

Wpłynęło dnia 2022-05-16 A.P.
Kraków, 10.05.2022

dr hab. inż. Mirosław Zimnoch, prof. AGH
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
email: zimnoch@agh.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr Dominiki Marii Szczepanik
Badania lidarowe własności napływowego pyłu mineralnego i jego mieszanin
nad Warszawą

Podstawa formalna

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Fizyczne Uniwersytetu Warszawskiego, prof. dr hab. Wojciecha Satuły z dnia 11.03.2022r (nr WF-531-4/2022) powołująca mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. Dominiki Szczepanik pt.: „Badania lidarowe własności napływowego pyłu mineralnego i jego mieszanin nad Warszawą”. Podstawą formalną jest Ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U.2017.1789).

Zasadność podjętej tematyki

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska dotyczy zastosowania pomiarów lidarowych do określenia właściwości pyłu mineralnego obserwowanego nad Warszawą. Ze względu na ogromny wzrost zainteresowania problematyką jakości powietrza, podjęta tematyka wpisuje się w najnowsze trendy badań. Ilość prac publikowanych na temat różnych aspektów badania zanieczyszczeń atmosferycznych rośnie lawinowo zarówno na świecie jak i w Polsce. Jest to spowodowane wzrastającym zainteresowaniem społeczeństw wpływem zanieczyszczeń na zdrowie, a z drugiej strony stymulowanym tym procesem wzrostem zaangażowania władz lokalnych w działania zmierzające do redukcji poziomu zanieczyszczeń. Podejmowanie przemyślanych decyzji w tym zakresie wymaga wiedzy o udziale różnych źródeł emisji oraz o procesach fizyko-chemicznych wpływających na obserwowane poziomy immisji w atmosferze. Zanieczyszczenia pyłowe, ze względu na ich duży wpływ na zdrowie człowieka, jak również znaczny udział w zanieczyszczeniu powietrza znajdują się w centrum uwagi. Należy jednak zauważyć, że znakomita większość prowadzonych badań opiera się na pomiarach powierzchniowych, a więc dotyczy najniższej części Planetarnej Warstwy Granicznej. Aby jednak lepiej zrozumieć procesy kształtujące dyspersję zanieczyszczeń w atmosferze konieczna jest też wiedza o pionowej strukturze zanieczyszczeń. Przedstawiona do recenzji praca koncentruje się właśnie na tym aspekcie. Autorka podjęła się analizy frakcji mineralnej pyłów obserwowanych w wyższych warstwach troposfery nad Warszawą. Do badań został wykorzystany wysokiej jakości nowoczesny Aerozolowo-

Depolaryzacyjny Ramanowski lidar Polly^{XT}. Przyrząd działający w ramach międzynarodowej sieci pomiarowej ACTRIS, dzięki współpracy z innymi ośrodkami i wymianie informacji i doświadczeń dostarcza unikalnych najwyższej jakości danych profili atmosferycznych pozwalających na analizę sygnału w 8 różnych kanałach detekcji związanych z procesami elastycznego i nieelastycznego rozpraszania wstecznego dla 3 długości światła laserowego, jak również współczynników depolaryzacji sygnału dla 2 długości fal. Tak szerokie spektrum informacji pozwala na wszechstronną interpretację uzyskanych profili dostarczającą informacji o aerozolowych współczynnikach ekstynkcji i rozpraszania wstecznego, a także profilach zawartości pary wodnej i stopniu depolaryzacji sygnału. To z kolei pozwala na określenie stężenia pyłu na różnych wysokościach, jego frakcji jak i kształtu cząstek. Taka ilość informacji pozwala na interpretację uzyskanych profili w celu identyfikacji frakcji mineralnej pyłu pustynnego, który okresowo jest transportowany nad teren Polski z obszarów Sahary. Uzupełnienie pomiarów lidarowych sondowaniami balonowymi oraz wynikami symulacji z trzech wykorzystanych w pracy modeli numerycznych pozwolił na dodatkową walidację uzyskanych danych. Podsumowując wykorzystanie zaawansowanego narzędzia badawczego, jakim jest Depolaryzacyjny Lidar Ramaowski w połączeniu z danymi z sondaży balonowych i wynikami symulacji numerycznych wpisuje się w najnowsze trendy badawcze w tej dziedzinie dostarczając informacji o ewolucji zapylenia na różnych wysokościach i sprawia, że podjęte badania są w pełni uzasadnione.

