

Kraków, dn. 25.01.2023 r.

*dr hab. Marta Bąk*  
*Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska*  
*Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*  
*Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

## **RECENZJA**

osiągnięcia naukowego zatytułowanego „Relacje przestrzenne pomiędzy planktonem, materią zawieszoną a procesami oceanicznymi w Arktyce” i pozostałego dorobku naukowego  
dr Emilii Trudnowskiej  
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

### **Podstawy formalne**

Niniejsza recenzja została wykonana na podstawie uchwały nr 8/2022 Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie z dnia 17 listopada 2022 roku (pismo Przewodniczącego Rady prof. dr. hab. Jacka Piskozuba z dn. 01.12.2022) w sprawie nadania dr Emilii Trudnowskiej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku.

Ocenę osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej Pani dr Emilii Trudnowskiej przygotowałam na podstawie przekazanych mi w wersji elektronicznej dokumentów, które są załącznikami do wniosku Habilitantki, tj. autoreferatu w języku polskim i angielskim, wykazu osiągnięć naukowych w języku polskim i angielskim, kopii publikacji składających się na osiągnięcie naukowe Kandydatki oraz oświadczeń współautorów publikacji określających ich wkład w powstanie tych publikacji. Ponadto otrzymałam odpis dyplomu uzyskania stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk o Ziemi, w dyscyplinie oceanologia (plik pdf), a także certyfikat odbycia stypendium POGO-SCOR oraz kopię decyzji o przyznaniu Pani dr E. Trudnowskiej środków finansowych w ramach programu Mobilność Plus.

Powyższa dokumentacja pozwoliła na wykonanie recenzji według wymogów art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o szkolnictwie wyższym i nauce. Zgodnie z tymi 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 artystycznej.

Na podstawie analizy dokumentacji załączonej do wniosku przez Panią dr Emilię Trudnowską o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego stwierdzam, że Jej aktywność badawcza oraz dorobek naukowy w pełni mieszczą się w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku.

## Sylwetka naukowa i działalność zawodowa Kandydatki

Pani dr Emilia Trudnowska jest absolwentką Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego. Studia magisterskie na kierunku oceanografii, które odbyła w latach 2004-2009 ukończyła zdobywając tytuł magistra w zakresie biologii morza na podstawie pracy magisterskiej pt. „Meiofauna plaż piaszczystych Islandii”, wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. J.M. Węsławskiego.

Stopień doktora w dziedzinie nauk o Ziemi, w dyscyplinie oceanologia uzyskała w 2016 roku uchwałą Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie, na podstawie wyróżnionej rozprawy doktorskiej pt. „Struktura wielkościowa oraz rozmieszczenie zbiorowisk zooplanktonu w epipelagialu zachodniego Spitsbergenu”. Promotorką tej rozprawy była Pani prof. dr hab. Katarzyna Błachowiak-Samołyk. **Na tej podstawie Kandydatka spełnia jeden z trzech wymogów stawianych kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w art. 219 ustawy, pkt 1.**

Od 2013 roku działalność zawodowa i naukowa Pani dr Emilii Trudnowskiej była związana z Instytutem Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie, gdzie w latach 2013-2015 pracowała jako oceanograf, następnie jako asystent, a od 2016 roku do chwili obecnej jest zatrudniona na stanowisku adiunkta.

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

Jako osiągnięcie naukowe zatytułowane „Relacje przestrzenne pomiędzy planktonem, materią zawieszoną a procesami oceanicznymi w Arktyce” Pani dr Emilia Trudnowska przedstawiła cykl sześciu artykułów naukowych:

[1] Trudnowska E., Gluchowska M., Beszczynska-Möller A., Błachowiak-Samołyk K., Kwasniewski S. (2016). Plankton patchiness in the Polar Front region of the West Spitsbergen Shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 560, 1–18.

[2] Trudnowska E., Sagan S., Błachowiak-Samołyk K. (2018). Spatial variability and size structure of particles and plankton in the Fram Strait. *Progress in Oceanography*, 168, 1-12.

[3] Trudnowska E., Dąbrowska A., Boehnke R., Zajączkowski M., Błachowiak-Samołyk K. (2020). Particles, protists, and zooplankton in glacier-influenced coastal Svalbard waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 242, 106842.

