

Szczecin, 31.08.2023 r.

dr hab. inż. Elżbieta Gabruś, prof. ZUT
Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
Al. Piastów 42
71-065 Szczecin

OCENA

całości kształtu dorobku dr inż. WIRGINII TOMCZAK w związku ze wszczętym na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich postępowaniem w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna na podstawie osiągnięcia naukowego „Badania długoterminowej eksploatacji wybranych membran w technologii bioreaktorów membranowych”

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest decyzja Senatu Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich z dnia 14.07.2023 r. o powołaniu komisji habilitacyjnej oraz o wyznaczeniu mnie na Recenzenta Komisji Habilitacyjnej w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego Pani dr inż. Wirginii Tomczak.

Ocena została wykonana zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.) na podstawie dokumentacji dołączonej do pisma, opracowanej przez Kandydatkę do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

Informacje ogólne

Pani dr inż. Wirginia Tomczak jest absolwentką Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich w Bydgoszczy, gdzie w 2010 roku na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej uzyskała tytuł zawodowy magistra inżyniera technologii chemicznej specjalność: biotechnologia przemysłowa na podstawie pracy pt. „*Dobór warunków temperaturowych dla procesu biotransformacji z równoległą dezaktywacją biokatalizatora*”. Promotorem pracy był dr hab. inż. Ireneusz Grubecki.

W 2011 r. na tej samej Uczelni w Instytucie Matematyki i Fizyki Habilitantka uzyskała drugi tytuł zawodowy magistra inżyniera fizyki technicznej, specjalność: fizyczne

miernictwo komputerowe na podstawie pracy pt. „Zastosowanie błędzenia przypadkowego do modelowania łańcuchów polimerowych”. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Adam Gadomski.

Rozprawę doktorską pt. „Badania rozdzielania brzeczek fermentacyjnych technikami membranowymi”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Marek Gryta, Habilitantka obroniła przed Radą Wydziału Inżynierii Chemicznej i Procesowej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie 21 października 2014 r. uzyskując stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna.

W latach 2011 – 2015 Pani dr inż. Wirginia Tomczak była zatrudniona w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej jako starszy technik, następnie specjalista oraz wykonawca w projekcie. W latach 2015-2021 Habilitantka pracowała we Francji jako *postdoctoral researcher* w trzech instytucjach naukowych: (i) *Aix-Marseille University, Mechanics, Modelling and Clean Processes Laboratory*, 2015-2017; (ii) *Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety IRSN, Research Laboratory on Radionuclides Transfer in Aquatic Ecosystems*, 2017-2019; (iii) *French Alternative Energies and Atomic Energy Commission CEA, Fuels Research Department Research Laboratory on Fuels Characteristics and Properties*, 2020-2021. Od 2021 roku pracuje na stanowisku adiunkta na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich.

Dokumentacja będąca przedmiotem oceny, przygotowana przez Habilitantkę i złożona do Rady Doskonałości Naukowej, składa się z wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego oraz następujących załączników:

- dane wnioskodawcy
- kopia dyplomu doktora nauk technicznych
- autoreferat,
- wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- kopie prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego,
- oświadczenia współautorów,
- dokumenty potwierdzające aktywność naukową w zagranicznych instytucjach naukowych,

- dokumenty potwierdzające osiągnięcia dydaktyczne,
- płyta CD zawierającą elektroniczną kopię powyższych dokumentów.

Przedstawiona dokumentacja spełnia wymogi formalne.

Charakterystyka dorobku naukowego i działalności zawodowej

Dorobek publikacyjny dr inż. Wirginii Tomczak przed doktoratem obejmuje 17 rozdziałów opublikowanych w monografiach naukowych, 2 artykuły w czasopismach indeksowanych w bazie JCR, 1 nieindeksowany w tej bazie oraz 1 udzielonego patentu. Tematyka tych prac dotyczyła głównie badań doświadczalnych rozdzielania roztworów pofermentacyjnych z zastosowaniem niskociśnieniowych technik membranowych mikrofiltracyjnych i ultrafiltracyjnych.

