Dr hab. Anna Grobelak, prof. PCz
Katedra Inżynierii Środowiska i Biotechnologii
Wydział Infrastruktury i Środowiska
Politechnika Częstochowska

Częstochowa, dnia 10.09.2026 r.

Recenzja osiągnięć naukowych dr inż. Artura Michała Mielcarka na podstawie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji naukowych zgodnie z art. 219 ust. 1, pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce

1. Aspekty formalne

W dniu 2 kwietnia 2026r. dr inż. Artur Mielcarek wystąpił z wnioskiem o wszczęcie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Uchwałą nr 72 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie z dnia 01 lipca 2026 roku (pismo z dnia 19 czerwca 2026 r., znak: DRKN.Z2.400.48.2026) powołano komisję habilitacyjną, w której powierzono mi obowiązki recenzenta. Przedkładaną ocenę przygotowałam w oparciu o kompletną dokumentację dostarczoną przez Biuro Rady Doskonałości Naukowej. W jej skład weszły: wniosek, wniosek-pismo przewodnie, dane wnioskodawcy, kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora, autoreferat, wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, kopie artykułów składających się na cykl A powiązanych tematycznie artykułów naukowych, stanowiący osiągnięcie naukowe waz z wraz z oświadczeniami o wkładzie Habilitanta, kopie artykułów składających się na cykl B powiązanych tematycznie artykułów naukowych, stanowiący osiągnięcie naukowe wraz z oświadczeniami o wkładzie Habilitanta, kopia zaświadczeń/certyfikatów odbycia stażów naukowych poza jednostką macierzystą oraz analiza bibliometryczna dorobku naukowego. Materiałem źródłowym do sporządzenia niniejszej recenzji była dokumentacja przygotowana przez Habilitanta, przekazana w formie elektronicznej (na nośniku USB) z podpisem zaufanym. W materiałach znalazły się również wskazane powyżej pismo przewodnie oraz dołączona do niego Uchwała nr 72 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie z dnia 01 lipca 2026 roku, w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Arturowi Mielcarkowi.

2. Podstawa prawna oraz kryteria oceny recenzenckiej

Prowadzone postępowanie habilitacyjne opiera się na przepisach ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 roku, poz. 1571, ze zm.). Artykuł 219 ust. 1 tej ustawy określa jasno, iż stopień doktora habilitowanego może otrzymać osoba, która spełnia równocześnie następujące kryteria: (1) legitymuje się stopniem doktora oraz (2) wykaże się osiągnięciami naukowymi bądź artystycznymi o znacznym wpływie na rozwój danej dyscypliny, obejmującymi co najmniej: a) monografię naukową opublikowaną przez wydawnictwo ujęte w odpowiednim wykazie, lub b) cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, lub c) zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne, (3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Rekomendacje wskazują, że recenzent powinien oceniać dorobek Habilitanta wyłącznie pod kątem merytorycznym. Kluczowa jest analiza jakościowa oraz wpływ osiągnięć naukowych na rozwój dyscypliny.

3. Informacje ogólne o Habilitancie

Habilitant, dr inż. Artur Mielcarek, jest absolwentem Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. W dniu 21 stycznia 2010 r. uzyskał tytuł zawodowy inżyniera na kierunku ochrona środowiska, prowadzonym na Wydziale Ochrony Środowiska i Rybactwa. Następnie, w dniu 3 czerwca 2011 r., na tym samym wydziale uzyskał tytuł magistra inżyniera na kierunku ochrona środowiska, w specjalności inżynieria ekologiczna. W dniu 26 września 2011 r. ukończył również studia licencjackie na kierunku biologia na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Kolejny tytuł magistra inżyniera uzyskał 5 lipca 2019 r. na Wydziale Nauk o Środowisku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, na kierunku inżynieria środowiska, w specjalności inżynieria sanitarna i wodna. W dniu 20 listopada 2017 r. Habilitant uzyskał na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska. Podstawą nadania stopnia była rozprawa doktorska pt. „Efektywność denitryfikacji i biologicznej defosfatacji wspomaganej zewnętrznym źródłem węgla organicznego w sekwencyjnym reaktorze porcjowym z błoną biologiczną (SBBR)". Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Wojciech Janczukowicz, promotorem pomocniczym dr inż. Joanna Rodziewicz, natomiast recenzentami byli dr hab. inż. Ewa Felis oraz dr hab. inż. Wojciech Dąbrowski.

Dotychczasowa działalność zawodowa Habilitanta jest związana z Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie. W okresie od sierpnia 2013 r. do lipca 2015 r. pełnił funkcję kierownika projektu PRELUDIUM 4 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, realizowanego na Wydziale Nauk o Środowisku w Katedrze Inżynierii Środowiska. Od marca 2016 r. do grudnia 2019 r. był zatrudniony w tej samej jednostce na stanowisku technologa. W okresie od października do grudnia 2019 r. pracował na stanowisku adiunkta na Wydziale Nauk o Środowisku, a od stycznia 2020 r. jest zatrudniony jako adiunkt na Wydziale Geoinżynierii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, w Katedrze Inżynierii Środowiska.

Z przedstawionych danych wynika, że przebieg kształcenia oraz dotychczasowa działalność zawodowa Habilitanta są konsekwentnie związane z obszarem ochrony środowiska i inżynierii środowiska, w szczególności z problematyką biologicznego oczyszczania ścieków, denitryfikacji i biologicznego usuwania fosforu.

4. Osiągnięcia naukowe przedstawione do oceny

Osiągnięcia naukowe nr 1 i 2

Podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego dr inż. Artura Mielcarka są dwa osiągnięcia naukowe, stanowiące znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, będącymi podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2021 poz. 478 z późn. zm.).

Osiągnięcia naukowe :

1. „Sposób oczyszczania ścieków i odzysku pierwiastków z bezglebowej uprawy pomidorów" Osiągnięcie to zostało przedstawione w cyklu publikacji A1-A7.
2. „Zastosowanie zewnętrznego źródła węgla organicznego do wspomagania usuwania azotu i fosforu ze ścieków w reaktorach z błoną biologiczną" Osiągnięcie to zostało przedstawione w cyklu publikacji B1-B6.

Artykuły naukowe zostały opublikowane w czasopismach naukowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b. ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wskazane osiągnięcia obejmuje dwa wyodrębnione, lecz komplementarne nurty badawcze.

Pierwsze osiągnięcie naukowe zostało przedstawione w cyklu 7 publikacji zestawionych wg chronologii opublikowania, tytuł „Sposób oczyszczania ścieków i odzysku pierwiastków z bezglebowej uprawy pomidorów". Łączna suma punktów publikacji stanowiących cykl A - 980 pkt wg list Ministerstwa, Sumaryczny IF = 47,244.
Artykuły naukowe:
A1 Mielcarek Artur & Przemieniecki Sebastian Wojciech (2026), Citric acid-assisted biofilm treatment enabling nutrient recovery and safe discharge of hydroponic wastewater, Journal of Environmental Management, 401, 129008. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2026.129008 200 pkt MNiSW (2025) IF=8,400

A2 Mielcarek Artur, Jóźwiak Tomasz, Rodziewicz Joanna, Nowosad Joanna, Janczukowicz Wojciech (2025), A precipitation-dissolution method for nutrient recovery from soilless cultivation drainage water, Journal of Environmental Chemical Engineering, 13(5), 118417. https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.118417 100 pkt MNiSW (2025) IF=7,200

A3 Mielcarek Artur, Kłobukowska Karolina, Rodziewicz Joanna, Janczukowicz Wojciech, Bryszewski Kamil Łukasz, (2024), Water nutrient management in soilless plant cultivation versus sustainability, Sustainability, 16(1), 152. https://doi.org/10.3390/su16010152 100 pkt MNiSW (2023) IF=3,300

A4 Mielcarek Artur, Kłobukowska Karolina, Kalisz Barbara, Rodziewicz Joanna, Janczukowicz Wojciech (2024), Separation and recovery of elements from drainage water arising in soilless tomato cultivation - Application of electrocoagulation, Separation and Purification Technology, 354 (2), 128805. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.128805 140 pkt MNiSW (2024) IF=9,000

A5 Mielcarek Artur, Jóźwiak Tomasz, Rodziewicz Joanna, Bryszewski Kamil Łukasz, Janczukowicz Wojciech, Kalisz Barbara, Tavares Jorge Manuel Rodrigues (2023), Recovery of phosphorus and other minerals from greenhouse wastewater generated during soilless tomato cultivation by means of alkalizing agents, Science of The Total Environment, 164757. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164757 200 pkt MNiSW (2022) IF=8,200

A6 Mielcarek Artur, Bryszewski Kamil Łukasz, Rodziewicz Joanna, Janczukowicz Wojciech (2022), Singlestage or two-stages bio-electrochemical treatment process of drainage from soilless tomato cultivation with alternating current, Separation and Purification Technology, 121762. DOI: https://doi.org/10.1016/j.seppur.2022.121762 140 pkt MNiSW (2022) IF=8,600

A7 Mielcarek Artur, Rodziewicz Joanna, Janczukowicz Wojciech, Dobrowolski Artur (2019), Analysis of wastewater generated in greenhouse soilless tomato cultivation in Central Europe, Water 11(12), 2538. DOI: https://doi.org/10.3390/w11122538 100 pkt MNiSW (2019) IF=2,544

Drugie osiągnięcie naukowe zostało przedstawione w cyklu 6 publikacji zestawionych wg chronologii opublikowania pt. „Zastosowanie zewnętrznego źródła węgla organicznego do wspomagania usuwania

azotu i fosforu ze ścieków w reaktorach z błoną biologiczną". Łączna suma punktów cyklu publikacji to 355 pkt MNiSW (5 z 6 publikacji wg „starej" punktacji). Sumaryczny IF = 20,812.

