

Łódź, dn. 25.04.2025 r.

prof. dr hab. Krzysztof Fortuniak  
Zakład Meteorologii i Klimatologii WNG  
Uniwersytetu Łódzkiego  
90-139 Łódź, ul. Narutowicza 88

## **RECENZJA**

**osiągnięcia naukowego dr. Piotra Markuszewskiego**

**„Analiza porównawcza emisji aerozolu mazygenicznego przy uwzględnieniu wpływu parametrów falowania, aktywności biologicznej oraz ich znaczenie dla transportu mikroplastiku w rejonach Morza Bałtyckiego oraz Północnego Atlantyku”**

**oraz Jego aktywności naukowej**

**w związku z wnioskiem Kandydata o nadanie stopnia doktora habilitowanego  
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku**

### **Formalne podstawy przygotowania oceny**

Ocena została przygotowana w związku z powołaniem mnie przez Radę Doskonałości Naukowej uchwałą z dnia 21 stycznia 2025 r. na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. Piotra Markuszewskiego. Opinię wykonano na podstawie dostarczonych (w wersji elektronicznej) dokumentów zawierających:

- wniosek przewodni Kandydata o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w Instytucie Oceanologii PAN w Sopocie,
- autoreferat,
- wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- oświadczenia współautorów publikacji,
- kopię dyplomu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktorskiego,
- kopie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe.

Przedstawiona dokumentacja pozwala na sporządzenie recenzji. Recenzję wykonano stosując kryteria ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Zgodnie z obowiązującymi przepisami o stopień doktora habilitowanego może ubiegać się osoba, która posiada stopień doktora, posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Już wstępna analiza załączonej dokumentacji wniosku Pana dr. Piotra Markuszewskiego o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego pozwala jednoznacznie stwierdzić, że Jego dorobek naukowy i aktywność badawcza mieszczą się w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku, obejmując głównie problematykę emisji i transportu aerozolu mazygenicznego.

## Sylwetka Kandydata

Pan dr Piotr Markuszewski jest absolwentem Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej. Studia magisterskie ukończył w 2012 r. Stopień doktora nauk o Ziemi w zakresie oceanologii uzyskał w roku 2018 uchwałą Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk na podstawie rozprawy „Strumienie aerozolu morskiego w przywodnej warstwie atmosfery w rejonach południowego Bałtyku oraz europejskiej części Arktyki”. Promotorem pracy był dr hab. Tomasz Petelski. Od roku 2016 dr Piotr Markuszewski jest zatrudniony w Pracowni Wzajemnego Oddziaływania Morza i Atmosfery w Zakładzie Dynamiki Morza Instytutu Oceanologii PAN, początkowo na stanowisku oceanografa (lata 2016–2018), a obecnie adiunkta. W latach 2020–2022 w ramach stypendium Bekkera był zatrudniony na stanowisku postdoc w Department of Environmental Science and Analytical Chemistry, Uniwersytetu Sztokholmskiego.

Spośród ważniejszych danych naukowometrycznych charakteryzujących Habilitanta należy wymienić (dane na czas złożenia wniosku):

- autorstwo bądź współautorstwo 24 artykułów (14 po doktoracie), z sumaryczną liczbą cytowań 191 (w bazie Web of Science),
- Index Hirscha,  $H = 9$  (WoS),
- 9 wygłoszonych referatów konferencyjnych (3 po doktoracie),
- udział w organizacji 7 konferencji naukowych,
- udział w 9 projektach naukowych, w tym 3 obecnie realizowane, kierownik 3 projektów, 2 po doktoracie (projekty NCN-PRELUDEUM, NCN-OPUS, NAWA),

Doprecyzowując dorobek publikacyjny Kandydata należy zaznaczyć, że jedynie w przypadku jednej pracy (rozdział monografii opublikowany jeszcze przed doktoratem) jest On samodzielnym autorem. Pozostałe publikacje są wieloautorskie, przy czym Pan dr Piotr Markuszewski jest pierwszym autorem 6 z nich, w tym 2 po uzyskaniu stopnia doktora.

