



Wrocław, 12.01.2026 r.

dr hab. inż. Joanna A. Kamińska prof. UPWr
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Recenzja

pracy doktorskiej mgr inż. Karoliny Kais

pt.: „ Usługi ekosystemowe alei Warszawy”

przygotowanej pod kierunkiem promotora – dr hab. inż. Arch. Kraj. Marzeny Suchockiej

Podstawa prawna sporządzenia recenzji

Recenzja została sporządzona w związku z powołaniem mnie przez Radę Dyscypliny Inżynieria Środowiska Górnictwo i Energetyka Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie na posiedzeniu w dniu 26.11.2025 r. do pełnienia funkcji recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora nauk inżynieryjno-technicznych p. mgr inż. Karolinie Kais na podstawie ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) .

Zgodnie z art. 187 ust. 1 ustawy rozprawa doktorska powinna stanowić **oryginalne rozwiązanie problemu naukowego** (co znajduje wyraz w postawionej w niej tezie lub tezach szczegółowych), dowodzić **ogólnej wiedzy teoretycznej** doktoranta w zakresie inżynierii środowiska, a także **umiejętności prowadzenia samodzielnie pracy naukowej**. W zakresie tych właśnie kryteriów oceniona została praca doktorska mgr inż. Karoliny Kais.

Podstawa faktyczna recenzji

Recenzja sporządzona została na podstawie oceny rozprawy doktorskiej przedłożonej przez wnioskodawczynię. Praca liczy 124 strony, na co składają się 48 stron autoreferatu, trzy oryginalne publikacje naukowe, w których doktorantka jest pierwszą współautorką, oraz stosowne oświadczenia: współautorskie oraz doktorantki i promotora.



Zgodnie z art. 187 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2020r. poz. 85 z późn. zm.) „Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych (...)”. Doktorantka skorzystała z opcji prezentacji zbioru powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Prace zostały opublikowane i są dostępne w otwartym dostępie oraz bez wątpienia są powiązane tematycznie tworząc logiczny ciąg analiz naukowych oddziaływania drzewostanu na stężenia pyłów zawieszonych. Uznaję, że warunek formalny w tym zakresie jest spełniony.

Lista publikacji stanowiących zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych przedłożonych w ramach rozprawy doktorskiej mgr inż. Karoliny Kais:

Kais, K.; Gołaś, M.; Suchocka, M. Awareness of Air Pollution and Ecosystem Services Provided by Trees: The Case Study of Warsaw City. Sustainability 2021, 13, 10611. (IF = 3.3)
<https://doi.org/10.3390/su131910611>

Kais, K.; Gołaś, M.; Suchocka, M.; Ziemiański, M.; Kalaji, H. M. The Role of Urban Trees in PM2.5 Mitigation: Air Quality Assessment and Absorption Capacity Comparison in Warsaw Alleys. JSPAЕ 2025, 4, 75–94 (SCOPUS: 2024 SJR = 0,525)
<https://doi.org/10.56946/jspae.v4i2.730>

Kais, K.; Suchocka, M.; Balcerzak, O.; Przybysz, A. Street Trees as Sustainable Urban Air Purifiers: A Methodological Approach to Assessing Particulate Matter Phytofiltration. Sustainability 2025, 17, 7451. (IF = 3.3) <https://doi.org/10.3390/su17167451>

Pierwsza z wymienionych prac była dziesięciokrotnie cytowana (wg. WoS), do dnia sporządzenia recenzji, co wskazuje na zainteresowanie środowiska naukowego zaprezentowanymi rezultatami.

Opinia dotycząca rozprawy doktorskiej :

- 1) ocena wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska stanowi **oryginalne rozwiązanie problemu** naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.

