

Prof. dr hab. inż. Jacek Antonkiewicz  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie  
Wydział Rolniczo-Ekonomiczny  
Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej  
PL. 31-120 Kraków, Al. Adama Mickiewicza 21  
Tel. +48 12 662 49 08; Tel/Fax. +48 12 662 43 41  
E-mail: [jacek.antonkiewicz@urk.edu.pl](mailto:jacek.antonkiewicz@urk.edu.pl)

Kraków, 26.01.2024 r.

### **Recenzja**

**osiągnięcia naukowego pt. „Środowiskowe i morfofizjologiczne uwarunkowania biofiltracji pyłu zawieszonego (PM) przez roślinność miejską” oraz dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego i organizacyjnego dr Robertowi Popkowi, ubiegającego się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo**

#### **1. Podstawa formalna opracowania recenzji**

Podstawą do opracowania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie dr hab. Dariusza Wrony, informujące o powołaniu mnie w dniu 09.11.2023 r., na recenzenta w Komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr Robertowi Popkowi, w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Recenzje opracowano w oparciu o przedstawione dokumenty:

- ✓ Wniosek przewodni do Rady Doskonałości Naukowej z dnia 11.09.2023 r.;
- ✓ Skan dyplomu potwierdzającego tytuł doktora nauk rolniczych (Załącznik 2);
- ✓ Autoreferat w języku polskim – prezentujący dorobek i osiągnięcia naukowe kandydata do stopnia doktora habilitowanego nauk rolniczych (Załącznik 3);
- ✓ Autoreferat w języku angielskim (Załącznik 3)
- ✓ Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo w dziedzinie nauki rolnicze (Załącznik 4);
- ✓ Wykaz osiągnięć naukowych – w języku angielskim (Załącznik 4)
- ✓ Potwierdzenie odbycia stażu naukowego w PAN (Załącznik 5)
- ✓ Oświadczenia współautorów (Załącznik 6);
- ✓ Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia (Załącznik 7);

#### **2. Przebieg pracy zawodowej**

Dr inż. Robert Popek jest absolwentem Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (SGGW).

W 2007 roku studia inżynierskie ukończył na kierunku ogrodnictwo, specjalizacja genetyka roślin w SGGW.

W 2008 roku ukończył studia magisterskie na kierunku ogrodnictwo, specjalizacja agroekologia w SGGW.

Na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „Ocena zdolności wybranych gatunków drzew i krzewów w fitoremediacji mikropyłów z powietrza w terenie zurbanizowanym” wykonanej pod kierunkiem prof. Heleny Gawrońskiej obronionej w roku 2013 na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu SGGW w Warszawie, uzyskał stopień naukowy doktora nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa.

W okresie 2013-2014 został zatrudniony na stanowisku pracownika naukowo-technicznego w Samodzielnym Zakładzie Przyrodniczych podstaw Ogrodnictwa, Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu SGGW w Warszawie.

W okresie 2014-2018 został zatrudniony na stanowisku biologa w Instytucie Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku.

Od 2018 r. do chwili obecnej jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w grupie pracowników naukowo-dydaktycznych w Zakładzie Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa, Katedry Ochrony Roślin, Instytutu Nauk Ogrodniczych SGGW w Warszawie.

### **3. Obowiązujące przepisy prawa na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego**

W dniu złożenia przez Kandydata wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo, tj. 11.09.2023 r., obowiązujące wymagania w tym zakresie zostały ujęte w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742). Zgodnie z art. 219 wyżej cytowanej ustawy stopień doktora habilitowanego nadaje się w szczególności osobie, która: 1) posiada stopień doktora; 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe (...), stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny; 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową (...) realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej (...), w szczególności zagranicznej.

### **4. Ocena osiągnięcia naukowego (art. 219, ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce)**

Osiągnięciem będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo jest cykl pięciu publikacji powiązanych tematycznie, ujętych pod wspólnym tytułem: „Środowiskowe i morfofizjologiczne uwarunkowania biofiltracji pyłu zawieszonego (PM) przez roślinność miejską”.

