

Prof. dr hab. Stefania Grzeszczyk  
Wydział Budownictwa i Architektury  
Politechnika Opolska

Opole, 15.02.2022 r.



## Recenzja dorobku habilitacyjnego dr inż. Pawła Sikory

### 1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania recenzji jest pismo L.dz. N-1/3/2021 z dnia 5.01.2021 r. Pana prof. dr hab. inż. Jacka Przepiórskiego, Prorektora ds. Nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

### 2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA NAUKOWEJ SYLWETKI HABILITANTA

Dr inż. Paweł Sikora urodził się w 1989 roku w Szczecinie. Studia inżynierskie na Wydziale Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego ukończył w 2012 roku, uzyskując tytuł inżyniera budownictwa, w specjalności konstrukcje budowlane i inżynierskie, na podstawie pracy pt.: „Wybrane właściwości zapraw cementowych modyfikowanych nanomateriałami”. W 2014 uzyskał tytuł magistra inżyniera budownictwa, w specjalności technologia i organizacja budownictwa, na podstawie pracy pt.: „Wpływ nanoswerm krzemionki na wybrane właściwości zapraw cementowych”. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo uzyskał w 2017 roku, również na Wydziale Budownictwa i Architektury, na podstawie obronionej rozprawy doktorskiej pt. „Ocena wpływu nanomateriałów na wybrane właściwości budowlanych kompozytów cementowych, wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Elżbiety Horszyczaruk.

Działalność zawodowa dr inż. Pawła Sikory związana jest z Wydziałem Budownictwa i Architektury (od 1.09.2020 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska) Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, gdzie w 2014 roku podjął pracę jako asystent, a następnie w latach 2018 – 2020 jako adiunkt w Zespole Dydaktycznym Ekonomiki, Organizacji i Zarządzania w Budownictwie. Aktualnie (od 2020 roku) jest adiunktem w Katedrze Budownictwa Ogólnego.

Od początku kariery naukowej Kandydata jego głównymi obszarem zainteresowań była modyfikacja materiałów na bazie cementu nanocząstkami. Z tymi zagadnieniami wiąże się tematyka jego pracy inżynierskiej, magisterskiej i doktorskiej (tytuły prac powyżej) oraz habilitacyjnej (jednotematyczny cykl publikacji).

### **3. OCENA JEDNOTEMATYCZNEGO ZBIORU PUBLIKACJI pt. „MODYFIKACJA MATERIAŁOWA KOMPOZYTÓW CEMENTOWYCH NANOMETRYCZNYMI CZĄSTKAMI**

Pan dr inż. Paweł Sikora jako podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego przedstawił 11 jednotematycznych publikacji. W swoim wniosku Kandydat zaznaczył, że ubiega się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Jednotematyczny zbiór 11 publikacji powstał w czasie trzech lat (2018-2020). Wszystkie publikacje znajdują się w bazie Journal Citation Reports (JCR) oraz Web of Science (WoS):

- Cement and Concrete Composites (2019),
- Construction and Building Materials (2018, 2020),
- Applied Nanoscience (2020 x 3),
- Materials (2019),
- Nanomaterials (2018 x 2),
- Nanotechnologies in Construction (2020 x 2).

Siedem publikacji notowanych przez Journal Citation Reports, zostało opublikowane w wysoko punktowanych zagranicznych czasopismach jakimi są: Cement and Concrete Composites, Construction and Building Materials, Applied Nanoscience i Materials. Należy zaznaczyć, że wszystkie publikacje w tej grupie są wieloautorskie. Trzy publikacje są firmowane przez 6 autorów, dwie przez 5 autorów i pozostałe dwie przez czterech autorów. Dwie publikacje z wykazu indeksowanych w bazie Web of Science (lista MNiSW - 20 pkt.), są wyłącznie autorstwa Kandydata. Z oświadczenia Kandydata wynika, że publikacje wieloautorskie (z wyjątkiem A8 w Construction and Building Materials), zrealizowane zostały w zespołach utworzonych w ramach projektów badawczych, w których pełnił on rolę kierownika. W siedmiu z nich dr inż. Paweł Sikora jest pierwszym autorem. Kandydat podaje, że we wszystkich publikacjach posiada wiodący udział w sformułowaniu problemów badawczych i opracowaniu planu eksperymentu.

