



Politechnika Warszawska

Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej

Dr hab. inż. Maciej Pilarek, profesor uczelni

Warszawa, 21 kwietnia 2026 r.

Recenzja

osiągnięć naukowych Pana dr inż. Grzegorza Cemy
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia
doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

Podstawą opracowania recenzji jest pismo nr RIE-BD.532.3.2026 z dnia 9 lutego 2026 r. skierowane przez Pana prof. dr. hab. Krzysztofa Labusa, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej, przekazane łącznie z dokumentacją postępowania.

1. Ogólna charakterystyka sylwetki Kandydata

Pan dr inż. Grzegorz Cema, Kandydat do stopnia naukowego doktora habilitowanego, uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera inżynierii środowiska, specjalność biotechnologia przemysłowa, kończąc w roku 2003 studia na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej. Następnie, w tym samym roku, podjął studia doktoranckie w swojej macierzystej jednostce, rozpoczynając swoją karierę naukową i akademicką. W marcu 2010 roku, Kandydat uzyskał stopień doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii środowiska, nadany uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki, na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej pt. „*Comparative study on different systems applied to Anammox process*”, której promotorkami były Pani dr hab. inż. Joanna Surmacz-Górska, prof. nzw. w Politechnice Śląskiej oraz Pani Elżbieta Płaza, *associate professor* w KTH *Royal Institute of Technology* w Sztokholmie. W trakcie realizacji studiów doktoranckich w Politechnice Śląskiej, Kandydat zrealizował również studia doktoranckie na KTH *Royal Institute of Technology* (swe. *Kungliga Tekniska Högskolan*, KTH; pol. Królewski Instytut Technologiczny) w Sztokholmie, uzyskując w październiku 2010 roku stopień *Doctor of Philosophy* w zakresie *Land and Water Resources Engineering*, w wyniku publicznej obrony rozprawy pt. „*Comparative study on different Anammox systems*”, której, według dokumentacji w językach szwedzkim i angielskim, promotorką była Pani Profesor Elżbieta Płaza (w autoreferacie Kandydat uzupełnia grono promotorskie również o Panią prof. dr hab. inż. Joannę Surmacz-Górską z Politechniki Śląskiej, jak i wskazuje na inne sformułowanie tytułu rozprawy, tj. „*Comparative study on different systems applied to anammox process*”). Jest to z pewnością nietypowa ścieżka rozwoju naukowego na etapie studiów doktoranckich (zaznaczam, że ścieżka poparta kopiami dokumentów potwierdzających obydwie uzyskane stopnie naukowe doktora załączonymi do dokumentacji towarzyszącej rozpatrywanemu wnioskowi habilitacyjnemu), która ugruntowała Kandydatowi szerokie perspektywy dalszego rozwoju naukowego i która, bezsprzecznie, dała kandydatowi ponadstandardowy potencjał internacjonalizacji w podejmowaniu i rozwiązywaniu

Ul. Waryńskiego 1
00-645 Warszawa
tel.: 22 234 62 72
e-mail: maciej.pilarek@pw.edu.pl

wątków badawczych w jego karierze naukowej realizowanej po uzyskaniu obu stopni doktora. W Politechnice Śląskiej, uzyskany stopień naukowy doktora stał się przyczynkiem do zatrudnienia na stanowisku asystenta (w latach 2008-2012), a następnie awansu zawodowego na stanowisko adiunkta (w 2012 roku), na którym to w macierzystej Politechnice Śląskiej, Kandydat pracuje do dziś, niezmiennie na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki, w Katedrze Biotechnologii Środowiskowej.

Począwszy od doktoratu, zainteresowania naukowe Kandydata skupiały się na badaniach biologicznych procesów utylizacji ścieków charakteryzowanych wysokimi stężeniami związków azotu, realizowanych w różnych układach aparaturowych i różnorodnych konfiguracjach bioprocessowych, w szczególności wokół analizy procesu anammox polegającego na biologicznym utlenianiu amonowej postaci azotu zachodzącego w warunkach anoksycznych, przy udziale mikroorganizmów wyposażonych w specyficzny zestaw enzymów katalizujących przemiany metaboliczne, wyróżniający je względem innych grup organizmów jednokomórkowych wykorzystywanych w biologicznych oczyszczalniach ścieków. Proces anammox znajduje praktyczne zastosowanie w biologicznym unieszkodliwianiu ścieków generowanych komunalnie oraz w różnych gałęziach współczesnego przemysłu przetwórczego i rolnictwa. Tematyka badań naukowych rozwijanych przez Kandydata po doktoracie dotyczyła zatem aktualnego badawczo zagadnienia z zakresu inżynierii środowiska, a konsekwentnie prowadzona działalność naukowa z zakresu analizy, poznania kinetyki i matematycznego opisu katalizowanego mikrobiologicznie procesu anammox oraz identyfikowania i ilościowej charakterystyki aktywności metabolicznej mikroorganizmów usuwających w ten specyficzny biologiczny sposób związki azotu z różnorodnych ścieków posiada wyraźny aspekt aplikacyjny, co jest istotne podczas oceny dorobku naukowego stanowiącego podstawą w ubieganiu się o stopień naukowy w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych, niezależnie od danej dyscypliny naukowej.

