



Toruń, 17.08.2026

*Dr hab. Aleksandra Radtke, prof. UMK
Katedra Chemii Nieorganicznej i Koordynacyjnej
Wydział Chemii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*

RECENZJA

**dorobku naukowego i dydaktyczno-organizacyjnego dr Marzeny Krystyny Fandzloch
w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne**

I. Podstawa prawna i dane formalne postępowania

Niniejsza recenzja została sporządzona na podstawie uchwały Rady Naukowej Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Włodzimierza Trzebiatowskiego Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu z dnia 18 marca 2026 r. powołującej mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr Marzeny Krystyny Fandzloch, wszczętym na wniosek Kandydatki z dnia 18 lutego 2026 r. Formalną podstawę prawną do przeprowadzenia oceny oraz sformułowania konkluzji stanowią przepisy art. 221 ust. 10 w związku z art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

AR



Wniosek Habilitantki dotyczy nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne. Jako główne osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę ubiegania się o nadanie stopnia Habilitantka wskazała jednotematyczny cykl 8 publikacji naukowych pt. „Projektowanie bioaktywnych materiałów ceramicznych oraz ich połączeń z sieciami metaliczno-organicznymi (MOF) dla zastosowań biomedycznych i biostymulacyjnych”. Przedłożona do oceny dokumentacja spełnia wszystkie wymogi formalne określone w przepisach prawa. Zgromadzone materiały – w tym wniosek, Autoreferat, wykaz osiągnięć naukowych, kopie prac wchodzących w skład cyklu habilitacyjnego oraz oświadczenia współautorów – stanowią pełną, wiarygodną i spójną podstawę do przeprowadzenia merytorycznej oceny dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Wnioskodawczynie.

II. Przebieg kariery zawodowej i rozwój naukowy Wnioskodawczynie

Dr Marzena Krystyna Fandzloch rozpoczęła swoją edukację akademicką na Wydziale Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, gdzie w roku 2010 uzyskała tytuł zawodowy magistra chemii. Jej praca magisterska pt. „Synteza, badania spektroskopowe nowych kompleksów rutenu i platyny z 5,7-ditertbutylo-1,2,4-triazolo[1,5-a]pirymidyną o potencjalnych właściwościach cytotoksycznych”, zrealizowana pod kierunkiem prof. dr hab. Iwony Łakomskiej, została doceniona za wysoki poziom merytoryczny i wyróżniona nagrodą Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego (SITPChem). Już na tym wczesnym etapie kształcenia Kandydatka ujawniła wyraziste zainteresowania badawcze skupione wokół chemii koordynacyjnej oraz poszukiwania nowych związków kompleksowych metali przejściowych o potencjalnej aktywności biologicznej i terapeutycznej. W latach 2010–2015 dr Fandzloch kontynuowała naukę na Stacjonarnych Studiach Doktoranckich Chemii na Wydziale Chemii UMK w Toruniu. Jej rozprawa doktorska, zatytułowana „Poszukiwanie nowych związków koordynacyjnych rutenu z triazolopirymidynami o potencjalnych właściwościach cytotoksycznych” (również przygotowana pod opieką naukową prof. dr hab. Iwony Łakomskiej), stanowiła gruntowne studium z zakresu projektowania, syntezy,



charakterystyki strukturalnej oraz oceny właściwości biologicznych heteroleptycznych kompleksów rutenu(II) i rutenu(III). Obrona pracy doktorskiej odbyła się w 2015 roku, a Rada Wydziału Chemii UMK w Toruniu – uznając wysoki walor naukowy przedłożonych wyników oraz znaczący dorobek publikacyjny wynikający z doktoratu – podjęła uchwałę o wyróżnieniu rozprawy. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk chemicznych dr Marzena Krystyna Fandzloch podjęła pracę zawodową w charakterze nauczyciela akademickiego i pracownika naukowego, konsekwentnie budując swoją pozycję w polskim i międzynarodowym środowisku chemicznym:

1. W latach 2015–2018 była zatrudniona na stanowisku asystenta w Katedrze Chemii Analitycznej i Spektroskopii Stosowanej na Wydziale Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. W okresie tym rozwijała zaawansowany warsztat analityczny i spektroskopowy, łącząc pracę badawczą z intensywną działalnością dydaktyczną.
2. W latach 2018–2019 pracowała na stanowisku asystenta w Zakładzie Chemii Nieorganicznej na Wydziale Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, rozszerzając zakres prowadzonych badań o nowe układy krystaliczne i materiałowe.
3. W latach 2019–2020 realizowała staż podoktorski (post-doc) w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Włodzimierza Trzebiatowskiego Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu.
4. Od 2020 roku do chwili obecnej jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w Oddziale Spektroskopii Optycznej INTiBS PAN we Wrocławiu.

Kluczowym i przełomowym elementem w rozwoju naukowym Habilitantki, który doprowadził do ukształtowania się jej własnej, unikalnej tematyki badawczej, były zagraniczne staże naukowe. Szczególne znaczenie miał dwumiesięczny staż zrealizowany w 2015 roku w prestiżowym Institut Lavoisier de Versailles we Francji – jednym z najważniejszych światowych ośrodków zajmujących się chemią sieci metaliczno-organicznych (ang. *Metal-Organic Frameworks*, MOF), w którym opracowano m.in. słynne materiały z rodziny MIL. Pobyt w tym zespole pozwolił Kandydatce na opanowanie



skomplikowanych technik syntezy, modyfikacji i charakteryzacji funkcjonalnych powłok oraz szkieletów porowatych. Doświadczenia te zostały następnie poszerzone podczas stażu badawczego na Uniwersytecie w Granadzie (Hiszpania, 2017), gdzie dr Fandzloch zgłębiała zagadnienia związane z nanostrukturyzacją oraz oceną biokompatybilności materiałów w układach modelowych *in vitro*.

Analizując całościowy przebieg ewolucji naukowej Wnioskodawczynie, należy podkreślić niezwykle dojrzałą i przemyślaną transformację jej profilu badawczego. Dr Marzena Krystyna Fandzloch płynnie i w sposób pełen sukcesów przeszła od klasycznej chemii koordynacyjnej cząsteczkowych związków rutenu i platyny – charakterystycznej dla etapu doktoratu – do zaawansowanej chemii materiałowej, ukierunkowanej na projektowanie hybrydowych kompozytów nanostrukturalnych. Połączenie wiedzy z zakresu syntezy kompleksów metali przejściowych, fizykochemii ciał stałych oraz inżynierii biomateriałów pozwoliło Habilitantce na wypracowanie własnej, autorskiej niszy badawczej, zlokalizowanej na styku chemii nieorganicznej oraz zaawansowanych materiałów dla medycyny i biologii.

III. Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą wniosku (cykl publikacji habilitacyjnych)

Głównym osiągnięciem naukowym wskazanym przez dr Marzenę Krystynę Fandzloch jako podstawa ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego jest spójny tematycznie cykl 8 publikacji oryginalnych opublikowanych w renomowanych, recenzowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym z listy Journal Citation Reports (JCR). Cykl ten opatrzony jest zbiorczym tytułem: „**Projektowanie bioaktywnych materiałów ceramicznych oraz ich połączeń z sieciami metaliczno-organicznymi (MOF) dla zastosowań biomedycznych i biostymulacyjnych**”.



1. Wskaźniki bibliometryczne cyklu i wkład autorski Habilitantki

Przedstawiony do oceny cykl publikacji charakteryzuje się bardzo wysokimi wskaźnikami bibliometrycznymi, jednoznacznie świadczącymi o wysokim poziomie naukowym prowadzonych badań oraz ich dostrzeżeniu przez międzynarodowe środowisko chemiczne i materiałoznawcze:

- Łączny wskaźnik Impact Factor (IF) cyklu opublikowanych prac (według roku opublikowania) wynosi 42,055.
- Średni IF na jedną publikację wynosi 5,257, co jest wynikiem bardzo wysokim w dyscyplinie nauki chemiczne.
- Wszystkie prace wchodzące w skład cyklu zostały opublikowane w wiodących czasopismach z pierwszego (Q1) lub drugiego kwartyła (Q2) w swoich dyscyplinach (*ACS Applied Materials & Interfaces*, *Nanoscale*, *ACS Biomaterials Science & Engineering*, *Ceramics International*, *Dalton Transactions*, *Particle & Particle Systems Characterization*, *Polyhedron*).
- Wkład autorski Habilitantki w powstanie cyklu jest dominujący i bezdyskusyjny. Dr Marzena Fandzloch jest pierwszym autorem we wszystkich 8 publikacjach stanowiących cykl, a w 7 z nich występuje jako autor korespondencyjny. Oznacza to, że była nie tylko głównym wykonawcą eksperymentów, ale przede wszystkim autorką koncepcji naukowej, wiodącą postacią w planowaniu badań, interpretacji wyników (zwłaszcza zaawansowanych danych spektroskopowych i strukturalnych) oraz autorką wiodącą w procesie redagowania i odpowiadania na recenzje naukowe.
- Publikacje wchodzące w skład cyklu zgromadziły łączną liczbę 44 cytowań bez autocytowań. Całkowity dorobek naukowy Habilitantki wykazuje wskaźnik Hirscha równy 12 (według bazy Scopus, bez autocytowań), co świadczy o ugruntowanej pozycji badawczej i stałym rezonansie jej prac w literaturze światowej.



2. Analiza merytoryczna rozwiązań naukowych w cyklu [H1]–[H8]

Przedmiotem badań wchodzących w skład cyklu jest rozwiązanie trudnego i wieloaspektowego problemu z zakresu chemii materiałowej, koordynacyjnej oraz inżynierii biomateriałów: stworzenie nowej generacji hybrydowych materiałów ceramiczno-MOF o kontrolowanej strukturze, powierzchni, trwałości fizykochemicznej oraz precyzyjnie zaprojektowanej bioaktywności i właściwościach biostymulacyjnych lub przeciwbakteryjnych. Struktura cyklu obejmuje trzy logicznie połączone i komplementarne filary badawcze: Filar 1: Hybrydy MOF-Hydroksyapatyt (Prace: [H1], [H2]); Filar 2: Bioaktywne Szkła i Kserożele (Prace: [H3], [H4], [H5], [H6]) oraz Filar 3: Zaawansowane Kompozyty MOF-Szkło (Prace: [H7], [H8]).

Filar I: Hybrydowe układy MOF–hydroksyapatyt (zastosowania katalityczne i biomateriałowe) [H1], [H2]

Pierwszy obszar badawczy poświęcony jest precyzyjnej syntezie i charakteryzacji interfejsu pomiędzy nieorganiczną platformą krystaliczną – hydroksyapatytem (HA) – a porowatymi sieciami metaliczno-organicznymi (MOF). Hydroksyapatyt jest kluczowym minerałem tkanki kostnej, jednak jego modyfikacja powłokami MOF dotychczas napotykała bariery związane z nietrwałością powłok, brakiem kontroli grubości oraz degradacją struktury w środowiskach biologicznych.

Praca [H1] (*ACS Applied Materials & Interfaces*, 2019, IF = 8.758): W tej pracy Habilitantka zaproponowała nowatorską koncepcję syntezy powłok z sieci metaliczno-organicznej MIL-100(Fe) na nanometrycznych rdzeniach hydroksyapatytowych z wykorzystaniem zmodyfikowanej metody warstwa-po-warstwie (ang. *layer-by-layer*, LBL). Przełomowym osiągnięciem autorskim dr Fandzloch było zastąpienie prostych soli żelaza(III) precyzyjnie zdefiniowanym trójrdzeniowym klastrem okso-karboksyłanowym żelaza(III) o wzorze $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{OOCCH}_3)_6\text{OH}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Zastosowanie tego prekursora pozwoliło na zauważalne usprawnienie procesu syntetycznego – redukcję liczby niezbędnych cykli syntezy LBL z dotychczasowych 30 do zaledwie 10, przy jednoczesnym uzyskaniu wysoce jednorodnej, ciągłej powłoki MIL-100(Fe) o grubości około 7 nm na nanoprętach HA. Otrzymana



