

RECENZJA WNIOSKU HABILITACYJNEGO

dr inż. AGNIESZKI PĘKALI

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego

w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych

w dyscyplinie Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę formalną przedmiotowej recenzji stanowi Uchwała nr 3/04/2026 Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 22 kwietnia 2026 r. powołująca mnie w charakterze recenzenta w skład komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Agnieszce Pękali.

Równocześnie z ww. pismem przesłany został komplet materiałów wraz z wnioskiem Pani dr inż. Agnieszki Pękali z dnia 30.01.2026 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Recenzję wykonano w oparciu o informacje zawarte w materiałach dołączonych do wniosku dostarczonych w wersji papierowej oraz elektronicznej:

- dane wnioskodawcy;
- kopia dyplomu potwierdzającego nadanie stopnia doktora;
- autoreferat;
- wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny;
- publikacje naukowe wchodzące w skład osiągnięcia naukowego;
- oświadczenia współautorów;
- dokumenty potwierdzające określone osiągnięcia.

Zgodnie w wytycznymi Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity - Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.) w celu stwierdzenia znacznego wkładu dr inż. Agnieszki Pękali w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka dokonano oceny osiągnięć naukowych oraz oceny istotnej aktywności naukowej Kandydatki realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Niniejsza recenzja została sporządzona na podstawie wymienionych powyżej dokumentów, uwzględniając kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego określonych w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity - Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.).

2. Obowiązujące przepisy prawa na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego

Kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego określono w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity - Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.), w tym w szczególności uwzględniając wymogi stawiane w art. 219 Ustawy w brzmieniu:

Art. 219. 1. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;*
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe (...), stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:*
 - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub*
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, 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, lub*
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne (...);*
- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową (...) realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.*

3. Charakterystyka biograficzna Kandydatki

Kandydatka dr inż. Agnieszka Pękala ukończyła w 2002 roku studia na Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie na kierunku Inżynieria środowiska, specjalność geologia złóż i geochemia, uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera. W roku 2010 uzyskała stopień doktora nauk o Ziemi w dyscyplinie geologia i specjalności mineralogia, petrografia i geochemia nadany przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Studium mineralogiczno – petrograficzne utworów ze strefy kontaktu trzeciorzęd – mezozoik w złożu węgla brunatnego Bełchatów”.

Kandydatka posiada wieloletnie doświadczenie naukowo-dydaktyczne zdobywane zarówno w Akademii Górniczo-Hutniczej, jak i na Politechnice Rzeszowskiej. W latach 2002–2008 związana była z Katedrą Mineralogii, Petrografii i Geochemii AGH w Krakowie, następnie pracowała jako asystent i adiunkt na Politechnice Rzeszowskiej (odpowiednio w Zakładzie Geotechniki i Hydrotechniki oraz w Katedrze Geodezji i Geotechniki), a od roku 2019 zatrudniona jest na stanowisku adiunkta w Katedrze Inżynierii i Chemii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej.

Kandydatka reprezentuje dwie dyscypliny naukowe: dyscyplinę wskazaną we wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego tj. Inżynierię środowiska, górnictwo i energetykę oraz dyscyplinę Inżynieria lądowa i transport.

Działalność naukowa Kandydatki koncentruje się przede wszystkim wokół zagadnień geochemii środowiska, procesów mineralizacji wtórnej, trwałości materiałów budowlanych, oddziaływania zanieczyszczeń geointropogenicznych oraz możliwości wykorzystania surowców mineralnych i odpadowych w nowoczesnych technologiach środowiskowych i energetycznych.

4. Ocena spełnienia wymagań w zakresie posiadania stopnia doktora

Przedstawiony dyplom (w załączniku 2 w wersji papierowej oraz w załączniku 7 w wersji elektronicznej) potwierdza posiadanie przez Kandydatkę stopnia doktora nauk o Ziemi uzyskanego 22 marca 2010 roku na Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie za rozprawę pt. „Studium mineralogiczno – petrograficzne utworów ze strefy kontaktu trzeciorzęd – mezozoik w złożu węgla brunatnego Bełchatów”. **Należy zatem uznać, że Kandydatka spełnia wymagania w zakresie posiadania stopnia doktora.**

5. Ocena spełnienia wymagań w zakresie posiadania w dorobku osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

Motywacja podjęcia badań

W przedstawionym Autoreferacie dr inż. Agnieszka Pękała stwierdziła trafnie, że jednym z najważniejszych zadań stojących przed współczesną nauką jest identyfikacja składników szkodliwych dla środowiska naturalnego. Słusznie oceniła, że w odbiorze powszechnym funkcjonuje przekonanie, że jeśli surowce skalne są pochodzenia naturalnego, to nie stanowią one zagrożenia ani dla środowiska, ani dla zdrowia człowieka. Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe stanowią bardzo szerokie i zaawansowane opracowanie podważające ww. powszechną opinię. Kandydatka ukierunkowała i zaplanowała analizę w celu zwrócenia uwagi, że wtórne procesy mineralizacyjne będące przedmiotem jej badań, stanowić mogą swoistą „patologię środowiskową” i tym samym stanowić mogą źródło zanieczyszczeń geoantropogenicznych. Zjawiska te są ważnym aspektem badawczym w różnych obszarach naukowych i gospodarczych.

