

**Ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej
dr. inż. Sylwestra Żelaznego w związku z postępowaniem habilitacyjnym
na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej**

1. Podstawa formalna opracowania

Przedstawiona ocena została opracowana na zlecenie Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dnia 6 września 2019r. nr pisma BCK-VI-L-8066/2019 działającej na podstawie art.18 ust.5 Ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017, poz. 1789), w związku z art. 179 ust. 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669) z 30 sierpnia 2018r.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami niniejsza recenzja obejmuje, w odrębnych wyraźnie zaznaczonych częściach (zgodnie z art. 16 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki; (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595, z późniejszymi zmianami), ocenę cyt.: „osiągnięcia naukowego” oraz „istotnej aktywności naukowej”. Kryteria oceny ujęte są w Rozporządzeniu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 16 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r. poz. 261 oraz Dz. U. z 2011 r. nr 196 poz. 1165).

Oceny dokonano na podstawie materiałów przesłanych przez Pana dr hab. inż. Stanisława M. Rybickiego, Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej w załączeniu do pisma zlecającego recenzję.

2. Podstawowe dane dotyczące Habilitanta

Dr inż. Sylwester Żelazny jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Krakowskiej, który od roku 1990 nosi nazwę: Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej. W roku 1992 Habilitant uzyskał stopień magistra inżyniera, kierunek: technologia chemiczna, specjalność: technologia nieorganiczna. W latach 1992-1995 Habilitant był zatrudniony na stanowisku starszego referenta technicznego w Instytucie Chemii i Technologii Nieorganicznej, w okresie od 1995 do 1999 roku był słuchaczem Studium Doktoranckiego Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej. W roku 1999, na macierzystym Wydziale, obronił pracę doktorską pt. „Synteza nowych

włókien nieorganicznych na drodze rekrytalizacji gipsu" (promotor: dr hab. Czesław Ostrowski, prof.PK) uzyskując tytuł doktora nauk technicznych, specjalność: technologia nieorganiczna. W latach 2000-2003 był zatrudniony na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego w Instytucie Chemii i Technologii Nieorganicznej, w Katedrze Technologii Chemicznej i Biotechnologii Środowiska. Habilitant ukończył studium pedagogiczne dla asystentów. Od 2003 roku kontynuuje pracę w tej samej Jednostce na stanowisku adiunkta naukowo-badawczego.

3. Ocena dorobku naukowego dr inż. Sylwestra Żelaznego, zgłoszonego jako osiągnięcie naukowe

3.1. Ocena istotności publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

Pan dr inż. Sylwester Żelazny przedstawił cykl jednotematyczny publikacji jako osiągnięcie naukowe, który stanowi jego dorobek po otrzymaniu stopnia doktora. Dorobek ten świadczy o wkładzie Autora w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska (spełnienie wymagań z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zmianami).

Tytuł osiągnięcia naukowego: **„Zagospodarowanie odpadów z górnictwa i energetyki w celu ograniczenia ich negatywnego wpływu na środowisko naturalne.”**

Celem badań naukowych prowadzonych przez Habilitanta było opracowanie metod zagospodarowania odpadów z górnictwa i energetyki powstających na terenie Polski w aspekcie ochrony środowiska. Osiągnięcie habilitacyjne zostało przedstawione w postaci cyklu publikacji powiązanych tematycznie – oznaczenie na liście publikacji od [H1] do [H22]. W skład cyklu wchodzi 16 artykułów, w tym 13 opublikowanych w czasopiśmie z listy A MNiSW, 2 artykuły opublikowane z listy B wykazu MNiSW, 1 w czasopiśmie Polish Journal of Environmental Studies jako suplement (materiały konferencyjne, niepunktowane) oraz 6 patentów w tym 1 wdrożony do przemysłu. Analiza udziału artykułów przedstawionych jako osiągnięcie naukowe obejmuje okres od 2003 do 2019 roku. Są to w większości artykuły współautorskie (1 samodzielny). Natomiast 3 patenty z 6 są osiągnięciami samodzielnymi Habilitanta. Zgodnie z oświadczeniami współautorów, dołączonymi do wniosku, średni udział Habilitanta w pracach współautorskich wynosi ponad 60%.

Udział procentowy w tworzeniu poszczególnych pozycji jest następujący:

Udział habilitanta	Ilość pozycji (włącznie z patentami)
100%	4
75-60%	13
55-30%	3
25-10%	2

Przeprowadzona przez recenzenta szczegółowa analiza udziału Habilitanta w pracach naukowych przedstawionych w oświadczeniach współautorów i porównanie tego z opisem wkładu habilitanta w powstanie tych publikacji (załącznik nr 5) wskazują jednoznacznie, że podany udział procentowy dr inż. Sylwestra Żelaznego, został oszacowany rzetelnie.

Sumaryczny Impact Factor publikacji składających się na osiągnięcie naukowe wynosi 6, natomiast suma punktów MNiSzW publikacji składających się na osiągnięcie naukowe wynosi:

- za artykuły (bez patentów) – 223 pkt, po uwzględnieniu wszystkich autorów, indywidualny wymiar punktowy przypadający na Habilitanta = ok. 79,
- za patenty 180 pkt - po uwzględnieniu wszystkich autorów, indywidualny wymiar punktowy przypadający na Habilitanta = 102,5.