Doktorantka w swojej rozprawie doktorskiej porusza bez wątpienia, jeden z kluczowych aspektów współistnienia ludzi i środowiska naturalnego w postaci oddziaływania tego drugiego na różne



obszary życia ludzi co nazywamy usługami ekosystemowymi. Dokładniej mówiąc usługi ekosystemowe to korzyści (dobra i procesy), które ludzie czerpią z dobrze funkcjonujących przyrodniczych ekosystemów, takie jak produkcja żywności, czystej wody, regulacja klimatu, oczyszczanie powietrza, zapylenie, zapobieganie powodziom, rekreacja, edukacja i inspiracja duchowa, stanowiące podstawę dla dobrobytu społecznego i gospodarczego. Doktorantka poprawnie definiuje usługi ekosystemowe powołując się na stosowne źródła, wskazuje również główny podział ze względu na funkcję: podstawowe, zaopatrujące, kulturowe oraz regulacyjne. W swojej dysertacji Doktorantka skupiła się na funkcji regulacyjnej usług ekosystemowych poprzez badanie oddziaływania drzewostanu w środowisku miejskim – na przykładzie alei Warszawy (ul. Marszałkowskiej oraz ul. Żwirki i Wigury) – na jakość powietrza atmosferycznego, w szczególności zdolności redukcji ilości zawieszonych w nim pyłów PM_{2.5} oraz PM₁₀.

Doktorantka postawiła 5 hipotez badawczych nazwanych niesłusznie „założenia badawcze”. Założenie jest to zbiór warunków jakie muszą być spełnione aby prawdziwa była wynikająca z nich teza, natomiast tezy do przedstawionych założeń nie podano. Przyjmując zatem, że przedstawione w części 2. *Cel badań i hipotezy badawcze* pięć punktów to hipotezy badawcze należy uznać, że prawidłowo określają hipotezy jakie w swoich badaniach poprzez realizację trzech zadań badawczych weryfikowała Doktorantka. W punkcie tym nie przedstawiono natomiast celu badań co uznaję za znaczące uchybienie. Informację o wypełnianej luce badawczej można znaleźć w pkt.1.6 *Działania polityczne mające na celu poprawę jakości powietrza*, który to opis mógłby stanowić dobry cel doktoratu. Przy takim sformułowaniu jednak spodziewać się należy bardziej zaawansowanego i obszernego wnioskowania na temat konkretnych rekomendacji w zakresie zarządzania zielenią miejską.

Doktoranta zbadała i przedstawiła usługi ekosystemowe świadczone przez drzewa w przestrzeni miejskiej z dwóch punktów widzenia: społecznego (artykuł 1) oraz oczyszczania powietrza (artykuły 2 i 3). W artykule 1 przedstawiono procentowe zestawienia tabelaryczne wyników przeprowadzonych na grupie 271 respondentów ankiet dotyczących: oceny jakości powietrza w Warszawie, oceny wpływu podejmowanych działań na zanieczyszczenie powietrza, oceny wpływu zanieczyszczonego powietrza na zdrowie ludzi, oceny znaczenia funkcji ekosystemowych drzew (wraz z subiektywną oceną zdolności drzew do pochłaniania pyłów zawieszonych). Mając tak obszerny zbiór odpowiedzi ankietowych można było pokusić się o