Kandydatka uznała, że identyfikacja wtórnych procesów mineralizacyjnych w ośrodku gruntowo-skalnym może znaleźć bezpośrednie zastosowanie w diagnostyce awarii infrastruktury podziemnej, w szczególności sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Jako przykład przywołała analizę przyczyn przyspieszonej korozji rur stalowych i żeliwnych, wynikającą z agresywności chemicznej gruntu związanej z obecnością siarczków, siarczanów lub kwaśnych wód pochodzenia naturalnego. Wyniki badań mogą być wykorzystywane na etapie projektowania sieci przesyłowych do doboru materiałów odpornych na określone warunki geochemiczne oraz do planowania zabezpieczeń antykorozyjnych. Analiza rodzaju i stopnia korozyjności środowiska gruntowego ma również praktyczne znaczenie w procesie doboru materiałów konstrukcyjnych stosowanych w obiektach inżynierskich, takich jak fundamenty, zbiorniki podziemne czy konstrukcje hydrotechniczne. Identyfikacja procesów mineralizacji siarczkowej, w szczególności związanych z obecnością pirytu, ma istotne znaczenie w ochronie środowiska wodnego. Utlenianie pirytu prowadzi do powstawania kwaśnych wód o podwyższonej zawartości siarczanów i metali, porównywalnych w skutkach do oddziaływania kwaśnych opadów atmosferycznych. Wyniki badań mogą być wykorzystane m.in. w rekultywacji terenów pogórnich, projektowaniu systemów neutralizacji kwaśnych wód drenażowych oraz w ocenie ryzyka skażenia wód powierzchniowych i podziemnych.

Osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny

Kandydatka jako swoje główne osiągnięcia naukowe, stanowiące w Jej ocenie znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, wskazała dwa cykle

powiązanych tematycznie publikacji naukowych zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy pod tytułami:

**I. Identyfikacja i modelowanie mechanizmów oddziaływania zanieczyszczeń
geoantropogenicznych na korozyjność obiektów inżynierskich**

W skład przedmiotowego dzieła w ramach cyklu I Kandydatka zaliczyła sześć manuskryptów opublikowanych w punktowanych renomowanych czasopismach naukowych:

[C1] Pękala, A., Musiał, M., Galek, T. (2022). Pyritization in stone-building materials modeling of geochemical interaction. Sustainability, 14, 13206.

Liczba punktów MNiSW:100; Impact factor: 3,9

[C2] Pękala, A. (2020). Silification of the mesozoic rocks accompanying the Bełchatów lignite deposit, central Poland. Geosciences, 10, 141.

Liczba punktów MNiSW: 70

[C3] Pękala, A., Koszelnik, P., Musiał, M., Galek, T. (2024). Trace elements anomalous concentrations in building materials - the impact of secondary mineralisation processes. Materials 17 (16), 3909.

Liczba punktów MNiSW: 140; Impact factor: 3,2

[C4] Pękala, A., Musiał, M. (2021). Modeling the leachability of strontium and barium from stone building materials. Materials, 14, 3403.

Liczba punktów MNiSW: 140; Impact factor: 3,748

[C5] Pękala, A., Pietrucha-Urbanik K. (2018). The influence of the soil environment on the corrosivity of failure infrastructure-case study of the exemplary water network. Archives of Civil Engineering, 64 (1).

Liczba punktów MNiSW: 15

[C6] Pękala, A., Vilcekova, S. (2024). Secondary mineralization processes in the assessment of alkaline reactivity of aggregates and durability of concrete. Case Studies in Construction Materials, 21, e04113.

Liczba punktów MNiSW: 100; Impact factor: 6,6

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe w cyklu I obejmuje trzy problemy badawcze tj. identyfikację wtórnych procesów mineralizacyjnych w surowcach skalnych jako potencjalnych źródeł zanieczyszczeń geoantropogenicznych oraz ocenę zależności koncentracji pierwiastków śladowych z nimi związanych (publikacje C1-C3), opracowanie koncepcji modeli statystycznych wymywalności dla wybranych pierwiastków śladowych z surowców skalnych i interakcji geochemicznych w zmineralizowanej matrycy skalnej (publikacje C1 i C4) oraz wykorzystanie metod petrograficznych w ocenie wpływu wtórnych procesów mineralizacyjnych na korozyjność obiektów inżynierskich (publikacje C5 i C6).

Sumaryczna liczba punktów dla przedstawionego cyklu publikacji I wynosi 565, natomiast sumaryczny IF zgodnie z rokiem opublikowania wyżej wymienionych artykułów wynosi 17,448.