nanostruktura rdzeń-powłoka (HA@MIL-100(Fe)) wykazała niezwykle właściwości biomimetyczne: działała jako funkcjonalny imitator enzymów oksydacyjnych, katalizując heterogeniczną konwersję kwasu 1-aminocyklopropano-1-karboksylowego (ACC) do etylenu – kluczowego fitohormonu roślinnego. Jest to unikalny przykład wykorzystania materiału biomedycznego w układach biostymulacyjnych i biomimetycznych.

Praca [H2] (*ACS Biomaterials Science & Engineering*, 2023, IF = 5.790): W kolejnym kroku Habilitantka rozszerzyła strategię syntezy hybryd na układ miedziowy Cu-HKUST-1 na podłożu hydroksyapatytowym (Cu-HKUST-1@HA). W pracy tej dr Fandzloch wykazała się niezwykłą dojrzałością metodyczną, wprowadzając po raz pierwszy do swoich badań zaawansowaną spektroskopię absorpcji promieniowania rentgenowskiego (XAS – *X-ray Absorption Spectroscopy*, w tym XANES i EXAFS) do śledzenia lokalnego otoczenia elektronowego i strukturalnego atomów miedzi w warstwie MOF w trakcie jej ewolucji w sztucznym płynie ustrojowym (DPBS). Badania pokazały, że hybrydowa powłoka Cu-HKUST-1 nie tylko wyraźnie poprawia parametry nanomechaniczne materiału (twardość oraz moduł Younga na poziomie zbliżonym do kości korowej człowieka), ale także zapewnia kontrolowaną, stopniową uwalnialność jonów miedzi (Cu^{2+}). Wynikiem tego jest silne działanie przeciwbakteryjne wobec szczepu *Staphylococcus aureus* przy jednoczesnym zachowaniu hemokompatybilności oraz braku cytotoksyczności wobec ludzkich fibroblastów skóry (HDF, $\text{EC}_{50} = 5 \text{ mg/ml}$).

Filar II: Synteza, architektura i ultraszybka bioaktywność szkieł oraz kserożeli krzemianowych [H3]–[H6]

Drugi filar cyklu dotyczy amorficznych materiałów krzemianowych, w tym szkieł bioaktywnych oraz kserożeli sol-gel, które stanowią fundament współczesnej inżynierii tkankowej i regeneracji kości. Dr Fandzloch rozwiązała tu szereg problemów syntetycznych dotyczących obniżenia temperatury syntezy, eliminacji faz niepożądanych oraz kontroli kinetyki mineralizacji.

Praca [H3] (*Nanoscale*, 2022, IF = 8.307): Jest to jedna z najważniejszych prac w dorobku Habilitantki, poświęcona opracowaniu nowej metody solwotermalnej syntezy



nanometrycznego szkła bioaktywnego z układu dwuskładnikowego 76SiO_2 – 24CaO (wagowo), oznaczanego jako solvBG76. Autorka zastosowała glikol etylenowy jako środowisko reakcji oraz wodorotlenek wapnia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ jako źródło jonów modyfikujących. Otrzymany nanomateriał charakteryzował się wyjątkową, niespotykaną w literaturze dynamiką bioaktywności *in vitro*. Stosując autorski protokół badawczy z użyciem spektroskopii w podczerwieni z całkowitym wewnętrznym odbiciem wykonywanej *in situ* (*in situ* ATR-FTIR) w płynie DPBS pozbawionym jonów Ca^{2+} i Mg^{2+} , dr Fandzloch wykazała, że proces nukleacji i wzrostu amorficznego fosforanu wapnia (α -CaP), przechodzącego następnie w krystaliczny hydroksyapatyt, rozpoczyna się już po 15–30 minutach od zanurzenia materiału. To odkrycie zdefiniowało pojęcie „ultraszybkiej bioaktywności” w klasie nanometrycznych szkieł krzemianowych.

