

IGF-SN-420-001/22

SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
WPLYNEŁO	
Na: 18.12.2023r.	
Nr 04	Za:
Re:	

©

Poznań, dnia 17.12.2023 r.

Prof. UPP dr hab. Bogdan Chojnicki
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Pracownia Bioklimatologii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr *Alnilam Remny Fernandes* pt. „*Aerosol Layers and UV Radiation in the lower troposphere*”

1. Zasadność podjęcia tematu

Promieniowanie ultrafioletowe odegrało ważną rolę w historii Ziemi, albowiem uformowanie się ozonosfery miało fundamentalne znaczenie dla pojawienia się życia na lądzie. W latach 80 i 90-tych udało się rozpoznać i rozwiązać zagrożenie wynikające ze zmniejszającego stężenia O₃ (tzn. dziura ozonowa). To zjawisko było wynikiem emisji freonów, które w stratosferze wywoływały dodatkowe procesy rozkładu tego gazu. Jednak zagadnienie oddziaływania zwiększonych stężeń ozonu w troposferze pozostaje ważnym problemem cywilizacyjnym, albowiem natężenie promieniowania UV na powierzchni ziemi ma także istotny wpływ na funkcjonowanie organizmów żyjących zarówno na lądzie i w wodzie, a zwiększone dawki tego promieniowania mogą skutkować np. uszkodzeniami komórek na poziomie genetycznym. Najważniejszym przykładem wpływu UV na życie ludzi jest wzrost zagrożenia występowania nowotworów skóry po ekspozycji na nadmiernie dawki promieniowania ultrafioletowego. Z tych powodów oszacowanie wielkości strumieni UV na powierzchni ziemi stanowi ważne wyzwanie dla badaczy zajmujących się procesami transferu radiacji i reakcji chemicznych zachodzących w dolnej troposferze. Należy też wspomnieć, iż procesy, które odpowiadają za wielkość obserwowanego strumienia UV, mają bardzo złożony charakter, co sprawia, iż oszacowanie wielkości tego promieniowania wymaga jednoczesnej analizy wielu parametrów optycznych atmosfery. Bierze się to z faktu, iż wielkość strumieni UV w atmosferze wynika z procesów fizycznych w profilu atmosferycznym, które są silnie związane z reakcjami chemicznymi zachodzącymi w powietrzu. Stworzono już globalne modele pozwalające na oszacowanie wielkości strumienia UV zarówno w profilu atmosferycznym, jak i na powierzchni gruntu, jednak bazują one na założeniu występowania przeciętnych profili atmosfery. Z tego powodu uzasadnionym uzupełnieniem samych analiz skuteczności poszczególnych modeli prognozujących UV jest badanie zawartości ozonu czy występowania określonych typów aerozoli w atmosferze.

Przedstawiona do recenzji praca stanowi cykl 4 publikacji, które w dość szeroki sposób traktują na temat procesu transferu promieniowania UV przez atmosferę. Tematyka tych prac wpisuje się w

obecnie realizowane badania atmosferyczne, co sprawia, iż można uznać ich przeprowadzenie uzasadnione naukowo.

2. Uwagi ogólne

W przedstawionej pracy składającej się z czterech publikacji przeplatają się przynajmniej trzy zagadnienia: występowanie oraz dynamika zmian zawartości ozonu w atmosferze, występowanie oraz opis jakościowych profili aerozoli atmosferycznych oraz wielkość redukcji gęstości strumienia promieniowania ultrafioletowego zarówno w atmosferze, jak i na powierzchni ziemi. Jest to w pewien sposób zrozumiałe, albowiem każdy z analizowanych elementów jest mocno powiązany z pozostałymi dwoma, jednak warto by zaakcentować tę różnorodność w tytule pracy poprzez umieszczenie ozonu jako zagadnienia także zaprezentowanego. Nie jest to zastrzeżenie dyskredytujące samą pracę, jednak zwraca uwagę na wymaganie większej precyzji językowej stosowanej w badaniach naukowych. Dzięki tej modyfikacji zagadnienie ozonu, które znajduje się w przedstawionej pracy doktorskiej, byłoby lepiej widoczne.

