

dr hab. inż. Daria Józwiak-Niedźwiedzka  
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN  
ul. Pawińskiego 5b, 02-106 Warszawa  
e-mail: djozwiak@ippt.pan.pl

Warszawa, 8 marca 2021r.

## **Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Pawła Sikory**

### 1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Prorektora ds. Nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie prof. dr hab. inż. Jacka Przepiórskiego, L.dz. N-1/2/2021 informujące o powołaniu przez Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie w dniu 21.12.2020r. na recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Pawłowi Sikorze.

Recenzja została opracowana na podstawie dokumentacji przygotowanej przez Habilitanta we wniosku z dnia 07.09.2020r., a w szczególności na podstawie cyklu 11. publikacji przedstawionym pod łącznym tytułem *Modyfikacja materiałowa kompozytów cementowych nanometrycznymi cząstkami*, autoreferatu oraz wykazu osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa i transport.

Oceny dokonałam, biorąc pod uwagę art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20.07.2018r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Recenzję przygotowałam zgodnie z art. 221 ust. 8 ustawy z dnia 20.07.2018r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

### 2. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Paweł Sikora jest absolwentem Wydziału Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, gdzie w 2014r. ukończył studia magisterskie o specjalności Technologia i Organizacja Budownictwa. W latach 2014-2018 był asystentem w Zespole Dydaktycznym Ekonomiki, Organizacji i Zarządzania w Budownictwie na macierzystej uczelni. W roku 2017 na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo, w specjalności technologia betonu. Od roku 2018 jest adiunktem, do 2020 r. w Zespole Dydaktycznym Ekonomiki, Organizacji i Zarządzania w Budownictwie na Wydziale Budownictwa i Architektury i dalej w Katedrze Budownictwa Ogólnego na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Jednocześnie od 2019 dr inż. P. Sikora zajmuje stanowisko Postdoctoral Fellow w zespole Materiałów Budowlanych i Chemii Budowlanej na Uniwersytecie Technicznym w Berlinie, Wydział IV – Instytut Inżynierii Lądowej. W 2016 dr inż. P. Sikora ukończył podyplomowe studia na kierunku bezpieczeństwo i higiena pracy na Wydziale Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

W badaniach prowadzonych po doktoracie dr inż. Paweł Sikora skupił się na rozwinięciu tematyki wcześniej podjętej dotyczącej zastosowania nanometrialów w budownictwie. Habilitant skoncentrował się na zagadnieniach związanych ze zjawiskami i mechanizmami wpływającymi na właściwości kompozytów o matrycy cementowej przy zastosowaniu nanomateriałów, głównie w postaci nanokrzemionki a także na wpływie tego rodzaju nanocząstek na właściwości kruchych kompozytów cementowych w podwyższonej temperaturze oraz ich potencjalnej toksyczności.

Swoje plany badawcze Habilitant realizował uczestnicząc m.in. w projekcie badawczym *Wpływ uwalniania metalicznych nanostruktur z budowlanych kompozytów cementowych na wybrane mikroorganizmy* gdzie pełnił rolę kierownika projektu oraz we współpracy z Uniwersytetem Technicznym w Berlinie.

Przedstawiony pokrótce powyżej obszar działalności badawczej Habilitanta obejmuje zagadnienia, które są zarówno istotne jak i aktualne w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport.

### 3. Ocena dorobku naukowego

#### 3.1. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych

Jako osiągnięcie naukowe dr inż. Paweł Sikora zgłosił cykl 11. prac ([A1]-[A11] wg Część II), dotyczących trzech głównych problemów badawczych, nadając im wspólny tytuł *Modyfikacja materiałowa kompozytów cementowych nanometrycznymi cząstkami*.

Problemy te, to:

1. Rozpoznanie zjawisk odpowiedzialnych za zmianę właściwości mieszanek i stwardniałych kompozytów cementowych modyfikowanych nanokrzemionką (6 publikacji).
2. Synteza i zastosowanie wielofunkcyjnych domieszek zawierających nanokrzemionkę do poprawy odporności termicznej kompozytów cementowych (3 publikacje).
3. Bezpieczeństwo w stosowaniu nanomateriałów w technologii kompozytów cementowych – wpływ na mikroorganizmy środowiskowe (2 publikacje).

