



Prof. dr hab. inż. Grażyna Gryglewicz
Wydział Chemiczny
Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów
Polimerowych i Węglowych

Wrocław 6.06.2025

OCENA

osiągnięcia naukowego i dorobku dr Barbary SZCZĘŚNIAK w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne

Postawą opracowania niniejszej recenzji jest Uchwała nr 5/RDN_NCh/2025 z dnia 9 kwietnia 2025 r. Rady Dyscypliny Naukowej Nauki Chemiczne Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie o powołaniu mnie na Recenzenta i Członka Komisji Habilitacyjnej w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego Pani dr Barbarze Szczęśniak.

Informacje ogólne

Dr Barbara Szczęśniak ukończyła studia magisterskie w 2015 r. na Wydziale Nowych Technologii i Chemii w Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie na kierunku Chemia. Na tym samym Wydziale w 2019 roku obroniła pracę doktorską pt. „Otrzymywanie grafenowych materiałów kompozytowych i badanie ich właściwości adsorpcyjnych” uzyskując stopień naukowy doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w zakresie nauk chemicznych. Promotorem pracy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Jerzy Choma. Rok wcześniej została zatrudniona na stanowisku asystenta naukowo-badawczego na tym samym Wydziale. Po obronie pracy doktorskiej odbyła miesięczny staż naukowy w Department of Chemistry and

Biochemistry w Kent State University w Kent (USA) w zespole prof. Mieczysława Jarońca. Po uzyskaniu stopnia doktora i powrocie ze stażu naukowego awansowała z dniem 1.10.2019 r. na stanowisko adiunkta badawczo-dydaktycznego i na tym stanowisku pozostaje do dzisiaj.

Ocena osiągnięcia habilitacyjnego

Dr Barbara Szczeniak wskazała tematycznie powiązany cykl publikacji zatytułowany „Wykorzystanie metody mechanochemicznej do otrzymywania wysoce porowatych materiałów” jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w naukach ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne. Cykl ten obejmuje 10 publikacji [H1-H10] z bazy Journal Citation Reports (JCR) o współczynniku oddziaływania Impact Factor (IF) w przedziale 2,3 – 21,1. Wśród nich są tak prestiżowe czasopisma jak Materials Today (IF=21,1), Materials Horizons (IF=12,2), Journal of Colloid and Interface Science (IF=9,4), Separation and Purification Technology (IF=8,1) i Microporous and Mesoporous Materials (IF=4,8), co wskazuje na wysoki poziom prac eksperymentalnych i opracowania wyników przeprowadzonych badań. Należy podkreślić, że prace wchodzące w skład cyklu ukazały się w krótkim okresie czasu, zostały opublikowane w latach 2020-2025. Co więcej, są to publikacje z niewielką liczbą współautorów, od 3 do 4, wskazując na duży udział Kandydatki w ich powstanie, co potwierdzają opisy Jej udziału zamieszczone w dokumentacji i pośrednio oświadczenia współautorów tych prac. Jest pierwszym współautorem w 6 spośród 10 publikacji, a w pozostałych drugim współautorem. Habilitantka podkreśla, że współtworzyła koncepcję tych prac i brała udział w opracowaniu metody mechanochemicznej wytwarzania materiałów o silnie rozwiniętej strukturze porowatej. W pracach, w których zajmuje pierwsze miejsce wśród autorów, syntezy materiałów były przeprowadzone przez Habilitantkę. W większości prac wykonywała pomiary dyfraktometryczne i adsorpcyjne. Miała też wiodący udział w analizie, dyskusji i opracowaniu wyników badań. W swoich oświadczeniach podkreśla przygotowywanie manuskryptów artykułów wysyłanych do redakcji czasopism i udział w odpowiedziach na recenzje. Autorem korespondencyjnych Habilitantka była w 4 artykułach spośród 10. Podsumowując, podejmowana tematyka badań i deklarowany przez Habilitantkę wkład w powstanie prac stanowiących podstawę przewodu habilitacyjnego świadczy o Jej szerokiej wiedzy i wysokich umiejętnościach eksperymentalnych.

