

RECENZJA OSIĄGNIĘĆ I DOROBKU NAUKOWEGO

dr. inż. Michała Pyzalskiego

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*

1. PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA RECENZJI

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 12 grudnia 2024 r. oraz zlecenie Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny, Pana prof. dr. hab. inż. Mariusza Sojki (pismo z dnia 12 grudnia 2024 r.).

Podstawę prawną opracowania recenzji stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2023 r., poz. 742 późn. zm.), zwana dalej Ustawą.

Podstawę merytoryczną opracowania recenzji stanowi dostarczona dokumentacja, przygotowana przez Habilitanta, obejmująca:

- wniosek dr. inż. Michała Pyzalskiego z dnia 30 czerwca 2024 r. o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno - technicznych w dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*;
- dane Wnioskodawcy (Załącznik nr 1);
- kopię dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora (Załącznik nr 2);
- autoreferat, zawierający omówienie osiągnięć naukowych, dorobku publikacyjnego oraz informacje o działalności dydaktycznej, organizacyjnej i zawodowej (Załącznik nr 3);
- wykaz osiągnięć naukowych (Załącznik nr 4);

- kopie publikacji stanowiących osiągnięcia, zgodnie z art. 219 ust. 1pkt. 2b i 2c Ustawy (Załącznik nr 5);
- oświadczenia współautorów publikacji (Załącznik nr 6);
- zaświadczenia dotyczące staży, promotorstwa, współpracy pomiędzy jednostkami naukowymi i przemysłowymi oraz działalności organizacyjnej (Załącznik nr 7).

2. SYLWETKA HABILITANTA W UJĘCIU KARIERY ZAWODOWEJ

Dr inż. Michał Pyzalski jest absolwentem Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, zarówno w zakresie studiów inżynierskich, jak i magisterskich. Studia pierwszego stopnia realizował w specjalności *materiały budowlane*, natomiast studia drugiego stopnia w specjalności *materiały wiążące*. Po ukończeniu studiów magisterskich w 2008 roku, rozpoczął studia doktoranckie również prowadzone na AGH, w ramach których prowadził zajęcia dydaktyczne ze studentami. Od 2010 roku zatrudniony jest na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH, początkowo na stanowisku technologa, a następnie starszego specjalisty naukowo-technicznego. Rozprawę doktorską w dyscyplinie *inżynieria chemiczna*, dotyczącą hydratacji glinożelazianów wapnia, a przygotowaną pod opieką naukową prof. dr. hab. inż. Jana Małolepszego, obronił w 2019 r.

Główne obszary zainteresowań naukowych Habilitanta dotyczą zagadnień z obszaru inżynierii chemicznej i materiałowej związanych z ochroną środowiska w aspekcie zrównoważonej gospodarki ukierunkowanej na technologie niskoemisyjne. Warto podkreślić, że Habilitant jeszcze w trakcie studiów był zaangażowany w realizację projektów badawczych m.in. dotyczących technologii materiałów wiążących, syntezy węgliku krzemu, utylizacji zużli konwertorowych, procesu infiltracji materiałów o różnej porowatości. W związku z pracą zawodową na stanowisku technologa, a później specjalisty naukowo-technicznego na AGH oraz w ramach współpracy z innymi uczelniami uczestniczył w zespołach badawczych zajmujących się szerokim spektrum zagadnień, dotyczących m.in.:

- zawartości szkła w krzemionkowych popiołach lotnych z wykorzystaniem metody ekstrakcji chemicznej oraz ilościowej analizy techniką Rietveld'a;
- spoiw cementowych stosowanych w technologiach wiertniczych do geologicznego składowania CO₂;
- analizy popiołów lotnych powstających ze spalania biomasy w kotłach pyłowych;
- utylizacji powęglowych odpadów wydobywczych przy uwzględnieniu etapu procesu wzbogacania węgla, na którym powstają;

