

Recenzja

rozprawy doktorskiej pt.

„Accumulation of ²⁴¹Am in the southern Baltic Sea sediments”

autorstwa

mgr Klaudii Block

Podstawą formalną przygotowania recenzji jest powołanie mnie na recenzenta zgodnie z pismem Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu Gdańskiego z dnia 13 czerwca 2024 r. dr. hab. Zbigniewa Kaczyńskiego, prof. UG.

Rozprawa doktorska autorstwa Pani mgr Klaudii Block ma format monografii w języku angielskim ze streszczeniem w języku polskim. Układ monografii jest tradycyjny i zawiera wprowadzenie, charakterystykę obszaru badań, cele i zakres pracy, charakterystykę metodyki badawczej wraz z analizą danych, prezentację wyników wraz z dyskusją oraz wnioski. Praca ma układ logiczny i napisana jest w sposób czytelny, chociaż niepozbawiany błędnych sformułowań, które w mojej ocenie są również wynikiem pisania w języku angielskim. Nie znam powodów, dla których rozprawa napisana jest w języku angielskim, ale domyślam się, że ma to zwiększyć dostępność uzyskanych wyników również dla odbiorców obcojęzycznych. W tym kontekście kluczowa jest informacja, jaka część wyników badań uzyskanych w ramach pracy doktorskiej została opublikowana w międzynarodowych czasopismach. Z załączonego do pracy dorobku wynika, że ukazały się dwie publikacje, z których jedna opisuje dystrybucję ²⁴¹Am w osadach południowego Bałtyku, a druga dotyczy aspektów metodycznych. W obydwu publikacjach Pani mgr Klaudia Block jest pierwszym autorem, co wskazuje na znaczący udział w opracowaniu koncepcji, pracach badawczych oraz interpretacji wyników.

Tematyka rozprawy jest istotna z punktu widzenia pogłębienia wiedzy w zakresie dystrybucji izotopu ameryku 241 (²⁴¹Am) w środowisku morskim. Wykorzystanie osadów dennych jako matrycy do badań wydaje się uzasadnione, ze względu na to, że stanowią one rezerwuuar zanieczyszczeń docierających do obszarów morskich z różnych źródeł, a proces ich tworzenia (przyrastania kolejnych warstw) w obszarach akumulacyjnych pozwala na odtworzenie zmian w aspekcie historycznym. W tym kontekście istotny jest również obszar badań. Bałtyk o ograniczonej wymianie wód, poddawany silnej presji antropogenicznej jest morzem wyjątkowo

wrażliwym, a wszelkie substancje zanieczyszczające, włączając w to izotopy promieniotwórcze, wprowadzane do jego ekosystemu mogą przez długi czas w nim pozostawać i niekorzystnie oddziaływać na organizmy. Badania izotopów promieniotwórczych pozwalają z jednej strony ocenić potencjalne ryzyko związane z ich obecnością, ale również mogą być wykorzystywane jako wskaźniki i dostarczać informacji o procesach i czynnikach je determinujących. Wskazaniem do podjęcia badań jest również bardzo ograniczona liczba danych w zakresie poziomów ^{241}Am w Morzu Bałtyckim, czego jedną z podstawowych przyczyn jest złożoność procedury analitycznej, poprzedzającej właściwy pomiar aktywności alfa. Dodatkowym walorem naukowym pracy jest połączenie badań poziomów ^{241}Am z datowaniem osadów i określeniem tempa sedymentacji z wykorzystaniem metody izotopowej opartej na analizie zmian promieniotwórczego izotopu ołowiu 210 (^{210}Pb).

