

dr hab. inż. Grzegorz Wielgosiński, prof. PŁ
Politechnika Łódzka
Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr Barbary Błaszczak

pt.: „Analiza zmienności sezonowej i pochodzenia wtórnego aerozolu nieorganicznego w drobnym pyłe atmosferycznym na wybranych stanowiskach tłowych w Polsce”

1. Charakterystyka pracy

Rozprawa doktorska mgr Barbary Błaszczak zatytułowana „Analiza zmienności sezonowej i pochodzenia wtórnego aerozolu nieorganicznego w drobnym pyłe atmosferycznym na wybranych stanowiskach tłowych w Polsce” została wykonana na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Katarzyna Juda-Rezler, zaś promotorem pomocniczym dr inż. Krzysztof Klejnowski z Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze. Praca wraz z wykazem literatury, spisem rysunków, tabel oraz załącznikami liczy 209 stron i jest wyraźnie podzielona na 3 części - część teoretyczną, część badawczą oraz analizę zebranych wyników. Praca liczy 7 rozdziałów, przy czym rozdział pierwszy jest krótkim wprowadzaniem do tematu rozprawy doktorskiej. Zawiera on cel i tezy pracy oraz ogólne omówienie koncepcji realizacji badań.

Rozdział drugi zawiera na 30 stronach bardzo obszerny przegląd literaturowy zagadnienia. W rozdziale tym doktorantka omawia problem występowania aerozolu atmosferycznego, jego skład chemiczny, źródła pochodzenia, wpływ na środowisko oraz regulacje prawne. W dalszej części zajmuje się szczegółowo problemem wtórnego aerozolu atmosferycznego wyraźnie rozdzielając go na aerozol organiczny i nieorganiczny, omawiając następnie czynniki wpływające na jego skład i stężenie w powietrzu atmosferycznym. Rozdział kończy opis systemu monitoringu jakości powietrza ze szczególnym uwzględnieniem aerozoli atmosferycznych i innych zanieczyszczeń pyłowych.

Rozdział trzeci recenzowanej pracy doktorskiej przedstawia przyjętą przez doktorantkę metodykę badań. Oparła ją ona o wyniki pomiarowe trzech Stacji Państwowego

Monitoringu Środowiska zlokalizowane w Szczecinie (stacja tła miejskiego), Trzebini (stacja tła miejskiego) oraz w Żłotym Potoku (stacja tła pozamiejskiego). Badaniom analitycznym poddała pobrane na w/wym. stacjach próbki pyłu zawieszonego PM_{2,5} oznaczając w nich zawartość substancji organicznych oraz jonów - zarówno anionów jak i kationów. W dalszej części rozdziału doktorantka przedstawiła metodykę oceny wpływu podstawowych parametrów meteorologicznych oraz stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza na stężenie i skład wtórnego aerozolu nieorganicznego dla różnych okresów obserwacyjnych i różnych stacji pomiarowych. Metodyka ta opierała się na wykorzystaniu zaawansowanych narzędzi statystycznych zawartych w pakiecie STATISTICA. W analizowanym rozdziale doktorantka zawarła także opis metodyki oceny zjawisk transportu mas powietrza (i zanieczyszczeń) na duże odległości i wpływu tego zjawiska na stan zanieczyszczenia powietrza na stacjach pomiarowych, dla których prowadzono badania.

Kolejny rozdział, czwarty, jest najobszerniejszy w całej pracy (blisko 100 stron - prawie połowa pracy) i zawiera opracowane wyniki badań, na które składają się analiza zmienności stężeń pyłu zawieszonego PNM_{2,5} na badanych stacjach pomiarowych, analiza składu chemicznego cząstek pyłu PM_{2,5}, ze szczególnym uwzględnieniem wtórnego aerozolu organicznego i nieorganicznego oraz kwasowości aerozolu. Szczegółowy opis metodyki analitycznej oznaczania zawartości wtórnego aerozolu organicznego i nieorganicznego zawarty jest w załączniku. W dalszej części zawarte są wyniki identyfikacji czynników wpływających na skład fizykochemiczny pyłu obejmujące analizę zależności pomiędzy składnikami pyłu, wpływ stężeń składników gazowych, wpływ parametrów meteorologicznych oraz typów cyrkulacji atmosfery, a także analiza trajektorii wstecznych mas powietrza docierającego do badanych stacji pomiarowych. Rozdział kończy próba oceny źródeł pochodzenia pyłu PM_{2,5} docierającego do poszczególnych stacji.

