

Dr hab. inż. Agnieszka Montusiewicz, prof. uczelni
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 40B
20-618 Lublin

Lublin, 5.01.2024 r.

Recenzja dotycząca oceny dorobku dr inż. Mireli Wolf-Baca
ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w aspekcie wymagań określonych w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r.
Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742)

1. Podstawy formalne sporządzenia recenzji

Recenzja przygotowana została w związku z decyzją Rady Doskonałości Naukowej i uchwałą Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej nr 799/35/RDND08/2021-2024 z dnia 18 października 2023 r. o powołaniu mnie w roli recenzenta do składu komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, wszczętego na wniosek dr inż. Mireli Wolf-Baca w dniu 12 lipca 2023 r. O fakcie tym poinformował mnie dr hab. inż. Robert Król, prof. uczelni, Przewodniczący Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej, pismem znak RDND08/174/2023 z dnia 24 października 2023 r. Podstawą opracowania recenzji był komplet dokumentacji Kandydatki w formie elektronicznej oraz zawiadomienie nr 58/10/D08/2023 o wyznaczeniu mnie na recenzenta i członka Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego Pani dr inż. Mireli Wolf-Baca, sygnowane przez Rektora Politechniki Wrocławskiej, prof. Arkadiusza Wójśa.

2. Sylwetka Habilitantki

Dr inż. Mirela Wolf-Baca jest absolwentką Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, który ukończyła w 2014 r. uzyskując tytuł magistra inżyniera inżynierii środowiska. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Kandydatka uzyskała w 2019 r., broniąc rozprawy doktorskiej pt. „Zastosowanie czujnika impedancyjnego do detekcji biofilmu w wodzie wodociągowej”. Promotorem rozprawy była prof. dr hab. Teodora Traczewska, a recenzentami prof. dr hab. inż. Elżbieta Grabińska-Sota oraz prof. dr hab. Monika Załęska-Radziwiłł. Stopień doktora został nadany Kandydatce uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej w dniu 30.09.2019 r.

Aktywność zawodowa Kandydatki związana jest z Zakładem Biologii Sanitarnej i Ekotechniki, Laboratorium Biotechnologii Środowiska Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej. W latach 2018-2020 dr inż. Mirela Wolf-Baca pracowała w tej

jednostce na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego, a od 2020 r. do chwili obecnej jest zatrudniona jako adiunkt naukowo-dydaktyczny.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe to autorska monografia o charakterze eksperymentalnym pt. „Sezonowa zmienność migracji genów oporności na antybiotyki i struktur bakteryjnych w biofilmie na kolejnych etapach oczyszczania wody przeznaczonej do spożycia”, wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2023, ISBN: 978-83-7493-230-1. Recenzentami wydawniczymi monografii były: dr hab. inż. Wioletta Przysaś, prof. Politechniki Śląskiej oraz dr hab. inż. Wioletta Rogulska-Kozłowska ze Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Monografię wydało wydawnictwo ujęte w wykazie MEiN w roku jej opublikowania; liczba punktów według wykazu wynosi 80. W związku z powyższym stwierdzam, że osiągnięcie naukowe spełnia wymagania formalne określone w art. 219 ust.1 pkt 2 lit. a ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742).

Tematyka badań podjętych przez Habilitantkę jest aktualna i niezwykle ważna z punktu widzenia inżynierii środowiska. Z uwagi na skalę stosowania antybiotyków w medycynie i weterynarii, niecałkowite ich metabolizowanie w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt, a także nieprawidłową eliminację przeterminowanych leków, wzrost ładunku ścieków wytwarzanych przez przemysł farmaceutyczny oraz niecałkowitą degradację antybiotyków w stacjach uzdatniania wody i oczyszczalniach ścieków, ich obecność w ekosystemach wodnych stale wzrasta, co skutkuje selekcją w kierunku zwiększania liczby antybiotykoopornych szczepów bakteryjnych, również wielolekoopornych, i rozprzestrzenianiem genów oporności na antybiotyki wśród bakterii środowiskowych. Stanowi to poważne zagrożenie dla środowiska oraz zdrowia ludzi i zwierząt zwłaszcza, że ekosystemy wodne są źródłem wody ujmowanej na cele wodociągowe, a monitorowanie zawartości bakterii lekoopornych i genów oporności na antybiotyki w środowisku naturalnym nie jest prawnie uregulowane.

