

Dr hab. Krzysztof Markowicz, prof. ucz.  
Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki  
Uniwersytet Warszawski  
Pasteura 5  
02-093 Warszawa

Rada Naukowa  
Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk  
Powstańców Warszawy 55, 81-712 Sopot

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Małgorzaty Kitowskiej pt. „Moskalowe zjawiska atmosferyczne w rejonie Svalbardu”.**

Rozprawa doktorska Pani mgr Małgorzaty Kitowskiej „Moskalowe zjawiska atmosferyczne w rejonie Svalbardu” została przygotowana pod opieką prof. dr hab. Tomasza Petelskiego. Tematem pracy jest lokalna cyrkulacja atmosferyczna w rejonie Hornsundu oraz Ny-Ålesundu na Svalbardzie, która pełni prawdopodobnie istotną funkcję w transporcie ciepła i wymianie energii pomiędzy oceanem a lądem. Zjawisko to jednak nie jest dobrze rozpoznane i zbadane ze względu na niewielką ilość dostępnych obserwacji oraz skomplikowaną orografię terenu. Tylko w tym kontekście podjęta przez mgr Małgorzatę Kitowską tematyka badawcza jest ważna, gdyż może podnieść naszą wiedzę na temat procesów fizycznych zachodzących w rejonie Svalbardu.

**Opis rozprawy**

W skład rozprawy wchodzi następujące rozdziały: rozszerzone streszczenie w języku angielskim i polskim, lista referencji, treść czterech kolejnych artykułów języku angielskim oraz oświadczenia współautorów. Artykuły naukowe zostały opublikowane w latach 2017-2021 w czasopiśmie Oceanologia (dwa), Atmosphere oraz International Journal of Climatology, które znajduje się na liście filadelfijskiej i mają zasięg międzynarodowy. Szczególnie ostatnie czasopismo ma wysoki impact factor (4,069), natomiast w przypadku atmosphere impact factor wynosi 2,682 i oceanologii 2,427.

Wstęp do rozszerzonego streszczenia pracy zawiera wprowadzenie do tematu rozprawy. Obejmuje w pewnym sensie motywację do podjętych badań oraz cele pracy. W mojej opinii cel pracy jest jasno postawiony, brakuje jedynie hipotezy badawczych. W dalszej kolejności pojawia się opis regionu badań oraz opis danych i metod badawczych. W pracy wykorzystano głównie dane ze stacji badawczych oraz kilku re-analiz. Natomiast brakuje danych radiosondażowych ze stacji Ny-Ålesund, które zawierają informacje o prędkości i kierunku wiatru i parametrach termodynamicznych w całym przekroju troposfery i dolnej stratosfery. Dane te są wręcz idealne do zbadania pionowego zasięgu bryzy w powiązaniu ze

strukturą termodynamiczną atmosfery. Informacje te wykorzystane były tylko podczas jednego dnia, do czego odniosę się w dalszym toku recenzji. W mojej opinii w pracy można było również wykorzystać dane z re-analizy o większej rozdzielczości przestrzennej (np. ERA 5 o horyzontalnej rozdzielczości 31 km i 137 poziomach pionowych). Użyte natomiast wyniki z re-analizy ERA-Interim o wysokiej rozdzielczości były wykorzystane jedynie do analizy czterech wybranych dni. W szczególności interesujące byłoby przestudiowanie pola wiatru nie tylko na wysokości 10 metrów, ale również na wyższych wysokościach.

Główne wyniki rozprawy zawarte są w sekcji wyniki i dyskusja. Jest to w pewnym sensie streszczenie 4 artykułów. Poziom merytoryczny tej części nie budzi większych zastrzeżeń. Do części wynikowej odniosę się podczas omawiania każdego z artykułów.

W podsumowaniu mgr Małgorzata Kitowska zawarła bardzo krótki opis najważniejszych swoich wyników badań. Natomiast ostatni rozdział zawiera spis 33 pozycji bibliograficznych, do których autorka odniosła się w ramach rozszerzonego streszczenia pracy.