- korozji różnych materiałów ceramicznych i metod jej zapobiegania;
- utleniania stali ferrytycznej i technologii osadzania na niej powłok LSC;
- syntezy związków manganowo-kobaltowych;
- wpływu dodatków związków fluoru i boru na proces syntezy i hydratacji glinianu wapnia;
- wpływu czystego wodoru pod wysokim ciśnieniem na stabilność chemiczną spieków HEO o strukturze spinelu;
- gospodarki, przetwarzania i utylizacji odpadów budowlanych (w ramach współpracy z Katedrą Zarządzania w Budownictwie Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowski);
- mechanicznych właściwości roślinnych materiałów sypkich, z uwzględnieniem biomasy rozdrobnionej oraz modelowania procesów z jej udziałem (w ramach współpracy z Instytutem Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk w Lublinie);
- kształtowania mikrostruktury i właściwości mechanicznych materiałów poddanych syntezie wysokotemperaturowej (w ramach współpracy z Katedrą Nauki o Materiałach Politechniki Rzeszowskiej);
- optymalizacji procesów produkcji biogazu z uwagi na infrastrukturę przemysłową z uwzględnieniem materiałów wiążących odpornych na działania mediów agresywnych (w ramach współpracy z Wydziałem Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu);
- utylizacji odpadów pochodzących z paneli fotowoltaicznych i łopat turbin elektrowni wiatrowych w procesach produkcji materiałów wiążących (m.in. w ramach współpracy z Wydziałem Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu);
- produkcji akceleratora modelującego czasy wiązania cementów portlandzkich i glinowych ; (w ramach współpracy z Instytutem Ceramiki i Materiałów Budowlanych Sieci Badawczej Łukasiewicz);
- zaczynów cementowych w technologiach wiertniczych geologicznego składowania ditlenku węgla (w ramach współpracy z Instytutem Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk);
- odporności nowego typu spoiwa mineralnego na wybuch pyłu węglowego (w ramach współpracy z Kopalnią Doświadczalną "Barbara" Głównego Instytutu Górnictwa).

Niektóre z ww. zagadnień dr inż. Michał Pyzalski opracowywał podczas odbytych w 2023 r. dwóch staży naukowych: czteromiesięcznego w Instytucie Agrofizyki Polskiej

Akademii Nauk w Lublinie oraz dwumiesięcznego w Katedrze Nauki o Materiałach Politechniki Rzeszowskiej, **czyniąc tym samym zadość wymaganiom Ustawy w zakresie aktywności naukowej realizowanej w innych uczelniach wyższych.**

Habilitant angażuje się w rozwój młodej kadry naukowej w swojej macierzystej jednostce, jak i we współpracy z innymi ośrodkami naukowo-badawczymi. Aktualnie pełni funkcję promotora pomocniczego w dwóch postępowaniach doktorskich: jednego prowadzonego w dyscyplinie *inżynieria materiałowa* na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH, drugiego w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna* na Wydziale Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej, w Katedrze Inżynierii Biosystemów AGH. Wcześniej był promotorem pomocniczym w dwóch innych przewodach realizowanych w ramach projektu POWER „Aplikacyjne studia doktoranckie w zakresie inżynierii geomateriałów funkcjonalnych”.

Warto podkreślić, że Kandydat brał również udział, jako wykonawca badań lub koordynator w 8 projektach konkursowych o charakterze grantów (m.in. KBN, NCN, INNITECH). Ponadto pełnił funkcję kierownika kilku komercyjnych projektów naukowo-badawczych na rzecz podmiotów gospodarczych i uczestniczył w prawie trzydziestu ekspertyzach, głównie dla DSI Schaum Chemnie sp. z o.o. W ramach współpracy z tą firmą odbył trzymiesięczny staż przemysłowy.

Dr inż. Michał Pyzalski w swoim naukowym dorobku publikacyjnym na dzień złożenia Wniosku ma: udział w jednej monografii, dwadzieścia dwa artykuły w czasopismach, w tym jeden autorski; 16 referatów konferencyjnych, w tym 4 autorskie. Oprócz publikacji naukowych, bardzo wartościowymi osiągnięciami o charakterze naukowo-wdrożeniowym jest 7 zgłoszeń patentowych, w tym cztery przyznane patenty. Ponadto, Habilitant pełnił funkcję Guest Editora w specjalnym wydaniu *Sustainability* oraz recenzował 28 publikacji w zagranicznych czasopismach.

Na poczet działalności organizacyjnej Kandydata należy zaliczyć Jego członkostwo w Polskim Towarzystwie Ceramicznym PTCer oraz Komisji Bezpieczeństwa i Higieny Pracy. Pełni również funkcję Przewodniczącego Ogniska Związku Nauczycielstwa Polskiego na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH.

Podsumowując, analiza dorobku zawodowego, w szczególności w zakresie działalności naukowej, wdrożeniowej i eksperckiej, wskazuje na wysoką aktywność i zaangażowanie

Habilitanta. Ocena dorobku zawodowego dr. inż. Michała Pyzalskiego wypada szczególnie pozytywnie, gdy Jego osiągnięcia rozpatrywane są w kontekście stażu pracy i zajmowanego stanowiska.