Po doktoracie, Pani dr inż. Wirginia Tomczak kontynuowała pracę badawczą w Polsce oraz w trzech różnych francuskich instytucjach naukowych, gdzie zajmowała się zagadnieniami takimi jak: wytwarzanie biowodoru w procesie ciemnej fermentacji odpadów organicznych w reaktorze ze złożem upakowanym, pozyskiwanie danych niezbędnych do określenia transferu metali ciężkich i radionuklidów w glebach i systemach wodnych, a także określeniem specjacji produktów rozszczepienia cezu i molibdenu w zużytej paliwie jądrowej. Pięcioletnia praca w międzynarodowym środowisku naukowym i wielokierunkowość zrealizowanej tematyki badawczej, pozwoliła Habilitantce na zdobycie doświadczenia zawodowego i rozwój naukowy w dyscyplinach zarówno inżynierii chemicznej, jak i inżynierii środowiska, ale także w obszarze energetyki jądrowej. Jednakże obszar głównych zainteresowań badawczych Habilitantki pozostał związany z tematyką membranową, a efektem jest przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe.

Pani dr inż. Wirginia Tomczak jest autorem i współautorem 22 publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports*, z których 10 wchodzi w skład ocenianego osiągnięcia naukowego. Habilitantka jest również współautorem 7 udzielonych patentów, z których 1 wchodzi w skład osiągnięcia naukowego. Sumaryczny współczynnik oddziaływania *impact factor* wszystkich publikacji zgodnie z rokiem opublikowania wynosi $IF=92,818$, w tym dla osiągnięcia naukowego wynosi on $49,332$. Sumaryczna punktacja czasopism, zgodnie z Komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 9 lutego 2021 r., wynosi 1100. Liczba cytowań publikacji według bazy *Web of Science* na dzień 21.08.2023 r. wyniosła 236, a bez autocytowań 181. Indeks Hirscha wynosił 9. Dane bibliometryczne wskazują na rozpoznawalność Habilitantki w środowisku naukowym. Wartości te można uznać za

znaczące i wystarczające w stosunku do wymagań stawianych kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w naukach inżynieryjno-technicznych.

Zgodnie z informacjami przedstawionymi przez Habilitantkę, przygotowała dotąd recenzje 80 prac naukowych dla 19 czasopism o zasięgu międzynarodowym. Była wykonawcą w 6 krajowych i międzynarodowych projektach badawczych. Wygłosiła 14 referatów oraz brała aktywny udział w licznych międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych. Ponadto Habilitantka jest członkiem komitetów redakcyjnych 4 czasopism i 5 towarzystw naukowych oraz uczestniczyła w programie międzynarodowym i była członkiem zespołu eksperckiego, a także uczestnikiem 25 szkoleń i kursów prowadzonych w językach: polskim, angielskim i francuskim.

Ocena osiągnięcia naukowego

Pani dr inż. Wirginia Tomczak przedstawiła do oceny cykl 11 powiązanych tematycznie prac naukowych pod wspólnym tytułem „Badania długoterminowej eksploatacji wybranych membran w technologii bioreaktorów membranowych”. Na przedstawione do oceny osiągnięcie składa się 10 artykułów naukowych opublikowanych w międzynarodowych czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR) i 1 patentu udzielonego przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej. Prace, oznaczone [H1-H11], zostały zebrane w Załączniku 5 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego. Prace te zostały opublikowane w międzynarodowych czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR): *Separation and Purification Technology* (IF=9,136: [H9, H11]), *International Journal of Molecular Sciences* (IF=6,208: [H7]), *Membranes* (IF=4,562: [H2, H3, H5, H10]), *Processes* (IF=3,352: [H6]), *Energies* (IF= 3,252: [H1]), *Fibers* (IF= - : [H8]). Jedną pracę stanowi patent udzielony przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej [H4].

Motywy przewodnim jednotematycznego osiągnięcia Habilitantki jest analiza możliwości wydłużenia czasu stosowania danej membrany w wybranych procesach separacji roztworów pofermentacyjnych i odpadowych. Tematyka prac badawczych dr inż. Wirginii Tomczak dotyczy zagadnień związanych z procesami membranowymi stosowanymi do separacji ścieków, roztworów pofermentacyjnych oraz słonych wód zaolejonych.

Badania Habilitantki, wchodzące w skład osiągnięcia, obejmują trzy obszary zastosowania procesów membranowych, które zostały zatytułowane:

1. Bioreaktory membranowe jako najlepsza dostępna technologia w gospodarce cyrkulacyjnej
2. Zastosowanie MBR do wytwarzania produktów o wysokiej wartości dodanej
3. Zastosowanie MBR do oczyszczania zaolejonych ścieków.

