Olsztyn 19-09-2023

dr hab. inż. Izabela Wysocka
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Geoinżynierii
Katedra Inżynierii Środowiska

Recenzja Rozprawy Doktorskiej

mgr. inż. Marcina Pawnuka

pod tytułem: ***Assessment of different odor monitoring strategies in waste management***

(*Ocena różnych strategii monitoringu odorów w gospodarce odpadami*)

przygotowanej pod kierunkiem naukowym promotora dr hab. inż. Izabeli Sówki prof. PWr oraz Prof. Vincenzo Naddeo z University of Salerno we Włoszech jako drugiego promotora. Rozprawę wykonano na Wydziale Ochrony i Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej.

1. Przesłanki formalne napisania recenzji

Podstawą formalną przygotowania recenzji w/w rozprawy doktorskiej jest:

- Uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka nr 709/33/RDND08/2021-2024 z dnia 19.04.2023
- Art. 190 ust. 2 i art.183 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2022, poz. 574 późn. zm.)

2. Ocena rozprawy doktorskiej

2.1. Zagadnienia badawcze, cel i teza rozprawy doktorskiej

Autor rozprawy doktorskiej podejmuje tematykę badawczą niewątpliwie plasującą się w Dyscyplinie Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. Ściślej tematyka badawcza dotyczy inżynierii środowiska i problematyki odorów. Rozprawa doktorska przedstawia charakterystykę pięciu wybranych strategii monitoringu odorów w kontekście ich aplikacyjności:

- ocena przydatności olfaktometrii terenowej
- ocena przydatności metody interpolacji na przykładzie metody ważonych odwrotnych odległości
- ocena pomiarów parametrycznych z wykorzystaniem pomiarów intensywności

- ocena możliwości wykorzystania pomiarów lotnych związków organicznych
- ocena przydatności modelowania dyspersji odorów z użyciem systemu CALMET/CALPUFF

Celem pracy było określenie przydatności w/w strategii w monitoringu. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemów naukowych jakimi są:

- określenie przydatności wybranych strategii monitoringu odorów w skali krótko i długo terminowej;
- określenie zmienności emisji z procesów i instalacji zlokalizowanych na terenie obiektów emitujących odory,
- przeprowadzenie analizy wpływu podstawowych parametrów odpadów i warunków meteorologicznych na źródła emisji odorów,
- określenie wpływu zmienności emisji z procesów na zasięg oddziaływania zapachowego obiektu gospodarki komunalnej.

W ramach pracy podjęto się weryfikacji następujących tez:

- Ocena oddziaływania obiektów gospodarki odpadami charakteryzujących się obecnością źródeł o zmiennej emisji odorów w czasie i przestrzeni wymaga jednoczesnego stosowania metod pomiarowych i obliczeniowych.
- Jedną z metod pozwalających na charakterystykę źródeł emisji odorów jest olfaktometria terenowa, której zastosowanie umożliwia określenie czasowej i przestrzennej zmienności odorów na terenie obiektów gospodarki odpadami.
- Analizy zależności pomiędzy stężeniem odorów wyznaczonym metodą olfaktometrii terenowej i pomiarami parametrycznymi (intensywność zapachu) a stężeniami lotnych związków organicznych mogą odegrać znaczącą rolę w efektywnym zarządzaniu jakością zapachową powietrza w obiektach gospodarki odpadami.
- Pomiary emisji w połączeniu z narzędziami modelującymi pozwalają oszacować zasięg oddziaływania zapachowego obiektów gospodarki odpadami. Niemniej jednak, aby zapewnić odpowiednią jakość wyników modelowania, konieczna jest wysoce standaryzowana parametryzacja zmienności emisji odorów.
- Stopień zmienności emisji odorów ma istotny wpływ na potencjalne oddziaływanie zapachowe obiektów gospodarki odpadami.

2.2. Struktura pracy

Praca składa się z dwóch wyraźnie oddzielonych części. Pierwsza część poświęcona została wnikliwemu przeglądowi literatury i wprowadzeniu czytelnika w zagadnienia dotyczące tematyki pracy. Dotyczyła charakterystyki systemu gospodarki odpadami w Polsce, charakterystyki emisji i

Wyn.

metod monitorowania odorów z obiektów gospodarki odpadami (w tym również metod obliczeniowych) oraz przeglądu rozwiązań prawnych związanych z odorami. W tej części autor imponuje ogólną wiedzą teoretyczną dotyczącą w/w zagadnień.