Artykuły naukowe:

B1 Mielcarek Artur, Rodziewicz Joanna, Janczukowicz Wojciech, Struk-Sokołowska Joanna (2020), The impact of biodegradable carbon sources on nutrients removal in post-denitrification biofilm reactors, Science of the Total Environment, 720, 137377. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137377 200 pkt MNiSW (2020) IF=7,963

B2 Mielcarek Artur, Rodziewicz Joanna, Janczukowicz Wojciech, Dabrowska, Dorota, Ciesielski Sławomir, Thornton Arthur, Struk-Sokołowska Joanna (2017), Citric acid application for denitrification process support in biofilm reactor, Chemosphere, 171, 512–519. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.12.099 35 pkt MNiSW (2017) IF=4,427

B3 Mielcarek Artur, Rodziewicz Joanna, Janczukowicz Wojciech, Dulski Tomasz, Ciesielski Sławomir, Thornton Arthur (2016), Denitrification aided by waste beer in anaerobic sequencing batch biofilm reactor (AnSBBR), Ecological Engineering, 95, 384–389. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.083 30 pkt MNiSW (2016) IF=2,914

B4 Mielcarek Artur, Rodziewicz Joanna, Janczukowicz Wojciech, Thornton Arthur (2015), The feasibility of citric acid as external carbon source for biological phosphorus removal in a sequencing batch biofilm reactor (SBBR), Biochemical Engineering Journal, 93, 102–107. https://doi.org/10.1016/j.bej.2014.10.001 35 pkt MNiSW (2015) IF=2,463

B5 Mielcarek Artur, Rodziewicz Joanna, Janczukowicz Wojciech, Thornton Arthur J., Jóźwiak Tomasz, Szymczyk Paula (2015), Effect of the C:N:P ratio on the denitrifying dephosphatation in a sequencing batch biofilm reactor (SBBR), Journal of Environmental Sciences, 38, 119–125. https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.05.018 30 pkt MNiSW (2015) IF=2,208

B6 Mielcarek Artur, Janczukowicz Wojciech, Ostrowska Kamila, Jóźwiak Tomasz, Kłodowska Izabella, Rodziewicz Joanna, Zieliński Marcin (2013), Biodegradability evaluation of wastewaters from malt and beer production, Journal of the Institute of Brewing, 119(4), 242–250. https://doi.org/10.1002/jib.92 25 pkt MNiSW (2013) IF=0,837

Ocena przedstawionych osiągnięć naukowych Habilitanta

Osiągnięcie nr 1

Przedstawione do oceny pierwsze osiągnięcie naukowe dr. inż. Artura Mielcarka zatytułowane „Sposób oczyszczania ścieków i odzysku pierwiastków z bezglebowej uprawy pomidorów" obejmuje cykl siedmiu powiązanych tematycznie publikacji naukowych A1-A7. Wszystkie prace zostały opublikowane w czasopismach o międzynarodowym zasięgu, w tym m.in. Journal of Environmental Management, Journal of Environmental Chemical Engineering, Separation and Purification Technology, Science of the Total Environment, Water oraz Sustainability. Osiągnięcie jest w znacznej części rezultatem badań realizowanych w ramach projektu LIDER X Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, pt. „Opracowanie technologii precyzyjnego oczyszczania ścieków z bezglebowej uprawy pomidorów z wykorzystaniem elektrobiologicznego reaktora hybrydowego", którym Habilitant

kierował w latach 2020-2023. Wyniki projektu doprowadziły ponadto do dwóch zgłoszeń patentowych: P.446108, dotyczącego odzysku fosforu i innych pierwiastków z wód drenarskich, oraz P.454571, dotyczącego sposobu oczyszczania ścieków szklarniowych. Oba rozwiązania uzyskały pozytywną decyzję w zakresie dalszej komercjalizacji i zostały ujęte w ofertach technologicznych UWM.

Na uwagę zasługuje również udział Habilitanta w przygotowaniu poszczególnych publikacji. We wszystkich siedmiu pracach występuje on jako pierwszy autor. Z deklarowanego wkładu wynika, że jego aktywność obejmowała koncepcję badań, ich projektowanie, opracowanie metodologii, prowadzenie modeli badawczych i analiz fizykochemicznych, interpretację wyników, przygotowanie manuskryptów, odpowiedzi na recenzje oraz pozyskiwanie finansowania i zasobów. W publikacjach A1 i A4 pełnił ponadto funkcję autora korespondencyjnego. Taki zakres aktywności wskazuje na jego wiodącą rolę w kształtowaniu koncepcji całego cyklu i przemawia za uznaniem osiągnięcia za rezultat samodzielnie rozwijanego programu badawczego, realizowanego przy współpracy z innymi specjalistami.

Pod względem merytorycznym osiągnięcie dotyczy problemu, który uważam za aktualny i ważny z punktu widzenia dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Bezglebowa produkcja roślin pod osłonami generuje strumień wód drenarskich o nietypowym składzie: bardzo wysokich stężeniach azotanów i fosforu, wysokiej mineralizacji, a jednocześnie małej zawartości łatwo biodegradowalnych związków organicznych. Taki układ jakościowy powoduje, że klasyczne technologie biologicznego oczyszczania ścieków nie mogą być zastosowane bez odpowiedniej modyfikacji procesu. Jednocześnie odprowadzanie takich wód bezpośrednio do środowiska oznacza nie tylko emisję związków biogennych, lecz również utratę cennych składników nawozowych. Habilitant właściwie rozpoznał więc problem nie tylko jako zagadnienie „oczyszczania ścieków", ale jako problem zarządzania strumieniem zasobów, co dobrze odpowiada współczesnemu kierunkowi rozwoju inżynierii środowiska i gospodarce o obiegu zamkniętym. Logicznym punktem wyjścia cyklu są publikacje A7 i A3. W pierwszej z nich Habilitant scharakteryzował rzeczywiste wody drenażowe pochodzące z produkcji pomidorów prowadzonej w obiektach różniących się skalą i zastosowanym podłożem. Wykazano, że przez cały sezon ścieki te charakteryzują się stosunkowo małą zawartością związków organicznych przy jednocześnie wysokich stężeniach azotu i fosforu oraz wysokiej przewodności elektrolitycznej. Stężenia azotu ogólnego wynosiły 270-615 mg N/L, fosforu 35-104 mg P/L, a dominującą formą azotu były azotany(V). Jest to istotna obserwacja technologiczna, ponieważ jednoznacznie wskazuje na niedobór węgla organicznego w stosunku do ilości azotu przeznaczonego do biologicznej redukcji. Za wartościowy uważam również wniosek, że rutynowe monitorowanie przewodności elektrolitycznej nie jest wystarczającym narzędziem do właściwego bilansowania pożywki w systemach recyrkulacyjnych. Habilitant wykazał bowiem, że zmiany EC mogą dobrze odzwierciedlać część zmian składu mineralnego, lecz nie pozwalają na precyzyjne określenie zachowania poszczególnych pierwiastków, zwłaszcza fosforu. Z praktycznego punktu widzenia jest to ważne, gdyż pokazuje ograniczenia prostego sterowania systemem wyłącznie na podstawie pH i przewodności.