#### **4.1. Ocena formalna osiągnięcia naukowego**

Oceniane osiągnięcie naukowe stanowi cykl monotematycznych 5 oryginalnych prac twórczych, opublikowanych w latach 2017-2022:

1. Popek R., Łukowski A., Bates C., Oleksyn J. 2017. Accumulation of particulate matter, heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons accumulation on the leaves of *Tilia cordata* Mill. in five Polish cities with different level of air pollution. International Journal of Phytoremediation, 19, 12, 1134-1141. DOI: <https://doi.org/10.1080/15226514.2017.1328394>
2. Popek R., Haynes A., Przybysz A., Robinson S.A. 2019. How Much Does Weather Matter? Effects of Rain and Wind on PM Accumulation by Four Species of Australian Native Trees. Atmosphere, 10, 10, 633. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos10100633>
3. Popek R., Przybysz A. 2022. Precipitation plays a key role in the processes of accumulation, retention and re-suspension of particulate matter on *Betula pendula*, *Tilia cordata* and *Quercus robur* foliage. Desalination and Water Treatment, 275, 14-23. DOI: <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28603>
4. Popek R., Fornal-Pieniak B., Chyliński F., Pawełkiewicz M., Bobrowicz J., Chrzanowska D., Piechota N., Przybysz A. 2022a. Not only trees matter - Traffic-related PM accumulation by vegetation of urban forests. Sustainability, 14, 5, 2973. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14052973>
5. Popek R., Mahawar L., Shekhawat G.S., Przybysz A. 2022b. Phyto-cleaning of particulate matter from polluted air by woody plant species in the near-desert city of Jodhpur (India) and the role of heme oxygenase in their response to PM stress conditions. Environmental

Science and Pollution Research, 29, 70228–70241. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20769-y>

Stwierdzam, że w pierwszej publikacji tytuł podany w Autoreferacie nie jest identyczny jak w oryginalnej pracy, zamieszczonej na stronie wydawnictwa Taylor, Francis. Także w pracy nr 3, tytuł zamieszczony w Autoreferacie nie zgadza się z tytułem pracy zamieszczonej na stronie wydawnictwa Desalination.

Pomimo uwag wynikających być może z „niestarannego zacytowania (?)” stwierdzam, że wyżej wymienione publikacje naukowe są zamieszczone na internetowych stronach wydawnictw naukowych (Taylor, Francis, MDPI, Desalination, Springer) oraz zaopatrzone w cyfrowy identyfikator dokumentu elektronicznego (DOI). Łączna wartość naukometryczna publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe według listy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) zgodnie z rokiem opublikowania artykułów wynosi 395 punktów. Sumaryczny współczynnik wpływu impact factor (IF) wyżej wymienionych publikacji wynosi 14.985.

Badania zaprezentowane w publikacjach, wchodzących w skład osiągnięcia naukowego były finansowane przez Narodowe centrum Badań (NCN), fundusze pochodzące z Unii Europejskiej oraz poza jej terytorium (Australia).

Wyżej wymienione oryginalne prace twórcze (publikacje naukowe) składające się na oceniane osiągnięcie naukowe zostały w sposób zwięzły opisane na 17 stronach (od 4 do 21) Autoreferatu (Załącznik 3), w którym:

- Kandydat zamieścił przegląd literatury naukowej dotyczący zanieczyszczenia powietrza, jego wpływu na zdrowie ludzi oraz remediacji tego komponentu środowiska (powietrza) za pomocą roślin drzewiastych w środowisku miejskim, który cechuje się stosunkowo dużym zapyleniem i zanieczyszczeniem chemicznym (metalami ciężkimi, WWA);
- Kandydat sformułował główne cele badawcze wyżej wymienionych prac i osiągniętych wyników badań;
- Kandydat zaprezentował opis zastosowanych w poszczególnych pracach miejsc jako obiektów badawczych, metod badawczych, opartych na pomiarach pyłu zawieszonego (PM o średnicy mniejszej niż 100  $\mu\text{m}$ ), osadzonego na liściach testowanych drzew, pomiarów metali ciężkich i WWA w pyłach miejskich, oraz dokonał oceny poziomu stresu roślin wywołanego tymi zanieczyszczeniami;
- Kandydat przeprowadził syntezę opublikowanych 5 oryginalnych prac twórczych skupiając się na zagadnieniach wpływu zanieczyszczenia powietrza na stan jakości środowiska oraz dokonał oceny możliwości oczyszczania tego komponentu środowiska za pomocą roślin drzewiastych.