Prace [H4] (*Ceramics International*, 2023, IF = 5.100) oraz [H5] (*Polyhedron*, 2023, IF = 2.600): W pracach tych Autorka dokonała systematycznej rozbudowy metody solwotermalnej o układy trójskładnikowe SiO_2 – CaO – P_2O_5 oraz układy modyfikowane ZnO. Kluczowym osiągnięciem było udowodnienie, że niekalcynowane kserożele solwotermalne (solvXG) posiadają unikalny stopień polimeryzacji sieci krzemianowej – badany za pomocą spektroskopii ^{29}Si MAS NMR – gdzie dominują jednostki Q2 i Q3. Taka struktura sieciowa zapewnia idealny balans pomiędzy rozpuszczalnością materiału a jego zdolnością do stymulacji wzrostu apatyty. Ponadto wprowadzenie cynku do sieci szkła pozwoliło na uzyskanie materiałów o wyrazistym działaniu osteostymulującym oraz przeciwdrobnoustrojowym bez utraty biokompatybilności komórkowej.

Praca [H6] (*Particle & Particle Systems Characterization*, 2023, IF = 2.700): Praca ta poświęcona jest precyzyjnemu określeniu wpływu efektu rozmiarowego (od skali nano do mikro) dwuskładnikowych szkieł SiO_2 – CaO na mechanizm wymiany jonowej $\text{Ca}^{2+} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ oraz kinetykę powstawania warstwy apatytowej. Habilitantka wykazała, że zmniejszenie rozmiaru cząstek do skali nanometrycznej drastycznie zmienia termodynamikę powierzchniową, prowadząc do natychmiastowego lokalnego supernasycenia roztworu jonami wapniowymi i krzemianowymi, co jest warunkiem koniecznym dla szybkiej osteointegracji.



Filar III: Zaawansowane układy kompozytowe i hybrydowe MOF-szkło bioaktywne [H7], [H8]

Ostatni etap cyklu stanowi syntezę wcześniejszych osiągnięć i reprezentuje najbardziej zaawansowane podejście do inżynierii materiałowej: połączenie matryc amorficznych szkieł bioaktywnych z krystalicznymi sieciami MOF w jeden kompozytowy lub rdzeniowo-powłokowy układ hybrydowy.

Praca [H7] (*Dalton Transactions*, 2024, IF = 3.300): W pracy tej dr Fandzloch opracowała wieloskładnikowy kompozyt łączący bioaktywne szkło krzemianowe, strukturę MOF oraz nanoklastry srebra (Ag-MOF@BG). Wykorzystując efekt synergiczny pomiędzy uwalnianiem jonów krzemianowych i wapniowych ze szkła a powolną dysocjacją kompleksów srebra z sieci MOF, wyhodowano materiał o wysokiej skuteczności przeciwbakteryjnej wobec bakterii gram-dodatnich i gram-ujemnych, eliminując jednocześnie problem toksyczności ostrej charakterystycznej dla wolnych jonów srebra.

Praca [H8] (*ACS Biomaterials Science & Engineering*, 2026, IF = 5.500): Zwieńczeniem cyklu habilitacyjnego jest praca opisująca precyzyjną syntezę hybrydowych nanostruktur typu rdzeń-powłoka (ang. *core-shell*), gdzie rdzeń stanowi nanometryczne szkło bioaktywne solvBG, natomiast powłokę tworzy ciągła, nanometryczna warstwa sieci MIL-100(Fe) (solvBG@MIL-100(Fe)). Praca ta po raz pierwszy w literaturze światowej wykazała, że osłonięcie amorficznego szkła powłoką MOF pozwala na precyzyjne „dostrojenie” (ang. *tuning*) szybkości jego degradacji i uwalniania jonów terapeutycznych, eliminując gwałtowny skok pH środowiska tkankowego (tzw. efekt burst), co stanowiło dotąd główną wadę nanometrycznych szkieł bioaktywnych w zastosowaniach wstrzykiwalnych.

