

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. Dawida BIERNACIKA

pt.:

**Be7 jako wskaźnik warunków meteorologicznych i zanieczyszczenia powietrza w Polsce**  
zrealizowanej w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu

Badawczego w Gdyni

pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Tamary Zalewskiej, prof. IMGW – PIB  
i promotora pomocniczego dr Ewy Jakusik

*Podstawą przygotowania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej IMGW - PIB  
dr hab. inż. Artura Magnuszewskiego, prof. UW, z dnia 10 maja 2023 r.*

### Uzasadnienie podjęcia tematu badawczego

Stosunkowo nowym podejściem w ocenie jakości środowiska jest wykorzystanie pierwiastków promieniotwórczych jako wskaźników zmian środowiskowych, np. do oceny stopnia zanieczyszczenia powietrza, prognozowania warunków meteorologicznych, czy procesów migracji mas powietrza w skali lokalnej i globalnej. Śledzenie transportu izotopów w atmosferze, szczególnie pochodzenia naturalnego, których stężenia i szybkość powstawania utrzymują się na stałym poziomie, pozwala scharakteryzować czynniki, które mają wpływ na ich dystrybucję i transport.

Stosowane izotopy mogą być pochodzenia antropogenicznego lub naturalnego. Te ostatnie mogą być wytwarzane w wyniku oddziaływania promieniowania kosmicznego z elementami atmosfery (np. Be-7) lub w wyniku rozpadu pierwiastków wchodzących w skład litosfery (np. Pb-210). Praca doktorska mgra Dawida Biernacika dotyczy zastosowania tych dwóch przykładowych izotopów do oceny procesów zachodzących w atmosferze, do śledzenia



stopnia i zmian zanieczyszczenia powietrza w Polsce oraz w badaniach warunków meteorologicznych. Doktorant postawił hipotezę, że przeprowadzenie kompleksowej ilościowej charakterystyki depozycji Be-7 i Pb-210 (jako parametru wspomagającego), w powiązaniu z warunkami meteorologicznymi, głównie termicznymi i pluwialnymi oraz z parametrami opisującymi jakość powietrza może być podstawą przewidywania zmian w kontekście zmieniającego się klimatu i jakości powietrza. W oparciu o przedstawione w rozprawie dane literaturowe na ten temat tak sformułowaną hipotezę badawczą można uznać za uzasadnioną i zgodną z tytułem rozprawy.

### Struktura pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa ma nietypową strukturę, ale w świetle obowiązujących przepisów, w pełni dopuszczalną dla prac doktorskich.

Zasadniczą częścią rozprawy są kopie trzech spójnie tematycznych publikacji, które są jej podstawą, poprzedzone ich streszczeniami. Wszystkie trzy prace zostały opublikowane w renomowanych czasopismach wydawnictwa Elsevier o dużych współczynnikach oddziaływania (IF): *Journal of Environmental Radiology* (2.655) – dwie prace, i jedna w *Science of Total Environment* (10.754), któremu przypisany jest najwyższy kwartył Q1. Na początku rozprawy znajdują się jednostronicowe abstrakty pracy (w języku polskim i angielskim), po których następuje wprowadzenie, cel i zakres pracy, opis źródeł danych oraz metodyki przeprowadzanych analiz izotopów promieniotwórczych w próbkach aerozoli i opadu całkowitego. Na końcu rozprawy zamieszczone są oświadczenia autorów wszystkich trzech prac z podaniem procentowego udziału każdego autora. Z załączonych oświadczeń wynika, że udział Doktoranta w dwóch publikacjach wynosił 40%, a w jednej, w której Doktorant jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym 80%.

Streszczenia załączonych prac odnoszą się do aktualnej literatury światowej (ok. 40 pozycji literaturowych), między innymi dotyczą porównania wyników uzyskiwanych w różnych rejonach geograficznych i wpływu różnych czynników na charakterystykę depozycji radionuklidu Be-7.

Ponieważ w rozprawie brakowało wykazu całościowego dorobku Doktoranta zwróciłem się do promotora rozprawy o takie informacje. Z uzyskanych danych wynika, że oprócz 3 publikacji będących podstawą rozprawy mgr Dawid Biernacik ma bogaty dorobek naukowy, który obejmuje 31 publikacji w wydawnictwach krajowych, w tym współautorstwo



monografii naukowej oraz jednej w czasopiśmie *Atmosphere*. Ponadto, był aktywnym uczestnikiem konferencji naukowych (w tym pięciu międzynarodowych), seminariów i sympozjów. W swoim dorobku posiada także kilkanaście opublikowanych ekspertyz, opracowań i raportów naukowych. Od 2020 roku jest członkiem Polskiego Towarzystwa Geofizycznego. Aktywnie działa na rzecz popularyzacji nauki (ponad 20 autoryzowanych wywiadów naukowych dla portali internetowych, prasy, radia i telewizji oraz publikacje tekstów w „Obserwatorze IMGW-PIB”). Ponadto, jest głównym autorem dwóch regularnie publikowanych każdego miesiąca Biuletynów MGW-PIB: Monitoringu Klimatu Polski oraz Południowego Bałtyku. Taki dorobek i aktywność naukowa Doktorantka należy uznać za dobrą podstawę do rozwijania dalszej kariery naukowej.