Kandydat wskazał w swoim wniosku na obszerny zakres prowadzonej w latach 2012-2024 współpracy z sektorem gospodarczym, czego dowodzą liczne ekspertyzy i operaty oraz inne opracowania wykonane we współpracy i na zamówienie krajowych instytucji publicznych i przedsiębiorców. Tematyka przywołanej w dokumentacji habilitacyjnej współpracy była zgodna z profilem tematycznie spójnej działalności naukowej Kandydata. W karierze naukowej konsekwentnie rozwijanej przez Kandydata po uzyskaniu stopni doktora, wartościowym naukowo i organizacyjnie aspektem jest 10-miesięczny staż podoktorski zrealizowany w latach 2012-2013 w *Institute for Sanitary Engineering and Waste Management* na *Gottfried Wilhelm Leibniz Universität* w Hanowerze, co spełnia istotne i wskazywane w recenzjach dorobku osób ubiegających się o stopień doktora habilitowanego kryterium wyjazdu stażowego do innej poza macierzystą jednostki naukowej (w szczególności zagranicznej). Staż został zrealizowany w ramach stypendium uzyskanego przez Kandydata z programu KOLUMB finansowanego przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej. Działalność naukową zrealizowaną w trakcie stażu podoktorskiego dokumentują dwa referaty konferencyjne wygłoszone przez Kandydata na międzynarodowych branżowych konferencjach naukowych (Załącznik 4, pozycje: II.2.15 i II.2.17) oraz jedna praca dyplomowa magisterska obroniona na hanowerskim uniwersytecie (odnosząc się do niej na 27. stronie Autoreferatu, Kandydat nie uszczegółowił swojej roli w tej pracy i nie podał jej tytułu). Pewnym niedociągnięciem jest brak artykułu naukowego dokumentującego ten istotny stażowy etap w karierze Kandydata.

Kandydat omówił w Autoreferacie swój udział w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych i zagranicznych pozyskiwanych ze źródeł zewnętrznych i wewnętrznych względem swojej macierzystej Uczelni, w tym w dziesięciu projektach zrealizowanych i zakończonych po uzyskaniu stopnia doktora (oraz trzech na wcześniejszych etapach rozwoju). W jednym z tych projektów, zrealizowanym w latach 2011-2014, Kandydat pełnił rolę kierownika, a w innym z tych projektów, zrealizowanym w latach 2020-2024, kierownika zespołu-

konsorcjanta. Najczęściej Kandydat pełnił w tych projektach rolę wykonawcy (tj. w 5., w tym trzykrotnie w projektach Pol-Nor finansowanych przez NCBiR) lub eksperta (tj. w 2.), a w jednym udzielał się jako uczestnik. Podsumowując ten wątek recenzji, Kandydat uczestniczył w realizacji 10 projektów, pełniąc role kierownicze w 20% tych projektów, co wydaje się dobrym wynikiem na bieżącym etapie kariery.

Rozpoznawalności naukowej Kandydata w międzynarodowym środowisku naukowym dowodzi powierzane funkcji recenzenta artykułów naukowych zgłaszanych do czasopism w różnych wydawnictwach, m.in. w Elsevier (kilkukrotnie w *Chemical Engineering Journal*, *Journal of Cleaner Production*, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *Journal of Environmental Management*, *Water Research*), w Springer (np. *Biodegradation*, *Water and Soil Pollution*), czy w Taylor & Francis (np. *Environmental Technology*), których wykonanie Kandydat deklaruje łącznie w liczbie 30 w okresie po uzyskaniu stopnia doktora. Wartym odnotowania w tym zakresie jest również udział Kandydata w gremiach oceniających wnioski o finansowanie składane w konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny (m.in. w ramach konkursów POIR NCBiR), czy też w instytucjach organizujących tego typu konkursy (m.in. EU COST *Action Water 2020*, VISBY *Swedish-Ukraine-Polish Research Cooperation 2010-2012*).

