



UNIwersytet Rolniczy  
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji

Kraków, 5 grudnia 2023 roku

dr hab. inż. Barbara Skowera, prof. URK  
Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji  
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

### Recenzja

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Ewy Władysławy Anioł na temat:

*„Wpływ zanieczyszczeń powietrza i warunków meteorologicznych  
na widzialność poziomą w Polsce”*

wykonanej w Instytucie Inżynierii Środowiska

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Ewy Władysławy Anioł na temat: **„Wpływ zanieczyszczeń powietrza i warunków meteorologicznych na widzialność poziomą w Polsce”** została wykonana na prośbę Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Pana prof. dr hab. Janusza Kubraka, zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka z dnia 20 września 2023 roku i treścią pisma numer: IIŚ 48/2023 z dnia 25 września 2023 roku.

Rozprawa doktorska została wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Grzegorza Majewskiego, prof. Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie oraz dr Doroty Kuli, promotora pomocniczego.

## **1. Ocena problematyki badawczej i tematu rozprawy doktorskiej**

Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego jest odzwierciedleniem procesów naturalnych i antropogenicznych, zachodzących w środowisku. Wraz ze wzrostem liczby ludności rośnie eksploatacja zasobów naturalnych odnawialnych oraz nieodnawialnych, produkcja przemysłowa dóbr i ich konsumpcja. W konsekwencji produkcja dóbr pociąga za sobą produkcję odpadów, które przyczyniają się do degradacji środowiska naturalnego. Należy podkreślić, że jakość powietrza atmosferycznego jest odzwierciedleniem stanu środowiska.

Niezbędny jest jednolity monitoring jakości powietrza atmosferycznego, pozwalający kontrolować imisję i emisję głównych substancji zanieczyszczających powietrze, które w skali globalnej (ze względu na ich mobilność) stanowią zagrożenie dla środowiska.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Ewy Władysławy Anioł wpisuje się we współczesne problemy monitoringu jakości powietrza atmosferycznego oraz poszukiwania, jak najprostszycy metod oceny poziomu zanieczyszczeń powietrza. Uważam, że badania na temat wpływu zanieczyszczeń powietrza i warunków meteorologicznych na widzialność poziomą w Polsce są bardzo interesujące i nowatorskie. Ponadto tematyka pracy jest bardzo istotna z punktu widzenia oceny stanu środowiska atmosferycznego oraz społecznego (zdrowia publicznego).

## **2. Ocena struktury pracy**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi opracowanie oparte na materiałach archiwalnych dotyczących średnich wartości dobowych wybranych elementów meteorologicznych w tym widzialności poziomej. Dane pochodziły ze stacji meteorologicznych, należących do Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego. Natomiast dane dotyczące średnich dobowych wartości wybranych parametrów jakości powietrza w siedmiu miastach, położonych na południu i wschodzie Polski pochodziły z sieci monitoringu Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska. Rozprawa doktorska liczy 175 stron, w tym 1 strona to oświadczenia Promotora i Autora pracy, 4 strony to streszczenia w języku polskim i angielskim. Autorka wydzieliła 7 głównych rozdziałów z podziałem na podrozdziały oraz załączyła spis tabel, rysunków i wykresów.

**Rozdział 1** – Wstęp, hipoteza i cel pracy, obejmuje 3 strony i wprowadza do zagadnień związanych z podjęciem problematyki badań. Autorka formułuje hipotezę badawczą oraz

przedstawia cel pracy, głównie skupiając się na związku widzialności z zanieczyszczeniem powietrza i elementów meteorologicznych.

**Rozdział 2** „Przegląd literatury”, rozdział ten podzielony jest na 8 podrozdziałów. Treść tego rozdziału jest bardzo obszerna i obejmuje 28 stron maszynopisu. Autorka podaje definicje widzialności i jej znaczenie, szczegółowo charakteryzuje stan badań prowadzonych w Polsce i na świecie na temat widzialności. Następnie w podrozdziale 2.3 Autorka opisała metodykę i zakres badań widzialności, rozwój technik pomiarowych; od metod subiektywnych do obecnie stosowanych z wykorzystaniem automatycznych urządzeń pomiarowych, zapewniających jednorodność i porównywalność pomiarów. Następnie w podrozdziale 2.4, podzielonym na 4 sekcje (od 2.4.1 do 2.4.4) szczegółowo scharakteryzowano zanieczyszczenia powietrza; począwszy od źródeł zanieczyszczeń powietrza, poprzez rodzaje zanieczyszczeń, następnie normy i kryteria oceny jakości powietrza obowiązujące w Polsce. W następnych podrozdziałach (2.5, 2.6), w oparciu o najnowszą literaturę światową Autorka opisała stan aktualnej wiedzy, dotyczący wpływu zanieczyszczeń powietrza oraz warunków meteorologicznych na widzialność. W końcowych podrozdziałach Przeglądu Literatury opisano, przykłady wykorzystania widzialności jako wskaźnika jakości powietrza atmosferycznego oraz scharakteryzowano związek zakresu widzialności ze składem chemicznym pyłów zawieszonych zawartych w powietrzu. Opisano również przykłady wykorzystania widzialności jako potencjalnego wskaźnika jakości powietrza w miejscach, gdzie brakuje monitoringu jakości powietrza.