3. Podsumowanie nowatorskich osiągnięć cyklu [H1]–[H8]

Do najważniejszych, oryginalnych osiągnięć naukowych dr Marzeny Krystyny Fandzloch zawartych w cyklu habilitacyjnym należy zaliczyć:



1. Opracowanie nowej metody LBL z wykorzystaniem trójrzeniowych klastrów żelaza(III), co umożliwiło kontrolowaną syntezę cienkich powłok MOF na podłożach ceramicznych przy minimalnej liczbie cykli.
2. Pionierskie zastosowanie spektroskopii XAS (XANES/EXAFS) do badania ewolucji strukturalnej i środowiska elektronowego miedzi w hybrydach Cu-HKUST-1@HA w warunkach imitujących płyny ustrojowe.
3. Odkrycie i zdefiniowanie zjawiska ultraszybkiej bioaktywności w nanometrycznych szklach solwotermalnych (solvBG76), które inicjują proces krystalizacji hydroksyapatytu w czasie poniżej 30 minut.
4. Wprowadzenie spektroskopii *in situ* ATR-FTIR jako standardu ilościowego do monitorowania w czasie rzeczywistym kinetyki mineralizacji powierzchniowej biomateriałów.
5. Stworzenie nowej klasy hybryd rdzeń-powłoka solvBG@MOF, pozwalających na precyzyjną kontrolę degradacji szkieł bioaktywnych oraz równoczesne uwalnianie jonów o działaniu terapeutycznym i przeciwbakteryjnym.

Sformułowane przez Habilitantkę wnioski są w pełni uzasadnione zebrany materiał dowodowym, a dobrane metody badawcze (spektroskopia NMR w fazie stałej, FTIR, XAS, XRD, mikroskopia SEM/HR-TEM, badania czystości fazowej, nanospecyficzna analiza wytrzymałościowa oraz zaawansowane testy biologiczne *in vitro*) reprezentują najwyższy światowy poziom warsztatu naukowego.

IV. Ocena pozostałego dorobku naukowo-badawczego, aktywności grantowej i wyjazdów zagranicznych

Ocena całokształtu dorobku naukowego dr Marzeny Krystyny Fandzloch nie może ograniczać się wyłącznie do cyklu publikacji wskazanego jako główne osiągnięcie habilitacyjne. Całościowa analiza jej aktywności badawczej po uzyskaniu stopnia doktora oraz przed nim ukazuje obraz dojrzałego, wszechstronnego i niezwykle wyrazistego naukowca o wysoce rozwiniętej samodzielności badawczej.



1. Pozostała działalność publikacyjna

Dorobek publikacyjny Habilitantki, niewłączony bezpośrednio do cyklu [H1]–[H8], jest bogaty i spójny tematycznie. Obejmuje szereg prac opublikowanych w uznanych czasopismach specjalistycznych z listy JCR z zakresu chemii koordynacyjnej, chemii analitycznej oraz chemii materiałów.

W początkowym etapie kariery badania dr Fandzloch koncentrowały się na syntezie, charakteryzacji strukturalnej oraz ocenie właściwości biologicznych (w tym aktywności cytotoksycznej) wielojądrowych i jednojądrowych związków koordynacyjnych rutenu(II), rutenu(III), platyny(II) i miedzi(II) z pochodnymi 1,2,4-triazolo[1,5-a]pirymidyny. Prace te wniosły istotny wkład w zrozumienie relacji pomiędzy strukturą krystaliczną i rozwiązaniami sfery koordynacyjnej a mechanizmami oddziaływania tych kompleksów z biomolekułami, takimi jak DNA czy białka surowicy krwi.

W późniejszym okresie, wraz z ewolucją zainteresowań badawczych w stronę chemii materiałowej, pozostałe prace Habilitantki dotyczyły m.in. fizykochemii powłok tlenkowych, syntezy nośników leków, badania trwałości termicznej i hydrolitycznej materiałów porowatych oraz zastosowania technik spektroskopowych do charakteryzowania skomplikowanych układów hybrydowych. Łączny dorobek publikacyjny Wnioskodawczynie charakteryzuje się bardzo wysokim wskaźnikiem cytowalności oraz indeksu Hirscha ($H=12$ bez autocytowań), co jednoznacznie dowodzi, że jej prace stanowią istotny i trwały punkt odniesienia dla innych grup badawczych na świecie.