Bieżące, tj. na dzień przygotowania recenzji, wartości parametrów ilościowo określające dane bibliometryczne charakteryzujące naukową sylwetkę Kandydata, które przytacza baza Scopus, są na należyty poziomie odnoszącym się do jego aktualnego etapu kariery naukowej: indeks *h* wynosi 18 (bez autocytowań 17), a sumaryczna liczba cytowań zamyka się wartością liczbową 1138 (w tym 1076 cytowań niezależnych), co daje średnio ponad 27 cytowań (tj. ponad 25 cytowań niezależnych) na każdą z 42 prac (w tym 3 przed uzyskaniem ostatniego awansu naukowego) opublikowanych w czasopismach naukowych indeksowanych w bazie *Journal Citation Reports (JCR)*. Sumaryczna wartość współczynnika wpływu (ang. *impact factor, IF*) charakteryzująca dotychczasowy dorobek naukowy Kandydata zamyka się wartością ponad 128 (zgodnie z informacją podaną w Załączniku 4, pkt. IV.1, str. 39). Wartość punktowa całościowego dorobku Kandydata zamyka się sumą 2973 pkt. MNiSW, na co składają się: 2450 pkt. za artykuły opublikowane po 2018 roku i 308 pkt. za wcześniej opublikowane artykuły, a także 200 pkt. za wieloautorskie monografie wydane po 2018 roku i 15 pkt. za wcześniej wydane opracowanie monograficzne). Biorąc pod uwagę dane bibliometryczne dostępne w bazie Scopus, Kandydat utrzymuje wysoką aktywność publikacyjną od 2016 roku, będąc w latach 2016-2025 współautorem 35 artykułów naukowych (co stanowi ponad 80% całego dorobku naukowego Kandydata opublikowanego w formie artykułów naukowych w czasopismach indeksowanych w bazie *JCR*), wśród których ważnym elementem jest monotematyczny cykl 9 artykułów, tworzący osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę recenzowanego wniosku habilitacyjnego. Monotematyczny cykl publikacji stanowi zatem około 1/5 całego dorobku naukowego Kandydata opublikowanego w formie artykułów naukowych w czasopismach indeksowanych w bazie *JCR*.

Kandydat posiada bogate i różnorodne tematycznie doświadczenie dydaktyczne, które zbudował prowadząc na macierzystym Wydziale obligatoryjne zajęcia dydaktyczne dla studentów I (w tym dwa przedmioty w języku angielskim) i II stopnia, zajęcia fakultatywne, a także zajęcia na studiach podyplomowych i na kursach specjalistycznych. Pełnił funkcję promotora w ponad pięćdziesięciu pracach dyplomowych (w 24 pracach magisterskich i 34 pracach inżynierskich). Od roku 2017 był promotorem pomocniczym w 5 pracach doktorskich (w tym w jednym doktoracie wdrożeniowym).

W przekazanym do recenzji wniosku nie została zawarta informacja czy Kandydat wcześniej ubiegał się o stopień doktora habilitowanego; w dokumentacji nie ma również informacji, że takowe postępowanie zostało wcześniej wszczęte. Dlatego recenzja została sporządzona przy założeniu, że bieżące postępowanie habilitacyjne jest pierwszym wszczętym na wniosek Kandydata.

2. Ocena osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem wniosku habilitacyjnego oraz innych elementów dorobku i aktywności naukowej

2.1 Ocena osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem wniosku habilitacyjnego

Kandydat, jako osiągnięcie naukowe będące podstawą wniosku habilitacyjnego, przedstawił cykl 9 powiązanych tematycznie publikacji z lat 2012-2025 zebranych pod wspólnym tytułem: „*Hamowanie procesu częściowej nityfikacji/anammox – wpływ wybranych czynników środowiskowych*”. Tytuł właściwie prezentuje, a zarazem uściśla merytorycznie spójną tematykę monotematycznych artykułów.

Wszystkie prace wchodzące w skład monotematycznego cyklu publikacji dwukrotnie wskazanego przez Kandydata w dokumentacji przekazanej do recenzji, tj. w Autoreferacie w punkcie 4.2 (na stronach 4-5) oraz w Załączniku 4 w punkcie 1 (na stronie 2), są wieloautorowe, tzn. Kandydat nie jest jedynym autorem żadnej pracy wliczonej w monotematyczny zestaw. Kandydat jest współautorem w: jednej publikacji dwóch współautorów, czterech publikacjach trzech współautorów i czterech artykułach opublikowanych przez pięciu współautorów. W trzech artykułach Kandydat jest pierwszym współautorem, a w pozostałych sześciu artykułach jest drugim współautorem. Kandydat jest autorem korespondencyjnym jedynie w dwóch artykułach tworzących monotematyczny cykl publikacji.

W trzech z artykułów tworzących monotematyczny cykl publikacji stanowiący podstawę wniosku habilitacyjnego udział Kandydata został przez niego określony jako dominujący (tj. 2x60% i 1x55%), w jednym artykule udział Kandydata jest równy sumie udziałów pozostałych współautorów (tj. 50%) czyli można uznać rolę Kandydata jako wiodącą w powstanie tej publikacji, a w pięciu publikacjach udział Kandydata określony został jako mniejszościowy, tj. 45% (trzykrotnie) i 25% (dwukrotnie), zatem rolę którą Kandydata odegrał w powstaniu tych publikacji również może być oceniona na wiodącą (artykuły z udziałem 45%) lub przynajmniej znaczącą (publikacje z udziałem 25%). Udziały w publikacjach zdefiniowane przez Kandydata w Autoreferacie (pkt. 4.2) oraz w Załączniku 4 (pkt. 1.A, tj. na stronach 3-22 - oczywiście w zakresie dotyczącym publikacji zaliczonych do monotematycznego cyklu), znajdują poparcie w dokumentach zebranych w Załączniku 6 – *Oświadczenia dotyczące udziału w poszczególnych publikacjach*, będącym zbiorem oświadczeń Kandydata o szczegółowym wkładzie merytorycznym i redaktorskim w każdą z wieloautorowych publikacji, i zawierającym jednoznaczne ilościowe (tj. liczbowe) oszacowanie wartości procentowego wkładu w każdą publikację zaliczoną do monotematycznego cyklu artykułów, potwierdzonych podpisem Kandydata, a dodatkowo poświadczonych podpisami współautorów.

