

prof. dr hab. Marta Pogrzeba
Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
ul. Kossutha 6
40-844 Katowice

Katowice, 14.07.2025 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr Ewy Korejwo
pt. „ **Mercury accumulation in organisms from polar regions**”
(w języku polskim „Akumulacja rtęci w organizmach z rejonów polarnych”)

wykonanej w Zakładzie Chemii i Biochemii Morza Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk pod kierunkiem prof. dr hab. Jacka Bełdowskiego oraz przy udziale promotor pomocniczej dr hab. Dominiki Saniewskiej, prof. UG.

Podstawa opracowania recenzji

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo (DS/224/25) Pani prof. dr hab. Moniki Kędry, Przewodniczącej Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk, z dnia 9 czerwca 2025 roku.

Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Powierzona mi do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Ewy Korejwo została wykonana pod opieką naukową promotora prof. dr hab. Jacka Bełdowskiego oraz promotor pomocniczej dr hab. Dominiki Saniewskiej, prof. UG. Opisane w rozprawie doktorskiej badania były finansowane z trzech grantów NCN – „Organizmy bentosowe jako wskaźnik źródeł rtęci w strefie brzegowej Antarktyki (Zatoka Admiralicji)”, konkurs OPUS, nr grantu 2019/33/B/ST10/00290, koordynator dr. Dominika Saniewska; „Dystrybucja ^{90}Sr i ^{137}Cs w organizmach fauny i flory obszarów polarnych w aspekcie topniejących lodowców jako wtórnego źródła izotopów pochodzenia antropogenicznego”, konkurs PRELUDIUM, nr grantu 2017/27/N/ST10/02230, koordynator dr hab. Michał Saniewski, prof. IMiGW - PIB; „FUND - Filtratorzy pod wpływem zmian - nieznane roczne strategie odżywiania ujawnione dzięki podwodnym zdjęciom po-klatkowym”, konkurs OPUS, nr grantu 2018/29/B/NZ8/02340, koordynator dr Piotr Bałazy, w których Doktorantka była wykonawcą.

Biorąc pod uwagę, że wszystkie publikacje zawarte w przedstawionej mi do oceny rozprawie doktorskiej zostały rzetelnie opracowane i pozytywnie ocenione przez recenzentów w procesie publikacyjnym i opublikowane w bardzo dobrych czasopismach naukowych o szerokim zasięgu międzynarodowym i wysokim współczynniku oddziaływania, skupię się na ocenie formalnej oraz merytorycznej rozprawy doktorskiej.

Ocena formalna

Przedstawiona do oceny dysertacja naukowa mgr Ewy Korejwo, zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami (tekst jednolity – Dz. U. 2017 r., poz. 1789), stanowi cykl trzech powiązanych tematycznie oryginalnych prac. Rozprawę doktorską opatrzone tytułem „Mercury accumulation in organisms from polar regions” zaś przedział czasowy publikacji manuskryptów to lata 2022 – 2025.

Dysertacja, napisana w języku angielskim liczy 115 stron. W skład jej wchodzi zbiór trzech spójnych artykułów:

1. **Korejwo E.**, Saniewska D., Jędruch A., Zgrundo A., Bielecka L., Paneth P., Bałazy P., Bełdowski J., Saniewski M., 2025. Mercury, Methylmercury, and Its Fractions at the Base of the Trophic Pyramid of the Maritime Antarctic Ecosystem of Admiralty Bay. *Journal of Hazardous Materials* 492, 138268. doi: 10.1016/j.jhazmat.2025.138268, **IF: 12.2; punkty MNiSW: 200;**
2. **Korejwo E.**, Panasiuk A., Wawrzynek-Borejko J., Jędruch A., Bełdowski J., Paturej A., Bełdowska M., 2023. Mercury concentrations in Antarctic zooplankton with a focus on the krill species, *Euphausia superba*. *Science of the Total Environment* 905, 167239. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.167239, **IF: 8.2; punkty MNiSW: 200;**
3. **Korejwo E.**, Saniewska D., Bełdowski J., Bałazy P., Saniewski M., 2022. Mercury concentration and speciation in benthic organisms from Isfjorden, Svalbard. *Marine Pollution Bulletin* 184, 114115. doi: 10.1016/j.marpolbul.2022.114115, **IF: 5.8; punkty MNiSW: 100.**