Dr inż. Mirela Wolf-Baca uznała za celowe zbadanie zjawiska migracji genów oporności na antybiotyki i bioróżnorodności biofilmów zasiedlających powierzchnię urządzeń wykorzystywanych w procesach uzdatniania wody powierzchniowej i infiltracyjnej wprowadzanej do systemów wodociągowych, a także wytypowanie genetycznych markerów oporności bakteryjnej na sulfonamidy, β -laktamy, karbapenemy i makrolidy, oraz określenie roli genu *intI1* kodującego integrację (markera horyzontalnego transferu genów) w rozprzestrzenianiu się genów oporności na antybiotyki w środowisku wodnym, w kontekście zmian sezonowych i zróżnicowanej technologii uzdatniania wody. Zaproponowane przez Habilitantkę podejście uważam za oryginalne, cenne i wpisujące się w aktualne trendy inżynierii środowiska. Tytuł osiągnięcia naukowego został sformułowany poprawnie i znajduje adekwatne odzwierciedlenie w treści monografii. Tematyka osiągnięcia ma istotne znaczenie poznawcze i praktyczne.

Monografia stanowiąca osiągnięcie naukowe liczy 148 stron. Rozpoczyna ją streszczenie i wykaz ważniejszych skrótów, w dalszej części opracowanie obejmuje 9 rozdziałów merytorycznych, spis literatury i źródeł internetowych, streszczenie w języku angielskim oraz

spis tabel, rysunków i załączników. Monografię zamyka spis treści (str. 137-138), co w mojej ocenie utrudnia korzystanie z opracowania, oraz załączniki (4 szt.). Struktura części merytorycznej monografii jest typowa dla rozpraw naukowych o charakterze eksperymentalnym. Uważam jednak, że rozdziały 6 i 7 powinny być włączone jako podrozdziały do rozdziału 5 i odpowiednio zatytułowane, ponieważ prezentują wyniki badań Autorki powiązanych z analizą genetyczną i uzupełniających ją w istotny sposób.

W krótkim *Wprowadzeniu* (Rozdział 1, 2 strony) dr inż. Mirela Wolf-Baca przedstawia zarys zagadnień związanych z występowaniem i rozprzestrzenianiem się bakterii antybiotykoopornych i genów oporności na antybiotyki w systemach dystrybucji wody pitnej. Ten rozdział wprowadza czytelnika w problematykę pracy, wskazując lukę badawczą i sygnalizując elementy nowości, stanowiące wkład Autorki w rozwój wiedzy z zakresu inżynierii środowiska.

W *Przeglądzie piśmiennictwa* (Rozdział 2, 10 stron) Autorka zawarła ogólne treści dotyczące źródeł antybiotyków w środowisku wodnym oraz zagrożeń z związanych z ich występowaniem, przedstawiła bakteryjne mechanizmy oporności na antybiotyki, omówiła problem biofilmu jako rezerwuaru genów oporności na antybiotyki i bakterii patogennych, a także scharakteryzowała metody detekcji genów oporności na antybiotyki w biofilmach, wskazując na znaczenie metod molekularnych w wykrywaniu nieznanymi determinantów oporności. Rozdział ten jest zwięzły, ale bogaty w treści i dobrze osadzony w piśmiennictwie związanym z tematyką osiągnięcia. Kończąc rozdział, Autorka wyraźnie wskazała lukę badawczą z zakresu omawianej problematyki.

Kolejny rozdział (Rozdział 3, 2 strony) zawiera opis kluczowych elementów rozprawy, takich jak *Cel i zakres pracy*. Dr inż. Mirela Wolf-Baca poprawnie sformułowała główny cel naukowy pracy, którym było zbadanie zjawiska i zaobserwowanie trendów w migracji genów oporności na antybiotyki oraz bioróżnorodności biofilmów tworzących się na urządzeniach wykorzystywanych w procesach uzdatniania wody. Wytyczając kierunki badań, sformułowała także pięć celów szczegółowych: 1/określenie stopnia redukcji genów oporności na antybiotyki w biofilmach obecnych na powierzchniach urządzeń wykorzystywanych do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia w zależności od zastosowanych ciągów technologicznych, 2/ilościowe określenie genów oporności na wybrane antybiotyki w stosunku do ogólnej liczby bakterii w zależności od pory roku z uwzględnieniem wykorzystywanej technologii uzdatniania wody, 3/określenie bioróżnorodności bakterii w pobranych biofilmach w różnych porach roku, 4/wyznaczenie wpływu parametrów fizykochemicznych wody uzdatnianej w aspekcie zmienności sezonowej organizmów obecnych w biofilmach oraz 5/określenie roli genu MGE (*intI1*) w rozprzestrzenianiu się genów oporności na antybiotyki w środowisku wodnym (powinno być „określenie roli genu (*intI1*) w rozprzestrzenianiu się...”, MGE to integron). Habilitantka zdefiniowała cztery hipotezy badawcze, których pozytywną weryfikację stanowią wyniki badań zaprezentowane w osiągnięciu naukowym: 1/skład społeczności drobnoustrojów ma wpływ na obecność genów oporności na antybiotyki w biofilmach bakteryjnych, 2/poszczególne rodzaje bakterii w biofilmach mogą być skorelowane z jakościowym wykrywaniem genów, 3/istnieje zależność między stosowaną technologią uzdatniania wody i ilością genów oporności na antybiotyki w odniesieniu do pory roku, 4/istnieje związek między parametrami

fizykochemicznymi wody uzdatnianej a ilością genów opornych na antybiotyki obecnych w błonie biologicznej. Uważam, że przedstawiony zakres badań jest adekwatny do realizacji przyjętych celów i umożliwia weryfikację hipotez badawczych.