[4] Trudnowska E., Stemmann L., Błachowiak-Samołyk K., Kwaśniewski K. (2020). Taxonomic and size structures of zooplankton communities in the fjords along the Atlantic water passage to the Arctic. *Journal of Marine Systems*, 204, 103306.

[5] Trudnowska E., Balazy K., Stoń-Egiert J., Smolina I., Brown T., Gluchowska M. (2020). In a comfort zone and beyond – ecological plasticity of key marine mediators. *Ecology and Evolution*. 10, 14067-14081.

[6] Trudnowska E., Lacour L., Ardyna M., Rogge A., Irisson J-O., Waite A., Babin M., Stemmann L. (2021). Marine snow morphology illuminates the evolution of phytoplankton blooms and determines their subsequent vertical export. *Nature Communications*, 12, 2816.

Według mojej oceny, wszystkie wymienione powyżej publikacje mieszczą się tematycznie w ramach proponowanego tytułu osiągnięcia naukowego, spełniając również wymogi formalne wymienione w Art. 219, ust. 1 i 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i

nauce. Publikacje te ukazały się w latach 2016-2021, tj. po uzyskaniu przez Kandydatkę stopnia doktora. Pani dr E. Trudnowska ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego po raz pierwszy.

Wszystkie prace wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego zostały wydane w czasopismach naukowych znajdujących się w odpowiednim wykazie MEiN, a przede wszystkim ukazały się w uznanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, indeksowanych w bazie Web of Science, o wysokim sumarycznym wskaźniku wpływu (Impact Factor). Z tego tytułu, treści w nich zawarte podlegały z pewnością rygorystycznemu i wieloetapowemu procesowi oceny podczas recenzji wydawniczych. Pani dr Emilia Trudnowska jest pierwszą autorką wszystkich powyższych publikacji oraz autorem korespondencyjnym. Według deklaracji współautorów, Jej udział w przygotowaniu tychże prac był dominujący. Jednakże dla recenzentki pewien niedosyt pozostawia fakt, że Pani dr E. Trudnowska nie załączyła do cyklu żadnej publikacji, gdzie byłaby jedynym autorem. Nie jest to wymogiem koniecznym do uzyskania stopnia doktora habilitowanego w świetle obecnie obowiązujących przepisów ale z pewnością samodzielna publikacja doskonale dokumentowałaby pozycję Kandydatki ubiegającej się o ten stopień jako samodzielnej badaczki, a przede wszystkim liderki w sensie naukowym, która nadaje kierunek badaniom w kontekście ich szeroko pojętej koncepcji. Ponadto za ogromny dysonans uważam fakt, że cykl publikacji, przedstawiony do oceny jako autorskie osiągnięcie habilitacyjne Pani dr Emilii Trudnowskiej posiada aż 21 współautorów. Oczywiście, nie jest to sytuacja niedopuszczalna z punktu widzenia przepisów formalnych. Także sama Kandydatka wielokrotnie podkreśla w swoim autoreferacie zespołowy charakter prowadzonych prac badawczych. Jednakże, w moim odczuciu, liczba 21 współautorów znacząco utrudnia wyłuskanie indywidualnego, merytorycznego wkładu Kandydatki.

Pomimo powyższych zastrzeżeń stwierdzam jednoznacznie, że osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego Pani dr Emilii Trudnowskiej stanowi istotny wkład w badania arktycznych środowisk pelagicznych. Nurtem przewodnim łączącym przedstawiony do oceny cykl publikacji było ustalenie struktury rozmieszczenia i wzajemnych relacji zbiorowisk planktonu, cząstek materii zawieszonych oraz jej agregatów w postaci śniegu morskiego. Badania były prowadzone w obszarach oddziaływania różnorodnych procesów oceanicznych, które są istotne dla funkcjonowania pelagialu w wysokich szerokościach geograficznych. Analizą objęto strefę frontu polarnego [1, 5], obszar adwekcji wód atlantyckich [1, 2, 4, 5], obszar z występującą pokrywą lodu morskiego [2, 6], oraz strefy wytapiania lodowców [3, 5]. Należy podkreślić, że solidnym fundamentem wniosku w publikacjach zawartych w przedstawionym cyklu było zastosowanie zróżnicowanych metod badawczych począwszy od metod tradycyjnych [1, 3-5] aż po technologie najnowocześniejsze, a także zastosowanie wielowymiarowych metod numerycznych [1-6] i wizualizacji przestrzennych [1, 2, 3, 6] dostosowanych do skali procesów oceanicznych.

