barents Sea. *Journal of Environmental Radioactivity* 101 (4), 323-331.  $IF$  (2010)=1.33,  $IF$  (5letni)=2.350, pkt MNiSW – 30, liczba cytowań wg WoS: 15
2. **Zaborska A.**, Winogradow A., Pempkowiak J., 2014. Caesium-137 distribution, inventories and accumulation history in the Baltic Sea sediments. *Journal of Environmental Radioactivity* 127, 11–25.  $IF$  (2014)= 2.483,  $IF$  (5letni)=2.350, pkt MNiSW – 30, liczba cytowań wg WoS: 10
3. **Zaborska A.**, 2014. Anthropogenic lead concentrations and sources in Baltic Sea sediments based on lead isotopic composition. *Marine Pollution Bulletin* 85 (1), 99-113.  $IF$  (2014)=2.991,  $IF$  (5letni)=3.780, pkt MNiSW – 40, liczba cytowań wg WoS: 5
4. **Zaborska A.**, Kosakowska A., Bełdowski J., Bełdowska M., Szubska M., Walkusz-Miotk J., Żak A., Ciechanowicz A., Wdowiak M., 2016. The distribution of heavy metals and 4  $^{137}\text{Cs}$  in

the central part of the Polish maritime zone (Baltic Sea) – the area selected for wind farm acquisition. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.12.007>. IF (2016)=2.176, IF (5letni)=2.541, pkt MNiSW – 35, liczba cytowań wg WoS: 0

5. **Zaborska A.**, Beszczyńska-Möller A., Włodarska-Kowalczyk M., 2017, History of heavy metal accumulation in the Svalbard area: distribution, origin and transport pathways. *Environmental Pollution* 231 (1), 437-450. IF (2017)=5.099, IF (5letni)= 5.552, pkt MNiSW – 40, liczba cytowań wg WoS: 0
6. **Zaborska A.**, 2017. Sources of <sup>137</sup>Cs to an Arctic fjord (Hornsund, Svalbard). *Journal of Environmental Radioactivity* 180, 19-26. IF (2016)=2.310, IF (5letni)= 2.633, pkt MNiSW – 30, liczba cytowań wg WoS: 0

Cztery z przedstawionych prac są wieloautorskie (dwie są jednoautorskie) co w chwili obecnej jest powszechną praktyką wynikającą ze specyfiki procesu badawczego (przygotowanie koncepcji pracy, pobranie próbek, wykonanie analiz, wielowątkowa interpretacja).

We wszystkich sześciu publikacjach Habilitantka jest pierwszym autorem, a wkład pracy w powstanie publikacji określiła od 55% do 100%. W pięciu na sześć prac Habilitantka napisała, że „...*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu koncepcji badań*” co świadczy o jej wiodącej roli w przygotowanie manuskryptu. Prace opublikowane są w renomowanych czasopismach, wszystkie po 2010 roku.

Badania przeprowadzone przez Habilitantkę (**publikacja nr 1**) nad oznaczeniem całkowitej zawartości <sup>137</sup>Cs, <sup>238</sup>Pu oraz <sup>239,240</sup>Pu w datowanych osadach dennych Morza Barentsa pokazały, że zmierzone stężenia radionuklidów były bardzo niskie w porównaniu ze stężeniami tych radionuklidów notowanymi dla Morza Bałtyckiego. Podwyższone stężenia cezu zanotowano jedynie dla stacji położonych w północnym rejonie Morza Barentsa. Jako źródło tej sytuacji podejrzewany jest tak zwany „brudny lód” powstający u wybrzeży Syberii (w szczególności dla <sup>137</sup>Cs). Natomiast najwyższe stężenia plutonu zmierzono w południowej części morza Barentsa, w obszarze który jest pod silnym wpływem wód pochodzenia atlantyckiego napływających wraz z Prądem Północnoatlantyckim. W pracy podkreślono również wartość przeprowadzonego datowania osadów do analiz historycznych zmian stężeń radionuklidów.

Dalsza analiza problemu (**publikacja 2**) związana była z badaniem osadów dennych pobranych z Morza Bałtyckiego. W ramach prowadzonych badań wykonano datowanie warstw osadów metodą  $^{210}\text{Pb}$ . Wyniki badań pokazały, że Morze Bałtyckie jest silnie zanieczyszczone cezem. Tak duże zanieczyszczenie tego rejonu cezem może wynikać z faktu, że w Zatoce Botnickiej wystąpiła najwyższa depozycja cezu z atmosfery po katastrofie jądrowej w Czarnobylu. Wyniki badań pokazują także, że pewien wpływ na zanieczyszczenie Morza mają też lokalne warunki środowiskowe i właściwości osadów dennych.