Publikacja A3 rozszerza tę diagnozę na problem gospodarki wodno-ściekowej w systemach bezglebowych. Na podstawie przeglądu literatury Habilitant wskazuje, że nawet tam, gdzie technicznie możliwa jest recyrkulacja, powtarzane wykorzystanie pożywki napotyka na ograniczenia związane z kumulacją sodu i chlorków, zmianą proporcji składników mineralnych oraz ryzykiem obecności patogenów. W mojej ocenie właśnie rozpoznanie potrzeby selektywnego oddzielenia składników wartościowych nawozowo od jonów balastowych, zamiast jedynie całkowitego usunięcia

zanieczyszczeń, stanowi jeden z kluczowych elementów koncepcyjnych tego osiągnięcia. Kolejnym etapem badań było określenie możliwości zastosowania procesów elektrochemicznych i bioelektrochemicznych. W publikacji A6 porównano jedno- i dwustopniową konfigurację procesu z zastosowaniem prądu przemiennego. Badania prowadzone były na rzeczywistych ściekach hydroponicznych, co uważam za ich istotną zaletę. W systemie jednostopniowym wzrost hydraulicznego czasu zatrzymania od 1 do 7 dni powodował wzrost efektywności usuwania azotu całkowitego z 62,7 do 89,8%. W układzie dwustopniowym wykazano natomiast, że zasadniczą rolę w usuwaniu azotu odgrywa etap biologiczny, natomiast udział procesu elektrochemicznego był stosunkowo niewielki. Jest to wynik ważny także z punktu widzenia projektowania technologii, ponieważ pozwala uniknąć przypisywania efektów oczyszczania samemu oddziaływaniu prądu elektrycznego wtedy, gdy dominującym mechanizmem jest proces biologiczny. Za szczególnie wartościową uważam interpretację mechanizmu usuwania fosforu. Habilitant wykazał, że mimo obecności elektrod żelazowych lub aluminiowych, wysoka efektywność defosfatacji nie była przede wszystkim następstwem elektrochemicznego uwalniania jonów metalu. Decydujące znaczenie miał wzrost pH wywołany procesem denitryfikacji, prowadzący do chemicznego strącania fosforanów z obecnymi w ściekach jonami wapnia i magnezu. Tego rodzaju rozdzielenie udziału procesów biologicznych, chemicznych i elektrochemicznych uważam za istotne poznawczo, ponieważ pozwala prawidłowo interpretować mechanizmy zachodzące w reaktorach hybrydowych. Badania te doprowadziły następnie do bardziej ukierunkowanego wykorzystania elektrokoagulacji, przedstawionego w publikacji A4. Habilitant określił wpływ gęstości prądu na skuteczność usuwania pierwiastków, ilość osadu oraz zapotrzebowanie energetyczne procesu. Elektrokoagulacja z elektrodami aluminiowymi umożliwiła bardzo wysokie usuwanie fosforu, od ponad 95% przy najniższej do niemal 100% przy najwyższej badanej gęstości prądu. Jednocześnie wykazano możliwość oddzielania szeregu mikro- i makroelementów, podczas gdy sód i chlorki pozostawały głównie w fazie ciekłej. Ten wynik ma szczególnie interesujące znaczenie technologiczne: proces nie służy wyłącznie do „oczyszczania" w klasycznym znaczeniu, ale pozwala frakcjonować składniki ścieków zgodnie z ich potencjalną przydatnością w dalszym obiegu nawozowym. Jednocześnie Habilitant nie pomija kosztu energetycznego intensyfikacji procesu. Wzrost gęstości prądu prowadził do wzrostu skuteczności, lecz także do pogorszenia efektywności energetycznej: jednostkowe zużycie energii wzrosło od 6,03 do 29,98 kWh/kg usuniętego fosforu. Takie zestawienie efektu technologicznego z zapotrzebowaniem energetycznym uważam za właściwe, gdyż zapobiega uproszczonej ocenie procesu wyłącznie przez pryzmat procentowej skuteczności usuwania zanieczyszczenia. Bardzo istotną część osiągnięcia stanowią publikacje A5 i A2 dotyczące alkalizacji. W pracy A5 Habilitant przeprowadził szeroką ocenę strącania fosforu i innych pierwiastków z rzeczywistych ścieków hydroponicznych przy zastosowaniu $Ca(OH)_2$, KOH i NH_4OH oraz w szerokim zakresie pH. Habilitant wykazał, że zasadniczym parametrem determinującym odzysk fosforu jest pH, a nie sam rodzaj reagenta alkalizującego. Już przy pH 8 możliwe było odzyskanie ponad 90% fosforu, natomiast odpowiednie podwyższenie pH pozwalało przekroczyć 99% jego usunięcia. Habilitant powiązał obserwowany efekt ze zmianą specjacji ortofosforanów i powstawaniem trudno rozpuszczalnych soli wapnia i magnezu. W mojej ocenie szczególnie interesujące jest to, że badania nie zakończyły się na uzyskaniu wysokiej skuteczności strącania. Habilitant podjął bowiem problem dalszego zagospodarowania powstającego osadu, co w wielu badaniach nad odzyskiem fosforu jest traktowane drugoplanowo. W publikacji A2 zaproponowano dwustopniową metodę strącania-rozpuszczania, w której po separacji pierwiastków osad jest ponownie rozpuszczany w środowisku kwaśnym w celu wytworzenia roztworu możliwego do dalszego

zastosowania. Uzyskano do 98,3% odzysku fosforu w fazie ciekłej, a także bardzo wysokie odzyski m.in. cynku i manganu, przy jednocześnie niewielkim przeniesieniu sodu i chlorków. Z punktu widzenia gospodarki o obiegu zamkniętym jest to jeden z najmocniejszych elementów całego cyklu. Proces nie kończy się na usunięciu fosforu ze ścieków, lecz obejmuje jego separację, czasowe magazynowanie, ponowne rozpuszczenie i możliwość wykorzystania w kolejnym cyklu produkcyjnym. Habilitant wykazał ponadto, że takie rozwiązanie umożliwia uśrednianie składu odzyskanego materiału w czasie, co może ułatwiać późniejsze bilansowanie pożywki. Tym samym odpadowy strumień mineralny zostaje potraktowany jako potencjalny wtórny surowiec nawozowy. Publikacja A1 stanowi logiczne zwieńczenie cyklu, ponieważ integruje wcześniej analizowane mechanizmy w jeden układ technologiczny. Habilitant porównał bezpośrednie biologiczne oczyszczanie ścieków z rozwiązaniem dwustopniowym obejmującym wstępną alkalizację i odzysk fosforu, a następnie biologiczną denitryfikację w reaktorze z biofilmem. Jako zewnętrzne źródło węgla zastosowano kwas cytrynowy, pełniący podwójną funkcję: substratu dla bakterii heterotroficznych oraz związku pozwalającego ograniczać niekorzystny wzrost pH. Wariant ten jest interesujący technologicznie właśnie dlatego, że jeden reagent realizuje dwie funkcje procesowe. Wstępna alkalizacja umożliwiła odzyskanie 95,2 ± 0,8% fosforu, natomiast połączenie tego etapu z biologicznym oczyszczaniem zwiększyło całkowitą efektywność defosfatacji do około 98-99%, pozwalając uzyskać stężenie fosforu poniżej 1 mg P/L. Jednocześnie określono zapotrzebowanie na zewnętrzny węgiel dla denitryfikacji: skuteczny przebieg procesu wymagał stosunku COD/N około 3,15, a przy COD/N ≥4 uzyskiwano stężenie azotu całkowitego poniżej 15 mg N/L. Za dodatkową wartość poznawczą publikacji A1 uznaję włączenie analizy metataksonomicznej biofilmu. Habilitant nie ograniczył się więc do oceny efektu technologicznego mierzonego stężeniami azotu i fosforu, ale podjął próbę wyjaśnienia odpowiedzi społeczności mikroorganizmów na stosowane warunki procesowe. Wykazano, że alkalizacja silniej oddziaływała na strukturę bakteriobiomu niż na jego ogólną aktywność metaboliczną, natomiast skuteczność procesu była związana ze zmianą struktury społeczności mikroorganizmów. W biofilmie dominowały m.in. bakterie należące do rodzajów *Castellaniella, Paracoccus* i *Trichococcus*. Patrząc na cały cykl badań Habilitanta, bardzo istotna jest konsekwentna droga od identyfikacji charakterystyki problemowego strumienia ścieków, przez analizę mechanizmów jego oczyszczania, porównanie technologii, odzysk pierwiastków, aż do zaproponowania zintegrowanego schematu technologicznego. Poszczególne publikacje tworzą w tym zakresie logiczną sekwencję, a nie luźny zestaw tematycznie zbliżonych prac. Za najważniejsze oryginalne elementy Osiągnięcia nr 1 uznaję: wykazanie możliwości celowego wykorzystania alkalizacji do selektywnego odzysku fosforu i części mikro- oraz makroelementów z rzeczywistych ścieków hydroponicznych; ilościowe określenie zależności pomiędzy pH, zastosowanym reagentem, właściwościami osadu i skutecznością odzysku; opracowanie i eksperymentalną weryfikację metody strącanie-separacja-rozpuszczanie, umożliwiającej ponowne wykorzystanie odzyskanych składników w nawożeniu; określenie warunków wykorzystania kwasu cytrynowego jako zewnętrznego źródła węgla dla denitryfikacji; rozdzielenie znaczenia biologicznych, chemicznych i elektrochemicznych mechanizmów usuwania związków biogennych oraz połączenie fizykochemicznego odzysku fosforu z biologicznym usuwaniem azotu w jednym schemacie technologicznym. Wartością dodatkową jest uwzględnienie składu mikrobiologicznego biofilmu oraz parametrów energetycznych części procesów. Jednocześnie osiągnięcia tego nie należy przedstawiać jako w pełni zakończonej i gotowej do powszechnego wdrożenia technologii w skali przemysłowej. Sam Habilitant prawidłowo wskazuje, że dalsze badania powinny obejmować przeskalowanie układu oraz pełną analizę techniczno-ekonomiczną. Zgadzam się z wnioskiem Habilitanta i uważam to za istotne

