

Lublin, 30.12.2024 r.

**Recenzent:**

Prof. dr hab. inż. Wojciech Franus  
Wydział Budownictwa i Architektury  
Politechnika Lubelska  
ul. Nadbystrzycka 40  
20-618 Lublin  
E-mail: w.franus@pollub.pl

**Adresat Recenzji:**

Rada Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport  
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu  
Politechnika Poznańska  
ul. Piotrowo 3  
60-965 Poznań

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

mgr inż. Izabeli Kłapiszewskiej

pt.: „*WPŁYW RODZAJU TLENKU CYNKU I SPOSOBU JEGO ROZPROSZENIA JAKO CZYNNIKI  
DETERMINUJĄCE WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE I PRZECIWDROBNOUSTROJOWE KOMPOZYTÓW  
CEMENTOWYCH*”

### **1. Podstawa formalna**

Podstawę formalną do wykonania niniejszej recenzji stanowi Uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 29 listopada 2024 r., podpisana przez Przewodniczącego Rady Pana prof. dra hab. inż. Jacka Pielechę.

## 2. Przedmiot i opis ogólny rozprawy

Przedmiot recenzji stanowi rozprawa doktorska mgr inż. Izabeli Kłapiszewskiej pt.: „*Wpływ rodzaju tlenku cynku i sposobu jego rozproszenia jako czynniki determinujące właściwości fizykochemiczne i przeciwdrobnoustrojowe kompozytów cementowych*”, której promotorem jest dr hab. inż. Agnieszka Śłosarczyk, prof. PP. Rozprawę stanowi spójny tematycznie 7-elementowy cykl publikacyjny (A1÷A7) przedstawiony poniżej i opatrzony stosownym komentarzem.

### A1.

**Kłapiszewska I.**, Ławniczak Ł., Parus A., Jesionowski T., Kłapiszewski Ł., Śłosarczyk A., *Zinc oxide as a functional admixture to cement composites*, *Physicochemical Problems of Mineral Processing* 58 (2022) 145565. IF = 1,5; MNiSW = 70

### A2.

**Kłapiszewska I.**, Kubiak A., Parus A., Janczarek M., Śłosarczyk A., *The in-situ hydrothermal and microwave syntheses of zinc oxides for functional cement composites*, *Materials* 15 (2022) 1069. IF = 3,1; MNiSW = 140

### A3.

**Kłapiszewska I.**, Śłosarczyk A., *Wpływ różnych form tlenku cynku na wczesną hydratację oraz właściwości mechaniczne i antybakteryjne kompozytów cementowych*, w: *Monografie Technologii Betonu*, redakcja – prof. Jan Deja, dr inż. Bożena Środa, Paulina Gos, Grzegorz Krechowicki, Dariusz Konieczny i Zbigniew Pilch, wydawca – Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2023, str. 703-714, ISBN: 978-83-61331-47-6

### A4.

**Kłapiszewska I.**, Balicki S., Wilk K.A., Kłapiszewski Ł., Śłosarczyk A., *Statistical approach to the production of cement composites doped with ZnO and ZnO-based materials*, *Physicochemical Problems of Mineral Processing* 59 (2023) 168352. IF = 1,5; MNiSW = 70

### A5.

**Kłapiszewska I.**, Ławniczak Ł., Balicki S., Gapiński B., Wieczorowski M., Wilk K.A., Jesionowski T., Kłapiszewski Ł., Śłosarczyk A., *Influence of zinc oxide particles dispersion on the functional and antimicrobial properties of cementitious composites*, *Journal of Materials Research and Technology* 24 (2023) 2239-2264. IF = 6,2; MNiSW = 100

### A6.

**Kłapiszewska I.**, Parus A., Ławniczak Ł., Jesionowski T., Kłapiszewski Ł., Śłosarczyk A., *Production of antibacterial cement composites containing ZnO/lignin and ZnO–SiO<sub>2</sub>/lignin hybrid admixtures*, *Cement and Concrete Composites* 124 (2021) 104250. IF = 10,8; MNiSW = 200

**A7.**

**Klapiszewska I.**, Latos P., Parus A., Balicki S., Lodowski P., Wilk K.A., Jesionowski T., Chrobok A., Klapiszewski Ł., Ślosarczyk A., *New insights into sustainable cementitious composites doped with a hybrid system based on zinc oxide and a designable deep eutectic solvent*, Journal of Materials Research and Technology 27 (2023) 542-563. IF = 6,2; MNiSW = 100

Summaryczna wartość wskaźnika wpływu (IF) wyżej wymienionych artykułów wynosi 29,3. Liczba punktów według listy czasopism punktowanych MNiSW to 680.