Doktorantka we wszystkich pracach jest pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym. Wszystkie publikacje mają bardzo wysoki współczynnik oddziaływania. Sumaryczny IF dysertacji wynosi 26.2, zaś sumarycznie punkty MNiSW to 500. Wkład Doktorantki w powstanie tych publikacji wskazuje na jej wiodącą rolę w prowadzeniu przedstawionych w rozprawie doktorskiej badań, choć nie ma podanego udziału procentowego wkładu. Potwierdzają to załączone do dysertacji oświadczenia wszystkich współautorów publikacji, w których jednoznacznie wskazano na rolę Doktorantki w opracowaniu koncepcji badań, wykonanie analiz, opracowanie danych, interpretację wyników oraz przygotowanie manuskryptów. Cykl publikacji poprzedzony został zwięzłymi i starannie przygotowanymi streszczeniami w językach angielskim i polskim, które obejmują wprowadzenie do istoty problemu zarówno w zakresie toksyczności rtęci w ekosystemach lądowych i wodnych, jej form występowania oraz ich wpływu na biodostępność metalu, depozycję w różnych elementach środowiska naturalnego, w tym głównie mórz i oceanów oraz reemisji w rejonach polarnych. Sformułowano trzy hipotezy badawcze oraz trzy cele naukowe. Kolejne istotne elementy streszczenia stanowią opisy materiału badawczego, wykorzystanych metod badawczych, uzyskanych wyników badań oraz pięć sformułowanych wniosków. Rozprawa zakończona jest spisem 67 pozycji najnowszej literatury, która posłużyła do przygotowania

streszczeń, z czego ponad 13% manuskryptów powstało w zespole, w którym Doktorantka prowadziła swoje badania dotyczące obiegu rtęci i jej wpływu na ekosystem polarny.

Ocena merytoryczna

Rtęć w środowisku na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat stała się zanieczyszczeniem o znaczeniu globalnym. Mimo powszechnie znanej toksyczności jest ona nadal używana w wielu gałęziach przemysłu. Do stwierdzenia ponadnormatywnych zawartości tego pierwiastka dochodzi głównie na terenach zakładów przemysłowych, jak i na obszarach poprzemysłowych, gdzie rtęć stosowano w procesach technologicznych (przemysł chloro-alkaliczny, produkcja chlorku winylu, przemysł papierniczy, farmaceutyczny, produkcji lamp wyładowczych - rtęciowych, urządzeń pomiarowych - termometrów i manometrów rtęciowych, baterii i elementów uzbrojenia). Rtęć jest głównie emitowana do atmosfery, a ponad 90% występuje w mało reaktywnej formie. Metal ten ze względu na swoje właściwości fizyczne jest niezwykle mobilny, dzięki czemu może łatwo przemieszczać się na duże odległości, a jego toksyczność i zdolność do bioakumulacji i biomagnifikacji może mieć znaczne konsekwencje nie tylko dla środowiska, ale i zdrowia człowieka.

Rtęć jest jednym z nielicznych pierwiastków, na który organizm człowieka nie wykazuje żadnego fizjologicznego zapotrzebowania, a liczne badania potwierdziły wysoką toksyczność par rtęci i jej związków dla organizmów żywych. Cykl obiegu rtęci w środowisku jest bardzo skomplikowany, gdyż może ona ulegać przemianom pomiędzy różnymi komponentami środowiska czyli powietrzem, glebą i wodą oraz organizmami zamieszkującymi te komponenty środowiska.

Ze względu na szczególnie dużą lotność rtęć może być transportowana na bardzo dalekie odległości, dlatego mówimy, że jest zanieczyszczeniem transgranicznym. Międzynarodowymi badaniami udowodniono, że rtęć uwolniona do mas powietrza w Europie, Ameryce Północnej czy Azji może docierać z masami powietrza do Arktyki bądź Antarktyki, gdzie może zostać utleniona i zdeponowana na powierzchni ziemi lub oceanu, co podkreśla również szereg dokumentów międzynarodowych dotyczących problemu rtęci w środowisku (Konwencja z Minamaty, 2024, Rozporządzenie (UE) 2017/852 w sprawie rtęci). W wyniku tego transportu, w rejonach polarnych występuje rtęć nie tylko pochodzenia naturalnego, uwalniana np. przy topnieniu lodowców, reemisja ze skał i oceanów, ale również ta przetransportowana z drugiego końca kuli ziemskiej w wyniku przemysłowej działalności różnych sektorów gospodarki.

