



Dr hab. Agata Zaborska, prof. IO PAN

Instytut Oceanologii PAN
ul. Powstańców Warszawy 55
81-712 Sopot
agata@iopan.pl

Sopot, 10 lipca 2024

**Opinia w postępowaniu w sprawie nadania dr Michałowi Saniewskiemu
stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych
i przyrodniczych, w dyscyplinie Nauki o Ziemi i Środowisku**

Podstawowe dane dotyczące przebiegu pracy naukowej Habilitanta

Pan dr Michał Saniewski otrzymał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska w 2018 roku w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowym Instytucie Badawczym. Promotorem rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Analizy źródeł i dystrybucji ^{90}Sr jako podstawa prognozowania poziomu radioaktywności w środowisku południowego Bałtyku” była dr hab. inż. Tamara Zalewska, prof. IMGW-PIB. Pan dr Michał Saniewski jest pracownikiem Ośrodka Morskiego Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego od 2008 roku. Od 2019 roku zajmuje stanowisko adiunkta.

Ocena osiągnięcia naukowego

Wskazane do oceny osiągnięcie naukowe zawiera cykl ośmiu artykułów naukowych powiązanych tematycznie opublikowanych w czasopiśmie z listy Journal Citation Reports (JCR). Udział Habilitanta w ich powstaniu jest jasno określony i znajduje potwierdzenie w oświadczeniach współautorów załączonych do wniosku. We wszystkich publikacjach Habilitant jest pierwszym autorem, co jest szczególnie warte podkreślenia.

Potwierdza to wiodącą rolę Habilitanta w powstaniu całego cyklu tematycznego, składającego się na osiągnięcie naukowe. Przedstawione publikacje dotyczą zanieczyszczenia różnych elementów ekosystemów polarnych (Arktyki, Antarktyki oraz Skandynawii) antropogenicznymi izotopami promieniotwórczymi. Artykuły opublikowano w dobrych czasopismach np. *Chemosphere* oraz *Marine Pollution Bulletin* charakteryzujących się współczynnikiem wpływu od 1.9 do 8.9.

Cykl habilitacyjny rozpoczyna praca (**artykuł 1**) poświęcona określeniu stężenia aktywności izotopu ^{137}Cs u siedmiu przedstawicieli mszaków pobranych w różnych lokalizacjach archipelagu Svalbard. Stwierdzono, że testy broni jądrowej, których szczyt przypadał na wczesne lata sześćdziesiąte, są głównym źródłem tego izotopu. Odnotowano znikomy wpływ awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu i w Fukushima na ten rejon świata. Rozpoznano dużą różnorodność w stężeniu aktywności radionuklidu w badanych gatunkach (zakres wartości od 41 Bgkg^{-1} do 699 Bgkg^{-1}). Habilitant doszedł do wniosku, że poza specyfiką danego gatunku, również warunki środowiskowe, takie jak rodzaj podłoża, pH, granulometria gleby czy obecność lodowców, mogą wpływać na aktywność radioizotopów w badanych gatunkach. Zasugerował również, że ze względu na dużą zdolność do akumulacji ^{137}Cs dwa gatunki mszaków: *R. lanuginosum* and *C. delisei* mogą służyć jako organizmy wskaźnikowe skażenia środowiska tym izotopem.

Druga publikacja (**artykuł 2**) poświęcona jest bardzo ciekawemu zagadnieniu dotyczącemu wpływu lodowców na rozmieszczenie radionuklidów w glebie i porostach. Lodowce przez dekady akumulowały izotopy promieniotwórcze pochodzące z transportu atmosferycznego i teraz w dobie globalnego ocieplenia i intensywnego topnienia lodowców, izotopy te dostarczane są do ekosystemu. Do pomiarów wybrano jeden gatunek porostu *Cetrariella delisei*. Wyciągnięto wniosek, że głównym czynnikiem wpływającym na zmienność aktywności promieniotwórczych izotopów pochodzenia antropogenicznego w porostach Spitsbergenu była odległość od czoła lodowca. Habilitant stwierdził, że oprócz bezpośredniego opadu atmosferycznego, porosty mogą absorbować radionuklidy wraz z brakującymi do ich rozwoju składnikami wody opadowej. Nie stwierdzono aby podłoże było źródłem radionuklidów gdyż porosty nie mają możliwości pobierania

makroskładników z podłoża, są w stanie jednak absorbować brakujące składniki z wody opadowej.