## Charakterystyka osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

Jako osiągnięcie naukowe zatytułowane „Analiza porównawcza emisji aerozolu masygenicznego przy uwzględnieniu wpływu parametrów falowania, aktywności biologicznej oraz ich znaczenie dla transportu mikroplastiku w rejonach Morza Bałtyckiego oraz Północnego Atlantyku” dr Piotr Markuszewski przedstawił cykl 6 publikacji:

- [1] Markuszewski, P., Nilsson, E.D., Zinke, J., Mårtensson, E. M., Salter, M., Makuch, P., ... & Piskozub, J. (2024). Multi-year gradient measurements of sea spray fluxes over the Baltic Sea and the North Atlantic Ocean. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 24, 11227–11253.
- [2] Zinke, J., Nilsson, E. D., Markuszewski, P., Zieger, P., Mårtensson, E. M., Rutgersson, A., Nilsson, E., & Salter, M.E. (2024). Sea spray emissions from the Baltic Sea: comparison of aerosol Eddy covariance fluxes and chamber-simulated sea spray emissions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 24(3), 1895-1918.
- [3] Ferrero, L., Scibetta, L., Markuszewski, P., Mazurkiewicz, M., Drozdowska, V., Makuch, P., ... & Bolzacchini, E. (2022). Airborne and marine microplastics from an oceanographic survey at the Baltic Sea: An emerging role of air-sea interaction? *Science of the Total Environment*, 824, 153709.

- [4] Nilsson ED, Hultin KAH, Mårtensson EM, Markuszewski P, Rosman K, Krejci R. (2021), Baltic Sea Spray Emissions: In Situ Eddy Covariance Fluxes vs. Simulated Tank Sea Spray. *Atmosphere*, 12, 274.
- [5] Markuszewski, P., Klusek, Z., Nilsson, E.D., Petelski T. (2020), Observations on relations between marine aerosol fluxes and surface-generated noise in the southern Baltic Sea, *Oceanologia*, 62, 413-427.
- [6] Markuszewski P., Kosecki Sz., Petelski T., (2017). Sea spray aerosol fluxes in the Baltic Sea region: Comparison of the WAM model with measurements. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 195, 16-22.

Dwie ostatnie prace zostały opublikowane jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora. W dostarczonej dokumentacji brak informacji w jakim stopniu wyniki w nich przedstawione stanowiły już podstawę uzyskania stopnia doktora. Dlatego, chociaż Ustawa nie nakłada takiego ograniczenia, nie jestem przekonany, czy powinny one stanowić część osiągnięcia habilitacyjnego.

Wszystkie składające się na osiągnięcie habilitacyjne artykuły to prace wieloautorskie. Pan dr Piotr Markuszewski jest pierwszym autorem 3 z nich, w tym dwóch powstałych przed uzyskaniem stopnia doktora. Wszystkie prace opublikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym o współczynniku wpływu,  $2,2 > IF > 9,8$ , oraz liczbie punktów MEiN z zakresu 70–200. Na szczególną uwagę zasługują pierwsze 3 artykuły, które znalazły się w prestiżowych czasopismach *Atmospheric Chemistry and Physics* oraz *Science of the Total Environment*.

Pomimo zawartych deklaracji wkład autorski Habilitanta w każdej z prac jest trudny do określenia. Na przykład w pracy [3], której lista autorów liczy 12 osób, deklarowany w autoreferacie wkład autorski to: „Przygotowanie koncepcji badań, wykonanie pomiarów podczas rejsów badawczych, opracowanie danych pomiarowych, przygotowanie rycin i tabel, interpretacja wyników, analiza statystyczna, dobór literatury oraz przygotowanie i edytowanie manuskryptu.” Zachodzi zatem pytanie o wkład pozostałych 11 współautorów, w tym autora wiodącego.

### **Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego**

Przedstawiony cykl publikacji dotyczy różnych zagadnień związanych z emisją i transportem aerozolu marynogenicznego (AM). Jest to zagadnienie istotne dla lepszego zrozumienia procesów wymiany pomiędzy powierzchnią morza a atmosferą, transportu zanieczyszczeń i materii biologicznej oraz poprawy numerycznego modelowania klimatu i pogody.

Niewątpliwie najbardziej istotną w osiągnięciu badawczym jest pierwsza [1] z wymienionych publikacji, której dr Markuszewski jest autorem wiodącym i korespondencyjnym. Stanowi on podsumowanie wieloletnich (2009–2017) pomiarów gradientowych AM na pokładzie r/v Oceania w rejonach Morza Bałtyckiego oraz północnego Oceanu Atlantyckiego. Dla obu regionów stwierdzono statystycznie istotne korelacje między strumieniami AM a różnymi czynnikami środowiskowymi, w tym prędkością wiatru, przyspieszeniem wiatru, wiekiem fali, znaczącą wysokością fali czy falową liczbą Reynoldsa. Wyjątkowo istotnym, nowatorskim wkładem tej pracy w poznanie mechanizmów wymiany jest stwierdzenie wpływu aktywności biologicznej na emisje AM w szczególności mniejszych frakcji. Fakt ten może mieć istotne znaczenie dla poprawy modeli klimatycznych. Na uwagę zasługuje również wykazanie różnic strumienia AM pomiędzy Morzem Bałtyckim a północnym Oceanem Atlantyckim w podobnych warunkach środowiskowych.