### **Ocena cyklu publikacji**

Rozprawa doktorska to spójny cykl 4 publikacji. Prace są wieloautorskie, ale co ważne mgr Kitowska jest pierwszym autorem we wszystkich pracach. Wkład doktorantki w przygotowanie prac jest dominujący i zgodnie z oświadczeniami wynosi 52%, 80%, 80% oraz 90%.

W pierwszym artykule pt. „Comparison of meteorological conditions in Svalbard fjords: Hornsund and Kongsfjorden” autorka zamieściła analizę warunków meteorologicznych dla obszaru dwóch fiordów ze szczególnym uwzględnieniem pola wiatru, temperatury powietrza, wilgotności powietrza oraz zachmurzenia. Analiza pola wiatru na wysokości 10 m pokazała, że wiatr w rejonie Ny-Ålesundu oraz Hornsundu wieje głównie wzdłuż osi fiordu czyli odpowiednio z południowego wschodu, oraz wschodu. Podczas gdy wyniki z globalnej re-analizy o rozdzielczości horyzontalnej  $2,5 \times 2,5^\circ$  nie wykazują wzrostu częstości tego kierunku wiatru. Jest to oczywiście dowodem na lokalne zjawiska cyrkulacyjne występujące na Svalbardzie. Autorka wskazuje w tym przypadku na cyrkulację bryzową związaną z kontrastem termicznym pomiędzy zimnym obszarem lądowym pokrytym częściowo przez lodowiec oraz cieplejszym morzem (zlokalizowanym po zachodniej stronie Svalbardu). Taka różnica temperatur utrzymują się w ciągu całego roku, przy czym wyższe różnice występują zimą, co również powiązane jest z wyższymi prędkościami wiatru z sektora wschodniego. W mojej opinii przedstawiona analiza jest poprawna, a jedynym mankamentem jest brak dyskusji na temat kierunku wiatru w ujęciu sezonowym analogicznie jak zostało to przedstawione integralnie dla całego roku (ryc 1). Za większy problem uznaje brak analizy pola wiatru na wyższych wysokościach zarówno z wykorzystaniem danych radiosondażowych, jak i re-analiz. Do drobnych błędów należy zaliczyć podanie średniej temperatury powietrza z dokładnością do 2 cyfr po przecinku podobnie jak w streszczeniu zawartym w dysertacji.

W drugiej pracy pt. „The influence of mesoscale land-sea breeze circulation on local wind climatology in the Svalbard fjords of Kongsfjorden and Hornsund” przedstawiono

analizę klimatyczną warunków cyrkulacyjnych w rejonie Hornsundu oraz Ny-Ålesundu. Przedstawiono wyniki porównawcze wiatru lokalnego w zależności od kierunku wiatru w dużej skali (na podstawie re-analizy na wysokości 10 m). Wyniki wskazują, że kierunek cyrkulacji bryzowej jest słabo powiązany kierunkiem wiatru w skali synoptycznej. Największe oddziaływanie zjawisk w dużej skali na małą skalę widoczne jest, gdy wiatr wieje wzdłuż osi fiordu. W przypadku wiatru z kierunku wschodniego wzrasta częstotliwość bryzy i wyższych prędkości wiatru natomiast maleje, gdy wiatr w dużej skali wieje z zachodu lub północnego zachodu. Pokazano, że najważniejszym czynnikiem kontrolującym powstawanie bryzy jest różnica temperatury powietrza pomiędzy obszarami lądowymi pokrytymi lodowcami a akwenami wodnymi. Najmniejsze różnice temperatury występują latem podczas, gdy bryza rozwija się najrzadziej. Znacznie częściej tego typu zjawisko występuje w chłodniej połowie roku, gdy kontrast termiczny pomiędzy lądem a ciepłym oceanem jest największy. Stwierdzono również, że zjawisko bryzy w rejonie Hornsundu oraz Ny-Ålesundu jest powiązane za sobą, co oznacza że powstawanie bryzy jest w pewnym sensie powiązane ze zjawiskami w większej skali. W mojej opinii artykuł ten, nie budząc większych zastrzeżeń, opisuje zjawisko lokalnej cyrkulacji na Svalbardzie. Pewnym mankamentem jest strona graficzna, co wydaje się być trochę dziwne ze względu na fazę recenzje w czasopiśmie *International Journal of Climatology*. W szczególności na ryc. 2, 3 i 4 oraz w podpisach brakuje jednostki prędkości wiatru. Natomiast w przypadku ryc. 5 brakuje w legendzie opisu linii przerywanych.

