

Warszawa, 27 grudnia 2025

prof. dr hab. inż. Lech Łobocki
Polnej Róży 6 m 13,
02-798 Warszawa

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Daniela G. Albuquerque
n.t. „Modeling particle growth by condensation and deposition
in turbulent mixed-phase cloud volumes”
wykonanej pod opieką promotorską prof. dr hab. Hanny Pawłowskiej
oraz dr Gustavo C. Abade w Instytucie Geofizyki Uniwersytetu Warszawskiego

1. Podstawa wykonania recenzji

Niniejsza recenzja została wykonana na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Fizyczne Uniwersytetu Warszawskiego – dr hab. Jacka Szczytko, prof. ucz. z dn. 29 października 2025 (BRN-XII/531/116/2025).

2. Uzasadnienie podjęcia tematu

Współczesna koncepcja procesów lodzenia chmur wodno-lodowych, oparta na mechanizmie Wegenera-Bergerona-Findeisena i stosowana powszechnie w modelach meteorologicznych, nie wyjaśnia w dostateczny sposób utrzymywania się kropelek wody przechłodzonej w warunkach niedosycenia względem fazy ciekłej i przesycenia względem lodu. Wyjaśnienie tego zjawiska, poza aspektem poznawczym, może prowadzić do skorygowania parametryzacji stosowanych w numerycznych prognozach pogody i przewidywaniu zmian klimatu.

3. Sformułowanie celu naukowego

Z treści wstępu można wywnioskować, że głównym celem rozprawy jest sformułowanie modelu, który pozwoliłby wyjaśnić w/w zjawisko, i jednocześnie mógł służyć jako metoda jego odzwierciedlenia w modelach meteorologicznych. Ponieważ wstęp ten jest obszerny, pożyteczne byłoby jednak wyraźniejsze wyodrębnienie tego celu.

4. Opis rozprawy

Rozdział 2 zawiera określenie termodynamicznych parametrów stanu elementu powietrza zawierającego wodę w fazie stałej, ciekłej i lotnej oraz związków owych parametrów zachodzących w trakcie ruchów pionowych, na tle charakterystyk termodynamicznych powietrza otaczającego. Przedstawione tu równania stanowią klasyczny opis tzw. metody cząstki, stosowany w tradycyjnej termodynamice atmosfery. Jego domknięciem są przedstawione w **rozdziale 3** równania opisujące przemiany fazowe w opisie całościowym („bulk”), zachodzące w chmurach zawierających kropelki wody, krople wody i kryształki lodu, bądź w chmurach lodowych, w warunkach równowagi. Są to również zależności uwzględniane w podejściu klasycznym.

Rozdział 4 omawia model przemian w widmie rozmiarów kropeł, charakteryzowanym poprzez momenty rozkładu, oparty na koncepcji śledzenia kompleksów kropelek chmurowych o wspólnych cechach („superkropelek”). Uwzględnione tu zostają przemiany zachodzące wskutek kondensacji pary wodnej, jak również procesy zamarzania i topnienia. Model ten, wprowadzony w pracy Shima et al., (2009), stanowi punkt wyjściowy rozprawy.

Istotą nowości, przedstawioną w **rozdziale 5**, jest wprowadzenie parametryzacji ruchów turbulentnych w opisie procesów mikrofizycznych, opartą na przyjęciu procesu stochastycznego Wienera i związków lagranżowskiej skali czasowej oraz wariancji prędkości pionowej z tempem dyssypacji kinetycznej energii ruchu turbulentnego. Zbudowany w ten sposób model był przedmiotem publikacji w renomowanym czasopiśmie międzynarodowym (QJRM), wspólnej z promotorem pomocniczym rozprawy, dr Gustavo C. Abade.