3. OCENA OSIĘGNIĘĆ NAUKOWYCH

3.1. Osiągnięcie naukowe wskazane przez Habilitanta za podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Osiągnięciem naukowym wskazanym przez Kandydata jako podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego jest cykl powiązanych tematycznie publikacji pod wspólnym tytułem: *Badania nad koncepcją składu spoiwa specjalnego odpornego na wpływ czynników biologicznych występujących podczas produkcji biometanu stosowanego w ekoenergetyce*. Cykl ten składa się z 7 artykułów, opublikowanych w latach 2021–2024, obejmujących:

- 6 publikacji w *Materials*;
- 1 publikację w *Journal of Ecological Engineering*.

Z wyjątkiem jednej publikacji w *Journal of Ecological Engineering*, wszystkie pozostałe są współautorskie z liczbą autorów od 4 do 6. W przypadku sześciu artykułów współautorskich Habilitant jest pierwszym autorem jedynie w 3 przypadkach. Niemniej jednak Jego deklarowany udział w powstaniu tych prac wynosi aż od 80 do 90 %. Istotnym potwierdzeniem dominującego wkładu merytorycznego dr. inż. Michała Pyzalskiego w powstanie ww. publikacji są oświadczenia ich autorów, stanowiące Załącznik nr 6 dokumentacji habilitacyjnej. Deklaracja dr. inż. Michała Pyzalskiego, poczyniona w rozdziale IV Autoreferatu, oraz oświadczenia współautorów wskazują, że Habilitant m.in. tworzył lub współtworzył koncepcję tematu, zakresu i metodyki badań oraz odpowiadał za wykonanie zasadniczych eksperymentów. Brał również udział w analizie i opracowaniu wyników badań, jak również przygotowaniu i redakcji publikacji. Takie zaangażowanie Kandydata w powstanie artykułów wchodzących w skład przedmiotowego cyklu publikacji potwierdzają również deklaracje udziału autorów zamieszczone w poszczególnych artykułach. **Analiza wkładu merytorycznego Habilitanta w powstanie ww. cyklu publikacji daje podstawę do uznania za spełnione wymagania Ustawy, aby w ramach osiągnięcia naukowego stanowiącego część pracy zbiorowej, możliwe było wyróżnienie opracowań wydzielonych zagadnień będących indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.**

Cykl publikacji, składających się na osiągnięcie, dotyczy wpływu czynników biologicznych na właściwości fizykochemiczne specjalnych spoiw cementowych oraz poszczególnych syntetycznych faz klinkierowych i produktów ich hydratacji. Głównymi celami przeprowadzonych badań i analiz opisanych w ww. publikacjach była identyfikacja czynników odpowiedzialnych za degradację spoiw tradycyjnie stosowanych w kompozytach betonowych reaktorów biogazowni, identyfikacja komponentów tych spoiw podatnych na rozpatrywane rodzaje korozji biologicznej oraz opracowanie nowego rodzaju spoiw cementowych odpornych na korozję biologiczną, które mogłyby znaleźć zastosowanie w budowie reaktorów do produkcji biometanu. Ww. cele osiągnięto w wieloetapowych badaniach, które opisano w poszczególnych artykułach cyklu. W rezultacie kolejne publikacje cyklu stanowią naturalną kontynuację podjętej tematyki, a sam cykl publikacji charakteryzuje spójność i konsekwencja tematyczna.

W pierwszej publikacji cyklu [I]: Durczak K., PYZALSKI M., Pilarski K., Brylewski T., Sujak A. *The effect of liquid slurry-enhanced corrosion on the phase composition of selected Portland cement pastes*; Materials 2021, 14, 1707, przeanalizowano wpływ agresywnego środowiska zawiesin gnojowicy świńskiej, bogatej w związki azotu, potasu, fosforu oraz jony siarczanowe i węglanowe, na zaczyny cementowe wykonane na siedmiu dostępnych w Polsce cementach portlandzkich klasy CEM I 42,5. W badaniach wykazano istotne zmiany w składzie mineralnym zaczynów, w tym powstawanie węglanu wapnia i niebezpiecznej fazy taumazytu, która może prowadzić do destrukcji struktury matrycy cementowej kompozytów betonowych. Wyniki potwierdziły znaczącą rolę mikroorganizmów i ich metabolizmu w przyspieszaniu procesów korozji, co ma istotne konsekwencje dla trwałości materiałów budowlanych.