Spośród jedenastu prac dwie są wyłącznym autorstwem Habilitanta, zaś dziewięć to prace współautorskie (od trzech do siedmiu współautorów). Habilitant deklaruje swój merytoryczny wkład w wykonaniu i opracowaniu wspomnianych dziewięciu prac. Zgodnie z oświadczeniami, udział Habilitanta w przygotowaniu publikacji zgłoszonych jako osiągnięcie jest znaczący i dotyczy przede wszystkim „sformułowania lub współudziału w sformułowaniu problemu badawczego oraz opracowania planu eksperymentu, przeprowadzenia głównej części badań laboratoryjnych, współudziału w przeprowadzeniu analizy wyników, udziału w doborze i przeprowadzeniu przeglądu literatury oraz przygotowania pierwszej wersji publikacji”.

Cykl publikacji zgłoszony jako powiązane tematycznie osiągnięcie naukowe obejmuje następujące pozycje:

- [A1] Sikora P.: The microstructural and thermal characteristics of silica nanoparticle modified cement mortars after exposure to high temperatures. Part I. *Nanotechnologies in Construction-A Scientific Internet-Journal* (2020) 12(2), 108-115. DOI: 10.15828/2075-8545-2020-12-2-108-115
- [A2] Sikora P., Cendrowski K., Abd Elrahman M., Chung S-Y., Stephan D., Mijowska E.: The effects of seawater on the hydration, microstructure and strength development of Portland cement pastes incorporating colloidal silica. *Applied Nanoscience* (2020) 10:2627-2638. DOI: 10.1007/s13204-019-00993-8

- [A3] Sikora P., Lootens D., Liard M., Stephan D.: The effects of seawater and nanosilica on the performance of blended cements and composites. *Applied Nanoscience* (2020). DOI: 10.1007/s13204-020-01328-8.
- [A4] Abd Elrahman M., Chung S.-Y., Sikora P., Rucinska T., Stephan D.: Influence of nanosilica on mechanical properties, sorptivity, and microstructure of lightweight concrete. *Materials* (2019) 12(19), 3078. DOI: 10.3390/ma12193078
- [A5] Sikora P., Chung S.-Y., Rucinska T., Stephan D., Abd Elrahman M.: Evaluating the effects of nanosilica on the material properties of lightweight and ultralightweight concrete using image-based approaches. *Construction and Building Materials* (2020) 120241 (w trakcie publikacji)
- [A6] Sikora P.: The microstructural and thermal characteristics of silica nanoparticle modified cement mortars after exposure to high temperatures. Part II. *Nanotechnologies in Construction* (2020) 12(3), 147-154. DOI: 10.15828/2075-8545-2020-12-3-147-154
- [A7] Sikora P., Abd Elrahman M., Chung S.-Y., Cendrowski K., Mijowska E., Stephan D.: Mechanical and microstructural properties of cement pastes containing carbon nanotubes and carbon nanotubes-silica core-shell structures, exposed to elevated temperature. *Cement and Concrete Composites* (2019) 95, s. 193-204. DOI:10.1016/j.cemconcomp.2018.11.006
- [A8] Sikora P., Cendrowski K., Horszczaruk E., Mijowska E.: The effects of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub> nanoparticles on the mechanical properties of cement mortars exposed to elevated temperature. *Construction and Building Materials* (2018) 182, s. 441-450. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.06.133
- [A9] Sikora P., Abd Elrahman M., Stephan D.: The influence of nanomaterials on the thermal resistance of cement-based composites - A review. *Nanomaterials* (2018) 8(7), 465. DOI: 10.3390/nano8070465
- [A10] Sikora P., Augustyniak A., Cendrowski K., Nawrotek P., Mijowska E.: Antimicrobial activity of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and ZnO nanoparticles in scope of their further application in cement-based building materials. *Nanomaterials* (2018) 8, 212. DOI: 10.3390/nano8040212
- [A11] Augustyniak A., Sikora P., Jablonska J., Cendrowski K., John E., Stephan D., Mijowska E.: The effects of calcium-silicate-hydrate (C-S-H) seeds on reference microorganisms. *Applied Nanoscience* (2020) DOI: 10.1007/s13204-020-01347-5