Sumaryczna ilość punktów (wraz z patentami) wynosi 403, po uwzględnieniu udziału procentowego poszczególnych współautorów udział indywidualny dr inż. Sylwestra Żelaznego wynosi ok. 181 punktów. Biorąc pod uwagę zalecane wymagania Komitetu Inżynierii Środowiska PAN w zakresie postępowania habilitacyjnego dotyczącego ilości jednotematycznych artykułów z listy MNiSW cz. A, z listy B oraz publikacji w materiałach konferencji międzynarodowych, można stwierdzić, że dorobek Habilitanta spełnia podane warunki.

Pewien niedosyt recenzenta budzi zaliczenie przez Autora do dorobku tylko jednej publikacji samodzielnej-przeglądowej, powstałej na bazie prac zespołu badawczego, którego był członkiem. Habilitant przedstawił trzy samodzielne patenty odnoszące się do produkcji nawozów granulowanych o przedłużonym działaniu – wszystkie z 2019 roku. Jednak z punktu widzenia formalnego, udokumentowany udział w powstawaniu pozycji literaturowych będących podstawą osiągnięcia naukowego można uznać dorobek za wystarczający.

Sumaryczny Impact Factor, punktacja zgłoszonych artykułów na liście „A” MNiSzW są pierwszą przesłanką stanowiącą o wkładzie tych prac w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska/inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki.

3.2. Najważniejsze wyniki cyklu prac stanowiących osiągnięcie naukowe

Na podstawie analizy dorobku naukowego, deklarowanego przez Habilitanta jako osiągnięcie naukowe, można stwierdzić, że przedstawiony cykl publikacji dotyczy prac związanych z ochroną środowiska w aspekcie zagospodarowania odpadów poprodukcyjnych z dwóch wybranych gałęzi gospodarki w Polsce: z górnictwa rud cynku i ołowiu oraz energetyki. Habilitant przedstawił możliwości zagospodarowania odpadów stałych powstających w wyniku wzbogacania rud cynku i ołowiu oraz wykorzystania popiołów lotnych po spalaniu paliw (węgla i biomasy) stosowanych w energetyce.

Recenzent w wyniku analizy dorobku Habilitanta, w zakresie osiągnięcia naukowego, uważa, że nie powinno się do ocenianego dorobku zaliczać dwóch pierwszych pozycji z przedstawionej listy publikacji, oznaczonych jako [H1] i [H2]. Pierwsza z nich to patent, który tematycznie powiązany jest z doktoratem (zgłoszenie ogłoszono 19.01.1998 BUP 02/98, obrona doktoratu 8.12.1999 rok, udzielenie patentu ogłoszono 30.04.2003 WUP 04/03). Druga pozycja nie znajduje się w wykazie czasopism punktowanych MNiSW - jak została zakwalifikowana w wykazie dorobku - (wg Analizy bibliograficznej publikacji wykonanej w Oddziale Informacji Naukowej Politechniki Krakowskiej – stan na 22.03.2019r.). Ponadto obie pozycje zostały zakwalifikowane, przez samego Habilitanta w opisie w Autoreferacie, jako etap Jego pracy naukowej związany ściśle z pracą doktorską.

Z przyczyn podanych powyżej, dalszej ocenie Recenzenta podlegały następujące zagadnienia:

1. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych rud Zn-Pb [H3][H4]

W realizacji zasadniczego celu poszerzenia wiedzy z zakresu zagospodarowywania odpadów z obszarów wydobywania rud cynku i ołowiu, Habilitant, będąc członkiem zespołu badawczego, prowadził badania na dwóch obiektach: w Zakładach Górniczych „Trzebionka” oraz w Zakładach Górniczo-Hutniczych „Bolesław”. Dorobek naukowy Habilitanta w tym zakresie tematycznym został udokumentowany 12 (spośród 20) publikacjami naukowymi, w tym 1 patentem współautorskim.

W pierwszym etapie badań rozpracował zagadnienia związane z analizą technologiczną procesu wzbogacania rud cynku i ołowiu. Pozyskanie wysokojakościowych selektywnych koncentratów cynku i ołowiu wiąże się z wieloma operacjami i procesami technologicznymi (schematy wzbogacania rud przedstawione zostały w Autoreferacie oraz w wybranych pozycjach literaturowych). W większości z nich powstają odpady, które deponowane są na stawach osadowych. Prowadzone przez Habilitanta badania skierowane były na wskazanie możliwości zagospodarowania odpadów flotacyjnych pochodzących z przeróbki rud Zn-Pb[H4]. Habilitant wyznaczył kierunki badawcze, które, w jego ocenie, pozwoliły przedstawić możliwości zagospodarowania takich odpadów, a tym samym wpłynąć na poprawę środowiska w wyniku działalności tej gałęzi polskiej gospodarki. Do głównych należą:

- podsadzanie wyrobisk górniczych - podsadzki zestalane,
- produkcja materiałów budowlanych,
- wykorzystanie odpadów jako materiału do produkcji nawozów,
- odzysku minerałów użytecznych.