We wszystkich publikacjach w ramach cyklu I Pani dr inż. Agnieszka Pękala jest pierwszym autorem, co w mojej opinii potwierdza istotną i wiodącą rolę Kandydatki w przedstawionym cyklu publikacyjnym I. Zgodnie z przedstawionymi w Autoreferacie informacjami oraz na podstawie przedstawionych podpisanych oświadczeń współautorów publikacji, wnioskować można, że wkład Kandydatki w pracach współautorskich dotyczył m.in. kwerendy bibliograficznej, konceptualizacji założeń i metodologii pracy, gromadzenia i opracowania danych, prowadzenia badań, analizy i przygotowania wyników badań naukowych do publikacji, przygotowania manuskryptu, recenzji i korekty ostatecznej wersji manuskryptu, a także pozyskania finansowania. W przedstawionych

materiałach nie podano udziału procentowego autorów, przy czym jedna praca jest pracą własną Kandydatki. Analiza załączonych do wniosku tekstów ww. manuskryptów wskazuje, że Kandydatka w każdej z prac naukowych wchodzących w skład osiągnięcia I pełniła funkcję autora korespondencyjnego. W mojej opinii zatem **Pani dr inż. Agnieszka Pękala była niezwykle istotnym i wiodącym członkiem zespołu badawczego zaangażowanego w realizację badań, ich analizę oraz przygotowanie pracy do publikacji w uznanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Stwierdzam zatem, że Kandydatka odegrała kluczową rolę dla realizacji ww. osiągnięcia poddanego ocenie, a tym samym wkład dr inż. Agnieszki Pękali w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka jest bezsporny.**

II. Wykorzystanie surowców mineralnych i odpadowych w innowacyjnych technologiach przemysłowych

W skład przedmiotowego dzieła w ramach cyklu II Kandydatka zaliczyła cztery publikacje naukowe oraz patent dotyczący wykorzystania surowców mineralnych i odpadowych w nowoczesnych technologiach przemysłowych, w tym przede wszystkim w technologiach magazynowania energii cieplnej oraz oczyszczania ścieków:

[C7] Pękala, A., Musiał, M., Lichołai, L. (2025). Carpathian diatomites and their applications in phase - change composites. *Materials*, 18, 2097.

Liczba punktów MNiSW: 140; Impact factor: 3,2

[C8] Musiał, M., Lichołai, L., Pękala, A. (2023). Analysis of the thermal performance of isothermal composite heat accumulators containing organic phase-change material. *Energies*, 1/31, 16

Liczba punktów MNiSW: 140; Impact factor: 3,0

[C9] Musiał, M., Pękala, A. (2022). Functioning of heat accumulating composites of carbon recycle and phase change material. *Materials*, 15, 2331.

Liczba punktów MNiSW: 140; Impact factor: 3,4

[C10] Musiał, M., Pękala, A. Sposób nasączania materiału porowatego co najmniej jedną substancją zmiennofazową oraz stanowisko do realizacji tego sposobu. P.246493. Data przyznania: 04.02.2025 r. – patent

Liczba punktów MNiSW: 75, (udział 50%)

[C11] Gubernat, S., Czarnota, J., Masłoń, A., Koszelnik, P., Pękala, A., Skwarczyńska-Wojśa, A. (2023). Efficiency of phosphorus removal and recovery from wastewater using marl and travertine and their thermally treated forms. *Journal of Water Process Engineering*, 7/1, 53, 103642

Liczba punktów MNiSW: 100; Impact factor: 6,3

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe w cyklu II obejmuje dwa obszary naukowe w tematyce oceny możliwości wykorzystania surowców mineralnych i odpadowych jako kompozytów magazynujących ciepło, zawierających organiczny materiał zmiennofazowy oraz w technologii oczyszczania ścieków.

Sumaryczna liczba punktów dla przedstawionego cyklu publikacji II wynosi 595, natomiast sumaryczny IF zgodnie z rokiem opublikowania wyżej wymienionych artykułów wynosi 15,9.

Dla artykułów naukowych wchodzących w cykl II nie podano udziału procentowego autorów, natomiast udział Kandydatki w opracowaniu patentu określono na 50%. Kandydatka w żadnej z prac naukowych wchodzących w skład osiągnięcia II nie pełniła funkcję autora korespondencyjnego. Zgodnie natomiast z przedstawionymi w Autoreferacie informacjami oraz na podstawie przedstawionych podpisanych oświadczeń współautorów publikacji wnioskować

można, że wkład Kandydatki w pracach współautorskich dotyczył kwerendy bibliograficznej, konceptualizacji założeń i metodologii pracy, gromadzenia i opracowania danych, prowadzenia badań, analizy i przygotowania wyników badań naukowych do publikacji, przygotowania manuskryptu, recenzji i korekty ostatecznej wersji manuskryptu, a także pozyskania finansowania. W mojej opinii zatem **Pani dr inż. Agnieszka Pękala była istotnym i znaczącym członkiem zespołu badawczego zaangażowanego w realizację badań, ich analizę oraz przygotowanie pracy do publikacji w uznanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, a także w opracowanie patentu. Stwierdzam zatem, że Kandydatka odegrała kluczową rolę dla realizacji ww. osiągnięcia poddanego ocenie, a tym samym wkład dr inż. Agnieszki Pękali w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka jest bezsporny.**

Summaryiczny dorobek osiągnięć naukowych przedstawionych w ramach cyklu I i cyklu II charakteryzuje się wysoką wartością naukową oraz dużym potencjałem wdrożeniowym.