### **Ocena merytoryczna i użytkowa rozprawy**

Podstawowym celem realizacji pracy doktorskiej zatytułowanej „Be-7 jako wskaźnik warunków meteorologicznych i zanieczyszczenia powietrza w Polsce” było wskazanie możliwości zastosowania radionuklidu Be-7 jako markera zmian wybranych parametrów meteorologicznych oraz zanieczyszczenia powietrza w Polsce, a także do badania procesów zachodzących w atmosferze. Aby wzbogacić i wzmocnić swoje wnioski Doktorant wybrał do badań dodatkowo drugi radionuklid Pb-210 (stosunek obu izotopów charakteryzuje poziomy i pionowy transport w atmosferze), którego zachowania w atmosferze są zbliżone do Be-7, a którego źródłem jest zarówno naturalny rozpad Ra-222 emitowanego głównie z materiału skalnego jak i spalanie paliw. Oba izotopy, różniące się czasem półtrwania, usuwane są z atmosfery poprzez suchą i mokrą depozycję. Z tego powodu przedmiotem badań były zarówno próbki opadów atmosferycznych, zapylenia i PM10. Wszystkie trzy media są głównymi nośnikami obu izotopów, które trafiają do przyziemnej warstwy atmosfery.

Badania dotyczyły wyznaczenia charakterystyki zmian dopływu Be-7 z atmosfery do powierzchni Ziemi w zależności od pór roku i powiązanych z nimi warunkami meteorologicznymi, zapylenia oraz od obszaru badań z rozróżnieniem obszarów północnych i południowych Polski. Takie podejście związane jest z różną charakterystyką meteorologiczną oraz ze zróżnicowaną emisją zanieczyszczeń i pyłów, na których transport i dystrybucję ma również wpływ dynamika mas powietrza związana bezpośrednio z warunkami meteorologicznymi i ukształtowaniem terenu.



Wyniki zawartości obu radionuklidów gamma-promieniotwórczych w próbkach pyłu i opadów atmosferycznych zostały uzyskane z zastosowaniem odpowiedniej do tego celu metody spektrometrii promieniowania gamma. Zastrzeżeń nie budzi również zastosowana metodyka pobierania próbek aerozoli. Przykładowo, takie same metodyki zostały zastosowane w pracy opublikowanej w 2021 roku przez pracowników Narodowego Centrum Badań Jądrowych w czasopiśmie *J. Environ. Radioact.*, 240, December, 106739 [Concentration of  $^7\text{Be}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  radionuclides in the ground layer of the atmosphere in the polar (Hornsund, Spitsbergen) and mid-latitudes (Otwock-Świder, Poland) regions].

Doktorant realizując swoją pracę korzystał z bardzo bogatych baz danych, uzyskanych w długim okresie (od 1998 do 2016 roku). Dane te zostały pozyskane z:

- monitoringu nadzorowanego przez Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej na zlecenie Państwowej Agencji Atomistyki (stężenia izotopów Be-7 i Pb-210 w próbkach aerozoli zbieranych w okresie tygodniowym w okresie 2000 – 2016 na 12 stacjach zlokalizowanych na terenie Polski )
- monitoringu realizowanego przez IMGW-PIB na zlecenie GIOŚ (wielkość zapylenia w próbkach aerozoli zbieranych w okresie tygodniowym w okresie 2000 – 2016 na 12 stacjach na terenie Polski),
- Państwowego Monitoringu Środowiska nadzorowanego przez GIOŚ (PM10),
- IMGW (dane meteorologiczne, 1998-2018),
- Belgijskiego Obserwatorium Królewskiego (aktywność słoneczna).

Wykorzystanie tak szerokiej bazy danych w okresie wieloletnim jest dużym walorem pracy w kontekście wiarygodności wyników badań oraz wniosków sformułowanych na ich podstawie.

Zebrane zbiory danych miały charakter surowych danych. Do poprawnego przeprowadzenia analiz i obliczeń Doktorant ujednolicił ich format i charakterystykę czasoprzestrzenną danych, uzyskując w ten sposób bazę dedykowaną. Stanowi to autorskie osiągnięcie mgr. Dawida Biernacka.

Kolejnym walorem pracy jest wykorzystanie różnorodnych metod statystycznych do wykazania występowania określonych korelacji między badanymi parametrami. W tym celu Doktorant stosował zarówno statystyki podstawowe, analizy korelacyjne oraz metodę uczenia maszynowego, nowoczesną metodę statystyczną stosowaną w analizach środowiskowych.



Metoda ta umożliwiła zbadanie związków pomiędzy wieloma zmiennymi niezależnymi (objaśniającymi) a zmienną zależną (kryterialną, objaśnianą).