W przedłożonej dokumentacji Autorka podaje wartość sumaryczną IF prac będących podstawą postępowania habilitacyjnego, która wynosi 75,9, co przekłada się na wysoką średnią wartość IF w przeliczeniu na jedną indeksowaną pracę. Warto dodać, że podane wartości IF dla poszczególnych prac w kilku przypadkach nie są wartościami IF z roku ich opublikowania. Są zaniżone. Na przykład, IF pracy [H1] powinien być 13,3, a jest 12,2, albo IF pracy [H2] powinien być 26,9, a jest 21,1. Po korekcie wartości IF średnia wartość IF w przeliczeniu na jedną publikację byłaby jeszcze wyższa. Sumaryczna liczba punktów MNiSW dla publikacji wchodzących w skład cyklu jest również wysoka i wynosi 1320. Powyższa parametryczna ocena cyklu publikacji wskazuje na dużą wartość merytoryczną osiągnięcia habilitacyjnego, z istotnymi elementami nowości, co zostało dostrzeżone przez recenzentów prestiżowych czasopism naukowych, w których te prace zostały opublikowane.

Habilitantka powołując się na bazę Scopus (z dnia 21.01.2025) podaje liczbę cytowań prac cyklu habilitacyjnego, która wynosi 480. Jest to wysoka liczba cytowań biorąc pod uwagę, że prace zostały opublikowane w ostatnich 5 latach, być może uwzględnione są w tej liczbie autocytowania. Najczęściej cytowane są dwie publikacje o charakterze przeglądowym, które ukazały się w *Materials Today* i *Materials Horizons*.

Problematyka naukowa osiągnięcia habilitacyjnego dr Barbary Szcześniak dotyczy wytwarzania materiałów porowatych o bardzo rozwiniętej strukturze porowatej metodą niekonwencjonalną jaką jest metoda mechanochemiczna (mielenie kulowe) i potencjalnego ich wykorzystania do adsorpcji CO₂, H₂ i lotnych związków organicznych. W pracach Habilitantki proponuje się alternatywną metodę do powszechnie stosowanych metod chemicznych w syntezie materiałów porowatych, która jest przyjazna środowisku, wiąże się z mniejszą pracochłonnością i energochłonnością, niższymi kosztami, a w przypadku syntez niektórych porowatych materiałów z obniżeniem ilości nieprzyjaznych środowisku rozpuszczalników. Podjęcie tematu wytwarzania szerokiej gamy wysoce porowatych materiałów z wykorzystaniem mielenia kulowego jest działaniem nowatorskim, szczególnie w przypadku syntez struktur metalo-organicznych. Dwie pierwsze prace cyklu [H1, H2] to prace przeglądowe, które dotyczą mechanochemicznej syntezy różnych grup porowatych materiałów, w tym węgla aktywnych, uporządkowanych mezoporowatych węgli (OMC), materiałów grafenowych, tlenków metali, polimerów, zeolitów i struktur metalo-organicznych (MOF), z wykorzystaniem mielenia kulowego. W pracy [H2] skupiono się na

