

Warszawa, 11 czerwca 2019 r.

Dr hab. inż. Grzegorz Majewski, prof. nadzw.  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Adamka**  
**pt. „Wpływ warunków pogodowych i emisji z elektrociepłowni**  
**węglowej na stężenie pyłu PM<sub>10</sub> w Katowicach i Dąbrowie**  
**Górnicy na tle zmian klimatu”**

**1. Przedmiot recenzji**

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Adama Adamka zatytułowana „Wpływ warunków pogodowych i emisji z elektrociepłowni węglowej na stężenie pyłu PM<sub>10</sub> w Katowicach i Dąbrowie Górniczej na tle zmian klimatu”, wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Agnieszki Ziernickiej-Wojtaszek, na Wydziale Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie.

**2. Podstawa wykonania recenzji**

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Adamka została wykonana na podstawie zlecenia Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie, z dnia 22 maja 2019 roku (Uchwała nr 77/2019) oraz dostarczonego egzemplarza pracy.

**3. Zasadność podjęcia pracy**

Wybór tematyki badań jest uzasadniony. Cząstki stałe, zawieszane w powietrzu są jednym z najważniejszych zanieczyszczeń atmosferycznych dużych aglomeracji europejskich. W obszarach zurbanizowanych w Polsce podstawowymi źródłami emisji pyłu zawieszonego PM i jego gazowych prekursorów (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, LZO) są: tak zwana niska emisja lub emisja komunalna, czyli emisja pyłów i gazów pochodzących ze spalania węgla i jego pochodnych w piecach domowych lub lokalnych kotłowniach, do których niejednokrotnie – mimo zakazu

– trafiają tworzywa sztuczne, śmieci i odpady organiczne, a także energetyka, przemysł i oczywiście komunikacja, a dokładniej – szeroko pojęta emisja związana z ruchem drogowym. Niestety, Katowice i Dąbrowa Górnicza nie stanowią w tej kwestii wyjątku. Wręcz przeciwnie, ze względu na liczne źródła emisji, takie jak sektor komunalno-bytowy, transport, a także przemysł, mieszkańcy obu miast i ich okolic narażeni są na zły stan aerosanitarny powietrza i gorszy komfort życia codziennego. Uzasadnia to wybór tematu, jakim zajął się w swojej pracy doktorskiej mgr inż. Adam Adamek. Muszę jednak dodać, że wiele prac naukowych w Polsce poświęcono już poruszonym problemom i wiele z nich zawiera podobnie ciekawe i wartościowe wyniki; także prac doktorskich i habilitacyjnych. Oceniając zatem przedmiotową pracę w tym kontekście trzeba jej odjąć walor zupełnej nowości w skali kraju.

Chcę jednak zwrócić tu uwagę, że pomimo znaczącego ograniczenia emisji zanieczyszczeń do powietrza, jakie obserwuje się w ciągu ostatnich ponad 25 lat, w szczególności w przypadku sektora produkcji i dystrybucji energii, czy sektora przemysłu, w Polsce nadal istnieje powszechny problem niskiej jakości powietrza. Niewątpliwie konieczne jest bieżące monitorowanie problemu i znajdowanie prawidłowości w zakresie czasowo-przestrzennej skali zagrożeń w różnych miejscach, zwłaszcza w skupiskach ludzkich. Wobec powyższego, przedstawiona do oceny praca na temat „Wpływ warunków pogodowych i emisji z elektrociepłowni węglowej na stężenie pyłu PM<sub>10</sub> w Katowicach i Dąbrowie Górniczej na tle zmian klimatu”, bardzo dobrze wpisuje się w nurt potrzebnych, wręcz niezbędnych badań.

#### **4. Ocena merytoryczna pracy**

Recenzowana praca liczy 135 strony, w której znajduje się 34 tabele i 16 rysunków. Składa się z 10 głównych rozdziałów i podrozdziałów, kończy ją spis literatury. Wszystkie rozdziały napisano w sposób zwięzły i generalnie nie budzący większych zastrzeżeń pod względem językowym. Zawartość poszczególnych rozdziałów jest typowa dla oryginalnych prac twórczych i zgodna z ich nazwą, a zebrany materiał dokumentacyjny został opracowany ze starannością i dbałością o graficzną stronę pracy. Piśmiennictwo składa się ze 200 pozycji literatury polskiej i obcojęzycznej, większość z nich to oryginalne prace naukowe. Dobór źródeł odpowiada tematowi rozprawy.