Rozdział piąty zawiera podsumowanie pracy, będące pewnego rodzaju streszczeniem uzyskanych wyników wraz z autorskim komentarzem doktorantki oraz zawiera wyraźnie sformułowanych 8 wniosków. Wnioski te służą między innymi potwierdzeniu przyjętych w rozdziale pierwszym podstawowych tez pracy. Rozdział 6 to nieco ponadstronicowe opisanie planowanych przez doktorantkę przyszłych kierunków badań. Rozdział siódmy, zatytułowany informacje dodatkowe zawiera informacje o realizacji projektu badawczego, w ramach którego powstała zdecydowana większość rozprawy doktorskiej (przede wszystkim część doświadczalna) oraz listę publikacji i konferencji naukowych, na których prezentowane były wyniki prac doktorantki. Rozprawę zamyka lista cytowanej literatury. Liczy ona 282 pozycje

literaturowe z lat 2000-2019, przy czym większość to publikacje z okresu po roku 2010, a jest nawet kilka opublikowanych w roku 2019. Zdecydowana większość publikacji to publikacje anglojęzyczne. Pracę kończy zestawienie tabel (23) oraz rysunków (37) zawartych w rozprawie doktorskiej. Praca zawiera również streszczenie w języku polskim i angielskim.

2. Zakres pracy, celowość podjęcia tematu

Jakość powietrza, w szczególności w aglomeracjach miejskich jest jednym z najważniejszych problemów ochrony środowiska, z jakimi przychodzi nam mierzyć się w początkach XXI wieku. Systematycznie przekraczane są standardy jakości powietrza, zarówno w dużych jak i małych miastach, a zanieczyszczeniem powodującym największe problemy jest pył zawieszony, zarówno frakcja PM10 jak i frakcja drobna - PM2,5. Drobniejsza frakcja (PM2,5) ma szczególne znaczenie, gdyż jest to tzw. pył respirabilny, który może wnikać bezpośrednio z płuc do krwioobiegu człowieka, a zawarte w tym pyłe substancje mogą stanowić duże zagrożenie zdrowotne. O ile redukcja emisji pyłów do atmosfery generalnie pociąga za sobą redukcję emisji pyłu PM10 i wpływa na istotne zmniejszenie jego stężeń w powietrzu atmosferycznych, to w przypadku pyłu PM2,5 takiej prostej zależności nie obserwuje się. Główny udział w pyłe PM2,5 ma wtórny aerozol atmosferyczny, zarówno organiczny jak i nieorganiczny i redukcja emisji pyłów do atmosfery tylko w niewielkim stopniu ma wpływ na jego stężenie. Przyjęta w 2016 roku Dyrektywa UE w sprawie redukcji krajowych emisji(2016/2284/UE) zobowiązuje Polskę do redukcji emisji pyłu PM2,5 do roku 2030 aż o 58%, a Dyrektywa w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy - CAFE (2008/50/UE) zobowiązuje nas do znaczącego obniżenia stężeń zarówno pyłu PM10 jak i PM2,5 na terenie kraju. Publikowane przez Inspekcję Ochrony Środowiska wyniki monitoringu jakości powietrza w Polsce pokazują, że osiągnięcie poziomów określonych w dyrektywie CAFE w okresie zimowym jest w bardzo wielu miejscach naszego kraju niemożliwe.

Głównym celem recenzowanej pracy doktorskiej była analiza zmian stężeń, składu chemicznego oraz źródeł pochodzenia pyły zawieszony PM2,5 rejestrowanego na 3 wybranych stacjach monitoringu jakości powietrza w Polsce a także ocena udziału wtórnego aerozolu organicznego i nieorganicznego w badanym pyłe.

Na początku pracy doktorantka sformułowała 2 tezy badawcze, które następnie konsekwentnie udawadniała w swojej pracy:

- Stężenia tłowe pyłu PM_{2,5} w Polsce są w sposób znaczący kształtowane przez wtórny aerozol nieorganiczny;
- Udział wtórnego aerozolu nieorganicznego w stężeniach pyłu PM_{2,5} jest w skali roku mało zmienny w przeciwieństwie do udziału pyłu organicznego.

W świetle wyników pracy oraz sformułowanych na jej zakończenie wniosków, tezy te należy uznać za w pełni potwierdzone i udowodnione. Biorąc pod uwagę aktualny stan wiedzy w przedmiotowym zakresie można uznać to za oryginalny dorobek naukowy doktorantki.

3. Uwagi krytyczne

Recenzowana rozprawa doktorska mgr Barbary Błaszczak ma układ typowy dla prac doktorskich - zawiera wyraźnie wyodrębnioną część teoretyczną oraz część badawczą, a także posiada wyraźnie jasno sformułowane tezy badawcze, cel oraz zakres pracy. Zawiera również podsumowanie pracy oraz sformułowanych 8 wniosków, a także wskazówki dotyczące dalszych badań. Autorka wykonała ogromną pracę badawczą w zakresie analizy składu chemicznego cząstek pyłu zawieszonego PM_{2,5} pobranych na 3 stanowiskach pomiarowych oraz dokonała analizy statystycznej uzyskanych wyników pod kątem wpływu warunków meteorologicznych oraz rozdaży cyrkulacji i kierunku napływu mas powietrza na skład chemiczny cząstek pyłu zawieszonego. Przeanalizowała również wzajemne zależności pomiędzy składnikami badanego pyłu oraz zależności pomiędzy składem pyłu a rejestrowanymi na stacjach monitoringowych stężeniami zanieczyszczeń gazowych. Zastosowana metodyka badawcza oparta o analizę statystyczną przy wykorzystaniu narzędzia programowego jakim jest program STATISTICA jest całkowicie prawidłowa. Sformułowane w efekcie pracy wnioski również należy uznać za prawidłowe.