analizę krzyżową. Zabrakło również szerszego przedstawienia analizy wyników ankiet w autoreferacie w miejsce krótkiej sekcji 4.2. Szacowanie absorpcji $PM_{2.5}$ CO, NO₂, O₃ oraz SO₂ zostało przeprowadzone z wykorzystaniem narzędzia i-Tree Eco na podstawie samodzielnie wykonanych pomiarów dendrometrycznych zaprezentowanych szczegółowo w artykule 2. Niestety ani w publikacji ani w referacie nie wskazano liczby powtórzeń wykonanych pomiarów ani czasu (fazy fenologicznej) kiedy tych pomiarów dokonywano. Mimo to Doktorantka wskazuje na ciekawy wniosek, że średnio pojedyncze drzewo otoczone betonowymi powierzchniami ma czterokrotnie niższą zdolność pochłaniania zanieczyszczeń niż drzewo zlokalizowane przy ulicy, otoczone zielenią o optymalnych warunkach siedliskowych i nasyceniu. Następnie rezultaty oszacowanego poziomu absorpcji zestawiono z wynikami pomiarów stężeń zanieczyszczeń wykonywanych przez Doktorantkę. Niestety nie jest jasne jaki był protokół pomiarowy. Podane są jedynie informacje, że „w każdej lokalizacji monitorowanie trwało co najmniej 10 minut, a dane były rejestrowane co minutę”, „całkowity czas monitorowania w każdej lokalizacji (ulicy) był ograniczony do 2 godzin”, „Poziomy stężenia zanieczyszczeń powietrza były rejestrowane co minutę w okresie monitorowania, trwającym od 24 września 2021 r. do 8 października 2021 r.”, w dwóch odrębnych przedziałach czasowych: w godzinach szczytu oraz poza godzinami szczytu” oraz „Każdy czujnik był umieszczony w miejscach testowych na 60 minut w każdym okresie”. Nie wynika z tych informacji czy badania były prowadzone każdego dnia we wskazanym okresie 15 dni ani jaki był faktyczny czas ciągłych pomiarów z interwałem minutowym stanowiącym podstawę do wyznaczania analizowanych dalej wartości średnich. W artykule 2 można przeczytać, że „pollution level measurements were conducted over 9 consecutive days, totalling 1074 minutes (...) and 1189 minutes”.

Doktorantka wykazała się umiejętnością dokonania porównawczej analizy statystycznej, która wykazała istotną różnicę między stężeniami pyłów na obszarach alei pokrytych drzewami oraz z niskim pokryciem drzewami. Na uznanie zasługuje świadomy dobór testu statystycznego dokonany na podstawie weryfikacji założenia o zgodności rozkładu zmiennej losowej opisującej stężenie $PM_{2.5}$ z rozkładem normalnym. Następnie Doktorantka wspomina o modelu, którego równanie nie zostało zaprezentowane, nie omówiono również weryfikacji założeń tego modelu. Na pochwałę zasługuje natomiast wnioskowanie dotyczące możliwych czynników mających wpływ na czas trwania przekroczenia granicznych stężeń $PM_{2.5}$ ustalonych na poziomie $15 \mu g/m^3$.



Doktorantka przeprowadziła również badania laboratoryjne prowadzące do oceny zdolności absorpcji pyłów przez liście drzew znajdujących się na badanym obszarze. Następnie porównała otrzymane szacowane wartości absorpcji wyznaczonej dla całej rośliny metodami: laboratoryjną oraz modelową z wykorzystaniem modeu i-Tree Eco. Czytelna jedynie na stronie wydawcy artykułu 3 Tab.9 przedstawia szczegółowo rezultaty otrzymane z porównania metod szacowania. Wysoce niepokojące są kilkukrotne różnice między szacowanymi wartościami absorpcji PM₁₀ wyznaczonymi metodą empiryczną (laboratoryjną) oraz modelową (i-Tree Eco) np.: dla aesculus hippocastanum – kasztanowca pospolitego: 550 vs 117 g/drzewo, czy dla fraxinus – jesionu: 548 vs. 128 g/drzewo. Doktoranta uzasadnia te różnice ograniczeniami szacowania metodą i-Tree Eco wynikającą z braku uwzględniania warunków lokalnych w szerszym kontekście lub możliwością popełnienia błędu podczas dokonywania pomiarów.

Praca stanowi, w prawdzie, oryginalne opracowanie empiryczne i wnosi nowe dane o zasięgu lokalnym, jednak jej wkład koncepcyjny i aplikacyjny jest ograniczony. Można mówić o oryginalności w zakresie danych i analizy, ale nie w zakresie teorii czy metod.