Pracę doktorską autorstwa mgr inż. Adama Adamka otwierają dwa rozdziały Wprowadzenie oraz Cel i zakres rozprawy, w których Autor objaśnia podstawowe pojęcia

oraz stawia cele pracy. Są one sprecyzowane dość jasno i logicznie i wpisują się w schemat: stan, przyczyna, skutek, co jest pewną twórczą modyfikacją podejścia do wskaźników zrównoważonego rozwoju, które mają określać presję, stan i reakcję. Zasadniczym celem rozprawy jest opracowanie wzajemnych powiązań, oddziaływań i relacji, między wybranymi elementami środowiska naturalnego takimi jak warunki pogodowe scharakteryzowane przez ważniejsze elementy meteorologiczne oraz sytuacje synoptyczne, a zaburzeniami środowiska rozumianymi jako zanieczyszczenie pyłem zawieszonym  $PM_{10}$ . Istotnym celem pracy jest również przedstawienie problemów wysokiej i niskiej emisji przy wdrażaniu regulacji prawnych związanych z zachodzącymi i spodziewanymi zmianami klimatu.

Z głównego celu pracy wypływają konkretne cele szczegółowe takie jak: analiza uwarunkowań formalno-prawnych służących ograniczeniu emisji zanieczyszczeń i adaptacji do zmian klimatu, określenie zależności stężenia  $PM_{10}$  w badanych miastach a emisją z dużego zakładu przemysłowego, określenie zależności między stężeniem  $PM_{10}$  a wybranymi elementami meteorologicznymi, określenie poziomu stężenia  $PM_{10}$  w zależności od cyrkulacji atmosferycznej, charakterystyka lokalnych skutków zmian klimatu i ich wpływu na funkcjonowanie Elektrowni Łagisza wraz z propozycją działań adaptacyjnych, charakterystyka lokalnych skutków zmian klimatu i ich wpływu na miasta Katowice i Dąbrowa Górnicza z propozycją działań adaptacyjnych. Jako cel pośredni wskazał Autor rozprawy zwiększenie świadomości społeczeństwa na temat zanieczyszczenia powietrza  $PM_{10}$  przez niską i wysoką emisję oraz na temat zachodzących zmian lokalnego klimatu na tle zmian globalnych i ich skutków dla społeczeństwa. Autor rozprawy przedstawia również tezę pracy, która ujmuje stwierdzeniem „że oprócz powiązań stałych, niektóre sieci wzajemnych powiązań i relacji są zmienne w czasie w zależności od postępujących regulacji prawnych oraz technologicznych działań proekologicznych i stopniowo realizują założenia idei zrównoważonego rozwoju”. Autor rozprawy podaje również trzy tezy szczegółowe: 1. W miarę upływu czasu i wdrażania restrykcji prawnych stężenie  $PM_{10}$  kształtowane jest nie przez sumę wysokiej i niskiej emisji a bardziej przez niską emisję. 2. Stężenie  $PM_{10}$  kształtowane jest przez kompleks elementów meteorologicznych i sytuację synoptyczną. 3. Negatywne i uciążliwe skutki zmian klimatu ograniczane są przez restrykcje ustawowe i stosowne działania adaptacyjne.

Kolejny rozdział, zatytułowany Materiał i metody, poświęcono tradycyjnie dla tego typu rozpraw, wskazaniu obszaru badań, materiału badawczego i stosowanych metod. Podstawy okres badawczy obejmował 5 lat (2011 – 2015). Dane o stężeniu pyłu  $PM_{10}$  pochodziły z dwóch stacji monitoringu jakości powietrza w Katowicach i Dąbrowie

Górnicej. Dobowe wartości emisji pyłu z Elektrowni Łagisza dotyczyły okresu 2013 – 2015. Dane meteorologiczne w postaci średnich dobowych wartości temperatury powietrza, prędkości wiatru oraz sum opadu atmosferycznego udostępnione zostały przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Ustosunkowując się do tej części pracy należy podkreślić, że Autor z dużą precyzją prezentuje poszczególne kroki analizy, wyjaśniając je szczegółowo, czasem zbyt szczegółowo (gdyż są to często kwestie czysto techniczne, wzięte wprost ze szczegółowych instrukcji). Równie obszernie Autor objaśnia podstawowe miary statystyczne, którymi posłużył się do realizacji wyznaczonych celów pracy, tymczasem jesteśmy zobligowani wszyscy do stosowania metod standardowych, ustalonych i powszechnie przyjętych w nauce światowej i nie wymaga to dokładnych opisów.