Druga publikacja cyklu [II]: PYZALSKI M., Dąbek J., Adamczyk A., Bylewski T. *Physicochemical study of the self-disintegration of calcium orthosilicate ($\beta \rightarrow \gamma$) in the presence of the $C_{12}A_7$ aluminate phase*; Materials 2021, 14, 6459, dotyczy opracowania specjalnego dodatku lub nowego spoiwa cementowego, które wykazywałoby odporność na agresywne środowiska biologiczne charakterystyczne przy produkcji biometanu. W badaniach skupiono się na wykorzystaniu procesu samorozpadu ortokrzemianu wapnia (C_2S) w warunkach wysokiej temperatury, eliminując konieczność energochłonnego mielenia. Dowiedziono, że zwiększenie zawartości fazy glinianowej obniża temperaturę przemiany i przyspiesza proces samorozpadu, a optymalny stosunek faz w spieku wynosi 70% C_2S / 30% $C_{12}A_7$. Wyniki badań wskazują, że uzyskane proszki, zawierające γ -ortokrzemian wapnia i glinian wapnia, mogą stanowić innowacyjny dodatek do cementów portlandzkich podwyższając ich odporność na

agresję chemiczną, w tym korozję biologiczną, przy obniżonej energochłonności technologii ich produkcji.

W trzej publikacji cyklu [III]: Sujak A., PYZALSKI M., Durczak K., Brylewski T., Murzyn P., Pilarski K. *Studies on cement pastes exposed to water and solutions of biological waste*. Materials 2022, 15, 1931; przeprowadzono szczegółową analizę fizykochemiczną oraz badania wytrzymałościowe zaczynów cementowych z różnymi cementami portlandzkimi poddanyymi znacznie dłuższemu czasowi ekspozycji na środowisko agresywne niż w przypadku pracy [I]. Badania potwierdziły reakcję wodorotlenku wapnia, będącego produktem hydratacji cementów, z dwutlenkiem węgla wydzielającym się z bakterii w procesie oddychania beztlenowego. Degradację struktury badanych zaczynów w wyniku korozji biologicznej wykazano zarówno w analizach termicznych i spektroskopowych, jak i badaniach wytrzymałościowych. W zaczynach sezonowanych w środowisku gnojownicy świńskiej zaobserwowano zwiększoną zawartość węglanu wapnia i wtórnego ettringitu.

Czwarta publikacja cyklu [IV] PYZALSKI M., Sujak A., Durczak K., Murzyn P., Brylewski T., Sitarz M. The effect of biological corrosion on the hydration processes of synthetic tricalcium aluminate (C_3A), Materials 2023, 16, 2225, koncentruje się na badaniach korozji biologicznej syntetycznej fazy C_3A (glinan trójwapniowy). W stosunku do poprzednio omówionych badań rozszerzono środowiska korozyjne o dwa dodatkowe pochodzące z przemysłu rolnego. W badaniach wykazano, że jakościowy i ilościowy skład zaczynu z syntetycznym glinianem trójwapniowym zmieniał się w zależności od warunków ekspozycji na korozję. Oprócz typowych produktów hydratacji (uwodnione gliniany wapnia), potwierdzono obecność dodatkowych faz będących rezultatem aktywności chemicznej materii biologicznej, prowadzącej do wtórnej krystalizacji węglanu wapnia ($CaCO_3$) i wodorotlenku glinu ($Al(OH)_3$). Za prawdopodobną przyczynę zwiększonej zawartości węglanu wapnia uznano procesy metaboliczne związane z oddychaniem beztlenowym bakterii.

W piątej publikacji cyklu [V]: PYZALSKI M., Brylewski T., Sujak A., Durczak K. *Changes in the phase composition of calcium aluminoferrites based on the synthesis condition and Al_2O_3/Fe_2O_3 molar ratio*, Materials 2023, 16, 4234, podjęto próbę opracowania modelowego składu fazy glinożelazianów wapnia, optymalizując proces syntezy i dobór stosunku molowego A/F (tlenku glinu i żelaza). Przeprowadzone badania miały na celu uzyskanie spoiwa, które łączy fazy glinożelazianów wapnia oraz glinianów wapnia, charakterystyczne dla cementów glinowych. Wykazano, że stosunek A/F oraz tempo

chłodzenia stopów wpływają na skład fazowy materiału. W warunkach powolnego chłodzenia, przy stosunku molowym A/F od 0,10 do 0,58, powstawały wyłącznie fazy glinożelazianów wapnia, natomiast w innych przypadkach współwystępowały one z innymi fazami.