Artykuł [A1] dotyczy analizy wpływu wysokiej temperatury na właściwości termiczne i mikrostrukturę zapraw cementowych modyfikowanych nanokrzemionką. Badano wpływ nanokrzemionki i pyłu krzemionkowego na hydratację i wytrzymałość na ściskanie kompozytów cementowych. Analizowano również wpływ kruszywa (zwykle-kwarc i wapień, oraz o większej gęstości-baryt i magnetyt). Próbkę poddano działaniu temperatury 300°C, 450°C, 600°C i 800°C. Dyskusję wyników oraz wnioski przedstawiono w drugiej części artykułu, tj. w [A6].

W artykule [A2] przedstawiono wyniki dotyczące wpływu wody morskiej i nanokrzemionki na przebieg hydratacji, rozwój wytrzymałości i mikrostrukturę zaczynu cementowego portlandzkiego. Wykazano, że jednoczesne zastosowanie wody morskiej i nanokrzemionki wpłynęło na wzrost wytrzymałości na ściskanie w pierwszych 14 dniach dojrzewania zapraw. Praca [A3] dotyczy również wpływu wody morskiej i nanokrzemionki na przebieg hydratacji, na rozwój wytrzymałości i mikrostrukturę zaczynu cementowego oraz zaprawy jednak badania przeprowadzono na innym spoiwie. Zastosowano cementy CEM II oraz CEM III. Przedstawiono wyniki badań pokazujące, że zastosowanie wody morskiej i nanokrzemionki przyspiesza proces hydratacji cementów o niskim cieple hydratacji a także polepsza właściwości mechaniczne zaczynów i zapraw.

W artykule [A4] zaprezentowano wyniki odnoszące się do wpływu nanokrzemionki na rozwój wytrzymałości, odporności na wnikanie wody, przewodność cieplną i charakterystykę porów w lekkim betonie kruszywowym. Wykazano zmniejszenie wielkości porów i poprawę odporności na wnikanie wody lekkich betonów w wyniku zastosowania nanokrzemionki.

Artykuł [A5] dotyczy wpływu nanokrzemionki na właściwości mechaniczne oraz transport wody w lekkich i ultralekkich betonach. Zastosowano analizę obrazu 2D oraz 3D do oceny mikrostruktury analizowanych betonów. Badania przeprowadzone za pomocą mikrotomografii rentgenowskiej wykazały, że dodatek nanokrzemionki wpłynął na uzyskanie bardziej zwartej mikrostruktury betonu.

W artykule [A6] przedstawiona jest dyskusja wyników i wnioski końcowe. Wykazano, przyspieszenie procesu hydratacji cementu w wyniku zastosowania nanokrzemionki. Zastosowanie nanokrzemionki wpłynęło na zmniejszenie ilości portlandytu i spowodowało wytworzenie dodatkowej fazy żelowej C-S-H, w wyniku czego otrzymano bardziej zwartą mikrostrukturę kompozytów.

W artykule [A7] przedstawiono wpływ nanorurek węglowych oraz nanokrzemionki na właściwości zaczynów cementowych poddanych działaniu wysokiej temperatury. Nanorurki węglowe pokryto warstwą nanokrzemionki i analizowano ich wpływ na proces hydratacji cementu oraz wytrzymałość na ściskanie zaczynów cementowych. Wykazano optymalną ilość nanokrzemionki potrzebną do pokrycia nanorurek węglowych w celu polepszenia właściwości mechanicznych zapraw. Zbyt duża ilość nanorurek węglowych i nanokrzemionki nie była wskazania z uwagi na aglomerację nanomateriału i pogorszenie odporności termicznej zapraw cementowych.