Biorąc pod uwagę wszystkie informacje przedstawione przez Kandydata w Autoreferacie (pkt. 4.2) oraz w Załączniku 4 (pkt. 1.A), które znajdują pełne poparcie w treści oświadczeń współautorów, stwierdzam jednoznacznie, że wiodący wkład naukowy oraz wiodące zaangażowanie badawcze Kandydata w osiągnięcie naukowe przedstawione w postaci monotematycznego cyklu wieloautorowych publikacji nie budzą zastrzeżeń. Pozwala to zatem recenzentowi przejść do dalszych etapów sporządzania recenzji.

Analizując od strony bibliometrycznej osiągnięcie naukowe, tj. monotematyczny cykl artykułów, przedstawione przez Kandydata w bieżącym postępowaniu awansowym, to materiał ten został opublikowany w czasopiśmie naukowych indeksowanych w bazie *JCR*, które identyfikuje szeroki zakres wartości współczynnika wpływu *IF*, tj. od 0,388 do 7,34, zgodnie z przedstawionymi w autoreferacie wartościami *IF* wg roku opublikowania, oraz szeroki zakres punktacji *MNiSW*, tj. od 15 do 100 punktów. Od strony bibliometrycznej i statystycznej, monotematyczny cykl publikacji zamyka się wartością sumarycznego współczynnika wpływu *IF* wg roku opublikowania równą 22,95 (szczegółowo: 1 artykuł x

0,388, 1x 0,394, 1x 0,669, 1x 0,91, 1x 1,197, 1x 3,8, 2x 4,427 i 1x 7,34) i sumaryczną liczbą punktów MNiSW równą 330 pkt. (szczegółowo: 2 artykuły x 15 pkt., 3x 20 pkt., 2x 35 pkt., 1x 70 pkt. i 1 x 100 pkt.), a zatem każdy z dziewięciu artykułów tworzących monotematyczny cykl publikacji identyfikowany jest wartościami średnimi: *IF* 2,55 i prawie 37 pkt. MNiSW. Jeśli chodzi o wartość średniego współczynnika wpływu *IF* to należy przyznać, że wartość ta jest na właściwym i dobrym poziomie. Natomiast dodatkowego komentarza wymaga odniesienie się do przytoczonej przez Kandydata punktacji MNiSW. Niska wycena punktowa kilku publikacji zaliczonych przez Kandydata do monotematycznego cyklu artykułów wynika z faktu, że zostały one opublikowane przed wprowadzeniem w 2018 roku Ustawy *Prawo o Szkolnictwie Wyższym*, która wprowadziła nowe wartości punktacji w ujednoliconym systemie wyceny punktowej artykułów publikowanych w zagranicznych i krajowych czasopismach naukowych. Biorąc to pod uwagę, artykuły opublikowane przed 2018 rokiem, a w przypadku podlegającego niniejszej recenzji osiągnięcia naukowego przedstawionego przez Kandydata ubiegającego się o stopień naukowy doktora habilitowanego, jest to aż sześć artykułów opublikowanych w latach 2012-2017, które zaliczył on do monotematycznego cyklu publikacji, winny zostać uzupełnione o stosowaną informację oraz o wskazanie znowelizowanych wartości punktowych odnoszących się np. do 2018 roku. Brak stosowanego komentarza uważam za niedociągnięcie dokumentacji przekazanej do recenzji. Albowiem bieżąca (tj. znowelizowana. Ustawą z 2018 roku) wycena punktowa czasopism, w których Kandydat opublikował przed 2018 rokiem istotną część (przypominam: aż 6 z 9 artykułów) swojego monotematycznego cyklu publikacji wynosi od 20 do 140 pkt., wobec czego sumaryczna wartość *punktów MNiSW, gdzie oznaczenie * odnosi się do punktacji wprowadzonej w 2018 r.) wynosi 670 *pkt. MNiSW, co w przypadku wartości średniej daje wartość ponad 74 *pkt. MNiSW na każdą z dziewięciu publikacji (wartość ta bez uwzględnienia znowelizowanej punktacji wynosiła jedynie 37 pkt MNiSW). W mojej opinii wartość ponad siedemdziesięciu punktów ministerialnych na publikację jest w pełni akceptowalna.