mechanochemicznych metodach wytwarzania materiałów porowatych typu MOF oraz ich właściwościach i potencjalnym zastosowaniu. Te dwie prace stanowią bardzo dobre kompendium wiedzy na temat potencjału mielenia kulowego w syntezie różnorodnych materiałów porowatych, od węglowych po nieorganiczne przez struktury metalo-organiczne. Nie tylko zachęcają do podjęcia badań w tej tematyce, ale również wskazują kierunki, w jakich te badania o charakterze nowatorskim powinny zmierzać. O ponad przeciętnej wartości tych prac świadczy bardzo duża liczba cytowań, ponad 400. Kolejne prace wchodzące w skład omawianego cyklu publikacji [H3-H10] mają charakter prac eksperymentalnych, w realizacji których Habilitantka wykazała się dużymi zdolnościami w syntezie różnorodnych materiałów porowatych, opanowując bardzo dobrze klasyczne techniki wytwarzania uporządkowanych mezoporowatych węgli (OMC) i materiałów metalo-organicznych (MOF) oraz opracowując nowe procedury wytwarzania tych materiałów przy wykorzystaniu metod mechanochemicznych. I tak w pracy [H3] i [H9] przedstawiła wyniki badań dotyczące syntezy różnego typu wysoce porowatych materiałów typu MOF takich jak MOF-303, ZIF-8, UiO-66 i CuBTC (HKUST-1) stosując mielenie kulowe. Zsyntezowane materiały charakteryzowały większym stopniem rozwinięcia powierzchni niż otrzymane metodą klasyczną w roztworze. Jeden z nich CuBTC posłużył do opracowania syntezy kompozytu z uporządkowanym mezoporowatym węglem (OMC) i tlenkiem grafenu, który wykazywał bardzo wysoką pojemność względem CO₂ (10,65 mmol/g). Badania nad mechanochemiczną syntezą węgli aktywnych o wysokiej porowatości z mieszaniny kwasu taninowego i mocznika z zastosowaniem różnych soli, głównie potasu, jako czynnika aktywującego omówiła w pracy [H4]. Szczawian potasu w mieszaninie eutektycznej ZnCl₂+NaCl okazał się najefektywniejszym aktywatorem w rozwijaniu struktury porowatej (powyżej 3000 m²/g) dla otrzymania adsorbentu o bardzo wysokiej zdolności do magazynowania wodoru (13,2 mmol/g, -196 °C, 1 bar). W pracy [H5] zaproponowała nową metodę syntezy krystalicznego γ-Al₂O₃ o rozwiniętej powierzchni (390 m²/g) i dużej objętości mezoporów (1,55 cm³/g) z bemitu, głównego składnika boksytów, stosując mielenie nanocząstek bemitu z kopolimerem Pluronic P123 jako miękką matrycę. Synteza mezoporowatych kompozytów tlenek glinu-węgiel z wykorzystaniem mielenia kulowego i taniny mimozy jako prekursora węgla była natomiast celem badań przedstawionych w pracy [H6]. Otrzymane adsorbenty charakteryzowały się stosunkowo niską pojemnością względem CO₂ (~2,15 mmol/g) ze względu na mezoporowaty charakter struktury porowatej. Nową metodę syntezy katalitycznie grafityzowanych mezoporowatych materiałów

węglowych z wykorzystaniem mielenia kulowego reagentów (tanina jako prekursor węgla, Pluronic F127 jako miękka matryca i chlorek żelaza jako katalizator) przedstawiła w pracy [H7]. Z otrzymanej mieszaniny poddanej karbonizacji w stosunkowo niskiej temperaturze (750 °C) uzyskano materiał o dużym stopniu grafityzacji (~75 %) w postaci krótkich nanorurek i sferycznych nanokapsułów. Z kolei w pracy [H8] omówiła wyniki badań dotyczące otrzymywania w prosty sposób mezoporowatych materiałów grafenowych stosując mielenie kulowe. Po wprowadzeniu nanocząstek Pd na powierzchnię tych materiałów określiła ich zdolność do adsorpcji wodoru opartym głównie na mechanizmie *spillover* uzyskując pojemność sorpcyjną 0,42 % mas. (30°C, 40 bar). Ostatnia praca z cyklu [H10] jest szczególnie interesująca, ponieważ zaprojektowano nowatorską metodą syntezy materiału węglowego o bardzo wysokiej porowatości i osiągnięto ekstremalnie wysoką pojemność sorpcyjną względem benzenu (48,0 mmol/g, 20°C) w porównaniu do dotychczasowych doniesień literaturowych. Materiał, który wykazywał tak wysoką zdolność do adsorpcji benzenu, charakteryzował się bardzo dużą objętością całkowitą porów (4,75 cm³/g) i bimodalnym charakterem rozkładu mezoporów (maksyma ~14 i 25 nm). Synteza tego materiału polegała na mieleniu kulowym taniny, Pluronic 127 i koloidalnej krzemionki, a następnie karbonizacji (750 °C) i w końcowym etapie na usunięciu krzemionki stosując HF. Korzystając z dostępnych danych literaturowych i uwzględniając wyniki pracy [H10] Habilitanka wykazała liniową zależność ($R^2=0,91$) pomiędzy ilością zaadsorbowanego benzenu w stanie nasycenia wyznaczoną z izotermy sorpcji benzenu ($p/p_0 \sim 0,95$) a całkowitą objętością porów, podczas gdy takiej zależności nie zaobserwowała w funkcji powierzchni właściwej S_{BET} .