Szósta publikacja cyklu [VI]: Durczak K., PYZALSKI M., Bylewski T., Sujak A. *Effect of Variable Synthesis Conditions on the Formation of Ye'elimite-Aluminate-Calcium (YAC) Cement and Its Hydration in the Presence of Portland Cement (OPC) and Several Accessory Additives*. *Materials*, 2023, 16(17), 6052; skupia się na optymalizacji temperatury syntezy cementów specjalnych zawierających kompleks Kleina (Ye'elimitu) oraz ich hydratacji. Jako źródła jonów siarczanowych do wytworzenia spoiwa ye'elimitowo-glinowo-wapniowego (YAC) wykorzystano surowce odpadowe, takie jak anhydryt naturalny i reagips. W badaniach wykazano, że niezależnie od rodzaju zastosowanego siarczanu wapnia, pełna synteza faz krystalicznych została osiągnięta w temperaturze 1300°C, co stanowi temperaturę niższą o 150°C niż standardowo stosowana w procesach otrzymywania cementów glinowych. Określono natomiast, że przy zastosowaniu sztucznego gipsu dwuwodnego z odsiarczania spalin uzyskuje się większą ilość fazy Ye'elimitu niż w przypadku zastosowania anhydrytu naturalnego. Ponadto stwierdzono, że opracowane cementy YAC wykazują właściwości spoiw bezskurczowych lub nieznacznie ekspansywnych. Ich hydratacja nie prowadzi do tworzenia się ettryngitu, co sprzyja zwiększeniu ich potencjalnej trwałości w środowiskach korozyjnych.

W siódmej publikacji cyklu [VII]: PYZALSKI M. *Study of Biological Media Interactions in Contact with Cement Paste – An Empirical Analysis*. *Journal of Ecological Engineering*. 2024, 25(7), 115-136; Habilitant dokonał podsumowania osiągnięć wykazanych w publikacjach [1-6]. Dodatkowo przeprowadził analizę badań biologicznych oraz przedstawił koncepcję składu cementu lub spoiwa specjalnego odpornego na ekspozycję w środowiskach agresywnych. Analiza obejmowała ocenę wpływu surowców i mediów biologicznych na właściwości spoiw oraz ich interakcje z opracowanymi spoiwami.

Wyniki omówionych powyżej prac mają istotne znaczenie ze względu na możliwość poprawy trwałości infrastruktury bioreaktorów, a tym samym poprawy efektywności ich funkcjonowania, obniżenia kosztów eksploatacji i ceny pozyskiwanej energii oraz obniżenia ryzyka awarii i zanieczyszczenia środowiska. Są zatem bardzo cenne nie tylko ze względów technologicznych, środowiskowych, ekonomicznych, ale również społecznych, a ich potencjał aplikacyjny nie budzi wątpliwości. Opracowana koncepcja specjalnych cementów o podwyższonej odporności na ekspozycje biologicznych środowisk korozyjnych może być

istotna nie tylko ze względu na trwałość betonowych zbiorników reaktorów biomasy, ale również innych obiektów infrastruktury inżynierii lądowej, takich jak: zbiorniki na ścieki, elementy systemów wodno-kanalizacyjnych, czy infrastruktury górniczej, np. szybów górniczych, systemów odwadniających. W opinii recenzentki bardzo obszerny program naukowo-wdrożeniowy, którego wyniki były podstawą opracowania przedmiotowego cyklu publikacji, został właściwie zaplanowany, zrealizowany i w pełni umożliwił osiągnięcie założonych celów.

Pewne aspekty zrealizowanych badań czy sformułowań w publikacjach wchodzących w skład cyklu budzą pewne wątpliwości czy uwagi, np.:

- dlaczego w trzech współautorskich artykułach Kandydat jest drugim autorem pomimo co Jego deklarowanego udziału na poziomie co najmniej 80%?
- w [1] i [3] nie zweryfikowano w badaniach normowych rzeczywistych właściwości wytrzymałościowych zastosowanych cementów portlandzkich, opierając się jedynie na ich deklarowanej klasie. Cementy tej samej klasy mogą mieć istotnie różne właściwości wytrzymałościowe, a to może zasadniczo wpłynąć na odporność zaczynów cementowych na środowiska korozyjne. W treści obu ww. publikacji błędnie zresztą zdefiniowano, czym jest klasa cementu.
- niefortunne sformułowania: samodzielne spoiwo; samomielenie, szybka wytrzymałość początkowa; subtelne, ale znaczące różnice.

Należy zaznaczyć, że powyższe uwagi nie mają istotnego wpływu na merytoryczną, pozytywną ocenę przedstawionego cyklu publikacji.