Artykuły tworzące monotematyczny cykl publikacji to prace dokumentujące przeprowadzone studia nad rozpoznaniem i identyfikacją mechanizmów odpowiadających za inhibicję aktywności bakterii prowadzących proces anammox oraz ocena potencjału adaptacji biomasy tych mikroorganizmów do obecności stresorów środowiskowych w warunkach kontrolowanych, w tym również analiza czynników determinujących czas adaptacji biomasy do realnych warunków procesu oczyszczania ścieków zapewniających długotrwałą stabilność takich procesów. Kandydat prawidłowo zrezygnował z chronologicznego usystematyzowania artykułów w monotematycznym cyklu, na rzecz przemyślanej i merytorycznie uzasadnionej kolejności publikacji. Przyjęta kolejność dziewięciu artykułów monotematycznych jednoznacznie ułatwia odbiór naukowego potencjału cyklu publikacji, który stanowi oryginalny i znaczący wkład Kandydata we współczesną inżynierię środowiska, w zakresie projektowania stabilnych bioprosesowo rozwiązań do częściowej nityfikacji i procesu anammox do realizacji w biologicznych oczyszczalniach ścieków.

Pierwsza z publikacji zaliczonych do monotematycznego cyklu artykułów, tj. [P1], w której Kandydat deklaruje swój 25% udział, to opracowanie przeglądowe, w którym, w oparciu o szeroko zebrane dane literaturowe, obszernie przedyskutowany został wpływ temperatury realizacji procesu oraz odczynu pH surowca (ścieków) na bioprosesowy przebieg i wydajność procesu anammox. Zebrane i omówione w pierwszej części tego artykułu liczne dane ilościowe stanowiły podstawę do wykonania ilościowej integracji statystycznej zebranych wyników pochodzących z niezależnych źródeł literaturowych i przemysłowych, czego efektem była metaanaliza, której wyniki potwierdziły, że negatywny wpływ obniżonej temperatury realizacji procesu anammox może zostać częściowo zniesiony utrzymaniem odczynu pH ścieków poddawanych mikrobiologicznej obróbce w zakresie wartości około 8,0. Kandydat potraktował wnioski zaproponowane w artykule przeglądowym [P1], jako

punkt wyjścia do dalszych studiów naukowych nad prowadzeniem procesu anammox w warunkach eksploatacyjnych, w tym również w warunkach obniżonej temperatury roboczej wymuszającej precyzyjną kontrolę odczynu pH surowca.

W publikacji [P2], w której zadeklarowany przez Kandydata udział wynosi 25%, zaprezentowane zostały wyniki badań eksperymentalnych dotyczących ilościowego określenia wpływu temperatury (z zakresu 10-30°C, czyli spotykanych w biologicznych oczyszczalniach pracujących w naszym kraju) i odczynu pH (z zakresu 6,5-8,5) surowca na aktywność biologiczną bakterii anammox. Badania zaplanowano zgodnie z zasadami statystycznego planowania eksperymentów, wykorzystując w tym celu centralny plan kompozycyjny (CCD). Opracowany model przewidujący indywidualny wpływ badanych parametrów, jak i interakcje między badanymi parametrami w zakresie wpływu wywieranego na specyficzną aktywność bakterii anammox jako parametru ilościowo charakteryzującego wydajność biologicznej redukcji stężenia form azotu w ściekach podawanych biologicznej obróbce. Omawiając tę część badań w Autoreferacie (Załącznik 3, strony 9-13) Kandydat wzbogaca merytoryczną stronę przedstawianych wyników o istotne dane przedstawione w 2013 roku na międzynarodowej konferencji naukowej w Vancouver (Załącznik 4, pkt. II.2.17). Z punktu widzenia oceny znaczenia publikacji [P2] w całym monotematycznym cyklu, to przedstawiony w niej materiał stanowi wartościowe eksperymentalne rozwinięcie tematyki omówionej w publikacji [P1].