Publikacja [1] jest niejako kontynuacją/dopełnieniem powstałej jeszcze przed doktoratem pracy [6], w której również analizowano pomiary strumienia AM wykonane z wykorzystaniem metody gradientowej. Badając zależność emisji AM od prędkości wiatru wykazano wyraźne różnice pomiędzy emisją w przypadku rosnącej prędkości wiatru oraz wiatru słabnącego. Jednocześnie porównano wyniki pomiarowe z trzema różnymi parametryzacjami strumieni AM przy wykorzystaniu modelu falowania WAM. Dowiedziono, że jedne parametryzacje działają lepiej w przypadku rosnącej prędkości wiatru inne przy wietrze słabjącym, co wskazuje na konieczność bardziej szczegółowej analizy wpływu własności pola falowego na strumienie aerozolu marygenicznego.

Zależności pomiędzy strumieniem aerozolu a wartościami elementów meteorologicznych wykazano również w publikacji [2], przy czym w pomiarach strumienia AM wykorzystano tu dodatkowo metodę kowariancji wirów. Wykazano liniowo-logarytmiczną zależność pomiędzy prędkością wiatru a tak zmierzonym strumieniem aerozolu, zależność potęgową, gdy zmienną niezależną jest wysokość fal oraz liniową, gdy jest nią falowa liczba Reynoldsa. Również w tej pracy dowiedziono ujemnej korelacji pomiędzy stężeniami chlorofilu-*a* a strumieniem AM, co potwierdza wpływ aktywności biologicznej na generowanie AM. W zakresie metodycznym udało się potwierdzić zbieżność strumieni AM otrzymanych z symulacji w komorze zasilanej wodą morską z wynikami bezpośredniej metody kowariancji wirów, przy czym zwrócono uwagę na niedoszacowanie strumieni przez symulacje w komorze. Dodatkowo wypracowano parametryzację strumienia AM względem prędkości wiatru dla cząstek o średnicy od 0,015 do 10  $\mu\text{m}$  dla wód o niskim zasoleniu, takich jak Morze Bałtyckie.

Zastosowanie metody kowariancji wirów do pomiaru strumienia aerozolu morskiego po raz pierwszy zaprezentowane w pracy [4] samo w sobie również należy uznać za istotny wkład w rozwój metod badawczych nauk o Ziemi. Chociaż wykorzystanie detektora pracującego z częstotliwością 1Hz, jest w świetle metodyki kowariancji wirów wysoce dyskusyjne, jednak zastosowane poprawki w pewnym zakresie niwelują straty spektralne. Jednocześnie nie udało się znaleźć satysfakcjonującej metody skalowania strumieni pozyskiwanych metodą generacji aerozolu w zbiorniku aerozolowym tak, aby były one zgodne z wartościami strumieni mierzonych bezpośrednio.

Nieco odmiennym zagadnieniom poświęcona jest praca [3], w której dokonano równoczesnych pomiarów zawartości mikroplastiku w powietrzu i w wodzie Morza Bałtyckiego. Szczególną uwagę zwrócono na rolę aerozolu morskiego w transporcie mikroplastiku. Na podstawie przeprowadzonych badań zaproponowano nowatorską hipotezę, że mikroplastiki zawarte w aerozolu morskim mogą być ponownie emitowane razem z kroplami marygenicznymi z morza do atmosfery, a następnie transportowane w atmosferze na duże odległości, po czym mogą ponownie ulegać depozycji na powierzchni morza. Przeprowadzona analiza widmowa wykazała, że skład mikroplastików w atmosferze był podobny do tych obecnych w wodach morskich, co sugeruje ich wspólne pochodzenie.

Ostatnia praca [5], również powstała przed uzyskaniem stopnia doktora, ma w dużej mierze charakter metodyczny i prezentuje między innymi zależność między poziomem hałasu generowanego przez łamanie fal na powierzchni morza a emisją aerozolu morskiego w południowej części Morza Bałtyckiego. Dowiedziono zatem, że pomiary hałasu podwodnego mogą być wykorzystane do ciągłego monitorowania strumienia aerozolu morskiego.