Dodatkowym zagrożeniem dla organizmów żywych, w tym człowieka, jest charakter chemiczny rtęci, która pod wpływem mikroorganizmów obecnych w środowisku przekształca się z formy nieorganicznej do organicznej, tworząc metylortęć. Proces ten odbywa się zwłaszcza w środowisku wodnym, zaś metylortęć włączana jest w łańcuch troficzny ekosystemu mórz i oceanów, począwszy od planktonu, aż do ssaków morskich i człowieka.

Ponadto rzadko podejmowany jest przez naukowców temat włączania rtęci do morskiego łańcucha pokarmowego mimo, że organizmy znajdujące się u podstawy łańcucha troficznego są kluczowe dla zrozumienia procesów transformacji rtęci w kolejnych ogniwach sieci

pokarmowej. Plankton unoszący się w wodzie, ale również bentos żyjący na dnie zbiorników, ze względu na swoją znaczną biomasę oraz zdolność do efektywnego wchłaniania rtęci z otaczającej wody, odgrywa kluczową rolę we wprowadzaniu tego pierwiastka do wodnej sieci troficznej.

Główne badania rtęci w Arktyce i Antarktyce prowadzone przez międzynarodowe zespoły naukowców koncentrowały się na badaniu stężenia rtęci całkowitej. Analizy te jednak nie uwzględniają rozróżnienia na związki rtęci pochodzenia naturalnego od rtęci pochodzącej z procesu antropopresji. Ponadto badania nad zanieczyszczeniem środowiska rejonów polarnych przez rtęć pomijają także rozróżnienie form rtęci, a to właśnie forma w największym stopniu determinuje właściwości i toksyczność tego pierwiastka.

Proces topnienia wiecznej zmarzliny w rejonach polarnych przy obecnej zmianie klimatu może powodować uwalnianie się znacznych ilości rtęci, która przez miliony lat była zdeponowana w lodowcach, mogła pochodzić z aktywności wulkanicznej, depozycji z rzek transportujących rtęć z lądu oraz uwalniania ponadnormatywnych stężeń tego pierwiastka pochodzących z procesu wietrzenia skał i minerałów.

Pomimo wieloletnich badań, nie tylko międzynarodowych, ale również prowadzonych przez wiodące w tym zakresie jednostki naukowe z Polski (IO PAN, Uniwersytet Gdański), dotyczące mechanizmów kontrolujących uwalnianie się rtęci z ekosystemów, ale również depozycji tego metalu, transportu i przemian, zwłaszcza w środowisku mórz i oceanów oraz organizmów tam bytujących, pod wpływem zmieniającego się globalnie klimatu i ekstremalnych zjawisk pogodowych, nadal nie są one w pełni poznane.

Zatem badania podjęte przez Autorkę są szczególnie ważne w celu uzupełnienia wiedzy w zakresie włączania rtęci do ekosystemów polarnych, w tym jej dystrybucji w organizmach z najniższych poziomów troficznych. Dodatkowo określenie wpływu czynników środowiskowych na stężenie rtęci w tych organizmach oraz jej biomagnifikację w polarnej sieci pokarmowej pozwoli na ocenę nie tylko poziomu rtęci i ewentualnego zagrożenia zdrowotnego dla ostatecznych konsumentów, ale również umożliwi ocenę jak zmiana klimatu np. topniejące i uwalniające rtęć lodowce mogą wpływać na to zjawisko. Ponadto poznanie poziomu uwalniania rtęci zdeponowanej w ekosystemach polarnych jest szczególnie ważne, aby wspomóc modelowanie potencjalnego wtórnego zanieczyszczenia środowiska w okresie długofalowym i/lub opracować narzędzia ograniczające tą depozycję i ostatecznie zanieczyszczenie środowiska naturalnego na różnych poziomach troficznych. **Zatem sformułowane hipotezy badawcze, że (1) topnienie lodowców spowodowane de facto zmianą klimatu wpływają na mobilność rtęci w ekosystemach polarnych, (2) kluczowy jest wpływ pochodzenia materii organicznej na biodostępność rtęci w rejonach polarnych oraz (3) organizmy z najniższych poziomów troficznych odgrywają kluczową rolę w transferze rtęci w polarnej sieci troficznej, a poziom w ich organizmach wynika z różnic międzygatunkowych, odpowiadają nie tylko wyzwaniom naszych czasów w zakresie poznania globalnego obiegu rtęci w przyrodzie, ale również mogą wspomóc wypracowaniu rozwiązań/wiedzy w przewidywaniu skutków tych zmian. Tematyka rozprawy jest zatem bardzo aktualna,**

a wyniki badań wypełniają lukę poznawczą w zakresie włączania rtęci do ekosystemów polarnych.