Układ pracy jest czytelny, charakterystyczny dla prac naukowych i badawczych, a sposób jej wydania jest poprawny.

Praca została zrealizowana w ramach projektów:

- OPUS 18 nr DEC-2019/35/B/ST8/02535 pt. "Projektowanie kompozytów cementowych domieszkowanych nano- i mikromateriałami funkcjonalnymi o właściwościach fotokatalitycznych i przeciwdrobnoustrojowych" finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki;
- OPUS 23 nr DEC-2022/45/B/ST8/02288 pt. "Projektowanie kompozytów cementowych z wykorzystaniem zrównoważonych związków jonowych: Ocena właściwości strukturalnych i użytkowych" finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki;
- Środków finansowych przyznanych na działania statutowe Politechniki Poznańskiej dla Instytutu Budownictwa w latach 2019-2024.

### **3. Ocena merytoryczna rozprawy**

Problemem naukowym postawionym w pracy było wytworzenie kompozytów domieszkowanych tlenkiem cynku i materiałami z udziałem ZnO o zdefiniowanych właściwościach mechanicznych, trwałościowych i przeciwdrobnoustrojowych.

Analiza stanu wiedzy w zakresie syntezy i modyfikacji kompozytów cementowych tlenkiem cynku, a także ilości wprowadzanej domieszki w matrycę cementową pozwoliły Doktorantce na postawienie dwóch tez badawczych:

- rodzaj zastosowanego tlenku cynku, jego struktura, morfologia oraz układ krystalograficzny wpływają na jego zachowanie w matrycy cementowej,
- sposób mieszania i wprowadzenia domieszki ma decydujący wpływ na jej rozproszenie i finalne właściwości wytworzonych kompozytów cementowych.

Na potrzeby potwierdzenia postawionych tez badawczych Doktorantka przeprowadziła szereg analiz z wykorzystaniem różnorodnych metod badawczych i technik pomiarowych, które podzieliła na trzy etapy obejmujące:

1. ocenę wpływu różnych tlenków cynku (form komercyjnych i otrzymanych samodzielnie) na właściwości kompozytu cementowego,
2. ocenę różnych metod wprowadzenia tlenku cynku do zaprawy cementowej na potrzeby zapobiegania agregacji i aglomeracji domieszki,
3. przeprowadzenie modyfikacji tlenku cynku w celu zapobiegania agregacji i aglomeracji w matrycy cementowej.

Wybrana tematyka rozprawy jest niezwykle aktualna i wpisuje się w całą rozciągłość w strategię zrównoważonego rozwoju i w konsekwencji zrównoważonego budownictwa. Podjęty przez Doktorantkę temat uważam za zgodny z kierunkami rozwoju współczesnej technologii materiałów budowlanych i oceniam to bardzo pozytywnie.

W ramach weryfikacji pierwszej tezy badawczej dotyczącej wpływu rodzaju, struktury, morfologii oraz układu krystalograficznego tlenku cynku na parametry kompozytów cementowych Doktorantka scharakteryzowała wprowadzone do matrycy cementowej różne tlenki cynku. Wykorzystała materiały dostępne komercyjnie, jak również dokonała ich syntez dwoma metodami: hydrotermalną i mikrofalową. Badane tlenki różniły się wielkością cząstek, powierzchnią właściwą oraz aktywnością przeciwdrobnoustrojową. Każdy z nich został wykorzystany jako dodatek do projektowanych kompozytów cementowych w celu weryfikacji ich wpływu na parametry reologiczne świeżej zaprawy (początek czasu wiązania, wielkość rozptywu), jak i użytkowe (właściwości mechaniczne, porowatość, ocena przeciwdrobnoustrojowa). Dodatkowo zbadano wpływ tlenku cynku na ciepło hydratacji zapraw cementowych. Finalny etap tej części stanowiła analiza statystyczna wszystkich otrzymanych danych, dzięki której wytypowano tlenek charakteryzujący się najkorzystniejszymi właściwościami w matrycy cementowej.

