

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej Pana mgr Przemysława Makucha pt. „Transformacja aerozolu w granicznej warstwie atmosfery nad Bałtykiem”.

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr Przemysława Makucha, została wykonana pod kierunkiem dr hab. Tomasza Petelskiego, prof. nadzw. IOPAN oraz prof. dr hab. Tadeusza Stacewicza, w Zakładzie Dynamiki Morza Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie. Rozprawa dotyczy właściwości optycznych aerozolu atmosferycznego w rejonie Bałtyku.

Informacja ogólna o pracy

Całość pracy składa się z 6 wyraźnie wydzielonych rozdziałów poświęconych: podstawom teoretycznym (20 stron), omówieniu stanu dotychczasowej wiedzy (5 stron), optycznym metodom pomiarowych (12 stron), omówieniu wybranych przykładów świadczących o transformacji aerozolowej grubości optycznej nad Bałtykiem (19 stron), analizie wyników numerycznych i eksperymentalnych dotyczących transformacji pionowych profili rozkładów rozmiarów aerozolu nad Bałtykiem (25 stron), oraz podsumowaniu i wnioskom (2 strony). Praca zawiera również wykaz cytowanej literatury. Praca doktorska ma 96 stron, prezentuje 5 tabel i 51 rysunków. Literatura ujmuje 87 pozycji naukowych, aktualnych z tematyki rozprawy doktorskiej, głównie są to prace anglojęzyczne.

Hipoteza badawcza jaką Doktorant postanowił zweryfikować brzmi: “Wpływ Bałtyku na właściwości optyczne aerozoli w masie powietrza przemieszczającej się nad nim jest na tyle istotny, że może spowodować zmianę aerozolowej grubości optycznej”.

Tak sformułowana hipoteza jest bardzo ogólna i wnikliwszy przegląd literatury pozwoliłby znaleźć prace już opublikowane na ten temat. Sugerowałabym zmodyfikowanie tej tezy i podkreślenie nowatorskich elementów tego doktoratu, które prowadzą do wykazania wpływu emisji aerozolu z powierzchni morza na zmiany aerozolowej grubości optycznej.

Omówienie poszczególnych części pracy

Trzy pierwsze rozdziały stanowią część teoretyczną pracy. Rozdział 1 zawiera niezbędne elementy potrzebne do swobodnej dyskusji naukowej, rozdział 2 przedstawia zarys stanu dotychczasowej wiedzy o procesach fizycznych na granicy morza i atmosfery prowadzących do transformacji własności optycznych aerozolu, zaś rozdział 3 zawiera przegląd optycznych metod pomiarowych. Lektura tej części rozprawy wskazuje, że Autor wykazał się dobrą znajomością omawianych zagadnień, a podjęte przez niego badania uzasadnione. Elementem ułatwiającym lekturę pracy, z punktu widzenia czytelnika, byłoby zamieszczenie listy użytych symboli i ich znaczeń. Warto byłoby pomyśleć również o wykazie użytych pojęć wraz z ich krótką definicją. Jest to istotne zwłaszcza gdy pewne pojęcia są używane zamiennie, albo brzmią bardzo podobnie, np. depozycja, wypadanie, emisja, imisja, wymywanie itp.

Rozdział 4 zawiera przykłady świadczące o transformacji aerozolowej grubości optycznej nad Bałtykiem. W pierwszym podrozdziale została zaprezentowana analiza zmienności wartości aerozolowej grubości optycznej dla długości fali 550 nm, określonej na podstawie wieloletnich danych z detektora MODIS. Doktorant analizuje gradient aerozolowej grubości optycznej dla wybranej szerokości geograficznej tj. 56^o N oraz wybranej długości geograficznej tj. 20^oE. Przekrój południkowy demonstruje zmniejszanie się grubości optycznej wraz ze wzrostem szerokości geograficznej północnej. Jest to bardzo ciekawy fragment pracy, aczkolwiek warto by było go wzbogacić o dodatkowe informacje statystyczne takie jak choćby informacja o odchyleniu standardowym i ilości punktów pomiarowych. Dotyczy to na przykład rysunków 4.3-4.4 oraz 4.7-4.8. Wiadomo bowiem, że mimo długoletnich danych, dla

pewnych miesięcy charakteryzujących się dużym zachmurzeniem, tych danych nie zostanie wiele. Czy Doktorant mógłby wyjaśnić co skłoniło go do dokonania podziału na okresy: kwiecień-wrzesień i październik-marzec?

W drugim podrozdziale zostały zawarte przykłady ilustrujące zmienność aerozolowej grubości optycznej mas powietrza nad Bałtykiem podczas ruchu wzdłuż wybranych trajektorii dla trzech wysokości: 500, 1500 i 3000 m. Doktorant używa określenia (np. str. 50) "wartości AOD mierzone wzdłuż tych trajektorii". Czy Doktorant mógłby wyjaśnić w jaki sposób mierzył te wartości i to na trzech różnych wysokościach? Nie wynika to bowiem jednoznacznie z tekstu.