Zasadniczym celem rozprawy doktorskiej jest poszerzenie wiedzy w zakresie poziomów i dystrybucji radioaktywnego izotopu ameryku 241 w osadach dennych południowego Bałtyku. Założeniem badań było określenie dystrybucji przestrzennej w powierzchniowych warstwach osadów odzwierciedlającej aktualną sytuację w zakresie skażenia środowiska południowego Bałtyku, jak i rozkładu w stratyfikowanych rdzeniach osadów dennych umożliwiającego analizę zmian w kontekście historycznym w tym również umożliwiającego określenie źródeł ^{241}Am i ich natężenia. Wyniki przeprowadzonych badań miały dać odpowiedź na pytania:

1. Jaka jest przestrzenna i czasowa charakterystyka akumulacji i dystrybucji ^{241}Am w osadach dennych południowego Bałtyku?
2. Jak ta charakterystyka odnosi się do dynamiki osadów (po angielsku „sediment dynamics”, powinno być raczej „sediment formation dynamics” lub „sedimentation dynamics”), źródeł lokalnych i potencjalnego ryzyka dla ekosystemu morskiego i zdrowia ludzi?
3. Czy ^{241}Am może być alternatywnym wskaźnikiem walidacji wyników datowania osadów?

Monografia zawiera szerokie wprowadzenie teoretyczne, co jest korzystne z punktu widzenia poznania i zrozumienia czynników determinujących poziomy, dystrybucję i transport ^{241}Am w środowisku morskim i stanowi istotne tło dla dyskusji wyników. Część teoretyczna zawiera informacje w zakresie odkrycia i produkcji ameryku 241 oraz jego fizycznych i chemicznych właściwości. Bardzo ważnym aspektem jest wskazanie potencjalnych źródeł ameryku zdeponowanego w Bałtyku oraz omówienie głównych procesów i czynników odpowiedzialnych za dystrybucję, w tym procesów bioakumulacji i biomagnifikacji. Interesującym uzupełnieniem jest dyskusja ryzyka dla zdrowia, co ma kluczowe znaczenie w przypadku izotopów emitujących promieniowanie alfa. Dopełnieniem całości wprowadzenia są

podrozdziały odnoszące się do metodyk datowania i analiz z wykorzystaniem spektrometrii alfa. Wszystkie informacje, które zostały zawarte we wprowadzeniu stanowią dobre podłoże do interpretacji wyników. Jednak jej objętość (34%) w stosunku do zasadniczej części prezentującej wyniki badań stanowiącej 25% wydaje się nieproporcjonalnie duża. Część metodyczna stanowi 18%, a bibliografia 22%.

Ważną częścią monografii z punktu widzenia dyskusji wyników jest charakterystyka obszaru badań – Morza Bałtyckiego pod kątem jego wrażliwości na zanieczyszczenia, roli osadów jako ostatecznego miejsca ich depozycji, ale również wtórnego źródła. Jednak, podobnie, jak w przypadku rozdziału 1, pojawia się pytania o zasadność tak szerokich opisów, tym bardziej, że niektóre kwestie, np. dotyczące procesów i czynników wpływających na dystrybucję są powtórzone. Obszar badań został scharakteryzowany pod kątem historii w ujęciu geologicznym, doptywu i wymiany wód, budowy geologicznej i dynamiki sedymentacji. Osobno zostały omówione Baseny Bornholmski, Gotlandzki i Gdański.

W ostatnim podrozdziale rozdziału 2 poświęconego obszarowi badań, zamieszczona została informacja o materiale pobranym do badań. Znalazło się tam sformułowanie: „Sediments are paramount in environmental and radioactivity monitoring in the Baltic Sea”. Trudno się z nim zgodzić, ponieważ biorąc pod uwagę, że izotopy promieniotwórcze występujące w ilościach nadmiarowych stanowią największe zagrożenia dla organizmów morskich, wydaje się, że najistotniejsza jest informacja o ich stężeniach w tkankach roślin i zwierząt. Biorąc jednak pod uwagę, że wszelkie zanieczyszczenia wprowadzane są do kolumny wody i staje się ona źródłem dla wtórnych procesów bioakumulacji, biomagnifikacji i sedymentacji, wiedza na temat poziomów izotopów w wodzie morskiej staje się kluczowa. Uwzględniając powyższe wybór i znaczenie badanej matrycy zależą od celu badań.