Podsumowując oryginalność przedstawionych dokonań przejawia się w wykonaniu wieloaspektowej oceny usług ekosystemowych świadczonych przez drzewa na wybranych alejach miasta Warszawy. Doktorantka połączyła aspekt społeczny zbadany za pośrednictwem ankiety oraz regulacyjny przez ocenę zdolności absorpcyjnych zidentyfikowanych drzew jak również ocenę bezpośredniego wpływu sąsiedztwa drzew na stężenia zanieczyszczeń na podstawie własnych pomiarów. Warunek ustawowy w tym zakresie uznaję za spełniony.

- 2) ocena wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska prezentuje **ogólną wiedzę teoretyczną** osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w określonej dyscyplinie albo dyscyplinach;

Doktorantka w przedstawionych publikacjach prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną z zakresu usług ekosystemowych, ochrony środowiska, urbanistyki oraz wpływu roślinności na jakość powietrza. Autorka sprawnie posługuje się literaturą przedmiotu, odwołując się do uznanych źródeł międzynarodowych i krajowych. Wstęp (rozdziały 1.1–1.6) są dobrze ustrukturyzowane i dobrze opisują kontekst badawczy. Nieco zbyt skromnie natomiast została przedstawiona literatura w zakresie podobnych badań prowadzonych w innych rejonach kraju czy świata. Jedynie

w pojedynczych stwierdzeniach Doktorantka odnosi się do konkretnych wartości otrzymanych w podobnych badaniach mimo, ogromnego zasobu 175 pozycji literatury w publikacji 1. Doktorantka wykazała się znajomością metodyki badań ankietowych, umiejętnością dokonania prostej analizy zebranych informacji. Wykazała się również znajomością metod pomiarowych absorpcji pyłów przez rośliny (w szczególności drzewa) oraz umiejętnością zaplanowania i przeprowadzenia badań pomiarowych terenowych. Brakuje, w przedstawionej dokumentacji, natomiast głębszego uporządkowania i przedstawienia pojęć — np. nie rozrózniono precyzyjnie usług ekosystemowych wg klasyfikacji CICES, co w pracach akademickich jest standardem. We wstępie omówione zostały zjawiska zarówno absorpcji jak i adsorpcji, co w świetle dalszej analizy wyłącznie absorpcji stawia pod znakiem zapytania poprawną identyfikację tych pojęć przez Doktorantkę. Ogromna liczba cytowań w niektórych miejscach bez krytycznej analizy (np. podrozdziały 1.3–1.5) świadczy o zbyt kompilacyjnym charakterze tych fragmentów autoreferatu bez głębszej analizy szczegółowej.

Podsumowując praca doktorska prezentuje solidną ogólną wiedzę teoretyczną w dziedzinie inżynierii środowiska z elementami urbanistyki i ekologii miejskiej. Jednak należałoby oczekiwać lepszego ujęcia krytycznego oraz uporządkowania pojęciowego.

- 3) ocena wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska wykazuje **umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej** lub artystycznej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora

Rozprawa opiera się na trzech opublikowanych artykułach naukowych, z których każdy odpowiada konkretnemu zadaniu badawczemu (rozdział 2). Autorka jest pierwszym wszystkich przedstawionych w cyklu publikacji, co, wraz z treścią oświadczeń współautorów, potwierdza jej znaczący wkład merytoryczny.

Przedłożone publikacje prezentujące wyniki przeprowadzonych przez Doktorantkę badań potwierdzają jej umiejętności w zakresie:

- konstruowania ankiety,
- przeprowadzenia ankiety,
- prostego opracowania wyników zgromadzonych ankiet,

- przeprowadzenia inwentaryzacji dendrologicznej wybranych obszarów,
- prowadzenia pomiarów dendrologicznych oraz jakości powietrza,
- przeprowadzenia analizy statystycznej otrzymanych wyników
- metodycznego porównania dwóch metod szacowania absorpcji pyłów przez drzewa przez: modelu i-Tree Eco oraz pomiarów laboratoryjnych,
- przeprowadzenia prostych analiz statystycznych z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi takich jak R,
- krytycznego porównania wyników modelu i-Tree Eco z danymi laboratoryjnymi wskazuje na wysoką świadomość ograniczeń metodologicznych.