W kolejnym kroku (**publikacja nr 3**) Habilitantka badała możliwość wykorzystania stosunków Pb do oznaczania źródeł ołowiu w środowisku. Celem pracy było określenie historycznych ładunków ołowiu i innych metali oraz określenie udziału różnych źródeł ołowiu w osadach. Wnioski wyciągnięte na podstawie przeprowadzonych badań pokazują, że nie tylko atmosfera i Wisła były/są ważnymi źródłami Pb dla Zatoki Gdańskiej, ale duże znaczenie mogły mieć też inne źródła, na przykład transport materiału z innych rejonów Bałtyku, transport Pb z resuspensji z innych rejonów morza oraz transport zanieczyszczeń z portów, stoczni czy kolektorów ścieków.

W ramach projektu Aquillo finansowanego przez NCBiR powstała (**publikacja nr 4**) dotycząca określenia rozmieszczenia zanieczyszczeń (m.in metali ciężkich i  $^{137}\text{Cs}$ ) w osadach dennych pobranych w rejonie Głębi Bornholmskiej, Ławicy Słupskiej i Rynny Słupskiej. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyciągnięcie wniosku, że rozmieszczenie metali ciężkich w osadach zdeponowanych w tym rejonie Morza Bałtyckiego związane jest z właściwościami osadów czyli uziarnieniem i zawartością materii organicznej, jednak nie dotyczy radionuklidu  $^{137}\text{Cs}$ .

Także praca (**publikacja nr 5**) powstała w ramach projektu NCN, którego celem było określenie historycznych ładunków metali ciężkich znajdujących się w osadach dennych pobranych w różnych rejonach Svalbardu: siedmiu fiordach oraz części otwartej Morza Barentsa. W efekcie przeprowadzonych badań stwierdzono, że metale ciężkie zdeponowane w osadach pochodziły głównie ze źródeł globalnych, a jedynie w przypadku Hornsundu z wód wytopiskowych z lodowców.

Celem ostatniej pracy (**publikacja nr 6**) wchodzącej w skład dzieła, było sprawdzenie czy osady denne zdeponowane przed czołami lodowców Hansbreen i Hornbreen są silniej zanieczyszczone  $^{137}\text{Cs}$  niż osady położone w centralnej części fiordu Hornsund. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że topniejące lodowce nie powodują podwyższenia stężenia  $^{137}\text{Cs}$  w osadach dennych zdeponowanych w fiordzie, więc nie stwarzają zagrożenia dla ekosystemu fiordu.

W każdej publikacji uzyskane wyniki były szeroko dyskutowane w konfrontacji z wynikami uzyskanymi przez innych badaczy. Habilitantka podejmowała próby wyjaśnienia przyczyn różnic lub zbieżności wyników oraz dostrzegała i postulowała obszary do dalszych badań. Zatem uzyskane rezultaty mają charakter twórczy, poznawczy wnoszący nowe informacje w rozwój dziedziny.

Podsumowując, w przedstawionym cyklu publikacji Habilitantka podjęła próbę interesującej dyskusji na temat historii zanieczyszczenia morskich osadów dennych metalami ciężkimi i radionuklidami antropogenicznymi w uprzemysłowionych i dziewiczych rejonach Ziemi. Ważnym aspektem tych badań było rozpoznanie źródeł i dróg transportu zanieczyszczeń do zbiorników morskich, a także określenie wpływu zmieniających się czynników środowiskowych na rozmieszczenie zanieczyszczeń w osadach dennych.

W konkluzji stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dr Agaty Zaborskiej **spełnia kryterium znacznego wkładu autora w rozwój dyscypliny.**

### **Ocena aktywności naukowej**

Dr Agata Zaborska już w trakcie studiów na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego (1996-2001) wykazywała się znaczną aktywnością naukową rozpoczynając w roku 1999 współpracę z naukowcami z Zakładu Ekologii Morza Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk pod opieką prof. IO PAN, dr hab. Marka Zajączkowskiego. W czerwcu 2000 roku wypłynęła na 2,5-miesięczny rejs badawczy na *r/v Oceania*, podczas którego samodzielnie zebrała materiał badawczy.

Po obronie pracy magisterskiej wypłynęła w kolejny rejs na statku *Professor Molchanov*, gdzie brała udział w projekcie liczenia ptaków na Morzu Grenlandzkim a

następnie brała udział w części fiordowej rejsu AREX na pokładzie r/v *Oceania*, pobierając rdzenie osadów dennych z fiordu Kongsfjorden.