Analizując dorobek Habilitanta wg powyższych zagadnień można określić Jego zaangażowanie w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska/inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Do najważniejszych należą osiągnięcia wg wyszczególnionego opisu:

- odpady flotacyjne powstałe w wyniku otrzymywania koncentratu cynku i ołowiu mają w większości uziarnienie poniżej 0,1 mm – jest to materiał o dużym rozdrobnieniu, który nie spełnia wymagań normy określającej własności materiału do podsadzki hydraulicznej PN-93/G-11010. W celu stabilizacji tego produktu zastosowano domieszkę popiołów lotnych z Elektrowni Turów - 25-40% popiołu – przy takich wartościach norma PN-93/G-11010, która dopuszcza wytrzymałość podsadzki samozestalającej powyżej 1,0 MPa jest spełniona i taką mieszankę można stosować do podsadzania wyrobiska. Przebadane zostały również inne dodatki jak: popioły lotne z Elektrociepłowni Kraków (28%) oraz CaO (2%), cement (ok. 6%), błoto pochromowe.
- wykonane badania wymywalności metali ciężkich z kompozytów odpadu poflotacyjnego z dodatkiem czynników wiążących wykazały, że wymywalność metali ciężkich z kompozytów podsadzkowych jest niewielka, a zawartość metali ciężkich w odciekach jest dopuszczalna przez obowiązujące normy. Badania prowadzone w zespole, którego Habilitant był członkiem, potwierdziły możliwość zastosowania odpadów poflotacyjnych jako składnika podsadzki samozestalającej. Wyniki badań zostały opublikowane, opatentowane i wdrożone w Zakładach Górniczych „Trzebieńka” (patent zespołowy). Pozwoliło to na ograniczenie ilości składowanego odpadu na stawie osadowym, co miało pozytywny wpływ na ochronę środowiska, pozwoliło również na wydłużenie pracy ZG „Trzebieńka” o kilka lat.
- odpady flotacyjne zawierają znaczne ilości magnezu w postaci dolomitu, dlatego też materiał ten został zaproponowany do produkcji spoiwa magnezowego zwanego cementem Sorela. Liczne badania (z udziałem Habilitanta) przeprowadzone w Politechnice Krakowskiej wykazały, że z odpadów flotacyjnych poddanych obróbce termicznej w 800°C i zarobionym roztworem $MgCl_2$ otrzymano spoiwo o wytrzymałości ponad 20 MPa [19,20]. Taka wytrzymałość umożliwia zastosowanie spoiwa do posadzek samopoziomujących jak również do uszczelniania górotworów w kopalniach, zwłaszcza tam, gdzie wody kopalniane są mocno zasolone. Spoiwo chloromagnezowe jest odporne na działanie chlorków, przeciwnie do tradycyjnego betonu, który pod działaniem roztworów zawierających chlorki ulega korozji chlorkowej.
- odpadem stałym, który powstaje w procesie wzbogacania koncentratu blendowego jest gips. Odflotowany gips deponowany jest na stawie osadowym wraz z odpadami z flotacji. Dr inż. Sylwester Żelazny prowadził prace nad zagospodarowaniem gipsu do produkcji spoiw gipsowych i anhydrytowych. Analizując szereg badań fizyko-chemicznych Autor wywnioskował, że odpadowy gips z procesu odmagnezowania może być stosowany na równi z innymi gipsami syntetycznymi w celu zastąpienia surowca naturalnego. Można go

zakwalifikować, wg normy PN-B-30041:1997, do gipsów pośrednich, szybkowiązających. Natomiast wg badań na wytrzymałość na ściskanie spoiwa gipsowego wytworzonego na bazie gipsu odpadowego w procesie obróbki (temp. 160°C, wytrzymałość 10 MPa) kwalifikuje się ten materiał w górnej granicy wartości podanych przez normę PN-B- 30041:1997 – czyli można zaliczyć to spoiwo do jednego z lepszych materiałów budowlanych wytworzonych na bazie gipsu budowlanego. Z otrzymanego w procesie odmagniezowania gipsu można uzyskać również spoiwo anhydrytowe (obróbki termiczna odflotowanego gipsu w temp. 600-800°C). Habilitant zainicjował oraz brał udział w badaniach nad podnoszeniem własności anhydrytu – pod względem wytrzymałości na ściskanie ponad 20 MPa. Wytrzymałości mechaniczne spoiw na tym poziomie umożliwiają zastosowanie tych materiałów w przemyśle budowlanym.