Badania obejmowały analizę ^{241}Am w stratyfikowanych próbkach osadów dennych pobranych w trzech lokalizacjach: w Basenie Bornholmskim, Basenie Gdańskim i Basenie Gotlandzkim. Dwie pierwsze lokalizacje można przypisać do obszaru południowego Bałtyku, natomiast stacja zlokalizowana w Basenie Gotlandzkim reprezentuje Bałtyk środkowy. Zarówno obszar Bałtyku południowego, jak i środkowego stanowią część Bałtyku Właściwego i zostały wydzielone na podstawie podziału administracyjnego na potrzeby m.in. działań Komisji Helsińskiej (Atlas Morza Bałtyckiego, oprac. zbiorowe pod redakcją A. Majewskiego i Z. Lauera, Wyd. IMGW, 1994). Biorąc powyższe pod uwagę, powstaje pytanie, czy wyniki z tych trzech stacji mogą być wykorzystane do scharakteryzowania obszarów południowego Bałtyku, co wskazano w celu pracy oraz jednoznacznie w tytule rozprawy.

Próbki do badań pobrano dwukrotnie: w 2010 roku w Basenie Gotlandzkim i Gdańskim i w 2019 roku we wszystkich trzech lokalizacjach. Doktorantka wskazuje na to, że wybór stacji był

podyktowany występowaniem osadów mulistych z dużym udziałem frakcji ziaren poniżej 0.063 mm, co jest właściwym podejściem biorąc pod uwagę znaczny udział frakcji, z którą związana jest obecność substancji zanieczyszczających. Próbkę podzielono na warstwy o grubości 1 cm i 2 cm w celu prześledzenia zmian w profilach pionowych.

Rozdział 4 rozprawy doktorskiej zawiera bardzo szczegółowy opis metodyki analizy ^{241}Am , która oparta jest na złożonej procedurze, mającej na celu wyodrębnienie preparatu, który może być poddany analizie z zastosowaniem spektrometrii alfa. W rozdziale dotyczącym przygotowania próbek ponownie wskazano na sposób podziału, który jest prawidłowy i wystarczający dla uzyskania charakterystyki dystrybucji ^{241}Am w osadach oraz dla przeprowadzenia datowania. Pobrane próbki przetransportowano do laboratorium Uniwersytetu Gdańskiego. W pracy nie znalazłam informacji o tym, czy analizy wszystkich izotopów z zastosowaniem spektrometrii alfa i gamma zostały przeprowadzone w tym laboratorium. W tym kontekście korzystnym byłoby wskazanie, jaką część analiz Doktorantka wykonała samodzielnie i czy przeprowadziła datowanie samodzielnie?

Przygotowanie do właściwych analiz obejmowało określenie gęstości poszczególnych warstw w oparciu o suchą masę odniesioną do objętości warstw oraz porowatości osadów. Nie została jednak określona metody i sposób wyliczeń porowatości i nie zostały wskazane źródła literaturowe odnoszące się do tych zagadnień. Wydaje się to być szczególnie istotne, ponieważ wartości porowatości są bardzo wysokie i nie ulegają jednoznacznym zmianom wraz z głębokością, co wydaje się być wynikiem dość zaskakującym biorąc pod uwagę, że głębsze warstwy osadów ulegają upakowaniu w związku z procesami mineralizacji i nacisku przyrastających kolejnych warstw. Właściwym elementem procedury jest dodanie wzorca wewnętrznego. Korzystnym byłoby uzupełnienie informacji, czy objętość dodanego wzorca została zweryfikowana również wagowo, czy była taka możliwość? Bardzo szczegółowy opis zasadniczej procedury analitycznej oraz pomiarów metodą spektrometrii alfa nie pozostawia wątpliwości, że analizy zostały przeprowadzone z dużą starannością i że uzyskane wyniki są wiarygodne. Chociaż wzmocnieniem wiarygodności uzyskanych wyników mogłoby być wykonanie analiz równoległych próbek z wybranego poziomu.