Kolejny rozdział to Przegląd literatury. Jest on zaprezentowany systematycznie z podziałem na wyodrębnione zagadnienia: miasto jako system, charakterystyka, meteorologiczna obszar, emisja zanieczyszczeń pyłowych z elektrowni węglowych, cyrkulacja atmosferyczna a stężenie  $PM_{10}$ , adaptacja do lokalnych zmian klimatu. Słabą stroną tej części pracy jest brak krytycznej analizy literatury w zakresie podejmowanego zagadnienia badawczego i w konsekwencji powiązania z celami pracy.

Rozdział zatytułowany Lokalizacja i charakterystyka analizowanego obszaru zawiera obszerny opis analizowanego obszaru wraz z charakterystyką meteorologiczną badanego okresu. Jak powszechnie wiadomo głównym czynnikiem wpływającym na jakość powietrza jest zazwyczaj nie gwałtowny wzrost emisji, ale pogorszenie się warunków sprzyjających rozpraszaniu zanieczyszczeń w przygruntowej warstwie powietrza. W związku z powyższym przebieg analizowanych elementów meteorologicznych ułatwia analizę zmienności stężenia zanieczyszczeń.

Rozdział 6 to Uwarunkowania formalno-prawne. Jest on zaprezentowany systematycznie z podziałem na następujące zagadnienia: rys historyczny prawa ochrony środowiska, podstawowe dokumenty strategiczne, regulacje prawne w zakresie zrównoważonego rozwoju, regulacje prawne w zakresie wysokiej emisji, regulacje prawne w zakresie niskiej emisji, regulacje prane w zakresie wysokiej oraz niskiej emisji, regulacje prawne w zakresie zmian klimatu.

Najobszerniejsze treści zawiera rozdział 7, w którym Autor omawia wyniki badań własnych. Część ta podzielona jest na cztery podrozdziały omawiające kolejno: jakość powietrza w Katowicach i Dąbrowie Górniczej, stężenie  $PM_{10}$  w miastach a emisja z dużego zakładu przemysłowego, zależność między stężeniem  $PM_{10}$  a wybranymi elementami meteorologicznymi, stężenie pyłu  $PM_{10}$  w zależności od typu cyrkulacji.

Rozdział 8 to autorska uproszczona analiza adaptacji do zmian klimatu, obejmująca lokalne skutki zmian klimatu i ich wpływ na analizowane miasta Katowice i Dąbrowa Górnicza oraz Elektrownię Łagisza. Tę część rozprawy z punktu widzenia merytorycznego oceniam bardzo wysoko.

Praca kończy się Dyskusją wyników i Wnioskami. Autor pracy skomentował wyniki własnych badań konfrontując je z literaturą. Słabą stroną tej części pracy jest brak głębszej konfrontacji wyników badań z poglądami innych badaczy w ramach danej specjalności oraz brak podjęcia szerszej dyskusji wyjaśnieniu obserwowanych zjawisk i zależności.

Na podstawie przeprowadzonej analizy Autor wykazał, że jakość powietrza atmosferycznego w Katowicach oraz Dąbrowie Górniczej na przestrzeni lat 2011-2015 jest zmienna sezonowo i zła w miesiącach sezonu grzewczego. Ilość dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego  $PM_{10}$  w badanych latach zawierała się w zakresie 71-136, przy poziomie dopuszczalnym równym 35.

W analizowanym okresie nie wystąpiła silna korelacja między emisją pyłu z Elektrowni Łagisza w Będzinie, a stężeniem  $PM_{10}$  w miastach. Jakość powietrza w Katowicach i Dąbrowie Górniczej w większym stopniu zależy od niskiej emisji niż wysokiej emisji. Wartość stężenia  $PM_{10}$  zależy od elementów meteorologicznych takich jak temperatura powietrza, suma opadów atmosferycznych, prędkości wiatru. W analizowanym okresie dominującą rolę w kształtowaniu poziomu niskiej emisji odgrywała temperatura powietrza.