Łącznie w rozdziale „Przegląd literatury” Autorka cytuje 110 źródeł literatury naukowej oraz akty prawne z lat 1982-2023, co świadczy o dokładnej analizie literatury przedmiotu badań oraz uzasadnieniu podjętej tematyki badawczej w rozprawie doktorskiej. W rozdziale tym Autorka starała się udokumentować formułowane poglądy i wnioski innych autorów.

**Rozdział 3** „Charakterystyka obszaru badań” liczy 23 strony. Na wstępie tego rozdziału Autorka opisuje kryteria wyboru stacji pomiarowych na potrzeby realizacji badań; jak również wyjaśnia powody dla których wybrała stacje pomiarowe, położone w aglomeracjach miejskich oraz jednym mieście powiatowym. Podrozdział 3.1 w kolejnych sekcjach (3.1.1-3.1.7) zawiera m.in. charakterystykę położenia geograficznego, powierzchnię, liczbę mieszkańców, stan jakości powietrza atmosferycznego (ze wskazaniem źródeł zanieczyszczeń) w każdej stacji monitoringu jakości powietrza, uwzględnionych w rozprawie doktorskiej.

**Rozdział 4** „Materiał źródłowy i metodyka badań własnych” jest podzielony na 4 podrozdziały i sekcje; łącznie liczy 19 stron maszynopisu. W podrozdziale 4.1. „Źródła i baza danych – widzialność, wybrane zanieczyszczenia powietrza, parametry meteorologiczne”

Autorka zestawiała tabelarycznie informacje o liczebności i kompletności danych, dotyczących zanieczyszczeń powietrza i danych meteorologicznych w latach 2010-2019. W podrozdziale 4.2 opisano podstawy prawne monitoringu jakości powietrza, metodyki referencyjne poboru próbek i oznaczania stężeń w powietrzu. Następny podrozdział (4.3 Metodyka badań laboratoryjnych) zawiera opis metodyki poboru próbek i analizy składu pierwiastkowego pyłu  $PM_{10}$  w sezonach: ciepłym i chłodnym 2014/2015 w aglomeracji śląskiej i warszawskiej. Autorka w rozdziale tym, pisze, że analiza ta nie była celem pracy ale ze względu na wpływ aerozoli na zdrowie człowieka zdecydowała dołączyć wyniki dotyczące składu chemicznego aerozoli oraz powiązać je z widzialnością. W ostatnim podrozdziale (4.4) wymieniono i uzasadniono wybór metod statystycznych, zastosowanych do analizy wyników badań. Były to: m. in. współczynnik korelacji Pearsona, analiza regresji krokowej wstecznej, analiza skupień, metody uczenia maszynowego (metoda lasów losowych).

W **Rozdziale 5** „Wyniki badań własnych” liczącym 52 strony, podzielonym na podrozdziałów i sekcje Autorka przedstawiła analizę sezonowej zmienności pyłu  $PM_{10}$  oraz zanieczyszczeń gazowych  $NO_2$  i  $SO_2$ , charakterystyki wybranych elementów meteorologicznych, związek widzialności z elementami meteorologicznymi.

W następnym podrozdziale przedstawione zostały modele statystyczne opisujące związek ilościowy widzialności z wybranymi zanieczyszczeniami powietrza i parametrami (elementami) meteorologicznymi na podstawie analizy regresji wielokrotnej, krokowej. W kolejnej sekcji, na podstawie analizy skupień k-średnich przedstawiono zróżnicowanie zależności widzialności poziomej od parametrów jakości powietrza oraz parametrów meteorologicznych. Autorka podjęła również próbę wykorzystania algorytmu lasu losowego do określenia rankingu ważności zmiennych (parametrów meteorologicznych i jakości powietrza) wpływających na widzialność poziomą.

W ostatnim podrozdziale „Wyników badań własnych” Autorka przedstawiła oryginalne wyniki badań, dotyczące składu chemicznego pyłu  $PM_{10}$  oraz wpływu pierwiastków śladowych, zawartych w pyłe na widzialność podczas sezonu ciepłego i chłodnego (grzewczego) na przykładzie krótkich serii badań przeprowadzonych w Chorzowie i w Warszawie. Na podstawie współczynników korelacji wykazała sezonowe zróżnicowanie wpływu stężenia pierwiastków śladowych i parametrów meteorologicznych na widzialność.

Uzyskane wyniki badań, przedstawione w tym rozdziale zostały odniesione do literatury naukowej, głównie zagranicznej (79 odniesień do artykułów naukowych oraz do aktów prawnych) poparte 22 zestawieniami tabelarycznymi oraz 13 rysunkami.

W kolejnym **6 Rozdziale** „Podsumowanie i wnioski” Autorka dokonała podsumowania otrzymanych wyników badań w 14 punktach.