Analizy stężeń ^{241}Am uzupełniono wynikami datowania osadów dennych przeprowadzonego z zastosowaniem metody izotopowej opartej na analizach ^{210}Pb w poszczególnych warstwach weryfikowanej pomiarami stężeń ^{137}Cs . Pomiary aktywności promieniotwórczej tych izotopów wykonano z zastosowaniem spektrometrii gamma. Korzystnym byłoby wskazanie czy Doktorantka wykonała również tę część analiz i czy przeprowadziła obliczenia modelowe?

Rozdział 5 zawiera informacje dotyczące procedur zapewnienia jakości wyników i sposobu obliczania stężeń oraz parametrów charakteryzujących procedurę analityczną.

Podobnie, jak w przypadku opisu metody pomiarowej w rozdziale 4, temat został przedstawiony w sposób wyczerpujący, co stanowi potwierdzenie wiarygodności uzyskanych wyników.

Rozdział 6 rozprawy doktorskiej stanowi zasadniczą jej część, prezentując wyniki badań i ich dyskusję. W pierwszej części zaprezentowane zostały wyniki datowania osadów oraz szybkości sedymentacji osadów z wykorzystaniem modeli CF:CS i CRS. Datowanie przeprowadzono tylko dla próbek pobranych w 2019 roku. Do datowania wykorzystano stężenia trzech parametrów: stężeń ołowiu: ^{210}Pb total, ^{210}Pb supported i ^{210}Pb excess, które zostały określone z zastosowaniem pomiarów metodą spektrometrii gamma oraz porowatość. Uśredniona liniowa szybkość sedymentacji (SAR), jak przypuszczam, została wyznaczona w oparciu o analizę zmian ^{210}Pb excess w funkcji głębokości (Rys 29-31), chociaż nie opisano tego w sposób jednoznaczny. Niewyjaśniony został aspekt korygowania głębokości osadów z zastosowaniem porowatości („Sediment accumulation rates are determined from profiles of excess versus porosity-corrected sediment depth.”). Nie opisano również w jaki sposób określono uśrednioną dla całego rdzenia masową szybkość sedymentacji (MAR), która zazwyczaj wyznaczana jest na podstawie analizy zmian ^{210}Pb excess w odniesieniu do tzw. głębokości kumulacyjnej (ang. cumulative depth) wyrażonej w jednostkach masy na powierzchnię. W tabeli 23 zostały przedstawione wyniki uśrednionych szybkości sedymentacji liniowej i masowej dla całego okresu, natomiast w tabeli 24 te same parametry zostały wyznaczone dla każdej warstwy w oparciu o model CRS. Opis wyznaczenia MAR i SAR dla poszczególnych warstw osadów z wykorzystaniem modelu CRS został zamieszczony w podrozdziale 1.7.2.2. Nie do końca rozumiem, jaki był cel wyznaczenia tych parametrów dla każdej warstwy, szczególnie że prezentowane wyniki nie zostały przedyskutowane, a różnice pomiędzy poszczególnymi warstwami są znaczne. W Basenie Bornholmskim liniowa szybkość sedymentacji zmieniała się od 0,14 cm/rok w warstwie na głębokości 20 cm powstałej ok. 1924 roku do 0,83 cm/rok w warstwie utworzonej ok. 1954 roku. Czy to oznacza, że warunki sedymentacji zmieniały się tak istotnie w poszczególnych okresach?

Dyskusja wyników w zakresie stężeń różnych form ołowiu przeprowadzona na stronie 100 nie jest konsekwentna. Mieszane są różne rodzaje Pb i w niektórych miejscach brakuje wskazania obszaru, który jest omawiany.