Opis pracy

Praca liczy 119 stron z czego właściwy tekst zajmuje 90 stron, a pozostałe 29 stron stanowią informacje wstępne (lista akronimów, przedmowa, streszczenia w języku polskim i angielskim) oraz cztery aneksy. Praca składa się z sześciu rozdziałów oraz spisu literatury zawierającego 110 pozycji, wśród których znajdują się książki, artykuły naukowe, raporty, materiały konferencyjne, strony internetowe, a nawet artykuły z prasy lokalnej. Cytowane pozycje obejmują okres od 1981 do 2021 roku jak również zawierają pozycje będące w druku. Przygotowana lista zawiera zarówno pozycje starsze dokumentujące podstawy użytych metod, jak i w dużej części prace publikowane niedawno reprezentujące aktualny stan wiedzy, co świadczy o dobrej orientacji autorki w tematyce badawczej. Wśród nich znajdują się trzy pozycje, w których doktorantka jest pierwszym autorem lub współautorem.

Pierwszy rozdział ma na celu krótkie wprowadzenie czytelnika w tematykę pracy oraz opis pochodzenia i roli frakcji mineralnej pyłów występujących w atmosferze. Zawiera również opis przesłanek, które skłoniły autorkę do podjęcia tej tematyki badawczej, a więc z jednej strony dostępność wysokiej klasy aparatury lidarowej umożliwiającej analizę właściwości pyłów w profilach pionowych, a z drugiej strony potrzebę lepszej charakterystyki własności optycznych pyłu mineralnego niezbędnej do poprawy działania modeli prognozowania stężeń aerozoli oraz określania ich roli z systemie klimatycznym. Podrozdział poświęcony opisowi motywacji badań kończy akapit, w którym autorka podjęła próbę sformułowania celu niniejszej pracy doktorskiej którym jest **zbadanie właściwości pyłu mineralnego obserwowanego nad Warszawą, pochodzącego z transportu z odległych źródeł**. Z lektury dalszej części pracy można wywnioskować, że głównie chodziło o określenie własności optycznych pyłu obserwowanego w wyższych warstwach troposfery w oparciu o zidentyfikowane przypadki napływu pyłu pustynnego znad Sahary. Wstęp kończy krótki podrozdział opisujący metody badawcze, który w mojej opinii powinien zostać przeniesiony jako wstęp do rozdziału trzeciego.

W rozdziale drugim autorka sformułowała następujących pięć hipotez badawczych, które zostały zweryfikowane w dalszej części pracy:

- Czy istotnie wzrasta ilość obserwacji napływów pyłu pustynnego nad obszar Centralnej Polski?
- Czy pojawiają się nowe źródła aerozolu pyłu pustynnego w Polsce?
- Czy w związku ze zmianą ilości obserwowanych napływów pyłu, zmiane uległy również własności optyczne aerozolu?
- Odzyskiwane własności optyczne pyłu mineralnego obserwowanego nad Warszawą powinny znacznie różnić się od własności pyłu obserwowanego w niewielkiej odległości od jego źródeł emisji.
- Sprzężenie zwrotne klimat-pył musiało występować podczas napływów pyłu pustynnego nad Warszawę.

W rozdziale trzecim zawarty jest opis instrumentów pomiarowych wykorzystanych w badaniach, czyli przede wszystkim Lidaru ADR Polly^{XT} oraz radiosondy RS92 wykorzystywanej do sondowania balonowego stanu atmosfery wykonywanego operacyjnie na stacji w Legionowie przez IMGW-PIB. Rozdział zawiera również opis trzech modeli (HYSPLIT, BSC-DREAM8b oraz NAAPS), z których wyniki były wykorzystywane do identyfikacji i wstępnej charakterystyki epizodów napływu pyłu pustynnego obserwowanych w Warszawie.

Rozdział czwarty zawiera opis metodologii badań. Autorka zamieściła w nim opis sposobów identyfikacji potencjalnych przypadków wystąpienia napływu pyłu pustynnego w oparciu o analizę profili lidarowych oraz wyników modeli numerycznych, zdefiniowała parametry uzyskiwane z analizy profili jak aerozolowy współczynnik ekstynkcji, współczynnik rozpraszania wstecznego, współczynnik depolaryzacji i inne oraz opisała algorytm separujący frakcje pyłu pustynnego gruboziarnistego i drobnoziarnistego oraz pozostałego. W mojej ocenie przedstawiony i przetestowany w dalszej części pracy algorytm stanowi istotne osiągnięcie doktorantki wnoszące wkład w rozwój metodyki opracowania danych lidarowych. Rozdział kończy się opisem źródeł niepewności pomiarowych i ich minimalizacją poprzez odpowiedni dobór uśredniania przestrzennego i czasowego danych. Po lekturze tej części pracy można odnieść wrażenie, że autorka ma dużą wiedzę i bardzo dobre wyczucie stosowanej metody pomiarowej.