W trzecim podrozdziale Doktorant analizuje wpływ prędkości i kierunku wiatru na rozkład przestrzenny aerozolowej grubości optycznej dla długości fali 550 nm. Na stronie 58, Doktorant twierdzi, że "Wysoka wartość AOD przy prędkości wiatru 1.5 m/s - 0.24, spowodowana jest prawdopodobnie napływem warstwy aerozolu z nad morza, na co wskazuje wysoka wartość współczynnika Ångströma-0.8". Powyższe stwierdzenie dotyczy rysunków 4.13 i 4.14. Czy w przypadku danych przedstawionych na rysunku 4.13 coś wiadomo o wilgotności powietrza? Jest to bowiem bardzo ważny parameter. Czy Doktorant mógłby to skomentować? Innym niejasnym punktem jest informacja dotycząca współczynnika Ångströma. Dla jakiego zakresu długości fal on został wyznaczony? Określenie "wysoka wartość współczynnika Ångströma" jest pojęciem względnym. W jednej sytuacji wartość 0.8 będzie wysoka, w innej wartość 2. To zależy też od zakresu długości fal użytych do obliczenia współczynnika Ångströma.

W rozdziale 5 Autor analizuje pionowe profile rozkładów rozmiarów aerozolu nad Bałtykiem wyznaczone na podstawie pomiarów lidarowych z brzegu morskiego oraz modelu numerycznego. Do porównania wyników otrzymanych tymi dwoma metodami Autor używa parametru nazwanego promieniem efektywnym. O tym, że należy spodziewać się zmian promienia efektywnego aerozolu wraz ze wzrostem prędkości wiatru świadczy zależność obserwowana dla promieni efektywnych wyznaczonych na podstawie rozkładów aerozoli zmierzonych licznikami cząstek w czasie dwóch rejsów, które miały miejsce w lutym i październiku 2015 roku. Czy Doktorant mógłby skomentować wzrost promienia efektywnego dla prędkości $U_{10}=11\text{m/s}$, widoczny na rysunku 5.2?

W podrozdziale 5.1 znajdują się przykłady pionowych profili promieni efektywnych uzyskanych z pomiarów lidarowych. Na stronie 69 czytamy: "Dzięki zsynchronizowaniu rejsu aerolowego z kampanią brzegową po raz pierwszy udało się uzyskać jednoczesne pomiary pionowych strumieni aerolu marygenicznego oraz profile promieni efektywnych w warstwach 8-20 m n.p.m. oraz 200-1100 m n.p.m." Czy Doktorant mógłby rozwinąć to stwierdzenie? Jest to ciekawy wynik, a w pracy nie został on jakoś bardziej opisany, nawet nie wiadomo do końca o jakim rejsie aerolowym jest mowa i co tak naprawdę było mierzone.

Podrozdziały 5.2-5.5 zostały poświęcone metodzie numerycznej obliczania pionowych profili promieni efektywnych aerolu i dyskusji jej wyników. W obliczeniach Doktorant przyjął ten sam modelowy czas wynoszący 30h. Wyjaśnienie dlaczego Autor przyjął taką wartość znajduje się na stronie 74: "Poza tym powietrze rzadko przebywa nad naszym morzem dłużej. Można to stwierdzić, analizując trajektorie wsteczne mas powietrza (rysunek 5.3)". Wspomniany rysunek przedstawia wsteczne trajektorie mas powietrza dla jednego dnia w styczniu i czterech dni w lutym. Jest to raczej przykład, a nie argument na potwierdzenie tezy. Jakby Autor sprawdził trajektorie wsteczne mas powietrza dla któregoś z letnich dni, to okazałoby się, że mamy zupełnie inną sytuację. Jeżeli Autor koncentruje się wyłącznie na okresie zimowym, wówczas powyższe stwierdzenie miałoby więcej sensu, ale takie wyjaśnienie powinno zostać zawarte na początku rozdziału. Czy Doktorant mógłby wyjaśnić zaistniałe wątpliwości?

Inne pytanie związane z tym podrozdziałem dotyczy funkcji źródłowej emisji opisanej wzorem (2.9). Na podstawie rysunków 2.5 i 2.8 można się domyśleć, że jest ona dobrze określona dla prędkości wiatru w przedziale 4-18 m/s. Zakres stosowalności równania (2.9) nie został jednak sprecyzowany. W związku z tym trudno ocenić wartość wyników numerycznych przedstawionych w rozdziale 5 odpowiadających wartościom prędkości spoza zakresu stosowalności funkcji źródłowej. Czy Doktorant mógłby odnieść się do tej kwestii?