Najwyższe stężenia  $PM_{10}$  związane były z sytuacjami cyrkulacyjnymi takimi jak klin antycyklonalny (Ka), adwekcja antycyklonalna z południowego-wschodu (SEa), adwekcja cyklonalna z południowego-zachodu (SWc), adwekcja antycyklonalna z południowego-zachodu (SWa) oraz adwekcja antycyklonalna z zachodu (Wa).

Najistotniejsze dla Elektrowni Łagisza zagrożenia środowiskowe związane z postępującymi zmianami klimatu to: podnoszenie temperatury wody, zmiany sumy opadów oraz fale upałów, które mogą w negatywny sposób oddziaływać na funkcjonowanie zakładu. Jako działania adaptacyjne wskazano wdrożenie awaryjnych systemów chłodzenia, czy też opracowanie odpowiednich procedur na wypadek wystąpienia sytuacji zagrożenia klimatycznego. Dla analizowanych miast najistotniejszym zagrożeniami związanymi ze skutkami zmian klimatu są fale upałów oraz pożary, zła jakość powietrza, efekt miejskiej wyspy ciepła. Autor rozprawy przedstawia również propozycje działań adaptacyjnych niezbędnych dla funkcjonowania elektrowni węglowej Łagisza, a także istotnych z punktu

widzenia funkcjonowania miast Katowice i Dąbowa Górnicza będących obszarem badań w warunkach postępujących zmian klimatu.

Studiując dokładnie przedstawioną do recenzji rozprawę nasunęły mi się pewne uwagi i spostrzeżenia:

1. W pracy nie znalazłem wyjaśnienia terminu „niska emisja”, który w licznych przekazach medialnych, ale także w tekstach naukowych jest często utożsamiany z emisjami pochodzącymi z gospodarstw domowych. Niekiedy tym terminem obejmuje się również transport drogowy. Niemniej jednak, w celu uniknięcia wątpliwości dotyczących rodzajów źródeł emisji, które tym terminem są określane, proponuje się wskazywanie konkretnych sektorów gospodarki, które wskażą, jakie źródła Autor miał na myśli.
2. Jaki Autor widzi nowatorski aspekt swojej rozprawy na tle istniejącej wiedzy w tym zakresie?
3. Autor w żadnym miejscu w pracy nie podaje liczebności prób i kompletności danych imisyjnych i meteorologicznych. Oczywiście można szacunkowo ocenić, że dla jednej stacji i analizowanego zanieczyszczenia w ciągu 5 lat uzyskano około 1825 wartości stężeń dobowych. Brakuje mi również analizy zmienności dobowej, tygodniowej, miesięcznej stężenia  $PM_{10}$ , którą można było przedstawić na rysunkach.
4. Autor w pracy zmagał się z próbami odpowiedzi na pytania w jaki sposób elementy meteorologiczne mogą modyfikować zapylenie powietrza. Trudności jakie z tym zagadnieniem się wiążą są wielkie, o czym Autor pracy generalnie nie wspomina i próbuje udowodnić szereg tez na podstawie uzyskanych wyników. Uzyskane modele regresji opisujące związek stężenia pyłu  $PM_{10}$  z elementami meteorologicznymi są o tyle istotne, że zostały pozyskane metodami standardowymi, na reprezentatywnych zbiorach danych. Jednakże wnioski, które z tego typu analiz można wyciągnąć są ograniczone ze względu na różnorodność relacji jakie tworzą te same zmienne w różnych formułach, pozyskanych dla różnych kombinacji. Autor rozprawy nie wyciąga więc zbyt daleko idących wniosków, nie twierdzi, że równania mogą służyć za modele do oceny potencjalnego zagrożenia, stwierdza jedynie, że są statystycznie zarysowanym obrazem rzeczywistości, którą analizował. Nie jest do końca dla mnie jasne dlaczego Autor pozyskując dane meteorologiczne nie uwzględnił w analizie innych elementów meteorologicznych takich jak: wilgotność względna powietrza, natężenie promieniowania słonecznego. Np. Z zawartością pary wodnej w atmosferze

wzrasta prawdopodobieństwo wystąpienia depozycji mokrej, zwłaszcza, gdy zwiększeniu się wilgotności towarzyszy opad atmosferyczny. Powodować to będzie samooczyszczanie atmosfery i spadek stężeń pyłu. Jednak wysoka wilgotność powietrza bez formowania się opadu, ale przy tworzeniu się mgły może sprzyjać koncentracji pyłu zawieszonego, którego cząstki stanowią mogą jądra kondensacji dla drobinek wody. Tak więc parametry wilgotności powietrza przedstawiane samodzielnie w zależności od stężenia pyłu nie dają jasnego obrazu zależności statystycznych. Potwierdzają to niezbyt wysokie korelacje tych parametrów z pyłem  $PM_{10}$ .