Kolejna publikacja (**artykuł 3**) dotyczyła określenia zanieczyszczenia izotopami promieniotwórczymi mszaków, porostów, roślin naczyniowych oraz zielenic pobranych w Antarktyce. Stężenia aktywności ^{90}Sr i ^{137}Cs były 3 krotnie niższe niż w Arktyce i zmieniały się w zależności od gatunku roślin. Bazując na stosunku obydwóch izotopów wyznaczono źródło izotopów. Był to opad atmosferyczny powstały w wyniku testów broni jądrowej w latach 1945–1980. Zauważono ciekawe różnice w rozmieszczeniu izotopów promieniotwórczych, wyróżniono dwa obszary z podwyższonymi aktywnościami tj będące pod wpływem lodowców oraz znajdujące się pod wpływem kolonii ptaków. Ponadto podwyższone aktywności ^{137}Cs oraz ^{90}Sr zmierzono również w porostach i glebie w rejonie czoła lodowca. Wyższe średnie aktywności ^{137}Cs i ^{90}Sr w roślinach pobranych z obszarów skolonizowanych przez pingwiny i ssaki morskie spowodowane były ciągłą absorpcją tych izotopów z gleby ornitogenicznej. Habilitant we wnioskach końcowych podsumował, że podobnie jak w Arktyce, również w Antarktyce topniejące lodowce mogą być ważnym wtórnym źródłem zanieczyszczeń, za dodatkowe ważne źródło w tym rejonie uznał kolonie pingwinów.

Artykuł 4 dotyczy poziomów aktywności ^{137}Cs w mchach, porostach i glebach pobranych z 6 lokalizacji na Wyspie Niedźwiedziej. Zmierzono również stabilne izotopy węgla i azotu ($\delta^{13}\text{C}$ i $\delta^{15}\text{N}$) aby uzupełnić dane w wiedzę o źródłach i jakości węgla i azotu w ekosystemie lądowym. W przypadku tej publikacji Habilitant określił również współczynnik biokoncentracji radioaktywnego cezu w roślinach czyli stosunek stężenia aktywności ^{137}Cs w roślinie do stężenia aktywności ^{137}Cs w glebie. Wyższe stężenia ^{137}Cs zmierzono w mchach i porostach w porównaniu do różnych gatunków roślin naczyniowych oraz gleb. Wyższe $\delta^{13}\text{C}$ i $\delta^{15}\text{N}$ zmierzono w glebach niż w roślinach naczyniowych i kryptogamicznych. W przypadku roślin naczyniowych głównym źródłem azotu i ^{137}Cs było podłoże, a u organizmów kryptogamicznych opad atmosferyczny. Zbliżony do jedności współczynnik wzbogacenia (CF), liczony jako aktywność ^{137}Cs

w roślinach naczyniowych dzielona przez aktywność ^{137}Cs w glebie według Habilitanta potwierdza, że źródłem tego izotopu jest podłoże.

W kolejnej publikacji (**artykuł 5**) określono główne procesy kształtujące poziomy izotopów ^{137}Cs i ^{90}Sr w arktycznych jeżowcach. Zwykle organizmy te są pomijane w badaniach więc wyniki te są bardzo ważne i ciekawe. Stężenia izotopów były dość niskie. We wszystkich badanych organizmach zaobserwowano odwrotnie proporcjonalną zależność pomiędzy wzrostem osobnika a aktywnością ^{137}Cs , co wskazuje, że akumulacja przebiega najskuteczniej u młodych osobników, kiedy wzrost jest najintensywniejszy, lub że na skutek przyrostu masy następuje rozcieńczenie badanych izotopów. Akumulacja ^{90}Sr i ^{137}Cs była zależna również od preferencji żywieniowych badanych gatunków, a jej efektywność wzrastała w organizmach cechujących się drapieżnym/padlinożernym trybem życia. Bardzo duży udział masy wapiennej w stosunku do suchej masy występujący u jeżowców sprawiał, że organizmy te charakteryzowały się niezwykle wysokim współczynnikiem wzbogacenia ^{90}Sr .

