



Dr hab. Justyna Rybak prof. uczelni
Wydział Inżynierii Środowiska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

19.12.2022

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. KAROLINY KOCISZEWSKIEJ pt. „Wpływ warunków meteorologicznych i zanieczyszczeń powietrza na stężenie wybranych form rtęci w powietrzu atmosferycznym”, wykonanej w Instytucie Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego pod kierunkiem dr hab. inż. Grzegorza Majewskiego, prof. SGGW oraz promotora pomocniczego dr inż. Haliny Pyty z Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze.

1. Podstawa i cel wykonania recenzji

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Karoliny Kociszewskiej została wykonana na podstawie zlecenia Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki przesłanego w formie pisemnej przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny prof. dr hab. inż. Janusza Kubraka oraz otrzymanego egzemplarza rozprawy doktorskiej

Mając na uwadze wymagania *art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2013 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. 2003 Nr 65 poz. 595, z późniejszymi zmianami), jako recenzentka pracy podjęłam się oceny czy

- rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego,
- Doktorantka wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną pozwalającą na rozwiązanie podjętego problemu,
- Doktorantka posiadała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

2. Zasadność podjętej tematyki badawczej

Wybór tematyki badań jest jak najbardziej uzasadniony, ponieważ zagadnienie występowania różnych form rtęci w powietrzu atmosferycznym jest bardzo słabo zbadane. Jak wspomniała, w swojej pracy Doktorantka, tematyką tą w Polsce zajmowały się jedynie pojedyncze osoby, podobnie wygląda to w Europie, jedynie w krajach azjatyckich badań o tej tematyce jest więcej. Śmiało, można napisać, że jest to jedyna praca, która bardzo szeroko opisuje i analizuje zagadnienie występowania różnych form rtęci w powietrzu atmosferycznym. Szczególnie, że chodzi o analizę stężenia całkowitej rtęci gazowej (TGM) oraz rtęci związanej z pyłem submikronowym – PM_{10} (HgP) w oparciu o dane ze stacji tła regionalnego (stężenie TGM) oraz o przeprowadzone dwie kampanie pomiarowe (stężenie HgP). Co jest bardzo istotne i warto podkreślić badania dotyczące rtęci związanej z pyłem PM_{10} są nowatorskie i nie były dotąd realizowane w naszym kraju. Warto też podkreślić, że badania tego typu mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia zagrożeń wynikających z obecności takich zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym, co jest zagadnieniem nie tylko mało rozpoznanym ale także nierzadko ignorowanym. Jak wiadomo rtęć i jej związki są bardzo niebezpieczne dla organizmów żywych. Problem ekspozycji na rtęć występującą w otaczającym nas środowisku dotyczy wszystkich ludzi. Może ona powodować poważne uszkodzenia neurotoksyczne. Rtęć jest szczególnie szkodliwa dla kobiet w ciąży, ponieważ może spowodować uszkodzenie płodu i układu nerwowego. Rtęć przedostaje się do mózgu, przenika przez barierę w postaci łożyska i gromadzi się w nerkach, gdzie powoduje uszkodzenie tkanek. Może to prowadzić do niewydolności układu oddechowego i serca, zapalenia przewodu pokarmowego i zapalenia błon śluzowych. Według danych Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska z roku 2020 w oparciu o dane zgromadzone w ramach Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości (Konwencja LRTAP), w 28 krajach Unii Europejskiej w 2019 roku wyemitowano ze źródeł antropogenicznych 45,5 Mg rtęci. **Wśród krajów o największej emisji rtęci znajdują się: Polska, Niemcy, Włochy, Wielka Brytania, Hiszpania, Francja, Czechy i Rumunia.** Z krajów tych pochodziło w sumie ponad 77% rtęci wyemitowanej w roku 2019 na obszarze UE28. Warto zaznaczyć, że ponad połowę rtęci pochodzącej z Unii Europejskiej wyemitowały pierwsze 4 kraje w tym rankingu, a wśród nich znajduje się Polska. z krajów tych pochodziło w sumie ponad 80% rtęci wyemitowanej w roku 2015 na obszarze UE28. Udział Polski w emisji europejskiej w 2019 roku wynosił 17,2%.

Podsumowując, tematyka podjęta przez Doktorantkę ma wielką wagę i jest w pełni uzasadniona.