Główną część pracy stanowi rozdział piąty zawierający prezentację i dyskusję wyników badań. Autorce na 36 stronach udało się w sposób bardzo syntetyczny i przejrzysty zaprezentować i zinterpretować olbrzymi materiał doświadczalny zgromadzony podczas 8 lat pomiarów. Na podstawie zgromadzonych danych udało się przeprowadzić zarówno analizę trendów długoterminowych pozwalających na weryfikację hipotez 1 i 2, jak i na analizę wybranych charakterystycznych epizodów, na podstawie których udało się autorce scharakteryzować różnice we własnościach optycznych różnych rodzajów pyłów (czysty pył pustylny, pył pustylny z siarczanami oraz pył pustylny z cząstkami pochodzącymi ze spalania biomasy).

Właściwą część pracy kończy rozdział szósty zawierający podsumowanie i wnioski. Rozdział zawiera wyróżnione pogrubioną czcionką tezy odnoszące się do postawionych we stępie hipotez badawczych, jak i wnoszące nową wiedzę dotyczącą dynamiki rozwoju epizodów napływu pyłu pustynnego.

Poza główną częścią praca zawiera jeszcze cztery aneksy, w których autorka umieściła kalendarium napływów pyłu w badanym okresie nad Warszawę, podsumowanie swojego dorobku naukowego, aktywność w projektach badawczych oraz warunki licencji i porozumienie ze współautorami.

Uwagi do pracy

Praca napisana jest starannie, dane zaprezentowane są w sposób przejrzysty, ilustrowane starannie przygotowanymi rycinami i tabelami. Prezentowane dane w większości wypadków uzupełnione są wartościami niepewności (zarówno tabele jak i ryciny). Tok rozumowania przy interpretacji danych jest jasny i konsekwentny. W ramach pracy doktorantka przeanalizowała bardzo obszerny zbiór danych wybierając z niego przypadki reprezentujące sytuacje analizowane w ramach badań. W wyniku tej żmudnej pracy udało się stworzyć bardzo wartościowy zbiór wstępnie wyselekcjonowanych epizodów napływu pyłu pustynnego zaprezentowanych w formie kalendarium zawartym w Aneksie A1, który może posłużyć innym badaczom do analizy zarówno trendów długoterminowych jak i badania wybranych ciekawych epizodów w horyzoncie krótkoterminowej dynamiki tych zjawisk. W szczególności autorce udało się osiągnąć następujące cele:

- Przygotowanie statystyki wieloletniej częstości występowania epizodów napływu pyłu pustynnego nad Warszawę wraz z ich krótką charakterystyką;
- Zidentyfikowanie okresu występowania czystego pyłu pustynnego w górnej warstwie troposfery i opracowanie go jako przypadku referencyjnego;
- Zidentyfikowanie i analizę przypadku wystąpienia pyłu pustynnego z domieszką siarczanów;
- Zidentyfikowanie i analizę przypadku wystąpienia pyłu pustynnego z cząstkami pochodzącymi ze spalania biomasy;
- Przetestowanie opracowanego algorytmu separującego obserwowany pył na frakcje drobno i gruboziarnistego pyłu pustynnego oraz aerozolu nie będącego pyłem pustynnym;
- Zbadanie ewolucji epizodów napływu pyłu pustynnego z identyfikacją udziału różnych frakcji na poszczególnych wysokościach.

Mimo, że rozprawa doktorska została napisana bardzo starannie autorka nie ustrzegła się drobnych błędów wymienionych poniżej.