Powyższa tematyka badawcza nie jest dla Kandydatki nowa, gdyż zagadnieniami związanymi ze strukturą wielkościową oraz rozmieszczeniem zbiorowisk zooplanktonu w epipelagialu zachodniego Spitsbergenu zajmowała się w swojej rozprawie doktorskiej [7-9]. Jednakże w cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie habilitacyjne, zagadnienia te są analizowane znacznie szerzej, zarówno pod względem badanego obszaru, zastosowanych metod, jak i poruszanych zagadnień.

Pierwsza publikacja z cyklu składającego się na osiągnięcie habilitacyjne została poświęcona analizie badań struktury rozmieszczenia planktonu na tle parametrów fizyko-chemicznych wody wykonanych w strefie frontu polarnego w sezonie letnim 2012 roku, na zachód od Spitsbergenu. W badaniach wykazano, że rozmieszczenie planktonu ma charakter nieciągły, mozaikowy, a przy tym wyraźnie koreluje ze zmiennością parametrów fizyko-chemicznych mas wód, ze szczególnym

uwzględnieniem różnic gęstości, a także wielkości i rodzaju cząstek. Niewątpliwym osiągnięciem w tej publikacji jest stwierdzenie w sposób empiryczny przyczyn rozmieszczenia poszczególnych grup planktonu w pelagiale wysokich szerokości geograficznych. Jest to również ważny przyczynek do badań cząstek planktonu, ich struktury i rozmieszczenia w oceanie światowym. Koncepcja tego rodzaju badań nie jest nowa, a w obszarze na zachód od Spitsbergenu była analizowana także przez Kandydatkę wraz z zespołem [9] i zamieszczona w Jej rozprawie doktorskiej. Jednakże w przypadku zamieszczonej w cyklu habilitacyjnym publikacji [1] jest to praca nowatorska pod względem rozdzielczości danych i zastosowanych instrumentów badawczych, a przez to osiągniętych wyników.

W drugiej publikacji zawartej w cyklu habilitacyjnym Kandydatki został podjęty istotny współcześnie temat zmian zachodzących w Arktyce w związku z postępującym globalnym ociepleniem. Do badań struktury cząstek organicznych i nieorganicznych planktonu wybrano bowiem obszar Cieśniny Fram będącej miejscem szczególnie pod tym względem wrażliwym. Jest to jedyny region głębokowodnej wymiany pomiędzy Arktyką a oceanem światowym, a także obszar, gdzie Prąd Zachodniego Spitsbergenu kieruje ciepłe i zasolone wody Atlantyku wprost do Oceanu Arktycznego. Autorzy, stosując wysoką rozdzielczość badań, nie byli w stanie ustalić wszystkich zależności przyczynowo skutkowych pomiędzy rozmieszczeniem badanych cząstek, a wielością procesów hydrologicznych, które występują na tym obszarze. Wskazali natomiast na znaczenie strefy marginalnej lodu morskiego sprzyjającej agregacji i flokulacji cząstek, a przez to wysokiej koncentracji planktonu, odgrywającej dużą rolę w łańcuchu troficznym, jako bogate źródło pokarmu dla planktonożerców.

Kolejnym istotnym zagadnieniem przedstawionym w artykule wchodzącym w skład osiągnięcia [3] jest oddziaływanie intensywnego wytapiania lodowców, powodujący spływ znacznej ilości materiału (tzw. „rzeki błota”) na warunki rozwoju planktonu. Wykazano tutaj, że różnice w strukturze planktonu nie zmieniały się liniowo wraz z liniową zmiennością parametrów fizykochemicznych środowiska. Ważnym wnioskiem z tych badań jest określenie związku między wpływem lodowców a dynamiką rozmieszczenia planktonu, będącej pochodną wielu złożonych interakcji pomiędzy procesami fizycznymi i ekologicznymi. Zwrócono przy tym uwagę na znaczenie przestrzennego zasięgu oddziaływania wód roztopowych oraz różnorodność wynoszonego przez lodowce materiału, co przekłada się na różnice w dostarczanych składnikach pokarmowych.