Na rysunku 5.16 przedstawiono porównanie pionowych profili promienia efektywnego otrzymanego z pomiarów lidarowych oraz z symulacji numerycznych. Jako, że rysunek ten został opisany bardzo pobieżnie, a w końcu jest podsumowaniem

pewnego etapu pracy, chciałabym poprosić Doktoranta o omówienie wyżej wspomnianego rysunku.

W podrozdziale 5.6 Autor analizuje zmiany aerozolowej grubości optycznej nad Bałtykiem wyliczone z modelu. Na podstawie uzyskanych z modelu rozkładów rozmiarów i ich pionowych profili wyliczono, stosując teorię Mie profile ekstynkcji dla czterech rodzajów aerozoli: pyłu mineralnego, aerozolu higroskopijnego, sadzy oraz aerozolu marygenicznego. W tym miejscu warto zwrócić uwagę, że zostało opublikowanych wiele prac dotyczących składu chemicznego i właściwości optycznych aerozoli w atmosferze nadbałtyckiej. W związku z tym zamiast używać bliżej nie zdefiniowanego aerozolu higroskopijnego, można by było zrobić symulacje dla konkretnego typu aerozolu.

Rysunki 5.16-5.18 przedstawiają zależność aerozolowej grubości optycznej dla długości fali 532 nm od prędkości wiatru. Zależność między ilością aerozolu marygenicznego a prędkością wiatru była dyskutowana, natomiast nic nie wiadomo jakie założenia dotyczące zmian (np koncentracji, liczby cząstek czy rozkładu rozmiarów) w zależności od prędkości wiatru zostały zrobione dla pozostałych typów aerozoli. Czy Doktorant mógłby wyjaśnić co tak naprawdę przedstawiają rysunki 5.16-5.18?

Na stronie 84 czytamy: "Masa powietrza o aerozolowej grubości optycznej $AOD=0.1$ po przejściu w ciągu 30 godzin nad Bałtykiem z prędkością wiatru $U_{10}=7\text{m/s}$ staje się masą powietrza o aerozolowej grubości $AOD=0.2$. Wzrost ten spowodowany jest emisją aerozolu marygenicznego." Dobrze byłoby w tym miejscu przypomnieć czytelnikowi, że te rozważania dotyczą emisji, ponieważ taki proces został wzięty pod uwagę. Gdyby bowiem uwzględnić jeszcze np. wpływ wilgotności, wówczas te wyniki wyglądały inaczej.

Pracę kończy podsumowanie, demonstrujące że cele postawione w rozprawie zostały osiągnięte.

Rozprawa zasadniczo napisana jest poprawnym językiem naukowych, choć nie jest pozbawiona błędów edytorskich oraz pewnych niezręcznych sformułowań. Te ostatnie wynikają z faktu, że w dziedzinie, której dotyczy rozprawa, obowiązują terminy angielskie, a odpowiedniki polskie nie są ogólnie rozpowszechnione. Nie ma to jednak

wpływu na wartość merytoryczną pracy. Przy przygotowywaniu materiałów do publikacji zalecałabym rozszerzenie omówienia niektórych zagadnień. Korzystne byłoby też zamieszczenie spisu tabel i rysunków oraz wykazu stosowanych symboli i akronimów wraz z objaśnieniami, które bardzo ułatwiłoby czytanie tej rozprawy. Doktorant używa danych pochodzących z różnych źródeł, lat, miejsc oraz reprezentujących różne metody pomiarowe. Warto byłoby pomyśleć o jakimś zestawieniu czy to w postaci schematu czy tabeli, wskazującym, które źródło danych zostało wykorzystane do obliczenia którego z parametrów. Ułatwiłoby to czytanie tej rozprawy, pozwoliłoby to na usystematyzowanie przedstawionych wyników i uniknięcie pewnego poczucia chaosu.

Wnioski końcowe

Wymienione wyżej uwagi krytyczne nie obniżają wartości merytorycznej przedstawionej mi do recenzji pracy doktorskiej. Koncepcja pracy jest prawidłowa, a zastosowane metody zapewniły uzyskanie wyników adekwatnych do wyznaczonych celów. Doktorant uzyskał nowatorskie wyniki i wykazał się umiejętnością właściwej interpretacji danych empirycznych i modelowych. Reasumując, po zapoznaniu się z całością pracy uważam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa Pana mgr Przemysława Makucha, spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim w myśl obowiązującej ustawy o Stopniach i Tytułach Naukowych. Wnioskuje zatem o dopuszczenie Pana mgr Przemysława Makucha do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Wiedeń, 07-09-2016


dr hab. Jolanta Kuśmierczyk-Michulec

Uwagi szczegółowe:

Pomimo niewątpliwych zalet pracy Autor nie ustrzegł się pewnych uchybień formalnych i mniej znacznych błędów edytorskich. Moje uwagi są następujące:

Str. 6, linie 5-15: "Głównym sposobem usuwania cząstek(...)" aż do "(...).lub płatkami śniegu" wymagają przeredagowania. Ten fragment nie brzmi dobrze; wymaga lepszego tłumaczenia z języka angielskiego.