W załączniku 6 do przedłożonej dokumentacji znajduje się wykaz oświadczeń Współautorów prac włączonych w zakres osiągnięcia naukowego. Kandydat zamieszczając oświadczenia Współautorów wykazał swój merytoryczny udział w poszczególnych publikacjach składających się na osiągnięcie naukowe. Z analizy oświadczeń wynika, że udział Kandydata polegał na opracowaniu koncepcji badań i założeń metodycznych, przeprowadzeniu eksperymentów – pomiarów, interpretacji wyników i przygotowaniu manuskryptów.

#### **4.1.1. Ocena czy publikacje stanowią monotematyczny cykl publikacji**

Merytoryczna analiza treści przedłożonych 5 oryginalnych prac twórczych oraz zamieszczonego opisu w Autoreferacie, pozwala jednoznacznie uznać je za jedno tematyczny cykl publikacji naukowych. Decydują o tym wspólne cele główne oraz zakres badawczy ocenianych prac, związany metodycznie z szeroko rozumianą remediacją powietrza. Ponadto oryginalne prace twórcze zostały opublikowane w okresie 2017-2022 (1 praca w 2017, kolejna praca w 2019 i 3 prace ukazały się w 2022 roku), co wskazuje na ciągłość merytoryczną i czasową prezentowanych przez Kandydata badań naukowych.

#### **4.1.2. Ocena wkładu Kandydata w poszczególne prace twórcze osiągnięcia naukowego**

Spośród przedstawionych 5 oryginalnych prac twórczych, we wszystkich publikacjach naukowych, wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, Habilitant jest współautorem, zamieszczonym **na pierwszym miejscu, a także autorem korespondencyjnym** !!!

**Uwaga:** Bardzo sobie cenię takie podejście do monotematycznego cyklu publikacji, gdzie Autor jest pierwszym i korespondencyjnym Autorem, bo to wskazuje, że Autor „nie jest dopisywany” ?, i nie aplikuje o kolejny stopień naukowy na podstawie publikacji, do których został dopisany ? Dla mnie jako Recenzenta jest to bardzo istotne zagadnienie w kontekście „etycznej postawy Naukowca” i ocenie dorobku Kandydata, w jego rekomendacji do kolejnego stopnia naukowego.

Kluczowe dla uznania tych opracowań jako elementu osiągnięcia naukowego Kandydata, jest wykazanie znaczącej Jego roli w wyżej wymienionych oryginalnych pracach twórczych. Podstawą do takiego sformułowania są oświadczenia Współautorów zamieszczone w dokumentacji wniosku (załącznik 6). Oświadczenia są podpisane przez Współautorów i od strony formalnej przygotowane prawidłowo i nie budzą żadnej wątpliwości natury etycznej.

#### **4.2. Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego**

W swoim osiągnięciu naukowym Autor skupił się na badaniach nad pyłem zawieszonym (PM – particulate matter) o średnicy mniejszej niż 100  $\mu\text{m}$ , który jest nośnikiem zanieczyszczeń takich jak: PCDF, PCB, WWA i pierwiastki śladowe – substancji potencjalnie toksycznych, bardzo szkodliwych dla ludzi, i które mogą być usuwane przez roślinność drzewiastą w zanieczyszczonym środowisku miejskim.

Przedstawione do oceny merytorycznej pięć oryginalnych prac twórczych ukierunkowane zostały na wspólny cel dotyczący:

- oceny zdolności roślin drzewiastych do akumulacji PM oraz ilości i rodzaju zanieczyszczeń przenoszonych na pyłach zawieszonych w powietrzu,
- ocenę wpływu warunków atmosferycznych na zatrzymywanie PM na liściach,
- ocenę roślin drzewiastych jako lasu miejskiego (biofiltra) do oczyszczania powietrza z cząsteczek PM i badanie stresu roślin testowych wywołanych zanieczyszczeniem chemicznym powietrza miejskiego.