Pierwszy z nich dotyczy zagadnienia związanego z technologią beztlenowych bioreaktorów membranowych AnMBR. W pracy [H1] Habilitantka zaprezentowała zalety bioreaktora AnMBR takie jak: całkowita retencja biomasy, wysoka jakość permeatu pozbawionego zawieszin ciał stałych i patogenów, wysoka wydajność przy dużym upakowaniu powierzchni membrany w objętości reaktora, stabilna zdolność separacyjna wobec zmian parametrów nadawy, czy bezproblemowe powiększanie skali. Analizy literatury poparte własnymi wynikami badań, wskazującymi na stosunkowo niską energochłonność tej technologii, dały Habilitantce asumpt do podjęcia długoterminowych badań procesów separacji w bioreaktorach membranowych w celu zwiększenia obszaru ich zastosowania. Kolejnym krokiem w badaniach naukowych dr inż. Wirginii Tomczak było podjęcie szeroko zakrojonych badań doświadczalnych, mających wykazać, że dla wybranych procesów membranowych zastosowanie w bioreaktorach MBR jest możliwe przy określeniu odpowiednich warunków pracy i czyszczenia danej membrany, aby moduły mogły pracować jak najdłużej bez konieczności jej wymiany.

Drugi obszar badań, wpisujący się w osiągnięcie Habilitantki, dotyczył możliwości zastosowania bioreaktorów membranowych wykorzystujących procesy mikrofiltracji, ultrafiltracji, nanofiltracji oraz odwróconej osmozy do separacji złożonych układów biologicznych realizowanych jako długoterminowe operacje jednostkowe. Warte podkreślenia jest zastosowanie w badaniach długoterminowych roztworów modelowych, jak i rzeczywistych. Zachowanie zdolności separacyjnej i wydajności membran, narażonych na *fouling*, na stabilnym poziomie w długim okresie czasu jest wyzwaniem dla realizacji procesów membranowych. Nowością naukową w tym obszarze było zbadanie i analiza wyników efektywności i wydajności procesu mikrofiltracji przy zastosowaniu różnych technik czyszczenia membran nieorganicznych (ceramicznych) i organicznych (polipropylenowe). W pracy [H2] zaprezentowane zostały wyniki badań skuteczności czyszczenia oraz trwałości zastosowanych membran do separacji złożonych roztworów biologicznych jakimi są brzeczki fermentacyjne.

W pracy [H3] zostało wykazane, że roztwory myjące po zużyciu nie muszą stanowić odpadu, ale mogą być wielokrotnie wykorzystane do mycia membrany ultrafiltracyjnej, ale także do stabilizacji pH brzezki (1% roztwór NaOH) w trakcie długotrwałych eksploatacji bioreaktorów membranowych. Opracowana na podstawie badań koncepcja technologiczna sposobu filtracji oraz układu do filtracji przefermentowanych roztworów glicerolu została objęta ochroną patentową [H4]. Kolejną techniką ciśnieniową zastosowaną do badań separacji membranowej była nanofiltracja, gdzie mechanizmy separacji są bardziej złożone niż w procesach mikrofiltracji i ultrafiltracji.

W pracy [H5] Habilitantka określiła szereg parametrów składników brzezki fermentacyjnej, takie jak: promień Stokesa, masa molowa, współczynnik dyfuzji, odległość środka ładunku od powierzchni jonu i energia hydratacji, które pozwoliły na analizę oddziaływań dyfundujących substancji z materiałem membrany oraz innymi cząsteczkami i jonami obecnymi w roztworze. Analiza wyników badań retencji składników uwzględniała znaczenie mechanizmu sitowego, efektów: elektrostatycznych, Donnana i hydratacji oraz wartości współczynników dyfuzji i wielkości cząsteczek. Wnioski z tych badań mogą mieć charakter uniwersalny dla wieloskładnikowych roztworów separowanych nanofiltracyjną metodą w bioreaktorach membranowych. Tematyka kontynuowana była w pracy [H6], gdzie przedstawione zostały wyniki badań separacji sekwencyjnej połączonych procesów ultrafiltracji i nanofiltracji. Zastosowane ultrafiltracji do wstępnego oczyszczania brzeczek fermentacyjnych, znakomicie poprawiło wydajność długoterminowego procesu separacji metodą nanofiltracji.