Poza trzema publikacjami najważniejszą częścią merytoryczną pracy jest streszczenie. We wstępie streszczenia Autorka wprowadza czytelnika w problem toksyczności rtęci, wpływu na organizmy morskie, różnic między formami występowania, przywołuje dokumenty międzynarodowe odnoszące się do problemu zanieczyszczenia rtęcią oraz syntetycznie opisuje problem zanieczyszczenia rtęcią organizmów na różnych poziomach troficznych rejonów polarnych. Tak jak podkreśla Autorka, z czym zgadzam się w pełni, istotne jest dogłębne zbadanie tematu nie tylko wpływu organizmów z najniższego poziomu troficznego na poziom rtęci w rejonach polarnych, ale również ocena jak poziom materii organicznej oraz jej pochodzenie wpływa na biodostępność tego metalu w środowisku wodnym, co jest kluczowe w ocenie stopnia zanieczyszczenia rejonów polarnych. Ta część dysertacji świadczy o wnikliwym rozpoznaniu problemu, jest nadpisana zwięźle i zrozumiale. Brakuje mi jedynie zdania we wstępie dotyczącym środowiska morskiego, bo rozważamy przecież zanieczyszczenie tego środowiska, jakie są dopuszczalne poziomy zawartości rtęci w toni wodnej, osadach morskich czy organizmach, jej elementów, a jakie świadczą już o jej zanieczyszczeniu. Jeżeli nie ma międzynarodowych norm/standardów do których się odnosimy, to powinno to być wspomniane we wstępie.

Szeroko przeprowadzone studia literaturowe pozwoliły na sformułowanie trzech hipotez badawczych dla których zweryfikowania wyznaczono trzy cele naukowe. Cele naukowe dysertacji są poprawnie i logicznie sformułowane, a przypisanie ich do konkretnych elementów środowiska stanowiących ekosystem polarny (woda, osady, zawiesina, organizmy) i powiązanie z identyfikacją czynników wpływających na włączanie i transfer rtęci w polarne sieci troficzne świadczy o wnikliwej i świadomej wiedzy w zakresie zjawisk zachodzących w ekosystemie polarnym.

Charakterystyka trzech obszarów badawczych (Zatoka Admiralicji na Antarktyce, zachodnia część półwyspu Antarktycznego oraz Spitsbergen, Isfjorden) **oraz wybór miejsc do badań, w których pobierano próbki wody morskiej oraz próbki stałe** (zawiesiny, mikroplanktonu, zooplanktonu, osady powierzchniowe, organizmy bentosowe) **do oznaczeń różnych form rtęci** (rtęć całkowita, pięć frakcji rtęci – halogenki rtęci, rtęć związana z materią organiczną w tym MeHg, siarczek rtęci, siarczan rtęci i tlenek rtęci, rtęć związana z minerałami) **zostały wybrane bardzo skrupulatnie w oparciu o wcześniej prowadzone badania i dane literaturowe.** Jednoznacznie potwierdzić można, że metodyka przyjęta do badań oraz prace eksperymentalne zostały zaplanowane prawidłowo i szczegółowo oraz wykonane bardzo starannie. Ponadto w próbkach stałych (zawiesina, osad, organizmy) wykonano oznaczenia węgla organicznego (C_{ORG}) i azotu całkowitego (N_{TOT}) oraz stabilnych izotopów węgla ($\delta^{13}C$) i azotu ($\delta^{15}N$), zaś w osadach dodatkowo: wilgotność i zawartość materii organicznej.

W dalszej części dysertacji doktorskiej Autorka opisuje i dyskutuje uzyskane wyniki badań w kontekście celów jakie zostały sformułowane, co jest właściwe, ze względu nie tylko na ilość wykonanych badań, ale również różnych komponentów środowiska, do których się odnosi. Dzięki temu w dyskusji uzyskanych wyników kilkakrotnie przy omawianiu każdego z celów

przywołuje konkretne publikacje i weryfikacje hipotez, co świadczy o kompleksowym podejściu do potwierdzenia założonych tez badawczych i bardzo dobrym przygotowaniu merytorycznym Autorki. Ta część dysertacji jest napisana bardzo dobrze, a wyczerpująco temat rozprawy opisują załączone publikacje.