Nie istnieją precyzyjne standardy dotyczące struktury pracy doktorskiej stworzonej na podstawie cyklu publikacji, dlatego każda taka praca ma indywidualną budowę. Dodatkowo przedstawiane zestawy publikacji są zazwyczaj wieloautorskie, co sprawia, iż zagadnienie wkładu osoby obiegającej się o stopień doktora zawsze, do pewnego stopnia, pozostaje kwestią do dyskusji. Zapewne nigdy nie doczekamy się ujednoczonego standardu takich prac. Gdybym miał jednak się pokusić o pewne uwagi dotyczące struktury przedłożonej przez panią mgr Fernandes pracy, to chciałbym alby w każdej z czterech części pracy umieścić wyraźny opis zakresu działań doktorantki. Jednocześnie należy zauważyć, że pierwsze autorstwo 2 z 4 zaprezentowanych prac wskazuje na fakt, iż doktorantka odegrała w nich wiodącą rolę.

3. Wartość naukowa pracy

Zbiór artykułów, przedstawiony w ramach pracy, w dużym skrócie zawiera głównie analizy, polegające na porównaniu danych pomiarowych z wartościami uzyskanymi dzięki zastosowaniu różnych globalnych modeli, umożliwiających symulację parametrów fizycznych i chemicznych atmosfery w dolnej troposferze. Jest to powszechnie stosowana praktyka badawcza, która pozwala na podniesienie dokładności wyników uzyskanych dzięki modelom poprzez ich porównanie/korektę za pomocą wartości uzyskanych dzięki pomiarom naziemnych. Takie prace mają wydźwięk nie tylko naukowy, ale także użyteczny, albowiem taka strategia prowadzonych badań prowadzi zwykle do lepszych oszacowań wartości badanych parametrów w skali lokalnej. W prezentowanych pracach, dzięki wykorzystaniu współcześnie stosowanych technik obliczeniowych, przedstawiono poprawione wyniki obserwacji, co stanowi kolejny wkład w badania środowiska atmosferycznego.

4. Uwagi i pytania do poszczególnych części pracy

4.1. Część 1

Porównanie dobowej prognozy ozonu powierzchniowego dla Polski: modele CAMS a proste modele statystyczne z ograniczoną liczbą parametrów wejściowych

W tej pracy przeprowadzono identyfikację błędów systematycznych występującymi pomiędzy wartościami zmierzonymi a modelowanymi przy użyciu modeli CAMS oraz uzyskanymi na podstawie prostych modeli statystycznych służących do przewidywania stężeń ozonu na powierzchni ziemi. Wyniki tej pracy są związane z tytułowym zagadnieniem - promieniowaniem ultrafioletowym - poprzez znane silne interakcje między ozonem troposferycznym a gęstością strumienia UV obserwowanego zarówno w wyższych, jak i przygruntowych partiach atmosfery. Uzyskane modele prognostyczne stężenia ozonu, zbudowane w oparciu o Sztuczne Sieci Neuronowe (SSN), bazujące na łatwo dostępnych parametrach wejściowych takich jak: godzina, temperatura i wilgotność względna powietrza w ciągu ostatnich 3 godzin oraz stężenie ozonu w ciągu ostatnich 24 godzin okazały się w Belsku i Raciborzu (wiosna, lato, jesień) skuteczniejsze od oszacowań uzyskanych dzięki modelowi CAMS. Są one na tyle skuteczne, że można je uznać za wymienne z tym klasycznym modelem dla tych obu lokalizacji. Trudno sobie wyobrazić, aby zjawiska związane z powstawaniem i zanikiem ozonu w atmosferze, miałyby mieć jedynie charakter prostoliniowy. Stąd zastosowanie regresji wielokrotnej będzie w naturalny sposób obciążone większymi niepewnościami i błędami niż wyniki uzyskane dzięki zastosowaniu sieci neuronowej, którą jak to trafnie opisała autorka pracy, „cechuje inherentna nieliniowość”. Jednak jednocześnie trzeba zauważyć, iż sieci neuronowe nie przynoszą bezpośrednich odpowiedzi na pytania o procesy zachodzące w środowisku, a potrafią jedynie dobrze odtwarzać rzeczywistość w oparciu o określony zbiór danych. Mam świadomość, że odkrycie złożoności procesów zachodzących w atmosferze doprowadziło do sytuacji, w którym środowisko to jest traktowane w tym przypadku jak czarna skrzynka, której funkcjonowanie bada się za pomocą metod, które umożliwiają automatyczne poszukiwanie struktur zależności, nieosiągalnych przy zastosowaniu tradycyjnych metod analitycznych opierających się o bardziej precyzyjnie zdefiniowane modele koncepcyjne.