Praca [A8] dotyczy wpływu nanocząstek magnetytu i krzemionki na odporność termiczną zapraw cementowych. Próbkę podgrzano do 800°C. Wykazano, że nanocząstki magnetytu wpłynęły na poprawę wytrzymałości na ściskanie zapraw w temperaturze 450°C. Zaprawy cementowe zawierające zarówno nanocząstki magnetytu jak i krzemionki wykazały lepszą wytrzymałość na ściskanie w określonym zakresie temperatury tj. od 200° do 600°C.

Artykuł [A9] jest pracą przeglądową i dotyczy wpływu nanomateriałów na odporność termiczną kompozytów o matrycy cementowej.

W artykule [A10] opisano wpływ czterech tlenków ( $Al_2O_3$ , CuO,  $Fe_3O_4$ , ZnO) i siedmiu mikroorganizmów w odniesieniu do ich dalszego wykorzystania w kompozytach cementowych z uwagi na potencjalną toksyczność kompozytów. Uzyskane wyniki uwidoczniły, że nanomateriały nie wykazały oczekiwanej toksyczności w badanym środowisku.

W pracy [A11] zbadano trzy rodzaje nanokryształów fazy C-S-H na wzorcowe mikroorganizmy w zakresie ich podstawowej fizjologii i pierwotnego metabolizmu. Wykazano, że nanokryształy faz C-S-H mogą mieć wpływ hamujący na mikroorganizmy odniesienia.

### 3.2. Uwagi krytyczne do cyklu publikacji

W pracy [A1] zastosowano kruszwo o normalnej gęstości (kwarc i wapień) oraz o dużej gęstości (baryt i magnetyt). Przy projektowaniu zapraw zastosowano stosunek cementu do wody i kruszywa 1:0,5:3. Nie podano czy był to stosunek masowy czy objętościowy, jednak biorąc pod uwagę różnice w gęstości kruszywa, powinno się rozważyć stosunek objętościowy. W opisie metod badawczych dotyczących analizy ciepła hydratacji należałoby wspomnieć o temperaturze badanych składników wyjściowych oraz jaka była temperatura przeprowadzania badania. Wprawdzie jest to część pierwsza artykułu, ale na końcu brakuje choć symbolicznych wniosków oraz informacji o dalszej części artykułu.

W pracy [A2] przedstawiono m.in. wyniki XRD (Rys. 2f) dotyczące nanokrzemionki, jednak nie podano wartości na osi *intensity*. Należałoby choć pobieżnie podać dane dotyczące zastosowanego cementu. Podobnie jak w pracy [A1] brak informacji nt. temperatury badanych

składników wyjściowych oraz temperatury przeprowadzania badania. Pierwszy wniosek dotyczący większej zawartości portlandytu we wczesnym okresie hydratacji cementu przy zastosowaniu wody morskiej nie jest zgodny z wynikami przedstawionymi na Rys. 4d.

Artykuł [A5] został zgłoszony przez Habilitanta jako „w trakcie publikacji”. Na stronie internetowej wydawcy artykuł dostępny był od 30 lipca 2020r., jednak na finalnej wersji artykułu widnieje oznaczenie 20 grudnia 2020r. Zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2b ustawy z dnia 20.07.2018r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce w skład cyklu wchodzi powiązane tematycznie artykuły naukowe opublikowane w czasopiśmie naukowych. Habilitant wniosek habilitacyjny złożył w dniu 7 września 2020r., więc artykuł [A5] nie może być włączony do cyklu publikacji.

Praca [A6] jest kontynuacją tematu przedstawionego w [A1]. Jest to jedno rozpatrywane zagadnienie badawcze podzielone na dwie części i wydane jako dwa oddzielne artykuły. Prace [A1] i [A6], choć formalnie stanowią oddzielne artykuły powinny być rozpatrywane jako jedno dzieło. Artykuł [A1] nie jest zakończony żadnymi wnioskami, pozycje bibliograficzne nie są ukończone i jako pojedyncza praca nie może być traktowany jako wartościowy artykuł naukowy.

