

SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
WPRZYJĘTO	
Data	15.12.2023r.
Nr dz.	zef.
Rsf.	

dr hab. Mariola Jabłońska, prof. uczelni

Sosnowiec, 04.12.2023 r.

Wydział Nauk Przyrodniczych,
Uniwersytet Śląski w Katowicach
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec
tel. | kom. 323689529, 504751929
e-mail: mariola.jablonska@us.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Alnilam Fernandes

pt.: „Aerosol Layers and UV Radiation in the lower troposphere”, wykonanej pod opieką promotora: dr hab. Aleksandra Pietruczuka, prof. IG PAN i współpromotora dr Artura Szkopa.

Podstawa opracowania

Recenzja została wykonana na podstawie pisma Z-cy Dyrektora ds. Naukowych Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk – dr. hab. Rafała Junosza-Szaniawskiego, z dnia 2 października 2023 r. oraz na podstawie Uchwały 5/275/2023 Rady Naukowej Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk z dnia 28 września 2023 r. w sprawie wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej magister Alnilam Fernandes pt.: „Aerosol Layers and UV Radiation in the lower troposphere”, przygotowanej pod opieką promotora dr hab. Aleksandra Pietruczuka, prof. IG PAN oraz współpromotora dr Artura Szopa.

Celowość podjęcia tematu

Procesy zachodzące zarówno na powierzchni Ziemi, jak i w atmosferze na skutek działania promieniowania słonecznego mają istotny wpływ na środowisko i człowieka. Wszyscy doceniamy zdrowotne korzyści działania promieniowania słonecznego na człowieka. Obecność światła wpływa dobroczynnie na układ nerwowy, zmniejszając podatność na depresję. Ponadto promieniowanie słoneczne wpływa korzystnie na fotosyntezę i florę. Często rozpatrywane jest w kontekście przemian związanych z działaniem promieniowania ultra fioletowego (UV).

Promienie UV są z jednej strony niezbędne dla ludzi, gdyż powodują wytwarzanie witaminy D,





potrzebnej dla prawidłowego zdrowia człowieka. Z drugiej strony narażenie na nadmiar promieni UV może powodować niekorzystne skutki zdrowotne np. w postaci nowotworów skóry. Znane są też inne niekorzystne działania promieniowania UV. Może ono przyczyniać się do powstawania smogu fotochemicznego w obecności aerozoli emitowanych z działalności antropogenicznej. Dlatego procesy zachodzące pod wpływem promieniowania UV są niezmiernie ważne dla środowiska i człowieka. Znajomość zanieczyszczeń różnych rodzajów aerozoli w atmosferze oraz procesów zachodzących pod wpływem promieniowania UV, są zarówno istotne dla życia i zdrowia ludzi, ale też mogą pośrednio wpływać na wszystkie komponenty środowiska.

Podjęcie tematyki badawczej przez Doktorantkę w kontekście rozpatrywania procesów zachodzących pod wpływem działania promieniowania UV na warstwy aerozolu w dolnej troposferze jest zagadnieniem złożonym. Podjęto badania czynników wpływających na promieniowanie UV rozpatrując wieloaspektowo zachodzące w środowisku procesy.

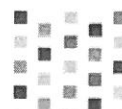
Postawiona w pracy hipoteza oraz cele badawcze należy uznać za właściwe i merytorycznie uzasadnione.

Zawartość rozprawy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska pt. „Aerosol Layers and UV Radiation in the lower troposphere” została przygotowana w formie zbioru czterech recenzowanych, spójnych tematycznie publikacji naukowych. Pani magister Alnilam Fernandes przygotowała opracowanie rozprawy doktorskiej w dwóch wersjach językowych: angielskiej i polskiej. Całość obejmuje 125 stron. Dysertacja składa się: ze spisu treści, streszczenia oraz pięciu rozdziałów.

Pierwszy rozdział wprowadza czytelnika w zagadnienia omawiane w rozprawie. Końcowa część niniejszego rozdziału zawiera hipotezę badawczą oraz cztery dobrze opisane cele badawcze. Drugi rozdział ujmuje zasadniczą treść dysertacji. Doktorantka na podstawie publikacji stanowiących jej dorobek naukowy, omawia realizację postawionych w pracy tez badawczych. Składa się z czterech podrozdziałów opisujących najważniejsze treści poszczególnych czterech publikacji, w których autorka odpowiada na postawione w rozprawie cele badawcze.