Kolejne dwie publikacje, tj. [P3] i [P4], dotyczą badań zrealizowanych w dwóch bioreaktorach membranowych. W Autoreferacie Kandydat wskazuje zalety bioreaktorów membranowych w odniesieniu do innych rozwiązań aparaturowych stosowanych do przeprowadzania procesu anammox, tj. krótsze czasy podwajania biomasy oraz wyższą stabilność pracy systemu biologicznej obróbki ścieków, jednocześnie podkreślając wyraźną lukę w danych literaturowych dotyczących realizacji procesu anammox w układach membranowych. W publikacji [P3], w której Kandydat jest pierwszym autorem deklarującym dominujący 60% udział, przedstawione zostały wyniki badań doświadczalnych dotyczących długookresowej, tj. ponadrocznej, realizacji bioprocesu anammox w skali laboratoryjnej w bioreaktorze membranowym wyposażonym w zanurzoną membranę ultrafiltracyjną i zasilanym modelowym roztworem siarczanu amonu symulującym ścieki zawierające wysokie stężenia organicznych form azotu. Jako inokulum wykorzystano mikroorganizmy osadu czynnego pochodzące z jednej ze śląskich biologicznych oczyszczalni ścieków. Szczególnie cennym aspektem naukowym zaprezentowanym w pracy [P3] jest opracowany model matematyczny procesu anammox uwzględniający aktywność bakterii anammox oraz innych autotroficznych mikroorganizmów, który zadowalająco odzwierciedla dynamikę badanego bioprocesu, a w szczególności umożliwia identyfikację kluczowych parametrów operacyjnych warunkujących stabilność procesową usuwania azotu metodą anammox. Merytoryczny zakres publikacji [P4], w której zadeklarowany udział Kandydata wynosi 45%, również dotyczy długotrwałej (trwającej ok. 280 dób) realizacji procesu anammox w bioreaktorze membranowym (jest to inne rozwiązanie aparaturowe niż przedstawione w publikacji [P3]). Uwagę zwraca rozszerzony zakres analiz wykonywanych w publikacji [P4] względem wcześniejszej publikacji [P3], który objął również jednoczesną analizę ilościową i jakościową bakterii anammox wykonywaną techniką fluorescencyjnej hybrydyzacji *in situ*. W zastosowanych bioreaktorach membranowych zaobserwowano redukcję szybkości wymywania biomasy, jednakże zastosowanie membrany ultrafiltracyjnej nie wpłynęło na oczekiwane skrócenie czasu adaptacji biomasy do warunków procesowych, a dodatkowym wyzwaniem pozostawał biofouling (mikrobiologiczne zarastanie) membrany. Z punktu widzenia oceny znaczenia publikacji [P3] i [P4] w całym monotematycznym cyklu, to przedstawiony w nich materiał stanowi cenne, a nade wszystko oryginalne rozwinięcie zakresu merytorycznego ocenianego osiągnięcia naukowego o membranowe rozwiązania bioreaktorowe.

Z uwagi na zidentyfikowane przez Kandydata problemy eksploatacyjne charakteryzujące bioprocес anammox realizowany w bioreaktorach membranowych, w kolejnej publikacji zaliczonej do monotematycznego cyklu artykułów, tj. [P5], w której Kandydat zadeklarował 50% udział, analizie poddany został mikrobiologicznie katalizowany proces anammox w wariacie CANON zrealizowany w sekwencyjnym reaktorze okresowym (porcjowym) (ang. *sequencing batch reactor*, SBR). Niestety, w założonym 4-miesięcznym czasie eksperymentu nie udało się uzyskać efektu adaptacji biomasy, na co prawdopodobny wpływ miała zbyt niska temperatura oraz m.in. wysokie stężenia form azotu w strumieniu ścieków zasilających układ badawczy. W Autoreferacie Kandydat rozszerza wątek badawczy zainicjowany w publikacji [P5], wskazując, że dane te nie zostały do tej pory opublikowane, a jako takie nie podlegają ocenie w niniejszej recenzji. Z punktu widzenia znaczenia publikacji [P5] w całym monotematycznym cyklu, to przedstawiony w niej materiał prezentuje cenne dane, które z pewnością można wykorzystać do porównawczego zestawienia aplikacyjności różnych typów bioreaktorów wykorzystywanych do realizacji procesu, czyli w bioreaktorach membranowych (publikacje [P3] i [P4]) oraz w sekwencyjnym reaktorze okresowym (publikacja [P5]).

Kolejne trzy publikacje zaliczone przez Kandydata do monotematycznego cyklu artykułów, tj. [P6]-[P8], w spójny tematycznie sposób dotyczą analizy krótko- i długoterminowego oddziaływania metali ciężkich na bakterie anammox – od oceny wpływu pojedynczego czynnika toksycznego, tj. wpływu kationów Pb^{2+} opisanego w publikacji [P6] w której Kandydat zadeklarował 45% udział, po doświadczalnie zbadany wpływ mieszaniny kationów metali ciężkich (tj. Cr^{3+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} i Pb^{2+}) w różnych konfiguracjach aparaturowych (tj. w układzie SBR (co przybliżono w publikacji [P7], w której Kandydat jest pierwszym autorem deklarującym dominujący udział 55%, a która została opublikowana najpóźniej) i w bioreaktorze membranowym (co opisano w artykule [P8], w którym Kandydat zadeklarował 45% udział). W artykule [P6], wskazano na ograniczony toksyczny wpływ obecności kationów Pb^{2+} w ściekach na aktywność bakterii anammox. W szczególności wykazano, że krótkotrwała ekspozycja biomasy na czynnik toksyczny (czyli dawkę ostrą ksenobiotyku) nie powodowała trwałej inhibicji procesu anammox. W zakresie zbadanych chronicznych dawek kationów Pb^{2+} , definiujących ekspozycję długookresową biomasy na czynnik toksyczny, spadek aktywności bakterii anammox również nie był trwały. Cennych danych dostarczają publikacje [P7] i [P8], w których dowiedziono, odpowiednio, że podczas realizacji procesu anammox w obecności mieszaniny kationów metali ciężkich (tj. Cr^{3+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} i Pb^{2+}) w bioreaktorze membranowym (tj. w [P7]) redukcja frakcji bakterii anammox w całej fazie biotycznej badanego układu była znacząca, a pozostałe frakcje mikroorganizmów adaptując się do obecności kationów metali ciężkich zwiększały swój udział w łącznej populacji mikroorganizmów obecnych w inokulum, natomiast w układzie SBR (tj. w [P8]) ocena zmian struktury badanej populacji mikroorganizmów wykazała, że obecność metali ciężkich (w badanych stężeniach) nie zakłócała znacząco stabilności biologicznej realizacji procesu anammox. Z punktu widzenia znaczenia publikacji [P6]-[P8] w całym monotematycznym cyklu, to przedstawiony w nich materiał stanowi znaczne rozwinięcie podjętej przez Kandydata tematyki badawczej, o cenne zidentyfikowanie jakościowego i ilościowego wpływu kationów metali ciężkich jako czynników środowiskowych na aktywność bakterii anammox w modelowych układach bioreaktorowych.