Podsumowując, do największych osiągnięć Habilitantki przedstawionych w cyklu publikacji będącego podstawą postępowania habilitacyjnego zaliczyłabym:

- Opracowanie metod syntezy szerokiej gamy materiałów porowatych o silnie rozwiniętej strukturze porowatej z wykorzystaniem mielenia kulowego, a w szczególności struktur metalo-organicznych, wykazując konkurencyjność metody mechanochemicznej względem klasycznej chemicznej metody ich wytwarzania.
- Zaprojektowanie i synteza metodą mechanochemiczną kompozytu CuBTC z uporządkowanym mezoporowatym węglem (OMC) i tlenkiem grafenu, który charakteryzuje się bardzo wysoką pojemnością względem CO₂ (10,65 mmol/g).

- Opracowanie metody wytwarzania węgla aktywnego wspomaganej mieleniem kulowym o bardzo wysokiej zdolności do magazynowania wodoru w warunkach kriogenicznych (13,2 mmol/g, -196 °C, 1 bar).
- Zaprojektowanie i synteza metodą mechanochemiczną bimodalnego mezoporowatego materiału węglowego, który wykazuje niezwykle wysoką, dotychczas nie odnotowaną w dostępnej literaturze, zdolność do adsorpcji benzenu (48 mmol/g).
- Zademonstrowanie potencjału mielenia kulowego w syntezie porowatych materiałów grafenowych.

Ocena pozostałego dorobku naukowego

Całkowity dorobek publikacyjny Habilitantki obejmuje 37 publikacji, w tym 33 w czasopismach z listy JCR o współczynniku oddziaływania IF w przedziale 1,9-32,1. W okresie przed uzyskaniem stopnia doktora opublikowała 11 prac, w tym 8 prac w czasopismach z IF (1,9-7,3). Pomijając dorobek publikacyjny włączony do osiągnięcia habilitacyjnego, po uzyskaniu stopnia doktora ukazało się 15 prac, których Habilitantka jest współautorką, w bardzo ważnych czasopismach naukowych w tematyce prowadzonych badań (IF=2,9-32,1), m.in. *Advanced Materials*, *Materials Today*, *Journal of Materials Chemistry A*, *Chemical Communication*, *Microporous and Mesoporous Materials*. Liczba cytowań wszystkich prac wg Scopus to 1410, a bez autocytowań 1251. Są to dane z dnia 21.01.2025 podane we wniosku. Różnorodność tematyki badawczej podejmowanej przez Habilitantkę w tej części dorobku naukowego jest warta jest podkreślenia. Indeks Hirscha wynosi 16.

Jeśli chodzi o uczestnictwo w konferencjach naukowych, mających na celu prezentację wyników badań, w okresie przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora Jej dorobek obejmuje 2 prezentacje ustne i 3 wystąpienia w formie posteru. Natomiast po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyła w jednej konferencji międzynarodowej, na której prezentowała wyniki swoich badań w formie posteru.

Dr Barbara Szczęśniak wykonała 8 recenzji dla prestiżowych czasopism naukowych o wysokim IF, m.in. *Microporous and Mesoporous Materials* (4 recenzje), *Journal of Materials Chemistry A* (1 recenzja) i *Science and the Total Environment* (1 recenzja).