- odpady z flotacji rud cynku i ołowiu mogą być wykorzystane jako surowiec do produkcji nawozów mineralnych. Łączna zawartość wapnia i magnezu w przeliczeniu na tlenki wynosi powyżej 46%, a stosunek między tymi składnikami kwalifikuje materiał jako nawóz wapniowo magnezowy. Habilitant wykonał badania przerobu odpadu poflotacyjnego na nawóz wapniowo-magnezowo-azotowy w celu uzyskania saletry wapniowo-magnezowej (zastosowanie kwasu azotowego). Habilitant kontynuował badania pod kątem: pozyskiwania z odpadu dolomitowego siarczanu magnezu (dolomit → kwas siarkowy → siedmiowodny siarczan magnezu $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) [H7], [H9] oraz odzyskania siarczanu magnezu i wodorotlenku magnezu poprzez odmagniezowanie blendy cynkowej [H8], [H10], [H11].
- w technologii otrzymywania cynku metodą elektrolizy (spalanie koncentratu blendy cynkowej w piecu fluidyzacyjnym → tlenek cynku → kwas siarkowy → proces elektrolizy → cynk) Habilitant zaznaczył swój udział w badaniach określając możliwość otrzymywania produktów prażenia koncentratów sfalerytowych (produkt wzbogacania rud Zn-Pb) odznaczających się małą zawartością siarki w postaci siarczkowej. Zwiększona zawartość siarki w prażonej blendzie wpływa negatywnie zarówno na przebieg, jak i na wskaźniki techniczno-ekonomiczne procesu elektrolizy cynku. Zaproponowana przez Autora modyfikacja procesu usuwania wapnia z koncentratów sfalerytowych (ZnS) po obróbce chemicznej polegała na wprowadzeniu do odmagniezowanej pulpy kryształów (zaszczepek) z siarczanu wapnia, co spowodowało, że siarczan wapnia z procesu odmagniezowania krystalizował na ich powierzchni nie pokrywając ziaren sfalerytu. Uzyskuje się w ten sposób materiał, który lepiej poddaje się utlenianiu w wysokotemperaturowym procesie prowadzonym w reaktorze fluidyzacyjnym. Pomysł ten został wdrożony w ZGH „Bolesław”, a wyniki opublikowane [H12], [H13].

Podsumowanie doświadczeń zdobytych w trakcie realizacji tematu związanego z zagospodarowaniem odpadów z produkcji koncentratów cynku i ołowiu zaowocowało publikacją przeglądową Habilitanta **[H14]**.

2. Zagospodarowanie popiołów lotnych z energetyki

Drugim obszarem badań naukowych dr inż. Sylwestra Żelaznego, udokumentowanym pracami zgłoszonymi jako osiągnięcie naukowe jest zagospodarowanie odpadów lotnych jako pozostałości po spalaniu paliw: węgla i biomasy. Dorobek naukowy Habilitanta w tym zakresie tematycznym zawiera 8 (spośród 20) publikacji naukowych, w tym 4 patenty: 3 autorskie i 1 współautorski.

Popioły lotne ze spalania biomasy (2 publikacje współautorskie, 3 patenty autorskie)

Prace związane z wykorzystaniem popiołów lotnych z energetyki, Habilitant prowadził równolegle z pracami związanymi z zagospodarowaniem odpadów stałych z przemysłu górniczego. W opisie swoich osiągnięć, podał genezę podjętego przez siebie tematu badawczego, który dotyczył zobowiązań międzynarodowych podjętych przez Polskę wobec konieczności podniesienia udziału odnawialnych źródeł w krajowym bilansie energetycznym. Udział ten w 2020 roku powinien wynosić ok. 20%. W ostatnich latach w Polsce uruchomiono kilka instalacji spalania biomasy dla celów energetycznych, czego przykładem może być „Zielony Blok” w Połaniecu, który jest największym kotłem ciepłym na świecie opalanym w 100% biomasą. W wyniku spalania biomasy powstają między innymi odpady w postaci popiołów lotnych. Popiół ten jest interesujący ze względu na dużą zawartość związków potasu. Habilitant podjął próbę zagospodarowania tego odpadu, rozpoczynając od określenia składu popiołu za pomocą analizy ICP. Kontynuując zainteresowania, Autor odbył dwa trzymiesięczne staże naukowe w Technical University of Ostrava (Republika Czeska), na których realizował rozpoczętą tematykę badawczą. Zakres prac badawczych obejmował:

- badania na popiele lotnym z „Zielonego Bloku” z Elektrowni Połaniec,
- określenie związków potasu, które mogą być odzyskane w wyniku ługowania wodą,
- określenie możliwości odzysku potasu i fosforu z badanego popiołu,
- otrzymanie czystych związków potasu, za pomocą wody, które mogą być zastosowane jako nawóz mineralny.

Wynikiem tych badań była współautorska publikacja **[H15]**, w której habilitant znalazł się na pierwszej pozycji wśród autorów, a Jego udział procentowy został zaliczony w 70%.

Kontynuując doświadczenia z podjętego tematu, Habilitant stwierdził, że procentowy udział potasu, który nie przechodzi do fazy ciekłej w wyniku ługowania wodą, osiąga poziom 50%. Dlatego też podjął próbę wyjaśnienia tak niskiego stopnia ługowania, przeprowadzając dokładne badania popiołu oraz pozostałości po wymywaniu wodą.

Wynikiem tych prac było stwierdzenie, że podczas spalania biomasy wystąpiło zjawisko aglomeracji. Zjawisko to dotyczy głównie biomasy charakteryzującej się wysoką zawartością sodu i potasu. Jako złożo fluidyzacyjne wykorzystuje się piasek kwarcowy, którego głównym składnikiem jest SiO_2 . Jego temperatura mięknienia wynosi ok. 1550°C .

W wyniku reakcji tlenków metali alkalicznych lub ich soli z SiO_2 powstaje eutektyczna mieszanka o temperaturze mięknienia ok. 800°C , jest to temperatura pracy kotła. W tych warunkach tworzą się fazy krzemianowe, które aglomerują potas i fosfor tworząc krzemiany glinowo-potasowo-wapniowe. Również i ta część badań została opisana w artykule [H16], w którym Habilitant zajmował pierwsze miejsce spośród autorów, z zaznaczeniem Jego 70% udziału w tworzeniu publikacji.