Wątpliwości co do samodzielności w opracowaniu metodyki nasuwają się wyłącznie w kwestii publikacji 3, dotyczącej porównania metody modelowej i laboratoryjnej szacowania absorpcji pyłów przez drzewa, w której współautor dr hab. inż. Arkadiusz Przybysz wskazuje swój udział również w opracowaniu metodyki pracy. Krytycznie należy spojrzeć również na sformułowanie hipotez badawczych (nazwanych przez Doktorantkę założeniami badawczymi). Sformułowanie 4. i 5. hipotezy jest niestaranne. Cóż bowiem znaczy „Wyniki uzyskane przy użyciu modelu i-Tree Eco mogą różnić się z wynikami uzyskanymi metodą laboratoryjną”? O jakich „wynikach” mowa. Hipotezy badawcze powinny być sformułowane w sposób jednoznaczny, nie budzący wątpliwości, nawet jeśli będą analizowane niezależnie i możliwe do zweryfikowania przy pomocy stosownego testu statystycznego. W prawdzie nie wprost, ale należy uznać, że hipotezy te zostały w treści doktoratu zweryfikowane. Niestety zabrakło w autoreferacie jasnego wyartykułowania tego faktu.

Podsumowując uznaję, że przedłożona praca doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktorantkę mgr inż. Karolinę Kais.

Uwagi ogólne i pytania dyskusyjne:

1. Jaki jest cel pracy?
2. W analizie ankiet nie uwzględniono korelacji między odpowiedziami a zmiennymi demograficznymi (np. wykształcenie, dzielnica), co ogranicza głębię interpretacyjną.



3. Jaka była liczba pomiarów dendrometrycznych każdego drzewa i kiedy dokonywano pomiarów?
4. Jak przebiegały pomiary stężeń zanieczyszczeń opisane w artykule 2?
5. Czy sprawdzone zostały założenia tworzenia „multiple regression model” opisanego w artykule 2? Należało zaprezentować równanie tego modelu wraz z uzasadnieniem jego poprawności.
6. Zastosowania praktyczne dla sfery gospodarczej i społecznej nie są wystarczająco rozwinięte. Wprowadzić postulowane jest lepsze planowanie zieleni, ale brak np. konkretnych rekomendacji dla samorządów czy modelu decyzyjnego.
7. Autoreferat jest niestaranny. Część badań obejmująca aspekt społeczny została opisana bardzo pobieżnie. Pozostałe elementy pracy doktorskiej zostały przedstawione bardzo krótko mimo otrzymania interesujących wyników. Występują nieuzasadnione zmiany koloru czcionki (str. 11).

Uwagi szczegółowe:

1. Brakuje pozycji 1. Wstęp w spisie treści.
2. Podwójny przecinek w linii 14 str. 6.
3. Str. 6. „*Wykazano również, że model jest statystycznie istotny, co oznacza że jeden z predyktorów TCC lub średnice pni drzew mają istotny wpływ na poziomy usuwania PM_{2.5}.*” – to nie jest prawda. To nie model może być statystycznie istotny, tylko jego współczynniki regresji, których nie wskazano w pracy.
4. Str. 7. „*Opracowanie jest istotnym głosem w dyskusji o możliwościach oceny zanieczyszczeń powietrza*” – w opracowaniu nie jest dyskutowana możliwość oceny zanieczyszczeń powietrza. Ta wynika wprost z prowadzonych szeroko, również w ramach krajowego systemu monitoringu środowiska, pomiarów.
5. W punkcie 8. Literatura brakuje wielu pozycji wymienianych w tekście autoreferatu np. (Reid, Constanza, 1997), (Kim, 2021), (Seamans, 2013), (Villareal, 2004), (Frank, 2005), (Tzoluas, 2007), (Bates, 2005), (Querol i in., 2008) i wiele innych.
6. W przeglądzie literatury w zakresie świadomości społecznej na temat usług ekosystemowych brakuje pozycji analizujących to zagadnienie w Polsce. Jako przykład