2. Kierowanie projektami badawczymi i zdobywanie funduszy (Aktywność grantowa)

Wyrazistym dowodem niezależności naukowej oraz umiejętności budowania własnego warsztatu badawczego przez dr Marzenę Krystynę Fandzloch jest jej sukcesywna aktywność w pozyskiwaniu zewnętrznych środków na badania naukowe w drodze konkursowej. Kluczowym osiągnięciem w tym zakresie jest uzyskanie i kierowanie prestiżowym projektem badawczym finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki



(NCN) w konkursie SONATA 15. Projekt ten, realizowany w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu, skupia się na nowatorskich zagadnieniach z zakresu projektowania funkcjonalnych hybryd MOF–szkło bioaktywne dla zaawansowanych zastosowań medycznych. Rola kierownika grantu NCN SONATA wymaga nie tylko wybitnej wiedzy merytorycznej, ale również umiejętności zarządzania budżetem badawczym, planowania harmonogramu prac, zakupu aparatury oraz kierowania zespołem wykonawców (w tym doktorantów i młodych naukowców). Ponadto Habilitantka występowała jako główny wykonawca lub kluczowy konsorcjant w innych projektach badawczych finansowanych ze źródeł krajowych (NCN, NCBR) oraz zagranicznych, co potwierdza jej zdolność do efektywnej pracy zarówno w roli lidera, jak i członka interdyscyplinarnych zespołów naukowych.

3. Mobilność naukowa i współpraca międzynarodowa

Wskazana w życiorysie naukowym mobilność dr Fandzloch miała bezpośredni i fundamentalny wpływ na kształtowanie jej obecnego profilu badawczego. Do najważniejszych osiągnięć w tym zakresie należą:

- Staż naukowy w Institut Lavoisier de Versailles (Francja, 2015): Pobyt w jednym z najważniejszych światowych ośrodków chemii sieci MOF pozwolił Habilitantce na opanowanie specyficznych, zaawansowanych technik syntetycznych i analitycznych, które następnie przeniosła do polskich jednostek naukowych.
- Staż badawczy na Uniwersytecie w Granadzie (Hiszpania, 2017): Staż ten zaowocował rozwinięciem metodologii badań biokompatybilności oraz nanostrukturyzacji materiałów w warunkach *in vitro*.
- Współpraca z Universitat Jaume I (Hiszpania): Stała współpraca naukowa obejmująca wspólne publikacje oraz wymianę doświadczeń badawczych w dziedzinie katalizy i chemii materiałowej.

Powyższe wyjazdy i kontakty zagraniczne nie miały charakteru biernego – każdy ze staży zaowocował konkretnymi, wysokopunktowanymi publikacjami naukowymi, trwałą współpracą międzynarodową oraz transferem zaawansowanych technologii badawczych.



V. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzatorskich

1. Działalność dydaktyczna i opieka naukowa

Działalność dydaktyczna dr Marzeny Krystyny Fandzloch obejmuje szeroki zakres obowiązków realizowanych na przestrzeni jej zatrudnienia na Wydziale Chemii UMK w Toruniu, Wydziale Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego oraz w INTiBS PAN we Wrocławiu. Habilitantka prowadziła zajęcia laboratoryjne, ćwiczenia rachunkowe oraz seminaria z zakresu:

- Chemii nieorganicznej i ogólnej,
- Chemii analitycznej i zaawansowanych metod spektroskopowych,
- Chemii materiałów i biomateriałów.

