

prof. dr hab. Kazimierz Szymański
Politechnika Koszalińska
Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska
i Geodezji
ul. Śniadeckich 2
75-453 Koszalin

Koszalin, 03.03.2023

RECENZJA

w postępowaniu habilitacyjnym

dr Beaty Szczepanik

1. Informacje wstępne

Rada Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej, zgodnie z art. 2019 ust. 1 pkt 2 ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022r. poz. 574, z późn. zm.) podjęła uchwałę w dniu 19.10.2022, w sprawie wszczęcia postępowania o nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego dr Beacie Szczepanik w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Została również ukonstytuowana komisja habilitacyjna, w skład której jako recenzenta, powołano moją osobę (prof. dr hab. Kazimierz Szymański)

Kandydatka nie ubiegała się wcześniej o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego. Wykonawca recenzji oświadcza, że nie jest współautorem prac naukowych Kandydatki do stopnia naukowego doktora habilitowanego, nie uczestniczył, ani nie uczestniczy wspólnie z Kandydatką w zespołach badawczych realizujących projekty finansowe w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, nie prowadził wspólnie z Kandydatką prac naukowych w instytucjach naukowych, nie sporządzał recenzji w innych postępowaniach o awans naukowy oraz nie pełnił funkcji promotora lub promotora pomocniczego w tych postępowaniach.

W związku ze zleconą mi do opracowania recenzją Rada Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej przekazała mi następujące dokumenty w tym:

- pismo przewodnie Rady Dyscypliny w sprawie powołania na recenzenta,
- odpis dyplomu Habilitantki o uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk chemicznych,
- wniosek z dnia 12.10.2022 r o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego za pośrednictwem rady Doskonałości Naukowej
- autoreferat,
- monografię pt. " *Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej*"
- fotokopie 9 artykułów wykorzystanych do opracowania monografii,
- wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- nośnik elektroniczny zawierający podstawowe dokumenty Habilitantki w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego,
- umowy o dzieło na wykonanie recenzji.

2. Podstawowe dane o Habilitantce

2.1. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- magister chemii

Instytut Chemii, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Jana Kochanowskiego w Kielcach, 1988

- doktor nauk chemicznych w zakresie chemii

Wydział Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 1998

Tytuł rozprawy: *Fotochemia p-chloroaniliny i jej N-metylowych pochodnych*

2.2.. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu Habilitantki w jednostkach naukowych.

1988 - staż w Instytucie Chemii, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Wyższa Szkoła Pedagogiczna im. Jana Kochanowskiego w Kielcach.

1989 - 1998 – asystent, Zakład Fizyki Chemicznej, Instytut Chemii, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Wyższa Szkoła Pedagogiczna im. Jana Kochanowskiego w Kielcach.

1998 - 1999 – starszy wykładowca, Zakład Fizyki Chemicznej, Instytut Chemii, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Wyższa Szkoła Pedagogiczna im. Jana Kochanowskiego w Kielcach.

Od 1999 – adiunkt, Zakład Fizyki Chemicznej, Instytut Chemii, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Uniwersytet im. Jana Kochanowskiego w Kielcach.

2000 - 2002 – urlop macierzyński i wychowawczy.

W latach 2010 - 2014 urlop zdrowotny

2018 – 2020 – asystent, Zakład Chemii Fizycznej i Teoretycznej, Instytut Chemii, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet im. Jana Kochanowskiego w Kielcach.

Od 2020 – adiunkt, Zakład Chemii Fizycznej i Teoretycznej, Instytut Chemii, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet im. Jana Kochanowskiego w Kielcach.

3. Omówienie osiągnięć, o których mowa a art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.):

3.1, Tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej

3.2. Autor, tytuł publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa

Monografia

Beata Szczepanik *Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej*
Wydawnictwo Uniwersytetu im. Jana Kochanowskiego, Kielce 2021 ISBN 978-83-7133-910-3,
doi: 10.25951/4341

Punktacja zgodnie z listą wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe na podstawie Komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 22 lipca 2021 r. w sprawie wykazu wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe - 80 pkt

Publikacje wykorzystane do opracowania monografii:

1. Szczepanik B., Słomkiewicz P., Garnuszek M., Czech K. *Adsorption of chloroanilines from aqueous solutions on the modified halloysite*. Applied Clay Science 101, 2014, 260-264

$IF_{(2014)} = 2,467$ $IF_{(5-year)} = 3,071$ punkty MNiSW₍₂₀₁₄₎ = 35

2. Szczepanik B., Słomkiewicz P., Garnuszek M., Czech K., Banaś D., Kubala-Kukuś A., Stabrawa I. *The effect of chemical modification on the physico-chemical characteristics of halloysite: FTIR, XRF, and XRD studies*. Journal of Molecular Structure 1084, 2015, 16–22

IF₍₂₀₁₅₎ = 1,78 IF_(5-year) = 1,86 punkty MNiSW₍₂₀₁₅₎ = 20, cytowania 72

3. Szczepanik B., Słomkiewicz P., Garnuszek M., Rogala P., Banaś D., Kubala-Kukuś A., Stabrawa I. *Effect of temperature on halloysite acid treatment for efficient chloroaniline removal from aqueous solutions*. Clays and Clay Minerals 65, 2017, 155–167

IF₍₂₀₁₇₎ = 1,825 IF_(5-year) = 1,941 punkty MNiSW₍₂₀₁₇₎ = 20, cytowania 9

4. Szczepanik B., Rędzia N., Frydel L., Słomkiewicz P., Kołbus A., Styszko K., Dziok T., Samojeden B., *Synthesis and Characterization of Halloysite/Carbon Nanocomposites for Enhanced NSAIDs Adsorption from Water*. Materials 12, 2019, 3754 IF₍₂₀₁₉₎ = 3,623 IF_(5-year) = 3,920 pkt MNiSW₍₂₀₁₉₎ = 140, cytowania 4

5. Szczepanik B., Banaś D., Kubala-Kukuś A., Szary K., Słomkiewicz P., Rędzia N., Frydel L., *Surface Properties of Halloysite-Carbon Nanocomposites and Their Application for Adsorption of Paracetamol*, Materials 13, 2020, 5647

IF₍₂₀₂₀₎ = 3,623 IF_(5-year) = 3,920 punkty MNiSW₍₂₀₂₀₎ = 140 cytowania 3

6. Szczepanik B., Słomkiewicz P. *Photodegradation of aniline in water in the presence of chemically activated halloysite*. Applied Clay Science 124–125, 2016, 31–38

IF₍₂₀₁₆₎ = 3,101 IF_(5-year) = 3,551 punkty MNiSW₍₂₀₁₆₎ = 35, cytowania 43

7. Szczepanik B., Rogala P., Słomkiewicz P.M., Banaś D., Kubala-Kukuś A., Stabrawa I. *Synthesis, characterization and photocatalytic activity of TiO₂-halloysite and Fe₂O₃-halloysite nanocomposites for photodegradation of chloroanilines in water*. Applied Clay Science 149, 2017, 118–126

IF₍₂₀₁₇₎ = 3,641 IF_(5-year) = 3,839 punkty MNiSW₍₂₀₁₇₎ = 35, cytowania 33

8. Szczepanik B. *Photocatalytic degradation of organic contaminants over clay-TiO₂ nanocomposites: A review*. Applied Clay Science 141, 2017, 227–239 IF₍₂₀₁₇₎ = 3,641 IF_(5-year) = 3,839 punkty MNiSW₍₂₀₁₇₎ = 35, cytowania 144

9. Szczepanik B., Słomkiewicz P., Wideł D., Czaplicka M., Frydel L., *Kinetics and Mechanism of Aniline and Chloroanilines Degradation Photocatalyzed by Halloysite-TiO₂ and Halloysite-Fe₂O₃ Nanocomposites*, Catalysts 2021, 11, 1548.

IF = 4,146 IF_(5-year) = 4,399 punkty MNiSW₍₂₀₁₇₎ = 100 cytowania 1

Sumaryczny IF wymienionych publikacji 1-9 według bazy JCR = 27,847

Sumaryczna wartość punktów MNiSW dla monografii i publikacji 1-9 = 640

Liczba cytowań publikacji 1-9 (bez autocytowań) = 336

4. Omówienie najważniejszych osiągnięć zawartych w pracach stanowiących podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

Podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego stanowi rozprawa habilitacyjna p.t. "Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej", która zawiera badania przedstawione w formie monografii. Do jej przygotowania Habilitantka wykorzystowała cykl 9 monotematycznych publikacji. Stanowią one oryginalne badania dotyczące otrzymywania adsorbentów i fotokatalizatorów haloizytowych oraz oceny ich zastosowania do usuwania pochodnych aniliny i wybranych farmaceutyków ze środowiska wodnego w procesach adsorpcji i fotokatalizy heterogenicznej. Artykuły te zawierają również zagadnienia dotyczące aktualnego, w tym praktycznego wykorzystania nanokompozytów. Przykładem są tu nanokompozyty syntetyzowane z TiO₂ i minerałów ilastych wykorzystywane do degradacji organicznych zanieczyszczeń obecnych w środowisku naturalnym. Również niektóre prace, które bezpośrednio nie zostały wykorzystane do opracowania monografii, stanowią ważną część badań Habilitantki,

Habilitantka w prezentowanej monografii zwraca uwagę na nanomateriały, które znajdują praktyczne zastosowanie w niemal wszystkich dziedzinach życia, w tym w ochronie środowiska.

Jak wynika z przeglądu literatury naukowej, rodzimej i międzynarodowej, do wód naturalnych przedostaje się coraz więcej zanieczyszczeń wraz ze ściekami przemysłowymi, gospodarczymi, z wodami opadowymi oraz ze spływami powierzchniowymi z obszarów użytkowanych rolniczo. Obecne w nich zanieczyszczenia, a szczególnie organiczne, stanowią poważne zagrożenie dla tego środowiska ze względu na ich toksyczność, potencjalne działanie rakotwórcze oraz niską naturalną biodegradowalność. Habilitantka w monografii wskazuje na toksyczne pestycydy, nawozy, a też węglowodory w tym pochodne fenoli i amin aromatycznych, plastyfikatory, bifenyle, detergenty, oleje, smary oraz farmaceutyki. Do tej grupy zalicza anilinę i jej chlorowe pochodne, które są związkami toksycznymi i potencjalnie rakotwórczymi, o niskiej naturalnej biodegradowalności. Wykorzystuje się je przy produkcji barwników, pestycydów, środków bakteriobójczych, farmaceutyków oraz produktów kosmetycznych. Do środowiska naturalnego trafiają w postaci ścieków przemysłowych i komunalnych oraz w wyniku procesów biodegradacji herbicydów fenylo-mocznikowych i fenylokarbaminianowych. Inną grupę stanowią związki organiczne pochodzące ze środków do higieny osobistej lub farmaceutyków, które identyfikuje się w śladowych ilościach w wodach naturalnych. Takie związki zalicza się do nowo pojawiających się zanieczyszczeń, tzw. *emerging contaminants*. Nie są one powszechnie monitorowane w środowisku, jednakże mogą powodować niekorzystne skutki ekologiczne i wpływać negatywnie na ludzkie zdrowie. Produkty farmaceutyczne i higieny osobistej (PPCPs, ang. *pharmaceutical and personal care products*) coraz częściej wykrywa się w wodach powierzchniowych i ściekach w zakresie stężeń od ng/dm^3 do $\mu\text{g/dm}^3$. PPCPs są niebezpieczne nawet przy bardzo niskich poziomach stężeń ze względu na duży wpływ na organizmy żywe i ich wysoką trwałość w środowisku. Przykładowo niesteroidowe leki przeciwzapalne (NLPZ) stanowią zróżnicowaną grupę związków organicznych o działaniu przeciwbólowym, przeciwzapalnym oraz przeciwgorączkowym. Do szeroko stosowanych NLPZ należą ibuprofen, ketoprofen, naproksen, diklofenak, paracetamol i kwas acetylosalicylowy. NLPZ należą do najczęściej wykrywanych farmaceutyków w środowisku wodnym ze względu na ich bardzo dużą konsumpcję oraz nieprzestrzeganie procedur utylizacji leków. Znajduje się je w ściekach, osadach, wodach naturalnych, wodzie pitnej i wodach gruntowych. Organiczne zanieczyszczenia wody i ich produkty biotransformacji mają tendencję do bioakumulacji i mogą powodować znaczące konsekwencje dla całych ekosystemów.

Powszechnie stosuje się różne procesy technologiczne w celu usunięcia z wody zanieczyszczeń organicznych, m.in.: wymianę jonową, koagulację chemiczną, techniki membranowe, adsorpcję oraz bioremediację. Wśród tych metod adsorpcja z wykorzystaniem różnorodnych nanomateriałów jest przyjazną dla środowiska i obiecującą technologią ze względu na potencjalne zastosowanie do usuwania toksycznych zanieczyszczeń obecnych w powietrzu, glebie i wodzie. Metoda ta ma wiele zalet jak: niski koszt produkcji, prostą niezbyt skomplikowaną aparaturę oraz brak produktów ubocznych, często o nieznanej toksyczności.

Konwencjonalne techniki oczyszczania wody są mało skuteczne w przypadku niektórych zanieczyszczeń organicznych. Stąd coraz większą uwagę poświęca się takim metodom, jak procesy zaawansowanego utleniania AOP (ang. *advanced oxidation processes*). Zaliczana do tych procesów fotokataliza heterogeniczna ma coraz częściej zastosowanie jako metoda umożliwiająca degradację większości zanieczyszczeń organicznych. Oczyszczanie wody w procesie adsorpcji lub fotokatalizy heterogenicznej zależy przede wszystkim od właściwości fizykochemicznych użytego adsorbentu lub fotokatalizatora. Otrzymywanie nowych nanomateriałów, które mogą być zastosowane w procesach adsorpcji lub fotokatalizy heterogenicznej, często wiąże się z przeprowadzaniem skomplikowanych syntez, wysokimi kosztami odczynników i aparatury. Dlatego też obserwuje się rosnące zainteresowanie materiałami typu *low-cost*, głównie pochodzenia naturalnego. Do tej grupy należą m.in. minerały ilaste, materiały krzemionkowe oraz naturalne zeolity. Wśród minerałów ilastych wyróżnia się haloizyt – minerał glinokrzemianowy o naturalnej budowie nanorurkowej. Nanostruktury haloizytu, jako produktu powstającego z wietrzenia glinokrzemianów. Nanorurki haloizytowe, podobne do nanorurek węglowych, są obiektem szczególnego zainteresowania ze względu na takie cechy, jak biodegradowalność czy biokompatybilność. Nanomateriał haloizytowy łatwo ulega modyfikacjom, które pozwalają na szerokie zastosowanie go we współczesnych technologiach ochrony środowiska.

Biorąc pod uwagę szerokie możliwości wykorzystania naturalnego nanomateriału, jak haloizyt, charakteryzującego się unikalnymi właściwościami fizykochemicznymi, swoje badania naukowe Habilitantka ukierunkowała na możliwość wykorzystania tego materiału do usuwania zanieczyszczeń organicznych ze środowiska wodnego w procesach adsorpcji i fotokatalizy heterogenicznej. Do badań wybrała anilinę i jej pochodne, jako modelowe zanieczyszczenia wody. Należą one do związków toksycznych i potencjalnie rakotwórczych i powszechnie

występujących w różnego rodzaju ściekach przemysłowych. Niesterooidowe leki przeciwzapalne należą do nowo pojawiających się zanieczyszczeń, których usuwanie staje się obecnie istotnym problemem w inżynierii środowiska. W przypadku usuwania pochodnych chlorowych aniliny z roztworów wodnych stosuje się zazwyczaj różne adsorbenty w tym kaolinit i montmorylonit a też węgiel aktywny, adsorbenty polimerowe oraz adsorbenty z materiałów odpadowych. Przeciwwagą jest zastosowanie aktywowanego haloizytu, szczególnie ze względu na jego dostępność oraz prosta metodę aktywacji co decyduje o stosowaniu tego adsorbentu w technologiach ochrony środowiska. Opis tej metody zawiera monografia Habilitantki, która opracowała metodę aktywacji minerału haloizytowego, wykorzystując kwas siarkowy VI o określonym stężeniu, ustaliła temperaturę i czas aktywacji, odpowiednio 40 - 60°C i 0,5 - 6,0 godzin oznaczanych jako H25/80 natomiast surowy minerał jako HS. Możliwe było opisanie tego procesu dla aniliny izotermami, zgodnie z modelem adsorpcji Langumira. Wykazała, że w przypadku wszystkich badanych amin kinetyka adsorpcji przebiega zgodnie z modelem pseudo-drugiego rzędu. Proces ten przebiega dwuetapowo. Pierwszy etap odpowiada adsorpcji na powierzchni zewnętrznej ziarna adsorbentu, natomiast drugi obejmuje powolną adsorpcję, gdzie dyfuzja wewnątrz- cząstkowa jest etapem kontrolującym szybkość całego procesu adsorpcji. Habilitantka zjawiska te opublikowała w poniższych pracach:

- Szczepanik B., Słomkiewicz P., Garnuszek M., Czech K., Banaś D., Kubala-Kukuś A., Stabrawa I. *The effect of chemical modification on the physico-chemical characteristics of halloysite: FTIR, XRF, and XRD studies*. Journal of Molecular Structure 1084, 2015, 16–22 ,
- Szczepanik B., Słomkiewicz P., Garnuszek M., Rogala P., Banaś D., Kubala-Kukuś A., Stabrawa I. *Effect of temperature on halloysite acid treatment for efficient chloroaniline removal from aqueous solutions*. Clays and Clay Minerals 65, 2017, 155–167

Można zauważyć, że korzystała tu z metody badawczej WDXRF, pozwalającej na oznaczenie składu surowego minerału haloizytowego zawierającego m.in. znaczne ilości żelaza (III) - 16% oraz tytanu (IV) - 2,3%. W dominującej obecności występowały tlenki glinu - 37% oraz krzemu - 39,7%. Wyniki badań pozwoliły na opracowanie patentu "Sposób wytwarzania adsorbentu haloizytowego do usuwania 4-chloroaniliny z fazy wodnej " P- Nr22697. Dalsze prace naukowe

Habilitantka poświęciła metodzie otrzymywania, charakterystyki i zastosowania kompozytu haloizytowego - węglowego do usuwania ibuprofenu, ketoprofenu, naproksenu i diklofenaku ze środowiska wodnego. Nanokompozyty haloizytowo-węglowe były tu otrzymywane metodą impregnacji haloizytu roztworem sacharozy jako prekursora węgla o określonym stężeniu i karbonizacji w temperaturze 800°C przez 8 godzin w atmosferze azotu. Badania te prowadzono, korzystając z mikroskopii skaningowej i z analizy powierzchni metodą spektrometrii dyspersyjnej, promieniowania rentgenowskiego (EDS). Procesy te zostały szczegółowo opisane w kolejnej publikacji Habilitantki.

- Szczepanik B., Rędzia N., Frydel L., Słomkiewicz P., Kołbus A., Styszko K., Dziok T., Samojeden B., *Synthesis and Characterization of Halloysite/Carbon Nanocomposites for Enhanced NSAIDs Adsorption from Water*, Materials 12, 2019, 3754

Z prowadzonych badań wynika, że w analizowanym materiale nanokompozytu haloizyt-węgiel, występują grupy funkcyjne O-C=O, C=O, C-O-C, charakterystyczne dla szeregu farmaceutyków. Habilitantka ilustruje ich obecność na czytelnych i dobrze skonstruowanych kolorowych wykresach. Najlepsze dopasowanie danych eksperymentalnych w przypadku stosowania modelu adsorpcji Langumira uzyskała dla ketoprofenu, diklofenaku, naproksenu oraz paracetamolu na adsorbentach H i 30C/H. Okazuje się, że istotny wpływ na te procesy posiada parametr pH roztworu w przypadku czynników kontrolujących proces adsorpcji, słabych elektrolitów organicznych na materiałach węglowych. Korzystając z równania Hendersona-Hasselbalcha możliwe było dokonanie oceny korelacji wartości pK_a oraz pH roztworu. Udowodniła, że w wodzie destylowanej (pH około 6) stężenie cząsteczek w formie zjonizowanej znacząco przewyższa stężenie obojętnych form cząsteczek adsorbatów. Habilitantka podobne rozważania dokonała również dla innych farmaceutyków, uwzględniając możliwość oddziaływań dyspersyjnych układów (sprzężeń) π - π , tworzenia wiązań wodorowych z powierzchniowymi grupami tlenowymi, przykładowo z grupami karboksylowymi lub karbonyłowymi oraz tworzenia kompleksów elektronowo-donorowo-akceptorowych. Z tych prac wynika, że nanokompozyty haloizytowo – węglowe mogą stanowić efektywne adsorbenty niesteroidowych leków przeciwzapalnych, wykazujących się dobrymi właściwościami sorpcyjnymi i mogą być stosowane do usuwania wymienionych wcześniej zanieczyszczeń ze

środowiska wodnego. Prace Habilitantki w tym zakresie stanowią znaczące osiągnięcie naukowe, jednocześnie posiadają wyraźne walory aplikacyjne.

Ważnym osiągnięciem naukowym Habilitantki, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*, są kolejne prace eksperymentalne Habilitantki, które wskazują na możliwości stosowania degradacji fotokatalitycznej, jako nowoczesnej technologii utleniania w procesach oczyszczania powietrza i wody. Metoda ta uznawana jest za przyjazną dla środowiska, wydajną i ekonomicznie uzasadnioną. Nie wymaga dodatkowych nakładów na kolejne substancje chemiczne a procesy prowadzone są w temperaturze otoczenia. Do takich środków zaliczany jest nanoproszek TiO_2 , występujący w postaci anatazu i jednocześnie wykazujący znaczną aktywność fotokatalityczną ze względu na dużą powierzchnię właściwą. Wykorzystanie w procesach nanokompozytów TiO_2 możliwe jest dzięki rozdrobnieniu i unieruchomieniu na powierzchni nośnika, a tym samym zapobiega uwalnianiu nanocząstek do środowiska. Okazuje się, że korzystnymi dla tego typu procesów jest stosowanie minerałów ilastych ze względu na dużą powierzchnię właściwą i objętość porów, stabilność chemiczną, dobre właściwości mechaniczne, dostępność i niską cenę. Do tej grupy Habilitantka zalicza m.in. minerały ilaste: kaolinit, rektoryt, hektoryt, saponit i montmorylonit jako nośniki nanocząstek TiO_2 . Szczegółowo rozwija tę tematykę w poniższej publikacji:

- Szczepanik B. *Photocatalytic degradation of organic contaminants over clay-TiO₂ nanocomposites: A review*. Applied Clay Science 141, 2017, 227–239

Opisuje tu metodykę badań procesów fotokatalitycznych, wskazując, że podczas syntezy kompozytów: minerały ilaste – TiO_2 do strącania nanocząstek TiO_2 stosuje się metodę zol-żel. W tym procesie tym jako prekursor TiO_2 wykorzystuje się alkoholany tytanu(IV), głównie tetraizopropanolan tytanu(IV), a też n-butanolan tytanu(IV) i tert-butanolan tytanu(IV). Haloizyt pozyskiwała z kopalni odkrywkowej "Dunino". Tlenek ten oraz Fe_2O_3 jako fotokatalizatory były już stosowane do degradacji aniliny i jej chlorowych pochodnych. Habilitantka podjęła próbę wykorzystania haloizytu, który zawierał formy tlenkowe tytanu obecne w wymienionym wcześniej materiale. Tym samym podjęła badania wykorzystania formy tlenkowej TiO_2 jako fotokatalizatora w procesie degradacji aniliny, co okazało się bardzo skuteczną metodą i znalazło odzwierciedlenie w poniższej pracy:

- Szczepanik B., Słomkiewicz P. *Photodegradation of aniline in water in the presence of chemically activated halloysite*. Applied Clay Science 124–125, 2016, 31–38

Habilitantka przeprowadziła również syntezę haloizytu - Fe_2O_3 hydrotermalną metodą zol-żel oraz zbadala aktywność fotokatalityczną obu tlenków (Ti i Fe) podczas degradacji aniliny i jej chlorowych pochodnych (Hal - TiO_2 oraz Hal - Fe_2O_3). Wykonała metodą SEM badania tych monokompozytów. W efekcie uzyskała obraz manorurek haloizytu. Różniły się one wielkościami na poziomie nm. Wykonała również badania dyfrakcyjne XRD z których wynikało, że TiO_2 występował w formie anatazu i rutylu, natomiast nanokompozyt Fe_2O_3 w formie hematytu. Wyniki tych badań zostały opublikowane w artykule:

- Szczepanik B., Rogala P., Słomkiewicz P.M., Banaś D., Kubala-Kukuś A., Stabrawa I.
Synthesis, characterization and photocatalytic activity of TiO_2 -halloysite and Fe_2O_3 -halloysite nanocomposites for photodegradation of chloroanilines in water. Applied Clay Science 149, 2017, 118-126

Aspekty aplikacyjne badań Habilitantki najlepiej wyrażają przeprowadzone badania porównawcze. Nanokompozyty haloizytu z tlenkami tytanu(IV) i żelaza(III) były zastosowane jako fotokatalizatory podczas degradacji 2-chloro i 2,6-dichloroaniliny w roztworze naświetlanym promieniowaniem UV po czym porównano ich właściwości w właściwościami fotokatalitycznego działania z aktywnością fotokatalizatorów komercyjnych. Nanokompozyty Hal - TiO_2 i Hal - Fe_2O_3 wykazały, że jako fotokatalizatory są skuteczniejsze od komercyjnych tlenków. Otrzymywane przez Habilitantkę produkty charakteryzowały się wyższymi zdolnościami adsorpcyjnymi w stosunku do komercyjnych na przykładzie aniliny i jej chlorowych pochodnych. Ograniczały też aglomerację cząsteczek tlenków tytanu(IV) i żelaza(III) w roztworze wodnym. Habilitantka dokumentuje bardzo szczegółowo wyniki wielowątkowych własnych i zespołowych badań w poszczególnych publikacjach w których udział Habilitantki wynosi:

- w monografii - 100% udziału,
- w 9. publikacjach - powyżej 60,5 %, i jest pierwszym współautorem.

5. Dane naukometryczne Kandydatki do stopnia naukowego doktora habilitowanego

W okresie przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora nauk chemicznych Habilitantka była współautorem jednego artykułu opublikowanego w *Polish Journal of Chemistry*. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora opublikowała 23 artykuły w tym 13 znajdujących się w bazie JCR. Sumaryczny IF z tego okresu stanowi 54,593, natomiast sumaryczna liczba punktów wg MNiSW wynosi 1005. Habilitantka była też współautorem 5. publikacji z poza bazy JCR. Bogaty dorobek konferencyjny, w liczbie 43, stanowią wystąpienia na krajowych i międzynarodowych konferencjach, jak też wystąpienia z wykładami na forum krajowych 3 referaty w polskich i 1. zagranicznym. Jednostki naukowe (Kraków, Gdańsk i Częstochowa), tematycznie bardzo silnie skojarzonych z inżynierią środowiska, dot. głównie nanokompozytów. Jest współautorką 15 patentów, tematycznie powiązanych z działalnością naukową Habilitantki, w tym z inżynierią środowiska. Była też członkiem komitetu organizacyjnego ogólnopolskiej konferencji naukowej "Zastosowanie haloizytu w technologiach ochrony środowiska" na Uniwersytecie Humanistyczno-Przyrodniczym im. Jana Kochanowskiego w Kielcach. Była również w latach 2009 - 2012 wykonawcą projektu MNiSW pt. Synteza oraz adsorpcyjne, chromatograficzne i spektroskopowe badania właściwości adsorpcyjnych nowych nanoporowatych materiałów węglowych (NN 204154836). Z realizacji tego projektu powstało 5 publikacji w tym 4 projekty finansowane przez MNiSW, Inkubator Innowacyjności oraz grant Rektora Uniwersytetu im. Jana Kochanowskiego w Kielcach. Odbyla wielomiesięczne staże naukowe w: Uniwersytecie Wiedeńskim (Instytut Chemii Teoretycznej i Radiacyjnej - współpraca dwuletnia), Berlinie (Instytut Chemii Uniwersytetu Humbolda - współpraca w latach 2003-2006), oraz w Politechnice Śląskiej. Współpracowała z prof. Zygfrydem Witkiewiczem z WAT w Warszawie, wieloletnim przewodniczącym sekcji odpadowej Komitetu Chemii Analitycznej PAN. W ramach własnych zainteresowań naukowych współpracowała z prof. Marianną Czaplicką z Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze. Badania prowadziła również we współpracy z prof. Katarzyną Styszko z AGH w Krakowie z Katedry Chemii Węgla i Nauk o Środowisku. Wszystkie kontakty naukowe z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi procentowały w postaci wspólnych publikacji. Recenzowała 87 artykułów dla znaczących czasopism naukowych.

Reasumując, dorobek naukowy dr Beaty Szczepanik, na podstawie bazy Web of Science, przedstawia się następująco:

Impact factor - 54,593,

Liczba cytowań publikacji, bez autocytowań - 479,

Indeks Hirscha - 11,

Sumaryczna liczba punktów wg kryterium MNiSW - 1005.

6. Publikacje Habilitantki w wybranych czasopismach

Habilitantka publikowała swój dorobek naukowy głównie w czasopismach:

- Applied Clay Science,
- Journal of Molecular Structure,
- Clays and Clay Minerals,
- Materials,
- Catalysts.
- International Journal of Photoenergy,
- Journal of Physical Chemistry,
- Polish Journal of Chemistry,
- Spectrochimica Acta,
- Journal of Molecular Structure,
- Radiation Physics and Chemistry,
- Journal of AOAC International,
- Water.

7. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska Kandydatki

Habilitantka jest współautorka podręcznika akademickiego "Podstawy chemii. Ćwiczenia laboratoryjne" wydanego przez Wydawnictwo Uniwersytetu im. Jana Kochanowskiego w Kielcach w 2013 roku. Jest również autorką 4 rozdziałów w tym podręczniku. Przygotowała i

prowadzi wykłady na kierunku chemia z podstaw metod spektralnych, również na kierunku kosmetologii. Opracowała szereg ćwiczeń laboratoryjnych w tym z techniki separacyjnej dla studentów kierunku chemii. Oprócz tych zajęć prowadziła konwersatoria dla 4. kierunków oraz wykłady i laboratoria dla tych kierunków. Pełniła funkcję Przewodniczącej Dyplomowej Komisji Egzaminacyjnej w Instytucie Chemii Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego macierzystej uczelni, była też opiekunem roku studentów kierunku Chemia. Była promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej mgr inż. Niny Rędzi pt. "Synteza i zastosowanie kompozytów węglowo-haloizytowych do adsorpcji paracetamolu i wybranych niesteroidowych leków przeciwzapalnych z wody" obronionej w 2021 roku. Wystąpiła w roli promotora/opiekuna 28 prac magisterskich i 16 licencjackich. Efektem opieki był poster zaprezentowany w monografii wydanej w Instytucie Promocji Kultury i Nauki w Lublinie w 2018 roku.

Habilitantka kierowała projektem NCBiR w ramach Programu Operacyjnego Wiedza, Edukacja i Rozwój w latach 2014 - 2020, obejmującego wychowanków Młodzieżowych Ośrodków Wychowawczych. W ramach tego projektu tworzyła programy zajęć dydaktycznych w tym laboratoriów. Prowadziła też zajęcia dla uczniów szkół podstawowych oraz Uniwersytetu Dziecięcego im. Jana Kochanowskiego w Kielcach. Przygotowała i prowadziła zajęcia dla uczniów gimnazjum z ośrodka szkolno - wychowawczego w ramach modułu chemicznego w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W 2019 roku uzyskała wyróżnienie w postaci Medalu Komisji Edukacji Narodowej.

W ramach działalności popularyzatorskiej wśród młodzieży prowadziła laboratoria i zajęcia e-learningowe z laureatami olimpiad chemicznych w ramach projektu "Świętokrzyski System Wspierania Talentów - Fascynujący Świat Nauki.(2014).

W latach 2014 - 2017 Habilitantka, jako współautorka 4. zgłoszeń patentowych, w konkursie "Świętokrzyski Racjonalizator" otrzymała nagrody Marszałka Województwa Świętokrzyskiego. Nagradzana też była dyplomami i nagrodą specjalną J.M. Rektora Politechniki Świętokrzyskiej za działalność patentową. W 2020 została wyróżniona srebrnym medalem za patent "Sposób wytwarzania fotokatalizatora do rozkładu 2,6-dichloro-4-nitroaniliny w fazie wodnej, PAT 2333445. Działalność Habilitantki w zakresie osiągnięć związanych z procedurą zgłoszeń i uzyskiwanych patentów zasługuje na szczególne wyróżnienie i świadczy o aplikacyjnym charakterze prowadzonych badań naukowych. W ramach współpracy z sektorem gospodarczym uczestniczyła w realizacji dwóch umów komercyjnych z firmą "ZODIAK" Sp. z

o.o. ze Świętochłowic, dotyczącej prac badawczych, polegających na opracowaniu receptury technologii stabilizacji osadów ściekowych, wykorzystujących surowce mineralne wraz z eliminacją odorów zapachowych oraz współpracowała z firmą Polskie Górnictwo Skalne Sp. z o.o. z Kielc w zakresie oceny właściwości fotodegradacji WWA w produktach betonowych.

8. Podsumowanie

Na podstawie analizy monografii naukowej pt. *Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej* oraz przedłożonego mi do oceny dorobku naukowego (9. publikacji), stanowiącego podstawę do ubiegania się o stopień naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka można sformułować szereg wniosków i dokonań naukowych. Habilitantki w tym:

- określenie wpływu warunków aktywacji kwasowej surowego minerału haloizytowego na jego właściwości fizykochemiczne i adsorpcyjne,
- opracowanie optymalnych warunków adsorpcji aniliny i jej chlorowych pochodnych na powierzchni aktywowanego haloizytu,
- wyznaczenie parametrów kinetycznych procesu adsorpcji w oparciu o równania pseudo-pierwszego i pseudo-drugiego rzędu oraz parametrów izoterm adsorpcji obliczonych z wykorzystaniem modelu Langmuira,
- opracowanie optymalnych warunków adsorpcji ketoprofenu, diklofenaku, naproksenu i paracetamolu na nanokompozytach haloizytowo-węglowych (masa i stężenie adsorbentu, odczyn środowiska reakcji i jego wpływ na zdolności adsorpcyjne adsorbentów haloizytowo-węglowych),
- wykorzystanie modelu Langmuira do określenia mechanizmu procesu adsorpcji poszczególnych toksycznych składników obecnych w środowisku wodnym, w tym modelu pseudo-drugiego rzędu,
- opracowanie warunków syntezy pozwalających na uzyskanie nanometrycznego rozproszenia cząstek TiO_2 i Fe_2O_3 na powierzchni nanorurek haloizytowych, zwłaszcza w przypadku nanokompozytu haloizyt- Fe_2O_3 ,

- wykazanie, że unieruchomienie na nośniku haloizytowym tlenków tytanu(IV) i żelaza(III) powoduje większą lub porównywalną aktywność fotokatalityczną tych tlenków podczas degradacji fotokatalitycznej aniliny i jej chlorowych pochodnych (zwłaszcza w przypadku nanokompozytu haloizyt- Fe_2O_3) w porównaniu z powszechnie stosowanym fotokatalizatorem komercyjnym P25 (TiO_2 (anataz + rutil)),
- udowodnienie, że haloizyt zawierający naturalnie rozproszone tlenki tytanu(IV) i żelaza(III), może być stosowany jako fotokatalizator podczas degradacji fotokatalitycznej aniliny.

W podsumowaniu badań prowadzonych przez Habilitantkę, prezentowanych w monografii oraz grupie publikacji można stwierdzić, iż przedłożony mi do zaopiniowania dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny Pani dr Beaty Szczepanik spełnia wszelkie wymagania ustawowe, obowiązujące przy ubieganiu się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego. Opiniowany dorobek naukowy, który oceniam bardzo pozytywnie, potwierdzają wyniki badań Habilitantki, publikowane w szeregu znaczących czasopism naukowych. Oprócz elementów naukowych zawierają one cały szereg elementów aplikacyjnych, co w świetle obowiązującego w Polsce prawa ochrony środowiska ma niezwykle istotne uzasadnienie. Potwierdza to również dorobek naukowy Habilitantki w świetle osiągnięć naukowych, w rozumieniu art. 219 ust.1 pkt 2 ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2022r. poz. 574 z póź. zm.) stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego i wnoszący znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Habilitantka przedkłada, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, wykaz publikacji z listy Filadelfijskiej (IF) którą stanowią 23 prace w tym 13 znajdują się w bazie JRC. Sumaryczna liczba publikacji naukowych przekłada się na ocenę MNiSW/MEN - 1005 pkt. Pozytywnie należy ocenić sumaryczny Impact Factor - 54,593. Dorobek ten po doktoracie można ocenić liczbą cytowań - 479 (bez autocytowań) według bazy Web of Science. Działalność publikacyjną stanowią również rozdziały w monografiach - 4, referaty na konferencjach - 43 (na konferencjach krajowych i zagranicznych). Jest również współautorką podręcznika współautorka podręcznika akademickiego "Podstawy chemii.

Ćwiczenia laboratoryjne" wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu im. Jana Kochanowskiego w Kielcach w 2013 roku. Świadczące o "istotnej aktywności naukowej" Habilitantki stanowi Indeks Hirscha - 11, wg bazy Web of Science. Można więc stwierdzić, że całościowy dorobek naukowy Habilitantki wnosi do nauki nowe elementy poznawcze i aplikacyjne. Niewątpliwą zaletą dorobku naukowego jest obszerna analiza problematyki syntezy nanomateriałów haloizytowych i wykorzystanie ich jako adsorbentów w fotokatalizie heterogenicznej, stosowanej w procesach degradacji szeregu związków organicznych w tym farmaceutyków. Recenzent pozytywnie ocenia również dorobek praktyczny Habilitantki, charakteryzowany 15 patentami, w których jest współautorką. Należy podkreślić dużą aktywność Habilitantki w zakresie działalności dydaktycznej i organizacyjnej a też realizacji współpracy z otoczeniem społecznym oraz współpracą z zagranicznymi uczelniami oraz jednostkami naukowymi (Austria i Niemcy) a też polskimi (Politechnika Śląska, AGH Kraków, WAT Warszawa, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze)

9. Wniosek końcowy

Wobec powyższego uwzględniając 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 póź. zm.), stwierdzam, że dorobek naukowy Pani dr Beaty Szczepanik stanowi znaczący wkład w rozwój dziedziny nauk inżynieryjno - technicznych i spełnia wszystkie warunki właściwe dla recenzowanego dorobku naukowego i może być przedłożony Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej w celu dalszego procedowania habilitacyjnego, zmierzającego do nadania Pani dr Beacie Szczepanik stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych*, w dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

Podpisał Kazimierz Szymański