W ostatnim z artykułów zaliczonych przez Kandydata do monotematycznego zestawu publikacji, tj. [P9], w której Kandydat jest pierwszym autorem deklarującym swój dominujący 60% udział, przedstawione zostały wyniki określające skuteczność usuwania azotu i fenolu ze ścieków koksowniczych w nietypowym układzie bioreaktora typu *rotating biological contractor* (RBC), w którym obracające się porowate dyski inokulowane mikroorganizmami osadu czynnego okresowo zanurzane są w ściekach poddawanych biologicznemu oczyszczaniu. W opisie wyników szczególną uwagę zwraca

czas prowadzenia doświadczeń (łącznie ponad 3 lata) – najpierw przez 911 dób, czyli około 2,5 roku, układ pracował w warunkach zasilania strumieniem ścieków o modelowym składzie, natomiast przez kolejne 192 doby układ zasilano rzeczywistymi ściekami generowanymi przez jedną ze śląskich koksowni. W warunkach laboratoryjnych, stabilizację bioprocesu anammox uzyskano dopiero po 400 dobach, natomiast przejście na zasilanie układu rzeczywistymi ściekami przemysłowymi wywołało gwałtowny spadek efektywności katalizowanego mikrobiologicznie procesu anammox, by finalnie zapewnić w badanym układzie jedynie poniżej 50% wydajność usuwania związków azotu. Jako główne czynniki środowiskowe hamujące wydajność procesu anammox wskazane zostały aniony CN^- i SCN^- oraz fenole obecne w ściekach przemysłowych. W pracy dokonano również cennej oceny stratyfikacji biomasy na kolejnych 12 porowatych dyskach wykorzystywanych w badanym nietypowym układzie bioreaktorowym. Z punktu widzenia znaczenia publikacji [P9] w całym monotematycznym cyklu stanowi ona cenne uzupełnienie ocenianego materiału osiągnięcia naukowego Kandydata o wyniki dotyczące rzeczywistych ścieków przemysłowych oraz, co równie cenne, o zaproponowanie kolejnego rozwiązania aparaturowego do realizacji mikrobiologicznego procesu anammox.

Po zapoznaniu się ze wszystkimi artykułami zaliczonymi przez Kandydata do monotematycznego cyklu publikacji, można jednoznacznie stwierdzić, że zaprezentowany materiał stanowi osiągnięcie naukowe o zwartej tematyce i jasno określonym zakresie zrealizowanych prac badawczych. Przygotowany przez Kandydata Autoreferat, stanowiący Załącznik 3 w dokumentacji dołączonej do wniosku habilitacyjnego, prawidłowo scala i podsumowuje wykonany przez Kandydata zakres badań naukowych, a przy okazji daje możliwość zapoznania się z najważniejszymi wynikami osiągnięcia naukowego przedstawionego w formie monotematycznego cyklu publikacji. Bez wątpienia forma załączonego do wniosku habilitacyjnego Autoreferatu ułatwia ocenę prezentowanego dorobku naukowego, umożliwiając przy tym jego merytoryczną ocenę. Niemniej jednak w Autoreferacie zbyt często daje się dostrzec usterki stylistyczne i gramatyczne niemające oczywiście związku z poziomem prezentowanych w nim osiągnięć naukowych - wskazanie tych usterek wynika jedynie z recenzenckiego obowiązku - jednakże korekta treści Załącznika 3 winna być wykonana starannie.

