

**Prof. dr hab. inż. Zygmunt Kowalski**  
**profesor zwyczajny Politechniki Krakowskiej**  
**Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej**

**Kraków 2014-11-11**

**Recenzja**  
**całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego**  
**dr inż. Elżbiety Sobieckiej w związku z postępowaniem**  
**o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

Recenzja została opracowana w oparciu o decyzję Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów, zgodnie z art. 31 ustawy z 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytułach naukowych (Dz. U. nr 65, poz.595 z późniejszymi zmianami w Dz.U. 2005r., nr 164, poz.1365, Dz. U. z 2011 r. nr 84 poz. 455) i Rozporządzeniem Prezesa Rady Ministrów z 15.01.2004r. w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu naukowego (Dz. U. 15/04 poz.128 z późniejszymi zmianami).

**Sylwetka Kandydatki do tytułu dra habilitowanego**

Dr inż. Elżbieta Sobiecka studia wyższe ukończyła w roku 1996 na Politechnice Łódzkiej, na Wydziale Chemii Spożywczej i Biotechnologii, uzyskując tytuł magistra inżyniera biotechnologii. W roku 1996 na Politechnice Łódzkiej, na Wydziale Organizacji i Zarządzania, uzyskała także tytuł zawodowy magistra zarządzania.

Rozprawę doktorską *Ocena skuteczności wybranych metod degradacji polichlorowanych bifenyli (PCB) w odpadach olejowych* obroniła w roku 2001 na Wydział Chemii Spożywczej i Biotechnologii Politechniki Łódzkiej, uzyskując stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna. Promotorem pracy była dr hab. inż. Krystyna Cedzyńska, prof. PŁ, a recenzentami prof. dr hab. inż. Stanisław Bielecki i prof. dr hab. Grzegorz Schroeder.

Pracę na Politechnice Łódzkiej podjęła w roku 2000, gdzie była kolejno asystentem (2000-2003) i adiunktem (2003-2005 i od 2009 do chwili obecnej) w Instytucie Podstaw Chemii Żywności.

Staż naukowy (post-doc) odbyła na Uniwersytecie w Siegen, Niemcy (maj 2005-październik 2005). W latach 2005-2008 pracowała, jako agent kontraktowy w Komisji Europejskiej, w DG JRC Ispra Włochy.

## **Charakterystyka i ocena pracy naukowo - badawczej habilitanta**

Dorobek naukowy dr hab. inż. Elżbiety Sobieckiej to łącznie 19 pozycji, w tym:

- Artykuły zagraniczne i krajowe w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej (LF) – 10 (wszystkie po doktoracie)
- Recenzowane artykuły w czasopismach spoza LF – 2
- Opublikowane materiały z konferencji międzynarodowych – 7
- Patenty – brak

Prezentowała też swoje wyniki w referatach wygłoszonych na 14 międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych.

Jest autorem 19 ekspertyz wykonanych dla różnych organizacji europejskich.

Artykuły jej autorstwa były publikowane min. w tak prestiżowych czasopismach jak: *Fresenius Environmental Bulletin*, *Chemosphere*, *Biotechnology and Food Science*, *International Journal of Environmental Science and Technology*, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*.

Sumaryczny *Impact Factor* publikacji wynosi 16,96 (wszystkie po doktoracie). Analiza cytowań wykonana wykazała 46 cytowań. Wartość współczynnika *Hirscha*  $h = 3$ .

Dr inż. Elżbieta Sobiecka brała udział w realizacji 6 projektów badawczych międzynarodowych i 8 grantów krajowych.

Dorobek publikacyjny dr inż. Elżbiety Sobieckiej pod względem ilościowym oceniam jako skromy, pod względem jakościowym jest na średnim poziomie.

Podstawą wystąpienia o nadanie stopnia naukowego dr habilitowanego wynikającym z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 ze zm.) jest osiągnięcie naukowe w postaci jednotematycznego cyklu publikacji naukowych.