3. Formalna charakterystyka pracy

Recenzowana rozprawa posiada klasyczny układ czyli ma wyodrębnianą część teoretyczną (przeгляд literatury) i eksperymentalną określoną przez Doktorantkę jako Materiał źródłowy i metodyka badań własnych, Wyniki badań własnych i dyskusja oraz Podsumowanie i wnioski. Łącznie praca liczy 179 stron. Część literaturowa została podzielona na dziewięć podrozdziałów obejmujących 58 stron, a metodyka i wyniki części badawczej to trzy kolejne rozdziały umieszczone na 77 stronach. Ponadto, Pani mgr inż. Karolina Kociszewska zamieściła na początku pracy spis treści oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Na końcu pracy znalazł się spis literatury oraz wykaz rysunków i tabel. Rozprawa doktorska została opatrzona 74 rysunkami, 62 tabelami oraz 218 odnośnikami literaturowymi.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Rozprawę doktorską rozpoczyna krótki Wstęp, który jest bardzo ważny z punktu widzenia uzasadnienia tematyki badawczej w wybranej dyscyplinie i sformułowania problemu badawczego. Bardzo ogólnie omówiono tu zagadnienia związane z wpływem rtęci i jej związków na organizmy żywe. Doktorantka uzasadniła zasadność podjętych badań, jednakże w moim mniemaniu jest to uzasadnienie za krótkie i nie podkreśla ogromu pracy, który Doktorantka wykonała zajmując się tą tematyką badawczą. Zdecydowanie brakuje precyzyjnego wykazania jak duża luka w tego typu badaniach istnieje w Polsce i w Europie, warto byłoby także wymienić jakie badania realizowano w przeszłości i czego dotyczyły, tymczasem Doktorantka ograniczyła się jedynie do wymienienia publikacji o tej tematyce. Unikatowość badań Doktorantki została opisana w jednym zdaniu, co uważam za niewystarczające, szczególnie w kontekście nakładu pracy Autorki badań oraz ich jakości. Na końcu wstępu Doktorantka sformułowała hipotezę badawczą, która jest uprawniona naukowo i sformułowana prawidłowo.

Kolejny rozdział w rozprawie stanowi Przeгляд literatury. W tym rozdziale omówiono bardzo szeroko nie tylko formy występowania rtęci w powietrzu atmosferycznym, źródła rtęci i metody ograniczania emisji rtęci, jej oddziaływanie na organizmy żywe, uregulowania prawne, metody i zakres badań rtęci, stan wiedzy na temat stężeń w powietrzu a także wpływ

warunków meteorologicznych na stężenie zanieczyszczeń w powietrzu. Omówiono także system monitoringu całkowitej rtęci gazowej w Polsce. Jest to na pewno bardzo dobre wprowadzenie do złożoności problemu badawczego, pozwalające wykazać luki w dotychczasowej wiedzy na temat rtęci. Przegląd literaturowy został przedstawiony logicznie, jest kompletny oraz wyjątkowo bogaty. Dodatkowym atutem są liczne rysunki i tabele, które ułatwiają zrozumienie i porządkują przedstawioną treść. Przegląd został oparty o aktualny stan wiedzy. Z pewnością materiał został gruntownie przemyślany i jest dobrze opracowywany. Rozdział jest oparty na bardzo obszernym, wręcz imponującym przeglądzie oryginalnych prac badawczych i przeglądowych, które ukazały się w renomowanych czasopismach naukowych zarówno polskich jak i zagranicznych.

Mam jedynie uwagi do dwóch podrozdziałów:

W sekcji „Źródła rtęci i metody ograniczania emisji rtęci” niepotrzebnie opisano jak wygląda sytuacja Polski na tle innych krajów UE w kontekście emisji rtęci, te informacje bardziej pasują do podrozdziału „Stan wiedzy na temat stężeń w powietrzu”, co więcej, w przypadku tego drugiego podrozdziału przydałoby się większe uporządkowanie tekstu np. zamieszczenie w formie tabeli opisywanych badań TGM na świecie. Doktorantka charakteryzuje różne badania włącznie z podaniem stężeń, jednak w tej formie jest to mało czytelne, warto zamieścić choćby podsumowanie tej charakterystyki na końcu podrozdziału.