Zauważyć należy, że rodzaj czasopism, w których opublikowano prace naukowe nie warunkuje ich wartości naukowej, czy użytecznej oraz nie przesądza o istotności wpływu publikowanych wyników na rozwój dyscypliny naukowej. Niemniej jednak w przypadku przedstawionych manuskryptów fakt opublikowania ich w czasopismach prestiżowych rozpoznawanych w skali światowej zwiększa zainteresowanie badaczy z innych krajów prezentowanymi wynikami, co **dotatkowo potwierdza znaczny wkład Kandydatki w rozwój dyscypliny w ujęciu wykraczającym poza granice kraju macierzystego.** Kandydatka wykazała się wysoką świadomością naukową, trafnie i ambitnie wyselekcjonowała wysoko punktowane czasopisma posiadające wysoki współczynnik Impact factor, w których opublikowała własne osiągnięcia badawcze. Przedstawione w osiągnięciach prace stanowią tym samym publikacje zaakceptowane do druku po wymagającym i długim procesie recenzji, a pozytywne zakończenie procesu recenzyjnego wskazuje na ich wysoką wartość naukową oraz aktualność poruszanej tematyki w skali globalnej. Zgodnie z informacjami w bazach Web of Science oraz Scopus prace te są niezwykle często cytowane przez innych badaczy.

OCENA MERYTORYCZNA – cykl publikacji I

W cyklu publikacji stanowiących główne osiągnięcie naukowe I Kandydatka skoncentrowała swoje badania wokół problematyki identyfikacji i modelowania mechanizmów oddziaływania zanieczyszczeń geoantropogenicznych na trwałość oraz korozyjność materiałów i obiektów inżynierskich. Tematyka ta posiada istotne znaczenie zarówno z poznawczego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia, gdyż procesy wtórnej mineralizacji, migracji pierwiastków śladowych oraz degradacji materiałów budowlanych stanowią obecnie jeden z istotnych problemów związanych z trwałością infrastruktury technicznej oraz bezpieczeństwem eksploatacji obiektów budowlanych. **W mojej opinii Kandydatka trafnie zidentyfikowała lukę badawczą** obejmującą brak w literaturze publikowanej opracowań z zakresu oceny wpływu zanieczyszczeń geoantropogenicznych na korozyjność obiektów inżynierskich. Trafnie stwierdziła, że niedostateczne zrozumienie tych zależności ogranicza możliwość przewidywania degradacji konstrukcji oraz skutecznego planowania działań ochronnych. W konsekwencji zauważyła wyraźną potrzebę przeprowadzenia kompleksowych badań pozwalających na ocenę mechanizmów oddziaływania zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego na ośrodek gruntowo-skalny i materiały konstrukcyjne.

Dla realizacji tak postawionego celu naukowego Kandydatka przeprowadziła szerokie badania na 3 referencyjnych materiałach skalnych (ze strefy kontaktu mezozoik–neogen złoża węgla brunatnego Bełchatów, z regionu Karpat fliszowych oraz z obszaru Wyżyny Lubelskiej). Wybór materiału badawczego oparła na argumentacji, że surowce te, deponowane w postaci hałd, mogą stanowić istotne źródło czynników sprzyjających korozji, wynikających z emisji zanieczyszczeń geoantropogenicznych, w tym migracji pierwiastków potencjalnie toksycznych do gleb i wód podziemnych, a następnie ich oddziaływania na materiały konstrukcyjne i infrastrukturę techniczną.

Przedstawiony do oceny cykl publikacji I cechuje się dużą spójnością tematyczną i logiczną sekwencją prowadzonych badań. Dr inż. Agnieszka Pękala podzieliła prace badawcze na etapy i konsekwentnie je realizowała. Kandydatka rozpoczęła badania od szczegółowej charakterystyki wtórnych procesów mineralizacyjnych (pirytyzacja, sylifikacja i sulfatyzacja). Analizą objęła zarówno pierwotne właściwości mineralogiczne i geochemiczne surowców, jak i zmiany wtórne, które mogą zachodzić w wyniku procesów geochemicznych lub antropogenicznych. Celem tak zaplanowanych badań w etapie początkowym było określenie potencjalnych źródeł zanieczyszczeń oraz zrozumienie mechanizmów, w wyniku których pierwiastki śladowe i inne składniki mogą ulegać mobilizacji. Drugi etap prac badawczych miał na celu identyfikację pierwiastków śladowych w surowcach skalnych, składowanych na hałdach oraz ustalenie zależności pomiędzy ich koncentracją, a zidentyfikowanymi wtórnymi procesami mineralizacyjnym. Badania te miały na celu określenie, w jakim stopniu wtórne procesy mineralizacyjne wpływają na kumulację lub uwalnianie pierwiastków śladowych w ośrodku gruntowo-skalnym. Wyniki badań przeprowadzonych w trzecim etapie obejmowały koncepcje modeli statystycznych dla wymywalności oraz zawartości pierwiastków śladowych w funkcji położenia na siatce dyskretnej przekroju poprzecznego próbek. Czwarty etap prac badawczych był kluczowy w aspekcie praktycznego znaczenia prowadzonych badań. Kandydatka wykazała, że dokładna specyfikacja ośrodka gruntowo-skalnego, oparta na specjalistycznych badaniach mineralogiczno-petrograficznych, jest pomocna w określeniu przyczyny korozji obiektów inżynierskich. **Analiza przedstawionych do oceny publikacji wskazuje na przemyślaną kolejność badań i dobrze przygotowaną metodykę badawczą. Tematyka podjętych badań w mojej opinii jest ważna zarówno w kontekście naukowym, jak i z utylitarnego punktu widzenia.**

Analiza przedstawionych publikacji pozwala stwierdzić, że Kandydatka bardzo dobrze opanowała nowoczesne metody badawcze stosowane w geochemii środowiska i inżynierii materiałowej. Na szczególne podkreślenie zasługuje umiejętność integrowania wyników badań petrograficznych, mineralogicznych, geochemicznych i statystycznych.