Drugą część stanowi opis i interpretacja badań własnych. Badania ukierunkowane są na ocenę przydatności wytypowanych wcześniej strategii w monitorowaniu odorów z wybranych obiektów co stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i może zostać wykorzystane zarówno w sferze gospodarczej jak i społecznej. Badania obejmowały pomiary wykonywane na trzech obiektach gospodarki odpadami komunalnymi (mechaniczno-biologiczne zakłady utylizacji odpadów komunalnych) dwoma sposobami: narzędziami pomiarowymi (pomiary z wykorzystaniem olfaktometrii terenowej i olfaktometrii dynamicznej, pomiary parametryczne z wykorzystaniem oceny intensywności odorów, pomiary lotnych związków organicznych) oraz wykorzystując narzędzia obliczeniowo-modelujące (metodę ważonych odwrotnych odległości i system CALMET/CALPUFF). W sumie przedstawiono 5 strategii monitoringu odorów. Ta część pracy wyraźnie dowodzi wysokiej umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez mgr. inż. Marcina Pawnuka.

2.3. Ocena merytoryczna rozprawy

Recenzowana rozprawa rozpoczyna się od streszczenia przedstawionego w języku polskim i angielskim, które w zwięzły sposób przedstawia tematykę pracy w tym jej cel i zakres. Następnie zamieszczony został wstęp do pracy (rozdział pierwszy), w którym autor obszernie przedstawił tło problemu badawczego, aby na jego podstawie w podrozdziale 1.2 wyjaśnić cel rozprawy i główne hipotezy, których udowodnieniem zajął się doktorant. Kolejny podrozdział przedstawia już całą koncepcję i strukturę pracy, co bardzo ułatwia czytelnikowi poruszanie się po stronach dzieła.

W rozdziale drugim autor przedstawia dotychczasowy stan wiedzy dotyczący procesu zarządzania odpadami w szczególności w Polsce, opierając się o szeroką analizę odpowiednio dobranej literatury. Omówił skład frakcyjny odpadów, przedstawił gospodarkę odpadami komunalnymi z zastosowaniem różnych metod przetwarzania oraz omówił stosowaną infrastrukturę zarządzania odpadami w Polsce.

Rozdział drugi przedstawia także analizę literatury naukowej pod względem emisji zapachów z różnych źródeł pojawiających się podczas gospodarki odpadami komunalnymi. Analiza literatury jest też studium konkretnych przypadków. Ta część pracy wymagałaby jednak pewnego uzupełnienia. Np. w rozdziale 2.3.1 autor analizuje badania chińskich naukowców opierających się na chińskich normach. Brakuje informacji na temat w/w norm oraz definicji „bezwymiarowej jednostki stężenia zapachu". Nie jest ona powszechnie znana i używana ani na świecie, ani w Polsce.

Kolejne zagadnienie podejmowane jest w rozdziale trzecim. Przedstawia wykorzystywane techniki pomiarowe odorów. Tutaj pewne wątpliwości budzi definicja technik analitycznych (str. 11). Podział technik pomiarowych dotyczących odorów na techniki analityczne i metody sensoryczne

Wyp.

wydaje się niefortunny. Może precyzyjniej byłoby dokonać podziału technik pomiarowych na analizę chemiczną i analizę olfaktometryczną (jako analizę sensoryczną spełniającą wysokie wymagania dotyczące powtarzalności i odtwarzalności uzyskiwanych wyników). W rozdziale przedstawiono olfaktometrię dynamiczną, olfaktometrię terenową, chromatografię gazową sprzężoną ze spektrometrią masową oraz czujniki gazowe w tym „elektroniczny nos". W rozdziale czwartym mgr. inż. Marcin Pawnuk przedstawia rozwiązania prawne w zakresie kontroli zapachów, które obowiązują w Polsce.

Rozdziały pierwszy, drugi, trzeci i czwarty oraz ich podsumowanie – rozdział piąty, jak już wspomniano, doskonale prezentuje szeroką ogólną wiedzę teoretyczną kandydata, co jest jednym z warunków pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej.

Druga część pracy poświęcona jest badaniom własnym. Zgodnie z najwyższymi standardami naukowymi przedstawiona została metodologia przeprowadzonych badań, a w niej wybrane strategie, opis obiektów badań, opis zastosowanych metod pomiarowych i obliczeniowych. Analiza danych i dyskusja poprowadzona została zgodnie z celem i postawionymi tezami w pracy, co dowodzi dojrzałości naukowej mgr. inż. Marcina Pawnuka.