Tytuł osiągnięcia naukowego: *Termiczne i fizyko-chemiczne metody utylizacji popiołów pochodzących ze spalarni przyszpitalnych i elektrociepłowni.*

Wyniki badań zostały zebrane i opisane w jednotematycznym cyklu sześciu publikacji:

1. Sobiecka E., Cedzyska K., Smolińska B., 2010, Vitrification of medical waste as an alternative method of wastes stabilization, 19 (12a), *Fresenius Environmental Bulletin*, 3045- 3048, IF 2010 = 0,716
2. Sobiecka E., Izydorczyk M., Maniukiewicz W., Bielski C., 2012, Influence of different chemical compounds addition into medical waste ash to reduce leaching of vitrificates, *Fresenius Environmental Bulletin*, 21(4), 814-818, IF 2012 = 0,593

3. Sobiecka E., Obraniak A., Antizar-Ladislao B., 2014, Influence of mixture ratio and pH to solidification/stabilization process of hospital solid waste incineration ash in Portland cement, *Chemosphere*, 111, 18-23, 5-IF 2013 = 3,867
4. Sobiecka E., Sroczyński W., 2011, Fly ash vitrification as the physical - chemical effective waste stabilization method, *Biotechnology and Food Science (BFS)* (75), 35 - 38
5. Sobiecka E., 2013, Investigating the chemical stabilization of hazardous waste material (fly ash) encapsulated in Portland cement, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10(6), 1219-1224, IF 2013 = 1,794
6. Sobiecka E., Szymański Ł., 2014, Thermal plasma vitrification process as the effective technology for fly ash and chromium rich sewage sludge utilization, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 89, 1115-1117, 5-IF 2013 = 2,573

### **Omówienie osiągnięć badawczych przedstawianych do oceny**

Pierwszy zakres badań dotyczył zastosowania plazmy wysokotemperaturowej do utylizacji dwóch grup odpadów niebezpiecznych, popiołów pochodzących ze spalarni przyszpitalnych oraz popiołów lotnych z elektrociepłowni. Zastosowanie techniki plazmy wysokotemperaturowej miało na celu przekształcenia popiołów i osadu ściekowego w produkty o wysokiej stabilności chemicznej i fizycznej, zbliżonych właściwościami do szkła. Drugi zakres tematyczny obejmował badania procesu zestalania wyżej wymienionych odpadów niebezpiecznych cementem Portlandzkim. Określono skład chemiczny popiołów i osadu ściekowego zawierającego dużą ilość chromu (11% suchej masy frakcji nieorganicznej). Skład chemiczny badanych popiołów okazał się w dużym stopniu zbliżony do składu mieszaniny używanej do produkcji szkła, gdzie głównymi składnikami są krzem i wapń stanowiące około 80% mieszaniny reakcyjnej. Testy termicznej utylizacji popiołów pochodzących ze spalarni przyszpitalnych, popiołów pochodzących elektrociepłowni oraz osadu ściekowego zawierającego dużą ilość chromu (11% suchej masy osadu) prowadzono w reaktorze plazmy łuku elektrycznego zbudowanym w Instytucie Aparatów Elektrycznych Politechniki Łódzkiej. Proces termicznej destrukcji odpadów niebezpiecznych prowadził do otrzymania szkła podobnych produktów, zwanych wityrykatami. Określono stabilność chemiczną wityrykatów. Przeprowadzono testy określające stężenia wymywanych metali z wityrykatów w roztworze wodnym i porównano je z wynikami otrzymanymi dla materiału wyjściowego, jakim były popioły i osad ściekowy. Stwierdzono, że stężenia badanych metali (Zn, Co, Fe, Cu, Pb, Ni, Cr, Cd, Mn) w roztworach, gdzie była prowadzona ekstrakcja wityrykatów, zmniejszyły się około dziesięciokrotnie w porównaniu z wynikami uzyskanymi dla popiołów i nie przekraczały wartości dopuszczalnych w normach europejskich. Tym