Str. 9, linia 9: "Do tej pory nie odkryto, jak Bałtyk wpływa na zmianę parametrów optycznych aerozoli". To zdanie brzmi naprawdę tajemniczo.

Str. 10, Czy wg Autora "marine aerosol" jest tym samym co "aerozol morski"? A jeśli nie, to jaka jest między nimi różnica? Może warto byłoby zrobić zestaw definicji takich pojęć użytych w pracy jak: aerozol morski, aerozol marynarski, sól morską itp.

Str. 10, linia 11: "Są to primary marine aerosols z coarse i częściowo z accumulation mode". Proponuję przeredagować to zdanie. Skoro praca ma być napisana po polsku to niech w tym języku zostanie napisana.

Str. 11, linia 7: "W pozostałych wypadkach splash droplets, jako wtórne wobec kropelek pochodzących z pęknięcia pęcherzyków lub zrywania piany, są zaliczane do jednej z tych kategorii." Proponuję to zdanie przeredagować.

Str. 15, rysunek 2.3- w legendzie jest chyba pomyłka jeśli chodzi o lata. Sugerowałabym w opisie rysunku napisać odniesienie do tego F; czy to jest to samo F co we wzorze 2.4?

Str. 19, równanie 2.5- czy parametr "a" w tym równaniu ma coś wspólnego z parametrem "a" z równania 2.1 (str.12) albo z parametrem "a" w równaniu 2.21 (str. 25)? Parametr "a" występuje również na str. 72 i oznacza stosunek zmieszania aerozoli. Widać, że korzystne byłoby zrobienie listy użytych symboli i ich znaczeń.

Str. 21, równanie 2.9- proszę dodać informację dla jakiego zakresu prędkości U ten wzór jest słuszny.

Str. 22, linia 2: "Depozycją mokrą nie będziemy się zajmować, bo jest ona nad morzem taka sama jak nad lądem i zależy od intensywności opadów". To zdanie wymaga przeredagowania oraz sprawdzenia faktów; ogólnie nie brzmi przekonująco.

Str. 22, "Natomiast depozycja sucha..."-to zdanie też wymaga przeredagowania.

Str. 22, wzór (2.11) – warto dodać referencję.

Str. 23-24, dobrze by było w tym miejscu wyjaśnić jaka jest różnica między V_d i V_D oraz C_d i C_D .

Str. 31, linia 2: "Jednym z głównych układów satelitarnych do mierzenia aerozoli w atmosferze (...)" - MODIS "nie mierzy" aerozoli w ścisłym tego słowa znaczeniu.

Str. 32, równanie 3.3 - dobrze by było określić w jakim przedziale długości fal ten współczynnik α będzie określany.

Str. 35, linia 16: "W dalszym postępowaniu przyjmuje się, że sygnały lidarowe są skwantyzowane w przestrzeni w przedziałach Δz wynikających z szybkości digitalizacji oraz procedury wygładzania."- domyślam się, że te określenia są wynikiem tłumaczenia z angielskiego, ale może dałoby się to inaczej sformułować, jakoś zrzęcniej.

Str. 38, linia 24 : "Jeden detektor analizuje w swoim otworze zbiorczym całą rozproszoną energię. Detektor ten zwraca rozkład rozmiarów cząstek." Proponuję to przeredagować.

Str. 40, "Metoda obliczania modelu jest hybrydą łączącą...." To zdanie też można jakoś zrzęcniej sformułować.

Str. 44, rysunki 4.3, 4.4, 4.7 i 4.8- aby te rysunki były wiarygodne, warto by było zaznaczyć również odchylenie standardowe oraz podać informacje o ilości pomiarów. To są podstawy wymagane przy prezentacji danych statystycznych.

Str. 57- "Wartość aerozolowej grubości optycznej dla 51% uzyskanych danych (...)". A o jakiej licznie danych mówimy? Warto by było podać tutaj tę liczbę.

Str. 59- rysunek 4.14 - brakuje tutaj informacji dla jakiego zakresu długości fal ten współczynnik został obliczony czyli jakie λ_1 i λ_2 zostały uwzględnione w równaniu 3.3. Wiadomo bowiem, że to mam wpływ na dalszą interpretację parametru α .

Str. 62-63, rysunki 5.1 i 5.2- skala na obu rysunkach powinna być jednakowa.

Str. 69, czy jest związek między równaniami 5.4-5.5 a równaniem 2.22 ?