Do najważniejszych w mojej opinii osiągnięć wzbogacających dotychczasowy stan wiedzy, sformułowanych w przedstawionych pracach w ramach cyklu publikacji I oraz stanowiących oryginalny znaczny wkład dla rozwoju dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka należy zaliczyć poniższe wnioski wynikające z pracy naukowej Kandydatki:

- wykazanie, że zidentyfikowane w surowcach skalnych wtórne procesy mineralizacyjne takie jak pirytyzacja, sylifikacja i sulfatyzacja, są źródłem zanieczyszczeń geoantropogenicznych;
- potwierdzenie, że obecność pirytu w ośrodku gruntowo-skalnym, sprzyja korozyjności materiałów wykonanych z żelaza i zwiększa awaryjność rur wodociagowych;
- wykazanie, że anomalny poziom pierwiastków Cd, As i Pb w surowcach skalnych jest pochodzenia naturalnego i wynika ze zidentyfikowanego procesu pirytyzacji;

- wykazanie, że wraz ze wzrostem zawartości siarki pirytowej rośnie stężenie takich pierwiastków jak: Cu, Zn i Cd;
- wykazanie zależności odwrotnie proporcjonalnej pomiędzy krzemionką, a siarczkami żelaza. Stwierdzenie, że wzrost zawartości Si powoduje spadek wartości Fe i S;
- stwierdzenie, że odporny na wietrzenie kwarc przy braku innych minerałów siarczkowych i składników buforujących, może pełnić rolę naturalnej strefy buforowej;
- stwierdzenie, że w wyniku transformacji krzemionkowych faz mineralnych w skale w wyniku sylikfikacji, dochodzi do zmian jej cech fizyko-mechanicznych i powstawania utworów trudno urabialnych. Wraz ze wzrostem współczynnika krystaliczności dochodzi do wzrostu wartości parametrów, takich jak wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym oraz gęstość pozorną. Maleje zaś ich porowatość. W efekcie przejścia opalu – A w kwarc dochodzi do zmniejszenia w skale zawartości wody, porowatości i przepuszczalności;
- wykazanie, że wśród składników reaktywnych wywołujących reakcje alkaliczne kruszyw ASR w betonie są: opal typu A, opal CT, krystobalit, trydymit, chalcedon, kwarc o budowie mozaikowej oraz kryptokrystaliczny i mikrokryystaliczny;
- wykazanie, że na korozyjność betonu wpływa nie tylko zawartość mikrokryystalicznego kwarcu, ale znaczenie ma również kąt falistego wygaszania. Kruszywa, które zawierają ponad 20% kwarcu, a kąt falistego wygaszania wynosi powyżej 15°, powinny być rozpatrywane jako potencjalnie reaktywne;
- potwierdzenie, że zastosowana metodyka petrograficzna pozwala na identyfikację składników szkodliwych, pogarszających trwałość obiektów inżynierskich i ma praktyczne znaczenie w ocenie awaryjności infrastruktury wodociągowej;
- udowodnienie słuszności zastosowania modelu Mamdanie-Assiliana umożliwiającego predykcję potencjalnych skutków oddziaływania na środowisko pierwiastków śladowych w funkcji czasu, bądź położenia na siatce dyskretnej przekroju poprzecznego próbek.

W mojej opinii przedstawiony cykl publikacji I posiada wysoką wartość naukową i aplikacyjną. Kandydatka trafnie zidentyfikowała istotny problem badawczy związany z oddziaływaniem procesów geoantropogenicznych na trwałość materiałów inżynierskich oraz zaproponowała nowoczesne metody jego analizy. Osiągnięcie to stanowi oryginalny i znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Podsumowując ocenę cyklu publikacyjnego I stwierdzam, że przedstawione osiągnięcie stanowi znaczny, oryginalny i wartościowy wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Oceniane elementy osiągnięcia naukowego w postaci cyklu publikacyjnego I mają wartość merytoryczną rozprawy habilitacyjnej.

OCENA MERYTORYCZNA – cykl publikacji II oraz patent

Jako swoje kolejne osiągnięcie naukowe Kandydatka wskazała cykl publikacyjny II obejmujący cztery publikacje naukowe oraz dodatkowo patent dotyczący wykorzystania surowców mineralnych i odpadów w nowoczesnych technologiach przemysłowych, w tym przede wszystkim w technologiach magazynowania energii cieplnej oraz oczyszczania ścieków.