Habilitationka brała udział w realizacji kilku projektów badawczych. W latach 2017-2020 była głównym wykonawcą w projekcie NCN OPUS 12 pt. „Otrzymywanie i badanie adsorpcyjnych właściwości hybrydowych materiałów MOF-grafen” kierowanym przez prof. dr hab. inż. Jerzego Chomeę. W latach 2022-2023 była kierownikiem projektu badawczego NCN MINIATURA pt. „Wykorzystanie przyjaznej środowisku metody mechanochemicznej do syntezy materiałów o zdefiniowanej strukturze”. Należy podkreślić, że realizacja tych projektów zakończyła się 10 publikacjami w indeksowanych czasopismach naukowych. Niektóre z nich wchodziły w skład cyklu publikacji będących podstawą osiągnięcia habilitacyjnego. Ponadto jeszcze będąc doktorantką realizowała projekt badawczy finansowany z dotacji statutowej MNiSW przyznany w konkursie Rozwój Młodych Naukowców (2017-2918). Jesienią 2024 r. złożyła wniosek do konkursu NCN SONATA 20 pt. „Wytwarzanie nanostruktur grafenowych przy użyciu zrównoważonej mechanochemii do adsorpcyjnego usuwania lotnych związków organicznych”. Z nadesłanych w ubiegłym tygodniu przez NCN informacji wynika, że dr Barbara Szczęśniak uzyskała finansowanie zaplanowanych w tym projekcie badań. Ta wiadomość jest znakomitą potwierdzeniem, że tematyka badawcza osiągnięcia habilitacyjnego jest nowatorska, interesująca i perspektywiczna, wskazująca na duży potencjał metod mechanochemicznych do wytwarzania szerokiej gamy materiałów, w tym w szczególności materiałów grafenowych. Można domniemywać, że Habilitationka skoncentruje się w najbliższej przyszłości na realizacji zadań zaplanowanych w projekcie, bo o swoich przyszłych planach badawczych w przedłożonej dokumentacji nie wspomina.

W informacji o istotnej aktywności naukowej realizowanej we współpracy z innymi ośrodkami naukowymi Habilitationka szczegółowo opisała pobyt na stażu naukowym w Department of Chemistry and Biochemistry of Kent State University, który był związany z realizacją projektu OPUS 12, w którym pełniła rolę głównego wykonawcy. Efektem realizacji badań prowadzonych w tej jednostce jest publikacja [H3].

Ocena osiągnięć w działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

Dr Barbara Szczęśniak wykazuje się dużą aktywnością w zakresie działalności dydaktycznej. Prowadzi zajęcia na różnych kierunkach, w tym ćwiczenia laboratoryjne i ćwiczenia rachunkowe z chemii, chemii ogólnej i nieorganicznej, chemii analitycznej i technologii chemicznej. Była opiekunem 5 prac inżynierskich i 7 prac magisterskich. Pełniła też rolę promotora pomocniczego w pracy doktorskiej Sylwii Główniak, która obroniła się w 2024 r. W

przedłożonej do oceny dokumentacji nie ma informacji o aktywności organizacyjnej i popularyzatorskiej Habilitantki.

Podsumowanie

Dr Barbara Szczęśniak przedstawiła spójny tematycznie cykl 10 publikacji pt. „Wykorzystanie metody mechanochemicznej do otrzymywania wysoce porowatych materiałów”, jako podstawę postępowania habilitacyjnego. Publikacje ukazały się w latach 2020-2025 w renomowanych czasopismach naukowych z listy JCR, a ich sumaryczny IF podany w przedłożonej dokumentacji wynosi 75,9, co przekłada się na bardzo wysoką wartość w przeliczeniu na jedną publikację (> 7). Na podkreślenie zasługuje fakt, że są to publikacje z niewielką liczbą współautorów (3-4), a Habilitantka jest pierwszym (6 prace) lub drugim (4 prace) współautorem, co świadczy o wiodącej roli Habilitantki w powstanie tych prac, dodatkowo potwierdzonej przez oświadczenia współautorów. W 4 publikacjach była autorem korespondencyjnym. Prace są licznie cytowane, co potwierdza duże zainteresowanie badaczy podejmowaną problematyką w skali ogólnościowej. Warto dodać, że od dwóch lat Habilitantka jest na liście Top 2% najbardziej cytowanych naukowców na świecie. Osiągnięcie habilitacyjne dr Barbary Szczęśniak stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny nauki chemicznej, w szczególności w zakresie chemii porowatych nanomateriałów węglowych. Z analizy całego dorobku naukowego wynika, że Habilitantka prezentuje duży potencjał jako badaczka, samodzielnie kreująca zadania badawcze i kierująca ich realizacją.

W konkluzji przedstawionej recenzji stwierdzam, że osiągnięcie dr Barbary Szczęśniak spełnia wymagania formalne stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w art. 219 – warunki nadania stopnia doktora habilitowanego ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Stawiam wniosek o dopuszczenie dr Barbary Szczęśniak do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.