Dla określenia efektywności oraz ograniczeń procesów separacji technikami membranowymi bardzo istotne jest zrozumienie przyczyn blokowania membran, redukujących wielkość strumienia permeatu, a w konsekwencji skracających czas pracy modułu. Do analizy mechanizmów blokowania porów w procesach mikrofiltracji i ultrafiltracji wykorzystano model Hermiego, wskazując dla pierwszego z procesów (mikrofiltracja) warstwę placka filtracyjnego jako główną przyczynę spadku wielkości strumienia permeatu, a dla drugiego (ultrafiltracja) dwa sekwencyjne mechanizmy: standardowe blokowanie porów oraz warstwę placka filtracyjnego. Podobne podejście zostało zastosowane w pracy [H7], gdzie Habilitantka analizowała wyniki badań separacji pofermentacyjnej roztworów 1,3-propanodiolu na membranie wytworzonej z octanu celulozy, charakteryzującej się neutralnym ładunkiem powierzchniowym i całkowitą przepuszczalnością dla 1,3-propanodiolu. Mechanizm retencji pozostałych

składników roztworu tj. kwasów: bursztynowego, mlekowego, octowego i mrówkowego zależał głównie od masy cząsteczkowej rozpuszczonych substancji i ich współczynnika dyfuzji w materiale membrany. Ważnym efektem przeprowadzonych badań było wykazanie, że możliwe jest przywrócenie zdolności separacyjnych zastosowanej membranie w wyniku płukania wodą destylowaną, bez konieczności stosowania agresywnych środków myjących. Z drugiej strony wykazano, że membrana z octanu celulozy nie jest odporna na działanie mikroorganizmów.

Trzecim obszarem badań, przedstawionym jako osiągnięcie Habilitantki, była problematyka związana z usuwaniem zanieczyszczeń olejowych z wód zasolonych (w tym morskich) oraz ścieków technikami membranowymi takimi jak: mikrofiltracja, ultrafiltracja i destylacja membranowa. Zagadnienie jest istotne z praktycznego punktu widzenia dla transportu morskiego, gdzie problemem są m.in. zaolejone wody zęzowe. Na statkach nie można ich wypompowywać bezpośrednio do morza, należy je przekazać uprawnionej firmie w porcie do utylizacji. Tematyka została podjęta przez Habilitantkę w pracy [H8], dotyczy nowatorskiego zastosowania kapilarnych mikrofiltracyjnych polipropylenowych membran w długoterminowych procesach separacji rzeczywistych zaolejonych ścieków, pochodzących z transportu morskiego. Kontynuacją tych badań było określenie efektywności oczyszczania takich zaolejonych ścieków, techniką ultrafiltracji z zastosowaniem membran ceramicznych [H9]. Uzupełnieniem tematyki było zbadanie wpływu zasolenia na skuteczność zastosowania metody destylacji membranowej do oczyszczania wody z zanieczyszczeń olejowych, również w obecności związków powierzchniowo czynnych, co analizowano obszernie w pracy [H10]. Wszystkie powyższe badania [H8-H10] separacji zaolejonych roztworów, cechuje pogłębiona analiza mechanizmów transportu masy przez różne rodzaje membran i długofalowe efekty działania *foulingu* na właściwości mechaniczne i separacyjne wybranych membran. Stanowią one cenny i oryginalny wkład Habilitantki w poznanie praktycznych aspektów realizacji długoterminowych procesów membranowych i ich potencjałów aplikacyjnych.

Zwieńczeniem systematycznych badań zastosowania procesów membranowych do długoterminowego współdziałania z bioreaktorami jest praca [H11], w której sprawdzono czy i w jakim stopniu metodyka czyszczenia i przechowywania membrany polipropylenowej wpływa na jej starzenie i degradację. Wyniki te stanowią wypełnienie

luki w stanie wiedzy o trwałości membran polimerowych i mogą stanowić o zwiększeniu ich znaczenia aplikacyjnego.

Podsumowując, przeprowadzone przez Panią dr inż. Wirginię Tomczak, kompleksowe badania nad efektywnym przywracaniem wydajności membranom, pracującym długoterminowo w bioreaktorach MBR zostały dobrze uzasadnione, zaplanowane i zrealizowane. Badania Habilitantki objęły obszar dotychczas słabo rozpoznany i udokumentowany. Uzyskane doświadczalnie i dogłębnie przeanalizowane wyniki podjętych badań są oryginalnym wkładem w ogólną wiedzę oraz w rozwój inżynierii chemicznej. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wyniki badań zostały niezwykle sprawnie opublikowane w latach 2021-2023 (za wyjątkiem patentu uzyskanego w 2018 roku) w czasopiśmie indeksowanym w bazie JCR, a działalność naukowa Pani dr inż. Wirginii Tomczak spotkała się ze sporym zainteresowaniem środowiska naukowego mierzonym liczbą cytowań.