W ramach remediacji środowiska, istnieje potrzeba rozwijania nowych technologii, zwłaszcza w obszarze fitoremediacji zanieczyszczonych gleb i ziem, a przede wszystkim w fitoremediacji powietrza, w którym należy opracowywać nowe fitotechnologie oczyszczania powietrza z pyłów zawieszonych, będących nośnikiem zanieczyszczeń chemicznych. W prezentowanych badaniach, ujętych w cyklu publikacyjnym, powiązanych tematycznie, można wyodrębnić 3 obszary badawcze:

**Pierwszy obszar badawczy** dotyczył elementów morfologicznych roślin drzewiastych do filtracji pyłu zawieszonego antropogenicznie wzbogaconego w pierwiastki śladowe i WWA. Kandydat zwrócił uwagę także na warunki topograficzne występujące w badanych miastach (Gdańsk, Poznań, Warszawa, Wrocław, Kraków). W badaniach stwierdzono, że spośród różnych gatunków drzew lipa drobnolistna (*Tilia cordata* Mill) jest rośliną fitoremediacyjną powietrza oraz wskaźnikową, która najwięcej akumuluje zanieczyszczeń pyłowych, w tym metali ciężkich i poszczególnych węglowodorów z grupy WWA. W swoich badaniach Habilitant stwierdził, największe zanieczyszczenia powietrza metalami ciężkimi i WWA w Krakowie, w mieście które jest bardzo dobrze znane zwłaszcza z zanieczyszczeń chemicznych. Doniesienia Habilitanta potwierdzają wcześniejsze badania prof. Kondurackiej z Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, gdzie stwierdziła największą ilość zawałów serca wywołanych zanieczyszczeniem powietrza, zwłaszcza pyłem zawieszonym, który jest nośnikiem substancji toksycznych dla mieszkańca Krakowa. Ponadto Habilitant w swoim osiągnięciu naukowym wskazuje na istotne zależności pomiędzy pyłem zawieszonym a stężeniem metali ciężkich oraz WWA w powietrzu. Im większe stężenie pyłu zawieszonego w

powietrzu tym większe stężenie wyżej analizowanych zanieczyszczeń chemicznych. Habilitant podał konkretne źródła pierwiastków śladowych w powietrzu miejskim, które stanowią potencjalne zagrożenie dla mieszkańców miast i które można je wyeliminować stosując różne rozwiązania, w tym fitoremediację powietrza za pomocą np. lipy drobnolistnej.

**Drugi obszar badawczy** dotyczy możliwości wiązania (zatrzymywania i uwalniania) pyłu zawieszonego z powierzchni liści roślin drzewiastych, w różnych warunkach atmosferycznych (opady, temperatura, nasłonecznienie, pora roku, wiatr). Roślinami testowymi były brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth), lipa drobnolistna (*Tilia cordata* Mill) i dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.). Habilitant wykazał istotny wpływ opadów atmosferycznych na zmywanie – usuwanie PM z blaszek liściowych testowanych gatunków roślin. W swoich badaniach zwrócił uwagę na wielkość frakcji pyłu zatrzymywanego na blaszkach liściowych, czynników wywołujących deretencję PM z tych organów wskaźnikowych. Wykazał również istotny wpływ pory roku na ilość gromadzenia PM w liściach roślin, zwłaszcza kluczową porą roku jest lato, w okresie tym najwięcej gromadzi się zanieczyszczeń na roślinach. W swoich badaniach Habilitant wskazał również na wpływ wiatru, jego ruch na akumulację PM. Interesujące z punktu poznawczego jest stwierdzenie Habilitanta, że kierunek wiatru, a nie prędkość ma największy wpływ na akumulację PM na lub w liściach i kierunek wiatru powinien być uwzględniany w planowaniu miasta (architekturze).