W rozdziale *Materiały i metody* (Rozdział 4, 14 stron) Habilitantka prezentuje warsztat badawczy. W sposób skrótowy charakteryzuje obszar badań i punkty poboru prób, podaje sposób poboru prób oraz sposób izolacji materiału genetycznego, prezentuje procedury w zakresie detekcji jakościowej genów oporności na antybiotyki w biofilmach, w tym kontrolę pozytywną reakcji PCR, opisuje elektroforetyczny rozdział produktów reakcji PCR w żelu agarozowym i metodę ilościowego oznaczania genów oporności na antybiotyki według krzywych standardowych reakcji qPCR, przedstawia szeroki zakres analiz użytych do oceny bioróżnorodności błony biologicznej, w tym sekwencjonowanie nowej generacji, analizę bioinformatyczną i analizę podobieństw zgrupowań, a także metody analizy statystycznej użyte w pracy. Materiałem w badaniach Habilitantki był biofilm pochodzący z urządzeń dwóch stacji uzdatniania wody we Wrocławiu, zróżnicowanych technologicznie z uwagi na źródło ujmowanej wody (powierzchniowa i infiltracyjna). Biofilm pobierano sezonowo (w okresie lata, jesieni zimy i wiosny) z powierzchni ścian urządzeń na głębokości 1 m poniżej zwierciadła wody w trzech miejscach tak, by uzyskać próbę reprezentatywną o powierzchni 1 m². Uzyskano łącznie 49 próbek biofilmu oraz 28 izolatów reprezentujących miejsce poboru i porę roku. Do badań wybrano geny oporności w odniesieniu do sześciu klas antybiotyków, w tym: geny oporności na sulfonamidy (*sul1*, *sul2*), tetracyklinę (*tetA*, *tetB*), β-laktamy (*blaTEM*, *blaCTX*, *ampC*), karbapenemy (*blaKPC*, *blaNDM*, *blaOXA*), geny oporności na erytromycynę nadające oporność na makrolidy (*ermA*, *ermB*), a także gen kodujący integrazę (*intI1*) jako marker horyzontalnego transferu genów. Gen rybosomalnego RNA 16S oznaczano ilościowo przyjmując go jako miarę całkowitego obciążenia biomasy bakteriami.

Dobór przedmiotu badań, metod badawczych, analitycznych i statystycznych oceniam jako właściwy, mam jednak kilka uwag krytycznych dotyczących opisu obiektu badań i przyjętej metodyki. Uważam, że opis technologiczny stacji uzdatniania wody jest powierzchowny, nie podaje typu urządzeń (grawitacyjne, ciśnieniowe) i prędkości filtracji dla różnych rodzajów filtrów. Autorka stosuje uproszczoną terminologię („filtry węglowe” zamiast „filtry adsorpcyjne”, „drzwiczki zamykające odżelaziacz” zamiast „właz rewizyjny”) i niewłaściwie definiuje komorę aeracji jako odżelaziacz. Odżelazianie w najprostszym układzie technologicznym obejmuje procesy aeracji i filtracji, przy czym w wyniku aeracji zmienia się forma związków żelaza, ale ich usuwanie następuje w filtrze pospiesznym. Stąd nazywanie aeratora odżelaziaczem uważam za błędne. Stwierdzenie, iż po infiltracji „woda nabiera cech wody podziemnej” jest zbyt daleko idące, przede wszystkim z uwagi na odmienną dla obu rodzajów wód zawartość trwałych zanieczyszczeń organicznych, stężenie agresywnego ditlenku węgla i twardość. Moje wątpliwości budzi także sposób przygotowania kontroli pozytywnej reakcji PCR. Uważam, że do tego celu zamiast osadu czynnego należało zastosować błonę biologiczną pobraną ze ścian komory bioreaktora, są to bowiem inne rodzaje biomasy.