Autoreferat, przedstawionego do oceny dorobku Pani dr inż. Wirginii Tomczak, został napisany w sposób przejrzysty i zasługuje na wysoką ocenę merytoryczną. Jednakże podczas lektury nasuwa się pewna uwaga krytyczna dotycząca sposobu wyrażania przez Habilitantkę własnych opinii za pomocą sformułowań „*Ponad wszelką wątpliwość...*” (s. 19), „*niezaprzeczalny brak*” (s. 33), które w naukowym języku polskim mogą być postrzegane jako przesadne.

Charakterystyka działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

Pani dr inż. Wirginia Tomczak jest obecnie zatrudniona na Politechnice Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczych, dla którego nie jest wymagana działalność dydaktyczna. Doświadczenie dydaktyczne Habilitantka zdobyła jako wykładowca w Wyższej Szkole Nauk o Zdrowiu w Bydgoszczy prowadząc wykłady z 28 przedmiotów według autorskich programów nauczania w wymiarze 350 godzin. Część przedmiotów wpisuje się w dyscyplinę inżynieria chemiczna, m.in. Technologia chemiczna, Biotechnologia, Technologia informacyjna w naukach przyrodniczych, Podstawy chemii środowiska, Chemia teoretyczna, Spektroskopia. Według dokumentacji dostarczonej do oceny, słuchacze pozytywnie ocenili przygotowanie merytoryczne oraz umiejętność przekazywania wiedzy przez Panią dr inż. Wirginię Tomczak.

Pani dr inż. Wirginia Tomczak jest członkiem Zespołu ds. Promocji Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej na Politechnice Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich. W ramach działalności tego zespołu współorganizowała wydarzenie „Inżynieralia Politechniki Bydgoskiej”, promujące wśród uczniów szkół średnich wiedzę o kierunkach studiów realizowanych na Politechnice. W ramach tego wydarzenia, współprowadziła warsztaty zatytułowane „Sorbenty alginianowe: produkcja i zastosowanie”.

Habilitantka wygłosiła na zamówienie 3 wykłady otwarte popularyzujące naukę, a związane tematycznie z obszarem Jej badań naukowych. Ponadto jest członkiem 5 towarzystw naukowych.

Podsumowanie

Przedstawione do oceny osiągnięcie przedstawia realizację koncepcji długoterminowego zastosowania membran mikrofiltracyjnych, ultrafiltracyjnych, nanofiltracyjnych, odwróconej osmozy i/lub destylacji membranowej w modułach zanurzeniowych. Myślą przewodnią jest zagadnienie wydłużenia czasu eksploatacji membran poprzez usuwanie jej zanieczyszczeń techniką dostosowaną do separowanego roztworu, rodzaju membrany i charakteru *foulingu*.

Habilitantka postawiła następujące cele naukowe swojego osiągnięcia:

1. Zbadanie możliwości długoterminowego stosowania membran do separacji roztworów kluczowych dla technologii MBR, tj. roztworów biologicznych i ścieków, zwłaszcza ścieków zaolejonych,
2. Kompleksowe i klarowne przedstawienie spektrum problemowego eksploatacji membran poprzez wykonanie szczegółowej analizy zagadnień związanych z ich blokowaniem oraz wytrzymałością materiału membranowego,
3. Dostarczenie wytycznych umożliwiających przywracanie zanieczyszczonym membranom ich maksymalnej wydajności poprzez stosowanie mycia chemicznego.

Wszystkie wyżej wymienione cele zostały sformułowane zasadnie, a przedstawione opracowanie wykazało, że zostały również osiągnięte. Uzyskane wyniki badań są oryginalne i poszerzają wiedzę na temat możliwości zastosowania procesów mikrofiltracji, ultrafiltracji, nanofiltracji, odwróconej osmozy oraz destylacji membranowej z odpowiednio dobranymi membranami do długoterminowego

wykorzystania w technologii bioreaktorów membranowych. W mojej opinii recenzowana rozprawa wnosi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria chemiczna.

Wniosek końcowy

Osiągnięcie naukowe pt. „*Badania długoterminowej eksploatacji wybranych membran w technologii bioreaktorów membranowych*” przedstawione do oceny przez Panią dr inż. Wirginię Tomczak stanowi istotny i oryginalny wkład do dyscypliny naukowej inżynieria chemiczna, a także spełnia warunki konieczne do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 218 poz. 1668 z dnia 20 lipca 2018 art. 219).

Uwzględniając pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego oraz pozytywną ocenę dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego wnioskuję o dopuszczenie dr inż. Wirginii Tomczak do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego, a w przypadku ich pozytywnego zakończenia o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

Elżbieta Graboń