Analizując treść tych publikacji można podzielić je na trzy obszary tematyczne. Pierwszy obejmuje badania wpływu nanokrzenionki na właściwości zaczynów cementowych zapraw i betonów lekkich. Drugi zawiera badania odporności zaczynów i zapraw cementowych zawierających nanocząstki poddanych działaniu wysokiej temperatury. Natomiast trzeci obszar obejmuje badania wpływu wybranych nanocząstek na funkcjonowanie żywych organizmów.

Według wykazu publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego do grupy pierwszej można zaliczyć publikacje A1-A6. Trzy pierwsze publikacje w tej grupie opublikowane w Nanotechnologies in Construction-A Scientific Internet-Journal (A1) oraz w Applied Nanoscience (A2 i A3), obejmują badania aktywności hydratacyjnej nanokrzenionki w zaczynach cementowych i jej wpływ na właściwości materiałów cementowych z uwzględnieniem wpływu wody morskiej oraz różnego rodzaju cementów. Ocenę tego wpływu przeprowadzono przy wykorzystaniu badań ciepła hydratacji, termicznej analizy różnicowej, porozymetrii rtęciowej, mikroskopii skaningowej, czasu wiązania i badań wytrzymałości. Jak należało się spodziewać, Kandydat potwierdził wpływ nanokrzenionki na przyspieszenie procesu hydratacji cementu, a także wpływ na ten proces wody morskiej oraz rodzaju cementu. Wpływ wody morskiej ze względu na zawarte w niej rozpuszczalne sole na proces hydratacji cementu z uwzględnieniem jego rodzaju jest dobrze poznany, dlatego w dyskusji wyników badań ta wiedza została przez kandydata umiejętnie wykorzystana. W dyskusji wyników badań skupiono się przede wszystkim na wpływie wody morskiej na hydratację cementów, a w konsekwencji na właściwości uzyskanego materiału (porowatość, czas wiązania, wytrzymałość), natomiast niewiele miejsca poświęcono samej roli nanocząstek  $\text{SiO}_2$  w procesie hydratacji cementu.

Następne dwie publikacje opublikowane w czasopiśmie Materials (A4) i Construction and Building Materials (A5) dotyczą badań wpływu nanokrzenionki na właściwości betonów lekkich. W tych publikacjach określono wpływ nanokrzenionki w ilości do 10 % m.c. na właściwości lekkich betonów zawierających kruszywo szklane na właściwości mieszanki betonowej (stopień upłynnienia) i stwardniałego betonu (nasiąkliwość, skurcz, wytrzymałość i porowatość). Kandydat określił ilość nanododatku powodującego najbardziej korzystny wpływ na wspomniane parametry betonu. Jednocześnie zwrócił uwagę na niekorzystny wpływ nanokrzenionki na konsystencję mieszanki betonowej. Kandydat proponuje dla uzyskania odpowiedniego upłynnienia mieszanek betonowych przy zachowaniu odpowiedniej lepkości pozwalającej na eliminację segregacji składników mieszanki, stosowanie znacznych ilości superplastyfikatora, przy zmniejszeniu ilości domieszki zwiększającej lepkość. Jednak proponowane ilości domieszki upłynniającej np.: 10.8 % i 9.5 % m.c. przy zawartości nanokrzenionki odpowiednio 10 % i 5 % są nie do przyjęcia nie tylko z ekonomicznego punktu widzenia, ale także wpływu na opóźnienie procesu hydratacji cementu. Dobór ilości i rodzaju tych dwóch domieszek obok siebie wymaga każdorazowo głębszej ich analizy, biorąc pod uwagę

ich kompatybilność, a także wpływ superplastyfikatorów na bazie polikarboksylianów na lepkość mieszanki betonowej.