Bardzo istotnym elementem tej części pracy była ocena aktywności przeciwdrobnoustrojowej materiałów proszkowych, w celu sprawdzenia ich zdolności do inhibicji wzrostu mikroorganizmów przed wprowadzeniem do kompozytu cementowego. W tym celu Doktorantka przeprowadziła szereg testów metodą seryjnych rozcieńczeń na materiałach proszkowych, w zakresie stężeń od 0,156 do 20 mg/L, w stosunku do wybranych modelowych szczepów drobnoustrojów, które obejmowały grzyby (*C. albicans*), dwie bakterie Gram-dodatnie (*B. cereus* i *S. aureus*) oraz trzy bakterie Gram-ujemne (*P. putida*, *P. aeruginosa* i *E. coli*). Najniższe wartości MBC/MFC (minimalnego stężenia bakteriobójczego/grzybobójczego) oraz MIC (minimalnego stężenia powodującego inhibicję rozwoju mikroorganizmów) odnotowała w stosunku do materiału ZnO-M, co sugeruje, iż związek ten jest najbardziej skuteczny w ograniczeniu rozwoju mikroorganizmów. Pełny szereg skuteczności w tym zakresie to: ZnO-M > ZnO-SA = ZnO-AA > ZnO-CH > ZnO-H, który koreluje bardzo dobrze z wynikami właściwości fizykochemicznych tlenków ze szczególnym uwzględnieniem rozkładu wielkości cząstek,

jak i powierzchni właściwej. W związku z tym Doktorantka uznała te dwa parametry jako decydujące w aspekcie właściwości przeciwdrobnoustrojowych badanych tlenków cynku.

Wszystkie badane tlenki (komercyjne, jak i te otrzymane przez Doktorantkę samodzielnie z wykorzystaniem metod syntezy hydrotermalnej i mikrofalowej) wykorzystano w roli dodatków (0,1% w stosunku do masy cementu) do kompozytów cementowych. Na wytworzonych kompozytach cementowych Doktorantka przeprowadziła badania: początku czasu wiązania zaczynów cementowych, konsystencji świeżej zaprawy, ciepła hydratacji, wytrzymałości na ściskanie oraz rozciąganie przy zginaniu po 1, 7 oraz 28 dniach dojrzewania, które uzupełniła obserwacjami SEM i analizą czystości mikrobiologicznej.

Główne wnioski z tej części badań potwierdzają wpływ tlenków cynku na opóźnienie czasu wiązania oraz zmiany średnic rozptywu zapraw, które są efektem wielkości powierzchni właściwej BET.

Doktorantka analizując wartości wytrzymałości na ściskanie potwierdziła opóźniający charakter działania tlenków cynku, w szczególności w początkowym okresie dojrzewania. Po upływie 7 dni efekt ten zostaje zahamowany. Po 28 dniach dojrzewania zaprojektowane kompozyty charakteryzuje wyższa wartość wytrzymałości na ściskanie niż dla zaprawy referencyjnej.

Niezwykle ważną dla recenzowanej rozprawy doktorskiej była analiza czystości mikrobiologicznej kompozytów cementowych wykonana metodą kontaktową. Kompozytami charakteryzującymi się brakiem wzrostu mikroorganizmów po 24 godz. były: ZnO-SA – zawierający domieszkę tlenku cynku należącego do grupy tlenków komercyjnych oraz ZnO-M – zawierający tlenek syntezowany samodzielnie metodą mikrofalową. W pozostałych przypadkach obserwowano nieznaczny lub intensywny wzrost drobnoustrojów, co przekłada się na zmniejszenie działania przeciwdrobnoustrojowego tlenków w matrycy cementowej.

Końcowym etapem tej części badań było przeprowadzenie przez Doktorantkę analizy statystycznej wyników w celu wytypowania tlenku cynku o najlepszych parametrach do kolejnego bloku badań. W efekcie przeprowadzonej analizy oraz biorąc pod uwagę koszty wytwarzania tlenku cynku Doktorantka wskazała produkt ZnO-SA jako dodatek pozwalający na osiągnięcie korzystnych właściwości plastycznych, mechanicznych i wysoką skuteczność przeciwdrobnoustrojową kompozytu cementowego.