Oryginalne osiągnięcia naukowo-badawcze dr inż. Mireli Wolf-Baca zostały przedstawione w trzech rozdziałach: *Wyniki* (Rozdział 5, 38 stron), *Wpływ parametrów*

fizykochemicznych na analizowane biofilmy (Rozdział 6, 9 stron) oraz *Analiza składowych głównych* (Rozdział 7, 8 stron), które powinny łącznie tworzyć rozdział wynikowy. Ta część pracy (stanowiąca ok. 37% całości monografii) przygotowana jest w sposób jasny i logiczny. Szczegółowo omówiono tu wyniki analizy genetycznej, zależności między parametrami fizykochemicznymi wody a oznaczanymi genami i bioróżnorodnością w biofilmach, oraz wyniki analizy składowych głównych. Wysoko oceniam poziom merytoryczny tej części monografii, a także graficzną i tabelaryczną ilustrację wyników. Nie dotyczy to tabel umieszczonych na str. 74-77 (oraz tabel w załączniku 3, str. 142-147), których edycja jest niewłaściwa, co utrudnia czytelnikowi odbiór przedstawionych tam treści. Niestety, w części wynikowej pracy Autorka nie ustrzegła się pewnych błędów. Pragnę zwrócić uwagę, że filtry adsorpcyjne wypełnione węglem aktywnym z uwagi na prędkość filtracji ($v_f = 5-30$ m/h) nie mogą być zaliczane do filtrów powolnych ($v_f = 0,1-0,3$ m/h) i pracują jako filtry pospieszne, a w tabeli 18 podano niewłaściwe wartości stężeń żelaza, być może z uwagi na błąd jednostki (miligramy zamiast mikrogramów). W wodzie surowej stężenie żelaza nie przekracza zazwyczaj 20 mg/dm^3 (dla wód podziemnych, dla wód powierzchniowych jest niższe), w wodzie uzdatnionej zgodnie z obowiązującymi przepisami nie może przekraczać $0,2 \text{ mg/dm}^3$.

Wyniki badań przedyskutowano w rozdziale *Omówienie wyników* (Rozdział 8, 14 stron). Dyskusję wyników oceniam jako wnikliwą, popartą najnowszymi doniesieniami literaturowymi i świadcząca o dojrzałości naukowej Habilitantki, a drobne błędy, np. stwierdzenie, że „sieć wodociągowa wykonana jest z żelaza” (str. 100), gdy prawdopodobnie chodzi o żeliwo, nie umniejszają tej oceny.

Rezultaty badań umożliwiły zweryfikowanie hipotez badawczych. Najważniejsze osiągnięcia naukowo-badawcze zebrano w formie wniosków przedstawionych w ostatnim z rozdziałów merytorycznych *Podsumowanie i wnioski* (Rozdział 9, 5 stron). Stwierdzam, że wnioski są poparte wynikami badań Habilitantki.

Pracę kończy *Literatura*, spis obejmujący 186 pozycji literaturowych przedstawionych w porządku alfabetycznym, a następnie spis źródeł internetowych, streszczenie w języku angielskim oraz spis tabel, rysunków i załączników. Piśmiennictwo obejmuje głównie pozycje anglojęzyczne, z dużym udziałem prac z ostatniego dziesięciolecia (76%). Bibliografię uważam za bogatą, aktualną i reprezentatywną dla tematyki pracy.

Do znaczących osiągnięć Kandydatki przedstawionych w monografii należą:

- poszerzenie stanu wiedzy z zakresu mikrobiologii technicznej związanej z rodzajem i częstością występowania genów warunkujących oporność na sulfonamidy, β -laktamy, karbapenemy, makrolidy i genu integrazy, oraz bioróżnorodnością biofilmów zasiedlających powierzchnię urządzeń wykorzystywanych w procesach uzdatniania wody powierzchniowej i infiltracyjnej, w kontekście zmian sezonowych i zróżnicowanej technologii uzdatniania wody,
- wykazanie, że skład społeczności drobnoustrojów ma wpływ na obecność genów warunkujących oporność na antybiotyki, a rodzaj bakterii wchodzących w skład

biofilmu może być utożsamiany z ilościowym wykrywaniem genów oraz wskazanie genów *sul1*, *intI1* i *ermB* jako markerów tej zależności,