Za najważniejsze osiągnięcia Doktorantki przedstawione w rozprawie, stanowiące jednocześnie element nowości naukowej i wzbogacenie obecnego stanu wiedzy w tym zakresie w obszarze dziedziny nauki o Ziemi i środowisku, uważam:

- wskazanie, że topniejące lodowce i śnieg, kolonie ptaków oraz kopalnia węgla pełniły rolę dodatkowych źródeł rtęci w strefie przybrzeżnej regionów polarnych, zaś rtęć uwolniona z tych źródeł różniła się biodostępnością. Rtęć wypłukana z gleb w pobliżu kolonii ptaków oraz kopalni węgla szybko osadzała się w osadach, czyniąc je lokalnym źródłem tego metalu w bentosowej sieci troficznej. Nie wykazano, aby rtęć pochodząca z topniejących lodowców była efektywnie włączana w obieg pelagiczny czy bentosowy, co potwierdziły również badania planktonu. Stężenie rtęci całkowitej i metylortęci w planktonie wzrastało wraz ze wzrostem stężenia rtęci w wodzie i zawieszynie, co może sugerować morskie pochodzenie rtęci, **tu negatywnie zweryfikowano hipotezę I**,
- potwierdzenie, że rtęć w wodzie morskiej występowała głównie w formie rozpuszczonej, a więc jest bardziej biodostępna dla organizmów morskich i może powodować większą depozycję w ich organizmach, zaś metylortęć stanowiła jedynie 1,1% całkowitej rtęci obecnej w wodzie, **czym zweryfikowano hipotezę II**,
- potwierdzenie, że dominującą formą rtęci w badanych organizmach była forma labilna (Hg_{F2}), która może być przenoszona na wyższe poziomy troficzne. Oprócz metylortęci również inne związki rtęci, wbudowane w tkanki organizmów, mogą ulegać biomagnifikacji. Potwierdza to procentowy udział MeHg we frakcji Hg_{F2} , który wzrastał wraz z poziomem troficznym – od 0,8% w zawieszynie do 31% w zooplanktonie drapieżnym i 58% w zoobentosie (ślimaki). Wskazano zatem, że inne formy rtęci niż metylortęć są kumulowane w organizmach w obu sieciach pokarmowych – pelagicznej i bentosowej, **tu zweryfikowano hipotezę III**,
- potwierdzenie, że procesy akumulacji i transferu rtęci w sieci pokarmowej ekosystemów polarnych są złożone i zależą od specyficznych cech biologicznych organizmów, takich jak dieta, wielkość, długość życia i mechanizmy detoksykacyjne, **tu zweryfikowano hipotezę III**,
- dostarczenie dowodów, że kluczowym czynnikiem wpływającym na stężenie i formę rtęci w organizmach bentosowych była efektywność eliminacji rtęci z organizmu. Rozgwiezdy i jeżowce były bardziej efektywne w transferze rtęci do twardych tkanek niż ślimaki, co wpływało na dalszą biomagnifikację Hg w bentosowej sieci troficznej, **tu zweryfikowano hipotezę III**.

Mam kilka pytań do Doktorantki:

- czy możliwe jest na podstawie przeprowadzonych badań wody i próbek stałych (zawieszina, osad, organizmy) określenie jak duży ładunek rtęci w postaci procentowej lub wagowej oraz

w jakiej formie przedostaje się do ekosystemu polarnego? Jaką część stanowi rtęć uwolniona z wiecznej zmarzliny w tym ładunku?

- czy spośród przebadanych organizmów rejonów polarnych znajdziemy organizmy wskaźnikowe inaczej bioindykatory, czyli takie których obecność, liczebność i stan zdrowia wskazują na jakość i stan danego środowiska?

- czy grupa badawcza, z którą Pani prowadziła badania, analizowała zawartość rtęci w roślinności wodnej rejonów polarnych (rośliny wyższe, glony, trawy morskie, itp.), które prawdopodobnie też są zanieczyszczone rtęcią, jaki to może być w przybliżeniu ładunek, czy porównywalny z planktonem, bentosem czy innymi organizmami bytującymi w Arktyce?