Drugi etap badawczy prac wykonanych przez Doktorantkę obejmował zbadanie sposobu mieszania i wprowadzenia domieszki tak, aby jej rozproszenie wpłynęło pozytywnie na finalne właściwości wytworzonych kompozytów cementowych. Doktorantka zbadała wpływ suchego wymieszania składników (DM); wytworzenia dyspersji dodatku w wodzie zarobowej na mieszadle magnetycznym (MM); wytworzenia dyspersji tlenku w wodzie zarobowej korzystając z łaźni

ultradźwiękowej; wstępnej dyspersji tlenku w wodzie zarobowej na mieszadle magnetycznym, a następnie wzmocnienia efektu myjką ultradźwiękową (MM+UM). Wszystkie wytworzone zaprawy cementowe zostały poddane podstawowym badaniom, tj.: badaniu wielkości rozptyłu, wytrzymałości mechanicznej po 3, 7 oraz 28 dniach, ocenie mikrostruktury oraz właściwości przeciwdrobnoustrojowych. Dodatkowo, wykonano badanie mrozoodporności dla klasy F150 i zastosowano nieinwazyjną tomografię komputerową do oceny porowatości wytworzonych zapraw cementowych.

Przeprowadzone przez Doktorantkę badania wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu oraz na ściskanie dowiodły, że sposób wprowadzenia domieszki ma istotny wpływ na parametry mechaniczne kompozytów cementowych. Zarówno w przypadku kompozytów bez, jak i zawierających superplastyfikator widoczne jest opóźniające działanie tlenku cynku, zwłaszcza w przypadku wczesnych wytrzymałości. Po upływie 3 dni efekt ten zostaje zahamowany i następuje wzrost wytrzymałości będący wynikiem zachodzących procesów hydratacji, w których tlenek cynku pełni rolę centrów aktywnych, wspomagających wzrost fazy C-S-H. Najwyższe wartości średniej wytrzymałości na ściskanie uzyskano dla próbki układu MM+UM+S (77,8 MPa). W przypadku kompozytów bez superplastyfikatora, najwyższą wytrzymałość osiągnęła próbka MM (69,7 MPa).

Dodatek tlenku cynku i superplastyfikatora również pozytywnie wpływał na bardziej jednorodną mikrostrukturę wytworzonych kompozytów cementowych, co Doktorantka potwierdziła badaniami SEM stosując technikę *mappingu*. Natomiast zastosowanie nieinwazyjnej tomografii komputerowej potwierdziło zagęszczenie struktury kompozytu cementowego, które spowodowane było zmianą występujących w próbce porów – ze średnich i większych porów w kierunku mniejszych.

Bardzo ważnym elementem prowadzonych przez Doktorantkę prac w tej części rozprawy było wykazanie czystości mikrobiologicznej metodą kontaktową po 24 oraz 48 godz., oraz właściwości przeciwdrobnoustrojowych metodą pomiaru gęstości optycznej dla zaprojektowanych kompozytów. (OD). Kompozytami cementowymi, które zachowały czystość zarówno po 24, jak i 48 godzinach ekspozycji, były kompozyty MM (---/---) oraz MM+S (---/---). Wysoką czystością po 24 godzinach charakteryzowały się również kompozyty MM+UM oraz MM+UM+S, jednak po 48 godzinach dwa z trzech przeprowadzonych powtórzeń wykazały już obecność mikroorganizmów (---/+++).

Kolejnym ważnym elementem badawczym tej części pracy była modyfikacja metodą mechano-chemiczną tlenku cynku w celu uzyskania materiałów hybrydowych ZnO/lignina oraz ZnO-SiO<sub>2</sub>/lignina, które następnie wykorzystano w roli domieszek stosownych do kompozytów cementowych. W tym celu wytworzono siedem materiałów hybrydowych ZnO/lignina (5:1, 1:1 oraz 1:5), ZnO-SiO<sub>2</sub> a także ZnO-SiO<sub>2</sub>/lignina (5:1, 1:1 oraz 1:5), dla których określono właściwości dyspersyjne i strukturalne. Dodatek ligniny doprowadził do skrócenia początków czasu wiązania

kompozytów zawierających materiały hybrydowe ZnO/lignina w stosunku do tlenku cynku. Natomiast dla zaczynów domieszkowanych materiałami ZnO-SiO<sub>2</sub>/lignina (w odniesieniu do zaczynu zawierającego 0,1% wag. ZnO-SiO<sub>2</sub>) początek czasu wiązania wydłużył się. Doktorantka analizując parametry średniej wytrzymałości na ściskanie udowodniła, że w odniesieniu do próbki referencyjnej kompozytu cementowego opóźniające działanie domieszki ZnO widoczne jest tylko we wczesnej wytrzymałości. Po 28 dniach czysta zaprawa cementowa osiągnęła średnią wytrzymałość na ściskanie na poziomie 55,5 MPa. Wartość tę przewyższyły jedynie kompozyty z ZnO (64,5 MPa) oraz układem hybrydowym ZnO/lignina 5:1 (60,7 MPa). Wyniki badań czystości mikrobiologicznej wytworzonych kompozytów wykazały, że dla kompozytów (referencyjnego, zawierającego układ tlenkowy ZnO-SiO<sub>2</sub>, a także materiału hybrydowego ZnO/lignina 1:5 oraz ZnO-SiO<sub>2</sub>/lignina 1:1) po 24 godzinach ekspozycji nastąpił wzrost mikroorganizmów. Po przeprowadzonej analizie statystycznej skierowanej na właściwości mechaniczne i przeciwdrobnoustrojowe najbardziej optymalną domieszką okazał się materiał hybrydowy ZnO/lignina 5:1. Wyniki badań przeprowadzonych z zastosowaniem ligniny, jako wspomagającego czynnika dyspergującego domieszkę w matrycy cementowej, skłoniły Doktorantkę do zaproponowania nowej metody modyfikacji tlenku cynku, w której tlenek wbudowano w strukturę rozpuszczalnika głęboko eutektycznego (DES). Kolejno wytworzono kompozyty cementowe zawierające 0,125; 0,25 oraz 0,50% wag. domieszki DES-ZnO, co pozwoliło na określenie jej optymalnej ilości w projektowanych materiałach. Finalnym efektem takich połączeń było przeciwdziałanie opóźniającemu działaniu czystego tlenku cynku, które odnotowano już od początku wiązania spoiwa cementowego, które nie wpływało na zmianę właściwości fizykomechanicznych wytworzonych zapraw cementowych. Ocena czystości mikrobiologicznej badanych kompozytów cementowych metodą kontaktową po 24 oraz 48 godzinach ekspozycji na działanie drobnoustrojów potwierdziła skuteczność hamowania rozwoju mikroorganizmów przez kompozyty zawierające domieszki DES-ZnO. Najwyższą skuteczność osiągnięto dla próbki domieszkowanej w ilości 0,25% wag. Wyniki badań mrozoodporności wytworzonych kompozytów wykazały ich odporność na poziomie F150.

Przeprowadzone przez Doktorantkę badania potwierdziły, że sposób mieszania i wprowadzenia domieszki ma decydujący wpływ na jej rozproszenie i finalne właściwości wytworzonych kompozytów cementowych ze szczególnym uwzględnieniem właściwości przeciwdrobnoustrojowych.

Po analizie treści komentarza autorskiego i artykułów z zaprezentowanego cyklu publikacyjnego nasuwa mi się kilka uwag/komentarzy, o których wyjaśnienie/rozwinięcie poproszę Doktorantkę podczas publicznej obrony:

1. Jakie efekty ekonomiczne mogłoby przynieść wdrożenie wyników do praktyki gospodarczej?

2. Proszę Doktorantkę o krótkie doprecyzowanie/podsumowanie zastosowanych sposobów analiz badań przeciwdrobnoustrojowych – chodzi o wskazanie idei każdej z użytych metod.
3. Dlaczego zawartość domieszki ZnO wynoszącą 0,1% masy cementu uznała Pani za najkorzystniejszą?
4. Proszę o wskazanie/określenie kluczowych obszarów badawczych, które planuje Pani rozwijać w ramach przyszłych prac naukowych wraz z uzasadnieniem wyboru tych kierunków?