Autor przedstawił w tej części pracy wyniki wykonanych pomiarów terenowych, w tym charakterystykę stężenia zapachów dla poszczególnych źródeł i poza budynkami technologicznymi, przedstawiając również ich przestrzenny rozkład. Scharakteryzował zmienność emisji z wybranych procesów i instalacji. Przedstawił zależności między stężeniem a warunkami meteorologicznymi. Autor wykonał również interpolację danych porównując je z uzyskanymi pomiarami, co pozwoliło na ocenę jednej z wybranych strategii monitoringu zapachów. Szkoda tylko, że słabo uzasadniony został wniosek sformułowany przez autora „...pomimo stosunkowo wysokiego marginesu błędu, nadal można ją (metodę interpolacji) stosować do identyfikacji obszarów dotkniętych odorami. Kolejne analizy dotyczyły strategii opartej o pomiary intensywności zapachu, strategii opartej o pomiar lotnych związków zapachowych i strategii opartej o modelowanie dyspersji zapachów.

Uważam, że rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego jakim jest dobór strategii monitoringu odorów w gospodarce odpadami. W literaturze brak jest kompleksowych informacji dotyczących stosowanych strategii monitoringu zapachów. Autor w ramach pracy przedstawił zarówno ograniczenia, jak i predyspozycje do stosowania konkretnych strategii, wykorzystując do tego celu również badania własne. Omówił warunki w jakich dane strategie będą najwłaściwsze, a kiedy mogą stać się przyczyną błędnych decyzji. Wyciągnięte z pracy wnioski są trafne i poparte odpowiednimi dowodami naukowymi. Autor obszernie i z należytą starannością, przedstawia analizę zebranych danych oraz podjął dyskusję naukową. Wskazuje to na dojrzałość naukową kandydata. Wysoko oceniam również umiejętność samodzielnego prowadzenia przez niego pracy naukowej.

2.4. Ocena formalna pracy

Recenzowana rozprawa stanowi spójną i logiczną strukturę. Zamieszczone rozdziały w płynny sposób przechodzą do kolejnych podejmowanych problemów. Praca podzielona została na dwie wyraźne części. Każda część posiada również konkluzje, które w syntetyczny sposób przedstawiają najistotniejsze problemy. Ułatwia to czytelnikowi poruszanie się w analizowanym materiale. W tekście pojawiają się również odniesienia do wcześniejszych lub późniejszych rozdziałów pracy. Niestety część odwołań obarczona jest błędem i trochę dezorientuje (np. str. 54 gdzie odniesienie kieruje czytelnika do rozdziałów 3.2 i 3.3 które odnoszą się do innej tematyki niż sugerowana lub też w ogóle nie występują w pracy).

Autor cytuje wiele poważnych artykułów, opracowań i komentarzy w większości w sposób poprawny. Przegląd literaturowy obejmuje 178 pozycji (w tym większość opublikowana nie później niż 10 lat temu). Jedyna uwaga dotyczy sposobu cytowania stron internetowych, gdzie nie podano daty odczytu strony (np. pozycja literaturowa 22 czy 65). Jest to dość istotna informacja dla czytelnika. Dane zawarte na cytowanej stronie internetowej mogą być aktualizowane i znacznie odbiegać od danych z okresu przygotowywania niniejszej pracy.

Inną kwestią jest powoływanie się w tekście na prace konkretnych autorów (np. tytuł Rysunku nr 6, czy strona 30 drugi wers od końca „Study by [3], …"). Tutaj oprócz cytowania pozycji w formie numerycznej w nawiasach kwadratowych należałoby wymienić nazwiska autorów. Zgodnie z obecnym zapisem (pomijając nawiasy, w których tekst jest zawsze traktowany jedynie jako nieobligatoryjne uzupełnienie) zdanie wydaje się niekompletne.

Ogólnie rozprawa została napisana poprawnym językiem, komunikatywnym i zrozumiałym, także dla czytelnika nie będącego specjalistą w poruszanej przez autora tematyce. Styl i grafika pracy są poprawne, choć dużo bardziej czytelne byłoby umieszczenie zamiast ortofotomap (np. Rysunek 22, czy 63) map tematycznych (przedstawiających jedynie obrysy obiektów). Drobne błędy dotyczą również tytułów rysunków (np. Rysunek 62). Należy jednak zaznaczyć, że w/w drobne uchybienia formalne omawianej pracy w żaden sposób nie umniejszają jej walorów, zwłaszcza naukowych.

2.5. Proponowane zagadnienia do dyskusji

Zapoznając się z zagadnieniami zamieszczonymi w pracy pojawiły się pewne niedosyty informacji, które mgr. inż. Marcin Pawnuk mógłby rozwinąć. Poniżej szczegółowo przedstawiono te zagadnienia.

- Strona 40 rozdział 3.1.3 opis metody olfaktometrii dynamicznej – W opisie wspomniano jedynie o możliwości prezentowania panelistom serii malejących rozcieńczeń. Zgodnie z

przytaczaną przez autora normą EN 13725 istnieje możliwość prezentowania rozcieńczeń w sposób losowy. Proszę o porównanie wyżej wymienionych metod prezentowania rozcieńczeń.