- wykazanie, że źródło uzdatnianej wody (powierzchniowe lub infiltracyjne) i technologia jej uzdatniania mają istotny wpływ na ilość i rodzaj genów warunkujących antybiotykooporność, przy czym 96% wszystkich genów (liczonych jako ilości kopii genów/ng DNA) oznaczono w biofilmach urządzeń stacji uzdatniania wody powierzchniowej, a 4% w biofilmach urządzeń stacji uzdatniania wody infiltracyjnej,
- wykazanie, że istnieje zależność pomiędzy parametrami fizykochemicznymi wody a genami warunkującymi oporność na β -laktamy swoista dla źródła ujmowanej wody,
- wykazanie, że procesy uzdatniania skutecznie usuwają większość genów warunkujących oporność na antybiotyki obecnych w wodzie surowej,
- wykazanie obecności genów *intI1* w ostatnim etapie uzdatniania jako źródła zagrożenia dla odbiorców wody wodociągowej, z uwagi na przekazywanie oporności mikroorganizmom występującym w środowisku wodnym, w tym patogenom,
- ustalenie, że kształtowanie konsorcjów drobnoustrojów w stacjach uzdatniania wody, niezależnie od źródła jej ujmowania, determinowane jest raczej miejscem poboru próby, a nie sezonowością,
- wytypowanie najbardziej powszechnych genów *intI1*, *sul2*, *sul1*, *tetA*, *blaOXA* i *blaTEM* występujących w biofilmach urządzeń stacji uzdatniania wody, wskazanie ich jako genetycznych markerów oporności i wykazanie, że ilość genów warunkujących oporność na poszczególne grupy antybiotyków maleje według porządku: sulfonamidy > karbapenemy > tetracykliny > β -laktamy > makrolidy,
- wykazanie obecności patogenów oportunistycznych w biofilmach urządzeń stacji uzdatniania wody, w tym bakterii z rodzaju *Aeromonas* w zbiorniku wody surowej w sezonie letnim i zimowym, oraz bakterii *Pseudomonas sp.* w filtrach piaskowych i adsorpcyjnych wypełnionych węglem aktywnym w sezonie letnim i wiosennym.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dr inż. Mireli Wolf-Baca pt. „Sezonowa zmienność migracji genów oporności na antybiotyki i struktur bakteryjnych w biofilmie na kolejnych etapach oczyszczania wody przeznaczonej do spożycia” jest wartościowe i wnosi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej

Tematyka prac badawczych dr inż. Mireli Wolf-Baca dotyczy dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Do głównego obszaru działalności naukowej Habilitantki zaliczyć należy prace z zakresu mikrobiologii technicznej i środowiskowej, w tym badania mikrobiologicznej jakości wody, badania dotyczące wzrostu błony biologicznej na różnych

materiałach stosowanych do budowy sieci wodociągowych, badania taksonomii konsorcjów mikroorganizmów w systemach dystrybucji wody z wykorzystaniem metod molekularnych, uwzględniające detekcję i analizę rozprzestrzeniania się patogenów w sieciach wodociągowych, a także badania antybiotykooporności i analizę genów warunkujących antybiotykooporność w systemach dystrybucji wody. Innym obszarem zainteresowań Kandydatki są badania dynamiki tworzenia biofilmu na materiałach medycznych.

Do istotnych osiągnięć w działalności naukowej dr inż. Mireli Wolf-Baca należy zaliczyć:

- poszerzenie zakresu wiedzy dotyczącej występowania antybiotykoopornych bakterii i genów warunkujących oporność na antybiotyki w wodzie wodociągowej i biofilmie zasiedlającym powierzchnię armatury wodociągowej oraz ich rozprzestrzeniania się poprzez systemy dystrybucji wody,
- molekularną ocenę rezystomu bakterii w systemach dystrybucji wody z wykorzystaniem sekwencjonowania nowej generacji, pozwalającą na wykazanie, że w wodzie wodociągowej występują bakterie przypisane do czterech głównych typów: *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes* i *Proteobacteria*, a na powierzchni armatury wodociągowej dominują typy *Proteobacteria* i *Bacteroidetes*, przy znacznym udziale bakterii niehodowlanych,
- wykazanie, że biofilmy systemów wodociągowych stanowią rezerwuary genów oporności na antybiotyki,
- wykazanie z zastosowaniem sekwencjonowania wysokoprzepustowego (HTS), że w wodzie wodociągowej oraz w biofilmach rozwijających się na powierzchni armatury wodociągowej występują patogeny oportunistyczne, które mogą powodować zagrożenie epidemiologiczne,
- wykazanie, że różnorodność biologiczna zbiorowisk mikroorganizmów w biofilmie systemów wodociągowych zależy od pory roku, materiału, z którego wykonano sieć wodociagową oraz lokalizacji miejsca poboru próby, a oporność na antybiotyki rozprzestrzenia się lokalnie na małe odległości,
- wykazanie, że klasyczne metody oceny stanu sanitarnego wody nie są wystarczające i powinny być rozszerzone o techniki biologii molekularnej z uwagi na obecność gatunków mikroorganizmów wysoce podobnych do bakterii chorobotwórczych, których wykrycie nie jest możliwe z wykorzystaniem hodowli płytkowej,
- wykorzystanie do badań dynamiki tworzenia biofilmu nowych metod pomiarowych, takich jak skaningowa sonda Kelvina, holotomografia cyfrowa i spektroskopia w podczerwieni, stanowiących alternatywę dla klasycznych metod biochemicznych i fluorescencyjnych.