Bardzo podobny do poprzedniego następny artykuł (**Artykuł 6**) dotyczy rozmieszczenia izotopów ^{137}Cs i ^{90}Sr w arktycznych ukwiałach pobranych z pięciu oddalonych lokalizacji Archipelagu Svalbard. Stężenia badanych izotopów w ukwiałach były niższe niż ich stężenia w jeżowcach. W wyniku badań stwierdzono również negatywną zależność stężenia aktywności izotopów promieniotwórczych z wielkością organizmów co potwierdza tezę o efektywnej akumulacji u młodych osobników a potem rozcieńczaniu radionuklidów z rosnącym rozmiarem organizmów. Stężenia aktywności radionuklidów różniły się statystycznie pomiędzy lokalizacjami. Najwyższe aktywności zmierzono w rejonach będących pod wpływem kolonii ptaków, związane jest to z dużą ilością materii organicznej w pobliżu kolonii i powinowactwem ^{137}Cs do materii organicznej. Obydwa izotopy akumulowane były w organizmach w zbliżonym tempie, nawet Sr który zwykle intensywniej akumuluje się w organizmach z pancerzykami. Według Habilitanta mogło być związane ze znacznym gromadzeniem Ca, którego naturalnym analogiem jest Sr w komórkach naskórki macek ukwiałow. Habilitant ostatecznie wnioskował, że z uwagi na fakt że w rejonach przybrzeżnych będących pod wpływem

kolonii ptaków, ujść rzek i spływu powierzchniowego, obserwował wyższe aktywności ^{90}Sr i ^{137}Cs niż w organizmach z rejonów otwartego morza, duże kolonie ptaków wpływają na aktywność izotopów nie tylko na lądzie ale również w morzu.

Następny artykuł (**artykuł 7**) opisuje rozmieszczenie ^{137}Cs w morskim środowisku Wyspy Króla Jerzego w Antarktyce. Przebadano aktywność ^{137}Cs w wodzie morskiej, osadach dennych, makroglonach i wybranych gatunkach zoobentosu. Woda morska cechowała się bardzo niskimi stężeniami aktywności cezu. Bardzo niskie średnie stężenie ^{137}Cs zmierzono w makroglonach (1.00 Bqkg^{-1}) oraz w makrozoobentosie (1.52 Bqkg^{-1}). W tej pracy zmierzono $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ oraz obliczono roczną dawkę promieniowania, którą otrzymują organizmy. Habilitant zakładał, że organizmy zoobentosowe żerujące na wspólnym obszarze morskim będą miały podobne źródło węgla (określone poprzez wartości $\delta^{13}\text{C}$). Wykazano jednak że organizmy zajmujące podobne poziomy troficzne czerpały węgiel z różnych źródeł. Wyniki sugerują dominację diety mięsożernej badanych organizmów oraz pochodzenie terygeniczne części węgla. Wyniki nie wykazały, że wyższy poziom troficzny (wyższa wartość $\delta^{15}\text{N}$) wiąże się z większym współczynnikiem bioakumulacji radionuklidów w organizmach. Sugeruje to, że głównym czynnikiem wpływającym na akumulację ^{137}Cs jest obszar żerowania i źródło węgla, a nie strategia żerowania. Ponownie wyższe aktywności ^{137}Cs zaobserwowano w obszarach będących pod wpływem kolonii ptaków i spływu powierzchniowego z lodowców. Habilitant wykazał, że zoobentos polarny cechował się bardzo wysokim współczynnikiem wzbogacenia ^{137}Cs .

Ostatnia praca z cyklu (**artykuł 8**) różni cię tematycznie od pozostałych. Badaniem objęto potencjał dwóch gatunków porostów - *Cladonia arbuscula* i *Stereocaulon alpinum* - jako wskaźników skażenia izotopami promieniotwórczymi w obszarach subpolarnych i polarnych. W tym celu pobrano próbki wzdłuż 2400 kilometrowego transektu biegnącego od północnej Szwecji do południowej Polski. Pobrano 43 próbki. Zmierzono aktywność antropogenicznego ^{137}Cs i naturalnego ^{40}K . Wykazano, że *S. alpinum* bardziej efektywnie akumulował ^{40}K niż *C. arbuscula*. Możliwe, że ta różnica była spowodowana różnicami morfologicznymi i fizjologicznymi a także różnicami w warunkach środowiskowych w habitatach. Habilitant zarejestrował trend pomiędzy aktywnością ^{137}Cs w *Cladonia*

arbuscula i ilością zdeponowanego z atmosfery ^{137}Cs w wyniku katastrofy w Czarnobylu. Co pozwoliło mu wyciągnąć wniosek, że *S. alpinum* jest dobrym organizmem wskaźnikowym skażenia gdyż ma wysoką zdolność do gromadzenia izotopów promieniotwórczych. Mimo, że od katastrofy w Czarnobylu minęło ponad 30 lat jest nadal główne źródło tego izotopu w środowisku Skandynawii i Polski.