W osiągnięciu habilitacyjnym przedstawiono również analizę rozmieszczenia i struktury gatunkowej oraz wielkościowej zbiorowisk zooplanktonu, w zależności od zmian temperatury, zasolenia oraz zawartości chlorofilu [4], w obszarze różniącym się ekspozycją na adwekcję wód atlantyckich. W badaniach tych potwierdzono obserwacje wcześniejszych badaczy (m. in. Trudnowska i in., 2015), prowadzone także w obszarach poza Arktyką, że struktura zbiorowisk zooplanktonu ściśle zależy od charakterystyki mas wód. Potwierdzono również istotne znaczenie stężenia i właściwości zawieszonych cząstek w kształtowaniu siedlisk pelagicznych. Ważnym zastosowaniem powyższych badań jest możliwość monitorowania zmienności zbiorowisk zooplanktonu wraz ze zmianą temperatury wynikającej z transportu na północ ciepłych wód atlantyckich, a przez to postępującego ocieplania Arktyki.

Kolejnym wątkiem w osiągnięciu Habilitantki były wszechstronne badania dwóch gatunków widłonogów (*Calanus glacialis* i *C. finmarchicus*) [1, 4, 5]. Należy podkreślić, że po raz pierwszy zostały podjęte tak kompleksowe badania tych organizmów, obejmujące zarówno aspekty morfologiczne, genetyczne, taksonomiczne, populacyjne jak i ekologiczne. Badania te są szczególnie istotne dla charakterystyki i przewidywania kierunków zmienności zbiorowisk planktonu w reakcji na

zmieniający się klimat w Arktyce, gdyż widłonogi te stanowią podstawę krótkiego, arktycznego łańcucha pokarmowego.

Najnowsze wyniki badań Kandydatki włączone do osiągnięcia habilitacyjnego ukazały się w prestiżowym czasopiśmie Nature Communication [6] i dotyczyły dynamiki zakwitów fitoplanktonu, analizowanej w odniesieniu do morfologii śniegu morskiego w strefie marginalnej lodu (Morze Baffina, Cieśnina Fram). Nowatorski charakter tych badań polegał na szczegółowej analizie i zdefiniowaniu istotnych ekologicznie morfotypów cząstek detrytusu, których rozmieszczenie pozwala na identyfikację typu oraz struktury taksonomicznej zakwitu. Po raz pierwszy wprowadzono klasyfikację śniegu morskiego oraz zaproponowano nową metodę badań materii zawieszanej w oceanach, w oparciu o wysokorozdzielczą analizę morfologiczną.

Podsumowując osiągnięcie naukowe Pani dr Emilii Trudnowskiej, będące zwieńczeniem Jej kilkuletnich badań stwierdzam, że jest ono wnikliwym studium o charakterze wieloaspektowym, które **wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny nauk o Ziemi i środowisku**. Uważam także, że przedstawiony cykl artykułów Habilitantki pt. „Relacje przestrzenne pomiędzy planktonem, materią zawieszoną a procesami oceanicznymi w Arktyce” **spełnia wymogi osiągnięcia naukowego w zakresie wystarczającym do nadania stopnia doktora habilitowanego**.

#### **Ocena pozostałego dorobku naukowego i działalności naukowej**

Na pozytywną, wysoką ocenę zasługuje również pozostały dorobek oraz działalność naukowa Habilitantki. Począwszy od 2008 roku, a zatem jeszcze w czasie studiów magisterskich, Kandydatka uczestniczyła w różnorodnych projektach naukowych, finansowanych zarówno przez instytucje polskie jak i zagraniczne. Do wniosku załączyła imponujący wykaz 15 projektów, które realizowała i nadal realizuje wraz z zespołem badaczy, przede wszystkim jako wykonawca, ale także jako kierownik (3 projekty). W ramach tej działalności, Kandydatka zdobyła szerokie doświadczenie naukowe za granicą. Należy tutaj podkreślić odbycie stażu w University of Nordland (Bodø, Norwegia), w ramach projektu Visiting Fellowship Award founded by Partnership for Observation of the Global Oceans (POGO) and Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR), który miał miejsce w 2012 roku. W wyniku nawiązanej współpracy powstał międzynarodowy zespół badawczy realizujący wspólne projekty, których efektem są wieloautorskie publikacje zamieszczone w dorobku naukowym Kandydatki (m.in. w czasopismach Journal of Marine Systems (2014) oraz Scientific Reports (2019)). Współpraca ta jest kontynuowana w ramach dwóch grantów norweskich (GONAD, PolarFront) oraz nowego projektu (Nemo), aktualnie złożonego do Norwegian Research Council.