Warto zauważyć i podkreślić, że istotne z punktu widzenia dziedziny nauk inżynierjno-technicznych, w kontekście której procedowany jest wniosek habilitacyjny kandydata, jest to, że w swoich badaniach Kandydat rozpatrywał różne warianty aparaturowe do technologicznej realizacji bioprocesu anammox, tj. bioreaktory: SBR, RBC, membranowe, a każdemu z badanych wariantów mikrobiologicznego usuwania związków azotu ze ścieków realizowanych w różnych wariantach aparaturowych towarzyszy rzetelny matematyczny opis modelowy badanych rozwiązań. Wyniki zaprezentowane przez Kandydata charakteryzuje aspekt aplikacyjny, a liczne cytowania dorobku naukowego Kandydata, udokumentowane w bibliograficznej bazie Scopus, wskazują, że dane te stanowią aktualny, merytorycznie porównawczy punkt odniesienia dostrzegalny przez inne zespoły badawcze zajmujące się realizacją procesu anammox w różnych konfiguracjach aparaturowych. Zestawy danych ilościowych prezentowane w pracach zaliczonych przez kandydata do monotematycznego zestawu publikacji to wartościowy materiał do weryfikacji i walidacji modeli matematycznych procesu anammox służących przewidywaniu przebiegu tego procesu w zakresie usuwania związków azotu ze ścieków o różnym pochodzeniu (np. ścieki rolnicze, ścieki czy też odcieki przemysłowe zanieczyszczone kationami metali ciężkich).

2.2 Ocena innych osiągnięć naukowych

Oprócz powiązanych tematycznie 9. publikacji zaliczonych do monotematycznego cyklu publikacji, Kandydat posiada w swoim dorobku naukowym kolejne 33 artykuły naukowe opublikowane w

czasopismach z listy *JCR* (30 po doktoracie, a 3 w trakcie realizacji pracy doktorskiej), a po wliczeniu w dorobek Kandydata współautorstwa 2 książkowych monografii i ponad 80. rozdziałów i abstraktów w recenzowanych monografiach konferencyjnych, to całościowy dorobek publikacyjny Kandydata zamyka się liczbą ponad stu publikacji naukowych. Zakres tematyczny kilku z ostatnich wysoko punktowanych publikacji (200 pkt. MNiSW), w których Kandydat ma wieloautorowy udział (m.in. artykuły w *Energy Conversion and Management*, 2024, *Energy*, 2024, czy w *Chemical Engineering Journal*, 2023) wykracza poza zakres tematyczny osiągnięcia naukowego definiowanego monotematycznym cyklem publikacji. Pozytywne wskazuje to na ciągły rozwój aktywności badawczej Kandydata w nowych obszarach naukowych, w tym również we współpracy realizowanej z międzynarodowymi zespołami z Włoch czy też z Egiptu.

W Autoreferacie Kandydat przywołuje (Załącznik 3, pkt. 7, str. 32), a w Wykazie osiągnięć naukowych dokumentuje (Załącznik 4, pkt. III.3, str. 36) swój udział w uzyskanym patencie (PAT.232815, data uzyskania prawa w UPRP: 21.03.2019) na ochronę wynalazku powstałego z jego udziałem. Mimo tematycznej zbieżności z zakresem merytorycznym publikacji zaliczonych do monotematycznego zestawu, Kandydat nie zdecydował się na włączenie posiadanego patentu do tego zestawu.

2.3 Podsumowanie osiągnięć naukowych

Podsumowując powyższą ocenę naukowych aktywności, w szczególności dokonań przedstawionych w Autoreferacie, stwierdzam, że Kandydat posiada kompetencje badawcze w obszarze inżynierii środowiska, w szczególności w zakresie biotechnologii środowiskowej, czemu towarzyszy właściwa aktywność publikacyjna. Prace opublikowane przez Kandydata w czasopismach z listy *JCR* są cytowane przez innych badaczy publikujących w uznanych źródłach naukowych. Badania zrealizowane przez Kandydata dostarczyły nowych danych o identyfikowaniu mechanizmów inhibicji aktywności metabolicznej bakterii anammox oraz wpływie wybranych czynników środowiskowych na efektywność i stabilność bioprosesu częściowej nityfikacji/anammox, stanowiąc istotny i nowatorski wpływ na rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Oprócz poznawczej wartości opublikowanych wyników, w szczególności tych stanowiących nowatorskie elementy zawarte w publikacjach składających się na monotematyczny zestaw artykułów, wyraźnie dostrzegalny jest wymiar praktyczny.

3. Wniosek końcowy

Przedstawiony do zrecenzowania wniosek habilitacyjny Pana dr inż. Grzegorza Cemy pozwala uznać, że jego działalność naukowa jako Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego jest nowatorska i istotna dla zrozumienia procesu częściowej nityfikacji/anammox, w tym hamującego wpływu na ten proces wywieranego przez szereg czynników środowiskowych. Zawartość merytoryczna prac zaproponowanych jako monotematyczny cykl publikacji składający się na osiągnięcie naukowe świadczy o odpowiednich kompetencjach badawczych Kandydata jako pracownika naukowego rozpoznawanego w krajowym i międzynarodowym środowisku naukowym. Pozwala to stwierdzić, że Pan dr inż. Grzegorz Cema posiada w swoim dorobku osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Stosując się do zapisów Artykułu 221 Ustęp 8 *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o Szkolnictwie Wyższym i Nauce* (z późniejszymi zmianami), stwierdzam, że spełnione zostały warunki zawarte w Artykule 219 Ustęp 1 i 2 niniejszej *Ustawy*, a tym samym popieram wniosek o nadanie Panu dr inż. Grzegorzowi Cemie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

podpisał: prof. Maciej Pilarek