Z recenzenckiego obowiązku wymienię poniżej kilka drobnych niedociągnięć, które zauważyłam:

- brakuje mi odniesienia się Doktorantki we wszystkich publikacjach, o czym pisałam już wcześniej czy stężenia rtęci stwierdzone we wszystkich badanych komponentach środowiska morskiego były dopuszczalne czy przekroczone, czy mówimy o zanieczyszczeniu, czy też nie. Oczywiście czytelnik może zorientować się po liczbach, że mówimy o stężeniach większych lub mniejszych, ale jak to się ma do norm, czy ilości uwalnianego ładunku rtęci;

- w opisie dysertacji brakuje mi schematycznego przedstawienia prowadzonych badań z odniesieniem do hipotez badawczych i założonych celów badawczych oraz publikacji, takie graficzne przedstawianie umożliwiłoby sprawniejsze poruszanie się recenzenta pomiędzy przedłożonymi do dysertacji publikacjami, zwłaszcza, że niektóre z nich udowadniają nie jedną, ale dwie hipotezy badawcze;

- skrót SPM wyjaśniony w streszczeniu angielskim na str. 7 jako „suspended particulate matter” i polskim na str. 18 jako „zawiesina” powinien jednak w pełnej nazwie zostać rozwinięty w części streszczenia dotyczącego wniosków – wniosek nr 2 w części angielskiej str. 10 oraz w części streszczenia w języku polskim str. 21. Wydaje się, że stosowanie skrótów we wnioskach, jednej z ważniejszych części dysertacji de facto podsumowującej badania, nie jest bardzo czytelne i uzasadnione;

- na str.18, we wniosku drugim, może zamiast użycia sformułowania „morskie pochodzenie rtęci”, można było dokładniej napisać skąd pochodziła rtęć czy z osadów dennych, czy z zawiesiny;

- na str. 21, sformułowanie „w zooplanktonie najwyższe stężenie rtęci pomierzono w organizmach drapieżnych” jest niefortunne, może lepiej było użyć słowa stwierdzono lub występowało;

- na str. 22, w polskim streszczeniu dysertacji we wniosku nr 3 pewnie przez pomyłkę zamiast przecinka zastosowano kropkę w wymienieniu procentowego udziału MeHg we frakcji Hg_{F2};

ponadto w rozwinięciu tego wniosku, niefortunne użycie zwrotu „wskazuje to na to”, lepiej byłoby po przecinku poprzedniego zdania użyć zwrotu „co wskazuje, że inne formy rtęci....”;

- str. 2 - taka drobnostka - wynikająca prawdopodobnie z pośpiechu - w nazwie własnej instytucji, w której przeprowadzono wszystkie badania do pracy doktorskiej brakło literki „i” Instytut Oceanologii PAN a nie Instytut Oceanologi PAN.

Mimo powyższych błędów, praca jest przygotowana bardzo starannie, z niewielką ilością błędów interpunkcyjnych i stylistycznych.

Po lekturze dysertacji doktorskiej nasuwa mi się również spostrzeżenie, które Doktorantka może wykorzystać w przyszłości w poszerzeniu badań dotyczących roślin bytujących w wodach rejonów polarnych. Konieczne jest zdobycie wiedzy jakie zawartości rtęci znajdują się w roślinach strefy morskiej i oceanicznej, gdyż rośliny stanowią pokarm dla wielu organizmów morskich i w związku z tym mogą stanowić źródło rtęci włączanej w obieg materii. Badania takie mogą pomóc utworzyć listę „bezpiecznych” gatunków roślin, zwłaszcza dla fauny z rejonu badań, nie pobierających rtęci lub pobierających ją w niewielkiej ilości. Może to również wspomóc działania, gdy przyjdzie nam w przyszłości rewitalizować rejon polarny, zniszczone działalnością człowieka.