Równie owocne były kontakty międzynarodowe nawiązane przez Kandydatkę podczas rocznego stypendium we Francji, odbytego w ramach grantu ministerialnego Mobilność Plus. Pani dr Emilia Trudnowska rozpoczęła wówczas współpracę z grupą badaczy z Laboratoire d’Oceanographie de Villefranche (Sorbona), której naukowym efektem jest opracowana wspólnie nowatorska metoda analizy morfo-ekologicznej śniegu morskiego, opublikowana w Nature Communications (2021). Publikacja ta została włączona do osiągnięcia habilitacyjnego Kandydatki. Dalszym efektem nawiązanej współpracy z tą grupą badaczy były kolejne publikacje wieloautorskie z udziałem Pani dr E. Trudnowskiej. Kandydatka przedstawia w autoreferacie, że są to dwie publikacje złożone do czasopisma Nature (w trakcie recenzji) oraz czasopisma Earth System Science Data (po recenzjach).

Oprócz powyższych osiągnięć Kandydatka odbyła także dziewięć szkoleń zagranicznych (Niemcy, Norwegia, Nowa Zelandia, USA, Francja), które także zaowocowały zespołowymi publikacjami naukowymi i zespołowymi projektami.

Na podstawie powyższych danych o przebiegu kariery naukowej i zawodowej Kandydatki przedstawionej w Jej autoreferacie stwierdzam, że **spełnia Ona wymóg zapisany w art. 219 ustawy pkt. 3, wykazując się aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej.**

Swój ogromny potencjał i aktywność badawczą, Pani dr E. Trudnowska realizowała także poprzez działalność publikacyjną. Kandydatka w swoim autoreferacie podaje, że na jej dorobek naukowy składa się łącznie 21 publikacji indeksowanych w bazie JCR, indeks Hirscha H' wynosi 10, a według bazy Web of Science (WoS) publikacje te były cytowane 265 razy. Na dzień sporządzania recenzji wartości te są wyższe (na podstawie bazy WoS). Obecna liczba publikacji to 30, H'=12, a liczba cytacji wynosi 354 (w tym 247 bez autocytowań). Stwierdzam, że jest to wynik bardzo dobry i w oczywisty sposób charakteryzujący postępy w rozwoju naukowym Kandydatki, biorąc pod uwagę fakt, że data pierwszej publikacji to 2012 rok. Szerokie grono współautorów, także aktywnych naukowo sprawia, że publikacje we współautorstwie Kandydatki są stosunkowo często cytowane. Jednakże trzeba podkreślić również duże zainteresowanie tematyką badawczą poruszaną przez Kandydatkę na forum międzynarodowym i liczne cytacje, także spoza zespołów badawczych, w których działa Pani dr E. Trudnowska. Aż sześć publikacji Kandydatki ukazało się przed obroną doktoratu (w tym trzy weszły w skład rozprawy doktorskiej), natomiast 15 kolejnych publikacji ukazało się po uzyskaniu przez nią stopnia doktora. Jest to kolejny dowód na ustawiczny progres w Jej działalności naukowej.

W głównym nurcie tematyki badawczej Habilitantki, składającej się na tzw. dorobek naukowy, w okresie po otrzymaniu stopnia doktora, były przede wszystkim szeroko pojęte badania pelagialu rejonów arktycznych. Były one realizowane głównie poprzez szeroką międzynarodową współpracę, co sprawiło, że Pani dr E. Trudnowska jest badaczką rozpoznawalną na forum międzynarodowym. Przyczynił się do tego również Jej aktywny udział w 18 konferencjach międzynarodowych, gdzie była współautorką aż 57 wystąpień.

### **Wnioski końcowe**

Pani dr Emilia Trudnowska jest wysokiej klasy specjalistką w zakresie szeroko pojętych, interdyscyplinarnych badań pelagialu regionów arktycznych. Przedłożony przez nią cykl publikacji w pełni odpowiada wymogom stawianym naukowym osiągnięciom habilitacyjnym. Pozostały dorobek naukowy i działalność naukowa Kandydatki są bardzo bogate i znacznie odbiegają od standardów powszechnie przyjętych przy ubieganiu się o ten stopień w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku. Wobec powyższego, z przyjemnością popieram wniosek Pani dr Emilii Trudnowskiej o nadanie Jej stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku.

Charste flc