Trzeci rozdział stanowi podsumowanie i wnioski, które odpowiadają na postawione tezy. Spis bibliografii tworzy rozdział czwarty. Ostatni piąty rozdział to zbiór czterech publikacji, które stanowią dorobek naukowy Pani magister Alnilam Fernandes. Dyplomantka przedłożyła wieloautorskie publikacje opublikowane w czasopismach MDPI. W dwóch artykułach jest pierwszym





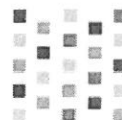
autorem i w dwóch publikacjach jest drugim współautorem. W żadnej publikacji nie jest autorem korespondencyjnym. Artykuły zostały opublikowane w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej. Trzy z nich wydano w Atmosphere (po 70 pkt każda), jedno w Remote Sensing (za 100 pkt.). Publikacje ukazały się w latach 2021 – 2023. Łączna liczba punktów w publikowanych czasopismach wynosi 310. W artykułach opublikowanych w Atmosphere udział procentowy w tworzeniu publikacji przez dyploantkę wynosi odpowiednio 30%, 60% i 60%, natomiast w artykule opublikowanym w Remote Sensing - Doktoranta ma 30% udziału w jej tworzeniu.

Biorąc pod uwagę, iż przedłożony do recenzji dorobek naukowy Pani magister Alnilam Fernandes składa się z publikacji, które powstawały przy udziale od trzech do pięciu autorów oraz uwzględniając, iż w publikacjach - trzech autorów udział Doktorantki wynosi 60 %, natomiast w publikacji napisanej przez pięciu autorów, dorobek ten wynosi 30 %, recenzentka może uznać, iż wskazane publikacje stanowią znaczący dorobek naukowy Pani magister Alnilam Fernandes.

Charakterystyka pracy i jej wartość naukowa

Pani magister Alnilam Fernandes dla zrealizowania tematu swojej dysertacji postanowiła zająć się zagadnieniem: wpływu różnych typów aerozoli na poziomy promieniowania UV. Autorka za główną hipotezę badawczą obrała: wyjaśnienie rozbieżności w obserwowanych i modelowanych stężeniach powierzchniowego ozonu uwzględniając wpływ własności chemiczno-fizycznych aerozoli występujących w troposferze. Dodatkowo cel nadrzędny stanowi: poszerzenie wiedzy w zakresie mechanizmów regulujących promieniowanie UV oraz jego oddziaływanie na środowisko i zdrowie ludzi. Oprócz hipotezy głównej i celu nadrzędnego wyznaczono cztery cele szczegółowe. Należą do nich:

1. Identyfikacja błędów systematycznych poprzez porównanie danych uzyskanych w pomiarach z danymi modelowanymi, wykorzystującymi modele CAMS oraz model statystyczny stosowany w prognozowaniu stężeń ozonu przy powierzchni.
2. Ocena zmienności pionowych profili aerozoli z oceną ich odtwarzalności w kontekście stosowania modeli GRASP i MERRA2.
3. Wykorzystanie hybrydowego modelu UVI w analizie wpływu warstw aerozoli na promieniowanie UV, aby wyjaśnić rozbieżności między obserwowanymi a symulowanymi wskaźnikami UV, z uwzględnieniem właściwości geometrycznych warstw w modelu statystycznym.



4. Ocena wpływu aerozoli na szybkość fotolizy związanej z produkcją i rozkładem ozonu na trzech różnych wysokościach od warstwy przy powierzchni przez wysokość 500m do 2000m, którą wykonano porównując profile standardowe z profilami używającymi modeli GRASP i MERRA.

Rozprawa doktorska Pani magister Alnilam Fernandes jest realizowana poprzez cykl czterech artykułów, w których opisano badania wykorzystujące różne metody modelowania i narzędzi statystycznych do analiz warstw aerozolowych ze szczególnym uwzględnieniem przyziemnej warstwy ozonu oraz aerozoli na różnych wysokościach. Doktorantka we wskazanych pracach swojego dorobku naukowego zajęła się metodami modelowania wybranych parametrów własności atmosfery w celu przedstawienia wpływu zróżnicowanych warstw aerozolowych obserwowanych w troposferze na rozkład promieniowania UV.

Pierwsza, publikacja pt.: „Comparison of 24 h Surface Ozone Forecast for Poland: CAMS Models vs. Simple Statistical Models with Limited Number of Input Parameters” (Porównanie dobowej prognozy ozonu powierzchniowego dla Polski: modele CAMS, a proste modele statystyczne z ograniczoną liczbą parametrów wejściowych) opublikowana w *Atmosphere*, omawia porównanie modeli statystycznych z symulacjami CAMS wykorzystując pomiary stężenia ozonu. Autorka korzystając z modeli sztucznych sieci neuronowych (ANN) oraz wielokrotnej regresji liniowej (MLR), stwierdziła, iż pierwsza z wymienionych metod przyczynia się do lepszej prognozy stężenia ozonu. W swojej pracy zauważa, iż symulacje CAMS są dokładniejsze dla pomiarów wykonywanych w porze zimowej, podczas gdy modele ANN lepiej odnosiły się do pomiarów realizowanych wiosną, latem oraz jesienią.