Pytania do autorki

1. Jak Pani ocenia potencjał zastosowania sieci neuronowych w badaniach atmosfery i czy widzi Pani jakiś sposób na ich dalsze zastosowanie w kontekście oszacowywanie stężenia O₃ na większych obszarach?
2. Proszę o wyjaśnienie (próbę wyjaśnienia) mniejszej skuteczności SSN niż CAMS zimą.

4.2. Część 2

Porównanie wydajności modeli GRASP i MERRA2 w odtwarzaniu warstw aerozoli w troposferze

Opracowanie profili aerozolowych pozwala na dokładniejsze określenie występowania oraz intensywności procesów związanych zarówno z tworzeniem, jak i rozkładem ozonu w atmosferze. W tej pracy autorka przeprowadziła porównanie dwóch metodologii określania profili aerozolowych przy użyciu modeli GRASP i MERRA-2. Źródłami danych pomiarowych pozwalających na zastosowanie modelu GRASP były równocześnie zastosowane Ceilometr oraz Fotometr, które operowały w Raciborzu. W pracy przeprowadzono szerokie porównanie wyników zastosowania tych modeli, w którym dane zostały zgrupowane zarówno w kontekście czasowym, jak i przestrzennym. Wyniki wskazują na porównywalność efektów uzyskanych dzięki zastosowaniu modeli GRASP i MERRA-2.

Pytania do autorki

1. Proszę o wytłumaczenie przyjętych różnych ilości sektorów (3 i 4) podczas analizy wyników uzyskanych odpowiednio dla zimowego i letniego okresu badawczego.
2. Na 31 stronie pracy użyto niefortunnego określenia „adwekcja spalania biomasy” rozumiem, że chodziło o adwekcję produktów spalania biomasy?
3. Podsumowanie publikacji przedstawione w pracy wskazuje na model MERRA-2 jako porównywalny z GRASP. Z tej konkluzji wynika, że zastosowanie instrumentów pomiarowych może okazać się zbędne, albowiem nie powodują wzrostu jakości uzyskanych lokalnych profili. Proszę o ustosunkowanie się do tej uwagi.

4.3. Część 3

Uwarstwienie aerozoli w wolnej troposferze nad przemysłowym miastem Racibórz w południowo-zachodniej Polsce i jego wpływ na promieniowanie UV przy powierzchni Ziemi

W tej publikacji skupiono się na analizie profili aerozolowych w kontekście ich wpływu na natężenie promieniowania ultrafioletowego. Realizacja pomiarów profilowych pozwoliła na opracowanie stosunkowo prostego modelu transferu radiacji, dzięki któremu możliwe było oszacowanie wielkości promieniowania UV. Jednoczesne pomiary naziemne wykonane za pomocą instrumentu firmy Kipp & Zonen pozwoliły na określenie przyczyn rozbieżności między wartościami modelowanymi i zmierzonymi. Podczas budowy modelu zastosowano technikę random forest (RF), która w ostatnich latach cieszy się wśród naukowców coraz większym powodzeniem. Poskutkowało

to statystycznie istotnym polepszeniem zdolności predykcyjnych modelu hybrydowego względem modelu TUV. Jest to niewątpliwie pewien postęp w badaniach naukowych i opis skutecznego wykorzystania danych pomiarowych w celu uzyskania lepszych zdolności predykcyjnych modeli służących do oceny wielkości UVI na terenie przemysłowego miasta, jakim jest Racibórz.