zastrzeżenie. Bardzo wysokie efektywności osiągnięte w warunkach eksperymentalnych nie przesądzają jeszcze o efektywności ekonomicznej układu pracującego w rzeczywistej skali szklarniowej, w której należy uwzględnić zmienność strumienia wód drenarskich, koszty reagentów, energii, aparatury, zagospodarowania osadów oraz automatykę procesu. Nie umniejsza to wartości naukowej osiągnięcia, lecz właściwie określa aktualny poziom dojrzałości proponowanego rozwiązania.
Podsumowując, Osiągnięcie nr 1 oceniam bardzo wysoko. Tworzy ono spójny i konsekwentnie rozwijany program badawczy dotyczący szczególnego rodzaju ścieków, dotychczas relatywnie słabiej rozpoznanego w inżynierii środowiska niż klasyczne ścieki komunalne czy przemysłowe. Habilitant przesuwa w swoich badaniach punkt ciężkości z tradycyjnego „usuwania zanieczyszczeń" w kierunku precyzyjnego rozdziału i odzysku zasobów, zachowując jednocześnie wymóg uzyskania jakości ścieków umożliwiającej ich bezpieczne zagospodarowanie. Takie podejście odpowiada współczesnym kierunkom rozwoju technologii środowiskowych, w których ścieki coraz częściej traktowane są jako źródło wody i składników możliwych do ponownego wykorzystania, a nie wyłącznie jako strumień odpadowy. W mojej ocenie szczególnie wartościowe jest połączenie w jednym programie badawczym procesów biologicznych, bioelektrochemicznych, elektrokoagulacji i chemicznego strącania, a następnie wykorzystanie wiedzy o mechanizmach tych procesów do zaproponowania zintegrowanego układu oczyszczania i odzysku. Rezultaty zostały poparte badaniami na rzeczywistych wodach drenarskich, doprowadziły do konkretnych parametrów projektowych i eksploatacyjnych, dwóch zgłoszeń patentowych oraz przygotowania ofert technologicznych. Tym samym cykl posiada zarówno wymiar poznawczy, jak i wyraźnie aplikacyjny.

Osiągnięcie nr 2

Drugie osiągnięcie naukowe dr. inż. Artura Mielcarka, zatytułowane „Zastosowanie zewnętrznego źródła węgla organicznego do wspomagania usuwania azotu i fosforu ze ścieków w reaktorach z błoną biologiczną", obejmuje cykl sześciu powiązanych tematycznie publikacji B1-B6, opublikowanych w latach 2013-2020. W skład osiągnięcia wchodzą publikacje zamieszczone m.in. w Science of the Total Environment, Chemosphere, Ecological Engineering, Biochemical Engineering Journal, Journal of Environmental Sciences oraz Journal of the Institute of Brewing. Znaczna część badań tworzących osiągnięcie została wykonana w ramach projektu PRELUDIUM 4 Narodowego Centrum Nauki, pt. „Zewnętrzne źródło węgla jako potencjalny czynnik rozmieszczenia i aktywności bakterii denitryfikacyjnych i defosfatacyjnych w układzie hybrydowym błony biologicznej i osadu czynnego", którym Habilitant kierował w latach 2013-2015. Wyniki uzyskane w ramach tego kierunku badawczego były rozwijane w rozprawie doktorskiej Habilitanta oraz stały się podstawą do zaplanowania badań nad rzeczywistymi ściekami hydroponicznymi realizowanych w ramach późniejszego projektu LIDER. Publikacje B4-B6 stanowiły ponadto podstawę przyznania Habilitantowi stypendium START 2016 Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Na podkreślenie zasługuje udział Habilitanta w przygotowaniu publikacji składających się na omawiany cykl. We wszystkich sześciu artykułach Habilitant występuje jako pierwszy autor, a deklarowany i potwierdzony przez współautorów, zakres udziału Habilitanta obejmuje koncepcję i projektowanie badań, opracowanie metodologii, prowadzenie modeli badawczych, wykonywanie analiz fizykochemicznych, opracowanie i interpretację wyników oraz przygotowanie publikacji i odpowiedzi na recenzje. W większości prac wskazano także udział Habilitanta w pozyskiwaniu finansowania i zasobów. Taki zakres prac świadczy o wiodącej roli Habilitanta w kształtowaniu koncepcji badań i realizacji programu eksperymentalnego. Pod względem naukowym osiągnięcie dotyczy jednego z podstawowych problemów technologii biologicznego

oczyszczania ścieków, jakim jest niedobór łatwo biodegradowalnego węgla organicznego w stosunku do ilości azotu i fosforu przeznaczonych do usunięcia. Problem ten jest szczególnie istotny w przypadku ścieków o niskim stosunku C/N oraz w układach, w których denitryfikacja prowadzona jest jako proces końcowy. Bez dostatecznej ilości substratu organicznego nie jest możliwe utrzymanie odpowiedniej aktywności bakterii heterotroficznych odpowiedzialnych za redukcję azotanów. Jednocześnie dostępność i rodzaj węgla mogą wpływać na biologiczną defosfatację, strukturę biofilmu, przyrost biomasy i warunki hydrauliczne reaktora. Habilitant nie ograniczył się przy tym do klasycznego pytania, czy dodatek zewnętrznego węgla poprawia denitryfikację. W mojej ocenie zasadniczą wartość cyklu stanowi próba wykazania, że rodzaj zastosowanego substratu organicznego oddziałuje równocześnie na kilka poziomów funkcjonowania reaktora: kinetykę przemian azotu i fosforu, strukturę i ilość biofilmu, skład mikrobiologiczny, produkcję zewnątrzkomórkowych substancji polimerowych, przyrost biomasy oraz ryzyko kolmatacji wypełnienia. Takie ujęcie problemu jest znacznie bardziej wartościowe z punktu widzenia inżynierii środowiska niż samo porównanie procentowej skuteczności usuwania zanieczyszczeń. Logicznym punktem odniesienia dla badań Habilitanta był kwas octowy, należący do najlepiej rozpoznanych substratów wykorzystywanych przez mikroorganizmy denitryfikacyjne i akumulujące polifosforany. W publikacji B5 Habilitant ocenił wpływ stosunku C:N:P na jednoczesną denitryfikację i biologiczną defosfatację w sekwencyjnym reaktorze porcjowym z biofilmem (SBBR). Istotnym elementem pracy było wykorzystanie właściwości biofilmu, w którego strukturze mogą współistnieć strefy tlenowe, anoksyczne i beztlenowe, stwarzając warunki do rozwoju mikroorganizmów DNPAO, zdolnych do wykorzystania azotanów jako akceptorów elektronów podczas akumulacji polifosforanów. W badaniach Habilitanta wykazano, że stosunek C:N:P w sposób istotny determinuje przebieg obu procesów. Najkorzystniejsze warunki dla uwalniania i poboru fosforanów uzyskano przy C:N:P = 140:70:7, natomiast największą szybkość denitryfikacji przy C:N:P = 140:35:7. Stwierdzono również, że całkowita denitryfikacja wymagała stosunku C:N około 2,5:1. Wartość tych wyników polega przede wszystkim na ilościowym wyznaczeniu warunków pozwalających łączyć w jednym reaktorze proces redukcji azotanów i biologicznego usuwania fosforu. Za istotną obserwację uznaję potwierdzenie, że przestrzenna struktura biofilmu nie jest wyłącznie nośnikiem biomasy, lecz sama tworzy warunki do współistnienia różnych procesów metabolicznych. Jest to ważne z punktu widzenia projektowania reaktorów SBBR, ponieważ pozwala częściowo integrować procesy wymagające różnych warunków redoks bez fizycznego rozdzielania ich do kilku komór technologicznych. Za jeden z bardziej oryginalnych elementów całego cyklu uważam badania dotyczące zastosowania kwasu cytrynowego jako zewnętrznego źródła węgla. W okresie prowadzenia tych prac jego przydatność w reaktorach z biofilmem, zwłaszcza w kontekście jednoczesnej analizy denitryfikacji, defosfatacji, kinetyki i struktury mikrobiologicznej, była znacznie słabiej rozpoznana niż klasycznych substratów, takich jak np. metanol. Dokumentacja wskazuje, że właśnie ta luka badawcza była podstawą publikacji B2 i B4. W publikacji B2 analizowano długotrwałą adaptację biofilmu do kwasu cytrynowego. Eksperyment obejmował 180 cykli pracy reaktora, a poza klasycznymi analizami fizykochemicznymi wykorzystano również metody molekularne do charakterystyki społeczności mikroorganizmów. Po ustabilizowaniu układu szybkość denitryfikacji wzrosła, podobni jak szybkość zużycia substratu organicznego. Wyniki te wskazują, że adaptacja zespołu mikroorganizmów miała bezpośrednie przełożenie na kinetykę procesu. Z technologicznego punktu widzenia jeszcze ciekawszy jest bardzo niski obserwowany współczynnik przyrostu biomasy. Ma to praktyczne znaczenie, ponieważ jednym z istotnych kosztów eksploatacyjnych oczyszczalni jest zagospodarowanie osadów nadmiernych. Mniejsza produkcja biomasy może więc stanowić realną zaletę technologii, o ile nie