Zastosowanie dwóch różnych modeli datowania osadów jest podejściem właściwym, umożliwiającym porównanie wyników, co zostało wykorzystane i przedyskutowane w rozprawie doktorskiej. Do weryfikacji poprawności przeprowadzonego datowania osadów wykorzystywany jest znacznik ^{137}Cs - izotop antropogeniczny, który pojawił się w środowisku Morza Bałtyckiego w wyniku określonych zdarzeń. Jego największe ilości zostały wprowadzone w wyniku awarii elektrowni w Czarnobylu. Takie podejście zastosowano również w rozprawie doktorskiej poprzez

odwołanie do uwolnień w wyniku testów broni jądrowej, których początek datuje się na 1945 rok oraz awarii elektrowni w Czarnobylu, która miała miejsce w 1986 roku. W tym kontekście nie do końca właściwe wydaje się zastosowanie pojęcia „marine events” dla określenia tych wydarzeń (str. 107). Nie do końca właściwym jest również sformułowanie odnoszące się do badań monitoringowych: „Recent studies have suggested that the activity concentration of radiocesium in seawater is influenced by wind-induced transport from the heavily contaminated northern Baltic Sea.” (str. 107). Taki proces obserwowano po awarii elektrowni w Czarnobylu, w wyniku której najbardziej skażone zostały obszary północne Morza Bałtyckiego, co miało związek z sytuacją meteorologiczną. Potem następowało wyrównywanie stężeń w Bałtyku w wyniku transportu mas wód związanego zarówno z warunkami meteorologicznymi, jak i hydrologicznymi. W związku z tym nie można tego mechanizmu wykorzystywać do opisu obecnej sytuacji. W tekście dotyczącym wyników ^{137}Cs pojawia się błąd odniesienia do numeru tabeli (jest 17, powinno być 26, przyjmując numerację wskazaną nad tabelą).

Zastosowanie ^{137}Cs jako znacznika opiera się przede wszystkim na identyfikacji wzrostu jego stężeń po 1986, co zostało stwierdzone w przypadku wszystkich stacji, chociaż w Basenie Gdańskim najbardziej istotny wzrost obserwowany jest po 2000 roku. Może być to wynikiem różnych procesów, jednak koniecznym jest podkreślenie, że poziomy ^{137}Cs w osadach dennych w znacznej mierze odzwierciedlają stężenia obserwowane w wodzie morskiej. Dopóki stężenia w wodzie były na tyle wysokie, aby stężenia w warstwach powierzchniowych osadów dennych były wyższe niż w głębszych, gdzie następuje rozpad promieniotwórczy nie obserwuje się wyraźnego piku. Oczywiście taka charakterystyka nie dotyczy sytuacji obszarów zdecydowanie bardziej skażonych po awarii elektrowni w Czarnobylu. Konsekwentny spadek stężeń ^{137}Cs w wodzie morskiej związany z rozpadem promieniotwórczym, procesami bioakumulacji i sedymentacji oraz wymianą wód z Morzem Północnym, doprowadził do sytuacji, kiedy stężenia w powierzchniowych warstwach osadów stały się niższe niż w warstwach głębszych, co prowadzi do uwidocznienia piku na wykresach zmian stężeń ^{137}Cs z głębokością. Proces usuwania ^{137}Cs z kolumny wody jest szybszy niż proces rozpadu w głębszych warstwach osadów.

Biorąc powyższe pod uwagę, nie do końca rozumiem zastosowane do wyjaśnienia wyższych stężeń ^{137}Cs w warstwach powierzchniowych sformułowania: post – deposition i jego opisu: „These post-deposition processes include physical and biological sediment mixing, sediment erosion, and redeposition. Wątpliwości budzi również informacja o ciągłym dopływie z silnie zanieczyszczonych obszarów zlewni Morza Bałtyckiego. Stężenia ^{137}Cs w rzekach są na niskim poziomie. Dane monitoringowe z 2022 r. wskazują na wartości na poziomie 2,5 mBq/l w Kiezmarnku na Wiśle. Trudno nie zgodzić się jednak z wnioskami przedstawionymi w rozprawie, że zastosowanie ^{137}Cs jako znacznika dla datowania osadów, nie zawsze daje jednoznaczne

wyniki. Sytuacja z czasem będzie stawać się jeszcze trudniejsza, że względu na spadek stężeń ^{137}Cs zarówno w wodzie morskiej, jak i w osadach dennych. W tym kontekście poszukiwanie nowych wskaźników jest jak najbardziej wskazane.