**Trzeci obszar badawczy** dotyczył oszacowania przydatności zieleni miejskiej, na przykładzie lasu miejskiego, w procesach fitoremediacji powietrza. Habilitant wykazał istotną rolę roślinności zielnej i mchów w biofiltracji powietrza, a następnie krzew i drzew. Te cztery grupy warstw roślinności miejskiej uzupełniają się wzajemnie, w zależności od położenia i od źródła zanieczyszczeń. Cennym aspektem praktycznym badań Habilitanta jest stwierdzenie, że aby wykorzystać w pełni potencjał fitoremediacyjny roślin zielnych warto ograniczyć koszenie tej roślinności, zwłaszcza bezpośrednio przy drogach. Niższe warstwy roślinności zieleni miejskiej (mchy i rośliny zielne) w większym stopniu filtrują zanieczyszczone powietrze niż rośliny krzewiaste i drzewiaste. Cennym aspektem jest podanie zaleceń dla Zarządów Zieleni Miejskiej, gdzie: trawniki powinny być zastąpione łąkami, ponieważ oferują większą bioróżnorodność. Łąki nie trzeba kosić, a więc nie emitujemy dodatkowych zanieczyszczeń pochodzących z silników spalinowych, wykorzystywanych w kosiarkach. Należy wprowadzać mieszanki traw i roślin zielnych zwłaszcza wzdłuż dróg komunikacyjnych miast. A gęste korony wysokich drzew stanowią skuteczną warstwę izolacyjną dla zanieczyszczonego powietrza w mieście.

W osiągnięciu naukowym Habilitant zwrócił uwagę na mechanizm obronny natury enzymatycznej roślin drzewiastych, gdzie stwierdził, że oksygenaza hemowa (HO) była ściśle skorelowana z ilością PM w roślinach oraz stężeniem metali ciężkich w biomase blaszki liściowej. Cenne z punktu poznawczego jest również określenie czynnika stresowego w roślinie. Białka stresowe w tym oksygenaza hemowa pomagają w syntezie antyoksydantów, to jest w tolerancji na stres i detoksykacji metali ciężkich przez rośliny miejskie, odpowiedzialne za fitoremediację powietrza.

**Podsumowując** powyższe obszary badawcze, stwierdzam, że jako Recenzent bardzo żałuję, że nie ma kolokwium habilitacyjnego, w którym mógłbym, poprosić o komentarz lub dyskusję naukową dotyczącą osiągniętych rezultatów, które są dla mnie bardzo interesujące, a zarazem wiele wnoszące do nauki (pure science) jak i do praktyki remediacyjnej, planowania przestrzeni publicznej to jest projektowania zieleni miejskiej w kontekście biofiltracji zanieczyszczeń z powietrza.

Istotnym elementem badań Habilitanta jest wskazanie, że biomasa liści, pochodzących biofiltracji powietrza przez rośliny drzewiaste, na koniec sezonu wegetacyjnego, kwalifikuje się jako odpad niebezpieczny !!! Należało by podać numer katalogowy tego odpadu według obowiązującego katalogu odpadów (Katalog Odpadów 2022). Pozyskana biomasa z

zanieczyszczonego miasta np. Krakowa jest odpadem organicznym, i w zasadzie nie można ją składować ?, a więc należałoby wskazać kierunki przetwarzania tej biomasy na nowe produkty: np. kompost ?, środek poprawiający właściwości gleby ?, materiał wsadowy do produkcji biogazu ?, produkty nawozowe stosowane w ogrodnictwie ? Na przyszłość rekomenduję Habilitantowi kontynuowania badań, a zwłaszcza podjęcia się metod zagospodarowania biomasy roślin pochodzących z biofiltracji powietrza, bo to będzie stanowiło duże wyzwanie w kontekście gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ) i biogospodarki.

W dużej mierze moje kolejne pytanie jest spekulacyjne, ale mimo to jest jednak tematem do zbadania. Skoro Habilitant oceniał drzewa w kontekście remediacji powietrza, to nasuwa się pytanie: Czy wiek drewna testowanych drzew w miastach wpływa na dynamikę i wzajemne oddziaływanie metali ciężkich w układzie roślina – gleba ?