odbywa się kosztem stabilności i wymaganej skuteczności oczyszczania. Badania mikrobiologiczne pozwoliły dodatkowo pokazać sukcesję zespołu bakteryjnego podczas adaptacji do kwasu cytrynowego. Początkową dominację rodzaju *Trichococcus* zastępowały następnie m.in. mikroorganizmy zdolne do wykorzystywania produktów pośrednich jego degradacji. Jest to interesujący element poznawczy, gdyż wskazuje, że wykorzystanie złożonego substratu nie jest prostym procesem realizowanym przez jedną dominującą grupę mikroorganizmów, ale wynikiem współdziałania kolejnych grup funkcjonalnych. Publikacja B4 rozszerza te badania na biologiczne usuwanie fosforu. Habilitant wykazał, że efektywność procesu zależy nie tylko od rodzaju substratu, lecz również od organizacji cyklu technologicznego. Najkorzystniejsze warunki uzyskano przy stosunku czasu fazy mieszania do napowietrzania 1:3. W tym wariancie zawartość fosforu w suchej masie biofilmu osiągała 4,6%, co potwierdziło zdolność mikroorganizmów do intensywnej akumulacji polifosforanów. W mojej ocenie właśnie połączenie właściwości metabolicznych kwasu cytrynowego z jego oddziaływaniem na pH i rozwój biofilmu należy do najciekawszych osiągnięć tego cyklu. Habilitant wykazał, że zewnętrzne źródło węgla nie powinno być rozpatrywane wyłącznie poprzez parametr COD. Dwa substraty dostarczające porównywalną ilość węgla mogą prowadzić do odmiennego przebiegu procesu, ponieważ różnią się sposobem metabolizowania, wpływem na pH, mikrobiom, EPS i morfologię samego biofilmu. Jest to wniosek o znaczeniu dosyć szerokim niż badany układ eksperymentalny. Drugim interesującym kierunkiem badań było odejście od stosowania czystego reagenta chemicznego na rzecz wykorzystania strumienia odpadowego bogatego w łatwo biodegradowalny węgiel. Publikacja B6 dostarczyła szerokiej charakterystyki ścieków z różnych etapów produkcji słodu i piwa. Stwierdzono bardzo dużą zmienność ich składu, w niektórych strumieniach COD przekraczał 18 000 mg/L, ale jednocześnie wysoką biodegradowalność i korzystne proporcje związków organicznych do azotu i fosforu. Badania respirometryczne wykonano zarówno w temperaturze 10°C, jak i 20°C, co zwiększa wartość praktyczną uzyskanych danych w odniesieniu do sezonowych zmian temperatury w oczyszczalniach. Z punktu widzenia inżynierii środowiska jest to ważna zmiana sposobu myślenia o ściekach przemysłowych. Strumień o wysokim ładunku materii organicznej, który w jednym zakładzie jest obciążeniem dla oczyszczalni, w innym procesie może pełnić funkcję substratu technologicznego zastępującego zakupiony reagent. Idea ta dobrze wpisuje się we współczesne koncepcje symbiozy przemysłowej i gospodarki o obiegu zamkniętym. Habilitant wskazuje, że ścieki ze wszystkich analizowanych działów browaru wykazywały wysoką podatność na biodegradację, a część z nich mogła być rozpatrywana jako potencjalne zewnętrzne źródło węgla dla procesów usuwania azotu i fosforu. W publikacji B3 koncepcja ta została zweryfikowana eksperymentalnie z wykorzystaniem odpadowego piwa. Po ustabilizowaniu pracy reaktora szybkość denitryfikacji wzrosła, a stężenie azotu ogólnego w oczyszczonych ściekach utrzymywało się poniżej 2 mg N/L. Ponownie odnotowano bardzo niski współczynnik przyrostu biomasy. Towarzyszyły temu wyraźne zmiany w strukturze mikrobiologicznej biofilmu, gdzie w stabilnym okresie eksploatacji udział bakterii z rodzaju *Trichococcus* przekraczał 52%. Za wartościowy uważam fakt, że Habilitant nie poprzestał na stwierdzeniu, iż odpadowe piwo przynosi korzyści. Powiązał on zmianę szybkości denitryfikacji z adaptacją mikroorganizmów i zmianą struktury zespołu bakteryjnego. Tym samym praca ma zarówno wymiar aplikacyjny, jak i poznawczy. Publikację B1 traktuję jako najbardziej dojrzałą syntezę doświadczeń uzyskanych w poprzednich badaniach. Porównano w niej równolegle trzy źródła węgla: kwas octowy, kwas cytrynowy oraz odpadowe piwo, analizując nie tylko efektywność denitryfikacji, ale również ilość i strukturę biofilmu oraz skład zewnątrzkomórkowych substancji polimerowych. W badaniach stwierdzono, że największy rozwój biofilmu występował przy wykorzystaniu odpadowego

piwa, natomiast najmniejszy przy kwasie cytrynowym. Objętość biomasy przy zastosowaniu kwasu cytrynowego była o 53% mniejsza niż dla kwasu octowego i o 61% mniejsza niż dla odpadowego piwa. Habilitant wykazał również zróżnicowanie frakcji EPS oraz dominującą rolę białek w ich składzie. Uważam ten wynik za istotny dla eksploatacji rzeczywistych reaktorów. W technologii biofilmowej maksymalizacja ilości biomasy nie zawsze jest korzystna. Nadmierny rozwój błony biologicznej może ograniczać przepływ i powodować wzrost oporów hydraulicznych. Habilitant wykazał natomiast, że odpowiedni wybór substratu może stać się narzędziem sterowania strukturą i ilością biofilmu, a nie tylko narzędziem dostarczania elektronodonora dla denitryfikacji. Szczególnie korzystny w tym aspekcie okazał się kwas cytrynowy. Pozwalał utrzymywać skuteczną denitryfikację przy ograniczonym przyroście biofilmu i niższym ryzyku zatykania reaktora. Z punktu widzenia technologicznego wynik ten należy ocenić wysoko, ponieważ wskazuje prostą możliwość wpływania na warunki eksploatacyjne istniejących instalacji poprzez zmianę dozowanego źródła węgla, bez konieczności zasadniczej przebudowy reaktora. Jednocześnie bardzo dobrze oceniam to, że wyniki cyklu nie zostały przedstawione jako bezwarunkowy sukces technologii. Badania ujawniły bowiem istotne ograniczenie reaktorów opartych głównie na biomasie przytwierdzonej. Pomimo zdolności mikroorganizmów do akumulacji polifosforanów i zawartości fosforu w suchej masie biofilmu, całkowita efektywność biologicznego usuwania fosforu pozostawała ograniczona, ponieważ z układu odprowadzano stosunkowo niewielką ilość biomasy. Jest to ważny wniosek technologiczny. W biologicznej defosfatacji nie wystarcza samo związanie fosforu w biomasie aby uzyskać trwałe usunięcie go z układu, biomasa zawierająca polifosforany musi zostać fizycznie odprowadzona. Zaleta reaktorów biofilmowych polegająca na małym przyroście i silnej retencji biomasy staje się więc w tym przypadku jednocześnie ograniczeniem. Habilitant trafnie wyprowadza z tego wyniku potrzebę zastosowania układów hybrydowych lub uzupełnienia biologicznego usuwania fosforu procesem fizykochemicznym. Co szczególnie istotne, ten wniosek nie pozostał jedynie postulatem. Stał się jednym z punktów wyjścia do badań przedstawionych w Osiągnięciu nr 1, w którym fosfor był już celowo wydzielany i odzyskiwany metodami fizykochemicznymi. Widać więc rzeczywistą ciągłość i rozwój programu badawczego Habilitanta.

Na wysoką ocenę zasługuje także uwzględnienie w cyklu nie tylko klasycznej analityki ściekowej, lecz również badań struktury mikrobiologicznej. Habilitant wykazał, że rodzaj źródła węgla może istotnie selekcjonować populację biofilmu, a zmiany mikrobiomu przekładają się na kinetykę przemian technologicznych. Szczególną rolę w analizowanych układach przypisano bakteriom rodzaju *Trichococcus,* zdolnym do wykorzystywania zarówno kwasu cytrynowego, jak i złożonych substratów zawartych w odpadowym piwie oraz produktów rozpadu biomasy. Jest to istotne, gdyż w technologii oczyszczania ścieków często optymalizuje się proces na podstawie takich parametrów jak HRT, ładunek, pH czy stosunek C/N, traktując mikrobiom jako swoistą „czarną skrzynkę". W przedstawionym cyklu podjęto próbę powiązania efektu technologicznego z przemianami zachodzącymi w samej społeczności mikroorganizmów, co znacząco zwiększa wartość poznawczą osiągnięcia.