Prowadzone przez nią zajęcia były wysoko oceniane przez studentów, co świadczy o jej pasji dydaktycznej, przystępności oraz doskonałym przygotowaniu merytorycznym. Na osobną uwagę zasługuje jej zaangażowanie w kształcenie młodej kadry naukowej. Dr Fandzloch pełniła i pełni funkcję opiekuna naukowego oraz promotora pomocniczego/promotora prac dyplomowych (magisterskich i licencjackich) oraz opiekuna doktorantów realizujących prace badawcze w INTiBS PAN. Jej podopieczni regularnie zdobywają wyróżnienia za swoje prace oraz są współautorami publikacji naukowych, co stanowi najlepsze świadectwo jej talentu mentorskiego.

2. Działalność organizacyjna i praca na rzecz środowiska naukowego

W obszarze działalności organizacyjnej Wnioskodawczyni wykazała się znacznym zaangażowaniem na rzecz środowiska akademickiego i naukowego:

- Organizacja konferencji: Aktywnie uczestniczyła w komitetach organizacyjnych i naukowych krajowych oraz międzynarodowych konferencji naukowych poświęconych chemii koordynacyjnej, spektroskopii oraz biomateriałom.
- Działalność recenzencka: Dr Fandzloch jest cenionym i aktywnym recenzentem dla wiodących międzynarodowych czasopism naukowych z listy JCR (m.in. wydawnictw American Chemical Society, Royal Society of Chemistry, Elsevier czy

Arz



MDPI). Wykonanie kilkudziesięciu recenzji prac naukowych dla uznanych redakcji potwierdza jej wysoką pozycję i autorytet naukowy w reprezentowanej dyscyplinie.

- Praca w strukturach instytutowych: Aktywnie uczestniczy w pracach organizacyjnych Oddziału Spektroskopii Optycznej oraz całego INTiBS PAN, angażując się w rozbudowę bazy aparaturowej instytutu, przygotowywanie procedur badawczych oraz organizację warsztatów i seminariów naukowych.

VI. Konkluzja i wniosek końcowy

Przedstawiony do oceny całokształt dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr Marzeny Krystyny Fandzloch pozwala na sformułowanie jednoznacznych i wysoko pozytywnych wniosków:

1. **Główne osiągnięcie naukowe** – w postaci tematycznego cyklu 8 publikacji pt. „Projektowanie bioaktywnych materiałów ceramicznych oraz ich połączeń z sieciami metaliczno-organicznymi (MOF) dla zastosowań biomedycznych i biostymulacyjnych” – stanowi wartościowy, wysoce oryginalny i dostrzeżony na forum międzynarodowym wkład w rozwój dyscypliny nauki chemiczne. Osiągnięcie to rozwiązuje istotne problemy syntetyczne i materiałowe na styku chemii nieorganicznej, fizykochemii ciał stałych oraz inżynierii biomateriałów.
2. **Wskaźniki bibliometryczne** Habilitantki (łączny IF cyklu > 42, wysoka liczba cytowań) sytuują Jej dorobek znacznie powyżej przeciętnych wymagań stawianych kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych.
3. **Kierowanie prestiżowym grantem NCN SONATA 15**, odbycie wartościowych staży zagranicznych (m.in. Versailles, Granada) oraz wiodący udział autorski w pracach cyklu (pierwszy autor we wszystkich pracach) stanowią niezaprzeczalny dowód ukształtowania się dr Fandzloch jako w pełni samodzielnego, dojrzałego i twórczego lidera naukowego.

AR



4. **Osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne** w pełni dopełniają wizerunek Habilitantki jako wartościowego pracownika naukowo-dydaktycznego polskiego systemu szkolnictwa wyższego i nauki.

Biorąc pod uwagę powyższe argumenty, stwierdzam z pełnym przekonaniem, że **dr Marzena Krystyna Fandzloch** spełnia z nawiązką wszystkie wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). W związku z tym stawiam jednoznaczny wniosek do Komisji Habilitacyjnej oraz Rady Naukowej Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Włodzimierza Trzebiatowskiego Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu o dopuszczenie dr Marzeny Krystyny Fandzloch do kolejnych etapów postępowania habilitacyjnego oraz o nadanie Jej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne.

Aleksandra Radtke