W styczniu 2002 roku Habilitantka wyjechała na 6-miesięczne stypendium dotyczące *"Radiometric techniques for dating sediments"*. Pod opieką prof. Carlo Papucci uczyła się analizy radionuklidów ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) metodą spektrometrii gamma, które oznaczała w próbkach osadów dennych oraz nauczyła się obliczania tempa akumulacji osadów dennych. Od tego momentu zaczyna się jej praca z radionuklidami. Dodatkowo w czasie 3-tygodniowego rejsu na r/v *"Urania"* po Morzu Śródziemnym nauczyła się technik pobierania próbek wody morskiej do analizy radionuklidów ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ). Ten okres badań zaowocował dwoma publikacjami naukowymi oraz wyniki zaprezentowano na sześciu konferencjach w formie referatów i posterów. Po powrocie do Polski, w październiku 2002 roku Habilitantka rozpoczęła studia doktoranckie w Zakładzie Chemii i Biochemii Morza w Instytucie Oceanologii PAN pod opieką prof. dr hab. inż. Janusza Pempkowiaka. W tym czasie brała udział w wielu wyprawach badawczych, podczas których pobierała próbki osadów dennych a następnie poddawała je analizom. Następnie Habilitantka otrzymała finansowanie od Komitetu Badań Naukowych w ramach grantu własnego zatytułowanego *„Adaptacja metody  $^{210}\text{Pb}$  do datowania osadów arktycznych (Kongsfjorden i Morze Barentsa), 2003-2004* a także w ramach grantu promotorskiego *„Charakterystyka reżimu sedymentacyjnego i stężenia zanieczyszczeń w osadach dennych Morza Barentsa*. W 2007 roku Habilitantka złożyła rozprawę doktorską i 13 czerwca obroniła ją z wyróżnieniem przed Radę Naukową IO PAN. Okres ten zaowocował opublikowaniem 16 prac.

Sumaryczny Impact Factor opublikowanych w tym czasie publikacji wynosi: **40.813 / 46.789** (okres 5letni); sumaryczna liczba punktów MNiSW (wg listy z 2013-2016 r.) publikacji wynosi: **620**.

Po otrzymaniu stopnia naukowego doktora Habilitantka realizowała/realizuje dwa granty jako Kierownik, jeden fundowany przez MNiSW - *„Określenie abiotycznych i biotycznych uwarunkowań oraz wielkości strumieni węgla w rejonie Frontu Polarnego (Morze Grenlandzkie i Północny Atlantyk)”* 2008-2011 i drugi z NCN - *„Wpływ Prądu Zachodniospitsbergeńskiego na rozmieszczenie metali ciężkich w dwóch fiordach Zachodniego Spitsbergenu”* 2016-2018.

Głównym nurtem tematycznym prac badawczych dr Agaty Zaborskiej są tematy związane z baniami i problemami związanymi z osadami dennymi pełniącymi rolę archiwum zanieczyszczenia środowiska morskiego metalami ciężkimi i radionuklidami.

Ponadto dr Agata Zaborska uczestniczyła m.in. w badaniach dotyczących:

- osadów dennych z jezior oraz próbek gleby z kolonii ptasiej w Hornsundzie;
- monitorowania stężeń węgla organicznego i substancji biogenicznych w strefie frontalnej Morza Grenlandzkiego;
- analizy tempa akumulacji osadów dennych w Morzu Bałtyckim;
- analiz kwasów tłuszczowych, mogą być wykorzystywane do badania zależności w sieciach troficznych organizmów morskich;
- pomiarów  $^{210}\text{Po}$  oraz  $^{210}\text{Pb}$  w próbkach biotycznych, np. ptaków morskich;
- transportu i losu materiału dostarczanego do Zatoki Gdańskiej przez Wisłę;
- pomiarów tempa akumulacji osadów dennych, a także tempa akumulacji i „grzebania” węgla organicznego;
- oznaczania całkowitej zawartości  $^{137}\text{Cs}$  w osadach bałtyckich;
- oznaczania metali ciężkich, a szczególnie z wykorzystaniem stosunków izotopowych do określenia źródeł zanieczyszczenia;
- pomiarów stężeń metali ciężkich i izotopów ołowiu w próbkach rdzeni osadów dennych pobranych z Morza Bałtyckiego;
- analiz  $^{137}\text{Cs}$  w próbkach osadów dennych;
- akumulacji i pochodzenia węgla organicznego w fiordzie Hornsund i Kongsfjorden.

Łączny opublikowany dorobek (na dzień 05.10.2017) to 33 prac naukowych, w tym 27 z sumarycznym IF-**57,202** (5 letni **65,995**) i punktacją MNiSW 825 pkt., indeks Hirscha – 9, a prace były **cytowane 255** razy (**216** bez autocytowań).

Na uwagę zasługuje fakt, że dr Agata Zaborska jest pierwszym autorem w 6 (na 6) publikacjach (JRC) stanowiących Jej osiągnięcie habilitacyjne oraz w 5 pracach z pozostałego dorobku, a w kolejnych 6 publikacjach jest drugim autorem.

Nie mam wątpliwości, że dr Agata Zaborska jest bardzo aktywnym naukowo członkiem społeczności naukowej, wykazującym dużą umiejętność pracy w zespole. W konkluzji stwierdzam, że dr Agata Zaborska **spełnia kryterium wykazania się istotną aktywnością naukową.**

## **Wniosek końcowy**

Reasumując uważam, że przedstawione mi **osiągnięcie naukowe** dr Agaty Zaborskiej w postaci cyklu sześciu publikacji pt.: „*Osady denne jako archiwum zanieczyszczenia środowiska morskiego metalami ciężkimi i radionuklidami*”, **spełnia kryteria ustawy** o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U., 2003, 65, 595 z późniejszymi zmianami).

Stąd **wniosuję o dopuszczenie dr Agaty Zaborskiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.**

Gdańsk, 05 lutego 2018 r.

Prof. dr hab. inż. Żaneta Polkowska