Patrząc na cykl B1-B6 całościowo, za jego najważniejszy wkład uważam wykazanie, że dobór zewnętrznego źródła węgla w reaktorze biofilmowym jest elementem sterowania całym procesem, a nie tylko prostym uzupełnieniem deficytu COD. Habilitant wykazał bowiem wpływ rodzaju substratu na: kinetykę redukcji azotanów i przemiany fosforanów, warunki redoks i możliwość jednoczesnego przebiegu denitryfikacji oraz defosfatacji, strukturę mikrobiologiczną biofilmu, współczynnik przyrostu biomasy, ilość i skład zewnątrzkomórkowych substancji polimerowych, grubość i strukturę błony biologicznej, ryzyko kolmatacji wypełnienia i ilość powstających osadów nadmiernych i potencjalne

koszty ich zagospodarowania. Za oryginalne i wartościowe elementy Osiągnięcia nr 2 uznaję przede wszystkim wykazanie możliwości efektywnego zastosowania kwasu cytrynowego jako nietypowego źródła węgla w reaktorach biofilmowych; określenie warunków jego wykorzystania zarówno w denitryfikacji, jak i biologicznej defosfatacji; powiązanie rodzaju substratu ze strukturą biofilmu i EPS; wykazanie bardzo niskiego przyrostu biomasy; oraz eksperymentalne potwierdzenie możliwości wykorzystania odpadowego piwa jako wtórnego źródła węgla do denitryfikacji.

Ocena osiągnięcia wymaga jednak wskazania również ograniczeń. Znaczna część zasadniczych doświadczeń została wykonana w skali laboratoryjnej i z wykorzystaniem ścieków syntetycznych, przygotowanych tak, aby odzwierciedlały określony typ ścieków. Pozwala to dobrze kontrolować zmienne procesowe i identyfikować mechanizmy, ale ogranicza możliwość bezpośredniego przenoszenia wartości kinetycznych i optymalnych stosunków C/N czy C:N:P do rzeczywistych oczyszczalni. Należy również pamiętać o zmienności odpadowych źródeł węgla. O ile czysty kwas cytrynowy ma powtarzalny skład, o tyle ścieki browarnicze czy odpadowe piwo mogą istotnie różnić się stężeniem COD, pH, zawartością azotu, fosforu, substancji myjących czy dezynfekcyjnych. Sama publikacja B6 dobrze dokumentuje bardzo szeroki zakres parametrów w zależności od działu i fazy produkcji. Oznacza to, że zastosowanie takich substratów w skali technicznej wymagałoby kontroli jakości strumienia, dozowania zależnego od rzeczywistego zapotrzebowania na węgiel oraz prawdopodobnie zbiornika uśredniającego. Drugim ograniczeniem jest wspomniana już defosfatacja. Niski przyrost biomasy jest korzystny z punktu widzenia produkcji osadu, ale jednocześnie utrudnia trwałe usuwanie fosforu poprzez jego akumulację w biomasie. Jest to interesujący przykład kompromisu technologicznego, który Habilitant właściwie rozpoznał: cecha korzystna dla jednego aspektu eksploatacji może być niekorzystna dla innego procesu jednostkowego. Zwróciłabym również uwagę na chronologię cyklu. Większość prac B2-B6 pochodzi z okresu poprzedzającego uzyskanie stopnia doktora lub jest bezpośrednio związana z badaniami rozwijanymi następnie w rozprawie doktorskiej, co sam Habilitant wyraźnie wskazuje w dokumentacji. Publikacja B1 z 2020 r. ma natomiast charakter rozwinięcia i syntezy wcześniejszych prac. Nie podważa to merytorycznej wartości cyklu.

Podsumowując, Osiągnięcie nr 2 oceniam pozytywnie i wysoko pod względem jego wartości poznawczej oraz spójności problemowej. Cykl B1-B6 tworzy konsekwentny program badawczy, w którym Habilitant przeszedł od określenia optymalnych proporcji substratu i biogenów przy zastosowaniu klasycznego źródła węgla, poprzez ocenę nietypowego substratu w postaci kwasu cytrynowego, do wykorzystania odpadowego strumienia organicznego oraz kompleksowej analizy wpływu rodzaju substratu na biofilm, EPS, mikrobiom i warunki eksploatacji reaktora. Za szczególnie wartościowe uznaję odejście od uproszczonego rozumienia zewnętrznego źródła węgla jako wyłącznie „dawki COD". Badania Habilitanta pokazują, że jego rodzaj może być aktywnym parametrem sterowania bioreaktorem, wpływającym jednocześnie na efektywność procesu, strukturę mikrobiologiczną, ilość biomasy, cechy biofilmu oraz bezpieczeństwo eksploatacyjne instalacji. Jest to, w mojej ocenie, najważniejszy element poznawczy omawianego osiągnięcia. Na uznanie zasługuje ponadto powiązanie badań podstawowych z problemem praktycznym. Wykorzystanie odpadowego piwa jako źródła węgla stanowi przykład zagospodarowania strumienia odpadowego w innym procesie środowiskowym, natomiast wskazanie kwasu cytrynowego jako substratu zapewniającego skuteczną denitryfikację przy ograniczonym przyroście biofilmu może mieć znaczenie dla modernizacji instalacji opartych na złożach biologicznych. Równocześnie Habilitant właściwie zidentyfikował ograniczenia biologicznej defosfatacji w systemie charakteryzującym się niewielkim odprowadzaniem biomasy, co doprowadziło później do poszukiwania procesów fizykochemicznego odzysku fosforu. Widoczna jest

wyraźna ciągłość programu badawczego Habilitanta: od biologicznych mechanizmów usuwania azotu i fosforu oraz sterowania biofilmem, poprzez identyfikację ograniczeń tych procesów, aż do opracowania zintegrowanych układów biologiczno-fizykochemicznych i odzysku pierwiastków. Taka ewolucja tematyki świadczy o konsekwentnym rozwoju warsztatu badawczego i umiejętności wykorzystywania wyników wcześniejszych badań do formułowania kolejnych, bardziej złożonych problemów naukowych.

Podsumowując, w mojej ocenie przedstawione Osiągnięcie nr 1 stanowi znaczący i oryginalny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, w szczególności w obszarze technologii oczyszczania specyficznych ścieków o wysokim stężeniu związków biogennych, odzysku fosforu i innych składników mineralnych oraz projektowania rozwiązań służących zamykaniu obiegów wody i pierwiastków. Na szczególne uznanie zasługuje nie tylko jakość poszczególnych wyników, ale przede wszystkim sposób ich powiązania w spójną koncepcję technologiczną, co świadczy o dojrzałości naukowej Habilitanta i jego umiejętności samodzielnego definiowania oraz rozwiązywania złożonych problemów badawczych o istotnym znaczeniu środowiskowym i gospodarczym. Oceniając Osiągnięcie nr 2, należy stwierdzić, iż wnosi ono istotny wkład do wiedzy dotyczącej funkcjonowania reaktorów z błoną biologiczną, doboru zewnętrznych źródeł węgla oraz mechanizmów zintegrowanego usuwania związków biogennych. Szczególnie wysoko oceniam wykazanie zależności pomiędzy rodzajem substratu, mikroorganizmami i strukturą biofilmu oraz parametrami eksploatacyjnymi reaktora. Osiągnięcie potwierdza bardzo dobre przygotowanie Habilitanta w zakresie technologii biologicznego oczyszczania ścieków oraz jego zdolność do prowadzenia badań łączących aspekty procesowe, mikrobiologiczne i aplikacyjne.

5. **Ocena spełnienia kryterium wykazania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej**

Przedłożona dokumentacja wskazuje, że Habilitant realizował aktywność naukową również poza macierzystą jednostką, zarówno w krajowych ośrodkach akademickich, jak i w instytucji zagranicznej. Jego mobilność naukowa obejmowała trzy staże, których tematyka pozostawała bezpośrednio związana z prowadzonymi przez niego badaniami w obszarze inżynierii środowiska, w szczególności technologii oczyszczania ścieków, analizy ścieków i osadów oraz modelowania procesów usuwania zanieczyszczeń.

W okresie od 1 do 29 września 2016 r. Habilitant odbył miesięczny staż naukowy w Katedrze Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej, gdzie opiekunem stażu była dr inż. Joanna Struk-Sokołowska. Pobyt ten umożliwił Habilitantowi poszerzenie warsztatu badawczego w zakresie metod analitycznych stosowanych do oceny ścieków komunalnych i przemysłowych, w tym ich biodostępności, a także w zakresie formułowania równań empirycznych i wykorzystania modeli matematycznych do opisu oraz sterowania procesami usuwania zanieczyszczeń. Efektem podjętej współpracy były również publikacje naukowe przygotowane wspólnie z pracownikami Politechniki Białostockiej, co potwierdza, że staż nie miał wyłącznie charakteru szkoleniowego, lecz stanowił podstawę dalszej aktywności badawczej.