Wątpliwość budzi jednak stwierdzenie będące podstawą drugiej tezy pracy i opisane w 4 wniosku - zmienność stężeń wtórnego aerozolu nieorganicznego jest niewielka w ciągu roku. Jak wykazano w pracy głównymi składnikami wtórnego aerozolu nieorganicznego są siarczany i azotan amonu - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i NH_4NO_3 . Prekursorami tych soli są: dwutlenek siarki, głównie pochodzących z procesów spalania paliw stałych (węgla), tlenki azotu pochodzące z procesów spalania zarówno paliw stałych (indywidualny sektor ciepłowniczy) jak i ciekłych (transport samochodowy) oraz amoniak pochodzących z kilku źródeł: z rolnictwa, ale także z procesów spalania węgla i przede wszystkim biomasy. W tej sytuacji w okresie grzewczym

powinniśmy obserwować zdecydowaną przewagę stężeń siarczanu amonu, zaś w sezonie niegrzewczym powinno być go zdecydowanie mniej. Stężenia azotanu amonu powinny zaś być na podobnym poziomie, być może z pewną przewagą sezonu niegrzewczego, jako że jest to okres w których obserwujemy bardziej intensywny ruch samochodowy niż w sezonie grzewczym. Dane zawarte w tabeli IV.4.1. wydają się potwierdzać to stwierdzenie. Zdaniem recenzenta nieuprawnione jest więc stwierdzenie o braku zmienności sezonowej wtórnego aerozolu nieorganicznego. To zagadnienie wymaga szerszego komentarza ze strony doktorantki.

Praca została przygotowana bardzo starannie, jednak w tak obszernej, liczącej ponad 200 stron pracy doktorantka nie ustrzegła się również pewnych nieścisłości oraz drobnych błędów. Większość z nich ma charakter czysto redakcyjny. Wśród najważniejszych należy wymienić:

- Dla jasności przekazu doktorantka powinna zdefiniować pojęcie „stężenia tłowe” gdyż określenie to w języku polskim jest pewnego rodzaju neologizmem. Wydaje się także, że powinno się konsekwentnie używać określenie „stacja tła ...” nie „stacja tłowa”. Słownik języka polskiego nie zawiera takiego określenia.
- W przypadku cząstek o kształcie niesferycznym posługujemy się zazwyczaj pojęciem „średnica zastępcza” tj. średnica kuli o objętości identycznej jak przedmiotowa cząstka (s. 19).
- W kilku miejscach pracy doktorantka użyła skrótu np. „związek pomiędzy PM_{2,5}, a ...”. Dla porządku powinno tu pojawić się słowo „stężenie PM_{2,5}” a nie tylko „PM_{2,5}”.
- Podobnie w kilku miejscach pojawił się skrót: „redukcja pyłu ...”, brak precyzji wypowiedzi w tym miejscu powoduje, że zastanawiamy się czy chodzi o redukcję emisji czy o redukcję stężeń.

Na podkreślenie jednocześnie zasługuje przemyślany i uporządkowany układ pracy oraz wyróżniająca szata graficzna. Zdaniem recenzenta jest to bardzo dobra praca wnosząca wiele nowego do naszej wiedzy o stanie zanieczyszczenia atmosfery i przebiegających w niej procesach.

4. Wnioski

Mimo sformułowanych powyżej uwag krytycznych recenzowaną rozprawę doktorską mgr Barbary Błaszczak należy ocenić bardzo pozytywnie. Związana jest ona z niezmiernie ważnym obszarem inżynierii i ochrony środowiska - analizą stanu oraz przyczyn zanieczyszczenia atmosfery. Praca jest spójna, przemyślana, uporządkowana i niesie w sobie ewidentny ładunek nowości.

Przygotowana rozprawa dowodzi, że doktorantka dobrze poznała i opanowała warsztat pracy naukowo-badawczej oraz dysponuje znaczną wiedzą z zakresu reprezentowanej specjalności. Stwierdzam, że sformułowane w niniejszej recenzji uwagi mają charakter redakcyjno-dyskusyjny i nie obniżają wartości recenzowanej pracy, która spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim.

Reasumując, wnoszę więc o przyjęcie ocenianej pracy oraz dopuszczenie mgr Barbary Błaszczak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Warszawskiej o wyróżnienie recenzowanej pracy ze względu na jej bardzo wysoki poziom naukowy oraz wysoki poziom nowości i aktualności.

dr hab. inż. Grzegorz Wielgoński, prof. PŁ

Łódź, dn. 24 kwietnia 2020 roku