W pracy [A8] przedstawiono porównanie obrazów mikrostruktury zapraw poddanych działaniu temperatury 450°C i 600°C, Rys. 7. W próbkach poddanych niższej temperaturze widoczne są liczne spękania w ziarnach piasku krzemionkowego, czego nie widać w próbkach poddanych działaniu wyższej temperatury. Spękania w ziarnach powstałe w 450°C są omówione w artykule, natomiast brak jest dyskusji dotyczącej ziarem piasku w 650°C.

Praca [A9], choć interesująca, nie powinna znaleźć się w cyklu publikacji ponieważ zawiera jedynie przegląd osiągnięć związanych z wpływem nanocząstek na odporność termiczną kompozytów cementowych i nie wnosi nowej wiedzy. Chociaż podjęto dyskusję wyników badań innych autorów, to jednak w pracy nie przedstawiono nowych wyników badań.

W pracy [A10] na Rys. 2 zaprezentowano wyniki badania XRD, jednak obrazy są zbyt małe i przez to nieczytelne. Nanomateriały nie wykazały oczekiwanej toksyczności w badanym środowisku, a praca nie jest zakończona żadnymi konkretnymi wnioskami.

Artykuł [A11] dotyczy wpływu nanokryształów fazy C-S-H na mikroorganizmy w zakresie ich podstawowej fizjologii i pierwotnego metabolizmu. Jest to praca raczej z dyscypliny inżynieria materiałowa niż inżynierii lądowej i transportu.

Cechą wspólną powyższych artykułów [A1-A9] było zagadnienie modyfikacji materiałów za pomocą nanocząstek. Zastosowano głównie nanokrzemionkę, ale również nanocząstki magnetytu i nanorurki węglowe do oceny wpływu tych nanomateriałów na właściwości mieszanki oraz stwardniałego kompozytu o matrycy cementowej.

### 3.3. Uwagi krytyczne do Autreferatu

Opis i analiza wyników badań stanowiących podstawę rozprawy habilitacyjnej (Autoreferat) zostały przygotowane zasadniczo poprawnie, jednakże zawierały liczne błędy i nieścisłości. Przykładowo, na rys. 2e oraz 2f na str. 13 nie podano wartości na osi *intensity*. Wprawdzie są to wyniki pochodzące z dwóch różnych badań, jednak brak wartości na osiach powoduje, że nie jest możliwe porównanie tych wyników z innymi znanymi z literatury. Rys. 11 na str. 19 (podobnie jak Rys. 15, str. 22) – zdjęcia są mało widoczne. Korzystniej byłoby wykonać zdjęcia powierzchni próbek, stosując większe zbliżenie na analizowaną powierzchnię. Rys. 17 na str. 23 – brakuje skali na prezentowanych zdjęciach. Na str. 22 w pierwszym wersie, zamiast pracy [A7] powinna być przywołana praca [A8]. Habilitant na str. 12 wymienił trzy główne problemy naukowo-badawcze i przyporządkował im odpowiednie publikacje, od [A1] do [A11]. Pierwszy wymieniony problem - *Rozpoznanie zjawisk odpowiedzialnych za zmianę*

właściwości mieszanek i stwardniałych kompozytów cementowych modyfikowanych nanokrzemionką (publikacje [A1] do [A6]). W dalszej części autoreferatu Habilitant opisuje problemy badawcze i uzyskane wyniki badań, jednak pracę [A6] charakteryzuje przy drugim problemie naukowo-badawczym - *Synteza i zastosowanie wielofunkcyjnych domieszek zawierających nanokrzemionkę do poprawy odporności termicznej kompozytów cementowych*. Wydaje się to o tyle nieuprawnione, że publikacja [A6] stanowi drugą część artykułu [A1] i jako samodzielna praca nie ma racji bytu, ponieważ zaczyna się od dyskusji wyników badań, natomiast praca [A1] nie zawiera jakichkolwiek, choćby minimalnych wniosków ani spostrzeżeń. Trzeci problem badawczy jest zawarty w pracach [A10] i [A11].