Pragnę także zwrócić uwagę w przyszłości (to jest tylko sugestia) na wpływ sztucznego miejskiego światła ulicznego, zwłaszcza w zakresie widzialnego, o długości fali 380-760 nm, które wpływa na proces fotosyntezy roślin (w tym drzewiastych), a tym samym na możliwość wzrostu i rozwoju blaszek liściowych, które są odpowiedzialne za absorpcję pyłu zawieszonego PM. Można by regulować światłem ulicznym intensywność procesu fotosyntezy, syntezą barwników chloroplastowych (chlorofile a i b), a także syntezą barwników pomocniczych: karoteny, ksantofile absorbujące światło fioletowe i niebieskie (400-520 nm) i wyższe pomarańczowoczerwone (620-680 nm), które będzie intensyfikowało proces fitoremediacji powietrza.

Kolejna moja sugestia dotyczy terminu „metale ciężkie” używane w Autoreferacie i publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego. Proponuję zamiast metale ciężkie używać pierwiastki śladowe. Termin pierwiastki śladowe będzie się bardziej wpisywał w tematykę fitoremediacji powietrza niż metal ciężkie.

**W podsumowaniu ocenianego monotematycznego** cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe stwierdzam, że uzyskane rezultaty badań są opisane w sposób precyzyjny, profesjonalny i tworzą logiczną całość uzasadniającą celowość ich połączenia w jeden blok tematyczny. Uwagi, które zawarłem w recenzji są natury naukowej, czasami dyskusyjne, z którymi można polemizować np. na kolokwium habilitacyjnym, którego nie będzie, ponieważ postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego nie przewiduje.

Oceniany cykl oryginalnych prac twórczych wnosi, bardzo dużo treści naukowych – aspektów poznawczych w zakresie zanieczyszczeń powietrza w miastach i jego fitoremediacji. W mojej ocenie recenzowany, monotematyczny cykl publikacji świadczy o dużej dojrzałości badawczej, naukowej, metodycznej, umiejętności stawiania problemów i ich rozwiązywania z punktu widzenia praktyki remediacyjnej.

W podsumowaniu osiągnięć naukowych stwierdzam, że podjęte przez Habilitanta prace badawcze w obszarze szeroko rozumianego rolnictwa (a także w zakresie rolnictwa miejskiego – łąki, tereny zielone i leśnictwa miejskiego – urban forests), stanowią istotne własne osiągnięcia naukowe, oraz wnoszą znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo. W mojej ocenie osiągnięcie naukowe Habilitanta mają charakter interdyscyplinarny łącząc ochronę powietrza w aglomeracjach miejskich i architekturę krajobrazu.

## **5. Ocena ilościowa pozostałego dorobku naukowego (aktywności naukowej) Kandydata**

Ilość i jakość dorobku naukowego dr inż. Roberta Popka, w kontekście ubiegania się o kolejny stopień naukowy doktora habilitowanego, jest bardzo duża, wystarczająca, naukowo ukierunkowana na oczyszczanie terenów miejskich z polutantów chemicznych.

Do swojego wniosku Habilitant załączył m.in. wykaz publikacji naukowych, rozdziałów w monografiach, z podziałem na okresy przed uzyskaniem stopnia doktora oraz po doktoracie (Załącznik 4). Z zestawienia wynika, że przed uzyskaniem stopnia doktora Kandydat jest współautorem 3 oryginalnych prac twórczych indeksowanych w bazie JCR oraz

w 1 pracy twórczej opublikowanej w czasopiśmie krajowym bez IF i w 1 rozdziale monografii naukowej.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant jest współautorem 24 oryginalnych pracach twórczych opublikowanych w czasopismach z IF, oraz 3 rozdziałach monografii naukowych.