Należy tu zaznaczyć, iż opisane zagadnienia badawcze Habilitant realizował również w ramach projektu badawczo-rozwojowego „Eko- Ash. Nawóz na bazie popiołów ze spalania biomasy w elektrowniach” (POIG.01.04.00-26- 300/13, 2014), w którym byłem kierownikiem tematu związanego z określeniem właściwości fizykochemicznych popiołu lotnego ze spalania biomasy (zgodnie z wykazem dorobku naukowego autorstwa Habilitanta, str.13, poz J3).

W wyniku przeprowadzonych badań, Habilitant został Autorem samodzielnych patentów dotyczących metod zagospodarowania popiołu lotnego ze spalania biomasy do wytwarzania nawozów mineralnych [H17],[H18],[H19].

Tematykę tę Autor przedstawił dodatkowo w artykułach nie wyszczególnionych jako osiągnięcie naukowe.

Popioły lotne ze spalania węgla kamiennego (2 publikacje współautorskie, 1 patent współautorski)

Podjęta tematyka badawcza z zakresu zagospodarowywania popiołów lotnych ze spalania węgla kamiennego stanowi kolejny element badań wyszczególnionych jako osiągnięcie naukowe Habilitanta. W tym przypadku badania skoncentrowane zostały na pozyskiwaniu koncentratu metali ziem rzadkich - REE (ang. Rare Earth Elements), czyli pierwiastków z grupy lantanowców oraz dwóch kolejnych - itr, skand - z grupy metali przejściowych.

Badania dotyczące tego tematu realizowane były w zespole międzynarodowym w toku realizacji projektu RAREASH ERA-MIN/RAREASH/01/2015 pt: „Ocena możliwych kierunków recyklingu ciężkich i rzadkich metali odzyskanych z odpadowych produktów spalania”. Materiałem wykorzystywanym w tych badaniach był popiół lotny ze spalania węgla kamiennego w Elektrowni Łagisza. Popiół ten zawiera niewielkie ilości pierwiastków ziem rzadkich (ok. 454 ppm), ale popioły lotne powstające z różnych polskich węgla zawierają takie metale na podobnym poziomie. W popiołach lotnych występuje dużo fazy szklistej, która „wiąże” między innymi te metale sprawiając, że są one trudno ługowane. Ten zakres dorobku naukowego Habilitanta obejmował następujące badania:

- przeprowadzenie trudno rozpuszczalnych form mineralnych popiołu zawierających REE w związki ulegające reakcjom z kwasami mineralnymi (w wyniku spiekania popiołu z sodą → zniszczenie struktury szklistej popiołu i uwolnienie jonów metali REE do roztworu podczas ługowania);
- wyznaczenie warunków/parametrów procesu odzysku metali ziem rzadkich z popiołu (stosunek masowy soda:popiół 1,2:1 i temp. 850-950°C);
- uzyskanie stopnia wyługowania wybranych REE na poziomie 90%;
- uzyskanie rozbicia szklistej struktury popiołu przy zastosowaniu wodorotlenku sodu (uwolnienie zamkniętych w tej strukturze pierwiastków ziem rzadkich).

Opracowana przez Autora metoda jest lepsza od szeroko stosowanej na świecie metody kwaśnej, której skuteczność ługowania REE jest na poziomie kilkunastu procent. Opis prowadzonych prac zawarty został w 2 publikacjach [H20] [H21]. Pozwoliło to również zespołowi uzyskanie patentu [H22]. W tych pracach Habilitant jest pierwszym autorem, a Jego udział wyznaczony został na poziomie 65%.

Przy opisie osiągnięcia naukowego, niezależnie od podanych pozycji dokumentujących to osiągnięcie, Habilitant wymieniał również publikacje (29 pozycji, pkt. 6 Autoreferatu), które zamieścił w swoim dorobku, jako literaturę uzupełniającą dla podanego cyklu. Wzbogaca to dokumentację Habilitanta, świadczy o jego udziale i silnym zaangażowaniu w pracach badawczych. Jednakże, w przypadku przedstawienia cyklu publikacji powiązanych tematycznie, mających stanowić osiągnięcie naukowe, nie wydaje się konieczne wprowadzanie dodatkowych pozycji.

Recenzent jest zdania, że przedstawiony zestaw publikacji doktora inżyniera Sylwestra Żelaznego można uznać za cykl jednotematyczny ze względu na sposób podejścia do zagadnienia z zakresu ochrony środowiska jakim jest zagospodarowanie odpadów z wybranych (dwóch) gałęzi przemysłu. Jest to obszerny materiał: 22-2=20 zaproponowanych pozycji. Chociaż z przedstawionego opisu badań naukowych nie zawsze wynika jednoznaczny, samodzielny/autorski udział Habilitanta w podejmowanych pracach, to po wnikliwej analizie dokumentacji, może uznać, że dorobek ten stanowi wystarczający wkład Autora w rozwój dyscypliny naukowej - inżynierii środowiska.