Dorobek naukowo-badawczy dr inż. Mireli Wolf-Baca według bazy DONA – Bibliografia dorobku Politechniki Wrocławskiej to łącznie 40 pozycji, w tym: monografia stanowiąca osiągnięcie naukowe, oryginalne prace twórcze indeksowane w bazie Journal Citation Reports (JCR) (13), artykuły w czasopismach recenzowanych nie objętych indeksacją w bazie JCR (5) oraz rozdziały w monografiach naukowych (2) i rozdziały w książkach (2). Dorobek uzupełniają referaty i komunikaty na konferencjach krajowych oraz

międzynarodowych (13) oraz członkostwo w redakcjach naukowych monografii (1). Większość dorobku stanowią opracowania współautorskie, przy czym dr inż. Mirela Wolf-Baca jest pierwszym autorem dziesięciu prac. W mojej opinii, nieznaczna liczba prac monoautorskich stanowi pewną lukę w dorobku Habilitantki, ale fakt ten nie wpływa istotnie na jego ocenę. Podjęte przez Kandydatkę badania z zakresu mikrobiologii dotyczą prób środowiskowych, wymagają dużego nakładu pracy i są czasochłonne, dlatego zazwyczaj są realizowane w ramach zespołów, we współpracy z innymi naukowcami. Należy podkreślić, że 13 prac w dorobku Habilitantki to artykuły opublikowane w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym.

Przedstawiony do oceny wykaz opublikowanych prac naukowo-badawczych dr inż. Mireli Wolf-Baca wskazuje, że przed uzyskaniem stopnia doktora Kandydatka opublikowała 2 rozdziały w monografiach naukowych oraz 5 współautorskich artykułów w czasopismach nie objętych indeksacją w bazie JCR. Po doktoracie Habilitantka opublikowała 13 oryginalnych prac twórczych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym indeksowanych w bazie JCR, objętych wykazem MNiSW oraz MEiN, przy czym 12 spośród nich przypisano do dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Wszystkie wspomniane prace są anglojęzyczne, co zwiększa szanse szerokiego upowszechnienia wyników badań. Artykuły charakteryzuje sumaryczny wskaźnik IF na poziomie 60,179, a przypisana im łączna liczba punktów MNiSW oraz MEiN wynosi odpowiednio 60 (do 2019 r.) i 1400 (po 2019 r.).

Analiza dorobku potwierdza, że jest on tematycznie związany z dyscypliną inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Pod względem ilościowym został podwojony, a pod względem jakościowym – istotnie powiększony po uzyskaniu przez Kandydatkę stopnia doktora. Kandydatka wykazała także współpracę z innymi ośrodkami naukowymi, w tym zagranicznymi.

Elementy dorobku są następujące:

1/ W bazie JCR w momencie składania wniosku odnotowano 13 artykułów współautorstwa dr inż. Mireli Wolf-Baca, opublikowanych w czasopismach takich jak: *Science of the Total Environment*, *Journal of Hazardous Materials*, *Measurement*, *SN Applied Science*, *Water*, *Polish Journal of Microbiology*, *Environment Protection Engineering*, *International Journal of Molecular Science*, *International Journal of Environmental Research*, *Desalination and Water Treatment*, *Diversity-Basel* oraz *Water Science and Technology – Water Supply*, przy czym jeden z artykułów upowszechnia w obiegu międzynarodowym część wyników przedstawionych w monografii habilitacyjnej. Według stanu z dnia 28.12.2023 r. liczba publikacji w bazie JCR nie uległa zmianie.

2/ Kandydatka opublikowała również 5 prac naukowych w recenzowanych czasopismach nie posiadających współczynnika wpływu IF oraz 2 rozdziały w monografiach naukowych; opracowała także 3 Raporty Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej (prace niepublikowane).

3/ Dorobek dr inż. Mireli Wolf-Baca obejmuje uczestnictwo w 14 konferencjach naukowych międzynarodowych oraz 1 konferencji krajowej.