samym witrifikaty spełniały kryteria wymagane do składowania odpadów niebezpiecznych. Witrifikaty otrzymane z suchej masy osadu ściekowego charakteryzowały się mniejszą stabilnością chemiczną w porównaniu z witrifikatami powstałymi z samych popiołów. Niższa temperatura procesu nie gwarantowała pełnej destrukcji związków chemicznych znajdujących się w odpadach. Powstałe produkty miały inną strukturę niż witrifikaty powstałe z popiołu w wyższej temperaturze procesu, cechowały się mniejszą wytrzymałością mechaniczną i większą podatnością na wmywanie metali. Zestalone popioły pochodzące ze spalarni przyszpitalnej oraz popioły pochodzące z elektrociepłowni miały wytrzymałość zbliżoną w skali Mohsa, charakteryzującej minerały, typu apatyty, dla którego wartość wynosi 5. Twardość witrifikatów uzyskanych podczas procesu zestalania suchego osadu ściekowego w skali Mohsa wynosi 4. Badania wykazały, że prowadzenie procesu witrifikacji odpadów niebezpiecznych w plazmie wysokotemperaturowej jest efektywną technologią unieszkodliwiania. Proces witrifikacji prowadzi do immobilizacji metali wewnątrz produktów a ich wmywalność w porównaniu z materiałem wyjściowym ulega dziesięciokrotnemu zmniejszeniu. Kolejny etap badań dotyczył stabilizacji fizycznej otrzymanych witrifikatów. W celu określenia wpływu wybranych pierwiastków na przebieg procesu zeszkliwienia dodawano tlenek krzemu i sole ( $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{BaSO}_4$ ) zawierające pierwiastki, których obecność wpływa na jakość witrifikatów poprzez wzmacnianie lub osłabianie ich struktury wewnętrznej. Aby ustalić korelację między składem chemicznym wyjściowego materiału a właściwościami chemicznymi i fizycznymi otrzymanych witrifikatów przeprowadziłam proces witrifikacji popiołu pochodzącego ze spalarni przyszpitalnej z dodatkiem tych związków chemicznych w ilościach 2-20%, co pozwoliło określić zmiany zachodzące w stabilizacji chemicznej i fizycznej produktów w porównaniu z witrifikatami otrzymanymi z popiołu bez dodatków. Dodanie do mieszaniny reakcyjnej  $\text{SiO}_2$  i  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  wpłynęło korzystnie na jakość otrzymanych witrifikatów powodując zwiększenie ich stabilności chemicznej i fizycznej. Przedział temperatur zeszkliwienia popiołów bez dodatku związków chemicznych wynosił 1476-1640°C. Po dodaniu 5-20%  $\text{SiO}_2$  temperatury procesów obniżył się o około 7%.

Inny obszar badań dotyczył opracowania najkorzystniejszych warunków procesu witrifikacji popiołów pochodzących z elektrociepłowni z dodatkiem osadu ściekowego. Witrifikaty otrzymane z mieszaniny odpadów składających się z 10% osadu ściekowego i 90% popiołu z elektrociepłowni cechowały się niską wmywalnością metali i zwiększoną stabilnością fizyczną w porównaniu z produktami zeszkliwienia samego osadu ściekowego.

Zestalanie popiołu pochodzącego ze spalarni przyszpitalnej cementem Portlandzkim

prowadzono metodami, hydratacji oraz granulacji, stosując jako materiał wyjściowy mieszaniny zawierające cement oraz popiół pochodzący ze spalarni przyszpitalnej. W produktach, gdzie ilości zestalane go popiołu i cementu wynosiły po 50%, uzyskano najmniejszą aktywność chemiczną zestalonych odpadów w porównaniu z produktami powstałymi z innego składu mieszanin. Tak dobrany skład mieszaniny reakcyjnej gwarantował powstanie stabilnych produktów, które mogą być składowane w miejscach do tego wyznaczonych bez negatywnych oddziaływań na środowisko naturalne. Wykazano, że popioły pochodzące ze spalarni przyszpitalnej zestalone w cemencie Portlandzkim w procesie hydratacji wykazywały większą stabilność chemiczną niż zestalone w procesie granulacji. Proces zestalania odpadów niebezpiecznych cementem stanowi skuteczną technologię unieszkodliwiania, która pozwala składować je w miejscach do tego wyznaczonych bez negatywnych oddziaływań na glebę i wody gruntowe.

Badania prowadzone nad immobilizacją metali alkalicznych i ziem alkalicznych znajdujących się w badanych popiołach pogłębiły wiedzę określającą wpływ i zagrożenie metali na środowisko w aspekcie utylizacji i składowania dużej ilości wytwarzanych popiołów pochodzących z elektrociepłowni. Wykazano, że w środowisku o pH zbliżonym do obojętnego, następuje zwiększona wymywalność wapnia i potasu. Wzrost stężenia czterech badanych pierwiastków nie wpływa szkodliwie na procesy fizjologiczne organizmów żywych występujących w miejscu składowania odpadów. Jednakże zwiększona ilość tych czterech pierwiastków w środowisku zakłóca równowagę chemiczną ekosystemów. Duże ich stężenie w miejscu składowania powoduje zmiany w przebiegu reakcji chemicznych, które są zależne od pH otaczającego środowiska.