Trzy kolejne publikacje (A7-A9) opublikowane kolejno w *Cement and Concrete Composites*, *Construction and Building Materials* i *Nanomaterials* dotyczą badań odporności termicznej zaczynów cementowych i zapraw cementowych modyfikowanych nanododatkami w temperaturze do 800°C. Wysoko oceniam pierwszą z nich (A7,) dotyczącą badań wpływu nanorurek węglowych (MWCNT), których powierzchnia została pokryta nanokrzemionką na proces hydratacji cementu, wytrzymałość na ściskanie i odporność na działanie wysokich temperatur. Zastosowanie nanorurek o zmodyfikowanej powierzchni pozwoliło na lepszą ich dyspersję w zaczynie cementowym, zwiększenie przyczepności do matrycy cementowej i tym samym zwiększenie wytrzymałości materiału oraz zmniejszenie spękań w matrycy cementowej poddanej działaniu wysokiej temperatury. Warto podkreślić, że Kandydat w ramach tej pracy opracował metodę oceny spękań (wyznaczenie objętości mikrospełkań), za pomocą analizy obrazu 3D uzyskanego metodą rentgenowskiej mikrotomografii komputerowej. Korzystny wpływ nanocząstek magnetytu pokrytych nanokrzemionką na zmniejszenie spękań w matrycy cementowej, poddanej ekspozycji w wysokiej temperaturze (do 800°C), wykazano w pracy A8. W obu pracach, A7 i A8 wyznaczono optymalną ilość domieszek wpływających na poprawę odporności termicznej kompozytów cementowych. Do osiągnięć tych prac, należy zaliczyć opracowanie metody pomiaru rozkładu porów i oceny spękań w matrycy cementowej betonów lekkich, za pomocą analizy obrazu 3D uzyskanego metodą rentgenowskiej mikrotomografii komputerowej. Następnie zastosowanie tej metody do ilościowej oceny uszkodzeń matrycy po ekspozycji próbek w wysokiej temperaturze i do określenia optymalnej ilości nanodomieszki ze względu na odporność nanokompozytu na wysokie temperatury.

Ostatni z artykułów (A9) jest obszernym przeglądem literatury na temat wpływu nanomateriałów, na odporność kompozytów cementowych poddanych działaniu wysokiej temperatury. W artykule Kandydat przedstawił także krytyczną analizę uzyskanych wyników badań i wskazał na dalsze kierunki badań umożliwiające zastosowanie nanomateriałów w celu zwiększenia odporności termicznej kompozytów cementowych.

Zdaniem Recenzenta największym osiągnięciem naukowym, analizowanych w tej grupie prac, jest opracowanie sposobu zwiększenia dyspersji nanorurek w kompozytach cementowych, poprzez zastosowanie nanorurek pokrytych otoczką nanokrzemionki (choć ta modyfikacja nanorurek znana jest od lat) oraz zwiększenie wytrzymałości i odporności kompozytów na działanie wysokich temperatur z tego powodu.

Dwie ostatnie prace (A10, A11), opublikowane w *Nanomaterials* i *Applied Nanoscience* dotyczą badań wpływu wybranych nanocząstek, tlenków metali ( $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CuO$ ,  $ZnO$ ), na wybrane mikroorganizmy. W pracy A10 przedstawiono

metodę oceny toksyczności tych nanocząstek. Testy toksyczności przeprowadzano w czasie przy różnych stężeniach nanocząstek i z różnymi gatunkami mikroorganizmów. Jak podaje Kandydat Intencją opracowanej metody jest możliwość oceny toksyczności nanocząstek uwalnianych z kompozytu cementowego. Należy stwierdzić, że dotąd istnieje niewiele prac poświęconych tej tematyce, a wiedza na ten temat jest ograniczona. Na etapie realizacji w/w prac przez Kandydata trudno wskazać wyraźne osiągnięcie w tym zakresie.

Podsumowując, analizowane zagadnienia w cyklu publikacji dotyczą istotnych i obecnie atrakcyjnych kierunków badawczych, są one rozwijane w wielu ośrodkach naukowych za granicą, z którymi Kandydat nawiązał naukową współpracę w ramach realizowanych projektów naukowo-badawczych. Można zauważyć, że większość najbardziej wartościowego dorobku naukowego stanowią pozycje wieloautorskie. Warto jednak podkreślić, że wszystkie publikacje wieloautorskie, z wyjątkiem jednej, zrealizowane zostały przez zespoły badawcze utworzone przez Kandydata w ramach projektów badawczych, w których pełnił rolę kierownika projektu. W tych pracach, jak wynika z danych zawartych w załączniku 5, Kandydat miał wiodący udział w sformułowaniu problemów badawczych i opracowaniu planu eksperymentów.

#### **4. OCENA AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ KANDYDATA**

Publikacyjny dorobek naukowy Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje 11 pozycji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, ponadto 13 publikacji współautorskich, z czego 9 to publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Report (JCR).

Kandydat opublikował 6 referatów w materiałach konferencyjnych (rozdział w monografii), w tym 5 na konferencjach międzynarodowych, jedna z prac była samodzielna. Dr inż. Paweł Sikora brał udział w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Jest autorem 11 referatów, w tym 6 wygłoszonych osobiście w języku angielskim. Dwanaście prac było prezentowanych w postaci posterów, w tym pięć prac jest samodzielnych.