W trzeciej pracy pt. „Svalbard’s Mesoscale Environmental Factor Impact on the Wind Field” przedstawiono szczegółową analizę statystyczną warunków determinujących powstawanie bryzy w rejonie obu fiordów. Przeanalizowano 21 różnych typów cyrkulacji atmosferycznych w okresie 20 lat (1994-2013) pod kątem cyrkulacji bryzowej. Wykazano, że zdecydowana większość przypadków bryzowych miała miejsce, gdy dominowały cyklonalne cyrkulacje wschodnie. Natomiast w przypadku cyrkulacji zachodniej liczba przypadków bryzowych jest zanedbywalnie mała. Jednym z ważniejszych wniosków jest stwierdzenie, że pomimo znaczącego wzrostu temperatury w Arktyce obserwowanego w ostatnich dekadach nie jest ono powiązane ze zmianą częstotliwości występowania cyrkulacji bryzowej. W przyszłości, gdy prawdopodobnie dojdzie do zaniku lodowców może to spowodować również osłabienie lub całkowity zanik tego typu cyrkulacji. Należy to jednak traktować jako niezwykłą hipotezę, której weryfikację należałoby poprzedzić odpowiednimi badaniami z wykorzystaniem modeli numerycznych.

W ostatnim artykule pt. „Aerosol optical depth variations due to local breeze circulation in Kongsfjorden, Spitsbergen” opisano wyniki pomiarów aerosolowej grubości optycznej w rejonie Ny-Ålesundu wykonane przy użyciu ręcznego fotometru słonecznego Microtops oraz fotometru stacjonarnego SP1a zainstalowanego na stacji badawczej AWI. Wyniki, wskazują na różnice w aerosolowej grubości optycznej pomiędzy środkiem fiordu a zachodnim regionem, gdzie zmierzono wyższe wartości. Wg autorów to dowód na istnienie frontu bryzowego rozdzielaającego masy powietrza o różnych własnościach optycznych aerozolu. Różnice w grubości optycznej nie są duże, ale w mojej opinii statystycznie istotne. W przypadku wykładnika Ångströma nie stwierdzono różnic, co oczywiście może wydawać się dziwne. W przypadku aerozolu morskiego wartość tego parametru jest na ogół bardzo

mała (bliska zero) ze względu na duże rozmiary cząstek. Dlatego można by oczekiwać pewnych różnic podobnie jak w przypadku grubości optycznej. Jednak w przypadku wykładnika Ångstroma i niskich wartości grubości optycznej jego błędy pomiarowe są wysokie. Pokazuje to ryc. 3b i znacznie fluktuacje wartości wykładnika Ångstroma. Niestety w pracy nie zwrócono uwagi na błędy pomiarowe, co pozwoliłoby na bardziej wiarygodne wnioski. Ponadto, nie pokazano, podobnie jak ma to miejsce w przypadku aerozolowej grubości optycznej, wykładnika Ångstroma ze stacji AWI, chociaż przyrząd rejestruje promieniowanie w kilkunastu długościach fali i parametr ten może być wyznaczony. Statystyka pomiarów jest bardzo mała gdyż prezentowano wyniki z jednego dnia ale uwarunkowania meteorologiczne (brak zachmurzenia w ciągu kilku godzin) są bardzo trudne do spełnienia w Arktyce. Stąd też pozyskanie podobnych danych nie jest prostym zadaniem. Największe moje zastrzeżenie budzi jednak interpretacja prostego modelu w kontekście frontu bryzowego. Na podstawie danych radiosondażowych z Ny-Ålesundu stwierdzono, że zasięg pionowy bryzy sięga 8 km, gdyż na tej wysokości występuje inwersja temperatury związana z obecnością tropopauzy. Natomiast na sondażu widoczna jest przyziemna inwersja sięgająca 2° C. W warstwie tej i tuż powyżej widoczny jest skręt wiatru z wysokością z południowo-wschodniego na północno zachodni (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>). Świadczy to o tym, że zasięg pionowy cyrkulacji bryzowej jest znacznie mniejszy i sięga jedynie przypowierzchniowej warstwy troposfery.