Osiągnięciem naukowym jest udowodnienie skuteczności prostych modeli statystycznych w przewidywaniu krótkoterminowych stężeń ozonu przy powierzchni, zwłaszcza prowadząc analizę w obszarach wiejskich i podmiejskich. Jednocześnie wykazano potrzebę doskonalenia modeli chemicznych rozpatrując rolę aerozoli w modyfikacjach powierzchniowego promieniowania UV oraz ich wpływu na procesy fotochemiczne z uwzględnieniem szybkości fotolizy prekursorów odnoszących się do ozonu przy powierzchni. Badania te są ważne, gdyż umożliwiają zrozumienie dynamiki jakości powietrza oraz złożoności interakcji zachodzących w atmosferze.

Druga przedstawiona w dorobku naukowym publikacja pt.: „Comparison of the Performance of the GRASP and MERRA2 Models in Reproducing Tropospheric Aerosol Layers” (Porównanie wydajności modeli GRASP i MERRA2 w odtworzeniu warstw aerozoli w troposferze) ukazała się

w Atmosphere, w 2023 r. Opisuje wykorzystanie modelowania GRASP, który pozwala na łączenie danych pomiarowych z lidarów i fotometru słonecznego, a szczególnie danych dotyczących parametrów aerozoli oraz własności optycznych atmosfery. Ponadto Doktorantka prowadziła badania zmierzające do uzyskania informacji o zmienności pionowej różnych typów aerozoli. Pomocne w tym wypadku, okazało się korzystanie z modelu MERRA2.

Przeprowadzono analizę porównawczą obu modeli (GRASP i MERRA2), zwłaszcza w ich rozpoznawaniu warstw aerozoli. Skupiono się na identyfikacji warstw aerozoli w lokalnych pomiarach jednopunktowych (wykorzystując GRASP) oraz pomiarach globalnych opartych na analizie wieloobszarowej (stosując MERRA-2). Do przeprowadzenia analiz wykorzystano zróżnicowany skład aerozoli obserwowanych w rejonie Raciborza. Obydwa modele wykazywały dość dużą zgodność. Analizowane profile pionowe charakteryzowała duża zmienność zależna od pory roku, zwłaszcza w obrębie i nad planetarną warstwą graniczną. W badaniach uwzględniano różne mechanizmy, które mogą przyczyniać się do dostarczania aerozoli (zarówno pochodzenia naturalnego, ale też antropogenicznego) do wolnej troposfery.

Dorobek naukowy Doktorantki stanowi zastosowanie modelu MERRA, który może być alternatywą dla identyfikacji warstw aerozolu, zwłaszcza w miejscach, gdzie dane otrzymane z pomiarów lidarów i ceilometru nie dostarczają wszystkich informacji potrzebnych do obliczeń równań transferu promieniowania. Wskazano potencjał modelu MERRA jako cennego narzędzia do badań warstw aerozoli w regionach nieposiadających pokrycia lidarami.

Trzecia publikacja pt.: Aerosol Layering in the Free Troposphere over the Industrial City of Raciborz in Southwest Poland and Its Influence on Surface UV Radiation (uwarstwienie aerozoli w wolnej troposferze nad przemysłowym miastem w południowo-zachodniej Polsce i jego wpływ na promieniowanie UV przy powierzchni Ziemi) została opublikowana w Atmosphere, w 2021r.

Opracowanie miało na celu zrozumienie zależności między warstwami aerozolu, promieniowaniem UV oraz ozonem przy powierzchni. Przeprowadzono pomiary właściwości aerozolu, wykonano modelowanie indeksu UV i zastosowano model statystyczny do porównania wartości zmierzonych UVI (pomiar indeksu UV) z wartościami prognozowanymi. Do modelowania UVI wykorzystano model transferu promieniowania TUV (Tropospheric Ultraviolet and Visible). Ponieważ zaobserwowano pewne rozbieżności, postanowiono zastosować metodę maszynowego uczenia Random Forest (RF). Zaproponowano też model do określenia hybrydowej wartości indeksu UV.