Do najważniejszych osiągnięć Habilitanta przedstawionych w cyklu 11. powiązanych tematycznie publikacji, które wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport, w szczególności w obszarze wiedzy związanej z modyfikacją materiałową kompozytów o matrycy cementowej za pomocą nanocząstek można zaliczyć:

- poszerzenie wiedzy dotyczącej wpływu nanomateriałów na proces hydratacji cementu.
- rozpoznanie mechanizmów wpływających na właściwości kompozytów o matrycy cementowej modyfikowanych nanokrzemionką i wodą morską.
- zwiększenie precyzji oznaczania parametrów dotyczących mikrostruktury kompozytów cementowych modyfikowanych nanomateriałami przez zastosowanie komplemetnatrnych metod badawczych: porozymetria rtęciowa, SEM, TEM, micro-CT uzupełnionych wynikami z kalorymetrii izotermicznej, XRD oraz termograwimetrii.
- opracowanie i wytworzenie nanometrycznych domieszek typu rdzeń-otoczka wpływających na poprawę właściwości mechanicznych oraz odporności termicznej kompozytów o matrycy cementowej.
- określenie synergicznego efektu działania nanokrzemionki i nanorurek węglowych na właściwości zaczynów cementowych poddanych działaniu wysokiej temperatury.

Habilitant w sposób przekonujący przedstawił zagadnienia związane ze zjawiskami i mechanizmami wpływającymi na właściwości kompozytów cementowych przy zastosowaniu nanokrzemionki a także jej wpływ na właściwości termiczne kruchych kompozytów cementowych. Habilitant wykazał kompetencję i konsekwencję w prowadzeniu zaawansowanych badań, umiejętność ich poprawnej realizacji i opisanie. Widoczna jest dobra znajomość prezentowanych zagadnień, a przy tym duży wkład Habilitanta w odniesieniu do uprawianej tematyki badawczej. Wszystkie publikacje ukazały się w czasopiśmie recenzowanych, co świadczy o dobrym przyjęciu tematyki i zawartości publikacji przez społeczność naukową.

Wyniki badań Habilitanta wnoszą istotny wkład w poszerzenie wiedzy dotyczącej zastosowania nanocząstek w kompozytach o matrycy cementowej. Zdecydowanym walorem prac Habilitanta jest zwiększenie precyzji oznaczania parametrów dotyczących mikrostruktury kompozytów cementowych modyfikowanych nanomateriałami przez zastosowanie komplementarnych metod badawczych.

Szkoda, że recenzenci opublikowanych prac Habilitanta nie zauważyli drobnych błędów, które było łatwo usunąć przed drukiem.

Stwierdzam, że osiągnięcie naukowe *Modyfikacja materiałowa kompozytów cementowych nanometrycznymi cząstkami* zgłoszone jako cykl opublikowanych prac przez dr inż. Pawła Sikorę jako podstawa o ubieganie się o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk technicznych, stanowi znaczący i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport.

#### 4. Pozostałe osiągnięcia naukowe i aktywność naukowa

W okresie od uzyskania w roku 2017 stopnia doktora nauk technicznych działalność naukowo-badawcza Habilitanta dotyczy głównie (poza tematyką przedstawioną w jednotematycznym cyklu 11. publikacji) następujących zagadnień:

- analizy składu i właściwości lekkich- i ultralekkich betonów.
- zastosowania dwu- i trójwymiarowych technik obrazowania do oceny mikrostruktury kompozytów o matrycy cementowej.
- możliwości zastosowania drobnodziarnistych materiałów odpadowych do wytworzenia kompozytów cementowych odpornych na działanie podwyższonej temperatury.