Na podstawie analizy publikacji i komentarza autorskiego za główne osiągnięcia Doktoranta można uznać:

1. Określenie ilościowej charakterystyki różnic w depozycji Be-7 i Pb-210 wynikających z różnych warunków meteorologicznych, jakości powietrza (zapylenie, PM10) i uwarunkowań geograficznych, w tym związanych z ukształtowaniem terenu na przykładzie analiz przeprowadzonych dla lokalizacji różniących się istotnie stopniem zanieczyszczenia (Gdynia oraz Kraków i Katowice) dla okresu 18 lat.
2. Wyznaczenie, na podstawie danych z dwóch rodzajów próbek: opadu atmosferycznego i aerozoli z okresu 16 lat, kompleksowej depozycji Be-7 i Pb-210 na obszarze Polski (jako obszaru reprezentatywnego dla Europy Środkowej) w powiązaniu z warunkami meteorologicznymi i jakością powietrza. Umożliwiło to określenie zmian zarówno klimatycznych, jak i jakości powietrza.
3. Wyznaczenie szybkości depozycji Be-7 i Pb-210 dla całego obszaru Polski i określenie jej zależności od parametrów meteorologicznych. Uzyskane dane mogą być podstawą przewidywania zmian w warunkach zmieniającego się klimatu i stopnia zanieczyszczenia powietrza.
4. Określenie zależności szybkości depozycji od zapylenia oraz wyjaśnienie przyczyn jej zależności (odwrotnie proporcjonalnej). Takie dane mogą być podstawą przewidywania w warunkach zmieniającej się jakości powietrza i wyjaśnienia przyczyn jej kierunku.

Badania w takiej skali przestrzennej i czasowej można uznać za przeprowadzone po raz pierwszy w Polsce.

Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę dalszych prac naukowych związanych z badaniami i modelowaniem depozycji również innych składników atmosfery, szczególnie zanieczyszczeń powietrza.

#### **Uwagi redakcyjne i edytorskie**

Tytuł rozprawy jest zgodny z jej treścią. Generalnie praca napisana jest z użyciem poprawnych terminów z zakresu podjętej tematyki, czyli promieniotwórczości, meteorologii, klimatologii, chemii środowiska i analizy statystycznej. Liczba tzw. literówek, niewłaściwie



odmienionych słów czy innych błędów jest standardowa, w całej pracy znalazłem ich zaledwie kilkanaście.

Niezbyt zrozumiałe jest kilkukrotne użycie terminu „element” w różnym znaczeniu, raz w znaczeniu czynnika (np. „kluczowym elementem dla szybkości transportu”, „scharakteryzowanie elementów i parametrów, które mają wpływ ....”, „innym razem w znaczeniu pierwiastka czy pyłu (np. „podstawa predykcji zachowań innych elementów zawieszonych”).

W kilku miejscach można spotkać niezbyt zręczne określenia:

str. 3 „Beryl-7 po raz pierwszy został zmierzony przez...”,

str. 5 „radionuklidy wiążą się do aerozoli”,

str. 8 „wykazanie i znalezienie statystycznych powiązań było podstawą wytypowania naturalnego izotopu” (chyba raczej dało podstawę)

str. 14 „główne czynniki rzutujące na przypowierzchniowe stężenia”,

str. 17. „wyniki uzyskano w analizie korelacji”,

str. 23 „stosunkowo niewielkie próbki” (prawdopodobnie chodzi o liczbę a nie o wielkość próbki),

str. 24 w ostatnim wniosku, odwrócona została przyczyna braku korelacji ze skutkiem, „bezwzględne wysokości stacji nie przekraczały 305 m, dlatego różnica w gęstości powietrza była zbyt mała”.

#### **Wniosek końcowy:**

Na podstawie analizy przedstawionej mi do oceny rozprawy doktorskiej mgr. Dawida Biernacika, zatytułowanej „Be-7 jako wskaźnik warunków meteorologicznych i zanieczyszczenia powietrza w Polsce”, stwierdzam, że zawiera ona elementy nowości naukowej a charakter podjętych badań w wielu aspektach ma charakter innowacyjny. Publikacja wyników w wysoko punktowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym potwierdza walory badawcze i znaczenie uzyskanych wyników.

Moim zdaniem rozprawa wnosi istotny postęp wiedzy w obszarze dyscypliny inżynieria środowiska, otwierając nowe możliwości badawczo-aplikacyjne. Dodanie nowego wskaźnika do wspomagania obserwacji meteorologicznych można uznać za nową jakość w dziedzinie obserwacji zjawisk i procesów zachodzących w atmosferze. Bardzo istotnym osiągnięciem z



punktu widzenia potencjalnych aplikacji ocenianej pracy doktorskiej jest fakt, że obejmuje one zjawiska o charakterze globalnym, co zapewnia jej większy zasięg oddziaływania.

Na tej podstawie uważam, że w świetle Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym z dnia 14.03.2003 r. (Dz. U. nr 65, poz. 595 z 2003 r., ze zm. w Dz. U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365) oraz rozporządzenia MNiSzW z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadaniu tytułu profesora (Dz. U. z 2018, poz. 26, art. 18) recenzowane opracowanie spełnia wszystkie wymagania stawiane tego typu pracom. Wnoszę zatem wniosek do Wysockiej Rady Naukowej IMGW-PIB o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr. Dawida Biernackiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