Kolejnym istotnym elementem mobilności naukowej Habilitanta był trzytygodniowy staż naukowo-dydaktyczny zrealizowany w dniach od 24 października do 14 listopada 2022 r. w School of Agriculture, Polytechnic Institute of Beja w Portugalii. Opiekunem stażu był prof. Jorge M.R. Tavares. W czasie pobytu Habilitant prowadził badania dotyczące zastosowania metod strącania zanieczyszczeń

w ściekach pochodzących z przemysłu rolno-spożywczego, a także wykonywał analizy ścieków, osadów oraz biomasy. Współpraca z Polytechnic Institute of Beja zaowocowała również wspólnymi publikacjami naukowymi. Staż ten należy uznać za szczególnie istotny z punktu widzenia umiędzynarodowienia działalności Habilitanta, ponieważ łączył prowadzenie badań eksperymentalnych, aktywność publikacyjną oraz działalność dydaktyczną w zagranicznym ośrodku akademickim.

W okresie od 23 czerwca do 31 sierpnia 2025 r. Habilitant odbył ponadto dziesięciotygodniowy staż naukowy w Katedrze Inżynierii Środowiska Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, pod opieką prof. dr. hab. Krzysztofa Jóźwiakowskiego. W trakcie stażu prowadził badania ścieków i osadów ściekowych pochodzących z przyzakładowej oczyszczalni ścieków Zakładu Produkcyjnego Kurpie SM MLEKOVITA w Baranowie oraz z demonstratora hybrydowego systemu hydrofitowego. Staż stanowił kontynuację wcześniej nawiązanej współpracy naukowej z Katedrą Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, rozwijanej w ramach projektu „Sieć badawcza uczelni przyrodniczych na rzecz rozwoju polskiego sektora mleczarskiego - projekt badawczy", finansowanego z dotacji celowej Ministra Edukacji i Nauki na podstawie umowy nr MEiN/2023/DPI/2875 z dnia 3 października 2023 r.

Przedstawione przykłady potwierdzają, że aktywność naukowa Habilitanta była realizowana w więcej niż jednej uczelni i obejmowała zarówno ośrodki krajowe, jak i zagraniczny. Mobilność ta nie ograniczała się do krótkotrwałych wizyt, lecz wiązała się z prowadzeniem badań eksperymentalnych, rozwijaniem kompetencji metodycznych, działalnością dydaktyczną, współpracą projektową, przygotowywaniem wspólnych publikacji oraz uczestnictwem w pracach o charakterze aplikacyjnym i wdrożeniowym. W mojej ocenie przedstawiony zakres aktywności pozwala uznać, że Habilitant spełnia kryterium wykazania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w tym w jednostce zagranicznej.

6. Pozostały dorobek naukowy Habilitanta

Habilitant jestem autorem/współautorem 112 publikacji w tym 71 prac z punktacją MNiSW (z czego 54 z listy JCR). Łączna liczba punktów za artykuły w czasopismach zgodnie z kryteriami Ministerstwa wynosi 5501 pkt (w tym 4845 pkt po wprowadzeniu „nowej punktacji" w 2019 r). Sumaryczny Impact Factor dorobku Habilitanta wynosi IF=208,283. Sumaryczna liczba punktów za artykuły, w których Habilitant pełni rolę pierwszego autora i/lub korespondencyjnego wynosi 3286 (w tym 3020 pkt po wprowadzeniu „nowej punktacji w 2019 r.). Sumaryczny IF dla tych publikacji wynosi 121,707. Natomiast sumaryczna liczba punktów za artykuły, w których Habilitant pełni rolę pierwszego autora wynosi 2041 (w tym 1840 pkt po wprowadzeniu „nowej punktacji w 2019 r.). Odpowiadający im sumaryczny IF=84,300. Należy podkreślić, że Habilitant posiada imponujący dorobek naukowy.

Pozostały dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Artura Mielcarka, niewchodzący w skład dwóch cykli publikacji przedstawionych jako osiągnięcia naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego, oceniam również bardzo wysoko. Dorobek ten jest zarówno obszerny ilościowo, jak i spójny tematycznie z dyscypliną inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Zgodnie z dokumentacją Habilitanta, publikacje niewchodzące w skład obu cykli habilitacyjnych odpowiadają łącznie 4166 pkt według wykazów ministerialnych, a ich sumaryczny współczynnik Impact Factor wynosi 140,227. Całkowity dorobek publikacyjny Habilitanta obejmuje 112 publikacji, w tym 64 opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora. Spośród publikacji powstałych po doktoracie 37 stanowią artykuły w czasopismach indeksowanych w Journal Citation Reports, 6 dalszych prac opublikowano

w czasopismach punktowanych przez Ministerstwo, a 21 pozycji stanowią pozostałe publikacje, w tym materiały konferencyjne. Na szczególne podkreślenie zasługuje wyraźny wzrost aktywności publikacyjnej Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora. Spośród 5501 pkt przypisanych całemu dorobkowi publikacyjnemu aż 4940 pkt przypada na okres po doktoracie, a sumaryczny IF publikacji z tego okresu wynosi 173,906. Habilitant wskazuje również, że 3286 pkt uzyskał jako pierwszy autor i/lub autor korespondencyjny, co świadczy o jego znaczącym udziale w koncepcji, realizacji i upowszechnianiu wyników prowadzonych badań.

Tematyka pozostałych publikacji Habilitanta pozostaje skoncentrowana przede wszystkim wokół technologii oczyszczania ścieków, biologicznego i bioelektrochemicznego usuwania zanieczyszczeń, gospodarki związkami biogennymi, odzysku fosforu, wykorzystania materiałów sorpcyjnych, oczyszczania ścieków pochodzących z produkcji rolniczej i przemysłu spożywczego oraz zagadnień efektywności energetycznej oczyszczalni ścieków. Jednocześnie można zauważyć stopniowe poszerzanie tematyki badań o problematykę mikrozanieczyszczeń organicznych oraz ocenę ich wpływu na procesy biologiczne. Przykładem są badania dotyczące usuwania benzotriazoli w kolejnych fazach procesu SBR oraz wpływu tych związków na strukturę zespołów bakteryjnych osadu czynnego.

Za wartościowe uzupełnienie głównych osiągnięć habilitacyjnych uznaję m.in. prace dotyczące efektywności energetycznej oczyszczalni ścieków i możliwości odzysku energii z biogazu, jakości ścieków i osadów powstających w polskich zakładach mleczarskich, zastosowania chityny do usuwania azotanów i ortofosforanów ze ścieków szklarniowych, produkcji energii w mikrobiologicznych ogniwach paliwowych podczas biologicznego oczyszczania ścieków z upraw bezglebowych oraz elektrochemicznego usuwania fosforu ze ścieków charakteryzujących się niską zawartością węgla organicznego. Publikacje te wskazują, że zainteresowania badawcze Habilitanta nie ograniczają się do jednego rozwiązania technologicznego, lecz obejmują biologiczne, sorpcyjne, elektrochemiczne i bioelektrochemiczne metody oczyszczania oraz zagadnienia gospodarki zasobami i energią.

Istotnym kierunkiem prowadzonych przez Habilitanta prac są również badania nad wykorzystaniem procesów elektrochemicznych i bioelektrochemicznych w oczyszczaniu ścieków. W dorobku znajduje się m.in. publikacja dotycząca udoskonalenia elektrochemicznego i bioelektrochemicznego oczyszczania wód drenarskich z upraw bezglebowych, opublikowana w Science of the Total Environment, a także badania nad zużyciem energii podczas usuwania związków biogennych w reaktorach bioelektrochemicznych oraz nad parametrami technologicznymi elektrochemicznych i elektrobiologicznych kontaktorów obrotowych. Ważnym kierunkiem były ponadto badania biofiltracyjne związane z oczyszczaniem ścieków zawierających środki stosowane do odladzania nawierzchni lotniskowych.

Bardzo dobrze oceniam także aktywność konferencyjną Habilitanta. Według zestawienia przedstawionego w dokumentacji uczestniczył on aktywnie w 32 konferencjach naukowych, przy czym po uzyskaniu stopnia doktora wykazał 16 wystąpień, w tym 8 podczas konferencji zagranicznych oraz jedno podczas krajowej konferencji o charakterze międzynarodowym. Habilitant prezentował wyniki swoich badań m.in. w Barcelonie, Beja, na Krecie, w Pafos, Rzymie, Izmirze, Nowym Jorku i Sanya. Tematyka wystąpień była bezpośrednio związana z profilem badawczym Habilitanta i obejmowała m.in. oczyszczanie ścieków z bezglebowych upraw roślin, zastosowanie procesów elektro-biologicznych, odzysk składników biogennych, gospodarkę ściekami mleczarskimi oraz energetyczne aspekty usuwania azotu i fosforu. W 2024 r. był również członkiem komitetu naukowo-organizacyjnego sympozjum poświęconego metodom kształcenia i narzędziom wykorzystywanym na Wydziale Geoinżynierii UWM.

Na pozytywną ocenę zasługuje aktywność Habilitanta w pozyskiwaniu i realizacji projektów badawczych. Po uzyskaniu stopnia doktora kierował projektem „Opracowanie technologii precyzyjnego oczyszczania ścieków z bezglebowej uprawy pomidorów z wykorzystaniem elektrobiologicznego reaktora hybrydowego", finansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu LIDER 10, o wartości 1 492 500 zł. Wcześniej kierował projektem PRELUDIUM 4 finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki oraz pięcioma wydziałowymi projektami badawczymi. Łącznie dokumentacja wykazuje 7 projektów realizowanych przez Habilitanta w charakterze kierownika.