Aktywność ^{241}Am w osadach dennych została omówiona z podziałem na lata 2010 i 2019 w podrozdziale 6.2, w którym również pojawiły się nieprawidłowe odniesienia do rysunków i tabel. W 2010 roku wyraźnie wyższe stężenia zidentyfikowano w górnych warstwach osadów pobranych w Głębi Gdańskiej i Głębi Gotlandzkiej. W Głębi Gdańskiej nie przeprowadzono pomiarów w warstwach od 3 do 9 cm głębokości. W tej sytuacji spekulowanie poprzez zastosowanie zapisu: „Due to the absence of layers 3-9, a notable rise in ^{241}Am activity within the 8-9 layer was anticipated, attributed to the influence of the Chernobyl accident.”, że w zakresie tych głębokości należy oczekiwać wyższych stężeń wydaje się być poważnym błędem w pracy naukowej, która powinna z założenia opierać się na wiarygodnych i dobrze udokumentowanych danych. W 2019 roku analizy obejmowały próbki z trzech stacji zlokalizowanych w Basenie Bornholmskim, Basenie Gdańskim i Basenie Gotlandzkim. Doktorantka wykazała, że istnieją różnice w poziomach stężeń ^{241}Am pomiędzy obszarami objętymi badaniami wskazując jako główną przyczynę nierównomierne skażenie obszaru Bałtyku po awarii elektrowni w Czarnobylu. W rejonie Basenu Bornholmskiego stężenia ^{241}Am są mniejsze niż w pozostałych dwóch obszarach, co, jak wskazano w rozprawie może wynikać z wpływu wód z Morza Północnego. W przypadku Basenu Gdańskiego, gdzie stężenia były wyższe zidentyfikowano dwa maksima, które jednoznacznie mogą być powiązane z wydarzeniami w historii, potwierdzając aplikacyjność ^{241}Am jako wskaźnika. Zastanawiająca jest jednak różnica na poziomie jednego rzędu pomiędzy stężeniami obserwowanymi w 2019 i 2010 w warstwach poniżej 10 cm. Doktorantka przeprowadziła dyskusję porównawczą z danymi z innych obszarów morskich i oceanicznych oraz z innym rejonem Morza Bałtyckiego.

Nie jestem przekonana czy konieczne było zastosowanie tak obszernego warsztatu analizy statystycznej w podrozdziale 6.4 dla porównania trzech punktów pomiarowych.

Jeden z rozdziałów został poświęcony krytycznej dyskusji możliwości zastosowania ^{241}Am jak znacznika do weryfikacji poprawności datowania osadów z wykorzystaniem metody izotopowej. Doktorantka słusznie wskazuje na mocne i słabe strony obydwu znaczników ^{137}Cs i ^{241}Am zastosowanych w pracy.

Wnioski zaprezentowane w ostatnim rozdziale nie wydają się wnosić kluczowych nowych informacji na temat poziomów ^{241}Am w osadach dennych Morza Bałtyckiego. Stwierdzenie obecności ^{241}Am nie jest czymś nowym, a uzyskane wyniki nie pozwalają na scharakteryzowanie obszaru południowego Bałtyku. Zastosowanie metod datowania opartych na analizie izotopu ołowiu ^{210}Pb i zastosowaniu modeli CRS i CF:CS jest powszechne, a informacja, że szybkość

sedymencie jest różna w różnych rejonach południowego Bałtyku nie jest niczym nowym. W mojej opinii, we wnioskach nie znalazły się pełne odpowiedzi na dwa pierwsze pytania wyznaczające cele rozprawy doktorskiej.