Są to jedynie drobne uwagi, które mają na celu zwiększenie czytelności pracy.

Reasumując, sposób opracowania przeglądu dowodzi ugruntowanej wiedzy Doktorantki oraz umiejętności studiowania i analizowania prac naukowych na podstawie trafnie dobranego piśmiennictwa. Ta część rozprawy stanowi na pewno dobre wprowadzenie do zrealizowanych badań i interpretacji otrzymanych wyników.

W rozdziale Materiał źródłowy i metodyka badań własnych Doktorantka określiła źródła analizowanych danych (jednogodzinne i dobowe stężenia całkowitej rtęci gazowej z pięciu lokalizacji w oparciu o bazę danych GIOŚ) a w części metody badawcze opisano metodykę badań własnych. W mojej opinii brakuje tutaj dokładniejszej charakterystyki wybranych punktów badawczych oraz szerszego uzasadnienia tego wyboru, przydałoby się także mapa i schemat opisujący przeprowadzone badania. Wyczerpująco omówiono zastosowane narzędzia statystyczne, co jest godne uznania i daje obraz ogromu wykonanej przez Doktorantkę pracy.

Rozdział Wyniki badań własnych i dyskusja zostały podzielone na część poświęconą danym dotyczącym stężeń i zmienności całkowitej rtęci gazowej w powietrzu atmosferycznym na podstawie danych z GIOŚ, podsumowano wyniki tych badań i odniesiono się do stężeń w innych częściach świata. W drugiej części analizowano zmienność stężeń rtęci związanej z pyłem PM₁ w powietrzu w badanych aglomeracjach: górnośląskiej i warszawskiej. Są to autorskie wyniki Doktorantki. Wyniki zostały przedstawione w sposób uporządkowany i zrozumiały. W kolejnym rozdziale opisującym związek całkowitej rtęci gazowej i rtęci związanej z pyłem PM₁ z parametrami meteorologicznymi oraz wybranymi zanieczyszczeniami powietrza bardzo dobrze przeanalizowano zanieczyszczeniowe róże wiatrów oraz trajektorie wsteczne a także inne wyniki pomiarów w kontekście badanych stężeń rtęci i nie mam tutaj uwag do opracowanych wyników badań, mimo iż uzyskane modele dla TGM nie wyjaśniają całkowitej zmienności co wskazuje na potrzebę dalszych badań i poszukiwanie modeli bardziej precyzyjnych. Sytuacja ma się lepiej w przypadku modeli dla HgP. I znowu uwaga mająca na celu zwiększenie czytelności pracy, moim zdaniem lepszym rozwiązaniem byłoby odniesienie się do podobnych prac i przedstawienie zestawienia w formie tabelki, wymienianie stężeń bezpośrednio w tekście jest mocno nieczytelne.

5. Dodatkowe uwagi szczegółowe

Strona 82 – nie rozumiem zdania „Ograniczenia modelowe nie umożliwiają na analizowanie ruchu mas powietrza bliżej ziemi”

Strona 85 tytuł podrozdziału „Stężenie i zmienność całkowitej rtęci gazowej w powietrzu atmosferycznym w obszarze badań” jest mylący ponieważ obszarem badań były dwie aglomeracje, natomiast w wypadku tego podrozdziału analizowane dane pozyskane były przez GIOŚ.

Strona 96 niepotrzebnie powtórzono informacje na temat prowadzonych badań własnych, które już znalazły się w rozdziale: Materiał źródłowy i metodyka badań.

Pytania szczegółowe:

1. Dlaczego nie wyjaśniono z czego wynika stwierdzone większe stężenie TGM (w oparciu o zebrane dane GIOŚ) w porównaniu do północnej Europy, dlaczego nie odniesiono tego porównania także do innych obszarów europejskich ?