Zgodnie z wykazem przedstawionym przez Habilitanta - po doktoracie - jest on autorem lub współautorem:

- 18 publikacji z listy JCR, (włączając 11 publikacji z cyklu).
- 7 publikacji spoza listy JCR.
- 5 rozdziałów w monografiach naukowych.

Habilitant był także współredaktorem dwóch monografii naukowych wydanych w 2019 i 2020r.

Po doktoracie Habilitant uczestniczył w 18. międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych: 6 wygłoszonych prezentacji i 12 posterów.

Habilitant aktywnie współpracuje z grupą prof. D. Stephana z Uniwersytetu Technicznego w Berlinie a także z zespołem prof. M. Sanytskiego z Katedry Produkcji Budowlanej Politechniki Lwowskiej. Prowadzi także współpracę z zespołami badawczymi z dwóch ośrodków naukowych z Korei Południowej, tj. z Yonsei University oraz Sejong University. W ramach bilateralnego niemiecko-egipskiego projektu naukowego Habilitant współpracował z Mansoura University oraz Egypt-Japan University of Science and Technology. Ponadto współpracuje lub współpracował z dwoma ośrodkami naukowymi z Ukrainy, oraz z Australii, Brazylii, Wielkiej Brytanii a także Arabii Saudyjskiej.

Działalność naukowo-badawczą Habilitant realizował m.in. poprzez uczestnictwo w projektach badawczych. W trakcie prac nad doktoratem Habilitant uczestniczył w realizacji projektów:

- Wpływ nanomateriałów na właściwości kompozytów cementowych (wykonawca, 2015-2018).
- Analiza wpływu domieszki nanostruktur krzemionkowo-magnetytowych typu core-shell na właściwości mechaniczne i osłonowe kompozytów cementowych na bazie kruszyw ciężkich (wykonawca, 2015-2019).
- Rozwój zrównoważonych, przyjaznych dla środowiska betonów izolacyjnych z zastosowaniem kruszyw z recyklingu i materiałów organicznych (wykonawca, 2016-2018).

Po doktoracie Habilitant brał udział w realizacji projektów:

- Wpływ uwalniania metalicznych nanostruktur z budowlanych kompozytów cementowych na wybrane mikroorganizmy (kierownik, 2017-2020).
- Reducing the energy consumption in buildings by developing sustainable environmentally friendly lightweight concrete (REC-EFLC), (wykonawca, 2019-2021).
- Ultra-Lightweight Concrete for 3D printing technologies (akronim: Ultra-LightCon-3D) – Marie-Skłodowska Curie Action – Individual Fellowship (kierownik, 2019-2021).

Po doktoracie Habilitant odbył cztery staże w międzynarodowych instytucjach naukowych. Krótkotrwałe (do 10 dni) w 2019r. w Mansoura University (Egipt) i Sejong University oraz

Yonsei University w Seulu (Korea Południowa). Odbył staż podoktorski (16 miesięcy) i długotrwały staż badawczy (7 miesięcy) w Technische Universität Berlin (Niemcy).

Habilitant prowadzi aktywną działalność dydaktyczną na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, głównie prowadząc ćwiczenia projektowe. Przed doktoratem prowadził wykłady w ramach kursu BHP w budownictwie i ćwiczenia projektowe. W latach 2015-2017 prowadził angielskojęzyczne wykłady i ćwiczenia projektowe, natomiast w latach 2017-2019 laboratoryjne ćwiczenia na Technicznym Uniwersytecie w Berlinie.

Ponadto Habilitant pełnił funkcję promotora 12 prac dyplomowych na macierzystej uczelni oraz współpromotora 4 prac na Technicznym Uniwersytecie w Berlinie. Jednocześnie dr. inż. Sikora pełni funkcję opiekuna pomocniczego w przewodzie doktorskim na ZUT.