5. Niewątpliwie kluczowym zagadnieniem, podkreślonym przez tytuł pracy, było wyjaśnienie roli warunków meteorologicznych jako kompleksu nazywanego pogodą, w kształtowaniu zanieczyszczeń powietrza nad analizowanymi miastami (uwzględniając emisje z elektrowni węglowej). Autor pracy zdawał sobie sprawę z istnienia pewnych odkrytych reguł, którym podlega ten proces, a jednocześnie wiedział, że w dowolnym miejscu, w tym obszary objętą analizą, ogólne reguły mogą nie wystarczyć do objaśnienia występujących w nich koncentracji pyłu zawieszonego. Swoje wywody na ten temat musiał ograniczyć do relatywnie krótkiego okresu, wybrał jednak przedział czasowy reprezentujący obraz jednoznacznie wyrazisty w sensie synoptycznej o długim okresie stabilnego trwania. To co zostało stwierdzone dobrze wpisuje się w znane zasady, a jednocześnie podkreśla, że Katowice i Dąbrowa Górnicza nie czynią w tym względzie żadnych wyjątków, że o poziomie stężenia  $PM_{10}$  decyduje przede wszystkim aktywność obiektów, które są źródłem emisji.

Podsumowując, uważam, że rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dzięki wykorzystaniu wielu narzędzi badawczych, dzięki którym można ocenić przyczyny i charakter zmienności stężenia  $PM_{10}$  i podjąć kroki w kierunku przeciwdziałania wysokiemu zanieczyszczeniu powietrza w badanych miastach. Niestety w zagadnieniach związanych z ochroną powietrza, przy ustalaniu jego jakości z punktu widzenia oddziaływania na zdrowie społeczeństwa, nie ma jednej uniwersalnej metody badawczej, są metody komplementarne, a więc wciąż pozostaje kwestią otwartą, jaki zestaw narzędzi jest najlepszy.

Inne uwagi o charakterze edytorskim:

- usterki, błędne spacje lub ich brak (w wielu miejscach), a także błędy interpunkcyjne - w tym głównie brak lub nadmiar przecinków, co zaburza płynność tekstu i łamie główną myśl zawartą w danym zdaniu,
- tytuły tabel 5, 6, 33 znajdują się na innych stronach niż tabele,
- w danych bibliograficznych prac zwykle podaje się skróty, nie pełne nazwy czasopism (w spisie literatury Autor stosuje różny zapis, raz pełne nazwy innym razem skróty),
- w kilku miejscach pracy „PM10” zamiast  $PM_{10}$ , (np., str. 74),
- obecność w bibliografii źródeł, które nie zostały wykorzystane w pracy (np. Bertalanffy 1950).

## 5. Ocena końcowa

Podsumowując, przedstawioną do recenzji rozprawę doktorską oceniam jako bardzo wartościową. Autor wykazał się dobrym przyswojeniem ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Dowiódł też umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej poprzez zaplanowanie badań, stworzenie wiarygodnej bazy danych, przeprowadzenie analizy danych i właściwe opracowanie wyników.

Generalnie rzecz ujmując, oceniana rozprawa jest zbiorem dojrzałych analiz o zawłościach kształtujących się w relacjach pomiędzy systemem pogodowym a podlegającymi jego wpływom zanieczyszczeniu powietrza (w tym wypadku w postaci pyłu zawieszonego  $PM_{10}$ ). W tym znaczeniu oceniana rozprawa stanowi wkład w realizację zadania współczesności jakim jest rozumne wykorzystanie, ochrona i kształtowanie środowiska.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe argumenty, pomimo kilku formalnych, drobnych zastrzeżeń mających w pewnej mierze charakter subiektywnej oceny recenzenta, stwierdzam, że przedłożona do recenzji praca spełnia wszelkie wymogi, pozwalające kandydatowi do stopnia doktora, przystąpić do jej publicznej obrony, zgodnie z wymaganiami stawianymi przez „Ustawę z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 nr 65 poz. 595, z późn.zm)”.

Dr hab. inż. Grzegorz Majewski, prof. nadzw. SGGW