Wyniki testów modelu pokazały, że zaproponowany model jest w stanie odzwierciedlać przebieg aktywacji kropelek ciekłych i ich wzrostu w warunkach niedosytu wilgotności - zjawiska obserwowanego w naturze i eksperymentach laboratoryjnych. Doktorant wskazuje tu na zwiększenie zdolności do utrzymywania się kropelek wody przechłodzonej poniżej stanu nasycenia – co może mieć kluczowe znaczenie dla spowolnienia przebiegu procesu Wegenera-Bergereona-Findeisena, zachodzącego w warunkach niedosycenia pary wodnej względem fazy ciekłej i przesylenia względem lodu. Zdolność ta powodowana jest zróżnicowaniem stanu kropeł i warunków występujących w polu turbulencji.

5. Uwagi krytyczne:

Podrozdział 1.1:

Sformułowania „As emphasized by ?, until cloud processes such as these are captured with greater fidelity, climate sensitivity estimates will remain highly uncertain” oraz „The persistent bias towards excessive glaciation is therefore not just a technical deficiency, but a fundamental barrier to credible climate prediction” brzmią bardzo mocno. W związku z tym powstają pytania o kwantyfikację niepewności związanej z tymi stwierdzeniami: co konkretnie oznacza „highly uncertain”, i czy można określić tą niepewność wartością zmian wymuszenia radiacyjnego lub różnic prawdopodobieństwa prognozowanych wartości?

Podrozdział 1.3 („Research objectives and approach”) zawiera dużo porównań przedstawionej metody z poprzednimi studiami – w miejscu, w którym czytelnik spodziewałby się raczej wyraźnie określonego pytania poznawczego. Moim zdaniem, „objectives” i „approach” powinny być rozdzielone i umieszczone w odrębnych podrozdziałach – tym bardziej, że z pierwszego zdania czytelnik wnioskuję, iż autor poświęca swą pracę prowadzeniu badań przy użyciu ulepszanego modelu, a nie – udzieleniu odpowiedzi na pytanie wyłaniające się z treści podrozdziału 1.1, tj. poprawy wiarygodności modeli klimatu.

Koncepcja modelu nie budzi zastrzeżeń i jest poprawnie sformułowana w opisie matematycznym, a osiągnięte efekty zdają się być zgodne z przyjętym celem rozprawy. Niedosyt jednak wzbudza uboga prezentacja wyników przeprowadzonych symulacji – poza kilkoma rysunkami zawartymi w rozdziale 5, ograniczona do opisu słownego. Mankamentem jest też brak prób ilościowej konfrontacji z danymi eksperymentalnymi, co ogranicza znaczenie przedstawionych rezultatów: można tu uznać, że rozprawa ukazuje tu *możliwe* wyjaśnienie, ale nie dowodzi jeszcze jego prawdziwości.

Z uwagi na fakt opublikowania części wyników pracy w artykule współautorskim, brakuje także zwyczajowo przyjętego w takich przypadkach wyjaśnienia wkładu autorskiego Doktoranta. Może to zostać uzupełnione w trakcie obrony rozprawy.

Zauważone usterki techniczne: brakujące odsyłacze w podrozdziale 1.1 – w pierwszym zdaniu drugiego akapitu, i w ostatnim zdaniu przedostatniego akapitu

6. Ocena rozprawy:

Zawarte w rozdziałach 2-4 omówienie bieżącego stanu wiedzy z zakresu termodynamiki atmosfery i mikrofizyki chmur dokumentuje posiadanie ogólnej wiedzy mieszczącej się w obrębie dyscypliny nauk fizycznych, a skonstruowanie oryginalnego modelu stochastycznego – umiejętności prowadzenia samodzielnej pracy naukowej. Rozprawa prezentuje także oryginalne rozwiązanie postawionego problemu, którym było stworzenie modelu pozwalającego wyjaśnić obserwowane odstępstwa od powszechnie przyjmowanych teorii. Zatem, uznaję warunki określone w Uchwale nr 157 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dn. 29 czerwca 2022 r. za spełnione, co pozwala mi sformułować pozytywną ocenę rozprawy i wnioskować o dopuszczenie rozprawy do dalszych czynności przewodu doktorskiego.



PODPIS ZAUFANY

LECH
ŁOBOCKI

27.12.2025 10:51:18 GMT+1

Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym