

Poznań, 26.03.2025 r.

**dr hab. inż. Danuta Matykiewicz, prof. PP**

Politechnika Poznańska

Wydział Inżynierii Mechanicznej

Instytut Technologii Materiałów

Zakład Tworzyw Sztucznych

ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań

## **RECENZJA**

Rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. **Martiny Wieczorek**

pt.: „*Wpływ modyfikowanego haloizytu na strukturę i właściwości kompozytów na osnowie wybranych wielkotonazowych polimerów termoplastycznych*”

### **1. Podstawa opracowania recenzji**

Podstawą formalną przygotowania niniejszej recenzji rozprawy doktorskiej, realizowanej na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w dyscyplinie nauki chemiczne, jest zawiadomienie nr 3/NCS.520.2.2025 o wyznaczeniu na Recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora Pani mgr inż. Martinie Wieczorek z dnia 27.01.2025 r. w oparciu o uchwałę Senatu Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich nr 6/501 z dnia 22 stycznia 2025.

### **2. Tematyka i celowość rozprawy**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Martiny Wieczorek dotyczy badań nad wpływem modyfikowanego haloizytu na strukturę i właściwości kompozytów na osnowie wybranych wielkotonazowych polimerów termoplastycznych. W pracy przedstawiono wyniki badań kompozytów polimerowych na osnowach nieplastyfikowanego poli(chloroku winylu) (PVC), polietylenu wysokiej gęstości (HDPE) oraz mieszanin PVC-HDPE, z udziałem modyfikowanego haloizytu (HNT) o różnych formach morfologicznych, wytworzonych metodą ugniatania w plastografometrze Brabendera. Praca swoją tematyką obejmuje modyfikację struktury haloizytu jak również metody wytwarzania polimerowych materiałów kompozytowych. Ze względu na to, iż nowoczesna chemia jest nauką interdyscyplinarną rozprawa wpisuje się zarówno w obszar zagadnień nauk chemicznych jak i przetwórstwa tworzyw sztucznych. W efekcie zrealizowanych prac badawczych poszerzono dotychczasową wiedzę z zakresu metod modyfikacji HNT oraz wytwarzania i właściwości kompozytów polimerowych z tym napełniaczem, napełniaczami hybrydowymi typu HNT/lignina oraz jednoczesnego zastosowania haloizytu i mączki drzewnej jako napełniaczy kompozytów na osnowie PVC i PVC-HDPE.

### 3. Układ rozprawy

Zakres rozprawy stanowi aktualny temat badań naukowych nad możliwością stosowania haloizytu do modyfikacji materiałów polimerowych w celu poprawy ich właściwości termicznych i mechanicznych. Haloizyt jest materiałem mineralnym, którego złoża występują w regionie Dolnego Śląska w Polsce, dlatego też określenie możliwości jego zastosowania do wytwarzania kompozytów polimerowych o korzystnych właściwościach jest istotne. Prace doświadczalne przedstawione w rozprawie doktorskiej zostały wykonane na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Bydgoskiej pod kierunkiem dr hab. inż. Jolanty Tomaszewskiej, profesora uczelni. Badania miały charakter poznawczy, niemniej dzięki analizie wpływu zastosowanej metody modyfikacji na strukturę i właściwości kompozytów polimerowych w odniesieniu do warunków przetwarzania wykazują również aspekty aplikacyjne.

Recenzowaną rozprawę doktorską stanowi praca pisemna powstała w oparciu o zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, która obejmuje 83 strony oraz 110 stron załączników, 11 tabel i 22 rysunki. Rozprawę rozpoczyna pkt.1 w którym przedstawiono wykaz skrótów i oznaczeń użytych w pracy. W pkt.2 obejmującym 20 stron autorka w czterech podrozdziałach pkt. 2.1-2.4 opisuje wiedzę teoretyczną na temat haloizytu oraz polimerów termoplastycznych takich jak poli(chlorek winylu) oraz polietylen, w pkt. 3 zdefiniowała hipotezę i cele badawcze, a w punkcie 4 zaprezentowała zestawienie artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy. W punkcie 5 Doktorantka uzasadniła spójność tematyczną cyklu publikacji rozprawy. Punkt 6 poświęcony jest zastosowanej metodyce badawczej. Obszerną część stanowi punkt 7, w którym Doktorantka omawia wyniki badań własnych przedstawionych w następujących artykułach:

**P1. Martina Wieczorek, Jolanta Tomaszewska, Tomasz Bajda, Jacek Długosz, Effect of Calcinated Halloysite on Structure and Properties of Rigid Poly(Vinyl Chloride) Composites, Chemical and Process Engineering 43, 3, (2022), 383-404, DOI: 10.24425/cpe.2022.142281, pkt. MNiSW 100, IF 0,6.**

**P2. Jolanta Tomaszewska, Martina Wieczorek, Katarzyna Skórczewska, Izabela Kłapiszewska, Krzysztof Lewandowski, Łukasz Kłapiszewski, Preparation, Characterization and Tailoring Properties of Poly(Vinyl Chloride) Composites with the Addition of Functional Halloysite-Lignin Hybrid Materials, Materials 15, 22, (2022), 8102, DOI: 10.3390/ma15228102 pkt.MNiSW 140, IF 3,4.**

**P3. Martina Wieczorek, Tetiana Tatarchuk, Katarzyna Skórczewska, Joanna Szulc, Jolanta Tomaszewska, The Effect of Silanized Halloysite Nanotubes on the Structure of Polyethylene-Based Composite, Materials 17, 13, (2024), 3260, DOI: 10.3390/ma17133260, pkt. MNiSW 140, IF 3,1.**

**P4. Martina Wieczorek, Jolanta Tomaszewska, Poly(Vinyl Chloride) Composites Reinforced with Wood Flour and Calcinated Halloysite Wood Material Science and Engineering, (2024), 1-16, DOI: 10.1080/17480272.2024.2380862, pkt. MNiSW 100, IF 2,2.**

**P5. Martina Wieczorek, Jolanta Tomaszewska, Izabela Kłapiszewska, Influence of Halloysite Nanotubes on Processing, Structural and Thermal Properties of Poly(Vinyl Chloride)/High-density Polyethylene Composites with Wood Flour, Wood Material Science and Engineering,(2024), 1-8, DOI: 10.1080/17480272.2024.2423372, pkt. MNiSW 100, IF 2,2.**

Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach anglojęzycznych o zasięgu międzynarodowym i wskaźniku IF od 0,6 do 3,4 oraz przeszły pełen cykl redakcyjny, z uwzględnieniem recenzji. Cykl publikacji w związku z zastosowaną zbliżoną metodyką badań oraz wybraną metodą przetwórczą, mimo iż dotyczy dwóch typów polimerów stanowi spójną całość. W czterech artykułach Doktorantka jest pierwszym autorem (P1, P3, P4, P5) a w jednym wiodącym autorem. Ponadto w publikacji dwuautorskiej P4 i trójautorskiej P5 w czasopiśmie *Wood Material Science and Engineering* Doktorantka jest autorem korespondencyjnym. We wszystkich publikacjach Doktorantka brała udział i współudział w opracowaniu i rozwoju koncepcji badawczej, planowaniu metodologii i wykonaniu prac badawczych, analizie i interpretacji wyników, weryfikacji oraz zapewnieniu powtarzalności eksperymentów, gromadzeniu i przetwarzaniu danych badawczych, zastosowaniu metod statystycznych do analizy danych, przygotowaniu odpowiedniej formy prezentacji danych, opracowaniu publikacji wraz z przeglądem literatury oraz współredagowaniu odpowiedzi na recenzję i ostatecznej wersji publikacji. Potwierdza to znaczący i wiodący udział Doktorantki w przygotowaniu tych prac naukowych.

Praca została przygotowana w formie przewodnika odnoszącego się do publikacji, jednak dzięki dogłębnej analizie literatury oraz odniesieniu do obecnego stanu techniki stanowi ona wartościowe opracowanie pozwalające na szerszą analizę rozpatrywanych zagadnień. W pkt. 7 do omówienia wyników badań wpływu haloizytu na właściwości przetwórcze, strukturalne, termiczne i mechaniczne wytypowano wyłącznie kompozyty z jedną zawartością napełniacza. Wybór 5% stężenia uzasadniono faktem, że powyżej tej ilości haloizytu w osnowie polimerowej występuje wyższe ryzyko jego aglomeryzacji, co może być przyczyną istotnego pogorszenia właściwości. Ponadto, wybór 5% zawartości napełniacza haloizytowego w różnych formach (pochodzenie, wielkość cząstek) umożliwił całościowe porównanie właściwości kompozytów zaprezentowanych we wszystkich publikacjach. W rozprawie Doktorantka powołuje się na 150 pozycji literaturowych pochodzących z bieżącej literatury światowej. Świadczy to o dokładnym poznaniu tematu pracy oraz zaangażowaniu autorki w wyjaśnienie zagadnień opisywanych w rozprawie. Również zaprezentowanie w sposób graficzny liczby publikacji naukowych z ostatnich 10 lat na temat kompozytów na osnowie wybranych tworzyw termoplastycznych z udziałem haloizytu na rys. 3 i kompozytów z udziałem haloizytu na osnowie dwóch różnych odmian polietylenu na rys. 5 potwierdza wykonanie wnikliwej analizy literatury tematu.

Praca zakończona jest podsumowaniem przeprowadzonych badań oraz wnioskami (pkt.8), następnie zamieszczono spis literatury, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz dorobek naukowy autorki rozprawy. Załączniki do pracy zawierają kopie artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji, oświadczenia autora rozprawy doktorskiej i współautorów artykułów naukowych. Przedstawiony układ rozprawy mieści się w kryteriach stawianych pracom naukowym w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych. We wszystkich publikacjach zacytowanych zostało łącznie 365 pozycji literaturowych, część się powtarza ze względu na przedstawioną w nich zbliżoną tematykę.

Niewątpliwie prezentowana rozprawa, przygotowana w języku polskim, stanowić będzie cenne źródło wiedzy oraz wartościową pozycję literaturową. Należy podkreślić, że w przyszłości może być podstawą do przygotowania podobnej pracy przeglądowej

podsumowującej osiągnięcia Doktorantki oraz całego zespołu Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Bydgoskiej w zakresie badań nad możliwościami zastosowania haloizytu jako modyfikatora poli(chlorku winylu) oraz polietylenu.

#### 4. Ocena merytoryczna rozprawy

Wielkotonażowe polimery termoplastyczne takie jak polietylen i poli(chlorek winylu), mogą z powodzeniem stanowić osnowę kompozytów polimerowych, znajdujących zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Haloizyt jest materiałem mineralnym, który ze względu na swoje korzystne właściwości sorpcyjne, zdolność do wymiany jonowej, biokompatybilność i odporność termiczną, stanowi alternatywę dla powszechnie stosowanych nanorurek węglowych. Dlatego też podjęte w prezentowanych publikacjach badania i interpretacja ich wyników mają istotne znaczenie poznawcze. W oparciu o przegląd literatury Doktorantka określiła następujące aspekty nowości:

- zastosowanie kalcynowanego haloizytu oraz napełniacza hybrydowego nanorurki haloizytowe/lignina do modyfikacji nieplastyfikowanego poli(chlorku winylu),
- zastosowanie kalcynowanych nanorurek haloizytowych do modyfikacji kompozytów z napełniaczem drzewnym na osnowie nieplastyfikowanego PVC oraz na osnowie mieszaniny dwóch wielkotonażowych polimerów tj. PVC i HDPE,
- modyfikacja chemiczna nanorurek haloizytowych z zastosowaniem heksametylodisilazanu (HMDS) i zastosowanie tak zmodyfikowanego materiału jako napełniacza HDPE.

Badania miały charakter poznawczy jak również sformułowano wnioski o charakterze użytkowym. Jednym z ważniejszych rezultatów prac jest potwierdzenie, że haloizyt z kopalni Dunino może być stosowany jako napełniacz mieszanek PVC do produkcji nowego tworzywa o korzystnych właściwościach użytkowych, a kalcynacja haloizytu wpływa na poprawę jego kompatybilności z osnową PVC. Ponadto udowodniono korzystny wpływ ligniny jako składnika napełniacza hybrydowego w układzie z haloizytem na właściwości nieplastyfikowanego PVC, co stanowi przesłankę do dalszych badań nad wykorzystaniem odpadowej biomasy lignocelulozowej do wytwarzania napełniaczy hybrydowych. Uzasadniono także możliwość jednoczesnego zastosowania mączki drzewnej i haloizytu jako napełniaczy kompozytów na osnowie PVC i PVC–HDPE o korzystnych właściwościach przetwórczych i użytkowych. Potwierdzono również pozytywny wpływ silanizacji haloizytu na właściwości strukturalne kompozytów z osnową HDPE co stanowi uzasadnienie do dalszych badań nad tymi materiałami.

Podsumowując stwierdzam, że w rozprawie doktorskiej przedstawiono oryginalne wyniki badań nad zastosowaniem haloizytu jako modyfikatora materiałów polimerowych. Zrealizowano wszystkie założone cele badawcze związane z oceną wpływu dodatku haloizytu na strukturę i właściwości kompozytów na osnowie PVC i HDPE, a wyniki stanowią nowość naukową

## 5. Dyskusja i uwagi krytyczne

Rozprawa przygotowana jest w sposób staranny i poprawny językowo, niemniej pojawiają się nieliczne błędy literowe oraz stylistyczne, mogące wynikać prawdopodobnie z tłumaczenia z języka angielskiego.

### Uwagi ogólne:

W całym tekście należałoby ujednoczyć czas, w którym opisuje się zarejestrowane wyniki np. czy coś „wpływa” czy „wpłynęło”.

### Uwagi do pkt 2.:

- str. 7, pkt 2.1. W zdaniu: „Haloizyt jest minerałem ilastym zaliczanym do gromady krzemianów warstwowych.” użyto słowa „gromada”, które odnosi się do systematyki zwierząt bardziej odpowiednim określeniem byłoby „do grupy”, jak to opisano w dalszej części tekstu.
- str. 8, pkt. 2.1.2. W tekście pojawia się sformułowanie „wysoka powierzchnia właściwa”. Parametr „powierzchnia właściwa” jest skalarny i podawany najczęściej w jednostkach  $m^2/g$ , dlatego też poprawniej było by opisać „duża powierzchnia właściwa”.
- Rozdział 2.1.3 pt. „Cel i metody modyfikacji nanorurek haloizytowych” zawiera dużo cennych informacji dotyczących metod modyfikacji nanorurek haloizytowych. Jednak ze względu na szyk zdań i dość skromne opisanie szczegółów modyfikacji jest trudny dla czytelnika. W kontekście tematu pracy bardziej wymagana byłaby dogłębna charakterystyka metodyki modyfikacji haloizytu.
- str. 9, pkt. 2.1.3. W zdaniu: „Modyfikacja haloizytu polega na wprowadzeniu dodatkowych grup funkcyjnych poprzez utworzenie sił van der Waalsa, wiązań wodorowych (interkalację) i przyciągania elektrostatycznego chemiczna natomiast prowadzi do utworzenia wiązań kowalencyjnych pomiędzy powierzchnią nanorurki, a substancją modyfikującą.” brakuje przecinka lub podziału na modyfikację fizyczną i chemiczną, przypuszczam, że to autorka miała na myśli.
- str. 9, pkt. 2.1.3. Zdanie: „Do modyfikacji obu powierzchni stosuje się generalnie takie same substancje, z jednym wyjątkiem gdzie do wewnętrznej powierzchni stosowane są kwasy, natomiast do zewnętrznej-alkalia.” wymaga wyjaśnienia, dlaczego do modyfikacji wewnętrznej powierzchni stosuje się kwasy, a do modyfikacji zewnętrznej powierzchni związki zasadowe.
- str. 10, pkt. 2.1.3. Zdanie: „Opracowano metodę efektywnego wprowadzania grup funkcyjnych silanu, którą poprzedza operacja obejmująca aktywację nanorurek alkaliom w celu zwiększenia średnicy wewnętrznej i ilości grup hydroksylowych na ich powierzchni zewnętrznej” w odniesieniu do poprzednich informacji nie daje czytelnikowi jasnego wyjaśnienia, wręcz przedstawia odmienne postępowanie.
- str. 10, pkt. 2.1.3. Zdanie: „Modyfikacja fizyczna haloizytu jest metodą znacznie łatwiejszą do przeprowadzenia, natomiast należy pamiętać, że prowadzi do otrzymania haloizytu o niższej stabilności termicznej w porównaniu do tego, otrzymanego metodą kowalencyjnego

szczepienia.” wymaga uzupełnienia o konkretne wartości temperatury określającej stabilność termiczną modyfikowanego haloizytu.

- str. 10, pkt. 2.1.3. W zdaniu: „Doskonałą stabilnością strukturalną charakteryzują się nanocząstki srebra wprowadzone do haloizytu z wykorzystaniem N-acetylo-L-cysteiny modyfikowanej nanocząstkami srebra (Ag NPs) poprzez oddziaływania elektrostatyczne z wewnętrzną powierzchnią minerału” autorka użyła zwrotu „doskonała stabilność strukturalna”, wymaga to wyjaśnienia co autorka chciała przekazać w kontekście typu zastosowanej modyfikacji.
- str. 10, pkt. 2.1.3. W odniesieniu do zdania: „Jedną z łatwych do przeprowadzenia metod dehydroksylacji powierzchni nanorurek haloizytowych jest kalcynacja. Proces prowadzi się w zakresie temperatury 400-120°C; w temperaturze 500-800°C przebiega dehydroksylacja powierzchni natomiast w temperaturze powyżej 800°C dochodzi do znacznych zmian morfologicznych materiału” należałoby wyjaśnić co oznaczają znaczne zmiany morfologiczne materiału.
- str. 14, pkt. 2.3.3. Zdanie: „Suszenie nanorurek haloizytowych przed wprowadzeniem do osnowy polimerowej jest pierwszym etapem związanym z przygotowaniem kompozytów PVC/HNT”, proszę o wyjaśnienie, dlaczego proces suszenia nanorurek haloizytowych jest tak istotny.
- Tabela 1, w której zestawiono właściwości kompozytów PVC/HNT, stanowi cenne źródło informacji o metodach modyfikacji PVC. Niemniej jednak stosowane w niej pojęcie „korzystna dyspersja” powinno zostać wcześniej zdefiniowane, aby czytelnik wiedział, co dokładnie oznacza. Również prezentacja graficzna tabeli jest trudna w odbiorze ze względu na fakt, iż nagłówki kolumn są tylko na str. 16, a tabela zawarta jest na str.16-20 .
- Na str. 22 brak wyjaśnienia skrótu LLDPE.
- Tabela 2, w której zestawiono metody modyfikacji i przetwórstwa oraz właściwości kompozytów HDPE/HNT, stanowi cenne źródło informacji. Niemniej jednak stosowane w niej pojęcie „prawie dwukrotnie wyższe wartości odkształcenia” powinno określać, o jakie odkształcenie chodzi.

#### Uwagi do pkt. 5:

- Na str. 30 w zdaniach:  
„Kompozyty PVC przygotowano metodą mieszania w stanie stopionym, a zawartość napełniacza wynosiła do 10% wag. Na podstawie wyników badań plastografometrycznych stwierdzono skrócenie czasu uplastyczniania i jednoczesny wzrost maksymalnego momentu obrotowego wraz z zawartością napełniacza, szczególnie istotny w przypadku haloizytu kalcynowanego” oraz  
„Po wprowadzeniu HNT do osnowy z dominującym udziałem PVC i mączką drzewną zarejestrowano wzrost maksymalnego momentu obrotowego i jednocześnie skrócenie czasu żelowania kompozytów”  
określenie wzrost maksymalnego momentu obrotowego powinno odnosić się do konkretnego urządzenia przetwórczego, na którym zarejestrowano ten wzrost. Kompozyt nie wykazuje momentu obrotowego.

- Na str. 30 w zdaniu „Zastosowanie zarówno napełniacza surowego jak i kalcynowanego wpłynęło na wzrost sztywności, twardości, temperatury mięknięcia Vicata i temperatury ugięcia pod obciążeniem” pojęcie surowy powinno zostać zastąpione określeniem „niemodyfikowany”. W całej rozprawie pojęcie „surowy” w odniesieniu do napełniacza jest dyskusyjne.

#### Uwagi do pkt. 6:

- Tabela 4. gdzie przedstawiono udział wagowy napełniaczy i polimerów stosowanych do przygotowania poszczególnych kompozytów jest istotna i poprawnie wykonana niemniej jednak jej graficzna prezentacja jest trudna w odbiorze ze względu na fakt, iż nagłówki kolumn są tylko na str. 34, a tabela zawarta jest na str.34-38. Dobrym uzupełnieniem jest Rys. 7. gdzie przedstawiono schematycznie rodzaje materiałów będących przedmiotem publikacji.

#### Uwagi do pkt. 7 i 8:

- str. 41. Co oznacza sformułowanie „dominująca forma morfologiczna w postaci nanorurek”. Czy można to pojęcie odnieść do jakiejś wartości np. % zawartości nanorurek w haloizycie.
- str. 42. Czy opisywane „zmniejszenie wielkości aglomeratów” w wyniku obróbki cieplnej widoczne na rysunku 9 można opisać liczbowo, tak jak dla rysunku 10.
- str. 43. Brak odniesienia uzyskanych wyników procesu kalcynacji do danych z literatury.
- str. 44. Dyskusja wyników o efektywności przeprowadzonej silanizacji powinna zostać poparta odniesieniem do literatury.
- str. 46 i 47. Pojęcie „Najwyższą wartość momentu obrotowego zarejestrowano dla kompozytu” jest dyskusyjne, korzystniej byłoby napisać wartość momentu obrotowego zarejestrowana podczas przetwarzania kompozytu. Dalej również pojawia się zwrot „Wartość maksymalnego momentu obrotowego kompozytu”
- str. 47. Zapis czasu 4,8 minuty czy 2,7 minuty przejrzyściej byłoby przedstawić w sekundach lub minutach i sekundach.
- str. 51. Brak spacji lub myślnika w zapisie PVCHDPE.
- str. 52 i str. 54. Jak można opisać oddziaływanie pomiędzy silanizowanym haloizytem a polimerem oraz haloizytem i ligniną.
- str. 58. Dyskutowane zmiany temperatury zeszklenia warto by poprzeć odniesieniami do danych z literatury zarejestrowanych dla podobnych materiałów.
- str. 59. Przedstawiona tabela 9 nie została wspomniana w tekście w żadnym miejscu, nie jest też jasne co oznaczają liczby w nawiasach zaprezentowane w tabeli 9.
- str. 60. Podczas omawiania etapów degradacji obserwowanych w trakcie testu TGA pomocne byłoby pokazanie krzywych DTG (pierwsza pochodna z krzywych TGA).
- str. 67. We wnioskach również pojawia się sformułowanie „nieznaczny wzrost momentu obrotowego kompozytów”.

Przedstawione uwagi krytyczne nie obniżają znacząco wartości merytorycznej recenzowanej rozprawy, ale zwracają uwagę na konieczność zachowania większej uważności podczas redagowania pracy oraz wnikliwości nad interpretacją uzyskanych wyników. Doktorantka odpowiednio wykonała i opisała wyniki prac doświadczalnych w przedstawionych publikacjach oraz podsumowała zrealizowane działania badawcze, cechujące się odpowiednim poziomem naukowym. Postawiona w pracy hipoteza została zweryfikowana poprawnie. Dokonano oceny wpływu typu przeprowadzonej modyfikacji haloizytu, jego zawartości w osnowie polimerowej oraz obecności napełniaczy pochodzenia roślinnego na właściwości kompozytów poli(chlorku winylu) i polietylenu wysokiej gęstości. Omówione w ramach rozprawy doktorskiej wyniki mogą stanowić podstawę do dalszych badań nad modyfikacją haloizytu jako napełniacza PVC i HDPE, stosowanego także w obecności napełniaczy roślinnych. Wytwarzanie kompozytów polimerowych z zastosowaniem napełniaczy naturalnych jest korzystne z punktu widzenia gospodarki o obiegu zamkniętym. Znaczącym rezultatem przedstawionym w pracy było przeprowadzenie i opisanie skutecznej modyfikacji powierzchni haloizytu metodą kalcynacji i silanizacji oraz uzyskanie poprawy oddziaływań na granicy faz polimer-napełniacz.

## 6. Podsumowanie

Cel pracy określony i zdefiniowany w recenzowanej rozprawie został w pełni osiągnięty przez Doktorantkę, która wykazała się znajomością zagadnień z różnych obszarów nauki, zarówno nauk chemicznych, przetwórstwa polimerów, zastosowania zaawansowanych metod analizy strukturalnej oraz właściwości termicznych i mechanicznych materiałów, jak również przygotowana jest do prowadzenia badań naukowych na dalszych etapach kariery.

Podsumowując stwierdzam, że będąca przedmiotem niniejszej recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Martyny Wieczorek pt. „*Wpływ modyfikowanego haloizytu na strukturę i właściwości kompozytów na osnowie wybranych wielkotonazowych polimerów termoplastycznych*” **spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim** wynikające z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t. j. Dz. U. z 2024 poz. 1571). W związku z powyższym **wnoszę o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie** Pani mgr inż. Martyny Wieczorek do dalszych etapów przewodu doktorskiego, w tym publicznej obrony.

Ponadto mając na uwadze wysoki poziom naukowy przeprowadzonych prac badawczych i znaczący wkład w rozwój dyscypliny nauk chemicznych wynikający z interdyscyplinarnego podejścia, wnoszę o wyróżnienie pracy.

Danuta Matykiewicz

dr hab. inż. Danuta Matykiewicz, prof. PP