Poniżej zestawiono najważniejsze, w opinii recenzentki, osiągnięcia naukowe, wynikające z przeprowadzonych badań i analiz, omówionych w przedmiotowym cyklu publikacji. Równocześnie należy podkreślić istotną ich wartość aplikacyjną. Do kluczowych osiągnięć w zakresie zagadnień związanych z korozją biologiczną kompozytów betonowych, wywołaną procesem wytwarzania biometanu z odpadów z produkcji rolnej, należy zaliczyć:

- identyfikacja wpływu korozyjnych czynników biologicznych na skład fazowy zaczynów cementowych i syntetycznych minerałów klinkierowych oraz rozpoznanie mechanizmów odpowiedzialnych za degradację struktury zaczynów cementowych narażonych na ekspozycję w środowisku agresywnym;
- opracowanie koncepcji cementów specjalnych z dodatkiem aktywnego spieku samorozpadowego, o podwyższonej odporności na korozję biologiczną i o obniżonej energochłonności technologii ich produkcji.

- opracowanie koncepcji cementów specjalnych ye'elimitowo-glinowo-wapniowych o właściwościach spoiw bezskurczowych, o podwyższonej odporności na korozję biologiczną i o obniżonej energochłonności technologii ich produkcji.

Podsumowując, wskazane przez Kandydata osiągnięcie naukowe w postaci monotematycznego cyklu publikacji, jako podstawy do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, stanowi wieloaspektowe opracowanie zagadnienia odporności kompozytów betonowych wykonanych na cementach powszechnego użytku, jak również spoiwach specjalnie projektowanych, na wpływ czynników korozyjnych związanych ze specyfiką produkcji biometanu. W przekonaniu recenzentki osiągnięcie to jest nie tylko wartościowe pod względem naukowym, ale i z uwagi na możliwość praktycznego wykorzystania uzyskanych wyników badań i analiz w ekoenergetyce. Ww. opracowania mogą mieć również znaczenie w popularyzacji koncepcji zrównoważonego rozwoju różnych sektorów gospodarki, w szczególności idei: stosowania materiałów odpadowych do produkcji cementów, ograniczenia procesu energochłonności ich produkcji, kogeneracji (skojarzonej gospodarki energetycznej) czy podwyższonej trwałości i niezawodności infrastruktury technologicznej i procesowej. **Z uwagi na powyższe aspekty stwierdzam, że omówione w cyklu publikacji osiągnięcia badawcze wnoszą istotny wkład w rozwój, wskazanej przez Kandydata we Wniosku, dyscypliny naukowej *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*. Z uwagi jednak na interdyscyplinarność ww. osiągnięć badawczych, ich wartość naukowa ma również znaczenie w innych dyscyplinach dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych, a mianowicie *inżynierii chemicznej, inżynierii materiałowej* oraz dyscyplinie: *inżynieria lądowa, geodezja i transport*. Można również uznać, że są istotne w pewnym zakresie w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie *rolnictwo i ogrodnictwo* oraz dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie *nauki biologiczne*.**

3.2. Pozostałe osiągnięcia naukowe stanowiące podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Jako dodatkowe osiągnięcia naukowe Habilitant wskazał cztery patenty, trzy zgłoszenia patentowe oraz jedną licencję:

- Patent: *Sposób otrzymywania anhydrytu i koagulantu z odpadów żelazonośnych*. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie; wynalazca: PYZALSKI M.,

- Pyzalski M., Browarski R., Browarski P., Zając M., Brylewski T.; PL412307A1; 2016-11-21.
- Zgłoszenie patentowe: *Sposób kompleksowej utylizacji odpadów stalowniczych przy produkcji koagulantów nieorganicznych do uzdatniania wód i oczyszczania ścieków*. P.420581. Zgłaszający: PYZALSKI M.
 - Zgłoszenie patentowe: *Sposób otrzymywania betonu specjalnego o wysokim stopniu uwodnienia do produkcji obciążników siodłowych i pierścieniowych*. P.420431. Zgłaszający: PYZALSKI M.
 - Patent: *Sposób otrzymywania spoiwa mineralnego o wysokim stopniu uwodnienia*. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie; wynalazca: PYZALSKI M.; PL422363A1; 2019-01-28.
 - Zgłoszenie patentowe: *Sposób kompleksowej utylizacji odpadów zwanych miałem z osadników wód dołowych powstających podczas urobku węgla kamiennego*. P.422607. Zgłaszający: PYZALSKI M.;
 - Patent: *Cement do zastosowań w obniżonych temperaturach*. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. Wynalazca: Małolepszy J., Pyzalski M., PYZALSKI M., Łój G.; PL231221B1; 2019-02-28.
 - Patent: *Sposób otrzymywania cementu bezskurczowego*. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. Wynalazca: Małolepszy J., Dyczek J., Konik Z., PYZALSKI M; PL229864B1; 2018-08-31.
 - Licencja na wynalazek *Sposób otrzymywania anhydrytu i koagulantu z odpadów żelazonośnych* dla firmy FESO sp. z o.o. 19.03.2019.