Przedstawiony cykl publikacji dotyczy zanieczyszczenia obszarów polarnych izotopami promieniotwórczymi. Praca jest jednolita tematycznie i stanowi całość. Może jedynie artykuł ósmy, mimo że ciekawy i wartościowy, odbiega tematycznie od pozostałych prac. Habilitant przebadiał składowe ekosystemów lądowych i morskich. Wziął pod uwagę różne właściwości środowiska (pH, ilość i jakość węgla organicznego) a także warunki regionalne badanych obszarów (bliskość kolonii ptasich, odległość od lodowców czy cieków powierzchniowych). Świadczy to o głębokim zrozumieniu Habilitanta procesów wpływających na rozmieszczenie i los izotopów promieniotwórczych w środowisku. W pracy nie zastosowano szczególnie skomplikowanej metodyki pomiarów, jednak ilość próbek i ilość lokalizacji z których pobrano próbki jest imponująca. A trudności logistyczne związane z pobieraniem próbek w rejonach polarnych rekompensują użycie prostych metod badawczych. Przedstawione artykuły są wartościowe, mają duży element nowości i są cenne dla zrozumienia mechanizmów akumulacji izotopów przez różne elementy ekosystemu. Jedyna moja uwaga krytyczna dotyczy faktu że aktywności izotopów zmierzone w organizmach morskich są często bardzo niskie, wręcz bliskie granicy oznaczalności i obarczone dużym błędem pomiaru. Trudno moim zdaniem wyciągać daleko idące wnioski na podstawie takich wyników. Zauważyłam również, że artykuł 5 czyli praca Saniewskiego i Borszcza, zatytułowana *^{90}Sr and ^{137}Cs in Arctic echinoderms*, została opublikowana w 2017 roku czyli przed uzyskaniem stopnia doktora przez Habilitanta. Nie powinna być zatem brana pod uwagę w cyklu prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne. Prace 4 i 5, 6 są to artykuły typu *baseline* opublikowane w *Marine Pollution Bulletin*. Takie artykuły są krótsze niż typowe *research papers*, nie zawierają rozwiniętej dyskusji wyników oraz

podziałów na rozdziały co utrudnia czytanie oraz wyodrębnienie z tekstu najważniejszych wniosków.

Podsumowując uznaję, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe Pana dr Michała Saniewskiego stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny Nauki o Ziemi i środowisku i może być podstawą awansu naukowego Habilitanta.

Ocena aktywności naukowej

Obowiązujące obecnie wymogi ustawowe wymagają, aby aktywność naukowa osoby aplikującej o tytuł doktora habilitowanego była realizowana na co najmniej dwóch uczelniach lub instytucjach naukowych. Wymóg ten jest przez Habilitanta generalnie spełniony, gdyż realizował on prace na Uniwersytecie Gdańskim w ramach umów o dzieło w okresie 2015-2017. Współpracował również z Instytutem Oceanologii podczas wyprawy polarnej w 2012 roku. Po doktoracie na przełomie lat 2018 –2019 wykonywał badania na Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego. Niestety Habilitant nie przebywał na stypendium podoktorskim w jednostce zagranicznej co zapewne pomogłoby mu poszerzyć swoją wiedzę i doświadczenie naukowe.