### **5.1. Pozostałe osiągnięcia naukowe**

Poza pracami naukowymi, które składają się na cykl monotematycznych publikacji i stanowią osiągnięcie naukowe, Habilitant naukowo się zaangażował w kolejne obszary badawcze, których zakres obejmują następujące zagadnienia:

- Badania nad metodyką oznaczania zanieczyszczeń na liściach roślin;
- Badania nad wykorzystaniem roślin (mchy, rośliny zielne, krzewiaste i drzewiaste) do redukcji zanieczyszczeń z powietrza, w tym badania nad sprawnością aparatu fotosyntetycznego do usuwania zanieczyszczeń fizycznych (pyły) i chemicznych (MC, WWA);
- Badania nad enzymatycznymi barierami obronnymi roślin przed toksycznym oddziaływaniem jonów metali ciężkich pochodzących z powietrza;
- Badania nad bioakumulacją mikroplastiku, tworzeniem barier dźwiękochłonnych przez wybrane gatunki roślin w miastach.

W podsumowaniu dorobku naukowego Habilitanta stwierdzam, że wymienione obszary badawcze były realizowane z powodzeniem, w kooperacji z innymi jednostkami naukowymi, w ramach projektów naukowych krajowych i zagranicznych, oraz staży naukowych, a ich wyniki zostały opublikowane w czasopismach z listy Filadelfijskiej z IF, indeksowanych w bazie JCR. Powyższy dorobek naukowy jest bardzo wartościowy !!! i w znacznym stopniu wnosi nowe treści naukowe i poznawcze do dziedziny nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

### **5.2. Uczestnictwo w projektach badawczych krajowych i zagranicznych**

Z przedstawionej do recenzji dokumentacji wynika, że dr inż. Robert Popek uczestniczył w licznych w projektach naukowych, o zasięgu krajowym (3 projekty) i międzynarodowym (3 projekty). Powyższe projekty były finansowane przez instytucje krajowe, w tym Narodowe Centrum Nauki, a także przez Komisję Europejską, Fundusze Norweskie oraz rząd Australii.

Rezultaty przeprowadzonych badań w ramach projektów zostały opublikowane w licznych artykułach naukowych, indeksowanych w bazie JCR oraz WoS. Artykuły naukowe zawierające rezultaty projektów cieszą się dużym zainteresowaniem i cytowaniem, co wskazuje na dużą rozpoznawalność w zakresie fitoremediacji powietrza w aglomeracjach miejskich.

### **5.3. Działalność dydaktyczna i edukacyjna**

Dr inż. Robert Popek realizował liczne zajęcia dydaktyczne, jest promotorem kilkunastu prac inżynierskich i magisterskich z zakresu remediacji środowiska.

### **5.4. Osiągnięcia w działalności organizacyjnej**

Kandydat do stopnia naukowego doktora habilitowanego uczestniczył w organizacji wielu konferencji naukowych, o zasięgu krajowym i zagranicznych, na których również wygłaszał wyniki badań uzyskane w ramach realizowanych projektów naukowych.

### **5.5. Odbyte staże w krajowych i zagranicznych ośrodkach naukowych**

Kandydat pracował w Instytucie Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku, w latach 2014-2018 na stanowisku biologa, realizując projekt naukowy z zakresu remediacji powietrza za pomocą roślin drzewiastych, (był to trzyletni staż naukowy, potwierdzony przez właściwą instytucję) oraz dwumiesięczny staż – projekt w Indiach, w Jai Narain Vyas University w Jodhpur oraz odbył 4 miesięczny staż naukowy w Australii, w Uniwersytecie Wollongong. Powyższe staże, projekty bardzo wysoko oceniam ze względu na możliwość budowania sieci naukowych i badawczych oraz możliwość budowania zespołów naukowych, które będzie aplikowało o projekty międzynarodowe. Odbyte staże naukowe pozwoliły

Habilitantowi poznać nowe rozwiązania, standardy, metody wykorzystywane w nauce oraz na jego rozpoznawalność nie tylko w skali krajowej, ale także międzynarodowej.

### **Wniosek końcowy**

Dr inż. Robert Popek posiada bardzo bogaty, wystarczający dorobek naukowy, spełnia wymagania stawiane w odnośnych przepisach dotyczących procedury habilitacyjnej (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce). W związku z tym wnoszę do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dalsze procedowanie, a następnie o nadanie Jemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Prof. dr hab. inż. Jacek Antonkiewicz