- można podać Affek i in. „Mapowanie i ocena usług ekosystemów miejskich w skali ogólnopolskiej” <https://doi.org/10.7163/PrzG.2023.2.3>, czy E. Lorek i in. „Ocena roli usług ekosystemów miejskich w zrównoważonym rozwoju lokalnym” <https://doi.org/10.33119/KKESiP.2018.1.8>.
7. Mówiąc o zachorowalności na stronie 12. nie podano jednostek w jakich wyrażone są wartości 1,055 oraz 1,149.
 8. Na str. 14 i 15 powtórzono dwa fragmenty tekstu: „*Wielkość absorpcji zanieczyszczeń zależy od trzech różnych czynników (Wesely i Hicks, 2000). Jednym z tych czynników jest ruch powietrza w koronie drzewa, drugi obejmuje przenoszenie powietrza przez warstwę przylegającą do powierzchni drzewa, a trzeci koncentruje się na zdolności absorpcyjnej danej powierzchni, w zależności od przewodnictwa szparkowego (Wesely i Hicks, 2000).*” oraz „*Gatunki drzew, których aparaty szparkowe są otwarte dłużej, pochłaniają zanieczyszczenia skuteczniej niż rośliny izohydryczne, które zamykają aparaty szparkowe wcześniej ze względu na niską dostępność wody (Dizengremel i in., 2009).*”
 9. Str.15. „*Badania przeprowadzone przez Yin i innych (2011) przetestowały*” – badania nie mogą niczego testować, tą czynność wykonują badacze, autorzy, naukowcy...
 10. Str.16 „*Narzędzie (...), służy do pomiaru danych w terenie (...)*” – dane są wynikiem pomiaru, a nie elementem, który się mierzy.
 11. Str.17. „*Badanie to jest o tyle uzasadnione, że z jego pomocą możliwe będzie nakreślenie skali rzeczywistego problemu i określenie stopnia zagrożenia dla zdrowia ludzi związanego z obecnością rzeczywistego zanieczyszczenia powietrza*” – w wyniku przeprowadzonych w doktoracie badań nie ma możliwości określenia stopnia zagrożenia dla zdrowi ludzi. Takie zagrożenie ocenia się na podstawie danych obejmujących wieloletnie narażenie/ekspozycję na zanieczyszczone powietrze oraz stan zdrowia mieszkańców na przykład w postaci odnotowanych jednostek chorobowych określonej grupy chorób. Wskazana deklaracja Doktorantki jest znacznie zbyt odważna.
 12. Str.21. niefortunne sformułowanie „*Prace nad dokumentacją zanieczyszczeń*”.
 13. Str.21. „*Alejami zgodnie z definicją (SJP)...*” – warto przytoczyć tą definicję.
 14. Str.22. nie wskazano metody doboru próby do badań ankietowych.
 15. Str.26. „*Przegląd wyników stężeń PM przedstawiono na Rysunkach X i Y.*” – rysunki są numerowane, właściwym nadano numery 3 i 4.