Podsumowując dorobek publikacyjny po uzyskaniu stopnia doktora pod względem ilościowym jak i tematyki należy ocenić jako znaczący. W większości jest on tematycznie związany zastosowaniem nanomateriałów w materiałach na bazie cementu. Po ostatnim awansie Kandydat poszerzył tematykę badawczą o kilka nowych zagadnień, są to betony lekkie i ultra-lekkie, zastosowanie materiałów odpadowych do otrzymywania zrównoważonych kompozytów cementowych, badania nad toksycznością nanomateriałów w kompozytach cementowych.

Dorobek publikacyjny Kandydata charakteryzują następujące wskaźniki bibliometryczne (dane z dnia 2.09.2020 r.):

Według bazy WoS:

31 notowanych publikacji, 374 cytowań (323 bez autocytowań), indeks Hirscha  $h=14$ ,

Według bazy Scopus:

34 notowanych publikacji, 466 cytowań (393 bez autocytowań), indeks Hirscha  $h=14$ ,

Według bazy Google Scholar:

44 notowanych publikacji, 643 cytowań (547 bez autocytowań), indeks Hirscha  $h=15$ .

W przypadku dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport podane wyżej wskaźniki bibliometryczne należy uznać za wysokie, przekraczają one znacznie średnią ubiegających się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Dr inż. Paweł Sikora ma udokumentowaną aktywność naukową w realizacji projektów naukowo-badawczych. Kieruje międzynarodowym projektem pt. „Ultra-Lightweight Concrete for 3Dprinting technologies” w ramach akcji Marie Skłodowska-Curie, programu ramowego Horyzont 2020 (partner: TU Berlin, Sika AG). Był kierownikiem międzynarodowego projektu pt. „Wpływ uwalniania metalicznych nanostruktur z budowlanych kompozytów cementowych na wybrane mikroorganizmy” finansowanego przez NCN (PRELUDIUM – 11), partner: TU Berlin, Kandydat współpracuje w ramach bilateralnego niemiecko – egipskiego projektu GE-SEED finansowanego przez DAAD i STDF (Egipt) dotyczącego rozwoju technologii betonów lekkich przyjaznych dla środowiska. Był wykonawcą międzynarodowego projektu: „Rozwój zrównoważonych, przyjaznych dla środowiska betonów izolacyjnych z zastosowaniem kruszyw z recyklingu i materiałów organicznych – KONNECT”, finansowanego przez NCBiR (partner: Yonsei University, TU Berlin), oraz krajowego projektu pt.: „Analiza wpływu domieszki nanostruktur krzemionkowo-magnetytowych typu core-shell na właściwości mechaniczne i osłonowe kompozytów cementowych na bazie kruszyw ciężkich”, finansowanego przez NCN (OPUS 8).

W przedstawionych do oceny dokumentach dr inż. Paweł Sikora szczegółowo dokumentuje swoje kontakty naukowe z ośrodkami naukowymi za granicą, które sukcesywnie rozwijał w ramach realizowanych projektów międzynarodowych. Do najważniejszych należy zaliczyć TU Berlin, gdzie został zatrudniony od 2019 roku na stanowisku Postdoctoral Feellow, następnie ośrodki naukowe w Seulu: Yonsei University i Sejong University oraz kilka uniwersytetów w Egipcie. Kandydat podaje także, że współpracował lub współpracuje z naukowcami uniwersytetów z Ukrainy, Australii, Brazylii, Wielkiej Brytanii i Arabii Saudyjskiej. Rezultatem powyższej aktywności są wspólne publikacje, wizyty studyjne i wygłaszane referaty w zagranicznych ośrodkach naukowych.

Aktywność Kandydata w kierowaniu oraz realizacji projektów badawczych, we współpracy z wieloma zagranicznymi ośrodkami naukowymi, zasługuje na szczególne wyróżnienie.

Pan dr inż. Paweł Sikora był ponad sześćdziesięciokrotnie recenzentem artykułów w uznanych czasopismach międzynarodowych posiadających impact factor. Najważniejsze z nich to: Construction and Building Materials, Materials, Journal of Cleaner Production, Nanomaterials. Recenzował 4 referaty konferencyjne, w tym 3 na Fib Symposium 2020 w Szanghaju. Kandydat jest członkiem Rady Naukowej czasopisma Nanotechnologies in Construction. Był redaktorem wydania specjalnego pt. Cement-Based Composites: Advancements in Development and Characterization w czasopiśmie Crystals.