W dorobku naukowym Habilitanta, poza wymaganym ustawą cyklem powiązanych tematycznie 8 publikacji, znajduje się aż 19 publikacji z listy JCR wydanych po doktoracie. Jest to bardzo duża liczba prac jak na 6 lat, które minęły od uzyskania stopnia doktora. Jednak jedynie w 3 z nich Habilitant jest pierwszym autorem. Dodając 7 publikacji wchodzących w skład cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe, po doktoracie Habilitant opublikował 26 prac (w tym 10 pierwszoautorskich). Przed doktoratem opublikował 14 prac z listy JCR. Jego dorobek po uzyskaniu stopnia doktora jest więc znaczny. Liczba cytowań wg bazy Scopus wynosi 492, w tym 402 bez autocytowań. Indeks Hirscha Habilitanta wg bazy Scopus wynosi 13. Sumaryczna liczba punktów ministerialnych wynosi 3323 pkt, przed uzyskaniem stopnia doktora ukazały się publikacje sumarycznie za 403 punkty, a po uzyskaniu stopnia doktora za 2920 punktów. Widać więc bardzo wyraźnie postępy naukowe Habilitanta. **Dorobek publikacyjny jest bardzo dobry**

i w mojej ocenie w zupełności wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

Habilitant wykonał 13 recenzji publikacji naukowych w czasopismach z listy JCR, w tym dla bardzo dobrych pism jak Science of the Total Environment, Marine Pollution Bulletin czy Chemosphere. Był także autorem lub współautorem 29 doniesień konferencyjnych po uzyskaniu stopnia doktora i 54 przed uzyskaniem stopnia doktora. Jednak w znaczącej większości prezentował swoje badania na krajowych konferencjach. Doktor Michał Saniewski uczestniczył w realizacji 4 projektów naukowych, w jednym jako kierownik po uzyskaniu stopnia doktora i 8 przed uzyskaniem stopnia doktora. Habilitant był kierownikiem lub wykonawcą w wielu projektach Funduszu Badań Własnych IMGW-PIB oraz finansowanych w ramach subwencji z MNiSW. Habilitant ma pewne doświadczenie ze współpracą międzynarodową z Chinami – 3 projekty naukowe i był wykonawcą w 2 projektach finansowane przez Unię Europejską.

Dr Saniewski pracował przy aż 40 ekspertyzach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych (głównie Państwowy Monitoring Środowiska oraz Inspekcja Ochrony Środowiska) w tym przy 15 po zyskaniu stopnia doktora. Na ogromną pochwałę więc zasługuje jego żmudna praca wykonywana na rzecz monitoringu środowiska Morza Bałtyckiego. Wyniki prac monitoringowych Habilitant raportuje do Komisji Helsińskiej. Od 2021 roku jest członkiem grupy eksperckiej HELCOM Expert Group on Monitoring of Radioactive Substances in the Baltic Sea (EG MoRS EG). W ramach prac brał udział w przygotowaniu raportów dotyczących aktualnych skażeń południowego Bałtyku.

Habilitant nie prowadzi na stałe zajęć dydaktycznych co jest zapewne związane z zatrudnieniem w jednostce, w której taka działalność jest ograniczona. Został jednak poproszony o przygotowanie i wygłoszenie cyklu wykładów dla doktorantów na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego. Współorganizował wykłady, pokazy i konkursy związane z tematyką morską podczas Bałtyckich Festiwali Nauki oraz prowadził warsztaty oceanograficzne w przedszkolach i szkołach. Jest autorem kilku artykułów popularnonaukowych opublikowanych w magazynach przyrodniczych

i nurkowych. Jest zaangażowany w prace w ramach Polskiego Komitetu Nurkowania Naukowego.

Dr Michał Saniewski otrzymał wyróżnienie pracy doktorskiej nadane przez Radę Naukową IMGW-PIB, wyróżnienie w dziedzinie higieny radiacyjnej za publikację naukową, wyróżnienie za pracę naukową na rzecz IMGW-PIB, oraz Stypendium Naukowe im. Antoniego Dębskiego przyznane przez Polskie Towarzystwo Medycyny i Techniki Hiperbarycznej.

Wymienione aspekty aktywności naukowej, dydaktycznej i popularyzatorskiej Habilitanta spełniają kryterium ustawowe i zasługują na pozytywną ocenę.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawione mi do oceny osiągnięcie naukowe i aktywność naukowa dr Michała Saniewskiego spełniają wymogi określone w art. 219 ust. 1 pkt 1-3 i ust. 2, z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. póź. 574, z późn. zm.).

W związku z tym pozytywnie opiniuję wniosek o nadanie dr Michałowi Saniewskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie Nauki o Ziemi i Środowisku.

Dr hab. Agata Zaborska, Prof. IO PAN