Bardzo dobrze należy ocenić fakt, że cykl artykułów, stanowiący podstawę procedury habilitacyjnej, powstał w znacznej mierze w oparciu o badania w warunkach pełnoskalowych, choć rozwiązania indywidualne realizowane były w warunkach laboratoryjnych. Dobrze należy ocenić także zaproponowane procedury badawcze, które mogą być zastosowane w rozwiązaniach problemów związanych ze szczególnie ważnym zagadnieniem, dotyczącym poprawy środowiska naturalnego, „skażonego” w wyniku działań przemysłu górniczego i energetyki.

Reasumując, uważam iż wybór tematyki i zakresu badań, a także opracowanie proponowanych procedur należy uznać za trafny, wpisujący się w nurt najważniejszych prac badawczych nie tylko o zasięgu krajowym, co potwierdza ich zasadność w zakresie naukowym. Opisane w osiągnięciu wnioski naukowe oparte

zostały na znacznej wiedzy teoretycznej i niewątpliwie o umiejętności praktycznej Habilitanta. Ponieważ tematyka prac badawczych, których wynikiem jest cykl publikacji dotyczy bardzo ważnych obecnie kierunków badań, prowadzących do rozwiązania ważnych problemów inżynierii środowiska, stwierdzam, że cykl publikacji spełnia wymagania określone w Art. 16 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami) dotyczącymi osiągnięcia naukowego.

4. Ocena spełnienia wymogu „istotnej aktywności naukowej”

Habilitant, w swojej pracy zawodowej, od wieku lat zajmował się zagadnieniami związanymi z zagospodarowaniem odpadów przemysłowych. Wśród nich można wyróżnić następujące zagadnienia (tematy uzupełniające do cyklu osiągnięcie naukowe):

- a) synteza klinkieru cementowego w wysokich temperaturach,
- b) wytworzenie materiału wiążącego na bazie geopolimerów,
- c) zagospodarowanie odpadów z elektroniki,
- d) ograniczenie emisji SO₂ oraz NO_x z przemysłu,
- e) pozyskiwanie energii ze źródeł niekonwencjonalnych,
- f) rozpoznanie możliwości likwidacji zbiornika odpadów niebezpiecznych i szkodliwych po zakładach „Górka” w Trzebini,
- g) technologia odzysku siarczanu(VI) potasu z odpadu pochodzącego z produkcji biopaliw,
- h) odpady z procesów przeróbki popiołów ze spalania osadów ściekowych.

Wynikiem tych prac było opracowanie koncepcji prowadzących do rozwiązań technologicznych znajdujących zastosowanie w minimalizacji negatywnych skutków działań zakładów przemysłowych. Do nich należą między innymi:

- opracowanie metody zagospodarowania popiołów lotnych z energetyki, z których można otrzymać produkt wysokiej jakości;
- utworzenie polimeru (metodą dyfraktometryczną) o właściwościach wytrzymałościowych porównywalnych ze spoiwami gipsowo-anhydrytowymi (produkcja materiałów budowlanych);
- opracowanie metody termicznego przekształcania odpadów elektronicznych obwodów drukowanych;
- opracowanie koncepcji zmiany technologii wytwarzania kwasu siarkowego – propozycja zmiany wg standardów DK/DA (podwójna konwersja/podwójna absorpcja) lub TK/TA (wielostopniowa konwersja/wielostopniowa absorpcja) oraz analiza wpływu modernizacji technologii na emisję SO₂; opracowanie skutecznej metody redukcji emisji NO_x do atmosfery (metoda redukcji tlenków azotu polegająca na wprowadzeniu wtórnego katalizatora w reaktorze do katalitycznego utleniania amoniaku);

- opracowanie koncepcji elektrowni termojądrowej DEMO opartej na modelu AB PPCS oraz przedstawienie symulacji działania systemu zmiany energii cieplnej w elektryczną (zastosowano program CHEMCAD 6.2); przeanalizowano zalety i wady paliwa wodorowego jako alternatywy dla paliw kopalnych w transporcie pod kątem wpływu na środowisko;
- opracowanie możliwości likwidacji składowiska odpadów po produkcji wodorotlenku sodu i glinu (ze względu na ochronę wód powierzchniowych i podziemnych), oraz opracowanie koncepcji/możliwości ich unieszkodliwienia;
- opracowanie metody odzysku siarczanu(VI) potasu z pozostałości glicerolowej po otrzymywaniu biodiesla oraz metody utylizacji odpadu glicerolowego z produkcji biodiesla (termiczna obróbka odpadu i termiczne wykorzystaniu składników organicznych wraz odzyskiem siarczanu(VI) potasu jako pozostałości po spalaniu – nawóz mineralny, odzysk energii);
- opracowanie metody otrzymywania dodatku surowcowego do produkcji klinkieru cementowego oraz składnika kompozytów cementowych (ługowanie popiołów ze spalania osadów ściekowych za pomocą kwasu azotowego(V) i fosforowego(V)).

Każde z wymienionych zagadnień zostało opisane dokładnie (pkt. 5.1 Autoreferatu) i udokumentowane 1-2 publikacjami naukowymi: 6 artykułów z listy A; 3 artykuły z listy B MNiSW; 3 rozdziały w monografiach; 1 patent; 1 publikacja w mat. konf.).