Z pewnym zdziwieniem przyjąłem fakt, że w każdej z czterech publikacji jest przedstawiony (w nieco innej formie) ten sam wykres róży wiatrów dla Ny-Ålesundu. W przypadku stacji w Hornsundzie ta sama róża wiatrów pojawia się w trzech pracach. Co prawda w opisie pod wykresem czasami widnieją różne okresy np. 1992-2013 lub 1993-2013, ale identyczna wartość liczbowa częstotliwości warunków bezchmurnych zamieszczona w legendzie wykresów wskazuje na ten sam zastaw danych i ten sam wynik.

### **Uwagi końcowe**

Pomimo że wchodzące w skład rozprawy doktorskiej prace są kilku autorskie, to z przedstawionych oświadczeń jasno wynika, że wkład mgr Małgorzaty Kitowskiej był dominujący. W moim odczuciu opisany wkład autorki w powstanie publikacji nie został zbyt precyzyjnie opisany. W oświadczeniu autorki pojawia się identyczny tekst w przypadku wszystkich czterech publikacji. Mimo tego uważam, że tego typu ścieżka jest lepsza niż „klasyczna dysertacja”. Wspólne publikacje mają szanse być dostrzeżone przez środowisko naukowe w Polsce i za granicą.

Patrząc na parametry bibliograficzne, należy podkreślić, że cykl 4 publikacji został do tej pory 33 cytowany. Najlepiej cytowana jest praca z Oceanologii z 2017 r. (28 razy). Pozostałe artykuły te zostały jednak opublikowane stosunkowo niedawno (2017-2021), więc można domniemywać się, że prace będą cytowane w najbliższych latach. Ponad wszelką wątpliwość mgr Małgorzata Kitowska zebrała, opracowała i przeanalizowała unikatowe dane, które pozwoliły sprecyzować interesujące i ważne wnioski.

Dodatkowo, należy podkreślić, że mgr Małgorzata Kitowska posiada znaczący dorobek naukowy, który nie jest bezpośrednio powiązany z dysertacją. W bazie WoS pojawia

się bowiem łącznie 10 prac współautorskich, które do tej pory były 199 razy cytowane. Natomiast indeks Hirscha wynosi 4.

### **Rekomendacja**

Podsumowując jednoznacznie pozytywnie oceniam rozprawę doktorską mgr Małgorzaty Kitowskiej zawierającą oryginalne wyniki pracy badawczej. Pewne mankamenty rozprawy wskazane w mojej recenzji nie wpływają znacząco na pozytywną ocenę rozprawy. Stwierdzam, że rozprawa ta spełnia wymogi związane z uzyskaniem stopnia doktora zgodnie z Art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dziennik Ustaw Nr 65 poz. 595 wraz ze zmianami Dziennika Ustaw z 2005 roku Nr 164 poz. 1365). W związku z tym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk o dopuszczenie do dalszego etapu postępowania w przewodzie doktorskim w celu nadania stopnia doktora.

Warszawa, dnia 11 lutego 2022 r.



Dr hab. Krzysztof Markowicz, prof. ucz.