Podsumowując, stwierdzam że **praca pod względem merytorycznym nie budzi żadnych zastrzeżeń i napisana jest na bardzo dobrym poziomie naukowym**, co jednoznacznie wskazuje na bardzo dobrą opiekę promotorów pracy, Pana prof. Jacka Bełdowskiego i Pani dr hab. Dominiki Saniewskiej, prof. UG. Dla mnie jako recenzenta przyjemnością było zagłębienie się w lekturę dysertacji, która prowadzona była na poziomie nie europejskim, a światowym. **Nie bez znaczenia są również utylitarne aspekty prowadzonych badań, które implementowane w środowisku mogą znacznie przysłużyć się poznaniu mechanizmów uwalniania i depozycji rtęci w różnych elementach przyrody ożywionej rejonów polarnych.** Zwłaszcza że, badanie rtęci w organizmach morskich jest kluczowe ze względu na biomagnifikację, narażającą drapieżniki szczytowe, w tym ludzi, na wysokie stężenia tego pierwiastka. W rejonach polarnych krótsze łańcuchy pokarmowe sprawiają, że organizmy bazowe są kluczowe w transferze rtęci, wzmacniając jej wpływ na ekosystemy.

Dorobek naukowy Doktorantki

Dane bibliometryczne Doktorantki w bazie Web of Science mimo, iż nie podlegają ocenie w procesie recenzji pracy doktorskiej są bardzo dobre. W publikacyjnym portfolio Doktorantki znajdziemy 17 publikacji, wszystkie w języku angielskim (w tym 3 prace wchodzące w skład dysertacji), zaś 10 w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR) o IF w zakresie od 3.1 do 12.2. Sumaryczny IF Doktorantki jest wysoki i wynosi 73.1, zaś suma punktów MNiSW to 1400. Prace te były cytowane ponad 137 razy (bez autocytowań 119), a index Hirscha mgr Korejwo wynosi 6 (Web of Science) i 7 (Scopus). Doktorantka jak podaje brała czynny udział w jedenastu projektach naukowych, w tym trzech dotyczących regionów polarnych oraz ośmiu związanych z Morzem Bałtyckim. Wśród projektów, w których

uczestniczyła Doktorantka wymienić można cztery finansowane ze środków NCN, w jednym Pani mgr była kierowniczką oraz siedmiu projektów międzynarodowych, w tym ze środków Interreg Baltic Sea Region, Era-Net oraz EMFAF.

Na uwagę zasługuje również aktywność Doktorantki w rozpowszechnianiu wyników badań poprzez autorstwo i współautorstwo jedenastu prezentacji ustnych oraz 27 posterów zaprezentowanych na 21 konferencjach naukowych, w tym dwunastu międzynarodowych.

Zdaję sobie sprawę, że znaczny udział w dorobku Doktorantki ma właściwe kierowanie i pomoc oraz mentoring promotorów wyżej ocenianej dysertacji oraz co bardzo ważne pozyskanie przez prof. dr hab. Jacka Bełdowskiego środków na badania w sześciu projektach międzynarodowych, w których Doktorantka uczestniczyła jako wykonawca. Niemniej bez zaangażowania Doktorantki, otwartego umysłu i zacięcia naukowego nie byłoby możliwe uzyskanie tak dobrego dorobku naukowego. **Pani mgr Ewa Korejwo swoim dorobkiem i zaangażowaniem w pracach grupy badawczej, nie tylko jednostki w której pracuje, ale zespołów spoza potwierdziła, że jest doświadczonym i świetnie rokującym naukowcem.**

Wniosek końcowy

Podsumowując, rozprawa doktorska Pani mgr Ewy Korejwo stanowi samodzielne rozwiązanie problemu badawczego przy użyciu adekwatnej metodyki badań, co jest ustawowym wymaganiem stawianym rozprawom doktorskim. Tematyka rozprawy w pełni wpisuje się w dziedzinę nauki o Ziemi i środowisku.

Stwierdzam, że przedstawiony do oceny cykl trzech prac stanowiących podstawę przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej pt. „Akumulacja rtęci w organizmach z rejonów polarnych” spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jednolity DZ.U z 2017 r. poz. 1789) w związku z art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669).

Zwracam się zatem do Wysokiej Rady Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk o dopuszczenie mgr Ewy Korejwo do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie stwierdzam, że miałam przyjemność recenzowania pracy, którą uznaję za wyróżniającą. Przedstawione wyniki nie pozostawiają żadnej wątpliwości co do wysokiego poziomu naukowego Doktorantki oraz jakości merytorycznej przeprowadzonych badań, potwierdzonym jej opublikowaniem w bardzo dobrych czasopismach naukowych, o wysokim współczynniku oddziaływania. Dlatego też **stawiam wniosek i proszę** Wysoką Radę Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk **o wyróżnienie recenzowanej pracy stosowną nagrodą.**


prof. dr hab. Marta Pogrzeba