Dorobek naukowy stanowi wykorzystanie zaproponowanych metod modelowania oraz podział na trzy klasy różnicujące wartości UVI dla analizowanych warstw aerozoli z uwzględnieniem takich parametrów, jak: grubość optyczna aerozolu (AOD), wykładnik angstromów (AE) i charakterystyka warstwy aerozoli (AL).

Ostatni przedłożony do dorobku naukowego artykuł pt.: Impact of Vertical Profiles of Aerosols on the Photolysis Rates in the Lower Troposphere from the Synergy of Photometer and Ceilometer Measurements in Raciborz, Poland, for the Period 2015-2020 (Wpływ profili pionowych aerozoli na szybkość fotolizy w dolnej troposferze na podstawie synergii pomiarów fotometrycznych i ceilometrycznych w Raciborzu w latach 2015 – 2020) opublikowano w Remote Sensing w 2022 r.

Celem opracowania była ocena wpływu pionowych zmian charakterystyki optycznej aerozolu (AOC) na częstotliwość fotolizy O_3 i NO_2 . Doktorantka stwierdziła, że włączenie profili własności optycznych ma kluczowe znaczenie dla dokładnego obliczenia częstotliwości fotolizy w niższych warstwach atmosfery, co przyczynia się do lepszego prognozowania powierzchniowego ozonu.

Podsumowując całość przedłożonego przez Panią magister Alnilam Fernandes dorobku naukowego można z całą pewnością uznać, że aerozole, zwłaszcza ich uwarstwienie, znacząco wpływają na zachowanie promieniowania UV i wytwarzanie ozonu przy powierzchni i w dolnej troposferze. Dyploantka wykazała, że stosowane modele, nie zawsze uwzględniają wszystkie czynniki charakteryzujące warstwy aerozoli, co przyczynia się do rozbieżności między prognozami modelu a rzeczywistymi pomiarami. Stwierdziła, że modele można poprawić stosując uczenie maszynowe, które obiecująco zwiększa dokładność prognoz. Zastosowanie analizy Random Forest do określania związku między indeksem UV a własnościami optycznymi aerozolu, ujawnia, że pionowa zmienność własności optycznych aerozoli może wyjaśnić 55% wariacji znormalizowanej serii indeksu UV w warunkach bezchmurnego nieba. Ten wniosek podkreśla konieczność uwzględniania rzeczywistego pionowego profilu własności optycznych aerozoli w modelach badających wpływ aerozoli na promieniowanie UV.

Uwagi krytyczne

Zagadnienia poruszone w dysertacji są ważne i odnoszą się do problemu promieniowania UV oraz wpływu na poziom stężenia ozonu przy powierzchni i w dolnej troposferze. Niestety doktorantka w swoim opracowaniu nie ustrzegła się pewnych błędów. W wersji polskojęzycznej występują liczne literówki i skróty myślowe. Dotyczy to np. błędnie nazwanego na str. 29 modelu



SNN, zamiast ANN, ale poprawnie jest w pierwszej wersji opisanej w języku angielskim.

Recenzentka nie wnosi większych uwag do opisu dwóch pierwszych uwzględnionych w dorobku naukowym Doktorantki publikacji.

Pierwsza publikacja jest właściwie dobrana, ponieważ uwzględnia potrzebę prowadzenia analiz wykorzystujących proste modele statystyczne w przewidywaniu krótkoterminowych stężeń ozonu przy powierzchni w obszarach wiejskich i podmiejskich. Wskazano na potrzebę doskonalenia modeli chemicznych, zwłaszcza tych, które uwzględniają aerozole i ich wpływ na procesy fotochemiczne, w tym szybkość fotolizy prekursorów ozonu na powierzchni.

Przedstawiona druga publikacja wykazuje potencjał zastosowania modelu MERRA, który może być z powodzeniem stosowany do badań aerozoli w miejscach nieposiadających pokrycia lidarami.

Recenzentka swoje uwagi kieruje do opisów dotyczących dwóch kolejnych publikacji, tj. trzeciej i czwartej. Zarówno w wersji pisanej w języku angielskim, jak i polskim autorka rozprawy przywołuje wyniki zamieszczone w tabelach oraz przytacza numery rycin, których nie umieszcza w tekście swojego opracowania. Wspomniane tabele i ryciny odnoszą się do artykułów zestawionych w ostatnim - piątym rozdziale recenzowanej rozprawy. Jeżeli w rozprawie autorka pisze, że ilustruje to tabela 1 (str. 17 i 33), to wypadałoby tę informację zamieścić w tekście i dołączyć daną tabelę z cytowaniem artykułu (z którego tabela była zaczerpnięta). Podobnie w pozostałych przypadkach str. 17 i 34 (Fig 4/ Ryc. 4 oraz Tabela 2), czy Tabela 3 (str. 20 i 36), bądź Fig.2/ Ryc. 2 i Fig. 3/Ryc. 3 (str. 20 i 36)