2. W podrozdziale poświęconym zmienności stężeń rtęci związanej z pyłem PM_1 w powietrzu w badanych aglomeracjach górnośląskiej i warszawskiej Doktorantka napisała, że nie porównywano uzyskanych wyników, bo brakuje badań dotyczących rtęci związanej z PM_1 jednak nie wspomniano o badaniach z zagranicy, dlaczego?
3. W tym samym podrozdziale Doktorantka stwierdza, że odnotowane stężenia rtęci związanej z PM_1 zarówno w okresie chłodnym jak i ciepłym były 2-3 razy niższe w Warszawie od tych zarejestrowanych w aglomeracji górnośląskiej. Brakuje tutaj głębszej analizy przyczyn takiego wyniku. Co jest tego przyczyną? Wyjaśnienie przedstawione w pracy jest ogólnikowe.
4. Dlaczego badania własne poświęcone pomieszczeniom zamkniętym nie zostały wyczerpująco opisane. Brakuje informacji dlaczego odnotowano wyższe stężenie zarówno PM_1 jak i HgP w Gliwicach niż w Warszawie, jakie są możliwe źródła/przyczyny takiego stanu?
5. Na stronie 144 Autorka opisuje badania prowadzone w pomieszczeniach wewnętrznych i stwierdza, że jest ich mniej niż badań zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego ale nie przytacza żadnych publikacji. Warto podać kilka z nich na potwierdzenie tej tezy.

Podsumowując całość rozprawy napisania jest bardzo poprawnie. Co prawda, Doktorantka nie ustrzegła się drobnych błędów edytorskich, co jest rzeczą naturalną w tak obszernej pracy. Należy także podkreślić, że na uwagę zasługuje to, iż rozprawa doktorska opatrzona jest licznymi, rysunkami i tabelami, które istotnie podnoszą i tak już wysokie walory pracy i przyczyniają się do przejrzystego i obrazowego wyjaśnienia tematyki podjętej w pracy. Praca nad rozprawą doktorską została dobrze przygotowana i przemyślana, a jasno określone cele badawcze doprowadziły do osiągnięcia sukcesu przy dużym nakładzie pracy własnej. Wnioski z badań są poprawnie wyciągnięte oraz poparte konkretnymi analizami statystycznymi i odniesieniami do aktualnego stanu wiedzy prezentowanej w światowej literaturze. Można więc stwierdzić, że uzyskane i opisane przez Doktorantkę wyniki badań w ramach niniejszej rozprawy poszerzają znacząco wiedzę na temat występowania różnych form rtęci w powietrzu atmosferycznym i mimo, iż ostatecznie w wyniku badań stwierdzono, iż zaproponowane modele są za mało dokładne aby umożliwić ich wykorzystanie do prognozowania stężeń rtęci w innych nie

objętych badaniami rejonach, przedstawione badania w ramach pracy stanowiąc będą doskonałą bazę wyjściową do kontynuacji i dalszych badań w tej dziedzinie.

6. Wniosek końcowy

Po analizie przedłożonej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że wnosi ona cenny wkład w poszerzenie wiedzy w zakresie występowania różnych form rtęci w powietrzu atmosferycznym. Należy podkreślić, że opiniowana rozprawa doktorska zasługuje na uznanie, bowiem świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu merytorycznym, jak i biegłości warsztatowej Doktorantki. Jest to pierwsza praca, która tak szeroko analizuje zagadnienia związane z obecnością całkowitej rtęci gazowej oraz rtęci związanej z pyłem PM₁ w powietrzu atmosferycznym. Tym bardziej szkoda, że to osiągnięcie nie zostało odpowiednio uwypuklone w pracy przez Doktorantkę. Tym samym uważam, że rozprawa doktorska spełnia ustawowe wymagania stawiane kandydatom i kandydatkom do stopnia doktora, określone ustawą o stopniach i tytułach naukowych – uwzględnione w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki w związku z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669). Na tej podstawie wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o nadanie Pani magister inżynier Karolinie Kociszewskiej stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w Dyscyplinie Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki. Praca spełnia wszelkie wymogi pozwalające kandydatce do stopnia doktora przystąpić do jej publicznej obrony.

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, potwierdzając wiedzę oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych przez Doktorantkę. Podjęta tematyka jest aktualna ale dotychczas mało rozpoznana i ma nie tylko potencjał aplikacyjny, ale może też przyczynić się do lepszego zrozumienia zagrożeń związanych z występowaniem różnych form rtęci w powietrzu atmosferycznym. Ponadto, wysoki poziom merytoryczny i obszerność badań pozwalają mi na wnioskowanie do Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Karoliny Kociszewskiej.

Wrocław, 19.12.2022

Rybak Justyna