Przedstawione w Autoreferacie osiągnięcia Kandydatki obejmowały eksperymentalne badania nad wykorzystaniem surowców mineralnych i odpadów w innowacyjnych

technologiach przemysłowych wpisując się w zagadnienia związane z gospodarką obiegu zamkniętego. Dr inż. Agnieszka Pękała słusznie zauważyła, że w aktualnych opracowaniach dotyczących zagospodarowania surowców mineralnych i odpadowych, obecny jest niedobór rozwiązań związanych z ich wykorzystaniem w budownictwie energooszczędnym, w szczególności w postaci kompozytowych akumulatorów ciepła. Wskazała, że istotnym kierunkiem potencjalnego zastosowania tych surowców są również technologie oczyszczania wody i ścieków. Ukierunkowała zatem swoją pracę badawczą na aspekty możliwości wykorzystania wybranych surowców mineralnych i odpadowych w nowych, proekologicznych kierunkach rozwoju technologii przemysłowych. Sformułowała cele badawcze koncentrując się przede wszystkim na ocenie możliwości zastosowania wybranych surowców mineralnych i odpadowych, jako szkieletu przewodzącego w zmiennofazowych akumulatorach ciepła; ocenie wpływu składu chemicznego i cech strukturalno-teksturalnych surowców mineralnych i odpadowych na zdolność absorpcji materiałów zmiennofazowych oraz na ocenie możliwości wykorzystania wybranych surowców mineralnych w technologiach ściekowych. **W mojej opinii Kandydatka trafnie określiła cele badawcze ukierunkowane na wypełnienie istniejących braków w opracowaniach naukowych.**

Przedstawiony do oceny cykl publikacji II cechuje się dużą spójnością tematyczną i logiczną sekwencją prowadzonych badań. Istotnym osiągnięciem dr inż. Agnieszki Pękali jest również współuczestnictwo w opracowaniu i opatentowaniu sposobu nasączania materiałów porowatych substancjami zmiennofazowymi. Podjęcie ambitnego wyzwania w zakresie opracowania patentu ma w mojej ocenie bardzo wysoką wartość praktyczną opartą na doświadczeniu i wiedzy naukowej Kandydatki.

Podobnie jak w przedstawionym osiągnięciu naukowym w postaci cyklu publikacyjnego II dr inż. Agnieszka Pękała podzieliła prace badawcze na etapy i konsekwentnie je realizowała. W ramach prac laboratoryjnych i eksperymentalnych przeprowadziła badania nad możliwością wykorzystania odpadowych surowców mineralnych jako kompozytów magazynujących ciepło, zawierających organiczny materiał zmiennofazowy (PCM phase-change material). W pierwszym etapie przeprowadziła innowacyjne prace nad poprawą efektywności dystrybucji ciepła poprzez zastosowanie w strukturze pakietów z PCM odpadów przemysłowych w postaci recyklatu węglowego jako szkieletu przewodzącego w zmiennofazowych akumulatorach ciepła. Kolejno wykonała badania materiałowe, eksperymentalne i analizy statystyczne właściwości cieplnych trzech typów akumulatorów ciepła zawierających organiczny materiał zmiennofazowy oraz dwóch materiałów o wyższym przewodnictwie cieplnym: siatki miedzianej i porowatego recyklatu koksu. Drugi etap prac badawczych Kandydatki obejmował badania empiryczne nad możliwością utworzenia kompozytu zmiennofazowego na bazie diatomitów karpackich oparciu o szerokie badania mineralogiczne i kalorymetryczne kompozytu organicznego materiału zmiennofazowego i diatomitu. Konsekwencją wykonanych badań laboratoryjnych i eksperymentalnych było zgłoszenie patentu, co w mojej ocenie świadczy o wysokiej dojrzałości badawczej dr inż. Agnieszki Pękali i świadomości znaczenia utylitarne osiągniętych wyników prac naukowych. Kandydatka otrzymała zgłoszony w osiągnięciu patent nr 246493 na wynalazek pt: „Sposób nasączania materiału porowatego co najmniej jedną substancją zmiennofazową oraz stanowisko do realizacji tego sposobu”, a w ramach aktualnie realizowanych badań w zakresie wykorzystania mineralnych surowców w kompozytach zmiennofazowych opracowała dodatkowo trzy kolejne zgłoszenia patentowe. W czwartym etapie prac badawczych dr inż. Agnieszka Pękała przeprowadziła badania w zakresie wykorzystania surowców mineralnych w technologiach oczyszczania ścieków.

Analiza przedstawionych do oceny w ramach cyklu II czterech publikacji wskazuje na przemyślaną kolejność badań i dobrze przygotowaną metodykę badawczą. Tematyka podjętych badań w mojej opinii jest ważna zarówno w kontekście naukowym, jak i szczególnie z utylitarnego punktu widzenia, co dr inż. Agnieszka Pękala potwierdziła w ramach swojej działalności patentowej.

Do najważniejszych w mojej opinii osiągnięć wzbogacających dotychczasowy stan wiedzy, sformułowanych w przedstawionym cyklu publikacji II wraz z patentem, a tym samym stanowiących oryginalny znaczny wkład dla rozwoju dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka należy zaliczyć poniższe wnioski:

- wykazanie zasadności stosowania recyklatu koksowego jako przewodzącego szkieletu w akumulatorach ciepła z przemianą fazową;
- udowodnienie zasadności zastosowania diatomitu karpackiego jako matrycy materiałowej dla PCM, w celu utrzymania stabilności kształtu materiału;
- potwierdzenie, że zdolność do wiązania i akumulacji ciepła jest zależna od cech strukturalnych i teksturalnych zastosowanych materiałów;
- wykazanie, że margiel i trawertyn wraz z ich modyfikacjami termicznymi, mogą być wykorzystywane w technologiach oczyszczania ścieków (szczególnie w aspekcie usuwania fosforu jako związku biogenego) i uzdatniania wody.