Kandydat nie posiada dorobku eksperckiego, ani też dorobku w zakresie patentowym. Na szczęście ta pewna słabość wniosku jest skutecznie rekompensowana dorobkiem publikacyjnym Kandydata.

## **5. OCENA DOROBKU DYDAKTYCZNEGO I POPULARYZATORSKIEGO**

Dr inż. Paweł Sikora początkowo jako asystent (2014-2018), a następnie jako adiunkt (od 2018) prowadzi zajęcia dydaktyczne na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska (do 31.08.2020 Wydział Budownictwa i Architektury) na studiach I stopnia stacjonarnych i niestacjonarnych. Są to wykłady, ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne. Głównie są to ćwiczenia projektowe z przedmiotów: Ekonomika Budownictwa I i II, Zarządzanie w Budownictwie oraz Organizacja i Kierowanie Budową. W latach 2016-2017 prowadził wykłady w ramach kursu BHP w budownictwie i ćwiczenia projektowe z przedmiotu Komputerowe wspomaganie systemu zarządzania BHP. W latach 2015-2017 prowadził wykłady w języku angielskim dla studentów Erasmus+ w ramach kursu Construction Technology, a w latach 2017-2019 na TU Berlin prowadził ćwiczenia laboratoryjne i wykłady pt. Lightweight Concrete Technology

Dr inż. Paweł Sikora był promotorem 12 prac dyplomowych na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska ZUT, trzech prac inżynierskich i jednej magisterskiej na TU Berlin. Obecnie pełni funkcję promotora pomocniczego. Pełnił i obecnie pełni opiekuna naukowe studentów obcokrajowców (4 studentów), przebywających na ZUT na stażach badawczych, organizowanych przez stowarzyszenie IAESTE (The International Association for the Exchange of Students for Technical Experience). Kandydat prowadzi międzynarodowe szkolenia/konsultacje dla potencjalnych wnioskodawców programu Marie Skłodowska-Curie Actions (Horyzont2020). Od 2019 roku pełni funkcję opiekuna Koła Młodych PZITB, oddział w Szczecinie.

Dr inż. Paweł Sikora był zaangażowany w organizację międzynarodowych seminariów naukowych w Polsce (2019) i na Ukrainie (2020), jako członek komitetu organizacyjnego oraz naukowego. Był przewodniczącym komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji naukowej w Szczecinie (ICSEFCM 2018). W 2017 roku był współorganizatorem międzynarodowego seminarium na Politechnice Lwowskiej.

Dr inż. Paweł Sikora działania popularyzujące naukę prowadzi przez znaczną aktywność na portalach społecznościowych Research Gate oraz Twitter udostępniając swoje osiągnięcia naukowo-badawcze. Na pierwszym z nich jego prace mają ponad 11 tysięcy wyświetleń, a na drugim ponad 25 tysięcy.

W latach 2017-2020 Kandydat był rokrocznie nagradzany przez Rektora ZUT za aktywność i osiągnięcia naukowe. W 2018 i 2019 roku otrzymał Nagrodę I stopnia Rektora ZUT, w 2020 roku otrzymał dwie nagrody: Nagrodę Rektora ZUT za aktywność naukową i za ponadprzeciętną aktywność naukową.

## 6. WNIOSEK KOŃCOWY

Na podstawie oceny całokształtu dorobku naukowego, ze szczególnym uwzględnieniem cyklu publikacji nt.: „Modyfikacja materiałowa kompozytów cementowych nanometrycznymi cząstkami”, stwierdzam, że Pan dr inż. Paweł Sikora legitymuje się osiągnięciami naukowymi uzyskanymi po otrzymaniu stopnia doktora na dobrym poziomie, które stanowią wkład w rozwój dyscypliny uprawianej przez Kandydata. Bardzo wysoko oceniam umiejętność zdobywania środków na realizowanie badań, oraz umiejętność w kierowaniu i tworzeniu zespołów do rozwiązywania problemów badawczych.

Dorobek dydaktyczny Kandydata oceniam pozytywnie, natomiast dorobek popularyzatorski jest wyróżniający. Ma tu szczególne znaczenie promowanie wyników badań naukowych za granicą.

W oparciu o przedstawioną ocenę, stwierdzam, że dr inż. Paweł Sikora spełnia wymogi Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym, celem uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria lądowa i transport. Wobec powyższego wnioskuję do Komisji Habilitacyjnej o przeprowadzenie dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