- 4/ Sumaryczny Impact Factor artykułów opublikowanych przez Habilitantkę wynosił w momencie zgłaszania wniosku 60,179 (zgodnie z rokiem opublikowania), a z uwzględnieniem podziału na liczbę autorów – 22,354. Sumaryczna liczba punktów zgodnie z rokiem opublikowania prac wynosi 60 (do 2019 r.) oraz 1400 (po 2019 r.). Całość dorobku to 1460 punktów MNiSW i MEiN, a z uwzględnieniem podziału na liczbę autorów – 515,71 punktów.
- 5/ Według danych z bazy Web of Science liczba cytowań prac dr inż. Mireli Wolf-Baca w momencie składania wniosku wynosiła 55, bez autocytowań 45 (według Scopus odpowiednio 77 oraz 54), przy wartości indeksu Hirscha 5 (według Scopus 6). Obecnie liczba cytowań w bazie Web of Science wynosi 71, bez autocytowań 52 (według Scopus odpowiednio 87 oraz 64), przy wartości indeksu Hirscha 6 (stan z dnia 28.12.2023 r.), co wskazuje, że prace Kandydatki cieszą się zainteresowaniem środowiska naukowego, a stopień upowszechniania wyników wzrasta w szybkim tempie.
- 6/ Kandydatka wykazała członkostwo Komitetów Organizacyjnych czterech międzynarodowych konferencji naukowych: „8th Eastern European IWA YWP Conference”, „9th Eastern European IWA YWP Conference” oraz 14 i 15 edycji „Students’ Science Conference”.
- 7/ Dr inż. Mirela Wolf-Baca była kierownikiem projektu badawczego „Ocena kompatybilności biofilmów generowanych na materiałach elektrotechnicznych i technicznych sieci wodociągowych” (0402/0082/16) dla młodych naukowców i doktorantów Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej finansowanego przez MNiSW oraz wykonawcą w granie MINIATURA 4 „Sezonowa zmienność migracji genów oporności na antybiotyki i struktur bakteryjnych na kolejnych etapach oczyszczania wody przeznaczonej do spożycia”, finansowanego przez NCN; uczestniczyła także jako jedyny przedstawiciel ze strony Politechniki Wrocławskiej w przygotowaniu wniosków grantowych OPUS 23 w ramach konsorcjum z Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu oraz OPUS 25 w ramach konsorcjum z Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu i Uniwersytetem Łódzkim, pierwszy z wniosków nie uzyskał finansowania, drugi jest na etapie oceny.
- 8/ Ważnym elementem dorobku Habilitantki są zagraniczne staże naukowe. Pierwszy z nich, dwumiesięczny staż naukowy na Uniwersytecie w Porto (Portugalia), poświęcony był izolacji genomowego DNA bakterii z sieci wodociągowej, zliczania ogólnej ich liczby oraz detekcji genów oporności na antybiotyki w próbkach wody i ścieków z wykorzystaniem techniki qPCR. Staż realizowano w terminie od 1.04.2019 r. do 31.05.2019 r. Kolejny, krótki wyjazd szkoleniowy dotyczył analizy danych z wysokoprzepustowego sekwencjonowania mikrobiomów i interpretacji wyników z wykorzystaniem oprogramowania QIIME 2. Staż szkoleniowy realizowano w terminie od 10.02.2020 r. do 14.02.2020 r. na Uniwersytecie w Mediolanie (Włochy). Trzeci staż odbyła Kandydatka w terminie od 20.02.2023 r. do 3.03.2023 r. na Uniwersytecie Technicznym w Ostrawie (Czechy), prowadząc eksperymenty z zakresu zgazowania bioodpadów z sektora komunalnego i produkcji wodoru.
- 9/ Dr inż. Mirela Wolf-Baca wykazała współpracę w zakresie badań naukowych z 2 ośrodkami naukowymi innymi niż macierzysty (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu oraz Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska) w zakresie przygotowania grantów oraz z 3 ośrodkami naukowymi zagranicznymi w zakresie staży; współpracowała

także z naukowcami z Wydziału Podstawowych Problemów Techniki oraz Wydziału Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej w ramach badań interdyscyplinarnych, efektem tej współpracy są 3 artykuły naukowe opublikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym.

10/ Habilitantka przygotowała recenzje publikacji dla renomowanych czasopism o zasięgu międzynarodowym: *Science of the Total Environment*, *Chemosphere*, *Environmental Science and Pollution Research*, *Biologia*, *Folia Microbiologica*, *Water*, *Microorganisms*, *Sustainability*, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *Hygiene*, *Genes*, *Veterinary Sciences* oraz *BioMed Research International* (łącznie 21 recenzji).

11/ Od 2017 r. do chwili obecnej Kandydatka współpracuje z Miejskim Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji we Wrocławiu; w ramach współpracy wykonywała badania jakości wody w zakładach produkcyjnych Mokry Dwór i Na Grobli, badania toksyczności ścieków oraz ocenę korozji mikrobiologicznej materiałów urządzenia uzdatniającego wodę; współpraca obejmowała przygotowanie wniosków grantowych MINIATURA 4 oraz OPUS 25.

12/ Dr inż. Mirela Wolf-Baca jest współautorką opracowania „Badanie wpływu rękawów impregnowanych żywicami na mikroorganizmy” wykonanego na zlecenie firmy POLINER sp. z o.o.

13/ Kandydatka wykazała uczestnictwo w sześciu szkoleniach podnoszących kwalifikacje zawodowe, w latach 2016-2021.