#### 4. Wnioski

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Izabeli Kłapiszewskiej pt.: *„Wpływ rodzaju tlenku cynku i sposobu jego rozproszenia jako czynniki determinujące właściwości fizykochemiczne i przeciwdrobnoustrojowe kompozytów cementowych”*, której promotorem jest dr hab. inż. Agnieszka Ślosarczyk prof. PP, stanowi rozwiązanie oryginalnego zadania naukowego dotyczącego możliwości wykorzystania tlenku cynku, jako dodatku, który poprawia właściwości fizykochemiczne i przeciwdrobnoustrojowe kompozytów cementowych.

Uważam, że przedstawiony w rozprawie cel został osiągnięty, a sformułowane zadanie naukowe rozwiązane. Rozprawa doktorska wykazuje zatem umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz umiejętności analizy wyników badań przez Doktorantkę.

Należy zauważyć, że Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy naukowej i technicznej w zakresie prezentowanej tematyki. Świadczy to o dojrzałości naukowej Doktorantki, a przede wszystkim o jakości szkoły z jakiej się wywodzi. Niewątpliwie wpłynęło to korzystnie na całość pracy i dało możliwość nauczania się programowania i prowadzenia badań naukowych i doświadczalnych. Wykonano badania na bardzo dobrym poziomie, które poszerzyły istniejącą bazę wiedzy. Na tej podstawie dokonano krytycznej analizy otrzymanych rezultatów, przeanalizowano je i opracowano wnioski. Całość pracy świadczy bardzo dobrze o przygotowaniu do samodzielnego prowadzenia prac naukowych i badawczych. Rozprawa wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, ma znaczenie naukowe i praktyczne.

Przeprowadzone badania eksperymentalne i ich analiza pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

- rodzaj zastosowanego tlenku, jego sposób syntezy i charakterystyka fizykochemiczna wpływają w istotny sposób na agregację i aglomerację w środowisku wodnym, co z kolei przyczynia się do różnego działania badanych tlenków cynku w kompozycie cementowym. Wykazano, że najwyższą



aktywność przeciwdrobnoustrojową, w kierunku bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych oraz grzybów wykazały dwa tlenki – tlenek komercyjny ZnO-SA i tlenek syntezowany metodą mikrofalową (ZnO-M),

- najkorzystniejszym sposobem rozproszenia tlenku cynku w kompozycie cementowym, gwarantującym uzyskanie pożądaných właściwości fizykomechanicznych i przeciwdrobnoustrojowych jest mieszanie z wykorzystaniem mieszadła magnetycznego w obecności superplastyfikatora,
- zaproponowana funkcjonalizacja tlenku cynku z wykorzystaniem ligniny, umożliwiła jednorodne rozmieszczenie ZnO w strukturze kompozytu cementowego. Najkorzystniejszym układem, gwarantującym poprawę parametrów mechanicznych i wysoką czystość mikrobiologiczną była domieszka ZnO/lignina o stosunku wagowym komponentów równym 5:1. Zbliżoną efektywność rozproszenia cząstek można osiągnąć poprzez wbudowywanie tlenku cynku w strukturę rozpuszczalnika głęboko eutektycznego otrzymanego z mocznika i chlorku choline (DES-ZnO).

Przeprowadzone analizy, poparte statystyczną weryfikacją potwierdziły wpływ rodzaju tlenku cynku i sposobu jego rozproszenia na właściwości fizykochemiczne i przeciwdrobnoustrojowe kompozytów cementowych.

## 5. Sentencja Recenzji

**Moim zdaniem recenzowana rozprawa mgr inż. Izabeli Kłapiszewskiej pt.: „Wpływ rodzaju tlenku cynku i sposobu jego rozproszenia jako czynniki determinujące właściwości fizykochemiczne i przeciwdrobnoustrojowe kompozytów cementowych” spełnia wymogi stawiane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami) oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 19 stycznia 2018 r. – i dlatego wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

Ponadto, biorąc pod uwagę wkład Doktorantki w rozwój uprawianej dyscypliny, istotność i aktualność realizowanej tematyki badawczej oraz Jej ponadprzeciętną aktywność naukową wnoszę o wyróżnienie pracy.

Z poważaniem,



Prof. dr hab. inż. Wojciech Franus