Pytania do autorki

1. Podczas analizy wyników modelowania zastosowano podział na klasy warstw aerozolu. Uprzejmie proszę o szersze wyjaśnienie i uzasadnienie zastosowanego podziału.
2. Zastosowanie techniki Random Forest, jest obecnie powszechnie stosowaną praktyką, jeśli chodzi o analizę danych o wielowymiarowym charakterze. Co autorka tej dysertacji myśli o tej technice w kontekście zrozumienia procesów, odbywających się w atmosferze i na ile niewątpliwie utylitarny charakter tej metody jest w ogóle przydatny w badaniach o charakterze poznawczym?

4.4. Część 4

Wpływ profili pionowych aerozoli na szybkość fotolizy w dolnej troposferze na podstawie synergii pomiarów fotometrycznych i ceilometrycznych w Raciborzu w latach 2015–2020.

Oszacowanie szybkości fotolizy O₃ (ozon) i NO₂ (dwutlenek azotu) jest podstawową informacją niezbędną do oszacowania wielkości UVI na powierzchni. Zastosowanie kombinacji pomiarów ceilometrem oraz fotometrem pozwala na określenie zmian charakterystyki optycznej aerozolu poprzez zastosowanie modelu GRASP a wykorzystanie modelu MERRA-2 umożliwiło oszacowanie pozostałych niezbędnych parametrów do określenia częstości fotolizy badanych gazów. Wyniki tych analiz porównywano z danymi pomiarowymi i dzięki temu możliwe było oszacowanie wpływu dodatkowych danych obserwacyjnych na efektywność modelu symulującego stężenie O₃ w atmosferze. Wyniki tej publikacji wskazują na wyraźną zależność między pionową charakterystyką aerozoli a częstością procesu fotolizy w atmosferze - co jest dość oczywiste, jednak dalsze konkluzje wskazują na to, iż dodatkowe źródła informacji, jakimi są urządzenia monitorujące właściwości optyczne, pomagają w dokładniejszym prognozowaniu stężeń ozonu przy powierzchni gruntu.

Pytania do autorki

1. Przeprowadzone przez autorkę analiza ma lokalny charakter i wskazuje ona na przydatność pomiarów naziemnych w celu poprawienia jakości predykcji ozonu. Czy mogłaby Pani opowiedzieć, jak sobie wyobraża implementację przedstawionej metodologii w celu wielkoskalowego (np. regionalnego) prognozowania stężenia ozonu w atmosferze?

5. Wniosek końcowy

Jednym z wymagań stawianych przed rozprawą doktorską jest to, iż prezentuje ona ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej. Przedstawiona praca zawiera badania naukowe, które można potraktować jako dowód wiedzy oraz umiejętności, którymi dysponuje pani mgr Alnilam Remny Fernandes w zakresie badań interakcji między występującymi w atmosferze: promieniowaniem UV, aerozolami oraz ozonem. Drugim elementem, który jest wymagany w pracy doktorskiej, jest oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych. W tym przypadku można uznać, że praca spełnia także ten wymóg, albowiem przedstawione wyniki wspierają proces poprawy jakości modeli służących do prognoz UV w skali lokalnej. Takie badania pozwalają na lepszy rozwój infrastruktury służącej do określenia zagrożeń związanych ze wzrostami wartości promieniowania UV, ale także innych czynników atmosferycznych, np. ozonu i ma to niebagatelny wpływ na ocenę funkcjonowanie zarówno środowiska, jak i społeczeństwa. Zawartość pracy oraz rola, jaką odegrała w nich autorka (w dwóch z nich jest pierwszym autorem), można uznać za wypełnienie obu wyżej opisanych wymagań. Innymi słowy, można stwierdzić, że badaczka, przedstawioną pracą doktorską, potwierdziła swoje umiejętności badawcze oraz wykazała się umiejętnościami potrzebnymi do dalszej samodzielnej aktywności naukowej.

Z uwagi na powyższe stwierdzam, że przedstawiona praca doktorska spełnia wymogi określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 574 z późn. zm.) i wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania mgr Aliniam Fernandes stopnia doktora.



Prof. UPP dr hab. Bogdan Chojnicki