Warto zwrócić uwagę również na współpracę międzyinstytucjonalną Habilitanta, która przyniosła wymierne rezultaty publikacyjne. Współpraca z Politechniką Białostocką, zapoczątkowana podczas stażu naukowego, znalazła odzwierciedlenie w kilkunastu wspólnych publikacjach, dotyczących m.in. benzotriazoli, frakcjonowania związków organicznych w ściekach, procesów SBR, ścieków mleczarskich oraz biologicznego i bioelektrochemicznego usuwania związków biogennych. Współpraca z Polytechnic Institute of Beja zaowocowała natomiast publikacjami dotyczącymi odzysku fosforu i innych pierwiastków ze ścieków szklarniowych, zastosowania złóż wykonanych z materiałów powstających podczas termicznego przetwarzania osadów ściekowych oraz charakterystyki osadów powstających podczas oczyszczania ścieków z upraw bezglebowych. Na uwagę zasługuje również rozwijana współpraca z Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie, w szczególności w obszarze gospodarki wodno-ściekowej przemysłu mleczarskiego.

Szczególnie pozytywnie oceniam fakt, że działalność naukowa Habilitanta znajduje przełożenie na rozwiązania technologiczne i współpracę z otoczeniem gospodarczym. W dokumentacji wskazano dwa zgłoszenia patentowe: P.446108 „Odzysk fosforu i innych pierwiastków pochodzących z wód drenarskich z bezglebowych upraw roślin" oraz P.454571 „Sposób oczyszczania ścieków szklarniowych zwłaszcza z bezglebowej uprawy pomidorów". Dla obu rozwiązań przygotowano następnie oferty technologiczne Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Należy przy tym zaznaczyć, że w przedstawionej dokumentacji są to zgłoszenia patentowe, a nie uzyskane już patenty, gdyż w części dotyczącej przyznanych praw własności przemysłowej Habilitant nie wykazał uzyskanych patentów.

Wymiernym rezultatem współpracy z gospodarką jest także wdrożenie instalacji do odwadniania i stabilizacji osadów pochodzących z oczyszczania ścieków mleczarskich w Zakładzie Produkcyjnym Kurpie SM MLEKOVITA w Baranowie. Ponadto Habilitant współpracował z PKN ORLEN S.A. przy nadzorze nad eksploatacją stacji badawczej do hodowli glonów oraz wykonywał opracowania i analizy na potrzeby podmiotów gospodarczych, m.in. w zakresie osadów ściekowych i ich fermentacji metanowej.

Odnotowania wymaga również aktywność recenzencka Habilitanta. Według stanu na 26 marca 2026 r. przygotował on 103 recenzje artykułów naukowych, z czego 101 po uzyskaniu stopnia doktora. Recenzował prace m.in. dla Science of the Total Environment (20 recenzji), Water (16), Separation and Purification Technology, Chemosphere, Journal of Environmental Management, Journal of Water Process Engineering, Ecological Engineering i szeregu innych czasopism międzynarodowych. Skalę tej aktywności można uznać za znaczącą i świadczącą o rozpoznawalności kompetencji Habilitanta w środowisku naukowym. Uzupełnieniem aktywności naukowej jest działalność w organizacjach branżowych. Habilitant pełni funkcję sekretarza Głównej Komisji Rewizyjnej Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych w kadencji 2024-2028, jest członkiem Głównej Sekcji Wodociągów i Kanalizacji PZITS oraz członkiem oddziału olsztyńskiego tego Zrzeszenia.

Parametry naukometryczne potwierdzają zauważalny odbiór prac Habilitanta przez środowisko naukowe. Według danych przedstawionych przez Habilitanta, na dzień 26 marca 2026 r. publikacje Habilitanta były cytowane 826 razy w Web of Science, w tym 654 razy bez autocytowań, oraz 916 razy w Scopus, w tym 743 razy bez autocytowań. Indeks Hirscha wynosił 18 zarówno w Web of Science, jak i w Scopus, natomiast w Google Scholar 20. Sumaryczny Impact Factor całego dorobku wynosił 208,283.

W przedstawionym dorobku nie wykazano monografii naukowych, członkostwa w komitetach redakcyjnych czasopism ani uzyskanych już patentów. Nie uważam jednak tych elementów za zasadnicze ograniczenie oceny aktywności naukowo-badawczej Habilitanta, ponieważ w reprezentowanej dyscyplinie podstawową formą komunikowania wyników są artykuły publikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych. W tym zakresie dorobek Habilitanta jest obszerny, a dodatkowo uzupełniają go projekty badawcze, aktywność recenzencka, współpraca międzyinstytucjonalna oraz rezultaty o charakterze aplikacyjnym i wdrożeniowym.

Reasumując, pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze dr. inż. Artura Mielcarka oceniam pozytywnie. Wskazują one na konsekwentny rozwój naukowy po uzyskaniu stopnia doktora, poszerzanie zakresu podejmowanej problematyki badawczej przy zachowaniu spójności z dyscypliną inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, zdolność do prowadzenia badań w zespołach krajowych i międzynarodowych oraz umiejętność łączenia badań podstawowych i technologicznych z działalnością o charakterze aplikacyjnym. Szczególnie wysoko oceniam aktywność publikacyjną Habilitanta, jego doświadczenie w kierowaniu projektami badawczymi, znaczną aktywność recenzencką oraz podejmowanie działań zmierzających do praktycznego wykorzystania wyników badań.

7. Konkluzja

Na podstawie przeprowadzonej analizy przedstawionych osiągnięć habilitacyjnych oraz całokształtu aktywności naukowej stwierdzam, że dr. inż. Artur Mielcarek spełnia wymagania określone w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo a szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity, Dz. U. z 2024 roku, poz. 1571, ze zm.).

Przedstawione przez Habilitanta osiągnięcia naukowe stanowią spójny, oryginalny i znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Na szczególne podkreślenie zasługuje konsekwentnie rozwijana problematyka oczyszczania ścieków, usuwania i odzysku związków biogennych, wykorzystania procesów biologicznych, elektrochemicznych i bioelektrochemicznych oraz opracowywania rozwiązań ukierunkowanych na odzysk zasobów i zwiększenie efektywności technologii środowiskowych. Wysoki poziom naukowy przedstawionych prac, ich spójność tematyczna i aplikacyjny charakter, a także istotny udział Habilitanta w koncepcji badań, ich realizacji, interpretacji wyników, pozyskiwaniu finansowania oraz przygotowaniu publikacji potwierdzają jego samodzielność naukową i spełnienie kryterium wniesienia znaczącego wkładu w rozwój dyscypliny.

Dorobek dr. inż. Artura Mielcarka oceniam jako wyróżniający się zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym. Szczególnie wysoko oceniam połączenie aktywności publikacyjnej w renomowanych czasopismach międzynarodowych z umiejętnością pozyskiwania finansowania badań, kierowania projektami, rozwijania współpracy międzyinstytucjonalnej oraz doprowadzania wyników badań do etapu rozwiązań technologicznych i wdrożeniowych. Taki sposób prowadzenia działalności naukowej świadczy nie tylko o dojrzałości i samodzielności badawczej Habilitanta, lecz także o ponadprzeciętnej zdolności do łączenia badań naukowych z praktyką inżynierską. W mojej ocenie

niektóre elementy tego dorobku, zwłaszcza w zakresie rozwoju technologii oczyszczania ścieków i odzysku zasobów, można uznać za osiągnięcia o charakterze wybitnym w skali dyscypliny.

Habilitant wykazał również istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej, zarówno w kraju, jak i za granicą. Potwierdzają to odbyte staże naukowe, współpraca z zespołami badawczymi Politechniki Białostockiej, Polytechnic Institute of Beja w Portugalii oraz Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, a także wspólne publikacje, projekty badawcze i działania o charakterze wdrożeniowym. Tym samym, w mojej ocenie, Habilitant spełnia również ustawowe kryterium dotyczące prowadzenia istotnej aktywności naukowej w więcej niż jednej jednostce naukowej.

Uwzględniając całokształt osiągnięć naukowych, bardzo wysoki poziom aktywności publikacyjnej i projektowej, rozpoznawalność w środowisku naukowym, współpracę krajową i międzynarodową, jak również rezultaty o charakterze aplikacyjnym i wdrożeniowym, dorobek dr. inż. Artura Mielcarka oceniam bardzo wysoko. Jest to dorobek dojrzały, konsekwentnie rozwijany i w wielu aspektach wyróżniający się, potwierdzający ugruntowaną pozycję Habilitanta jako samodzielnego badacza w obszarze inżynierii środowiska.

W związku z powyższym w pełni popieram wniosek o nadanie dr. inż. Arturowi Mielcarkowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Grobelak Anna

dr hab. Anna Grobelak, prof. PCz