O ile treść rozdziału 5 nie budzi zastrzeżeń, to niektóre rozdziały wstępne wydają się zbyt skrótowe. Można odnieść wrażenie, że autorka założyła, że czytelnikami pracy będą wyłącznie osoby bardzo doświadczone w pomiarach lidarowych i w moim odczuciu zabrakło opisu podstaw działania takich systemów. Mimo stosunkowo niewielkiej objętości pracy, miejscami, po istotne informacje autorka odsyła czytelnika do licznych publikacji, chociaż można byłoby część tych informacji przytoczyć bezpośrednio w tekście. W moim odczuciu zabrakło w pracy informacji, że prowadzone badania dotyczyły głównie pyłów występujących w wyższych warstwach troposfery, co w konsekwencji prowadzi do analizy pyłów napływających z dużych odległości i eliminuje wszelkie lokalne źródła włączając w to źródła pyłu mineralnego mogące pochodzić z okolicznych terenów użytkowanych rolniczo. Drugi akapit wstępu zawiera opis roli pyłu mineralnego w kształtowaniu klimatu. Przypisanie tej frakcji największego udziału w bilansie masowym popartego cytowanym raportem IPCC budzi wątpliwości, gdyż zależy silnie od kontekstu jego występowania. O ile dla obszarów tzw. „czystych”

jego udział jest istotny, to już w przypadku analizy składu aerozoli obserwowanych w Planetarnej Warstwie Granicznej, szczególnie na obszarach gęsto zaludnionych, na których z jednej strony występuje największe narażenie ludności, a z drugiej najczęściej prowadzone są badania, sytuacja wygląda zgoła inaczej. Dlatego we wspomnianym paragrafie brak jest zaznaczenia kontekstu w jakim opisywane jest znaczenie frakcji mineralnej pyłu. Miejscami pewne zamieszanie w tekście wprowadza zamienne stosowanie pojęć „pył mineralny” i „pył pustylny”. Autorka wręcz w streszczeniu pisze „Pył mineralny, zwany również dla uproszczenia pustynnym...”, przez co praktycznie eliminuje możliwość występowania źródeł tego typu pyłu w Polsce (może poza pustynią Błędowską). Z drugiej strony wiemy, że rolnictwo, a szczególnie uprawa roli w okresach suszy może stanowić istotne jego źródła. Wzmianki na ten temat można również znaleźć w samej pracy.

Uwagi szczegółowe

- Str. 16, ostatni paragraf zawiera stwierdzenie o wpływie zmian klimatu na wzrost ilości i jakości obserwowanych epizodów pyłu pustynnego. Tak mocne stwierdzenie, w mojej opinii nie może być sformułowane na podstawie obserwacji wzrostu ilości przypadków zanotowanych w ciągu ostatnich 2 lat. Badania klimatyczne wymagają analizy znacznie dłuższych rekordów (rzędu 30 lat!). Moje obawy potwierdza treść ostatniego akapitu na str. 59.
- Str. 19, pierwszy paragraf zawiera informacje o składzie atmosfery, w którym para wodna została zaliczona do 1% tzw. gazów śladowych. Podane zawartości azotu i tlenu odnoszą się do składu suchego powietrza, a stężenie pary wodnej może się zmieniać w szerokich granicach od ułamków do nawet kilku procent.
- Str. 25, drugi akapit (i kilka innych miejsc w pracy) zawiera termin „stopień/stosunek zmieszania”. Moim zdaniem jest to niezbyt szczęśliwa kalka z języka angielskiego (mixing ratio) oznaczająca w istocie stężenie lub ułamek molowy jakiegoś składnika w atmosferze.
- Str. 30, p.3.1.1 – Podana jest informacja o zasięgu lidar (800m do 25km) podczas gdy większość prezentowanych profili pionowych zawiera dane już od ok. 200m do ok. 8km
- Str. 95, pierwszy paragraf zawiera dyskusję ewolucji czasowej napływu pyłu. Paragraf wydaje się być wewnętrznie sprzeczny. Zdanie „...podczas osłabienia transportu warstwa zaczyna zanikać ... a cząstki gruboziarniste zaczynają dominować...”, jest sprzeczne z kolejnym zdaniem, w którym czytamy „Podczas powolnego zaniku warstwy widoczny jest wpływ procesu sedymentacji grawitacyjnej ilustrowany poprzez zmniejszenie ... frakcji cząstek pyłu gruboziarnistego.”
- W źródłach internetowych brak daty ostatniego dostępu.

Ponadto dostrzeżono w tekście kilka drobnych błędów literowych, których nie wymieniam szczegółowo.

Podsumowanie

Dostrzeżone błędy wymienione powyżej nie umniejszają wartości merytorycznej pracy. W mojej ocenie praca doktorska pt.: „Badania lidarowe własności napływowego pyłu mineralnego i jego mieszanin nad Warszawą” spełnia wszystkie warunki stawiane pracom doktorskim i wnioskuje o dopuszczenie mgr Dominiki Szczepanik do dalszych etapów przewodu doktorskiego.