Były to działania zespołowe, co jest sprawą zrozumiałą, że tego typu przedsięwzięcia wymagają pracy w zespole. Biorąc jednak pod uwagę w jakim celu analizowana jest powyższa aktywność dr inż. Sylwestra Żelaznego, wydaje się zasadnym aby Habilitant zamieścić informację o swoim indywidualnym wkładzie w pracę zespołową, co wzmocniłoby przeświadczenie o znaczeniu prowadzonych samodzielnie badań przez ich Autora.

Ponadto w dorobku Autora znajdują się również realizowane prace badawcze (wg zał. 5 dokumentacji):

1. oryginalne osiągnięcia projektowe i technologiczne: 15 pozycji (poz. II B)
2. patenty: dodatkowe 2, nie wymienione w osiągnięciu naukowym (poz. II C)
3. opinie, ekspertyzy: 9 opinii (poz. II F)
4. kierowanie i udział w międzynarodowych i krajowych projektach badawczych: 5 realizacji (poz. II J)
5. wygłoszenie referatów na konferencjach krajowych i międzynarodowych: 24 wydarzenia (poz. II L).

Analiza bibliometryczna dorobku Habilitanta

(wg Analizy bibliometrycznej publikacji sporządzonej przez Oddz. Inf. Nauk. Bibl. PK – stan na dzień 22.03.2019)

Dr inż. Sylwester Żelazny jest autorem lub współautorem:

I. Przed doktoratem:

- 4 pozycje literaturowe (1993, 1994, 1995, 1998) - brak danych o punktacji

II. Po doktoracie:

1. oryginalnych pełnotekstowych artykułów naukowych (bez streszczeń zjazdowych i konf., prac w suplementach czasopism, listów do redakcji oraz udziału Autora wymienionego w dodatku (appendix) jako uczestnika badań wielośrodkowych):

- w czasopismach z IF z listy A indeks. w bazie WoS - liczba prac 15, pkt 240

- w czasopismach z listy A bez IF - liczba prac 1, pkt 10

- w czasopismach z listy B - liczba prac 7, pkt. 44

- w czasopismach spoza list MNiSW - liczba prac 8, pkt 0

2. publikacje w recenzowanych materiałach konferencyjnych w czasopiśmie

- liczba prac 2

- w czasopismach uwzględnionych w WoS - liczba prac 1

3. publikacje w recenzowanych materiałach konferencyjnych w książkach

- liczba prac 14

- uwzględnionych w bazie WoS - liczba prac 1, pkt 10

4. rozdziały w monografiach - liczba prac 5, pkt 32

Suma punktów: 336

Sumaryczny IF: 8.007

Informacje o cytowaniach publikacji w bazach Web of Science i Scopus:

WoS:

Liczba publikacji zarejestrowanych w bazie WoS: 20

h-index = 4

Łączna liczba cytowań: 40 w 30 publikacjach (z wykluczeniem autocytowań: 28)

Scopus:

Liczba publikacji zarejestrowanych w bazie Scopus: 20

h-index = 3

Łączna liczba cytowań: 26 w 18 publikacjach (z wykluczeniem autocytowań: 19)

W podsumowaniu zasadniczej części recenzji uznaję, że dorobek naukowy dr inż. Sylwestra Żelaznego spełnia wymagania określone w Art. 16 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, z późniejszymi zmianami.

5. Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego, organizacyjnego oraz informacja o współpracy międzynarodowej

5.1. Dorobek dydaktyczny

Dr inż. Sylwester Żelazny posiada znaczący dorobek dydaktyczny, w szczególności w zakresie promotorstwa prac dyplomowych dorobek ten można określić jako bardzo dobry.

Analizując obszary aktywności Habilitanta na przestrzeni od 2000 do 2018 roku, recenzent wymienia te, które uważa za najważniejsze:

1. Prowadzenie wykładów, ćwiczeń, projektów oraz zajęć laboratoryjnych związanych z technologią chemiczną oraz ochroną środowiska. Większość z nich udostępniona jest studentom na platformie Moodle. Z uwagi na szeroką współpracę Habilitanta z przemysłem, nauczanie uwzględnia innowacyjne rozwiązania stosowane w przemyśle.

- ❖ Podstawy technologii - wykład
- ❖ Gospodarka surowcami i odpadami - wykład
- ❖ Ochrona Środowiska w Technologii Chemicznej - wykład
- ❖ Proekologiczne Technologie Nieorganiczne - wykład
- ❖ Surowce i Procesy Technologiczne - wykład
- ❖ Projekt Technologiczny - wykład
- ❖ Technologie materiałów wiążących betonu - wykład
- ❖ Projekt Technologiczny - projekt
- ❖ Surowce i Procesy Technologiczne - ćwiczenia
- ❖ Wybrane działy technologii nieorganicznej - laboratoria (Habilitant uruchomił cztery nowe stanowiska do ćwiczeń opracowując do nich instrukcję)

2. Na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej był promotorem 30 prac inżynierskich oraz 39 prac magisterskich. W tych zestawieniach dominują prace powiązane z przemysłem. Był recenzentem o. 15 prac inżynierskich i ok. 40 prac magisterskich. Ponadto był promotorem pomocniczym już zrealizowanej pracy doktorskiej.