Wszystkie ww. omówione wynalazki, pomimo tego, że dotyczą szerokiego spektrum zagadnień, m.in. produkcji spoiw do specjalnych zastosowań, betonu o specjalnych właściwościach czy utylizacji różnego rodzaju materiałów odpadowych w procesie wytwarzania nowych materiałów budowlanych, wpisują się w nurt zainteresowań naukowych Habilitanta z zakresu zrównoważonego rozwoju, recyklingu i ochrony środowiska. Udział Kandydata w tych opracowaniach technologicznych dowodzi Jego rozległej wiedzy oraz warsztatu badawczego i analitycznego również w obszarze zagadnień wykraczających poza tematykę badawczą dotyczącą głównego osiągnięcia naukowego wskazanego we Wniosku habilitacyjnym. **Tym samym ww. prace dodatkowo uzupełniają istotny wkład Kandydata w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, o inne osiągnięcia oprócz wykazanych wcześniej w zakresie odporności spoiw cementowych na**

korozję biologiczną podczas produkcji biometanu. Ponad wszelką wątpliwość zgłoszone patenty mają również potencjał wdrożeniowy w budownictwie, a zatem mają wpływ na rozwój dyscypliny: inżynieria lądowa, geodezja i transport.

3.3. Wskaźniki bibliometryczne

Habilitant, na dzień złożenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, w swoim dorobku publikacyjnym posiadał 39 publikacje naukowe, w tym:

- 18 publikacji przed obroną rozprawy doktorskiej; 21 po obronie;
- 5 publikacji autorskich; 34 publikacje współautorskie;
- udział w 1 monografii; 22 artykuły w czasopismach; 16 referatów konferencyjnych;
- 13 publikacji w języku polskim; 26 publikacji w języku angielskim.

Wskaźniki bibliometryczne dorobku publikacyjnego dr. inż. Michała Pyzalskiego, na dzień złożenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, były następujące:

- sumaryczny Impact Factor z uwzględnieniem oceny IF czasopisma w roku publikacji artykułu: IF = 58,1.
- liczba cytowań:
 - wg. Scopus: 91 (72 bez autocytowań);
 - wg. Web of Science: 69 (54 bez autocytowań);
 - wg. Google Scholar: 78.
- Indeks Hirscha:
 - wg. Scopus 5;
 - wg. Web of Science 5;
 - wg. Google Scholar 6.

Należy zaznaczyć, że na dzień sporządzenia niniejszej recenzji ukazały się dodatkowe publikacje, a ww. wskaźniki wzrosły w zakresie: liczby cytowań wg Scopus (26 publikacji), Web of Science (22 publikacje) i Google Scholar (32 publikacje) odpowiednio do 137, 111 i 115. Aktualny **Indeks Hirscha wg Scopus, Web of Science i Google Scholar** wynosi odpowiednio **8, 8 i 7**.

Podsumowując, z uwagi na ww. dane bibliometryczne, naukowy dorobek publikacyjny Habilitanta należy ocenić jako odpowiedni przy ubieganiu się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

4. OCENA DEKUMENTACJI STANOWIĄCEJ PODSTAWĘ MERYTORYCZNĄ DO SPORZĄDZENIA RECENZJI

Opracowaną przez Kandydata dokumentację, stanowiącą podstawę merytoryczną do sporządzenia niniejszej recenzji, oceniam jako kompletną, o czytelnej strukturze, zawierającą wszystkie niezbędne informacje. Należy również podkreślić staranność opracowania pod względem edycyjnym i językowym. Nieliczne literówki w tak obszernym dokumencie nie wpływają na ogólną ocenę sporządzonego opracowania.

W opinii recenzentki niektóre aspekty ww. dokumentacji nasuwają jednak pewne wątpliwości czy uwagi. Należy do nich m.in. zaliczyć:

- przypisanie wykazanych osiągnięć naukowych jedynie do wskazanej przez Habilitanta dyscypliny *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*. W Autoreferacie wielokrotnie, a w wielu miejscach zupełnie niepotrzebnie i na siłę, Kandydat podkreśla, że dane osiągnięcie wpisuje się w tę dyscyplinę. Taka klasyfikacja to rola bardziej recenzenta. W odniesieniu do przedstawionych osiągnięć, z uwagi na ich interdyscyplinarność, jak zostało to zaznaczone w podsumowaniu rozdziału 3.1 niniejszej recenzji, nie jest to wcale tak jednoznaczne jak usilnie wskazuje Kandydat. Recenzentka ma wątpliwości, czy jednak w tym przypadku to nie *inżynieria chemiczna* lub *inżynieria materiałowa* powinny być dyscypliną wiodącą, do której przypisuje się wskazane osiągnięcia naukowe.
- tytuł cyklu publikacji *Badania nad koncepcją składu spoiwa specjalnego odpornego na wpływ czynników biologicznych występujących podczas produkcji biometanu stosowanego w ekoenergetyce* wydaje się nosić znamiona raportu technicznego, a dodatkowo nie obejmować prac [1] i [3], które zasadniczo nie dotyczą badań nad opracowaniem spoiw specjalnych odpornych na korozję biologiczną.
- wyeksponowanie w rozdziale IV 1.6 Autoreferatu, że publikacja [3] dotyczy badań zaczynów na cementach o różnej dynamice rozwoju wczesnej wytrzymałości (R, N) sugeruje, że badania omówione w publikacji I były realizowane na innej grupie cementów.
- włączenie do cyklu publikacji autorskiej pracy [7], będącej podsumowaniem wcześniejszych współautorskich prac [1-6], nawet jeżeli jej zakres został rozszerzony o pewne elementy, wydaje się niewłaściwe z dwóch powodów: po pierwsze to Autoreferat ma zawierać podsumowanie osiągnięć wykazanych w publikacjach cyklu, po drugie autorstwo pracy [7] zaciera współautorstwo prac [1-6], na których się ona opiera.

- silne eksponowanie autorstwa prawie wszystkich osiągnięć omawianych w Autoreferacie (pisanie w 1 os. l. poj.) począwszy od badań naukowych w trakcie studiów, własnego doktoratu realizowanego pod opieką promotora, poprzez inne prace prowadzone w zespołach badawczych kierowanych przez innych naukowców, po prace doktorskie innych doktorantów. Przykładowe rażące sformułowanie w odniesieniu do pracy zespołowej: „Dalsze badania naukowe kontynuowałem w zespole pani prof. dr hab. Agnieszki Sujak, realizując wspólną pracę doktorską jako promotor pomocniczy pani mgr Sandry Bulińskiej. (...). W pracy wykazałem, że.... (...). W pracy omówiłem...”
- umieszczenie w Autoreferacie jedyne i nieczytelne Rys. 1.
- pozycje listy IV.2 w zakresie zgłoszeń patentowych nie powinny rozpoczynać się od sformułowania „Urząd Patentowy RP stwierdza, że.....”, a analogicznie jak w przypadku patentów od tytułu wynalazku.
- niewłaściwa kolejność autorów dwóch patentów (I i VI) podana w rozdziale IV.2 Autoreferatu.
- w rozdziale X Autoreferatu Habilitant podaje, że pełni funkcję Prezesa Związku Nauczycielstwa Polskiego Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica w Krakowie. Z zaświadczenia zamieszczonego w Załączniku 7 wynika, że Kandydat pełni funkcję Przewodniczącego Ogniska Związku Nauczycielstwa Polskiego na Wydziale.
- konkluzja w Rozdziale XI, że autorstwo lub współautorstwo 22 publikacji w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR), potwierdza zaangażowanie Habilitanta w badania naukowe na najwyższym poziomie, co do zasady nie jest właściwa, w szczególności, że nosi znamiona autorecenzji.
- brak oświadczenia o udziale w publikacji [3] dr. inż. Pawła Murzyna.

Należy podkreślić, że powyższe uwagi nie mają istotnego wpływu na ogólną, pozytywną ocenę przesłanej dokumentacji.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Niniejszym stwierdzam, że w świetle przedłożonej dokumentacji, Pan dr inż. Michał Pyzalski spełnia wymagania formalne dotyczące nadania stopnia doktora habilitowanego, określone w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2023 r., poz. 742 późn. zm.). Habilitant posiada stopień doktora, a Jego dorobek zawodowy obejmuje osiągnięcia naukowe, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*. Pan dr inż. Michał Pyzalski wykazuje się również istotną aktywnością naukową realizowaną w innych uczelniach wyższych.

Ponadto, wysoko oceniam aktywność patentową Kandydata oraz współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym, w szczególności w zakresie działalności eksperckiej i badawczej. Działalność organizacyjna i zaangażowanie dr. inż. Michała Pyzalskiego w rozwój młodych kadr naukowych, nie podlegające formalnej ocenie z tytułu ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, zasługuje również na docenienie z uwagi na staż pracy Habilitanta i zajmowane stanowisko.

W związku z powyższym wnioskuję o przeprowadzenie dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