- Strona 41 – siedemnasty wiersz od góry. Proszę o rozwinięcie i uargumentowanie stwierdzenia, że stężenie zapachowe jest częściej uważane za wartość bezwymiarową a rzadziej za jednostkę fizyczną (*The odor concentration is considered more as a dimensionless quantity rather than a physical unit*).
- Strona 43 – siódmy wiersz od góry. Proszę o rozwinięcie i uargumentowanie stwierdzenia, iż olfaktometria terenowa wydaje się być bardziej skuteczna w określaniu niższych stężeń zapachów (… *field olfactometry appears to be more proficient in determining lower odor concentrations.*).
- Strona 113 – piąty wiersz od góry. Proszę o rozwinięcie i uargumentowanie stwierdzenia, iż pomimo stosunkowo wysokiego marginesu błędu nadal można stosować do identyfikacji obszarów narażonych na zanieczyszczenia odorotwórcze interpolacyjną metodę ważonych odwrotnych odległości (… despite the relatively high margin of error, it can still be employed to identify areas affected by odors).

3. Konkluzja zawierająca wniosek do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka

Rozprawę doktorską stanowi praca pisemna pod tytułem „Assessment of different odor monitoring strategies in waste management" („Ocena różnych strategii monitoringu odorów w gospodarce odpadami"). W/w rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata mgr inż. Marcina Pawnuka w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka czego wyrazem jest I część rozprawy przedstawiająca obszerny (43 strony) przegląd literatury, a w szczególności przedstawia:

- zagadnienia dotyczące charakterystyki systemu gospodarki odpadami na przykładzie Polski,
- charakterystykę emisji odorów z obiektów gospodarki odpadami,
- przegląd literatury na temat metod monitorowania odorów, w tym opis metod obliczeniowych
- przegląd rozwiązań prawnych związanych z odorami.

Rozprawa doktorska dowodzi również jego umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w tym prac badawczych, co zostało opisane w II części rozprawy doktorskiej (93 strony). Część badawcza skupia uwagę na ocenie przydatności wybranych strategii monitorowania odorów. Pozwala na dobór odpowiedniej metody umożliwiającej wnioskowanie na temat zmienności emisji odorów. Odpowiednio dobrane metody mogą stać się integralną częścią planów zarządzania odorami zgodnie z Najlepszymi Dostępnymi Technikami. Na dzień dzisiejszy brak jest tak kompleksowego

przedstawienia możliwości zastosowania różnych strategii monitoringu odorów i sposobów ich prowadzenia. Z tego względu rozprawa doktorska stanowi również oryginalne rozwiązanie problemu naukowego jakim jest dobór strategii monitoringu odorów w gospodarce odpadami, wykorzystując do tego celu również badania własne. Wyniki badań własnych autora można wykorzystać zarówno w sferze gospodarczej jak i społecznej. Badania obejmowały pomiary wykonywane na trzech obiektach gospodarki odpadami komunalnymi (mechaniczno-biologiczne zakłady utylizacji odpadów komunalnych) dwoma sposobami: narzędziami pomiarowymi (pomiary z wykorzystaniem olfaktometrii terenowej i olfaktometrii dynamicznej, pomiary parametryczne z wykorzystaniem oceny intensywności odorów, pomiary lotnych związków organicznych) oraz wykorzystując narzędzia obliczeniowo-modelujące (metodę ważonych odwrotnych odległości i system CALMET/CALPUFF). W sumie przedstawiono 5 strategii monitoringu odorów.

Rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Pawnuka pod tytułem „Assessment of different odor monitoring strategies in waste management" („Ocena różnych strategii monitoringu odorów w gospodarce odpadami") zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce **spełnia warunki stawiane rozprawie doktorskiej**. W/w rozprawę doktorską oceniam wysoko. Stanowi ona ujęciu i w treści oryginalne rozwiązanie zdefiniowanego problemu naukowego, wykazując przy tym wysoką wiedzę teoretyczną doktoranta. Praca wskazuje również na umiejętność samodzielnego prowadzenia badań. W związku z powyższym **wnioskuję o dopuszczenie mgr. inż. Marcina Pawnuka do dalszych etapów w przewodzie doktorskim**.

Rozprawa doktorska, a w szczególności badania własne wymagały ogromu pracy związanej ze zbieraniem danych, ich analizą a w szczególności z ich interpretacją. Z uwagi na bardzo wysoki poziom recenzowanej rozprawy, jej wartość naukową i jednocześnie aplikacyjną wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka o **wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr. inż. Marcina Pawnuka.**

Olsztyn 19-09-2023 .....

dr hab. inż. Izabela Wysocka