**Rozdział 7** „Literatura”, liczba publikacji wykorzystanych w dysertacji jest bardzo duża, zawiera 257 pozycji literatury, 10 tytułów aktów prawnych i 10 adresów stron internetowych. Wykorzystana w pracy literatura przedmiotu została dobrana prawidłowo i jest adekwatna do omawianej problematyki. W rozprawie doktorskiej załączono również oddzielne spisy tabel, rysunków i wykresów.

Podsumowując, recenzowana rozprawa doktorska zawiera wszystkie elementy, które w świetle obowiązujących wymogów prawa powinna posiadać praca doktorska. Problematyka poszczególnych części dysertacji jest prawidłowa i pozwoliła Autorce zrealizować cel pracy. W dysertacji dostrzeżono błędy edytorskie i stylistyczne. Jednak uwzględniając wymagania stawiane rozprawom doktorskim stwierdzam, że od strony formalnej praca doktorska Pani mgr inż. Ewy Władysławy Anioł je spełnia.

### **3. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej**

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Ewy Władysławy stanowi oryginalne opracowanie problemu badawczego. Napisana jest poprawnie, kolejność rozdziałów jest właściwa dla rozprawy doktorskiej. Autorka pojęła się trudnego, mało rozpoznanego w Europie i w Polsce tematu zależności widzialności poziomej od warunków meteorologicznych i zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Jak potwierdziły badania Autorki, poziom zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, szczególnie na obszarze południowej Polski przekracza dopuszczalne normy jakości. O ile w pracach naukowych w Polsce problematykę widzialności poruszano dotychczas w badaniach dotyczących lotnictwa, to powiązanie tego parametru z oceną jakości powietrza jest ciekawą propozycją i wartą dalszej kontynuacji w badaniach naukowych.

Na podstawie zastosowanych metod statystycznych; od podstawowych do zaawansowanych (analiza skupień i lasów losowych) Autorka wykazała, że zróżnicowana sezonowo widzialność pozioma jest złożoną kwestią, uwarunkowaną przede wszystkim jakością powietrza, warunkami meteorologicznymi oraz położeniem geograficznym obszaru badań. Na podstawie składu pyłu PM<sub>1</sub> wykazano, że pierwiastki śladowe zawarte w pyłe, miały większy wpływ na widzialność poziomą w sezonie zimowym niż w sezonie letnim. W oparciu o algorytm lasu losowego oraz analizę regresji stwierdzono, że największy wpływ na widzialność poziomą miała wilgotność względna i temperatura powietrza oraz

zanieczyszczenie powietrza. Potwierdzono również, że czynniki antropogeniczne wpływają na widzialność i odpowiadają za jej ograniczenie.

#### **4. Uwagi do rozprawy doktorskiej:**

Poniżej przedstawiam kilka uwag, które nie umniejszają wartości naukowej pracy ale mogą być pomocnymi wskazówkami przy przygotowywaniu wyników badań do publikacji.

- rozdział „Przegląd literatury” przedstawiony przez Autorkę począwszy od zagadnień wprowadzających do zagadnień szczegółowych zawiera błędy stylistyczne i edytorskie. Brakuje odwołań do tabel np. 1-5, w spisie literatury brakuje czterech pozycji na które Autorka powołała się w rozdziale 2.2,
- rozdział 4, część informacji zawartych w tym rozdziale powinna być przedstawiona w rozdziale „Przegląd literatury”. Rozdział ten powinien zawierać dokładny opis metod badawczych. Jednak opis ten znajdujemy w kolejnych sekcjach rozdziału „Wyniki badań własnych”,
- tytuły tabel 12, 13 i 17 nie odzwierciedlają przedstawionych w nich wyników badań,
- rozdział 6 „Podsumowanie i wnioski” Autorka sformułowała w tym rozdziale w 14 punktach obszerne wnioski wynikające z przeprowadzonych badań. Wnioski są zbyt rozbudowane przez co tracą czytelność. Wskazane byłoby w autoreferacie przedstawienie 6-8 wniosków syntetyczne podsumowujących wyniki badań.

#### **5. Podsumowanie**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi wartościowe opracowanie naukowe. Cel badań został realizowany i wskazana jest odpowiedź na postawioną hipotezę badawczą. Opracowanie tematu wnosi ciekawe i oryginalne wyniki badań, które poszerzają wiedzę z zakresu wpływu zanieczyszczeń powietrza i warunków meteorologicznych na widzialność poziomą w Polsce.

#### **6. Wniosek końcowy**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Ewy Władysławy Anioł pt. „Wpływ zanieczyszczeń powietrza i warunków meteorologicznych na widzialność poziomą w Polsce” stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe i spełnia wymogi pracy doktorskiej.

Zgodnie z przepisami zawartymi w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669 z późn. zm.), tekst jednolity – Ustawa z dnia 13.01.2023 r. o zmianie ustawy – Prawo o: szkolnictwie wyższym i nauce oraz niektórych innych ustaw Dz.U.2023.742 t.j. ze zm.), dotyczące ubiegania się o stopień naukowy doktora stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia obowiązujące wymagania formalno-prawne stawiane pracom doktorskim. Jednocześnie wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o przyjęcie rozprawy doktorskiej oraz dopuszczenie jej do publicznej obrony.

dr hab. inż. Barbara Skowera, prof. URK

*Barbara Skowera*