W mojej opinii przedstawiony cykl publikacji I wzbogacony o przyznany patent posiada wysoką wartość naukową oraz aplikacyjną. Kandydatka trafnie zidentyfikowała istotny problem badawczy związany z możliwościami wykorzystania surowców mineralnych i odpadowych w budownictwie energooszczędnym, w szczególności w postaci kompozytowych akumulatorów ciepła w świetle założeń gospodarki obiegu zamkniętego. Osiągnięcie to stanowi w mojej ocenie oryginalny i znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Podsumowując ocenę cyklu publikacyjnego II i patentu stwierdzam, że przedstawione osiągnięcie stanowi znaczny, oryginalny i wartościowy wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Oceniane elementy osiągnięcia naukowego mają wartość merytoryczną rozprawy habilitacyjnej.

OCENA MERYTORYCZNA – uzupełnienie i podsumowanie

Szczegółowe zapoznanie się z dokonaniem naukowym Pani dr inż. Agnieszki Pękali pozwala mi na jednoznaczne stwierdzenie, iż Kandydatka spełnia przesłankę warunkującą uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego, a mianowicie zgodnie z art. 219.1.2.b) ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity - Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.) posiada w dorobku aż dwa osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w postaci dwóch cykli powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych, przy czym jeden z przedstawionych cykli wzbogacony został o patent.

W mojej ocenie Kandydatka wykazała się umiejętnością prowadzenia badań o charakterze interdyscyplinarnym, łączących zagadnienia geochemii, inżynierii materiałowej, ochrony i inżynierii środowiska, a także nowoczesnych technologii energetycznych. Przedstawione wyniki posiadają zarówno wysoką wartość poznawczą, jak i istotny potencjał aplikacyjny w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym i zrównoważonego wykorzystania surowców.

Analiza całokształtu osiągnięć naukowych przedstawionych w obu cyklach publikacyjnych pozwala stwierdzić, że Pani dr inż. Agnieszka Pękala posiada dojrzałość naukową, umiejętność samodzielnego formułowania problemów badawczych oraz prowadzenia nowoczesnych badań o znaczeniu zarówno poznawczym, jak i praktycznym. **Przedstawione osiągnięcia stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.**

Poza wymienionymi powyżej dwoma osiągnięciami naukowymi w postaci cykli publikacyjnych Kandydatka po uzyskaniu stopnia doktora pełniła rolę wykonawcy oraz brała czynny udział przy realizacji trzech projektów badawczych:

- projekt B+R "Opracowanie nawozu organiczno-mineralnego na bazie osadów ściekowych z dodatkiem mikroskładników mineralnych" realizowany w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podkarpackiego;
- projekt pt: „Ekologiczny koagulant do separacji trudno usuwalnych zanieczyszczeń ze ścieków, w celu odzyskania wody” realizowany w ramach programu grantowego na prace B+R jednostek naukowych;
- projekt pt: „Materiał budowlany wytwarzany z komunalnych osadów ściekowych i odpadów mineralnych”, realizowany w ramach Inkubatora Innowacyjności.

Osiągnięcia naukowe Kandydatki zostały docenione wielokrotnie nagrodami Rektora Politechniki Rzeszowskiej, w tym m.in. za indywidualne osiągnięcia naukowe (2017) i indywidualne organizacyjne (2024).

W 2021 roku dr inż. Agnieszka Pękala otrzymała w zespole Polską Nagrodę Inteligentnego Rozwoju w kategorii „Innowacyjne technologie i badania przyszłości” za realizację projektu pt. „Opracowanie nawozu organiczno-mineralnego na bazie osadów ściekowych z dodatkiem mikroskładników mineralnych”.

6. Ocena, czy Kandydat wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Analiza przedstawionej do oceny dokumentacji wskazuje jednoznacznie, że Pani dr inż. Agnieszka Pękala działa aktywnie w wielu zespołach badawczych, w tym również zagranicznych. Stwierdzić można, że Kandydatka potrafi wnieść istotny wkład do prac zespołowych oraz skutecznie realizuje współpracę, czego dowodem jest chociażby bogata liczba publikacji naukowych oraz jedna monografia opracowana we współautorstwie z naukowcami z Polski, jak i z zagranicy.

Kandydatka wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną we współpracy z wieloma ośrodkami naukowymi krajowymi i zagranicznymi. W dorobku wskazała współpracę naukową realizowaną m.in. z Politechniką Lwowską na Ukrainie, Technical University in Kosice na Słowacji, Centrum Technologicznym Budownictwa Instytutu Badań i Certyfikacji Sp. z o.o. w Rzeszowie, Siecią Badawczą Łukasiewicz – Warszawski Instytut Technologiczny Laboratorium Surowców i Wyrobów Budowlanych w Warszawie oraz z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie. Współpraca z wyżej wymienionymi jednostkami/instytucjami naukowymi obejmowała szereg aktywności, które były ściśle powiązane z tematyką osiągnięć naukowych dr inż. Agnieszki Pękali i przyczyniły się do zwiększenia Jej rozpoznawalności w środowisku naukowym. Efektem współpracy był szereg wieloautorskich opublikowanych prac naukowych, w tym szczególnie w kooperacji z naukowcami zagranicznymi.

Na podkreślenie zasługuje odbycie stażu naukowego w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w roku 2025. Kandydatka uczestniczyła również w realizacji projektów badawczych na AGH związanych z geochemią środowiska oraz wykorzystaniem surowców mineralnych.