3. Aktywna działalność w kole naukowym – udział w Uczelnianych Sesjach Studenckich Kół Naukowych, w tym również w sesjach międzynarodowych.

4. Organizacja praktycznych zajęć dla studentów - liczne wycieczki do zakładów celem podniesienia wiedzy praktycznej studentów.

5. Kierownictwo dwoma grantami ukierunkowanych na podniesienie wiedzy praktycznej; organizacja licznych staży przemysłowych w ramach tych projektów.

5.2. Dorobek popularyzatorski i organizacyjny:

1. Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych (wg zał. 5, poz. III A) :

- Ocena możliwych kierunków recyklingu ciężkich i rzadkich metali odzyskanych z odpadów produktów spalania, 2015–2016, grant badawczo-rozwojowy, RAREASH ERA-MIN/ RAREASH/01/2015, wykonawca

2. Otrzymane nagrody i wyróżnienia (wg zał. 5, poz. III D)

- Medal Srebrny za długoletnią służbę od Prezydenta RP, 2012
- Nagroda Rektora PK : Zespołowa I stopnia za osiągnięcia organizacyjne, 2012

3. Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych (wg zał. 5, poz. III H):

- Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego, członek od 2013r.
- Członek Komisji Regulaminowo - Statutowej SITPChem na lata 2014-2018

4. Odbyte staże w ośrodkach naukowych i akademickich krajowych i zagranicznych (wg zał. 5 poz. III L):

- Francja, Uniwersytet im. Pasteura w Strasbourgu, Ecole d'Application des Hauts Polymers Staż naukowy, 01.12.1993-28.02.1994, trzymiesięczny staż naukowy w ramach programu TEMPUS
- Rosja, Iwanowski Państwowy Uniwersytet Chemiczno-Technologiczny w Iwanowie, Staż naukowy, 1 miesiąc 1999
- Polska, Fabryka Kosmetyków Miraculum, Staż przemysłowy, 1.01.2002-12.04.2002
- Republika Czeska, VSB, Staż naukowy, 29.04.2013 - 29.07.2013, trzymiesięczny staż naukowy, finansowany w ramach projektu Politechnika XXI wieku – program rozwojowy Politechniki Krakowskiej najwyższej jakości dydaktyka dla przyszłych polskich inżynierów realizowanego na podstawie umowy nr UDA-POKL.04.01.01-00- 029/10-00, NCBIR;
- Republika Czeska, VSB, Staż naukowy, 22.04.2014 - 23.07.2014, trzymiesięczny staż naukowy, finansowany w ramach projektu Politechnika XXI wieku – program rozwojowy Politechniki Krakowskiej najwyższej jakości dydaktyka dla przyszłych polskich inżynierów realizowanego na podstawie umowy nr UDA-POKL.04.01.01-00-029/10-00, NCBIR;

5. Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie, w których Habilitant był kierownikiem wykonywanych prac: ilość pozycji 5 (wg zał. 5, poz. III M)

6. Wykonanie 25 recenzji artykułów naukowych w większości dla „Inżynierii Mineralnej” (Journal of the Polish Mineral Engineering Society) oraz 1 recenzji do Thermal Science (wg zał. 5, poz. III P)

7. Osiągnięcia organizacyjne (wg zał. 5, poz. III Q)

1. Pełnomocnik Dziekana Wydziału IiTCh ds. praktyk od 2008r. do teraz

2. Pełnomocnik Dziekana Wydziału IiTCh ds. Festiwalu Nauki od 2008r. do teraz
3. Przedstawiciel Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej (UKR) ds. studiów stacjonarnych i niestacjonarnych I i II stopnia od 2014r. do 2018r.
4. Udział w Komisjach Egzaminacyjnych prac dyplomowych na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej
5. Udział w Komisji Egzaminacyjnej prac Inżynierskich w VSB - Technická Univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Czechy, w latach 2014-2018 i 2018-2022
6. Kierownik projektu „Kompetencje startem do kariery inżyniera”, umowa nr POKL 04.01.01-00-189/14 z Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki
7. Członek Komisji Regulaminowo - Statutowej SITPChem na lata 2014-2018
8. Kierownik projektu „Czas na staż”, umowa nr POWR.03.01.00-00-S052/17 z Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój
9. Udział w pracach Zespołu, który opracował wytyczne i uruchomił nowy kierunek na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej - Chemia Budowlana

W podsumowaniu pkt 5. recenzji stwierdzam, że dorobek dydaktyczny, popularyzatorski, organizacyjny oraz osiągnięcia w zakresie współpracy międzynarodowej dr inż. Sylwestra Żelaznego są bardzo dobrym dorobkiem i spełniają wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

6. Wniosek końcowy

Po dokonaniu szczegółowej oceny osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej oraz dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego, organizacyjnego i w zakresie współpracy międzynarodowej uważam, że osiągnięcia dr inż. Sylwestra Żelaznego **spełniają kryteria określone** w Art. 16 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595), z późniejszymi zmianami oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Dz. U. z 2011 r. nr 196 poz. 1165 z późniejszymi zmianami), precyzującego kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Przedkładałam wniosek o dopuszczenie dr inż. Sylwestra Żelaznego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych/nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska/inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.



Dr hab. inż. Małgorzata Cimochowicz-Rybicka
Profesor Politechniki Krakowskiej