13/ Dr inż. Mirela Wolf-Baca uzyskała trzykrotnie nagrodę JM Rektora Politechniki Wrocławskiej w uznaniu wyróżniającego wkładu w działalność uczelni (2015, 2019, 2020 r.), jest także laureatką trzech konkursów ogłoszonych przez JM Rektora Politechniki Wrocławskiej.

Z uwagi na ilość i jakość prac dorobek naukowo-badawczy Habilitantki oceniam jako dobry, umocowany w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Kandydatka wykazała się istotną aktywnością naukową realizowaną we współpracy z krajowymi i międzynarodowymi instytucjami naukowymi, choć mankamentem jest brak wspólnych publikacji z naukowcami z ośrodków innych niż macierzysty. Wskaźniki jakości prac i upowszechnienia wyników badań są dobre potwierdzając, że Habilitantka zbudowała dorobek o znaczącej wartości naukowej.

Podsumowując istotną aktywność naukową Habilitantki stwierdzam, że osiągnięcia w tym zakresie ocenione zgodnie z obowiązującą Ustawą są wystarczające do poparcia wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

5. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego

Dorobek dydaktyczny dr inż. Mireli Wolf-Baca obejmuje kształcenie studentów na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, na studiach pierwszego i drugiego stopnia. W ramach pracy ze studentami Habilitantka prowadziła zajęcia dydaktyczne w formie wykładów, ćwiczeń laboratoryjnych i seminariów na dwóch kierunkach kształcenia: Technologie Ochrony Środowiska oraz Gospodarka o Obiegu Zamkniętym i Ochrona Klimatu, w ramach 9 przedmiotów (w tym 2 w języku angielskim) takich jak: Biologia

w inżynierii środowiska 2, Mikrobiologia środowiska, Środowiskowe zagrożenia zdrowia, Biochemia, Podstawy toksykologii 2, Genetyka z elementami inżynierii genetycznej, Rewaloryzacja środowiska, Sanitary biology oraz Environmental Toxicology. Przygotowywała instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z przedmiotu Genetyka z elementami inżynierii genetycznej i anglojęzyczne instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z przedmiotu Sanitary biology, a także efekty kształcenia i plany dla 2 przedmiotów w ramach nowego kierunku studiów Bioeconomy, utworzonego na Politechnice Wrocławskiej i Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu, oraz efekty kształcenia i plany dla 3 przedmiotów w ramach nowoutworzonego Wydziału Medycznego na Politechnice Wrocławskiej.

Dr inż. Wolf-Baca była opiekunem naukowym 2 prac dyplomowych magisterskich, członkiem komisji egzaminacyjnej dla specjalności dyplomowania Gospodarka Obiegu Zamkniętego – Ochrona Klimatu, prowadziła również hospitacje kursów dydaktycznych.

Aktywność organizacyjna Kandydatki dotyczy udziału w pracach Komitetów Organizacyjnych czterech konferencji międzynarodowych.

Działalność popularyzatorska Kandydatki obejmuje przygotowanie i prowadzenie ekowarsztatów dla uczniów szkoły podstawowej i szkół specjalnych, koordynację praktyk uczniów Technikum Ochrony Środowiska oraz uczestnictwo w Dniach Aktywności Studenckiej i Dolnośląskim Festiwalu Nauki.

Podsumowując ocenę dotyczącą dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego stwierdzam, że zaangażowanie Habilitantki w tym zakresie należy ocenić pozytywnie.

Wniosek końcowy

Po szczegółowej analizie i ocenie osiągnięcia naukowego, istotnej aktywności naukowej oraz pozostałych elementów dorobku dr inż. Mireli Wolf-Baca stwierdzam, że:

- przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe pt. „Sezonowa zmienność migracji genów oporności na antybiotyki i struktur bakteryjnych w biofilmie na kolejnych etapach oczyszczania wody przeznaczonej do spożycia” stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,
- aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni/instytucji naukowej przyniosła efekty, które uważam za istotne dla rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,
- dorobek naukowo-badawczy jest wartościowy, co ilustrują wskaźniki bibliometryczne: według bazy Web of Science indeks Hirscha wynosi 5, sumaryczny Impact Factor 60,179, a liczba cytowań 45 (bez autocytacji), oraz łączny dorobek na poziomie 60 punktów (do 2019 r.) i 1400 punktów MNiSW i MEiN (po 2019 r.) zgodnie z rokiem opublikowania; dorobek jest związany z dyscypliną inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,
- dorobek w zakresie osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzatorskich oceniam pozytywnie.

Biorąc pod uwagę wszystkie elementy dorobku Kandydatki uważam, że spełnione są kryteria zawarte w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742) i popieram wniosek o nadanie dr inż. Mireli Wolf-Baca stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

A. Maciejewska