*Za najważniejsze osiągnięcia w działalności naukowej habilitanta należy uznać:*

- Wykazanie skuteczności procesu wityfikacji z udziałem plazmy wysokotemperaturowej do unieszkodliwiania popiołów pochodzących z przyszpitalnej spalarni odpadów, oraz popiołów lotnych pochodzących z elektrociepłowni, co pozwala otrzymać produkty o wysokiej stabilizacji chemicznej i fizycznej, redukując negatywne oddziaływanie na środowisko.
- Odpady tak przekształcone to funkcjonalne produkty szkło podobne, a opracowana technologia ma nie tylko aspekt ekologiczny, ale pozwala wprowadzić na rynek docelowy nowy produkt użytkowy.
- Zbadanie i opracowanie zmodyfikowanego procesu wityfikacji odpadów niebezpiecznych poprzez dodanie określonych ilości  $\text{SiO}_2$ , oraz wybranych soli nieorganicznych, do utylizowanych popiołów, co wpłynęło na zwiększenie efektu immobilizacji badanych

metali ciężkich w witrifikatach.

- Opracowanie założeń technologicznych procesu witrifikacji do utylizacji mieszaniny odpadów niebezpiecznych, składającej się z popiołu pochodzącego z elektrociepłowni oraz osadu ściekowego zawierającego 11% chromu.
- Opracowanie najkorzystniejszych warunków prowadzenia taniego i efektywnego procesu zestalania popiołów cementem Portlandzkim w procesie hydratacji i granulacji z ustaleniem korelacji między składem utylizowanej mieszaniny a pH otaczającego środowiska.
- Wykazanie celowości oceny wymywalności pierwiastków alkalicznych oraz ziem alkalicznych, znajdujących się w popiołach pochodzących z elektrociepłowni, na zmiany równowagi chemicznej pojawiającej się na skutek uwalniania ich do środowiska.

Osiągnięcia naukowe habilitantki oceniam jako średnie.

### **Działalność dydaktyczna**

Dr E. Sobiecka od 1996 roku do chwili obecnej prowadzi ćwiczenia rachunkowe i zajęcia laboratoryjne na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ, na kierunkach: Biotechnologia, Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka (TŻŻC) oraz Ochrona Środowiska, a do roku 2011 również na International Faculty of Engineering (IFE) dla studentów kierunku Biotechnology w języku angielskim. Od 2009 roku prowadzi wykłady z przedmiotu „Environmental Protection” na IFE, a w latach 2010-2011 z przedmiotu General and Inorganic Chemistry również na IFE, a od 2013 roku wykłady „Sustainable Food Management” w języku angielskim na wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności, dla studentów kierunku TŻŻC. Prowadzi również wykłady z przedmiotu „Chemia ogólna i nieorganiczna” oraz „Makro- i mikroelementy” na kierunku Biotechnologia i Ochrona Środowiska, a od 2009 z przedmiotu „Geologia, geomorfologia i gleboznawstwo”, na kierunku Ochrona Środowiska. Od 2009 roku prowadzi seminarium specjalizacyjne „Chemiczne aspekty w ochronie środowiska” dla studentów kierunku Ochrona Środowiska.

W roku 2012 i 2013 była promotorem dwóch projektów naukowych: „Risk assessment of polluted sites” i „Influence of heavy metals on the legumes growth” wykonanych w ramach międzynarodowego programu Project Based Learning (PBL) realizowanego przez Politechnikę Łódzką na IFE. W latach 2009 - 2014 była opiekunem 13 prac dyplomowych na studiach I stopnia, na kierunku Ochrona Środowiska oraz prac dyplomowych magisterskich na kierunku Biotechnologia Środowiska.

Od 2012 roku jestem członkiem komisji i egzaminatorem na egzaminach dyplomowych inżynierskich na kierunku Ochrona Środowiska oraz na egzaminach dyplomowych magisterskich na kierunku Biotechnologia Środowiska.