Istotnym elementem aktywności naukowej jest również działalność recenzyjna Kandydatki, która obejmuje wykonanie 42 recenzje dla renomowanych czasopism międzynarodowych i krajowych.

Podsumowując stwierdzam, że wykazana przez Panią dr inż. Agnieszkę Pękale aktywność w ramach współpracy z innymi ośrodkami naukowymi w kraju i zagranicą jest na wysokim poziomie. Analiza zakresu współpracy oraz efekty wspólnych przedsięwzięć jednoznacznie potwierdzają, że w wymienionych jednostkach naukowych, zarówno krajowych, jak i zagranicznych Kandydatka pełniła ważną rolę. Zakończone sukcesem publikacyjnym realizacje badań oraz projektów badawczych świadczą o rozwoju naukowym Kandydatki.

Reasumując stwierdzam, że dr inż. Agnieszka Pękala spełnia warunek wykazania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

7. Informacje uzupełniające

Pani dr inż. Agnieszka Pękala poza wyróżniającą się działalnością naukową z dużym zaangażowaniem realizuje również współpracę z otoczeniem gospodarczym i społecznym. Działalność prowadzona w tym obszarze nie stanowi formalnego kryterium oceny w postępowaniu habilitacyjnym, niemniej jednak w mojej ocenie jest niezwykle istotnym elementem dorobku współczesnego naukowca. Świadczy bowiem nie tylko o umiejętności praktycznego wykorzystania wiedzy i wyników badań, lecz także o postawie odpowiedzialności społecznej, otwartości na potrzeby otoczenia oraz świadomości roli, jaką nauka powinna odgrywać w rozwiązywaniu rzeczywistych problemów społecznych i gospodarczych.

W mojej ocenie na szczególne podkreślenie zasługują dwa aspekty aktywności Kandydatki. Pierwszym z nich jest nieprzerwane pełnienie od 2022 roku funkcji Pełnomocnika Rektora ds. Osób z Niepełnosprawnościami. Funkcja ta wymaga nie tylko wysokich kompetencji organizacyjnych, ale również dużej wrażliwości społecznej, empatii oraz umiejętności budowania dialogu i wspierania środowiska akademickiego w zakresie dostępności i wyrównywania szans. Zaangażowanie Kandydatki w tym obszarze świadczy o Jej aktywnym udziale w kształtowaniu nowoczesnej, odpowiedzialnej społecznie uczelni, realizującej ideę równych szans w szkolnictwie wyższym. Należy podkreślić, że działalność ta wykracza poza standardowe obowiązki akademickie i stanowi ważny element służby na rzecz wspólnoty akademickiej.

Drugim istotnym elementem aktywności Kandydatki jest szeroka współpraca z sektorem gospodarczym, obejmująca opracowanie kilkudziesięciu prac badawczych realizowanych na zlecenie przemysłu, przygotowywanie ekspertyz oraz innych opracowań wykonywanych na potrzeby przedsiębiorstw i instytucji zewnętrznych. Działalność ta świadczy o praktycznym znaczeniu prowadzonych przez Kandydatkę badań oraz o zdolności do efektywnego transferu wiedzy i implementacji wyników badań naukowych do praktyki gospodarczej. Jednocześnie potwierdza ona umiejętność identyfikowania realnych problemów i potrzeb sektora gospodarczego oraz prowadzenia badań odpowiadających na aktualne wyzwania praktyczne.

Wymienione powyżej aktywności świadczą w mojej opinii zarówno o bardzo dobrym przygotowaniu Kandydatki do implementacji wyników prac naukowych w rozwiązaniach praktycznych, jak również o Jej dojrzałej, empatycznej i odpowiedzialnej postawie społecznej, która powinna charakteryzować współczesnego dydaktyka i naukowca. Dorobek Kandydatki pokazuje bowiem, że działalność naukowa może i powinna pozostawać w ścisłym związku z potrzebami społecznymi oraz gospodarczymi, a rola naukowca nie ogranicza się wyłącznie do prowadzenia badań, lecz obejmuje również aktywne współtworzenie odpowiedzialnego i dostępnego środowiska akademickiego oraz społecznego.

9. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę dorobku naukowego Pani dr inż. Agnieszki Pękali ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięć przedstawionych w dwóch cyklach powiązanych tematycznie publikacji i patentu pod tytułami:

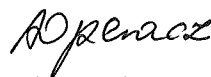
- I. Identyfikacja i modelowanie mechanizmów oddziaływania zanieczyszczeń geoantropogenicznych na korozyjność obiektów inżynierskich;
- II. Wykorzystanie surowców mineralnych i odpadowych w innowacyjnych technologiach przemysłowych,

stwierdzam, że:

- **przedłożone przez Kandydatkę do oceny osiągnięcia wnoszą istotny i znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,**
- **Kandydatka wykazała się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednym ośrodku naukowym.**

Reasumując stwierdzam, że dorobek Pani dr inż. Agnieszki Pękali spełnia wymagania ustawowe w postępowaniu habilitacyjnym wynikające z art. 219 ust. 1 pkt 1, 2 i 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Politechniki Rzeszowskiej o dopuszczenie dr inż. Agnieszki Pękali do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Kraków, 22.05.2026.



dr hab. inż. Agnieszka Operacz, prof. URK