Habilitant otrzymał pięć nagród Rektora ZUT za aktywność i osiągnięcia naukowe (2017-2020), oraz wcześniej w 2015r. nagrodę Prezydenta Szczecina za najlepszą pracę dyplomową ukierunkowaną na nowoczesne technologie i innowacje a także za tę samą pracę pierwsze miejsca w konkursie na najlepszą pracę dyplomową/magisterską organizowanym przez Fundację CWB i AGH w Krakowie oraz przez Dziekana WBiA/ZUT i PZiITB.

Habilitant otrzymał również stypendia naukowe:

- Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (2019-2020).
- Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2018-2020).
- Rektora Politechniki Warszawskiej (2015-2017).
- Prezydenta Miasta Szczecina (2015-2017).

Habilitant był członkiem komitetu naukowego międzynarodowego seminarium naukowego International Seminar on Circular Economy and Sustainability in Civil Engineering (ISCESCE 2020), przewodniczącym komitetu organizacyjnego międzynarodowego seminarium naukowego – International Seminar on Sustainability, Economics and Safety (ISSES 2019), przewodniczący komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji naukowej – International Conference on Sustainable, Environmentally Friendly Construction Materials (ICSEFCM 2018) oraz współorganizatorem międzynarodowego seminarium „Polsko-ukraińska współpraca naukowo-dydaktyczna: Idea zrównoważonego rozwoju w produkcji kompozytów cementowych” w 2017r.

Dr inż. Paweł Sikora jest członkiem oraz opiekunem naukowym Koła Młodych PZiITB (oddział w Szczecinie), członkiem niemieckiego oddziału Stowarzyszenia Marie Curie Alumni oraz członkiem Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa – oddział Szczecin.

Habilitant jest członkiem rady naukowej czasopisma Nanotechnologies in Construction oraz był redaktorem wydania specjalnego (wraz z Prof. Sang-Yeop Chung) Cement-Based Composites: Advancements in Development and Characterization w czasopiśmie Crystals.

Dr inż. Sikora był recenzentem ponad 70 recenzji artykułów naukowych w wiodących wydawnictwach.

Habilitant był również sekretarzem komitetu w konkursie na najlepszą pracę inżynierską obronioną w roku 2018/2019 na kierunkach Budownictwo i Inżynieria Środowiska na Wydziale Budownictwa i Architektury ZUT w Szczecinie pod patronatem Dziekana WBiA, ZOIB o. w Szczecinie, PZiITB o. w Szczecinie, SITK RP o. w Szczecinie, Szczecińskiej Energetyki Ciepłej i Przedsiębiorstwa Budowlanego Calbud.

W ramach realizowanego projektu Ultra-Lightweight Concrete for 3D printing technologies, finansowanego w ramach programu Marie-Skłodowska Curie Actions (Horyzont 2020) Habilitant prowadzi współpracę z firmą Sika AG w Zurychu (Szwajcaria).



## 5. Informacje naukometryczne

Zgodnie z wykazem przedstawionym przez Habilitanta sumaryczny Impact Factor po doktoracie wynosi 61.005, w tym w cyklu publikacji 33.317 oraz w pozostałych publikacjach 27.688. Sumaryczny Impact Factor przed doktoratem wynosił 18.496. Całkowity IF na dzień 02.09.2020r. wynosił 79.501.

Liczba cytowań (bez autocytowań) wg bazy Scopus wynosi 393, a wg bazy Web of Science – 323.

Indeks Hirsha jest równy 14 (bez autocytowań, wg obu powyższych baz).

## 6. Ocena końcowa

Na podstawie przedstawionej powyżej szczegółowej oceny dorobku naukowego Habilitanta stwierdzam, że osiągnięcia naukowe dr inż. Pawła Sikory stanowią znaczący i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport.

Pomimo uwag krytycznych, przedstawiony cykl publikacji dr inż. Pawła Sikory spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Pozytywnie oceniam współpracę naukową z innymi ośrodkami, bieżącą aktywność naukową, działalność dydaktyczną i organizacyjną dr inż. Pawła Sikory.

Popieram wniosek o nadanie dr inż. Pawłowi Sikorze stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

*Dariusz Jankowski*