Jestem współautorem skryptów dla studentów wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności oraz International Faculty of Engineering:

- Gasińska E., Janiak J., Smolińska B., Sobiecka E., 2010, Podstawy analizy jakościowej/ The fundamentals of qualitative analysis, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej

- Jabłońska J., Bartos A., Jędrzejczyk T., Łącka A., Majak L., Słowianek M., Sobiecka E., Smolińska B., Wolska K., Leszczyńska J., 2013, *Ćwiczenia laboratoryjne z analizy żywności*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej

Dorobek dydaktyczny dr inż. Elżbiety Sobieckiej oceniam jako bardzo dobry

### **Działalność organizacyjna i popularyzatorska**

Należy podkreślić udział habilitantki w pracach eksperckich Komisji Europejskiej. W listopadzie 2012 roku dr inż. E. Sobiecka została powołana do grona międzynarodowych ekspertów, oceniających wnioski dotyczących projektów naukowych składanych w ramach 7 Programu Ramowego UE w obszarze ochrony środowiska. W 2013 roku została powołana jako międzynarodowy ekspert do nowo rozpoczętego programu naukowego *Horizont 2020*. W 2014 roku wykonała ekspertyzy badań dla *Directorate General Research and Innovation, European Commission*. Analizowała i oceniała innowacyjność, wartość aplikacyjną oraz wkład wniesiony w rozwój europejskiej nauki zakończonych grantów badawczo-rozwojowych, przyznanych w ramach konkursu *Cooperation*, w 7 Programie Ramowym UE w obszarze ochrony środowiska i zmian klimatu

W 2003 roku dr Sobiecka była sekretarzem komitetu organizacyjnego na European Workshop „Plasma Technologies for Environmental Protection”, 5<sup>th</sup> FP 1998-2-2, WASTILE GRD1-2000, Łódź, 2.03.2003.

Od 2010 roku pełni funkcję Pełnomocnika Dziekana Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności ds. Promocji i Współpracy z jednym z najlepszych łódzkich liceów (XXXI L.O. im. Ludwika Zamenhoffa), jak również koordynuje zajęcia dotyczące chemii i ochrony środowiska organizowane przez Wydział dla uczniów szkół gimnazjalnych i licealnych.

Od 2012 roku jestem też pełnomocnikiem Dziekana Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ w programie LLP ERASMUS, obecnie programu ERASMUS+. W 2010 roku brała czynny udział w pracach komitetu organizacyjnego 60-lecia Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności. W roku 2014 zostałam włączona w prace nad przygotowaniem 70-lecia Politechniki Łódzkiej.

Od 2012 roku uczestniczy w pracach komitetu organizacyjnego Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki w Łodzi jako moderator sesji naukowych.

Dorobek organizacyjny dr inż. Elżbiety Sobieckiej oceniam jako bardzo dobry

### **Podsumowanie**

Przedłożona rozprawa habilitacyjna spełnia wymagania ustawowe. Osiągnięcia naukowe Habilitantki oceniam jako wystarczające. Habilitantka wniosła wkład w opracowanie procesu wityfikacji z udziałem plazmy wysokotemperaturowej do unieszkodliwiania popiołów pochodzących z przyszpitalnych spalarni odpadów, oraz popiołów lotnych pochodzących z elektrociepłowni, co pozwala otrzymać produkty o wysokiej stabilizacji chemicznej i fizycznej, redukując negatywne oddziaływanie na środowisko. Opracowała także tani i efektywny proces zestalania tych popiołów cementem Portlandzkim w procesie hydratacji i granulacji z ustaleniem korelacji między składem utylizowanej mieszaniny a pH otaczającego środowiska. Osiągnięcia naukowe Habilitantki pochodzą głównie z okresu po doktoracie. Jej aktywność dydaktyczną i organizacyjną oceniam jako bardzo dobrą.

### **Wniosek końcowy**

Stwierdzam, że wyodrębniony cykl publikacji stanowiący podstawę habilitacji, oraz dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr inż. Elżbiety Sobieckiej ocenione zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. (Dz. U nr 196 poz. 1165) *W sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego* spełniają wymogi prawne dotyczące nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego wynikające z ustawy z dnia 14 marca 2003 *O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. nr 65 poz. 595, z późniejszymi zmianami Dz. U. z 2005 roku nr 164 pozycja 1365, Dz. U z 2011r. nr 84, poz.455) i wnioskuję o wystąpienie Komisji ds. Habilitacji do Rady Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej o nadanie dr inż. Elżbiecie Sobieckiej stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie technologia chemiczna.

*Zygmunt Kowalski'*  
*KE*