16. Rys.3, 4 – Na wykresach przedstawiono zmienność stężeń $PM_{2.5}$ i tak dokładnie powinien brzmieć opisy tych rysunków w miejsce „Przegląd stężeń zanieczyszczeń odnotowanych...”.
17. Analogiczna uwaga do powyższej dotyczy opisu Tabel 1 oraz 2.
18. Str.30. zawiera dość beładny opis rezultatów analizy ANOVA. Celem interpretacji współczynników modelu należy najpierw zaprezentować równanie tego modelu, wraz ze wskazaniem uzasadnienia statystycznej istotności jego współczynników. Następnie przy interpretacji wartości należy pamiętać o umieszczeniu jednostek, w jakich występują omawiane zmienne. W zdaniu „Wzrost średnicy o jedną jednostkę wiąże się ze wzrostem wartości usuwania $PM_{2.5}$ o 0,244, przy stałych pozostałych zmiennych” należy wskazać jednostkę zarówno średnicy drzewa, jak i przytaczanego stężenia $PM_{2.5}$.
19. Rysunek 5 jest zupełnie nieczytelny zarówno na str.32 jak i treści publikacji.
20. Str.35 „Rozprawa doktorska przedstawia praktyczne wnioski, które pozwalają na wdrożenie działań związanych ze zrównoważonym gospodarowaniem drzewostanem miejskim w celu maksymalizacji uzyskiwanych usług ekosystemowych oraz związanych z tym korzyści społecznych.” – tych wniosków w rozprawie jest bardzo niewiele.

Poza oceną merytoryczną pracy doktorskiej należy również zwrócić uwagę na inną aktywność Doktorantki. W obszarze popularyzacji wyników swoich prac na konferencjach naukowych wskazała 8 wystąpień konferencyjnych lub seminaryjnych. Doktorantka uczestniczyła w 5 projektach badawczych oraz jednym badawczo-edukacyjnym w ramach programu Erasmus+. Mgr inż. Kais wskazała, że prowadziła nadzór przyrodniczego nad 6 inwestycjami. Doktorantka pełniła rolę kierownika robót oraz koordynatora projektu w trakcie projektowania i budowy terenów zieleni na 10 osiedlach mieszkaniowych. Wykonywała również prace projektowe w zakresie zieleni i inwentaryzacje dendrologiczne w 4 projektach.

Wniosek

Przedłożona rozprawa doktorska rozszerza wiedzę o wpływie gospodarowania miejskim drzewostanem na zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego. W dysertacji Doktorantka przedstawiła wyniki badań modelowych oraz laboratoryjnych dotyczących ilości pochłanianych



pyłów zawieszonych $PM_{2,5}$ i PM_{10} przez zidentyfikowane na badanym obszarze gatunki drzew. Badania dowodzą, że zwiększenie pokrycia terenu koronami drzew — poprzez zapewnienie im odpowiednich warunków siedliskowych — znacząco podnosi skuteczność wychwytywania zanieczyszczeń pyłowych ($PM_{2,5}$). Ponadto w pracy podjęto analizę aspektów społecznych związanych ze świadomością mieszkańców na temat usług ekosystemowych, jakie pełnią drzewa miejskie. Uzyskane rezultaty mają istotne znaczenie praktyczne dla planowania zieleni miejskiej, ochrony środowiska oraz kształtowania polityki miejskiej w zakresie poprawy jakości powietrza chociaż przykładów takiego zastosowania Doktorantka nie przedstawiła. Wyniki mogą również znaleźć zastosowanie w inżynierii środowiska przy opracowywaniu strategii zarządzania drzewostanem oraz mogą stanowić podstawę do opracowania działań edukacyjnych mających na celu zwiększenie zaangażowania społeczności lokalnych we wspieranie inwestycji proekologicznych, co w dysertacji zostało wspomniane choć bez konkretnych rekomendacji. Tematyka rozprawy doktorskiej bez wątpienia mieści się w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

W wyniku pozytywnej oceny wymienionych elementów rozprawy, mimo wskazanych uchybień i braków, które nie są jednak kluczowe w całości dokonań, uznaję, że przedłożona mi do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Karoliny Kais pod tytułem: „Usługi ekosystemowe alei Warszawy” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim wymienione w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Na tej podstawie wnioskuję o Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska Górnictwo i Energetyka Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr inż. Karoliny Kais do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

J. Kamiński