Dorobek Pani mgr Klaudii Block jest znaczny, obejmuje 8 publikacji w wysoko indeksowanych czasopismach, udział aż w 43 konferencjach naukowych, podczas których Doktorantka zaprezentowała wyniki w postaci 5 wystąpień ustnych i 38 posterów. Nie bez znaczenia są odbyte staże i udział w trzech projektach badawczych. Wszystko to świadczy o dużej aktywności naukowej.

Wniosek końcowy

Podsumowując, tematyka recenzowanej rozprawy doktorskiej zatytułowanej: „Accumulation of ^{241}Am in the southern Baltic Sea sediments” autorstwa Pani mgr Klaudii Block wydaje się ważna z punktu widzenia poznawczego, ale również aplikacyjnego poprzez wykorzystanie analogii badań do innych izotopów oraz potencjału wykorzystania izotopów w badaniach procesów zachodzących w środowisku morskim. Nie bez znaczenia są również wspomniane przez Doktorantkę plany budowy elektrowni jądrowej w strefie brzegowej, z czym wiąże się konieczność wykorzystywania wód morskich do chłodzenia reaktorów, ale również kontrolowane uwolnienia z pracującej elektrowni. Mocną stroną pracy jest ugruntowana wiedza teoretyczna, szeroko zaprezentowana w części wprowadzającej oraz część analityczna pracy, w tym precyzyjny opis procesu analitycznego uwzględniający kwestie zapewnienia jakości i oceny niepewności prezentowanych wyników. Wartościowym elementem jest połączenie badań stężeń ^{241}Am w stratyfikowanych osadach dennych z ich datowaniem, co jest coraz bardziej powszechną praktyką. Biorąc jednak pod uwagę postawione cele pracy, uważam, że nie jest możliwe scharakteryzowanie przestrzennej dystrybucji ^{241}Am w osadach dennych południowego Bałtyku w oparciu o trzy stacje, z których jedna zlokalizowana jest poza obszarem zainteresowania. Przeprowadzona została analiza czasowych zmian stężeń ^{241}Am w osadach, jednak w mojej opinii, wyniki nie pozwalają na scharakteryzowanie dynamiki tworzenia osadów w kontekście obserwowanych poziomów ^{241}Am oraz wskazania współczesnych źródeł lokalnych, o ile takie istnieją. Wydaje się, że aby móc odpowiedzieć na pytania postawione jako cele rozprawy, wymagana byłaby większa liczba stacji zlokalizowanych w rejonie południowego Bałtyku. Ponadto warto byłoby rozszerzyć badania o bardziej szczegółową analizę innych parametrów np. charakteryzujących pobrane próbki osadów (granulometria, skład chemiczny) w celu podjęcia próby znalezienia odpowiedzi, jakie czynniki i jakie procesy, oprócz doptywu, decydują o poziomach ^{241}Am w osadach dennych.

Podobnie, wyznaczenie stężeń ^{241}Am w osadach dennych nie daje odpowiedzi w zakresie potencjalnego ryzyka dla ekosystemu morskiego i zdrowia ludzi. Wymaga to odniesienia do określonych standardów i analizy ekotoksykologicznej. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość zastosowania ^{241}Am jako alternatywnego wskaźnika wyników datowania, ale biorąc pod uwagę bardzo niskie stężenia ^{241}Am oraz niezwykle skomplikowaną metodykę analityczną wydaje się, że rozważanie możliwości wykorzystania ^{241}Am jako znacznika w datowaniu osadów może nie mieć uzasadnienia.

Biorąc pod uwagę zapisy art. 187 ust. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) w zakresie wymagań stawianych rozprawom doktorskim, który mówi, że: *„Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne”* stwierdzam, że zaprezentowany w rozprawie doktorskiej materiał badawczy w mojej opinii nie prezentuje rozwiązania problemu naukowego, ani nie przedstawia oryginalnego rozwiązania aplikacyjnego, tym samym nie spełnia wymagań stawianym rozprawom doktorskim. Na tej podstawie nie mogę wnioskować o dopuszczenie Pani mgr Klaudii Block do dalszych etapów przewodu doktorskiego.