Również w swojej rozprawie Doktorantka często pisze o swoim dorobku naukowym w formie „nasze wyniki”, „nasze badania”. Recenzentka rozumie, że przytoczone publikacje mają kilku autorów, dlatego w tym miejscu prosiłabym, aby Pani magister Alnilam Fernandes wskazała, które aspekty w drugiej i czwartej publikacji są jej dorobkiem naukowym (są to publikacje, w których Doktorantka jest drugim autorem). Myślę, że w ten sposób Pani magister Alnilam Fernandes będzie miała okazję do uzasadnienia swoich dokonań w niniejszej rozprawie doktorskiej.

Podsumowując mogę stwierdzić, iż umiejętność zastosowania wielu modeli i narzędzi statystycznych w badaniach warstw aerozoli do interpretacji uzyskanych wyników analiz świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki.

Mimo przedstawionych uwag krytycznych, stwierdzam, iż cała przedłożona do oceny

rozprawa doktorska Pani magister Alnilam Fernandes jest przygotowana dobrze.

Hipoteza i cele badawcze są dobrze dobrane do omawianych w pracy zagadnień. Przedstawiony przez Doktorantkę zbiór publikacji do dorobku naukowego rozprawy doktorskiej w pełni odpowiada postawionym tezom badawczym. Zawarte w recenzji uwagi krytyczne nie wpływają na ogólne wrażenie merytoryczne dobrego dorobku naukowego Pani magister Alnilam Fernandes.

Podsumowanie

Wybór tematu: pt.: „Aerosol Layers and UV Radiation in the lower troposphere” należy uznać za trafny zarówno pod względem aplikacyjnym, jak i poznawczym. Postawione przez Panią magister Alnilam Fernandes hipotezy i cele badawcze, zostały w pełni zrealizowane.

Doktorantka:

- a) udowodniła skuteczność zastosowania prostych modeli statystycznych w przewidywaniu krótkoterminowych stężeń ozonu przy powierzchni. Jednocześnie wskazała na potrzebę doskonalenia modeli chemicznych rozpatrując rolę aerozoli w modyfikacjach powierzchniowego promieniowania UV,
- b) wykazała, potencjał zastosowania modelu MERRA jako cennego narzędzia do badań warstw aerozoli w regionach nieposiadających pokrycia lidarami,
- c) wykonała modelowanie indeksu UV i jednocześnie zastosowała model statystyczny, w którym porównała wartości zmierzone UVI (pomiar indeksu UV) z wartościami prognozowanymi,
- d) udowodniła, że potrafi umiejętnie posługiwać się wieloma modelami w tym: modelem transferu promieniowania TUV (Tropospheric Ultraviolet and Visible) oraz potrafi zastosować metodę maszynowego uczenia Random Forest (RF),
- e) dokonała oceny wpływu pionowych zmian charakterystyki optycznej aerozolu (AOC) na częstotliwość fotolizy O_3 i NO_2 ,
- f) stwierdziła, że włączenie profili własności optycznych ma kluczowe znaczenie dla dokładnego obliczenia częstotliwości fotolizy w niższych warstwach atmosfery i przyczynia się do lepszego prognozowania powierzchniowego ozonu,
- g) nabyła niezbędnej wiedzy i umiejętności w prawidłowej interpretacji otrzymanych wyników analiz, w zakresie omawianej tematyki.

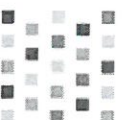


Podsumowując, stwierdzam, że Pani magister Alnilam Fernandes w swojej rozprawie doktorskiej prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku. Potrafi umiejętnie korzystać z narzędzi statystycznych do interpretacji uzyskanych wyników analiz. Wskazane osiągnięcia naukowe Doktorantki dają nowe możliwości poznawcze i badawcze w dyscyplinie naukowej: nauki o Ziemi i środowisku.

Pracę oceniam pozytywnie i stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani magister Alnilam Fernandes spełnia warunki określone w art. 187 ust.1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz.U. 2018 poz.1668, z późn. zm.).

Wnoszę zatem do Rady Naukowej Instytutu Geofizyki PAN o dopuszczenie Pani magister Alnilam Fernandes do dalszego etapu postępowania kwalifikacyjnego w celu uzyskania stopnia doktora.

Z poważaniem



eqz. 1