Przedstawiona powyżej krótka charakterystyka najważniejszych wyników artykułów składających się na osiągnięcie habilitacyjne pozwala stwierdzić, iż przedłożony cykl publikacji przynosi istotne dla

dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku ustalenia, które zgodnie z sugestią Habilitanta zawartą w Autoreferacie, dotyczą 3 głównych zagadnień:

1. określenia wpływu różnych czynników oceanograficznych i meteorologicznych na emisję kropel marygenicznych, z uwzględnieniem różnic Morza Bałtyckiego i Oceanu Atlantyckiego;
2. porównania niezależnych metod pomiarowych strumieni aerozolu marygenicznego;
3. określenia znaczenia aerozolu morskiego na daleki transport mikroplastiku.

Zagadnienia te zostały wyczerpująco omówione w Autoreferacie, z przypisaniem poszczególnych publikacji. Autoreferat, a w szczególności jego część „Omówienie celu naukowego oraz wyników prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne” jest generalnie poprawnie napisany, może z nieco nadmiernie rozbudowaną sekcją wstępną. Wyraźnie wskazano w nim kluczowe w świetle osiągnięć habilitacyjnych wyniki poszczególnych publikacji. **Merytorycznie przedstawiony cykl publikacji spełnia w pełni warunki stawiane rozprawom habilitacyjnym.** Mankamentem Autoreferatu utrudniającym ocenę jest natomiast brak (mimo zawartych dosyć ogólnikowych deklaracji) jasnego wskazania roli Habilitanta w poszczególnych publikacjach. Uważam, że opisując kolejne osiągnięcia Kandydat powinien szczegółowo omówić co konkretnie jest wynikiem jego osobistej pracy i pomysłów. Jest to o tyle istotne, że jedynie w jednej z powstałych po doktoracie publikacji jest on pierwszym/wiodącym autorem, co pozwala przyjąć, iż rzeczywiście był *On spiritus movens* tego artykułu. W przypadku pozostałych prac nie można mieć takiej pewności. Z drugiej strony zdają sobie sprawę, że współczesne badania, zwłaszcza w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku, mają najczęściej charakter zespołowy, a wskazanie udziału poszczególnych członków zespołu bywa problematyczne.

### **Ocena pozostałej aktywności naukowej**

Przytoczone w opisie sylwetki Habilitanta dane naukowometryczne wskazują na Jego istotną aktywność naukową, mieszczącą się w ramach zwyczajowo oczekiwanych przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego nauk o Ziemi i środowisku. **Spełnienie warunku realizacji aktywności naukowej w więcej niż jednej uczelni bądź instytucji naukowej zapewnia dwuletnie zatrudnienie na stanowisku postdoc w Department of Environmental Science and Analytical Chemistry, Uniwersytetu Sztokholmskiego.**

Pomimo zatrudnienia w placówce naukowo-badawczej Pan dr Piotr Markuszewski posiada doświadczenie dydaktyczne – między innymi był promotorem dwóch prac licencjackich na Uniwersytecie Gdańskim, na Uniwersytecie Sztokholmskim prowadził zajęcia (wykład, laboratorium/ćwiczenia oraz zajęcia terenowe w stacji pomiarowej ICOS, Norunda) dla studentów 3 roku studiów licencjackich, w trybie zdalnym realizował praktyki studenckie dla studentów 2 roku studiów inżynierskich Politechniki Gdańskiej, jako wykładowca brał udział w warsztatach naukowych, Bałtyckim Festiwalu Nauki czy Sopockich Dniach Nauki.

Na podkreślenie zasługuje doświadczenie Pana dr. Piotra Markuszewskiego w badaniach morskich – uczestniczył łącznie w 26 rejsach badawczych na pokładach statków r/v Oceania oraz r/v Electra i był kierownikiem naukowych sześciu rejsów badawczych.

## **Wnioski końcowe**

Dokonując końcowej oceny wniosku habilitacyjnego Pana dr. Piotra Markuszewskiego stwierdzam, że mimo pewnych niejasności odnośnie udziału Habilitanta w przedłożonych publikacjach, cykl prac „Analiza porównawcza emisji aerozolu mazygenicznego przy uwzględnieniu wpływu parametrów falowania, aktywności biologicznej oraz ich znaczenie dla transportu mikroplastiku w rejonach Morza Bałtyckiego oraz Północnego Atlantyku”, stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku. Spełnia zatem warunki osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w tej dyscyplinie. Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni bądź instytucji naukowej.

**Biorąc pod uwagę wszystkie przesłanki zawarte w niniejszej recenzji stwierdzam, że Pan dr Piotr Markuszewski spełnia wymogi stawiane przez Ustawę przy nadawaniu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku i wnoszę o dopuszczenie Go do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.**



Krzysztof Fortuniak